



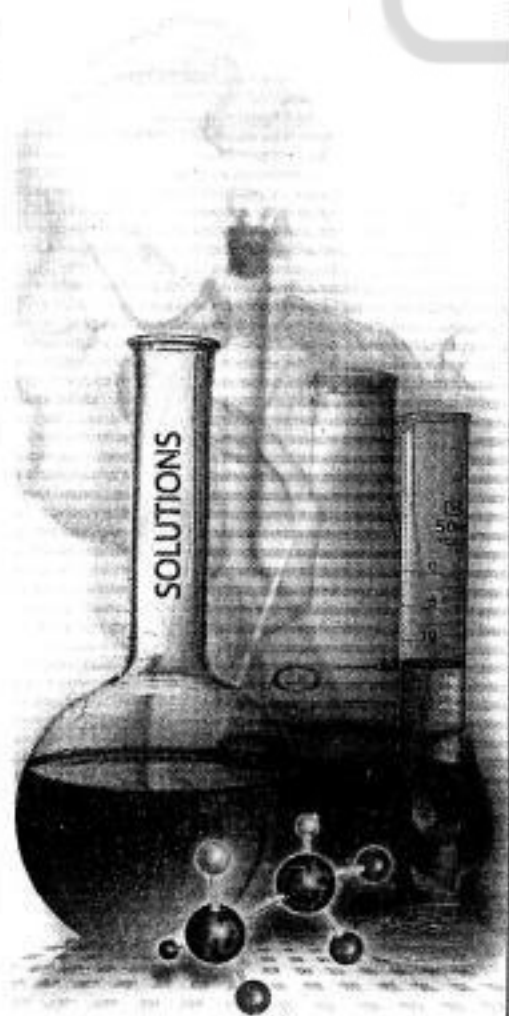
# کاج

مجموعه کتاب‌های میکرو طبقه‌بندی

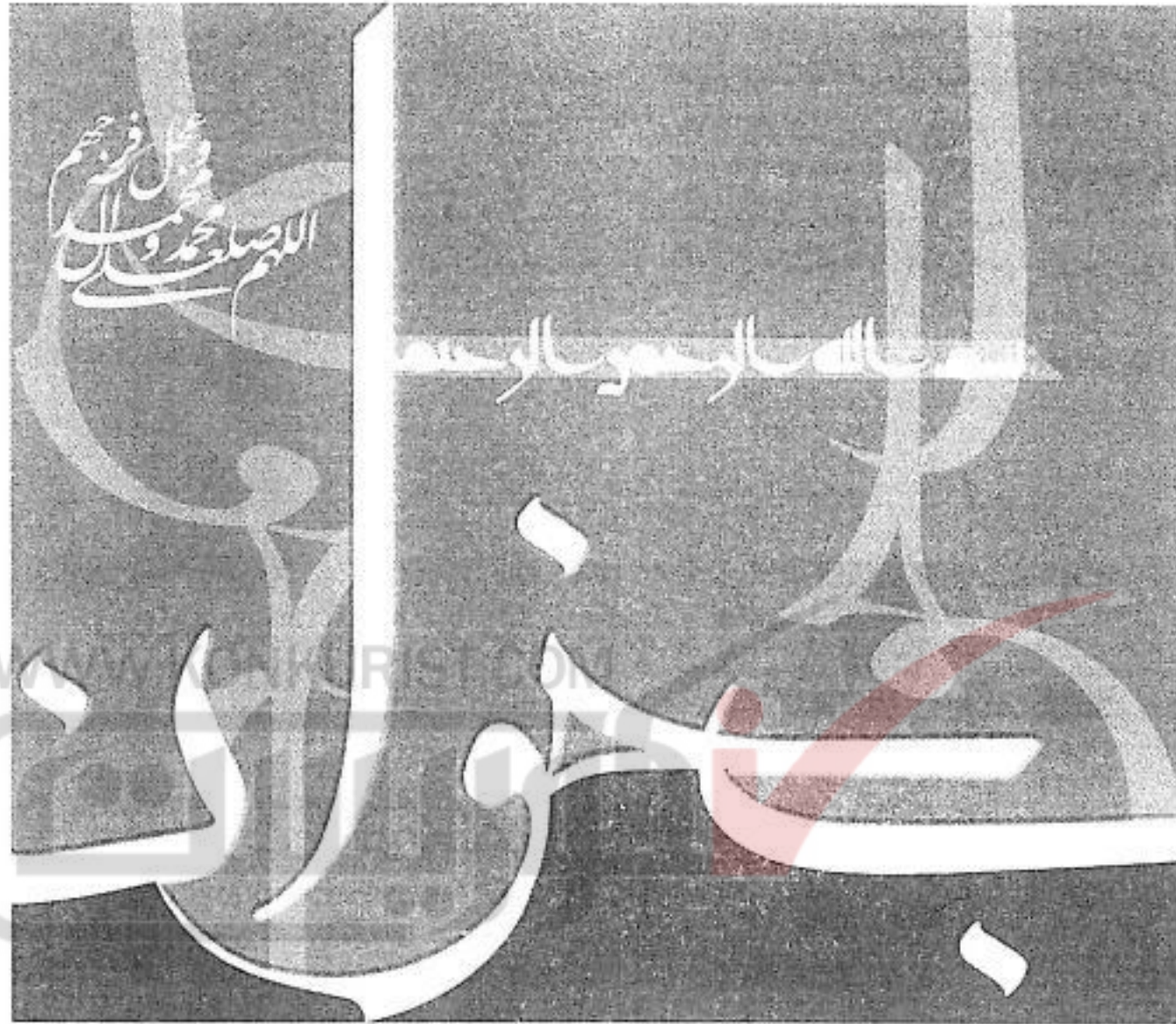
شیمی (۳)

سال سوم دبیرستان

- بررسی کلیه پرسش‌ها، خود را بیازماییدها و شکل‌های کتاب درسی در قالب پرسش‌های چهارگزینه‌ای
- بررسی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکورهای سراسری داخل و خارج از کشور با پاسخ‌های کاملاً تشریحی
- بررسی صدها پرسش چهارگزینه‌ای تألیفی با پاسخ‌های کاملاً تشریحی







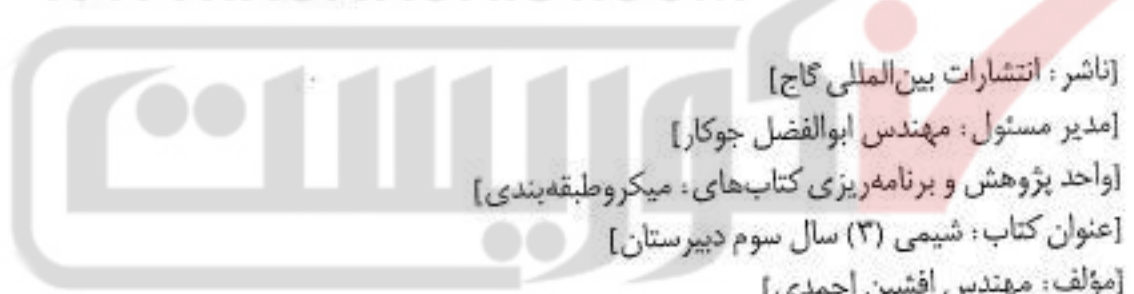


مدرسنامه : احمدی ، افشین  
 عنوان : شیمی (۳) سال سوم دبیرستان  
 مؤلف : افشین احمدی  
 مشخصات نشر : تهران : انتشارات بین المللی گاج ؛ ۱۳۹۲  
 مشخصات ظاهری : ۳۲۸ ص ، مصور ، نمودار .  
 فروست : این کتاب از مجموعه کتاب های میکرو طبقه بندی گاج می باشد .  
 بها : ۱۷۰۰۰۰ ریال شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۱۵۸-۶۶۷-۸

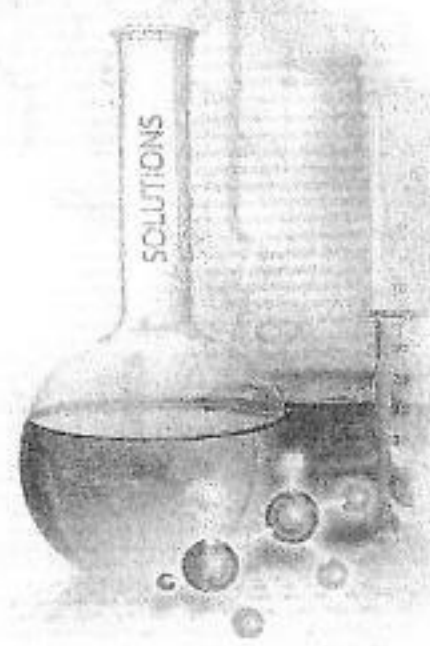
نوبت چاپ : شصت و سوم  
 یادداشت : فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا .  
 موضوع : ۱. شیمی -- کتاب های درسی -- راهنمای آموزشی (متوسطه) . ۲. شیمی -- آزمون ها و تمرین ها (متوسطه) . ۳. شیمی -- مسائل ، تمرین ها و غیره (متوسطه) . ۴. دانشگاه ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون ها . الف . عنوان .  
 رده بندی کنگره : QD ۴۲  
 نشانه ی اثر : ۹۶ ش ۲۶ الف  
 رده بندی دیویی : ۵۴۰/۷۶  
 شماره ی کتابخانه ی ملی : ۱۵۵۳۱ - ۹۲ م



انتشارات بین المللی گاج  
 www.gaj.ir  
 EMS: 1000425  
 Tel: 021-6420



[ناشر : انتشارات بین المللی گاج]  
 [مدیر مسئول : مهندس ابوالفضل جوکار]  
 [واحد پژوهش و برنامه ریزی کتاب های : میکرو طبقه بندی]  
 [عنوان کتاب : شیمی (۳) سال سوم دبیرستان]  
 [مؤلف : مهندس افشین احمدی]  
 [صفحه آرا : کاظم شاکری]  
 [حروف نگار : سعیده قاسمی]  
 [ترسیم شکل : کبری ترکی]  
 [طرح جلد و گرافیک : امیرحسین مهدی پور]  
 [آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : گاج] + [لیتوگرافی : امین]  
 [چاپخانه و صحافی : پارس سهند] + [ناظر چاپ : علی مزرعتی]  
 [نوبت چاپ : شصت و سوم (۹۳-۱۳۹۲)] + [شمارگان : ۳۰۰۰ نسخه]  
 [دفتر مرکزی : تهران ، خیابان انقلاب ، بین چهار راه ولیعصر (عج) و خیابان فلسطین ، شماره ۹۱۹]  
 [تلفن : ۶۴۲۰ - ۰۲۱]  
 [سرویس پیام کوتاه (SMS) : ۱۰۰۰۴۲۵] + [صندوق پستی : ۳۷۷ - ۱۳۱۴۵]  
 [پایگاه اینترنتی : www.gaj.ir]  
 [قیمت : ۱۷۰۰۰ تومان]

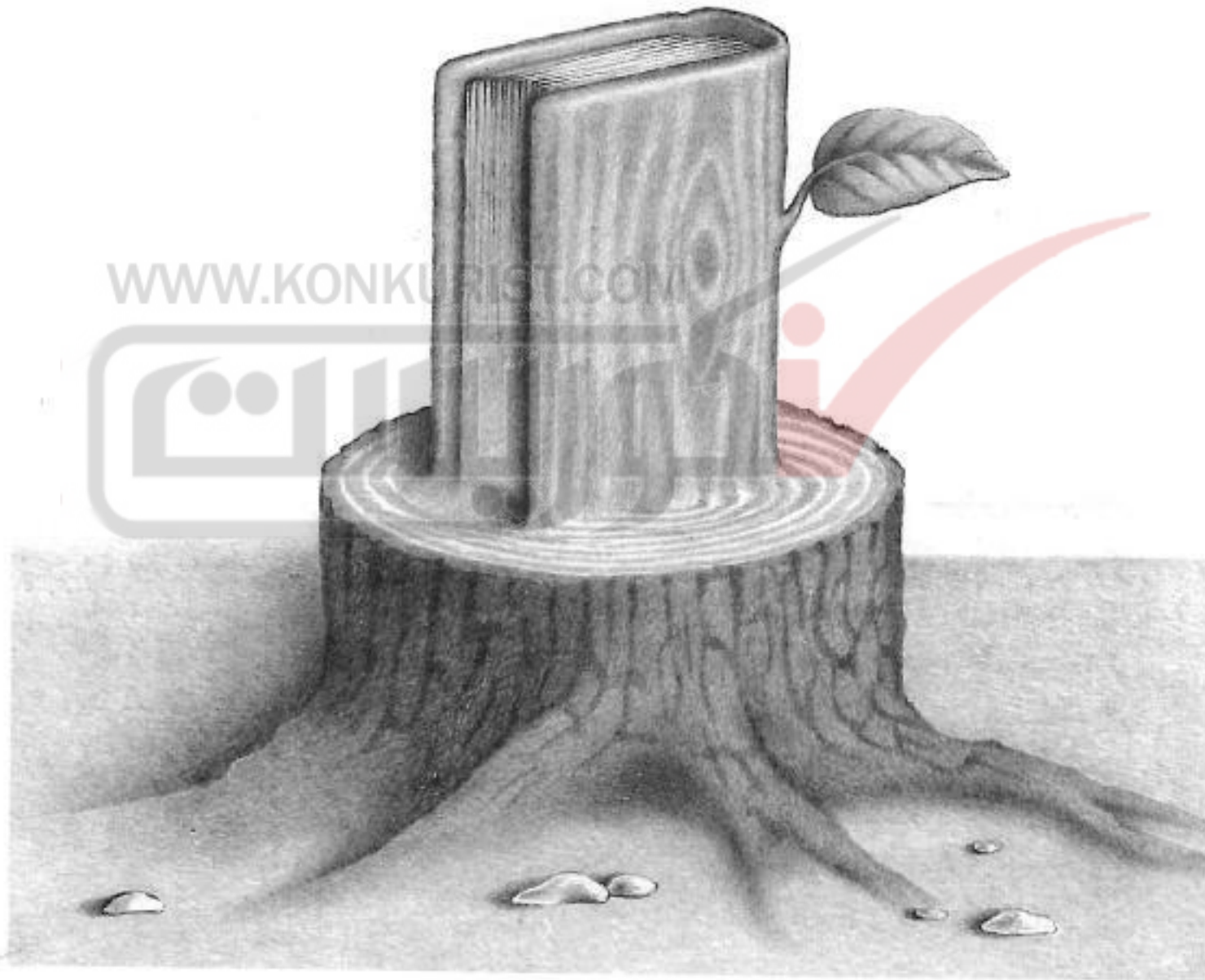


+++ دوست عزیز جهت آگاهی از آخرین اخبار و اطلاعات کتاب های منتشر شده لطفاً پایه و رشته ی تحصیلی خود را به شماره ی ۱۰۰۰۴۲۵ SMS نمایید .

توجه : به موجب ماده ی ۵ قانون حمایت از حقوق مؤلفان ، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه ی حقوق این کتاب برای انتشارات بین المللی گاج محفوظ می باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متفلفین به موجب این قانون تمت پیگرد قانونی قرار می گیرند .



## سخن ناشر



وقتی درخت محترمی قطع می شود / اگر میز مدیری نشود / اگر پوستر تبلیغاتی نامزدی نشود  
اگر دستمال کاغذی نشود / اگر کارتن چیپس و پفک نشود  
کتابی جوانه خواهد زد / به احترام درخت

[www.ShimiPedia.ir](http://www.ShimiPedia.ir)

مشاوره با دانشجویان شریف و تهران | [Moshavere.KonKurist.com](http://Moshavere.KonKurist.com)



سخن نویسنده: دپارتمان شیمی گاج،

دست شما دوست عزیز را برای هرگونه انتقاد یا پیشنهاد می فشارد.

لطفاً پیشنهادات خود را با ذکر نام کتاب (شیمی ۳ میکرو طبقه بندی)

به شماره ی ۰۹۱۲-۱۰۵۷۵۳۷ پیامک کنید.

WWW.KONKURIST.COM

سپاس فراوان:

- ۱- مدیریت انتشارات گاج، جناب آقای ابوالفضل جوکار.
- ۲- مدیریت تألیف، جناب آقای محمد جوکار.
- ۳- گروه ویراستاری، آقایان کوروش حشمتی، شهرام آذرینیا، حمیدرضا توکلی خباز و خانم مینا صادقی.
- ۴- دانش آموزان، آقایان محسن توکلی خباز، سید عباس حسینیان و خانم‌ها فاضله وجدانی، مرضیه شهرکی.
- ۵- حروف‌نگاری، خانم سعیده قاسمی.
- ۶- ترسیم شکل، خانم کبری ترکی.
- ۷- صفحه‌آرایی، آقای کاظم شاکری.
- ۸- تصویرگر، آقای محمود محمد تبریزی.

مدیر دپارتمان شیمی انتشارات گاج  
مهندس افشین احمدی



## دستورالعمل استفاده از کتاب

(قبل از خواندن کتاب حتماً به نکات زیر توجه کنید)

● بنده به عنوان مؤلف این کتاب، فکر می‌کنم ویژگی بارز این کتاب در طبقه‌بندی بسیار ریز (میکرو طبقه‌بندی) آن می‌باشد. در واقع علاوه بر آن که تست‌ها به‌طور مبحث به مبحث تفکیک شده‌اند، تست‌های هر مبحث نیز در یک روال منطقی با عنایت به پیش‌نیازها و پس‌نیازها از آسان به دشوار درجه‌بندی شده‌اند. علاوه بر آن، پاسخ تست‌ها، حتی الامکان کاملاً تشریحی و با توضیح کامل نوشته شده‌اند. به طوری که اگر تست‌ها به ترتیب شماره همراه با جواب خوانده شوند، دانش آموز تمام مطالب موردنیاز را به ترتیب فرا می‌گیرد.

●● به شما توصیه می‌نمایم، حتی اگر به تستی پاسخ صحیح دادید، باز هم پاسخ تشریحی آن تست را بخوانید. خواندن پاسخ‌ها، احاطه‌ی شما را بر مطالب درسی افزایش می‌دهد. تجربه نشان داده است گاهی دانش‌آموزان، با استفاده از یک راه دشوار و طولانی به پاسخ می‌رسند و یا حتی دیده شده که از یک راه نادرست و به‌طور کاملاً اتفاقی به پاسخ درست دست می‌یابند. خواندن پاسخ‌های تشریحی این ابهامات را از بین می‌برد.

●●● در این کتاب، پاسخ اغلب مسائل، با دو روش استوکیومتری (روش کتاب درسی) و نسبت تناسب (که مورد توجه بیش‌تر اساتید کنکور است) آورده شده است. به شما توصیه می‌کنم، یکی از این دو راه را انتخاب کنید و تا پایان کتاب تمام تست‌ها را با روش انتخابی خودتان حل و مطالعه نمایید. طبیعتاً بنده و سایر اساتید کنکور، روش نسبت تناسب را که بسیار کم‌حجم‌تر و ساده‌تر است، توصیه می‌نمایم. با این حال چنانچه دانش‌آموزی بر روش استوکیومتری احاطه‌ی کامل دارد و به راحتی می‌تواند تمام تست‌های موجود را با روش استوکیومتری حل نماید، توصیه می‌شود روش خود را تغییر ندهد.

●●●● اگرچه سعی گردیده، پاسخ هر تست به‌طور جامع و کاملاً تشریحی و مستقل از پاسخ تست‌های دیگر بیان شود، با این حال توصیه می‌شود، تست‌ها به ترتیبی که در کتاب آورده شده است، مطالعه شوند. زیرا تست‌ها در این کتاب طی یک روال منطقی از ساده به دشوار و با توجه به پیش‌نیازها آورده شده است.

●●●●● تست‌های کنکورهای سراسری خارج از کشور را جدی بگیرید. از آن‌جا که طراحان کنکورهای سراسری داخل و خارج از کشور یکسان هستند، در سال‌های اخیر بارها دیده شده، بسیاری از تست‌های سال‌های گذشته‌ی کنکور خارج از کشور، بدون تغییر در کنکورهای داخل تکرار شده است.

●●●●●● تست‌های کنکورهای سراسری ۱۳۸۶ به بعد را با دقت بالاتری بررسی نمایید. دپارتمان طراحان شیمی کنکور سراسری از سال ۱۳۸۶ تغییر یافت. بررسی دقیق‌تر تست‌های ۱۳۸۶ به بعد، شما را با سلیقه و قلم ایشان آشنا تر می‌نماید.

## یک سؤال متداول دانش‌آموزان

آقا اجازه: قبل از این که شروع به درس دادن کنید می‌شه بگید تو کنکور از این کتاب چند تا تست می‌آد؟  
 معلم: چیه! هنوز شروع نکرده، رفتی تو حساب و کتاب!  
 یکی از انتهای کلاس: می‌خواد ببینه ارزش خواندن داره یا نه.  
 صدای خنده بچه‌ها: 😊😊😊

و دوباره نفر اول: نه آقا، من فقط می‌خوام به آمار دقیق از بودجه‌بندی سؤالی کنکور داشته باشم، فکر کنم برای بقیه بچه‌ها هم جالب باشه.  
 معلم کار گذشته: بسیار خوب، حالا که این قدر براتون مهمه، به تازه‌ترین بودجه‌بندی سؤالی شیمی توجه کنید. ضمن این که ابتدای هر بخش نیز بودجه‌بندی دقیق مربوط به همان بخش آورده شده است.

WWW.KONKURIST.COM

سال	آزمون	شیمی ۲		شیمی ۳		شیمی پیش‌دانشگاهی ۱		شیمی پیش‌دانشگاهی ۲	
		تعداد تست	درصد	تعداد تست	درصد	تعداد تست	درصد	تعداد تست	درصد
۱۳۹۰	سراسری ریاضی داخل کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۵ از ۳۵	۱۴/۳٪	۷ از ۳۵	۲۰/۰٪
۱۳۹۰	سراسری تجربی داخل کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۵ از ۳۵	۱۴/۳٪	۷ از ۳۵	۲۰/۰٪
۱۳۹۰	سراسری ریاضی خارج کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۲۸/۰٪	۵ از ۳۵	۱۴/۳٪	۷ از ۳۵	۲۰/۰٪
۱۳۹۰	سراسری تجربی خارج کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۵ از ۳۵	۱۴/۳٪	۷ از ۳۵	۲۰/۰٪
۱۳۸۹	سراسری ریاضی داخل کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۴ از ۳۵	۱۱/۴٪	۸ از ۳۵	۲۲/۸٪
۱۳۸۹	سراسری تجربی داخل کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۰ از ۳۵	۲۸/۶٪	۶ از ۳۵	۱۷/۱٪	۸ از ۳۵	۲۲/۸٪
۱۳۸۹	سراسری ریاضی خارج کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۴ از ۳۵	۱۱/۴٪	۸ از ۳۵	۲۲/۸٪
۱۳۸۹	سراسری تجربی خارج کشور	۱۱ از ۳۵	۳۱/۵٪	۱۲ از ۳۵	۳۴/۳٪	۴ از ۳۵	۱۱/۴٪	۸ از ۳۵	۲۲/۸٪



C H E M I S T R Y

شیمی  
فهرست



{ بخش اول } : واکنش های شیمیایی و استوکیومتری

۹ .....  
۱۰ ..... قسمت اول : واکنش های شیمیایی  
۲۰ ..... قسمت دوم : استوکیومتری  
۳۷ ..... پاسخ های تشریحی قسمت اول  
۵۷ ..... پاسخ های تشریحی قسمت دوم  
۱۱۲ ..... آزمون بخش اول  
۱۱۵ ..... پاسخ های تشریحی آزمون بخش اول

{ بخش دوم } : ترمودینامیک شیمیایی

۱۲۴ .....  
۱۲۵ ..... قسمت اول : مفاهیم ترمودینامیک  
۱۴۱ ..... قسمت دوم : تعیین گرمای واکنش های شیمیایی  
۱۵۲ ..... قسمت سوم : تعیین جهت پیشرفت واکنش های شیمیایی  
۱۶۰ ..... پاسخ های تشریحی قسمت اول  
۱۸۲ ..... پاسخ های تشریحی قسمت دوم  
۲۰۳ ..... پاسخ های تشریحی قسمت سوم  
۲۱۷ ..... آزمون بخش دوم  
۲۲۱ ..... پاسخ های تشریحی آزمون بخش دوم

{ بخش سوم } : محلول ها

۲۲۶ .....  
۲۲۷ ..... قسمت اول : عوامل موثر بر انحلال  
۲۴۴ ..... قسمت دوم : غلظت و روش های بیان آن  
۲۴۹ ..... قسمت سوم : محلول - کلویید - سوسپانسیون  
۲۶۲ ..... پاسخ های تشریحی قسمت اول  
۲۸۴ ..... پاسخ های تشریحی قسمت دوم  
۲۹۸ ..... پاسخ های تشریحی قسمت سوم  
۳۱۹ ..... آزمون بخش سوم  
۳۲۳ ..... پاسخ های تشریحی آزمون بخش سوم

دعای قبل از مطالعه

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

به نام خداوند بخشاينده مهربان

اللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الرُّجُوعِ

بروردگار، خارج کن مرا از تاریکی های فکر

وَ اَكْرِمْ بِنُورِ الْفَهْمِ

و گرامی بدار به نور فهم

اللّٰهُمَّ لَفِّعْ عَلَيْنَا الْوَابِ رَحْمَتَكَ

بروردگار، بپوشای بر ما درهای رحمت را

وَ اَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عِلْمِكَ

و بگستران گنج های دانست را

بِرَحْمَتِكَ يَا رَحِیْمُ الرَّحِیْمِ

به امید رحمت تو ای مهربان ترین مهربانان

WWW.KONKURIST.COM



دلبر آملدی ماکن  
مصفا کردنش با من



Noise

گشام و سوسیت های زشت

Connection

تراز انرژی- مثبت

حضرت علی (ع)

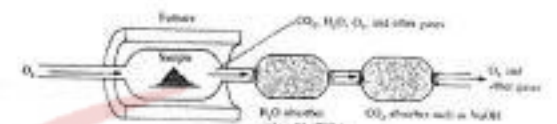
[ هر که با کتاب آرامش یابد

هیچ آرامشی را از دست نداده است. ]



بخش ۱

شیمی ۳



Stoichiometry is the use of quantitative relation among the substances in a reaction.



Stoichiometry

واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری

سال	آزمون	سهم این بخش	سال	آزمون	سهم این بخش
۱۳۸۹	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی داخل کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری تجربی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴

# قسمت اول

## واکنش‌های شیمیایی

(از صفحه‌ی ۱ تا ۴ کتاب درسی)

### تغییرهای فیزیکی و شیمیایی

۱- کدام یک بیان نادرستی از یک تغییر فیزیکی است؟

- (۱) حالت فیزیکی ماده تغییر می‌کند.  
 (۲) ساختار ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده دچار تغییر می‌شود.  
 (۳) میعان یک تغییر فیزیکی است.  
 (۴) در تغییرهای فیزیکی ماده به ماده‌ای دیگر تبدیل نمی‌شود.

۲- کدام جمله بیان نادرستی برای تغییرهای فیزیکی یا شیمیایی است؟

- (۱) واکنش شیمیایی توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است.  
 (۲) واکنش شیمیایی تغییری است که طی آن یک یا چند ماده‌ی شیمیایی به یک یا چند ماده‌ی شیمیایی دیگر تبدیل می‌شود.  
 (۳) تغییرهای فیزیکی معمولاً با آزاد کردن انرژی به صورت گرما، نور یا صوت همراه می‌باشند.  
 (۴) واکنش‌های شیمیایی ممکن است تولید یک گاز، تشکیل یک رسوب یا یک تغییر رنگ را در پی داشته باشند.

۳- مفهوم جامع‌تر تغییر فیزیکی یک ماده کدام است؟

(پایه نهم - ۷۸)

- (۱) تغییر حالت، بدون تغییر ماهیت (۲) تغییر ماهیت، بدون تغییر حالت (۳) حل شدن در حلال ناقطبی (۴) حل شدن در حلال قطبی

۴- کدام پدیده‌ی زیر، جنبه‌ی فیزیکی بیش‌تری دارد؟

(آزاد - ۷۵)

- (۱) متبلور شدن مس (II) سولفات (۲) انحلال آمونیاک در آب (۳) جامد شدن کربن دی‌اکسید (۴) انحلال سولفوریک اسید در آب

۵- کدام یک جزو خواص فیزیکی ماده نمی‌باشد؟

- (۱) رنگ (۲) بو (۳) قابلیت حل شدن در آب (۴) ترکیب با یک اسید

۶- کدام یک از تغییرهای زیر شیمیایی است؟

- (۱) تنفس (۲) ذوب شدن (۳) تبخیر (۴) میعان

۷- ذوب شدن قند یک تغییر ..... و سیاه شدن قند در اثر حرارت یک تغییر ..... است.

- (۱) شیمیایی - شیمیایی (۲) فیزیکی - فیزیکی (۳) شیمیایی - فیزیکی (۴) فیزیکی - شیمیایی

(آزاد ریاضی - ۸۴ و آزاد پزشکی - ۸۶)

۸- کدام یک از واکنش‌گرهای زیر در تخریب لایه‌ی اوزون اثر بیش‌تری دارد؟

- (۱) CFC (۲)  $CH_4$  (۳)  $SO_2$  (۴)  $NO_2$

۹- شیمی‌دان‌ها با مطالعه‌ی واکنش‌های شیمیایی بسیاری که امکان انجام شدن آن‌ها در لایه‌ی ..... فراهم است، نشان داده‌اند که

مولکول‌های اوزون در یک سری واکنش‌های شیمیایی درگیر می‌شوند که به دلیل حضور اتم‌های ..... حاصل از شکسته شدن مولکول‌های CFC به وقوع می‌پیوندد.

- (۱) تروپوسفر - کلر (۲) استراتوسفر - کلر (۳) استراتوسفر - فلئوئور (۴) تروپوسفر - فلئوئور

(شکل ماشینی صفحه‌ی ۱ کتاب درسی)

۱۰- در مورد شکل‌های مقابل کدام گزینه درست بیان شده است؟



$CFCl_3$   
(مولکول ۱)



$CF_2Cl_2$   
(مولکول ۲)

(۱) فراورده‌های واکنش CFC با اوزون هستند.

(۲) مولکول (۱) قطبی و مولکول (۲) ناقطبی است.

(۳) مولکول‌های کلر این دو ترکیب با اوزون واکنش می‌دهند.

(۴) واکنش آن‌ها با اوزون در لایه‌ی استراتوسفر رخ می‌دهد.



## معادله‌ی نوشتاری و معادله‌ی نمادی

۱۱- به نمایش معادله‌ی یک واکنش شیمیایی با استفاده از نام شیمیایی مواد شرکت‌کننده در آن، معادله‌ی ..... می‌گویند و به نمایش معادله‌ی یک واکنش شیمیایی با استفاده از نمادها و فرمول‌های شیمیایی مواد شرکت‌کننده در آن معادله‌ی ..... گفته می‌شود.

(۱) نمادی - نوشتاری (۲) نوشتاری - نمادی (۳) شیمیایی - نمادی (۴) نوشتاری - شیمیایی

۱۲- کدام گزینه معادله‌ی نوشتاری سوختن کامل گاز متان را به درستی نشان می‌دهد؟

(۱) انرژی + کربن دی‌اکسید + آب  $\xrightarrow{\text{می‌دهد}}$  اکسیژن + متان (۲) انرژی + کربن مونواکسید + آب  $\xrightarrow{\text{می‌دهد}}$  اکسیژن + متان



۱۳- کدام گزینه معادله‌ی نمادی تخریب لایه‌ی اوزون در لایه‌ی استراتوسفر را بهتر نشان می‌دهد؟



(۳) اتم اکسیژن + مولکول اکسیژن  $\longrightarrow$  اوزون + کلروفلوئوروکربن (۴) رادیکال ClO + اکسیژن  $\longrightarrow$  اوزون + اتم کلر

## اطلاعات موجود در یک معادله‌ی شیمیایی

۱۴- اطلاعات موجود در یک معادله‌ی شیمیایی نشان‌دهنده‌ی کدام مورد نمی‌تواند باشد؟

(۱) فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها (۲) حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها

(۳) شرایط لازم برای انجام واکنش (۴) چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده‌ها

۱۵- اگر در یک واکنش شیمیایی نماد q در سمت راست معادله باشد، نشان‌دهنده‌ی واکنش ..... است و اگر نماد q در سمت چپ معادله باشد نشان‌دهنده‌ی واکنش ..... می‌باشد.

(۱) گرماده - گرماگیر (۲) گرماگیر - گرماده (۳) گرماده - برگشت‌پذیر (۴) برگشت‌ناپذیر - گرماگیر

۱۶- نماد  $\Delta$  بیان‌کننده‌ی کدام مفهوم است؟

(۱) واکنش گرماگیر است. (۲) واکنش گرماده است.

(۳) واکنش‌دهنده‌ها گرم شده‌اند. (۴) فراورده‌ها در دمای بسیار بالا تولید می‌شوند.

۱۷- کدام یک از موارد زیر را نمی‌توان بر روی پیکان یک واکنش ( $\longrightarrow$ ) نمایش داد؟

(۱) فشاری که در آن، واکنش انجام می‌شود. (۲) دمایی که در آن، واکنش انجام می‌شود.

(۳) نماد یا فرمول شیمیایی یک کاتالیزگر (۴) نکته‌های ایمنی

۱۸- مفهوم کدام یک از نمادهای زیر که در معادله‌های شیمیایی، حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهند، درست بیان نشده است؟

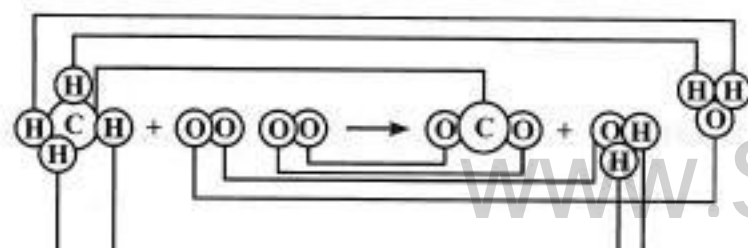
(۱) جامد: (s) (۲) گاز: (g) (۳) مایع: (l) (۴) محلول آبی: (aq)

۱۹- در کدام یک از گزینه‌های زیر، نمادها در واکنش سوختن گاز متان در شرایط آزمایش به درستی نشان داده شده است؟



## قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی

(شکل ۱ صفحه‌ی ۴ کتاب درسی)



۲۰- با توجه به تصویر روبه‌رو کدام مفهوم نتیجه نمی‌شود؟

(۱) قانون پایستگی جرم در واکنش سوختن کامل متان.

(۲) در یک واکنش اتم‌ها به شیوه‌ی دیگری به هم متصل می‌شوند.

(۳) در یک واکنش تعداد مولکول‌های دو طرف معادله با هم برابر است.

(۴) در یک واکنش، تعداد اتم‌ها، در دو طرف معادله با هم برابر است.



۲۱- کدام گزینه بیان نادرستی در یک واکنش شیمیایی است؟

- (۱) در واکنش‌های شیمیایی اتم‌های جدید به وجود می‌آیند.
- (۲) در واکنش‌های شیمیایی مولکول‌های جدید به وجود می‌آیند.
- (۳) همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
- (۴) در یک معادله‌ی شیمیایی تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله یکسان است.

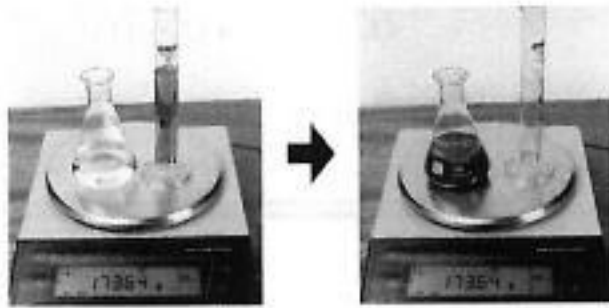
۲۲- یک قطعه نوار منیزیم به جرم  $3/6g$  را وارد  $15g$  محلول هیدروکلریک اسید رقیق می‌کنیم. مدتی پس از شروع واکنش، محتویات

داخلی بشر  $18/4g$  جرم دارد. چه مقدار هیدروژن در این واکنش آزاد شده است؟ ( $H$ ,  $^{24}_{12}Mg$ ,  $^{35.5}_{17}Cl$ ) (المپیاد - ۷۵)

$$(1) 0.3g \quad (2) \frac{2 \times 18/4}{95} g \quad (3) \frac{2 \times 15}{73} g \quad (4) 0.2g$$

(شکل ماشینی صفحه‌ی ۴ کتاب درسی)

۲۳- شکل مقابل برای بیان کدام مفهوم در کتاب درسی مطرح شده است؟



- (۱) تغییرهای شیمیایی معمولاً با تغییر رنگ همراه هستند.
- (۲) صرف‌نظر از نوع واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، واکنش انجام شده از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند.
- (۳) نمایش یک واکنش از نوع جابه‌جایی یگانه.
- (۴) نمایش یک واکنش از نوع جابه‌جایی دوگانه.

### موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی

«در این قسمت تمام واکنش‌های موجود در کتاب درسی در قالب تست موازنه شده است. ضمن این‌که موازنه‌های کلکوره‌ای سراسری،

آزاد و برزی المپیادها که با روش‌های کتاب درسی جدید قابل موازنه بوده‌اند، نیز آورده شده است.»

۲۴- کدام دو جمله در مورد یک واکنش شیمیایی موازنه شده درست است؟

- (آ) تعداد کل اتم‌ها در دو طرف معادله‌ی واکنش با هم برابر است.
  - (ب) تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله‌ی واکنش با هم برابر است.
  - (پ) تعداد اتم‌های هر عنصر با تعداد اتم‌های عنصر دیگر برابر است.
  - (ت) تعداد کل مولکول‌ها در دو طرف معادله‌ی واکنش با هم برابر است.
- (۱) آ و ب (۲) پ و ت (۳) آ و ت (۴) ب و ت

۲۵- کدام عمل برای موازنه کردن یک معادله‌ی شیمیایی جایز است؟

- (۱) باید زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها را جابه‌جا کرد.
- (۲) باید نمادهای شیمیایی موجود در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها را تغییر داد.
- (۳) باید ضرایب مناسبی برای واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها انتخاب کرد.
- (۴) باید بر طبق قرارداد ضرایب موجود در یک معادله‌ی موازنه شده، کوچک‌ترین اعداد کسری ممکن باشد.

۲۶- چهار دانش‌آموز تلاش کرده‌اند معادله‌ی شیمیایی  $Cu_2S + O_2 \rightarrow Cu_2O + SO_2$  را موازنه کنند. معادله‌های موازنه شده‌ی آن‌ها به

صورت زیر است، کدام گزینه را به عنوان معادله‌ی موازنه شده‌ی درست این واکنش می‌پذیرید؟



۲۷- با توجه به این‌که در یک معادله‌ی شیمیایی موازنه شده، ضرایب باید عدد صحیح باشد، در واکنش سوختن کامل اتان نسبت ضریب

اکسیژن به اتان کدام است؟ (آزاد ریاضی - ۸۴)

$$(1) \frac{4}{7} \quad (2) \frac{7}{2} \quad (3) \frac{3}{2} \quad (4) \frac{5}{4}$$

۲۸- در معادله‌ی واکنش  $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$  پس از موازنه، نسبت ضریب  $HNO_3$  به  $H_2O$  کدام است؟ (آزاد تهرانی - ۷۵)

$$(1) 2 \quad (2) 1 \quad (3) \frac{3}{2} \quad (4) \frac{2}{3}$$



۲۹- در معادله‌ی واکنش  $Mg + N_2 \longrightarrow \dots$  پس از تکمیل و موازنه، مجموع ضرایب‌ها کدام است؟

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۴ کتاب درسی قسمت آ با کمی تغییر)

۳ (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴)

۳۰- در معادله‌ی واکنش  $CS_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + SO_2$  پس از موازنه، مجموع ضرایب‌ها کدام است؟

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۴ کتاب درسی قسمت ب و آزاد (ریاضی - ۸۵))

۳ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۷ (۴)

۳۱- در معادله‌ی واکنش  $Al + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$  پس از موازنه، مجموع ضرایب‌های محصولات تولید شده چه قدر است؟

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۴ کتاب درسی قسمت ب و آزاد (پزشکی - ۸۵))

۵ (۱) ۳ (۲)

۴ (۳) ۸ (۴)

۳۲- در معادله‌ی واکنش  $Al(NO_3)_3 + NaOH \longrightarrow Al(OH)_3 + NaNO_3$  پس از موازنه، مجموع ضرایب‌ها کدام است؟

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۴ کتاب درسی قسمت ت)

۴ (۱) ۸ (۲)

۱۲ (۳) ۱۶ (۴)

۳۳- برای پر شدن کیسه‌های هوا در خودروها از واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید طی واکنش  $NaN_3 \xrightarrow{\Delta} Na + N_2$  استفاده می‌شود. در این

واکنش پس از موازنه، مجموع ضرایب کدام است؟

۵ (۱) ۷ (۲) ۹ (۳) ۱۱ (۴)

۳۴- نیتروگلیسرین از جمله مواد منفجره‌ی بسیار حساسی است که بر اثر اندکی گرما طی واکنش زیر تجزیه می‌شود. در این واکنش پس از

موازنه، ضریب  $CO_2$  کدام است؟  $(C_3H_5(NO_2)_3 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O + O_2 + N_2)$

۳ (۱) ۶ (۲) ۹ (۳) ۱۲ (۴)

۳۵- در معادله‌ی واکنش  $N_2H_4 + NO_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$  پس از موازنه، نسبت ضریب  $H_2O$  به  $NO_2$  کدام است؟ (آزاد تهرانی - ۷۵)

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۶- در واکنش  $KNO_3 + C + S \longrightarrow K_2S + CO_2 + N_2$  پس از موازنه، نسبت ضریب  $CO_2$  به ضریب  $KNO_3$  کدام است؟ (المپیاد - ۷۵)

۴ (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{2}{5}$  (۳)  $\frac{5}{2}$  (۴)

۳۷- در آزمایشگاه برای تهیه‌ی گاز کلر از واکنش  $MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$  استفاده می‌گردد. در این واکنش پس از

موازنه نسبت ضریب  $H_2O$  به  $HCl$  کدام است؟

۱ (۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)

۳۸- در واکنش باریم هیدروکسید متبلور با آمونیوم کلرید طی معادله‌ی زیر، پس از موازنه ضریب  $H_2O(l)$  کدام است؟

$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) + NH_4Cl(s) \longrightarrow BaCl_2(aq) + NH_3(aq) + H_2O(l)$

۶ (۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲ (۴)

۳۹- در واکنش اکسایش آمونیاک در مجاورت پلاتین طبق معادله‌ی  $aNH_3 + bO_2 \longrightarrow cNO + dH_2O$  نسبت  $b$  به  $c$  کدام است؟

(سراسری - ۷۰) ۲ به ۳ (۱) ۳ به ۴ (۲) ۴ به ۵ (۳) ۵ به ۶ (۴)

۴۰- در کدام یک از واکنش‌های زیر، پس از موازنه، ضریب واکنش‌دهنده‌ها از چپ به راست به ترتیب برابر یک و سه است؟ (المپیاد - ۷۲)

$CaC_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$  (۱)

$PH_3 + O_2 \longrightarrow P_2O_5 + H_2O$  (۲)

$CaCN_2 + H_2O \longrightarrow CaCO_3 + NH_3$  (۳)

$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + HF$  (۴)

۴۱- مجموع ضرایب سمت راست واکنش  $C_4H_{10} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$  پس از موازنه کدام است؟

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۸ کتاب درسی قسمت ب) ۹ (۱) ۱۲ (۲)

۱۵ (۳) ۱۸ (۴)

۴۲- ضمن سوختن کامل پروپان و موازنه‌ی آن مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها چه قدر می‌شود؟ (آزاد پزشکی - ۸۴)

(۱) سیزده (۲) دوازده (۳) یازده (۴) چهارده



۴۳- اگر بنزین مورد استفاده در خودروها را به صورت ایزواکتان خالص ( $C_8H_{18}$ ) در نظر بگیریم، مجموع ضرایب معادله‌ی واکنش سوختن کامل بنزین کدام است؟

۲۷ (۱)      ۳۴ (۲)      ۴۸ (۳)      ۶۱ (۴)

۴۴- پس از موازنه‌ی معادله‌ی نمادی کدام واکنش، مجموع ضرایبها بزرگ‌تر است؟

- (۱) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، گاز هیدروژن کلرید تولید می‌شود.  
 (۲) آلومینیم و آهن (III) اکسید با یکدیگر واکنش می‌دهند و آلومینیم اکسید و آهن تولید می‌کنند.  
 (۳) پتاسیم کلرات جامد بر اثر گرما به پتاسیم کلرید جامد و گاز اکسیژن تجزیه می‌شود.  
 (۴) بر اثر واکنش محلول آبی کلسیم هیدروکسید با گاز هیدروژن کلرید، محلول آبی کلسیم کلرید و آب تشکیل می‌شود.

۴۵- آهن (III) اکسید با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد و تولید فلز آهن و بخار آب می‌کند. پس از موازنه‌ی معادله‌ی نمادی این واکنش مجموع ضرایب سمت راست معادله کدام است؟

۴ (۱)      ۵ (۲)      ۷ (۳)      ۹ (۴)

### روش واری برای موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی

۴۶- کدام عامل در موازنه کردن معادله‌ی واکنش‌های شیمیایی به کمک روش واری نادرست است؟

- (۱) انتخاب ترکیبی که کم‌ترین تعداد اتم را داراست.  
 (۲) موازنه را هیچ‌گاه از H یا O شروع نمی‌کنیم.  
 (۳) یون‌های چنداتی موجود در دو طرف معادله‌ی شیمیایی را به صورت یک ترکیب واحد در نظر می‌گیریم.  
 (۴) باید بدون در نظر گرفتن تعداد اتم‌های H و O موجود در یون‌های چنداتی، تعداد اتم‌های این دو عنصر را در ترکیب‌های دیگر موازنه کرد.
- ۴۷- اگر بخواهیم معادله‌ی واکنش  $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$  را به کمک روش واری موازنه نماییم، باید موازنه را از کدام ترکیب آغاز کنیم؟

$Fe_2O_3$  (۱)       $H_2$  (۲)      Fe (۳)       $H_2O$  (۴)

۴۸- اگر بخواهیم معادله‌ی واکنش  $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$  را به کمک روش واری موازنه نماییم، موازنه را از عنصر ..... در ترکیب ..... شروع می‌کنیم.

$Ca(OH)_2 - Ca$  (۱)       $Ca_3(PO_4)_2 - Ca$  (۲)       $Ca_3(PO_4)_2 - O$  (۳)       $H_3PO_4 - P$  (۴)

۴۹- در واکنش  $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$  بعد از موازنه‌ی کامل مجموع ضرایب کدام است؟

(نمونه‌ی حل شده‌ی صفحه‌ی ۷ کتاب درسی و آزاد ترمی ۸۵ و آزاد پزشکی ۸۶)

دوازده (۱)      یازده (۲)      هشت (۳)      شش (۴)

۵۰- در معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش کامل فسفریک اسید با مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، نسبت ضریب مولی فسفریک اسید به ضریب مولی آب، کدام است؟

(نمونه‌ی حل شده‌ی صفحه‌ی ۷ کتاب درسی و سراسری ریاضی - ۸۵)

$\frac{1}{3}$  (۱)       $\frac{2}{3}$  (۲)       $\frac{3}{4}$  (۳)       $\frac{4}{3}$  (۴)

۵۱- در معادله‌ی واکنش  $LiBH_4 + NH_4Cl \rightarrow B_3N_3H_6 + H_2 + LiCl$  پس از موازنه نسبت ضریب  $LiCl$  به  $H_2$  کدام است؟

۱ (۱)       $\frac{1}{2}$  (۲)       $\frac{1}{3}$  (۳)       $\frac{1}{4}$  (۴)

۵۲- در کدام مورد، پس از موازنه، مجموع ضریب‌های دو طرف معادله با هم برابر است؟

$C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$  (۲)       $KNO_3(s) \rightarrow KNO_2(s) + O_2(g)$  (۱)

$HCl(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + CaCl_2(aq)$  (۴)       $H_2SO_4(aq) + CaBr_2(aq) \rightarrow CaSO_4(s) + HBr(aq)$  (۳)

۵۳- برای تهیه‌ی کودهای شیمیایی از واکنش زیر استفاده می‌کنند. در این واکنش پس از موازنه مجموع ضریب‌ها کدام است؟

$Ca_5(PO_4)_3F + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4 + HF$

۹ (۱)      ۱۲ (۲)      ۱۵ (۳)      ۲۱ (۴)



## انواع واکنش‌های شیمیایی

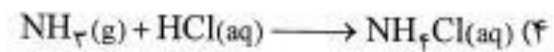
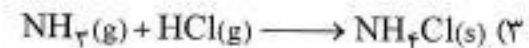
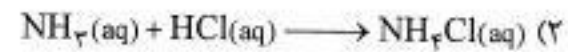
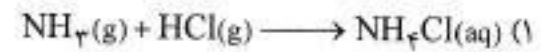
۵۴- واکنشی که در آن چند ..... بر هم اثر کرده و فراورده یا فراورده‌های تازه‌ای با ساختار ..... تولید می‌کنند را واکنش سنتز یا ترکیب گویند.

- (۱) عنصر - ساده‌تر (۲) عنصر - پیچیده‌تر (۳) ماده - ساده‌تر (۴) ماده - پیچیده‌تر



(شکل ۳ - صفحه ۱۰ کتاب درسی)

۵۵- کدام فرایند را می‌توان مربوط به آزمایش مقابل دانست؟

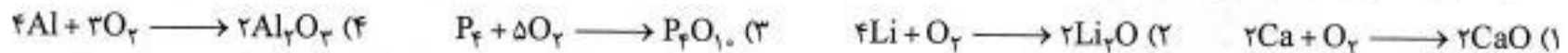


۵۶- به واکنشی سوختن می‌گویند که طی آن یک ماده به ..... با ..... ترکیب و مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد شود.

- (۱) سرعت - هوا (۲) کندی - هوا (۳) سرعت - اکسیژن (۴) کندی - اکسیژن

(فود را بیا/مایید - صفحه ۹ کتاب درسی با تزیین)

۵۷- کدام یک از واکنش‌های زیر نمی‌تواند یک واکنش سوختن به‌شمار رود؟



(آزاد تهری - ۸۵)

۵۸- کدام یک از فلزات زیر در مجاورت هوا پایدارتر است و ماهیت خود را حفظ می‌کند؟

- (۱) K (۲) Cu (۳) Ba (۴) Na

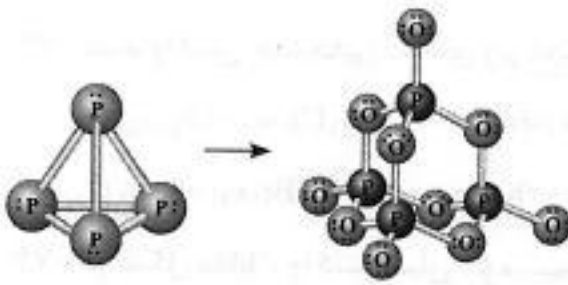
(شکل ماشیهی صفحه ۹ کتاب درسی)



۵۹- کدام دو عبارت مربوط به شکل مقابل است؟  
(آ) واکنش سوختن نوار منیزیم با آزاد شدن نور و گرمای زیادی همراه است.  
(ب) Mg به آرامی و بدون شعله با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود.  
(پ) در این واکنش MgO سفیدرنگ تولید می‌شود.  
(ت) تشکیل آرام لایه‌ی ترد و سفیدرنگ، روی سطح براق نوار منیزیم نتیجه‌ی این واکنش است.

- (۱) آ و ب (۲) پ و ت (۳) آ و پ (۴) ب و ت

(شکل ماشیهی صفحه ۹ کتاب درسی)



۶۰- شکل روبه‌رو بیان‌کننده‌ی کدام مفهوم است؟

- (۱) سوختن فسفر سفید و تشکیل فسفر (III) اکسید  
(۲) سوختن فسفر سفید و تشکیل فسفر (V) اکسید  
(۳) سوختن فسفر قرمز و تشکیل فسفر (V) اکسید  
(۴) اکسایش فسفر سفید و تشکیل فسفر (III) اکسید

۶۱- واکنش تجزیه، واکنشی است که در آن یک ..... به ..... ساده‌تری تبدیل می‌شود.

- (۱) مولکول - اتم‌های (۲) مولکول - عنصرهای (۳) ماده - مولکول‌های (۴) ماده - مواد

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۶۲- با حرارت دادن سدیم هیدروژن کربنات چه نوع واکنشی انجام می‌شود؟

- (۱) ترکیب (۲) تجزیه (۳) سوختن (۴) جانشینی دوگانه

(شکل ماشیهی صفحه ۱۰ کتاب درسی)

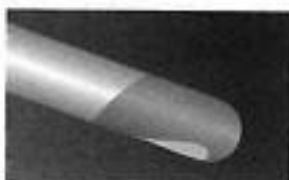
۶۳- در اثر حرارت دادن کدام ماده در لوله‌ی آزمایش، دیواره‌ی داخلی لوله تبدیل به آینه می‌شود؟

- (۱) AgClO<sub>۲</sub> (۲) AgNO<sub>۲</sub> (۳) HgO (۴) Hg(ClO<sub>۲</sub>)<sub>۲</sub>

(شکل ماشیهی صفحه ۱۰ کتاب درسی)

۶۴- در مورد آزمایش مربوط به شکل مقابل، کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) جیوه‌ی (II) اکسید بر اثر گرما به جیوه‌ی جامد و گاز اکسیژن تجزیه می‌شود.  
(۲) پس از انجام آزمایش، دیواره‌ی داخلی لوله‌ی آزمایش، تبدیل به آینه‌ی جیوه‌ای می‌شود.  
(۳) معادله‌ی واکنش انجام یافته به صورت  $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$  نوشته می‌شود.  
(۴) بخارهای جیوه و ترکیب‌های آن سمی است.



(آزاد تهری - ۸۵)

۶۵- واکنش پلیمر شدن اتیلن (بسپارش) چگونه واکنشی است؟

- (۱) جانشینی یگانه (۲) تجزیه (۳) ترکیب (۴) جانشینی دوگانه



(فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۱ کتاب درسی با تغییر)



۶۶- کدام واکنش نمی‌تواند یک واکنش از نوع تجزیه باشد؟  
 ۶۷- در هنگام پیشرفت واکنش تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات، یک بشر ۲۵۰mL را به‌طور وارونه چند سانتی‌متر بالاتر از مخلوط آزمایش نگه می‌داریم. کدام‌یک از موارد زیر مشاهده می‌شود؟

(آ) جداره‌ی بشر داغ می‌شود.

(ب) بر جداره‌ی بشر قطره‌های آب می‌نشینند.

(پ) خیلی زود آزمایش متوقف می‌شود.

(ت) جداره‌ی بشر سیاه می‌شود.

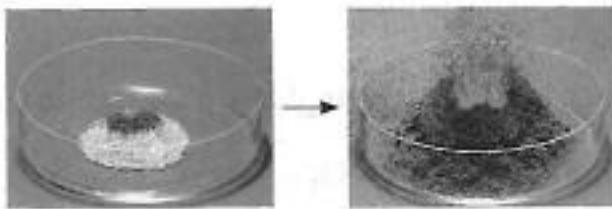
(۴) ب و پ

(۳) آ و ت

(۲) پ و ت

(۱) آ و ب

(شکل ماشینی صفحه‌ی ۱۱ کتاب درسی)



۶۸- کدام عبارت در ارتباط با شکل روبه‌رو نادرست است؟

(۱) واکنش تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات را نشان می‌دهد.

(۲) ماده‌ی جامد موجود در ظرف از نارنجی به سبز تغییر رنگ می‌دهد.

(۳) واکنش‌دهنده، نامحلول در آب و فراورده‌ی جامد باقی‌مانده در ظرف، محلول است.

(۴) بعد از پایان واکنش، جرم جامد باقی‌مانده در ظرف کاهش می‌یابد.

۶۹- حرارت دادن کدام ماده می‌تواند یک واکنش از نوع سوختن را به‌وجود آورد؟

(۱) فلز سدیم

(۲) سدیم بی‌کربنات

(۳) پتاسیم کلرات

(۴) باریم کلرید متبلور

۷۰- واکنش فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی با آب، از جمله واکنش‌های ..... به‌شمار می‌آیند.

(۱) تجزیه

(۲) ترکیب

(۳) جابه‌جایی یگانه

(۴) جابه‌جایی دو‌گانه

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۷۱- کدام‌یک از فلزات زیر در آب محلول بازی تولید می‌کند؟

(۱) Zn

(۲) Al

(۳) K

(۴) Fe

(آزاد پزشکی - ۸۴)

۷۲- در ترکیب فلز آلومینیوم با آهن (III) اکسید کدام واکنش زیر انجام می‌شود؟



۷۳- کدام واکنش جابه‌جایی یگانه‌ی زیر انجام‌ناپذیر است؟



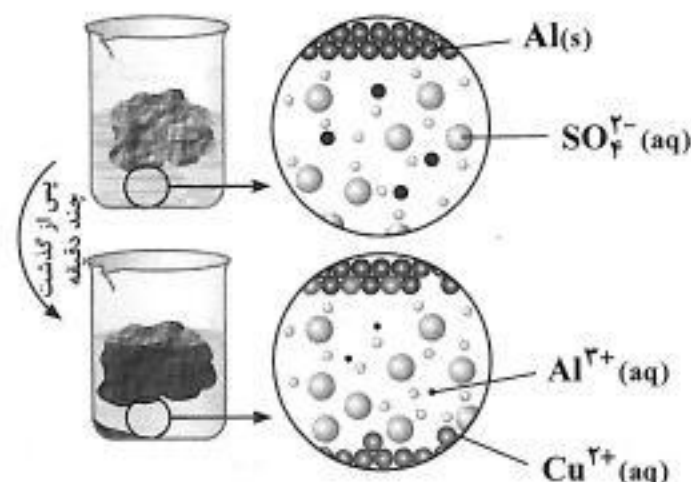
۷۴- در شکل مقابل، واکنش میان آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات نمایش داده شده است. کدام‌یک از اتم‌ها یا یون‌های مشخص شده روی شکل، نادرست است؟

(۱) Al(s)

(۲)  $SO_4^{2-}(aq)$

(۳)  $Al^{3+}(aq)$

(۴)  $Cu^{2+}(aq)$



(فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۶ کتاب درسی با تغییر)

۷۵- کدام واکنش زیر از واکنش‌های جابه‌جایی یگانه به‌شمار نمی‌رود؟



۷۶- سیلیسیم را از واکنش تتراکلرید آن با ..... به‌دست می‌آورند و به‌صورت خالص آن را در ساخت سلول‌های ..... و تراشه‌های ..... به‌کار می‌برند.  
 (سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

(۲) کلسیم - سوختی - الکتریکی  
 (۴) کلسیم - خورشیدی - الکتریکی

(۱) منیزیم - خورشیدی - الکترونیکی  
 (۳) منیزیم - سوختی - الکترونیکی



۷۷- تشکیل رسوب بر اثر مخلوط کردن محلول دو نمک، نمونه‌ای از واکنش‌های ..... است.

(۴) جابه‌جایی دوگانه

(۳) جابه‌جایی یگانه

(۲) ترکیب

(۱) تجزیه

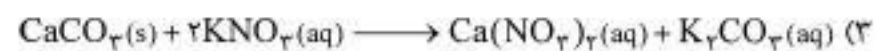
(شکل ماشینی صفحه‌ی ۲ کتاب درسی)



۷۸- کدام واکنش می‌تواند مربوط به شکل مقابل باشد؟



۷۹- کدام واکنش جابه‌جایی دوگانه‌ی زیر انجام‌پذیر است؟



۸۰- در شکل مقابل، تشکیل ..... بر اثر مخلوط کردن ..... ، نشان از انجام واکنش جابه‌جایی ..... است.  
(شکل ۵ صفحه‌ی ۱۲ کتاب درسی)



(۲) رسوب - دو ترکیب محلول - یگانه

(۱) ترکیب محلول - دو ترکیب محلول - یگانه

(۴) ترکیب محلول - دو ترکیب نامحلول - دوگانه

(۳) رسوب - دو ترکیب محلول - دوگانه

۸۱- ۲mL از محلول سرب (II) نیترات را در یک لوله‌ی آزمایش ریخته و سپس قطره قطره محلول پتاسیم یدید به آن اضافه می‌کنیم. طی این آزمایش یک واکنش از نوع ..... انجام می‌پذیرد و یون ..... به صورت رسوبی ..... ته‌نشین می‌شود.

(آزمایش کلید - صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی قسمت آ)

(۲) جابه‌جایی دوگانه -  $K^+$  - سفید

(۱) جابه‌جایی یگانه -  $K^+$  - زرد

(۴) جابه‌جایی دوگانه -  $Pb^{2+}$  - زرد

(۳) جابه‌جایی یگانه -  $Pb^{2+}$  - سفید

۸۲- در آزمایشی، محلول سدیم هیدروکسید را به محلول آهن (III) کلرید اضافه می‌کنیم. طی این آزمایش رسوبی به رنگ ..... حاصل می‌شود، هدف از انجام این آزمایش، شناسایی یون ..... می‌باشد.  
(آزمایش کلید - صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی قسمت ب)

(۱) زرد روشن -  $Na^+$  (۲) قرمز قهوه‌ای -  $Fe^{3+}$  (۳) زرد روشن -  $Fe^{3+}$  (۴) قرمز قهوه‌ای -  $Na^+$

۸۳- محلول سدیم سولفات را قطره قطره به محلول باریم کلرید اضافه می‌کنیم. مشاهده می‌گردد که رسوبی ..... حاصل می‌شود. این آزمایش، نمونه‌ای از واکنش‌های ..... به شمار می‌رود.  
(آزمایش کلید - صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی قسمت ب)

(۱) سفید - جابه‌جایی یگانه (۲) زرد - جابه‌جایی دوگانه (۳) سفید - جابه‌جایی دوگانه (۴) زرد - جابه‌جایی یگانه

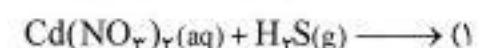
۸۴- محلول پتاسیم کرومات را قطره قطره به محلول نقره نیترات اضافه می‌کنیم. طی این آزمایش، واکنشی از نوع ..... انجام می‌پذیرد و یون ..... به صورت رسوب ..... ته‌نشین می‌شود.  
(آزمایش کلید - صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی قسمت ت)

(۱) جابه‌جایی دوگانه -  $Ag^+$  - زرد (۲) جابه‌جایی یگانه -  $K^+$  - زرد

(۳) جابه‌جایی دوگانه -  $Ag^+$  - سفید (۴) جابه‌جایی یگانه -  $K^+$  - سفید

(فود را بیاورید - صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی با تغییر)

۸۵- کدام واکنش زیر از واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه نمی‌باشد؟



(آزاد ریاضی - ۸۴)

۸۶- کدام واکنش زیر جابه‌جایی دوگانه است؟



(آزاد - ۷۵)

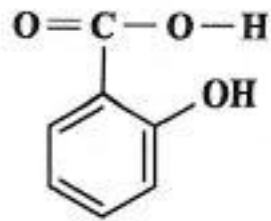


۸۸- فلز آلومینیوم در محلول مس (II) سولفات حل می شود و فلز مس رسوب می کند. این واکنش، یک واکنش از نوع ..... می باشد.

(شکل ۴ - صفحه ۱۱ کتاب درسی)

(۲) ترکیب

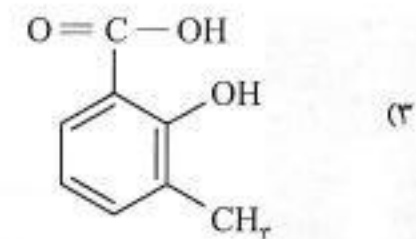
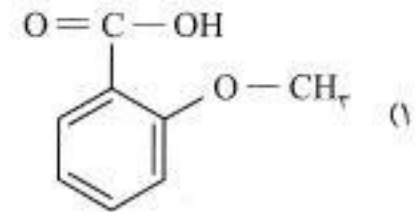
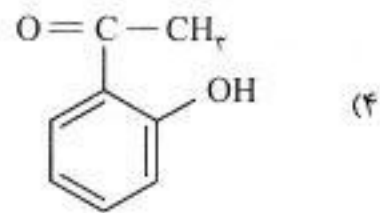
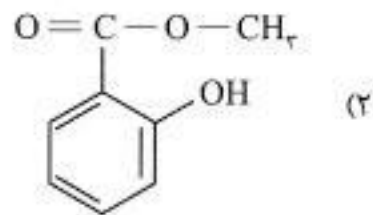
(۴) جابه جایی دو گانه



سالیسیلیک اسید

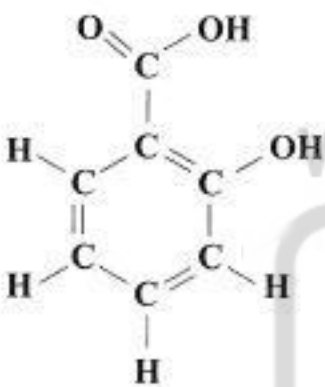
۸۹- با توجه به ساختار مولکول سالیسیلیک اسید که نشان داده شده است، فرمول متیل سالیسیلات کدام

(فرد را بیازمایید - صفحه ۲۲ کتاب درسی و سراسری تجربی - ۸۷)



۹۰- شکل روبه رو فرمول ساختاری مولکول ..... را نشان می دهد و در آن گروه های ..... و ..... وجود دارند.

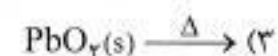
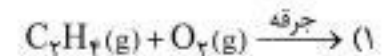
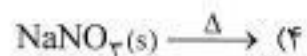
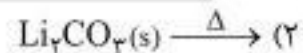
(سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)



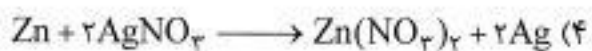
(فرد را بیازمایید صفحه ۱۴ کتاب درسی)

- (۱) آسپیرین - هیدروکسیل - کربونیل
- (۲) آسپیرین - کربوکسیل - هیدروکسیل
- (۳) سالیسیلیک اسید - کربوکسیل - هیدروکسیل
- (۴) سالیسیلیک اسید - کربوکسیل - کربونیل

۹۱- در فراورده های همی واکنش های زیر یک اکسید تشکیل می شود، به جز فراورده های واکنش ..... (فرد را بیازمایید صفحه ۱۴ کتاب درسی)



(آزاد تجربی - ۸۶)



۹۲- کدام واکنش زیر جابه جایی یگانه است؟



۹۳- کدام واکنش زیر از نوع جابه جایی یگانه است؟

(۱) تشکیل گرد سفید رنگ نشادر از واکنش گازهای آمونیاک و هیدروژن کلرید

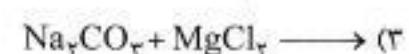
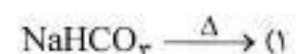
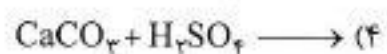
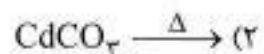
(۲) حرارت دادن نمک آب دار و تبدیل آن به نمک بی آب

(۳) واکنش فلز سدیم با آب

(۴) واکنش پتاسیم اکسید با آب

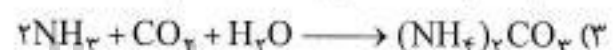
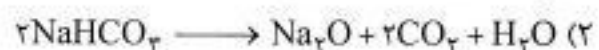
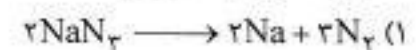
(سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)

۹۴- در کدام واکنش گاز کربن دی اکسید تشکیل نمی شود؟



(سراسری تجربی - ۸۴)

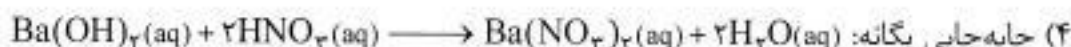
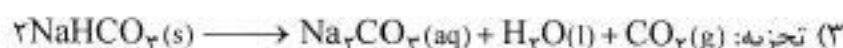
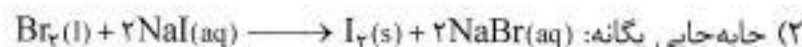
۹۵- کدام واکنش به صورتی که معادله ی آن نوشته شده است، انجام نمی گیرد؟





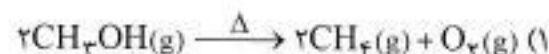
۹۶- نوع کدام واکنش درست پیشنهاد شده و حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های آن نیز درست نشان داده شده است؟

(سراسری ریاضی - ۸۵)



(سراسری تجربی - ۸۵)

۹۷- کدام واکنش، به صورتی که معادله‌ی آن نوشته شده است، انجام می‌گیرد؟



(سراسری ریاضی - ۸۷)

۹۸- کدام مطلب درست است؟

(۱) واکنش خنثی شدن اسید - باز، از نوع ترکیب است.

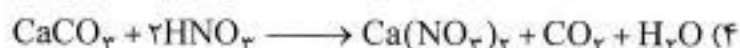
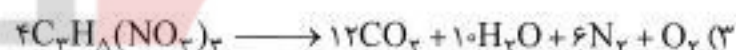
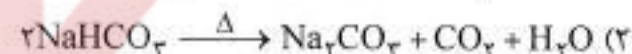
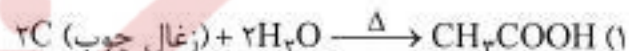
(۲) واکنش گاز کلر با محلول سدیم یدید، از نوع جانشینی دوگانه است.

(۳) گاز حاصل از واکنش آهن با هیدروکلریک اسید را از واکنش سدیم با آب نیز می‌توان به‌دست آورد.

(۴) گاز حاصل از تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم کلرات را از تجزیه‌ی کلسیم کربنات بر اثر گرما می‌توان تهیه کرد.

(سراسری تجربی - ۸۷)

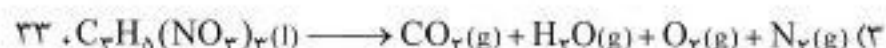
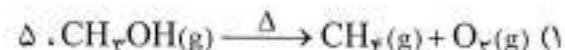
۹۹- کدام واکنش، به صورتی که معادله‌ی آن نوشته شده است، انجام نمی‌گیرد؟



۱۰۰- واکنش پیشنهاد شده در گزینه‌ی ..... به صورتی که معادله‌ی آن نوشته شده است، انجام می‌گیرد و مجموع ضریب‌های مولی مواد

(سراسری تجربی - ۸۶)

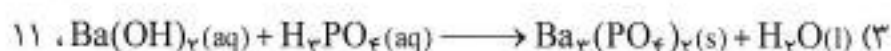
در آن، پس از موازنه برابر ..... است.



۱۰۱- واکنش پیشنهاد شده در گزینه‌ی ..... به صورتی که معادله‌ی آن نوشته شده است، انجام می‌گیرد و مجموع ضریب‌های مولی مواد

(سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)

در آن، پس از موازنه برابر ..... است.



# قسمت دوم

## استوکیومتری

(از صفحه‌ی ۱۳ تا ۳۸ کتاب درسی)

### مفهوم استوکیومتری

۱۰۲- کدام عبارت در مورد استوکیومتری نادرست است؟

- (۱) بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عنصرها در ترکیبها سروکار دارد.
- (۲) ارتباطهای کمی بین مقدار مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های شیمیایی را بررسی می‌کند.
- (۳) با استفاده از روابط استوکیومتری می‌توان بین مقدار مواد واکنش‌دهنده و فراورده‌ها یک ارتباط کمی برقرار کرد.
- (۴) برای محاسبه‌های استوکیومتری نیازی به موازنه‌ی معادله‌ی واکنش نمی‌باشد.

### مفهوم مول

۱۰۳- یک مول به مجموعه‌ای شامل ..... گفته می‌شود.

- (۱)  $6.022 \times 10^{23}$  مولکول
- (۲)  $6.022 \times 10^{23}$  ذره
- (۳)  $6.023 \times 10^{23}$  مولکول
- (۴)  $6.023 \times 10^{23}$  ذره

۱۰۴- جرم ..... برحسب ..... را اتم گرم گویند.

- (۱) یک اتم - گرم
- (۲) یک اتم - میلی‌گرم
- (۳) یک مول اتم - گرم
- (۴) یک مول اتم - میلی‌گرم

۱۰۵- شیمی‌دان‌ها به جای اتم گرم و مولکول گرم، مفهوم عمومی‌تر ..... را به کار می‌برند و آن را برحسب ..... بیان می‌کنند.

- (۱) جرم اتمی - گرم
- (۲) جرم اتمی - گرم بر مول
- (۳) جرم مولی - گرم
- (۴) جرم مولی - گرم بر مول

۱۰۶- وجود ..... مختلف و تفاوت در ..... آن‌ها سبب شد که برای نمونه‌های طبیعی از عنصرها، از جرم اتمی میانگین آن‌ها استفاده شود.

- (۱) ایزوتوپ‌های - فراوانی
- (۲) آلوتروپ‌های - فراوانی
- (۳) ایزوتوپ‌های - ساختار
- (۴) آلوتروپ‌های - ساختار

۱۰۷- اگر داده‌های تجربی موجود در جدول تناوبی عنصرها به صورت زیر باشد، جرم مولی کدام یک از گزینه‌های زیر بیشتر است؟

(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۵ کتاب درسی)

( $Cl = 35.5 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ )

- (۱) کلر
- (۲) کلر مونواکسید
- (۳) کلر تری‌اکسید
- (۴) کربن تتراکلرید

### فرمول مولکولی و فرمول تجربی

۱۰۸- فرمول مولکولی هر ترکیب نشان‌دهنده‌ی کدام موارد می‌باشد؟

- |                  |                     |                |                  |
|------------------|---------------------|----------------|------------------|
| الف - جرم اتم‌ها | ب - عدد اتمی اتم‌ها | ج - نوع اتم‌ها | د - تعداد اتم‌ها |
| (۱) الف و ب      | (۲) ج و د           | (۳) الف و ج    | (۴) ب و د        |

۱۰۹- تعداد اتم‌های تشکیل دهنده‌ی هر مول سدیم فسفید با تعداد اتم‌های تشکیل دهنده‌ی هر مول از کدام ماده برابر است؟ (سراسری - ۷۰)

- (۱) آلومینیوم هیدروکسید
- (۲) جیوه‌ی (II) سولفات
- (۳) آهن (III) کلرید
- (۴) منیزیم نیتريد

۱۱۰- فرمول تجربی هر ترکیب نشان‌دهنده‌ی کدام موارد می‌باشد؟

- |                  |                  |                  |                           |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| الف - نوع عنصرها | ب - تعداد عنصرها | ج - تعداد اتم‌ها | د - ساده‌ترین نسبت اتم‌ها |
| (۱) الف و ب      | (۲) ب و ج        | (۳) الف و ب و د  | (۴) الف و ج و د           |

(سراسری - ۷۱)

۱۱۱- تعداد عنصر تشکیل دهنده‌ی کدام دو ماده نابرابرند؟

- (۱) سدیم سولفات، آمونیوم هیدروکسید
- (۲) سدیم کلرات، آمونیوم برومید
- (۳) سدیم نترات، آمونیوم نیتريت
- (۴) سدیم فسفات، آمونیوم کلرید



- ۱۱۲- تجزیه‌ی عنصری، روشی است که طی آن ..... تشکیل‌دهنده و ..... هریک از آن‌ها در ترکیب شیمیایی معین می‌شود.
- (۱) نوع عنصرهای - جرم اتمی  
(۲) نوع عنصرهای - درصد جرمی  
(۳) تعداد اتم‌های - جرم اتمی  
(۴) تعداد اتم‌های - درصد جرمی
- ۱۱۳- تجزیه‌ی عنصری نوعی الکل نشان می‌دهد که این ترکیب آلی از ۶۰٪ کربن، ۱۳/۴٪ هیدروژن و ۲۶/۶٪ اکسیژن تشکیل شده است. فرمول تجربی این ترکیب کدام است و اگر فرمول تجربی و فرمول مولکولی این ترکیب یکسان باشد، برای این الکل چند فرمول ساختاری می‌توان رسم کرد؟  
(نمونه‌ی حل شده - صفحه‌ی ۱۷ کتاب درسی)
- (۱)  $C_7H_8O$  (۱) (۲)  $C_7H_8O$  (۲) (۳)  $C_7H_8O$  (۳) (۴)  $C_7H_8O$  (۴)
- ۱۱۴- فرمول تجربی ترکیبی که شامل ۲۶/۵۶٪ پتاسیم، ۳۵/۴۱٪ کروم و ۳۸/۰۳٪ اکسیژن می‌باشد، کدام است؟ ( $O = ۱۶, Cr = ۵۲, K = ۳۹$ )  
(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی شماره‌ی ۱)
- (۱)  $KCrO_4$  (۲)  $KCr_2O_7$  (۳)  $K_2CrO_4$  (۴)  $K_2Cr_2O_7$
- ۱۱۵- فرمول تجربی ترکیبی که شامل ۵/۷۲g اکسیژن و ۴/۴۳g فسفر می‌باشد، کدام است؟ ( $P = ۳۱, O = ۱۶$ )  
(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی شماره‌ی ۲)
- (۱)  $P_4O_{10}$  (۲)  $P_2O_5$  (۳)  $P_2O_6$  (۴)  $P_2O_7$
- ۱۱۶- فرمول تجربی ترکیبی که شامل ۳۲/۳۸٪ سدیم، ۲۲/۶۵٪ گوگرد و ۴۴/۹۷٪ اکسیژن می‌باشد، کدام است؟ ( $S = ۳۲, O = ۱۶, Na = ۲۳$ )  
(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی شماره‌ی ۳)
- (۱)  $Na_2SO_4$  (۲)  $Na_2SO_3$  (۳)  $NaS_2O_3$  (۴)  $Na_2S_2O_3$
- ۱۱۷- فرمول مولکولی ترکیبی که جرم مولی آن برابر  $۹۲/۰g \cdot mol^{-1}$  است و شامل ۱/۶۱g نیتروژن و ۱/۳۹g اکسیژن می‌باشد، کدام است؟  
(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی شماره‌ی ۴)
- (۱)  $NO_2$  (۲)  $N_2O$  (۳)  $N_2O_3$  (۴)  $N_2O_4$
- ۱۱۸- فرمول تجربی ترکیبی (CH) می‌باشد. اگر جرم مولی آن ۷۸ باشد، فرمول مولکولی آن کدام است؟ (آزاد ریاضی - ۸۵)
- (۱)  $C_7H_8$  (۲)  $C_6H_6$  (۳)  $C_7H_6$  (۴)  $C_7H_4$
- ۱۱۹- از تجزیه‌ی یک ترکیب شیمیایی ۱۲٪ گرم کربن و ۳٪ گرم هیدروژن و ۱۶٪ گرم اکسیژن به دست آمده است. فرمول تجربی آن کدام است؟ (آزاد تجربی ۸۵ + ۱ بار تکرار مشابه)
- (۱)  $CH_2O_2$  (۲)  $CH_3O$  (۳)  $CH_2O$  (۴)  $CH_4O$
- ۱۲۰- اگر درصد جرمی عنصر M در اکسیدی از آن با فرمول MO برابر ۸۰ درصد باشد، درصد جرمی آن در اکسید  $M_2O$  آن، کدام است؟ ( $O = ۱۶g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی - ۸۶)
- (۱) ۷۸/۹۸ (۲) ۸۷/۸۶ (۳) ۸۸/۸۹ (۴) ۸۹/۹۸

### روابط مولی - مولی در محاسبه‌های استوکیومتری

- ۱۲۱- در فرمول آلومینیوم نیترات نسبت تعداد اتم‌های نیتروژن به اتم‌های اکسیژن چه قدر است؟ (آزاد ریاضی - ۸۵)
- (۱)  $\frac{9}{2}$  (۲)  $\frac{4}{3}$  (۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{1}{3}$
- ۱۲۲- در کدام مورد نسبت تعداد اتم مرکزی به اتم‌های کناری بزرگ‌تر است؟ (فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۱۶ کتاب درسی)
- (۱) آمونیاک (۲) اتان (۳) گوگرد تری‌اکسید (۴) گوگرد دی‌اکسید
- ۱۲۳-  $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۰}$  مولکول  $N_2$  برابر چند مول است؟ (آزاد - ۷۴)
- (۱)  $۲ \times ۱۰^{۲}$  (۲)  $۲ \times ۱۰^۴$  (۳)  $۲/۵ \times ۱۰^{-۲}$  (۴)  $۵ \times ۱۰^{-۲}$
- ۱۲۴- تعداد اتم‌ها در یک مول آمونیاک کدام است؟
- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳)  $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$  (۴)  $۲/۴ \times ۱۰^{۲۴}$
- ۱۲۵- نمونه‌ای از گاز آمونیاک دارای  $۳/۳ \times ۱۰^{۲۳}$  اتم هیدروژن است. در این نمونه چه تعداد مولکول  $NH_3$  وجود دارد؟ (المپیاد - ۷۵)
- (۱)  $۳/۳ \times ۱۰^{۲۳}$  (۲)  $۱/۱ \times ۱۰^{۲۳}$  (۳)  $\frac{۳/۳ \times ۱۰^{۲۳}}{۲}$  (۴) ۰/۵۵



۱۲۶- با توجه به معادله‌ی واکنش سوختن متان، نسبت‌های مولی اکسیژن به متان و متان به آب به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (شود را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۰ کتاب درسی)
- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $\frac{1}{2}, \frac{2}{1}$ (۲) | $\frac{2}{1}, \frac{1}{2}$ (۱) |
| $\frac{2}{1}, \frac{2}{1}$ (۴) | $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ (۳) |

۱۲۷- در واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید، برای تولید ۰/۳ مول روی کلرید به چند مول هیدروکلریک اسید نیاز است؟

- (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۳۰ کتاب درسی قسمت ب)
- |         |         |
|---------|---------|
| ۰/۳ (۲) | ۰/۲ (۱) |
| ۰/۶ (۴) | ۰/۴ (۳) |

۱۲۸- برای تولید هر ۰/۲ mol کلسیم فسفات به چند مول کلسیم هیدروکسید در واکنش با فسفریک اسید نیاز است؟

- (شود را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۱ کتاب درسی)
- |         |         |
|---------|---------|
| ۰/۴ (۲) | ۰/۲ (۱) |
| ۰/۸ (۴) | ۰/۶ (۳) |

۱۲۹- از سوختن کامل یک مول بوتان بعد از موازنه، چند مول فراورده حاصل می‌شود؟

- (آزاد ریاضی - ۸۵)
- |          |          |           |
|----------|----------|-----------|
| ۲ شش (۲) | ۳ نه (۳) | ۴ هشت (۴) |
|----------|----------|-----------|

۱۳۰- هر مول پروپان با چند مول هوا به‌طور کامل می‌سوزد؟

- (آزاد ریاضی - ۷۴)
- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| ۷۵ (۱) | ۲۵ (۲) | ۱۵ (۳) | ۵ (۴) |
|--------|--------|--------|-------|

۱۳۱- در واکنش:  $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$  به ازای  $3/6 \times 10^{21}$  مولکول اکسیژن، چند مولکول گاز NO تولید می‌شود؟

- (سراسری - ۷۴)
- |                           |                          |                          |                          |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $2/88 \times 10^{21}$ (۱) | $3/6 \times 10^{21}$ (۲) | $4/5 \times 10^{21}$ (۳) | $7/2 \times 10^{21}$ (۴) |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

۱۳۲-  $61.022 \times 10^{22}$  اتم آهن در اثر اکسید شدن، چند مولکول آهن (III) اکسید تولید می‌نماید؟

- (سراسری - ۷۴)
- |                             |                             |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| $61.022 \times 10^{22}$ (۱) | $31.011 \times 10^{22}$ (۲) | $31.011 \times 10^{22}$ (۳) | $31.011 \times 10^{22}$ (۴) |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

### روابط جرمی - جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری

۱۳۳- شکل روبه‌رو، روند حل مسایل جرمی - جرمی را در استوکیومتری نشان می‌دهد. به جای حروف A و B به ترتیب از راست به چپ

کدام عبارت‌ها را باید قرار داد؟ (شکل ۷ - صفحه‌ی ۳۱ کتاب درسی)

جرم ماده‌ی خواسته شده	× B	جرم ماده‌ی داده شده	× A	جرم ماده‌ی خواسته شده	× نسبت مولی	جرم ماده‌ی داده شده																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> <td style="text-align: center;">جرم مولی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)</td> <td style="text-align: center;">۱ mol (ماده‌ی داده شده)</td> </tr> </table>							جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)
جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی																											
۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)																											
جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی																											
۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)																											
جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی	جرم مولی																											
۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)	۱ mol (ماده‌ی خواسته شده)	۱ mol (ماده‌ی داده شده)																											

۱۳۴- برای آزاد کردن ۵/۴ گرم نقره از محلول نقره سولفات، چند گرم آهن لازم است؟ (Fe = ۵۶, Ag = ۱۰۸)

- |        |        |         |         |
|--------|--------|---------|---------|
| ۲۸ (۴) | ۱۴ (۳) | ۲/۸ (۲) | ۱/۴ (۱) |
|--------|--------|---------|---------|

۱۳۵- چند گرم نقره کلرید می‌تواند از واکنش ۱۷g نقره نیترات با مقدار اضافی محلول سدیم کلرید به‌دست آید؟ (AgNO<sub>3</sub> = ۱۷۰, AgCl = ۱۴۴)

(نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۳۲ کتاب درسی و آزاد پزشکی - ۸۴)

- |         |        |          |         |
|---------|--------|----------|---------|
| ۱۴۴ (۴) | ۱۰ (۳) | ۱۴/۴ (۲) | ۰/۱ (۱) |
|---------|--------|----------|---------|

۱۳۶- از واکنش ۸ گرم اکسیژن با هیدروژن در دستگاه آب‌سنج، چند گرم آب تولید می‌شود؟ (O = ۱۶, H = ۱)

- |        |        |       |         |
|--------|--------|-------|---------|
| ۳۶ (۴) | ۱۸ (۳) | ۹ (۲) | ۴/۵ (۱) |
|--------|--------|-------|---------|

۱۳۷- از سوختن ۵ گرم پروپان چند گرم کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ (H = ۱, O = ۱۶, C = ۱۲)

- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| ۲۰ (۴) | ۱۵ (۳) | ۱۰ (۲) | ۵ (۱) |
|--------|--------|--------|-------|

(سراسری ریاضی - ۸۴)

۱۳۸- ۹۰ گرم گلوکز برای سوختن کامل، به چند گرم اکسیژن، نیاز دارد؟ (H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶)

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ۴۴ (۴) | ۹۶ (۳) | ۸۶ (۲) | ۷۲ (۱) |
|--------|--------|--------|--------|



۱۳۹- چند گرم قلع (II) فلئورید از اثر ۴ گرم هیدروژن فلئورید بر فلز قلع کافی حاصل می‌شود؟ ( $H = 1, F = 19, Sn = 119$ )

(۱) ۷۸/۵ (۲) ۱۵/۷ (۳) ۳۱/۴ (۴) ۴۴/۲ (آزاد ریاضی - ۸۴)

۱۴۰- از اثر سدیم هیدروکسید بر آهن (II) کلرید، ۱۱/۷ میلی گرم نمک حاصل می‌شود. وزن سدیم هیدروکسید به کار رفته چند گرم است؟ ( $Na = 23, O = 16, H = 1, Cl = 35.5$ )

(۱)  $8 \times 10^{-3}$  (۲)  $4 \times 10^{-3}$  (۳)  $8 \times 10^{-2}$  (۴)  $4 \times 10^{-2}$

۱۴۱- متیل سالیسیلات به عنوان طعم‌دهنده به مواد غذایی و دارویی و در عطرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از واکنش متانول با سالیسیلیک اسید به دست می‌آید. چند گرم سالیسیلیک اسید برای تولید ۳۲۵/۰ گرم متیل سالیسیلات لازم است؟

(۱) ۱۹۵ (۲) ۲۹۵ (۳) ۳۹۵ (۴) ۴۹۵ (فود را بیازمایید - صفحه ۲۲ کتاب درسی)

۱۴۲- ۰/۶ گرم کربن را در هوا به طور کامل می‌سوزانیم. گاز حاصل را در آب حل می‌کنیم. برای خنثی کردن محلول حاصل چند گرم پتاسیم هیدروکسید لازم است؟ ( $C = 12, K = 39, O = 16, H = 1$ )

(۱) ۲/۸ (۲) ۱/۴ (۳) ۵/۶ (۴) ۱۱/۲

۱۴۳- اگر در ۲/۳۲ گرم بلور  $CuSO_4 \cdot nH_2O$  مقدار ۱/۶ گرم  $CuSO_4$  وجود داشته باشد، n کدام است؟ ( $H_2O = 18$  و  $CuSO_4 = 160$ )

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۴ (سراسری - ۷۹)

۱۴۴- ۱/۲۲ گرم از یک نمونه باریم کلرید متبلور به فرمول  $BaCl_2 \cdot nH_2O$  مقدار ۰/۱۸ گرم آب تبلور دارد. n کدام عدد زیر است؟ ( $BaCl_2 = 208$  و  $H_2O = 18$ )

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۷ (سراسری - ۷۳)

۱۴۵- از ۲/۵ گرم نمک متبلور، ۱/۶ گرم نمک بی آب به دست آمده است. جرم مولکولی نمک بی آب ۱۶۰ گرم است. هر مولکول این نمک با چند مولکول آب پیوند یافته است؟ ( $O = 16, H = 1$ )

(۱) ۲ (۲) ۵ (۳) ۷ (۴) ۱۰ (سراسری - ۷۵)

۱۴۶- به محلول  $AgNO_3$  یک گرم پودر مس فلزی اضافه می‌کنیم. ۰/۱۰۸ گرم نقره فلزی تولید می‌شود. در این شرایط وزن توده‌ی جامدی که در ظرف آزمایش جمع می‌شود کدام است؟ ( $Cu = 64$  و  $Ag = 108$ )

(۱) ۱/۰۷۶ (۲) ۰/۹۲۴ (۳) ۰/۹۶۸ (۴) ۱/۱۰۸ (المپیاد مرحله اول - ۷۸)

۱۴۷- ۰/۳۶۴g از عنصر T با اکسیژن، مقدار  $0.552g T_2O_5$  تولید می‌کند. جرم اتمی عنصر T کدام است؟

(۱) ۱۲/۳ (۲) ۷۷/۴ (۳) ۲۴/۶ (۴) ۷۴/۶ (المپیاد - ۷۶)

۱۴۸- عنصر M در هسته دارای ۲۰ نوترون بوده و در لایه‌ی چهارم الکترونی خود تنها یک الکترون دارد. ۷/۸ گرم از این عنصر در واکنش با سولفوریک اسید چند گرم نمک تولید می‌نماید؟ ( $O = 16, S = 32$ )

(۱) ۱۹ (۲) ۱۷/۴ (۳) ۳۴/۸ (۴) ۳۹ (سراسری ریاضی - ۸۷)

۱۴۹- کدام ترکیب، بر اثر تجزیه شدن کامل در گرما، ۳۵/۲ درصد جرم خود را از دست می‌دهد؟

( $C = 12, O = 16, Mg = 24, Ca = 40, Zn = 65, Ba = 137; g \cdot mol^{-1}$ )

(۱)  $ZnCO_3 (125 g \cdot mol^{-1})$  (۲)  $BaCO_3 (197 g \cdot mol^{-1})$  (۳)  $CaCO_3 (100 g \cdot mol^{-1})$  (۴)  $MgCO_3 (84 g \cdot mol^{-1})$

### روابط مولی - جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری

۱۵۰- جرم  $2/50 \text{ mol}$  مس چند گرم است؟ ( $Cu = 63/55$ )

(۱) ۱۱۱ (۲) ۲۲۲ (۳) ۳۳۳ (۴) ۴۴۴ (نمونه‌ی حل شده - صفحه ۱۶ کتاب درسی)

۱۵۱- ۸۳/۵g مس و ۱۲۸/۹g کربن دی‌اکسید به ترتیب از راست به چپ، چند مول مس و چند مول کربن دی‌اکسید است؟

(۱) ۲/۹ - ۱/۳ (۲) ۴/۶ - ۱/۳ (۳) ۲/۹ - ۰/۶ (۴) ۴/۶ - ۰/۶ (فود را بیازمایید - صفحه ۱۶ کتاب درسی شماره‌های ۱ و ۲)



(سراسری تهرانی ۸۷ - خارج از کشور)

۱۵۲- کدام مطلب نادرست است؟ (N = 14)

(۱) ۰/۳ مول گاز نیتروژن شامل ۴/۲ گرم از آن است.

(۲) اتم گرم هر عنصر، برابر جرم یک مول از اتم آن عنصر است.

(۳) هر مول از یک گونه‌ی شیمیایی، شامل  $6.022 \times 10^{23}$  ذره از آن است.

(۴) جرم مولی عنصرها را می‌توان از روی داده‌های تجربی موجود در جدول‌های تناوبی عنصرها به‌دست آورد.

(آزاد - ۷۶)

۱۵۳- مخلوطی از نیم مول نئون و یک مولکول گرم هیدروژن، چند گرم دارد؟ (H = 1, Ne = 20)

(۱) ۲۲ (۲) ۲۱ (۳) ۱۲ (۴) ۱۱

۱۵۴- ضمن تجزیه‌ی حرارتی ۱۵g کلسیم کربنات، چند مول گاز به‌دست می‌آید؟ (Ca = 40, C = 12, O = 16)

(۱) ۰/۰۵ (۲) ۰/۱۰ (۳) ۰/۱۵ (۴) ۰/۲۰

۱۵۵- ضمن تجزیه‌ی کامل ۴ مول سدیم بی‌کربنات، وزن ماده‌ی جامد باقی‌مانده چقدر است؟ (Na = 23, C = 12, O = 16)

(۱) ۵۳ (۲) ۱۰۶ (۳) ۱۵۹ (۴) ۲۱۲

۱۵۶- واکنش کلسیم هیدروکسید با فسفریک اسید، از نوع ..... است، مجموع ضریب‌های مولی واکنش دهنده‌ها در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی

آن، برابر با ..... است و برای تهیه‌ی ۰/۰۵ مول کلسیم فسفات ..... گرم فسفریک اسید خالص لازم است.

(سراسری ریاضی - ۸۶)

(H = 1, O = 16, P = 31; g.mol<sup>-1</sup>)

(۱) ترکیب - ۴ - ۸/۴ (۲) ترکیب - ۴ - ۹/۸ (۳) جانشینی دوگانه - ۵ - ۸/۴ (۴) جانشینی دوگانه - ۵ - ۹/۸

۱۵۷- از اثر گاز CO<sub>2</sub> بر سدیم هیدروکسید مقدار ۰/۰۱ مول آب به‌دست آمده است. وزن سدیم هیدروکسید مصرفی چند میلی‌گرم بوده

است؟ (Na = 23, O = 16, H = 1)

(۱) ۴۰۰ (۲) ۸۰۰ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۸

۱۵۸- ۴/۶ گرم سدیم را در آب می‌ریزیم. محلول حاصل چند مول سولفوریک اسید را کاملاً خنثی می‌کند؟ (Na = 23)

(۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۰۵

۱۵۹- برای سوختن کامل ۲ مول بنزن (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) چند گرم اکسیژن لازم است؟ (O = 16)

(۱) ۱۵ (۲) ۶۴ (۳) ۲۴۰ (۴) ۴۸۰

۱۶۰- ۳/۲ گرم متان برای سوختن کامل به چند مول هوا نیازمند است؟ (H = 1, C = 12)

(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۲ (۴) ۴

(آزاد پزشکی - ۷۹)

۱۶۱- فرمول فلئورید حاصل از واکنش ۰/۰۱ مول فلز M با ۰/۳۸ گرم فلئور کدوم است؟ (F = 19)

(۱) MF (۲) MF<sub>۲</sub> (۳) MF<sub>۳</sub> (۴) MF<sub>۴</sub>

(آزاد - ۷۶)

۱۶۲- چند گرم <sup>16</sup>O دارای  $3.01 \times 10^{22}$  اتم است؟

(۱) ۰/۴ (۲) ۰/۸ (۳) ۱/۶ (۴) ۰/۱۲

(پیش‌دانشگاهی - ۷۷)

۱۶۳- اگر  $3.01 \times 10^{20}$  اتم از یک عنصر، ۲۰ میلی‌گرم جرم داشته باشد، آن عنصر کدام است؟

(۱) Ca (۲) Na (۳) K (۴) S

(آزاد - ۷۴)

۱۶۴-  $3.01 \times 10^{21}$  مولکول فسفر سفید چند گرم دارد؟ (P = 31)

(۱) ۱۲۴ (۲) ۰/۳۱ (۳) ۰/۶۲ (۴) ۱۲/۴

(آزاد - ۷۵)

۱۶۵- تعداد اتم‌های موجود در ۰/۲۴ گرم منیزیم کدام است؟ (Mg = 24)

(۱)  $6.02 \times 10^{21}$  (۲)  $3.01 \times 10^{22}$  (۳)  $1.2 \times 10^{22}$  (۴)  $4.0 \times 10^{22}$ 

(آزاد - ۷۵)

۱۶۶- یک گرم گاز نئون به‌ترتیب شامل چند اتم و چند مول نئون است؟ (Ne = 20)

(۱)  $3.01 \times 10^{21}$  و  $3.01 \times 10^{22}$  (۲)  $3.01 \times 10^{22}$  و  $\frac{1}{20}$  (۳)  $3.01 \times 10^{22}$  و  $\frac{1}{20}$  (۴)  $6.02 \times 10^{22}$  و  $6.02 \times 10^{22}$ 

(سراسری - ۷۶)

۱۶۷-  $1.5 \times 10^{-4}$  اتم گرم جیوه، چند میلی‌گرم دارد؟ (Hg = 200)(۱) ۳۰ (۲) ۱۵ (۳)  $4 \times 10^{-19}$  (۴)  $9.03 \times 10^{-19}$



- ۱۶۸- تعداد اتم‌های موجود در  $\frac{2}{3}$  گرم سدیم، با تعداد اتم‌های موجود در چند مول کلسیم برابر است؟ ( $\text{Na} = 23$ ) (آزاد - ۷۵)
- (۱)  $6/02 \times 10^{22}$  (۲)  $1/24 \times 10^{11}$  (۳)  $0/2$  (۴)  $0/1$
- ۱۶۹- تعداد اتم‌ها در ۸ گرم اتم اکسیژن با تعداد اتم‌های چند گرم منیزیم برابر است؟ ( $\text{Mg} = 24, \text{O} = 16$ ) (آزاد - ۷۰)
- (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴
- ۱۷۰-  $6/022 \times 10^{21}$  اتم سدیم در واکنش با آب، چند گرم سدیم هیدروکسید تولید می‌کند؟ ( $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23$ )
- (۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۴ (۴)  $0/4$
- ۱۷۱- اگر چگالی گازی نسبت به نئون  $2/2$  باشد، ۱۱ گرم از این گاز چه کسری از مول آن است؟ ( $\text{Ne} = 20$ ) (سراسری - ۷۹)
- (۱)  $0/15$  (۲)  $0/22$  (۳)  $0/25$  (۴)  $0/44$

## درصد خلوص مواد

- ۱۷۲- معمولاً کدام تعریف در مورد درصد خلوص استفاده می‌شود؟
- (۱) مقدار مول ماده‌ی خالص موجود در  $100$  مول ماده‌ی ناخالص  
(۲) مقدار گرم ماده‌ی خالص موجود در  $100$  گرم ماده‌ی ناخالص  
(۳) مقدار لیتر ماده‌ی خالص موجود در  $100$  لیتر ماده‌ی ناخالص  
(۴) مقدار سی‌سی ماده‌ی خالص موجود در  $100$  سی‌سی ماده‌ی ناخالص
- ۱۷۳- برای تأمین مقدار معینی از یک ماده‌ی خالص همواره باید مقدار ..... از ماده‌ی ..... را به‌کار برد.
- (۱) کم‌تری - ناخالص (۲) کم‌تری - خالص (۳) بیشتری - ناخالص (۴) بیشتری - خالص
- ۱۷۴- در آزمایشگاه برای تهیه‌ی گاز کلر از تأثیر دادن هیدروکلریک اسید بر منگنز (IV) اکسید استفاده می‌کنند. برای تهیه‌ی  $20$  گرم گاز کلر، به چند گرم نمونه‌ی ناخالص منگنز دی‌اکسید با خلوص  $90\%$  نیاز است؟ ( $\text{Cl} = 35/5, \text{Mn} = 55, \text{O} = 16$ )
- (نمونه‌ی حل شده - صفحه‌ی ۲۳ کتاب درسی و آزاد ریاضی - ۸۵ با کمی تغییر)
- (۱)  $24/4$  (۲)  $27/2$  (۳)  $48/8$  (۴)  $54/4$
- ۱۷۵- از واکنش  $23/8$  گرم قلع خالص با مقدار کافی هیدروفلوئوریک اسید، چند گرم قلع (II) فلئورید با خلوص  $80\%$  درصد می‌توان به‌دست آورد؟ ( $\text{Sn} = 119, \text{F} = 19$ ) (سراسری ریاضی - ۸۵)
- (۱)  $29/25$  (۲)  $32/59$  (۳)  $35/23$  (۴)  $39/25$
- ۱۷۶- چند گرم سود  $64\%$  می‌تواند  $9/8$  گرم سولفوریک اسید  $80\%$  را به‌طور کامل خنثی کند؟ ( $\text{S} = 32, \text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23$ )
- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰
- ۱۷۷- اگر از تجزیه‌ی  $202$  گرم پتاسیم نیترات، مقدار  $16\text{g}$  گاز اکسیژن به‌دست آید، درصد خلوص پتاسیم نیترات چه‌قدر است؟ ( $\text{O} = 16, \text{N} = 14, \text{K} = 39$ )
- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵
- ۱۷۸- اگر از واکنش هیدروکلریک اسید با  $2$  گرم منگنز دی‌اکسید، مقدار  $0/02$  مول گاز کلر در شرایط STP به‌دست آید، درصد خلوص منگنز دی‌اکسید کدام است؟ ( $\text{Mn} = 55, \text{O} = 16$ ) (آزاد ریاضی - ۷۵)
- (۱)  $81/6$  (۲)  $79/8$  (۳) ۸۷ (۴) ۶۹
- ۱۷۹- اگر  $8$  گرم از یک نمونه مس (II) اکسید ناخالص در واکنش کامل با گاز هیدروژن در گرما،  $1/2$  گرم کاهش جرم پیدا کند، درصد خلوص این اکسید در این نمونه، کدام است؟ (ناخالصی با هیدروژن واکنش نمی‌دهد). ( $\text{O} = 16, \text{Cu} = 64: \text{g mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی - ۸۸)
- (۱) ۷۰ (۲) ۸۵ (۳) ۸۰ (۴) ۷۵
- ۱۸۰- اگر جرم یک نمونه‌ی نیتریک اسید  $63$  درصد خالص با جرم یک نمونه‌ی سدیم هیدروکسید  $80\%$  درصد خالص برابر باشد، نسبت شمار مول‌های نیتریک اسید به شمار مول‌های سدیم هیدروکسید، کدام است؟ ( $\text{H} = 1, \text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{Na} = 23: \text{g mol}^{-1}$ )
- (۱)  $0/40$  (۲)  $0/45$  (۳)  $0/55$  (۴)  $0/50$
- (سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور و سراسری تجربی - ۸۷)
- ۱۸۱- اگر جرم‌های برابر از کلسیم کربنات ناخالص و منیزیم کربنات ناخالص بر اثر تجزیه‌ی گرمایی کامل، حجم برابر از گاز کربن دی‌اکسید در شرایط یکسان (از نظر دما و فشار) آزاد کنند، نسبت درصد خلوص کلسیم کربنات به درصد خلوص منیزیم کربنات، کدام است؟ (سراسری تجربی - ۸۶)
- (۱)  $0/84$  (۲)  $0/91$  (۳)  $1/19$  (۴)  $1/91$



## روابط حجمی گازها در محاسبه‌های استوکیومتری

۱۸۲- محاسبه‌های کمی حجمی در گازها بر پایه‌ی کارهای کدام دانشمند بنا شده است؟

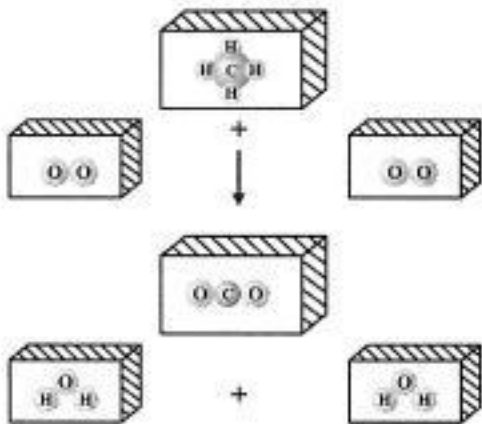
- (۱) آووگادرو (۲) بویل (۳) گی لوساک (۴) وانت هوف

(آزاد - ۷۸)

۱۸۳- کدام گزینه بیان گر قانون گی لوساک است؟

- (۱) در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌کنند.  
 (۲) در شرایط فشار و دمای یکسان، یک مول از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند.  
 (۳) در یک واکنش شیمیایی اتم‌ها از بین نمی‌روند و به وجود هم نمی‌آیند، بلکه از وضعی به وضع دیگر نوآرایی می‌کنند.  
 (۴) عنصرهای شیمیایی از ذرات بسیار ریز به نام اتم تشکیل شده‌اند.

۱۸۴- شکل مقابل معادله‌ی سوختن کامل گاز متان را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل کدام نتیجه‌گیری صحیح است؟



(شکل ۸ صفحه‌ی ۷۴ کتاب دروس)

- (۱) در دما و فشار ثابت، تعداد مولکول واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها برابر است.  
 (۲) در دما و فشار ثابت، جرم واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها برابر است.  
 (۳) در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌دهند.  
 (۴) در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت‌های جرمی معینی با هم واکنش می‌دهند.

۱۸۵- نسبت‌های ..... موجود بین اجزای یک واکنش گازی برای نسبت‌های ..... آن‌ها نیز برقرار است.

- (۱) جرمی - حجمی (۲) جرمی - مولی (۳) مولی - حجمی (۴) مولی - اتمی

۱۸۶- سه لیتر گاز اکسیژن و پنج لیتر گاز متان در شرایط یکسان از دما و فشار موجود است. چه نسبتی بین تعداد مولکول‌های آن‌ها وجود دارد؟

- (۱)  $\frac{3}{5}$  (۲)  $\frac{3}{8}$  (۳)  $\frac{8}{5}$  (۴)  $\frac{4}{8}$  (آزاد - ۷۸)

۱۸۷- با توجه به معادله‌ی واکنش  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$  کدام اظهارنظر در مورد این واکنش نادرست است؟

- (۱) یک مولکول  $N_2$  با سه مولکول  $H_2$  تولید دو مولکول  $NH_3$  می‌کند. (۲) یک مول  $N_2$  با سه مول  $H_2$  تولید دو مول  $NH_3$  می‌کند.  
 (۳) یک حجم  $N_2$  با سه حجم  $H_2$  تولید دو حجم  $NH_3$  می‌کند. (۴) یک گرم  $N_2$  با سه گرم  $H_2$  تولید دو گرم  $NH_3$  می‌کند.

(سراسری ترمز ۱ + ۸۶ باز تکرار مشابه)

۱۸۸- بر اساس قانون آووگادرو .....

- (۱) حجم مولی گازها در فشار و دمای ثابت برابر  $22.4$  لیتر است.  
 (۲) در دما و فشار ثابت، گازها به نسبت‌های حجمی معینی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.  
 (۳) در شرایط استاندارد (STP)،  $22.4$  لیتر از گازهای مختلف، جرم برابر دارند.  
 (۴) در فشار و دمای ثابت، یک مول از گازهای مختلف، حجم ثابت و برابری دارند.

(سراسری ریاضی - ۸۴)

۱۸۹- در دما و فشار ثابت، یک مول از گازهای ..... ، ..... برابری دارند.

- (۱) ساده، حجم (۲) مختلف، حجم (۳) ساده، جرم (۴) مختلف، جرم

۱۹۰- در دو بالون یک لیتری در دمای  $27^\circ C$  در یکی گاز نیتروژن ( $N_2$ ) با فشار  $0.1$  اتمسفر و در دیگری گاز متان ( $CH_4$ ) با همان فشار موجود است. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی تعداد مولکول‌های این دو گاز درست است؟

(المپیاد - ۷۶)

- (۱) متان =  $2/5$  برابر نیتروژن (۲) با هم مساوی است. (۳) متان =  $2$  برابر نیتروژن (۴) متان =  $0.9$  برابر نیتروژن

۱۹۱- مولکول گرم گازهای  $H_2$ ،  $N_2$  و  $O_2$  به ترتیب  $2$  گرم،  $28$  گرم و  $32$  گرم است. مقایسه‌ی تعداد مولکول‌های موجود در یک لیتر از هریک از این گازها در دما و فشار استاندارد کدام است؟

(المپیاد - ۷۷)

- (۱) اولی > دومی > سومی (۲) اولی < دومی < سومی (۳) با هم مساوی است. (۴) به معلومات بیشتر نیاز است.

۱۹۲- سه ظرف ده لیتری در دمای  $27^\circ C$  را در نظر بگیرید. فرض کنید در اولی  $3/2$  گرم گاز اکسیژن، در دومی  $0.2$  گرم گاز هیدروژن و در سومی  $0.4$  گرم گاز هلیم موجود است. با توجه به آن کدام گزینه درست است؟ ( $H = 1, O = 16, He = 4$  و  $N$  معرف تعداد ذره‌های مستقل هر گاز در ظرف است).

(المپیاد - ۷۵)

- (۱)  $N_{H_2} = 2N_{He} = N_{O_2}$  (۲)  $N_{H_2} = N_{He} = N_{O_2}$  (۳)  $N_{H_2} < N_{He} < N_{O_2}$  (۴)  $N_{H_2} > 2N_{He} > N_{O_2}$



۱۹۳- در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، ۳ گرم از کدام ماده بیشترین حجم را دارد؟ ( $Ar = 40, F = 19, C = 12, H = 1, O = 16$ )

- (۱) آرگون (۲) فلورین (۳) پروپان (۴) کربن مونواکسید (المپیاد - ۷۶)

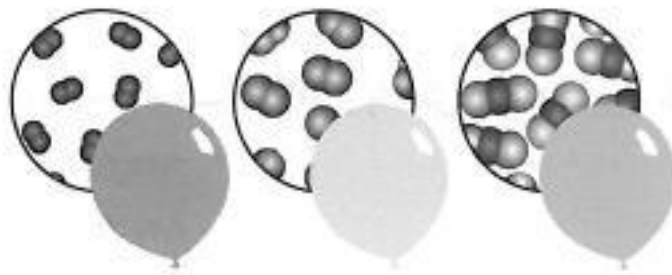
۱۹۴- کدام عبارت درباره‌ی حجم مولی گازها نادرست است؟

- (۱) حجمی است که یک مولکول گرم گاز اشغال می‌کند.  
(۲) حجمی است که  $6.022 \times 10^{23}$  مولکول گاز اشغال می‌کند.  
(۳) حجم مولی گازهای مختلف در دما و فشار یکسان با هم برابر است.  
(۴) حجم مولی گازها مستقل از فشار و دمای آنها است.

۱۹۵- منظور از شرایط STP دمای ..... و فشار ..... می‌باشد. حجم مولی گازها در شرایط STP برابر ..... است.

- (۱)  $22.4 \text{ L} - 1 \text{ atm} - 25^\circ \text{C}$  (۲)  $1 \text{ L} - 760 \text{ mmHg} - 25^\circ \text{C}$  (۳)  $22.4 \text{ L} - 1 \text{ atm} - 273 \text{ K}$  (۴)  $1 \text{ L} - 760 \text{ mmHg} - 273 \text{ K}$

(شکل ۹ - صفحه‌ی ۳۴ کتاب درسی)



گاز هیدروژن      گاز اکسیژن      گاز کربن دی‌اکسید

(سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)

۱۹۶- کدام عبارت از شکل روبه‌رو نتیجه نمی‌شود؟

- (۱) در شرایط فشار و دمای یکسان، حجم‌های یکسان از گازهای مختلف، تعداد مولکول‌های برابر دارند.  
(۲) در شرایط فشار و دمای یکسان، یک مول از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند.  
(۳) یک مول از گازهای مختلف تعداد مولکول‌های ثابت و برابری دارند.  
(۴) یک مول از گازهای مختلف دارای  $6.022 \times 10^{23}$  مولکول از آن گاز است.

۱۹۷- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) قانون نسبت‌های ترکیبی گازها، توسط گی‌لوساک وضع شد.  
(۲) در دمای  $0^\circ \text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$ ، هر مول از گازها،  $22.4$  لیتر حجم دارد.  
(۳) در شرایط استاندارد،  $10$  گرم گاز هیدروژن، حجمی برابر حجم  $10$  گرم اکسیژن دارد.  
(۴) بر اساس قانون آووگادرو، در فشار و دمای ثابت، یک مول از گازهای مختلف، حجم ثابت و برابری دارند.

(سراسری ریاضی - ۸۸)

۱۹۸- کدام مطلب درست است؟

- (۱) فرمول مولکولی متیل سالیسیلات  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$  است.  
(۲) واکنش تولید پلی اتیلن، از جمله پرکاربردترین واکنش‌های پلیمر شدن در صنعت است.  
(۳) در هر واکنش تجزیه، ماده‌ی واکنش‌دهنده به اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی خود تبدیل می‌شود.  
(۴) حجم مولی گازها در فشار و دمای یکسان، برابر  $22.4$  لیتر است.

(آزاد - ۷۶)

۱۹۹- چگالی گاز اکسیژن در دما و فشار استاندارد کدام است؟ ( $O = 16$ )

- (۱)  $1/43$  (۲)  $0.72$  (۳)  $1/4$  (۴)  $2/86$

۲۰۰- حجم اکسیژن مورد نیاز و نیز حجم‌های  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  تولید شده در هنگام سوختن کامل  $1/50 \text{ L}$  گاز اتان در دما و فشار ثابت

(نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۷۵ کتاب درسی)

به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱)  $4/5 - 3/10 - 5/25$  (۲)  $3/10 - 4/5 - 5/25$  (۳)  $5/25 - 3/10 - 4/5$  (۴)  $3/10 - 5/25 - 4/5$

(آزاد ریاضی - ۷۰ و آزاد پزشکی - ۷۳)

۲۰۱- هر حجم پنتان (به حالت گاز) با چند حجم هوا به‌طور کامل می‌سوزد؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۳۵ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

۲۰۲- برای واکنش کامل  $10/0 \text{ L}$  نیتروژن، به ترتیب از راست به چپ به چند لیتر هیدروژن نیاز است و در این واکنش چند لیتر گاز آمونیاک

(شود را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۵ کتاب درسی)

تولید می‌شود؟

- (۱)  $20 - 10$  (۲)  $30 - 20$  (۳)  $20 - 30$  (۴)  $40 - 30$

(آزاد ۷۸ + ۱ بار تکرار مشابه)

۲۰۳-  $11/2$  گرم گاز نیتروژن در شرایط استاندارد، چه حجمی را اشغال می‌کند؟ ( $N = 14$ )

- (۱)  $22.4$  لیتر (۲)  $11/2$  لیتر (۳)  $8/96$  لیتر (۴)  $5/6$  لیتر

۲۰۴- جرم  $1/4$  لیتر از گازی در شرایط استاندارد  $2$  گرم است، این گاز کدام است؟ ( $F = 19, N = 14, H = 1, O = 16$ )

- (۱)  $\text{O}_2$  (۲)  $\text{H}_2$  (۳)  $\text{N}_2$  (۴)  $\text{F}_2$

(سراسری ۷۷ + ۱ بار تکرار مشابه)

۲۰۵-  $5/6$  سانتی‌متر مکعب از یک گاز در شرایط استاندارد، شامل چند مولکول از آن است؟

- (۱)  $3/01 \times 10^{19}$  (۲)  $6/02 \times 10^{18}$  (۳)  $9/3 \times 10^{18}$  (۴)  $15/05 \times 10^{19}$



- ۲۰۶- در ۱۱۲cc گاز هیدروژن در شرایط استاندارد تعداد اتم‌های هیدروژن چه قدر است؟ (آزاد - ۷۸)
- (۱)  $3/01 \times 10^{21}$  (۲)  $6/02 \times 10^{21}$  (۳)  $12/04 \times 10^{20}$  (۴)  $6/02 \times 10^{20}$
- ۲۰۷- بدن انسان در هر شبانه‌روز به طور متوسط ۴۴۵g گلوکوز مصرف می‌کند. هر انسان به طور متوسط در هر شبانه‌روز به چه حجمی گاز اکسیژن برای اکسایش گلوکوز در شرایط STP نیاز دارد؟ (H = ۱, O = ۱۶, C = ۱۲) (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۷۵ کتاب درسی)
- (۱) ۱۶۶L (۲) ۳۳۲L (۳) ۴۹۸L (۴) ۶۶۴L
- ۲۰۸- کلیه‌ی محصولات انفجار نیتروگلیسرین، گازی شکل هستند. از انفجار یک مول از این ماده، چند لیتر گاز تولید می‌شود؟ (سراسری - ۷۶)
- (۱) ۲۲/۴ لیتر (۲) ۸۱/۲ لیتر (۳) ۱۶۲/۴ لیتر (۴) ۶۴۹/۶ لیتر
- ۲۰۹- برای جذب ۵۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP، چند مول لیتیم هیدروکسید لازم است؟ (سراسری تهری - ۸۴)
- (۱) ۵ (۲) ۵/۶ (۳) ۸ (۴) ۸/۴
- ۲۱۰- چند لیتر گاز H<sub>۲</sub> از واکنش ۴/۸۰g منیزیم با مقدار اضافی هیدروکلریک اسید تولید می‌شود؟ (Mg = ۲۴) (شود را بیا/مابید - صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی)
- (۱) ۲/۲۴ (۲) ۲۲/۴ (۳) ۴۴/۸ (۴) ۴۴/۸
- ۲۱۱- اگر از واکنش باریم با سولفوریک اسید رقیق، ۱۱۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن تولید شده باشد، مقدار مصرفی باریم چند گرم بوده است؟ (Ba = ۱۳۷)
- (۱) ۶۸۵ (۲) ۶۸/۵ (۳) ۶/۸۵ (۴) ۰/۶۸۵
- ۲۱۲- از گرم کردن ۹g سدیم بی‌کربنات چند میلی‌لیتر گاز CO<sub>۲</sub> در شرایط استاندارد آزاد می‌شود؟ (O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱, Na = ۲۳)
- (۱) ۱۲۰۰ (۲) ۱۱۲۰۰ (۳) ۲۴۰۰ (۴) ۲۲۴۰۰
- ۲۱۳- در واکنش ۰/۱ مول هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید، چند لیتر گاز کلر در شرایط STP به دست می‌آید؟ (سراسری ریاضی مرحله‌ی دوم - ۷۶)
- (۱) ۰/۵۶ (۲) ۱/۲۸ (۳) ۱/۱۲ (۴) ۱/۲۸
- ۲۱۴- در واکنش سوختن کامل ۰/۱ مول گاز اتان، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، مصرف و چند گرم آب تشکیل می‌شود؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید). (H = ۱, O = ۱۶) (سراسری تهری - ۸۵)
- (۱) ۵/۴, ۷/۸۴ (۲) ۵/۴, ۸/۹۶ (۳) ۶/۳, ۷/۸۴ (۴) ۶/۳, ۸/۹۶
- ۲۱۵- مجموع ضریب‌های مولی فراورده‌ها در واکنش تجزیه‌ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از ۵۰۰°C، پس از موازنه کدام است؟ اگر در این واکنش ۰/۵ مول گاز نیتروژن آزاد شود، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، به دست می‌آید؟ (سراسری ریاضی - ۸۸)
- (۱) ۲۲/۴ - ۷ (۲) ۲۸ - ۹ (۳) ۲۲/۴ - ۹ (۴) ۲۸ - ۷
- ۲۱۶- مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش کربن دی‌اکسید با لیتیم پراکسید کدام است و به ازای مصرف ۱۱/۵ گرم لیتیم پراکسید، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ (Li = ۷ g.mol<sup>-1</sup>, O = ۱۶ g.mol<sup>-1</sup>) (سراسری ریاضی ۸۶ - خارج از کشور)
- (۱) ۲/۳, ۷ (۲) ۲/۸, ۷ (۳) ۲/۴, ۸ (۴) ۳/۲, ۸
- ۲۱۷- از واکنش ۴۳/۵ گرم منگنز دی‌اکسید ۸۰ درصد خالص با مقدار کافی هیدروکلریک اسید، کدام گاز آزاد می‌شود و در شرایط STP، چند لیتر حجم دارد؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد). (O = ۱۶, Mn = ۵۵: g.mol<sup>-1</sup>) (سراسری تهری ۸۵ و ۸۶ - خارج از کشور)
- (۱) ۷/۸۴ - کلر (۲) اکسیژن - ۷/۸۴ (۳) کلر - ۸/۹۶ (۴) اکسیژن - ۱۱/۲۰

### واکنش‌های انجام شده در شرایط غیراستاندارد

- ۲۱۸- از گرم کردن ۱/۵۰g سدیم هیدروژن کربنات چند میلی‌لیتر گاز CO<sub>۲</sub> آزاد می‌شود؟ در دمای واکنش چگالی CO<sub>۲</sub> حدود ۱/۱۰g/L است. (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی)
- (۱) ۲۰۰ (۲) ۳۵۷ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۳۵۷



۲۱۹- در شرایطی که چگالی گاز هیدروژن  $0.06 \text{ g/L}$  است، از واکنش  $0.27$  گرم آلومینیوم با محلول هیدروکلریک اسید چند میلی لیتر گاز هیدروژن تولید می‌شود؟ ( $H = 1, Al = 27$ )

(۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۶۰

۲۲۰- برای تصفیه‌ی هوای درون فضاپیماها می‌توان از واکنش تأثیر کربن دی‌اکسید بر لیتیم پراکسید یا لیتیم هیدروکسید استفاده کرد. استفاده از کدام واکنش‌گر برای تصفیه‌ی هوای درون فضاپیماها مناسب‌تر است؟ چرا؟  
(فهود را ببینید صفحه‌ی ۲۷ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و آزاد پزشکی - ۸۵)  
(۱) لیتیم پراکسید - زیرا  $\text{CO}_2$  بیشتری مصرف کرده و اکسیژن نیز تولید می‌نماید.  
(۲) لیتیم هیدروکسید - زیرا در فراورده‌ها تولید آب می‌نماید که در فضا بسیار مورد نیاز است.  
(۳) لیتیم پراکسید - زیرا لیتیم کربنات تولید می‌نماید که یک سوخت مناسب برای فضاپیماست.  
(۴) لیتیم هیدروکسید - زیرا نسبت به لیتیم پراکسید بسیار ارزان‌تر است.

۲۲۱- برای تصفیه‌ی هوای سفینه‌های فضایی می‌توان از تأثیر کربن دی‌اکسید بر لیتیم پراکسید استفاده نمود. به‌طور متوسط هر فضاپرد در شبانه‌روز،  $20\%$  مول  $\text{CO}_2$  تولید می‌کند. اگر در این واکنش همه‌ی کربن دی‌اکسید تولید شده به مصرف برسد، مقدار اکسیژن تولید شده در یک شبانه‌روز چند لیتر خواهد بود؟ ( $O = 16$  و چگالی اکسیژن  $1/4 \text{ g/L}$  می‌باشد).

(فهود را ببینید صفحه‌ی ۲۷ کتاب درسی شماره‌ی ۱ و سراسری (یاضی) ۸۷ - فارغ از کشور)

(۱) ۲۲۴ (۲) ۲۲۸/۵ (۳) ۳۲۰ (۴) ۳۲۸/۵

۲۲۲- اگر چگالی گازی نسبت به هیدروژن برابر ۱۵ باشد، در شرایطی که حجم مولی گازها ۲۴ لیتر است، ۶ لیتر از آن چند گرم جرم دارد؟ ( $H = 1$ ) (سراسری - ۷۶)

(۱) ۱۸/۷۵ (۲) ۱۱/۲۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۳/۷۵

۲۲۳- یک گرم منگنز دی‌اکسید ناخالص با هیدروکلریک اسید  $250$  میلی لیتر گاز کلر می‌دهد. در صورتی که حجم مولی کلر در شرایط آزمایش ۲۵ لیتر باشد، درصد خلوص این نمونه منگنز دی‌اکسید کدام است؟ ( $Cl = 35.5, O = 16, Mn = 55, H = 1$ ) (سراسری تجربی - ۷۲)

(۱) ۴۳/۵ (۲) ۵۵ (۳) ۷۱ (۴) ۸۷

۲۲۴-  $55/5 \text{ mol}$  آب چند لیتر آب است؟ ( $H = 1, O = 16$  و چگالی آب را  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر بگیرید).

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴  
(فهود را ببینید - صفحه‌ی ۱۶ کتاب درسی شماره‌ی ۱۳)

۲۲۵- در  $1/08$  لیتر از یک نمونه آب دریا با چگالی  $1/1 \text{ g/cm}^3$  که شامل  $20$  درصد ناخالصی است، چند مول آب وجود دارد؟

(سراسری (یاضی) - ۸۶) ( $H = 1 \text{ g.mol}^{-1}, O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ )  
(۱) ۵۰ (۲) ۵۱ (۳) ۵۲/۸ (۴) ۵۵/۵۵

### استوکیومتری در محلول‌ها

۲۲۶- در محاسبه‌های استوکیومتری محلول‌ها، از کدام نوع غلظت استفاده می‌شود؟

(۱) غلظت معمولی (۲) غلظت مولار (۳) غلظت مولال (۴) درصد وزنی

۲۲۷- کدام بیان در تعریف غلظت مولی صحیح است؟

(۱) تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در یک لیتر حلال است.  
(۲) تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در یک لیتر محلول است.  
(۳) تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در  $1000$  گرم حلال است.  
(۴) تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در  $1000$  گرم محلول است.

۲۲۸-  $4$  گرم سود را در مقداری آب حل نموده و حجم محلول را به  $5$  لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی محلول به‌دست آمده کدام است؟ ( $\text{NaOH} = 40$ )

(۱)  $0.02$  (۲)  $0.04$  (۳)  $0.1$  (۴)  $0.8$

۲۲۹- چند مول سولفوریک اسید در آب حل نماییم تا  $0.5$  لیتر محلول سولفوریک اسید  $0.2 \text{ mol/L}$  حاصل شود؟

(۱)  $0.1$  (۲)  $0.2$  (۳)  $0.3$  (۴)  $0.4$

۲۳۰-  $100$  میلی لیتر محلول پتاس  $0.4$  مول بر لیتر شامل چند میلی مول پتاس است؟

(۱)  $10$  (۲)  $20$  (۳)  $30$  (۴)  $40$



۲۳۱- برای تهیه ۲ لیتر محلول سدیم کلرید ۰/۱ مول بر لیتر، چه قدر سدیم کلرید خالص نیاز است؟ ( $\text{NaCl} = 58.5$ )

- (نمونه‌ای حل شده - صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی)
- (۱) ۵/۸ g (۲) ۱۱/۲ g (۳) ۱۷/۴ g (۴) ۲۳/۴ g

۲۳۲- برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول سدیم کلرید  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  چند گرم سدیم کلرید خالص نیاز است؟ ( $\text{NaCl} = 58.5$ )

- (آزمایش کنید - صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی شماره‌ی ۱، قسمت آ)
- (۱) ۲۳/۴ (۲) ۱۷/۴ (۳) ۱۱/۲ (۴) ۵/۸

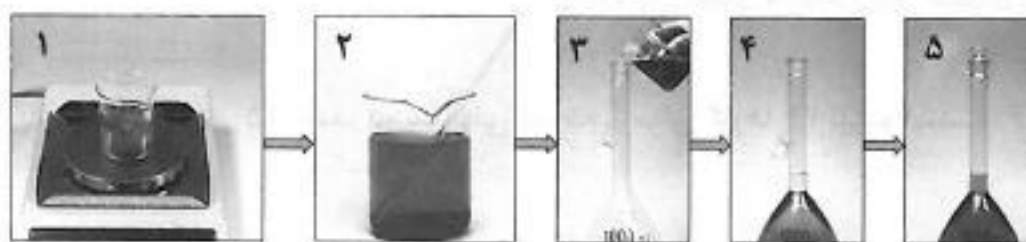
۲۳۳- برای تهیه ۲۵۰ mL محلول مس (II) سولفات  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  چند گرم مس (II) سولفات لازم داریم؟ ( $\text{O} = 16, \text{S} = 32, \text{Cu} = 64$ )

- (آزمایش کنید - صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی شماره‌ی ۱، قسمت ب)
- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۲۳۴- برای تهیه ۴۰۰ میلی لیتر محلول سود ۰/۴ مول بر لیتر، چند گرم سود خشک با خلوص ۸۰٪ نیاز داریم؟ ( $\text{NaOH} = 40$ )

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

۲۳۵- مجموعه شکل‌های زیر مراحل کدام عمل را در آزمایشگاه نشان می‌دهد؟



(۱) تهیه محلولی با غلظت معین با استفاده از حل کردن جرم مشخص از یک ماده در بالون حجمی.

(۲) تهیه محلولی با غلظت معین با استفاده از رقیق کردن حجم معینی از یک محلول غلیظ.

(۳) وزن کردن یک محلول و تعیین مقدار ماده‌ی حل‌شونده در آن.

(۴) وزن کردن یک محلول اسیدی و تعیین مقدار قلیای مورد نیاز برای خنثی کردن آن.

۲۳۶- برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۴ مول در لیتر پتاسیم دی‌کرومات، چند میلی لیتر از محلول ۰/۲ مول در لیتر آن را باید در بالون

حجمی رقیق کرد؟ (آزمایش کنید - صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی شماره‌ی ۲، قسمت آ و آزاد پزاشکی ۸۷)

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۲۳۷- برای تهیه ۱۰۰ mL محلول  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  سدیم کلرید به چند میلی لیتر از محلول  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  آن نیاز است؟

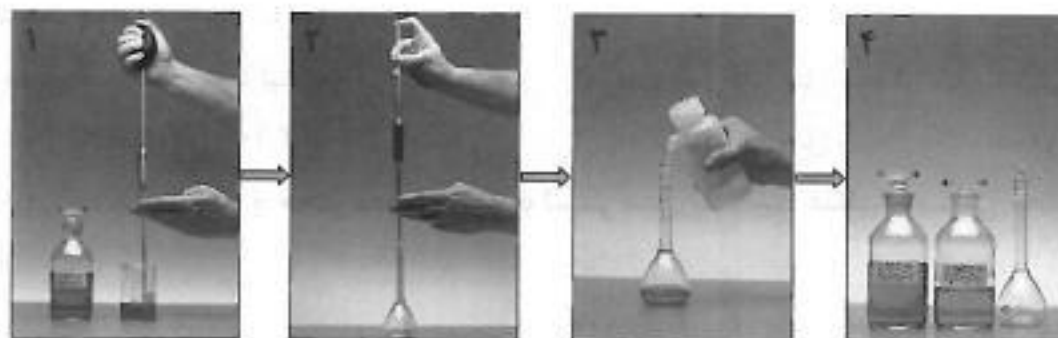
- (آزمایش کنید - صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی شماره‌ی ۲، قسمت ب)
- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

۲۳۸- برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مول در لیتر از محلول ۲ مول در لیتر سولفوریک اسید، به ترتیب چند میلی لیتر اسید غلیظ و

چند میلی لیتر آب لازم است؟ (از راست به چپ) (آزاد پزاشکی ۸۵ + ۱ بار تکرار مشابه)

- (۱) ۴۰ - ۶۰ (۲) ۳۰ - ۷۰ (۳) ۲۰ - ۸۰ (۴) ۱۰ - ۹۰

۲۳۹- مجموعه شکل‌های زیر مراحل کدام عمل در آزمایشگاه را نشان می‌دهد؟



(۱) خنثی کردن محلول‌های اسیدی و بازی با یکدیگر.

(۲) غلیظ کردن یک محلول رقیق‌تر با استفاده از یک محلول غلیظ‌تر.

(۳) تهیه محلولی با غلظت معین با استفاده از رقیق کردن حجم معینی از یک محلول غلیظ.

(۴) تهیه محلولی با غلظت معین با استفاده از حل کردن جرم مشخصی از یک ماده در بالون حجمی.



۲۴۰- نقره برومید یکی از ترکیب‌های به کار رفته در فیلم‌های عکاسی است. این ترکیب شیمیایی را می‌توان از واکنش محلول‌های آبی نقره نیترات و سدیم برومید به دست آورد. چند میلی‌لیتر محلول  $0.125 \text{ mol.L}^{-1} \text{ NaBr}$  برای واکنش با  $25 \text{ mL}$  از محلول  $0.115 \text{ mol.L}^{-1} \text{ AgNO}_3$  لازم است؟ (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۲۹ کتاب درسی و آزاد پزشکی ۸۹ عمر)

۱۱ (۱) ۲۳ (۲) ۳۲ (۳) ۴۴ (۴)

۲۴۱- چند میلی‌لیتر محلول  $0.556 \text{ mol.L}^{-1} \text{ HCl}$  برای واکنش کامل با  $25 \text{ mL}$  از محلول  $0.458 \text{ mol.L}^{-1} \text{ NaOH}$  لازم است؟ (فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۰ کتاب درسی)

۱۰ (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۴)

۲۴۲- چند میلی‌لیتر  $0.112 \text{ mol.L}^{-1} \text{ HCl}$  برای واکنش کامل با  $21/2 \text{ mL}$  از محلول  $0.15 \text{ mol.L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$  لازم است؟ (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۳۰ کتاب درسی و آزاد پزشکی ۸۹ صبح)

۲۸/۴ (۱) ۵۶/۸ (۲) ۱۱۳/۶ (۴)

۲۴۳- چند میلی‌لیتر  $0.124 \text{ mol.L}^{-1} \text{ NaOH}$  برای واکنش کامل با  $15/4 \text{ mL}$  از محلول  $0.108 \text{ mol.L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$  لازم است؟ (فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۰ کتاب درسی و آزاد ریاضی - ۸۵)

۱۳/۴ (۱) ۲۶/۸ (۲) ۵۳/۶ (۳) ۱۰۷/۲ (۴)

۲۴۴- چند میلی‌لیتر محلول  $0.3 \text{ mol.L}^{-1}$  سرب (II) نیترات برای واکنش کامل با  $150$  میلی‌لیتر محلول  $0.18 \text{ mol.L}^{-1}$  پتاسیم یدید، لازم است؟ (سراسری ریاضی - ۸۵)

۵۰ (۱) ۴۵ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴)

۲۴۵-  $20 \text{ mL}$  از محلول اسید HA با  $100 \text{ mL}$  محلول باریم هیدروکسید  $10^{-2} \text{ M}$  خنثی می‌شود. همان حجم از اسید HA با چند میلی‌لیتر محلول سود  $0.10 \text{ M}$  خنثی می‌شود؟ (المپیاد - ۸۶)

۴۰ (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰ (۴)

۲۴۶- اگر  $40$  میلی‌لیتر محلول  $0.25$  مولار اسید چند ظرفیتی  $\text{H}_n\text{A}$  با  $75$  میلی‌لیتر محلول  $0.2$  مولار یک باز دو ظرفیتی  $\text{M}(\text{OH})_p$  خنثی شود،  $n$  کدام عدد است؟ (سراسری ریاضی - ۸۸)

۲ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۴۷- چند میلی‌لیتر محلول HCl یک مول در لیتر برای ترکیب با  $0.53$  گرم سدیم کربنات لازم است؟ ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106$ ) (آزاد پزشکی - ۸۵)

۲۰ (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴)

۲۴۸-  $200$  میلی‌لیتر از هیدروکلریک اسید نیم مولار با چند گرم Al واکنش می‌دهد؟ ( $\text{Al} = 27$ ) (آزاد پزشکی ۹۰ + ۲ بار تکرار)

۰/۱۸ (۱) ۰/۲۷ (۲) ۲/۷ (۳) ۰/۹ (۴)

۲۴۹-  $40$  میلی‌لیتر محلول  $0.5$  مولار سدیم کلرید با مقدار کافی نقره نیترات، چند گرم رسوب تولید می‌کند؟ ( $\text{Cl} = 35.5$ ,  $\text{Ag} = 108$ ) (آزاد ریاضی - ۷۶)

۱/۴۳۵ (۱) ۲/۸۷ (۲) ۴/۳ (۳) ۵/۴۷ (۴)

۲۵۰- برای خنثی کردن  $80$  میلی‌لیتر محلول  $2$  مولار هیدروکلریک اسید، چند مول سدیم کربنات لازم است؟ (آزاد پزشکی ۷۶ + ۱ بار تکرار مشابه)

۰/۴ (۱) ۰/۸ (۳) ۰/۰۴ (۲) ۰/۸ (۴)

۲۵۱- برای تولید  $11/0$  گرم مس، چند میلی‌لیتر محلول  $0.5$  مولار مس (II) سولفات برای واکنش با مقدار کافی Al مورد نیاز است؟ (آزاد پزشکی - ۷۷)

۱۷۱/۵ (۱) ۳۴۳ (۲) ۵۱۴/۵ (۳) ۶۸۶ (۴)

۲۵۲-  $\frac{1}{3}$  مول سولفوریک اسید، چند میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید یک مولار را خنثی می‌کند؟ (آزاد پزشکی - ۷۷)

۵۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۴۹ (۴)

۲۵۳-  $224$  میلی‌لیتر گاز  $\text{CO}_2$  در شرایط STP، چند میلی‌لیتر محلول کلسیم هیدروکسید  $0.2$  مولار را کاملاً خنثی می‌کند؟

۱۰۰۰ (۱) ۵۰۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۵۰ (۴)

۲۵۴- اگر  $10$  میلی‌لیتر از یک نمونه‌ی محلول هیدروکلریک اسید با  $96$  میلی‌گرم منیزیم واکنش دهد،  $20$  میلی‌لیتر از همان نمونه‌ی محلول اسید، چند میلی‌گرم پتاسیم هیدروکسید را خنثی می‌کند؟ ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{Mg} = 24$ ,  $\text{K} = 39 \text{ (g.mol}^{-1}\text{)}$ ) (سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور)

۶۸۹ (۱) ۷۸۶ (۲) ۹۶۸ (۴)

۸۹۶ (۳)



۲۵۵- اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با  $۸۷/۵$  میلی گرم منیزیم کربنات ۹۶ درصد خالص، به طور کامل واکنش دهد، غلظت این محلول اسید چند مول بر لیتر ( $\text{mol.L}^{-1}$ ) است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی دهد). ( $C = ۱۲, O = ۱۶, Mg = ۲۴$ )

- (سراسری تجربی ۸۵ - فارغ از کشور) (۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۲

۲۵۶- چند میلی لیتر محلول  $۰/۸ \text{ mol.L}^{-1}$  هیدروکلریک اسید برای واکنش کامل با ۵ گرم کلسیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد لازم است؟ (ناخالصی های همراه کلسیم کربنات، با اسید واکنش نمی دهند). ( $C = ۱۲, O = ۱۶, Ca = ۴۰$ ) (سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)

- (۱) ۷۵ (۲) ۸۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۲۵

۲۵۷- اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول  $۰/۲۰$  مولار هیدروکلریک اسید با فلز آهن واکنش کامل دهد، محلول حاصل با سدیم هیدروکسید چند گرم رسوب تشکیل می دهد؟ ( $H = ۱, O = ۱۶, Fe = ۵۶ : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی - ۸۶)

- (۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۱۸ (۳) ۰/۹ (۴) ۰/۸

۲۵۸- گاز حاصل از واکنش  $۰/۰۱$  مول آمونیوم کلرید با محلول سدیم هیدروکسید، چند میلی لیتر محلول نیم مولار سولفوریک اسید را خنثی می کند؟ (آزاد ریاضی - ۸۰)

- (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) ۵ (۴) ۲۵

۲۵۹-  $۰/۲۸$  گرم فلز آهن را در سولفوریک اسید رقیق حل می کنیم. پس از انجام واکنش با افزودن آب مقطر، حجم محلول را به ۱۰۰ میلی لیتر می رسانیم. مولاریته محلول کدام است؟ ( $Fe = ۵۶, H_2SO_4 = ۹۸$ ) (آزاد ریاضی - ۸۱)

- (۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{20}$  (۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{1}{100}$

### واکنش دهنده محدودکننده و اضافی

۲۶۰- در هنگام انجام واکنش های شیمیایی معمولاً یکی از واکنش دهنده ها به مقداری ..... از مقدار استوکیومتری وجود دارد. بنابراین در جریان واکنش ..... از واکنش دهنده های دیگر به مصرف می رسد. این ماده تعیین کننده مقدار پیشرفت واکنش خواهد بود و واکنش دهنده ی ..... نامیده می شود. (آزاد تجربی - ۸۵)

- (۱) کم تر - زودتر - اضافی (۲) کم تر - زودتر - محدودکننده (۳) بیش تر - دیرتر - اضافی (۴) بیش تر - دیرتر - محدودکننده

۲۶۱- در صنعت، واکنش دهنده های ..... را به عنوان واکنش دهنده ی اضافی و واکنش دهنده ی ..... را به عنوان واکنش دهنده ی محدود کننده به کار می برند.

- (۱) کم یاب - فراوان (۲) فراوان - کم یاب (۳) گران قیمت - ارزان قیمت (۴) ارزان قیمت - گران قیمت

۲۶۲- در فرایند تولید آمونیاک  $۲۵ \text{ kg}$  نیتروژن و  $۵ \text{ kg}$  هیدروژن مخلوط می شوند. واکنش دهنده ی محدود کننده کدام است و طی این عمل چند کیلوگرم آمونیاک تولید می شود؟ ( $H = ۱, N = ۱۴$ ) (نمونه ی حل شده - صفحه ی ۳۷ کتاب درسی)

- (۱)  $۲۸ - H_2$  (۲)  $۱۴ - H_2$  (۳)  $۲۸ - N_2$  (۴)  $۱۴ - N_2$

۲۶۳- در فرایند تولید آمونیاک  $۷ \text{ m}^3$  نیتروژن و  $۲ \text{ kg}$  هیدروژن مخلوط می شوند. واکنش دهنده ی محدود کننده کدام است و طی این عمل چند کیلوگرم آمونیاک تولید می شود؟

- (۱)  $۱۰/۶ - H_2$  (۲)  $۵/۳ - H_2$  (۳)  $۱۰/۶ - N_2$  (۴)  $۵/۳ - N_2$

۲۶۴- در فرایند تولید آمونیاک  $۱۰۰۰ \text{ L}$  نیتروژن و  $۲۵۰۰ \text{ L}$  هیدروژن مخلوط می شوند. واکنش دهنده ی محدود کننده کدام است و طی این عمل چند لیتر آمونیاک تولید می شود؟

- (۱)  $۱۶۶۶ - N_2$  (۲)  $۸۳۳ - N_2$  (۳)  $۱۶۶۶ - H_2$  (۴)  $۸۳۳ - H_2$

۲۶۵-  $۲$  مول هیدروژن و  $۲$  مول اکسیژن در یک دستگاه آب سنج در مجاورت هم قرار گرفته اند. با زدن یک جرقه ی الکتریکی این دو گاز با هم واکنش می کنند. واکنش دهنده ی اضافی کدام است و چه مقدار از آن باقی می ماند؟ (فکر کنید - صفحه ی ۳۱ کتاب درسی)

- (۱) هیدروژن - نیم مول (۲) اکسیژن - نیم مول (۳) هیدروژن - یک مول (۴) اکسیژن - یک مول



۲۶۶- اگر ۲۰ گرم گاز هیدروژن را با ۱۱ مول گاز اکسیژن در یک ظرف سربسته مخلوط کرده و در آن جرقه‌ی الکتریکی ایجاد کنیم تا با هم واکنش کامل دهند، در پایان واکنش، ..... مول آب تشکیل می‌شود و ..... مول گاز ..... باقی می‌ماند. (عددها را از راست به چپ بخوانید.) (سراسری تجربی ۸۷ - خارج از کشور)

(۱) ۵، ۱۰ هیدروژن (۲) ۶، ۱۰ اکسیژن (۳) ۵، ۱۲ اکسیژن (۴) ۶، ۱۲ اکسیژن

۲۶۷- در فرایند تولید کریولیت طبق واکنش  $Al_2O_3 + NaOH + HF \rightarrow Na_3AlF_6 + H_2O$  مقدار ۲۴kg از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها را بر هم اثر داده‌ایم. واکنش‌دهنده یا واکنش‌دهنده‌های محدودکننده کدام‌اند؟ (F = ۱۹ و H = ۱، Na = ۲۳، O = ۱۶، Al = ۲۷)

(۱)  $Al_2O_3$  (۲) NaOH (۳) HF (۴) HF، NaOH

۲۶۸- سیلیسیم خالصی را که در تراشه‌های الکترونیکی و نیز در سلول‌های خورشیدی به کار می‌برند، از واکنش سیلیسیم تتراکلرید مایع و منیزیم بسیار خالص تهیه می‌کنند. چند گرم سیلیسیم خالص از واکنش کامل ۲۲۵gSiCl<sub>4</sub> و ۲۲۵gMg به دست می‌آید؟

(فود را بیا/مایید - صفحه‌ی ۳۳ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و سراسری تجربی ۸۴ و ۸۸) (Mg = ۲۴، Cl = ۳۵/۵، Si = ۲۸)

(۱) ۱۸/۵ (۲) ۳۷ (۳) ۱۳۱/۲ (۴) ۲۶۲/۵

۲۶۹- متانول را می‌توان از واکنش کربن مونواکسید و هیدروژن به دست آورد. چند گرم متانول از واکنش کامل ۳۵۶gCO با ۶۵gH<sub>2</sub> به دست می‌آید؟ (C = ۱۲، O = ۱۶، H = ۱)

(فود را بیا/مایید - صفحه‌ی ۳۳ کتاب درسی - شماره‌ی ۱)

(۱) ۲۰۳/۴ (۲) ۵۲۰ (۳) ۴۰۶/۸ (۴) ۱۰۴۰

۲۷۰- اگر مخلوط ۱۶ گرم آهن (III) اکسید و ۱۵ گرم سدیم در گرما با یک‌دیگر واکنش کامل دهند، واکنش‌دهنده‌ی اضافی کدام است و چند گرم سدیم اکسید تشکیل می‌شود؟ (O = ۱۶، Na = ۲۳، Fe = ۵۶: g.mol<sup>-1</sup>)

(سراسری ریاضی ۸۶ - خارج از کشور)

(۱) سدیم - ۱۶/۸ (۲) سدیم - ۱۸/۶ (۳) آهن (III) اکسید - ۱۶/۸ (۴) آهن (III) اکسید - ۱۸/۶

۲۷۱- انتظار دارید پس از واکنش ۱۴ گرم آهن با ۱۴ گرم گوگرد طبق واکنش  $Fe + S \rightarrow FeS$  از کدام ماده‌ی اولیه، چند گرم باقی بماند؟ (Fe = ۵۶، S = ۳۲)

(سراسری تجربی ۷۵ + ۱ بار تکرار مشابه)

(۱) آهن، ۴ (۲) گوگرد، ۶ (۳) آهن، ۸ (۴) گوگرد، ۴

۲۷۲- اگر مخلوطی از ۴ گرم گاز هیدروژن و ۴۲ گرم گاز اتن را در ظرف سربسته در مجاورت کاتالیزگر نیکل، گرم کنیم تا با هم واکنش کامل دهند، واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده، کدام است و حجم گاز درون ظرف پس از واکنش چند لیتر (در شرایط STP) است؟

(سراسری ریاضی - ۸۷)

( $H = ۱, C = ۱۲: g mol^{-1}$ )

(۱) اتن - ۳۳/۶ (۲) اتن - ۴۴/۸ (۳) هیدروژن - ۳۳/۶ (۴) هیدروژن - ۴۴/۸

۲۷۳- اگر ۲۲ گرم گاز کربن دی‌اکسید در ۲۵ لیتر محلول ۰/۰۲ مولار لیتیم هیدروکسید وارد شود و با آن واکنش دهد، واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده کدام است و چند گرم لیتیم کربنات تشکیل می‌شود؟ (Li = ۷، C = ۱۲، O = ۱۶)

(سراسری تجربی - ۸۷ و سراسری تجربی - ۸۵، خارج از کشور)

(۱) لیتیم هیدروکسید - ۳۷ (۲) کربن دی‌اکسید - ۱۸/۵ (۳) کربن دی‌اکسید - ۳۷ (۴) لیتیم هیدروکسید - ۱۸/۵

۲۷۴- ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱۴ مولار منیزیم کلرید را به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲ مولار نقره نیترات اضافه می‌کنیم. واکنش‌دهنده‌ی اضافی کدام و مولاریته‌ی آن چند مول بر لیتر است؟

(سراسری تجربی ۸۶ + ۱ بار تکرار مشابه)

(۱) نقره نیترات - ۰/۰۰۱ (۲) نقره نیترات - ۰/۰۰۰۲ (۳) منیزیم کلرید - ۰/۰۰۲ (۴) منیزیم کلرید - ۰/۰۰۱

### بازدهی واکنش‌های شیمیایی

۲۷۵- مقدار فراورده‌های مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری را مقدار ..... می‌نامند که در واقع ..... مقدار ممکن فراورده که در یک واکنش می‌تواند تولید شود را نشان می‌دهد.

(۱) عملی - کم‌ترین (۲) عملی - بیشترین (۳) نظری - کم‌ترین (۴) نظری - بیشترین

۲۷۶- در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مقدار فراورده‌های به دست آمده ..... از مقدار محاسبه شده است. در بیشتر موارد، مقدار عملی خیلی ..... از مقدار نظری است.

(۱) بیشتر - بیشتر (۲) بیشتر - کم‌تر (۳) کم‌تر - کم‌تر (۴) کم‌تر - بیشتر



۲۷۷- کدام رابطه، بازدهی درصدی واکنش را به درستی نشان می‌دهد؟

(۱) $\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}$	(۲) $\frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}}$	(۳) $\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$	(۴) $\frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times 100$
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

۲۷۸- گاز متان را می‌توان از واکنش زغال سنگ با بخار آب بسیار داغ تهیه کرد. در صورتی که بازدهی درصدی واکنش ۸۵٪ باشد، چند کیلوگرم متان از واکنش ۲۱۰kg زغال سنگ با مقدار اضافی بخار آب به وجود می‌آید؟

(فهد را بیازمایید صفحه‌ی ۳۵ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و آزاد پزشتی - ۸۴)

(۱) ۷۱۳	(۲) ۱/۳۳	(۳) $1/13 \times 10^3$	(۴) $1/33 \times 10^3$
---------	----------	------------------------	------------------------

۲۷۹- ۲۵/۵g از گرد خالص فلز روی با مقدار اضافی گاز کلر واکنش می‌دهد. پس از پایان واکنش ۶۵/۲g از روی کلرید به دست می‌آید. مقدار نظری (برحسب گرم) و بازدهی درصدی این واکنش به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (Cl = ۳۵/۵, Zn = ۶۵/۴)

(نمونه‌ی مل‌شده صفحه‌ی ۳۴ کتاب درسی و سراسری ریاضی - ۸۴)

(۱) ۸۸/۱ - ۹۲/۴	(۲) ۸۸/۱ - ۷۴	(۳) ۵۷/۳ - ۹۲/۴	(۴) ۵۷/۳ - ۷۴
-----------------	---------------	-----------------	---------------

۲۸۰- در یک آزمایش ۳۶g روی را با ۳۰g گوگرد واکنش داده‌اند و مقدار ۴۲/۵g روی سولفید به دست آورده‌اند. بازدهی درصدی این واکنش کدام است؟ (S = ۳۲/۶, Zn = ۶۵/۴)

(آزاد کمری فارع از کشور ۹۰ و فهد را بیازمایید صفحه‌ی ۳۴ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

(۱) ۴۷/۸	(۲) ۳۹/۴	(۳) ۷۸/۸	(۴) ۹۴/۲
----------	----------	----------	----------

۲۸۱- از واکنش ۴/۵ گرم  $Fe_2O_3$  با گاز هیدروژن، ۲/۶ گرم فلز به دست می‌آید. بازدهی واکنش چند درصد است؟ (المپیاد - ۷۶)

( $Fe_2O_3 = 159/7, Fe = 55/85$ )

(۱) ۳۷/۵	(۲) ۸۲/۶	(۳) ۷۰/۰	(۴) ۹۴/۲
----------	----------	----------	----------

(۳) ۵۷/۸

۲۸۲- در تصفیه‌ی هوای سفینه‌های فضایی، به ازای مصرف ۴۶۰ گرم لیتیم پراکسید با بازدهی ۹۰ درصد، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، آزاد می‌شود؟ ( $Li = 7 \text{ gmol}^{-1}, O = 16 \text{ gmol}^{-1}$ )

(سراسری ریاضی - ۸۷)

(۱) ۱۱۲	(۲) ۲۲۴	(۳) ۱۰۰/۸	(۴) ۱۰۱/۶
---------	---------	-----------	-----------

۲۸۳- هرگاه ۲/۸۰ لیتر گاز نیتروژن و ۸/۴۰ لیتر گاز هیدروژن که هر یک در دما و فشار استاندارد (STP) است، به منظور تشکیل آمونیاک با هم مخلوط نماییم و سپس شرایط انجام واکنش را فراهم سازیم، چند مول گاز آمونیاک به شرطی که بازدهی واکنش ۴۰ درصد باشد تشکیل می‌شود؟

(۱) ۰/۱۰	(۲) ۰/۲۰	(۳) ۰/۳۰	(۴) ۰/۴۰
----------	----------	----------	----------

۲۸۴- چند گرم منیزیم کلرید از واکنش کامل ۱۰۰ گرم  $SiCl_4$  و ۹۰٪ و ۱۵۰ گرم منیزیم ۶۰٪ به دست می‌آید؟ (اگر بازدهی درصدی واکنش ۸۰٪ باشد). (Si = ۲۸, Cl = ۳۵/۵, Mg = ۲۴)

(۱) ۲۵	(۲) ۸۰	(۳) ۹۰	(۴) ۱۰۰
--------	--------	--------	---------

۲۸۵- اگر بازدهی درصدی واکنش ۸۵ گرم سیلیسیم تتراکلرید با فلز منیزیم، برابر با ۹۰ درصد باشد، در این صورت چند گرم سیلیسیم به دست می‌آید؟ (Si = ۲۸, Cl = ۳۵/۵)

(سراسری تهرانی - ۸۵)

(۱) ۱۲/۶	(۲) ۸/۰۹	(۳) ۱۰/۲۵	(۴) ۱۱/۱۵
----------	----------	-----------	-----------

۲۸۶- از تجزیه‌ی گرمایی ۲۵/۲ گرم سدیم هیدروژن کربنات بر اثر گرما، با بازدهی ۸۰ درصد، چند گرم سدیم کربنات به دست می‌آید؟ (H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳)

(سراسری ریاضی ۸۵ - فارع از کشور)

(۱) ۱۲/۷۲	(۲) ۱۳/۸۴	(۳) ۱۴/۶۵	(۴) ۱۵/۹۸
-----------	-----------	-----------	-----------

۲۸۷- واکنش  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  با بازدهی ۵۰٪ انجام می‌گیرد. برای تهیه‌ی نیم مول آمونیاک به چند مول نیتروژن نیاز است؟

(۱) ۰/۵	(۲) ۱	(۳) $\frac{1}{4}$	(۴) ۲
---------	-------	-------------------	-------

(المپیاد - ۷۴)

۲۸۸- بازدهی واکنش  $Fe_2O_3$  با مقادیر زیاد هیدروژن، ۸۲/۵٪ است. برای تهیه‌ی ۲/۶g آهن خالص به چند گرم از این اکسید نیاز است؟ (Fe = ۵۶, O = ۱۶)

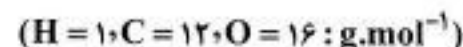
(المپیاد - ۷۷)

(۱) ۴/۵۰	(۲) ۳/۱۵	(۳) ۳/۱۵	(۴) ۳/۰۷
----------	----------	----------	----------



۲۸۹- از واکنش ۰/۵ مول سالیسیلیک اسید با مقدار کافی متانول، با بازدهی ۹۰ درصد، چند گرم متیل سالیسیلات می‌توان تهیه کرد؟

(سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور)



۶۸/۴ (۴)

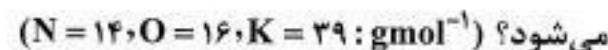
۶۵/۴ (۳)

۶۴/۵ (۲)

۶۲/۵ (۱)

۲۹۰- اگر ۲۵/۲۵ گرم پتاسیم نیترات ۸۰ درصد خالص بر اثر گرما به میزان ۵۰ درصد، در دمای بالاتر از  $500^{\circ}C$  تجزیه شود، چند مول گاز آزاد

(سراسری تهرانی - ۸۷)



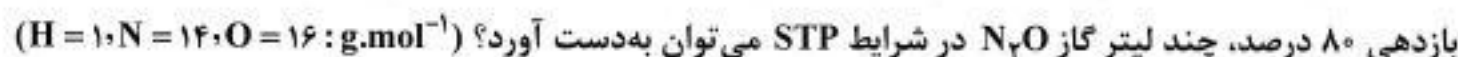
۱/۲۵ (۴)

۰/۸۱۵ (۳)

۰/۲۵۷ (۲)

۰/۱۷۵ (۱)

۲۹۱- بر اساس معادله‌ی واکنش:  $NH_4NO_3(s) \xrightarrow{\text{گرما}} N_2O(g) + 2H_2O(g)$ ، از تجزیه‌ی گرمایی ۵۰ گرم آمونیوم نیترات ۸۰ درصد خالص با



(سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

۶/۱۲ (۲)

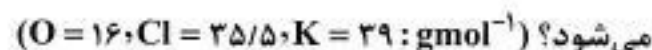
۸/۹۶ (۱)

۴/۱۲ (۴)

۳/۲۵ (۳)

۲۹۲- چند گرم پتاسیم کلرات ۸۰ درصد خالص اگر بر اثر گرما به میزان ۵۰ درصد تجزیه شود، ۶/۷۲ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP آزاد

(سراسری تهرانی - ۸۷ فارغ از کشور و سراسری ریاضی - ۸۸)



۵۶/۱۲ (۴)

۶۱/۲۵ (۳)

۶۵/۱۴ (۲)

۵۲/۲۵ (۱)

۲۹۳- اگر ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^{\circ}C$  به میزان ۵۰ درصد در ظرفی، تجزیه شود، جرم باقی‌مانده‌ی جامد در ظرف

(سراسری تهرانی - ۸۸)



۱۲/۵ (۴)

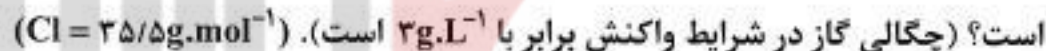
۱۴/۸ (۳)

۱۶/۴ (۲)

۱۹/۶ (۱)

۲۹۴- اگر از واکنش منگنز دی‌اکسید کافی با ۱/۲ مول هیدروکلریک اسید، مقدار ۵/۸۴۲ لیتر گاز به دست آید، بازدهی درصدی واکنش کدام

(سراسری ریاضی - ۸۶)



۹۰ (۴)

۸۵ (۳)

۸۲ (۲)

۸۰ (۱)

### استوکیومتری و زندگی

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۲۹۵- گازی که در کیسه‌ی هوای اتومبیل‌ها جهت ایمنی بیشتر به کار می‌رود کدام است؟

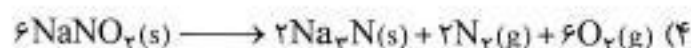
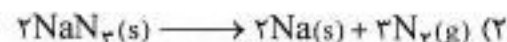
هوا (۴)

نیتروژن (۳)

کربن دی‌اکسید (۲)

نیتروژن دی‌اکسید (۱)

۲۹۶- گاز نیتروژنی که به سرعت، کیسه‌های هوای خودروها را پر می‌کند از کدام واکنش تجزیه‌ی زیر فراهم می‌شود؟



(آزاد ریاضی - ۸۴)

۲۹۷- برای تولید گاز کیسه‌ی هوای خودروها به هنگام تصادف از کدام ماده‌ی زیر استفاده می‌شود؟

$Na_5N$  (۴)

$NaN_3$  (۳)

$Na_3N$  (۲)

$Na_7N_3$  (۱)

۲۹۸- چرا واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید ( $NaN_3$ ) به تنهایی نمی‌تواند باعث پر شدن ناگهانی کیسه‌های هوای خودروها شود؟

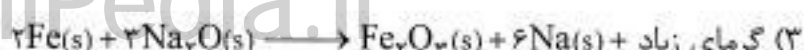
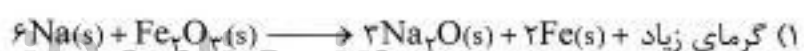
(۱) واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید آهسته است.

(۲) گاز نیتروژن تولید شده از این واکنش ناچیز است.

(۳) گاز نیتروژن دوباره با سدیم ترکیب شده و تولید سدیم آزید می‌کند.

(۴) گاز نیتروژن برای باد کردن کیسه‌ها نیاز به انبساط ناگهانی و دمای بالا دارد.

۲۹۹- برای تأمین دمای بالا جهت انبساط ناگهانی کیسه‌های هوای خودروها از کدام واکنش زیر استفاده می‌گردد؟





۳۰۰- واکنش  $\text{Na}_2\text{O}(s) + 2\text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow 2\text{NaHCO}_3(s)$ ، به منظور ..... در کتاب درسی مطرح شده است.

- (۱) حذف سدیم اکسید از کیسه‌ی هوای خودرو  
(۲) نشان دادن خاصیت بازی سدیم اکسید (سراسری تهری، ۸۵ - قاره از کشور)  
(۳) نشان دادن خاصیت اسیدی کربن دی‌اکسید  
(۴) تولید سدیم هیدروژن کربنات مورد نیاز صنایع

۳۰۱- فرض کنید برای پر شدن مناسب یک کیسه‌ی هوا به ۶۵/۱ لیتر گاز  $\text{N}_2$  نیاز است. به چند گرم  $\text{NaN}_3(s)$  برای دستگاه مولد گاز نیاز است تا این مقدار گاز  $\text{N}_2$  را تولید کند؟ چگالی گاز  $\text{N}_2$  در دمای واکنش به‌طور تقریبی  $0.916 \text{ g/L}$  است. ( $\text{N} = 14, \text{Na} = 23$ )

(فرد را بیازمایید - صفحه‌ی ۳۷ کتاب درسی و سراسری ریاضی - ۸۵ قاره از کشور)

- (۱) ۱۳۸/۴ (۲) ۹۲/۲ (۳) ۷۳/۳ (۴) ۴۶/۲

۳۰۲- از تجزیه‌ی ۶/۵ گرم  $\text{NaN}_3$  چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی تقریبی  $0.9 \text{ g.L}^{-1}$  آزاد می‌شود؟ ( $\text{N} = 14, \text{Na} = 23; \text{g.mol}^{-1}$ )

- (۱) ۲/۴۵ (۲) ۳/۱۵ (۳) ۶/۷۴ (۴) ۴/۶۷ (سراسری تهری - ۸۶)

۳۰۳- بنزین یک ماده‌ی شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چندین هیدروکربن متفاوت است که دارای ..... تا ..... اتم کربن هستند. به‌طور میانگین می‌توان بنزین خودروها را به‌صورت ایزواکتان خالص که ..... اتم کربن دارد، در نظر گرفت.

- (۱) ۸-۱۲-۶ (۲) ۸-۱۲-۵ (۳) ۹-۱۴-۶ (۴) ۹-۱۴-۵

۳۰۴- در موتور خودروها بنزین و اکسیژن هوا باید در یک نسبت نزدیک به نسبت‌های مولی معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش سوختن بنزین با هم مخلوط شوند. نسبت مولی اکسیژن به بنزین در این معادله کدام است؟

- (۱)  $\frac{5}{1}$  (۲)  $\frac{5}{2}$  (۳)  $\frac{25}{2}$  (۴)  $\frac{25}{4}$

۳۰۵- نسبت مولی سوخت به اکسیژن در موتور خودرویی که با سرعت معمولی حرکت می‌کند به جای نسبت استوکیومتری ۱ به ۱۲/۵ در نسبت ۱ به ۱۶ نگهداری می‌شود. این در حالی است که در هنگام روشن کردن موتور این نسبت ۱ به ۱۲ و در هنگامی که موتور در جا کار می‌کند، این نسبت ۱ به ۹ است. در هر حالت واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) اکسیژن - سوخت - اکسیژن  
(۲) اکسیژن - سوخت - سوخت  
(۳) سوخت - اکسیژن - اکسیژن  
(۴) سوخت - اکسیژن - سوخت (فکر کنید - صفحه‌ی ۳۸ کتاب درسی)

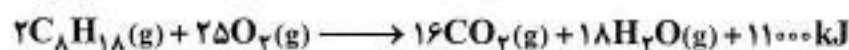
۳۰۶- راه مناسب به‌سوزی موتور خودروها، تنظیم عملی نسبت هوا به سوخت است. به‌طور تقریبی نسبت هوا به بنزین باید چگونه باشد؟

- (۱)  $\frac{125}{2}$  (۲)  $\frac{75}{2}$  (۳)  $\frac{5}{2}$  (۴)  $\frac{25}{2}$

۳۰۷- یک خودرو در یک مسیر بین شهری به‌طور متوسط در هر ساعت ۰/۸ لیتر بنزین مصرف می‌نماید. اگر چگالی بنزین مصرفی به حالت مایع برابر  $0.8 \text{ g/mL}$  باشد، این خودرو برای احتراق کامل بنزین در هر دقیقه به چند لیتر هوا نیازمند است؟ ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12$ )

- (۱) ۲۷/۵ (۲) ۱۲۴/۷ (۳) ۱۶۴۷ (۴) ۷۴۸۵

۳۰۸- اگر معادله‌ی نمادی سوختن نوعی بنزین در موتور خودرو به‌صورت زیر باشد:



ضمن سوختن هر ۱۰۰ cc از آن، چند کیلوکالری انرژی آزاد می‌شود؟ ( $\rho_{\text{C}_8\text{H}_{18}(l)} = 0.8 \text{ g.cc}^{-1}, \text{C} = 12, \text{H} = 1$ )

- (۱)  $9/23 \times 10^2$  (۲)  $3/85 \times 10^2$  (۳)  $9/23 \times 10^5$  (۴)  $3/85 \times 10^6$

۳۰۹- در یک آزمایش که بر روی نوعی بنزین (ایزواکتان خالص) انجام پذیرفت، مشخص گردید به ازای سوختن هر لیتر از آن ۱۳۴۴ لیتر

گاز  $\text{CO}_2$  در شرایط STP تولید می‌شود. چگالی به حالت مایع این بنزین برحسب  $\text{g.cm}^{-3}$  کدام است؟ ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12$ )

- (۱) ۰/۶۷۵ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۰/۵۷ (۴) ۰/۸۵۵

(سراسری تهری - ۸۸)

۳۱۰- کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) عامل اصلی تخریب لایه‌ی اوزون، واکنش‌هایی است که در آن‌ها CFC ها شرکت دارند.  
(۲) استوکیومتری، با ارتباط کمی میان مقادیر واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در واکنش‌های شیمیایی سر و کار دارد.  
(۳) قانون آووگادرو بیان می‌کند که در دما و فشار ثابت، گازها با نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌دهند.  
(۴) برای پر کردن یک کیسه‌ی هوای خودرو، با حجم ۶/۷۳ لیتر گاز (در شرایط STP)، ۰/۲ مول سدیم آزید لازم است.

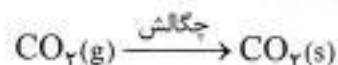


# پاسخ‌های تشریحی قسمت اول

## واکنش‌های شیمیایی

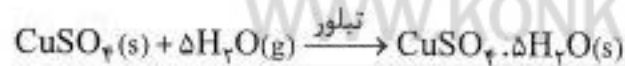
(از صفحه‌ی ۱ تا ۱۴ کتاب درسی)

- ۱- (۲) تغییرهایی که در آن‌ها تنها حالت فیزیکی ماده تغییر می‌کند و ساختار ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن دچار تغییر نمی‌شود، تغییر فیزیکی نامیده می‌شود. مانند: ذوب شدن یخ، تبخیر آب و ذوب شدن قند.
- ۲- (۳) آزاد کردن انرژی به صورت گرما، نور یا صورت معمولاً از ویژگی‌های واکنش‌های شیمیایی است.
- ۳- (۱) در تغییرهای فیزیکی، حالت فیزیکی (جامد، مایع، گاز) ماده تغییر می‌کند، ولی ماهیت و ساختار ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن دچار تغییر نمی‌شود.
- ۴- (۳) جامد شدن کربن دی‌اکسید یک تغییر حالت فیزیکی از گاز به جامد است که به آن چگالش گفته می‌شود و منجر به تولید یخ خشک می‌گردد.



### اکنون سایر گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: متبلور شدن مس (II) سولفات همراه با تشکیل پیوند میان مس (II) سولفات و مولکول‌های آب است.



مس (II) سولفات

کات کبود

گزینه ۲: قسمت عمده‌ی انحلال آمونیاک در آب به صورت مولکولی و قسمت کمی از آن به صورت یونی انجام می‌پذیرد. در انحلال مولکولی، میان مولکول‌های آب و آمونیاک پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود و در انحلال یونی، واکنش شیمیایی زیر صورت می‌گیرد.



گزینه ۳: انحلال سولفوریک اسید در آب همراه با یونش اسید می‌باشد که جنبه‌ی شیمیایی دارد.



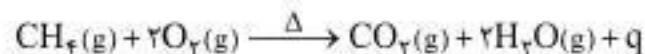
- ۵- (۴) ترکیب شدن با یک اسید از خواص شیمیایی مواد به شمار می‌رود.
- ۶- (۱) ذوب شدن، تبخیر و میعان از جمله تغییرهای فیزیکی هستند و تخریب لایه‌ی اوزون، زنگ زدن آهن، سوختن کاغذ، ترش شدن شیر و حتی هضم غذا و تنفس از جمله تغییرهای شیمیایی می‌باشند.
- ۷- (۴) ذوب شدن قند یک تغییر فیزیکی است و سیاه شدن قند در اثر حرارت که ناشی از واکنش آن با اکسیژن هوا می‌باشد، یک تغییر شیمیایی است.
- ۸- (۱) عامل اصلی تخریب لایه‌ی اوزون واکنش‌هایی است که در وقوع آن‌ها کلروفلوئوروکربن‌ها (CFC ها) مشارکت دارند.
- ۹- (۲) شیمی‌دان‌ها با مطالعه‌ی واکنش‌های شیمیایی بسیاری که امکان انجام شدن آن‌ها در لایه‌ی استراتوسفر فراهم است، نشان داده‌اند که مولکول‌های اوزون به جای ایفای نقش در واکنش‌هایی که به جذب پرتوهای پراترزی و خطرناک فرابنفش خورشید می‌انجامد، در واکنش‌های شیمیایی دیگری درگیر می‌شوند که به دلیل حضور اتم‌های کلر حاصل از شکسته شدن مولکول‌های CFC در لایه‌ی استراتوسفر به وقوع می‌پیوندد.
- ۱۰- (۴) هر دو مولکول نمایش داده شده جزو دسته‌ی CFC ها بوده و مولکول‌هایی قطبی هستند زیرا ۴ اتم متصل به کربن یکسان نیست. در این دسته ترکیب‌ها، اتم کلر حاصل از CFC با اوزون در لایه‌ی استراتوسفر واکنش داده و باعث تخریب لایه‌ی اوزون می‌شود.
- ۱۱- (۲) یک معادله‌ی شیمیایی را می‌توان به صورت نوشتاری یا نمادی نمایش داد. به نمایش یک معادله‌ی شیمیایی با استفاده از نام شیمیایی مواد شرکت کننده در آن، معادله‌ی نوشتاری می‌گویند و به نمایش یک معادله‌ی شیمیایی با استفاده از نمادها و فرمول‌های شیمیایی مواد شرکت کننده در آن معادله‌ی نمادی گفته می‌شود.
- ۱۲- (۱) سوختن کامل گاز متان منجر به تولید کربن دی‌اکسید و آب می‌شود. (رد گزینه‌های ۲ و ۴) ضمناً گزینه‌ی (۳) معادله‌ی نوشتاری نبوده بلکه معادله‌ی نمادی موازنه نشده‌ی سوختن کامل گاز متان است.
- ۱۳- (۲) عامل اصلی تخریب لایه‌ی اوزون (O<sub>3</sub>) واکنش‌هایی است که در وقوع آن‌ها کلروفلوئوروکربن‌ها (CFC ها) مشارکت دارند. به طوری که اتم‌های کلر (Cl) حاصل از شکسته شدن مولکول‌های CFC در لایه‌ی استراتوسفر با اوزون وارد واکنش می‌شوند.



۱۴- (۴) با وارد کردن علامت‌ها و نمادهای ویژه‌ای به معادله‌ی واکنش می‌توان اطلاعاتی را در معادله‌ی آن وارد کرد. اطلاعات موجود در یک معادله‌ی شیمیایی نشان‌دهنده‌ی فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی (جامد، مایع، گاز) واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و نیز شرایط لازم برای انجام واکنش است و اطلاعاتی هم‌چون چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده‌ها و نکته‌های ایمنی را دربر ندارد. برای دستیابی به این موارد باید به شرح عملی اجرای آن واکنش شیمیایی مراجعه شود. شرح عملی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی در منابع علمی معتبر یافت می‌شود.

۱۵- (۱) نماد q نشان‌دهنده‌ی گرمای آزاد شده یا گرفته شده در یک واکنش می‌باشد. اگر نماد q در سمت راست معادله باشد نشان‌دهنده‌ی آزاد شدن گرما و واکنش گرماده است و اگر نماد q در سمت چپ معادله باشد نشان‌دهنده‌ی گرفته شدن گرما و واکنش گرماگیر می‌باشد.

۱۶- (۳) این نماد نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای انجام واکنش باید گرم شوند. در رد گزینه‌ی (۱) باید گفت: ممکن است واکنش برای شروع نیاز به گرما داشته باشد ولی پس از انجام، گرمای زیادی تولید کند و واکنش گرماده باشد. مانند سوختن گاز شهری (CH<sub>۴</sub>) که برای سوختن نیاز به گرمای اولیه (شعله‌ی کبریت) دارد ولی پس از سوختن گرمای زیادی تولید می‌کند.



۱۷- (۴) فشار، دما و کاتالیزگر یک واکنش را می‌توان بر روی پیکان آن واکنش نمایش داد. این در حالی است که اطلاعات موجود در یک واکنش نکته‌های ایمنی را دربر ندارد.

۱۸- (۱) (g) مخفف gas به معنای گاز است. (l) مخفف liquid به معنای مایع است. (aq) مخفف aqueous به معنای محلول آبی است. (s) مخفف solid به معنای جامد است. (sol) مخفف solution به معنای محلول (غیرآبی) است.

۱۹- (۴) از سوختن گاز متان، گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب یعنی H<sub>۲</sub>O(g) پدید می‌آید. در گزینه‌ی (۱) وجود H<sub>۲</sub>O(l) (آب مایع) نادرست است. سوختن گاز متان گرماده است. در گزینه‌ی (۲) وجود نماد q در سمت چپ معادله و گرماگیر بودن واکنش نادرست است و در گزینه‌ی (۳) هر دوی این موارد نادرست است.

۲۰- (۳) اگرچه تعداد مولکول‌های دو طرف معادله‌ی سوختن کامل متان با هم برابر است ولی این موضوع کاملاً اتفاقی است. در واقع در یک واکنش شیمیایی بنابر قانون پایستگی جرم، تنها باید تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر باشد و هیچ لزومی به برابری تعداد مولکول‌های دو طرف معادله نیست.

۲۱- (۱) در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش همان اتم‌ها به شیوه‌ی دیگری به هم متصل می‌شوند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند. از این‌رو در یک معادله‌ی شیمیایی تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله باید یکسان باشد، در غیر این صورت معادله‌ی واکنش را موازنه نشده می‌گویند.

۲۲- (۴) این تست بسیار ساده‌تر از آن چیزی است که به نظر می‌رسد. به معادله‌ی واکنش توجه کنید.



برای آن که قانون پایستگی جرم در معادله‌ی فوق برقرار باشد، باید مجموع جرم مواد سمت چپ معادله با مجموع جرم مواد سمت راست برابر باشد. از این‌رو کافی است اختلاف جرم مواد واکنش‌دهنده و فراورده‌ها را حساب کرده و برابر جرم هیدروژن آزاد شده قرار دهیم.

$$\text{جرم هیدروژن آزاد شده} = 3/6 \text{ g} + 15 \text{ g} - 18/4 \text{ g} = 0/2 \text{ g H}_2$$

۲۳- (۲) در این تصویر، جرم واکنش‌دهنده‌ها قبل از انجام واکنش با جرم فراورده‌ها پس از انجام واکنش برابر است و نشان می‌دهد در یک واکنش شیمیایی، صرف‌نظر از نوع واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، واکنش انجام شده از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند.

۲۴- (۱) در مورد جمله‌ی (ا) برای آن که قانون پایستگی جرم برقرار باشد، باید تعداد کل اتم‌ها در دو طرف معادله‌ی واکنش با هم برابر باشد. در مورد جمله‌ی (ب) موازنه بودن یک واکنش به این معنا است که از هر عنصر، تعداد اتم‌های یکسانی در دو طرف معادله وجود داشته باشد. در مورد جمله‌ی (پ) شرط موازنه بودن واکنش این نیست که تعداد اتم‌های هر عنصر با تعداد اتم‌های عنصر دیگر برابر باشد. برای مثال در واکنش موازنه شده‌ی  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  تعداد اتم‌های H دو برابر تعداد اتم‌های O می‌باشد. در مورد جمله‌ی (ت) نیز شرط موازنه بودن واکنش این نیست که تعداد کل مولکول‌ها در دو طرف معادله با هم برابر باشد. برای مثال در واکنش موازنه‌شده‌ی  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  در سمت چپ معادله سه مولکول ولی در سمت راست معادله تنها دو مولکول وجود دارد.

۲۵- (۳) برای موازنه کردن یک معادله‌ی شیمیایی نباید زیروندها و نمادهای شیمیایی موجود در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها را جابه‌جا کرد، بلکه بایستی ضرایب مناسبی برای واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها انتخاب کرد. به نحوی که با قرار دادن آن‌ها تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله‌ی واکنش برابر شود. بر طبق قرارداد ضرایب موجود در یک معادله‌ی موازنه شده بایستی کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیرکسری) ممکن باشد. برای مثال واکنش  $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$  از نظر تعداد اتم‌ها موازنه است ولی باید با ضرب کردن همه‌ی ضرایب معادله در عدد ۲، معادله را به صورت  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  نوشت.



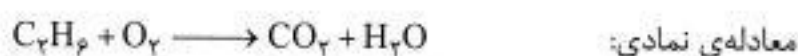
۲۶- (۳) در مورد گزینه‌ی (۱) دانش‌آموز اول برای موازنه‌ی تعداد اکسیژن‌ها، زیروندها را تغییر داده است، به طوری که  $SO_2$  را تبدیل به  $SO$  کرده است که نادرست می‌باشد. در مورد گزینه‌ی (۲) دانش‌آموز دوم برای موازنه از ضریب کسری  $\frac{3}{4}$  برای اکسیژن استفاده کرده است که نادرست می‌باشد و باید با ضرب کردن طرفین معادله در عدد ۲ این ضریب کسری را از بین ببرد و در مورد گزینه‌ی (۴) دانش‌آموز چهارم از ساده‌ترین و کوچک‌ترین اعداد صحیح ممکن استفاده نکرده است و باید ضرایب طرفین معادله را با تقسیم بر عدد ۲ به ضرایب کوچک‌تری تبدیل کند.

۲۷- (۲) درسنامه‌ی زیر را به دقت بفهوانید.

درسنامه

### مراحل مشترک موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی

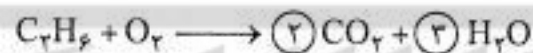
**مرحله‌ی اول** ابتدا معادله‌ی موازنه نشده‌ی واکنش را می‌نویسیم و سپس تعداد اتم‌های هر عنصر را در دو طرف معادله شمارش می‌نماییم.



تعداد اتم‌های C	۲	۱
تعداد اتم‌های H	۶	۲
تعداد اتم‌های O	۲	۳

**مرحله‌ی دوم** با وارد کردن ضرایب مناسب تعداد اتم‌های عنصرهایی را موازنه می‌کنیم که در طرف راست یا چپ معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارند.

عنصر کربن در طرف چپ تنها به صورت  $C_2H_6$  و در طرف راست به صورت  $CO_2$  وجود دارد. عنصر هیدروژن نیز در طرف چپ تنها به صورت  $C_2H_6$  و در طرف راست به صورت  $H_2O$  وجود دارد. حال آن‌که عنصر اکسیژن در طرف راست در دو ترکیب  $H_2O$  و  $CO_2$  وجود دارد، پس بهتر است ابتدا تعداد اتم‌های دو عنصر کربن و هیدروژن را با به‌کار بردن ضریب ۲ برای  $CO_2$  و ضریب ۳ برای  $H_2O$  موازنه کنیم.



تعداد اتم‌های C	۲	✓	۲
تعداد اتم‌های H	۶	✓	۶
تعداد اتم‌های O	۲		۷

**مرحله‌ی سوم** با شمارش تعداد اتم هر یک از عنصرهای موجود در دو طرف معادله‌ی جدید و به‌کار بردن ضرایب مناسب، تعداد اتم‌های دیگر عنصرها را نیز موازنه می‌کنیم. بنابراین با به‌کار بردن ضریب  $\frac{7}{2}$  برای  $O_2$  در طرف چپ، تعداد اتم‌های اکسیژن را هم موازنه می‌نماییم.



**مرحله‌ی چهارم** در صورت پیدایش ضرایب کسری در معادله‌ی واکنش، همه‌ی ضرایب را در کوچک‌ترین عدد ممکن ضرب می‌کنیم، به نحوی که همه‌ی ضرایب به عددهای صحیح تبدیل شوند و در آخر برابری تعداد اتم‌های هر عنصر را در دو طرف معادله امتحان می‌نماییم. بنابراین همه‌ی ضرایب معادله‌ی فوق را در ۲ ضرب می‌کنیم تا عدد کسری  $\frac{7}{2}$  به عدد صحیح ۷ تبدیل شود.



تعداد اتم‌های C	۴	✓	۴
تعداد اتم‌های H	۱۲	✓	۱۲
تعداد اتم‌های O	۱۴	✓	۱۴

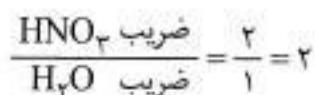
با توجه به معادله‌ی موازنه شده‌ی فوق، نسبت ضریب اکسیژن به اتان که در صورت تست خواسته شده است  $\frac{7}{2}$  می‌باشد. پس گزینه‌ی (۲) گزینه‌ی درست است.

**بچه‌ها مواظب باشید:** پیشنهاد می‌شود به منظور سرعت بخشیدن به موازنه کردن یک معادله‌ی شیمیایی از نوشتن تعداد اتم‌ها برای تک‌تک عنصرها در زیر معادله‌ی واکنش (همانند مثال فوق) خودداری کنید و پس از شمارش، در صورت یکسان بودن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف، تنها با گذاشتن علامت ✓ روی ترکیب‌های تشکیل شده از آن عنصر، برابری تعداد اتم‌های آن عنصر را مشخص کنید.

**توجه مهم:** اگر چند عنصر پیدا کردید که در طرفین معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود داشتند، برای راحتی کار می‌توانید ابتدا فلز، بعد نافلز، سپس هیدروژن (H) و در آخر اکسیژن (O) را موازنه کنید.



۲۸- (۱) هیدروژن در سمت چپ و راست معادله، فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد، پس موازنه را با هیدروژن آغاز می‌کنیم. برای این منظور با دادن ضریب ۲ برای  $\text{HNO}_3$ ، هیدروژن موازنه خواهد شد. سپس با به‌کارگیری ضریب ۳ برای  $\text{NO}_2$  نیتروژن نیز موازنه می‌شود. اکسیژن هم خود به خود موازنه خواهد شد. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو است:



۲۹- (۳) از ترکیب منیزیم با نیتروژن ماده‌ی منیزیم نیتريد ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) به‌دست می‌آید. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت زیر است:



در این واکنش، اولویت خاصی وجود ندارد و می‌توان ابتدا منیزیم (فلز) و سپس نیتروژن (نافلز) را موازنه کرد.

$$\text{مجموع ضریب‌ها} = 3 + 1 + 1 = 5$$

۳۰- (۴) تعداد کربن در دو طرف معادله برابر است. ابتدا با اعمال ضریب ۲ برای  $\text{SO}_2$ ، تعداد S را موازنه کرده و سپس با اعمال ضریب ۳ برای  $\text{O}_2$ ،

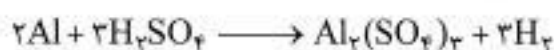
تعداد O را موازنه می‌نماییم. معادله‌ی موازنه شده به صورت روبه‌رو است:



$$\text{مجموع ضریب‌ها} = 1 + 2 + 1 + 2 = 7$$

۳۱- (۳) برای موازنه می‌توان ابتدا Al (فلز)، سپس S (نافلز) و بعد هیدروژن (H) را موازنه نمود. تعداد اکسیژن‌ها خودبه‌خود موازنه می‌شود. معادله‌ی

موازنه شده به صورت روبه‌رو است:



$$\text{مجموع ضریب‌های محصولات تولیدشده} = 1 + 3 = 4$$

۳۲- (۲) در نگاه اول تعداد فلزهای موجود در واکنش (Al و Na) در طرفین معادله برابر است. اما تعداد اتم‌های N (نافلز) نابرابر است. با اعمال

ضریب ۳ برای  $\text{NaNO}_3$  تعداد نیتروژن‌ها را برابر می‌کنیم. با ایجاد این تغییر برابری تعداد اتم‌های Na در طرفین معادله به هم می‌ریزد. با

اعمال ضریب ۳ برای NaOH مجدداً تعداد اتم‌های Na را موازنه می‌کنیم. سایر عناصر خودبه‌خود موازنه می‌گردند. معادله‌ی موازنه شده به

صورت روبه‌رو است:



$$\text{مجموع ضریب‌ها} = 1 + 3 + 1 + 3 = 8$$

۳۳- (۲) Na در طرفین معادله موازنه است، برای موازنه‌ی نیتروژن به  $\text{N}_2$  ضریب  $\frac{3}{2}$  می‌دهیم. سپس تمام ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم. تا ضرایب

کسری از بین برود. معادله‌ی موازنه شده به صورت زیر است:

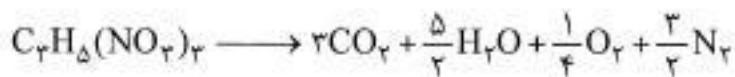


$$\text{مجموع ضرایب واکنش} = 2 + 2 + 3 = 7$$

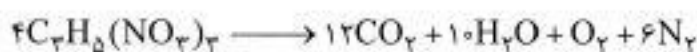
۳۴- (۴) برای موازنه‌ی کربن به  $\text{CO}_2$  ضریب ۳ و برای موازنه‌ی هیدروژن به  $\text{H}_2\text{O}$  ضریب  $\frac{5}{2}$  و برای موازنه‌ی نیتروژن به  $\text{N}_2$  ضریب  $\frac{3}{2}$  می‌دهیم.

اکنون فقط موازنه‌ی اکسیژن باقی می‌ماند. در سمت چپ معادله ۹ اتم اکسیژن وجود دارد، با به‌کارگیری ضریب  $\frac{1}{4}$  برای  $\text{O}_2$  تعداد

اکسیژن‌های سمت راست نیز به ۹ می‌رسد.



در آخر برای از بین بردن ضرایب کسری، طرفین معادله را در عدد ۴ ضرب می‌نماییم. معادله‌ی موازنه شده‌ی نهایی به صورت زیر است:



۳۵- (۲) برای موازنه‌ی هیدروژن به  $\text{H}_2\text{O}$  ضریب ۲ می‌دهیم. اکسیژن نیز خودبه‌خود موازنه خواهد شد و برای موازنه‌ی نیتروژن به  $\text{N}_2$  ضریب  $\frac{3}{2}$

خواهیم داد. سپس تمام ضرایب را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم تا ضرایب کسری به ضرایب صحیح تبدیل شوند. معادله‌ی موازنه شده به صورت



روبه‌رو است:

$$\frac{\text{H}_2\text{O} \text{ ضریب } 4}{\text{NO}_2 \text{ ضریب } 2} = 2$$

۳۶- (۲) موازنه را با فلز (K) شروع می‌کنیم. با به‌کارگیری ضریب ۲ برای  $\text{KNO}_3$  عنصر K موازنه می‌شود. طی این عمل عنصر N نیز خود به‌خود

موازنه خواهد شد. سپس با اعمال ضریب ۳ برای  $\text{CO}_2$  اکسیژن را موازنه می‌کنیم و در آخر در سمت چپ معادله، به C ضریب ۳ می‌دهیم تا

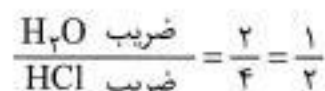
کربن نیز موازنه شود. معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو است:



$$\frac{\text{CO}_2 \text{ ضریب } 3}{\text{KNO}_3 \text{ ضریب } 2} = \frac{3}{2}$$



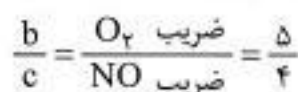
۳۷- (۲) تعداد فلز (Mn) موازنه است. اکسیژن در طرفین معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد، بنابراین ابتدا اکسیژن را موازنه می‌کنیم. با دادن ضریب ۲ به  $H_2O$  اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به‌کارگیری ضریب ۴ برای  $HCl$  هیدروژن موازنه خواهد شد. کلر نیز خودبه‌خود موازنه می‌شود. معادله‌ی واکنش موازنه شده به صورت روبه‌رو است:



۳۸- (۳) تعداد فلز (Ba) موازنه است. برای موازنه‌ی Cl به  $NH_4Cl$  ضریب ۲ می‌دهیم. سپس برای موازنه‌ی N به  $NH_3$  ضریب ۲ اختصاص می‌دهیم. در آخر برای موازنه‌ی هیدروژن‌ها برای  $H_2O$  ضریب ۱۰ به‌کار می‌بریم. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت زیر است:



۳۹- (۳) در نگاه اول تعداد نیتروژن‌ها موازنه است. برای موازنه‌ی هیدروژن به  $NH_3$  در سمت چپ ضریب ۲ و به  $H_2O$  در سمت راست ضریب ۳ می‌دهیم. با اعمال این تغییر موازنه‌ی نیتروژن نیز به هم می‌ریزد. با به‌کارگیری ضریب ۲ برای  $NO$  مجدداً نیتروژن موازنه خواهد شد. سپس برای موازنه‌ی اکسیژن به  $O_2$  ضریب  $\frac{5}{4}$  می‌دهیم. در آخر تمام ضرایب را در ۴ ضرب می‌کنیم تا ضرایب کسری به ضرایب صحیح تبدیل شوند. معادله‌ی موازنه شده به صورت روبه‌رو است:



۴۰- (۳) معادله‌ی موازنه شده‌ی هر چهار واکنش به صورت زیر است:



۴۱- (۴) با به‌کارگیری ضریب ۴ برای  $CO_2$  و ضریب ۵ برای  $H_2O$  تعداد C و H را موازنه می‌نماییم. سپس برای موازنه‌ی اکسیژن به  $O_2$  ضریب  $\frac{13}{4}$  می‌دهیم و بعد از آن تمام ضرایب‌ها را در عدد ۴ ضرب می‌نماییم تا ضرایب کسری از بین بروند. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت زیر است:



$8 + 10 = 18$  = مجموع ضرایب سمت راست واکنش

با استفاده از درسنامه‌ی زیر نیز می‌توانید فیلی سریع به این تست پاسخ دهید.

### موازنه‌ی سریع واکنش سوختن هیدروکربن‌ها

درسنامه

بچه‌های عزیز، واکنش‌های مربوط به سوختن هیدروکربن‌ها را می‌توانید، خیلی سریع به روش زیر موازنه نمایید.  
«هرگاه هیدروکربنی بسوزد به اندازه‌ی کربن‌هایش  $CO_2$  و نصف هیدروژن‌هایش  $H_2O$  تولید می‌کند. در آخر شما فقط کافی است، تعداد اکسیژن‌های سمت راست معادله را شمارش نموده و برای  $O_2$  در سمت چپ ضریب لازم را اعمال نمایید.»  
بنابراین اگر  $C_4H_{10}$  بسوزد به اندازه‌ی کربن‌هایش (۴ مول)  $CO_2$  و نصف هیدروژن‌هایش (۵ مول)  $H_2O$  تولید می‌نماید.



مشاهده می‌شود که در سمت راست ۱۳ اتم اکسیژن وجود دارد، پس به  $O_2$  در سمت چپ ضریب  $\frac{13}{4}$  می‌دهیم و سپس تمام ضرایب را در عدد ۴ ضرب می‌کنیم.



۴۲- (۱) اگر پروپان ( $C_3H_8$ ) به‌طور کامل بسوزد، به اندازه‌ی کربن‌هایش (۳ مول)  $CO_2$  و نصف هیدروژن‌هایش (۴ مول)  $H_2O$  تولید می‌نماید.



مشاهده می‌شود که در سمت راست ۱۰ اتم اکسیژن وجود دارد، پس به  $O_2$  در سمت چپ ضریب ۵ می‌دهیم. معادله‌ی موازنه شده به صورت



روبه‌رو می‌باشد:

$10 = 3 + 4 = 7$  = مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها



۴۳- (۴) اگر  $C_8H_{18}$  به طور کامل بسوزد، به اندازه‌ی کربن‌هایش (۸ مول)  $CO_2$  و نصف هیدروژن‌هایش (۹ مول)  $H_2O$  تولید می‌نماید.

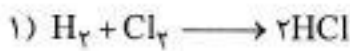


مشاهده می‌شود که در سمت راست ۲۵ اتم اکسیژن وجود دارد، پس به  $O_2$  در سمت چپ ضریب  $\frac{25}{2}$  می‌دهیم و سپس تمام ضرایب را در عدد ۲ ضرب می‌نماییم تا ضرایب کسری از بین بروند. معادله‌ی موازنه شده به صورت زیر می‌باشد:



مجموع ضرایب واکنش  $= 2 + 25 + 16 + 18 = 61$

۴۴- (۳) معادله‌ی نمادی موازنه شده‌ی واکنش‌ها به صورت زیر است:



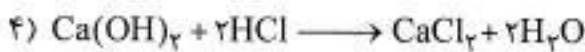
مجموع ضرایب‌ها  $= 1 + 1 + 2 = 4$



مجموع ضرایب‌ها  $= 2 + 1 + 1 + 2 = 6$



مجموع ضرایب‌ها  $= 2 + 2 + 3 = 7$



مجموع ضرایب‌ها  $= 1 + 2 + 1 + 2 = 6$



۴۵- (۲) معادله‌ی نمادی موازنه نشده‌ی واکنش مورد نظر به صورت روبه‌رو است:

تعداد فلز (Fe) را با اعمال ضریب ۲ برای Fe در سمت راست موازنه می‌نماییم. سپس با اعمال ضریب ۳ برای  $H_2O$  تعداد اکسیژن‌ها را موازنه کرده و در آخر به  $H_2$  در سمت چپ معادله ضریب ۳ می‌دهیم. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت زیر است:



مجموع ضرایب سمت راست معادله  $= 2 + 3 = 5$

در موازنه‌ی معادله‌ی واکنش‌های شیمیایی به کمک روش واری، ابتدا ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را داراست انتخاب می‌کنیم. این ترکیب می‌تواند یک واکنش‌دهنده یا یک فراورده باشد. موازنه کردن را از عنصری در این ترکیب آغاز می‌کنیم که بیشترین تعداد اتم‌ها را داراست. این عنصر نباید H یا O باشد. یون‌های چند اتمی موجود در دو طرف معادله‌ی شیمیایی نظیر  $NO_3^-$ ،  $SO_4^{2-}$ ،  $PO_4^{3-}$  و ..... را به صورت یک ترکیب واحد در نظر می‌گیریم و سپس آن‌ها را موازنه می‌کنیم. پس از هر بار تغییر در ضرایب، با محاسبه، برابر بودن تعداد اتم‌های هر یک از عنصرها را در دو سمت معادله امتحان می‌کنیم. در صورت نیاز با تغییر برخی ضرایب، معادله را برای همه‌ی عنصرها (غیر از H و O) موازنه می‌نماییم. در آخر پس از موازنه‌ی همه‌ی عنصرها، ابتدا اتم‌های H و سپس اتم‌های O را موازنه می‌کنیم. اگر پیش از این یون‌های چند اتمی موازنه شده باشند، باید بدون در نظر گرفتن تعداد اتم‌های H و O موجود در این یون‌ها، تعداد اتم‌های این دو عنصر را در ترکیب‌های دیگر موازنه کنیم.

۴۷- (۱) در روش واری موازنه را از ترکیبی شروع می‌کنیم که بیشترین تعداد اتم را داراست.

۴۸- (۲) در روش واری ابتدا ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد، انتخاب می‌کنیم. موازنه را از عنصری در این ترکیب آغاز می‌کنیم که بیشترین تعداد اتم را دارد. این عنصر نباید H یا O باشد. بنابراین باید موازنه را از عنصر Ca در ترکیب  $Ca_3(PO_4)_2$  در سمت راست که دارای بیشترین تعداد اتم است، آغاز کنیم.

۴۹- (۱) موازنه‌ی این واکنش را به روش واری انجام می‌دهیم. ابتدا تعداد اتم‌های هر یک از عنصرها را در دو طرف معادله شمارش می‌نماییم. یون چند اتمی فسفات ( $PO_4^{3-}$ ) را به صورت یک ترکیب واحد در نظر می‌گیریم. در این صورت هنگام شمارش تعداد اکسیژن‌ها، نباید تعداد اکسیژن‌های موجود در  $PO_4^{3-}$  را محاسبه نمود.



تعداد اتم‌های Ca	۱	۳
تعداد اتم‌های H	۵	۲
تعداد اتم‌های O	۲	۱
تعداد یون $PO_4^{3-}$	۱	۲

موازنه را از ترکیب  $Ca_3(PO_4)_2$  در سمت راست که دارای بیشترین تعداد اتم است، آغاز می‌کنیم. از عنصر Ca در این ترکیب شروع می‌کنیم. با به‌کارگیری ضریب ۳ برای Ca در سمت چپ تعداد اتم‌های آن موازنه می‌شود. سپس با وارد کردن ضریب ۲ برای  $H_3PO_4$  در سمت چپ، تعداد یون  $PO_4^{3-}$  را هم موازنه می‌کنیم و در آخر با به‌کارگیری ضریب ۶ برای  $H_2O$  در سمت راست، موازنه‌ی دو عنصر H و O نیز انجام می‌شود. معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو است:



مجموع ضرایب  $= 3 + 2 + 1 + 6 = 12$



۵۰- (۱) برای مشاهده نحوه موازنه و معادله موازنه شده واکنش، پاسخ تست قبل را بخوانید.

$$\frac{\text{ضریب مولی فسفریک اسید}}{\text{ضریب مولی آب}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

۵۱- (۳) اگر بخواهیم از روش واری در موازنه کمک بگیریم، باید موازنه را از  $B_3N_3H_6$  که بیشترین تعداد اتم را دارد، شروع کنیم. در این ترکیب ۳ اتم B و ۳ اتم N وجود دارد. با اختصاص ضریب‌های ۳ برای  $LiBH_4$  و  $NH_4Cl$  این دو عنصر را موازنه می‌کنیم. سپس برای موازنه‌ی

عنصرهای Li و Cl به LiCl و ۳ می‌دهیم و در آخر برای موازنه‌ی هیدروژن‌ها در سمت راست به  $H_2$  ضریب ۹ تعلق می‌گیرد.



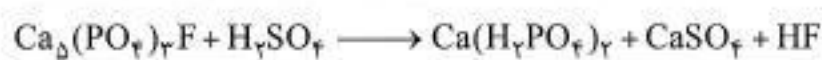
معادله موازنه شده واکنش به صورت روبه‌رو است:

۵۲- (۴) معادله موازنه شده واکنش‌های ارائه شده به صورت زیر است:



فقط در گزینه‌ی (۴)، مجموع ضریب‌های دو طرف معادله با هم برابر است.

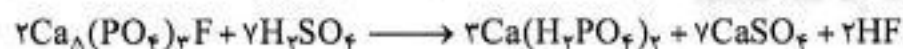
۵۳- (۴) ابتدا تعداد عنصرهای موجود در طرفین معادله را بررسی می‌نماییم:



تعداد اتم‌های Ca	۵	۱+۱
تعداد اتم‌های F	۱	۱
تعداد اتم‌های P	۳	۲
تعداد یون $SO_4^{2-}$	۱	۱
تعداد اتم‌های H	۲	۴+۱
تعداد اتم‌های $O^+$	۱۲	۸

**توجه:** در شمارش تعداد  $O^+$  تعداد اتم‌های اکسیژن را در یون چند اتمی  $SO_4^{2-}$  محاسبه نمی‌کنیم.

عنصر P در طرفین معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد، پس می‌توان موازنه را از عنصر P آغاز نمود. با اعمال ضریب ۲ برای  $Ca_5(PO_4)_3F$  و ضریب ۳ برای  $Ca(H_2PO_4)_2$  عنصر P موازنه می‌شود. طی این عمل  $O^+$  نیز خودبه‌خود موازنه خواهد شد. سپس به سراغ Ca می‌رویم. با دادن ضریب ۷ به  $CaSO_4$  عنصر Ca نیز موازنه می‌شود و برای موازنه‌ی  $SO_4^{2-}$  به  $H_2SO_4$  ضریب ۷ می‌دهیم. در آخر نیز با به‌کارگیری ضریب ۲ برای HF عنصرهای H و F موازنه خواهند شد. معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



مجموع ضریب‌های واکنش =  $2+7+3+7+2=21$

۵۴- (۴) در ستاره‌ی زیر را بفوانید.

در ستاره

### واکنش سنتز یا ترکیب

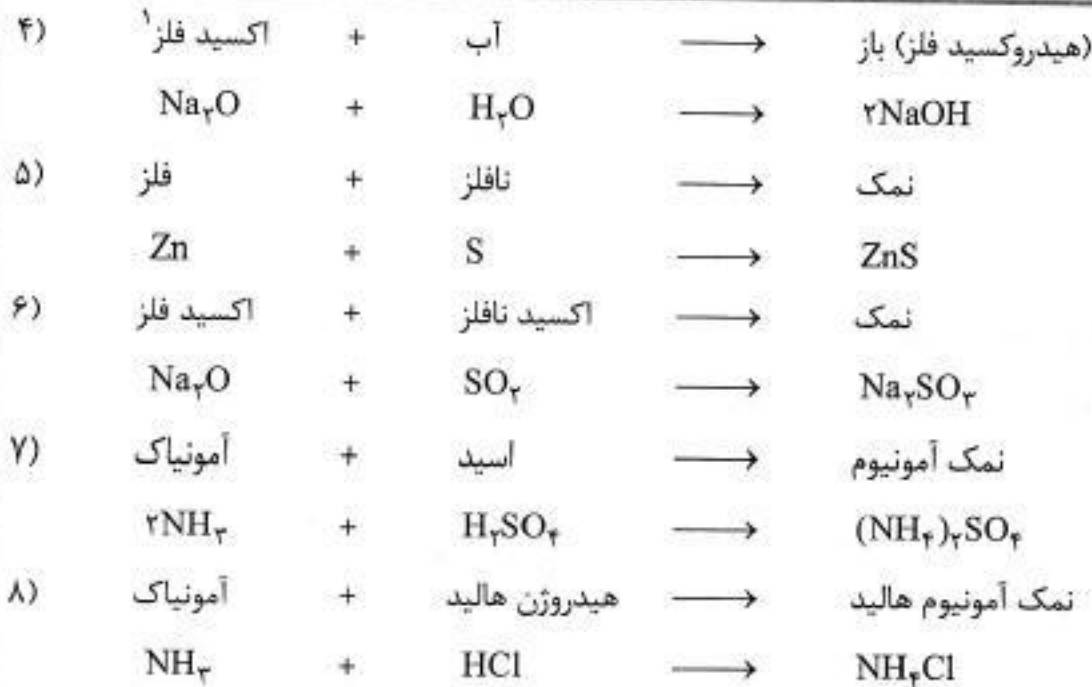
واکنش سنتز یا ترکیب واکنشی است که در آن چند ماده بر هم اثر کرده و فرآورده یا فرآورده‌های تازه‌ای با ساختار پیچیده‌تر تولید می‌کنند. این واکنش را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



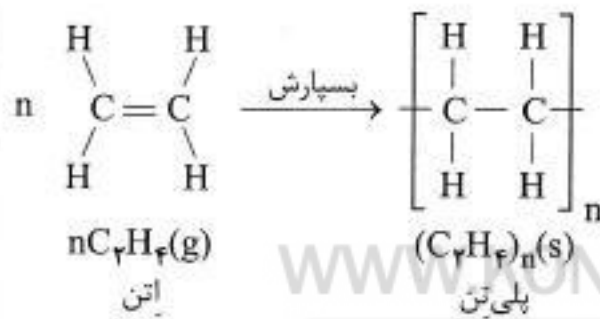
واکنش‌های زیر از واکنش‌های ترکیب مهم به‌شمار می‌روند:

۱)	نافلز	+	اکسیژن	$\longrightarrow$	(اکسید اسیدی) اکسید نافلز
	C	+	$O_2$	$\longrightarrow$	$CO_2$
۲)	اکسید نافلز	+	آب	$\longrightarrow$	اسید
	$CO_2$	+	$H_2O$	$\longrightarrow$	$H_2CO_3$
۳)	فلز	+	اکسیژن	$\longrightarrow$	(اکسید بازی) اکسید فلز
	$4Na$	+	$O_2$	$\longrightarrow$	$2Na_2O$





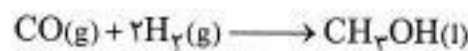
۹) واکنش پلیمر شدن (بسیارش) مجموعه‌ای از واکنش‌های سنتزی است که طی آن هزارها مولکول کوچک (مونومر) با یکدیگر ترکیب شده، درشت مولکول‌هایی به نام پلیمر (بسیار) تولید می‌شود. تولید پلی‌تن (پلی‌اتیلن) از جمله پرکاربردترین واکنش پلیمر شدن در صنعت است.



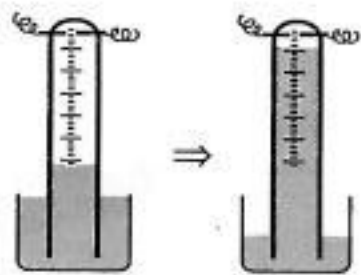
از دیگر واکنش‌های ترکیب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

### تولید متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) با استفاده از واکنش ترکیب

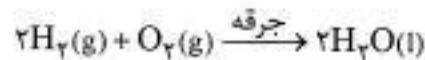
متانول به‌عنوان یک حلال و واکنش‌دهنده‌ی مناسب برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی در صنعت شناخته می‌شود. به تازگی نیز در برخی کشورها به‌عنوان یک سوخت تمیز برای خودروها کاربرد یافته است. متانول را می‌توان از واکنش ترکیب کربن مونواکسید و هیدروژن به‌دست آورد.



### تولید آب در دستگاه آب‌سنج

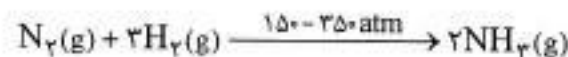


انرژی فعال‌سازی گازهای هیدروژن و اکسیژن با زدن یک جرقه‌ی الکتریکی در دستگاه آب‌سنج تأمین شده و این دو گاز با هم ترکیب می‌شوند. محصول این واکنش آب است.

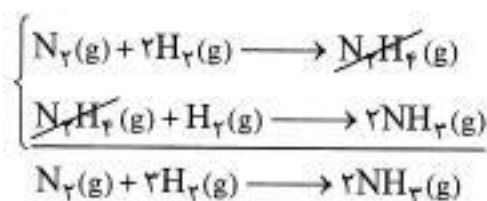


### واکنش تولید آمونیاک

آمونیاک را می‌توان از واکنش ترکیب گازهای هیدروژن و نیتروژن تولید کرد. این واکنش به فرایند هابر معروف است که در کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی با جزئیات آن بیشتر آشنا می‌شوید.



واکنش فوق یک واکنش دو مرحله‌ای است، به‌طوری که ابتدا هیدرازین ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) تولید می‌شود و سپس آمونیاک به‌وجود می‌آید.

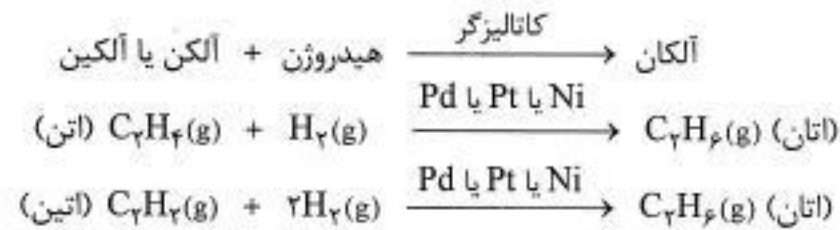


۱- این واکنش برای اکسید برخی فلزها انجام‌پذیر نیست.



## هیدروژن دار کردن ترکیب‌های سیر نشده

ترکیب‌های سیر نشده، مانند آلکن‌ها یا آلکین‌ها در ترکیب با هیدروژن به ترکیب‌های سیر شده یعنی آلکان‌ها تبدیل می‌شوند. این واکنش ترکیب معمولاً در مجاورت کاتالیزگرهایی نظیر نیکل (Ni)، پلاتین (Pt) یا پالادیم (Pd) انجام می‌شود. با این واکنش ترکیب در شیمی پیش‌دانشگاهی بیشتر آشنا می‌شوید.



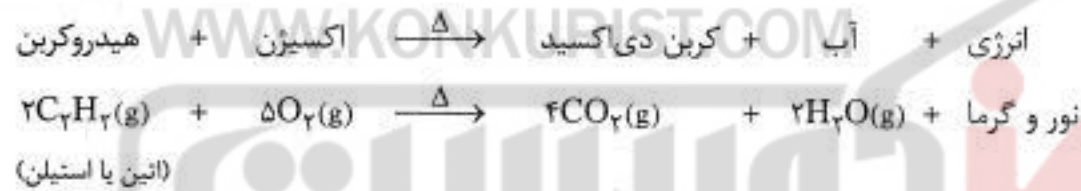
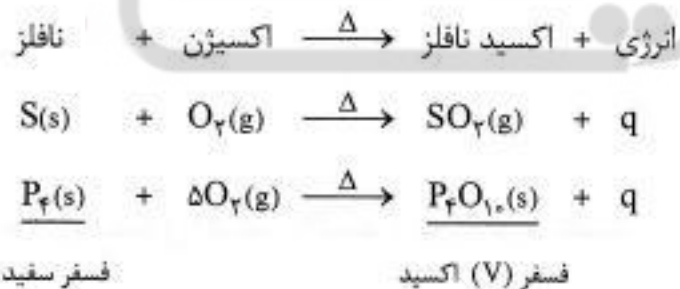
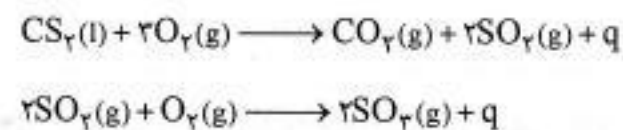
۵۵- (۳) این شکل مربوط به واکنش ترکیب گاز آمونیاک ( $\text{NH}_3(\text{g})$ ) و گاز هیدروژن کلرید ( $\text{HCl}(\text{g})$ ) و تشکیل گرد سفیدرنگ آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ ) می‌باشد.

۵۶- (۳) در ستاره‌ی زیر را بفهانید.

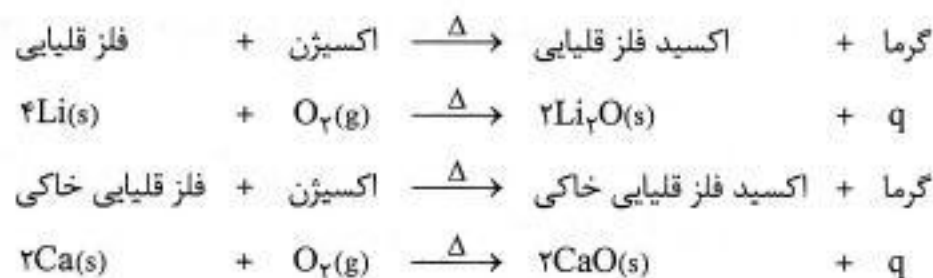
## واکنش سوختن

سوختن به واکنشی می‌گویند که در آن یک ماده به سرعت و شدت با اکسیژن ترکیب می‌شود و طی آن افزون بر آزاد کردن مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما، اغلب ترکیب‌های اکسیژن دار به وجود می‌آورد. از واکنش‌های سوختن مهم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

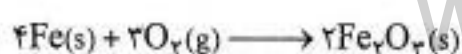
## آ) ترکیب‌های آلی مانند هیدروکربن‌ها

ب) برخی نافلزها مانند گوگرد (S) یا فسفر سفید ( $\text{P}_4$ )پ) برخی ترکیب‌های نافلزی مانند کربن دی‌سولفید ( $\text{CS}_2$ ) و گوگرد دی‌اکسید ( $\text{SO}_2$ )

## ت) فلزهای بسیار واکنش‌پذیر (فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی)

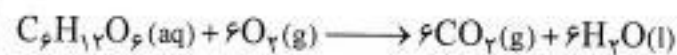


**نکته ۱:** چنانچه واکنش یک ماده با اکسیژن به شدت و سرعت سوختن نباشد، این واکنش را اکسایش می‌گویند. اگر بخواهیم اکسایش را در دسته‌بندی پنج‌گانه‌ی واکنش‌های شیمیایی قرار دهیم، باید آن را جزو واکنش‌های ترکیب (ترکیب با اکسیژن) به‌شمار آوریم. زنگ زدن آهن نوعی واکنش اکسایش است.

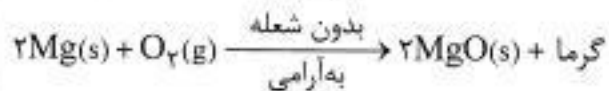
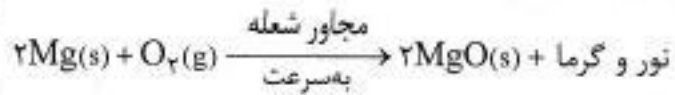




از دیگر واکنش‌های اکسایش می‌توان به اکسایش گلوکوز ( $C_6H_{12}O_6$ ) در بدن انسان اشاره کرد. بدن انسان در هر شبانه‌روز به‌طور متوسط ۴۴۵g گلوکوز مصرف می‌کند.



**نکته ۲:** نوار منیزیم در مجاور شعله (انرژی فعال‌سازی) می‌سوزد. واکنش سوختن نوار منیزیم با آزاد شدن نور و گرمای زیادی همراه است. لازم به یادآوری است که Mg به آرامی و بدون شعله نیز با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود. در این واکنش نیز MgO سفید رنگ تولید می‌شود. همان‌طور که می‌دانید به این نوع واکنش، اکسایش می‌گویند. تشکیل آرام لایه‌ی ترد و سفیدرنگ روی سطح براق نوار منیزیم شاهدی بر این مدعاست.



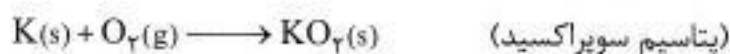
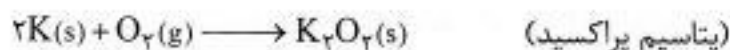
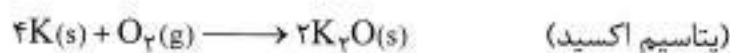
**نکته ۳:** در میان فلزهای قلیایی خاکی، عنصر برلییم (Be) در دمای پایین‌تر از  $600^\circ C$  در هوا اکسایش نمی‌یابد.

**نکته ۴:** فلزهای قلیایی به علت میل ترکیبی زیادی که با اکسیژن دارند، طی واکنشی گرماده با اکسیژن اکسایش یافته و به سرعت در هوا تیره می‌شوند و جلای فلزی خود را از دست می‌دهند و جامدهای یونی پدید می‌آورند و از این رو آن‌ها را زیر نفت نگاه‌داری می‌کنند. در گروه فلزهای قلیایی، از بالا به پایین بر شدت واکنش‌پذیری آن‌ها با اکسیژن افزوده می‌شود، به‌طوری که لیتیم فقط تشکیل اکسید ( $O^{2-}$ ) می‌دهد، سدیم می‌تواند علاوه بر اکسید ( $O^{2-}$ )، تشکیل پراکسید ( $O_2^{2-}$ ) نیز بدهد و سایر فلزهای قلیایی از پتاسیم به پایین می‌توانند علاوه بر اکسید ( $O^{2-}$ ) و پراکسید ( $O_2^{2-}$ )، تشکیل سوپراکسید ( $O_2^-$ ) نیز بدهند.

#### فلزهای قلیایی

افزایش شدت اکسایش	Li	فقط اکسید
	Na	اکسید و پراکسید
	K	اکسید، پراکسید و سوپراکسید
	Rb	
	Cs	
	Fr	

واکنش‌های زیر تشکیل اکسید، پراکسید و سوپراکسید پتاسیم را نشان می‌دهند:



۵۷- (۴) از میان فلزها فقط فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (گروه‌های اول و دوم اصلی) می‌توانند با اکسیژن بسوزند. Al یک فلز از گروه سوم اصلی است و واکنش آن با اکسیژن به آهستگی صورت می‌گیرد که یک واکنش اکسایش به شمار می‌رود.

۵۸- (۲) از میان فلزها، فقط فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (گروه‌های اول و دوم اصلی) می‌توانند به شدت با اکسیژن هوا ترکیب شوند، Cu یک فلز از عنصرهای واسطه است و در مجاورت هوا پایدارتر است و ماهیت خود را حفظ می‌کند.

۵۹- (۳) این تصویر، واکنش سوختن نوار منیزیم را نشان می‌دهد، که با آزاد شدن نور و گرمای زیادی همراه است. فراورده‌ی این واکنش، MgO سفیدرنگ است. لازم به یادآوری است که Mg به آرامی و بدون شعله نیز با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود ولی به این نوع واکنش، اکسایش می‌گویند. تشکیل آرام لایه‌ی ترد و سفید رنگ روی سطح براق نوار منیزیم شاهدی بر این مدعاست.

۶۰- (۲) فسفر سفید ( $P_4$ ) یکی از دگرشکل‌های عنصر فسفر است که بسیار ناپایدار و آتش‌گیر است و به سرعت در مجاورت هوا با اکسیژن در واکنش سوختن شرکت نموده و تشکیل فسفر (V) اکسید ( $P_4O_{10}$ ) می‌دهد. همان‌طور که در شکل  $P_4O_{10}$  ملاحظه می‌کنید، به دلیل وجود ۴ اتم فسفر و ۱۰ اتم اکسیژن در یک مولکول  $P_4O_{10}$ ، بهتر است زیروندها را در  $P_4O_{10}$  به  $P_2O_5$  ساده ننمایید. در واقع  $P_2O_5$  فرمول تجربی ولی  $P_4O_{10}$  فرمول مولکولی این ترکیب است.



## واکنش تجزیه

واکنش تجزیه واکنشی است که در آن یک ماده به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شود. این واکنش را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



واکنش‌های زیر از واکنش‌های تجزیه‌ی مهم به‌شمار می‌روند.



جیوه‌ی (II) اکسید بر اثر گرما به جیوه و اکسیژن تجزیه می‌شود. جیوه‌ی تشکیل شده بر دیواره‌ی داخلی لوله‌ی آزمایش، آن را به آینه‌ی جیوه‌ای تبدیل می‌کند. اگرچه انجام این واکنش جالب است ولی بخارهای جیوه و ترکیب‌های آن بسیار سمی است.



از دیگر واکنش‌های تجزیه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

روش‌های مختلف تجزیه‌ی پتاسیم نیترات ( $\text{KNO}_3$ )

در پیش‌دانشگاهی ۱ می‌خوانید که پتاسیم نیترات در دماهای بالاتر از  $500^\circ\text{C}$  مطابق واکنش زیر تجزیه می‌شود:



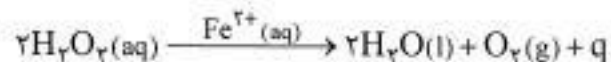






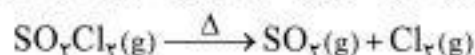
## تجزیه‌ی آب اکسیژنه

آب اکسیژنه یا محلول هیدروژن پراکسید بر اثر گرما و در مجاورت کاتالیزگر فرو ( $Fe^{2+}$ ) طی واکنشی گرماده به صورت زیر تجزیه می‌شود. با این واکنش در شیمی پیش‌دانشگاهی بیشتر آشنا می‌شوید.



## تجزیه‌ی سولفوریل کلرید

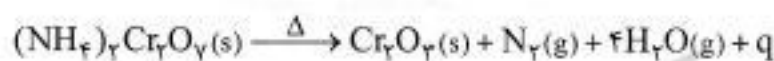
سولفوریل کلرید ( $SO_2Cl_2$ ) بر اثر اندکی گرما به صورت زیر تجزیه می‌شود. با این واکنش در شیمی پیش‌دانشگاهی بیشتر آشنا می‌شوید.



## تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات یا آزمایش معروف کوه آتشفشان

آمونیوم دی‌کرومات جامدی بلوری و نارنجی رنگ به فرمول  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  است. روش کار برای تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات به صورت زیر است: ابتدا ۵g از این ماده را توزین کرده و آن را روی توری نسوز یا درون یک تشتک شیشه‌ای می‌ریزیم. سپس توری را روی یک کاغذ A۴ قرار می‌دهیم. برای شروع واکنش کبریت را روشن کرده و به مدت چند ثانیه به طور مستقیم روی آمونیوم دی‌کرومات می‌گیریم. به محض شروع واکنش، شعله‌ی کبریت را دور می‌کنیم. واکنش تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات به طور خودبه‌خود ادامه می‌یابد. در مورد این آزمایش نکات زیر را به‌خاطر بسپارید:

نکته ۱: معادله‌ی واکنش موازنه شده‌ی تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات به صورت زیر نوشته می‌شود:



تجزیه‌ی آمونیوم دی‌کرومات از معدود واکنش‌های تجزیه‌ی گرماده است ولی برای شروع، نیاز به انرژی فعال‌سازی ( $\Delta$ ) دارد.

نکته ۲: بعد از پایان واکنش، جرم جامد باقی‌مانده از جرم ماده‌ی اولیه کم‌تر است. علت این اختلاف خروج گازهای نیتروژن و بخار آب و کاهش جرم ماده‌ی اولیه است.

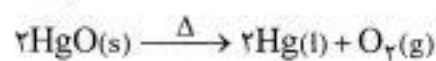
نکته ۳: در این آزمایش، ویژگی‌های ظاهری و حل‌شوندگی واکنش‌دهنده و فراورده‌ی جامد در آب تغییر می‌یابد. به جدول زیر توجه کنید:

نام شیمیایی	فرمول شیمیایی	ویژگی ظاهری	حل‌شوندگی در آب
آمونیوم دی‌کرومات	$(NH_4)_2Cr_2O_7(s)$	جامد بلوری نارنجی رنگ	محلول
کروم (III) اکسید	$Cr_2O_3(s)$	گرد سبزرنگ	نامحلول

۶۲- (۲) در ستاره‌ی «واکنش تجزیه» را بفهوانید.

۶۳- (۳) جیوه‌ی (II) اکسید ( $HgO$ ) بر اثر گرما به جیوه و اکسیژن عنصری تجزیه می‌شود. جیوه‌ی حاصل از این آزمایش، تشکیل آینه‌ی جیوه‌ای بر دیواره‌ی داخلی لوله‌ی آزمایش می‌دهد. بخارهای جیوه‌ی به‌دست آمده و ترکیب‌های آن سمی هستند.

اکسیژن + جیوه  $\xrightarrow{\Delta}$  جیوه‌ی (II) اکسید

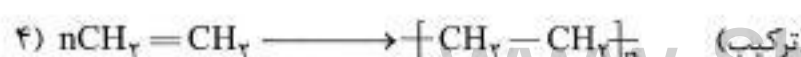
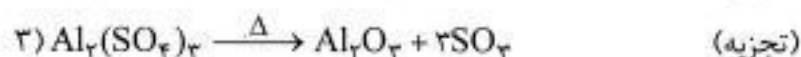
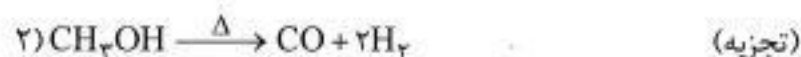
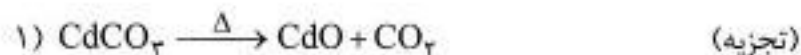


۶۴- (۱) جیوه در دمای معمولی مایع است، از این‌رو فراورده‌های این آزمایش جیوه‌ی مایع و گاز اکسیژن هستند.



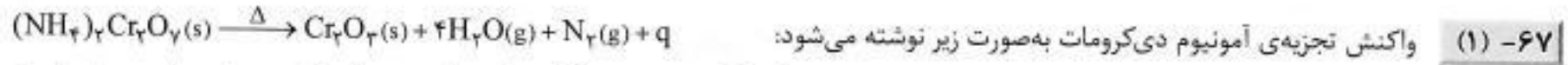
۶۵- (۳) در ستاره‌ی «واکنش سنتز یا ترکیب» را بفهوانید.

۶۶- (۴) بررسی تک‌تک گزینه‌ها به صورت زیر است:



واکنش گزینه‌ی (۴) پلیمر شدن یا بسپارش می‌باشد که یک واکنش ترکیب است.

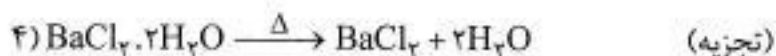
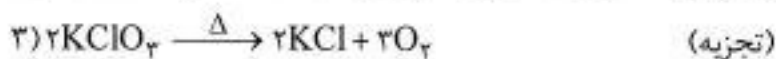
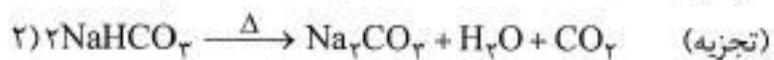




این واکنش گرماده است، از این رو جداره‌ی بشر داغ می‌شود (تأیید آ). هم‌چنین بخار آب تولید شده پس از برخورد با جداره‌ی بشر دچار میعان شده و بر جداره، قطره‌های آب می‌نشینند (تأیید ب). باید توجه کنید که واکنش تجزیه بر خلاف سوختن، نیازی به اکسیژن ندارد و حتی زیر بشر نیز ادامه می‌یابد و آزمایش متوقف نمی‌شود (رد پ). ضمناً در فراورده‌ها هیچ ماده‌ی سیاه‌رنگی تولید نمی‌شود و دلیلی برای سیاه شدن جداره‌ی بشر وجود ندارد (رد ت).

۶۸- (۳) واکنش دهنده‌ی این واکنش، آمونیوم دی‌کرومات می‌باشد که محلول در آب است و فراورده‌ی جامد باقی‌مانده در ظرف، کروم (III) اکسید است که نامحلول می‌باشد.

۶۹- (۱) اگر فلز سدیم در مجاورت هوا حرارت داده شود، می‌سوزد. این در حالی است که سدیم بی‌کربنات، پتاسیم کلرات و باریم کلرید متبلور در اثر حرارت تجزیه می‌شوند. معادله‌ی واکنش هر چهار گزینه به صورت زیر است:



۷۰- (۳) در ستاره‌ی زیر را بفهوانید.

در ستاره

### واکنش جابه‌جایی یگانه

این واکنش را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:

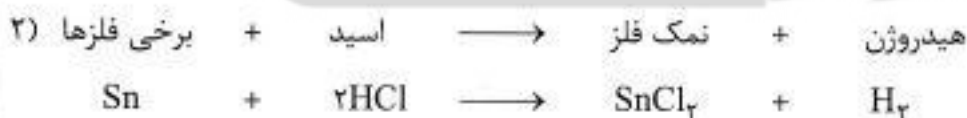


WWW.KONKURIST.COM

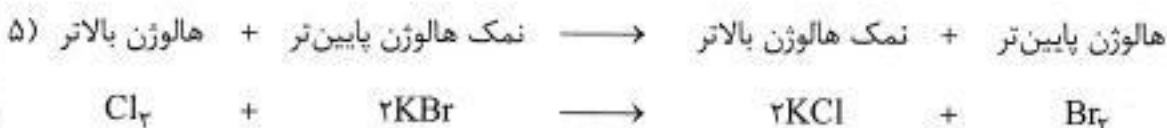
واکنش‌های زیر از واکنش‌های جابه‌جایی یگانه‌ی مهم به‌شمار می‌روند:



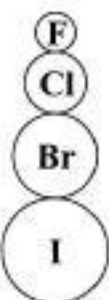
توجه: بریلیم (Be) تنها عنصر قلیایی خاکی است که با آب یا بخار آب داغ واکنش نمی‌دهد. هم‌چنین واکنش‌پذیری فلزهای دیگر با آب کم‌تر از فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی است.



توجه: منظور از فلز قوی‌تر، فلز الکترون‌دهنده‌تر می‌باشد.



توجه: هر هالوژن بالاتر در جدول تناوبی، می‌تواند جانشین هالوژن پایین‌تر در ترکیب محلول شده و آن را از ترکیب خارج نماید.<sup>۱</sup> این در حالی است که هالوژن پایین‌تر نمی‌تواند هالوژن بالاتر از خود را از ترکیب محلول خارج کرده و جانشین آن شود. برای مثال واکنش زیر انجام‌ناپذیر است.



۱. فلوئور (F<sub>۲</sub>) با آن‌که در گروه ۱۷ بالاترین هالوژن است، ولی از این قاعده مستثنی می‌باشد. در واقع فلوئور نمی‌تواند جانشین هالوژن پایین‌تر در ترکیب محلول شده و آن را از ترکیب خارج نماید. علت آن است که این گونه واکنش‌ها در محلول آبی انجام می‌پذیرند و واکنش فلوئور با آب بسیار شدید است و قبل از آن‌که فلوئور بتواند هالوژن پایین‌تر از خود را از ترکیب خارج کرده و خود جای آن بنشیند، به سرعت با آب وارد واکنش می‌شود.



## تهیه سیلیسیم خالص طی واکنش جابه‌جایی یگانه

سیلیسیم خالصی را که در تراشه‌های الکترونیکی و نیز در سلول‌های خورشیدی به کار می‌برند، از واکنش سیلیسیم تتراکلرید مایع و منیزیم بسیار خالص بر طبق واکنش جابه‌جایی یگانه‌ی زیر تهیه می‌کنند.



۷۱- (۳) فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جز Be) می‌توانند در آب طی یک واکنش جابه‌جایی یگانه، محلول بازی (هیدروکسید فلز) تولید کنند.



۷۲- (۴) واکنش فلز آلومینیوم (Al) با آهن (III) اکسید ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) یک واکنش از نوع جابه‌جایی یگانه است و به صورت زیر انجام می‌پذیرد.



۷۳- (۴) در ستاره‌ی «واکنش جابه‌جایی یگانه» را بفهوانید.

۷۴- (۴) واکنش میان آلومینیوم و محلول مس (II) سولفات از جمله واکنش‌های جابه‌جایی یگانه است و به صورت زیر نوشته می‌شود:

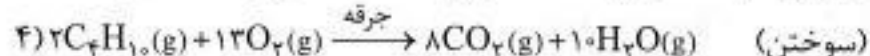
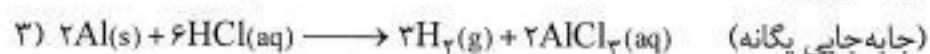
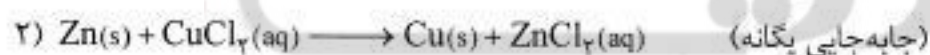
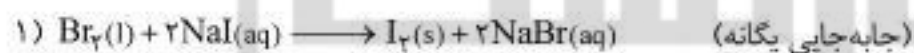


با توجه به واکنش انجام یافته، ذره‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را بررسی می‌کنیم:

واکنش‌دهنده‌ها	فراورده‌ها
$\text{Al}(s)$	$\text{Al}^{3+}(aq)$
$\text{Cu}^{2+}(aq)$	$\text{Cu}(s)$
$\text{SO}_4^{2-}(aq)$	$\text{SO}_4^{2-}(aq)$

همان‌گونه که مشاهده می‌کنید، در فراورده‌ها،  $\text{Cu}^{2+}(aq)$  وجود ندارد.

۷۵- (۴) واکنش گزینه‌ی (۴) سوختن هیدروکربن بوتان می‌باشد، معادله‌ی واکنش هر چهار گزینه به صورت زیر است:



۷۶- (۱) در ستاره‌ی «واکنش جابه‌جایی یگانه» را بفهوانید.

۷۷- (۴) در ستاره‌ی زیر را بفهوانید.

## واکنش جابه‌جایی دوگانه

در ستاره

این واکنش را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



واکنش‌های زیر از واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه‌ی مهم به‌شمار می‌روند:

۱)	اسید	+	باز	→	نمک	+	آب
	$\text{HCl}(aq)$	+	$\text{NaOH}(aq)$	→	$\text{NaCl}(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$
۲)	اسید	+	اکسید بازی	→	نمک	+	آب
	$2\text{HCl}(aq)$	+	$\text{Na}_2\text{O}(aq)$	→	$2\text{NaCl}(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$
۳)	باز	+	اکسید اسیدی	→	نمک	+	آب
	$2\text{NaOH}(aq)$	+	$\text{SO}_3(aq)$	→	$\text{Na}_2\text{SO}_4(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$
۴)	اسید	+	نمک	→	نمک جدید	+	اسید جدید
	$\text{H}_2\text{S}(aq)$	+	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2(aq)$	→	$2\text{HNO}_3(aq)$	+	$\text{CdS}(s)$



۵) نمک جدید + باز جدید  $\longrightarrow$  نمک + باز



۶) نمک جدید + نمک جدید  $\longrightarrow$  نمک + نمک



توجه: واکنش جابه‌جایی دوگانه زمانی انجام می‌شود که مخلوط کردن دو ترکیب محلول (aq)، منجر به تشکیل یک ترکیب نامحلول (s) یا آب شود.

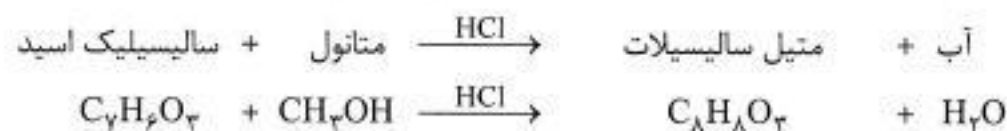
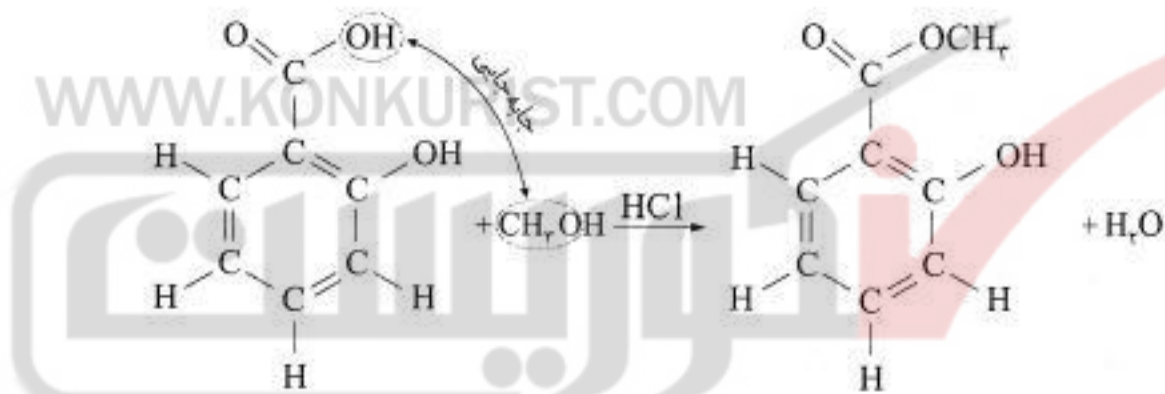
### تهیه نقره برومید از واکنش دو ترکیب محلول

نقره برومید یکی از ترکیب‌های به‌کار رفته در ساخت فیلم‌های عکاسی است. این ترکیب شیمیایی را می‌توان از واکنش جابه‌جایی دوگانه‌ی محلول‌های آبی (aq) نقره نیترات و سدیم برومید به دست آورد.



### تهیه متیل سالیسیلات طی واکنش جابه‌جایی دوگانه

متیل سالیسیلات به عنوان طعم‌دهنده به مواد غذایی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از واکنش جابه‌جایی دوگانه‌ی متانول با سالیسیلیک اسید در مجاور هیدروکلریک اسید به‌عنوان کاتالیزگر به‌دست می‌آید.



۷۸- (۲) در این شکل از افزودن دو محلول، یک رسوب (نمک نامحلول) تشکیل شده است. پس باید نشان‌دهنده‌ی وقوع یک واکنش جابه‌جایی دوگانه باشد. در گزینه‌های (۱) و (۴) واکنش جابه‌جایی یگانه و در گزینه‌ی (۳) واکنش ترکیب، ذکر شده است.

۷۹- (۴) واکنش جابه‌جایی دوگانه‌ی محلول دو نمک با یک‌دیگر و تشکیل نمک‌های جدید، زمانی انجام می‌شود که یکی از نمک‌های جدید به‌دست آمده نسبت به دو نمک اولیه، حلالیت کمتری داشته باشد و یا به عبارتی از نمک‌های سمت چپ معادله نامحلول‌تر باشند. در گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ نمک‌های نامحلول با زیروند (s) در سمت چپ معادله قرار دارند و چنین واکنش‌هایی انجام نمی‌شوند. در حالی که در گزینه‌ی ۴ نمک نامحلول  $\text{CaF}_2(\text{s})$  در سمت راست معادله قرار دارد و نمک‌های سمت چپ معادله هر دو محلول هستند، پس این واکنش انجام‌پذیر است.

۸۰- (۳) در شکل مشاهده می‌شود از افزودن محلول دو نمک، یک نمک نامحلول (رسوب) تشکیل شده است که نشان از انجام واکنش جابه‌جایی دوگانه است.

۸۱- (۴) معادله‌ی نوشتاری و معادله‌ی نمادی واکنش انجام یافته در این آزمایش به صورت زیر است:

محلول پتاسیم نیترات + رسوب سرب (II) یدید  $\longrightarrow$  محلول پتاسیم یدید + محلول سرب (II) نیترات

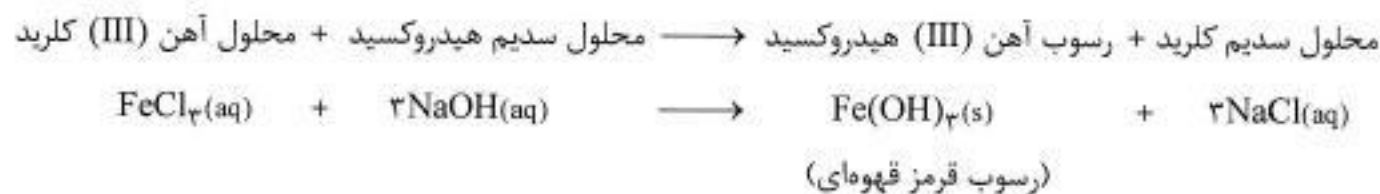


(رسوب زرد)

هدف از انجام این آزمایش، شناسایی یون  $\text{Pb}^{2+}$  می‌باشد. در این آزمایش، یون  $\text{Pb}^{2+}$  طی یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به صورت رسوب زرد رنگ  $\text{PbI}_2$  ته‌نشین می‌شود.

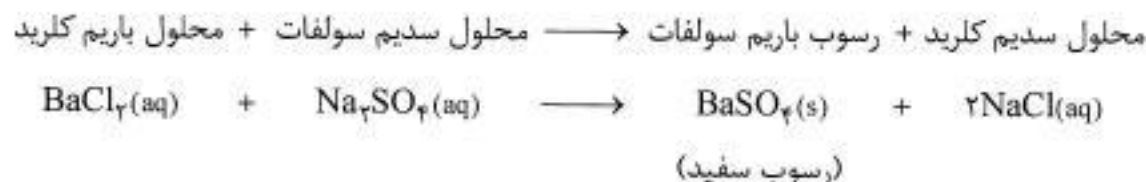


۸۲- (۲) معادله‌ی نوشتاری و معادله‌ی نمادی واکنش انجام یافته در این آزمایش به صورت زیر است:



هدف از انجام این آزمایش، شناسایی یون  $\text{Fe}^{3+}$  می‌باشد. در این آزمایش، یون  $\text{Fe}^{3+}$  طی یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به صورت رسوب قرمز قهوه‌ای  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$  ته‌نشین می‌شود.

۸۳- (۳) معادله‌ی نوشتاری و معادله‌ی نمادی واکنش انجام یافته در این آزمایش به صورت زیر است:



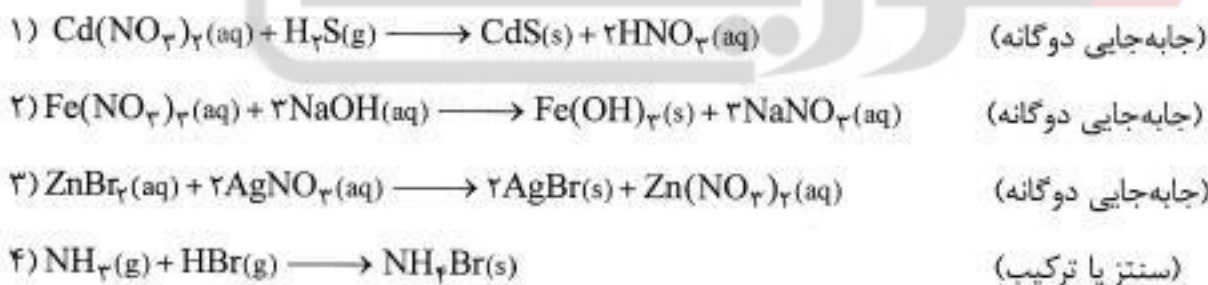
هدف از انجام این آزمایش، شناسایی یون  $\text{Ba}^{2+}$  می‌باشد. در این آزمایش، یون  $\text{Ba}^{2+}$  طی یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به صورت رسوب سفید رنگ  $\text{BaSO}_4(\text{s})$  ته‌نشین می‌شود.

۸۴- (۱) معادله‌ی نوشتاری و معادله‌ی نمادی واکنش انجام یافته در این آزمایش به صورت زیر است:



هدف از انجام این آزمایش، شناسایی یون  $\text{Ag}^+$  می‌باشد. در این آزمایش، یون  $\text{Ag}^+$  طی یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به صورت رسوب زرد  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$  ته‌نشین می‌شود.

۸۵- (۴) واکنش گزینه‌ی (۴) یک واکنش ترکیب است که تولید آمونیوم برمید ( $\text{NH}_4\text{Br}$ ) می‌نماید. معادله‌ی واکنش هر چهار گزینه به صورت زیر است:

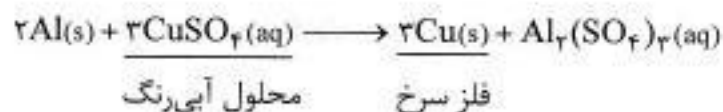


۸۶- (۳) معادله‌ی واکنش گزینه‌ی (۱) از نوع جابه‌جایی یگانه، گزینه‌ی (۲) از نوع جابه‌جایی دوگانه و گزینه‌ی (۳) و (۴) از نوع واکنش‌های ترکیب می‌باشند.

۸۷- (۱) در واکنش گزینه‌ی (۱) از ترکیب دو ماده یک ماده‌ی پیچیده‌تر به وجود آمده است. پس یک واکنش ترکیب می‌باشد. واکنش گزینه‌ی (۲) از

نوع جابه‌جایی دوگانه، گزینه‌ی (۳) از نوع تجزیه و گزینه‌ی (۴) نیز از نوع جابه‌جایی دوگانه است. در مورد واکنش گزینه‌ی (۴) توجه داشته باشید که  $\text{CO}_2$  در محلول به صورت  $\text{H}_2\text{CO}_3$  درمی‌آید و این واکنش در واقع واکنش اسید و باز است.

۸۸- (۳) معادله‌ی این واکنش به صورت زیر است:



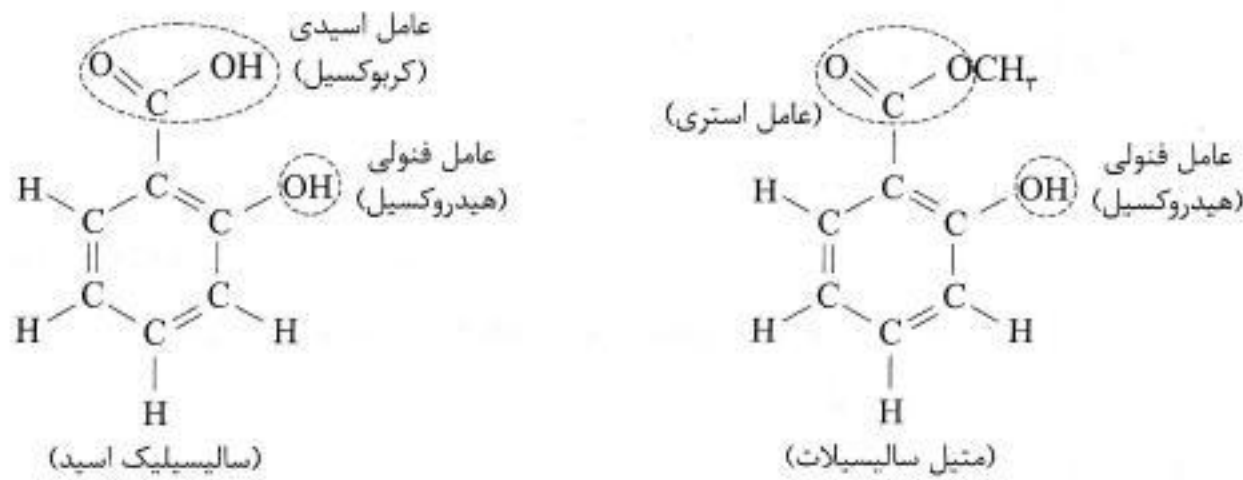
همان‌طور که مشاهده می‌شود اتم‌های Al جایگزین یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  در ترکیب  $\text{CuSO}_4$  شده‌اند، پس این معادله یک واکنش جابه‌جایی یگانه است. توجه داشته باشید که اتم‌های Al پس از قرار گرفتن در ترکیب یونی  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  به صورت یون  $\text{Al}^{3+}$  درمی‌آیند.

۸۹- (۲)

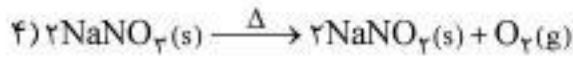
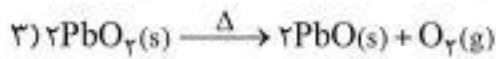
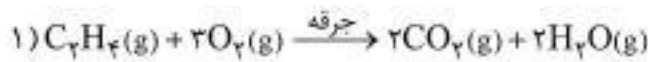




۹۰- (۳) این شکل، مولکول سالیسیلیک اسید را نشان می‌دهد. سالیسیلیک اسید در واکنش با متانول تولید متیل سالیسیلات می‌کند. در زیر تفاوت ساختاری سالیسیلیک اسید و متیل سالیسیلات نشان داده شده است.



۹۱- (۴) به معادله‌ی واکنش هر چهار گزینه توجه کنید:



در فراورده‌ی واکنش گزینه‌ی (۴)، هیچ‌گونه اکسیدی تشکیل نشده است.

۹۲- (۴) واکنش‌های (۱) و (۳) از نوع جابه‌جایی دوگانه، واکنش (۲) از نوع ترکیب و واکنش (۴) جابه‌جایی یگانه است.

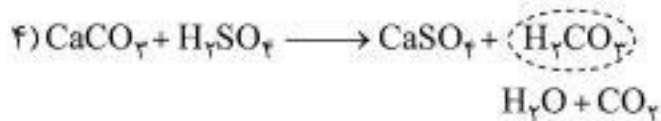
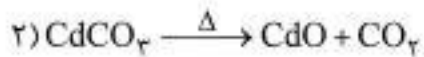
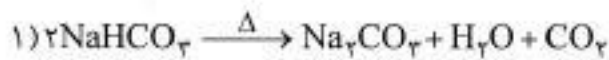
۹۳- (۳) واکنش فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جز Be) با آب از جمله واکنش‌های جابه‌جایی یگانه به‌شمار می‌روند. در این واکنش‌ها، اتم‌های فلز

جانشین اتم‌های H در مولکول آب می‌شوند و گاز هیدروژن آزاد می‌شود. واکنش گزینه‌ی (۳) به صورت زیر است:



واکنش گزینه‌ی (۱) از نوع ترکیب، واکنش گزینه‌ی (۲) از نوع تجزیه و واکنش گزینه‌ی (۴) نیز از نوع ترکیب است.

۹۴- (۳) به بررسی هر چهارگزینه توجه کنید:

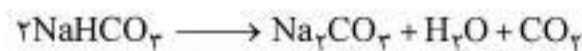


در نگاه اول ممکن است، تصور کنید که در واکنش گزینه‌ی (۴) نیز گاز  $CO_2$  تشکیل نمی‌شود، اما همان‌طور که پیش از این نیز گفته شد، کربنیک اسید ( $H_2CO_3$ ) اسید بسیار ناپایدار است و خیلی سریع به  $H_2O$  و  $CO_2$  تجزیه می‌شود.

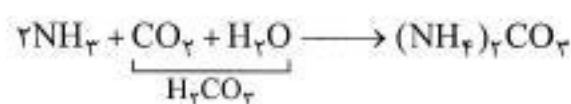
۹۵- (۲) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم.

گزینه‌ی ۱: این واکنش مربوط به تجزیه‌ی سدیم آزید ( $NaN_3$ ) و تولید گاز نیتروژن به منظور باد شدن سریع کیسه‌های هوا هنگام برخورد شدید خودرو می‌باشد. با این واکنش در قسمت «استوکیومتری و زندگی» بیش‌تر آشنا می‌شوید.

گزینه‌ی ۲: در این گزینه، معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی سدیم هیدروژن کربنات به‌طور نادرست نوشته شده است. معادله‌ی واکنش درست آن به صورت زیر است:



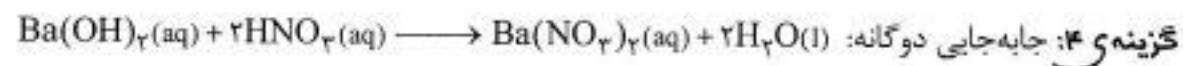
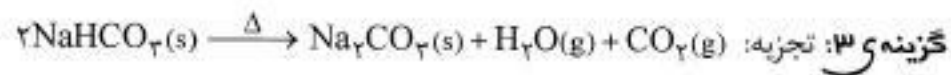
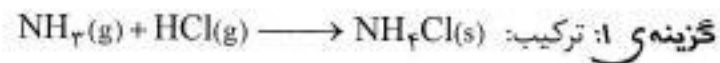
گزینه‌ی ۳: مخلوط  $CO_2$  و  $H_2O$  تولید کربنیک اسید ( $H_2CO_3$ ) می‌نماید. آمونیاک نیز در واکنش با  $H_2CO_3$  ایجاد نمک آمونیوم کربنات می‌کند.



گزینه‌ی ۴: این معادله مربوط به فرآیند تولید کود آمونیوم سولفات می‌باشد، که یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به‌شمار می‌رود.

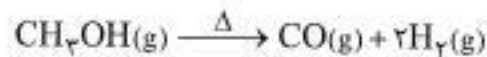


۹۶- (۲) شکل درست واکنش‌های گزینه‌های ۱، ۳ و ۴ در زیر نوشته شده است.



۹۷- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم.

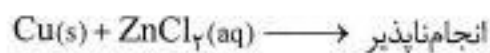
گزینه ۱: متانول در اثر حرارت به گاز کربن مونواکسید (CO) و هیدروژن (H<sub>2</sub>) تجزیه می‌شود.



گزینه ۲: متأسفانه! بسیاری از بچه‌های کنکور تجربی ۸۵، گزینه ۲ را به عنوان گزینه‌ی درست انتخاب نمودند. در درس‌نامه‌ی «واکنش جابه‌جایی یگانه» خواندیم:

نمک فلز قوی‌تر + فلز ضعیف‌تر → نمک فلز ضعیف‌تر + فلز قوی‌تر

منظور از فلز قوی‌تر، فلز الکترون‌دهنده‌تر است. در این گزینه، فلز Cu نسبت به فلز Zn الکترون‌دهی کم‌تری دارد و از این‌رو، این واکنش انجام‌ناپذیر است.



آقا اجازه: از کجا بدوئیم کدام فلز الکترون‌دهندگی بیش‌تری داره؟

✓ جواب: این موضوع را در بخش ۴ پیش‌دانشگاهی (۲) یعنی در بخش الکتروشیمی، هنگام مطالعه‌ی جدول پتانسیل‌های الکترودی

استاندارد (E°) یاد می‌گیرید. در واقع بررسی این گزینه، ترکیبی از اطلاعات بخش ۱ شیمی ۳ و بخش ۴ پیش‌دانشگاهی ۲ را نیاز دارد.

گزینه ۳: باریم کلرید متبلور در اثر حرارت، به باریم کلرید خشک و بخار آب تجزیه می‌شود.



گزینه ۴: این معادله، نمونه‌ای از واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه است.

۹۸- (۳) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: واکنش خنثی شدن اسید - باز، از نوع جابه‌جایی دوگانه است.

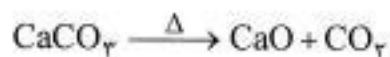
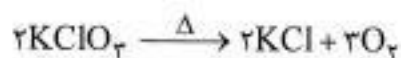
گزینه ۲: واکنش گاز کلر با محلول سدیم یدید، از نوع جابه‌جایی یگانه است.



گزینه ۳: گاز حاصل از واکنش آهن با هیدروکلریک اسید، گاز هیدروژن می‌باشد. این گاز را می‌توان از واکنش سدیم با آب نیز به‌دست آورد.

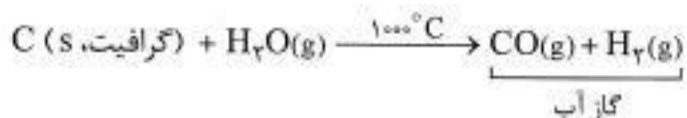


گزینه ۴: گاز حاصل از تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم کلرات، گاز اکسیژن است ولی از تجزیه‌ی کلسیم کربنات بر اثر گرما، گاز CO<sub>2</sub> حاصل می‌شود.



۹۹- (۱) با عبور دادن بخار آب از روی زغال چوب یا گرافیت در دمای ۱۰۰۰°C مخلوطی به نام گاز آب به دست می‌آید. گاز آب نامی است که برای

مخلوطی از H<sub>2</sub> و CO به کار برده می‌شود.

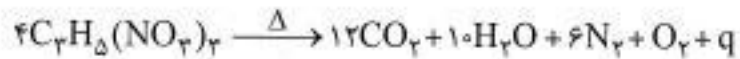


معمولاً هیدروژن گاز آب، جدا و خالص می‌شود و به عنوان ماده‌ی اولیه برای تولید آمونیاک به‌کار می‌رود. واکنش بالا را به خاطر بسپارید. با این واکنش در بخش بعد بیشتر آشنا می‌شوید.





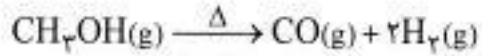
معادله‌ی واکنش گزینه‌ی (۳)، انفجار نیتروگلیسرین را نشان می‌دهد. این معادله پس از موازنه به صورت زیر نوشته می‌شود.



$$\text{مجموع ضریب‌های مولی مواد} = 4 + 12 + 10 + 6 + 1 = 33$$

به بررسی گزینه‌های نادرست توجه کنید:

گزینه‌ی ۱: متانول بر اثر گرما به کربن مونواکسید و گاز هیدروژن تجزیه می‌شود.



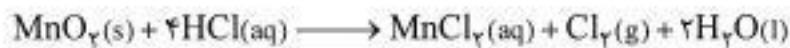
$$\text{مجموع ضریب‌های مولی مواد} = 1 + 1 + 2 = 4$$

گزینه‌ی ۲: سوختن کربن دی‌سولفید را نشان می‌دهد. این معادله پس از موازنه به صورت زیر نوشته می‌شود.



$$\text{مجموع ضریب‌های مولی مواد} = 1 + 2 + 1 + 2 = 7$$

گزینه‌ی ۴: یکی از روش‌های تولید گاز کلر در آزمایشگاه، واکنش دادن هیدروکلریک اسید با منگنز (IV) اکسید طبق معادله‌ی زیر است. معادله‌ی این واکنش را به خاطر بسپارید.

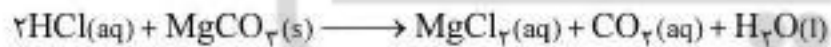


$$\text{مجموع ضریب‌های مولی مواد} = 1 + 4 + 1 + 1 + 2 = 9$$

واکنش ارائه شده در گزینه‌ی (۱) را می‌توان در نگاه اول به صورت زیر نوشت:



کربنیک اسید ( $H_2CO_3$ )، اسید ناپایدار است و به سرعت به  $CO_2$  و  $H_2O$  تجزیه می‌شود. از این رو واکنش فوق را می‌توان به صورت کامل‌تر و درست‌تر زیر نوشت:



$$\text{مجموع ضریب‌های مولی مواد} = 2 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$$



Blank space for writing answers, consisting of two columns of horizontal lines.



# پاسخ‌های تشریحی قسمت دوم

## استوکیومتری

(از صفحه‌ی ۱۴ تا ۱۸ کتاب درسی)

۱۰۲- (۴) برای محاسبه‌های استوکیومتری حتماً باید از معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش استفاده نمود. معادله‌ی شیمیایی موازنه شده نشان‌دهنده‌ی فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و نیز نسبت ترکیبی بین آنهاست.

۱۰۳- (۲) یک مول به مجموعه‌ای شامل  $6.022 \times 10^{23}$  ذره (اتم، مولکول یا یون) گفته می‌شود و آنرا به‌طور خلاصه با نماد mol نمایش می‌دهند. عدد  $6.022 \times 10^{23}$  را عدد آووگادرو می‌گویند.

مثال:  $6.022 \times 10^{23}$  اتم کربن را یک مول اتم کربن گویند.

اتم کربن  $6.022 \times 10^{23} = 1 \text{ mol C}$

۱۰۴- (۳) درسامه‌ی زیر را بفوانید.

درسامه

### اتم گرم و مولکول گرم

اتم گرم: جرم یک مول اتم برحسب گرم را اتم گرم گویند. در واقع اتم گرم همان جرم اتمی است که برحسب گرم بیان می‌شود.

مثال: یک مول کربن، ۱۲g جرم دارد. پس یک اتم گرم کربن، برابر ۱۲g می‌باشد.

$12\text{g C} = 1 \text{ اتم گرم کربن} \rightarrow 1 \text{ mol C} = 12\text{g C}$

مولکول گرم: جرم یک مول از مولکول‌های یک ماده بر حسب گرم را مولکول گرم گویند. در واقع مولکول گرم همان جرم مولکولی است که بر حسب گرم بیان می‌شود.

مثال: یک مول کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ )، معادل ۴۴g جرم دارد. پس یک مولکول گرم  $\text{CO}_2$  برابر ۴۴g می‌باشد.

$44\text{g CO}_2 = 1 \text{ مولکول گرم CO}_2 \rightarrow 1 \text{ mol CO}_2 = 44\text{g CO}_2$

۱۰۵- (۴) درسامه‌ی زیر را بفوانید.

درسامه

### جرم مولی (M)

شیمی‌دان‌ها به جای اتم گرم و مولکول گرم، مفهوم عمومی‌تر جرم مولی را به‌کار می‌برند و آنرا برحسب گرم بر مول ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) بیان می‌کنند.

مثال: جرم مولی اتم C، برابر  $12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  و جرم مولی مولکول  $\text{CO}_2$ ، برابر  $44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد.

$M_C = 12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M_{\text{CO}_2} = 44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

۱۰۶- (۱) وجود ایزوتوپ‌های مختلف و تفاوت در فراوانی آنها سبب شد که برای نمونه‌های طبیعی از عنصرها، از جرم اتمی میانگین آنها استفاده شود. بنابراین جرم مولی عنصرها یا ترکیب‌ها را به آسانی می‌توان از داده‌های تجربی موجود در جدول تناوبی عنصرها به‌دست آورد.



جرم مولی میانگین هر ترکیب از جمع جرم متوسط اتم‌های تشکیل دهنده‌ی آن به دست می‌آید. به جرم‌های مولی هر چهار گزینه توجه کنید. (۴) - ۱۰۷

$$M_{Cl_2} = 2(35.5) = 71 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{Cl_2O} = 2(35.5) + 16 = 87 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{Cl_2O_2} = 2(35.5) + 2(16) = 119 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{CCl_4} = 12 + 4(35.5) = 154 \text{ g.mol}^{-1}$$

مشاهده می‌شود که جرم مولی کربن تتراکلرید از سایر گزینه‌ها بیشتر است.

فرمول مولکولی هر ترکیب نشان دهنده‌ی نوع و تعداد اتم‌های تشکیل دهنده‌ی آن است. برای مثال فرمول مولکولی کربن (۲) - ۱۰۸

دی‌اکسید ( $CO_2$ ) نشان می‌دهد که هر مولکول  $CO_2$  از یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن تشکیل شده است. به همین ترتیب در هر

مول  $CO_2$  ( $6.022 \times 10^{23}$  مولکول  $CO_2$ ) یک مول اتم کربن و دو مول اتم اکسیژن وجود دارد و می‌توان نسبت تعداد اتم‌ها یا مول‌های کربن

به اکسیژن را به صورت زیر نشان داد:

$$\frac{\text{تعداد مول‌های C در یک مول } CO_2}{\text{تعداد مول‌های O در یک مول } CO_2} = \frac{\text{تعداد اتم‌های C در یک مولکول } CO_2}{\text{تعداد اتم‌های O در یک مولکول } CO_2} = \frac{1}{2} \text{ یا } C:O = 1:2$$

سدیم فسفید با فرمول مولکولی  $Na_3P$  و آهن (III) کلرید با فرمول مولکولی  $FeCl_3$  هر کدام دارای ۴ مول اتم می‌باشند. (۳) - ۱۰۹

فرمول تجربی افزون بر نوع و تعداد عنصرهای سازنده‌ی مولکول، ساده‌ترین نسبت اتم‌های موجود در آن را نیز مشخص می‌کند، اما (۳) - ۱۱۰

اطلاعاتی درباره‌ی تعداد اتم‌های موجود از هر عنصر در اختیار ما نمی‌گذارد.

مثال: فرمول مولکولی اتان به صورت  $C_2H_6$  ولی فرمول تجربی آن  $CH_3$  می‌باشد.

توجه شود در این تست تعداد عنصرها مدنظر طراح است و نه تعداد اتم‌ها. در گزینه‌ی (۴) سدیم فسفات ( $Na_3PO_4$ ) از سه (۴) - ۱۱۱

عنصر ( $O, P, Na$ ) اما آمونیوم کلریت ( $NH_4ClO_3$ ) از چهار عنصر ( $O, Cl, H, N$ ) تشکیل شده است.

فرمول تجربی هر ترکیب شیمیایی از طریق تجزیه‌ی عنصری آن ترکیب در آزمایشگاه به دست می‌آید. تجزیه‌ی عنصری روشی است که طی آن (۲) - ۱۱۲

نوع عنصرهای تشکیل دهنده و درصد جرمی هر یک از آن‌ها در ترکیب شیمیایی یاد شده معین می‌شود. با کمک این درصد‌های جرمی و

جرم مولی عنصرهای سازنده، فرمول تجربی آن ترکیب به آسانی از راه محاسبه به دست می‌آید.

ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفهوانید. (۲) - ۱۱۳

درسنامه

### فرمول تجربی و فرمول مولکولی

برای به دست آوردن فرمول تجربی و فرمول مولکولی یک ترکیب، مراحل زیر را انجام دهید:

① جرم هر عنصر را به مول تبدیل کنید. برای این منظور می‌توانید از رابطه‌ی زیر استفاده کنید.

$$n = \frac{m \text{ (جرم ماده)}}{M \text{ (جرم مولی)}} \text{ (تعداد مول)}$$

$M$  جرم مولی عنصر می‌باشد که مقداری ثابت است. در سال‌های اخیر به مراتب دیده شده که طراحان، جرم مولی عنصرهای مهم را در صورت تست

ارائه نمی‌کنند. از این رو به شما توصیه می‌کنم، جرم‌های مولی مهم زیر را به خاطر بسپارید.

$$H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40$$

② نسبت مولی عنصرها را به دست آورید. برای این کار تعداد مول‌های هر عنصر را بر تعداد مول‌های عنصری تقسیم کنید که مقدار آن از همه کم‌تر است.

③ با کنار هم قرار دادن نسبت‌های مولی به دست آمده، فرمول تجربی ترکیب مورد نظر به دست می‌آید.

④ فرمول مولکولی، همیشه مضربی صحیح از فرمول تجربی است.

(فرمول تجربی)  $x =$  فرمول مولکولی

$x$  در این رابطه یک عدد کامل (صحیح مثبت) است. اگر جرم فرمول تجربی و جرم فرمول مولکولی یک ترکیب را بدانید، برای تعیین  $x$  می‌توانید از

رابطه‌ی زیر استفاده کنید.

$$x = \frac{\text{جرم فرمول مولکولی}}{\text{جرم فرمول تجربی}}$$



جرم الکل مورد نظر را ۱۰۰g فرض می‌کنیم. در این صورت ۶۰g آن کربن، ۱۳/۴g آن هیدروژن و ۲۶/۶g آن اکسیژن می‌باشد. ابتدا این جرم‌ها را به مول تبدیل می‌نماییم. جرم‌های مولی مورد نیاز به صورت مقابل است.

$$n_C = \frac{m}{M_C} = \frac{60}{12} = 5 \text{ mol C}$$

$$n_H = \frac{m}{M_H} = \frac{13/4}{1} = 13/4 \text{ mol H}$$

$$n_O = \frac{m}{M_O} = \frac{26/6}{16} \approx 1/7 \text{ mol O}$$

اکنون تعداد مول‌های به دست آمده را بر کوچک‌ترین آن‌ها یعنی ۱/۷ تقسیم می‌کنیم تا ساده‌ترین نسبت میان آن‌ها به دست آید.

$$\left. \begin{array}{l} \text{C تعداد} = \frac{5}{1/7} = 3 \\ \text{H تعداد} = \frac{13/4}{1/7} = 8 \\ \text{O تعداد} = \frac{1/7}{1/7} = 1 \end{array} \right\} \text{ فرمول تجربی} = C_3H_8O \text{ یا } C_3H_7OH$$

در شیمی سال دوم با ایزومرهای ساختاری الکل‌ها آشنا شدید. برای این الکل می‌توان ۲ ایزومر ساختاری به صورت زیر رسم نمود.



۱۱۴- (۴) اگر جرم ترکیب مورد نظر را ۱۰۰g فرض کنیم، ۲۶/۵۶g آن پتاسیم، ۳۵/۴۱g آن کروم و ۳۸/۰۳g آن اکسیژن است. ابتدا جرم‌های داده شده را به مول تبدیل می‌کنیم.

$$n_K = \frac{m}{M_K} = \frac{26/56}{39} = 0/68 \text{ mol K}$$

$$n_{Cr} = \frac{m}{M_{Cr}} = \frac{35/41}{52} = 0/68 \text{ mol Cr}$$

$$n_O = \frac{m}{M_O} = \frac{38/03}{16} \approx 2/38 \text{ mol O}$$

اکنون تعداد مول‌های هر عنصر را بر کوچک‌ترین آن‌ها (۰/۶۸) تقسیم می‌کنیم.

$$\text{K تعداد} = \frac{0/68}{0/68} = 1$$

$$\text{Cr تعداد} = \frac{0/68}{0/68} = 1$$

$$\text{O تعداد} = \frac{2/38}{0/68} = 3/5$$

بنابراین به ازای هر مول پتاسیم، یک مول کروم و ۳/۵ مول اکسیژن وجود دارد. از آن‌جا که در فرمول تجربی باید اعداد صحیح (غیراعشاری) به کار برده شود، از این رو نسبت‌های به دست آمده را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{K تعداد} = 1 \times 2 = 2 \\ \text{Cr تعداد} = 1 \times 2 = 2 \\ \text{O تعداد} = 3/5 \times 2 = 7 \end{array} \right\} \text{ فرمول تجربی} = K_2Cr_2O_7$$

۱۱۵- (۲) ابتدا جرم‌های داده شده را به مول تبدیل می‌کنیم.

$$n_O = \frac{m}{M_O} = \frac{5/72}{16} = 0/35 \text{ mol O}$$

$$n_P = \frac{m}{M_P} = \frac{4/42}{31} = 0/14 \text{ mol P}$$

اکنون تعداد مول‌های هر عنصر را بر کوچک‌ترین آن‌ها (۰/۱۴) تقسیم می‌کنیم.

$$\text{O تعداد} = \frac{0/35}{0/14} = 2/5$$

$$\text{P تعداد} = \frac{0/14}{0/14} = 1$$

بنابراین به ازای هر ۲/۵ مول اکسیژن، یک مول فسفر وجود دارد. از آن‌جا که در فرمول تجربی باید اعداد صحیح (غیراعشاری) به کار برده شود، از این رو نسبت‌های به دست آمده را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{O تعداد} = 2/5 \times 2 = 5 \\ \text{P تعداد} = 1 \times 2 = 2 \end{array} \right\} \text{ فرمول تجربی} = P_2O_5$$



۱۱۶- (۱) اگر جرم ترکیب مورد نظر را ۱۰۰g فرض کنیم، ۳۲/۳۸g آن سدیم، ۲۲/۶۵g آن گوگرد و ۴۴/۹۷g آن اکسیژن است. ابتدا جرم‌های داده شده را به مول تبدیل می‌کنیم.

$$n_{\text{Na}} = \frac{m}{M_{\text{Na}}} = \frac{۳۲/۳۸}{۲۳} = ۱/۴ \text{ mol Na}$$

$$n_{\text{S}} = \frac{m}{M_{\text{S}}} = \frac{۲۲/۶۵}{۳۲} = ۰/۷ \text{ mol S}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m}{M_{\text{O}}} = \frac{۴۴/۹۷}{۱۶} = ۲/۸ \text{ mol O}$$

اکنون تعداد مول‌های هر عنصر را بر کوچک‌ترین آن‌ها (۰/۷) تقسیم می‌کنیم.

$$\text{Na تعداد} = \frac{۱/۴}{۰/۷} = ۲$$

$$\text{S تعداد} = \frac{۰/۷}{۰/۷} = ۱$$

$$\text{O تعداد} = \frac{۲/۸}{۰/۷} = ۴$$

بنابراین به ازای هر ۲ مول سدیم، ۱ مول گوگرد و ۴ مول اکسیژن وجود دارد و فرمول تجربی ترکیب مورد نظر  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  می‌باشد.

۱۱۷- (۴) ابتدا جرم‌های ارایه شده در صورت تست را به مول تبدیل می‌کنیم. جرم‌های مولی مورد نیاز به صورت زیر است.

$$(N = ۱۴, O = ۱۶)$$

$$n_{\text{N}} = \frac{m}{M_{\text{N}}} = \frac{۰/۶۱}{۱۴} = ۰/۰۴۳ \text{ mol N}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m}{M_{\text{O}}} = \frac{۱/۳۹}{۱۶} = ۰/۰۸۶ \text{ mol O}$$

اکنون تعداد مول‌های به دست آمده را بر تعداد مول کوچک‌تر (۰/۰۴۳) تقسیم می‌کنیم.

$$\text{N تعداد} = \frac{۰/۰۴۳}{۰/۰۴۳} = ۱$$

$$\text{O تعداد} = \frac{۰/۰۸۶}{۰/۰۴۳} = ۲$$

فرمول تجربی =  $\text{NO}_2$

رابطه‌ی میان فرمول مولکولی و فرمول تجربی به صورت زیر است:

$$\text{فرمول مولکولی} = (\text{فرمول تجربی})_x = (\text{NO}_2)_x$$

برای پیدا کردن x از تقسیم جرم فرمول مولکولی به جرم فرمول تجربی استفاده می‌کنیم. جرم فرمول تجربی به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$\text{جرم فرمول تجربی (NO}_2) = ۱۴ + ۲(۱۶) = ۴۶ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

هم‌چنین مطابق صورت تست، جرم فرمول مولکولی برابر  $۹۲ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد. پس مقدار عددی x به صورت زیر به دست می‌آید.

$$x = \frac{\text{جرم فرمول مولکولی}}{\text{جرم فرمول تجربی}} = \frac{۹۲}{۴۶} = ۲$$

از این‌رو، فرمول مولکولی ترکیب مورد نظر به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\text{فرمول مولکولی} = (\text{NO}_2)_2 = \text{N}_2\text{O}_4$$

۱۱۸- (۲) رابطه‌ی میان فرمول مولکولی و فرمول تجربی به صورت زیر است:

$$\text{فرمول مولکولی} = (\text{فرمول تجربی})_x = (\text{CH})_x$$

برای پیدا کردن x از تقسیم جرم فرمول مولکولی به جرم فرمول تجربی استفاده می‌کنیم. جرم فرمول تجربی به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$\text{جرم فرمول تجربی (CH)} = ۱۲ + ۱ = ۱۳ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

هم‌چنین مطابق صورت تست، جرم فرمول مولکولی برابر  $۷۸ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد. پس مقدار عددی x به صورت زیر به دست می‌آید.

$$x = \frac{\text{جرم فرمول مولکولی}}{\text{جرم فرمول تجربی}} = \frac{۷۸}{۱۳} = ۶$$

از این‌رو فرمول مولکولی ترکیب مورد نظر به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\text{فرمول مولکولی} = (\text{CH})_6 = \text{C}_6\text{H}_6$$

۱۱۹- (۲) ابتدا جرم‌های داده شده را به مول تبدیل می‌کنیم.

$$n_{\text{C}} = \frac{m}{M_{\text{C}}} = \frac{۰/۱۲}{۱۲} = ۰/۰۱ \text{ mol C}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{m}{M_{\text{H}}} = \frac{۰/۰۳}{۱} = ۰/۰۳ \text{ mol H}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m}{M_{\text{O}}} = \frac{۰/۱۶}{۱۶} = ۰/۰۱ \text{ mol O}$$



اکنون تعداد مول‌های هر عنصر را به کوچک‌ترین آن‌ها (۰/۰۱) تقسیم می‌کنیم.

$$C \text{ تعداد} = \frac{0/01}{0/01} = 1$$

$$H \text{ تعداد} = \frac{0/03}{0/01} = 3$$

$$O \text{ تعداد} = \frac{0/01}{0/01} = 1$$

بنابراین به ازای هریک مول کربن، ۳ مول هیدروژن و یک مول اکسیژن وجود دارد و فرمول تجربی ترکیب مورد نظر  $CH_3O$  است.

۱۲۰- (۳) درصد جرمی عنصر M در اکسید MO برابر ۸۰ درصد است. با استفاده از این رابطه، جرم مولی عنصر M را به دست می‌آوریم.

$$\frac{M}{MO} = \frac{80}{100} \rightarrow \frac{M}{M+16} = \frac{80}{100} \rightarrow M = 64$$

اکنون می‌توان درصد جرمی عنصر M را در اکسید  $M_2O$  محاسبه کرد. هر مول  $M_2O$  دارای ۲ مول M می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{2M}{M_2O} = \frac{x}{100} \rightarrow \frac{2(64)}{2(64)+16} = \frac{x}{100} \rightarrow x = 78.81/89$$

۱۲۱- (۴) فرمول شیمیایی آلومینیوم نیترات  $Al(NO_3)_3$  می‌باشد، بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های N در یک واحد } Al(NO_3)_3}{\text{تعداد اتم‌های O در یک واحد } Al(NO_3)_3} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

۱۲۲- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم.

$$\text{آمونیاک } (NH_3): \frac{\text{تعداد اتم مرکزی (N)}}{\text{تعداد اتم کناری (H)}} = \frac{1}{3}$$

$$\text{اتان } (C_2H_6): \frac{\text{تعداد اتم مرکزی (C)}}{\text{تعداد اتم کناری (H)}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\text{گوگرد تری‌اکسید } (SO_3): \frac{\text{تعداد اتم مرکزی (S)}}{\text{تعداد اتم کناری (O)}} = \frac{1}{3}$$

$$\text{گوگرد دی‌اکسید } (SO_2): \frac{\text{تعداد اتم مرکزی (S)}}{\text{تعداد اتم کناری (O)}} = \frac{1}{2}$$

مشاهده می‌شود که نسبت محاسبه شده در گزینه‌ی (۴) از سایر گزینه‌ها بزرگ‌تر است.  $(\frac{1}{2} > \frac{1}{3})$

۱۲۳- (۴) ابتدا درصنانه‌ی زیر را بفهانید.

### شیوه‌ی حل مسایل مولی - مولی

درصنانه

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

با استفاده از نسبت‌های مولی می‌توان تعداد مول فراورده‌های به‌دست آمده از واکنش یا تعداد مول واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز را به‌دست آورد.

هم‌چنین می‌توان تعداد مول واکنش‌دهنده‌های لازم را برای تولید تعداد مول مشخصی از فراورده محاسبه کرد.

روش دوم: این روش که بیشتر مورد توجه اساتید کنکور می‌باشد، استفاده از تناسب‌های هم‌ارز است.

برای حل مسایل و تست‌های استوکیومتری مولی - مولی از تناسب‌های هم‌ارز زیر استفاده کنید:

[مول]	~	[مولکول یا اتم]
↓		↓
ضریب استوکیومتری		ضریب استوکیومتری $\times 6.022 \times 10^{23}$

توجه: در صورت عدم وجود ضرایب استوکیومتری، از عدد ۱ در تناسب‌های فوق به جای ضرایب استوکیومتری استفاده کنید.

با توجه به درصنانه‌ی فوق، اکنون به حل این تست توجه کنید.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mol } N_2 = \frac{3/01 \times 10^{20} \text{ مولکول } N_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ مولکول } N_2} \times \frac{\text{mol } N_2}{1} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol } N_2$$



## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

در صورت تست، هیچ واکنشی رخ نداده است، پس داده‌های مسأله را می‌نویسیم.

$$\begin{array}{l} \text{مولکول } 3/01 \times 10^{23} \\ \text{مولکول } 1 \times 6/022 \times 10^{23} \end{array} \sim x \text{ mol N}_2 \rightarrow x = 5 \times 10^{-4} \text{ mol N}_2$$

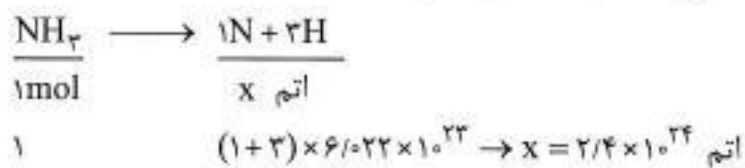
## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۱۲۴

با توجه به فرمول مولکولی آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) هر مول آن شامل ۴ مول اتم (۳ مول اتم هیدروژن و ۱ مول اتم نیتروژن) می‌باشد. بنابراین با استفاده از استوکیومتری فرمولی به این تست پاسخ می‌دهیم.

$$\text{NH}_3 \text{ اتم} = 1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{4 \text{ mol اتم}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{6/022 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol اتم}} = 24 \times 10^{23} = 2/4 \times 10^{24} \text{ اتم}$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

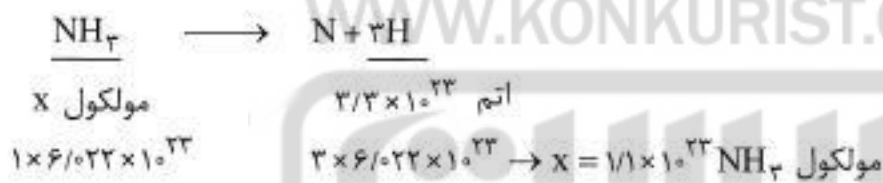
هرگاه تعداد اتم‌های یک ماده خواسته شد، ابتدا طی یک معادله، ماده‌ی مورد نظر را به اتم‌های سازنده‌اش تفکیک کنید.



## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۱۲۵

$$\text{NH}_3 \text{ مولکول} = 3/3 \times 10^{23} (\text{H اتم}) \times \frac{1 (\text{مولکول NH}_3)}{3 (\text{H اتم})} = 1/1 \times 10^{23} \text{ NH}_3 \text{ مولکول}$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



## معادله‌ی واکنش سوختن متان به صورت زیر است: (۲) - ۱۲۶



$$\text{نسبت مولی اکسیژن به متان} = \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4}$$

$$\text{نسبت مولی متان به آب} = \frac{1 \text{ mol CH}_4}{2 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۱۲۷

ابتدا باید معادله‌ی واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید را نوشته و موازنه نماییم.



$$? \text{ mol HCl} = 0/3 \text{ mol ZnCl}_2 \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol ZnCl}_2} = 0/6 \text{ mol HCl}$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{l} x \text{ mol} \quad \quad \quad 0/3 \text{ mol} \\ 2 \quad \quad \quad 1 \rightarrow x = 0/6 \text{ mol HCl} \end{array}$$

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۱۲۸

معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش کلسیم هیدروکسید با فسفریک اسید به صورت زیر است:



$$? \text{ mol Ca}(\text{OH})_2 = 0/2 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{3 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 0/6 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

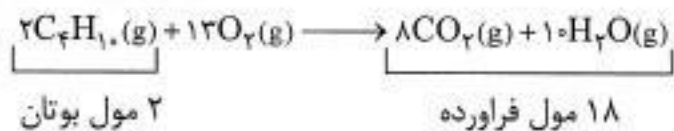


$$\begin{array}{l} x \text{ mol} \quad \quad \quad 0/2 \text{ mol} \\ 3 \quad \quad \quad 1 \rightarrow x = 0/6 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2 \end{array}$$



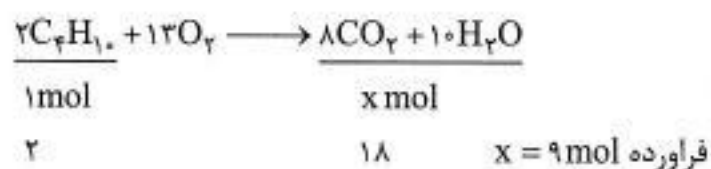
۱۲۹- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی سوختن کامل بوتان را می‌نویسیم.



$$? \text{ mol فراورده} = 1 \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{18 \text{ mol فراورده}}{2 \text{ mol } C_4H_{10}} = 9 \text{ mol فراورده}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



۱۳۰- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی سوختن کامل پروپان را می‌نویسیم.



$$? \text{ mol air} = 1 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{5 \text{ mol air}}{1 \text{ mol } O_2} = 25 \text{ mol air}$$

توجه: در این تست تعداد مول‌های هوای مورد نیاز خواسته شده است. از آن‌جا که  $\frac{1}{5}$  هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد بنابراین تعداد مول‌های اکسیژن مورد نیاز را در ضریب تبدیل آخر، ۵ برابر می‌نماییم تا تعداد مول‌های هوای مورد نیاز به دست آید.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



با توجه به معادله‌ی فوق مشخص است که هر مول پروپان با ۵ مول اکسیژن به‌طور کامل می‌سوزد و چون  $\frac{1}{5}$  هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد.

پس:

$$25 \text{ mol air} = 5 \times 5 = 5 \times \text{مول اکسیژن مورد نیاز} = \text{مول هوای مورد نیاز}$$

۱۳۱- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{مولکول NO} = 2/88 \times 10^{21} \text{ NO} = \frac{4 \text{ mol NO}}{5 \text{ mol } O_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ O}_2} \times \text{مولکول } O_2 = 3/6 \times 10^{21} \text{ O}_2 = \text{تعداد مولکول NO}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



مولکول $3/6 \times 10^{21} O_2$	x مولکول				
$5 \times 6/02 \times 10^{23}$	$4 \times 6/02 \times 10^{23}$	$\rightarrow x = 2/88 \times 10^{21} \text{ NO}$	مولکول NO		

۱۳۲- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$\text{مولکول } Fe_2O_3 = 3/11 \times 10^{22} \text{ Fe}_2\text{O}_3 = \frac{2 \text{ mol } Fe_2O_3}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{6/022 \times 10^{22} \text{ (Fe}_2\text{O}_3 \text{ مولکول)}}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{6/022 \times 10^{22} \text{ (اتم Fe)}} \times \text{تعداد مولکول } Fe_2O_3$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



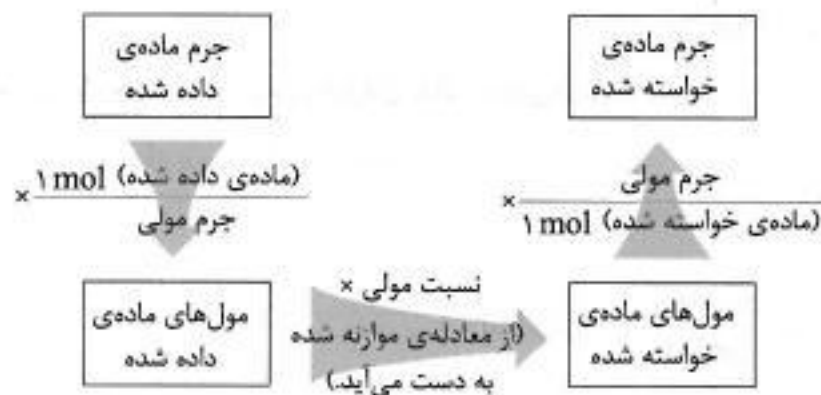
اتم $6/022 \times 10^{22}$	x مولکول				
$4 \times 6/022 \times 10^{22}$	$2 \times 6/022 \times 10^{22}$	$\rightarrow x = 3/11 \times 10^{22} \text{ Fe}_2\text{O}_3$	مولکول $Fe_2O_3$		



## شیوه‌ی حل مسایل جرمی - جرمی

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

در محاسبه‌ی مقدار جرم فراورده‌های حاصل از واکنش مقدار جرم مشخص از واکنش‌گرها، یا در محاسبه‌ی جرم مورد نیاز از واکنش‌گرها برای تولید مقدار جرم مشخص از یک فراورده، می‌توان از روابط استوکیومتری استفاده کرد. در چنین مواردی، معادله‌ی شیمیایی موازنه‌شده‌ی واکنش مبنای محاسبه‌ی کمی قرار می‌گیرد. استوکیومتری واکنش‌ها بر حسب مول تفسیر می‌شود، بنابراین ابتدا باید با استفاده از جرم مولکولی، جرم ماده‌ی داده شده را به مول تبدیل کرد. سپس با استفاده از نسبت‌های مولی، تعداد مول ماده‌ی داده شده را به تعداد مول ماده‌ی خواسته شده تبدیل کرد. سرانجام با استفاده از جرم مولکولی ماده‌ی خواسته شده، مقدار جرم آن را محاسبه کرد. شکل زیر روند حل روابط جرمی - جرمی در مسایل استوکیومتری را نشان می‌دهد.



شکل بالا بسیاری از مسایل استوکیومتری، تبدیل جرم به مول و برعکس و استفاده از نسبت مولی در واکنش‌های شیمیایی را در برمی‌گیرد.

WWW.KONKURIST.COM

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای حل مسایل و تست‌های استوکیومتری جرمی - جرمی از تناسب‌های هم‌ارز زیر استفاده کنید:



توجه: در صورت عدم وجود ضرایب استوکیومتری، از عدد ۱ در تناسب‌های فوق به جای ضرایب استوکیومتری استفاده کنید.

## ۱۳۴- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g \text{ Fe} = 5/4 g \text{ Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 g \text{ Ag}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Ag}} \times \frac{56 g \text{ Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1/4 g \text{ Fe}$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{l} x \text{ g} \qquad \qquad \qquad 5/4 \text{ g} \\ 1 \times 56 \qquad \qquad \qquad 2 \times 108 \end{array} \rightarrow x = 1/4 g \text{ Fe}$$

## ۱۳۵- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g \text{ AgCl} = 17 g \text{ AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{170 g \text{ AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{1 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{144 g \text{ AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} = 14/4 g \text{ AgCl}$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{l} 17 \text{ g} \qquad \qquad \qquad x \text{ g} \\ 1 \times 170 \qquad \qquad \qquad 1 \times 144 \end{array} \rightarrow x = 14/4 g \text{ AgCl}$$



۱۳۶- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g H_2O = 8g O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32g O_2} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{18g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 9g H_2O$$

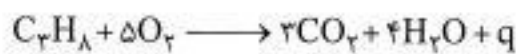
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 8g & & xg \\ 1 \times 32 & & 2 \times 18 \rightarrow x = 9g H_2O \end{array}$$

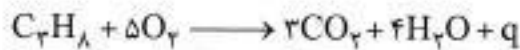
۱۳۷- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g CO_2 = 5g C_2H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_8}{44g C_2H_8} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_2H_8} \times \frac{44g CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 15g CO_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 5g & & xg \\ 1 \times 44 & & 2 \times 44 \rightarrow x = 15g CO_2 \end{array}$$

۱۳۸- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی سوختن کامل گلوکز را می‌نویسیم.



$$?g O_2 = 90g C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180g C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{32g O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 96g O_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 90g & & xg \\ 1 \times 180 & & 6 \times 32 \rightarrow x = 96g O_2 \end{array}$$

۱۳۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$?g SnF_2 = 4g HF \times \frac{1 \text{ mol } HF}{20g HF} \times \frac{1 \text{ mol } SnF_2}{2 \text{ mol } HF} \times \frac{157g SnF_2}{1 \text{ mol } SnF_2} = 15.7g SnF_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 4g & & xg \\ 2 \times 20 & & 1 \times 157 \rightarrow x = 15.7g SnF_2 \end{array}$$

۱۴۰- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g NaOH = 117mg NaCl \times \frac{1g NaCl}{1000mg NaCl} \times \frac{1 \text{ mol } NaCl}{58.5g NaCl} \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{2 \text{ mol } NaCl} \times \frac{40g NaOH}{1 \text{ mol } NaOH} = 0.008 = 8 \times 10^{-3} g NaOH$$

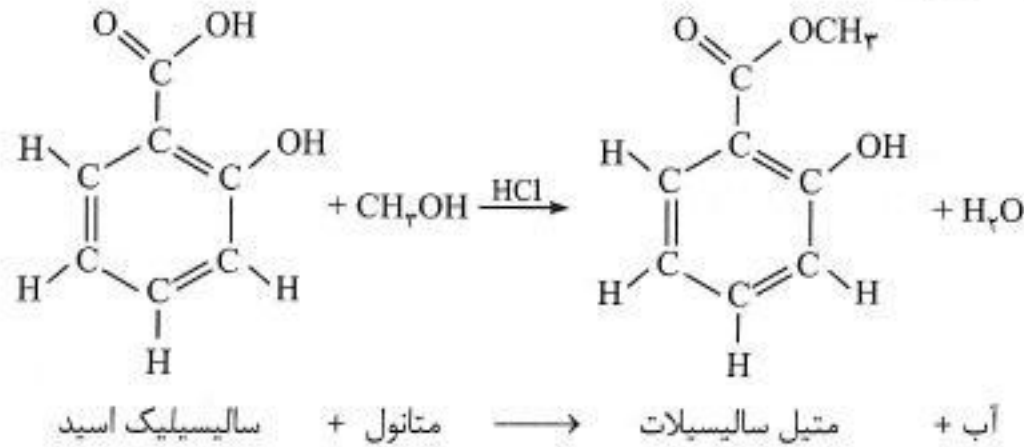
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



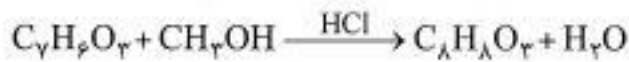
$$\begin{array}{ccc} xg & & 117 \times 10^{-3} g \\ 2 \times 40 & & 2 \times 58.5 \rightarrow x = 8 \times 10^{-3} g NaOH \end{array}$$



۱۴۱- (۲) ابتدا باید معادله‌ی واکنش تهیه‌ی متیل سالیسیلات را بنویسیم. معادله‌ی این واکنش را به‌خاطر بسپارید.



با شمارش تعداد اتم‌های هر عنصر، معادله‌ی نمادی واکنش را می‌نویسیم.



برای حل این تست، ابتدا باید جرم مولی سالیسیلیک اسید و متیل سالیسیلات را محاسبه کنیم.

$$(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) \text{ جرم مولی سالیسیلیک اسید} = 7(12) + 6(1) + 3(16) = 138 \text{ g.mol}^{-1}$$

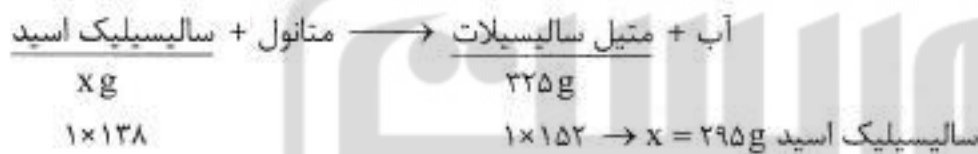
$$(\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3) \text{ جرم مولی متیل سالیسیلات} = 8(12) + 8(1) + 3(16) = 152 \text{ g.mol}^{-1}$$

اکنون با دو روش می‌توان مسأله را حل نمود.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$\text{سالیسیلیک اسید} = 225 \text{ g سالیسیلات} \times \frac{1 \text{ mol متیل سالیسیلات}}{152 \text{ g متیل سالیسیلات}} \times \frac{1 \text{ mol سالیسیلیک اسید}}{1 \text{ mol متیل سالیسیلات}} \times \frac{138 \text{ g سالیسیلیک اسید}}{1 \text{ mol سالیسیلیک اسید}} = 205 \text{ g سالیسیلیک اسید}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



۱۴۲- (۳) ابتدا معادله‌های مربوط را می‌نویسیم.



می‌توان مستقیماً از جرم کربن در معادله‌ی اول، جرم پتاسیم هیدروکسید لازم در معادله‌ی آخر را به‌دست آورد.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{ g KOH} = 0.16 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 0.16 \text{ g KOH}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



0.16 g	x g	$\rightarrow x = 0.16 \text{ g KOH}$
1 × 12	2 × 56	

۱۴۳- (۴) **روش اول: رابطه‌ی آب تبلور**

در سال دوم آموختید که با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان n یا تعداد مولکول‌های آب تبلور موجود در نمک را محاسبه نمود.

$$n = \frac{M(a-b)}{18b}$$

n: تعداد مولکول‌های آب تبلور

M: جرم مولی نمک خشک (بی‌آب)

a: جرم نمک متبلور (آب‌دار)

b: جرم نمک خشک (بی‌آب)

بنابراین با استفاده از رابطه‌ی آب تبلور می‌توان نوشت:

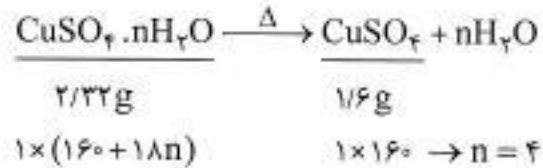
$$n = \frac{M(a-b)}{18b} = \frac{160(2/32 - 1/6)}{18 \times 1/6} = 4$$

(تعداد مولکول‌های آب تبلور)



## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

هم‌چون همیشه با استفاده از تناسب‌های هم‌ارز نیز به راحتی می‌توان مسئله را حل نمود.



آقا اجازه: در شیمی سال دوم، یاد گرفتیم به مس (II) سولفات ۵ آبه ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )، کات کپور می‌گرن. پس چرا در این تست تعداد مولکول‌های آب تبلور در مس (II) سولفات برابر ۴ شر؟  
 جواب: از دقت شما فوشم اومد. شما درست می‌گیرید. به مس (II) سولفات ۵ آبه، اصطلاحاً کات کپور می‌گرن ولی این دلیل نمی‌شه که مس (II) سولفات ۴ آبه وجود نداشته باشه. مگه نه؟ 😊

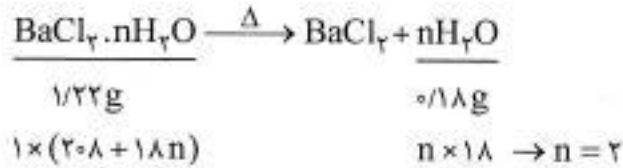


## روش اول: رابطه‌ی آب تبلور (۱) - ۱۴۴

جرم آب تبلور = جرم آب تبلور - جرم نمک متبلور = جرم نمک خشک (بی‌آب)

$$n = \frac{M(a-b)}{18b} = \frac{208(212-16)}{18 \times 16} = 2$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



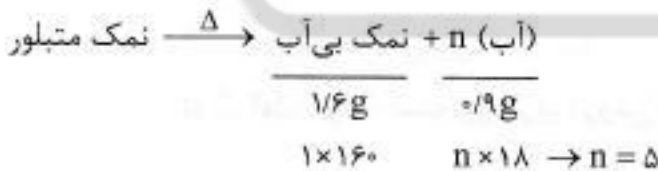
## روش اول: رابطه‌ی آب تبلور (۲) - ۱۴۵

$$n = \frac{M(a-b)}{18b} = \frac{160(215-16)}{18 \times 16} = 5$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

جرم آب تبلور = جرم آب تبلور - جرم نمک خشک = جرم آب تبلور

چون فرمول شیمیایی نمک مورد نظر را نمی‌دانیم، از معادله‌ی نوشتاری واکنش استفاده می‌کنیم.



## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۱) - ۱۴۶

معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش پودر مس با محلول  $\text{AgNO}_3$  به صورت زیر است:



ابتدا مقدار مس واکنش داده را محاسبه کرده و از مقدار مس اولیه کم می‌کنیم تا مقدار مس باقی‌مانده در ظرف به دست آید:

$$?g \text{ Cu} = 0.108g \text{ Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108g \text{ Ag}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Ag}} \times \frac{64g \text{ Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0.032g \text{ Cu} \text{ (مقدار مس واکنش داده)}$$

مقدار مس باقی‌مانده = مقدار مس واکنش داده - مقدار مس اولیه =  $1 - 0.032 = 0.968g \text{ Cu}$

اکنون مقدار مس باقی‌مانده را با  $0.108g$  گرم نقره‌ی فلزی تولید شده جمع می‌نماییم تا وزن توده‌ی جامد موجود در ظرف به دست آید:

$$0.968g + 0.108g = 1.076g$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش پودر مس با  $\text{AgNO}_3$  به صورت زیر است:



$$\begin{array}{l} \underline{xg} \qquad \qquad \qquad \underline{0.108g} \\ 1 \times 64 \qquad \qquad \qquad 2 \times 108 \rightarrow x = 0.032g \text{ Cu} \text{ (مقدار مس واکنش داده)} \end{array}$$

مقدار مس باقی‌مانده = مقدار مس واکنش داده - مقدار مس اولیه =  $1 - 0.032 = 0.968g \text{ Cu}$

اکنون مقدار مس باقی‌مانده را با  $0.108g$  گرم نقره‌ی فلزی تولید شده جمع می‌نماییم تا وزن توده‌ی جامد موجود در ظرف به دست آید:

$$0.968g + 0.108g = 1.076g$$

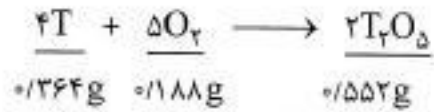


**۱۴۷- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

با استفاده از قانون پایستگی جرم می‌توان جرم اکسیژن مورد نیاز را به‌دست آورد.

$$\text{جرم اکسیژن} = \text{جرم } T_2O_5 - \text{جرم } T = 0.552 - 0.364 = 0.188 \text{ g } O_2$$

معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

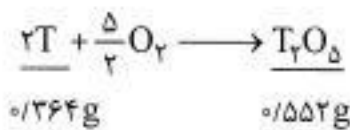


اکنون جرم مولی  $T$ ، یعنی جرم یک مول از عنصر  $T$  را به‌صورت زیر به‌دست می‌آوریم.

$$\text{جرم مولی } T = 1 \text{ mol } T \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } T} \times \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{0.364 \text{ g } T}{0.188 \text{ g } O_2} = 77/4 \text{ g}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

این تست المپیاد را می‌توان به راحتی با یک نسبت تناسب ساده حل نمود.



$$2 \times M \quad 2M + (5 \times 16) \rightarrow 1/104M = 0.728M + 29/12 \rightarrow M = 77/4 \text{ g}$$

**۱۴۸- (۲) عنصر  $M$  در لایه‌ی چهارم الکترونی خود تنها یک الکترون دارد، پس آرایش الکترونی آن به  $fs^1$  ختم می‌شود.**

$$\left. \begin{array}{l} M: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow Z = 19 \\ \text{صورت تست} \rightarrow N = 20 \end{array} \right\} A = Z + N = 19 + 20 = 39$$

بنابراین جرم اتمی عنصر  $M$  نیز برابر ۳۹ می‌باشد.

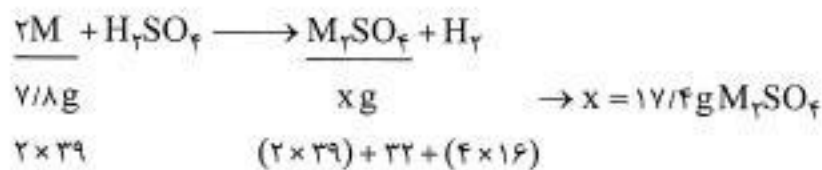
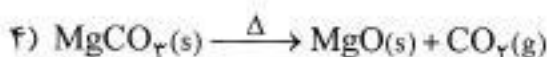
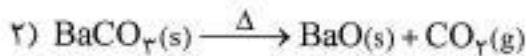
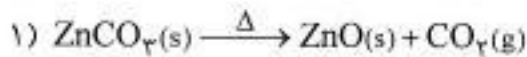
ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم. از آن‌جا که عنصر  $M$  در لایه‌ی ظرفیت خود تنها یک الکترون دارد و آرایش آن به  $fs^1$  ختم می‌شود پس یک ظرفیتی است.



اکنون با دو روش می‌توان جرم نمک حاصل از واکنش عنصر  $M$  با سولفوریک اسید را پیدا نمود.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{ g } M_2SO_4 = 7/8 \text{ g } M \times \frac{1 \text{ mol } M}{39 \text{ g } M} \times \frac{1 \text{ mol } M_2SO_4}{2 \text{ mol } M} \times \frac{174 \text{ g } M_2SO_4}{1 \text{ mol } M_2SO_4} = 17/4 \text{ g } M_2SO_4$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز****۱۴۹- (۱) کربنات‌ها بر اثر تجزیه شدن کامل در گرما به اکسید فلز و گاز کربن دی‌اکسید تجزیه می‌شوند.**

پس از عمل تجزیه، اکسید فلز در ظرف باقی‌مانده و گاز  $CO_2$  خارج می‌گردد و باعث کاهش جرم نمک می‌شود. اکنون با استفاده از جرم مولی گاز  $CO_2$  می‌توان جرم مولی نمک مورد نظر را به‌دست آورد.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

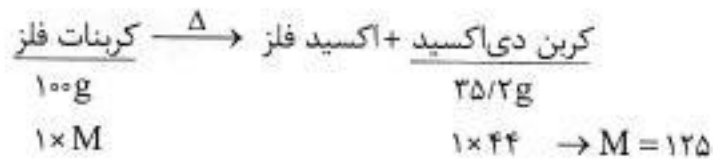
$$\text{جرم نمک} = \frac{44 \text{ g } CO_2}{\text{جرم مولی } CO_2} \times \frac{100 \text{ g نمک}}{25/2 \text{ g } CO_2} = 125 \text{ g نمک}$$

درصد کاهش جرم

پس جرم مولی نمک مورد نظر  $125 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  است و روی کربنات ( $ZnCO_3$ ) می‌باشد.



## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



پس جرم مولی نمک موردنظر  $۱۲۵g \cdot mol^{-1}$  است و روی کربنات ( $ZnCO_3$ ) می‌باشد.

۱۵۰- (۲) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسنامه

## شیوه‌ی حل مسایل مولی - جرمی

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

در محاسبه‌ی مقدار جرم فراورده‌های حاصل از واکنش تعداد مول مشخص از واکنش‌گرها، یا در محاسبه‌ی جرم مورد نیاز از واکنش‌گرها برای تولید تعداد مول مشخصی از یک فراورده می‌توان از روابط استوکیومتری استفاده کرد. در این موارد نیز معادله‌ی شیمیایی موازنه‌شده‌ی واکنش مبنای محاسبه‌های کمی قرار می‌گیرد. فقط کافی است با استفاده از ضریب تبدیل‌های مناسب، جرم داده شده را تبدیل به مول خواسته شده و یا مول داده شده را تبدیل به جرم خواسته شده نماییم و البته باز هم می‌توانید به جای استفاده از روابط استوکیومتری با استفاده از یک تناسب ساده مسأله را حل نمایید.

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای حل مسایل و تست‌های استوکیومتری مولی - جرمی از تناسب‌های هم‌ارز زیر استفاده کنید:



توجه: در صورت عدم وجود ضرایب استوکیومتری، از عدد ۱ در تناسب‌های فوق به جای ضریب استفاده کنید.

اکنون به حل تست مورد نظر توجه کنید.

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?g Cu = ۳/۵ mol Cu \times \frac{۶۳/۵۵g Cu}{۱ mol Cu} = ۲۲۲g Cu$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$\begin{array}{ccc} ۳/۵ mol Cu & - & x g Cu \\ ۱ & & ۱ \times ۶۳/۵۵ \rightarrow x = ۲۲۲g Cu \end{array}$$

همچنین برای تبدیل مول به جرم یا برعکس، می‌توانید از رابطه‌ی  $n = \frac{m}{M}$  نیز استفاده کنید.

$$n_{Cu} = \frac{m}{M} \rightarrow ۳/۵ = \frac{m}{۶۳/۵۵} \rightarrow m = ۲۲۲g Cu$$

## ۱۵۱- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? mol Cu = ۸۳/۵ g Cu \times \frac{۱ mol Cu}{۶۴ g Cu} = ۱/۳ mol Cu$$

$$? mol CO_2 = ۱۲۸/۹ g CO_2 \times \frac{۱ mol CO_2}{۴۴ g CO_2} = ۲/۹ mol CO_2$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$\begin{array}{ccc} ۸۳/۵ g Cu & - & x mol Cu \\ ۱ \times ۶۴ & & ۱ \rightarrow x = ۱/۳ mol Cu \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} ۱۲۸/۹ g CO_2 & - & x mol CO_2 \\ ۱ \times ۴۴ & & ۱ \rightarrow x = ۲/۹ mol CO_2 \end{array}$$

همچنین برای تبدیل جرم به مول یا برعکس، می‌توانید از رابطه‌ی کوتاه  $n = \frac{m}{M}$  نیز استفاده نمایید.

$$n_{Cu} = \frac{m}{M} = \frac{۸۳/۵}{۶۴} = ۱/۳ mol Cu$$

$$n_{CO_2} = \frac{m}{M} = \frac{۱۲۸/۹}{۴۴} = ۲/۹ mol CO_2$$



۱۵۲- (۱) ابتدا به درسنامه‌ی زیر که یکی از اشتباه‌های متداول بچه‌هاست، توجه کنید.

درسنامه

### تمام ژن‌ها دو اتمی هستند!

یک مطلب مهم که باید به آن توجه کنید، آن است که فرمول شیمیایی گاز نیتروژن  $N_2$  می‌باشد. چنانچه به اشتباه فرمول نیتروژن را  $N$  فرض کنید، گزینه‌ی (۱) این تست را عبارتی درست می‌پندارید.

همیشه در کلاس به دانش‌آموزهایم می‌گویم: «تمام ژن‌ها دو اتمی هستند.»

بچه‌ها می‌پرسند: منظور شما از تمام ژن‌ها چیست؟

می‌گویم: هیدروژن ( $H_2$ )، اکسیژن ( $O_2$ )، نیتروژن ( $N_2$ ) و هالوژن‌ها ( $I_2, Br_2, Cl_2, F_2$ )

آقا اجازه: اگر فرمول شیمیایی نیتروژن  $N_2$  است، پس  $N$  فرمول چیست؟

✓ جواب: سؤال فوبی است. منظور از نیتروژن، مولکول نیتروژن می‌باشد که فرمول آن  $N_2$  است.  $N$  نماد اتم نیتروژن است. به جدول

زیر دقت کنید.



نام	هیدروژن	اتم هیدروژن	اکسیژن	اتم اکسیژن	کلر	اتم کلر
نماد شیمیایی	$H_2$	$H$	$O_2$	$O$	$Cl_2$	$Cl$

آقا اجازه: من این‌طور فهمیدم که منظور از نیتروژن، مولکول نیتروژن می‌باشد که فرمول شیمیایی آن  $N_2$  است. اگر منظور طراح اتم نیتروژن باشد، متماً کلمه‌ی اتم را ذکر می‌کند.

✓ جواب: کاملاً درسته. خیال‌م راحت شد.



WWW.KONKURIST.COM

با توجه به درسنامه‌ی فوق، اکنون با دو روش به تست پاسخ می‌دهیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?g N_2 = 0.3 \text{ mol } N_2 \times \frac{28g N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 8.4g N_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$0.3 \text{ mol } N_2 \sim xg N_2$$

$$1 \quad 1 \times 28 \rightarrow x = 8.4g N_2$$

۱۵۳- (۳) گازهای نجیب مانند نئون ( $Ne$ ) تک اتمی هستند ولی مولکول هیدروژن ( $H_2$ ) دو اتمی است. ضمناً جرم یک مول از مولکول‌های یک ماده

را مولکول گرم گویند. با این توضیح، با دو روش به حل این تست می‌پردازیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\left. \begin{aligned} ?g Ne &= 0.5 \text{ mol } Ne \times \frac{20g Ne}{1 \text{ mol } Ne} = 10g Ne \\ ?g H_2 &= 1 \text{ mol } H_2 \times \frac{2g H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 2g H_2 \end{aligned} \right\} 10g + 2g = 12g$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$0.5 \text{ mol } Ne \sim x_1 g Ne$$

$$1 \quad 1 \times 20 \rightarrow x_1 = 10g Ne$$

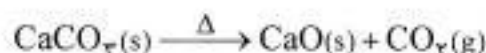
$$1 \text{ mol } H_2 \sim x_2 g H_2$$

$$1 \quad 1 \times 2 \rightarrow x_2 = 2g H_2$$

$$\text{جرم‌ها} = x_1 + x_2 = 10 + 2 = 12g$$

۱۵۴- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

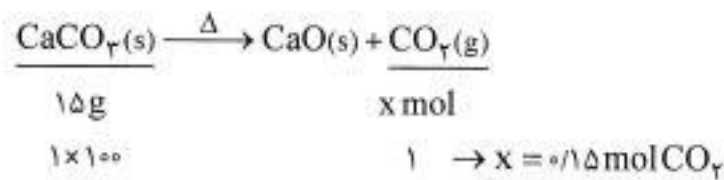
ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$? \text{ mol } CO_2 = 15g CaCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100g CaCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CaCO_3} = 0.15 \text{ mol } CO_2$$

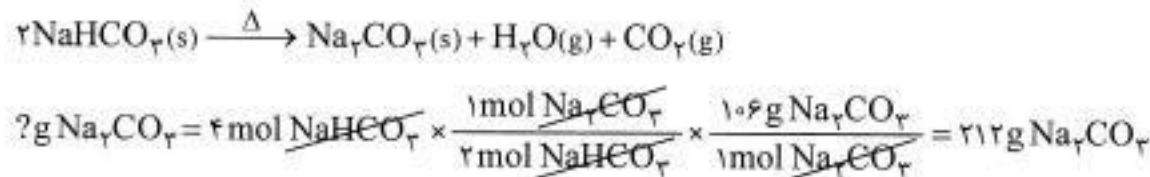


روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

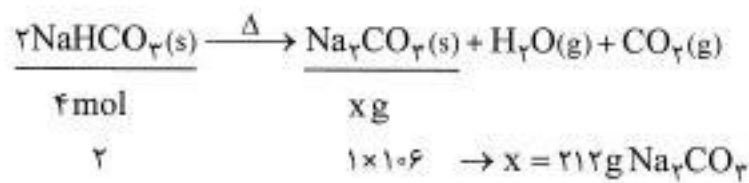


روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۱۵۵

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی تجزیه‌ی سدیم بی‌کربنات یا سدیم هیدروژن کربنات را می‌نویسیم.



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



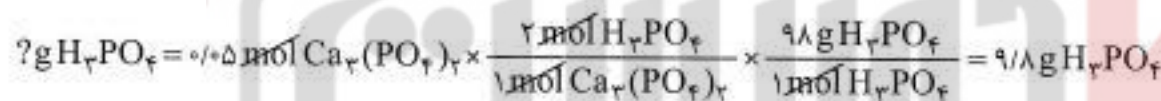
واکنش کلسیم هیدروکسید با فسفریک اسید از نوع جانشینی دوگانه است. معادله‌ی موازنه‌شده‌ی این واکنش به‌صورت زیر است. (۴) - ۱۵۶



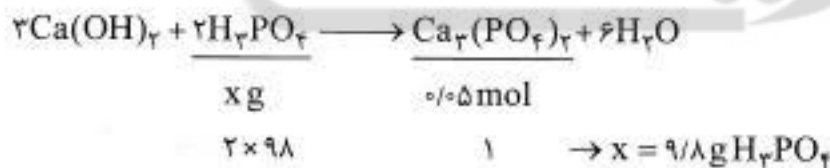
مجموع ضریب‌های مولی واکنش‌دهنده‌ها = ۳ + ۲ = ۵

جرم فسفریک اسید لازم برای تهیه‌ی ۰.۰۵ مول کلسیم فسفات را با دو روش زیر می‌توان محاسبه نمود:

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

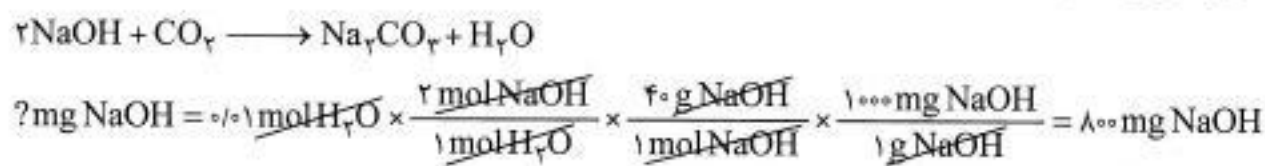


روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

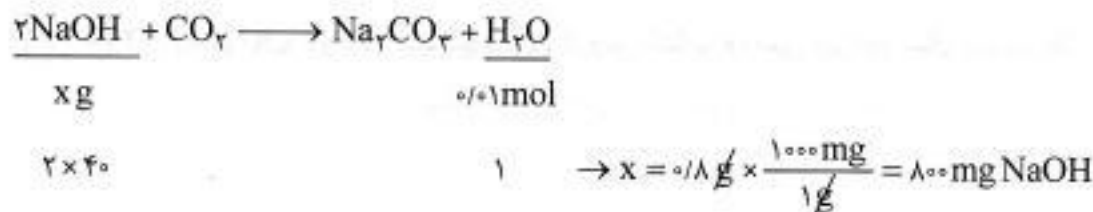


روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۱۵۷

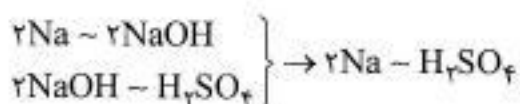
ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



(۱) - ۱۵۸



با توجه به سری معادلات فوق، مشخص می‌گردد که به ازای مصرف هر دو مول Na، یک مول H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> خنثی می‌شود. اکنون با دو روش می‌توان تست را حل نمود.



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = \frac{4/6 \text{ g Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol Na}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}} = 0/1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$\begin{array}{l} \underline{2 \text{ Na}} \quad - \quad \underline{\text{H}_2\text{SO}_4} \\ 4/6 \text{ g} \quad x \text{ mol} \\ 2 \times 23 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0/1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \end{array}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۱۵۹

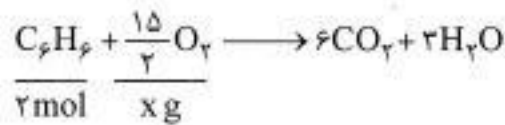
ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی سوختن کامل بنزن را می‌نویسیم. برای راحتی کار به خاطر بسپارید، هرگاه هیدروکربنی بسوزد، به اندازه‌ی کربن‌هایش  $\text{CO}_2$  و نصف هیدروژن‌هایش آب تولید می‌کند. در این صورت، شما تنها کافی است تعداد اکسیژن‌های سمت چپ معادله را موازنه نمایید.



کسری بودن ضرایب، خللی در محاسبه‌های استوکیومتری ایجاد نمی‌نماید.

$$? \text{ g O}_2 = 2 \text{ mol C}_6\text{H}_6 \times \frac{7/5 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 480 \text{ g O}_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$1 \quad \frac{15}{2} \times 32 \rightarrow x = 480 \text{ g O}_2$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۱۶۰

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی سوختن کامل متان را می‌نویسیم.



$$? \text{ mol air} = 3/2 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{5 \text{ mol air}}{1 \text{ mol O}_2} = 2 \text{ mol air}$$

**یادآوری:** توجه داشته باشید که در این تست تعداد مول‌های هوای مورد نیاز خواسته شده است. از آن جا که  $\frac{1}{5}$  هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، بنابراین تعداد مول‌های اکسیژن مورد نیاز را در ضریب تبدیل آخر ۵ برابر می‌نماییم تا تعداد مول‌های هوای مورد نیاز به دست آید.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$3/2 \text{ g} \quad x \text{ mol}$$

$$1 \times 16 \quad 2 \quad \rightarrow x = 0/4 \text{ mol O}_2 \text{ (مول اکسیژن مورد نیاز)}$$

$$2 \text{ mol air} = 0/4 \times 5 = 2 \text{ mol air} = \text{مول هوای مورد نیاز}$$

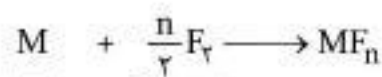
روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۱۶۱

برای آن‌که فرمول مولکولی ترکیب فلز M با فلئوئور را پیدا کنیم، باید ببینیم هر مول M با چند مول F واکنش می‌دهد.

$$? \text{ mol F} = 1 \text{ mol M} \times \frac{0/38 \text{ g F}}{0/01 \text{ mol M}} \times \frac{1 \text{ mol F}}{19 \text{ g F}} = 2 \text{ mol F}$$

بنابراین هر مول M با دو مول F واکنش می‌دهد و فرمول فلئوئورید فلز M به صورت  $\text{MF}_2$  خواهد بود.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$0/01 \text{ mol} \quad 0/38 \text{ g}$$

$$1 \quad \frac{n}{2} \times 38 \rightarrow n = 2 \rightarrow \text{MF}_2$$

۱۶۲- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?gO = 3/01 \times 10^{22} \text{ O} \text{ اتم} \times \frac{1 \text{ mol O}}{6/02 \times 10^{23} \text{ O} \text{ اتم}} \times \frac{16gO}{1 \text{ mol O}} = 0/8gO$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$3/01 \times 10^{22} \text{ اتم} - xgO$$

$$1 \times 6/022 \times 10^{23} \quad 1 \times 16 \rightarrow x = 0/8gO$$

۱۶۳- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

جرم اتمی عنصر در واقع جرم یک مول اتم ( $6/02 \times 10^{23}$  اتم) از آن عنصر می‌باشد. بنابراین:

$$\text{جرم اتمی عنصر} = 1 \text{ mol} \text{ اتم} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol} \text{ اتم}} \times \frac{20 \text{ mg} \text{ اتم}}{3/01 \times 10^{20} \text{ اتم}} \times \frac{1g \text{ اتم}}{1000 \text{ mg} \text{ اتم}} = 40g$$

بنابراین عنصر مورد نظر  $^{40}\text{Ca}$  است.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$3/01 \times 10^{20} \text{ اتم} - 20 \times 10^{-3}g$$

$$6/02 \times 10^{23} \quad 1 \times M \rightarrow M = 40 \rightarrow \text{است } ^{40}\text{Ca}$$

۱۶۴- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$(P_4) \text{ جرم مولی فسفر سفید} = 4 \times 31 = 124g \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$?gP_4 = 3/01 \times 10^{21} P_4 \text{ مولکول} \times \frac{1 \text{ mol } P_4}{6/02 \times 10^{23} P_4 \text{ مولکول}} \times \frac{124gP_4}{1 \text{ mol } P_4} = 0/62gP_4$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$3/01 \times 10^{21} \text{ مولکول} \sim xgP_4$$

$$1 \times 6/02 \times 10^{23} \quad 1 \times 124 \rightarrow x = 0/62gP_4$$

۱۶۵- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{Mg تعداد اتم‌های} = 0/24gMg \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24gMg} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol Mg}} = 6/02 \times 10^{21} \text{ اتم}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$0/24gMg \sim x \text{ اتم}$$

$$1 \times 24 \quad 1 \times 6/022 \times 10^{23} \rightarrow x = 6/022 \times 10^{21} \text{ اتم}$$

۱۶۶- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{Ne تعداد اتم‌های} = 1gNe \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{20gNe} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol Ne}} = 3/01 \times 10^{22} \text{ اتم}$$

$$? \text{ mol Ne} = 1gNe \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{20gNe} = \frac{1}{20} \text{ mol Ne}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$1gNe \sim x_1 \text{ اتم} \sim x_2 \text{ mol}$$

$$1 \times 20 \quad 1 \times 6/022 \times 10^{23} \quad 1 \rightarrow x_1 = 3/011 \times 10^{22} \text{ اتم} \text{ و } x_2 = \frac{1}{20} \text{ mol}$$

۱۶۷- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

یک اتم گرم از هر ماده جرم یک مول اتم از آن ماده می‌باشد.

$$?mgHg = 1/5 \times 10^{-4} \text{ اتم گرم} \times \frac{200gHg}{1 \text{ اتم گرم}} \times \frac{1000mgHg}{1gHg} = 30mgHg$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$1/5 \times 10^{-4} \text{ اتم گرم} \sim xgHg$$

$$1 \quad 1 \times 200 \rightarrow x = 0/03g \times \frac{1000mg}{1g} = 30mgHg$$



**۱۶۸- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

ابتدا تعداد اتم‌های موجود در ۲/۳ گرم سدیم را محاسبه می‌نماییم.

$$\text{Na اتم} = ۲/۳ \text{ g Na} \times \frac{۱ \text{ mol Na}}{۲۳ \text{ g Na}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ اتم}}{۱ \text{ mol Na}} = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ اتم}$$

از آن‌جا که طبق صورت تست تعداد اتم‌های سدیم و کلسیم با هم برابر است، اکنون باید ببینیم  $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$  اتم کلسیم معادل چند مول کلسیم می‌باشد.

$$? \text{ mol Ca} = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ Ca اتم} \times \frac{۱ \text{ mol Ca}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ Ca اتم}} = ۰/۱ \text{ mol Ca}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

کافی است حساب نمائیم ۲/۳ گرم سدیم معادل با چند مول کلسیم می‌باشد، در این صورت حتماً تعداد اتم‌های موجود در آن‌ها نیز برابر خواهد بود.

$$\begin{array}{ccc} ۲/۳ \text{ g Na} & - & x \text{ mol Ca} \\ ۱ \times ۲۳ & & ۱ \end{array} \rightarrow x = ۰/۱ \text{ mol Ca}$$

**۱۶۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

ابتدا تعداد اتم‌های موجود در ۸ گرم اکسیژن را محاسبه می‌نماییم.

$$\text{O اتم} = ۸ \text{ g O} \times \frac{۱ \text{ mol O}}{۱۶ \text{ g O}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ اتم}}{۱ \text{ mol O}} = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳} \text{ اتم}$$

از آن‌جا که طبق صورت تست تعداد اتم‌های اکسیژن و منیزیم با هم برابر است، اکنون باید ببینیم  $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳}$  اتم منیزیم معادل چند گرم منیزیم می‌باشد.

$$? \text{ g Mg} = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳} \text{ Mg اتم} \times \frac{۱ \text{ mol Mg}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ Mg اتم}} \times \frac{۲۴ \text{ g Mg}}{۱ \text{ mol Mg}} = ۱۲ \text{ g Mg}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

کافی است حساب نمائیم ۸ گرم اکسیژن معادل با چند گرم منیزیم می‌باشد. در این صورت حتماً تعداد اتم‌های موجود در آن‌ها نیز برابر خواهد بود.

$$\begin{array}{ccc} ۸ \text{ g O} & - & x \text{ g Mg} \\ ۱ \times ۱۶ & & ۱ \times ۲۴ \end{array} \rightarrow x = ۱۲ \text{ g Mg}$$

**۱۷۰- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$? \text{ g NaOH} = ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۱} \text{ Na اتم} \times \frac{۱ \text{ mol Na}}{۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ Na اتم}} \times \frac{۲ \text{ mol NaOH}}{۲ \text{ mol Na}} \times \frac{۴۰ \text{ g NaOH}}{۱ \text{ mol NaOH}} = ۰/۴ \text{ g NaOH}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

$$\begin{array}{ccc} ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۱} \text{ اتم} & & x \text{ g} \\ ۲ \times ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳} & & ۲ \times ۴۰ \end{array} \rightarrow x = ۰/۴ \text{ g NaOH}$$

**۱۷۱- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{ mol گاز} = ۱۱ \text{ g گاز} \times \frac{۱ \text{ g Ne}}{۲۰ \text{ g گاز}} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۲۰ \text{ g Ne}} = ۰/۲۵ \text{ mol}$$

جگالی

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

جگالی دو گاز نسبت به هم به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جگالی دو گاز نسبت به هم} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{M_1}{V_1}}{\frac{M_2}{V_2}} \xrightarrow{V_1=V_2} \frac{M_1}{M_2}$$

فانون آووگادرو

مطابق قانون آووگادرو، حجم مولی گازها در شرایط یکسان با هم برابر است، بنابراین در رابطه‌ی فوق حجم دو گاز با هم ساده می‌شود و برای محاسبه‌ی چگالی دو گاز نسبت به هم کافی است نسبت جرم مولی آن‌ها را به دست آوریم.

$$\frac{M_{\text{گاز}}}{M_{\text{Ne}}} = \frac{2}{2} = \frac{M_{\text{گاز}}}{20} \rightarrow M_{\text{گاز}} = 44 \text{ g/mol}$$

عدد به دست آمده نشان می‌دهد، هر مول گاز مورد نظر، ۴۴ گرم جرم دارد. پس می‌توان نوشت:

$$1 \text{ mol} - \text{گاز} = 44 \text{ g}$$

$$11 \quad x \rightarrow x = 0.25 \text{ mol}$$

۱۷۲- (۲) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### درصد خلوص مواد (P%)

خلوص مواد معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود و مقدار گرم ماده‌ی خالص موجود در ۱۰۰ گرم ماده‌ی ناخالص را مشخص می‌کند.  
مثال: سدیم کلرید ۹۹/۸٪ را در نظر بگیرید. این مثال بیان می‌کند که هر ۱۰۰g سدیم کلرید مورد نظر، شامل ۹۹/۸g سدیم کلرید خالص و ۰/۲g ناخالصی است.

۱۷۳- (۳) مواد مورد استفاده در آزمایشگاه یا صنعت کاملاً خالص نیستند و معمولاً مقادیر مختلفی ناخالصی به همراه دارند. از این رو در حین کار برای تأمین مقدار معینی از یک ماده‌ی خالص همواره باید مقدار بیشتری از ماده‌ی ناخالص را به کار برد. این ناخالصی‌ها بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.

۱۷۴- (۲) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### شیوه‌ی حل مسایل درصد خلوص

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

با وارد کردن درصد خلوص در محاسبه‌ها می‌توان مقادیر مورد نیاز از ماده‌ی ناخالص را به دست آورد.

$$\text{درصد خلوص ماده} \times \text{جرم ماده‌ی ناخالص} = \frac{\text{جرم ماده‌ی خالص}}{\text{جرم ماده‌ی ناخالص}} \times 100$$

یا

$$\text{درصد خلوص ماده} = \frac{\text{جرم ماده‌ی خالص}}{\text{جرم ماده‌ی ناخالص}} \times 100$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای حل مسایل و تست‌های مربوط به درصد خلوص مواد با استفاده از تناسب‌های هم‌ارز، کافی است درصد خلوص هر ماده را در ردیف داده‌های مسأله وارد کنید.

واکنش‌دهنده	فرآورده
$x\% P$	<input type="checkbox"/>
مسأله داده‌های مسأله	<input type="checkbox"/>

با توجه به درسنامه‌ی بالا، تست مورد نظر را با دو روش حل می‌نماییم. معادله‌ی واکنش متگنز (IV) اکسید با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است. از این آزمایش برای تهیه‌ی گاز کلر در آزمایشگاه استفاده می‌شود. این واکنش را به خاطر بسپارید.



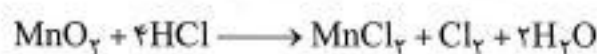
روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ g MnO}_2 (\text{خالص}) = 20 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2 (\text{خالص})}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{100 \text{ g MnO}_2 (\text{خالص})}{90 \text{ g MnO}_2 (\text{خالص})}$$

$$= 27.2 \text{ g MnO}_2 (\text{خالص})$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

در این روش کافی است، درصد خلوص ماده‌ی مورد نظر را نیز مانند سایر داده‌های مسأله در تناسب وارد کنید.



$$x \text{ g} \times \frac{90}{100} = 20 \text{ g}$$

$$1 \times 87 \quad 1 \times 71 \rightarrow x = 27.2 \text{ g MnO}_2 (\text{خالص})$$



## ۱۷۵- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g \text{SnF}_2 (\text{خالص}) = 23/8 \text{ g Sn} \times \frac{1 \text{ mol Sn}}{119 \text{ g Sn}} \times \frac{1 \text{ mol SnF}_2 (\text{خالص})}{1 \text{ mol Sn}} \times \frac{157 \text{ g SnF}_2 (\text{خالص})}{1 \text{ mol SnF}_2 (\text{خالص})} \times \frac{100 \text{ g SnF}_2 (\text{خالص})}{80 \text{ g SnF}_2 (\text{خالص})} = 39/25 \text{ g SnF}_2 (\text{خالص})$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 23/8 \text{ g} & & x \text{ g} \times \frac{100}{100} \\ 1 \times 119 & & 1 \times 157 \end{array} \rightarrow x = 39/25 \text{ g SnF}_2 (\text{خالص})$$

**ایراد علمی:** راستش را بخواهید اگر چه این تست از لحاظ تئوری به راحتی قابل حل است ولی از لحاظ علمی و عملی کمی دچار مشکل است. واقعیت آن است که درصد خلوص فراورده بعد از انجام واکنش تعیین می‌شود و کاملاً بستگی به بازدهی درصدی و مقدار سایر محتویات ظرف واکنش دارد و نمی‌توان قبل از انجام واکنش، حدس زد، درصد خلوص فراورده چه قدر است. در واقع درصد خلوص معمولاً برای واکنش‌دهنده‌ها بیان می‌شود، نه برای فراورده‌ها.

ضمن این‌که با توجه به داده‌های مسأله، دلیلی برای ناخالص بودن  $\text{SnF}_2$  به دست آمده وجود ندارد و  $\text{SnF}_2$  حاصل حتماً به صورت خالص جداسازی می‌شود. زیرا:

① مطابق صورت تست، قلع خالص (Sn) با مقدار کافی هیدروفلوئوریک اسید (HF) واکنش داده است، پس واکنش‌دهنده‌ی اضافی نداریم تا در ظرف واکنش باقی بماند و بر درصد خلوص  $\text{SnF}_2$  حاصل تأثیرگذار باشد.

② هیدروژن به دست آمده در فراورده‌ها گازی شکل است و از ظرف واکنش خارج می‌شود. از این رو فقط در ظرف واکنش  $\text{SnF}_2$  خالص باقی می‌ماند. در صورت تست، صحبتی از بازدهی درصدی واکنش نشده است. در این موارد بنا به قرارداد، بازدهی درصدی واکنش را ۱۰۰٪ در نظر می‌گیریم.

سه دلیل فوق به خوبی نشان می‌دهند که حتماً  $\text{SnF}_2$  به دست آمده، در این واکنش خالص است و دلیلی برای آن‌که  $\text{SnF}_2$  با خلوص ۸۰ درصد به دست آید، وجود ندارد. (بگذریم)

## ۱۷۶- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?g \text{NaOH} (\text{خالص}) = 9/8 \text{ g H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص}) \times \frac{100 \text{ g H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص})}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص})} \times \frac{2 \text{ mol NaOH} (\text{خالص})}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 (\text{خالص})} \times \frac{40 \text{ g NaOH} (\text{خالص})}{1 \text{ mol NaOH} (\text{خالص})} \times \frac{100 \text{ g NaOH} (\text{خالص})}{64 \text{ g NaOH} (\text{خالص})} = 10 \text{ g NaOH} (\text{خالص})$$

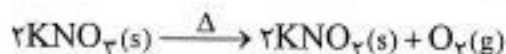
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

درصد خلوص  $\text{NaOH}$  و  $\text{H}_2\text{SO}_4$  را نیز مانند سایر داده‌های مسأله در تناسب وارد می‌نماییم.

$$\begin{array}{ccc} 9/8 \text{ g} \times \frac{100}{100} & & x \text{ g} \times \frac{64}{100} \\ 1 \times 98 & & 2 \times 40 \end{array} \rightarrow x = 10 \text{ g NaOH} (\text{خالص})$$

## ۱۷۷- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم و جرم پتاسیم نیترات خالص را محاسبه می‌کنیم.



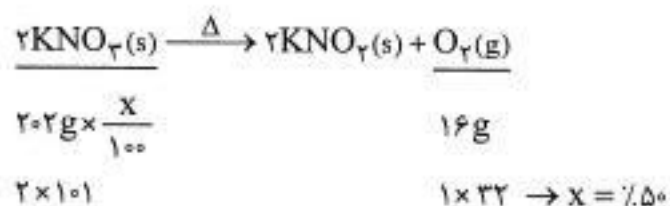
$$?g \text{KNO}_3 (\text{خالص}) = 16 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KNO}_3}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{101 \text{ g KNO}_3 (\text{خالص})}{1 \text{ mol KNO}_3 (\text{خالص})} = 101 \text{ g KNO}_3 (\text{خالص})$$

اکنون با توجه به جرم  $\text{KNO}_3$  خالص و جرم  $\text{KNO}_3$  ناخالص که در صورت تست، ۲۰۲ گرم اعلام شده، درصد خلوص آن را پیدا می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{g \text{KNO}_3 (\text{خالص})}{g \text{KNO}_3 (\text{ناخالص})} \times 100 = \frac{101 \text{ g KNO}_3 (\text{خالص})}{202 \text{ g KNO}_3 (\text{ناخالص})} \times 100 = 50\%$$

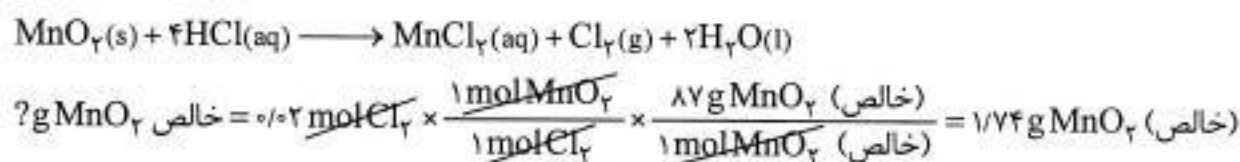


روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۱۷۸

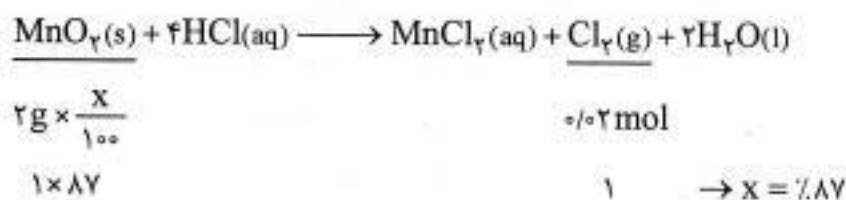
ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم و سپس جرم منگنز دی‌اکسید خالص را محاسبه می‌کنیم. معادله‌ی تولید گاز کلر از واکنش هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید را به خاطر بسپارید.



اکنون با توجه به جرم  $\text{MnO}_2$  خالص و جرم  $\text{MnO}_2$  ناخالص که در صورت تست، ۲ گرم اعلام شده است، درصد خلوص آن را پیدا می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{g \text{ MnO}_2 \text{ (خالص)}}{g \text{ MnO}_2 \text{ (ناخالص)}} \times 100 = \frac{1.74g \text{ MnO}_2 \text{ (خالص)}}{2g \text{ MnO}_2 \text{ (ناخالص)}} \times 100 = \%87$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



معادله‌ی واکنش مس (II) اکسید ناخالص با گاز هیدروژن به صورت زیر است. هیدروژن جانشین فلز در اکسیدهای فلزی می‌شود. (۴) - ۱۷۹



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

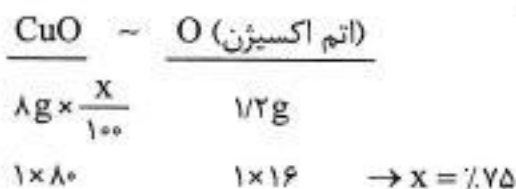
کاهش جرم نمونه‌ی ناخالص مربوط به اتم اکسیژن است، که توسط آن می‌توان جرم مس (II) اکسید خالص را به دست آورد.

$$?g \text{ CuO (خالص)} = 1.2g \text{ O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16g \text{ O}} \times \frac{1 \text{ mol CuO}}{1 \text{ mol O}} \times \frac{80g \text{ CuO}}{1 \text{ mol CuO}} = 6g \text{ CuO (خالص)}$$

$$\text{درصد خلوص CuO} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 = \frac{6}{8} \times 100 = \%75$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

همان‌گونه که در معادله‌ی فوق مشاهده می‌کنید، طی این واکنش مس (II) اکسید به فلز مس تبدیل می‌شود. پس کاهش جرم نمونه‌ی ناخالص، مربوط به اتم‌های اکسیژن است که توسط آن می‌توان درصد خلوص مس (II) اکسید را به دست آورد.

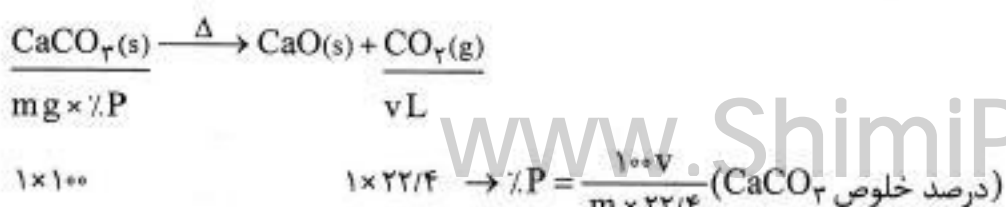
این تست به راحتی با استفاده از رابطه‌ی  $n = \frac{m \text{ (جرم ماده)}}{M \text{ (جرم مولی)}}$  (تعداد مول) قابل حل است. (۳) - ۱۸۰

$$\frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{NaOH})} = \frac{\frac{m \times 0.63}{M} (\text{HNO}_3)}{\frac{m \times 0.180}{M} (\text{NaOH})} = \frac{0.63}{63} = \frac{0.01}{0.02} = 0.50$$

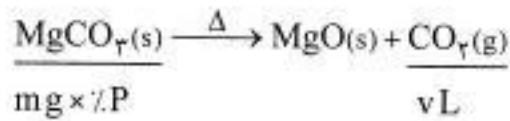
جرم نمونه‌ی ناخالص نیتریک اسید با جرم نمونه‌ی ناخالص سدیم هیدروکسید برابر است. بنابراین در رابطه‌ی فوق،  $m$  از صورت و مخرج ساده می‌شود.

مطابق صورت تست، جرم‌های برابر  $(m)$  از کلسیم کربنات ناخالص و منیزیم کربنات ناخالص، بر اثر تجزیه‌ی گرمایی کامل، حجم برابر  $(v)$  گاز (۳) - ۱۸۱

کربن دی‌اکسید در شرایط یکسان آزاد می‌کند. در این شرایط می‌توان مطابق معادله‌های زیر، درصد خلوص  $(\%P)$  کلسیم کربنات و منیزیم کربنات را به دست آورد.







$$1 \times 84 \qquad \qquad \qquad 1 \times 22/4 \rightarrow \%P = \frac{84v}{m \times 22/4} (\text{درصد خلوص } \text{MgCO}_3)$$

اکنون می‌توان نسبت درصد خلوص کلسیم کربنات به درصد خلوص منیزیم کربنات را به دست آورد.

$$\frac{\%P(\text{CaCO}_3)}{\%P(\text{MgCO}_3)} = \frac{\frac{100v}{m \times 22/4}}{\frac{84v}{m \times 22/4}} = \frac{100}{84} = 1/19$$

محاسبه‌های کمی حجمی در گازها بر پایه‌ی کارهای ژوزف لویی گی‌لوساک شیمی‌دان و فیزیک‌دان فرانسوی بنا شده است. (۳) - ۱۸۲

گزینه‌ی (۲) بیان‌گر قانون آووگادرو می‌باشد. گزینه‌ی (۳) بیان‌گر قانون پایستگی (بقای) جرم می‌باشد و گزینه‌ی (۴) نیز اندیشه‌ی ذره‌ای بودن ساختار ماده است که در آغاز قرن نوزدهم توسط دالتون ارائه گردید. (۱) - ۱۸۳

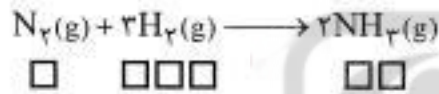
این شکل برای درک بهتر قانون نسبت‌های حجمی گی‌لوساک رسم شده است. هر مکعب (طول × عرض × ارتفاع) نشان‌گر یک حجم از گاز مورد نظر می‌باشد و نشان می‌دهد یک حجم متان با دو حجم اکسیژن می‌سوزد و تشکیل یک حجم  $\text{CO}_2$  و دو حجم بخار آب می‌دهد. به بیان دیگر در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌کنند. (۳) - ۱۸۴

نسبت‌های حجمی گازهای شرکت‌کننده در یک واکنش به‌طور مستقیم با نسبت ضریب‌های آن‌ها در معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش متناسب است. به بیان دیگر نسبت‌های مولی موجود بین اجزای یک واکنش گازی برای نسبت‌های حجمی آن‌ها نیز برقرار است. (۳) - ۱۸۵

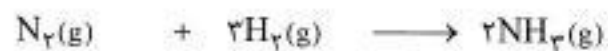
نسبت‌های حجمی گازها در شرایط یکسان با نسبت‌های مولی و نسبت میان تعداد مولکول‌های آن‌ها برابر است. بنابراین می‌توان نوشت: (۱) - ۱۸۶

$$\frac{LO_2}{LCH_4} = \frac{\text{mol}O_2}{\text{mol}CH_4} = \frac{\text{مولکول‌های } O_2}{\text{مولکول‌های } CH_4} = \frac{2}{5}$$

واکنش تهیه‌ی گاز آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن را در نظر بگیرید. (۴) - ۱۸۷



در این واکنش مشاهده می‌شود که یک حجم نیتروژن با سه حجم هیدروژن واکنش می‌دهد و دو حجم آمونیاک تولید می‌نماید. می‌توان گفت که یک مول ( $6.022 \times 10^{23}$  مولکول) نیتروژن نیز با سه مول ( $3 \times 6.022 \times 10^{23}$  مولکول) هیدروژن واکنش می‌دهد و دو مول ( $2 \times 6.022 \times 10^{23}$  مولکول) آمونیاک تولید می‌نماید. بنابراین می‌توان نوشت:



دو مولکول  $\longrightarrow$  سه مولکول + یک مولکول

دو مول  $\longrightarrow$  سه مول + یک مول

دو حجم  $\longrightarrow$  سه حجم + یک حجم

$$\left. \begin{aligned} \text{نسبت مولی نیتروژن به هیدروژن} &= \frac{1 \text{ mol } N_2}{3 \text{ mol } H_2} \\ \text{نسبت حجمی نیتروژن به هیدروژن} &= \frac{1 L N_2}{3 L H_2} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{در واکنش گازی}} \boxed{\text{نسبت حجمی} = \text{نسبت مولی}}$$

بنابراین همان‌طور که مشاهده می‌شود، نسبت‌های مولی اجزای یک واکنش گازی با نسبت‌های حجمی اجزای آن برابر است. اما این نسبت‌ها با نسبت‌های جرمی اجزای واکنش برابر نخواهند بود.

طبق قانون آووگادرو «در فشار و دمای ثابت، یک مول از گازهای مختلف، حجم ثابت و برابری دارند.» به بیان دیگر، «تعداد مولکول‌های مساوی از گازهای مختلف در دما و فشار یکسان، حجم‌های یکسانی را اشغال می‌کنند.» (۴) - ۱۸۸

**توجه:** نتیجه‌ای که نخستین بار آووگادرو در سال ۱۸۱۱ به آن دست یافت، بعدها توسط دانشمندان دیگری هم‌چون بویل و شارل کامل‌تر گردید. حتماً با رابطه‌ی زیر در فیزیک آشنا هستید.

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{ثابت}$$

رابطه‌ی فوق بیان کامل‌تر قانون آووگادرو است. اگر فشار (P) و دما (T) ثابت باشد، حتماً حجم (V) گازها نیز ثابت است. به بیان دیگر، حجم گازها تابع جنس گاز نیست، بلکه تابع عوامل محیطی نظیر دما و فشار است.



۱۸۹- (۲) بله، باز هم قانون آووگادرو.

۱۹۰- (۲) شرایط دما و فشار برای هر دو بالن یکسان است. بنابراین با توجه به برابری حجم دو بالن طبق قانون آووگادرو تعداد مولکول‌های آن‌ها نیز یکسان است.

۱۹۱- (۳) شرایط دما و فشار برای هر سه گاز یکسان است. بنابراین طبق قانون آووگادرو حجم‌های یکسان (یک لیتر) از این سه گاز تعداد مولکول‌های برابر نیز خواهد داشت.

۱۹۲- (۲) ابتدا تعداد مول‌های این سه گاز را با توجه به جرم‌های آن‌ها محاسبه می‌نماییم.

$$? \text{ mol O}_2 = 3/2 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0/1 \text{ mol O}_2$$

$$? \text{ mol H}_2 = 0/2 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 0/1 \text{ mol H}_2$$

$$? \text{ mol He} = 0/4 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} = 0/1 \text{ mol He}$$

چون تعداد مول‌های هر سه گاز یکسان است، پس تعداد مولکول‌های آن‌ها نیز برابر خواهد بود.

۱۹۳- (۴) چون شرایط دما و فشار یکسان است، در جرم‌های مساوی، هر گاز که جرم مولکولی کم‌تری داشته باشد، حجم بیشتری اشغال می‌نماید. جرم مولکولی چهارگزینه به قرار زیر است:

$$\text{Ar جرم مولکولی} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{F}_2 \text{ جرم مولکولی} = 2(19) = 38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{C}_2\text{H}_8 \text{ جرم مولکولی} = 2(12) + 8(1) + 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{CO جرم مولکولی} = 12 + 16 = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به این که جرم مولکولی کربن مونواکسید از همه کم‌تر است، بنابراین ۳ گرم از آن نسبت به سایر گزینه‌ها مقدار مول بیشتری دارد و حجم بیشتری اشغال می‌نماید.

۱۹۴- (۴) حجم مولی حجمی است که یک مول گاز یعنی  $6/022 \times 10^{23}$  مولکول گاز اشغال می‌کند. طبق قانون آووگادرو حجم مولی گازهای مختلف در دما و فشار یکسان با هم برابر است. ضمناً حجم گازها مستقل از فشار و دمای آن‌ها نبوده، بلکه تابعی از فشار و دمای آن‌ها است.

۱۹۵- (۳) منظور از شرایط استاندارد (STP) دمای  $0^\circ \text{C}$  ( $273 \text{K}$ ) و فشار  $1 \text{ atm}$  ( $760 \text{ mm Hg}$ ) می‌باشد. حجم مولی در شرایط استاندارد (STP) برای گازهای مختلف، یکسان و برابر  $22/4 \text{ L}$  ( $22400 \text{ mL}$ ) است.

$$\text{STP در شرایط} = 22/4 \text{ L} = 22400 \text{ mL} = 22400 \text{ cc} = 22400 \text{ cm}^3$$

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{ثابت}$$

$1 \text{ atm}$        $22/4 \text{ L}$   
 $P$        $V$   
 $273 \text{ K}$        $T$

۱۹۶- (۴) این شکل برای درک بهتر قانون آووگادرو کشیده شده است. رسم تعداد مولکول‌های برابر در بادکنک‌های هم‌اندازه نشان می‌دهد، حجم‌های یکسان (مول‌های یکسان) از گازهای مختلف تعداد مولکول‌های ثابت و برابری دارند و برعکس. گزینه‌ی (۴) اگرچه یک عبارت درست است ولی از شکل نتیجه نمی‌شود.

۱۹۷- (۳) در شرایط یکسان، یک مول گاز هیدروژن، حجمی برابر حجم یک مول اکسیژن دارد. به بیان دیگر، نسبت‌های حجمی گازها با نسبت‌های مولی آن‌ها برابر است ولی با نسبت جرمی آن‌ها برابر نیست.

۱۹۸- (۲) به رد گزینه‌های نادرست توجه کنید:

گزینه‌ی ۱: فرمول مولکولی متیل سالیسیلات  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$  است.

گزینه‌ی ۳: در هر واکنش تجزیه، ماده‌ی واکنش‌دهنده به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شود.

گزینه‌ی ۴: حجم مولی گازها فقط در شرایط استاندارد (STP) یعنی در فشار  $1 \text{ atm}$  و دمای  $0^\circ \text{C}$  ( $273 \text{ K}$ )، برابر  $22/4$  لیتر است.

۱۹۹- (۱) چگالی یا جرمی حجمی از رابطه‌ی  $d = \frac{M}{V}$  به دست می‌آید. از آن جا که حجم مولی گازها در دما و فشار استاندارد برابر  $22/4$  لیتر است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$d(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{V(\text{O}_2)} = \frac{2 \times 16 \text{ g}}{22/4 \text{ L}} = 1/428 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1/43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

خوب به گزینه‌های (۱) و (۳) دقت کنید. اگر جواب را تا یک رقم اعشار ادامه دهید، شاید گزینه‌ی (۳) را انتخاب کنید. در مواردی که یک گزینه با دقت بیشتری (رقم‌های اعشار بیشتر) وجود دارد، حتماً رقم‌های بعدی اعشار را نیز محاسبه نمایید.



۲۰۰- (۱) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

## درسنامه

## شیوه‌ی حل مسایل حجمی گازها

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

در حل مسایل استوکیومتری گازها می‌توان با استفاده از قانون نسبت‌های حجمی، ضریب تبدیل حجمی - حجمی مناسب را از روی معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش پیدا کرد. این نسبت‌ها به‌طور مستقیم با نسبت ضریب‌های آن‌ها در معادله‌ی موازنه‌شده (نسبت‌های مولی) متناسب است. بنابراین می‌توان از نسبت‌های مولی به جای نسبت‌های حجمی اجزای گازی واکنش نیز استفاده نمود.

در حل برخی دیگر از مسایل استوکیومتری گازها می‌توان با استفاده از حجم مولی، ضرایب تبدیل مولی - حجمی مناسب را به‌دست آورد و از روی آن مقدار ماده‌ی مورد نظر را محاسبه کرد.

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای حل مسایل استوکیومتری حجمی گازها می‌توانید از تناسب‌های هم‌ارز زیر استفاده کنید:

میلی‌لیتر گاز (STP)	لیتر گاز (STP)	[اتم یا مولکول]	[گرم]	[اتم گرم یا مولکول گرم]	[مول]
↓	↓	↓	↓	↓	↓
$\times 22.4$ ضریب	$\times 22.4$ ضریب	$\times 6.022 \times 10^{23}$ ضریب	جرم مولی $\times$ ضریب	ضریب	ضریب

**توجه:** منظور از ضریب در تناسب‌های فوق، ضریب استوکیومتری ماده‌ی مورد نظر در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش است. در صورت عدم وجود ضرایب استوکیومتری، از عدد ۱ در تناسب‌های فوق به جای ضرایب استوکیومتری استفاده کنید.

www.konkurist.com

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق، تست مورد نظر را با دو روش حل می‌نماییم.

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی سوختن کامل اتان را می‌نویسیم.



$$?LO_2 = 1/5 LC_2H_6 \times \frac{7LO_2}{2LC_2H_6} = 5/25 LO_2$$

$$?LCO_2 = 1/5 LC_2H_6 \times \frac{4LCO_2}{2LC_2H_6} = 2/5 LCO_2$$

$$?LH_2O = 1/5 LC_2H_6 \times \frac{6LH_2O}{2LC_2H_6} = 4/5 LH_2O$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$1/5L \quad V_1L \quad V_2L \quad V_3L$$

$$2 \times 22.4 \quad 7 \times 22.4 \quad 4 \times 22.4 \quad 6 \times 22.4 \rightarrow \boxed{V_1 = 5/25 LO_2} \quad \boxed{V_2 = 2/5 LCO_2} \quad \boxed{V_3 = 4/5 LH_2O}$$

## روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۲۰۱

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی سوختن کامل پنتان (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>) را می‌نویسیم.



$$\text{حجم مورد نیاز air} = 1 \text{ حجم } C_5H_{12} \times \frac{8 \text{ حجم } O_2}{1 \text{ حجم } C_5H_{12}} \times \frac{5 \text{ حجم air}}{1 \text{ حجم } O_2} = 40 \text{ حجم air}$$

**یادآوری:** توجه داشته باشید که در این تست مقدار حجم هوای مورد نیاز خواسته شده است. از آن‌جا که  $\frac{1}{5}$  حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، بنابراین حجم اکسیژن مورد نیاز را در ضریب تبدیل آخر ۵ برابر می‌نماییم تا حجم هوای مورد نیاز به‌دست آید.

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

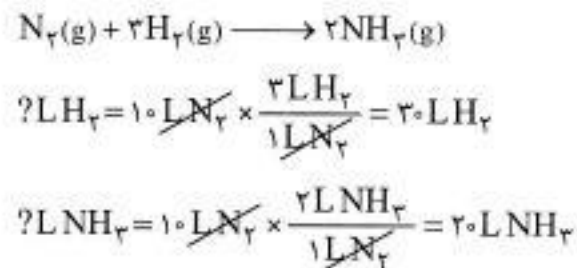


با توجه به معادله‌ی فوق مشخص است که هر حجم پنتان با ۸ حجم اکسیژن به‌طور کامل می‌سوزد و چون  $\frac{1}{5}$  حجم هوا را اکسیژن تشکیل

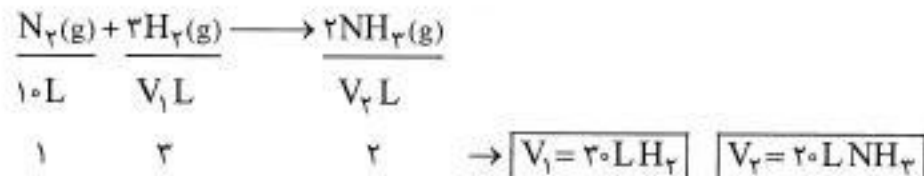
می‌دهد. پس:  $\text{حجم air} = 40 = 8 \times 5 = 5 \times 8 = 5 \times \text{حجم اکسیژن مورد نیاز} = \text{حجم هوای مورد نیاز}$

www.ShimiPedia.ir

۲۰۲- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)  
نیتروژن با هیدروژن بر طبق معادله‌ی زیر واکنش می‌دهد و گاز آمونیاک تولید می‌کند.



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



۲۰۳- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

توجه داشته باشید، نیتروژن یک مولکول دو اتمی ( $\text{N}_2$ ) است. پس جرم مولکولی آن  $2 \times 14 = 28$  می‌باشد.

$$? \text{LN}_2 = 11.2 \text{gN}_2 \times \frac{1 \text{molN}_2}{28 \text{gN}_2} \times \frac{22.4 \text{LN}_2}{1 \text{molN}_2} = 8.96 \text{LN}_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$11.2 \text{gN}_2 \sim x \text{LN}_2$$

$$1 \times 28 \quad 1 \times 22.4 \rightarrow x = 8.96 \text{LN}_2$$

۲۰۴- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

جرم مولکولی یک ماده معادل جرم یک مول از آن ماده است. پس:

$$\text{جرم مولکولی گاز} = 1 \text{mol گاز} \times \frac{22.4 \text{L گاز}}{1 \text{mol گاز}} \times \frac{2 \text{g گاز}}{16 \text{L گاز}} = 22 \text{g}$$

در میان چهار گزینه فقط جرم مولکولی اکسیژن ( $\text{O}_2$ ) برابر  $2 \times 16 = 32$  می‌باشد، بنابراین گاز مورد نظر همان اکسیژن است.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$16 \text{L گاز} \sim 2 \text{g گاز}$$

$$1 \times 22.4 \quad 1 \times M \rightarrow M = 32 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (جرم مولکولی گاز)}$$

در میان چهار گزینه فقط جرم مولکولی اکسیژن ( $\text{O}_2$ ) برابر  $2 \times 16 = 32$  می‌باشد، بنابراین گاز مورد نظر همان اکسیژن است.

۲۰۵- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{مولکول} = 5/6 \text{cm}^3 \text{ گاز} \times \frac{1 \text{mol گاز}}{22400 \text{cm}^3 \text{ گاز}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{مولکول}}{1 \text{mol گاز}} = 1.5/0.5 \times 10^{19} \text{مولکول}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$5/6 \text{cm}^3 \text{ گاز} \sim x \text{مولکول گاز}$$

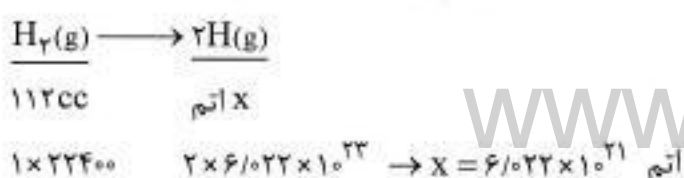
$$1 \times 22400 \quad 1 \times 6.022 \times 10^{23} \rightarrow x = 1.5/0.5 \times 10^{19} \text{مولکول}$$

۲۰۶- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{اتم (H)} = 112 \text{ccH}_2 \times \frac{1 \text{molH}_2}{22400 \text{ccH}_2} \times \frac{2 \text{molH}}{1 \text{molH}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{اتم}}{1 \text{molH}} = 6.02 \times 10^{21} \text{اتم}$$

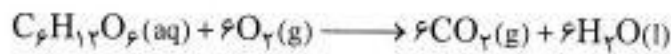
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

هرگاه تعداد اتم‌های یک ماده خواسته شد، ابتدا طی یک معادله، ماده‌ی مورد نظر را به اتم‌های سازنده‌اش تفکیک کنید.





فرمول مولکولی گلوکوز،  $C_6H_{12}O_6$  می‌باشد و معادله‌ی اکسایش گلوکوز به صورت زیر نوشته می‌شود.



$$(C_6H_{12}O_6) \text{ گلوکوز مولکولی جرم} = 6(12) + 12(1) + 6(16) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$$

اکنون با دو روش حجم گاز اکسیژن مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?LO_2 = 445 \text{ g } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 332 \text{ L } O_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

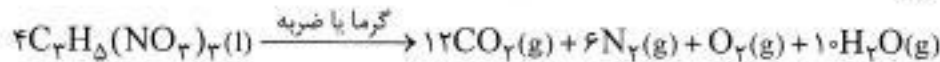


$$445 \text{ g} \quad x \text{ L}$$

$$1 \times 180 \quad 6 \times 22.4 \rightarrow x = 332 \text{ L } O_2$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۲۰۸

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش انفجار نیتروگلیسرین به صورت زیر است:



با دقت به محصولات واکنش انفجار نیتروگلیسرین مشخص می‌شود که از انفجار ۴ mol نیتروگلیسرین جمعاً (۱۲ + ۶ + ۱ + ۱۰ = ۲۹ mol) گازهای  $CO_2$ ،  $N_2$ ،  $O_2$  و  $H_2O$  تولید می‌شود. پس مجموع حجم گازهای تولیدی به ازای انفجار یک مول نیتروگلیسرین به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$?L \text{ گاز} = 1 \text{ mol } C_3H_5(NO_2)_3 \times \frac{29 \text{ mol گاز}}{4 \text{ mol } C_3H_5(NO_2)_3} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol گاز}} = 162.4 \text{ L}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$1 \text{ mol}$$

$$x \text{ L}$$

$$4$$

$$29 \times 22.4 \rightarrow x = 162.4 \text{ L}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۱) - ۲۰۹

معادله‌ی واکنش جذب گاز کربن دی‌اکسید توسط لیتیم هیدروکسید به صورت زیر است:



$$? \text{ mol } LiOH = 56 \text{ L } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 \text{ L } CO_2} \times \frac{2 \text{ mol } LiOH}{1 \text{ mol } CO_2} = 5 \text{ mol } LiOH$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$x \text{ mol} \quad 56 \text{ L}$$

$$2 \quad 1 \times 22.4 \rightarrow x = 5 \text{ mol } LiOH$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۲۱۰

ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$?L H_2 = 4.8 \text{ g } Mg \times \frac{1 \text{ mol } Mg}{24 \text{ g } Mg} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } Mg} \times \frac{22.4 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 4.48 \text{ L } H_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$4.8 \text{ g}$$

$$x \text{ L}$$

$$1 \times 24$$

$$1 \times 22.4 \rightarrow x = 4.48 \text{ L } H_2$$

۲۱۱- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$? \text{ g Ba} = 112 \text{ mL H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22400 \text{ mL H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ba}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{137 \text{ g Ba}}{1 \text{ mol Ba}} = 0.685 \text{ g Ba}$$

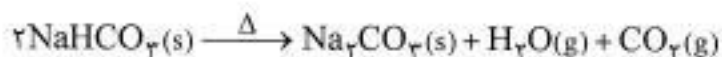
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} x \text{ g} & & 112 \text{ mL} \\ 1 \times 137 & & 1 \times 22400 \rightarrow x = 0.685 \text{ g Ba} \end{array}$$

۲۱۲- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

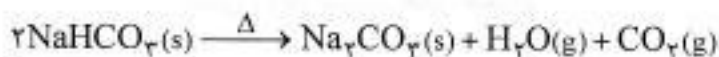
ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی تجزیه‌ی حرارتی سدیم بی‌کربنات را می‌نویسیم.



$$\text{NaHCO}_3 \text{ جرم مولکولی} = 23 + 1 + 12 + 3(16) = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ mL CO}_2 = 9 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1000 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} = 1200 \text{ mL CO}_2$$

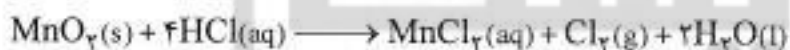
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 9 \text{ g} & & x \text{ mL} \\ 2 \times 84 & & 1 \times 22400 \rightarrow x = 1200 \text{ mL CO}_2 \end{array}$$

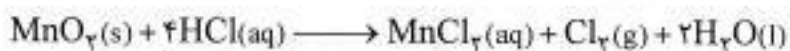
۲۱۳- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی تولید گاز کلر از واکنش هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید را به خاطر بسپارید. ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم و سپس حجم گاز کلر تولید شده را در شرایط STP به دست می‌آوریم.



$$? \text{ L Cl}_2 = 0.1 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{4 \text{ mol HCl}} \times \frac{22.4 \text{ L Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 0.56 \text{ L Cl}_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 0.1 \text{ mol} & & x \text{ L} \\ 4 & & 1 \times 22.4 \rightarrow x = 0.56 \text{ L Cl}_2 \end{array}$$

۲۱۴- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$? \text{ L O}_2 = 0.1 \text{ mol C}_7\text{H}_6 \times \frac{7 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 7.84 \text{ L O}_2$$

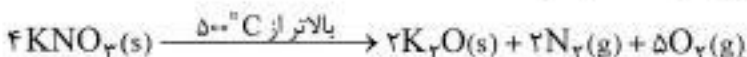
$$? \text{ g H}_2\text{O} = 0.1 \text{ mol C}_7\text{H}_6 \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 5.4 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 0.1 \text{ mol} & x_1 \text{ L} & x_2 \text{ g} \\ 2 & 7 \times 22.4 & 6 \times 18 \rightarrow x_1 = 7.84 \text{ L O}_2, x_2 = 5.4 \text{ g H}_2\text{O} \end{array}$$

۲۱۵- (۲) معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی پتاسیم نترات در دماهای بالاتر از  $500^\circ \text{C}$  به صورت زیر نوشته می‌شود:



$$\text{مجموع ضرایب فراورده‌ها} = 2 + 2 + 5 = 9$$

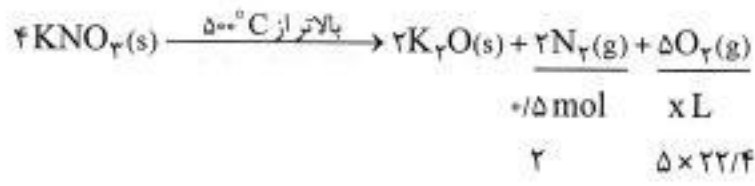
دام محاسبه: حجم گاز اکسیژن تولید شده متناسباً از ده‌گوشه استفاده نمود:



(روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$?LO_2 = \frac{0.5 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } N_2} \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 28 \text{ L } O_2$$

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز)



۲۱۶- (۲) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش کربن دی‌اکسید با لیتیم پراکسید به صورت زیر است:



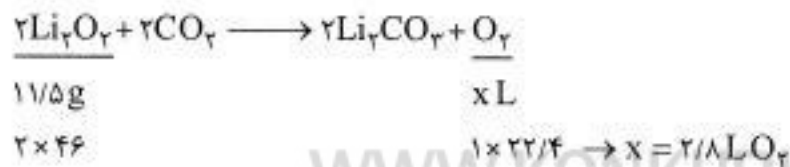
مجموع ضرایب مولی = ۲ + ۲ + ۲ + ۱ = ۷

اکنون حجم گاز اکسیژن تولید شده را به دو روش محاسبه می‌نماییم.

(روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$?LO_2 = 11.5 \text{ g } Li_2O_2 \times \frac{1 \text{ mol } Li_2O_2}{46 \text{ g } Li_2O_2} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } Li_2O_2} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 2.8 \text{ L } O_2$$

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز)



۲۱۷- (۳) معادله‌ی واکنش منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید از واکنش‌های مهم کتاب درسی است. معادله‌ی این واکنش را به خاطر بسپارید.

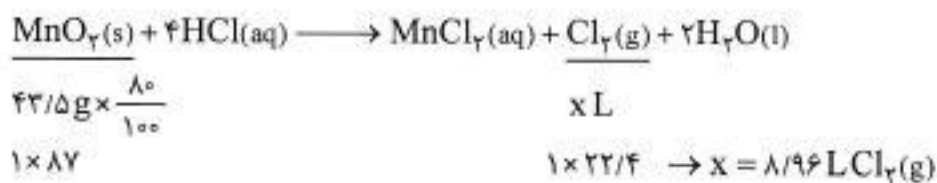


همان‌گونه که می‌بینید، طی این واکنش گاز کلر آزاد می‌شود. اکنون حجم گاز کلر حاصل را به دو روش اندازه‌گیری می‌نماییم.

(روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$?LCl_2 = 43.5 \text{ g } MnO_2 \text{ (خالص)} \times \frac{80 \text{ g } MnO_2 \text{ (خالص)}}{100 \text{ g } MnO_2 \text{ (خالص)}} \times \frac{1 \text{ mol } MnO_2}{87 \text{ g } MnO_2 \text{ (خالص)}} \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{1 \text{ mol } MnO_2} \times \frac{22.4 \text{ L } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} = 8.96 \text{ L } Cl_2$$

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز)



۲۱۸- (۲) ابتدا درسهامی زیر را بفهانید.

درسهام

### شیوه‌ی حل مسایل حجمی گازها در شرایط غیراستاندارد

(روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

در مواردی که واکنش در شرایطی غیر از STP انجام می‌شود، می‌توان با استفاده از چگالی گازها، مقدار جرم آن‌ها را به حجم یا برعکس تبدیل کرد.

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز)

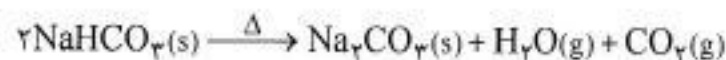
در شرایط غیر STP، چگالی گاز، کلید حل مسأله‌ی شما می‌باشد. چگالی گاز مورد نظر را نیز مانند سایر داده‌ها در ردیف داده‌های مسأله وارد کنید. در این شرایط حجم مولی گازها برابر ۲۲.۴ L و یا ۲۲۴۰۰ mL نمی‌باشد. از این‌رو ابتدا با استفاده از چگالی، حجم گاز مورد نظر را به جرم تبدیل کرده و سپس با استفاده از جرم مولی گاز مورد نظر، مسأله را حل نمایید.

گاز مورد نظر	-	□
$\frac{g}{L}$ چگالی $\times L$		.....
↓		↓
جرم مولی $\times$ ضریب		.....

اکنون با دو روش تست مورد نظر را حل می‌کنیم.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)**

سدیم هیدروژن کربنات مطابق واکنش زیر بر اثر گرما تجزیه می‌شود.



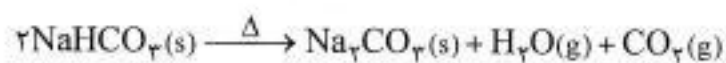
عبارت‌هایی نظیر «در دمای واکنش»، «در فشار واکنش»، «در شرایط آزمایش» در صورت تست، نشان می‌دهند که واکنش در شرایطی غیر از STP انجام می‌شود.

$$? \text{ mL CO}_2 = 1.5 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ L CO}_2}{1.4 \text{ g CO}_2} \times \frac{1000 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} = 357 \text{ mL CO}_2$$

جرم مولی  $\text{NaHCO}_3$       نسبت مولی - مولی      جرم مولی  $\text{CO}_2$       چگالی  $\text{CO}_2$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

عبارت‌هایی نظیر «در دمای واکنش»، «در فشار واکنش»، «در شرایط آزمایش» در صورت تست، نشان می‌دهند که واکنش در شرایطی غیر از STP انجام می‌شود. در این موارد همان‌گونه که در درسنامه نیز اشاره شد، اجازه‌ی استفاده از اعداد  $22.4 \text{ L}$  و یا  $22400 \text{ mL}$  را برای حجم مولی گازها ندارید. بلکه ابتدا باید با استفاده از چگالی، حجم گاز مورد نظر را تبدیل به جرم نموده و سپس با استفاده از جرم مولی گاز مورد نظر، تناسب را کامل نمایید.



$$\begin{array}{ccc} 1.5 \text{ g} & & x \text{ L} \times 1.4 \frac{\text{g}}{\text{L}} \\ \hline 2 \times 84 & & 1 \times 44 \end{array} \rightarrow x = 0.357 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 357 \text{ mL CO}_2$$

**۲۱۹- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)**

ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش را می‌نویسیم.



$$? \text{ mL H}_2 = 0.27 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{1 \text{ L H}_2}{0.06 \text{ g H}_2} \times \frac{10^3 \text{ mL H}_2}{1 \text{ L H}_2} = 50 \text{ mL H}_2$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



$$\begin{array}{ccc} 0.27 \text{ g} & & x \text{ L} \times 0.06 \frac{\text{g}}{\text{L}} \\ \hline 2 \times 27 & & 3 \times 2 \end{array} \rightarrow x = 0.05 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 50 \text{ mL H}_2$$

**۲۲۰- (۱) به معادله‌ی موازنه‌شده‌ی هر دو واکنش توجه کنید.**



استفاده از لیتیم پراکسید ( $\text{Li}_2\text{O}_2$ ) مناسب‌تر است. زیرا:

(ا) در نسبت مولی برابر، تعداد مول  $\text{CO}_2$  بیشتری مصرف می‌نماید و بازدهی واکنش بیشتر است.

(ب) در فرآورده‌ها تولید گاز اکسیژن می‌نماید که در فضا بسیار مورد نیاز است.

**آقا اجازه: هنگام استفاده از لیتیم هیدروکسید در فرآورده‌ها تولید آب می‌شود که در فضا مورد نیاز است. آیا این موضوع نمی‌تواند دلیلی برای برتری استفاده از لیتیم هیدروکسید باشد؟**

**جواب: از دقت شما سپاسگزارم. ولی شما به یک موضوع دقت نکردید و آن این‌که لیتیم کربنات تولیدشده، مملول در آب (aq) است. یعنی آب به‌درست آماده‌ی مقادیر زیادی لیتیم کربنات است و قابل استفاده توسط فضانوردان نمی‌باشد.**

**۲۲۱- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)**

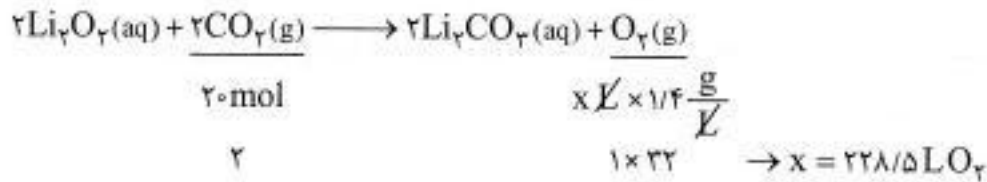


$$? \text{ L O}_2 = 20 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ L O}_2}{1.4 \text{ g O}_2} = 228.5 \text{ L O}_2$$





روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۲۲۲

$$? \text{ g گاز} = 6 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{24 \text{ L گاز}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol گاز}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{15 \text{ g گاز}}{1 \text{ g H}_2} = 7/5 \text{ g گاز}$$

حجم مولی گاز در شرایط غیر STP      چگالی گاز نسبت به هیدروژن

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای محاسبه‌ی چگالی دو گاز نسبت به هم از رابطه‌ی زیر استفاده کنید.

$$\frac{d}{d'} = \frac{M}{M'} \quad \frac{V=V'}{\text{قانون آووگادرو}} \rightarrow \frac{d}{d'} = \frac{M}{M'}$$

چگالی دو گاز نسبت به هم

مطابق قانون آووگادرو، حجم مولی گازها در شرایط یکسان با هم برابر است. بنابراین چگالی دو گاز نسبت به هم، برابر نسبت جرم مولی آن‌ها می‌باشد. با توجه به اطلاعات موجود در صورت تست می‌توان نوشت:

$$\frac{M_{\text{گاز}}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{15}{2} \rightarrow M_{\text{گاز}} = 30 \text{ g/mol}$$

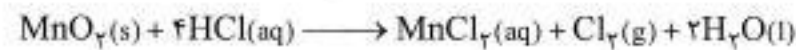
چگالی گاز مورد نظر نسبت به هیدروژن

عدد به‌دست آمده نشان می‌دهد، هر مول از گاز مورد نظر ۳۰g جرم دارد. هم‌چنین مطابق صورت تست، حجم مولی گازها ۲۴L است. یعنی هر مول از گاز مورد نظر ۲۴L حجم دارد. پس می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol گاز} \sim 30 \text{ g گاز} \\ 1 \text{ mol گاز} \sim 24 \text{ L گاز} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{30 \text{ g گاز}}{24 \text{ L گاز}} = \frac{x \text{ g}}{6 \text{ L}} \rightarrow x = 7/5 \text{ g}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۲۲۳

معادله‌ی تولید گاز کلر از واکنش منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید را به‌خاطر بسپارید. ابتدا معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را می‌نویسیم و سپس جرم  $\text{MnO}_2$  خالص را با توجه به شرایط آزمایش به‌دست می‌آوریم. ضمناً در این تست شرایط STP نمی‌باشد، به‌طوری که هر مول گاز ۲۵ لیتر معادل با ۲۵۰۰۰ میلی‌لیتر حجم دارد.



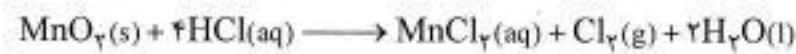
$$? \text{ g MnO}_2(\text{خالص}) = 250 \text{ cm}^3 \text{Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{25000 \text{ cm}^3 \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2(\text{خالص})}{1 \text{ mol MnO}_2(\text{خالص})} = 0/87 \text{ g MnO}_2(\text{خالص})$$

حجم مولی گاز در شرایط آزمایش

اکنون با توجه به جرم  $\text{MnO}_2$  خالص و جرم  $\text{MnO}_2$  ناخالص که در صورت تست یک گرم اعلام شده است، درصد خلوص آن را پیدا می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{g MnO}_2(\text{خالص})}{\text{g MnO}_2(\text{ناخالص})} \times 100 = \frac{0/87 \text{ g MnO}_2(\text{خالص})}{1 \text{ g MnO}_2(\text{ناخالص})} \times 100 = 8/7$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{1 \text{ g} \times \frac{x}{100}}{87} \quad \frac{250 \text{ mL}}{1 \times 25000 (\text{STP غیر})} \rightarrow x = 8/7$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۱) - ۲۲۴

$$? \text{ L H}_2\text{O} = 55/5 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mL H}_2\text{O}}{1 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{O}}{1000 \text{ mL H}_2\text{O}} = 1 \text{ L H}_2\text{O}$$

چگالی آب

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$55/5 \text{ mol H}_2\text{O} \sim x \text{ mL H}_2\text{O} \times 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$1 \quad 1 \times 18 \quad \rightarrow x = 1000 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1 \text{ L H}_2\text{O}$$



۲۲۵- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)

نمونه‌ی آب دریای مورد نظر دارای ۲۰ درصد ناخالصی است. پس ۸۰ درصد آن آب خالص است.

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 1.08 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 52.8 \text{ mol H}_2\text{O}$$

چگالی جرم مولی H<sub>2</sub>O

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز: نمونه‌ی آب دریای مورد نظر دارای ۲۰ درصد ناخالصی است، پس ۸۰ درصد آن آب خالص است.

$$1.08 \times 10^3 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{80}{100} \text{ H}_2\text{O} = x \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$1 \times 18 \quad \quad \quad 1 \quad \rightarrow x = 52.8 \text{ mol H}_2\text{O}$$

۲۲۶- (۲) استوکیومتری واکنش‌ها برحسب مول تفسیر می‌شود، بنابراین در محاسبه‌های استوکیومتری محلول‌ها، از غلظت مولی (مولار) استفاده می‌شود.

۲۲۷- (۲) در ستاره‌ی زیر را بفوانید.

### غلظت مولی یا غلظت مولار یا مولاریته (M)

درسنامه

غلظت مولی تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در یک لیتر محلول است. واحد غلظت مولی  $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$  یا مولار (M) می‌باشد.

$$M = \frac{n \text{ (تعداد مول‌های حل‌شونده)}}{V \text{ (حجم محلول برحسب لیتر)}} \text{ (غلظت مولی محلول)}$$

مثال: محلول یک مولار (1M) سود، محلولی است که در هر لیتر محلول، یک مول سود (۴۰ گرم سود) وجود دارد.

WWW.KONKURIST.COM

۲۲۸- (۱) ابتدا در ستاره‌ی زیر را بفوانید.

### شیوه‌ی حل مسایل استوکیومتری محلول‌ها

درسنامه

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)

از آن‌جا که استوکیومتری واکنش‌ها برحسب مول مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد، بنابراین در محاسبه‌های استوکیومتری محلول‌ها، از غلظت مولی یا مولار (M) استفاده می‌شود. غلظت مولی تعداد مول‌های حل شده از یک ماده در یک لیتر محلول است و با یکای  $\text{mol.L}^{-1}$  بیان می‌شود.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

برای حل مسایل استوکیومتری محلول‌ها، می‌توانید از تناسب‌های هم‌ارز زیر استفاده کنید:

لیتر محلول × غلظت مولی	~ [میلی لیتر گاز (STP)]	~ [لیتر گاز (STP)]	~ [گرم]	~ [اتم گرم یا مولکول گرم]	~ [اتم یا مولکول]	~ [مول]
ضرب	× ۲۲۴۰۰	ضرب	× ۲۲/۴	ضرب	× ۶/۰۲۲ × ۱۰ <sup>۲۳</sup>	ضرب

توجه: منظور از ضرب در تناسب‌های فوق، ضرب استوکیومتری ماده‌ی مورد نظر در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش است. در صورت عدم وجود ضرایب استوکیومتری، از عدد ۱ در تناسب‌های فوق به جای ضرب استفاده کنید.

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق، تست مورد نظر را با دو روش حل می‌کنیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه سال سومی‌ها)

برای محاسبه‌ی غلظت مولی محلول، باید تعداد مول‌های موجود در یک لیتر محلول را به دست آوریم.

$$? \text{ mol NaOH} = 1 \text{ L NaOH} \times \frac{4 \text{ g NaOH}}{5 \text{ L NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.02 \text{ mol NaOH}$$

غلظت مولی

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

ابتدا معادله‌ی واکنش را می‌نویسیم. از انحلال اسید در آب یا باز در آب، ماده‌ی جدیدی حاصل نمی‌شود. فقط اسید یا باز مورد نظر به حالت محلول (aq) درآمده و رقیق می‌شود.



$$4 \text{ g} \quad \quad \quad x \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 5 \text{ L} \quad \quad \quad 1 \times 40$$

$$\rightarrow x = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

www.ShimiPedia.ir

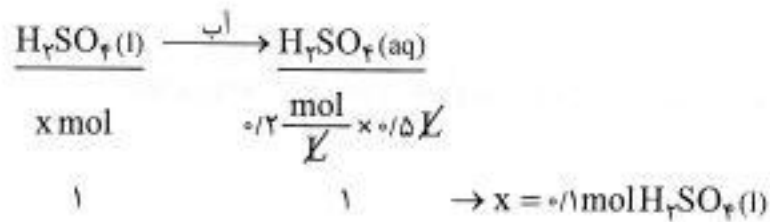


(۱) - ۲۲۹ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 0.5 \text{ L H}_2\text{SO}_4 \times \frac{0.2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4} = 0.1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

غلظت مولی

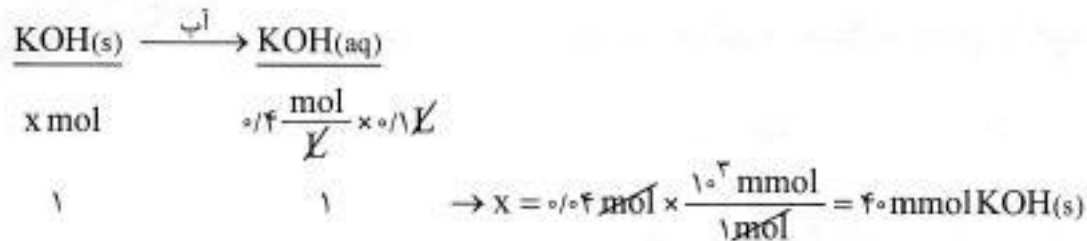
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



(۲) - ۲۳۰ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$? \text{ mmol KOH} = 100 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 40 \text{ mmol}$$

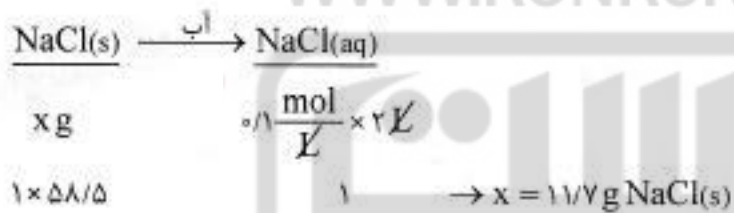
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



(۲) - ۲۳۱ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$? \text{ g NaCl} = 2 \text{ L} \times \frac{0.1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{58.5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 117 \text{ g NaCl}$$

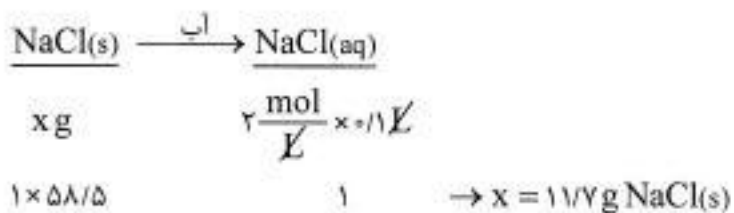
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



(۳) - ۲۳۲ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$? \text{ g NaCl} = 100 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{58.5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 117 \text{ g NaCl}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

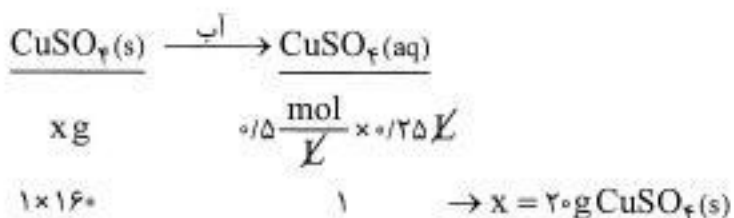


(۲) - ۲۳۳ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$\text{CuSO}_4 \text{ مولی جرم} = 64 + 32 + 4(16) = 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ g CuSO}_4 = 250 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{160 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 20 \text{ g CuSO}_4$$

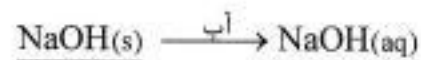
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



(۳) - ۲۳۴ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها))

$$? \text{ g NaOH (ناخالص)} = 400 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{40 \text{ g خالص}}{1 \text{ mol}} \times \frac{100 \text{ g ناخالص}}{80 \text{ g خالص}} = 20 \text{ g (NaOH ناخالص نیاز است)}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$x \text{ g} \times \frac{100}{100} \quad 0.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.4 \text{ L}$$

$$1 \times 40 \quad 1 \quad \rightarrow x = 8 \text{ g (NaOH ناخالص نیاز است)}$$

(۲۳۵) - (۱) تصاویر به ترتیب از چپ به راست، نشان‌دهنده‌ی مراحل زیر هستند:

۱- اندازه‌گیری جرم ماده

۲- انحلال ماده در آب

۳- انتقال محلول به درون بالون حجمی و افزایش آب به آن

۴- افزودن آب بیشتر و تکان دادن بالون به منظور همگن‌سازی محلول

۵- افزودن آب، درون بالون تا رسیدن سطح محلول به خط نشانه (به حجم رساندن)

(۲۳۶) - (۲) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفهمنید.

درسنامه

## رقیق کردن محلول‌های غلیظ

برای حل مسایل مربوط به رقیق کردن محلول‌ها، علاوه بر روش روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی) و روش تناسب‌های هم‌ارز، می‌توانید از رابطه‌ی ساده‌ی زیر نیز استفاده کنید. با افزودن آب به یک محلول غلیظ و رقیق کردن آن، تعداد مول ماده‌ی حل‌شونده تغییر نمی‌کند. پس می‌توان نوشت:

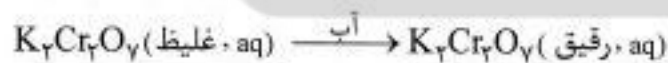
$$\text{رقیق} \times V \times M = \text{غلیظ} \times V \times M \quad n = (\text{تعداد مول حل‌شونده})$$

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق با ۳ روش به حل تست مورد نظر می‌پردازیم:

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mL (غلیظ)} = 250 \text{ mL (رقیق)} \times \frac{0.4 \text{ mol/L}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{0.2 \text{ mol/L}} = 50 \text{ mL (غلیظ)}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}$$

$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.25 \text{ L}$$

$$1 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0.05 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 50 \text{ mL غلیظ}$$

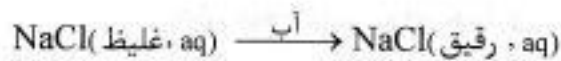
روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$ 

$$M \text{ غلیظ} \times V \text{ غلیظ} = M \text{ رقیق} \times V \text{ رقیق} \Rightarrow 0.2 \times V \text{ غلیظ} = 0.4 \times 250 \rightarrow V \text{ غلیظ} = 50 \text{ mL}$$

(۲۳۷) - (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mL (غلیظ)} = 100 \text{ mL (رقیق)} \times \frac{0.1 \text{ mol/L}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{2 \text{ mol/L}} = 5 \text{ mL (غلیظ)}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}$$

$$0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.1 \text{ L}$$

$$1 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0.005 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 5 \text{ mL غلیظ}$$

روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$ 

$$M \text{ غلیظ} \times V \text{ غلیظ} = M \text{ رقیق} \times V \text{ رقیق} \Rightarrow 2 \times V \text{ غلیظ} = 0.1 \times 100 \rightarrow V \text{ غلیظ} = 5 \text{ mL}$$

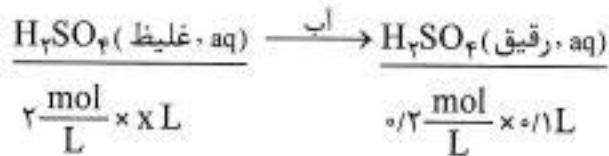
(۲۳۸) - (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mL (غلیظ)} = 100 \text{ mL (رقیق)} \times \frac{0.2 \text{ mol/L}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{2 \text{ mol/L}} = 10 \text{ mL (غلیظ)}$$

$$\Delta V = V \text{ رقیق} - V \text{ غلیظ} = 100 - 10 = 90 \text{ mL (آب) (حجم آب لازم)}$$



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$1 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0.01 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 10 \text{ mL غلیظ}$$

$$\Delta V = V - V = 100 - 10 = 90 \text{ mL (آب لازم)}$$

روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$ 

$$M \text{ غلیظ} \times V \text{ غلیظ} = M \text{ رقیق} \times V \text{ رقیق} \Rightarrow 2 \times V \text{ غلیظ} = 0.2 \times 100 \rightarrow V \text{ غلیظ} = 10 \text{ mL}$$

$$\Delta V = V - V = 100 - 10 = 90 \text{ mL (آب لازم)}$$

مجموعه‌ی این تصاویر، تهیه‌ی محلولی با غلظت معین را نشان می‌دهد. این محلول با استفاده از رقیق کردن حجم معینی از یک محلول (۳) - ۲۳۹

غلظت تهیه می‌شود. تصاویر به ترتیب از چپ به راست، نشان‌دهنده‌ی مراحل زیر هستند:

۱- برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ.

۲- انتقال محلول غلیظ انتخاب شده به درون یک بالون حجمی.

۳- افزایش آب تا خط نشانه (به حجم رساندن) و سپس تکان دادن بالون به منظور همگن‌سازی محلول تهیه شده.

۴- انتقال محلول تهیه شده به ظرف مناسب برای نگهداری.

ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفوانید. (۲) - ۲۴۰

### محاسبه‌های استوکیومتری در واکنش‌های انجام شده در حالت محلول

درسنامه

هرگاه دو محلول غیر هم‌جنس هم‌دیگر را کاملاً خنثی کنند و یا به‌طور کامل با هم واکنش دهند به‌طوری که هر دو محلول به‌طور کامل مصرف شوند و از هیچ‌کدام قطره‌ای باقی نماند، علاوه بر روابط استوکیومتری و تناسب‌های هم‌ارز میان این دو محلول رابطه‌ی زیر نیز برقرار است:

$$M_1 \times n_1 \times V_1 = M_2 \times n_2 \times V_2$$

حجم محلول:  $V$ ظرفیت محلول:  $n$  $M$ : غلظت مولی (مولاریته)برای محاسبه‌ی مقدار  $n$  (ظرفیت) در ترکیب‌های گوناگون به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:تعداد  $\text{H}^+$  های اسیدی  $n =$  (ظرفیت) در اسیدهاتعداد  $\text{OH}^-$  های بازی  $n =$  (ظرفیت) در بازهاظرفیت فلز  $\times$  تعداد فلز نمک  $n =$  (ظرفیت) در نمک‌ها

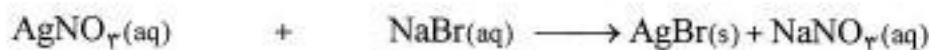
اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق، این تست را با ۳ روش حل می‌کنیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$? \text{ mL NaBr} = 25 \text{ mL AgNO}_3 \times \frac{0.115 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ L AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol NaBr}}{1 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ L NaBr}}{0.125 \text{ mol NaBr}} = 23 \text{ mL NaBr}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$0.115 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.025 \text{ L} \quad 0.125 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}$$

$$1 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0.023 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 23 \text{ mL NaBr}$$

روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$ 

دو محلول غیر هم‌جنس  $\text{AgNO}_3$  و  $\text{NaBr}$  به‌طور کامل با هم واکنش داده‌اند، پس می‌توان از رابطه‌ی موجود در درسنامه‌ی فوق استفاده نمود. بدین منظور ابتدا ظرفیت هریک از نمک‌های  $\text{AgNO}_3$  و  $\text{NaBr}$  را محاسبه می‌نماییم.

$$\text{AgNO}_3 \text{ (ظرفیت)} n = 1 \times 1 = 1$$

$$\text{NaBr (ظرفیت)} n = 1 \times 1 = 1$$

اکنون حجم NaBr لازم را محاسبه می‌کنیم.

$$(M_1 n_1 V_1)_{AgNO_3} = (M_2 n_2 V_2)_{NaBr}$$

$$0.115 \times 1 \times 25 = 0.125 \times 1 \times V_2 \rightarrow V_2 = 23 \text{ mL NaBr}$$

**توجه:** همان‌گونه که مشاهده می‌کنید، مزیت روش سوم نسبت به روش‌های اول و دوم آن است که نیازی به نوشتن معادله‌ی واکنش و موازنه‌ی آن ندارید.

**آقا اجازه:** من متوجه نشدم چه وقت رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$  کارایی دارد و چه وقت باید رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  استفاده شود؟

**جواب:** رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$  وقتی کارایی دارد که محلول را با افزودن آب رقیق نماییم (فرایند فیزیکی). ولی رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  برای زمانی است که دو محلول غیر هم‌جنس به‌طور کامل با هم واکنش دهند و مواد تازه‌ای حاصل نمایند (فرایند شیمیایی).

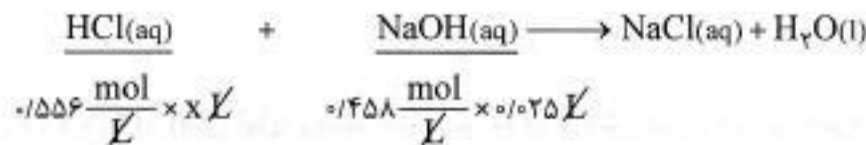


**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۲۴۱**



$$? \text{ mL HCl} = 25 \text{ mL } 1\% \text{ NaOH} \times \frac{0.458 \text{ mol NaOH}}{1\% \text{ NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{0.556 \text{ mol HCl}} = 20 \text{ mL HCl}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



$$\rightarrow x = 0.2\% \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1\%} = 20 \text{ mL HCl}$$

**روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$**

ابتدا ظرفیت هر یک از محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$n = 1$  = تعداد  $H^+$  های اسیدی (ظرفیت) HCl

$n = 1$  = تعداد  $OH^-$  های بازی (ظرفیت) NaOH

دو محلول غیر هم‌جنس HCl و NaOH با یکدیگر به‌طور کامل واکنش داده‌اند. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{NaOH} = (M_2 n_2 V_2)_{HCl}$$

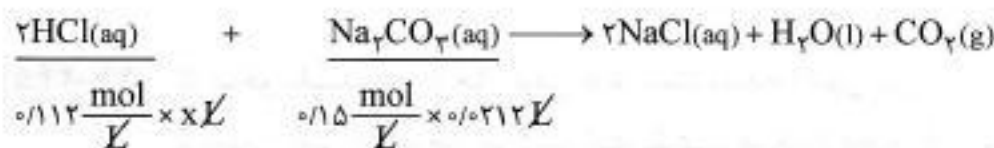
$$0.458 \times 1 \times 25 = 0.556 \times 1 \times V_2 \rightarrow V_2 \approx 20 \text{ mL HCl}$$

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۲۴۲**



$$? \text{ mL HCl} = 212 \text{ mL } 1\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{0.15 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1\% \text{ Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{0.112 \text{ mol HCl}} = 56.8 \text{ mL HCl}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



$$\rightarrow x = 0.568\% \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1\%} = 56.8 \text{ mL HCl}$$

**روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$**

ابتدا ظرفیت هر یک از محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$n = 1$  = تعداد  $H^+$  های اسیدی (ظرفیت) HCl

$n = 2$  = ظرفیت فلز  $\times$  تعداد فلز نمک =  $2 \times 1 = 2$  (ظرفیت)  $Na_2CO_3$

دو محلول غیر هم‌جنس HCl و  $Na_2CO_3$  با یکدیگر به‌طور کامل واکنش داده‌اند. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{Na_2CO_3} = (M_2 n_2 V_2)_{HCl}$$

$$0.15 \times 2 \times 212 = 0.112 \times 1 \times V_2 \rightarrow V_2 = 56.8 \text{ mL HCl}$$

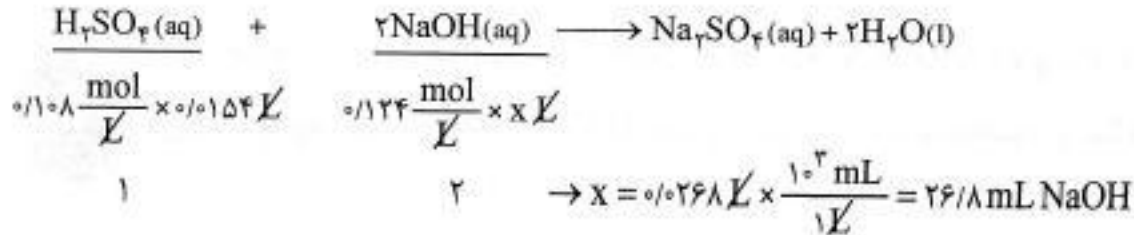


۲۴۳- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$? mL NaOH = 15/4 mL H_2SO_4 \times \frac{0/108 \text{ mol } H_2SO_4}{1 \text{ L } H_2SO_4} \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{1 \text{ L } NaOH}{0/124 \text{ mol } NaOH} = 26/8 \text{ mL NaOH}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$

ابتدا ظرفیت هریک از محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$NaOH \text{ (ظرفیت)} n = \text{تعداد } OH^- \text{ های بازی} = 1$$

$$H_2SO_4 \text{ (ظرفیت)} n = \text{تعداد } H^+ \text{ های اسیدی} = 2$$

دو محلول غیر هم‌جنس  $H_2SO_4$  و  $NaOH$  با یکدیگر به‌طور کامل واکنش داده‌اند. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{H_2SO_4} = (M_2 n_2 V_2)_{NaOH}$$

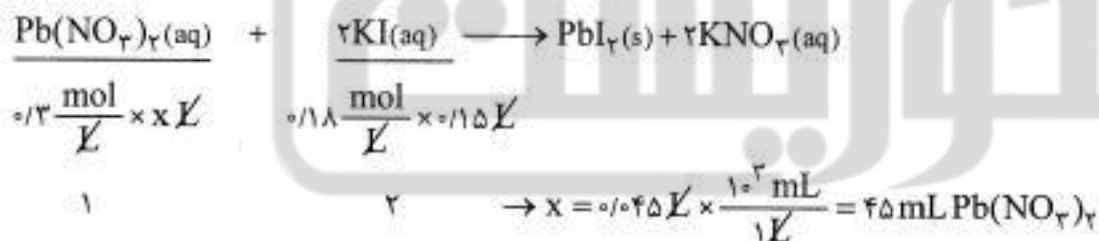
$$0/108 \times 2 \times 15/4 = 0/124 \times 1 \times V_2 \rightarrow V_2 = 26/8 \text{ mL NaOH}$$

۲۴۴- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$? mL Pb(NO_3)_2 = 150 \text{ mL KI} \times \frac{0/118 \text{ mol } KI}{1 \text{ L } KI} \times \frac{1 \text{ mol } Pb(NO_3)_2}{2 \text{ mol } KI} \times \frac{1 \text{ L } Pb(NO_3)_2}{0/13 \text{ mol } Pb(NO_3)_2} = 45 \text{ mL Pb(NO_3)_2}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



روش سوم: رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$

ابتدا ظرفیت هریک از محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$Pb(NO_3)_2 \text{ (ظرفیت)} n = \text{ظرفیت فلز} \times \text{تعداد فلز نمک} = 1 \times 2 = 2$$

$$KI \text{ (ظرفیت)} n = \text{ظرفیت فلز} \times \text{تعداد فلز نمک} = 1 \times 1 = 1$$

دو محلول غیر هم‌جنس  $Pb(NO_3)_2$  و  $KI$  با یکدیگر به‌طور کامل واکنش داده‌اند. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{Pb(NO_3)_2} = (M_2 n_2 V_2)_{KI}$$

$$0/13 \times 2 \times V_1 = 0/118 \times 1 \times 150 \rightarrow V_1 = 45 \text{ mL Pb(NO_3)_2}$$

۲۴۵- (۴) اگر موافق باشید، پس از حل کردن چند تست مشابه، اکنون این تست را فقط با روش سوم یعنی با رابطه‌ی  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  که

کوتاه‌ترین روش است، حل می‌کنیم. ابتدا ظرفیت هریک از محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$HA \text{ (ظرفیت)} n = \text{تعداد } H^+ \text{ های اسیدی} = 1$$

$$Ba(OH)_2 \text{ (ظرفیت)} n = \text{تعداد } OH^- \text{ های بازی} = 2$$

$$NaOH \text{ (ظرفیت)} n = \text{تعداد } OH^- \text{ های بازی} = 1$$

دو محلول غیر هم‌جنس  $Ba(OH)_2$  و  $HA$  یکدیگر را به‌طور کامل خنثی کرده‌اند. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{HA} = (M_2 n_2 V_2)_{Ba(OH)_2}$$

$$M_1 \times 1 \times 20 = 10^{-2} \times 2 \times 100 \rightarrow M_{HA} = 0/1 M$$

بنابراین غلظت اسید  $HA$  برابر  $0/1 M$  می‌باشد. اکنون باید ببینیم همان حجم از اسید  $HA$  یعنی  $20$  میلی‌لیتر  $HA$  با چند میلی‌لیتر محلول

$0/1 M$  سود خنثی می‌شود. پس می‌توان نوشت:

$$(M_1 n_1 V_1)_{HA} = (M_2 n_2 V_2)_{NaOH}$$

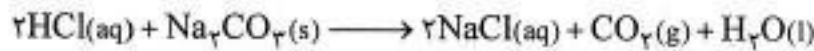
$$0/1 \times 1 \times 20 = 0/1 \times 1 \times V_2 \rightarrow V_{NaOH} = 20 \text{ mL}$$

۲۴۶- (۳) این تست را هم، فقط با روش سوم یعنی با رابطه  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  که کوتاه‌ترین روش است، حل می‌کنیم. هرگاه دو محلول غیرهم‌جنس یک‌دیگر را به‌طور کامل خنثی کنند، میان آن‌ها رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$(M_1 n_1 V_1)_{H_n A} = (M_2 n_2 V_2)_{M(OH)_r}$$

$$0.025 \times n \times 40 = 0.02 \times 2 \times 75 \quad \rightarrow n = 3$$

۲۴۷- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$? mL HCl = 0.052 \text{ g } Na_2CO_3 \times \frac{1 \text{ mol } Na_2CO_3}{106 \text{ g } Na_2CO_3} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} \times \frac{1 \text{ L } HCl}{1 \text{ mol } HCl} \times \frac{1000 \text{ mL } HCl}{1 \text{ L } HCl} = 10 \text{ mL } HCl$$

نسبت مولی - مولی      مولاریته

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}}{2} = \frac{0.052 \text{ g}}{1 \times 106} \rightarrow x = 0.01 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 10 \text{ mL } HCl$$

آقا اجازه: چرا این تست را با رابطه  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  حل نکردید؟

✓ جواب: فب، مثل این‌که هنوز مساله برای شما خوب یا نیفتاده. دقت کنید رابطه  $M_1 n_1 V_1 = M_2 n_2 V_2$  زمانی کارایی دارد که دو محلول (aq) با هم واکنش دهند. در این تست یکی از واکنش‌دهنده‌ها یعنی سدیم کربنات، جامد است.



۲۴۸- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

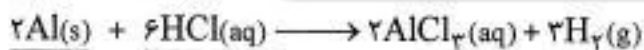
معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش Al با هیدروکلریک اسید به‌صورت زیر است:



$$? \text{ g } Al = 200 \text{ mL } HCl \times \frac{1 \text{ L } HCl}{1000 \text{ mL } HCl} \times \frac{0.05 \text{ mol } HCl}{1 \text{ L } HCl} \times \frac{2 \text{ mol } Al}{6 \text{ mol } HCl} \times \frac{27 \text{ g } Al}{1 \text{ mol } Al} = 0.9 \text{ g } Al$$

جرم مولی Al      نسبت مولی - مولی      مولاریته

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{x \text{ g}}{2 \times 27} = \frac{0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.2 \text{ L}}{6} \rightarrow x = 0.9 \text{ g } Al$$

۲۴۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش سدیم کلرید با نقره نترات به‌صورت زیر است:

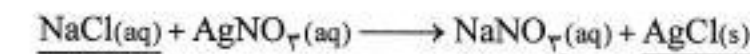


رسوب مورد نظر AgCl است. پس باید جرم AgCl حاصل را محاسبه نماییم.

$$? \text{ g } AgCl = 40 \text{ mL } NaCl \times \frac{1 \text{ L } NaCl}{1000 \text{ mL } NaCl} \times \frac{0.05 \text{ mol } NaCl}{1 \text{ L } NaCl} \times \frac{1 \text{ mol } AgCl}{1 \text{ mol } NaCl} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } AgCl} = 2.87 \text{ g } AgCl$$

جرم مولی AgCl      نسبت مولی - مولی      مولاریته

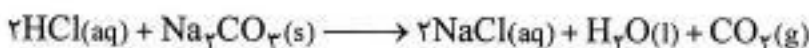
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.04 \text{ L}}{1} = \frac{x \text{ g}}{1 \times 143.5} \rightarrow x = 2.87 \text{ g } AgCl$$

۲۵۰- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش هیدروکلریک اسید با سدیم کربنات به‌صورت زیر است:

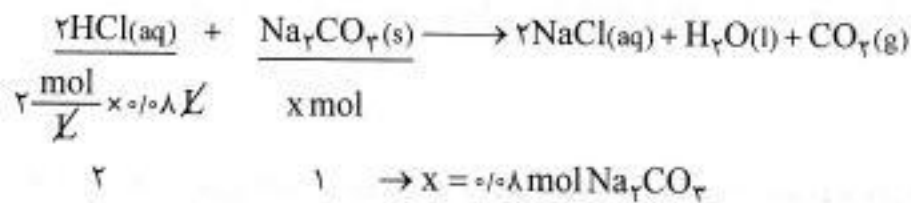


$$? \text{ mol } Na_2CO_3 = 80 \text{ mL } HCl \times \frac{1 \text{ L } HCl}{1000 \text{ mL } HCl} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ L } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } Na_2CO_3}{2 \text{ mol } HCl} = 0.08 \text{ mol } Na_2CO_3$$

نسبت مولی - مولی      مولاریته



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش مس (II) سولفات با Al به صورت زیر است:



$$? \text{ mL CuSO}_4 = 11 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{3 \text{ mol CuSO}_4}{2 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ L CuSO}_4}{0.5 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{1000 \text{ mL CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4} = 343 \text{ mL CuSO}_4$$

جرم مولی Cu      نسبت مولی - مولی      مولاریته

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}}{3} \quad \frac{11 \text{ g}}{3 \times 64} \rightarrow x = 0.343 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 343 \text{ mL CuSO}_4$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی موازنه‌ی شده‌ی واکنش سولفوریک اسید با سدیم هیدروکسید به صورت زیر است:



$$? \text{ mL NaOH} = \frac{1}{20} \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ L NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{1000 \text{ mL NaOH}}{1 \text{ L NaOH}} = 100 \text{ mL NaOH}$$

نسبت مولی - مولی      مولاریته

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{\frac{1}{20} \text{ mol}}{1} \quad \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}}{2} \rightarrow x = 0.1 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 100 \text{ mL NaOH}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش گاز CO<sub>2</sub> با محلول کلسیم هیدروکسید به صورت زیر است:

$$? \text{ mL Ca}(\text{OH})_2 = 224 \text{ mL CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22400 \text{ mL CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ L Ca}(\text{OH})_2}{0.2 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2} \times \frac{1000 \text{ mL Ca}(\text{OH})_2}{1 \text{ L Ca}(\text{OH})_2} = 50 \text{ mL Ca}(\text{OH})_2$$

جرم مولی گازها      نسبت مولی - مولی      مولاریته محلول

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$224 \text{ mL} \quad \frac{0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}}{1} \rightarrow x = 0.05 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 50 \text{ mL Ca}(\text{OH})_2$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را پیدا می‌کنیم.



$$x \text{ mol HCl} = 1 \text{ L HCl} \times \frac{10^3 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{96 \text{ mg Mg}}{10^3 \text{ mL HCl}} \times \frac{1 \text{ g Mg}}{10^3 \text{ mg Mg}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24 \text{ g Mg}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg}} = 0.8 \text{ mol HCl}$$

مولاریته‌ی HCl

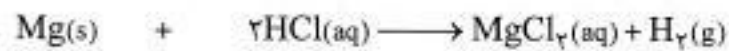
در هر لیتر محلول HCl مقدار ۰/۸ مول از آن وجود دارد. پس محلول مورد نظر  $0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  است. اکنون باید محاسبه کنیم ۲۰ میلی لیتر از این محلول چند میلی گرم KOH را خنثی می‌کند.



$$? \text{ mg KOH} = 20 \text{ mL HCl} \times \frac{0.8 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 896 \text{ mg KOH}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

ابتدا غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را پیدا می‌کنیم.



$$96 \times 10^{-3} \text{ g} \times \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.01 \text{ L}$$

$$1 \times 24 \quad 2 \quad \rightarrow x = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

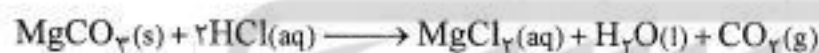
پس محلول مورد نظر  $0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  است. اکنون باید محاسبه کنیم ۲۰ میلی لیتر از این محلول چند میلی گرم KOH را خنثی می‌کند.



$$x \text{ g} \quad 0.8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.02 \text{ L}$$

$$1 \times 56 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0.896 \text{ g} \times \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 896 \text{ mg KOH}$$

۲۵۵-۳) **روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**



$$\frac{? \text{ mol HCl}}{\text{مولاریته‌ی HCl}} = \frac{1 \text{ L HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{10^3 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{84 \text{ g MgCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g MgCO}_3 (\text{خالص})} \times \frac{96 \text{ g MgCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g MgCO}_3 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol MgCO}_3}{84 \text{ g MgCO}_3}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 0.02 \text{ mol HCl}$$

در هر لیتر محلول HCl مقدار ۰/۰۲ مول از آن وجود دارد. پس محلول مورد نظر  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

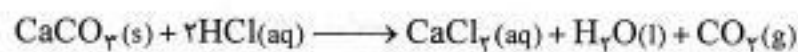
**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



$$84 \times 10^{-3} \text{ g} \times \frac{96}{100} \times \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.01 \text{ L}$$

$$1 \times 84 \quad 2 \quad \rightarrow x = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

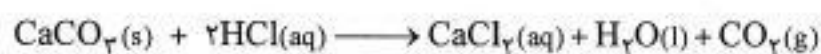
۲۵۶-۳) **روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**



$$? \text{ mL HCl} = 5 \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص}) \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{0.8 \text{ mol HCl}}$$

$$\times \frac{10^3 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 100 \text{ mL HCl}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

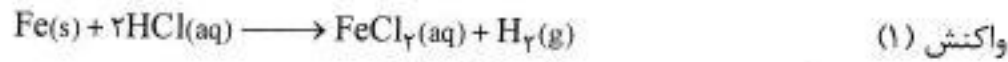


$$5 \text{ g} \times \frac{100}{100} \times 0.8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L}$$

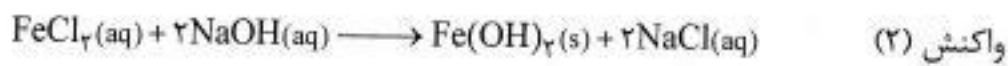
$$1 \times 100 \quad 2 \quad \rightarrow x = 0.1 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 100 \text{ mL HCl}$$



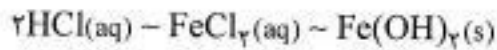
۲۵۷- (۳) فلز آهن در واکنش با هیدروکلریک اسید، تشکیل آهن (II) کلرید می‌دهد.



محلول حاصل یعنی  $\text{FeCl}_2(aq)$  با سدیم هیدروکسید، تشکیل رسوب آهن (II) هیدروکسید ( $\text{Fe}(\text{OH})_2(s)$ ) می‌دهد.



با توجه به واکنش‌های (۱) و (۲) می‌توان رابطه‌ی زیر را نوشت:

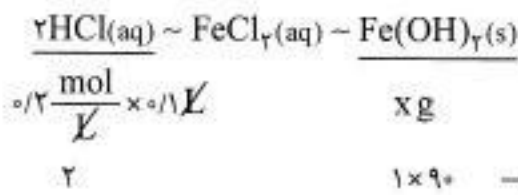


اکنون به دو روش می‌توان تست مورد نظر را حل نمود:

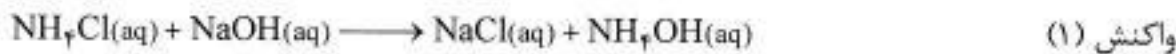
**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{ g Fe}(\text{OH})_2 = 1000 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{0.2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{90 \text{ g Fe}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2} = 0.9 \text{ g Fe}(\text{OH})_2$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



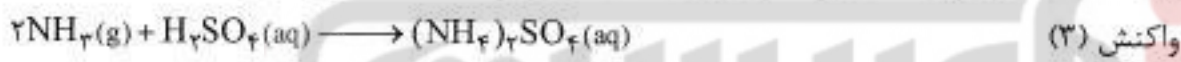
۲۵۸- (۲) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش آمونیوم کلرید با سدیم هیدروکسید به صورت زیر است:



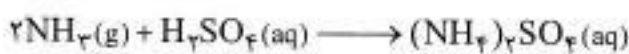
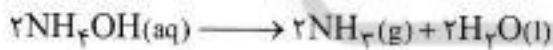
$\text{NH}_4\text{OH}$  باز ناپایداری است و به سرعت طبق معادله‌ی زیر تجزیه می‌شود:



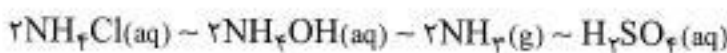
گاز حاصل از واکنش فوق، گاز  $\text{NH}_3$  می‌باشد. معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش گاز  $\text{NH}_3$  با سولفوریک اسید به صورت زیر است:



**نکته:** در مسایل چند واکنشی، ابتدا ضریب ماده‌ی مشترک در واکنش‌ها را یکسان می‌کنیم، سپس تناسب‌های لازم را می‌نویسیم.



با توجه به این‌که اطلاعات مسأله مربوط به آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) و سولفوریک اسید ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) است، می‌توانیم به‌طور خلاصه این‌گونه بنویسیم:



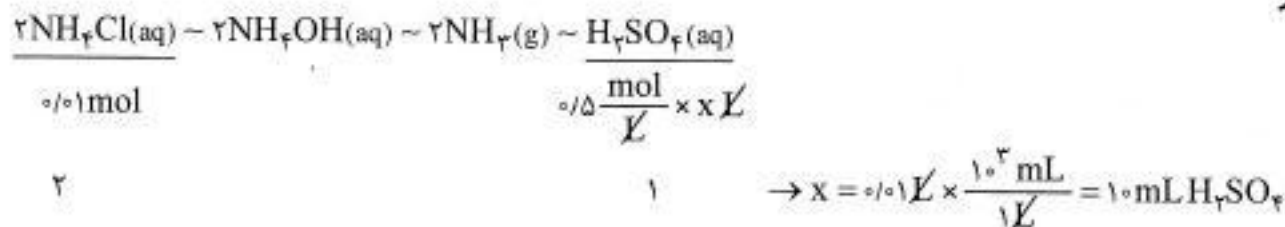
اکنون به دو روش می‌توان تست مورد نظر را حل نمود.

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{ mL H}_2\text{SO}_4 = 0.1 \text{ mol NH}_4\text{Cl} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NH}_4\text{Cl}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4}{0.5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4} = 10 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

نسبت مولی - مولی      مولارینه

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



۲۵۹- (۲) **روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش فلز آهن با سولفوریک اسید رقیق به صورت مقابل است:  $\text{Fe}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{FeSO}_4(aq) + \text{H}_2(g)$  برای آن‌که مولارینه‌ی محلول حاصل ( $\text{FeSO}_4$ ) را پیدا کنیم، کافی است ببینیم در یک لیتر محلول  $\text{FeSO}_4$  (۱۰۰۰ میلی‌لیتر محلول  $\text{FeSO}_4$ ) چند مول  $\text{FeSO}_4$  وجود دارد.

$$? \text{ mol FeSO}_4 = 1 \text{ L FeSO}_4 \times \frac{1000 \text{ mL FeSO}_4}{1 \text{ L FeSO}_4} \times \frac{0.28 \text{ g Fe}}{100 \text{ mL FeSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol FeSO}_4}{1 \text{ mol Fe}} = 1 \text{ mol FeSO}_4$$

مولارینه‌ی  $\text{FeSO}_4$





$$\begin{array}{ccc} 0.28g & x \frac{\text{mol}}{L} \times 0.1L & \\ 1 \times 56 & 1 & \rightarrow x = \frac{1}{20} \text{ mol.L}^{-1} \end{array}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

۲۶۰- (۲) در هنگام انجام واکنش‌های شیمیایی معمولاً یکی از واکنش‌دهنده‌ها به مقداری کمتر از مقدار استوکیومتری وجود دارد. بنابراین در جریان واکنش زودتر از واکنش‌دهنده‌های دیگر به مصرف می‌رسد. در این صورت این ماده تعیین‌کننده‌ی مقدار پیشرفت واکنش و مقدار فراورده‌های تولیدشده خواهد بود. این واکنش‌دهنده را **محدودکننده** می‌نامند. هم‌چنین واکنش‌دهنده‌هایی را که به مقدار بیشتری موجودند و پس از پایان واکنش مقداری از آن‌ها در ظرف واکنش باقی می‌ماند، واکنش‌دهنده‌های اضافی نامیده می‌شوند.

🔗 **بچه‌ها مواظب باشید:** گزینه‌ی (۳) نیز ظاهراً درست به نظر می‌رسد ولی باید توجه داشته باشید که واکنش‌دهنده‌ی اضافی تعیین‌کننده‌ی مقدار پیشرفت واکنش نخواهد بود، هم‌چنین در جریان واکنش دیرتر به مصرف نمی‌رسد، بلکه مقداری از آن به صورت مصرف‌نشده در ظرف باقی می‌ماند.

۲۶۱- (۴) قیمت مواد یک عامل بسیار مهم در انتخاب واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده است. در صنعت برای به دست آوردن بیشترین مقدار ممکن فراورده از مقدار مشخصی از یک واکنش‌دهنده‌ی گران‌قیمت، واکنش‌دهنده‌های ارزان‌قیمت‌تر را به عنوان واکنش‌دهنده‌ی اضافی و واکنش‌دهنده‌ی گران‌قیمت را به عنوان واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده به کار می‌برند. به این طریق تبدیل واکنش‌دهنده‌های گران‌قیمت کامل‌تر هم خواهد بود.

۲۶۲- (۱) ابتدا درسنامه‌ی زیر را با دقت بفهمنید.

**درسنامه**

### تعیین واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده در مسایل

www.konkurist.com

برای تشخیص واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده در مسایل به صورت زیر عمل می‌شود:

**مرحله‌ی اول:** تبدیل جرم و حجم واکنش‌دهنده‌ها به تعداد مول آن‌ها.

$$n = \frac{m \text{ (جرم ماده)}}{M \text{ (جرم مولی)}} \text{ (تعداد مول)}$$

$$n = \frac{V \text{ (حجم ماده)}}{V \text{ (حجم مولی)}} \text{ (تعداد مول)}$$

**یادآوری:** حجم مولی گازها در شرایط STP برابر (۲۲/۴L) و یا (cm<sup>3</sup> یا cc یا ۲۲۴۰۰mL) می‌باشد. در صورتی‌که شرایط STP نباشد، حجم مولی گازها در شرایط واکنش داده می‌شود.

**مرحله‌ی دوم:** تعداد مول‌های به دست آمده از واکنش‌دهنده‌ها را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

**مرحله‌ی سوم:** اکنون می‌توان مسأله را با توجه به واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده حل نمود.

**مرحله‌ی اول:** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به تعداد مول آن‌ها.

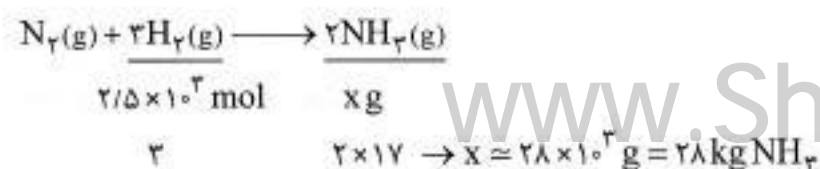
$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{25000}{28} = 8.93 \times 10^2 \text{ mol N}_2$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{5000}{2} = 2.5 \times 10^3 \text{ mol H}_2$$

**مرحله‌ی دوم:** تعداد مول‌های به دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول N}_2}{\text{ضریب N}_2 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{8.93 \times 10^2}{1} = 8.93 \times 10^2 \\ \frac{\text{تعداد مول H}_2}{\text{ضریب H}_2 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{2.5 \times 10^3}{3} = 8.33 \times 10^2 \end{array} \right\} 8.93 \times 10^2 > 8.33 \times 10^2 \rightarrow \text{H}_2 \text{ محدودکننده است}$$

**مرحله‌ی سوم:** اکنون جرم آمونیاک تولیدی را با توجه به تعداد مول واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده یعنی H<sub>2</sub> پیدا می‌کنیم.





مرزله اول: تبدیل جرم و حجم واکنش دهنده‌ها به تعداد مول آن‌ها. (۳) - ۲۶۳

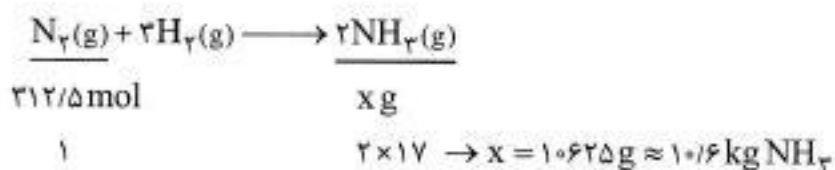
$$n(N_2) = \frac{v(N_2)}{V(N_2)} = \frac{7000}{22/4} = 312/5 \text{ mol } N_2$$

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ mol } H_2$$

مرزله دوم: تعداد مول‌های به دست آمده را به ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادله  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول } N_2}{\text{ضریب } N_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{312/5}{1} = 312/5 \\ \frac{\text{تعداد مول } H_2}{\text{ضریب } H_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{1000}{3} = 333/3 \end{array} \right\} 312/5 < 333/3 \rightarrow N_2 \text{ محدودکننده است}$$

مرزله سوم: اکنون جرم آمونیاک تولیدی را با توجه به تعداد مول واکنش دهنده محدودکننده یعنی  $N_2$  پیدا می‌کنیم.

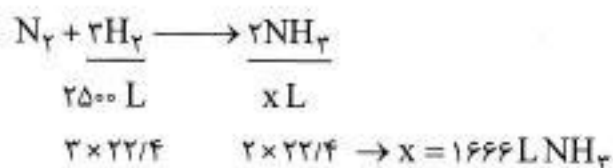


مرزله اول: از آن‌جا که داده‌های این تست برای هر دو واکنش دهنده یعنی نیتروژن و هیدروژن بر حسب لیتر (حجم) می‌باشد و طبق قانون گی‌لوساک نسبت‌های حجمی در واکنش‌های گازی با نسبت‌های مولی برابر هستند، بنابراین نیازی به تبدیل حجم واکنش دهنده‌ها به مول آن‌ها نمی‌باشد. (۳) - ۲۶۴

مرزله دوم: حجم هریک از واکنش دهنده‌ها را به ضریب استوکیومتری آن در معادله  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{حجم } N_2}{\text{ضریب } N_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{1000}{1} = 1000 \\ \frac{\text{حجم } H_2}{\text{ضریب } H_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{2500}{3} \approx 833 \end{array} \right\} 1000 > 833 \rightarrow H_2 \text{ محدودکننده است}$$

مرزله سوم: اکنون حجم آمونیاک تولیدی را با توجه به حجم واکنش دهنده محدودکننده یعنی  $H_2$  پیدا می‌کنیم.

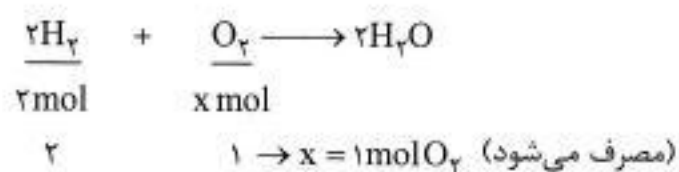


مرزله اول: از آن‌جا که داده‌های این تست برای هر دو واکنش دهنده یعنی هیدروژن و اکسیژن بر حسب مول می‌باشد، بنابراین نیازی به محاسبه تعداد مول واکنش دهنده‌ها نمی‌باشد. (۴) - ۲۶۵

مرزله دوم: تعداد مول هریک از واکنش دهنده‌ها را به ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادله  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول } H_2}{\text{ضریب } H_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{2}{2} = 1 \\ \frac{\text{تعداد مول } O_2}{\text{ضریب } O_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{2}{1} = 2 \end{array} \right\} 1 < 2 \rightarrow H_2 \text{ محدودکننده و } O_2 \text{ اضافی است.}$$

مرزله سوم: اکنون مول مصرفی  $O_2$  را با توجه به مول واکنش دهنده محدودکننده یعنی  $H_2$  پیدا می‌کنیم، سپس از مول اولیه آن کم می‌کنیم.



(باقی می‌ماند)  $1 \text{ mol } O_2 = 2 - 1 = 1 \text{ mol } O_2$  - مول مصرفی - مول اولیه = مول باقی مانده  $O_2$

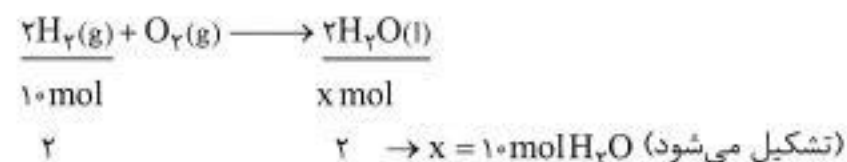
مرزله اول: جرم گاز هیدروژن را تبدیل به مول می‌کنیم. (۲) - ۲۶۶

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{20}{2} = 10 \text{ mol } H_2$$

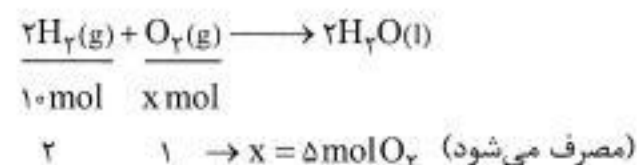
**مرزله‌ی دوم:** تعداد مول هریک از واکنش‌دهنده‌ها را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{10 \text{ mol } H_2}{2} = 5 \\ \frac{11 \text{ mol } O_2}{1} = 11 \end{array} \right\} 5 < 11 \rightarrow \text{(هیدروژن محدودکننده است)}$$

**مرزله‌ی سوم:** اکنون مقدار مول آب تشکیل شده را می‌توان توسط واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده یعنی هیدروژن به دست آورد.



برای پیدا کردن مول اکسیژن باقی‌مانده، ابتدا مول مصرفی آن را پیدا می‌کنیم و سپس از مول اولیه‌ی آن کم می‌کنیم.



$$O_2 \text{ باقی‌مانده‌ی } = 11 - 5 = 6 \text{ mol } O_2$$

**مرزله‌ی اول: (۴) - ۲۶۷** ابتدا جرم مولی هر کدام از واکنش‌دهنده‌ها را حساب می‌کنیم.

$$Al_2O_3 \text{ جرم مولی} = 2(27) + 3(16) = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$NaOH \text{ جرم مولی} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$HF \text{ جرم مولی} = 1 + 19 = 20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

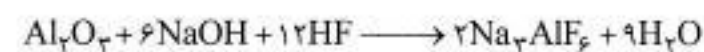
$$n(Al_2O_3) = \frac{m(Al_2O_3)}{M(Al_2O_3)} = \frac{24000}{102} \approx 235 \text{ mol } Al_2O_3$$

$$n(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{24000}{40} = 600 \text{ mol } NaOH$$

$$n(HF) = \frac{m(HF)}{M(HF)} = \frac{24000}{20} = 1200 \text{ mol } HF$$

سپس جرم واکنش‌دهنده‌ها را به مول تبدیل می‌نماییم.

**مرزله‌ی دوم:** ابتدا معادله‌ی واکنش را موازنه می‌نماییم تا ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها مشخص گردد. معادله‌ی واکنش موازنه شده به صورت زیر است:



اکنون تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی موازنه شده تقسیم می‌نماییم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول } Al_2O_3}{\text{ضریب } Al_2O_3 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{235}{1} = 235 \\ \frac{\text{تعداد مول } NaOH}{\text{ضریب } NaOH \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{600}{6} = 100 \\ \frac{\text{تعداد مول } HF}{\text{ضریب } HF \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{1200}{12} = 100 \end{array} \right\} 100 < 235 \rightarrow \text{NaOH و HF محدودکننده و } Al_2O_3 \text{ واکنش‌دهنده‌ی اضافی است.}$$

**مرزله‌ی اول: (۲) - ۲۶۸** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول.

$$n(SiCl_4) = \frac{m(SiCl_4)}{M(SiCl_4)} = \frac{225}{170} = 1.32 \text{ mol } SiCl_4$$

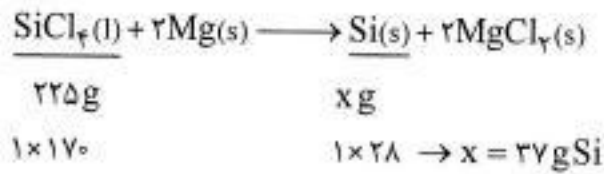
$$n(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} = \frac{225}{24} = 9.37 \text{ mol } Mg$$

**مرزله‌ی دوم:** تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش  $SiCl_4 + 2Mg \rightarrow Si + 2MgCl_2$  تقسیم می‌کنیم. هر کدام که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول } SiCl_4}{\text{ضریب } SiCl_4 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{1.32}{1} = 1.32 \\ \frac{\text{تعداد مول } Mg}{\text{ضریب } Mg \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{9.37}{2} = 4.68 \end{array} \right\} 1.32 < 4.68 \rightarrow \text{SiCl}_4 \text{ محدودکننده است}$$



**مرزله‌ی سوم:** اکنون جرم سیلیسیم تولیدی را با توجه به جرم واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده یعنی  $\text{SiCl}_4$  پیدا می‌کنیم.



**مرزله‌ی اول:** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول. (۳) - ۲۶۹

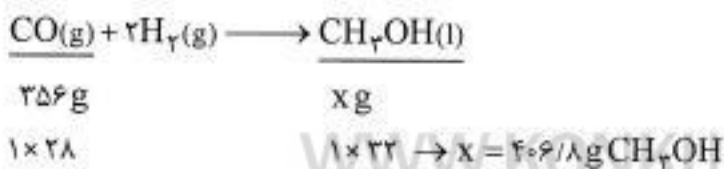
$$n(\text{CO}) = \frac{m(\text{CO})}{M(\text{CO})} = \frac{256}{28} = 9.14\text{mol CO}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{65}{2} = 32.5\text{mol H}_2$$

**مرزله‌ی دوم:** تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$  تقسیم می‌کنیم. هر کدام که مقدار عددی کمتری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول CO}}{\text{ضریب CO در معادله‌ی واکنش}} = \frac{9.14}{1} = 9.14 \\ \frac{\text{تعداد مول H}_2}{\text{ضریب H}_2 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{32.5}{2} = 16.25 \end{array} \right\} 9.14 < 16.25 \rightarrow \text{CO محدودکننده است}$$

**مرزله‌ی سوم:** اکنون جرم متانول تولیدی را با توجه به جرم واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده یعنی CO پیدا می‌کنیم.



**مرزله‌ی اول:** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول. (۲) - ۲۷۰

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{16}{160} = 0.1\text{mol Fe}_2\text{O}_3$$

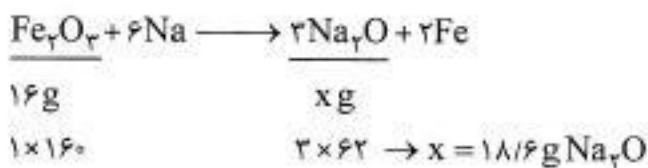
$$n(\text{Na}) = \frac{m}{M} = \frac{15}{23} = 0.65\text{mol Na}$$

**مرزله‌ی دوم:** تعداد مول‌های به دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش زیر تقسیم می‌نماییم. موردی که مقدار عددی بیشتری برای آن به دست آید، واکنش‌دهنده‌ی اضافی است.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Na} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Fe}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{0.1\text{mol Fe}_2\text{O}_3}{1} = 0.1 \\ \frac{0.65\text{mol Na}}{6} = 0.108 \end{array} \right\} 0.1 < 0.108 \rightarrow \text{سدیم واکنش‌دهنده‌ی اضافی است}$$

**مرزله‌ی سوم:** اکنون می‌توان جرم سدیم اکسید تشکیل شده را توسط واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده یعنی  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  به دست آورد.



**مرزله‌ی اول:** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول. (۲) - ۲۷۱

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{14}{56} = 0.25\text{mol Fe}$$

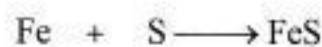
$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{14}{32} = 0.43\text{mol S}$$

**مرزله‌ی دوم:** تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش  $\text{Fe} + \text{S} \longrightarrow \text{FeS}$  تقسیم می‌کنیم. هر کدام که مقدار عددی کمتری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول Fe}}{\text{ضریب Fe در معادله‌ی واکنش}} = \frac{0.25}{1} = 0.25 \\ \frac{\text{تعداد مول S}}{\text{ضریب S در معادله‌ی واکنش}} = \frac{0.43}{1} = 0.43 \end{array} \right\} 0.25 < 0.43 \rightarrow \text{Fe محدودکننده است}$$

پس گوگرد واکنش‌دهنده‌ی اضافی است و مقداری از آن باقی می‌ماند.

**مرحله اول:** اکنون جرم گوگرد مصرفی را با توجه به جرم واکنش دهنده محدودکننده یعنی Fe پیدا می‌کنیم.



$$14\text{g} \quad x\text{g}$$

$$1 \times 56 \quad 1 \times 32 \rightarrow x = 8\text{gS (مصرف می‌شود)}$$

(باقی می‌ماند)  $6\text{gS} = 14 - 8 = 6\text{gS}$  = جرم گوگرد مصرف شده - جرم گوگرد اولیه = جرم گوگرد باقی‌مانده

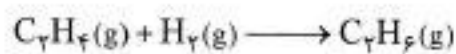
**مرحله اول:** جرم واکنش دهنده‌ها را به مول تبدیل می‌کنیم. (۲) - ۲۷۲

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M} = \frac{4}{2} = 2\text{mol H}_2$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{m}{M} = \frac{42}{28} = 1.5\text{mol C}_2\text{H}_6$$

**مرحله دوم:** تعداد مول واکنش دهنده‌ها را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  تقسیم می‌کنیم تا محدودکننده پیدا شود. از آن‌جا که ضرایب هیدروژن و اتن با هم برابر است، بدون نیاز به عمل تقسیم می‌توان گفت که اتن محدودکننده است.

**مرحله سوم:** ابتدا حجم گاز اتان حاصل را توسط محدودکننده یعنی اتن به دست می‌آوریم.



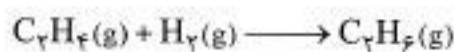
$$1.5\text{mol}$$

$$x\text{L}$$

$$1$$

$$1 \times 22.4 \rightarrow x = 33.6\text{L C}_2\text{H}_6$$

سپس باید حجم هیدروژن باقی‌مانده (واکنش نکرده) را به دست آوریم.



$$1.5\text{mol} \quad x\text{mol}$$

$$1$$

$$1 \rightarrow x = 1.5\text{mol H}_2 \text{ (مصرف می‌شود)}$$

$$\text{H}_2 \text{ باقی‌مانده} = 2 - 1.5 = 0.5\text{mol H}_2$$

$$? \text{L H}_2 = 0.5\text{mol H}_2 \times \frac{22.4\text{L H}_2}{1\text{mol H}_2} = 11.2\text{L H}_2 \text{ (باقی می‌ماند)}$$

برای پیدا کردن حجم گاز درون ظرف، باید حجم اتان تولید شده را با حجم هیدروژن باقی‌مانده در ظرف جمع نماییم.

$$\text{حجم گاز درون ظرف} = \text{حجم هیدروژن باقی‌مانده} + \text{حجم اتان تولید شده} = 33.6\text{L} + 11.2\text{L} = 44.8\text{L}$$

**مرحله اول:** تعداد مول‌های هریک از واکنش دهنده‌ها را به دست می‌آوریم. (۴) - ۲۷۳

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{22}{44} = 0.5\text{mol CO}_2$$

$$n(\text{LiOH}) = M \times V = 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 25\text{L} = 0.5\text{mol LiOH}$$

**مرحله دوم:** تعداد مول‌های به دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش زیر تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کوچک‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.



$$\frac{0.5\text{mol CO}_2}{1} = 0.5$$

$$\frac{0.5\text{mol LiOH}}{2} = 0.25$$

$$0.25 < 0.5 \rightarrow \text{LiOH محدودکننده است}$$

**مرحله سوم:** اکنون جرم لیتیم کربنات تولید شده را توسط محدودکننده پیدا می‌کنیم.



$$0.5\text{mol}$$

$$x\text{g}$$

$$2$$

$$1 \times 74 \rightarrow x = 18.5\text{g Li}_2\text{CO}_3$$

**مرحله اول:** برای پیدا کردن واکنش دهنده‌ی اضافی مراحل زیر را انجام می‌دهیم. (۳) - ۲۷۴

**مرحله اول:** به دست آوردن تعداد مول واکنش دهنده‌ها.

$$n(\text{MgCl}_2) = M \times V = 0.014 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.1\text{L} = 0.0014\text{mol MgCl}_2$$

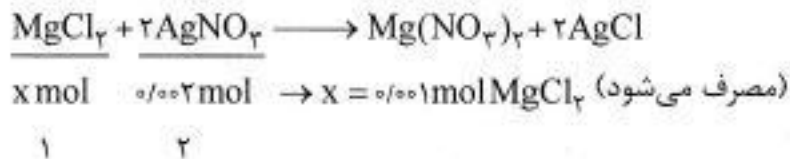
$$n(\text{AgNO}_3) = M \times V = 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.1\text{L} = 0.002\text{mol AgNO}_3$$



**مرحله دوم:** تعداد مول‌های به دست آمده را به ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادله  $MgCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2AgCl$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی بیشتری برای آن به دست آید، واکنش دهنده اضافی است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول } MgCl_2}{\text{ضریب } MgCl_2 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{0.0014}{1} = 0.0014 \\ \frac{\text{تعداد مول } AgNO_3}{\text{ضریب } AgNO_3 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{0.002}{2} = 0.001 \end{array} \right\} 0.0014 > 0.001 \rightarrow \text{منیزیم کلرید اضافی است}$$

**مرحله سوم:** اکنون باید مولاریته منیزیم کلرید را پس از انجام واکنش به دست آوریم. می‌دانیم منیزیم کلرید واکنش دهنده اضافی است و به طور کامل در واکنش مصرف نمی‌شود. از این رو ابتدا مقدار منیزیم کلرید مصرف شده در طی واکنش را محاسبه می‌کنیم.



با توجه به مقدار اولیه  $MgCl_2$  می‌توان مول باقی مانده آن در ظرف را محاسبه کرد.

(باقی می‌ماند)  $MgCl_2 = 0.0014 - 0.001 = 0.0004 \text{ mol } MgCl_2$  (مول مصرف شده - مول اولیه = مول باقی مانده)

با افزودن ۱۰۰ میلی لیتر محلول منیزیم کلرید به ۱۰۰ میلی لیتر محلول نقره نیترات، حجم محلول نهایی به ۲۰۰ میلی لیتر یا ۰/۲ لیتر می‌رسد. از این رو، مولاریته منیزیم کلرید اضافی (باقی مانده) در ظرف به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$M_{MgCl_2} = \frac{n}{V} = \frac{0.0004 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.002 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۷۵- (۴) درسنامی زیر را بفهوانید.

درسنامی

### بازدهی واکنش‌های شیمیایی

**(آ) مقدار نظری** مقدار فراورده‌های مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری را مقدار نظری می‌نامند. در واقع مقدار نظری یک واکنش بیشترین مقدار ممکن فراورده که در یک واکنش می‌تواند تولید شود را نشان می‌دهد.

**(ب) مقدار عملی** مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود را مقدار عملی می‌نامند. در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مقدار فراورده‌های به دست آمده، کم‌تر از مقدار محاسبه شده است. در واقع در بیشتر موارد، مقدار عملی خیلی کم‌تر از مقدار نظری است.

**(پ) بازدهی درصدی** بازدهی درصدی یک واکنش نسبت مقدار عملی به مقدار نظری را نشان می‌دهد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{بازدهی درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

اگر چه شیمی‌دان‌ها همواره در جهت افزایش بازدهی درصدی فرایندهای صنعتی و آزمایشگاهی تلاش می‌کنند ولی اغلب واکنش‌ها، بازدهی کم‌تر از صد درصد دارند.

۲۷۶- (۳) درسنامی «بازدهی واکنش‌های شیمیایی» را بفهوانید.

۲۷۷- (۳) درسنامی «بازدهی واکنش‌های شیمیایی» را بفهوانید.

۲۷۸- (۱) ابتدا درسنامی زیر را بفهوانید.

درسنامی

### محاسبه بازدهی واکنش در مسایل

برای محاسبه بازدهی درصدی واکنش به ترتیب زیر عمل می‌نماییم:

**مرحله اول** تعیین واکنش دهنده محدودکننده

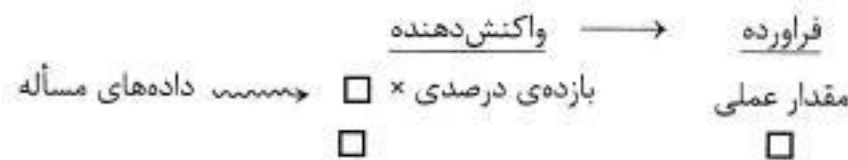
**مرحله دوم** محاسبه بازدهی نظری یا بیش‌ترین مقدار ممکن فراورده با استفاده از مقدار واکنش دهنده محدودکننده

**مرحله سوم** محاسبه بازدهی درصدی واکنش با استفاده از رابطه زیر:

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$



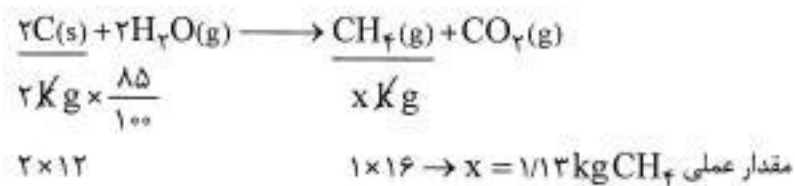
**نکته:** برای پیدا کردن یا استفاده از بازدهی درصدی می‌توانید از تناسب‌های هم‌ارز نیز استفاده نمایید. فقط کافی است بازدهی درصدی را مانند درصد خلوص (P) در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها وارد کنید.



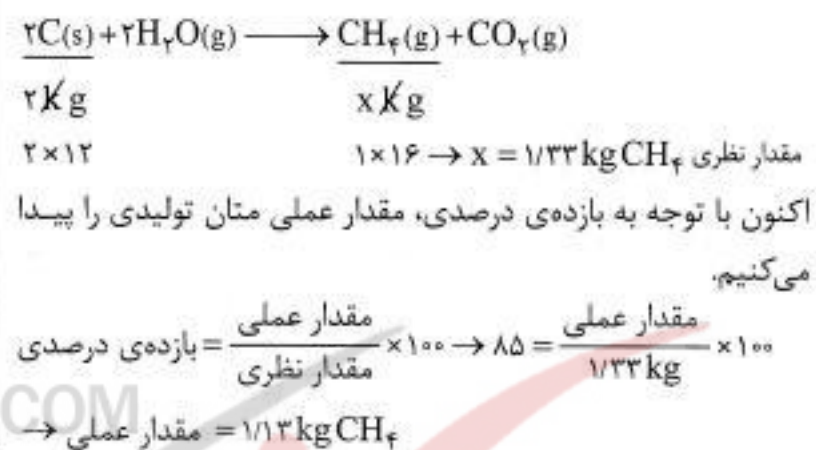
با توجه به درسنامه‌ی فوق، تست مورد نظر را حل می‌کنیم.

چون بخار آب به مقدار اضافی وجود دارد، پس زغال سنگ محدودکننده است. اکنون با دو روش می‌توان مقدار عملی تولید گاز متان را به دست آورد. این دو روش را با هم مقایسه کنید. مقایسه‌ی آن‌ها درک شما را در حل مسایل بالا می‌برد. ضمناً معادله‌ی واکنش زغال سنگ (C) با بخار آب را به خاطر بسپارید.

**روش دوم:** می‌توانید بازدهی درصدی را در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها وارد کرده و مستقیماً مقدار عملی را به دست آورید.



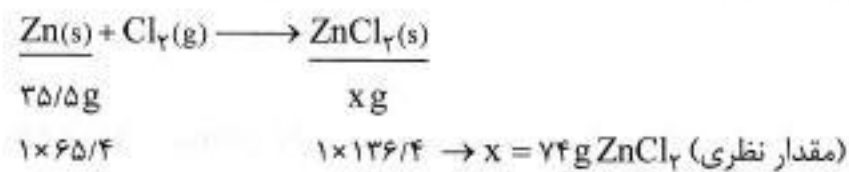
**روش اول:** ابتدا مقدار نظری تولید متان را به دست می‌آوریم.



**نتیجه‌ی مهم:** اگر بازدهی درصدی را در تناسب‌های هم‌ارز وارد نکنید، مقدار نظری فرآورده حاصل می‌شود ولی اگر بازدهی درصدی را در تناسب‌های هم‌ارز وارد کنید، مستقیماً مقدار عملی فرآورده به دست می‌آید.

**مرزله‌ی اول:** چون گاز کلر به مقدار اضافی وجود دارد، پس فلز روی واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده است. (۲) - ۲۷۹

**مرزله‌ی دوم:** مقدار نظری واکنش را با استفاده از واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده (فلز روی) محاسبه می‌نماییم.



در واقع انتظار می‌رود در این واکنش  $74 \text{ g ZnCl}_2$  تولید شود ولی همان‌طور که در صورت تست اشاره گردیده است، طی این واکنش  $65/2 \text{ g ZnCl}_2$  تولید می‌شود.

**مرزله‌ی سوم:** بازدهی درصدی واکنش به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{65/2}{74} \times 100 = 88/1$$

**مرزله‌ی اول:** تعیین واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده: (۳) - ۲۸۰

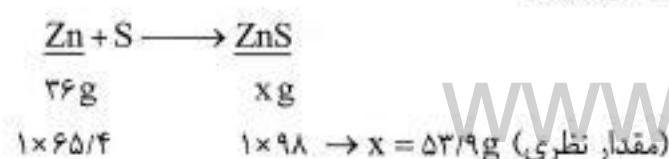
ابتدا جرم واکنش‌دهنده‌ها را به مول تبدیل می‌نماییم.

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{36}{65/4} = 0/55 \text{ mol Zn}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{30}{32/6} = 0/92 \text{ mol S}$$

اکنون مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی  $\text{Zn} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{ZnS}$  تقسیم می‌نماییم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است. چون ضرایب Zn و S با هم برابر است، بدون نیاز به عمل تقسیم، می‌توان دریافت که Zn محدودکننده است.

**مرزله‌ی دوم:** مقدار نظری تولید ZnS را با توجه به  $36 \text{ g}$  روی (محدودکننده) به دست می‌آوریم.





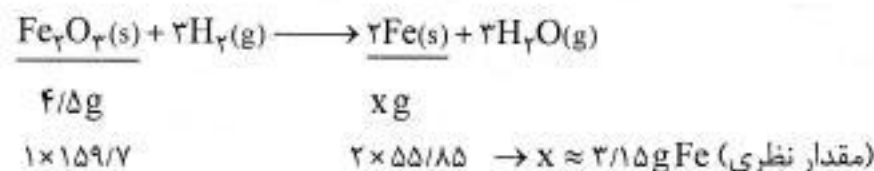
**مرزلهی سوم:** محاسبه‌ی بازدهی درصدی واکنش:

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{42/5}{52/9} \times 100 = 78/8$$

**مرزلهی اول:** در این تست نیازی به تعیین واکنش دهنده محدودکننده نیست، زیرا تنها واکنش دهنده‌ای که در مورد آن اطلاعی در دسترس

است،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  می‌باشد. پس  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  را محدودکننده در نظر می‌گیریم.

**مرزلهی دوم:** مقدار نظری تولید Fe را با توجه به ۴/۵ گرم  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  به دست می‌آوریم.



**مرزلهی سوم:** محاسبه‌ی بازدهی درصدی واکنش:

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{2/60}{2/15} \times 100 \approx 82/6$$

**روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۳) - ۲۸۲

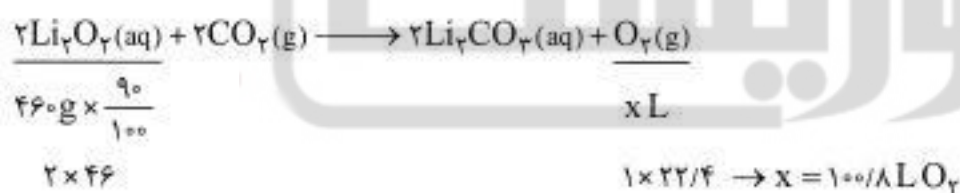


$$? \text{LO}_2 = 460 \text{ g Li}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol Li}_2\text{O}_7}{46 \text{ g Li}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Li}_2\text{O}_7} \times \frac{22.4 \text{ LO}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 112 \text{ LO}_2 \text{ (مقدار نظری)}$$

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 90 = \frac{\text{مقدار عملی}}{112 \text{ L}} \times 100 \rightarrow \text{مقدار عملی} = 100/8 \text{ LO}_2$$

**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز

کافی است بازدهی درصدی را مانند سایر داده‌ها در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش دهنده‌ها وارد کرده و مستقیماً مقدار عملی تولید گاز اکسیژن را به دست آورید.



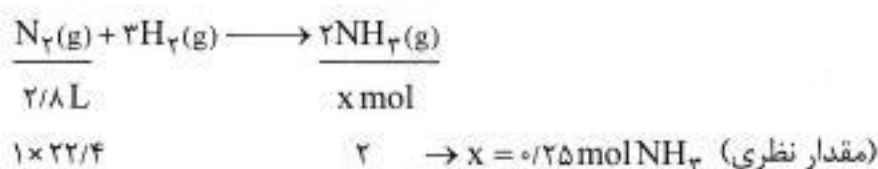
**مرزلهی اول:** تعیین واکنش دهنده محدودکننده: (۱) - ۲۸۳

از آن‌جا که نسبت‌های حجمی با نسبت‌های مولی برابر است، نیازی به تبدیل حجم واکنش دهنده‌ها به مول نمی‌باشد. بنابراین حجم هر واکنش دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$  تقسیم می‌نماییم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{حجم N}_2}{\text{ضریب N}_2 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{2/8}{1} = 2/8 \\ \frac{\text{حجم H}_2}{\text{ضریب H}_2 \text{ در معادله‌ی واکنش}} = \frac{8/4}{3} = 2/8 \end{array} \right\} 2/8 = 2/8$$

تساوی فوق نشان می‌دهد که واکنش دهنده‌ها ( $\text{H}_2$  و  $\text{N}_2$ ) دقیقاً مطابق با ضرایب استوکیومتری واکنش موجود هستند و هیچ تفاوتی نمی‌کند که مقدار محصول ( $\text{NH}_3$ ) را با توجه به کدام‌یک از آن‌ها تعیین کنیم.

**مرزلهی دوم:** مقدار نظری تولید  $\text{NH}_3$  را با توجه به حجم گاز  $\text{N}_2$  به دست می‌آوریم.



**مرزلهی سوم:** حال با توجه به بازدهی درصدی واکنش (۴۰٪)، مقدار عملی  $\text{NH}_3$  تولیدی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 40 = \frac{\text{مقدار عملی}}{0/25 \text{ mol NH}_3} \times 100 \rightarrow \text{مقدار عملی} = 0/1 \text{ mol NH}_3$$

۲۸۴- (۲) **مرحله اول:** تعیین واکنش دهنده‌ی محدودکننده:

ابتدا جرم خالص  $\text{SiCl}_4$  و  $\text{Mg}$  را به دست می‌آوریم.

$$m(\text{SiCl}_4) = 100 \text{ g} \times \frac{90}{100} = 90 \text{ g SiCl}_4 \text{ (جرم خالص)}$$

$$m(\text{Mg}) = 150 \text{ g} \times \frac{60}{100} = 90 \text{ g Mg} \text{ (جرم خالص)}$$

سپس جرم واکنش دهنده‌ها را به مول تبدیل می‌نماییم.

$$n(\text{SiCl}_4) = \frac{m(\text{SiCl}_4)}{M(\text{SiCl}_4)} = \frac{90}{170} = 0.52 \text{ mol SiCl}_4$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{90}{24} = 3.75 \text{ mol Mg}$$

اکنون مول هر واکنش دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی  $2\text{Mg} + \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgCl}_2$  تقسیم می‌نماییم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{تعداد مول SiCl}_4}{\text{ضریب SiCl}_4 \text{ در معادله واکنش}} = \frac{0.52}{1} = 0.52 \\ \frac{\text{تعداد مول Mg}}{\text{ضریب Mg در معادله واکنش}} = \frac{3.75}{2} = 1.87 \end{array} \right\} 0.52 < 1.87 \rightarrow \text{SiCl}_4 \text{ محدودکننده است.}$$

**مرحله دوم:** مقدار نظری تولید  $\text{MgCl}_2$  را با توجه به جرم خالص  $\text{SiCl}_4$  (محدودکننده) به دست می‌آوریم.



$$\begin{array}{ccc} 90 \text{ g} & & x \text{ g} \\ 1 \times 170 & & 2 \times 95 \end{array} \rightarrow x \approx 100 \text{ g MgCl}_2 \text{ (مقدار نظری)}$$

**مرحله سوم:** حال با توجه به بازدهی درصدی واکنش (۸۰٪)، مقدار عملی  $\text{MgCl}_2$  تولیدی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{\text{مقدار عملی}}{100 \text{ g MgCl}_2} \times 100 \rightarrow \text{مقدار عملی} = 80 \text{ g MgCl}_2$$

۲۸۵- (۱) **مرحله اول:** در این تست نیازی به تعیین واکنش دهنده‌ی محدودکننده نیست، زیرا تنها واکنش دهنده‌ای که در مورد آن اطلاعی در دسترس است  $\text{SiCl}_4$  می‌باشد. پس  $\text{SiCl}_4$  را محدودکننده در نظر می‌گیریم.

**مرحله دوم:** مقدار نظری تولید سیلیسیم را با توجه به ۸۵ گرم سیلیسیم تتراکلرید به دست می‌آوریم.



$$\begin{array}{ccc} 85 \text{ g} & & x \text{ g} \\ 1 \times 170 & & 1 \times 28 \end{array} \rightarrow x = 14 \text{ g Si} \text{ (مقدار نظری)}$$

**مرحله سوم:** اکنون با توجه به بازدهی درصدی واکنش (۹۰٪) مقدار عملی سیلیسیم تولیدی را به دست می‌آوریم.

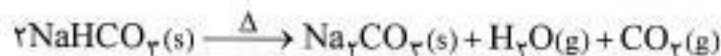
$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 90 = \frac{\text{مقدار عملی}}{14 \text{ g Si}} \times 100 \rightarrow \text{مقدار عملی} = 12.6 \text{ g Si}$$

**توجه:** همان‌طور که در درسنامه‌ی «محاسبه‌ی بازدهی واکنش در مسایل» نیز بیان شد، می‌توانید بازدهی درصدی را در تناسب وارد کرده و مستقیماً مقدار عملی را به دست آورید. در واقع می‌توانید مراحل دوم و سوم را در هم ادغام کنید.



$$\begin{array}{ccc} 85 \text{ g} \times \frac{90}{100} & & x \text{ g} \\ 1 \times 170 & & 1 \times 28 \end{array} \rightarrow x = 12.6 \text{ g Si} \text{ (مقدار عملی)}$$

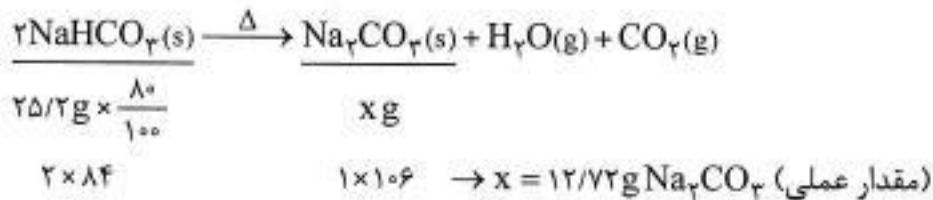
۲۸۶- (۱) **روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$\begin{aligned} ? \text{ g Na}_2\text{CO}_3 &= 25/2 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{80 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ (عملی)}}{100 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ (نظری)}} \\ &= 12.72 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ (مقدار عملی)} \end{aligned}$$



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



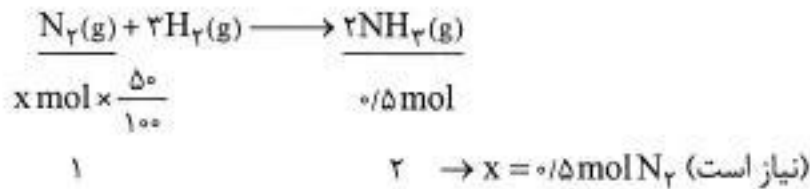
(۱) - ۲۸۷ روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mol N}_2 = 0/5 \text{ mol NH}_3 \text{ (عملی)} \times \frac{100 \text{ mol NH}_3 \text{ (نظری)}}{50 \text{ mol NH}_3 \text{ (عملی)}} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 0/5 \text{ mol N}_2$$

بازدهی درصدی

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

بازدهی درصدی را در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها قرار دهید.



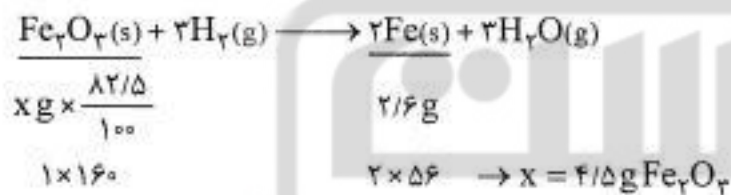
(۱) - ۲۸۸ روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ g Fe}_2\text{O}_3 = 2/6 \text{ g Fe (عملی)} \times \frac{100 \text{ g Fe (نظری)}}{82/5 \text{ g Fe (عملی)}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 4/5 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

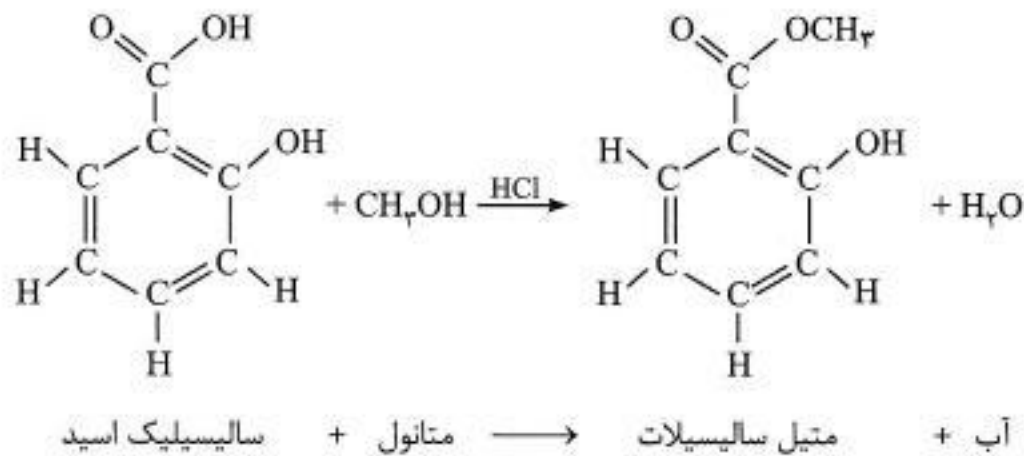
بازدهی درصدی

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

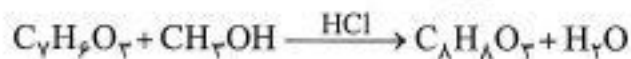
بازدهی درصدی را در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها قرار دهید.



(۴) - ۲۸۹ معادله‌ی واکنش سالیسیلیک اسید با متانول به صورت زیر است. با معادله‌ی این واکنش در قسمت واکنش‌های جایه‌جایی دوگانه آشنا شدید.



پس از شمارش تعداد اتم‌های هر عنصر، معادله‌ی واکنش فوق را می‌توان به صورت معادله‌ی نمادی زیر نوشت:



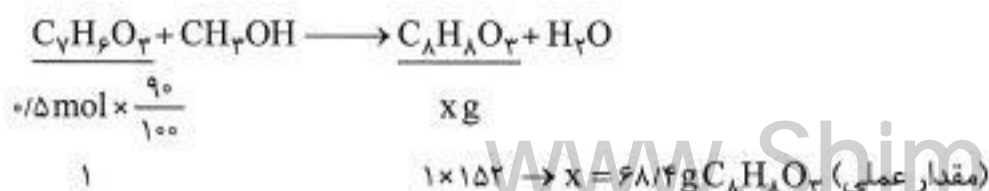
پس از مشخص شدن معادله‌ی واکنش، اکنون با دو روش مسأله را حل می‌کنیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3 = 0/5 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_8\text{O}_3}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3} \times \frac{152 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_8\text{O}_3} \times \frac{90 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \text{ (عملی)}}{100 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \text{ (نظری)}} = 68/4 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \text{ (مقدار عملی)}$$

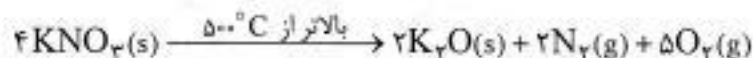
بازدهی درصدی

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



**۲۹۰- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^{\circ}\text{C}$  به صورت زیر تجزیه می‌شود. با معادله‌ی این واکنش در پیش‌دانشگاهی (۱) بیشتر آشنا می‌شوید.



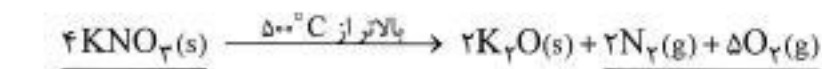
منظور از گاز تولید شده در واکنش فوق، مجموع مول‌های نیتروژن و اکسیژن است.

$$? \text{mol گاز} = 25/25 \text{ g KNO}_3 (\text{ناخالص}) \times \frac{100 \text{ g KNO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g KNO}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{7 \text{ mol گاز}}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{50 \text{ mol گاز (عملی)}}{100 \text{ mol گاز (نظری)}}$$

$$= 0/175 \text{ mol گاز (مقدار عملی)}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

بازدهی درصدی را مانند درصد خلوص در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها وارد کنید.



$$25/25 \text{ g} \times \frac{100}{100} \times \frac{50}{100}$$

$$x \text{ mol}$$

$$4 \times 101$$

$$7$$

$$\rightarrow x = 0/175 \text{ mol گاز (مقدار عملی)}$$

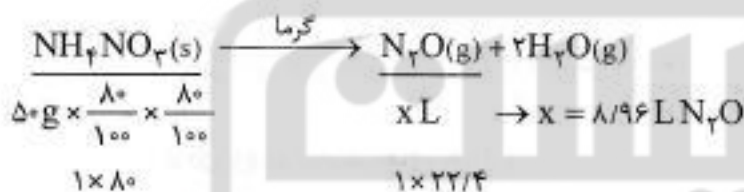
**۲۹۱- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{LN}_2\text{O} = 50 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 (\text{ناخالص}) \times \frac{100 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{80 \text{ mol N}_2\text{O (عملی)}}{100 \text{ mol N}_2\text{O (نظری)}}$$

$$\times \frac{22/4 \text{ LN}_2\text{O}}{1 \text{ mol N}_2\text{O}} = 8/96 \text{ LN}_2\text{O}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

بازدهی درصدی را مانند درصد خلوص در ردیف داده‌های مسأله و در قسمت واکنش‌دهنده‌ها وارد کنید.



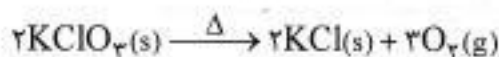
$$50 \text{ g} \times \frac{100}{100} \times \frac{80}{100}$$

$$1 \times 80$$

$$x \text{ L}$$

$$\rightarrow x = 8/96 \text{ LN}_2\text{O}$$

$$1 \times 22/4$$

**۲۹۲- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$? \text{g KClO}_3 (\text{ناخالص}) = 6/72 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ L O}_2} \times \frac{100 \text{ mol O}_2 (\text{نظری})}{50 \text{ mol O}_2 (\text{عملی})} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} \times \frac{122/5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3}$$

$$\times \frac{100 \text{ g KClO}_3 (\text{ناخالص})}{80 \text{ g KClO}_3 (\text{خالص})} = 61/25 \text{ g KClO}_3 (\text{ناخالص})$$

درصد خلوص

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

$$x \text{ g} \times \frac{100}{100} \times \frac{50}{100}$$

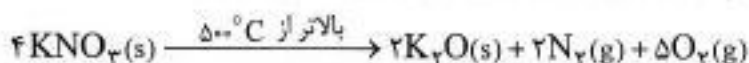
$$2 \times 122/5$$

$$6/72 \text{ L}$$

$$3 \times 22/4 \rightarrow x = 61/25 \text{ g KClO}_3 (\text{ناخالص})$$

**۲۹۳- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^{\circ}\text{C}$  به صورت زیر است. با این معادله در پیش‌دانشگاهی (۱) بیشتر آشنا می‌شوید.



ابتدا جرم پتاسیم اکسید حاصل از واکنش را به دست می‌آوریم.

$$? \text{g K}_2\text{O} = 20/2 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{2 \text{ mol K}_2\text{O}}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{94 \text{ g K}_2\text{O}}{1 \text{ mol K}_2\text{O}} \times \frac{50 \text{ g K}_2\text{O} (\text{عملی})}{100 \text{ g K}_2\text{O} (\text{نظری})} = 4/7 \text{ g K}_2\text{O}(\text{s})$$

از  $20/2$  گرم پتاسیم نیترات موجود در ظرف، فقط  $50$  درصد آن تجزیه شده است. پس  $50$  درصد از آن به عنوان بخشی از ماده‌ی جامد، در ظرف واکنش باقی می‌ماند.

$$? \text{g K}_2\text{O} = 20/2 \text{ g} \times \frac{50}{100} = 10/1 \text{ g}$$

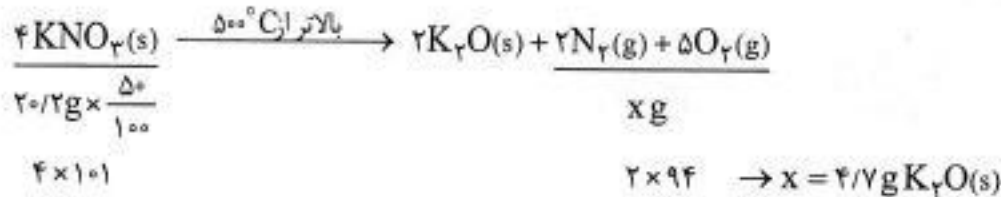


جرم باقی مانده‌ی جامد در ظرف واکنش، مجموع جرم  $\text{KNO}_3(s)$  باقی مانده و جرم  $\text{K}_2\text{O}(s)$  تولید شده است.

$$\text{جرم باقی مانده‌ی جامد در ظرف واکنش} = 10/1g + 4/7g = 14/8g$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^\circ\text{C}$  به صورت زیر است. ابتدا جرم پتاسیم اکسید حاصل را به دست می‌آوریم.



از ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات موجود در ظرف، فقط ۵ درصد آن تجزیه شده است، پس ۵ درصد از آن به عنوان بخشی از ماده‌ی جامد، در ظرف واکنش باقی می‌ماند.

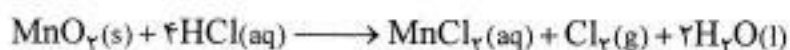
$$\text{جرم باقی مانده‌ی جامد در ظرف} = 20/2g \times \frac{50}{100} = 10/1g$$

جرم باقی مانده‌ی جامد در ظرف واکنش، مجموع جرم  $\text{KNO}_3(s)$  باقی مانده و جرم  $\text{K}_2\text{O}(s)$  تولید شده است.

$$\text{جرم باقی مانده‌ی جامد در ظرف واکنش} = 10/1g + 4/7g = 14/8g$$

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۲۹۴**

معادله‌ی واکنش منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است. این معادله‌ی مهم را به خاطر بسپارید.



مقدار عملی گاز کلر ۵/۸۴۲ لیتر است. برای محاسبه‌ی بازدهی درصدی باید مقدار نظری گاز کلر را نیز برحسب لیتر به دست آوریم.

$$?L\text{Cl}_2 = 1/2 \text{mol HCl} \times \frac{1 \text{mol Cl}_2}{4 \text{mol HCl}} \times \frac{71 \text{g Cl}_2}{1 \text{mol Cl}_2} \times \frac{1L\text{Cl}_2}{2 \text{g Cl}_2} = 7/1L\text{Cl}_2 \text{ (مقدار نظری)}$$

اکنون می‌توان بازدهی درصدی واکنش را محاسبه کرد.

$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{5/842}{7/1} \times 100 = 7/82$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**

معادله‌ی واکنش منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است. این معادله‌ی مهم را به خاطر بسپارید. مقدار عملی گاز کلر ۵/۸۴۲ لیتر است. برای محاسبه‌ی بازدهی درصدی باید مقدار نظری گاز کلر را نیز برحسب لیتر به دست آوریم.



$$\begin{array}{l} 1/2 \text{mol} \qquad \qquad \qquad xL \times 2 \frac{g}{L} \\ 4 \qquad \qquad \qquad 1 \times 71 \rightarrow x = 7/1L\text{Cl}_2 \text{ (مقدار نظری)} \end{array}$$

اکنون می‌توان بازدهی درصدی واکنش را محاسبه کرد.

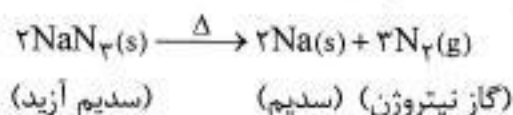
$$\text{بازدهی درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{5/842}{7/1} \times 100 = 7/82$$

**(۳) - ۲۹۵** طراحی خودرو از استوکیومتری برای افزایش ایمنی و افزایش بازدهی موتورها و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی استفاده می‌کنند. هنگام

برخورد شدید خودرو، کیسه‌هایی که در قسمت جلوی خودرو تعبیه شده‌اند به سرعت از گاز پر می‌شوند و از برخورد سرنشینان به شیشه و قسمت جلویی اتاقک جلوگیری می‌کنند. کارایی این سیستم به تولید گاز کافی در کم‌ترین زمان ممکن بستگی دارد.

باد شدن سریع کیسه‌های هوا هنگام برخورد شدید خودرو ناشی از انجام یک واکنش سریع شیمیایی است که گاز نیتروژن تولید می‌کند. حس‌گرهایی در قسمت جلوی خودرو تعبیه شده‌اند که در هنگام برخورد شدید، فعال شده و باعث منفجر شدن یک کلاهک انفجاری کوچک می‌شود. این انفجار، انرژی مورد نظر برای آغاز واکنش در مخلوطی که مولد گاز نام دارد و گاز نیتروژن تولید می‌کند را فراهم می‌آورد.

**(۲) - ۲۹۶** گاز نیتروژن مورد نیاز از واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید ( $\text{NaN}_3$ ) فراهم می‌شود، به بنیان ( $\text{N}_2$ ) آزید گفته می‌شود.



**(۳) - ۲۹۷** پاسخ تست قبل را بفهوانید.

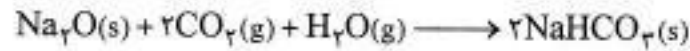
**(۴) - ۲۹۸** واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید ( $\text{NaN}_3$ ) به تنهایی نمی‌تواند باعث پر شدن ناگهانی کیسه‌ها شود، زیرا گاز نیتروژن برای باد کردن کیسه‌ها نیاز به

انبساط ناگهانی و دمای بالا دارد. به علاوه سدیم فلزی تولید شده نیز ماده‌ای فعال، واکنش‌پذیر و خطرناک است. برای حل این دو مشکل از واکنش بسیار سریع جابه‌جایی آهن (III) اکسید با سدیم فلزی استفاده می‌شود.

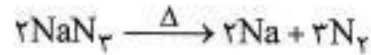


۲۹۹- (۱) این واکنش دما را ناگهان بیش از یک صد درجه بالا می‌برد و باعث انبساط سریع تر گاز نیتروژن و باد شدن سریع کیسه‌ها می‌شود. ضمن این‌که سدیم را نیز به سدیم اکسید تبدیل می‌کند.

۳۰۰- (۱) سدیم به دست آمده از تجزیه‌ی سدیم آزید، ابتدا در واکنش با آهن (III) اکسید به سدیم اکسید ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) تبدیل می‌شود. هر چند سدیم اکسید نیز به علت خاصیت بازی آن بی‌خطر نیست ولی سرانجام با کربن دی‌اکسید و رطوبت هوا به سدیم هیدروژن کربنات تبدیل می‌شود که ماده‌ای بی‌خطر است.

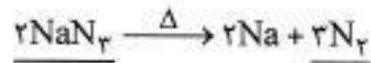


۳۰۱- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



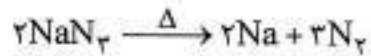
$$? \text{g NaN}_3 = 65/1 \text{ L N}_2 \times \frac{0.916 \text{ g N}_2}{1 \text{ L N}_2} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} \times \frac{2 \text{ mol NaN}_3}{3 \text{ mol N}_2} \times \frac{65 \text{ g NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3} = 92/2 \text{ g NaN}_3$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



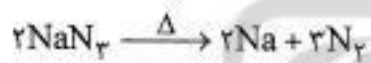
$$\begin{array}{ccc} x \text{ g} & 65/1 \text{ L} \times 0.916 \frac{\text{g}}{\text{L}} & \\ 2 \times 65 & 3 \times 28 & \rightarrow x = 92/2 \text{ g NaN}_3 \end{array}$$

۳۰۲- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



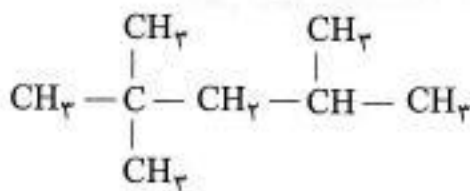
$$? \text{ L N}_2 = 615 \text{ g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65 \text{ g NaN}_3} \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{1 \text{ L N}_2}{0.9 \text{ g N}_2} = 4167 \text{ L N}_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} 615 \text{ g} & x \text{ L} \times 0.9 \frac{\text{g}}{\text{L}} & \\ 2 \times 65 & 3 \times 28 & \rightarrow x = 4167 \text{ L N}_2 \end{array}$$

۳۰۳- (۲) بنزین یک ماده‌ی شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چندین هیدروکربن متفاوت است که دارای ۵ الی ۱۲ اتم کربن هستند. به‌طور میانگین می‌توان بنزین را ایزواوکتان خالص با فرمول شیمیایی ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) در نظر گرفت، که ۸ اتم کربن دارد. فرمول ساختاری ایزواوکتان به‌صورت زیر است، نام آیوپاک آن ۲،۲،۴-تری‌متیل پنتان می‌باشد.



۳۰۴- (۳) بنزین را می‌توان به‌صورت ایزواوکتان خالص ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) در نظر گرفت و معادله‌ی نمادی سوختن بنزین را به‌صورت زیر نوشت:



برای موازنه‌ی واکنش فوق، همان‌طور که قبلاً نیز گفته‌ایم هرگاه هیدروکربنی بسوزد به اندازه‌ی کربن‌هایش  $\text{CO}_2$  و نصف هیدروژن‌هایش  $\text{H}_2\text{O}$  تولید می‌کند. شما فقط کافی است با به‌کارگیری ضریب ۲۵ برای  $\text{O}_2$  تعداد اکسیژن‌های دو طرف معادله را برابر نمایید.

$$\text{نسبت مولی اکسیژن به بنزین} = \frac{\text{ضریب O}_2}{\text{ضریب C}_8\text{H}_{18}} = \frac{25}{2}$$

۳۰۵- (۳) فکر نمی‌کنم نیازی به توضیح داشته باشید.

۳۰۶- (۱) معادله‌ی نمادی سوختن بنزین به‌صورت مقابل است:



همان‌طور که مشاهده می‌کنید برای سوختن ۲ حجم بنزین، ۲۵ حجم اکسیژن مورد نیاز است. با توجه به این‌که حدود  $\frac{1}{5}$  حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، پس:

$$125 = 25 \times 5 = \text{حجم اکسیژن مورد نیاز} = \text{حجم هوای مورد نیاز برای سوختن ۲ حجم بنزین}$$

پس به‌طور تقریبی نسبت هوا به بنزین  $\frac{125}{2}$  می‌باشد.



روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۲) - ۳۰۷



$$M(C_8H_{18}) = 8(12) + 18(1) = 114 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$?L_{air} = \frac{0.18 \cancel{\text{L}} C_8H_{18}}{\text{در ساعت}} \times \frac{1000 \cancel{\text{mL}} C_8H_{18}}{1 \cancel{\text{L}} C_8H_{18}} \times \frac{0.18 \cancel{\text{g}} C_8H_{18}}{114 \cancel{\text{g}} C_8H_{18}} \times \frac{1 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}}{2 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}} \times \frac{25 \cancel{\text{mol}} O_2}{1 \cancel{\text{mol}} O_2} \times \frac{22.4 \cancel{\text{L}} O_2}{21 \cancel{\text{L}} O_2} \times \frac{100 \text{ L air}}{21 \cancel{\text{L}} O_2}$$

چگالی بنزین %۲۱ هوا اکسیژن است

$$= 7485 \text{ L air (مقدار هوای مورد نیاز در هر ساعت)}$$

$$\text{مقدار هوای مورد نیاز در هر دقیقه} = \frac{7485 \text{ L air}}{60 \text{ min}} = 124.75 \frac{\text{L air}}{\text{min}}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$\frac{2C_8H_{18}}{0.18 \times 1000 \cancel{\text{mL}} \times 0.18 \frac{\text{g}}{\cancel{\text{mL}}}} = \frac{25O_2}{x \text{ L}}$$

$$2 \times 114 \quad \quad \quad 25 \times 22.4 \rightarrow x = 15719 \text{ L } O_2 \text{ (اکسیژن مورد نیاز در هر ساعت)}$$

از آن جا که %۲۱ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد پس:

$$\text{حجم اکسیژن مورد نیاز در هر ساعت} = \text{حجم هوای مورد نیاز در هر ساعت} \times \frac{100}{21} = 15719 \times \frac{100}{21} = 7485 \text{ L air}$$

در هر ساعت ۷۴۸۵ لیتر هوا مورد نیاز است. پس:

$$\text{حجم هوای مورد نیاز در هر دقیقه} = \frac{\text{حجم اکسیژن مورد نیاز در هر ساعت}}{60} = \frac{7485}{60} = 124.75 \frac{\text{L air}}{\text{min}}$$

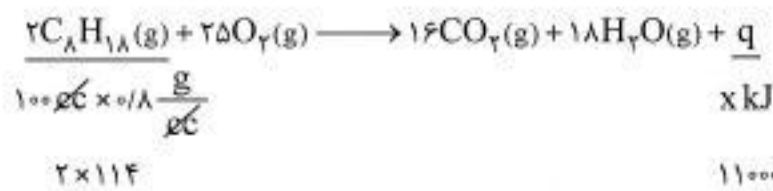
روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۱) - ۳۰۸

$$M(C_8H_{18}) = 8(12) + 18(1) = 114 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$?kcal = 100 \cancel{\text{g}} C_8H_{18} \times \frac{0.18 \cancel{\text{g}} C_8H_{18}}{114 \cancel{\text{g}} C_8H_{18}} \times \frac{1 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}}{2 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}} \times \frac{11000 \cancel{\text{kJ}}}{4/18 \cancel{\text{kJ}}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{4/18 \cancel{\text{kJ}}}$$

چگالی بنزین جرم مولی بنزین ۱ kcal = 4/18 kJ

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



هر kcal معادل ۴/۱۸ kJ است. پس می‌توان نوشت:

$$\text{kcal} = 3859 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ kcal}}{4/18 \text{ kJ}} = 923 \text{ kcal} = 9/23 \times 10^2 \text{ kcal}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها) (۴) - ۳۰۹



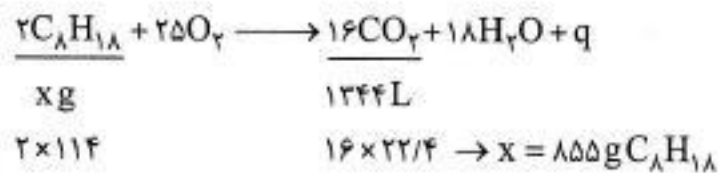
$$M(C_8H_{18}) = 8(12) + 18(1) = 114 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$?g C_8H_{18} = 1344 \cancel{\text{L}} CO_2 \times \frac{1 \cancel{\text{mol}} CO_2}{22.4 \cancel{\text{L}} CO_2} \times \frac{2 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}}{16 \cancel{\text{mol}} CO_2} \times \frac{114 \cancel{\text{g}} C_8H_{18}}{1 \cancel{\text{mol}} C_8H_{18}} = 855 \text{ g } C_8H_{18}$$

بنابراین در ازای تولید ۱۳۴۴ لیتر گاز  $CO_2$  مقدار ۸۵۵ گرم بنزین می‌سوزد. از طرفی در صورت تست اشاره گردیده که به ازای سوختن هر لیتر بنزین ۱۳۴۴ لیتر گاز  $CO_2$  تولید می‌شود، پس می‌توان گفت که هر لیتر بنزین ۸۵۵ گرم جرم دارد و چگالی آن از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$\rho_{C_8H_{18}} = \frac{m}{V} = \frac{855 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 0.855 \text{ g.cm}^{-3}$$

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



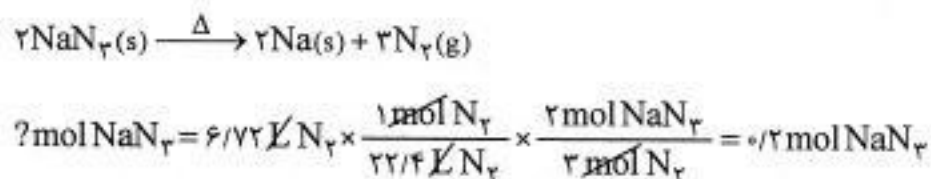
بنابراین در ازای تولید ۱۳۴۴ لیتر گاز  $CO_2$  مقدار ۸۵۵ گرم بنزین می‌سوزد. از طرفی در صورت تست اشاره گردیده که به ازای سوختن هر لیتر بنزین، ۱۳۴۴ لیتر گاز  $CO_2$  تولید می‌شود، پس می‌توان گفت که هر لیتر بنزین ۸۵۵ گرم جرم دارد و چگالی آن از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$\rho_{C_8H_{18}} = \frac{m}{V} = \frac{855g}{1000cm^3} = 0.855g \cdot cm^{-3}$$

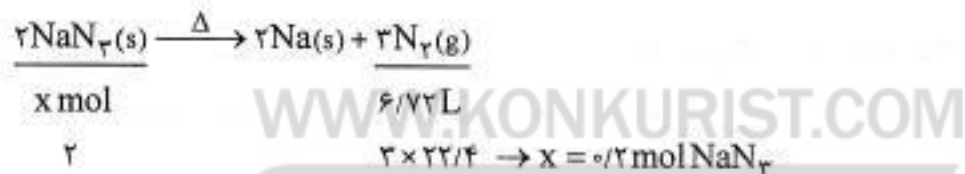
قانون ارایه شده در گزینه‌ی (۳) بیان‌کننده‌ی قانون گی‌لوساک است.

در مورد سایر گزینه‌ها، عبارت‌های گزینه‌های (۱) و (۲) عبارت‌هایی کاملاً درست هستند و در تأیید گزینه‌ی (۴) به محاسبات زیر توجه کنید:

(روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



WWW.KONKURIST.COM

مک‌تورپست





سلام بچه‌های عزیز، تصمیم گرفتیم، سوالات ۲ سال آفر کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور رو تحت عنوان به آزمون، براتون جمع‌آوری کنیم، تا علاوه بر این که با سلیقه‌ی طراحان سراسری آشنا می‌شین، به سنجش مناسب هم از فودرتون داشته باشین.

زمان: ۴۸ دقیقه

تعداد تست: ۳۲

آزمون بخش اول

۱- برای تهیه‌ی ۶/۷۲ لیتر گاز کلر، در شرایط STP از واکنش منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید، چند میلی‌لیتر محلول ۱۴/۶ درصد جرمی این اسید با چگالی  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  مصرف می‌شود؟ ( $H = 1, Cl = 35.5 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی ۸۹)

۲۰۰ (۱) ۲۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۳۲۵ (۴)

۲- کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

(۱) ۱۶ گرم مس، شامل ۰/۲۵ مول Cu و  $15.055 \times 10^{21}$  عدد اتم Cu است ( $Cu = 64 \text{ g.mol}^{-1}$ ).

(۲) واکنش فلزهای قلیایی با آب، مانند واکنش فلز روی با سولفوریک اسید، با آزاد شدن گاز هیدروژن همراه است.

(۳) براساس قانون نسبت‌های ترکیبی، در دما و فشار ثابت، گازها با نسبت حجمی معین، با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

(۴) واکنش فسفریک اسید با کلسیم هیدروکسید از نوع جابه‌جایی دوگانه و مجموع ضریب‌های مولی در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی آن، برابر ۱۲ است.

۳- ۶ گرم فلز منیزیم با خلوص ۸۰ درصد، در واکنش با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، چند لیتر گاز هیدروژن آزاد می‌کند؟ (چگالی این گاز را در شرایط آزمایش، برابر  $0.08 \text{ g.L}^{-1}$  در نظر بگیرید). ( $H = 1, Mg = 24 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی ۸۹)

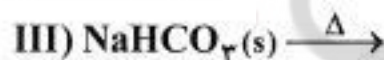
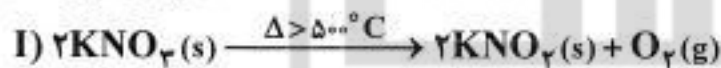
۵ (۱) ۴/۴۸ (۲) ۴ (۳) ۳/۳۶ (۴)

۴- اگر در هر کیلوگرم از یک نمونه آب، مقدار ۱۲۲ میلی‌گرم یون  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$  وجود داشته باشد، برای تبدیل این مقدار یون به یون  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  در یک تن از این نمونه آب، چند لیتر محلول ۱ مولار پتاسیم هیدروکسید لازم است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

( $H = 1, C = 12, O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ )

۲ (۱) ۲/۵ (۲) ۴ (۳) ۴/۵ (۴)

۵- کدام مطلب درباره‌ی واکنش‌های زیر درست است؟ (سراسری تجربی ۸۹)



(۱) واکنش (II) از نوع جابه‌جایی دوگانه است.

(۲) واکنش (I)، به‌صورتی که معادله‌ی آن نوشته شده است، انجام می‌گیرد.

(۳) پس از کامل و موازنه کردن معادله‌ی واکنش (III)، مجموع ضریب‌های مولی فراورده‌ها برابر ۶ است.

(۴) در واکنش (IV)، به ازای مصرف ۰/۲۵ مول واکنش‌دهنده، ۱۱/۲ لیتر فراورده‌های گازی در شرایط STP آزاد می‌شود.

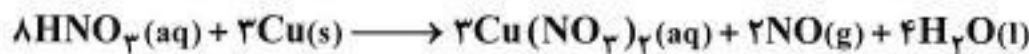
۶- اگر ۲۵ گرم کلسیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد، بر اثر گرما به میزان ۶۰ درصد تجزیه شود، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP آزاد می‌شود؟ ( $C = 12, O = 16, Ca = 40 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری تجربی ۸۹)

۲/۶۸۸ (۱) ۳/۴۵۵ (۲) ۴/۲۲۶ (۳) ۵/۳۴۴ (۴)

۷- اگر ۲۰ گرم گاز هیدروژن و ۱۰ مول گاز اکسیژن را در ظرف سرپسته‌ی مناسبی مخلوط کرده و در آن جرقه‌ی الکتریکی برقرار کنیم تا با هم واکنش دهند، کدام گاز و چند گرم از آن در ظرف باقی می‌ماند و چند مول آب تشکیل می‌شود؟ ( $H = 1, O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری تجربی ۸۹)

(۱) هیدروژن - ۱۰ - ۱۰ (۲) هیدروژن - ۱۰ - ۵ (۳) اکسیژن - ۸۰ - ۵ (۴) اکسیژن - ۱۶۰ - ۱۰

۸- اگر واکنش زیر، با محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید با بازدهی ۸۰ درصد انجام پذیرد و ۸۹۶ میلی‌لیتر گاز در شرایط STP آزاد شود، در این واکنش، چند لیتر محلول اسید مصرف می‌شود؟



۱ (۱) ۱/۲۵ (۲) ۲ (۳) ۲/۵ (۴) (سراسری تجربی ۸۹)

۹- کدام عبارت درست است؟ ( $H = 1, S = 32, Fe = 56 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی شاره کشور ۸۹)

(۱) حجم مولی گازها در دما و فشار ثابت، برابر ۲۲/۴ لیتر است.

(۲) ۰/۲ گرم گاز هیدروژن، شامل  $1.2044 \times 10^{22}$  اتم هیدروژن است.

(۳) واکنش  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ ، از نوع جابه‌جایی دوگانه است.

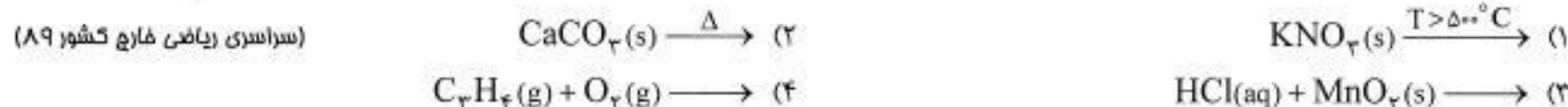
(۴) اگر مخلوط ۴ گرم گرد آهن و ۴ گرم گرد گوگرد با هم واکنش دهند، آهن واکنش‌دهنده محدودکننده است.



۱۰- اگر A، ترکیبی از دو عنصر X و Y باشد و ۳۰ درصد جرمی آن را عنصر Y تشکیل داده باشد و جرم اتمی عنصر X، ۳/۵ برابر جرم اتمی Y باشد، فرمول تجربی A کدام است؟ (سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)



۱۱- در معادله‌ی کدام واکنش، پس از کامل و موازنه کردن، مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها، در مقایسه با واکنش‌های دیگر بزرگ‌تر است؟ (سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)



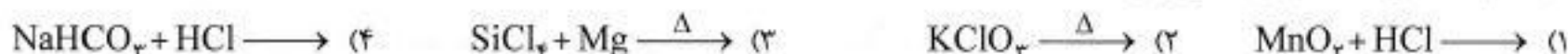
۱۲- اگر هر کیلوگرم از یک نمونه آب دریا شامل ۷/۶۲۵ گرم یون هیدروژن کربنات باشد، از واکنش یک تن از این نمونه آب با هیدروکلریک اسید با بازدهی ۸۰ درصد، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP آزاد می‌شود؟ (با فرض این‌که مواد دیگر با این اسید واکنش نمی‌دهند). ( $H = 1, C = 12, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)



۱۳- اگر ترکیب حاصل از واکنش آلومینیم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶، دارای ۳۶ درصد جرمی آلومینیم باشد، این عنصر کدام است؟ (شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم این عنصر با هم برابر است). ( $Al = 27 g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)



۱۴- در کدام واکنش، گاز کلر تولید می‌شود؟ (سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)



۱۵- ضمن واکنش ۱۳ گرم سدیم آزید در پایان فرایند پر شدن کیسه‌ی هوای خودرو، چند مول سدیم هیدروژن کربنات تولید می‌شود؟ ( $N = 14, Na = 23 : g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)



۱۶- اگر ۱/۶۸ گرم منیزیم کربنات را در ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار HCl وارد کنیم تا به طور کامل با هم واکنش دهند، واکنش‌دهنده محدودکننده است و ..... لیتر گاز ..... در شرایط استاندارد آزاد می‌شود. ( $C = 12, O = 16, Mg = 24 : g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)



۱۷- در کدام واکنش گاز اکسیژن آزاد نمی‌شود؟ (سراسری ریاضی ۹۰)



۱۸- اگر در واکنش ۰/۰۵ مول از یک فلز که در گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید، ۱/۴۲ گرم سولفات بدون آب آن فلز تشکیل شود، جرم اتمی این فلز کدام است؟ ( $O = 16, S = 32 : g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی ۹۰)



۱۹- اگر ۸/۱۲۵ گرم گرد فلز روی با خلوص ۸۰ درصد را در ۲ گرم گاز اکسیژن در ظرفی سربسته وارد کنیم تا بر اثر جرقه با هم واکنش دهند، واکنش‌دهنده‌ی اضافی کدام است و چند گرم از آن باقی می‌ماند؟ ( $O = 16, Zn = 65 : g \cdot mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی ۹۰)

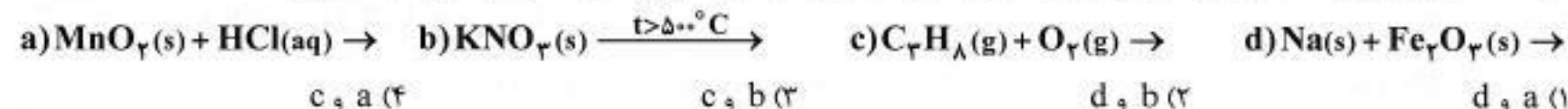


۲۰- کدام مطلب درباره‌ی واکنش:  $Na_2O(s) + CO_2(g) + H_2O(g) \longrightarrow NaHCO_3(s)$  نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۹۰)



(۳) یکی از واکنش‌هایی است که در کیسه‌ی هوای خودروها انجام می‌گیرد. (۴) مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی آن برابر ۶ است.

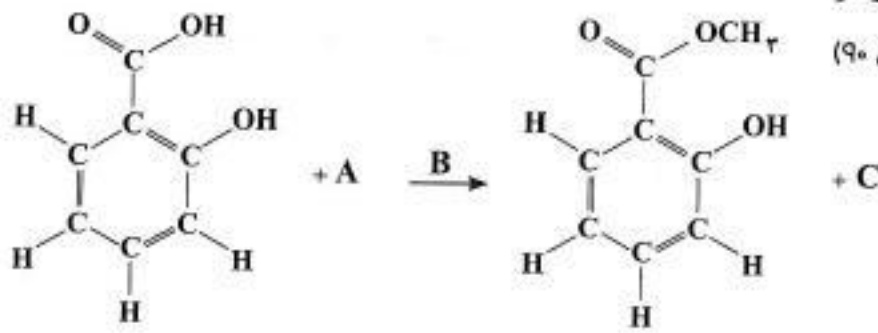
۲۱- در معادله‌ی شیمیایی کدام دو واکنش، پس از کامل و موازنه کردن، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد، برابر است؟ (سراسری تجربی ۹۰)



۲۲- اگر هر کیلوگرم از یک نمونه آب دارای ۱/۱۶۴ گرم یون هیدروژن سولفات باشد، برای خنثی کردن این یون در یک تن از این نمونه آب، چند گرم سدیم هیدروکسید مصرف می‌شود، در صورتی‌که بازده درصدی واکنش، برابر ۸۰ درصد باشد؟ (سراسری تجربی ۹۰)







۲۳- با توجه به واکنش مقابل، مواد A، B و C کدامند؟ (گزینه‌ها را از

(سراسری تجربی ۹۰)

راست به چپ بخوانید.)

(۱) متانول، هیدروکلریک اسید، آب

(۲) متانول، آب، کربن دی‌اکسید

(۳) دی‌متیل اتر، هیدروکلریک اسید، آب

(۴) دی‌متیل اتر، آب، کربن دی‌اکسید

۲۴- اگر ۵۴ گرم آلومینیم را به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  مس (II) نیترات، اضافه کنیم، ..... واکنش دهنده‌ی اضافی است و

(سراسری تجربی ۹۰)

..... گرم فلز مس آزاد می‌شود. ( $\text{Cu} = 64, \text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{Al} = 27 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴) مس (II) نیترات، ۱/۲۸

(۳) مس (II) نیترات، ۱/۹۲

(۲) آلومینیم، ۱/۹۲

(۱) آلومینیم، ۱/۲۸

۲۵- اگر ترکیبی شامل دو عنصر A و B، دارای ۴۰ درصد جرمی عنصر B بوده و جرم اتمی عنصر A، ۱/۵ برابر جرم اتمی عنصر B باشد،

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۹۰)

فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

(۴)  $A_3B_3$

(۳)  $A_3B$

(۲)  $AB_3$

(۱) AB

۲۶- ۷ گرم گرد آهن را با ۵ گرم گرد گوگرد مخلوط کرده و گرم می‌کنیم تا با هم واکنش دهند. در این صورت، ..... واکنش دهنده‌ی محدودکننده

است، ..... گرم آهن (II) سولفید تشکیل می‌شود و ..... گرم از واکنش دهنده‌ی اضافی، باقی می‌ماند. ( $\text{S} = 32, \text{Fe} = 56 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۹۰)

(۲) آهن - ۱۱ - ۱

(۱) گوگرد - ۱۱ - ۱

(۴) آهن - ۱۳/۷۵ - ۱/۵

(۳) گوگرد - ۱۳/۷۵ - ۱/۵

۲۷- برای تهیه‌ی ۷/۶۸ لیتر گاز اکسیژن، چند گرم پتاسیم کلرات در مجاورت منگنز دی‌اکسید لازم است؟ (چگالی گاز اکسیژن را در

شرایط آزمایش، برابر  $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  در نظر بگیرید.)

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۹۰) ۲۳/۵ (۴)

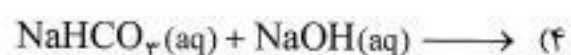
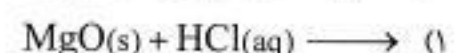
۳۶/۵ (۳)

۲۴/۵ (۲)

۱۲/۵ (۱)

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۹۰)

۲۸- در کدام واکنش، فراورده‌ی گازی تشکیل می‌شود؟



۲۹- واکنش:  $\text{Ca}_3\text{N}_2 + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ ، از نوع ..... است و نسبت ضریب مولی فراورده به مجموع ضریب‌های مولی

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

واکنش دهنده‌ها، در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی آن برابر ..... است.

(۴) جابه‌جایی دوگانه،  $\frac{2}{5}$

(۳) جابه‌جایی دوگانه،  $\frac{4}{3}$

(۲) ترکیب،  $\frac{3}{4}$

(۱) ترکیب،  $\frac{3}{5}$

۳۰- مقدار ۳/۲۲ گرم از  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  را گرم می‌دهیم تا ۵٪ آب آن خارج شود. جرم ماده‌ی جامد باقی‌مانده برابر چند گرم

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

است؟ ( $\text{Na} = 23, \text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴) ۲/۷۵

(۳) ۲/۴۵

(۲) ۲/۳۲

(۱) ۱/۶۱

۳۱- ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۳۷ درصد جرمی هیدروکلریک اسید با چگالی  $1.12 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ، با چند گرم کلسیم کربنات خالص واکنش می‌دهد؟

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

( $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{Cl} = 35.5, \text{Ca} = 40 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴) ۱۶/۱۰

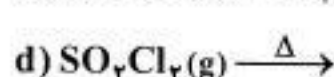
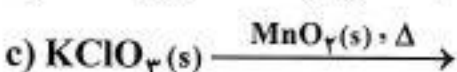
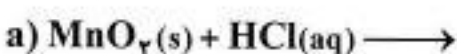
(۳) ۱۵/۲۰

(۲) ۱۴/۲۵

(۱) ۱۳/۶۵

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

۳۲- در کدام دو واکنش، گاز کلر آزاد می‌شود؟



(۴) d و a

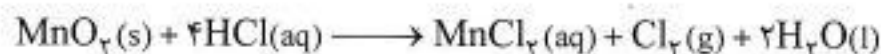
(۳) c و a

(۲) c و b

(۱) d و b

## پاسخ‌های تشریحی آزمون بخش اول

۱- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری



$$? \text{ mL HCl} = 6.72 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22.4 \text{ L Cl}_2} \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{100 \text{ g HCl}}{14.6 \text{ g HCl}} \times \frac{1 \text{ mL HCl}}{1 \text{ g HCl}} = 300 \text{ mL HCl}$$

درصد جرمی      جگالی

$$C_M = \frac{10ad}{M} \text{ روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز و رابطه‌ی}$$

ابتدا غلظت مولی هیدروکلریک اسید را به دست می‌آوریم.

$$C_M = \frac{10ad}{M} = \frac{10 \times 14.6 \times 1}{36.5} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون می‌توان حجم هیدروکلریک اسید لازم را به دست آورد.



$$4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L} \qquad \qquad \qquad 6.72 \text{ L}$$

$$4 \qquad \qquad \qquad 1 \times 22.4 \rightarrow x = 0.3 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 300 \text{ mL HCl}$$

۲- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری

$$? \text{ mol Cu} = 16 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} = 0.25 \text{ mol Cu}$$

$$\text{Cu} \text{ تعداد اتم‌های} = 16 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol Cu}} = 15.055 \times 10^{22} \text{ اتم}$$

بنابراین ۱۶ گرم مس، شامل ۰/۲۵ مول Cu و  $15.055 \times 10^{22}$  عدد اتم Cu است.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$16 \text{ g Cu} \sim x \text{ mol Cu}$$

$$1 \times 64 \qquad \qquad 1 \qquad \rightarrow x = 0.25 \text{ mol Cu}$$

$$16 \text{ g Cu} \sim x \text{ اتم}$$

$$1 \times 64 \qquad \qquad 1 \times 6.022 \times 10^{23} \rightarrow x = 15.055 \times 10^{22} \text{ اتم}$$

بنابراین ۱۶ گرم مس، شامل ۰/۲۵ مول Cu و  $15.055 \times 10^{22}$  عدد اتم Cu است.

۳- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری



$$? \text{ L H}_2 = 6 \text{ g Mg (خالص)} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{1 \text{ L H}_2}{0.08 \text{ g H}_2} = 5 \text{ L H}_2$$

جگالی

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$6 \text{ g} \times \frac{10}{100} \qquad \qquad \qquad x \text{ L} \times 0.08 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$1 \times 24 \qquad \qquad \qquad 1 \times 2 \rightarrow x = 5 \text{ L H}_2$$

۴- (۱) محلول پتاسیم هیدروکسید (KOH) باز قوی است و با تولید یون  $\text{OH}^-$  در محلول، یون‌های  $\text{H}^+$  را از  $\text{HCO}_3^-$  جذب کرده و  $\text{HCO}_3^-$  را



روش اول: روابط استوکیومتری

$$x \text{ L KOH} = \text{آب دریا} \times \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times \frac{122 \times 10^{-3} \text{ g HCO}_3^-}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol HCO}_3^-}{61 \text{ g HCO}_3^-} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol HCO}_3^-} \times \frac{1 \text{ L KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 2 \text{ L KOH}$$

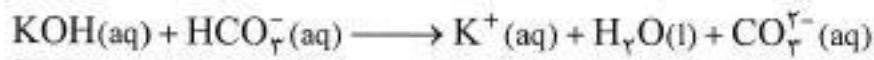
روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

ابتدا باید محاسبه کنیم، یک تن آب دریا چند گرم یون  $\text{HCO}_3^-$  دارد. هریک تن معادل  $10^3$  کیلوگرم می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$1 \text{ kg آب دریا} \sim 122 \times 10^{-3} \text{ g HCO}_3^- \rightarrow \text{مطابق صورت تست}$$

$$10^3 \times \rightarrow x = 122 \text{ g HCO}_3^-$$

اکنون می‌توان حجم محلول پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز را به‌دست آورد.

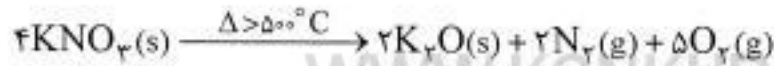


$$\frac{1 \text{ mol}}{1} \times x \text{ L} \quad 122 \text{ g}$$

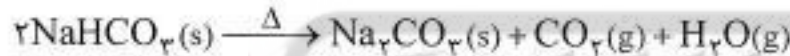
$$1 \times 61 \rightarrow x = 2 \text{ L KOH}$$

۵- (۴) بررسی هر چهار گزینه:

گزینه ۱: واکنش (II) از نوع جابه‌جایی یگانه است.

گزینه ۲: واکنش تجزیه‌ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^\circ\text{C}$  به صورت زیر انجام می‌گیرد.

گزینه ۳: معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش (III) به صورت زیر است:

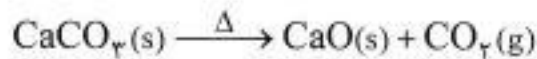


$$1 + 1 + 1 = 3 = \text{مجموع ضرایب‌های مولی فراورده‌ها}$$

گزینه ۴: به محاسبات زیر توجه کنید:

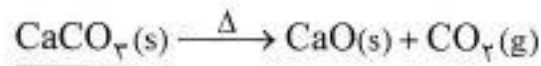
$$\text{فراورده} = \frac{22/4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} \times \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 11/2 \text{ L}$$

۶- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری



$$? \text{ L CO}_2 = 25 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{44 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{60}{100} = 2/688 \text{ L CO}_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$25 \text{ g} \times \frac{44}{100} \times \frac{60}{100} \quad x \text{ L}$$

$$1 \times 22/4 \rightarrow x = 2/688 \text{ L CO}_2$$

۷- (۴)

$$? \text{ mol H}_2 = 20 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 10 \text{ mol H}_2$$

تعداد مول هر یک از واکنش‌دهنده‌ها را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی بزرگ‌تری برای آن به‌دست آید، واکنش‌دهنده‌ی اضافی است. ابتدا مول مصرف‌شده‌ی اکسیژن را به‌دست می‌آوریم.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{10 \text{ mol H}_2}{2} = 5 \\ \frac{10 \text{ mol O}_2}{1} = 10 \end{array} \right\} 10 > 5 \rightarrow \text{O}_2 \text{ اضافی است}$$

$$? \text{ mol O}_2 = 10 \text{ mol H}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol H}_2} = 5 \text{ mol O}_2 \text{ (مصرف می‌شود)}$$

$$5 \text{ mol O}_2 = 10 - 5 = 5 \text{ mol O}_2 = \text{مول اکسیژن باقی‌مانده}$$

$$5 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 160 \text{ g O}_2 = \text{جرم اکسیژن باقی‌مانده}$$

اکنون مول آب تشکیل شده را به کمک واکنش دهنده محدود کننده یعنی هیدروژن به دست می‌آوریم.

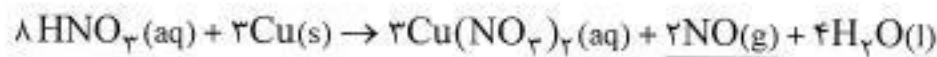
$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 10 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol H}_2} = 10 \text{ mol H}_2\text{O}$$

پوش اول: روابط استوکیومتری (۳) - ۸

$$? \text{ L HNO}_3 = 896 \text{ mL NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{22400 \text{ mL NO}} \times \frac{8 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol NO}} \times \frac{1 \text{ L HNO}_3}{0.1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{100}{80} = 2 \text{ L HNO}_3$$

غلظت مولی      بازده

پوش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L} \times \frac{80}{100} = 896 \text{ mL}$$

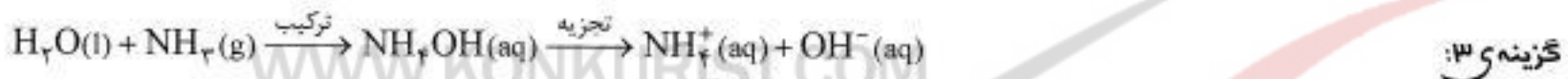
$$2 \times 22400 \rightarrow x = 2 \text{ L HNO}_3$$

پوش سوم: بررسی گزینه‌ها: (۴) - ۹

گزینه ۱: در دما و فشار ثابت، حجم مولی گازها ثابت و برابر است. اگر شرایط STP باشد، حجم مولی گازها برابر ۲۲/۴ لیتر است.

$$0.12 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol H}} = 12.044 \times 10^{23} \text{ اتم}$$

گزینه ۲:



$$4 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{4}{56} \text{ mol Fe} = \frac{1}{14} \text{ mol Fe}$$

گزینه ۴: ابتدا جرم‌های ارائه شده را تبدیل به مول می‌کنیم.

$$4 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} = \frac{4}{32} \text{ mol S} = \frac{1}{8} \text{ mol S}$$

مول‌های به دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$  تقسیم می‌کنیم. برای هر کدام عدد کوچک‌تری به دست آید، محدودکننده است. از آن‌جا که ضرایب استوکیومتری Fe و S با هم برابر است، پس آهن واکنش دهنده‌ی محدودکننده می‌باشد.

جرم اولیه‌ی ترکیب را ۱۰۰g فرض می‌کنیم. پس ۳۰g آن را عنصر Y و ۷۰g آن را عنصر X تشکیل داده است. ابتدا جرم‌های X و Y را به مول تبدیل می‌نماییم. مطابق صورت تست جرم اتمی عنصر X، ۳/۵ برابر جرم اتمی Y است ( $M_X = 3/5 M_Y$ ).

$$n_Y = \frac{m}{M_Y} = \frac{30}{M_Y} \text{ mol Y}$$

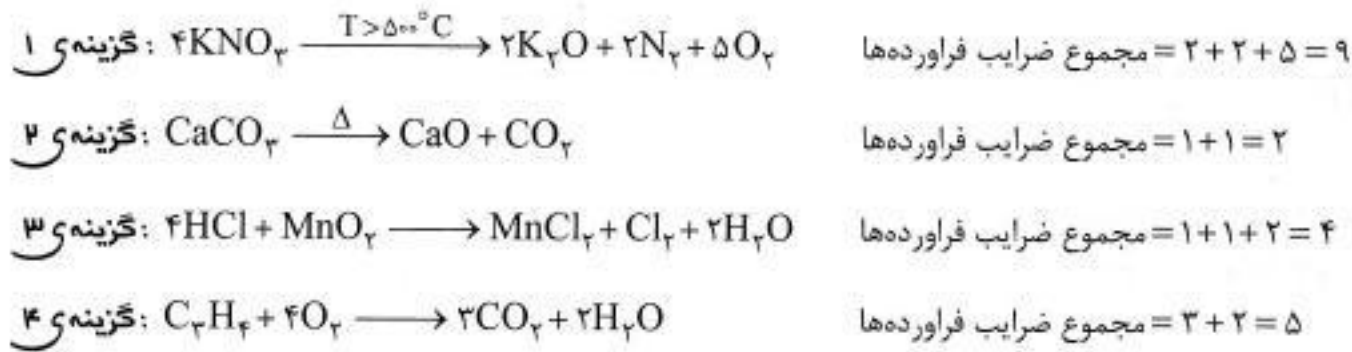
$$n_X = \frac{m}{M_X} = \frac{70}{3/5 M_Y} = \frac{120}{M_Y} \text{ mol X}$$

تعداد مول‌های به دست آمده را به کوچک‌ترین آن‌ها تقسیم می‌کنیم تا ساده‌ترین نسبت میان آن‌ها پیدا شود.

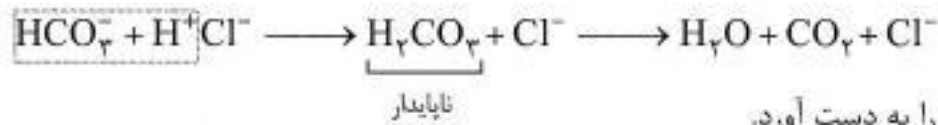
$$\left. \begin{array}{l} Y \text{ تعداد} = \frac{30}{M_Y} = 1/5 \\ X \text{ تعداد} = \frac{120}{M_Y} = 1 \end{array} \right\} \xrightarrow{\times 2} \left\{ \begin{array}{l} Y \text{ تعداد} = 2 \\ X \text{ تعداد} = 1 \end{array} \right\} \rightarrow \text{فرمول تجربی} = X_2 Y$$



## بررسی گزینه‌ها: (۱) - ۱۱



(۳) - ۱۲ معادله‌ی واکنش یون هیدروژن کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ ) با هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl}$ ) به صورت زیر است:



اکنون با دو روش می‌توان حجم گاز  $\text{CO}_2$  حاصل از واکنش را به دست آورد.

## روش اول: روابط استوکیومتری

$$? \text{LCO}_2 = \frac{1000 \text{ kg آب دریا}}{1 \text{ تن آب دریا}} \times \frac{71625 \text{ g HCO}_3^-}{1 \text{ kg آب دریا}} \times \frac{1 \text{ mol HCO}_3^-}{61 \text{ g HCO}_3^-} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol HCO}_3^-} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{80}{100}$$

بازده

$$= 2240 \text{ LCO}_2$$

## روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

ابتدا جرم یون  $\text{HCO}_3^-$  موجود در یک تن (۱۰۰۰ کیلوگرم) آب دریا را به دست می‌آوریم.

$$1 \text{ kg آب دریا} \sim 71625 \text{ g HCO}_3^-$$

$$1000 \quad X \quad \rightarrow X = 71625 \text{ g HCO}_3^-$$

اکنون حجم گاز  $\text{CO}_2$  حاصل از واکنش را پیدا می‌کنیم.

$$\frac{\text{HCO}_3^-}{71625 \text{ g} \times \frac{80}{100}} \sim \frac{\text{CO}_2}{XL}$$

$$1 \times 61 \quad 1 \times 22.4 \rightarrow X = 2240 \text{ LCO}_2$$

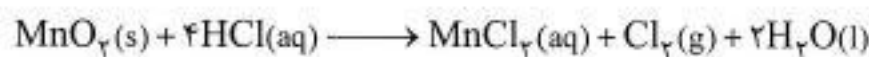
(۱) - ۱۳ فرمول ترکیب حاصل از واکنش آلومینیم با عنصر گروه ۱۶ به صورت  $\text{Al}_2\text{X}_3$  می‌باشد. مطابق صورت تست، ۳۶ درصد این ترکیب را آلومینیم

تشکیل می‌دهد. با استفاده از این رابطه، جرم مولی عنصر  $X$  را به دست می‌آوریم.

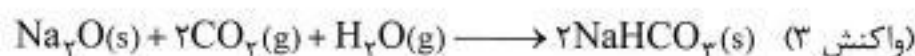
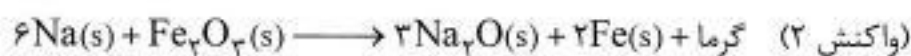
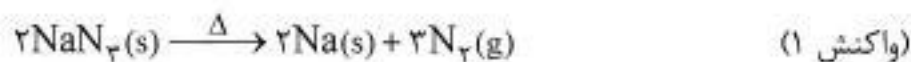
$$\frac{2\text{Al}}{\text{Al}_2\text{X}_3} = \frac{36}{100} \xrightarrow{\text{Al}=27} \frac{54}{54+3X} = \frac{36}{100} \rightarrow X = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

جرم مولی عنصر  $X$  برابر ۳۲ می‌باشد، از آن‌جا که شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم این عنصر با هم برابر است، پس عنصر  $X$  دارای ۱۶ پروتون و ۱۶ نوترون است و اتم گوگرد ( $^{32}_{16}\text{S}$ ) می‌باشد.

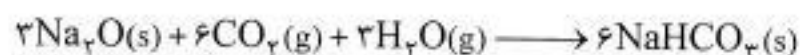
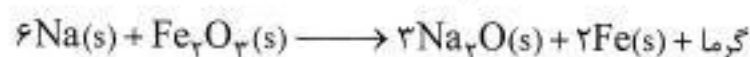
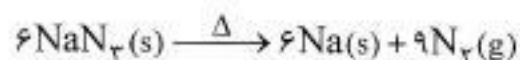
(۱) - ۱۴ برای تهیه‌ی گاز کلر در آزمایشگاه از واکنش هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید استفاده می‌شود.



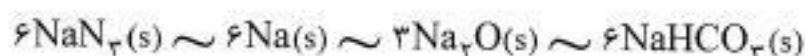
(۱) - ۱۵ واکنش‌های انجام‌شده در فرایند پر شدن کیسه‌ی هوای خودروها به صورت زیر است:



در مسائلی که چند واکنش انجام می‌پذیرد، ابتدا ضریب ماده‌ی مشترک در واکنش‌ها را یکسان می‌کنیم. ماده‌ی مشترک در واکنش‌های ۱ و ۲، سدیم می‌باشد که برای یکسان شدن ضریب  $\text{Na}$  در این دو واکنش، طرفین معادله‌ی واکنش ۱ را در ۳ ضرب می‌کنیم. همچنین ماده‌ی مشترک در واکنش‌های ۲ و ۳، سدیم اکسید است که برای یکسان شدن ضریب  $\text{Na}_2\text{O}$  در این دو واکنش، طرفین معادله‌ی واکنش ۲ را در ۳ ضرب می‌نماییم.



با توجه به این‌که معلوم و مجهول مسأله، به ترتیب سدیم آزید و سدیم هیدروژن کربنات هستند، می‌توانیم به طور خلاصه این‌گونه بنویسیم:

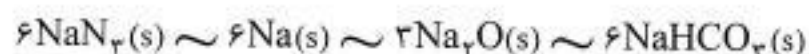


اکنون به دو روش می‌توان تست مورد نظر را حل نمود:

**روش اول: روابط استوکیومتری**

$$? \text{ mol NaHCO}_3 = 13 \text{ g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65 \text{ g NaN}_3} \times \frac{6 \text{ mol NaHCO}_3}{6 \text{ mol NaN}_3} = 0.2 \text{ mol NaHCO}_3$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز**



$$13 \text{ g}$$

$$X \text{ mol}$$

$$6 \times 65$$

$$6 \rightarrow x = 0.2 \text{ mol NaHCO}_3$$

ابتدا تعداد مول‌های واکنش‌دهنده‌ها را به دست می‌آوریم. **۱۶- (۳)**

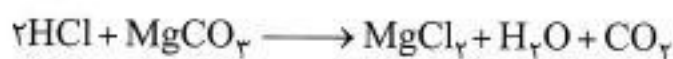
$$? \text{ mol MgCO}_3 = 1.68 \text{ g MgCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCO}_3}{84 \text{ g MgCO}_3} = 0.02 \text{ mol MgCO}_3$$

$$? \text{ mol HCl} = 0.05 \text{ L} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.05 \text{ mol HCl}$$

تعداد مول‌های به دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی  $2\text{HCl} + \text{MgCO}_3 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{0.02 \text{ mol MgCO}_3}{1} = 0.02 \\ \frac{0.05 \text{ mol HCl}}{2} = 0.025 \end{array} \right\} 0.02 < 0.025 \rightarrow \text{MgCO}_3 \text{ محدودکننده است.}$$

اکنون می‌توان حجم گاز  $\text{CO}_2$  حاصل از واکنش را توسط محدودکننده به دست آورد.



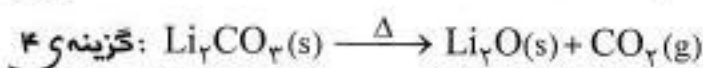
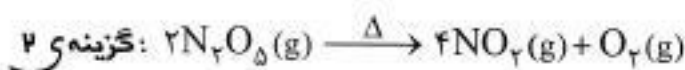
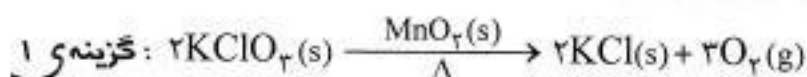
$$0.02 \text{ mol}$$

$$XL$$

$$1$$

$$1 \times 22.4 \rightarrow X = 0.448 \text{ L CO}_2$$

معادله‌ی نمادی موازنه‌شده‌ی واکنش‌ها به صورت زیر است: **۱۷- (۴)**



واکنش‌های مربوط به گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) از بخش ۱ کتاب شیمی ۳ و واکنش گزینه‌ی (۲) از بخش ۱ کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی (۱) انتخاب شده است.

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش فلز گروه ۱۲ (فلز واسطه با ظرفیت ۲) با محلول سولفوریک اسید به صورت زیر است: **۱۸- (۳)**



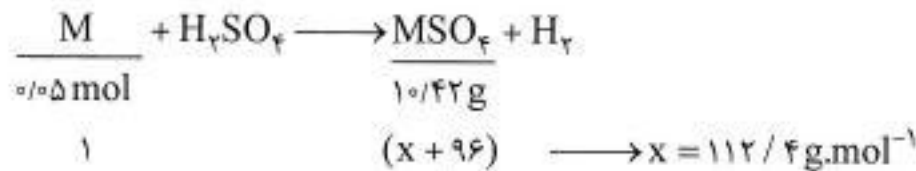
**روش اول: روابط استوکیومتری**

$$? \text{ g MSO}_4 = 0.05 \text{ mol M} \times \frac{1 \text{ mol MSO}_4}{1 \text{ mol M}} \times \frac{(96 + x) \text{ g MSO}_4}{1 \text{ mol MSO}_4} = 10.42 \text{ g MSO}_4$$

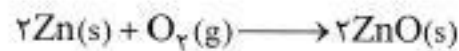
$$\Rightarrow \frac{5}{100} (96 + x) = 10.42 \Rightarrow 96 + x = 208.4 \Rightarrow x = 112.4 \text{ g.mol}^{-1}$$



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



ابتدا معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش میان فلز روی و گاز اکسیژن را می‌نویسیم. (۱) - ۱۹



مرحله‌ی اول: تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{8.125 \text{ g (خالص)} \times \frac{100 \text{ g (خالص)}}{100 \text{ g (خالص)}}}{65} = 0.1 \text{ mol Zn}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{2}{32} = 0.06 \text{ mol O}_2$$

مرحله‌ی دوم: تعداد مول‌های به‌دست آمده را به ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله‌ی واکنش تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی بیش‌تری برای آن به‌دست آید، واکنش‌دهنده‌ی اضافی است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{0.1 \text{ mol Zn}}{2} = 0.05 \\ \frac{0.06 \text{ mol O}_2}{1} = 0.06 \end{array} \right\} 0.05 < 0.06 \Rightarrow \text{گاز اکسیژن واکنش‌دهنده‌ی اضافی است.}$$

مرحله‌ی سوم: مقدار مصرفی گاز اکسیژن را به کمک فلز روی (محدودکننده) به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ g O}_2 (\text{مصرفی}) = 0.1 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Zn}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 1.6 \text{ g O}_2$$

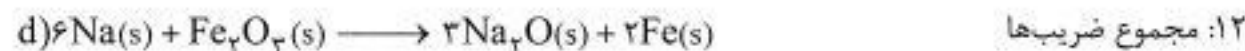
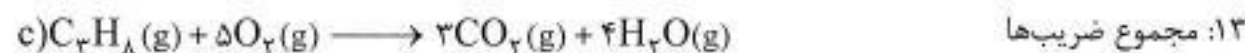
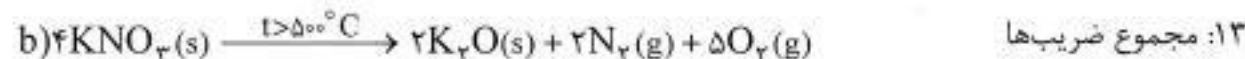
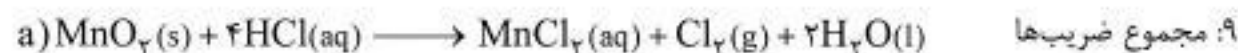
مرحله‌ی چهارم: اکنون مقدار اکسیژن باقی‌مانده به‌راحتی محاسبه می‌شود:

$$? \text{ g O}_2 (\text{باقی‌مانده}) = 2 - 1.6 = 0.4 \text{ g O}_2$$

واکنش داده‌شده مربوط به مرحله‌ی سوم از واکنش‌های فرایند پر شدن کیسه‌ی هوای خودروها است که معادله‌ی موازنه‌شده‌ی آن به‌صورت زیر است: (۲) - ۲۰

سدیم هیدروژن کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) یک ماده‌ی بی‌خطر است.در مورد گزینه‌ی (۲) باید گفت که انجام واکنش زیر (مرحله‌ی دوم از واکنش‌های فرایند پر شدن کیسه‌ی هوای خودروها) دما را تا بیش از  $100^\circ\text{C}$  بالا می‌برد:

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش‌ها به‌صورت زیر است: (۳) - ۲۱



معادله‌ی واکنش موردنظر به‌صورت زیر است: (۳) - ۲۲



روش اول: روابط استوکیومتری

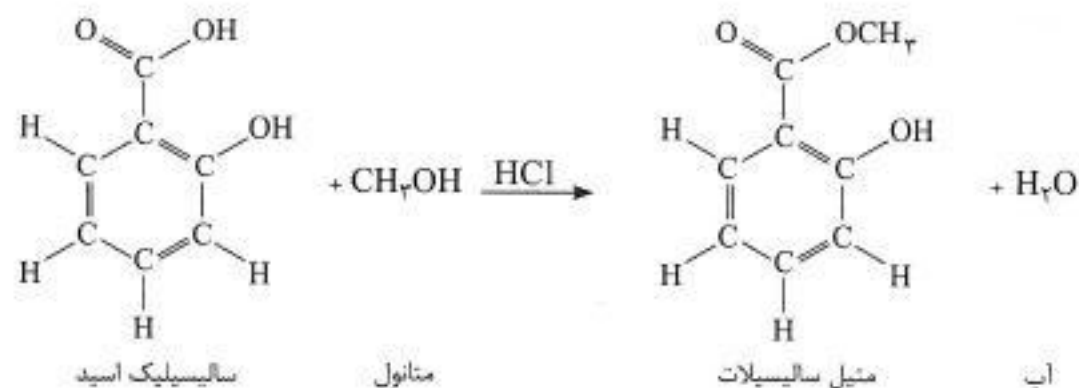
$$? \text{ g NaOH} = 1164 \text{ g HSO}_4^- \times \frac{1 \text{ mol HSO}_4^-}{97 \text{ g HSO}_4^-} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HSO}_4^-} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{100}{100} = 600 \text{ g NaOH}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\frac{x \text{ g} \times \frac{100}{100}}{40} + \frac{1164 \text{ g}}{97} \longrightarrow x = 600 \text{ g NaOH}$$

۲۳- (۱) متیل سالیسیلات به عنوان طعم‌دهنده به مواد غذایی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از واکنش متانول با سالیسیلیک اسید به دست می‌آید:



۲۴- (۳) معادله‌ی واکنش انجام شده به صورت زیر است:



**مرحله‌ی اول:** تعیین واکنش‌دهنده‌ی محدودکننده و اضافی:

ابتدا تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به دست می‌آوریم.

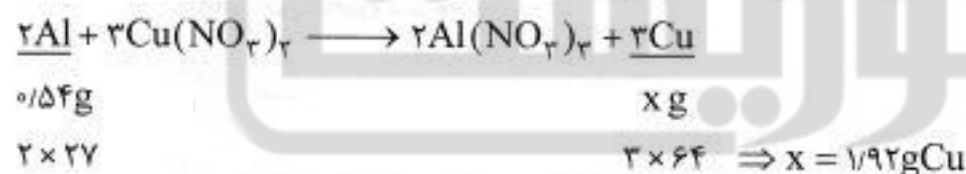
$$n_{\text{Al}} = \frac{m}{M} = \frac{0.54}{27} = 0.02 \text{ mol Al}$$

$$n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = C_M \cdot V = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.04 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2$$

اکنون مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش تقسیم می‌کنیم. موردی که مقدار عددی بیش‌تری برای آن به دست آید، واکنش‌دهنده‌ی اضافی است.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{n_{\text{Al}}}{\text{ضریب Al}} = \frac{0.02}{2} = 0.01 \\ \frac{n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{\text{ضریب Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0.04}{3} = 0.013 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{مس (II) نیترات اضافی است.} \\ 0.01 < 0.013 \end{array}$$

**مرحله‌ی دوم:** جرم فلز مس تولیدشده را از روی جرم Al (محدودکننده) به دست می‌آوریم.



۲۵- (۱) اگر جرم ترکیب را ۱۰۰g فرض کنیم، ۴۰g آن را عنصر B و ۶۰g باقی‌مانده را عنصر A تشکیل می‌دهد. ضمناً مطابق صورت تست، جرم اتمی عنصر A، ۱/۵ برابر جرم اتمی عنصر B است ( $M_A = 1/5 M_B$ ). ابتدا جرم عنصرهای A و B را تبدیل به مول می‌نماییم.

$$n_A = \frac{m}{M_A} = \frac{60}{1/5 M_B} = \frac{40}{M_B} \text{ mol A}$$

$$n_B = \frac{m}{M_B} = \frac{40}{M_B} \text{ mol B}$$

در این قسمت، تعداد مول‌های به دست آمده را به کوچک‌ترین آن‌ها تقسیم می‌کنیم تا ساده‌ترین نسبت میان آن‌ها به دست آید. از آن‌جا که تعداد مول‌های A و B برابر است، ساده‌ترین نسبت میان A و B برابر ۱ به ۱ می‌باشد.

$$\left. \begin{array}{l} \text{تعداد A} = \frac{40/M_B}{40/M_B} = 1 \\ \text{تعداد B} = \frac{40/M_B}{40/M_B} = 1 \end{array} \right\} \text{فرمول تجربی} = \text{AB}$$

۲۶- (۲) **مرحله‌ی اول:** تبدیل جرم واکنش‌دهنده‌ها به مول.

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{7}{56} = 0.125 \text{ mol Fe}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{5}{32} = 0.156 \text{ mol S}$$

**مرحله‌ی دوم:** تعداد مول هر واکنش‌دهنده را به ضریب استوکیومتری آن در معادله‌ی واکنش:  $\text{Fe} + \text{S} \longrightarrow \text{FeS}$  تقسیم می‌کنیم. هر کدام که مقدار عددی کم‌تری برای آن به دست آید، محدودکننده است. از آن‌جا که ضرایب استوکیومتری Fe و S در این معادله برابر است، بدون نیاز به عمل تقسیم، می‌توان فهمید که آهن محدودکننده است (ردگزینه‌های ۱ و ۳).



مرزله‌ی سوم: جرم آهن (II) سولفید (FeS) تشکیل شده را به کمک محدودکننده یعنی آهن به دست می‌آوریم.

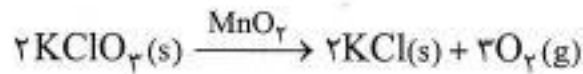
$$?g \text{ FeS} = 0.125 \text{ mol Fe} \times \frac{1 \text{ mol FeS}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{88 \text{ g FeS}}{1 \text{ mol FeS}} = 11 \text{ g FeS}$$

پس ۱۱ گرم FeS تشکیل می‌شود و در همین قسمت می‌توان گزینه‌ی (۲) را انتخاب نمود. برای محاسبه‌ی جرم گوگرد باقی مانده، ابتدا باید جرم گوگرد مصرفی را به کمک محدودکننده به دست آوریم.

$$\text{جرم گوگرد مصرفی} = 0.125 \text{ mol Fe} \times \frac{1 \text{ mol S}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{32 \text{ g S}}{1 \text{ mol S}} = 4 \text{ g S}$$

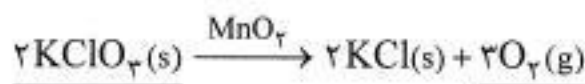
$$\text{جرم گوگرد اولیه} - \text{جرم گوگرد مصرفی} = 5 - 4 = 1 \text{ g S}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (۲) - ۲۷



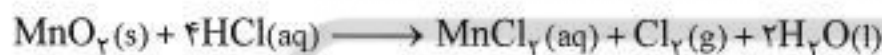
$$?g \text{ KClO}_3 = 7.168 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22.4 \text{ L O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} \times \frac{122.5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 24.5 \text{ g KClO}_3$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$\begin{array}{ccc} x \text{ g} & 7.168 \text{ L} \times \frac{1}{22.4} \frac{\text{g}}{\text{L}} & \\ 2 \times 122.5 & 3 \times 32 & \rightarrow x = 24.5 \text{ g KClO}_3(s) \end{array}$$

در آزمایشگاه برای تهیه‌ی گاز کلر از تأثیر دادن هیدروکلریک اسید بر منگنز (IV) اکسید استفاده می‌کنند. (۲) - ۲۸



بررسی گزینه‌های نادرست:

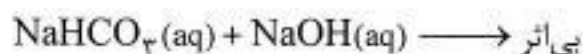
گزینه ۱: این واکنش فراورده‌ی گازی ندارد.



گزینه ۳: از واکنش سیلیسیم تتراکلرید مایع با منیزیم بسیار خالص، برای تهیه‌ی سیلیسیم خالص استفاده می‌شود. در این واکنش فراورده‌ی گازی تشکیل نمی‌شود.



گزینه ۴: واکنش جابه‌جایی دوگانه زمانی انجام می‌شود که از مخلوط کردن دو ترکیب محلول، یک ترکیب نامحلول (s) یا آب تشکیل شود. از مخلوط کردن دو ترکیب محلول  $\text{NaHCO}_3$  و  $\text{NaOH}$ ، ترکیب نامحلول (s) یا آب تشکیل نمی‌شود و در واقع این دو ترکیب با هم واکنش شیمیایی نمی‌دهند.



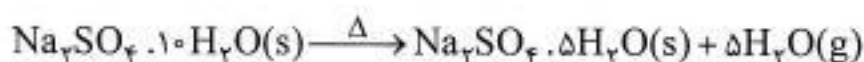
از واکنش دو ماده، یک ماده با ساختاری پیچیده‌تر به دست آمده که نشان می‌دهد، این واکنش از نوع ترکیب است. معادله‌ی موازنه‌شده‌ی این واکنش به صورت زیر است: (۱) - ۲۹



$$\frac{\text{ضریب مولی فراورده}}{\text{مجموع ضریب‌های مولی واکنش‌دهنده‌ها}} = \frac{3}{5}$$

روش اول: روابط استوکیومتری (۲) - ۳۰

مطابق صورت تست، بر اثر گرما ۵٪ آب نمک متبلور خارج می‌شود. پس می‌توان معادله‌ی واکنش انجام‌شده را به صورت زیر نوشت:



$$?g \text{ Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} = 3.22 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}}{322 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}} \times$$

$$\frac{322 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}} = 2.132 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$$





بخش ۲

شیمی ۳



سال	آزمون	سهم این بخش	سال	آزمون	سهم این بخش
۱۳۸۹	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی داخل کشور	٪۸/۶	۱۳۹۰	سراسری تجربی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴

# قسمت اول

## مفاهیم ترمودینامیک

(از صفحه‌های ۳۹ تا ۵۸ کتاب درسی)

### ترمودینامیک، ترموشیمی، انرژی

۱- دانش مطالعه‌ی گرما و انتقال انرژی چه نامیده می‌شود؟

- (۱) سینتیک (۲) ترمودینامیک (۳) الکترواستاتیک (۴) ترموشیمی

۲- کدام گزینه در مورد گرماشیمی (ترموشیمی) نادرست است؟

- (۱) بخشی از ترمودینامیک است.  
(۲) به مطالعه‌ی گرما و انتقال انرژی در واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.  
(۳) گرماشیمی همان ترمودینامیک واکنش‌های شیمیایی است.  
(۴) فقط در واکنش‌هایی که با تولید گرما همراه هستند، قابل بررسی است.

۳- کدام بیان در مورد انرژی نادرست است؟

- (۱) انرژی توانایی انجام کار است.  
(۲) همه‌ی مواد دارای انرژی هستند.  
(۳) هر جسم در حال حرکت دارای انرژی جنبشی است.  
(۴) جسم ساکن فاقد انرژی است.

۴- انرژی گرمایی نوعی انرژی است که به ..... ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده بستگی دارد.

- (۱) حجم (۲) جرم (۳) حرکت (۴) چگالی

### گرما و دما

۵- کدام گزینه بیان نادرستی از گرما می‌باشد؟

- (۱) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک ماده است.  
(۲) معیاری از میزان گرمی یک جسم می‌باشد.  
(۳) با جذب گرما، انرژی جنبشی ذره‌های جسم افزایش می‌یابد.  
(۴) گرما همیشه از جسم گرم‌تر به جسم سردتر جریان می‌یابد.

۶- کدام گزینه بیان نادرستی از دما می‌باشد؟

- (۱) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک ماده است.  
(۲) معیاری از میزان گرمی یک جسم می‌باشد.  
(۳) اگر اتم‌ها یا مولکول‌های جسمی آهسته حرکت کنند، آن جسم دمای پایینی دارد.  
(۴) اگر اتم‌ها یا مولکول‌های جسمی تند حرکت کنند، آن جسم دمای بالایی دارد.

۷- کدام کمیت تابع میزان شدت جنبش‌های مولکولی ماده است؟

- (۱)  $T$  (۲)  $q$  (۳)  $w$  (۴)  $\Delta H$

۸- کدام کمیت مقدار انرژی گرمایی مبادله شده را نشان می‌دهد؟

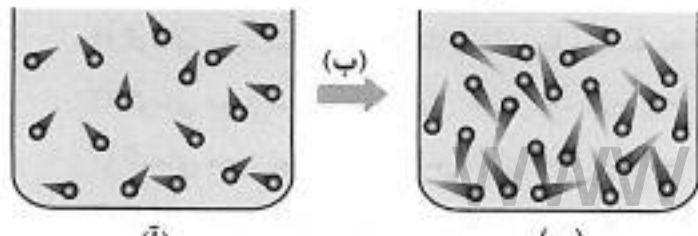
- (۱)  $T$  (۲)  $q$  (۳)  $w$  (۴)  $\Delta S$

۹- اختلاف دمای میان دو جسم از اختلاف در انرژی ..... ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها حکایت می‌کند.

- (۱) تابشی (۲) شیمیایی (۳) پتانسیل (۴) جنبشی

(شکل ۱ - صفحه‌ی ۴۰ کتاب درسی)

۱۰- در تصویر زیر به جای حروف (آ) و (ب) و (پ) به ترتیب از راست به چپ، کدام کلمات را باید قرار داد؟



(۱) جنبش کم - ضربه - جنبش زیاد

(۲) دمای پایین - گرما - دمای بالا

(۳) جنبش زیاد - ضربه - جنبش کم

(۴) دمای بالا - گرما - دمای پایین



۱۱- کدام گزینه در مورد گرما و دما صحیح است؟

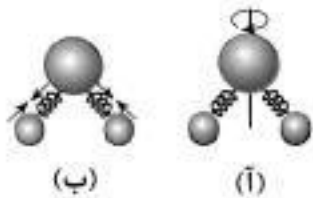
- (۱) گرمای یک ماده به مقدار آن بستگی ندارد.  
 (۲) دمای یک ماده به مقدار آن بستگی دارد.  
 (۳) گرمای ۱۰ گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  ده برابر گرمای یک گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. (۴) دما نوعی انرژی است.

### انواع حرکت‌های ذره‌های تشکیل‌دهنده ماده

۱۲- به ذره‌های تشکیل‌دهنده ماده حداکثر چند نوع حرکت می‌توان نسبت داد؟

- (۱) یک نوع (۲) دو نوع (۳) سه نوع (۴) چهار نوع

۱۳- حرکت‌های نامنظم ذره‌های سازنده یک ماده را حرکت‌های ..... می‌گویند. شکل (آ) نمایش حرکت ..... و شکل (ب) نمایش حرکت ..... در مولکول آب است.



- (۱) گرمایی - ارتعاشی - چرخشی  
 (۲) گرمایی - چرخشی - ارتعاشی  
 (۳) انتقالی - ارتعاشی - چرخشی  
 (۴) انتقالی - چرخشی - ارتعاشی

۱۴- اگر ذره‌های تشکیل‌دهنده یک ماده اتم‌ها باشند (مانند گازهای بی‌اثر) در این صورت کدام نوع حرکت برای این نوع ذره‌ها امکان‌پذیر نیست؟

- (۱) ارتعاشی (۲) چرخشی (۳) انتقالی (۴) ارتعاشی و چرخشی

### یکاهای انرژی

۱۵- کدام عبارت در مورد واحد انرژی ژول (J) نادرست است؟

- (۱) یکای انرژی در سیستم SI است.  
 (۲) به افتخار جیمز ژول به این نام خوانده می‌شود.  
 (۳) ژول یکای بزرگی است.  
 (۴) هر تپش قلب انسان به حدود ۱J انرژی نیاز دارد.

۱۶- یکاهای رایج انرژی ..... و ..... هستند و یکای انرژی در سیستم SI ..... می‌باشد.

- (۱) کالری - ژول - کالری (۲) کالری - ژول - ژول (۳) ژول - کالری - کیلوکالری (۴) ژول - کالری - کالری رژیم غذایی

۱۷- یک کالری مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای ..... آب خالص به اندازه‌ی ..... سلسیوس است.

- (۱) یک گرم - یک درجه (۲) یک گرم - ده درجه (۳) یک مول - یک درجه (۴) یک مول - ده درجه

۱۸- ارزش غذایی مواد غذایی بر حسب ..... سنجیده می‌شود. کارشناسان علوم تغذیه از نوعی ..... استفاده می‌کنند که آن را ..... رژیم غذایی می‌نامند که حرف ..... در آن بزرگ است.

- (۱) ژول - ژول - ژول (J) (۲) کالری - ژول - ژول (J) (۳) ژول - کالری - کالری (C) (۴) کالری - کالری - کالری (C)

۱۹- کدام مقایسه در مورد واحدهای مختلف انرژی نادرست است؟

- (۱) هر کالری معادل با  $4/184$  ژول است.  
 (۲) هر کالری رژیم غذایی معادل با  $1000$  کالری است.  
 (۳) هر کالری رژیم غذایی معادل با  $4/184$  ژول است.  
 (۴) هر کالری رژیم غذایی معادل با یک کیلوکالری است.

۲۰- کدام یک از یکاهای زیر، یکای بزرگ‌تری برای انرژی محسوب می‌شود؟

- (۱) کالری (۲) کالری غذایی (۳) ژول (۴) کیلوژول

۲۱- ۱۰۰ گرم موز  $70$  کالری انرژی غذایی دارد. هر کیلوگرم موز چند کیلوکالری انرژی برای بدن فراهم می‌کند؟

- (۱)  $7/0$  (۲) ۷ (۳) ۷۰ (۴) ۷۰۰

### ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی ویژه، ظرفیت گرمایی مولی

۲۲- کدام تعریف در مورد ظرفیت گرمایی صحیح است؟

- (۱) گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک جسم به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس است.  
 (۲) گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم از جسم به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس است.  
 (۳) گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک کیلوگرم از جسم به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس است.  
 (۴) گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک مول از جسم به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس است.





۲۳- کدام موارد زیر می‌توانند یکای ظرفیت گرمایی باشند؟

- (الف)  $J \cdot ^\circ C^{-1}$  (ب)  $J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$  (ج)  $J \cdot K^{-1}$  (د)  $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$
- (۱) الف و ب (۲) ج و د (۳) الف و ج (۴) ب و د

(آزاد تهرانی - ۸۵)

۲۴- ظرفیت گرمایی ویژه چیست؟

- (۱) مقدار گرمایی است که برای افزایش دمای یک گرم از جسمی به اندازه  $1^\circ C$  به کار می‌رود.  
 (۲) مقدار گرمایی است که برای تبخیر یک گرم از یک مایع مصرف می‌شود.  
 (۳) مقدار گرمایی است که برای ذوب یک گرم از یک جامد مصرف می‌شود.  
 (۴) مقدار گرمایی است که برای تبخیر یک گرم آب  $100^\circ C$  به یک گرم بخار آب  $100^\circ C$  مصرف می‌شود.

۲۵- کدام یک از موارد زیر می‌تواند یکای ظرفیت گرمایی ویژه باشد؟

- (الف)  $J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$  (ب)  $J \cdot mol^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$  (ج)  $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$  (د)  $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$
- (۱) الف و ب (۲) ج و د (۳) الف و ج (۴) ب و د

(آزاد ریاضی - ۸۴)

۲۶- ظرفیت گرمایی مولی چیست؟

- (۱) مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از ماده به اندازه  $1^\circ C$  درجه‌ی سانتی‌گراد است.  
 (۲) مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک مول از یک ماده‌ی مایع را گویند.  
 (۳) مقدار گرمای لازم برای ذوب یک مول از یک ماده‌ی جامد را گویند.  
 (۴) مقدار گرمای لازم برای ذوب  $10^{23}$  اتم از هر عنصر جامد را گویند.

۲۷- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) ظرفیت گرمایی ویژه برای یک گرم از جسم تعریف می‌شود.  
 (۲) ظرفیت گرمایی ویژه به جرم جسم بستگی ندارد.  
 (۳) ظرفیت گرمایی مولی به جرم جسم بستگی ندارد.  
 (۴) ظرفیت گرمایی ویژه به جرم جسم بستگی ندارد.

۲۸- اگر ظرفیت گرمایی ویژه اجسام A، B، C و D بر حسب  $\frac{J}{g \cdot ^\circ C}$ ، به ترتیب (از راست به چپ) برابر با  $0.9$ ،  $0.4/2$ ،  $0.5$  و  $2/4$  باشد و به

(سراسری ریاضی - ۸۷)

جرم یکسانی از آن‌ها مقدار یکسانی گرما داده شود، ترتیب افزایش دمای آن‌ها، کدام است؟

- (۱)  $A < C < B < D$  (۲)  $B < D < A < C$  (۳)  $C < A < D < B$  (۴)  $D < B < C < A$

۲۹- اگر دو لیوان یکسان موجود باشد که اولی دارای  $100 \text{ mL}$  آب و دومی دارای  $200 \text{ mL}$  آب، هر دو در دمای  $25^\circ C$  باشد، کدام مطلب

(سراسری تهرانی - ۸۵)

درباره‌ی آن‌ها نادرست است؟

- (۱) میانگین سرعت حرکت مولکول‌های آب در هر دو لیوان برابر است.  
 (۲) ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب، در دو لیوان با هم برابر است.  
 (۳) ظرفیت گرمایی آب در لیوان دوم در مقایسه با لیوان اول بیشتر است.  
 (۴) برای رساندن دمای آب در هر یک از دو لیوان به  $25^\circ C$  گرمای برابری لازم است.

۳۰-  $53$  گرم آلومینیوم به  $239$  ژول انرژی نیاز دارد تا دمایش به اندازه‌ی  $5^\circ C$  افزایش پیدا کند. ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی

(نمونه‌ی حل شده - صفحه‌ی ۴۶ کتاب درسی)

آلومینیوم به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ( $Al = 27$ )

- (۱)  $24/3 - 47/8$  (۲)  $0.9 - 47/8$  (۳)  $24/3 - 0.9$  (۴)  $47/8 - 0.9$

۳۱-  $53$  گرم آلومینیوم تقریباً به  $240$  ژول انرژی نیاز دارد تا دمایش به اندازه‌ی  $5^\circ C$  افزایش پیدا کند. ظرفیت گرمایی این مقدار آلومینیوم

(نمونه‌ی حل شده - صفحه‌ی ۴۶ کتاب درسی با تغییر)

کدام است؟

- (۱)  $48$  (۲)  $24$  (۳)  $12$  (۴)  $0.9$

۳۲- اگر برای افزایش دمای  $75$  گرم سرب به مقدار  $10^\circ C$  به  $96$  ژول گرما نیاز باشد، ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی سرب به

(فرد را نیازماید - صفحه‌ی ۴۳ کتاب درسی شماره‌ی ۱ و آزاد تهرانی ۸۶ + ۱ بار تکرار مشابه)

ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ( $Pb = 207/2$ )

- (۱)  $9/6 - 26/5$  (۲)  $0.128 - 9/6$  (۳)  $0.128 - 26/5$  (۴)  $26/5 - 0.128$



۳۳- اگر برای افزایش دمای ۷۵ گرم سرب به مقدار  $1^{\circ}\text{C}$  به ۹۶ ژول گرما نیاز باشد، ظرفیت گرمایی این مقدار سرب چه قدر است؟

(فرد را بیازمایید - صفحه ۱۴۳ کتاب درسی - شماره ۱ با تصویر)

- (۱) ۲۶/۵ (۲) ۱۳/۲ (۳) ۹/۶ (۴) ۰/۱۲۸

۳۴- ظرفیت گرمایی ویژه آهن جامد،  $0/451$  ژول بر گرم بر درجه‌ی سلسیوس است. ظرفیت گرمایی مولی آهن کدام است؟ ( $\text{Fe} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$ )

- (۱) ۱۲/۱۲ (۲) ۲۵/۲۵ (۳) ۶۲/۰۸ (۴) ۱۲۴/۱۶

۳۵- ظرفیت گرمایی ویژه‌ی ماده‌ی A از B بیش‌تر است. با توجه به این توضیح کدام دو جمله صحیح است؟

(الف) ظرفیت گرمایی مولی A از B بیش‌تر است.

(ب) ظرفیت گرمایی m گرم A از m گرم B بیش‌تر است.

(ج) اطلاعات داده شده برای مقایسه‌ی ظرفیت گرمایی مولی A و B کافی نیست.

(د) اطلاعات داده شده برای مقایسه‌ی ظرفیت گرمایی m گرم A و B کافی نیست.

- (۱) الف و ب (۲) ج و د (۳) ب و ج (۴) الف و د

۳۶- برای این‌که یک مول آب،  $1^{\circ}\text{C}$  گرم شود،  $75/4$  ژول انرژی لازم است. اگر دو مول آب  $1^{\circ}\text{C}$  گرم شود، چند ژول انرژی لازم دارد؟ (آزاد تیربی - ۷۹)

- (۱) ۱۵۰۸ ژول (۲) ۷۵۴ ژول (۳) ۱۴۰۸ ژول (۴) ۷۵۴۰ ژول

۳۷- گرمای لازم برای گرم کردن ۱ گرم گاز نیتروژن به اندازه‌ی  $1^{\circ}\text{C}$  در فشار ثابت برابر با ۱ ژول است. تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ ) در موقع گرم کردن ۲ مول گاز نیتروژن به اندازه‌ی  $2^{\circ}\text{C}$  چند ژول است؟ ( $N = 14$ )

(دهمین المپیاد مرحله‌ی اول - ۷۸)

- (۱) ۵۶ (۲) ۱۱۲ (۳) ۲۸ (۴) ۱۴

۳۸- برای کاهش دمای ۲۵۰g اتانول از دمای  $25^{\circ}\text{C}$  به دمای  $3^{\circ}\text{C}$  چه مقدار گرما باید از آن گرفته شود؟ ( $c = 2/46 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ ) (اتانول c)

(فرد را بیازمایید - صفحه ۱۴۳ کتاب درسی شماره ۳)

- (۱) ۲/۲ kJ (۲) ۷۸ kJ

- (۳) ۱۳/۵ kJ (۴) ۱۵/۳ kJ

۳۹- اگر ۵۰ گرم آب با دمای  $25^{\circ}\text{C}$  را در ظرف دربسته تا دمای  $20^{\circ}\text{C}$  گرم کنیم، چند کالری گرما جذب می‌کند؟ (گرمای ویژه‌ی آب ۱ کالری بر گرم بر درجه‌ی سلسیوس است).

(وهدی پیش‌دانشگاهی - ۷۶)

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۳۰۰

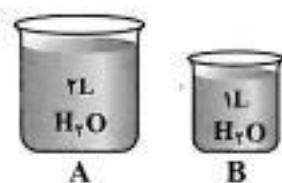
۴۰- در دماهای معمولی ظرفیت گرمایی ویژه‌ی کربن به شکل گرافیت برابر با  $0/72 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  می‌باشد. هر گاه در این شرایط ۲۱۶J گرما به ۵ مول گرافیت داده شود، دمای آن چند درجه‌ی سلسیوس ( $^{\circ}\text{C}$ ) افزایش خواهد یافت؟ (جرم ۱ مول گرافیت ۱۲ گرم است).

(چهاردهمین المپیاد - مرحله‌ی اول - بهمن ۸۶)

- (۱) ۵ (۲) ۶۰

- (۳) ۲/۵ (۴) ۵۰

۴۱- به دو ظرف زیر به یک اندازه گرما می‌دهیم (هر دو شامل آب هستند)، با فرض این‌که مسیری برای انتقال انرژی گرمایی بین این دو ظرف فراهم شود، کدام گزینه صحیح است؟



(۱) ابتدا دمای ظرف A بالاتر می‌رود و سپس انرژی گرمایی از A به B انتقال می‌یابد.

(۲) ابتدا دمای ظرف B بالاتر می‌رود و سپس انرژی گرمایی از B به A انتقال می‌یابد.

(۳) دمای ظرف B بالاتر می‌رود ولی هیچ‌گونه انتقال انرژی رخ نمی‌دهد.

(۴) دمای هر دو ظرف به یک میزان بالا می‌رود و هیچ‌گونه انتقال انرژی رخ نمی‌دهد.

۴۲- دانش‌آموزی ۱۰۰mL محلول ۰/۵ مولار NaOH را با ۱۰۰mL محلول ۰/۵ مولار HCl در یک لیوان پلاستیکی مخلوط و مشاهده می‌کند، دما به اندازه‌ی  $\Delta T_1$  افزایش می‌یابد. هرگاه این آزمایش را با استفاده از ۲۰۰mL از همین محلول‌ها تکرار کند، تغییر دما را  $\Delta T_2$  اندازه‌گیری می‌کند.

با فرض این‌که هیچ‌گونه گرمایی از دست نرفته و یا توسط لیوان جذب نشده باشد، واقعیت در مورد دما کدام است؟ (دهمین المپیاد - ۷۹)

- (۱)  $\Delta T_2 = \Delta T_1$  (۲)  $\Delta T_2 = 2\Delta T_1$  (۳)  $\Delta T_2 = 0/5\Delta T_1$  (۴)  $\Delta T_2 = 4\Delta T_1$

۴۳- کدام مقایسه درباره‌ی ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب در سه حالت جامد، مایع و گاز درست است؟ (اطلاعات جمع‌آوری کنید - صفحه ۱۴۳ کتاب درسی)

- (۱) گاز < جامد < مایع (۲) مایع < جامد < گاز (۳) جامد < مایع < گاز (۴) گاز < مایع < جامد



## سامانه و محیط

۴۴- در ترمودینامیک به بخشی از جهان که تغییر انرژی در آن مطالعه می‌شود، ..... می‌گویند و هر چیز که در پیرامون آن باشد ..... نام دارد. همچنین دیواره‌ای که سیستم را از محیط پیرامون آن جدا می‌کند ..... نامیده می‌شود که ممکن است حقیقی یا مجازی باشد.

(۱) محیط - سیستم - مرز (۲) سیستم - محیط - مرز (۳) محیط - مرز - سیستم (۴) سیستم - مرز - محیط



۴۵- اگر در شکل روبه‌رو، سامانه، محتویات بالون حجمی باشد، کدام عبارت نادرست است؟

(شکل ۲ - آ - صفحه ۴۵ کتاب درسی)

(۱) وسایل دیگر و بقیه‌ی قسمت‌های آزمایشگاه محیط پیرامون سامانه را تشکیل می‌دهند.

(۲) دیواره‌ی بالون مرز سامانه به شمار می‌آید.

(۳) در حقیقت، بقیه‌ی جهان هستی محیط پیرامون سامانه است.

(۴) در عمل، کل جهان هستی محیط در نظر گرفته می‌شود.

۴۶- در شکل زیر، مرز سامانه با حرف ..... و انتقال انرژی از محیط به سامانه با

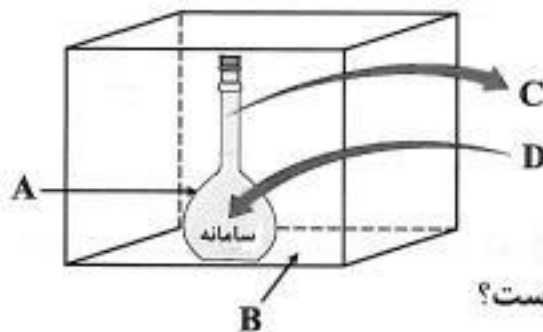
حرف ..... نمایش داده شده است. (شکل ۲ - ب - صفحه ۴۵ کتاب درسی)

(۱) C - A

(۲) D - B

(۳) D - A

(۴) C - B



۴۷- کدام عبارت در مورد سامانه‌ها براساس نوع مبادله‌ای که با محیط پیرامون خود دارند، درست است؟

(۱) سامانه‌ای که فقط با محیط مبادله‌ی ماده دارد، سامانه‌ی باز نامیده می‌شود.

(۲) سامانه‌های بسته و منزوی با محیط مبادله‌ی انرژی ندارند.

(۳) به سامانه‌ای که در آن امکان مبادله‌ی ماده وجود ندارد و تنها به مبادله‌ی انرژی اکتفا می‌شود، سامانه‌ی بسته می‌گویند.

(۴) سامانه‌ای که مبادله‌ی ماده ندارد، سامانه‌ی منزوی یا ایزوله نامیده می‌شود.

(فکر کنید - صفحه ۴۵ کتاب درسی)

۴۸- با توجه به تعریف انواع سامانه‌ها، کدام گزینه نادرست است؟

(۱) یک زودپز حین پختن غذا، سامانه‌ای باز است.

(۲) یک بادکنک پر از هوا، سامانه‌ای منزوی است.

(۳) آب جوش یا چای که در یک فلاسک نگهداری می‌شود، در مجموع یک سامانه‌ی منزوی است.

(۴) نمی‌توان ادعا کرد که سامانه‌ی فلاسک چای، واقعاً منزوی است.

۴۹- کدام یک برای سامانه امکان‌پذیر نیست؟

(۱) مبادله‌ی هم‌زمان ماده و انرژی (۲) فقط مبادله‌ی انرژی (۳) فقط مبادله‌ی ماده (۴) عدم مبادله‌ی ماده و انرژی

## خواص یا متغیرهای ترمودینامیکی سیستم

۵۰- کدام بیان در تعریف خواص ترمودینامیکی سیستم صحیح است؟

(۱) خواص مربوط به دما و گرمای یک سیستم می‌باشد.

(۲) خواصی که مقدار آن‌ها به مقدار ماده وابسته است.

(۳) خواصی که مقدار آن‌ها به مقدار ماده بستگی ندارد.

(۴) خواص قابل اندازه‌گیری یک سیستم می‌باشد.

۵۱- خواص ترمودینامیکی سیستم به دو دسته‌ی خواص ..... و ..... دسته‌بندی می‌شوند.

(۱) فیزیکی - شیمیایی (۲) مکانیکی - غیرمکانیکی (۳) گرمایی - جنبشی (۴) مقداری - شدتی

## خواص مقداری و خواص شدتی

۵۲- خواصی که مقدار آن‌ها به مقدار ماده وابسته است، خواص ..... و خواصی که مقدار آن‌ها به مقدار ماده بستگی ندارد، خواص ..... نامیده می‌شوند.

(۱) فزیک، - شماری (۲) شیمیایی، - فیزیکی (۳) شدتی، - مقداری (۴) مقداری - شدتی



۵۳- کدام گزینه از خواص مقداری ماده نمی‌باشد؟

- (۱) جرم (۲) حجم (۳) دما (۴) گرما

۵۴- کدام گزینه از خواص شدتی ماده نمی‌باشد؟

- (۱) ظرفیت گرمایی (۲) ظرفیت گرمایی ویژه (۳) ظرفیت گرمایی مولی (۴) چگالی

۵۵- دو ظرف در اختیار دارید. یکی از این ظرف‌ها دارای ۲L آب خالص به جرم ۲kg و با دمای ۲۵°C است و ظرف دوم شامل ۲L آب خالص به جرم ۲kg با همان دماست. اگر آب درون دو ظرف را در ظرف سومی بریزید، برای سیستم جدید (ظرف سوم) کدام متغیرها ثابت می‌ماند و کدام متغیرها تغییر می‌کند؟

- (۱) جرم و حجم افزایش و دما و انرژی درونی ثابت می‌ماند.  
(۲) جرم و حجم افزایش و گرمای سیستم ثابت می‌ماند.  
(۳) دما افزایش ولی گرما و انرژی درونی ثابت می‌ماند.  
(۴) جرم و حجم و انرژی درونی افزایش ولی دما ثابت می‌ماند.

۵۶- ۲۵۰mL از یک محلول آبی رنگ با غلظت  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  در یک بشر موجود است. این محلول را به ترتیب در سه بشر به حجم‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر می‌ریزیم. در کدام گزینه جمع خاصیت‌های ارائه شده برای این سه بشر با همین خاصیت‌ها در سامانه‌ی اولیه برابر است؟ (فکر کنید - صفحه‌ی ۴۶ کتاب درسی)

- (۱) جرم، حجم و ظرفیت گرمایی (۲) دما، غلظت، رنگ و چگالی (۳) جرم، حجم، دما و غلظت (۴) رنگ، چگالی و ظرفیت گرمایی

### انرژی درونی (E) و تغییرات انرژی درونی ( $\Delta E$ )

۵۷- کدام تعریف در بیان انرژی درونی یک سیستم صحیح است؟

- (۱) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک سیستم است.  
(۲) انرژی ذخیره شده در پیوندهای شیمیایی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک سیستم است.  
(۳) مجموع انرژی‌های موجود در جاذبه‌های بین ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک سیستم است.  
(۴) مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک سیستم است.

۵۸- هنگامی که در یک سیستم شیمیایی، مواد اولیه به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند، انرژی درونی سیستم ..... و اگر انرژی سیستم تغییر کند، انرژی در محیط پیرامون .....

- (۱) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند. (۲) تغییر می‌کند - تغییر می‌کند. (۳) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند. (۴) تغییر نمی‌کند - تغییر می‌کند.

۵۹- در واکنش  $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$  اگر محتوای انرژی مواد اولیه و مواد حاصل به ترتیب برابر با  $E_1$  و  $E_2$  باشد، تغییرات انرژی سیستم به ازای تشکیل هر مول AB کدام است؟ (سراسری - ۷۴)

- (۱)  $\frac{1}{2}(E_2 - E_1)$  (۲)  $E_1 - E_2$  (۳)  $\frac{1}{2}(2E_2 - E_1)$  (۴)  $E_2 - E_1$

۶۰- نمودار انرژی سیستمی به صورت زیر است، در این سیستم انرژی از ..... انتقال می‌یابد و علامت انرژی درونی سیستم ..... است.

- (۱) سیستم به محیط - مثبت  
(۲) سیستم به محیط - منفی  
(۳) محیط به سیستم - مثبت  
(۴) محیط به سیستم - منفی

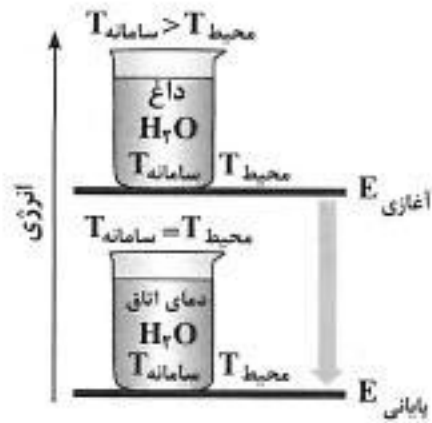
۶۱- اگر در نمودار انرژی، سطح انرژی فرآورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر باشد، انرژی از ..... انتقال می‌یابد و انرژی درونی سیستم ..... می‌یابد و در این شرایط  $\Delta E$  سیستم ..... است.

- (۱) سیستم به محیط - افزایش - مثبت  
(۲) سیستم به محیط - کاهش - منفی  
(۳) محیط به سیستم - افزایش - مثبت  
(۴) محیط به سیستم - کاهش - منفی

۶۲- اگر گرما از سیستم به محیط پیرامون منتقل شود، علامت گرما ..... و اگر گرما از محیط پیرامون به سیستم منتقل شود، علامت گرما ..... است. اگر انرژی درونی سیستم ..... پیدا کند، علامت آن منفی و اگر انرژی درونی سیستم ..... یابد، علامت آن مثبت می‌باشد.

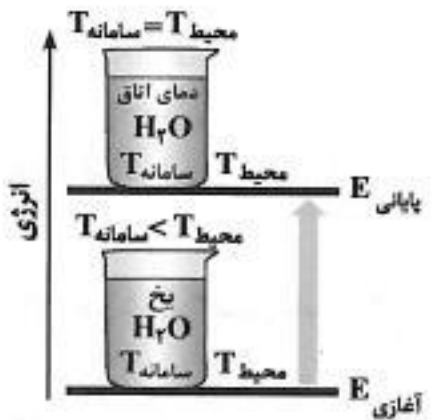
- (۱) مثبت - منفی - کاهش - افزایش  
(۲) مثبت - منفی - افزایش - کاهش  
(۳) منفی - مثبت - افزایش - کاهش  
(۴) منفی - مثبت - کاهش - افزایش





۶۳- اگر سامانه‌ی روبه‌رو، در یک ظرف سربسته برقرار شده باشد، کدام عبارت در مورد آن نادرست است؟  
(شکل ۴ - آ - صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی)

- (۱) گرما از آب به محیط پیرامون منتقل می‌شود.
- (۲) تغییر انرژی درونی سامانه ناشی از مبادله‌ی گرما و انجام کار است.
- (۳) مبادله‌ی انرژی تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای آب با دمای محیط برابر شود.
- (۴) علامت تغییر انرژی درونی منفی است.



۶۴- شکل روبه‌رو، نمودار انرژی یک سامانه‌ی بسته را نشان می‌دهد. علامت تغییر انرژی درونی در این سامانه ..... است و یخ از ..... انرژی جذب می‌کند تا زمانی که دمای سامانه با دمای محیط پیرامون یکسان شود.  
(شکل ۴ - ب - صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی)

- (۱) مثبت - سامانه
- (۲) مثبت - محیط
- (۳) منفی - سامانه
- (۴) منفی - محیط

قانون اول ترمودینامیک

WWW.KONKURIST.COM

۶۵- قانون اول ترمودینامیک در واقع کدام قانون اساسی زیر است؟

- (۱) قانون پایستگی جرم
- (۲) قانون پایستگی انرژی
- (۳) قانون نسبت‌های ثابت
- (۴) قانون هس

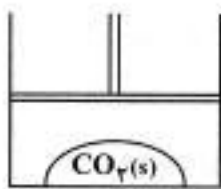
۶۶- کدام رابطه‌ی زیر بیان‌کننده‌ی قانون اول ترمودینامیک است؟

- (۱)  $\Delta E = q - w$
- (۲)  $\Delta E = c\Delta T$
- (۳)  $\Delta E = E_f - E_i$
- (۴)  $\Delta E = q + w$

۶۷- اگر یک سامانه‌ی بسته، به اندازه‌ی ۲۳۲ J کار انجام دهد و همراه با آن، به اندازه‌ی ۲ kcal گرما آزاد کند، مقدار تغییر انرژی درونی آن ( $\Delta E$ )، برابر چند کیلوژول است؟

- (۱) -۸/۲۴
- (۲) +۸/۲۴
- (۳) -۸/۶
- (۴) +۸/۶

۶۸- مقداری یخ خشک (کربن دی‌اکسید جامد) را در داخل سیلندری مطابق شکل زیر قرار می‌دهیم. کدام گزینه نادرست است؟



- (۱) مقداری انرژی به صورت گرما موجب تصعید یخ خشک می‌شود.
- (۲) تولید گاز  $CO_2$  موجب بالا رفتن پیستون می‌شود.
- (۳) در این فرایند کار توسط سیستم بر روی محیط انجام می‌شود.
- (۴) تغییرات انرژی درونی سیستم معادل با گرمای لازم برای تصعید یخ خشک است.

۶۹- یک ظرف را عایق‌بندی می‌نماییم به طوری که سیستم با محیط پیرامون خود گرمایی مبادله نکند. سپس دهانه‌ی ظرف را به یک مجموعه‌ی سیلندر و پیستون مجهز می‌کنیم. درون این ظرف مقداری فلز روی را بر هیدروکلریک اسید اثر می‌دهیم. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) با تولید گاز هیدروژن، پیستون درون سیلندر به سمت عقب رانده می‌شود.
- (۲) در این سیستم، تغییرات انرژی درونی به صورت کار و گرما خود را نشان می‌دهد.
- (۳) وقتی پیستون به عقب رانده می‌شود، انرژی درونی سیستم مصرف می‌شود.
- (۴) اگر روی پیستون از بیرون فشاری وارد کنیم، در این صورت سیستم انرژی به دست می‌آورد.

۷۰- اگر بخواهیم گرمای واکنش را با استفاده از قانون اول ترمودینامیک محاسبه نماییم، کدام رابطه مقدار گرمای واکنش را به درستی نشان می‌دهد؟

- (۱)  $q = \Delta E + w$
- (۲)  $q = c\Delta T$
- (۳)  $q = \Delta E - w$
- (۴)  $q = mc\Delta T$



## محاسبه‌ی گرمای واکنش در سیستم‌های سر بسته و سرباز

(سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

۷۱- کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) هرگاه سامانه‌ای بر روی محیط کار انجام دهد، علامت  $w$ ، منفی است.  
 (۲) اگر واکنشی در حجم ثابت انجام گیرد، تغییرات انرژی درونی، برابر  $q_v$  است.  
 (۳) هرگاه، واکنشی در ظرف سر بسته انجام گیرد، تغییرات انرژی درونی، برابر  $q_p$  است.  
 (۴) اگر واکنشی با تغییر حجم همراه نباشد، تغییرات انرژی درونی، تنها از انتقال گرما ناشی می‌شود.

۷۲- گرمای حاصل از فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی را معمولاً در چه شرایطی اندازه می‌گیرند و این مقدار گرما را در مورد هر واکنش

(سراسری تجربی - ۸۶)

شیمیایی چه می‌نامند؟

- (۱) حجم ثابت - آنتالپی (۲) فشار ثابت - آنتالپی (۳) حجم ثابت - گرمای تشکیل (۴) فشار ثابت - گرمای تشکیل

(سراسری ریاضی - ۸۴ و سراسری تجربی - ۸۴)

۷۳- کدام رابطه، درست است؟

- (۱)  $q_p = \Delta E$  (۲)  $\Delta H = q_v$  (۳)  $\Delta E = q + w$  (۴)  $q_v = \Delta E - w$

۷۴- در شرایط فشار ثابت، اگر سیستم روی محیط کار انجام دهد، کدام رابطه میان  $\Delta H$  و  $\Delta E$  برقرار است؟

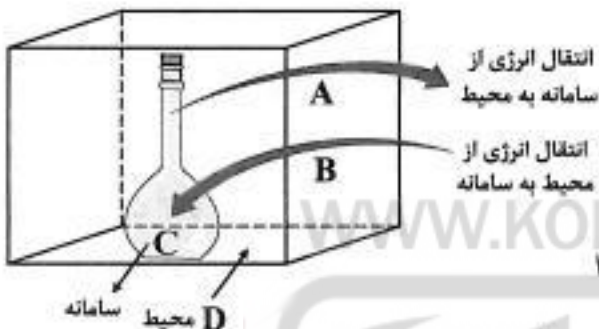
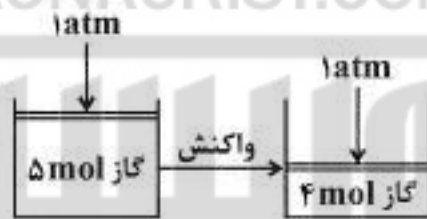
- (۱)  $\Delta H > \Delta E$  (۲)  $\Delta H < \Delta E$  (۳)  $\Delta H = \Delta E$  (۴) اطلاعات کافی نیست.

۷۵- اگر شکل روبه‌رو، به واکنشی مربوط باشد که  $\Delta H$  آن کوچک‌تر از صفر است، کدام

(سراسری ریاضی - ۸۶)

موضوع مشخص شده در آن، بی‌مورد است؟

- (۱) A (۲) B (۳) C (۴) D

۷۶- برای واکنش زیر  $\Delta E = -186 \text{ kJ.mol}^{-1}$  است.در واکنش فوق علامت  $w$  و  $\Delta H$  به ترتیب کدام است؟

- (۱) مثبت - مثبت (۲) مثبت - منفی (۳) منفی - مثبت (۴) منفی - منفی

۷۷- درون سیلندر مقابل واکنشی انجام شده است. کدام عبارت در مورد واکنش انجام

(شکل ۵ صفحه‌ی ۴۸ کتاب درسی)

یافته نادرست است؟

- (۱) حجم فرآورده‌های واکنش از واکنش‌دهنده‌ها بیش‌تر است.  
 (۲) فشار درون سیلندر بیش از فشار محیط است.  
 (۳) محیط روی گازهای درون سیلندر کار انجام می‌دهد.  
 (۴) این واکنش در فشار ثابت انجام می‌شود.

(سراسری تجربی ۸۷ - فارغ از کشور)

۷۸- کدام مطلب درباره‌ی واکنش سوختن گاز پروپان در یک سیلندر با پیستون متحرک، نادرست است؟

- (۱) علامت  $\Delta V$  در این سامانه مثبت است.  
 (۲) مقداری از انرژی واکنش به کار مکانیکی تبدیل می‌شود.  
 (۳) گرمای مبادله شده در این واکنش، آنتالپی واکنش نامیده می‌شود.  
 (۴) تغییر انرژی درونی سامانه، هم‌ارز گرمای مبادله شده با محیط است.

۷۹- در ظرفی با پیستون متحرک مقداری گاز پروپان ( $C_3H_8$ ) سوزانده می‌شود. در این سیستم علامت  $w$  و  $\Delta E$  به ترتیب کدام است؟

(سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)

- (۱) مثبت - مثبت (۲) مثبت - منفی (۳) منفی - مثبت (۴) منفی - منفی

(سراسری تجربی ۸۵ - فارغ از کشور)

۸۰- در ظرفی با پیستون متحرک مقداری گاز متان ( $CH_4$ ) سوزانده می‌شود. کدام اظهار نظر نادرست است؟

- (۱)  $\Delta V = 0$  (۲)  $w = 0$  (۳)  $\Delta E = q$  (۴)  $\Delta E = w$

۸۱- در ظرفی با پیستون متحرک واکنش تهیه‌ی آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن صورت می‌پذیرد. در این سامانه علامت  $\Delta V$  و  $w$  به

ترتیب کدام است؟

- (۱) مثبت - مثبت (۲) مثبت - منفی (۳) منفی - مثبت (۴) منفی - منفی



۸۲- فرض کنید که واکنش: گرما  $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH(g)} +$  در سیلندری با یک پیستون متحرک انجام می‌گیرد. کدام مقایسه در مورد  $\Delta E$  و  $\Delta H$  درست است؟

$$\Delta E < \Delta H \quad (2)$$

$$\Delta E > \Delta H \quad (1)$$

$$\Delta E = \Delta H \quad (3)$$

(۴) اطلاعات برای پاسخ‌گویی کافی نیست.

۸۳- در کدام یک از حالت‌های زیر، سامانه انرژی به دست می‌آورد؟

$$\Delta E < 0 \quad (4)$$

$$q < 0 \quad (3)$$

$$W < 0 \quad (2)$$

$$\Delta V < 0 \quad (1)$$

### تابع حالت و تابع مسیر

۸۴- کدام یک از گزینه‌های زیر تابع حالت نیست؟

(۴) آنتالپی

(۳) انرژی درونی

(۲) گرما

(۱) دما

۸۵- یک مول اوکتان (یکی از اجزای بنزین) را یک بار در موتور اتومبیل و بار دیگر در ظرفی سرباز می‌سوزانیم. پس از این آزمایش کدام نتیجه حاصل می‌شود؟

(۲) کار انجام یافته در هر دو مورد یکسان است.

(۱) گرمای آزاد شده در هر دو مورد یکسان است.

(۳) مجموع کار انجام یافته و گرمای آزاد شده در هر دو مورد یکسان است. (۴) گرمای آزاد شده در موتور اتومبیل نسبت به ظرف سرباز بیش‌تر است.

(سراسری ریاضی - ۸۵)

۸۶- کدام عبارت، نادرست است؟

(۱) اگر اوکتان در یک ظرف سرباز بسوزد،  $\Delta E$  به صورت گرما ظاهر می‌شود.

(۲) مقدار انرژی درونی هر سامانه، به مسیر انجام فرایند در آن، بستگی دارد.

(۳) اگر اوکتان در موتور خودرو بسوزد، بخش عمده‌ی  $\Delta E$  به صورت گرما ظاهر می‌شود.

(۴) مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل هر سامانه، انرژی درونی آن، نام دارد.

### آنتالپی و تغییرات آنتالپی

(آزاد تهری ۸۶ + ۱ بار تکرار مشابه)

۸۷- مفهوم آنتالپی چیست؟

(۲) گرمایی که ضمن تشکیل یک مول از ماده تولید می‌شود.

(۱) گرمای حاصل از تشکیل یک مول پیوند را گویند.

(۴) تغییر انرژی یک سیستم در فشار ثابت را گویند.

(۳) گرمای لازم برای انجام یک واکنش را گویند.

۸۸- مقدار ..... که در واکنش‌های شیمیایی تبادل می‌شود، به طور معمول، به شکل انرژی ..... آزاد یا جذب می‌شود و اگر در ..... ثابت باشد، آنتالپی نامیده می‌شود.

(سراسری تهری - ۸۴)

(۴) انرژی‌ای - گرمایی - فشار

(۳) انرژی‌ای - گرمایی - حجم

(۲) گرمایی - شیمیایی - فشار

(۱) گرمایی - شیمیایی - حجم

(رهروی پیش‌دانشگاهی - ۷۶)

۸۹- گرمای یک واکنش در فشار ثابت را با کدام علامت نشان می‌دهند؟

$$\Delta q \quad (4)$$

$$\Delta E \quad (3)$$

$$\Delta V \quad (2)$$

$$\Delta H \quad (1)$$

۹۰- در فرایندهای گرماگیر، آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها از آنتالپی فرآورده‌ها ..... است و  $\Delta H$  همواره ..... می‌باشد.

(۴) بزرگ‌تر - منفی

(۳) بزرگ‌تر - مثبت

(۲) کوچک‌تر - منفی

(۱) کوچک‌تر - مثبت

۹۱- در یک واکنش گرماده سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده از سطح انرژی فرآورده‌ها ..... و  $\Delta H$  واکنش ..... است. (آزاد تهری - ۸۵)

(۴) کم‌تر - مثبت

(۳) بیش‌تر - مثبت

(۲) کم‌تر - منفی

(۱) بیش‌تر - منفی

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۹۲- در یک واکنش گرماده:

(۲) فعالیت شیمیایی فرآورده‌ها بیش‌تر می‌شود.

(۱) محتوای انرژی فرآورده‌ها بیش‌تر می‌شود.

(۴) انرژی پیوند فرآورده‌ها کم‌تر می‌شود.

(۳) فعالیت شیمیایی فرآورده‌ها کم‌تر می‌شود.

۹۳- در کدام یک از گزینه‌های زیر، علامت تغییر مورد اشاره منفی است؟

(۲) آنتالپی فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها بالاتر است.

(۱) سیستم روی محیط پیرامون کار انجام می‌دهد.

(۴) گرما از محیط به سیستم منتقل می‌شود.

(۳) سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها از فرآورده‌ها پایین‌تر است.



## فرایندهای گرماگیر و گرمادهی مهم

۹۴- کدامیک از فرایندهای زیر گرماده است؟

- (۱) شکستن پیوند (۲) تجزیه‌ی سدیم کربنات (۳) انحلال آمونیوم نترات در آب (۴) انحلال سدیم اکسید در آب

۹۵- در کدامیک از فرایندهای زیر  $\Delta H > 0$  می‌باشد؟

- (۱) میعان (۲) انجماد (۳) تبخیر (۴) چگالش

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۹۶- در دو تبدیل زیر آنتالپی به ترتیب چگونه است؟



(۱) در اولی مثبت و در دومی منفی است.

(۲) در اولی منفی و در دومی مثبت است.

(۳) در هر دو مثبت است.

(۴) در هر دو منفی است.

(آزاد پزشکی - ۸۴)

۹۷- با توجه به تبدیل  $\text{H}_2\text{O}(s) + 6.02 \text{ kJ} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$  در فشار ثابت، تغییر آنتالپی کدام است؟

- (۱)  $\Delta H < 0$  (۲)  $\Delta H > 0$  (۳)  $\Delta H = 0$  (۴) تغییر آنتالپی قابل صرف‌نظر است.

۹۸- سوختن نفت و ..... دو نمونه از فرایندهای گرما ..... هستند که در زندگی با آن‌ها سر و کار داریم و  $\Delta H$  آن‌ها، مقداری ..... است.

(سراسری تهرانی - ۸۱)

(۱) بخار شدن آب - ده - مثبت

(۲) حل شدن کلسیم کلرید خشک در آب - گیر - منفی

(۳) حل شدن کلسیم کلرید خشک در آب - ده - منفی

(۴) ذوب شدن یخ - گیر - منفی

۹۹- ذوب شدن یخ فرایندی گرما ..... است. این گرما صرف غلبه بر ..... می‌شود.

(۱) گیر - پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب

(۲) ده - پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب

(۳) گیر - پیوندهای کووالانسی درون مولکول‌های آب

(۴) ده - پیوندهای کووالانسی درون مولکول‌های آب

(سراسری ریاضی - ۸۴)

۱۰۰- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) دمای هر جسم، معیاری از درجه‌ی گرمی آن است.

(۲) هنگام تبدیل بخار آب به باران، مقداری گرما جذب می‌شود.

(سراسری تهرانی - ۸۴)

۱۰۱- در واکنش انفجار نیتروگلیسرین، از تجزیه‌ی هر مول از آن، ..... مول فراورده به وجود می‌آید و علامت  $\Delta H$  آن، ..... است.

(سراسری تهرانی - ۸۴)

(۱) ۷/۲۵، منفی

(۲) ۷/۲۵، مثبت

(۳) ۷/۵۰، منفی

(۴) ۷/۵۰، مثبت

۱۰۲- نیتروگلیسرین بر اثر اندکی گرما یا وارد شدن ضربه طی واکنش زیر تجزیه می‌شود.



در این واکنش به ازای هر مول نیتروگلیسرین  $5.72 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$  گرما آزاد می‌شود. کدام عبارت در مورد تغییر آنتالپی و انجام شدن کار در واکنش فوق درست است؟

(فکر کنید - صفحه‌ی ۵۳ کتاب درسی)

(۱)  $\Delta H = -5.72 \times 10^3 \text{ kJ}$  و بر اثر انجام شدن این واکنش در فشار ثابت کار انجام می‌شود.(۲)  $\Delta H = -5.72 \times 10^3 \text{ kJ}$  و بر اثر انجام شدن این واکنش در فشار ثابت کار انجام نمی‌شود.(۳)  $\Delta H = -22/8 \times 10^3 \text{ kJ}$  و بر اثر انجام شدن این واکنش در فشار ثابت کار انجام می‌شود.(۴)  $\Delta H = -22/8 \times 10^3 \text{ kJ}$  و بر اثر انجام شدن این واکنش در فشار ثابت کار انجام نمی‌شود.

۱۰۳- سطح انرژی کدامیک پایین‌تر است؟

(۱) یک گرم  $\text{H}_2(g)$  (۲) یک گرم  $\text{H}(g)$  (۳) یک گرم  $\text{H}_2\text{O}(l)$  (۴) یک گرم  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 

## موارد مؤثر در آنتالپی یک واکنش

۱۰۴- کدامیک از موارد زیر در مقدار آنتالپی یک واکنش شیمیایی مؤثر نیست؟

(۱) مقدار مواد واکنش‌دهنده

(۲) چگالی مواد واکنش‌دهنده

(۳) دما و فشار سیستم

(۴) حالت فیزیکی مواد



۱۰۵- در ارتباط با آزمایش تعیین گرمای خنثی شدن محلول سود با محلول اسید، کدام مطلب نادرست است؟ (سراسری ریاضی - ۷۵)

- (۱) گرمای واکنش را می‌توان برابر  $\Delta H$  واکنش خنثی شدن در نظر گرفت.  
 (۲) محلول‌های سود و اسید را پس از برداشتن از ظرف آن‌ها بلافاصله باید در گرماسنج ریخت.  
 (۳) گرمای خنثی شدن یک مول سود به وسیله‌ی اسید حدود ۵۸ کیلوژول است.  
 (۴) گرمای خنثی شدن یک مول سود با هیدروکلریک اسید یا با سولفوریک اسید تقریباً برابر است.
- ۱۰۶- اگر یک فرایند فیزیکی یا شیمیایی معکوس (وارونه) شود، تغییر آنتالپی آن ..... می‌شود.
- (۱) عکس (۲) قرینه (۳) نصف (۴) دو برابر

۱۰۷- با توجه به واکنش  $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ ،  $\Delta H = 180/6 kJ$  مقدار  $\Delta H$  در واکنش  $NO(g) \rightarrow \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$  کدام است؟

- (۱)  $-361/2$  (۲)  $+90/3$  (۳)  $-180/6$  (۴)  $-90/3$

۱۰۸- از سوختن  $1/20$  گرم منیزیم در گاز اکسیژن،  $30/09 kJ$  گرما آزاد می‌شود. گرمای لازم برای واکنش تجزیه‌ی  $2MgO \rightarrow 2Mg + O_2$  بر حسب کیلوژول کدام است؟ ( $mg = 24g \cdot mol^{-1}$ ) (المپیاد - ۷)

- (۱)  $60/18$  (۲)  $60/18$  (۳)  $1203/6$  (۴)  $2407/2$

### حالت استاندارد ترمودینامیکی

۱۰۹- حالت استاندارد ترمودینامیکی، پایدارترین شکل ..... در فشار ..... و معمولاً دمای ..... تعریف می‌شود.

- (۱) یک عنصر - یک اتمسفر -  $25^\circ C$   
 (۲) یک عنصر -  $25^\circ C$  -  $76 cmHg$   
 (۳) ماده‌ی خالص - یک اتمسفر -  $0^\circ C$   
 (۴) ماده‌ی خالص -  $76 cmHg$  - اتاق
- ۱۱۰- در شرایط STP، دما ..... ولی در حالت استاندارد ترمودینامیکی معمولاً دما ..... تعریف می‌شود.
- (۱)  $0^\circ C - 25^\circ C$  (۲)  $25^\circ C - 0^\circ C$  (۳)  $0^\circ C - 100^\circ C$  (۴)  $100^\circ C - 25^\circ C$
- ۱۱۱- ..... به عنوان حالت استاندارد اکسیژن و ..... به عنوان حالت استاندارد کربن انتخاب می‌شود.
- (۱) اوزون ( $O_3$ ) - گرافیت (۲) اوزون ( $O_3$ ) - الماس  
 (۳) اکسیژن معمولی ( $O_2$ ) - گرافیت (۴) اکسیژن معمولی ( $O_2$ ) - الماس

۱۱۲- دو معادله‌ی واکنش زیر را که هر دو مربوط به سوختن پروپان است. در نظر بگیرید:



تغییر آنتالپی واکنش ..... می‌تواند نشان‌دهنده‌ی آنتالپی استاندارد ( $\Delta H^\circ$ ) واکنش باشد و تغییر آنتالپی واکنش ..... منفی تر

است. (متن صفحه‌ی ۵۴ کتاب درسی)

- (۱) شماره‌ی ۱ - شماره‌ی ۱ (۲) شماره‌ی ۲ - شماره‌ی ۲ (۳) شماره‌ی ۱ - شماره‌ی ۲ (۴) شماره‌ی ۲ - شماره‌ی ۱

### آنتالپی استاندارد تشکیل

۱۱۳- کدام گزینه در مورد واکنش استاندارد تشکیل یک ماده نادرست است؟

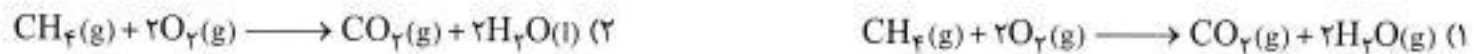
- (۱) واکنشی است که در آن یک مول از یک ماده از عنصرهای سازنده‌اش تشکیل می‌شود.  
 (۲) در این واکنش، همه‌ی مواد شرکت‌کننده در واکنش باید در حالت استاندارد خود باشند.  
 (۳) تغییر آنتالپی این واکنش را گرمای استاندارد تشکیل می‌گویند.  
 (۴) آنتالپی استاندارد تشکیل بسیاری از مواد مثبت است.

۱۱۴- کدام گزینه معادله‌ی واکنش استاندارد تشکیل آب را به درستی نشان می‌دهد؟





۱۱۵- کدام گزینه معادله‌ی واکنش استاندارد تشکیل کربن دی‌اکسید را به درستی نشان می‌دهد؟



(آزاد تهرانی - ۷۶)

۱۱۶- در کدام مورد انرژی مبادله شده برابر گرمای تشکیل مولی است؟



(المیباد مرمله‌ی دوم - اردیبهشت ۷۷)

۱۱۷- آنتالپی استاندارد تشکیل مولی لیتیم فلئورید، آنتالپی کدام واکنش زیر است؟



۱۱۸- با توجه به معادله‌ی  $2\text{C}(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CH}_4(\text{g}) + 150\text{kJ}$  آنتالپی استاندارد تشکیل متان بر حسب kJ کدام است؟

(۱) -۱۵۰ (۲) +۱۵۰ (۳) -۷۵ (۴) +۷۵

(آزاد ریاضی - ۷۳)

۱۱۹- براساس واکنش  $\text{N}_2 + \text{O}_2 + 42\text{kcal} \longrightarrow 2\text{NO}$ ، آنتالپی تشکیل مولی NO کدام است؟

(۱) ۶۳ (۲) ۴۲ (۳) ۲۴ (۴) ۲۱

(آزاد ریاضی - ۷۴)

۱۲۰- براساس واکنش  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3 + 22\text{kcal}$ ، آنتالپی تشکیل آمونیاک بر حسب کیلوکالری بر مول کدام است؟

(۱) +۱۱ (۲) -۲۲ (۳) -۱۱ (۴) +۲۲

(آزاد ریاضی - ۸۱)

۱۲۱- با توجه به رابطه‌ی  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -286\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، گرمای تشکیل  $\frac{1}{36}$  گرم آب چه قدر است؟ ( $\text{H}_2\text{O} = 18$ )

(۱)  $2/86\text{kJ}$  (۲)  $5/72\text{kJ}$  (۳)  $40/96\text{kJ}$  (۴)  $1/42\text{kJ}$

۱۲۲- آنتالپی استاندارد تشکیل پایدارترین دگر شکل یک ..... در حالت ..... صفر در نظر گرفته می‌شود.

(۱) عنصر - جامد (۲) ترکیب - جامد (۳) عنصر - استاندارد (۴) ترکیب - استاندارد

۱۲۳- آنتالپی استاندارد تشکیل کدام یک برابر صفر است؟

(۱) HF(l) (۲) H<sub>2</sub>(l) (۳) H<sub>2</sub>(g) (۴) H(g)

(آزاد ریاضی - ۸۱)

۱۲۴- گرمای تشکیل مولی کدام یک از گونه‌های زیر صفر است؟

(۱) Na(l) (۲) H<sub>2</sub>O(g) (۳) Br<sub>2</sub>(l) (۴) I<sub>2</sub>(g)

(سراسری ریاضی - ۸۰)

۱۲۵- آنتالپی تشکیل کدام گونه، برابر صفر در نظر گرفته می‌شود؟

(۱) H<sub>2</sub>O(g) (۲) P<sub>4</sub>(s) (۳) MgO(s) (۴) CH<sub>4</sub>(g)

۱۲۶- در میان دگر شکل‌های کربن، آنتالپی استاندارد تشکیل ..... برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

(۱) الماس (۲) گرافیت (۳) زغال کک (۴) دوده

۱۲۷- آنتالپی تشکیل کدام حالت اکسیژن برابر صفر است؟

(۱) O<sub>2</sub>(g) (۲) O<sub>3</sub>(g) (۳) O(g) (۴) O<sub>2</sub>(l)

(آزاد پزشکی - ۷۵ و آزاد پزشکی - ۷۶)

۱۲۸- گرمای تشکیل مولی کدام هالید هیدروژن کم‌تر است؟

(۱) HF (۲) HI (۳) HCl (۴) HBr

(سراسری تجربی - ۷۵)

۱۲۹- کدام مطلب نادرست است؟

(۱) در فشار ثابت، گرمای یک واکنش برابر با تغییرات آنتالپی می‌باشد.

(۲) گرمای تشکیل عناصرها در حالت استاندارد صفر در نظر گرفته می‌شود.

(۳) در واکنش‌های گرماگیر  $E_p - E_r > 0$  است.

(۴) انرژی جنبش‌های مولکولی هر نمونه‌ی ماده، انرژی ذخیره‌ای آن است.

## آنتالپی استاندارد سوختن

۱۳۰- هنگامی که یک ..... از ماده‌ای در مقدار کافی ..... بسوزد، گرمای واکنش، آنتالپی سوختن آن ماده نامیده می‌شود.

(۱) گرم - گاز اکسیژن خالص (۲) مول - گاز اکسیژن خالص (۳) گرم - هوای خالص (۴) مول - هوای خالص

۱۳۱- در کدام گزینه مقدار  $q$  برابر با گرمای استاندارد سوختن گاز اتان می‌باشد؟



۱۳۲- در کدام گزینه مقدار  $q$  برابر با  $\Delta H^\circ$  سوختن کربن است؟



۱۳۳- با توجه به واکنش  $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O + 2880 \text{ kJ}$  آنتالپی استاندارد سوختن گاز اتان کدام است؟

(۱)  $2880 \text{ kJ}$  (۲)  $1440 \text{ kJ}$  (۳)  $-2880 \text{ kJ}$  (۴)  $-1440 \text{ kJ}$

۱۳۴- گرمای حاصل از سوختن یک گرم  $H_2$  در مقایسه با سوختن یک گرم  $H$  چگونه است؟

(۱) برابر (۲) کم‌تر (۳) بیش‌تر (۴) دو برابر

۱۳۵- آنتالپی سوختن الماس و گرافیت در شرایط یکسان به ترتیب  $-396 \text{ kJ.mol}^{-1}$  و  $-394 \text{ kJ.mol}^{-1}$  است. با توجه به این مطلب می‌توان

نتیجه گرفت که:

(۱) سوختن گرافیت گرماده‌تر است. (۲) گرافیت پایدارتر است.  
(۳) سطح انرژی الماس پایین‌تر است. (۴) انرژی پیوندهای  $C-C$  در الماس بیش‌تر است.

۱۳۶- گرمای سوختن یک مول از کدام یک از ترکیب‌های آلی زیر بیش‌تر است؟

(۱)  $CH_4$  (۲)  $C_2H_6$  (۳)  $C_2H_2$  (۴)  $C_3H_8$

۱۳۷- گرمای حاصل از واکنش سوختن یک مول از کدام هیدروکربن زیر کم‌تر است؟

(۱) اتیلن (۲) اتان (۳) متان (۴) استیلن

۱۳۸- گرمای واکنش سوختن کامل هر مول ..... از گرمای سوختن کامل هر مول ..... و دمای شعله‌ی سوختن آن .....

است. (فکر کنید صفحه‌ی ۵۶ کتاب درسی و سراسری ریاضی ۸۵ - شاره (ز کشور))

(۱) اتین - اتان - کم‌تر - بالاتر (۲) اتین - اتان - بیش‌تر - پایین‌تر (۳) اتان - اتین - کم‌تر - پایین‌تر (۴) اتان - اتین - بیش‌تر - بالاتر

۱۳۹- کدام مورد در واکنش سوختن اتیلن در مقایسه با سوختن استیلن کم‌تر است؟

(۱) تعداد مول‌های حاصل (۲) دمای حاصل (۳) گرمای واکنش (۴) مول‌های اکسیژن لازم

۱۴۰- اتن (اتیلن)، دارای فرمول مولکولی ..... است و در مولکول آن بین دو اتم کربن، یک پیوند ..... برقرار است و واکنش‌پذیری آن

در مقایسه با اتان ..... و دمای شعله‌ی سوختن آن در مقایسه با اتین ..... است. (سراسری ریاضی - ۸۶)

(۱)  $C_2H_2$  - سه‌گانه - بیش‌تر - کم‌تر (۲)  $C_2H_2$  - سه‌گانه - کم‌تر - بیش‌تر

(۳)  $C_2H_4$  - دوگانه - کم‌تر - بیش‌تر (۴)  $C_2H_4$  - دوگانه - بیش‌تر - کم‌تر

۱۴۱- علت اصلی بالاتر بودن دمای شعله‌ی سوختن استیلن در مقایسه با دمای سوختن اتان و اتیلن کدام است؟

(۱) بیش‌تر بودن انرژی پیوند  $C-H$  در مولکول استیلن (سراسری تهری ۷۹+۱ بار تکرار مشابه)

(۲) تشکیل تعداد مول‌های گازی کم‌تر در سوختن هر مول استیلن

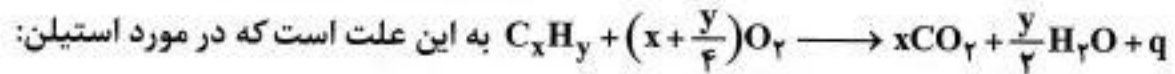
(۳) ناپایدارتر بودن مولکول استیلن

(۴) وجود پیوند سه‌گانه در مولکول استیلن



۱۴۲- بالاتر بودن دمای شعله‌ی سوختن استیلن نسبت به اتیلن یا اتان براساس واکنش کلی:

(سراسری ریاضی - ۷۲)



(۱)  $x + \frac{y}{4}$  کوچک‌تر است. (۲)  $x + \frac{y}{4}$  بزرگ‌تر است. (۳) مقدار  $q$  کم‌تر است. (۴) مقدار  $q$  بیش‌تر است.

۱۴۳- در جوشکاری از شعله‌ی سوختن گاز ..... استفاده می‌شود، زیرا ..... شعله‌ی سوختن یک مول از آن نسبت به ..... بالاتر است.

(۱) اتان - گرمای - اتیلن و استیلن

(۲) اتان - دمای - اتیلن و استیلن

(۳) استیلن - گرمای - اتان و اتیلن

(۴) استیلن - دمای - اتان و اتیلن

(سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور و سراسری تهری ۸۵ - فارغ از کشور)

۱۴۴- کدام مطلب درست است؟

(۱) هر مول اتان با چهار مول اکسیژن به‌طور کامل می‌سوزد.

(۲) شعله‌ی سوختن اتین از شعله‌ی سوختن اتان داغ‌تر می‌باشد.

(۳) گرمای سوختن مولی اتین از گرمای مولی سوختن اتان بیش‌تر است.

(۴) در واکنش سوختن اتن، شمار مول‌های واکنش‌دهنده از شمار مول‌های فراورده بیش‌تر است.

۱۴۵- گرمای سوختن کامل ۱ مول متان در اکسیژن در شرایط آزمایشگاه ۸۰۲ کیلوژول است. از سوختن ۱ گرم متان در شرایط فوق تقریباً چند کالری گرما آزاد می‌شود؟ ( $H = 1, C = 12$ )

(۱)  $50 \times 10^3$

(۲) ۱۲

(۳)  $50 \times 10^3$

(۴) ۱۲

۱۴۶- از سوختن یک مول گوگرد خالص در اکسیژن برای تولید گوگرد دی‌اکسید در حدود ۲۹۶ kJ گرما آزاد می‌شود. از سوختن ۱۰۰۰ g گوگرد که ۶۴٪ خالص است، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ (فرض کنید ناخالصی‌های همراه گوگرد در واکنش شرکت نمی‌کنند) ( $S = 32$ )

(۱) ۸۱۸۸

(۲) ۲۹۱۶

(۳) ۵۹۱۲

(۴) ۵۱۹۲

۱۴۷- با توجه به واکنش:  $\Delta H = -2056 \text{ kJ}$  و  $C_7H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$ ، اگر مخلوطی از گازهای پروپان و اکسیژن به حجم ۲۶/۸۸ لیتر (در شرایط STP) با هم به‌طور کامل واکنش دهند (چیزی از آن‌ها باقی نماند)، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

(سراسری ریاضی - ۸۷)

(۱) ۲۱۱/۴

(۲) ۲۱۴/۱

(۳) ۴۱۱/۲

(۴) ۴۱۸/۵

### آنتالپی استاندارد تبخیر

۱۴۸- وقتی ..... از ماده‌ای در دمای جوش خود تبخیر شود، تغییر آنتالپی مربوط به این عمل، آنتالپی استاندارد تبخیر آن ماده نامیده می‌شود.

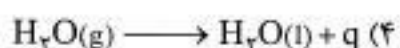
(۱) یک گرم

(۲) یک کیلوگرم

(۳) یک میلی‌گرم

(۴) یک مول

۱۴۹- در کدام گزینه مقدار  $q$  برابر با آنتالپی استاندارد تبخیر ماده‌ی موردنظر می‌باشد؟



۱۵۰- اگر برای تبدیل ۵ گرم آب با دمای  $100^\circ C$  به ۵ گرم بخار آب با دمای  $100^\circ C$  مقدار  $12/24 \text{ kJ}$  گرما لازم باشد، گرمای تبخیر مولی آب در این دما، چند کیلوژول بر مول است؟ ( $O = 16, H = 1$ )

(سراسری ریاضی ۸۴ + ۱ بار تکرار مشابه)

(۱) ۳۶/۶۲

(۲) ۴۳/۹۲

(۳) ۷۳/۲۴

(۴) ۸۷/۸۴

(مدول ۴ صفحه‌ی ۵۶ کتاب درسی)

۱۵۱- آنتالپی تبخیر کدام دو ماده به یک‌دیگر نزدیک‌تر است؟

(الف)  $Ar(l)$

(ب)  $Hg(l)$

(ج)  $C_7H_5OH(l)$

(د)  $H_2O(l)$

(۱) الف و ب

(۲) ج و د

(۳) الف و ج

(۴) ب و د



۱۵۲- با توجه به داده‌های جدول زیر، اگر اعداد ارایه شده در گزینه‌ها، دمای جوش این چهار ماده باشند، کدام دما را می‌توان به نقطه‌ی

(سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)

جوش (برحسب °C) ماده‌ی B نسبت داد؟

مایع	A	B	C	D
آنتالپی تبخیر (kJ.mol <sup>-1</sup> )	۳۰	۳۸/۶	۲۹/۲	۲۶

۳۴/۶ (۱)

۶۱/۳ (۲)

۷۶/۷ (۳)

۷۸/۵ (۴)

### آنتالپی استاندارد ذوب

۱۵۳- کدام بیان زیر تعریف دقیقی از آنتالپی استاندارد ذوب است؟

- (۱) وقتی یک گرم ماده‌ی جامد در دمای ذوب خود به مایع تبدیل شود، تغییر آنتالپی این فرایند را آنتالپی ذوب آن ماده می‌گویند.
- (۲) وقتی یک مول ماده‌ی جامد در دمای ذوب خود به مایع تبدیل شود، تغییر آنتالپی این فرایند را آنتالپی ذوب آن ماده می‌گویند.
- (۳) مقدار گرمای لازم برای ذوب مقدار معینی از یک ماده را آنتالپی استاندارد ذوب آن ماده می‌نامند.
- (۴) مقدار گرمای داده شده به محیط جهت ذوب یک مول از ماده را آنتالپی استاندارد ذوب آن ماده می‌گویند.

۱۵۴- در کدام گزینه مقدار q بیان گر آنتالپی استاندارد ذوب است؟



۱۵۵- برای ذوب یک گرم روی جامد در دمای °C ۴۱۹، در حدود ۲۰۰۰J گرما لازم است. تفاوت محتوای انرژی میان یک مول روی جامد و یک

(آزاد تجربی - ۸۱)

مول روی مذاب در دمای ذوب چه قدر است؟ (Zn = ۶۵)

۴۱۹kJ (۱)      ۱۳۰kJ (۲)      ۲۰۰kJ (۳)      ۶۵kJ (۴)

۱۵۶- آنتالپی ذوب کدام گزینه از بقیه بالاتر است؟

(۱) متان      (۲) دی‌اتیل‌اتر      (۳) بنزن      (۴) سدیم

(جدول ۵ صفحه‌ی ۵۷ کتاب درسی)

۱۵۷- آنتالپی ذوب کدام دو ماده به یکدیگر نزدیک‌تر است؟

الف (Ar(s))      ب (CH<sub>4</sub>(s))      ج (H<sub>2</sub>O(s))      د (Hg(s))  
 الف و ب (۱)      ج و د (۲)      الف و ج (۳)      ب و د (۴)

۱۵۸- کدام عبارت در مورد مقایسه‌ی آنتالپی تبخیر و آنتالپی ذوب یک ماده درست است؟

(هنگر کلید صفحه‌ی ۵۷ کتاب درسی با کمی تغییر)

(۱) آنتالپی تبخیر مواد همیشه از آنتالپی ذوب آن‌ها بالاتر است.

(۲) آنتالپی ذوب مواد همیشه از آنتالپی تبخیر آن‌ها بالاتر است.

(۳) مقدار آنتالپی تبخیر و آنتالپی ذوب یک ماده تقریباً با هم برابر است.

(۴) برای مقایسه‌ی آنتالپی تبخیر و آنتالپی ذوب یک ماده باید به نیروهای بین‌ذره‌ای آن توجه کنیم.

### آنتالپی استاندارد تصعید

۱۵۹- آنتالپی استاندارد تصعید برابر با تغییر آنتالپی فرایند تصعید ..... از ماده می‌باشد.

(۱) مقدار معینی      (۲) یک گرم      (۳) یک کیلوگرم      (۴) یک مول

۱۶۰- در کدام گزینه مقدار q برابر با آنتالپی استاندارد تصعید ماده‌ی مورد نظر نمی‌باشد؟



۱۶۱- برای تصعید ۰/۲۲ گرم CO<sub>2</sub> جامد ۰/۱۲۶ کیلوژول گرما لازم است. گرمای تصعید مولی کربن دی‌اکسید چند کیلوژول می‌باشد؟

(آزاد پزشکی - ۸۵)

(O = ۱۶, C = ۱۲)

۲۵/۲ (۱)      ۵۰/۴ (۲)      ۱۲/۶ (۳)      ۶۰/۲ (۴)



## متوسط آنتالپی پیوند (انرژی تفکیک پیوند)

۱۶۲- مقدار انرژی لازم برای شکستن ..... پیوند و تبدیل آن به ..... اتم جدا از هم گازی، انرژی تفکیک پیوند نامیده می‌شود.

- (۱) یک مول - یک مول (۲) دو مول - دو مول (۳) یک مول - دو مول (۴) دو مول - یک مول

(سراسری تهرپی - ۸۰)

۱۶۳- بنا به تعریف، انرژی تبادل شده در کدام واکنش، انرژی پیوند  $H-F$  محسوب می‌شود؟



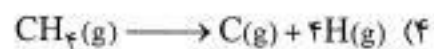
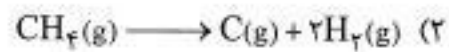
۱۶۴- تغییر آنتالپی برای معادله  $OF_2 \longrightarrow O + 2F$  برابر  $268 \text{ kJ}$  است. میانگین انرژی پیوند اکسیژن و فلوئور در این مولکول چه قدر

است؟ (آزاد ریاضی - ۸۰)

- (۱)  $268 \text{ kJ}$  (۲)  $736 \text{ kJ}$  (۳)  $184 \text{ kJ}$  (۴)  $92 \text{ kJ}$

۱۶۵- اگر میانگین آنتالپی پیوند  $C-H$  در مولکول متان، برابر  $412 \text{ kJ.mol}^{-1}$  در نظر گرفته شود،  $\Delta H$  کدام واکنش برابر  $1648 \text{ kJ}$  است؟

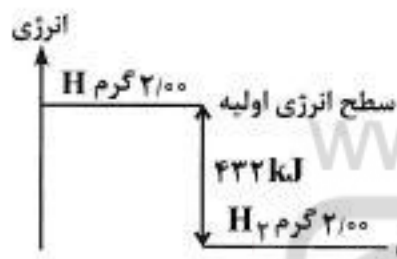
(سراسری ریاضی ۸۷ + ۱ بار تکرار مشابه)



۱۶۶- با توجه به شکل روبه‌رو تفاوت محتوای انرژی یک گرم  $H$  و محتوای انرژی یک

گرم  $H_2$  است؟ (بر حسب کیلوژول)

(آزاد تهرپی - ۷۶)

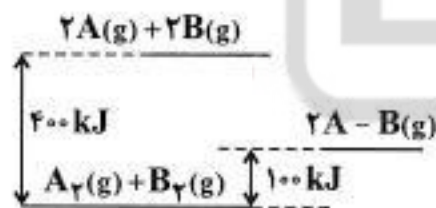


- (۱)  $432$  (۲)  $216$  (۳)  $324$  (۴)  $864$

۱۶۷- با توجه به نمودار، انرژی پیوند  $A-B$  بر حسب  $\text{kJ.mol}^{-1}$  کدام است؟  $A$  و  $B$  را به

صورت اتم در نظر بگیرید).

(دهمین المپیاد مرحله اول - بهمن ۷۸)



- (۱)  $400$  (۲)  $200$  (۳)  $300$  (۴)  $150$

۱۶۸- کدام مقایسه در مورد آنتالپی پیوند و آنتالپی تشکیل پیوند صحیح است؟

- (۱) آنتالپی یک پیوند عکس آنتالپی تشکیل همان پیوند است.  
(۲) آنتالپی یک پیوند قرینه‌ی آنتالپی تشکیل همان پیوند است.  
(۳) آنتالپی یک پیوند همواره کمتر از آنتالپی تشکیل همان پیوند است.  
(۴) آنتالپی یک پیوند نصف آنتالپی تشکیل همان پیوند است.

## عوامل مؤثر بر انرژی پیوند

۱۶۹- انرژی پیوند کدام هالید هیدروژن کمتر است؟

- (۱)  $HF$  (۲)  $HCl$  (۳)  $HBr$  (۴)  $HI$

۱۷۰- طول پیوند دوگانه‌ی  $C=C$  در مولکول اتیلن، در مقایسه با طول پیوند یگانه‌ی  $C-C$  در مولکول اتان ..... و انرژی آن در

(آزاد ریاضی - ۸۶)

مقایسه با انرژی پیوند یگانه‌ی  $C-C$  در مولکول اتان ..... است.

- (۱) بلندتر - بیشتر (۲) بلندتر - کمتر (۳) کوتاه‌تر - بیشتر (۴) کوتاه‌تر - کمتر





۱۷۹- وقتی ۰/۴۶ گرم سدیم جامد در دما و فشار ثابت آزمایشگاه با آب واکنش می‌دهد، ۳۶۸۰ ژول گرما آزاد می‌شود. با توجه به آن  $\Delta H$  واکنش زیر در دما و فشار ثابت آزمایشگاه برحسب کیلوژول کدام است؟ ( $\text{Na} = ۲۳$ ) (المپیاد - ۷۹)



(۱) -۳۶۸ (۲) -۱۸۴ (۳) +۱۸۴ (۴) +۳۶۸

۱۸۰- با توجه به واکنش  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + ۸۱۰ \text{kJ}$  از سوختن یک لیتر گاز متان چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

(۱) ۵۹ (۲) ۴۱ (۳) ۳۶ (۴) ۲۷ (آزاد تجربی - ۷۴)

۱۸۱- با توجه به واکنش  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + ۱۹۴ \text{kcal}$  از سوختن مقداری گاز متان که در شرایط STP، ۵/۶ لیتر حجم دارد، چند کیلوکالری گرما آزاد می‌شود؟

(۱) ۹۷ (۲) ۳۸/۸ (۳) ۴۸/۵ (۴) ۱۹/۴ (آزاد ریاضی - ۷۴)

۱۸۲- با توجه به واکنش:  $\text{H}_2\text{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O(g)}, \Delta H = -۲۴۲ \text{kJ}$ ، اگر مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن به حجم ۱۳/۴۴

لیتر در شرایط STP، بر اثر جرقه، به طور کامل با هم واکنش دهند (چیزی از آن‌ها باقی نماند)، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

(۱) ۸۶/۹ (۲) ۸۹/۶ (۳) ۹۶/۸ (۴) ۹۸/۶ (سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

### تعیین گرمای واکنش با قانون هس

۱۸۳- روش گرماسنجی، روش ..... اندازه‌گیری گرمای یک واکنش است. بسیاری از واکنش‌ها در شرایط بسیار سختی انجام می‌شوند. گرمای چنین واکنش‌هایی از روش‌های ..... تعیین می‌شود.

(۱) مستقیم - مستقیم (۲) مستقیم - غیرمستقیم (۳) غیرمستقیم - مستقیم (۴) غیرمستقیم - غیرمستقیم

۱۸۴- کدام مطلب، بیانی از قانون هس است؟ (سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور و سراسری تجربی - ۸۷)

(۱)  $\Delta H$  هر واکنش چند مرحله‌ای، برابر جمع جبری مقادیر  $\Delta H$  های همه‌ی مراحل آن است.

(۲)  $\Delta H$  واکنش‌هایی که در فشار ثابت انجام می‌گیرند، هم‌ارز با گرمای مبادله شده است.

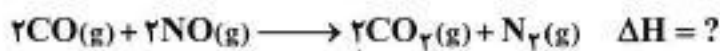
(۳) هر تغییر شیمیایی یا فیزیکی به طور طبیعی در جهتی پیشرفت می‌کند که به سطح انرژی پایین‌تر و آنتروپی بیش‌تر برسد.

(۴) در تغییرات شیمیایی یا فیزیکی، انرژی از بین نمی‌رود و به وجود نمی‌آید، بلکه از صورتی به صورت دیگر مبدل می‌شود.

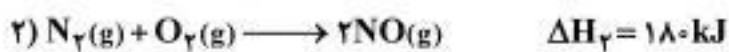
۱۸۵- قانون هس به این دلیل برقرار است که آنتالپی، یک تابع ..... و یک کمیت ..... است.

(۱) مسیر - جمع‌پذیر (۲) مسیر - غیرجمع‌پذیر (۳) حالت - جمع‌پذیر (۴) حالت - غیرجمع‌پذیر

۱۸۶-  $\text{CO}$  و  $\text{NO}$  دو گاز آلوده‌کننده‌ی هوا هستند که از آگزوز خودروها خارج می‌شود. یک شیمی‌دان محیط زیست از طریق واکنش زیر راه‌های تبدیل این گازها را به گازهای کم‌ضررتر بررسی کرده است.



با استفاده از اطلاعات داده شده برای واکنش‌های زیر،  $\Delta H$  واکنش بالا کدام است؟ (فهد یا بیازماید - صفحه‌ی ۶۳ کتاب درسی - شماره‌ی ۱)



(۱) -۳۸۶ (۲) -۳۷۳ (۳) -۲۴۶ (۴) -۷۷۲

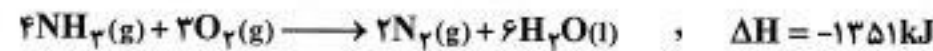
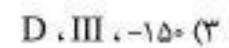
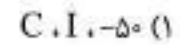
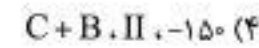
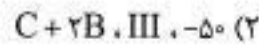
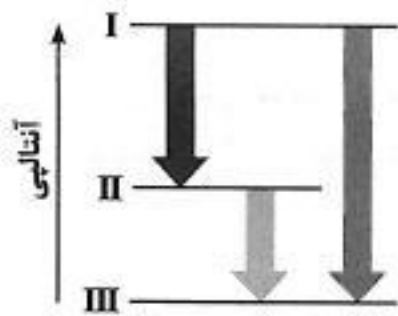
۱۸۷- براساس واکنش‌های روبه‌رو،  $\Delta H$  واکنش نمادین:  $\text{D} + \text{A} \rightarrow ۴\text{C}$ ، چند کیلوژول است؟ (سراسری ریاضی - ۸۸)



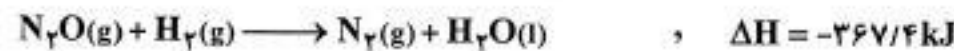
(۱) -۶۰ (۲) +۶۰ (۳) -۴۰ (۴) +۴۰



۱۸۸- با توجه به شکل روبه‌رو و معادله‌ی واکنش‌های زیر، می‌توان دریافت که  $\Delta H$  واکنش ۳، برابر با ..... کیلوژول است و ..... محتوای (سطح) انرژی ..... را نشان می‌دهد.



۱۸۹- با توجه به واکنش‌های روبه‌رو:



$\Delta H$  واکنش:  $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow 4\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  چند کیلوژول است؟

(سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور و سراسری تجربی - ۸۵ و ۸۸)

۱۱۲۰ (۴)

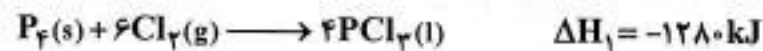
۱۱۰۰ (۳)

-۸۲۰ (۲)

-۹۲۰ (۱)

(المپیاد - ۷۸)

۱۹۰- با توجه به داده‌های زیر، گرمای واکنش  $\text{PCl}_3(\text{l}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{PCl}_5(\text{s})$  کدام است؟



+۴۹۶ (۴)

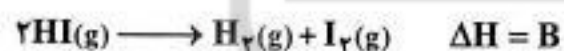
-۱۲۴ (۳)

+۱۲۴ (۲)

-۴۹۶ (۱)

(المپیاد - ۷۷)

۱۹۱- با توجه به داده‌های زیر، کدام گزینه درست است؟



$B + C - A = 0$  (۴)

$A + B + C = 0$  (۳)

$A + B - C = 0$  (۲)

$A + C - B = 0$  (۱)

۱۹۲- با توجه به معادله‌ی واکنش:  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ,  $\Delta H = -125/2 \text{ kJ}$  اگر آنتالپی تبخیر آب برابر با ۴۰/۷ کیلوژول بر مول باشد،  $\Delta H$  واکنش زیر کدام است؟

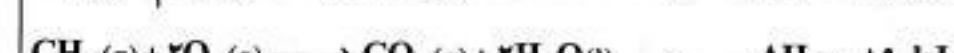


-۲۰۶/۶ kJ (۴)

-۱۶۵/۹ kJ (۳)

-۸۴/۵ kJ (۲)

-۴۳/۸ kJ (۱)



۱۹۳- با توجه به واکنش‌های:

(نمونه‌ی حل شده صفحه‌ی ۶۲ کتاب درسی و سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور)

آنتالپی استاندارد تشکیل متان، چند کیلوژول است؟

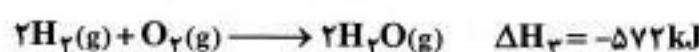
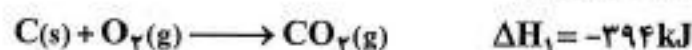
-۸۴ (۴)

-۸۳ (۳)

-۷۵ (۲)

-۷۶ (۱)

۱۹۴- براساس واکنش‌های روبه‌رو و داده‌های آن،  $\Delta H$  واکنش تشکیل گاز آب، چند کیلوژول بر مول است؟



(فود را بیامیید - صفحه‌ی ۶۳ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و سراسری تجربی ۸۵ - فارغ از کشور)

+۷۴۹ (۴)

+۴۰۰ (۳)

+۳۸۸ (۲)

+۱۷۸ (۱)



۱۹۵- اگر آنتالپی استاندارد تشکیل کربن دی‌اکسید برابر  $-۳۹۴\text{kJ}$  و تغییر آنتالپی تبدیل  $\text{CO}(\text{g})$  به  $\text{CO}_2(\text{g})$  برابر  $-۲۸۳\text{kJ}$  باشد، آنتالپی استاندارد تشکیل کربن مونواکسید کدام است؟

- (۱)  $+۶۷۷$  (۲)  $+۱۱۱$  (۳)  $-۱۱۱$  (۴)  $-۶۷۷$

۱۹۶- اگر آنتالپی استاندارد تشکیل آمونیاک برابر  $-۴۶\text{kJ}$  و تغییر آنتالپی تبدیل هر مول هیدرازین به آمونیاک برابر  $-۱۸۳\text{kJ}$  باشد، آنتالپی استاندارد واکنش تولید هیدرازین کدام است؟

- (۱)  $+۲۷۵$  (۲)  $+۹۱$  (۳)  $-۹۱$  (۴)  $-۲۷۵$

۱۹۷- با توجه به شکل روبه‌رو و داده‌های آن، کدام مطلب نادرست است؟

(شکل ۱۰ صفحه‌ی ۶۱ کتاب درسی و سراسری ریاضی - ۸۵)

(۱) واکنش سوختن گرافیت، دو مرحله‌ای است.

(۲) گرمای تشکیل گاز  $\text{CO}$  برابر با  $-۱۱۱\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  است.

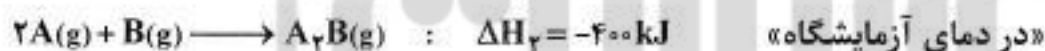
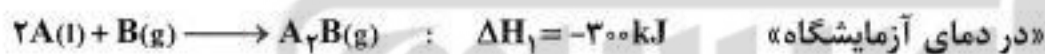
(۳) واکنش  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$  را می‌توان به روش تجربی، به آسانی انجام داد.

(۴)  $\Delta H$  واکنش  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$  را می‌توان به آسانی حساب کرد.

۱۹۸- اگر از سوختن یک گرم از هریک از گازهای اتن و هیدروژن و یک گرم گرافیت (s)، به ترتیب  $۵۰\text{kJ}$ ،  $۱۴۲\text{kJ}$  و  $۳۲/۵\text{kJ}$  گرما آزاد شود،  $\Delta H$  استاندارد تشکیل گاز اتن، چند کیلوژول بر مول است؟

- (۱)  $+۵۲$  (۲)  $-۶۴$  (۳)  $-۷۵/۳$  (۴)  $+۸۲/۴$

۱۹۹- گرمای لازم برای تبخیر ۱ مول  $\text{A}(\text{l})$  به  $\text{A}(\text{g})$  در فشار ثابت و در دمای آزمایشگاه با در نظر گرفتن معلومات زیر برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟



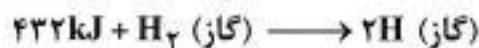
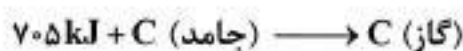
- (۱)  $۳۵۰$  (۲)  $۱۰۰$  (۳)  $۵۰$  (۴)  $۷۰۰$

۲۰۰- آنتالپی ذوب و تصعید یخ به ترتیب  $+۱۵/۵\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  و  $+۵۷/۳\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  است. آنتالپی تبخیر یخ چه قدر است؟

- (۱)  $-۴۱/۸\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  (۲)  $-۷۲/۸\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  (۳)  $+۴۱/۸\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  (۴)  $+۷۲/۸\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$

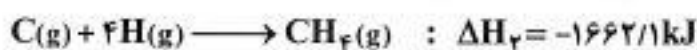
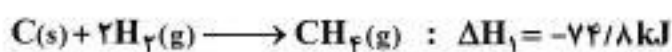
(المپیاد - ۸۰)

۲۰۱- از داده‌های زیر انرژی پیوند  $\text{C}-\text{H}$  را حساب کنید.



- (۱)  $۳۷۳/۵\text{kJ}$  (۲)  $۴۱۱\text{kJ}$  (۳)  $۳۰۳\text{kJ}$  (۴)  $۲۶۵/۵\text{kJ}$

۲۰۲- با در نظر گرفتن معلومات به شرح زیر و دانستن این که آنتالپی پیوند  $\text{H}-\text{H}$  برابر با  $۴۳۵\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-۱}$  می‌باشد، آنتالپی فرایند  $\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$  برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟



- (۱)  $+۱۴۳۴/۶$  (۲)  $+۱۳۰۱/۹$  (۳)  $+۸۶۶/۹$  (۴)  $+۷۱۷/۳$

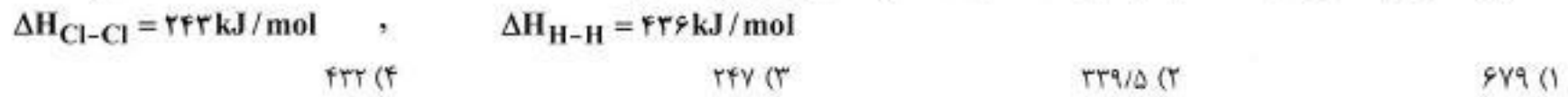
۲۰۳- برای شکستن پیوند  $\text{H}-\text{H}(\text{g})$  به  $۴۳۵\text{kJ}/\text{mol}$  انرژی در شرایط آزمایشگاه نیاز است. در ضمن از سوختن کامل ۱ مول گاز هیدروژن ( $\text{H}-\text{H}$ ) در اکسیژن در همان شرایط آزمایشگاه،  $۲۸۶\text{kJ}/\text{mol}$  گرما آزاد می‌شود. با در نظر گرفتن این معلومات، از سوختن

کامل ۱ گرم هیدروژن اتمی ( $\text{H}(\text{g})$ ) در اکسیژن در همان شرایط آزمایشگاه چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ ( $\text{H} = ۱$ ) (المپیاد - ۷۷)

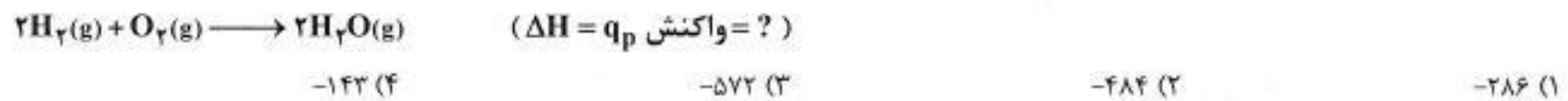
- (۱)  $۱۴۹$  (۲)  $۳۶۰/۵$  (۳)  $۷۲$  (۴)  $۷۴/۵$



۲۰۴- از تشکیل یک مول  $\text{HCl(g)}$  از مولکول‌های  $\text{H}_2(\text{g})$  و  $\text{Cl}_2(\text{g})$  در حدود  $92/5 \text{ kJ}$  گرما در شرایط آزمایشگاه آزاد می‌شود. گرمای تشکیل همان یک مول  $\text{HCl(g)}$  از اتم‌های  $\text{H(g)}$  و  $\text{Cl(g)}$  برحسب کیلوژول کدام است؟ (المپیاد - ۷۵)



۲۰۵- از سوختن ۱ گرم هیدروژن در گاز اکسیژن و تولید آب به حالت مایع، گرمایی برابر با  $143 \text{ kJ}$  در دما و فشار ثابت آزمایشگاه آزاد می‌شود و گرمای مولی تبخیر آب، در این شرایط برابر با  $44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  است. گرمای واکنش زیر برحسب کیلوژول کدام است؟ (المپیاد - ۷۶)



۲۰۶- وقتی ۱۰ گرم گاز هیدروژن با بخار یُد، در دما و فشار ثابت آزمایشگاه واکنش می‌دهد،  $47/4$  کیلوژول گرما آزاد می‌شود. اما وقتی همین مقدار گاز هیدروژن با ید جامد، در همان شرایط واکنش می‌دهد،  $264/8$  کیلوژول گرما مصرف می‌شود. با توجه به این داده‌ها  $\Delta H$  واکنش  $\text{I}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{I}_2(\text{s})$  برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (المپیاد - ۷۶)



### تعیین گرمای واکنش با آنتالپی استاندارد تشکیل

۲۰۷- انرژی مبادله‌شده در یک واکنش، عبارت است از:

- (۱) گرمای تولیدشده در محیط عمل  
(۲) حداقل انرژی لازم برای انجام واکنش  
(۳) انرژی حاصل از تشکیل پیوند فرآورده‌ها  
(۴) تفاوت آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها

۲۰۸- با استفاده از اطلاعات جدول زیر آنتالپی استاندارد واکنش سوختن اتانول کدام است؟ (نمونه‌ی مل شده - صفحه‌ی ۶۴ کتاب درسی)

ماده	$\Delta H^\circ$ تشکیل ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)}$	-۲۷۸
$\text{CO}_2(\text{g})$	-۳۹۴
$\text{H}_2\text{O(l)}$	-۲۸۶

۲۰۹- با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل داده شده، پیداکند آنتالپی واکنش تولید متانول از گازهای هیدروژن و کربن مونواکسید کدام است؟ (فهد را بیازمایید - صفحه‌ی ۶۵ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

ماده	$\Delta H^\circ$ تشکیل ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\text{CO(g)}$	-۱۱۱
$\text{CH}_3\text{OH(l)}$	-۲۳۹

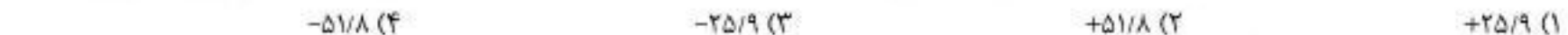
- (۱)  $+128$   
(۲)  $-128$   
(۳)  $+349$   
(۴)  $-349$

۲۱۰- آنتالپی واکنش تجزیه‌ی کلسیم کربنات با توجه به اطلاعات داده شده، کدام است؟ (فهد را بیازمایید - صفحه‌ی ۶۵ کتاب درسی - شماره‌ی ۲)

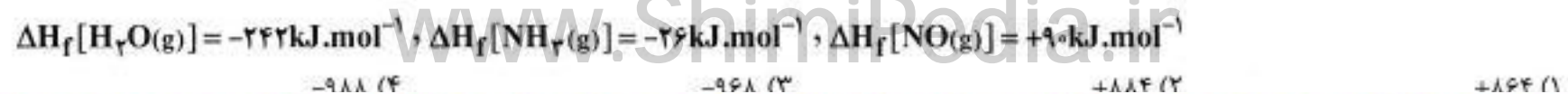
ماده	$\Delta H^\circ$ تشکیل ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\text{CaCO}_3(\text{s})$	-۱۲۰۷
$\text{CaO(s)}$	-۶۳۵
$\text{CO}_2(\text{g})$	-۳۹۴

- (۱)  $-965$   
(۲)  $+965$   
(۳)  $-178$   
(۴)  $+178$

۲۱۱- اگر آنتالپی تشکیل  $\text{HI(g)}$  برابر با  $+25/9$  کیلوژول بر مول باشد،  $\Delta H$  واکنش مقابل کدام است؟



۲۱۲- آنتالپی واکنش گازی  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  براساس گرمای تشکیل واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها که داده شده است، چند کیلوژول است؟ (سراسری ریاضی - ۸۶)





۲۱۳- آنتالپی های تشکیل استاندارد  $\text{CO}_2(\text{g})$ ،  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  و  $\text{C}_2\text{H}_8(\text{g})$  به ترتیب  $-394\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ،  $-286\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  و  $16\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  می باشد.

$\Delta H^\circ$  سوختن یک مول  $\text{C}_2\text{H}_8$  کدام است؟

- (۱)  $-2736\text{kJ}$  (۲)  $-696\text{kJ}$  (۳)  $+696\text{kJ}$  (۴)  $+2736\text{kJ}$

۲۱۴- اگر آنتالپی استاندارد تشکیل  $\text{CO}_2(\text{g})$ ،  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  و  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ ، برحسب کیلوژول برمول به ترتیب برابر با  $-242$ ،  $-393/5$  و  $+227$  باشد، از سوختن کامل  $0.2$  مول گاز اتین (استیلن)، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

(سراسری ریاضی - ۸۵)

- (۱)  $125/1$  (۲)  $124/2$  (۳)  $252/1$  (۴)  $251/2$

۲۱۵- اگر آنتالپی استاندارد تشکیل  $\text{SO}_2(\text{g})$  و  $\text{SO}_3(\text{g})$  به ترتیب برابر  $-296$  و  $-395$  کیلوژول برمول باشد، واکنش تبدیل  $\text{SO}_2(\text{g})$  به  $\text{SO}_3(\text{g})$  یک فرایند ..... است و  $\Delta H$  آن برابر ..... کیلوژول برمول می باشد.

- (۱) گرماگیر،  $-198$  (۲) گرماده،  $-198$  (۳) گرماگیر،  $-99$  (۴) گرماده،  $-99$

۲۱۶- با فرض این که انجام واکنش  $2\text{A} - \text{B}(\text{g}) \longrightarrow \text{A} - \text{A}(\text{g}) + \text{B} - \text{B}(\text{g})$  در دما و فشار ثابت با مبادله ی گرما همراه نباشد، آن گاه کدام گزینه برای آن درست است؟

(المپیاد - ۸۰)

(۱)  $2$  برابر گرمای تشکیل  $\text{AB} =$  گرمای تشکیل  $\text{B}_2 +$  گرمای تشکیل  $\text{A}_2$

(۲) انرژی پیوند  $\text{A} - \text{B} =$  انرژی پیوند  $\text{B} - \text{B} =$  انرژی پیوند  $\text{A} - \text{A}$

(۳) محتوای آنتالپی  $\text{AB} =$  محتوای آنتالپی  $\text{B}_2 =$  محتوای آنتالپی  $\text{A}_2$

(۴) گرمای تشکیل  $\text{AB} = 2$  برابر گرمای تشکیل  $\text{B}_2 + 2$  برابر گرمای تشکیل  $\text{A}_2$

۲۱۷- اگر  $\Delta H$  واکنش  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  برابر با  $-891/9\text{kJ}$  و گرمای تشکیل  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  و  $\text{CO}_2(\text{g})$  برحسب کیلوژول برمول به ترتیب برابر با  $-286/7$  و  $-393/5$  باشد، گرمای تشکیل گاز متان، چند کیلوژول برمول است؟

(سراسری تجربی  $84 + 1$  بار تکرار مشابه)

- (۱)  $-75$  (۲)  $-75/4$  (۳)  $-85$  (۴)  $-85/8$

۲۱۸- اگر  $\Delta H^\circ$  سوختن اتانول برابر با  $-1235/3$  کیلوژول برمول باشد،  $\Delta H^\circ$  تشکیل آن، چند کیلوژول برمول است؟ ( $\Delta H^\circ$  تشکیل  $\text{CO}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  برحسب کیلوژول برمول به ترتیب برابر با  $-393/5$  و  $-242$  است).

(سراسری تجربی  $86 + 7$  بار تکرار مشابه)

- (۱)  $-272/8$  (۲)  $-277/7$  (۳)  $-282/8$  (۴)  $-287/7$

۲۱۹- اگر گرمای سوختن متانول: برابر با  $638/8$  کیلوژول برمول باشد، گرمای تشکیل آن چند کیلوژول برمول است؟

$\Delta H^\circ$  تشکیل  $[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  و  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $[\text{CO}_2(\text{g})] = -393/5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(سراسری تجربی  $87 -$  فارغ از کشور)

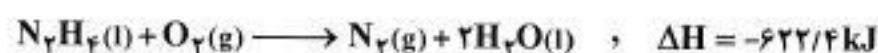
- (۱)  $-238/7$  (۲)  $-247/8$  (۳)  $-273/8$  (۴)  $-283/7$

۲۲۰- اگر ضمن سوختن کامل یک مول گاز بوتان،  $2657$  کیلوژول گرما آزاد شود و  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $\text{CO}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  به ترتیب برابر با  $-393/5$  و  $-242$  کیلوژول برمول باشد،  $\Delta H^\circ$  تشکیل گاز بوتان چند کیلوژول برمول است؟

(سراسری تجربی  $86 -$  فارغ از کشور)

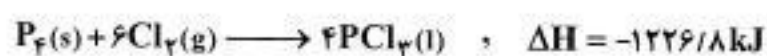
- (۱)  $-127$  (۲)  $+127$  (۳)  $-254$  (۴)  $+254$

۲۲۱- با توجه به معادله ی ترموشیمیایی زیر، اگر آنتالپی استاندارد تشکیل آب برابر با  $-286/0$  کیلوژول برمول باشد، آنتالپی استاندارد تشکیل هیدرازین کدام است؟



- (۱)  $+50/4$  (۲)  $-50/4$  (۳)  $+336/4$  (۴)  $-336/4$

۲۲۲- با توجه به معادله ی ترموشیمیایی زیر، آنتالپی تشکیل  $\text{PCl}_3(\text{l})$  چند کیلوژول برمول است؟



- (۱)  $-1226/8$  (۲)  $+1226/8$  (۳)  $-306/7$  (۴)  $+306/7$



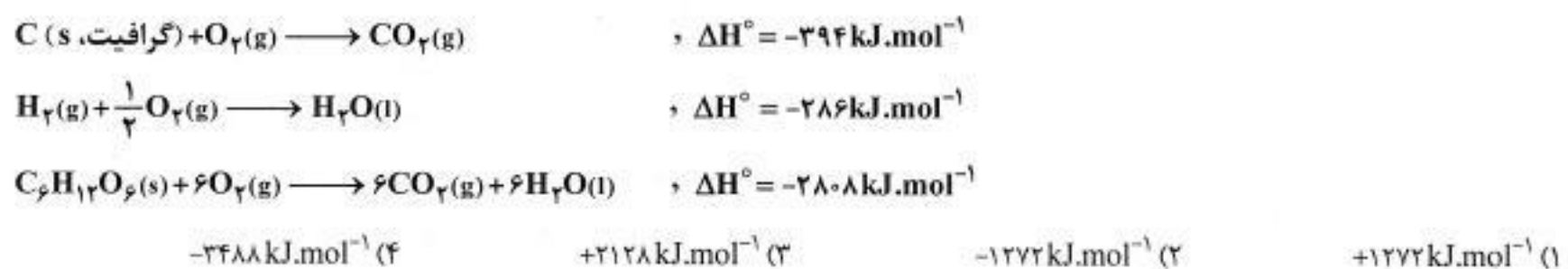
۲۲۳- اگر از سوختن کامل ۰/۲ مول کربن دی سولفید مایع و تبدیل آن به  $CO_2(g)$  و  $SO_2(g)$ ، مقدار  $215 kJ$  گرما آزاد شود،  $\Delta H$  تشکیل کربن دی سولفید، چند کیلوژول بر مول است؟ ( $\Delta H$  های تشکیل  $CO_2(g)$  و  $SO_2(g)$  بر حسب  $kJ mol^{-1}$ ، به ترتیب برابر با  $-396/8$  و  $-393/5$  است.) (سراسری ریاضی - ۸۸)

- (۱)  $-87/9$  (۲)  $+97/8$  (۳)  $-97/8$  (۴)  $+87/9$

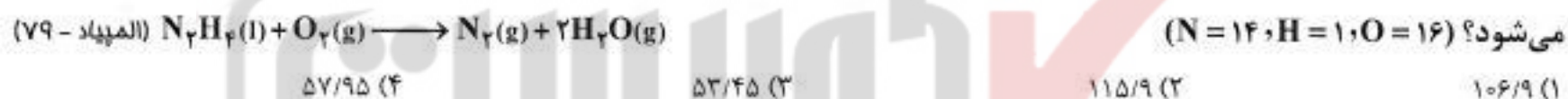
۲۲۴- برای تجزیه‌ی کامل  $10$  گرم  $CaCO_3(s)$  به  $CaO(s)$  و  $CO_2(g)$  به مقدار  $17/73 kJ$  انرژی گرمایی نیاز است. چنانچه آنتالپی تشکیل  $CaO(s)$  و  $CO_2(g)$  به ترتیب برابر  $-635/7 kJ mol^{-1}$  و  $-394 kJ mol^{-1}$  باشد، آنتالپی تشکیل  $CaCO_3(s)$  بر حسب  $kJ mol^{-1}$  کدام است؟ ( $CaCO_3 = 100 g mol^{-1}$ ) (المپیاد - ۸۶)

- (۱)  $-120/7$  (۲)  $-120/7$  (۳)  $+1000/0$  (۴)  $-1000/0$

۲۲۵- آنتالپی تشکیل برای بعضی ترکیبات به طور مستقیم قابل محاسبه نیست و باید از واکنش‌های سوختن استفاده کرد. با استفاده از داده‌های زیر، گرمای تشکیل گلوکوز ( $C_6H_{12}O_6$ ) کدام است؟



۲۲۶- گرمای تشکیل  $N_2H_4(g)$  و گرمای تبخیر  $N_2H_4$  مایع بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با  $+95/5$  و  $+45$  است. گرمای تشکیل  $H_2O(g)$  برابر با  $-242 kJ mol^{-1}$  می‌باشد. چند کیلوژول گرما از سوختن  $6/4$  گرم هیدرازین مایع مطابق واکنش زیر آزاد می‌شود؟ ( $N = 14, H = 1, O = 16$ ) (المپیاد - ۷۹)



تعیین گرمای واکنش با آنتالپی پیوند

۲۲۷- انرژی مبادله شده در یک واکنش عبارتست از:

(۱) محتوای انرژی مولی مواد واکنش دهنده  
 (۲) انرژی لازم برای شکستن پیوندهای مواد واکنش دهنده  
 (۳) انرژی حاصل از تشکیل پیوند فرآورده‌ها  
 (۴) تفاوت انرژی پیوند مواد واکنش دهنده و انرژی پیوند فرآورده‌ها

(آزاد ریاضی ۸۶ + ۲ بار تکرار)

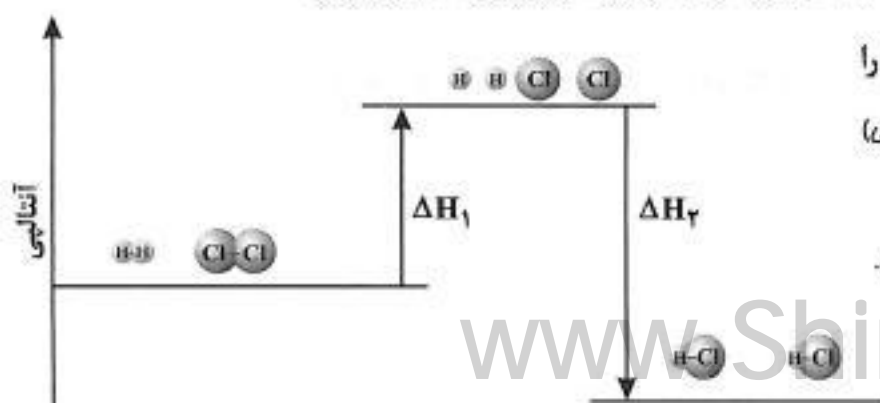
۲۲۸- کدام یک از حالت‌های زیر نشان دهنده‌ی یک واکنش گرماگیر است؟

(۱) مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها > مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش دهنده  
 (۲) مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها < مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش دهنده  
 (۳) محتوای انرژی فرآورده‌ها > محتوای انرژی مواد واکنش دهنده  
 (۴) محتوای انرژی فرآورده‌ها = محتوای انرژی مواد واکنش دهنده

(آزاد ریاضی - ۸۴)

۲۲۹- در یک واکنش گرماگیر محتوای انرژی فرآورده‌ها و انرژی پیوند آن‌ها نسبت به واکنش دهنده‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

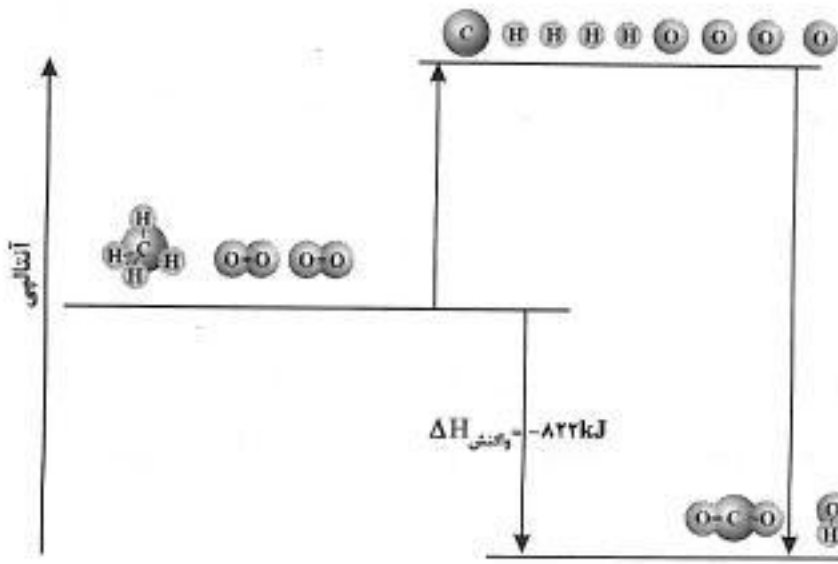
(۱) محتوای انرژی بیشتر و انرژی پیوند آن‌ها کمتر می‌شود.  
 (۲) محتوای انرژی بیشتر و انرژی پیوند آن‌ها نیز بیشتر می‌شود.  
 (۳) محتوای انرژی کمتر و انرژی پیوند آن‌ها بیشتر می‌شود.  
 (۴) محتوای انرژی کمتر و انرژی پیوند کمتر می‌شود.



۲۳۰- شکل مقابل نمودار تغییر آنتالپی برای واکنش  $H_2(g)$  و  $Cl_2(g)$  را نشان می‌دهد. کدام عبارت نادرست است؟ (شکل ۱۱ صفحه‌ی ۶۶ کتاب درسی)

(۱) واکنش  $H_2(g)$  و  $Cl_2(g)$  گرماده است.  
 (۲) سطح انرژی اتم‌های  $H$  و  $Cl$  از واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها بالاتر است.  
 (۳)  $\Delta H_1$  جمع انرژی پیوندهای شکسته شده است.  
 (۴)  $\Delta H_2$  جمع انرژی پیوندهای تشکیل شده است.





۲۳۱- شکل مقابل نمودار تغییر آنتالپی برای واکنش سوختن متان را نشان می‌دهد. کدام گزینه نادرست است؟ (شکل ۱۲ صفحه ۶۷ کتاب درسی)

(۱) شکسته شدن پیوندها در  $CH_4$  و  $O_2$  گرماگیر است.  
 (۲) تشکیل پیوندها در  $CO_2$  و  $H_2O$  گرماده است.  
 (۳) سطح انرژی اتم‌های جدا از هم، از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بالاتر است.  
 (۴)  $\Delta H$  به دست آمده از نمودار، با  $\Delta H$  اندازه‌گیری شده با روش گرماسنجی برابر است.

۲۳۲- چرا مقدار  $\Delta H$  واکنش سوختن متان که از روش گرماسنجی به دست آمده است، با مقدار به دست آمده از روش آنتالپی‌های پیوند متفاوت است؟

- (الف) مقادیر انرژی‌های پیوندی، نشان‌دهنده‌ی مقدار دقیق انرژی نمی‌باشند.  
 (ب) هنوز انرژی برخی از پیوندها قابل اندازه‌گیری نیست.  
 (ج) بروز خطاهای تجربی در روش مستقیم یا روش گرماسنجی.  
 (د) در گرماسنج معمولاً واکنش‌ها را از روش دیگری انجام می‌دهند.

(۴) ب و د

(۳) الف و ج

(۲) ج و د

(۱) الف و ب

انرژی ( $kJ \cdot mol^{-1}$ )	پیوند
۴۱۲	C-H
۲۴۲	Cl-Cl
۳۲۶	C-Cl
۴۳۱	H-Cl

۲۳۳- با توجه به انرژی‌های پیوند داده شده، گرمای واکنش زیر برحسب  $kJ$  کدام است؟ (فود را بیازمایید - صفحه ۶۸ کتاب درسی)

$$CH_4(g) + 2Cl_2(g) \longrightarrow CHCl_3(g) + 3HCl(g)$$

(۱) -۷۲۲  
 (۲) -۳۰۹  
 (۳) -۲۱۴  
 (۴) -۷۶

انرژی ( $kJ \cdot mol^{-1}$ )	پیوند
۴۱۲	C-H
۳۴۸	C-C
۶۱۲	C=C
۴۶۳	O-H
۳۶۰	C-O

۲۳۴- با توجه به انرژی‌های پیوند داده شده، گرمای واکنش زیر برحسب  $kJ$  کدام است؟ (فود را بیازمایید - صفحه ۶۸ کتاب درسی)

$$C_2H_4(g) + H_2O(g) \longrightarrow C_2H_5OH(g)$$

(۱) -۴۸۳  
 (۲) -۴۵  
 (۳) +۴۵  
 (۴) +۴۸۳

۲۳۵-  $\Delta H$  واکنش:  $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$  چند کیلوژول است؟ (انرژی پیوندهای  $C=O$ ،  $O=O$ ،  $C-H$ ) (سراسری ریاضی - ۸۴)

$O-H$  را برحسب کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۴۶۵، ۸۰۰، ۴۹۸، ۴۱۵ در نظر بگیرید.

(۱) -۷۰۶ (۲) -۷۲۴ (۳) -۸۰۴ (۴) -۸۱۶

۲۳۶- با توجه به داده‌های جدول زیر،  $\Delta H$  واکنش:  $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$  برحسب  $kcal$  کدام است؟ (آزاد تهرانی - ۷۵ و آزاد ریاضی - ۶۶)

N ≡ N	H-H	N-H	پیوند
۲۲۵	۱۰۴	۹۳	انرژی پیوند ( $kcal \cdot mol^{-1}$ )

(۴) -۲۱

(۳) -۱۰۵

(۲) +۱۰۵

(۱) +۲۱

۲۳۷- با توجه به داده‌های جدول زیر،  $\Delta H$  واکنش:  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  به ازای آمونیاک تولید شده بر حسب  $kcal.mol^{-1}$  کدام است؟

$N \equiv N$	$H - H$	$N - H$	پیوند
۲۲۵	۱۰۴	۹۳	انرژی پیوند ( $kcal.mol^{-1}$ )

- (۱) +۲۱  
(۲) +۱۰/۵  
(۳) -۱۰/۵  
(۴) -۲۱

۲۳۸- با توجه به جدول، آنتالپی مولی واکنش تهیه آمونیاک طبق فرایند  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$  چقدر است؟

$N \equiv N$	$H - H$	$N - H$	پیوند
۹۴۶	۴۳۵	۳۹۰	انرژی پیوند ( $kJ.mol^{-1}$ )

- (۱) ۸۹  
(۲) ۴۴/۵  
(۳) -۸۹  
(۴) -۴۴/۵

۲۳۹- انرژی پیوندهای  $H_2$  و  $Cl_2$  و  $HCl$  به ترتیب ۴۳۶ و ۲۴۳ و ۴۳۱ کیلوژول بر مول می‌باشند.  $\Delta H$  واکنش  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$  کدام است؟

(آزاد پزشکی ۸۵ + ۳ بار تکرار)

- (۱) +۱۶۰  
(۲) +۱۷۸  
(۳) -۱۸۳  
(۴) -۱۶۰

۲۴۰- با توجه به داده‌های زیر، گرمای تشکیل مولی  $HCl$  (بر حسب کیلوکالری بر مول) کدام است؟

(سراسری تهرانی - ۷۵)

پیوند	$H_2$	$Cl_2$	$HCl$
انرژی پیوند ( $kcal.mol^{-1}$ )	۱۰۴	۵۸	۱۰۳

- (۱) ۲۲  
(۲) ۴۴  
(۳) ۱۶۲  
(۴) ۲۰۶

۲۴۱- اگر انرژی پیوندهای  $H - H$  و  $Cl - Cl$  به ترتیب برابر ۴۳۵ و ۲۴۰ کیلوژول بر مول و  $\Delta H$  واکنش گازی:  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$  برابر با ۱۸۷ کیلوژول باشد، انرژی پیوند  $H - Cl$  چند کیلوژول بر مول است؟

(سراسری ریاضی ۸۱ + ۱ بار تکرار)

- (۱) ۲۴۴  
(۲) ۴۳۱  
(۳) ۴۸۸  
(۴) ۸۶۲

۲۴۲- با توجه به این که انرژی پیوندهای  $H - H$ ،  $I - I$  و  $H - I$  به ترتیب ۱۰۴، ۳۶ و ۷۱/۵ کیلوکالری بر مول است، مقدار  $q$  (بر حسب کیلوکالری) در واکنش گازی  $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI + q$  کدام است؟

(آزاد تهرانی - ۷۶)

- (۱) -۶۸/۵  
(۲) ۳  
(۳) ۱۴۰  
(۴) ۱۴۳

۲۴۳- اگر انرژی پیوندهای  $NO$ ،  $O_2$  و  $N_2$  را به ترتیب ۱۵۰، ۱۲۰ و ۲۲۵ کیلوکالری بر مول در نظر بگیریم، واکنش  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$  گرماگیر است یا گرماده؟  $\Delta H$  آن چند کیلوکالری است؟

(سراسری ریاضی - ۷۴ و سراسری تهرانی و ریاضی - ۷۵)

- (۱) گرماگیر، ۴۵+  
(۲) گرماگیر، ۲۲/۵+  
(۳) گرماده، ۲۲/۵-  
(۴) گرماده، ۲۵-

۲۴۴- با توجه به داده‌های مقابل و واکنش  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ ،  $\Delta H = +44kcal$ ، انرژی پیوند  $NO$  بر حسب کیلوکالری بر مول کدام است؟

(سراسری ریاضی ۶۹ + ۶ بار تکرار مشابه)

$N_2$	$O_2$	مولکول
۲۲۵	۱۱۹	انرژی پیوند ( $kcal/mol$ )

- (۱) ۳۸۴  
(۲) ۳۰۰  
(۳) ۱۹۲  
(۴) ۱۵۰



۲۴۵- انرژی پیوندی B-C و A-B به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوژول بر مول است. واکنش « $A + BC \rightarrow AB + C$ » به مقدار ..... است. (المپیاد - ۷۶)

- (۱) ۲۵۰ کیلوژول انرژی ده (۲) ۵۰ کیلوژول انرژی ده (۳) ۱۰۰ کیلوژول انرژی گیر (۴) ۱۵۰ کیلوژول انرژی گیر

۲۴۶- با توجه به واکنش گازی  $2A - B \rightarrow A + B - B$ ،  $\Delta H = -800 \text{ kJ}$ ، اگر نسبت مقدار انرژی‌های پیوندهای A-A و B-B به ترتیب ۱ و ۲ و ۴ باشد، انرژی پیوند A-A چند کیلوژول بر مول است؟ (سراسری تجربی - ۸۲)

- (۱) ۱۴۰ (۲) ۱۶۰ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۰۰

۲۴۷- اگر در واکنش گازی:  $2AB(g) \rightarrow A_2(g) + B_2(g)$ ، نسبت مقدار انرژی پیوندهای A-B و A-A به انرژی پیوند B-B، به ترتیب برابر با ۱/۲۵ و ۱/۱ در نظر گرفته شود و انرژی پیوند B-B برابر با  $240 \text{ kJ.mol}^{-1}$  باشد،  $\Delta H$  این واکنش چند کیلوژول و این واکنش چگونه است؟ (سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)

- (۱) -۹۶، گرماده (۲) +۹۶، گرماگیر (۳) -۷۲، گرماده (۴) +۷۲، گرماگیر

۲۴۸- با استفاده از جدول زیر  $\Delta H$  واکنش تهیهی کربن تتراکلرید از گاز متان و کلر، چند کیلوکالری بر مول است؟ (سراسری تجربی ۷۵ + ۶ بار تکرار)

پیوند	H-Cl	Cl-Cl	C-H	C-Cl
انرژی پیوند ( $\text{kcal.mol}^{-1}$ )	۱۰۳	۵۸	۹۸	۸۱

(۱) -۱۱۲

(۲) -۲۱۶

(۳) +۵۰۸

(۴) +۷۳۶

۲۴۹- اگر  $\Delta H$  واکنش:  $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ ، برابر  $-96 \text{ kJ}$  باشد، انرژی پیوند N-N چند کیلوژول بر مول است؟ (انرژی پیوندهای  $N \equiv N$ ،  $N-H$  و  $H-H$  بر حسب کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۳۸۹، ۹۴۱ و ۴۳۵ است). (سراسری تجربی - ۸۷)

- (۱) ۲۵۷ (۲) ۳۶۵ (۳) ۳۶۲ (۴) ۳۵۱

۲۵۰- با توجه به این که انرژی پیوندهای  $H-H$ ،  $O=O$  و  $O-H$  به ترتیب برابر ۱۰۴، ۱۱۹ و ۱۱۰ کیلوکالری بر مول است، گرمای تشکیل مولی آب، بر حسب کیلوکالری کدام است؟ (آزاد ریاضی - ۶۷)

- (۱) ۱۵۷ (۲) ۱۱۳ (۳) ۷۸/۵ (۴) ۵۶/۵

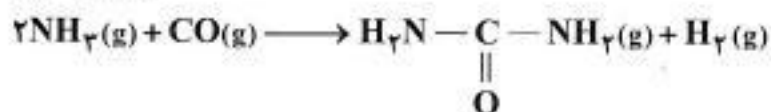
۲۵۱- با استفاده از جدول زیر، مقدار انرژی پیوند  $H-Br$  در واکنش  $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr + 20 \text{ kJ}$  بر حسب  $\text{kJ.mol}^{-1}$  چه قدر می‌باشد؟

نوع پیوند	C-H	C-Br	Br-Br
انرژی پیوند ( $\text{kJ.mol}^{-1}$ )	۴۳۵	۲۷۶	۱۹۲

- (۱) ۳۵۱ (۲) ۳۷۱ (۳) ۳۹۱ (۴) اطلاعات مسأله کافی نیست.

(المپیاد - ۷۲)

۲۵۲- تغییر آنتالپی واکنش زیر بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟



پیوند	انرژی پیوند بر حسب $\text{kJ/mol}$	پیوند	انرژی پیوند بر حسب $\text{kJ/mol}$
N-H	۳۸۹	N-C	۲۹۳
H-H	۴۳۶	C=O	۷۴۵
		C≡O	۱۰۷۵

(۴) ۸۶

(۳) -۶۸

(۲) -۸۶

(۱) ۶۸

۲۵۳- اگر برای شکستن پیوندها در یک گرم از گازهای  $H_2$ ،  $Cl_2$  و  $HCl$  و تبدیل آن‌ها به اتم‌های گازی مربوط، به ترتیب ۲۱۸، ۳/۴ و ۱۱/۸ کیلوژول گرما لازم باشد،  $\Delta H$  واکنش گازی  $Cl_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ ، برابر چند کیلوژول است؟ ( $H = 1, Cl = 35.5 : g/mol$ )  
(سراسری ریاضی - ۸۸ و سراسری تجربی - ۸۷ فارغ از کشور)

(۱) -۱۸۲/۴ (۲) -۸۶۶/۳ (۳) -۱۸۸ (۴) -۱۸۴

۲۵۴- از واکنش یک گرم گاز هیدروژن با مقدار لازم بخارید برای تشکیل گاز  $HI$  در یک دما و فشار ثابت،  $5/2 kJ$  گرما آزاد می‌شود. اگر انرژی پیوندهای  $H-H$  و  $I-I$  به ترتیب برابر ۴۳۶ و ۱۵۱ کیلوژول بر مول باشد، انرژی پیوند  $H-I$  بر حسب کیلوژول بر مول چه قدر است؟  
(المپیاد - ۷۱)

(۱) ۲۹۹ (۲) ۲۹۶ (۳) ۲۸۸ (۴) ۲۹۱

۲۵۵- برای تبدیل ۱ گرم از هر یک از گازهای  $H_2$ ،  $N_2$  و  $NH_3$  به اتم‌های مربوط، به ترتیب به ۲۱۶، ۳۳/۷۵ و ۶۸/۵ کیلوژول انرژی گرمایی نیاز است. گرمای تشکیل  $NH_3(g)$  بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ ( $H = 1, N = 14$ )  
(المپیاد - ۸۶)

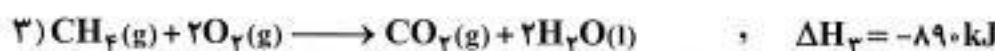
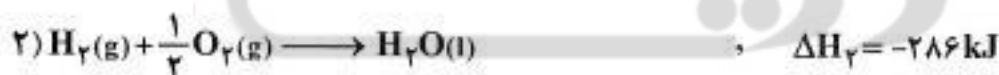
(۱) -۸۸ (۲) +۸۸ (۳) -۵۰ (۴) -۴۴

۲۵۶- انرژی پیوندهای  $H-H$ ،  $O=O$  و  $O-H$  در حالت گاز به ترتیب ۴۳۲، ۴۹۴ و ۴۵۹ کیلوژول بر مول است. گرمای تبخیر آب ۴۴ کیلوژول بر مول است. از سوختن ۱۰ گرم گاز هیدروژن در اکسیژن و تولید آب به حالت مایع چه قدر گرما بر حسب کیلوژول حاصل می‌شود؟  
(المپیاد - ۷۴)

(۱) ۲۸۳ (۲) ۵۶۶ (۳) ۱۴۱۵ (۴) ۲۴۲۰

### تعیین گرمای واکنش با آنتالپی سوختن

۲۵۷- با توجه به آنتالپی واکنش‌های زیر:

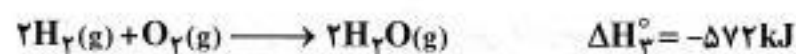
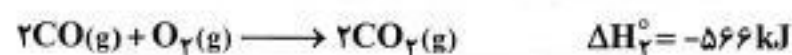
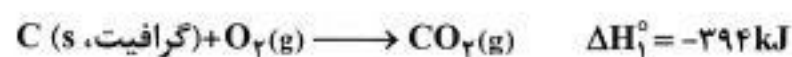


(نمونه‌ی مل شده صفحه‌ی ۶۶ کتاب درسی و سراسری ریاضی ۸۶ فارغ از کشور)

آنتالپی استاندارد تشکیل متان چند کیلوژول است؟

(۱) -۷۶ (۲) -۶۸۰ (۳) -۷۱۲ (۴) -۱۵۷۰

۲۵۸- با استفاده از واکنش‌های زیر،  $\Delta H^\circ$  برای واکنش تشکیل گاز آب چند کیلوژول بر مول است؟



(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۶۳ کتاب درسی شماره‌ی ۶ و سراسری تجربی ۸۵ فارغ از کشور)

(۱) +۱۷۵ (۲) +۳۸۸ (۳) +۴۰۰ (۴) +۷۴۹

۲۵۹- اگر آنتالپی استاندارد تشکیل کربن دی‌اکسید برابر  $394 kJ$  و تغییر آنتالپی تبدیل  $CO(g)$  به  $CO_2(g)$  برابر  $283 kJ$  باشد، آنتالپی استاندارد تشکیل کربن مونواکسید کدام است؟  
(متن صفحه‌ی ۶۱ کتاب درسی)

(۱) +۶۷۷ (۲) +۱۱۱ (۳) -۱۱۱ (۴) -۶۷۷

۲۶۰- اگر از سوختن یک گرم از هر یک از گازهای اتن و هیدروژن و یک گرم گرافیت (s)، به ترتیب  $50 kJ$ ،  $142 kJ$  و  $32/5 kJ$  گرما آزاد شود،  $\Delta H$  استاندارد تشکیل گاز اتن، چند کیلوژول بر مول است؟  
(سراسری تجربی - ۸۸)

(۱) +۵۲ (۲) -۶۴ (۳) -۷۵/۳ (۴) +۸۲/۴



# قسمت سوم

## تعیین جهت پیشرفت واکنش‌های شیمیایی

(از صفحه‌های ۴۸ تا ۷۳ کتاب درسی)

### نقش آنتالپی و آنترپی

۲۶۱- کدام مورد از هدف‌های ترمودینامیک نمی‌باشد؟

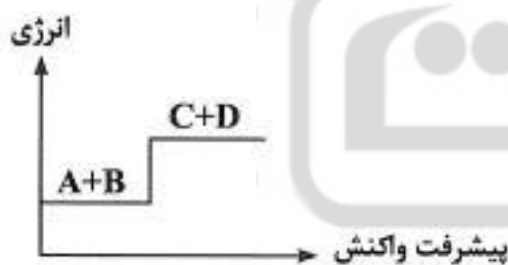
- (۱) تعیین خودبه‌خودی بودن یا نبودن واکنش‌های شیمیایی
- (۲) تعیین سرعت واکنش‌های شیمیایی
- (۳) تعیین جهت پیشرفت واکنش‌های شیمیایی
- (۴) تعیین مقدار پیشرفت واکنش‌های شیمیایی

۲۶۲- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) اگر در تغییری انرژی سامانه کاهش یابد، آن تغییر می‌تواند خودبه‌خود باشد.
- (۲) واکنش‌هایی که آنتالپی آن‌ها منفی است، یکی از نشانه‌های پیشرفت خودبه‌خودی را دارند.
- (۳) تغییرهایی که انرژی آن‌ها کاهش نمی‌یابد، هرگز خودبه‌خودی انجام نمی‌شوند.
- (۴) واکنش‌های شیمیایی همواره تمایل دارند به سطح انرژی پایین‌تر دست یابند.

۲۶۳- نمودار زیر، کدام ویژگی را در مورد واکنش بین دو جسم A و B بهتر آشکار می‌کند؟

(سراسری تهرانی - ۷۳)



- (۱) خودبه‌خودی بودن
- (۲) خودبه‌خودی نبودن
- (۳) گرماده بودن
- (۴) گرماگیر بودن

۲۶۴- در کدام گزینه عامل انرژی (تغییر آنتالپی)، سیستم را در جهت رفت پیش می‌برد؟



(شکل ۱۳ صفحه‌ی ۴۸ کتاب درسی)

۲۶۵- کدام عبارت در ارتباط با تصاویر زیر نادرست بیان شده است؟



- (۱) از لحاظ ترمودینامیکی وضعیت مشابهی دارند.
- (۲) سرعت آن‌ها متفاوت است.
- (۳) هر یک از این رویدادها با افزایش انرژی همراه هستند.
- (۴) همه‌ی رویدادهای نشان داده شده خودبه‌خودی هستند.

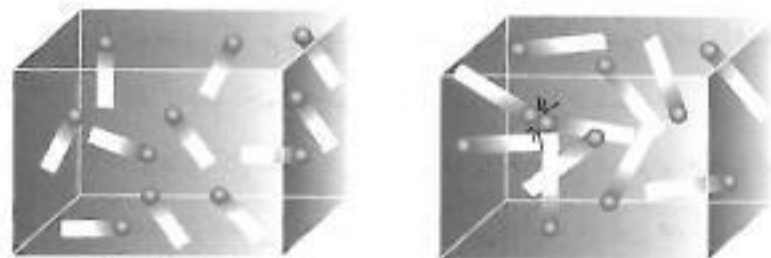
۲۶۶- کدام گزینه در ارتباط با آنترپی نادرست است؟

- (۱) کمیتی ترمودینامیکی است.
- (۲) معیاری از بی‌نظمی یک سامانه است.
- (۳) توسط کلازیوس برای توجیه جهت انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ارایه شد.
- (۴) در دمای  $0^\circ C$  برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

۲۶۷- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) تغییر آنترپی مانند تغییر انرژی درونی و تغییر آنتالپی تابع حالت است.
- (۲) هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی به‌طور طبیعی در جهتی پیشرفت می‌کند که به آنترپی بالاتر برسد.
- (۳) آنترپی یک سامانه‌ی منزوی طی یک فرایند خودبه‌خودی افزایش می‌یابد.
- (۴) در قانون سوم ترمودینامیک، آنترپی ملاکی برای توضیح خودبه‌خود بودن فرایندهای طبیعی است.

(شکل ماشیهی صفحهی ۷۰ کتاب درسی)



(شکل آ)

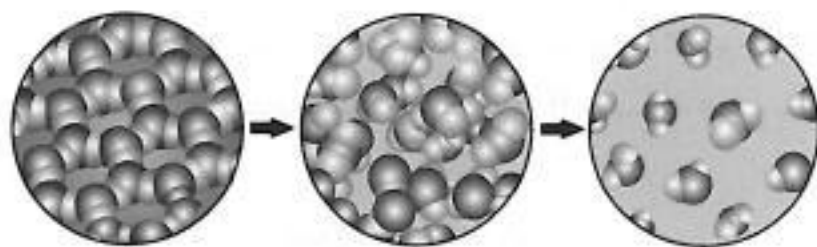
(شکل ب)

۲۶۸- کدام عبارت از مقایسهی دو شکل روبه‌رو نتیجه نمی‌شود؟

- (۱) بی‌نظمی فاز گاز از فاز جامد بیش‌تر است.
- (۲) ذره‌های سازندهی یک ماده در دمای بالا انرژی جنبشی بیش‌تری دارند.
- (۳) ذره‌های سازندهی یک ماده در دمای بالا دارای بی‌نظمی زیادتری هستند.
- (۴) با افزایش دما حرکت‌های تصادفی ذره‌ها افزایش می‌یابد.

۲۶۹- شکل زیر حالت‌های مختلف مولکول‌های آب را نشان می‌دهد. کدام

گزینه در مورد آن نادرست است؟ (شکل ۱۴ صفحهی ۷۰ کتاب درسی)



(آ)

(ب)

(پ)

(۱) یخ صفر درجه به‌طور خودبه‌خود ذوب می‌شود، بدون این‌که دمای آن تغییر کند.

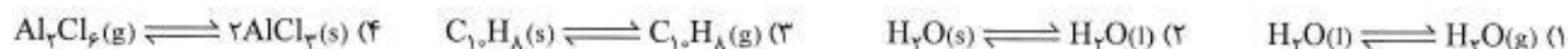
(۲) میزان بی‌نظمی با دما رابطه‌ی مستقیم دارد.

(۳) نظم مولکول‌ها در آب مایع کم‌تر از یخ و در بخار کم‌تر از آب مایع است.

(۴) در حالت بخار، به دلیل فاصله‌ی زیاد مولکول‌ها، حرکت‌های

تصادفی کاهش می‌یابد.

۲۷۰- کدام یک از واکنش‌های زیر در جهت رفت با کاهش بی‌نظمی مواجه است؟



۲۷۱- برای واکنش نشان داده شده با شکل زیر  $\Delta S$  ..... است و این شکل همراه با ..... بی‌نظمی است.



(فکر کنید - صفحهی ۷۶ کتاب درسی - شماره‌ی ۷)

(۱) منفی - کاهش

(۲) منفی - افزایش

(۳) مثبت - کاهش

(۴) مثبت - افزایش

۲۷۲- مطابق معادلهی  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ ، اتان را می‌توان از واکنش ..... با هیدروژن تهیه کرد. برای این واکنش  $\Delta S$

فکر کنید صفحهی ۷۱ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

..... است.

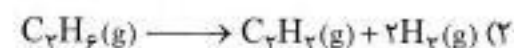
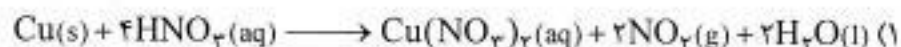
(۴) اتین - مثبت

(۳) اتن - مثبت

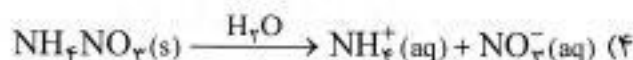
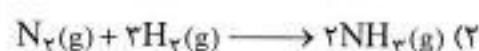
(۲) اتین - منفی

(۱) اتن - منفی

۲۷۳- در کدام یک از واکنش‌های زیر علامت  $\Delta S$  منفی است؟



(آزاد ریاضی - ۸۱)



(آزاد ریاضی - ۸۴)



۲۷۶- تغییر  $\Delta S$  در کدام فرایند منفی است؟

(۱) زنگ زدن آهن

(۳) تصعید کربن دی‌اکسید

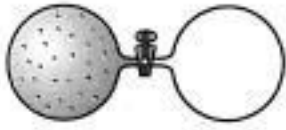
(۲) مخلوط کردن دو گاز

(۴) حل شدن نمک کم‌محلول در آب



۲۷۷- در شکل روبه‌رو، در حباب سمت چپ، گاز نئون با فشار یک اتمسفر وجود دارد. هنگامی که شیر باز شود، کدام اتفاق روی نمی‌دهد؟

(شکل ۱۵ صفحه ۷۰ کتاب درسی)



(۱) اتم‌های گاز ترجیح می‌دهند که همه‌ی حجم ظرف را اشغال کنند و فشار گاز در مجموع افزایش می‌یابد.

(۲) گاز به‌طور خودبه‌خود در حباب دوم وارد شده، در کل ظرف پخش می‌شود.

(۳) اتم‌های گاز نئون در یک طرف با حجمی دو برابر حجم اولیه قرار می‌گیرند.

(۴) تعداد راه‌هایی که اتم‌های گاز می‌توانند در این فضای جدید پخش شوند، افزایش می‌یابد.

۲۷۸- شکل زیر ظرفی را نشان می‌دهد که از دو حباب جدا از هم تشکیل شده و میان آن‌ها یک شیر تعبیه شده است. هنگامی که شیر باز

(شکل ۱۵ صفحه ۷۰ کتاب درسی)

شود گاز در کل ظرف پخش می‌شود. کدام عبارت در مورد آن نادرست است؟

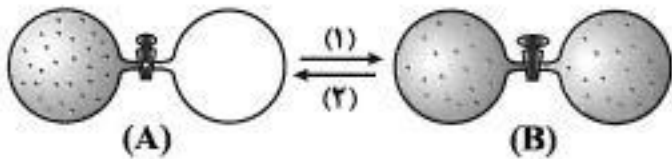
(۱) ظرف A بی‌نظمی کم‌تر و ظرف B بی‌نظمی بیش‌تری دارد.

(۲) فرایند در جهت (۱) خودبه‌خود ولی در جهت (۲) غیرخودبه‌خود است.

(۳) بی‌نظمی حباب سمت چپ در ظرف B نسبت به حباب سمت چپ در ظرف A،

بیش‌تر است.

(۴) فشار گاز در مجموع در ظرف B کم‌تر است.



۲۷۹- در کدام‌یک از انحلال‌های زیر تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ ) کوچک‌تر از صفر است؟

(۱) پتاسیم نیترات در آب (۲) الکل معمولی در آب (۳) برم در کربن تتراکلرید (۴) گاز آمونیاک در آب

۲۸۰- ضمن مایع شدن یک گاز، محتوای انرژی و میزان بی‌نظمی آن، به ترتیب دست‌خوش کدام تغییر می‌شوند؟ (سراسری ریاضی - ۷۹)

(۱) افزایش - کاهش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش

۲۸۱- در فرایند تبخیر، تغییرات  $\Delta H$  و  $\Delta S$  به ترتیب چگونه است؟

(۱) + و + (۲) - و + (۳) + و - (۴) - و -

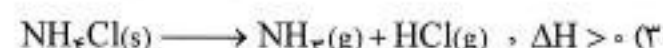
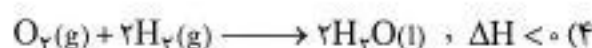
۲۸۲- کدام پدیده‌ی زیر، با افزایش سطح انرژی و افزایش میزان بی‌نظمی مواد، همراه است؟ (آزاد ریاضی - ۷۳)

(۱) انحلال گازها در جامدها (۲) میعان گازها (۳) تبخیر مایع‌ها (۴) انجماد مایع‌ها

۲۸۳- واکنش گازی:  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ,  $\Delta H < 0$  با ..... سطح انرژی و ..... میزان بی‌نظمی همراه است.

(۱) افزایش - کاهش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش (روید پدش دانشگاهی - ۷۶)

۲۸۴- کدام واکنش، گرماگیر است و با افزایش بی‌نظمی همراه است؟ (سراسری ریاضی - ۸۶)



۲۸۵- در واکنش:  $(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$ ، تغییرات سطح انرژی و میزان بی‌نظمی به ترتیب چگونه است؟

(۱) افزایش - کاهش (۲) کاهش - کاهش (۳) افزایش - افزایش (۴) کاهش - افزایش (آزاد تجربی - ۷۲)

۲۸۶- هدف از کاربری ترمودینامیک در واکنش‌های شیمیایی چیست؟ (آزاد پزشکی - ۸۵)

(۱) چگونگی تبدیل ماده به انرژی را می‌رساند.

(۲) تبدیل انرژی شیمیایی به حرارتی را بیان می‌کند.

(۳) رابطه‌ی بین انرژی شیمیایی و کار انجام یافته را بیان می‌کند.

(۴) تعیین این‌که واکنش در چه جهتی خودبه‌خودی است.

۲۸۷- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) در واکنش سوختن اتانول، دو عامل آنتالپی و آنتروپی در یک جهت عمل می‌کنند.

(۲) واکنش معکوس سوختن اتانول، خودبه‌خود انجام نمی‌شود.

(۳) در واکنش سوختن هیدروژن، کاهش آنتروپی برکاهش آنتالپی غلبه می‌کند.

(۴) در واکنش تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$ ، افزایش آنتروپی بر افزایش آنتالپی غلبه می‌کند.

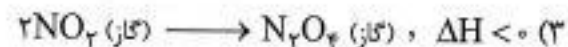
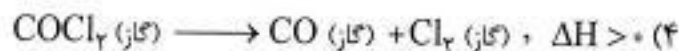
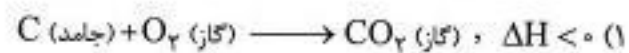
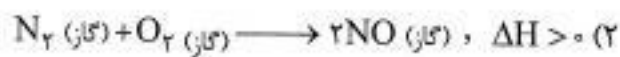


- ۲۸۸- چه شرایطی موجب پیشرفت خودبه‌خودی واکنش‌های شیمیایی می‌شود؟  
 (۱) تا حد ممکن افزایش محتوای انرژی محصولات واکنش  
 (۲) تا حد ممکن کاهش محتوای انرژی مواد واکنش‌دهنده  
 (۳) تمایل به حداکثر انرژی و حداقل بی‌نظمی  
 (۴) تمایل به حداقل انرژی و حداکثر بی‌نظمی  
 (آزاد ریاضی ۸۶ + ۲ بار تکرار مشابه)
- ۲۸۹- شرط انجام خودبه‌خودی یک واکنش و کامل بودن آن چیست؟  
 (۱) گرماده بودن و افزایش بی‌نظمی  
 (۲) گرماگیر بودن و میل به نظم بیشتر  
 (۳) گرماده بودن و کاهش بی‌نظمی  
 (۴) گرماگیر بودن و افزایش بی‌نظمی  
 (آزاد ریاضی - ۷۹)
- ۲۹۰- یک واکنش در صورت دارا بودن کدام دو ویژگی در همه‌ی دماها خودبه‌خودی است؟  
 (۱)  $\Delta S > 0, \Delta H > 0$   
 (۲)  $\Delta S < 0, \Delta H > 0$   
 (۳)  $\Delta S > 0, \Delta H < 0$   
 (۴)  $\Delta S < 0, \Delta H < 0$   
 (آزاد پزشکی ۸۶ + ۲ بار تکرار مشابه)
- ۲۹۱- در کدام حالت، واکنش خودبه‌خودی انجام نمی‌شود؟  
 (۱)  $\Delta S > 0$  و  $\Delta H > 0$  در دمای پایین  
 (۲)  $\Delta S > 0$  و  $\Delta H > 0$  در دمای بالا  
 (۳)  $\Delta S < 0$  و  $\Delta H < 0$  در دمای پایین  
 (۴)  $\Delta S < 0$  و  $\Delta H < 0$  در دمای بالا  
 (سراسری ریاضی - ۸۸)
- ۲۹۲- هر تغییر شیمیایی ..... با ..... آنتالپی و ..... آنتروپی همراه است.  
 (۱) خودبه‌خودی - افزایش - افزایش  
 (۲) غیرخودبه‌خودی - کاهش - کاهش  
 (۳) غیرخودبه‌خودی - افزایش - کاهش  
 (۴) خودبه‌خودی - افزایش - کاهش  
 (آزاد پزشکی - ۸۶)
- ۲۹۳- اگر واکنش  $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$  خودبه‌خودی باشد، کدام نتیجه‌گیری زیر درست است؟  
 (۱) فعالیت شیمیایی محصولات بیش‌تر از مواد واکنش‌دهنده‌ها است.  
 (۲)  $\Delta H$  واکنش مثبت است.  
 (۳)  $\Delta H$  واکنش منفی است.  
 (۴) واکنش در جهت افزایش بی‌نظمی است.  
 (سراسری ریاضی - ۶۹)
- ۲۹۴- به کدام دلیل، واکنش گازی:  $2N_2H_4 + 2NO_2 \rightarrow 2N_2 + 4H_2O + q$  یک طرفه و خودبه‌خودی است؟  
 (۱) خصلت اسیدی  $NO_2$  و بازی  $N_2H_4$   
 (۲) گازی بودن مواد ترکیب‌شونده  
 (۳) گازی بودن مواد در دو طرف  
 (۴) گرماده‌ی و افزایش بی‌نظمی  
 (سراسری تجربی - ۷۵)
- ۲۹۵- واکنش  $C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O, \Delta H = -32 \text{ kcal}$  به کدام علت زیر، خودبه‌خودی است؟  
 (۱) کاهش بی‌نظمی و افزایش سطح انرژی  
 (۲) افزایش بی‌نظمی و افزایش سطح انرژی  
 (۳) افزایش بی‌نظمی و کاهش سطح انرژی  
 (۴) کاهش بی‌نظمی و کاهش سطح انرژی  
 (سراسری تجربی - ۸۴)
- ۲۹۶- در واکنش:  $2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$  کدام مطلب درست است؟  
 (۱) مقدار  $\Delta S$  برای آن منفی است.  
 (۲) مقدار  $\Delta H$  برای آن مثبت است.  
 (۳) همیشه به‌طور خودبه‌خود پیشرفت می‌کند.  
 (۴) در ظرف سرریسته به حالت تعادل درمی‌آید.  
 (سراسری تجربی - ۸۴)
- ۲۹۷- در واکنش:  $A + 2B \rightarrow 2C + 2D + q$  تمام مواد گازی شکل هستند، کدام توضیح در مورد این واکنش صحیح است؟  
 (۱) واکنش، تا حدودی پیشرفت کرده و به تعادل می‌رسد.  
 (۲) واکنش مستقیم، خودبه‌خودی و یک طرفه است.  
 (۳) واکنش برگشت، خودبه‌خودی است.  
 (۴) محتوای انرژی محصولات از مواد اولیه بیش‌تر است.  
 (آزاد پزشکی - ۷۴)
- ۲۹۸- واکنش:  $2N_2H_4 + 2NO_2 \rightarrow 2N_2 + 4H_2O, \Delta H < 0$  (گاز) + (گاز) .....  
 (۱) با کاهش بی‌نظمی همراه است. (۲) برگشت‌پذیر است.  
 (۳) خودبه‌خودی است. (۴) گرماگیر است.  
 (سراسری ریاضی - ۷۴)
- ۲۹۹- از واکنش‌های زیر، کدام یک، کامل و یک طرفه است و برگشت‌پذیر نمی‌باشد؟  
 (۱)  $C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + q$   
 (۲)  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3 + q$   
 (۳)  $N_2O_4 + q \rightarrow 2NO_2$   
 (۴)  $2Hg + O_2 \rightarrow 2HgO + q$   
 (آزاد پزشکی - ۷۹)
- ۳۰۰- کدام واکنش زیر برگشت‌پذیر نیست؟  
 (۱)  $2NO_2 \rightarrow N_2O_4, \Delta H < 0$   
 (۲)  $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2, \Delta H > 0$   
 (۳)  $C_2H_5OH + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O, \Delta H < 0$   
 (۴)  $2HgO \rightarrow 2Hg + O_2, \Delta H > 0$   
 (آزاد ریاضی - ۸۴)



(ورودی پیش‌دانشگاهی ۷۶ + ۲ بار تکرار مشابه)

۳۰۱- کدام واکنش برگشت‌ناپذیر است؟



۳۰۲- در مورد واکنش‌های سوختن مواد سوختنی که با ازدیاد حجم همراه هستند و با صرف مقدار کمی انرژی فعال‌سازی، خودبه‌خود پیش می‌روند، کدام تغییر زیر روی می‌دهد؟

(سراسری تجربی - ۷۲)

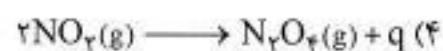
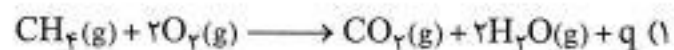
(۴) کم شدن بی‌نظمی

(۳) کاهش تعداد مول‌ها

(۲) کاهش انرژی پیوند

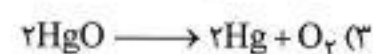
(۱) پایین آمدن سطح انرژی

۳۰۳- کدام یک از واکنش‌های زیر در همه‌ی دماها خودبه‌خودی نیست؟



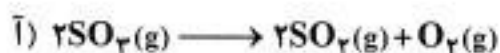
(آزاد پرشکی - ۷۶)

۳۰۴- کدام واکنش برگشت‌پذیر است؟

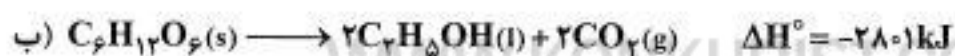


(فرد را بیایم‌باید - صفحه‌ی ۷۴ کتاب درسی - شماره‌ی ۲)

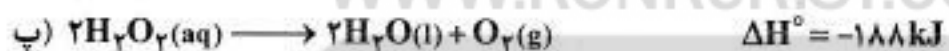
۳۰۵- کدام واکنش‌های زیر در دمای اتاق در جهت نشان داده شده خودبه‌خود است؟



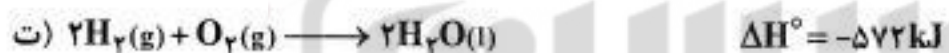
$$\Delta H^\circ = +198 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = -2801 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = -188 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = -572 \text{ kJ}$$

(۴) آ و ت

(۳) پ و ت

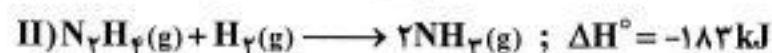
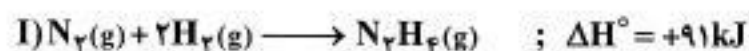
(۲) ب و پ و ت

(۱) آ و ب و پ

۳۰۶- با توجه به واکنش‌های زیر و مقدار  $\Delta H^\circ$  آن‌ها، می‌توان دریافت که در دمای معمولی واکنش ..... ، ..... است. زیرا با .....

(سراسری ریاضی - ۸۶)

سطح انرژی و ..... آنتروپی همراه است.



(۲) I - خودبه‌خودی - کاهش - افزایش

(۱) I - غیر خودبه‌خودی - افزایش - کاهش

(۴) II - غیر خودبه‌خودی - افزایش - کاهش

(۳) II - خودبه‌خودی - کاهش - افزایش

۳۰۷- با توجه به واکنش‌های زیر و مقدار  $\Delta H^\circ$  آن‌ها می‌توان دریافت که در دمای معمولی، واکنش ..... خودبه‌خودی ..... ، زیرا

(سراسری تجربی - ۸۸)

آنتروپی در آن ..... و گرما ..... است.



(۲) I - نیست - کاهش یافته - ده

(۱) I - است - افزایش یافته - گیر

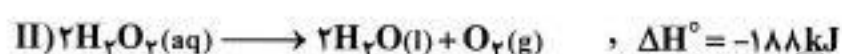
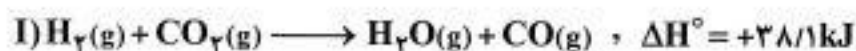
(۴) II - نیست - تغییر نکرده - گیر

(۳) II - است - تغییر نکرده - ده

۳۰۸- با توجه به واکنش‌های زیر و مقدار  $\Delta H^\circ$  آن‌ها، می‌توان دریافت که در دمای معمولی، واکنش ..... خودبه‌خودی ..... ، زیرا با

(سراسری تجربی - ۸۷ و سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)

..... سطح انرژی همراه است و علامت  $\Delta S$  در مورد آن ..... است.



(۴) II - نیست - افزایش - منفی

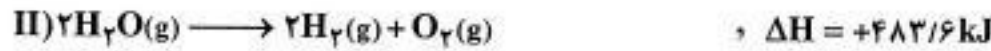
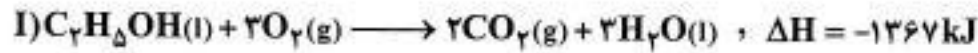
(۳) I - نیست - کاهش - مثبت

(۲) II - است - کاهش - مثبت

(۱) I - است - افزایش - منفی



۳۰۹- با توجه به واکنش‌های زیر:



(سراسری تجربی - ۸۵)

کدام مطلب درست است؟

- (۱) واکنش II، غیرخودبه‌خودی است؛ زیرا  $\Delta S$  برای آن نامناسب است.
- (۲) چون  $\Delta S$  برای واکنش II مناسب است، با وجود گرماگیر بودن، خودبه‌خودی است.
- (۳) واکنش I، غیرخودبه‌خودی است، زیرا  $\Delta S$  برای آن نامناسب است.
- (۴) با وجود این‌که  $\Delta S$  برای واکنش I نامناسب است، به دلیل گرمادهی زیاد، خودبه‌خودی است.

۳۱۰- واکنش گازی  $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)}$  با ..... سطح انرژی و ..... آنتروپی همراه است و چون در آن ..... بر

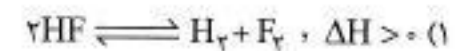
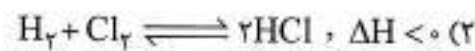
(سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور)

..... غلبه دارد، این واکنش به‌طور خودبه‌خود پیشرفت دارد.

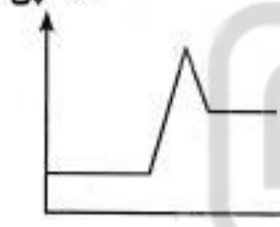
- (۱) افزایش - افزایش آنتالپی - افزایش آنتروپی
- (۲) افزایش - کاهش - کاهش آنتروپی - افزایش آنتالپی
- (۳) کاهش - کاهش - کاهش آنتالپی - کاهش آنتروپی
- (۴) کاهش - افزایش - افزایش آنتروپی - کاهش آنتالپی

(آزاد تجربی - ۷۷)

۳۱۱- در کدام سیستم تعادلی زیر، واکنش مستقیم در جهت افزایش میزان بی‌نظمی است؟



آنتالپی



۳۱۲- با توجه به نمودار روبه‌رو که نشان‌دهنده تغییرات آنتالپی در مورد یک واکنش خودبه‌خودی

است، کدام اظهارنظر در مورد تغییر آنتالپی و تغییر بی‌نظمی درست است؟ (آزاد ریاضی - ۷۵)

- (۱) افزایش - کاهش
- (۲) کاهش - کاهش
- (۳) افزایش - افزایش
- (۴) کاهش - افزایش

۳۱۳- با توجه به این‌که در شرایط مناسب، واکنش:  $\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{HCl(g)}$  به‌طور خودبه‌خود پیشرفت می‌کند، این

(سراسری ریاضی - ۷۳)

واکنش باید .....

- (۱) با افزایش بی‌نظمی زیادی همراه باشد.
- (۲) با کاهش بی‌نظمی زیادی همراه باشد.
- (۳) گرماده باشد.
- (۴) گرماگیر باشد.

۳۱۴- دلیل این‌که واکنش:  $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)} \longrightarrow 2\text{NO}_2\text{(g)} ; \Delta H = +58\text{kJ}$  در یک دمای مناسب تا حدی خودبه‌خود پیشرفت می‌کند کدام است؟

(المپیاد - ۸۷)

- (۱) افزایش سطح آنتالپی طی پیشرفت واکنش
- (۲) افزایش بی‌نظمی طی پیشرفت واکنش
- (۳) غالب بودن عامل  $\Delta H$  واکنش بر عامل  $\Delta S$  آن
- (۴) جنب‌وجوش بیش‌تر هر مولکول  $\text{NO}_2$  در مقایسه با  $\text{N}_2\text{O}_4$

۳۱۵- کدام گزینه در مورد حل شدن آمونیوم نیترات در آب نادرست است؟

- (۱) آمونیوم نیترات یک جامد یونی است.
- (۲) یون‌های آمونیوم و نیترات در بلورهای آمونیوم نیترات به‌طور منظم آرایش یافته‌اند.
- (۳) وقتی آمونیوم نیترات در آب حل می‌شود، نظم یون‌ها در بلور آن از بین می‌رود.
- (۴) چون انحلال گرماگیر است، به‌طور خودبه‌خود انجام نمی‌شود.

۳۱۶- درباره‌ی واکنش:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} ; \Delta H = -1367/3\text{kJ}$  کدام مطلب درست است؟

(سراسری ریاضی - ۸۵)

- (۱) به شدت گرماده است و به‌طور خودبه‌خود انجام می‌شود.
- (۲) واکنشی برگشت‌پذیر است و در ظرف سرریسته به حالت تعادل درمی‌آید.
- (۳) مجموع انرژی پیوندهای فراورده‌ها در مقایسه با واکنش‌دهنده‌ها، کم‌تر است.
- (۴) چون با کاهش سطح انرژی همراه است، به‌طور خودبه‌خود انجام نمی‌شود.



(سراسری ریاضی - ۸۴)

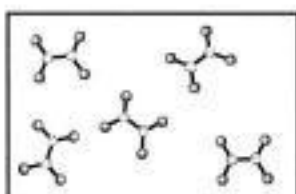
۳۱۷- کدام مطلب درست است؟

- (۱) واکنش تجزیه‌ی گاز  $N_2O_4$  به گاز  $NO_2$  با آن که گرماگیر است، تا حدی خودبه‌خودی است.
- (۲) در حل شدن گاز آمونیاک در آب، بی‌نظمی عامل مساعد و انرژی عامل نامساعد است.
- (۳) هر تغییر خودبه‌خودی، به‌طور طبیعی در جهتی پیش می‌رود که با کاهش بی‌نظمی همراه باشد.
- (۴) در واکنش گازی  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ، عامل انرژی و عامل بی‌نظمی، همسو با هم، عمل می‌کنند.

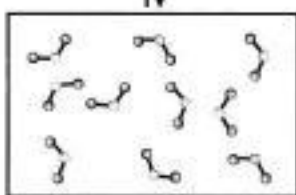
(سراسری تجربی ۸۵ - خارج از کشور)

۳۱۸- کدام عبارت درست است؟

- (۱) در تغییرهای خودبه‌خودی،  $\Delta S < 0$  و  $\Delta H > 0$  است.
- (۲) در واکنش سوختن گاز هیدروژن، آنتروپی در نقش عامل مناسب عمل می‌کند.
- (۳) در واکنش سوختن اتانول، عامل انرژی و عامل آنتروپی، در یک جهت عمل می‌کنند.
- (۴) هر تغییر شیمیایی، به‌طور طبیعی در جهتی پیش می‌رود که نظم در آرایش ذرات را افزایش دهد.



(۲) || (۱)



(سراسری ریاضی ۸۶ - خارج از کشور)

۳۱۹- شکل مقابل واکنش تبدیل  $N_2O_4(g)$  به  $NO_2(g)$  را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد آن نادرست است؟

(شکل ماشینی صفحه‌ی ۷۱ کتاب درسی)

- (۱) واکنش (۱) خودبه‌خود انجام می‌شود.
- (۲) علت پیشرفت خودبه‌خودی واکنش (۱) افزایش بی‌نظمی است.
- (۳) واکنش (۲) گرماگیر است.
- (۴) واکنش (۲) همراه با کاهش بی‌نظمی است.

۳۲۰- کدام مطلب درست است؟

- (۱) هیچ تغییر گرماگیر، خودبه‌خود انجام نمی‌شود.
- (۲) در یک سامانه‌ی منزوی که در آن تغییر خودبه‌خودی صورت می‌گیرد، آنتروپی افزایش می‌یابد.
- (۳) هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی، به‌طور طبیعی در جهت افزایش آنتروپی و افزایش سطح انرژی پیشرفت می‌کند.
- (۴) اگر  $\Delta S$  واکنشی منفی باشد، برای پیشرفت خودبه‌خود،  $\Delta H$  آن باید بسیار بزرگ‌تر از صفر باشد.

(سراسری تجربی - ۸۶)

۳۲۱- کدام مطلب درست است؟

- (۱) در واکنش‌های خودبه‌خودی،  $\Delta G > 0$  است.
- (۲) مقدار  $\Delta S$  را می‌توان از رابطه‌ی  $\Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T}$  به‌دست آورد.
- (۳) آنتالپی، مقدار انرژی در دسترس برای انجام یک فرایند است.
- (۴) انرژی آزاد، یک تابع حالت است و به دما وابسته نیست.

۳۲۲- در جدول زیر به جای  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب از راست به چپ از چه کلماتی باید استفاده نمود؟

(فرد (یا بیازمایید - صفحه‌ی ۷۴ کتاب درسی - شماره‌ی ۱)

آیا واکنش خودبه‌خود است؟	$\Delta G$	$\Delta S$	$\Delta H$
هرگز	$x_2$	منفی	$x_1$

(۴) مثبت - مثبت

(۳) مثبت - منفی

(۲) منفی - مثبت

(۱) منفی - منفی

۳۲۳- در جدول زیر به جای  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب از راست به چپ از چه کلماتی باید استفاده نمود؟

(فرد (یا بیازمایید - صفحه‌ی ۷۴ کتاب درسی - شماره‌ی ۱)

آیا واکنش خودبه‌خود است؟	$\Delta G$	$\Delta S$	$\Delta H$
بله، در همه‌ی دماها	$x_2$	$x_1$	منفی

(۴) منفی - منفی

(۳) منفی - مثبت

(۲) مثبت - منفی

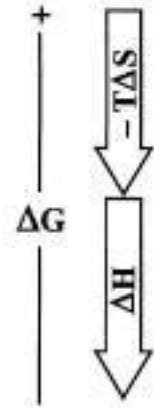
(۱) مثبت - مثبت

(سراسری تجربی ۸۷ - خارج از کشور)

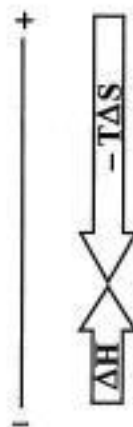
۳۲۴- کدام مطلب درست است؟

- (۱)  $\Delta G$ ، یک تابع حالت است و به دما بستگی ندارد.
- (۲) اگر  $\Delta S$  واکنشی منفی باشد، برای پیشرفت خودبه‌خود، باید  $\Delta H$  آن بسیار بزرگ‌تر از صفر باشد.
- (۳) هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی طبیعی، در جهت افزایش آنتروپی و افزایش سطح انرژی پیش می‌رود.
- (۴) یک تغییر گرماگیر که در دمای معمولی غیرخودبه‌خودی است، می‌تواند در دمای بالا، به‌طور خودبه‌خود پیشرفت کند.

(شکل ۱۶ صفحه ۷۴ کتاب درسی)



(شکل ۱۶ صفحه ۷۴ کتاب درسی)



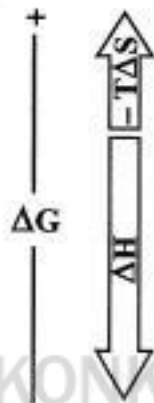
۳۲۵- کدام گزینه در مورد واکنشی با مشخصات روبه‌رو نادرست است؟

- (۱) گرماده است و آنتروپی افزایش می‌یابد.
- (۲) دو عامل آنتالپی و آنتروپی در یک جهت عمل می‌کنند.
- (۳) واکنش خودبه‌خود انجام می‌شود.
- (۴) سوختن هیدروژن می‌تواند مثالی برای این واکنش باشد.

۳۲۶- کدام عبارت در مورد واکنشی با بردارهای روبه‌رو درست است؟

- (۱)  $\Delta G$  بزرگ‌تر از صفر است.
- (۲) در دماهای پایین بهتر انجام می‌شود.
- (۳) آنتالپی و آنتروپی همسو عمل می‌کنند.
- (۴) تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  نمونه‌ای از این گونه واکنش‌هاست.

(شکل ۱۶ صفحه ۷۴ کتاب درسی)



(شکل ۱۶ صفحه ۷۴ کتاب درسی)

۳۲۷- تأثیر  $\Delta H$  و  $-T\Delta S$  در واکنشی به صورت مقابل است. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) در دماهای بالا بهتر انجام می‌شود.
- (۲) کاهش آنتالپی بر کاهش آنتروپی غلبه می‌کند.
- (۳) آنتالپی و آنتروپی در خلاف جهت هم عمل می‌کنند.
- (۴) سوختن هیدروژن چنین وضعیتی دارد.

۳۲۸- کدام عبارت در مورد واکنشی با مشخصات روبه‌رو نادرست است؟

- (۱) گرماگیر و با افزایش آنتروپی همراه است.
- (۲) افزایش آنتالپی بر افزایش آنتروپی غلبه دارد.
- (۳) در این فرایند  $\Delta G > 0$  است.
- (۴) تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  به  $NO_2(g)$  نمونه‌ای از این گونه واکنش‌هاست.

(سراسری تجربی - ۸۶ فلاخ از کشور و سراسری تجربی - ۸۸)

۳۲۹- کدام عبارت درست است؟

- (۱) اگر  $\Delta S > 0$  و  $\Delta H < 0$  باشد،  $\Delta G > 0$  است.
- (۲) آنتالپی، ملاکی برای توجیه پیشرفت خودبه‌خودی فرایندهای طبیعی است.
- (۳) در واکنش سوختن اتانول، علامت  $\Delta S$  و  $\Delta G$  منفی اما علامت  $\Delta H$  مثبت است.
- (۴) یک تغییر گرماگیر و غیرخودبه‌خودی در دمای پایین، ممکن است در دمای بالا، خودبه‌خودی باشد.




---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



# پانخ‌های تشریحی قسمت اول

## مفاهیم ترمودینامیک

(از صفحه‌ی ۳۹ تا ۵۸ کتاب درسی)

- ۱- (۲) در مورد **گزینه‌ی (۴)** توجه شود که ترموشیمی دانش مطالعه‌ی گرما و انتقال انرژی در واکنش‌های شیمیایی است. در واقع ترموشیمی بخشی از ترمودینامیک است.
- ۲- (۴) گرمایشی (ترموشیمی) فقط به واکنش‌هایی که با تولید گرما همراه هستند، نمی‌پردازد. بلکه به مطالعه‌ی گرما و انتقال انرژی در واکنش‌های گرماگیر و حتی بی‌گرما نیز می‌پردازد.
- ۳- (۴) اجسام ساکن نیز دارای انرژی هستند، زیرا اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌های آن‌ها در حال حرکت هستند و هر ذره‌ی در حال حرکت دارای انرژی جنبشی است. در واقع انرژی گرمایی (جنبشی) نوعی انرژی است که به حرکت ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده بستگی دارد و از آن‌جا که ذره‌های سازنده‌ی ماده پیوسته در حرکتند، می‌توان گفت که همه‌ی مواد (ساکن یا متحرک) دارای انرژی هستند.
- ۴- (۳) انرژی گرمایی (جنبشی) به حرکت و جنبش ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده بستگی دارد.
- ۵- (۲) دما، معیاری از میزان گرمی یک جسم می‌باشد.
- ۶- (۱) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک ماده بیان‌گر گرمای آن جسم است.
- ۷- (۱) دما (T) تابع میزان شدت جنبش‌های مولکولی ماده است. به طوری که هر اندازه شدت جنبش‌های مولکولی ماده بیش‌تر باشد، دمای ماده نیز بالاتر است.
- ۸- (۲) q مقدار انرژی گرمایی مبادله شده است.
- ۹- (۴) اگر اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی جسمی آهسته حرکت کنند، در آن صورت می‌گویند که آن جسم سرد است یا دمای پایینی دارد. برعکس، اگر اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی جسمی تند حرکت کنند و انرژی جنبشی بیش‌تری داشته باشند با دماسنج برخوردی مؤثرتری خواهند داشت. در آن صورت گفته می‌شود که آن جسم گرم است یا دمای بالایی دارد. بنابراین اختلاف دمای میان دو جسم از اختلاف در انرژی جنبشی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها حکایت می‌کند.
- ۱۰- (۲) در تصویر سمت چپ، جنبش ذره‌ها پایین بوده و دمای ماده پایین است. بر اثر گرما انرژی جنبشی این ذره‌ها در تصویر سمت راست بالا می‌رود و دمای ماده نیز بالا خواهد رفت.
- ۱۱- (۳) در سنامه‌ی زیر را به دقت بفوانید.

### درسنامه

### تفاوت گرما با دما

گرما نوعی انرژی است، درحالی‌که دما انرژی نبوده و فقط معیاری از میزان گرمی جسم است. گرمای یک ماده به مقدار آن بستگی دارد ولی دما به مقدار ماده بستگی ندارد. به عنوان مثال، گرمای ۱۰ گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  ده برابر گرمای یک گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  می‌باشد، این درحالی است که دمای هر دوی آن‌ها  $25^{\circ}\text{C}$  است.

- ۱۲- (۳) ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده (مولکول، اتم یا یون) از یک نقطه به نقطه‌ی دیگری منتقل می‌شوند (**حرکت انتقالی**) و می‌توانند به دور خود یا حول هر محور دیگری بچرخند (**حرکت چرخشی**) و اگر پیوندهای کووالانسی را هم‌چون فنری در نظر بگیریم که اتم‌ها را محکم به هم متصل کرده است، در این صورت این پیوندها هم، مانند فنر می‌توانند مرتعش شوند (**حرکت ارتعاشی**). بنابراین به مولکول می‌توان حرکت‌های ارتعاشی گوناگونی نیز نسبت داد.

۱۳- (۲)

۱۴- (۱)

حرکت ارتعاشی مربوط به پیوندهای درون‌مولکولی کووالانسی است که مانند فنر می‌توانند

مرتعش شوند. بنابراین حرکت‌های ارتعاشی مختص مولکول‌هاست. اتم‌ها فاقد پیوند

کووالانسی هستند و بنابراین حرکت ارتعاشی ندارند.



(حرکت ارتعاشی در یک مولکول دو اتمی)

۱۵- (۳) ژول یکای کوچکی است. به طوری که هر تپش قلب انسان به حدود ۱J انرژی نیاز دارد. از این رو از کیلوژول (kJ) برای گزارش مقادیر انرژی استفاده می‌شود. (۱kJ = ۱۰۰۰J)

۱۶- (۲) یکاها یا واحدهای رایج انرژی کالری و ژول هستند. ژول یکای انرژی در سیستم SI است و به افتخار جمیز ژول فیزیک‌دان انگلیسی به این نام خوانده می‌شود.

۱۷- (۱)

۱۸- (۴)

۱۹- (۳) هر کالری رژیم غذایی (Cal) معادل با ۱۰۰۰ کالری (cal) یا ۴۱۸۴ ژول می‌باشد. توجه داشته باشید، کالری رژیم غذایی را با C بزرگ و کالری را با c کوچک نمایش می‌دهند. به تبدیل واحدهای زیر دقت کنید.

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal} = 4/184 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 4184 \text{ J}$$

$$1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal} = 1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$$

۲۰- (۲) هر کالری برابر با ۴/۱۸۴ ژول است و هر کالری غذایی معادل ۱۰۰۰ کالری است. پس در میان این چهار گزینه کالری غذایی بزرگ‌ترین یکای انرژی است. به برابری‌های زیر توجه کنید.

$$1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal}$$

$$1 \text{ Cal} = 1000 \times 4/184 \text{ J} = 4184 \text{ J} = 4/184 \text{ kJ}$$

$$? \text{ kcal } q = \frac{1000 \text{ g}}{\text{موز}} \times \frac{1000 \text{ g}}{\text{موز}} \times \frac{70 \text{ cal}}{\text{موز}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{1000 \text{ cal}} = 700 \text{ kcal } q \quad (۴) - ۲۱$$

۲۲- (۱) گزینه (۲) بیان گر ظرفیت گرمایی ویژه و گزینه (۴) بیان گر ظرفیت گرمایی مولی هستند.

۲۳- (۳) ظرفیت گرمایی یک جسم از رابطه‌ی زیر محاسبه شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{q}{\Delta T}$$

q : گرمای لازم

$\Delta T$  : تغییر دما

بنابراین، طبق رابطه‌ی فوق یکای ظرفیت گرمایی  $J \cdot C^{-1}$  (ژول بر درجه‌ی سلسیوس) یا  $J \cdot K^{-1}$  (ژول بر کلونین) می‌باشد. موارد (ب) و (د) در این تست یکاهای ظرفیت گرمایی ویژه می‌باشند.

۲۴- (۱) ظرفیت گرمایی ویژه، مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از جسمی به اندازه‌ی  $1^\circ C$  می‌باشد.

۲۵- (۳) ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یک جسم از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

q : گرمای لازم

m : جرم ماده

$\Delta T$  : تغییر دما

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} \quad (\text{ظرفیت گرمایی ویژه})$$

بنابراین با توجه به رابطه‌ی فوق یکای ظرفیت گرمایی ویژه  $J \cdot g^{-1} \cdot C^{-1}$  یا  $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$  می‌باشد. موارد (ب) و (د) در این تست یکاهای ظرفیت گرمایی مولی می‌باشند.

۲۶- (۱) ظرفیت گرمایی مولی، مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از یک ماده به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس ( $1^\circ C$ ) است و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی} = \frac{M \cdot q}{m \cdot \Delta T}$$

q : گرمای لازم

$\Delta T$  : تغییر دما

M : جرم مولی

m : جرم ماده

بنابراین با توجه به رابطه‌ی فوق یکای ظرفیت گرمایی مولی  $J \cdot mol^{-1} \cdot C^{-1}$  یا  $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$  می‌باشد.

۲۷- (۴) ظرفیت گرمایی یک جسم به جرم آن بستگی دارد ولی ظرفیت گرمایی ویژه، همواره برای یک گرم از جسم تعریف می‌شود و به جرم آن بستگی ندارد. هم‌چنین ظرفیت گرمایی مولی همواره برای یک مول از ماده تعریف می‌شود و به جرم آن بستگی نخواهد داشت.



ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه کم‌تری دارد، افزایش دمای بیش‌تری خواهد داشت.

(۲) - ۲۸

$$\Delta T = \frac{q}{m \cdot c}$$

برای درک بهتر این مطلب به طنز زیر توجه کنید.

### تصادف آقای کم‌ظرفیت و آقای باظرفیت

همان‌طور که پیش‌اومده که تو فیابون شاهد صحنه‌ی تصادف دو تا ماشین باشین و عکس‌العمل‌های متفاوتی از طرف راننده‌ها دیدین. بعضی که ظرفیت بالایی دارن، بعد از تصادف خیلی آروم از ماشین پیاده میشن و منتظر می‌مونن، آقای پلیس پیار و رسیدگی کنه. ولی متأسفانه بعضی‌ها که ظرفیت پایینی دارن، بعد از تصادف، پوش می‌آرن و هرچی از دهنشون درمی‌آره می‌کنن.



ترکیب‌های شیمیایی هم مثل ما آدم‌ها هستن. ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه کم‌تری داره، بر اثر گرما افزایش دمای بیش‌تری پیدا می‌کنه. یکسان بودن دمای آب در هر دو لیوان به شرط آن‌که در دمای جوش نباشند، نشان می‌دهد که میانگین سرعت حرکت مولکول‌های آب در هر دو لیوان با هم برابر است. زیرا انرژی گرمایی، نوعی انرژی است که به حرکت ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده بستگی دارد. اما به دلیل متفاوت بودن حجم آب موجود در دو لیوان (۱۰۰ mL و ۲۰۰ mL) برای افزایش دمای آب هر دو لیوان تا  $35^{\circ}\text{C}$  انرژی‌های گرمایی متفاوتی لازم است و لیوان دارای مقدار آب بیش‌تر، گرمای بیش‌تری نیز لازم دارد. زیرا با افزایش حجم آب، تعداد ذره‌های موجود در لیوان بیش‌تر شده و برای افزایش انرژی جنبشی یا سرعت حرکت این ذره‌ها به مقدار گرمای بیش‌تری نیاز است.

(۴) - ۲۹

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{239}{53 \times 5} = 0.9 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Al}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی ویژه Al})$$

(۳) - ۳۰

$$M \cdot c = \frac{M \cdot q}{m \cdot \Delta T} = \frac{27 \times 239}{53 \times 5} = 24.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Al}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی مولی Al})$$

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{240 \text{ J}}{53 \text{ g} \cdot 5^{\circ}\text{C}} = 0.9 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Al}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی ویژه Al})$$

(۱) - ۳۱

اگر گزینه (۲) را انتخاب کرده‌اید، ظرفیت گرمایی مولی را حساب کرده‌اید و اگر گزینه (۴) را پذیرفته‌اید، حتماً ظرفیت گرمایی ویژه را به دست آورده‌اید.

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{96}{75 \times 10} = 0.128 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Pb}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی ویژه Pb})$$

(۴) - ۳۲

$$M \cdot c = \frac{M \cdot q}{m \cdot \Delta T} = \frac{207 \times 96}{75 \times 10} = 26.5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Pb}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی مولی Pb})$$

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{96 \text{ J}}{75 \text{ g} \cdot 10^{\circ}\text{C}} = 0.128 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (\text{Pb}) \quad (\text{ظرفیت گرمایی ویژه Pb})$$

(۳) - ۳۳

اگر گزینه (۱) را انتخاب کرده‌اید، ظرفیت گرمایی مولی را حساب کرده‌اید و اگر گزینه (۴) را پذیرفته‌اید، حتماً ظرفیت گرمایی ویژه را به دست آورده‌اید.



۳۴- (۲) برای تبدیل ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی به یکدیگر رابطه‌ی ساده‌ی زیر را به خاطر بسپارید:

$$\boxed{M \times c = \text{ظرفیت گرمایی مولی}}$$

M: جرم مولی

c: ظرفیت گرمایی ویژه

اثبات رابطه‌ی فوق بسیار ساده است. به روابط زیر توجه فرمایید:

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی} = \frac{M \cdot q}{m \cdot \Delta T} \xrightarrow{c = \frac{q}{m \Delta T}} M \times c$$

بنابراین در این تست، ظرفیت گرمایی مولی آهن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی Fe} = M \times c = 56 \times 0.451 = 25.26 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

۳۵- (۳) اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی ماده‌ی A (مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم A به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس) از ماده‌ی B بیشتر باشد،

حتماً ظرفیت گرمایی m گرم ماده‌ی A نیز از m گرم ماده‌ی B بیشتر است. ولی هیچ لزومی ندارد که ظرفیت گرمایی مولی A نیز از B بیشتر باشد. زیرا ظرفیت گرمایی مولی از حاصل ضرب جرم مولی در ظرفیت گرمایی ویژه حاصل می‌شود.

M: جرم مولی ماده  $M_A \times c_A = \text{ظرفیت گرمایی مولی ماده‌ی A}$

c: ظرفیت گرمایی ویژه  $M_B \times c_B = \text{ظرفیت گرمایی مولی ماده‌ی B}$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، ظرفیت گرمایی مولی علاوه بر آن که تابع ظرفیت گرمایی ویژه (c) است، تابع جرم مولی ماده (M) نیز می‌باشد. طبق صورت تست ظرفیت گرمایی ویژه‌ی ماده‌ی A ( $c_A$ ) از ماده‌ی B ( $c_B$ ) بیشتر است، ولی برای مقایسه‌ی ظرفیت گرمایی مولی آن دو باید جرم مولی (M) آن‌ها نیز مشخص باشد. برای درک بهتر این موضوع به مثال زیر توجه کنید:

**مثال:** ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آهن از نقره بیشتر است.

$$c_{Fe} = 0.451 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}, \quad c_{Ag} = 0.235 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

این درحالی است که ظرفیت گرمایی مولی نقره از آهن بیشتر می‌باشد.

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی Fe} = M_{Fe} \times c_{Fe} = 56 \times 0.451 = 25.26 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی Ag} = M_{Ag} \times c_{Ag} = 108 \times 0.235 = 25.38 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

۳۶- (۱) این تست را می‌توان با یک تناسب ساده حل نمود:

$$1 \text{ mol} \times 1^\circ \text{C} \sim 75/4 \text{ J (انرژی مورد نیاز)}$$

$$2 \text{ mol} \times 10^\circ \text{C} \quad x \longrightarrow x = \frac{2 \times 10 \times 75/4}{1 \times 1} = 150.8 \text{ J}$$

۳۷- (۲) این تست را می‌توان با یک تناسب ساده حل نمود: ( $N_2 = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

$$1 \text{ g} N_2 \times 1^\circ \text{C} \sim 1 \text{ J (گرمای لازم)}$$

$$2 \times 28 \text{ g} N_2 \times 2^\circ \text{C} \quad x \longrightarrow x = \frac{2 \times 28 \times 2}{1} = 112 \text{ J}$$

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T = 250 \text{ g} \times 2/46 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \times (3 - 25)^\circ \text{C} = -12530 \text{ J} \approx -12.5 \text{ kJ} \quad \text{۳۸- (۳)}$$

علامت منفی در پاسخ نشان می‌دهد که اتانول باید ۱۳/۵ کیلوژول گرما از دست بدهد تا دمای آن از ۲۵°C به ۳°C تقلیل یابد.

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T = 50 \text{ g} \times 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \times (30 - 25)^\circ \text{C} = 250 \text{ cal} \quad \text{۳۹- (۳)}$$

$$q = mc\Delta T \longrightarrow 216 = (5 \times 12) \times 0.72 \times \Delta T \longrightarrow \Delta T = 5^\circ \text{C} \quad \text{۴۰- (۱)}$$

۴۱- (۲) چون در ظرف B مقدار آب کمتری وجود دارد، اگر به هر دو ظرف به یک اندازه گرما دهیم، دمای آن بیش‌تر بالا می‌رود. این موضوع را به راحتی می‌توان با استفاده از رابطه‌ی  $q = mc\Delta T$  نیز اثبات نمود. چون به هر دو ظرف به یک اندازه گرما می‌دهیم، پس مقدار q در هر دو برابر است. ظرفیت گرمایی ویژه (c) آب نیز برای هر دو ظرف یکسان است. در این صورت ظرفی که m کوچک‌تری دارد یعنی جرم آب موجود در آن کم‌تر است،  $\Delta T$  یا افزایش دمای بیش‌تری خواهد داشت.

$$\boxed{q = mc\Delta T \quad m \downarrow \rightarrow \Delta T \uparrow}$$

پس دمای ظرف B بالاتر می‌رود و با فرض این که مسیری برای انتقال انرژی گرمایی فراهم شود، بدیهی است که گرما از ظرف گرم‌تر یعنی B به ظرف سردتر یعنی A انتقال می‌یابد.



گرمای آزاد شده از واکنش، طبق رابطه  $q = mc\Delta T$  محاسبه می‌گردد. با توجه به این رابطه، مقدار افزایش دما مطابق زیر به دست می‌آید:

(۴۲) - (۱)

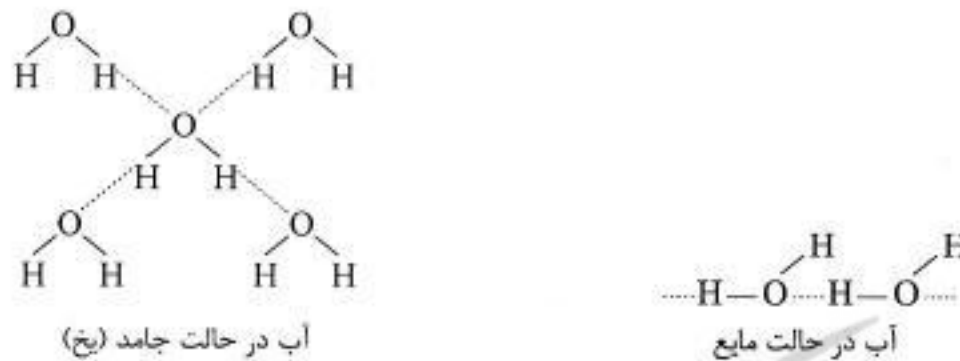
$$\Delta T = \frac{q}{mc}$$

در رابطه‌ی فوق مقدار  $c$  (ظرفیت گرمایی ویژه) ثابت است و می‌دانیم که مقدار گرمای آزاد شده از واکنش ( $q$ ) وابسته به جرم واکنش‌دهنده‌ها ( $m$ ) می‌باشد. به طوری که اگر مطابق صورت تست، مقدار واکنش‌دهنده‌ها از ۱۰۰ mL به ۲۰۰ mL افزایش یافته و دو برابر شود، حتماً مقدار گرمای آزاد شده ( $q$ ) هم دو برابر خواهد شد، لذا تغییر دما ( $\Delta T$ ) ثابت می‌ماند.

ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب در حالت گاز نسبت به حالت‌های جامد و مایع کم‌تر است. یعنی دمای بخار آب نسبت به آب مایع و یخ آسان‌تر و با صرف انرژی کم‌تری بالا می‌رود. علت آن است که در حالت گاز، مولکول‌های  $H_2O$  درگیر پیوندهای بین مولکولی نمی‌باشند و تمام گرمای به کار رفته صرف افزایش جنبش‌های مولکول‌های جدا از هم  $H_2O$  می‌شود.

(۴۳) - (۲)

در مورد حالت‌های جامد و مایع آب نیز، ابتدا به ساختار و تعداد پیوندهای هیدروژنی موجود در آب و یخ توجه کنید:



در حالت مایع، هر مولکول آب توسط دو پیوند هیدروژنی به دو مولکول دیگر متصل است. این در حالی است که در یخ هر مولکول آب توسط ۴ پیوند هیدروژنی با ۴ مولکول دیگر اتصال دارد. از طرفی مولکول‌های  $H_2O$  در یخ فقط دارای حرکت‌های ارتعاشی هستند و حرکت انتقالی یا چرخشی ندارند، زیرا موقعیت مولکول‌های  $H_2O$  در یخ ثابت است. ولی مولکول‌های  $H_2O$  در آب علاوه بر حرکت‌های ارتعاشی می‌توانند از یک نقطه به نقطه‌ی دیگری منتقل شوند و دارای حرکت انتقالی نیز می‌باشند. بنابراین درجه‌ی آزادی مولکول‌های آب در شبکه‌ی بلوری یخ کم‌تر است و به همین دلیل با افزایش دما، انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی را بهتر و سریع‌تر به یکدیگر منتقل می‌کنند و بنابراین برای افزایش دمای یخ مقدار گرمای کم‌تری لازم است و ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یخ کم‌تر از آب مایع می‌باشد. ضمناً بد نیست بدانید که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب در حالت مایع تقریباً دو برابر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یخ و بخار آب می‌باشد.

$$c(\text{آب مایع}) = 4184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$c(\text{یخ}) = 21076 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$c(\text{بخار آب}) = 21043 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

به طور کلی مقایسه‌ی میان ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب در حالت‌های فیزیکی مختلف به صورت **مایع < جامد < گاز** می‌باشد.

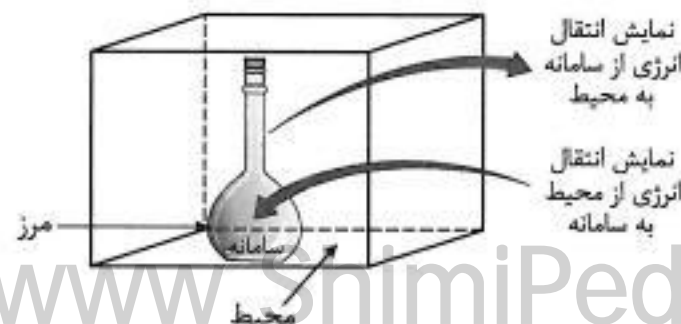
(۴۴) - (۲)

اگرچه در حقیقت، بقیه‌ی جهان هستی محیط پیرامون سامانه است ولی در عمل کافی است که فقط بخشی از جهان که با سامانه در ارتباطی نزدیک است، محیط در نظر گرفته شود. زیرا در عمل، کنترل و بررسی کل جهان هستی امکان‌پذیر نیست. از این رو فقط وسایل دیگر و آزمایشگاه، محیط پیرامون به شمار می‌آید.

(۴۵) - (۴)

به شکل زیر دقت کنید.

(۴۶) - (۳)





۴۷- (۳) درسامه‌ی زیر را بفوانید.

درسامه

## انواع سامانه‌ها

سامانه‌ها را براساس نوع مبادله‌ای که با محیط پیرامون خود دارند به سه دسته طبقه‌بندی می‌کنند. در این مبادله سامانه و محیط می‌توانند انرژی، ماده یا هر دو را بین هم تبادل کنند.

- ① سامانه‌ای که هم انرژی و هم ماده با محیط مبادله می‌کند **سامانه‌ی باز** نامیده می‌شود. مانند زودپز.
- ② به سامانه‌ای که در آن امکان مبادله‌ی ماده وجود ندارد و تنها به مبادله‌ی انرژی اکتفا می‌شود، **سامانه‌ی بسته** می‌گویند. مانند بادکنک پر از هوا.
- ③ سامانه‌ای هم که مبادله‌ی ماده و انرژی ندارد **سامانه‌ی منزوی (ایزوله)** نامیده شده است. مانند فلاسک چای.

۴۸- (۲) به بررسی هر چهار گزینه توجه کنید.

**گزینه‌ی ۱:** یک زودپز حین پختن غذا، علاوه بر آن که با محیط مبادله‌ی گرما دارد، از طریق سوپاپ اطمینان بخشی از گاز درون خود را نیز به محیط می‌دهد و به مبادله‌ی ماده می‌پردازد. از این رو سامانه‌ای باز به شمار می‌رود.

**گزینه‌ی ۲:** یک بادکنک پر از هوا، اگر چه با محیط پیرامون خود مبادله‌ی ماده ندارد ولی به دلیل نازک بودن جداره‌ی بادکنک می‌تواند با محیط پیرامون، مبادله‌ی انرژی داشته باشد. بنابراین سامانه‌ای بسته به شمار می‌رود.

**گزینه‌ی ۳ و ۴:** آب جوش یا چای که در یک فلاسک نگهداری می‌شود، در مجموع یک سامانه‌ی منزوی یا ایزوله را تشکیل می‌دهد. اگر چه نمی‌توان ادعا کرد که این سامانه، واقعاً منزوی است. زیرا اگر چه این سامانه با محیط پیرامون خود مبادله‌ی ماده ندارد ولی با گذشت مدت زمان نسبتاً طولانی آب جوش یا چای داخل آن سرد خواهد شد.

تمام مواد دارای انرژی هستند. از این رو مبادله‌ی ماده بدون مبادله‌ی انرژی، امکان‌پذیر نیست. خواص قابل اندازه‌گیری یک سیستم نظیر حجم، فشار و دما را خواص ترمودینامیکی آن سیستم می‌گویند.

۴۹- (۳)

۵۰- (۴)

۵۱- (۴)

۵۲- (۴)

دما یک خاصیت شدتی است و به مقدار ماده بستگی ندارد. از خواص مقداری مهم می‌توان جرم، حجم، انرژی درونی، گرما و ظرفیت گرمایی را نام برد.

۵۳- (۳)

ظرفیت گرمایی به مقدار ماده وابسته است و از خواص مقداری است. از خواص شدتی مهم می‌توان حالت فیزیکی، دما، غلظت، فشار، رنگ، بو، طعم، نقطه‌ی ذوب، نقطه‌ی جوش، چگالی، ضریب شکست نور، ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی را نام برد.

۵۴- (۱)

جرم، حجم، انرژی درونی و گرما از خواص مقداری هستند. بنابراین با اضافه کردن آب دو ظرف به یکدیگر افزایش می‌یابند. این درحالی است که دما یک خاصیت شدتی است و چون هر دو ظرف هم‌دما ( $25^{\circ}\text{C}$ ) هستند، با اضافه کردن آب دو ظرف به یکدیگر دما تغییری نکرده و در  $25^{\circ}\text{C}$  ثابت باقی می‌ماند.

۵۵- (۴)

شرط آن که جمع خاصیتی برای این سه بشر با همین خاصیت در سامانه‌ی اولیه برابر باشد، آن است که خاصیت موردنظر از خواص مقداری سامانه باشد. از میان خاصیت‌های آرایه شده در گزینه‌های این تست جرم، حجم و ظرفیت گرمایی از خواص مقداری هستند.

۵۶- (۱)

۵۷- (۴)

هنگامی که در یک سیستم شیمیایی، مواد اولیه یا واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند، انرژی درونی آن سیستم تغییر می‌کند. این تغییر انرژی را با  $\Delta E$  نشان می‌دهیم.

۵۸- (۲)

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \text{مواد اولیه } E - \text{فراورده‌ها } E = \text{آغازی } E - \text{پایانی } E$$

**توجه:** تغییر در انرژی سیستم همیشه با تغییر انرژی در محیط پیرامون همراه است.

این تست با استفاده از یک نسبت تناسب ساده به راحتی حل می‌شود.

۵۹- (۱)

$$\frac{\text{molAB}}{2} \sim \frac{\Delta E}{E_2 - E_1}$$

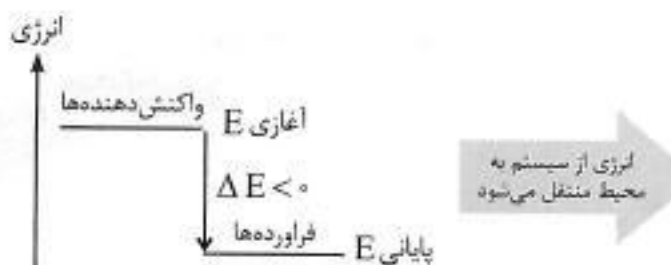
$$2$$

$$1 \quad x \longrightarrow x = \frac{1}{2}(E_2 - E_1)$$

در صورت تست اشاره گردیده که تغییرات انرژی سیستم به ازای تشکیل هر مول AB کدام است، پس باید  $\Delta E$  را به ازای تشکیل یک مول

AB محاسبه نماییم که برابر  $\frac{1}{2}(E_2 - E_1)$  می‌باشد.

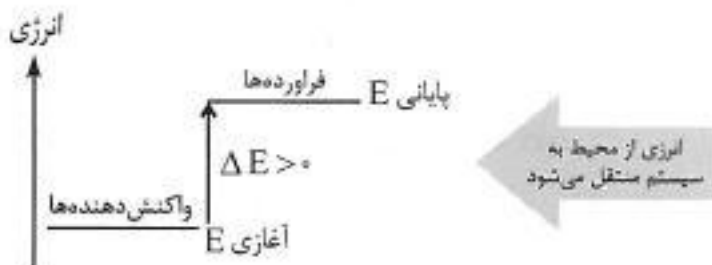




۶۰- (۲) در این نمودار انرژی، سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است. در چنین سیستمی انرژی از سیستم به محیط انتقال می‌یابد و انرژی درونی سیستم کاهش می‌یابد و در این شرایط علامت انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) منفی است.

$$\Delta E = E_{\text{پایانی}} - E_{\text{آغازی}} \quad E_{\text{پایانی}} < E_{\text{آغازی}} \rightarrow \Delta E < 0$$

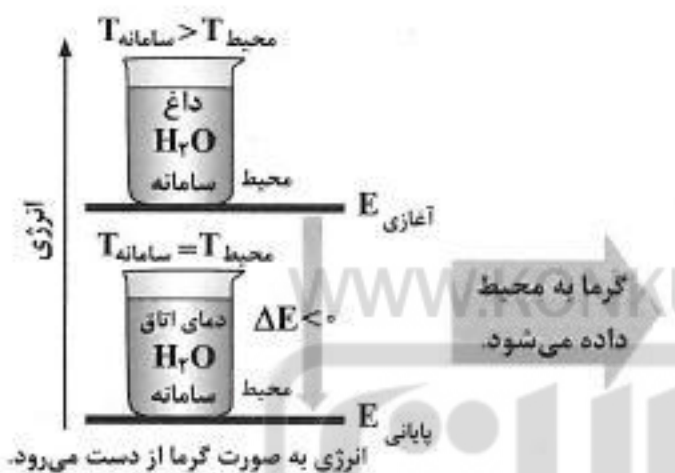
۶۱- (۳) برای پاسخ‌گویی به این تست به نمودار زیر توجه کنید:



$$\Delta E = E_{\text{پایانی}} - E_{\text{آغازی}} \quad E_{\text{پایانی}} > E_{\text{آغازی}} \rightarrow \Delta E > 0$$

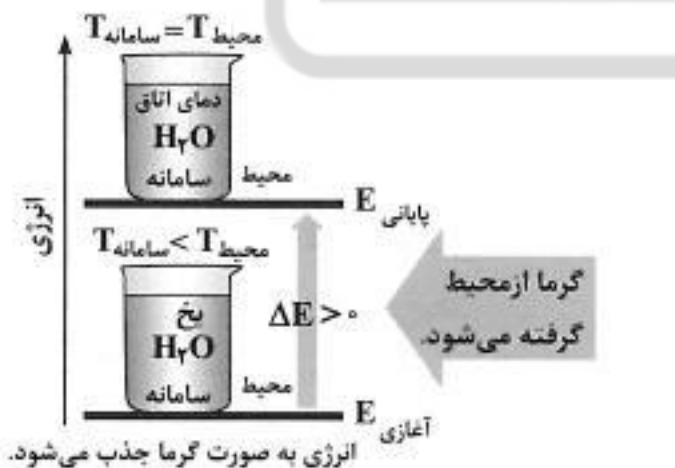
۶۲- (۴)

۶۳- (۲)



این شکل، یک سامانه شامل نمونه‌ای آب داغ درون یک ظرف سر بسته را نشان می‌دهد. در این صورت گرما از آب به محیط پیرامون منتقل می‌شود و انرژی سامانه کاهش می‌یابد. در این حالت، چون سامانه بسته است، تغییر انرژی درونی سامانه فقط ناشی از مبادله‌ی گرما است و این مبادله‌ی انرژی تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای آب با دمای محیط پیرامون آن برابر شود. چون در این مورد، انرژی سامانه کاهش پیدا می‌کند، یعنی سامانه بخشی از انرژی خود را از دست داده است، پس علامت تغییر انرژی درونی آن منفی است.

۶۴- (۲)



این شکل، سامانه‌ی بسته‌ای را نشان می‌دهد که فقط با محیط پیرامون مبادله‌ی گرما دارد. یخ (سامانه) از محیط انرژی جذب می‌کند تا زمانی که دمای آن با دمای محیط یکسان شود. یعنی سامانه، انرژی به دست آورده است، پس علامت تغییر انرژی درونی آن مثبت است.

۶۵- (۲) قانون اول ترمودینامیک در واقع همان قانون پایستگی انرژی است، که بر طبق آن می‌توان نتیجه گرفت که انرژی نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود.

۶۶- (۴) اگر سیستمی به هنگام تبادل گرمایی به مقدار  $q$ ، به مقدار  $w$  کار انجام دهد یا همین مقدار کار روی آن انجام شود، در این صورت تغییر انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید. این رابطه، قانون اول ترمودینامیک نامیده می‌شود.

۶۷- (۳) چون سامانه کار انجام داده است، پس علامت کار منفی است. مقدار کار انجام شده را به  $\text{kJ}$  تبدیل می‌کنیم.

$$w = -232 \text{ J} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = -0.232 \text{ kJ}$$

چون گرما آزاد می‌شود، پس علامت گرما نیز منفی است. مقدار گرمای آزاد شده را به  $\text{kJ}$  تبدیل می‌کنیم.

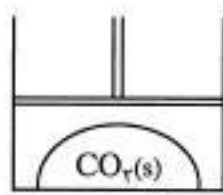
$$q = -2 \text{ kcal} \times \frac{4.184 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} = -8.368 \text{ kJ}$$

اکنون مطابق قانون اول ترمودینامیک، می‌توان مقدار تغییر انرژی درونی سامانه را به دست آورد.

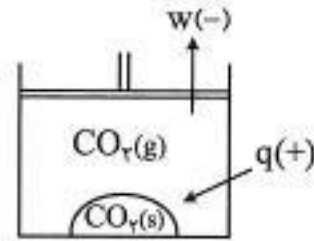
$$\Delta E = q + w = -0.232 \text{ kJ} - 8.368 \text{ kJ} = -8.6 \text{ kJ}$$

۶۸- (۴) انرژی جذب شده از محیط توسط یخ خشک، صرف انجام دو تغییر زیر می‌گردد:

- ① مقداری انرژی به صورت گرما ( $q$ ) موجب تصعید یخ خشک و تبدیل آن به گاز کربن دی‌اکسید می‌گردد.
- ② تولید گاز کربن دی‌اکسید موجب انبساط فضای داخل سیلندر و بالا رفتن پیستون می‌شود که نتیجه‌ی آن انجام کار ( $w$ ) توسط سیستم بر روی محیط است.



(یخ خشک قبل از تصعید)



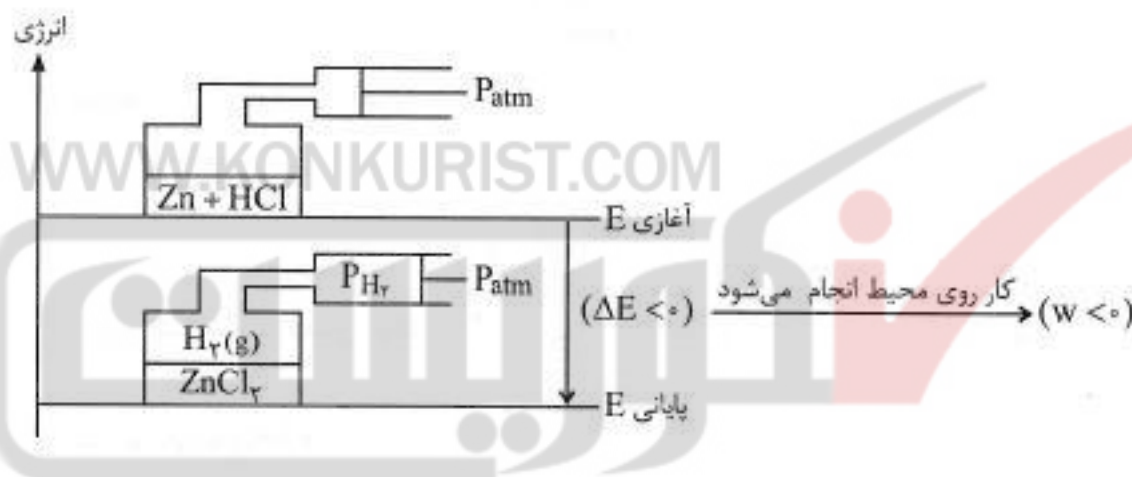
(تصعید یخ خشک و افزایش حجم سیلندر)

بنابراین تغییرات انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) معادل با گرمای لازم برای تصعید یخ خشک ( $q$ ) و کار انجام شده برای بالا بردن پیستون  $w$  می‌باشد. **توجه:** همیشه این‌طور نیست که به‌طور هم‌زمان گرما و کار مبادله شوند. گاهی ممکن است که فقط گرما یا فقط کار انجام شود.

۶۹- (۲) واکنش انجام شده درون ظرف به صورت زیر است:



در این حالت با تولید گاز هیدروژن، پیستون درون سیلندر به سمت عقب رانده می‌شود.



در این سیستم تغییرات انرژی درونی ( $\Delta E$ ) فقط به صورت کار انجام شده توسط سیستم بر روی محیط ( $w$ ) خود را نشان می‌دهد و چون ظرف عایق‌بندی است و مبادله‌ی گرمایی با محیط ندارد  $q = 0$  خواهد بود. پس در این سیستم:

$$\Delta E = q + w \xrightarrow{q=0 \text{ عایق‌بندی}} \Delta E = w$$

برای بررسی علامت  $\Delta E$  و  $w$  در سامانه‌ی فوق دو حالت زیر را در نظر می‌گیریم:

① وقتی که گاز هیدروژن تشکیل می‌شود، این گاز باعث می‌شود که پیستون به عقب رانده شود. در این صورت انرژی درونی سیستم مصرف می‌شود ( $\Delta E < 0$ ) و روی پیستون کار انجام می‌دهد ( $w < 0$ ). در واقع در این آزمایش سیستم بر روی محیط کار انجام می‌دهد.

② اگر روی پیستون از بیرون فشاری وارد کنیم، در این صورت سیستم انرژی به دست می‌آورد ( $\Delta E > 0$ ) و چون از محیط روی سیستم کار انجام شده است، پس علامت کار انجام شده نیز مثبت است. ( $w > 0$ )

**نتیجه‌ی مهم:** اگر سیستم روی محیط پیرامون کار انجام دهد، علامت کار منفی و اگر محیط پیرامون روی سیستم کار انجام دهد، علامت کار مثبت است.

۷۰- (۳) با توجه به قانون اول ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\Delta E = q + w$$

می‌توان رابطه‌ی فوق را بازنویسی کرد و گرمای مبادله شده در یک واکنش شیمیایی را از رابطه‌ی زیر محاسبه نمود:

$$q = \Delta E - w$$

رابطه‌ی اخیر نشان می‌دهد که گرمای مبادله شده در یک واکنش ( $q$ ) صرف تغییر انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) و انجام کار ( $w$ ) می‌گردد.

**توجه:** گزینه‌ی (۴) اگر چه رابطه‌ی صحیح است ولی هیچ ارتباطی به قانون اول ترمودینامیک ندارد.



۷۱- (۳) درسنامه‌ی زیر را به دقت بفوانید.

درسنامه

**گرمای واکنش در ظرف سربسته با حجم ثابت ( $\Delta V = 0$ )**

در چنین حالتی چون حجم ثابت است ( $\Delta V = 0$ ) کار انجام نمی‌شود ( $w = 0$ ) و تغییر انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) فقط ناشی از انتقال گرماست که آن را به صورت  $q_v$  یعنی گرمای واکنش در حجم ثابت نشان می‌دهیم. بنابراین در چنین حالتی:

$$q_v = \Delta E$$

**نتیجه‌ی مهم:** گرمای مبادله شده در حجم ثابت را تغییرات انرژی درونی سیستم می‌نامند و آن را با نماد  $\Delta E$  یا  $q_v$  نشان می‌دهند.

۷۲- (۲) درسنامه‌ی زیر را به دقت بفوانید.

درسنامه

**گرمای واکنش در ظرف سرباز با فشار ثابت ( $\Delta V \neq 0$ )**

معمولاً واکنش‌های شیمیایی در ظروف سرباز یا هر ظرف دیگری که فشار را ثابت نگه می‌دارد، انجام می‌شوند و حجم آن تغییر می‌کند ( $\Delta V \neq 0$ ). در این حالت کار انجام می‌شود ( $w \neq 0$ ) و تغییر انرژی درونی سیستم ( $\Delta E$ ) ناشی از انجام کار ( $w$ ) و انتقال گرماست که آن را به صورت  $q_p$  یعنی گرمای واکنش در فشار ثابت نشان می‌دهند. بنابراین در چنین حالتی:

$$q_p = \Delta E - w$$

چون بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی در فشار ثابت (ظرف سرباز) انجام می‌شوند. برای چنین واکنش‌هایی گرمای مبادله شده در فشار ثابت را با  $\Delta H$  نشان می‌دهند و آن را گرمای واکنش یا تغییر آنتالپی واکنش می‌نامند.

$$q_p = \Delta H = \Delta E - w$$

**نتیجه‌ی مهم:** گرمای مبادله شده در فشار ثابت را گرمای واکنش یا تغییرات آنتالپی سیستم می‌نامند و آن را با نماد  $\Delta H$  یا  $q_p$  نشان می‌دهند.

۷۳- (۳) رابطه‌ی ارائه شده در گزینه‌ی (۳) همان قانون اول ترمودینامیک است. شکل درست گزینه‌ی (۱) به صورت  $q_v = \Delta E$ ، شکل درست گزینه‌ی (۲) به

صورت  $\Delta H = q_p$  و شکل درست گزینه‌ی (۴) به صورت  $q_p = \Delta E - w$  می‌باشد.

۷۴- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

**مقایسه‌ی مقداری  $\Delta E$  و  $\Delta H$** 

در شرایط فشار ثابت (سامانه‌های سرباز) مبادله‌ی انرژی همراه با انجام کار توسط سامانه روی محیط پیرامون یا برعکس است. بنابراین میزان آنتالپی با تغییر انرژی درونی تفاوت دارد و به ترتیب بیش‌تر یا کم‌تر از آن است.

$$\Delta H = \Delta E - w \begin{cases} \xrightarrow{\text{سامانه روی محیط کار انجام می‌دهد } (w < 0)} -w > 0 \longrightarrow \Delta H > \Delta E \\ \xrightarrow{\text{محیط روی سامانه کار انجام می‌دهد } (w > 0)} -w < 0 \longrightarrow \Delta H < \Delta E \end{cases}$$

۷۵- (۲) در این فرایند،  $\Delta H$  کوچک‌تر از صفر است، بنابراین فرایندی گرماده است و انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد. از این رو، در این شکل

انتقال انرژی از محیط به سامانه (B) بی‌مورد است.

۷۶- (۲) با توجه به شکل داده شده، تعداد مول‌های گازی داخل ظرف و حجم سامانه‌ی گازی کاهش یافته است. یعنی محیط روی سامانه کار انجام

داده است و علامت  $w$  مثبت است.

$$w > 0 \longrightarrow -w < 0$$

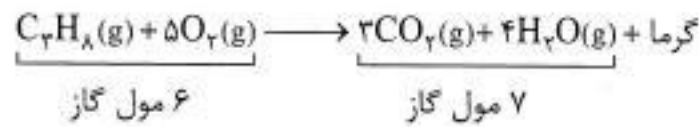
$$\Delta H = \Delta E - w \xrightarrow[-w < 0]{\Delta E < 0 (-186 \text{ kJ})} \Delta H < 0$$

۷۷- (۳) فشار درون سیلندر به دلیل افزایش حجم فرآورده‌های واکنش بیش‌تر از فشار محیط است. بنابراین گازهای درون سیلندر روی محیط کار انجام

می‌دهند.

۷۸- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: سوختن گاز پروپان همراه با افزایش تعداد مول‌های گازی و افزایش حجم است. از این رو پیستون به سمت بیرون رانده می‌شود و علامت  $\Delta V$  در این سامانه مثبت است.

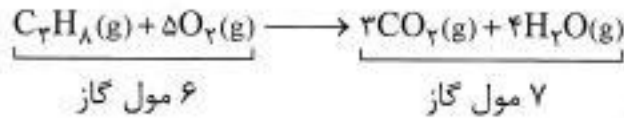


گزینه ۲: وقتی پیستون به سمت بالا حرکت می‌کند، مولکول‌های هوا را به عقب می‌رانند و در واقع روی آن‌ها کار انجام می‌دهد و بدین ترتیب مقداری از انرژی واکنش به صورت انرژی مکانیکی نمایان می‌شود.

گزینه ۳: واکنش در یک سیلندر با پیستون متحرک انجام می‌شود و بنابراین با تغییر حجم، فشار را ثابت نگه می‌دارد. گرمای مبادله شده در فشار ثابت، آنتالپی واکنش نامیده می‌شود.

گزینه ۴: در این واکنش سامانه روی محیط کار انجام می‌دهد و بنابراین تغییر انرژی درونی سامانه، هم‌ارز گرمای مبادله شده با محیط و کار انجام شده است. ( $\Delta E = q + w$ )

۷۹- (۴) معادله‌ی واکنش سوختن گاز پروپان به صورت زیر است:



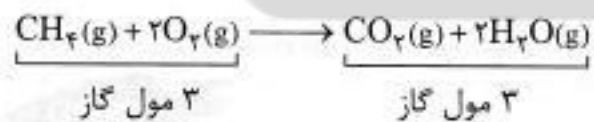
اگر این واکنش در ظرفی با پیستون متحرک انجام شود، حجم بیش‌تر فرآورده‌های گازی باعث می‌شود که پیستون به سمت بالا حرکت کند. در این صورت مولکول‌های هوا را کنار می‌زند و روی آن‌ها کار انجام می‌دهد. در هنگام انبساط، حجم افزایش می‌یابد ( $\Delta V > 0$ ) از این رو توسط سامانه (گاز) روی محیط پیرامون (هوا) کار انجام شده است و علامت کار منفی است.

$$\Delta V = V_2 - V_1 \xrightarrow{V_2 > V_1} \Delta V > 0 \longrightarrow \boxed{w < 0}$$

ضمناً در این واکنش (سوختن پروپان) مقدار قابل توجهی گرما نیز آزاد می‌شود ( $q < 0$ ). بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta E = q + w \xrightarrow{(q < 0, w < 0)} \boxed{\Delta E < 0}$$

۸۰- (۴) معادله‌ی واکنش سوختن گاز متان به صورت زیر است:

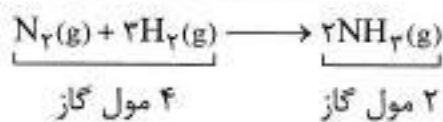


در این واکنش، ۳ مول از واکنش‌دهنده‌ها، ۳ مول فرآورده تولید می‌کند، یعنی تغییر حجمی در سامانه ایجاد نمی‌شود، پس  $\Delta V = 0$  است و کار ناشی از تغییر حجم نیز صفر خواهد بود ( $w = 0$ ). در این حالت  $\Delta E = q$  است. به عبارت دیگر هنگامی که یک واکنش شیمیایی با تغییر حجم همراه نیست یا در ظرفی با حجم ثابت انجام می‌گیرد، مقدار تغییر انرژی درونی تنها ناشی از انتقال گرما خواهد بود.

$$\Delta V = V_2 - V_1 \xrightarrow{V_2 = V_1} \Delta V = 0 \longrightarrow \boxed{w = 0}$$

$$\Delta E = q + w \xrightarrow{w = 0} \boxed{\Delta E = q}$$

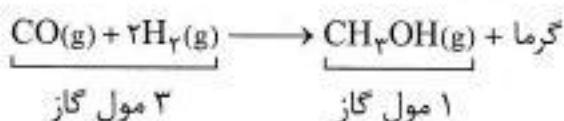
۸۱- (۳) معادله‌ی واکنش تهیه‌ی آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن به صورت زیر است:



در این واکنش حجم کاهش می‌یابد ( $\Delta V < 0$ ) و پیستون به سمت پایین حرکت می‌کند، یعنی روی سامانه کار انجام می‌شود و علامت کار مثبت خواهد بود ( $w > 0$ ).

$$\Delta V = V_2 - V_1 \xrightarrow{V_2 < V_1} \Delta V < 0 \longrightarrow \boxed{w > 0}$$

۸۲- (۱) تعداد مول‌های گازی طرفین معادله‌ی ارایه شده در تست به صورت زیر است:



در این واکنش حجم کاهش می‌یابد ( $\Delta V < 0$ ) و پیستون متحرک به سمت پایین حرکت می‌کند، یعنی روی سامانه کار انجام می‌شود و علامت کار مثبت است ( $w > 0$ ).



$$\Delta V = V_f - V_i \xrightarrow{V_f < V_i} \Delta V < 0 \rightarrow w > 0$$

$$\Delta H = \Delta E - w \xrightarrow{w > 0} \Delta E > \Delta H$$

۸۳- (۱) اگر در واکنشی حجم کاهش یابد، از محیط پیرامون روی سامانه کار انجام شده است. در این صورت علامت کار مثبت است و سامانه انرژی به دست می‌آورد.

توجه: به طور کلی زمانی انرژی سامانه افزایش می‌یابد ( $\Delta E > 0$ ) که حجم سامانه کاهش یابد ( $\Delta V < 0$ ) و یا از محیط پیرامون روی سامانه کار انجام شود. ( $w > 0$ ) و یا از محیط پیرامون به سامانه گرما منتقل شود. ( $q > 0$ )

۸۴- (۲) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

### درسنامه

#### تابع حالت و وابسته نبودن به مسیر

در هر سامانه‌ی ترمودینامیکی تعدادی از خواص وجود دارند که مقدار آن‌ها تنها به حالت آغازی و پایانی یک سامانه بستگی دارد و تغییرات آن‌ها به هیچ‌عنوان به مسیر انجام فرایند و این‌که سامانه چگونه به حالت فعلی رسیده است، بستگی ندارد. این خواص را اصطلاحاً تابع حالت می‌نامیم.

مثال: اگر بخواهیم از طبقه‌ی اول یک ساختمان به طبقه‌ی دهم برویم. برای این منظور ممکن است از پله‌ها استفاده کنیم یا با استفاده از آسانسور بالا برویم. انتخاب هر کدام از این مسیرها در هدف نهایی اثری ندارد و در هر حالت موقعیت آغازی و پایانی تفاوتی نمی‌کند. بنابراین رفتن از طبقه‌ی اول به طبقه‌ی دهم یک تابع حالت است.

#### توابع حالت سامانه‌های ترمودینامیکی

حجم (V)، دما (T)، فشار (P)، انرژی درونی (E)، آنتالپی (H) و آنتروپی (S) یک سامانه به مسیر انجام فرایند بستگی ندارند و فقط به حالت آغازی و پایانی سامانه وابسته هستند. بنابراین همگی از توابع حالت محسوب می‌شوند. به این معنا که اگر برای انجام فرایندی، مسیرهای متفاوتی وجود داشته باشد، تغییرات آن‌ها در تمام مسیرها یکسان است. این درحالی است که گرمای مبادله شده (q) و کار انجام شده (w) توسط سامانه تابع حالت محسوب نمی‌شوند و تابع مسیر هستند.

قلق تستی: به جز q و w سایر کمیت‌های اشاره شده در کتاب‌های دوره‌ی دبیرستان و پیش‌دانشگاهی، همگی از توابع حالت محسوب می‌شوند. پس نیازی به حفظ کردن توابع حالت ندارید. تمامی کمیت‌های دوره‌ی دبیرستان به جز q و w تابع حالت هستند.

۸۵- (۳) درسنامه‌ی زیر را به دقت بفهانید.

### درسنامه

#### مثالی برای تابع حالت

معادله‌ی واکنش سوختن یک مول اوکتان (یکی از اجزای بنزین) به صورت مقابل است:

$$C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2}O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g) + 9H_2O(g)$$

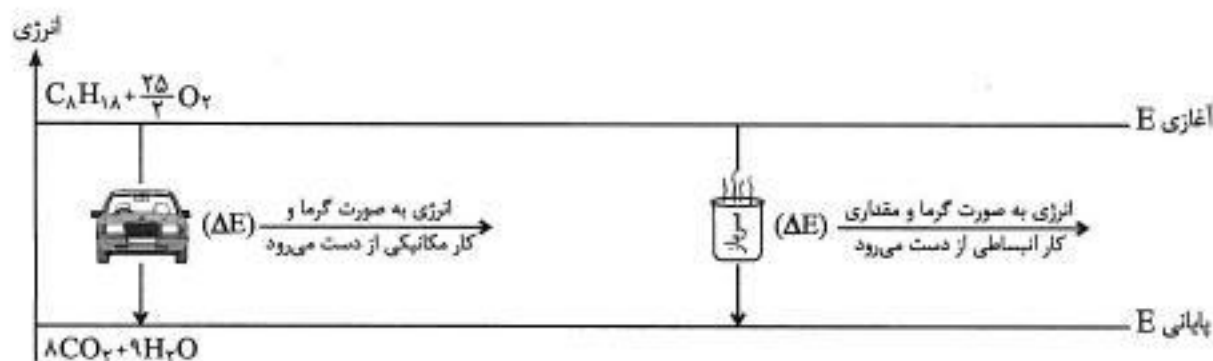
می‌خواهیم تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) را در ۲ حالت مختلف زیر بررسی نماییم.

۱- در موتور اتومبیل اگر اوکتان در موتور خودرو بسوزد، بخشی از  $\Delta E$  (حدود ۳۰٪) به صورت کار مکانیکی (w) ظاهر شده و باعث به حرکت درآمدن خودرو می‌شود و بقیه‌ی آن به صورت گرما (q) باعث گرم شدن موتور خودرو و گازهای خروجی می‌شود.

$$\Delta E = q(70\%) + w(30\%) \quad (\text{در موتور اتومبیل})$$

۲- در ظرف سرباز اگر اوکتان در ظرفی سرباز سوزانده شود، تقریباً تمام تغییرهای انرژی درونی ( $\Delta E$ ) به صورت گرما (q) ظاهر می‌شود، به جز مقدار کمی کار که باعث عقب راندن هوا (w) می‌شود.

$$\Delta E = q + w \quad (\text{مقداری کم}) + w \quad (\text{قسمت عمده}) \quad (\text{در ظرف سرباز})$$



اگر چه مقدار گرما (q) و کار (w) در این دو حالت با هم یکسان نیستند ولی مجموع  $q + w$  یا تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) در هر دو حالت یکسان است. نتیجه این‌که، کار و گرما تابع حالت نبوده ولی انرژی درونی تابع حالت است.



۸۶- (۲) انرژی درونی یک تابع حالت بوده و به مسیر انجام فرایند بستگی ندارد.

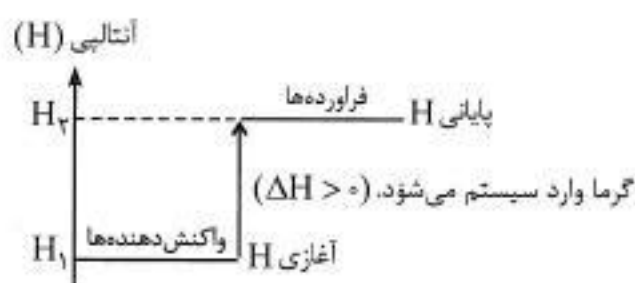
۸۷- (۴) آنتالپی را می‌توان تغییر انرژی یک سامانه در فشار ثابت تعریف کرد. اغلب تغییرهای فیزیکی و شیمیایی مانند زنگ زدن ورقه‌های آهنی و یخ زدن آب رودخانه در فشار اتمسفری (فشار ثابت) انجام می‌شوند. در چنین مواردی متغیر ترمودینامیکی آنتالپی (H) تعریف می‌شود که با استفاده از آن اندازه‌گیری تغییر انرژی سیستم ساده‌تر است.

۸۸- (۴)

۸۹- (۱) مقدار تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ ) برای یک واکنش مقدار گرمایی است که از تبدیل مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌ها در فشار ثابت آزاد یا جذب می‌شود. برای یک فرایند، تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ ) به صورت زیر است:

$$\Delta H = H_2 - H_1 = \text{واکنش‌دهنده‌ها} - \text{فراورده‌ها} = H_{\text{آغازی}} - H_{\text{پایانی}}$$

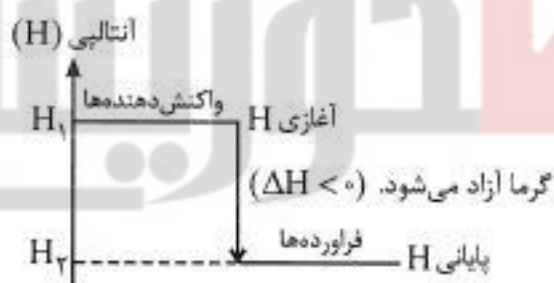
۹۰- (۱) به نمودار زیر توجه کنید:



$$\Delta H = H_2 - H_1 \xrightarrow{H_2 > H_1} \Delta H > 0 \text{ گرماگیر}$$

در فرایندهای گرماگیر سطح آنتالپی افزایش می‌یابد و آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها ( $H_{\text{آغازی}}$ ) از آنتالپی فراورده‌ها ( $H_{\text{پایانی}}$ ) کوچک‌تر است و  $\Delta H$  همواره مثبت است. اگر گزینه (۳) را انتخاب کرده‌اید، اشتباهاً تصور کرده‌اید که در صورت تست آنتالپی فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها خواسته شده است.

۹۱- (۱) به نمودار زیر توجه کنید.



$$\Delta H = H_2 - H_1 \xrightarrow{H_2 < H_1} \Delta H < 0 \text{ گرماده}$$

در یک واکنش گرماده، سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده ( $H_{\text{آغازی}}$ ) از سطح انرژی فراورده‌ها ( $H_{\text{پایانی}}$ ) بیش‌تر و  $\Delta H$  واکنش منفی است. در یک واکنش گرماده، محتوای انرژی فراورده‌ها از محتوای انرژی واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است. به این معنی که سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است. از طرفی هر چه سطح انرژی کاهش یابد، فعالیت شیمیایی نیز کاهش می‌یابد. (زیرا فعالیت شیمیایی با سطح انرژی رابطه‌ی مستقیم دارد). بنابراین در یک واکنش گرماده فعالیت شیمیایی فراورده‌ها از فعالیت شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است.

۹۲- (۳) درسامه‌ی زیر را هتماً بفهمنید.

درسامه

### تعیین علامت متغیرهای ترمودینامیکی

برای تعیین علامت متغیرهای ترمودینامیکی که به خصوص در کتاب جدید، بسیار مورد توجه مؤلفین کتاب نیز می‌باشد، دو حالت مختلف زیر را به خاطر بسپارید. هیچ تعیین علامتی خارج از این دو حالت نخواهد بود.

**حالت اول** اگر سیستمی گرما بدهد، یعنی سیستم گرماده باشد،  $q < 0$  است. اگر گرما را در حجم ثابت از دست بدهد،  $\Delta E < 0$  می‌باشد و اگر گرما را در فشار ثابت از دست بدهد،  $\Delta H < 0$  می‌شود. هم‌چنین اگر سیستم روی محیط کار انجام دهد،  $w < 0$  می‌باشد. خلاصه این‌که علامت خروج از سیستم (چه گرما و چه کار) منفی است.

**حالت دوم** اگر سیستمی گرما بگیرد، یعنی سیستم گرماگیر باشد،  $q > 0$  است. اگر گرما را در حجم ثابت بگیرد،  $\Delta E > 0$  می‌باشد و اگر گرما را در فشار ثابت بگیرد،  $\Delta H > 0$  می‌شود. هم‌چنین اگر محیط روی سیستم کار انجام دهد،  $w > 0$  می‌باشد. خلاصه این‌که علامت ورود به سیستم (چه گرما و چه کار) مثبت است.



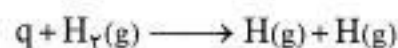
- گزینه (۱) چون سیستم روی محیط پیرامون کار انجام می‌دهد، پس  $w < 0$  است.
- گزینه (۲) چون آنتالپی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها بالاتر است، پس فرایند گرماگیر است و  $\Delta H > 0$  می‌باشد.
- گزینه (۳) چون سطح انرژی واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها پایین‌تر است، پس حتماً سطح انرژی فرآورده‌ها بالاتر بوده و فرایند گرماگیر است و  $\Delta E > 0$  می‌باشد.
- گزینه (۴) چون گرما از محیط به سیستم منتقل می‌شود،  $q > 0$  است.
- ۹۴- (۴) درسنامه‌ی زیر را دو بار با دقت بفهمنید.

## درسنامه

## آشنایی با فرایندهای گرماگیر و گرماده‌ی مهم

آ) واکنش‌های گرماگیر ( $\Delta H > 0$ )

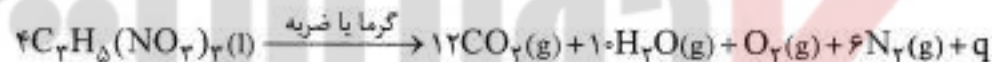
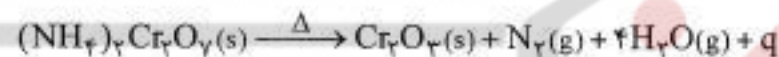
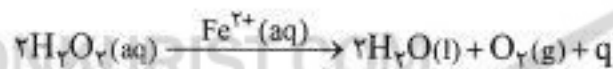
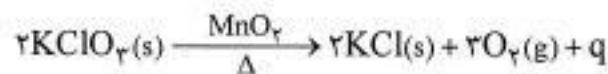
① شکستن پیوند. مانند شکستن پیوند  $H-H$  و تبدیل آن به اتم‌های  $H$ .



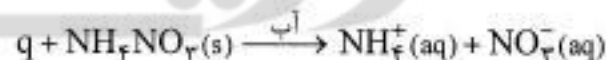
② اغلب واکنش‌های تجزیه. مانند تجزیه‌ی اغلب کربنات‌ها ( $CO_3^{2-}$ )، نیترات‌ها ( $NO_3^-$ )، کلرات‌ها ( $ClO_3^-$ ).



استثنا: برخی واکنش‌های تجزیه گرماده هستند. مانند تجزیه‌ی پتاسیم کلرات، آب اکسیژنه، آمونیوم دی‌کرومات (کوه آتشفشان) و تجزیه یا انفجار نیترو گلیسرین.

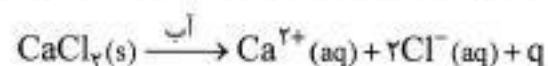


③ انحلال اغلب نمک‌ها در آب. برای نمونه اگر حدود  $1/5g$  آمونیوم نیترات خشک را در  $5mL$  آب  $20^\circ C$  حل کنید، دمای آن تقریباً به  $0^\circ C$  کاهش می‌یابد.

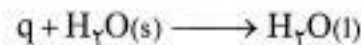


استثنا: کلسیم کلرید از معدود نمک‌هایی است که انحلال آن در آب گرماده است. برای نمونه از حل کردن حدود  $2g$  کلسیم کلرید خشک (بی‌آب)

در  $5mL$  آب  $30^\circ C$ ، به اندازه‌ی گرما آزاد می‌شود که می‌تواند دمای محلول را تا حدود  $100^\circ C$  بالا ببرد.



④ ذوب شدن (تبدیل جامد به مایع). مانند ذوب شدن یخ.



⑤ تبخیر شدن (تبدیل مایع به گاز). مانند تبخیر آب.



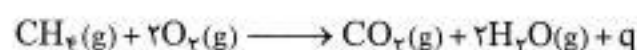
⑥ تصعید شدن (تبدیل جامد به گاز). مانند تصعید یخ خشک و تبدیل آن به گاز کربن دی‌اکسید.

ب) واکنش‌های گرماده ( $\Delta H < 0$ )

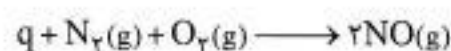
① تشکیل پیوند. مانند تشکیل پیوند میان اتم‌های  $H$  و ایجاد مولکول  $H_2$ .



② سوختن. مانند سوختن هیدروکربن‌ها.



استثنا: سوختن گاز نیتروژن ( $N_2$ ) از معدود سوختن‌های گرماگیر است.

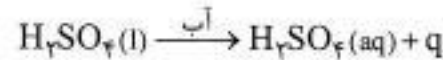
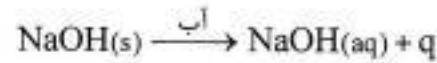


③ واکنش اسیدها و بازها با یکدیگر.





④ انحلال اسیدها یا بازها در آب.



⑤ انحلال اکسیدهای فلزی در آب که منجر به تولید باز می شود.



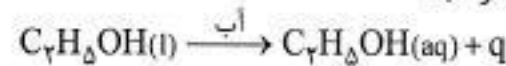
⑥ انحلال اکسیدهای نافلزی در آب که منجر به تولید اسید می شود.



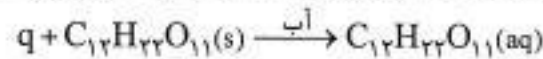
⑦ انحلال اغلب گازها نظیر گاز آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) و یا گاز گوگرد دی اکسید ( $\text{SO}_2$ ) در آب.



⑧ انحلال مواد دارای پیوند هیدروژنی نظیر اتیل الکل در آب.



استثنا: شکر یا ساکاروز ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) اگرچه دارای پیوند هیدروژنی است ولی تجربه نشان می دهد که انحلال شکر در آب، فرایندی گرماگیر است.



⑨ میعان (تبدیل گاز به مایع). مانند میعان بخار آب.



⑩ انجماد (تبدیل مایع به جامد). مانند انجماد آب.



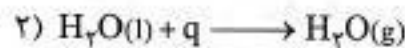
⑪ چگالش (تبدیل گاز به جامد). مانند چگالش کربن دی اکسید و تشکیل یخ خشک.



۹۵- (۳) تبخیر شدن (تبدیل مایع به گاز) فرایندی گرماگیر است، بنابراین  $\Delta H > 0$  می باشد.

برای کسب اطلاعات بیشتر و بررسی سایر گزینه ها در «سنامی» آشنایی با فرایندهای گرماگیر و گرمادهی مهم را بفوانید.

۹۶- (۲) دو معادله ی واکنش ارائه شده به صورت زیر است:



واکنش (۱) از نوع سوختن می باشد و گرماده است ( $\Delta H < 0$ ). فرایند (۲) مربوط به تبخیر آب بوده و گرماگیر است ( $\Delta H > 0$ ).

۹۷- (۲) معادله ی واکنش ارائه شده، نشان می دهد که هر مول یخ با جذب  $6/02 \text{ kJ}$  گرما به آب مایع تبدیل می شود. همان طور که مشاهده می کنید

این فرایند، گرماگیر است و در فشار ثابت  $\Delta H > 0$  می باشد.

۹۸- (۳) سوختن نفت فرایندی گرماده است و کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) از معدود نمک هایی است که انحلال آن ها در آب گرماده می باشد و می دانیم که

در واکنش های گرماده،  $\Delta H$  همواره منفی است.

برای کسب اطلاعات بیشتر و بررسی سایر گزینه ها در «سنامی» آشنایی با فرایندهای گرماگیر و گرمادهی مهم را بفوانید.

۹۹- (۱) ذوب شدن یخ گرماگیر است. این گرما صرف غلبه بر پیوندهای هیدروژنی میان مولکول های آب و شکستن شبکه ی بلوری یخ می شود. توجه

شود در فرایند ذوب شدن جامدهای مولکولی فقط پیوندهای بین مولکولی می شکند و پیوندهای درون مولکولی کووالانسی شکسته نمی شوند.

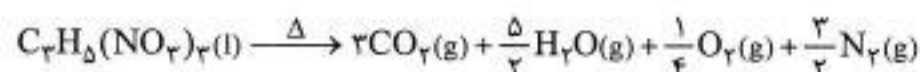
برای مثال در ذوب شدن یخ پیوندهای بین مولکولی هیدروژنی ( $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{H}_2\text{O}$ ) گسسته خواهند شد، درحالی که پیوندهای کووالانسی

$\text{O} - \text{H}$  درون مولکول های  $\text{H}_2\text{O}$  دست نخورده باقی خواهند ماند.

۱۰۰- (۲) تبدیل بخار آب به باران (میعان) فرایندی گرماده است و مقداری گرما آزاد می کند.

۱۰۱- (۱) نیتروگلیسرین از جمله مواد منفجره ی بسیار حساسی است که بر اثر اندکی گرما یا وارد شدن ضربه طی واکنشی گرماده تجزیه می شود. در این واکنش

به ازای هر مول نیتروگلیسرین  $7/25$  مول فراورده به وجود می آید و  $5/72 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$  گرما آزاد می شود. بنابراین علامت  $\Delta H$  آن منفی است.



$$\text{تعداد مول فراورده ها} = 3 + \frac{5}{2} + \frac{1}{4} + \frac{3}{2} = 3 + 2/5 + 0/25 + 1/5 = 7/25 \text{ mol Product}$$

نتیجه ی اخلاقی: از این تست دانشگاه سراسری نتیجه می گیریم که باید معادله ی تمام واکنش های موجود در کتاب درسی را به قاطر بسپاریم.



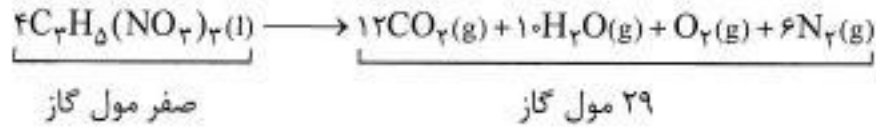
۱۰۲- (۳) مطابق صورت تست، در این واکنش به ازای هر مول نیتروگلیسرین  $5/72 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$  گرما آزاد می‌شود. این درحالی است که ضریب استوکیومتری نیتروگلیسرین در معادله‌ی ارایه شده برابر ۴ می‌باشد. پس  $\Delta H$  واکنش موردنظر به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{mol } C_3H_5(NO_2)_3 \sim \Delta H(\text{kJ})$$

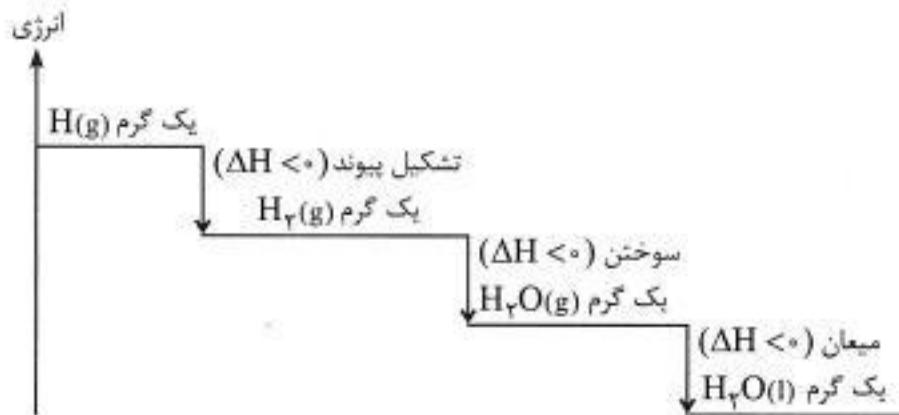
$$\frac{4}{1} \quad \quad \quad x$$

$$1 \quad \quad \quad -5/72 \times 10^3 \longrightarrow x = -22/8 \times 10^3 \text{ kJ}$$

علامت منفی در  $\Delta H$  نشان‌دهنده‌ی گرماده بودن واکنش می‌باشد. با نگاه به معادله‌ی واکنش مشاهده می‌شود که مول‌های گازی واکنش رو به افزایش است.



با افزایش تعداد مول‌های گازی، حجم سامانه افزایش یافته و بنابراین بر اثر انجام شدن این واکنش در فشار ثابت، سامانه روی محیط پیرامون خود کار انجام می‌دهد ( $w < 0$ ).



۱۰۳- (۳) سطح انرژی یک گرم مولکول  $H_2(g)$  از یک گرم اتم  $H(g)$

پایین‌تر است. زیرا تشکیل پیوند بین اتم‌ها گرماده است. سطح انرژی یک گرم  $H_2O(g)$  نیز از یک گرم  $H_2(g)$  پایین‌تر است، زیرا  $H_2(g)$  برای تبدیل به  $H_2O(g)$  باید با اکسیژن بسوزد و سوختن فرایندی گرماده است. ضمناً سطح انرژی یک گرم  $H_2O(l)$  نیز از یک گرم  $H_2O(g)$  پایین‌تر می‌باشد، زیرا میعان گرماده است. پس در میان چهار گزینه می‌توان نوشت:

$$1gH(g) > 1gH_2(g) > 1gH_2O(g) > 1gH_2O(l)$$

۱۰۴- (۲) برای پاسخ‌گویی به این تست، درسنامه‌ی زیر را مطالعه کنید.

### درسنامه

#### موارد مؤثر در آنتالپی یک واکنش

برای آن‌که آنتالپی یک واکنش را بیان کنیم، باید موارد زیر مشخص باشد:

۱- مقدار مواد واکنش‌دهنده هر چه مقدار مواد واکنش‌دهنده بیشتر باشد، گرمای مبادله شده نیز بیشتر خواهد بود.

۲- دما و فشار سیستم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها باید در دما و فشار یکسانی باشند.

۳- حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش به صورت جامد (s)، مایع (l)، گاز (g) و محلول آبی (aq) باید مشخص باشد.

۱۰۵- (۲) همان‌طور که در درسنامه‌ی مربوط به «موارد مؤثر در آنتالپی یک واکنش» خواندید، برای آن‌که آنتالپی یک واکنش را بیان کنیم، باید واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در دما و فشار یکسانی باشند. از این‌رو محلول‌های سود و اسید را پس از برداشتن از ظرف آن‌ها نباید بلافاصله در گرماسنج ریخت، بلکه ابتدا باید مدتی هر دو را در یک محیط یکسان قرار داد تا با یکدیگر هم‌دما شوند و سپس آزمایش گرماسنجی را انجام داد.

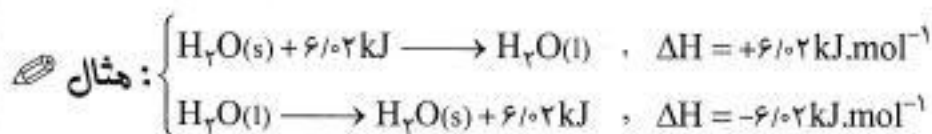
۱۰۶- (۲) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

### درسنامه

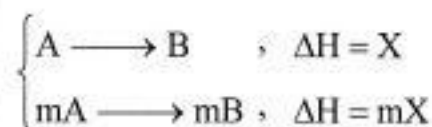
#### نکات آنتالپی

① اگر معادله‌ی یک فرایند فیزیکی یا شیمیایی معکوس (وارونه) شود، تغییر آنتالپی آن قرینه می‌شود.

$$\begin{cases} A \longrightarrow B, \Delta H = X \\ B \longrightarrow A, \Delta H = -X \end{cases}$$

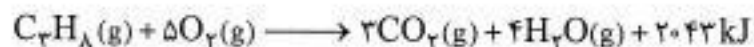


② اگر طرفین معادله‌ی یک واکنش را در عدد معینی ضرب کنیم، آنتالپی آن واکنش در همان عدد ضرب می‌شود. به عبارت دیگر هرگاه یک واکنش را با مقادیر بیشتری از واکنش‌دهنده انجام دهیم، در شرایط یکسان، آنتالپی واکنش به همان نسبت بیشتر خواهد بود.



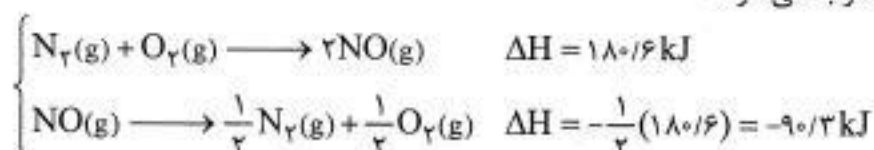


**مثال:** در واکنش سوختن پروپان، یک مول گاز پروپان با ۵ مول گاز اکسیژن واکنش داده، ۳ مول گاز  $\text{CO}_2$  و ۴ مول بخار آب تولید می‌شود. در این واکنش ۲۰۴۳ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.



بنابراین واکنش ۰/۵ مول گاز پروپان با ۲/۵ مول گاز  $\text{O}_2$  مقدار  $1021.5\text{kJ} = 0.5 \times 2043$  گرما آزاد می‌کند.

۱۰۷- (۴) معادله‌ی واکنش دوم نسبت به معادله‌ی واکنش اول هم معکوس گردیده و هم طرفین آن در ضریب  $\frac{1}{4}$  ضرب شده است. پس  $\Delta H$  واکنش دوم نسبت به  $\Delta H$  واکنش اول ابتدا قرینه و سپس در ضریب  $\frac{1}{4}$  ضرب می‌شود.



۱۰۸- (۳) معادله‌ی واکنش سوختن فلز منیزیم در گاز اکسیژن به صورت زیر است:



با توجه به اطلاعات موجود در تست از سوختن  $1/20$  گرم منیزیم در گاز اکسیژن  $30.09\text{kJ}$  گرما آزاد می‌شود. بنابراین  $\Delta H$  واکنش فوق به صورت زیر محاسبه می‌گردد:



گرمای واکنش (q) بر خلاف آنتالپی ( $\Delta H$ ) علامت جبری ندارد و برای واکنش‌های گرماگیر و گرماده بدون علامت گزارش می‌شود. واکنش سوختن منیزیم، اگر چه گرماده است ولی گرمای واکنش (q) برابر  $1203.6\text{kJ}$  می‌باشد. همچنین واکنش آرایه شده در صورت تست نیز اگر چه معکوس واکنش سوختن منیزیم است، ولی گرمای لازم برای انجام آن  $1203.6\text{kJ}$  می‌باشد.

۱۰۹- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

### حالت استاندارد ترمودینامیکی

درسنامه

برای آن‌که اندازه‌گیری گرمای واکنش‌ها در شرایط یکسان انجام گیرد، شرایط ویژه‌ای به نام «حالت استاندارد ترمودینامیکی» تعیین می‌کنیم. حالت استاندارد ترمودینامیکی، پایدارترین شکل ماده‌ی خالص در فشار یک اتمسفر ( $76\text{cmHg}$  یا  $760\text{mmHg}$ ) و دمای مشخص (معمولاً  $25^\circ\text{C}$  یا دمای اتاق) تعریف می‌شود.

برای یک ماده در حالت محلول، حالت استاندارد ترمودینامیکی غلظت ۱ مول بر لیتر ( $1\text{mol.L}^{-1}$ ) یا ۱ مولار (۱M) در نظر گرفته می‌شود.

**توجه:** برای این‌که مشخص باشد اندازه‌گیری‌ها در شرایط استاندارد انجام شده‌اند، علامت درجه «°» را بالای نماد خاصیت اندازه‌گیری شده قرار می‌دهند. برای مثال  $\Delta H^\circ$ ، نشان‌دهنده‌ی آنتالپی استاندارد است، یعنی تمام مواد شرکت‌کننده در واکنش در حالت استاندارد خود در نظر گرفته شده‌اند.

۱۱۰- (۲) شرایط STP یا متعارفی: دمای  $0^\circ\text{C}$  یا  $273\text{K}$ ، فشار  $1\text{atm}$  یا  $760\text{mmHg}$  و حجم مولی گازها  $22.4\text{L}$  یا  $22400\text{mL}$ .

حالت استاندارد ترمودینامیکی: پایدارترین شکل ماده‌ی خالص، معمولاً در دمای اتاق ( $25^\circ\text{C}$ )، فشار  $1\text{atm}$  یا  $760\text{mmHg}$  و غلظت ۱M یا  $1\text{mol.L}^{-1}$ .

۱۱۱- (۳) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

### حالت استاندارد دگر شکل‌ها

درسنامه

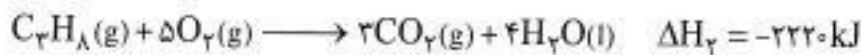
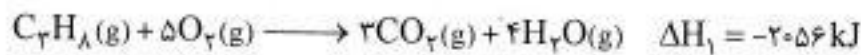
چنانچه عنصری به چند شکل مولکولی یا بلوری (دگرشکل یا آلوتروپ) مشاهده شود، همواره پایدارترین دگرشکل آن را به عنوان حالت استاندارد آن عنصر در نظر می‌گیریم.

**مثال:** اکسیژن دارای دو نوع دگرشکل مولکولی است. یکی از آن‌ها اکسیژن معمولی ( $\text{O}_2$ ) و دیگری اوزون ( $\text{O}_3$ ) می‌باشد و چون اکسیژن معمولی پایدارتر است (سطح انرژی پایین‌تری دارد)  $\text{O}_2$  را به عنوان حالت استاندارد اکسیژن می‌شناسیم.

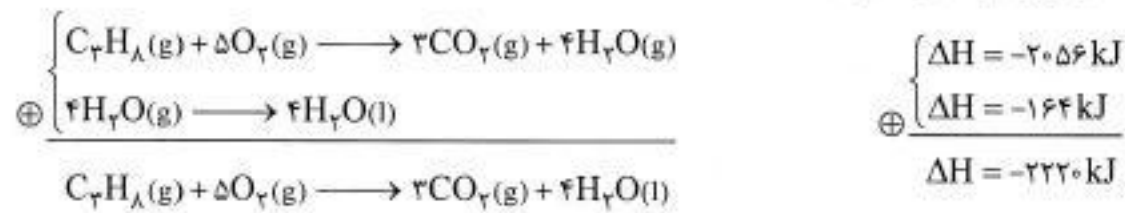
**مثال:** کربن دارای دگرشکل‌های الماس و گرافیت است که گرافیت به عنوان حالت استاندارد کربن انتخاب می‌شود، زیرا نسبت به الماس پایدارتر است.



۱۱۲- (۲) در صورتی که در واکنش سوختن پروپان، بخار آب تولید شود، آنتالپی واکنش  $-2056 \text{ kJ}$  است ولی اگر آب مایع تولید شود، تغییر آنتالپی واکنش  $-2220 \text{ kJ}$  خواهد بود.



$\Delta H_2$  (واکنش شماره ۲) می‌تواند آنتالپی استاندارد ( $\Delta H^\circ$ ) واکنش باشد، زیرا حالت فیزیکی مولکول‌های آب در حالت استاندارد ترمودینامیکی (فشار  $1 \text{ atm}$  و دمای  $25^\circ \text{C}$ ) به صورت مایع است. ضمناً همان‌طور که ملاحظه می‌کنید  $\Delta H_2$  (واکنش شماره ۲) منفی‌تر است. علت اختلاف تغییر آنتالپی این دو واکنش از این‌جا ناشی می‌شود که تبدیل  $\text{H}_2\text{O}$  گازی به  $\text{H}_2\text{O}$  مایع یک فرایند گرماده است و آنتالپی آن منفی است. با توجه به دو واکنش فوق متوجه می‌شویم که در واکنش اول آب به صورت گاز و در واکنش دوم آب به صورت مایع تشکیل شده است و همین امر باعث شده است که گرمای تولید شده در واکنش دوم نسبت به واکنش اول بیش‌تر باشد و آنتالپی آن منفی‌تر شود. این موضوع را می‌توانیم به کمک معادله‌های زیر نیز نشان دهیم:



۱۱۳- (۴) آنتالپی استاندارد تشکیل بسیاری از مواد منفی است. در واقع تشکیل بسیاری از مواد از عنصرهای سازنده‌ی آن‌ها فرایندی گرماده است. بنابراین آنتالپی اغلب مواد از مجموع آنتالپی عنصرهای سازنده‌ی آن‌ها پایین‌تر است و این به معنای پایدارتر بودن مواد نسبت به عنصرهای سازنده‌ی آن‌ها می‌باشد.

**مثال:** آنتالپی استاندارد تشکیل سدیم کلرید، منفی است.



این موضوع نشان می‌دهد، سدیم کلرید نسبت به فلز سدیم و گاز کلر پایدارتر است. به همین جهت، در طبیعت فلز سدیم و گاز کلر به حالت آزاد دیده نمی‌شود ولی سدیم کلرید (نمک طعام) به وفور یافت می‌شود.

**استثنا:** آنتالپی استاندارد تشکیل تعداد کمی از مواد، مثبت است. از این دسته می‌توان به نیتروژن مونواکسید ( $\text{NO}$ )، نیتروژن دی‌اکسید ( $\text{NO}_2$ )، اتین ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) و اتن ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) اشاره کرد.

۱۱۴- (۲) واکنشی که در آن یک مول از یک ماده از عنصرهای سازنده‌اش تشکیل می‌شود، واکنش تشکیل آن ماده نامیده می‌شود. در گزینه‌های ۱ و ۲ دو مول  $\text{H}_2\text{O}$  تشکیل شده است و این دو گزینه مردود خواهند بود. همچنین در واکنش استاندارد تشکیل، همه‌ی مواد شرکت‌کننده در واکنش باید در حالت استاندارد خود باشند. از آن‌جا که آب در حالت استاندارد خود مایع است، بنابراین گزینه‌ی ۳ نیز مردود است.

۱۱۵- (۴) واکنشی که در آن یک مول از یک ماده از عنصرهای سازنده‌اش تشکیل می‌شود، واکنش تشکیل آن ماده نامیده می‌شود. در گزینه‌های ۱ و ۲ اولاً در فرآورده‌ها علاوه بر یک مول  $\text{CO}_2$ ، دو مول  $\text{H}_2\text{O}$  نیز تشکیل شده است و ثانیاً  $\text{CO}_2$  از عنصرهای سازنده‌اش یعنی کربن و اکسیژن به دست نیامده است، بلکه از سوختن کامل  $\text{CH}_4$  حاصل شده است. در نتیجه این دو گزینه مردود خواهند بود. در میان گزینه‌های ۳ و ۴، گزینه‌ی ۳ نیز مردود است، زیرا در واکنش استاندارد تشکیل، همه‌ی مواد شرکت‌کننده در واکنش باید در حالت استاندارد خود باشند و حالت استاندارد کربن، گرافیت است.

۱۱۶- (۴) برای آن‌که مقدار  $q$  با گرمای تشکیل مولی برابر باشد، باید در سمت راست فقط یک مول از ماده‌ی موردنظر تشکیل شده باشد (رد گزینه‌های ۱ و ۲) ضمناً گزینه‌ی ۳ نیز مردود است، زیرا عنصرهای هیدروژن و فلوئور دو اتمی هستند و به صورت  $\text{H}_2$  و  $\text{F}_2$  وجود دارند.

۱۱۷- (۴) آنتالپی واکنشی که در آن یک مول از یک ماده از عنصرهای سازنده‌اش در حالت استاندارد تشکیل می‌شود، آنتالپی استاندارد تشکیل آن ماده نامیده می‌شود. عنصرهای سازنده‌ی لیتیم فلوئورید در حالت استاندارد ترمودینامیکی فلز لیتیم ( $\text{Li}(\text{s})$ ) و گاز فلوئور ( $\text{F}_2(\text{g})$ ) هستند.

۱۱۸- (۳) طبق معادله‌ی موجود در صورت تست به ازای تشکیل دو مول  $\text{CH}_4$  مقدار  $150 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود. بنابراین به ازای تشکیل یک مول  $\text{CH}_4$  مقدار  $75 \text{ kJ}$  گرما آزاد خواهد شد و از آن‌جا که این واکنش گرماده است و آنتالپی واکنش‌های گرماده منفی است. بنابراین:

$$\Delta H^\circ (\text{تشکیل متان}) = -75 \text{ kJ}$$

۱۱۹- (۴) واکنش تشکیل  $\text{NO}$  گرماگیر است و همان‌طور که در معادله‌ی واکنش دیده می‌شود آنتالپی تشکیل ۲ مول  $\text{NO}$  برابر  $+42 \text{ kcal}$  می‌باشد پس آنتالپی تشکیل مولی (به ازای یک مول)  $\text{NO}$  نصف این مقدار یعنی برابر  $+21 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$  خواهد بود.



۱۲۰- (۳) تشکیل آمونیاک گرماده است، پس آنتالپی این واکنش برابر  $-22 \text{ kcal}$  می‌باشد. اما همان‌طور که در معادله‌ی واکنش دیده می‌شود، این آنتالپی به ازای تشکیل ۲ مول آمونیاک محاسبه شده است، پس برای محاسبه‌ی آنتالپی تشکیل آمونیاک بر حسب کیلوکالری بر مول باید آنتالپی موجود را نصف کنیم.

$$\Delta H^\circ \text{ تشکیل } (\text{NH}_3) = -22 \times \frac{1}{2} = -11 \text{ kcal.mol}^{-1}$$

۱۲۱- (۲) با توجه به  $\Delta H_f$  داده شده می‌توان فهمید که به ازای تشکیل یک مول آب و یا ۱۸ گرم آب،  $286 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود. پس آنتالپی تشکیل  $0.36$  گرم آب به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta H_f = 0.36 \text{ g} \times \frac{-286 \text{ kJ}}{18 \text{ g}} = -5.72 \text{ kJ}$$

پس به ازای تشکیل  $0.36$  گرم آب مقدار  $5.72$  کیلوژول گرما آزاد می‌شود. توجه داشته باشید، گرما (q) برخلاف آنتالپی ( $\Delta H$ ) علامت جبری ندارد و متغیر گرما همواره با علامت مثبت گزارش می‌شود.

۱۲۲- (۳) آنتالپی استاندارد تشکیل ( $\Delta H^\circ$  تشکیل) پایدارترین دگرشکل یک عنصر در حالت استاندارد صفر در نظر گرفته می‌شود.

۱۲۳- (۳) آنتالپی استاندارد تشکیل پایدارترین دگرشکل یک عنصر در حالت استاندارد صفر است. در مورد گزینه‌ی (۱)، HF عنصر نبوده بلکه یک ترکیب است. در مورد گزینه‌ی (۲)، هیدروژن در حالت استاندارد خود گاز است و به حالت مایع نمی‌باشد. در مورد گزینه‌ی (۴) نیز مولکول هیدروژن دو اتمی ( $\text{H}_2$ ) است. در واقع برای تبدیل  $\text{H}_2$  به اتم‌های H و شکستن پیوند H-H باید مقداری انرژی به آن داده شود و بنابراین آنتالپی تشکیل  $\text{H(g)}$  برابر صفر نخواهد بود.

۱۲۴- (۳) عنصر برم در حالت استاندارد ترمودینامیکی، به صورت دو اتمی و مایع است. بنابراین آنتالپی استاندارد تشکیل  $\text{Br}_2(l)$  برابر صفر است. در مورد گزینه‌ی (۱)، عنصر سدیم در حالت استاندارد جامد است. در مورد گزینه‌ی (۲)،  $\text{H}_2\text{O}$  یک ترکیب است و گرمای تشکیل ترکیب‌ها صفر نیست و در مورد گزینه‌ی (۴)، عنصر ید در حالت استاندارد جامد است.

۱۲۵- (۲) گرمای تشکیل عنصرها در حالت استاندارد صفر است. فسفر در حالت استاندارد خود ساختار  $\text{P}_4$  داشته و به حالت جامد است و آنتالپی تشکیل آن صفر می‌باشد. سایر گزینه‌ها، عنصر نبوده بلکه یک ترکیب محسوب می‌شوند.

۱۲۶- (۲) در میان دگرشکل‌های کربن، گرافیت به عنوان حالت استاندارد کربن انتخاب می‌شود و بنابراین آنتالپی تشکیل گرافیت برابر صفر خواهد بود.

۱۲۷- (۱) عنصر اکسیژن دارای دو دگرشکل اکسیژن معمولی ( $\text{O}_2(g)$ ) و گاز اوزون ( $\text{O}_3(g)$ ) می‌باشد. که در این میان  $\text{O}_2(g)$  پایدارتر است و آن را به عنوان حالت استاندارد اکسیژن می‌شناسیم. بنابراین آنتالپی تشکیل  $\text{O}_2(g)$  برابر صفر است. این در حالی است که آنتالپی تشکیل  $\text{O}_2(l)$  یا اکسیژن مایع صفر نمی‌باشد، زیرا برای مایع کردن اکسیژن باید مقداری گرما از آن گرفته شود. همچنین آنتالپی تشکیل  $\text{O(g)}$  یا اتم اکسیژن نیز صفر نیست، زیرا برای تبدیل  $\text{O}_2$  به اتم‌های O و گسستن پیوند  $\text{O}=\text{O}$  باید مقداری انرژی مصرف شود.

۱۲۸- (۲) تشکیل پیوند گرماده است. هر چه پیوند تشکیل شده ضعیف‌تر باشد، گرمای تشکیل مولی آن نیز کم‌تر است. در میان هالیدهای هیدروژن، پیوند H-I از همه ضعیف‌تر است، زیرا اولاً طول پیوند آن بیش‌تر است و ثانیاً اختلاف الکترونگاتیوی اتم‌های آن از سایر هالیدهای هیدروژن کم‌تر است. (برای درک بهتر این موضوع، درسنامه‌ی عوامل مؤثر بر انرژی پیوند را مطالعه کنید.)

۱۲۹- (۴) این تست یک تست ترکیبی است که هر گزینه‌ی آن از یک قسمت کتاب انتخاب شده است. گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ با توجه به مطالب خوانده شده تا این‌جا کاملاً صحیح می‌باشند. اما در مورد گزینه‌ی (۴) در قسمت گرما و دما خواندیم که انرژی جنبش‌های مولکولی هر نمونه‌ی ماده، انرژی گرمایی یا جنبشی آن است.

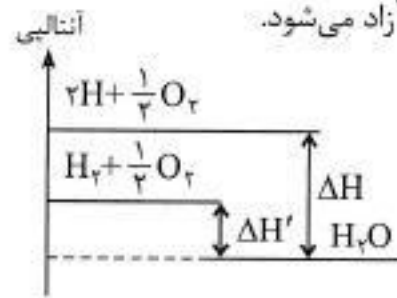
۱۳۰- (۲) هنگامی که یک مول از ماده‌ای در اکسیژن خالص به طور کامل بسوزد، گرمای واکنش، آنتالپی سوختن آن ماده نامیده می‌شود، بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) مردود هستند زیرا مربوط به سوختن ناقص گاز اتان هستند که منجر به تولید گاز کربن مونواکسید شده‌اند. از میان گزینه‌های (۱) و (۲)، گزینه‌ی (۲) نیز مردود است، زیرا در این معادله مقدار q مربوط به سوختن کامل دو مول گاز اتان می‌باشد.

۱۳۲- (۳) برای آن‌که  $\Delta H^\circ$  سوختن کربن را اندازه‌گیری کنیم، باید یک مول از حالت استاندارد ترمودینامیکی کربن یعنی گرافیت را به طور کامل بسوزانیم. گزینه‌ی (۴) سوختن ناقص گرافیت را نشان می‌دهد و در گزینه‌های (۱) و (۲) کربن در حالت استاندارد ترمودینامیکی خود یعنی گرافیت قرار ندارد.

۱۳۳- (۴) آنتالپی استاندارد سوختن مقدار آنتالپی حاصل از سوختن یک مول از ماده می‌باشد. در واکنش موردنظر در ازای سوختن دو مول اتان مقدار  $2880 \text{ kJ}$  گرما آزاد شده است، بنابراین گرمای حاصل از سوختن یک مول اتان  $1440 \text{ kJ}$  خواهد بود و چون واکنش گرماده است، بنابراین  $\Delta H = -1440 \text{ kJ}$  می‌باشد.

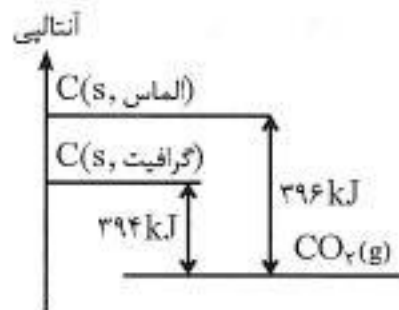


۱۳۴- (۲) محتوا یا سطح انرژی مولکول‌های  $H_2$  از اتم‌های  $H$  پایین‌تر است. پس به هنگام سوختن یک گرم  $H_2$  در مقایسه با یک گرم  $H$ ، سطح انرژی به مقدار کم‌تری پایین می‌رود و گرمای کم‌تری آزاد می‌شود.



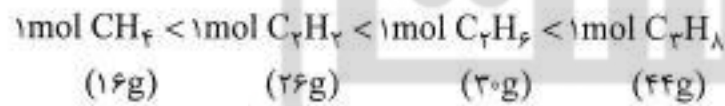
همان‌طور که در نمودار فوق می‌بینید، گرمای حاصل از سوختن مقدار معینی  $H_2$  یعنی  $\Delta H'$  نسبت به سوختن همان مقدار  $H$  یعنی  $\Delta H$  کم‌تر است. ( $\Delta H' < \Delta H$ )

۱۳۵- (۲) فرآورده‌ی حاصل از سوختن الماس و گرافیت،  $CO_2$  است. بنابراین سطح انرژی الماس به اندازه‌ی  $396 \text{ kJ}$  و سطح انرژی گرافیت به اندازه‌ی  $394 \text{ kJ}$  بالاتر از  $CO_2$  خواهد بود.

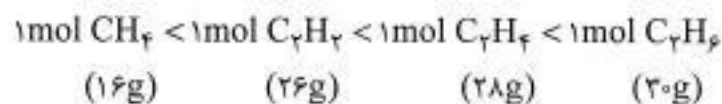


با توجه به نمودار، سطح انرژی گرافیت از الماس پایین‌تر است و بنابراین گرافیت پایدارتر از الماس خواهد بود. یعنی گرافیت نسبت به الماس تمایل کم‌تری برای سوختن دارد.

۱۳۶- (۴) در مقایسه‌ی گرمای سوختن هیدروکربن‌ها به مقدار آن‌ها بر حسب گرم توجه نمایید. با توجه به این که  $C = 12$  و  $H = 1$  می‌باشد، به راحتی می‌توان جرم گزینه‌ها را محاسبه نمود. هر چه جرم یک هیدروکربن بیش‌تر باشد، از سوختن آن گرمای بیش‌تری آزاد می‌شود. بنابراین در این تست، گرمای مولی سوختن کامل:

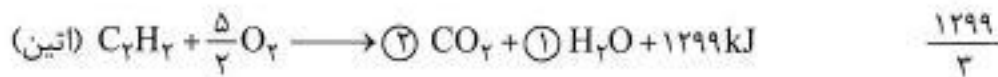
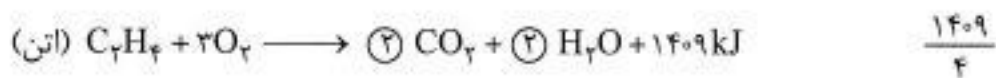
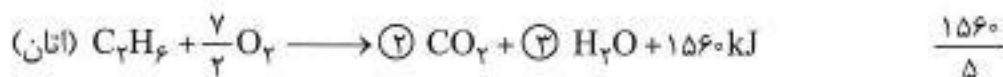


۱۳۷- (۳) هر چه جرم یک هیدروکربن کم‌تر باشد، از سوختن آن گرمای کم‌تری آزاد می‌شود. بنابراین در این تست، گرمای حاصل از سوختن کامل:



۱۳۸- (۱) معادله‌ی سوختن کامل یک مول گاز اتان، اتن و اتین به صورت زیر است:

(گرمایی که به هر مول گاز تولیدی می‌رسد.)



همان‌طور که مشاهده می‌شود، گرمای سوختن یک مول اتین در اکسیژن خالص، کم‌تر از گرمای سوختن یک مول اتن یا یک مول اتان است. با وجود این دمای شعله‌ی سوختن اتین بالاتر از دمای شعله‌ی سوختن اتان و اتن است. این پدیده چنین توجیه می‌شود: از سوختن یک مول اتین در اکسیژن خالص، سه مول گاز تولید می‌شود، درحالی‌که این عدد برای اتن چهار مول و برای اتان پنج مول می‌باشد. یعنی از سوختن یک مول اتین در مقایسه با سوختن اتان و اتن تعداد مولکول‌های گازی کم‌تری تشکیل می‌شود، در نتیجه این گازها برای رسیدن به دمای شعله، گرمای کم‌تری جذب کرده و در نتیجه دمای شعله بالاتر می‌رود. به‌طور کلی می‌توان چنین نوشت:

گرمای سوختن: ۱ مول اتان < ۱ مول اتن < ۱ مول اتین

دمای شعله‌ی سوختن: ۱ مول اتان > ۱ مول اتن > ۱ مول اتین

۱۳۹- (۲) اگر چه گرمای مولی واکنش سوختن اتیلن از استیلن بیش‌تر است ولی دمای شعله‌ی واکنش سوختن اتیلن از استیلن کم‌تر می‌باشد.

۱۴۰- (۴) مقایسه‌ی واکنش‌پذیری و دمای شعله‌ی سوختن اتان ( $C_2H_6$ )، اتن ( $C_2H_4$ ) و اتین ( $C_2H_2$ ) به صورت زیر است:

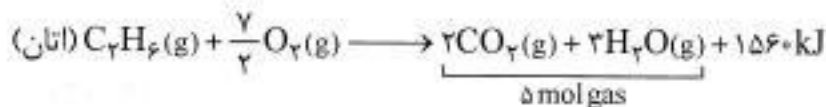


۱۴۱- (۲)

۱۴۲- (۱)  $x + \frac{y}{2}$  همان تعداد مول‌های گازی پدید آمده است که در مورد سوختن استیلن کم‌تر است، در نتیجه هنگام سوختن برای رسیدن به دمای شعله، گرمای کم‌تری مصرف کرده و دما به هنگام سوختن بالاتر می‌رود.

۱۴۳- (۴) گرمای سوختن یک مول استیلن در اکسیژن خالص، کم‌تر از گرمای سوختن یک مول اتیلن یا یک مول اتان است. با وجود این برای جوشکاری و بریدن قطعات فلزی از مشعل‌های اکسی استیلن استفاده می‌شود، زیرا دمای شعله‌ی سوختن استیلن بالاتر از دمای شعله‌ی سوختن اتان و اتیلن است.

۱۴۴- (۲) اگرچه گرمای سوختن اتین ( $C_2H_2$ ) از اتان ( $C_2H_6$ ) کم‌تر است ولی شعله‌ی سوختن اتین از اتان داغ‌تر است. علت آن است که از سوختن هر مول اتین در مقایسه با اتان، تعداد مول‌های گازی کم‌تری حاصل می‌شود، این تعداد مول‌های گازی کم‌تر، برای رسیدن به دمای شعله، گرمای کم‌تری مصرف می‌کنند و بنابراین دمای شعله بالاتر می‌ماند.



۱۴۵- (۴) ابتدا جرم مولکولی متان را محاسبه می‌نماییم:

$$M(CH_4) = 12 + 4(1) = 16 \text{ g.mol}^{-1} \longrightarrow 1 \text{ mol } CH_4 = 16 \text{ g } CH_4$$

اکنون با دو روش می‌توان گرمای سوختن ۱ گرم متان را محاسبه نمود:

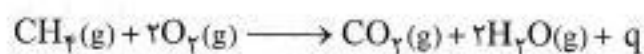
روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)



$$? \text{ cal } q = 1 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{802 \text{ kJ } q}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{1000 \text{ J } q}{1 \text{ kJ } q} \times \frac{1 \text{ cal } q}{4.18 \text{ J } q} = 11991 \text{ cal} \approx 12 \times 10^3 \text{ cal}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.

از آن‌جا که هر مول متان معادل ۱۶ گرم متان می‌باشد، بنابراین می‌توان نوشت:



$$\frac{16 \text{ g}}{1} \quad \quad \quad 802 \text{ kJ}$$

$$x \longrightarrow x = 50 \text{ kJ} = 50 \times 10^3 \text{ J}$$

هر کالری معادل با ۴/۱۸ ژول می‌باشد، بنابراین:

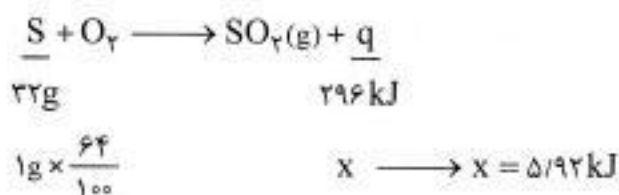
$$\frac{J}{4.18} \sim \frac{\text{cal}}{1}$$

$$50 \times 10^3 \quad x \longrightarrow x = 12 \times 10^3 \text{ cal}$$

۱۴۶- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ kJ } q = 1 \text{ g } S \times \frac{64 \text{ g } S (\text{خالص})}{100 \text{ g } S (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } S (\text{خالص})}{32 \text{ g } S (\text{خالص})} \times \frac{296 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } S (\text{خالص})} = 5.92 \text{ kJ}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.

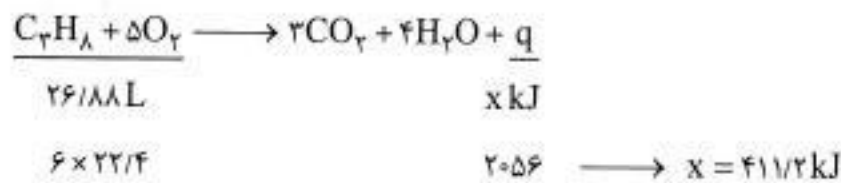


۱۴۷- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ kJ } q = 26.188 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{22.4 \text{ L}} \times \frac{2056 \text{ kJ}}{6 \text{ mol}} = 411.2 \text{ kJ}$$



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.



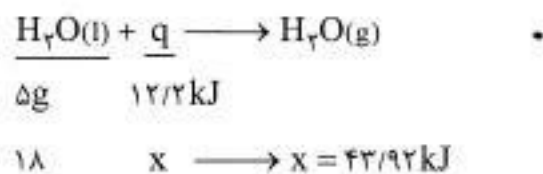
(۴) - ۱۴۸

(۳) - ۱۴۹ مقدار q در گزینه (۱) آنتالپی تصعید، در گزینه (۲) آنتالپی ذوب، در گزینه (۳) آنتالپی تبخیر و مقدار q در گزینه (۴) آنتالپی میعان می‌باشد.

(۲) - ۱۵۰ گرمای تبخیر مولی آب مقدار گرمای مورد نیاز برای تبخیر یک مول آب می‌باشد. بنابراین ابتدا جرم یک مول آب را محاسبه می‌نماییم.

$$H_2O \text{ جرم یک مول} = 2(1) + 16 = 18$$

اکنون با یک تناسب ساده می‌توان گرمای تبخیر مولی آب را محاسبه نمود:



(۲) - ۱۵۱ نیروهای بین ذره‌ای در آرگون از نوع وان‌دروالسی لاندون بوده که نیروی ضعیفی است و آنتالپی تبخیر این ماده پایین است. نیروهای

بین ذره‌ای در جیوه از نوع پیوند فلزی است که تقریباً قوی بوده و آنتالپی تبخیر جیوه بالاتر است. اتانول و آب هر دو دارای پیوندهای

بین مولکولی هیدروژنی بوده و آنتالپی تبخیر آن‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر است. مطابق جدول ۴ در صفحه ۵۶ کتاب درسی آنتالپی تبخیر

آرگون، جیوه، اتانول و آب به ترتیب برابر ۵۸۰۶/۵، ۳۸/۶ و ۴۱/۱ کیلوژول بر مول می‌باشد.

(۴) - ۱۵۲ مایع B آنتالپی تبخیر بیش‌تری نسبت به بقیه دارد و با صرف انرژی بیش‌تری به جوش می‌آید. از این‌رو نقطه‌ی جوش بالاتری نسبت به سایر

گزینه‌ها دارد.

(۲) - ۱۵۳ در رد گزینه (۴) باید گفت که ذوب شدن یک فرآیند گرماگیر است و گرما باید از محیط به ماده داده شود.

(۲) - ۱۵۴ آنتالپی ذوب، گرمای لازم جهت ذوب شدن یک مول از ماده می‌باشد. مقدار q در گزینه (۱) مقدار گرمای لازم جهت ذوب شدن دو مول یخ

می‌باشد. مقدار q در گزینه (۳) بیان‌گر آنتالپی انجماد و مقدار q در گزینه (۴) بیان‌گر آنتالپی تبخیر است.

(۲) - ۱۵۵ تفاوت محتوای انرژی یک مول روی جامد و یک مول روی مذاب، همان آنتالپی استاندارد ذوب روی است. برای ذوب یک گرم روی جامد در

حدود ۲۰۰۰ J گرما لازم است، پس آنتالپی استاندارد ذوب روی که گرمای لازم برای ذوب یک مول روی (۶۵ گرم روی) می‌باشد، به صورت

زیر محاسبه می‌گردد:

$$\Delta H^\circ \text{ ذوب (Zn)} = 65 \text{ g Zn} \times \frac{2000 \text{ J}}{65 \text{ g Zn}} = 2000 \text{ J} = 2 \text{ kJ}$$

(۴) - ۱۵۶ گزینه‌های ۳ و ۲ جامد مولکولی هستند و نیروهای بین مولکول‌های آن‌ها از نوع جاذبه‌ی ضعیف وان‌دروالسی است. درحالی‌که سدیم جامد فلزی است و

نیروهای بین ذره‌ای آن از نوع تقریباً قوی پیوند فلزی است، بنابراین نیروهای بین ذره‌ای در سدیم قوی‌تر است و آنتالپی ذوب آن بالاتر خواهد بود.

(۱) - ۱۵۷ هر چه نیروهای بین ذره‌ای دو ماده به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، آنتالپی ذوب آن دو ماده نیز به یکدیگر نزدیک‌تر خواهد بود. نیروهای

بین ذره‌ای در آرگون و متان از نوع نیروهای ضعیف وان‌دروالسی لاندون است، درحالی‌که نیروی بین ذره‌ای در یخ از نوع قوی‌تر پیوند هیدروژنی

و در جیوه از نوع تقریباً قوی پیوند فلزی است. بنابراین نیروهای بین ذره‌ای در آرگون و متان به یکدیگر نزدیک‌تر بوده و آنتالپی ذوب این دو

ماده نیز به یکدیگر نزدیک‌تر است. مطابق جدول ۵ در صفحه ۵۷ کتاب درسی آنتالپی ذوب آرگون، متان، یخ و جیوه به ترتیب برابر ۰،۱۲،

۶۱۰،۰۱۹ و ۲/۳ کیلوژول بر مول می‌باشد.

(۱) - ۱۵۸ در فرایند ذوب، ساختار بلوری ماده و تعدادی از پیوندهای بین ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن از بین می‌رود، ولی همه‌ی پیوندهای بین

ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده از بین نمی‌رود، اما در فرایند تبخیر، معمولاً باید تمامی پیوندهای بین ذرات تشکیل‌دهنده‌ی ماده گسسته شود.

با این توضیح مشخص است که برای گسستن همه‌ی پیوندها، مقدار گرمای بیش‌تری لازم است و به همین دلیل آنتالپی تبخیر یک ماده

همیشه از آنتالپی ذوب آن بالاتر است.

(۴) - ۱۵۹

(۴) - ۱۶۰ اگر چه هر چهار گزینه به ترتیب مربوط به تصعید یخ خشک، نفتالن، بریلیم فلئوئورید و آلومینیوم کلرید می‌باشند ولی مقدار q در گزینه (۴)

برابر با آنتالپی استاندارد تصعید نمی‌باشد. زیرا در این گزینه مقدار q برابر با گرمای لازم برای تصعید دو مول  $AlCl_3$  می‌باشد، این درحالی

است که آنتالپی استاندارد تصعید برابر با گرمای لازم برای تصعید یک مول از ماده‌ی موردنظر است.

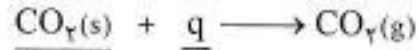
(۱) - ۱۶۱ گرمای تصعید مولی کربن دی‌اکسید مقدار گرمای مورد نیاز برای تصعید یک مول کربن دی‌اکسید می‌باشد. بنابراین ابتدا جرم یک مول

کربن دی‌اکسید را محاسبه می‌نماییم.

$$CO_2 \text{ جرم یک مول} = 12 + 2(16) = 44$$



اکنون با یک تناسب ساده می‌توان گرمای تصعید مولی کربن دی‌اکسید را محاسبه نمود.



$$0/22g \quad 0/126kJ$$

$$44 \quad x \longrightarrow x = 25/2kJ$$

(۳) - ۱۶۲

انرژی پیوند، مقدار انرژی لازم برای تفکیک یک مول پیوند می‌باشد. در گزینه‌های (۲) و (۳) نه تنها پیوند  $H-F$  تفکیک نشده است، بلکه این پیوند

(۴) - ۱۶۳

تشکیل شده است (رد گزینه‌های ۲ و ۳) و در گزینه (۱) اولاً دو مول  $HF$  تفکیک شده است و ثانیاً در طرف راست معادله پیوندهای جدید  $H-H$

و  $F-F$  تشکیل شده است و می‌دانیم که تشکیل پیوند گرماده است و گرمای حاصل، مقدار  $q_1$  را تغییر می‌دهد (رد گزینه‌ی ۱) ولی در معادله‌ی

گزینه (۴) هم یک مول  $HF$  تفکیک شده است و هم در طرف راست معادله هیچ پیوند جدیدی به وجود نیامده است، به‌طوری که شاهد دو مول

اتم جدا از هم گازی هستیم، بنابراین مقدار  $q_2$  همان انرژی لازم برای تفکیک یک مول  $HF$  یا انرژی پیوند  $HF$  محسوب می‌شود.

مطابق معادله‌ی واکنش، برای تفکیک دو مول پیوند  $O-F$  در مولکول  $OF_2$  و تشکیل اتم‌های اولیه‌ی  $O$  و  $F$  مقدار  $368$  کیلوژول گرما گرفته

(۳) - ۱۶۴

شده است. پس برای شکستن یک مول پیوند  $O-F$  به نصف این مقدار انرژی نیاز است که برابر با میانگین انرژی پیوند  $O-F$  می‌باشد.

$$O-F \text{ پیوند انرژی میانگین} = 368 \div 2 = 184kJ$$

از آن جا که انرژی  $1648kJ$  دقیقاً چهار برابر  $412kJ$  است، پس گزینه‌ای باید انتخاب شود که در آن ۴ مول پیوند  $C-H$  شکسته شده و

(۴) - ۱۶۵

تبدیل به اتم‌های جدا از هم گازی شوند.

با توجه به نمودار، تفاوت محتوای انرژی ۲ گرم اتم  $H$  با ۲ گرم مولکول  $H_2$  برابر  $432kJ$  می‌باشد. پس تفاوت محتوای انرژی ۱ گرم اتم  $H$  با

(۲) - ۱۶۶

۱ گرم مولکول  $H_2$  نصف این مقدار یعنی برابر  $216kJ$  خواهد بود.

با توجه به نمودار، اگر بخواهیم آنتالپی واکنش  $2A(g) + 2B(g) \longrightarrow 2A(g) + 2B(g)$  را محاسبه نماییم، آنتالپی این واکنش برابر

(۴) - ۱۶۷

$\Delta H = 400 - 100 = 300kJ$  می‌باشد. انرژی  $300kJ$  مقدار انرژی لازم برای تفکیک دو مول پیوند  $A-B$  است، بنابراین انرژی پیوند  $A-B$

بر حسب  $kJ.mol^{-1}$  نصف این مقدار یعنی برابر  $150kJ.mol^{-1}$  خواهد بود.

آنتالپی پیوند مقدار انرژی داده شده (+) برای شکستن پیوند می‌باشد، درحالی‌که آنتالپی تشکیل پیوند مقدار انرژی آزاد شده (-) هنگام تشکیل

(۲) - ۱۶۸

آن پیوند است. بنابراین می‌توان گفت آنتالپی یک پیوند با منفی آنتالپی تشکیل آن پیوند مساوی است و در واقع قرینه‌ی یکدیگر می‌باشند.

(آنتالپی تشکیل پیوند) - = آنتالپی پیوند

مثال: آنتالپی تشکیل پیوند  $H-Cl$  از اتم‌های  $H$  و  $Cl$  برابر  $431 \frac{kJ}{mol}$  است، زیرا تشکیل پیوند گرماده است. درحالی‌که آنتالپی

پیوند  $H-Cl$  که انرژی لازم برای شکستن  $H-Cl$  به اتم‌های  $H$  و  $Cl$  است برابر  $431 \frac{kJ}{mol}$  می‌باشد، زیرا شکستن پیوند گرماگیر است.

(۴) - ۱۶۹ ابتدا در ستاره‌ی زیر را بفهمنید.

درسنامه

### عوامل مؤثر بر انرژی پیوند (آنتالپی پیوند)

۱- اختلاف الکترونگاتیوی هر چه اختلاف الکترونگاتیوی اتم‌های طرفین پیوند بیش‌تر باشد، انرژی پیوند بیش‌تر است.

اختلاف الکترونگاتیوی

۲- طول پیوند هر چه شعاع اتمی اتم‌های طرفین پیوند کوچک‌تر باشد، طول پیوند کوتاه‌تر و انرژی پیوند بیش‌تر است.

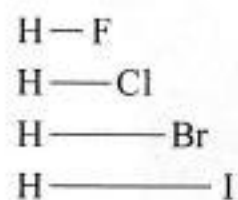
طول پیوند

۳- درجه‌ی پیوند (یگانه یا دوگانه یا سه‌گانه بودن پیوند) هر چه درجه‌ی پیوند میان دو اتم معین بیش‌تر باشد، طول پیوند کوتاه‌تر و انرژی

(۳) - ۱۷۰

پیوند بیش‌تر است.

افزایش طول پیوند  
کاهش اختلاف الکترونگاتیوی  
کاهش انرژی پیوند



در میان هالیدهای هیدروژن، انرژی پیوند  $H-I$  از بقیه کم‌تر است. زیرا اولاً طول

پیوند آن نسبت به بقیه بیش‌تر است و ثانیاً اختلاف الکترونگاتیوی اتم‌های آن

نسبت به بقیه کم‌تر و تقریباً برابر صفر می‌باشد.

با افزایش درجه‌ی پیوند، طول پیوند کوتاه‌تر و انرژی آن بیش‌تر خواهد شد. بنابراین:

(۳) - ۱۷۰

طول پیوند:  $C-C > C=C > C \equiv C$

انرژی پیوند:  $C-C < C=C < C \equiv C$



# پانخ‌های تشریحی قسمت دوم

## تعیین گرمای واکنش‌های شیمیایی

(از صفحه‌ی ۵۹ تا ۶۸ کتاب درسی)

۱۷۱- (۳) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

درسنامه

### گرماسنج لیوانی

می‌توان گرمای واکنش‌های شیمیایی را به روش مستقیم اندازه‌گیری کرد. در روش مستقیم باید مقداری از واکنش‌دهنده‌ها را در شرایط مناسب بر هم اثر داد. گرماسنج، دستگاهی است که برای اندازه‌گیری گرمای آزاد شده یا جذب شده در یک واکنش شیمیایی به روش مستقیم به کار برده می‌شود. از گرماسنج لیوانی برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت استفاده می‌شود، بنابراین برای اندازه‌گیری تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ ) واکنش مناسب است ( $\Delta H = q_p$ ). می‌توان با استفاده از یک ظرف مناسب که با محیط بیرون گرما مبادله نکند، یک گرماسنج ساده ساخت. مثلاً می‌توان دو لیوان یک‌بار مصرف را داخل هم قرار داد و با قطعه‌ای یونالیت درپوشی برای آن ساخت.



این گرماسنج سامانه‌ای باز است و نمی‌توان از آن برای اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های گازی استفاده کرد. زیرا واکنش‌دهنده‌های گازی شکل از سامانه خارج می‌شوند. این گرماسنج شامل مقدار معینی آب یا محلول یک واکنش‌دهنده در یک ظرف عایق‌بندی شده است. در این گرماسنج یک دماسنج و یک همزن نیز قرار دارد. پیش از انجام واکنش، دمای اولیه‌ی آب یا محلول ( $T_1$ ) اندازه‌گیری می‌شود. بعد از اضافه کردن ماده‌ی دوم و انجام واکنش مورد نظر، دمای نهایی آب ( $T_2$ ) اندازه‌گیری می‌شود و با استفاده از اختلاف دمای پیش و پس از آزمایش ( $\Delta T$ ) و ظرفیت گرمایی ویژه ( $c$ ) اجزای سازنده‌ی گرماسنج، شامل دماسنج، همزن، یونالیت، لیوان پلاستیکی و آب که برای هر گرماسنج مقداری ثابت است و با استفاده از رابطه‌ی  $q = mc\Delta T$  گرمای واکنش محاسبه می‌شود.

آقا اجازه: من دو بار درسنامه رو خوندم. ولی باز نفهمدم چرا از گرماسنج لیوانی نمی‌شه برای اندازه‌گیری گرمای سوختن ماده استفاده کرد.

✓ جواب: می‌کن پینی‌ها خیلی از ژاپنی‌ها کم‌هوش‌ترین. به قول فردمون IQ شون پایین‌تره. یه روز در جنگ جهانی دوم، پینی‌ها یه سرباز آمریکایی رو بردن اتاق گاز، اعدامش کنن. سرباز آمریکایی تا اتاق گاز پینی‌ها رو دید، زد زیر قند. حالا نفند، کی بفند. ☺ آفه می‌دونید، اتاق گاز پینی‌ها سقف نداشت و سرش باز بود. سرباز آمریکایی می‌گفت: چه بوری می‌فویید منو با گاز ففه کنید.



www.ShimiPedia.ir

www.KonKurist.com



گرماسنج لیوانی هم یک سامانه‌ی باز است و نمی‌توان از آن برای اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های گازی استفاده کرد، زیرا گاز به راحتی از سامانه خارج می‌شود. واکنش سوختن همیشه دارای اجزای گازی شکل مانند اکسیژن است.

آقا اجازه: پس با این حساب، سرباز آمریکایی هم زنده موند و بعد از جنگ جهانی به آغوش گرم خانواده‌اش بازگشت. مکه نه؟

✓ جواب: متأسفانه نه. آفه سیستم اتاق گاز پنی‌ها به فوره فرق داشت.

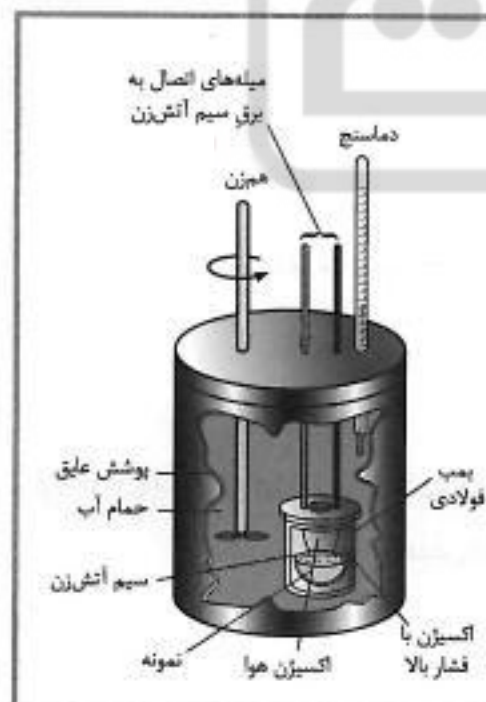


WWW.KONKURIST.COM

۱۷۲- (۳) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

درسنامه

### گرماسنج بمبی



این گرماسنج سامانه‌ای منزوی یا ایزوله است که با محیط مبادله‌ی ماده و انرژی ندارد و برای اندازه‌گیری دقیق گرمای سوختن یک ماده در حجم ثابت به کار می‌رود و بنابراین برای اندازه‌گیری تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) مناسب است ( $\Delta E = q_v$ ). در گرماسنج بمبی، محفظه‌ی انجام واکنش (بمب فولادی) درون یک حمام آب قرار دارد. آب درون این حمام به منظور هم‌گون شدن دما به‌طور پیوسته در حال هم‌خوردن است. پس از برقراری جریان برق و هم‌زمان با سوختن نمونه، گرمای آزاد شده، سبب گرم کردن بمب و در نتیجه گرم شدن آب و افزایش دمای حمام آب می‌شود.

با اندازه‌گیری پیوسته‌ی دمای آب درون حمام و با استفاده از ظرفیت گرمایی ویژه‌ی ( $c$ ) اجزای سازنده‌ی گرماسنج، شامل حمام آب، میله‌ی هم‌زن، بدنه، دماسنج، محفظه‌ی احتراق و میله‌های اتصال که برای هر گرماسنج مقداری ثابت است و با استفاده از رابطه‌ی  $q = mc\Delta T$  می‌توان گرمای حاصل از واکنش سوختن را محاسبه کرد.

۱۷۳- (۴) درسنامه‌های «گرماسنج لیوانی» و «گرماسنج بمبی» را بفهانید.

۱۷۴- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

با توجه به  $\Delta H^\circ$  داده شده، مشخص است که از واکنش یک مول باریم هیدروکسید متبلور با آمونیوم کلرید مقدار  $80.3 \text{ kJ}$  گرما جذب می‌شود. پس گرمای جذب شده از واکنش  $4/88 \text{ g}$  گرم باریم هیدروکسید متبلور به‌صورت زیر محاسبه خواهد شد.

$$x \text{ kJ} = 4/88 \text{ g Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}}{315 \text{ g Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}} \times \frac{80.3 \text{ kJ}}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}} = 1/24 \text{ kJ}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.

$$\frac{\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}}{4/88 \text{ g}} \sim \frac{q}{x \text{ kJ}}$$

$$\frac{1 \times 315}{4/88} \rightarrow x = 1/24 \text{ kJ}$$

www.ShimiPedia.ir



**۱۷۵- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

با توجه به  $\Delta H^\circ$  داده شده، مشخص است که از سوختن یک مول پروپان مقدار  $2219 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود. پس گرمای آزاد شده از سوختن  $15/5$  گرم پروپان به صورت زیر محاسبه خواهد شد.

$$M(C_3H_8) = 3(12) + 8(1) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$x \text{ kJ} = 15/5 \text{ g } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \times \frac{2219 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 781/6 \text{ kJ}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.**



$$15/5 \text{ g} \quad \quad \quad x \text{ kJ}$$

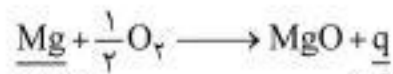
$$1 \times 44 \quad \quad \quad 2219 \rightarrow x = 781/6 \text{ kJ}$$

**۱۷۶- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

با توجه به  $\Delta H$  داده شده، مشخص است که از سوختن  $1$  مول  $Mg$  ( $24$  گرم  $Mg$ ) مقدار  $602 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود، پس گرمای تولید شده از سوختن  $0/12$  گرم  $Mg$  به صورت زیر محاسبه خواهد شد.

$$Mg \text{ گرم } 0/12 = \text{ گرمای آزاد شده ضمن سوختن } 0/12 \text{ g } Mg \times \frac{1 \text{ mol } Mg}{24 \text{ g } Mg} \times \frac{602 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } Mg} = 3/01 \text{ kJ}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.**



$$0/12 \text{ g} \quad \quad \quad x \text{ kJ}$$

$$1 \times 24 \quad \quad \quad 602 \rightarrow x = 3/01 \text{ kJ}$$

**۱۷۷- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

با توجه به  $\Delta H$  داده شده، مشخص است که از تشکیل  $2$  مول آمونیاک مقدار  $22 \text{ kcal}$  گرما آزاد می‌شود، پس گرمای آزاد شده ضمن تشکیل  $0/17$  گرم آمونیاک به صورت زیر محاسبه خواهد شد.

$$Mg \text{ گرم } 0/17 = \text{ گرمای آزاد شده ضمن تشکیل } 0/17 \text{ g } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{22 \text{ kcal}}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} = 110 \text{ cal}$$

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.**



$$0/17 \text{ g} \quad \quad \quad x \text{ cal}$$

$$2 \times 17 \quad \quad \quad 22000 \rightarrow x = 110 \text{ cal}$$

**۱۷۸- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



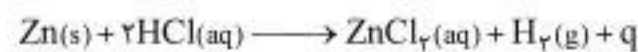
$$x \text{ kJ} = 1 \text{ mol } Zn \times \frac{65/4 \text{ g } Zn}{1 \text{ mol } Zn} \times \frac{7/7 \text{ kJ}}{2 \times 37 \text{ g } Zn} = 154 \text{ kJ}$$

☞ **بچه‌ها مواظب باشید:** از هول حلیم تو دیگ نیفتید! گزینه‌ی (۲) را انتخاب نکنید. واکنش فوق گرماده است و در صورت تست نیز

اشاره گردیده که این مقدار گرما آزاد می‌شود. پس  $\Delta H = -154 \text{ kJ}$  خواهد بود و جواب صحیح گزینه‌ی (۴) می‌باشد.

**روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز.**

واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



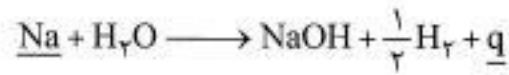
$$2 \times 37 \text{ g} \quad \quad \quad 7/7 \text{ kJ}$$

$$1 \times 65/4 \quad \quad \quad x \rightarrow x = 154 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{واکنش گرماده است}} \Delta H = -154 \text{ kJ}$$

**۱۷۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

$$x \text{ kJ} = 1 \text{ mol } Na \times \frac{23 \text{ g } Na}{1 \text{ mol } Na} \times \frac{368 \text{ J}}{0/46 \text{ g } Na} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 184 \text{ kJ}$$

☞ **بچه‌ها مواظب باشید:** عجله نکنید. گزینه‌ی (۳) را انتخاب نکنید. واکنش فلز سدیم با آب گرماده است. از طرفی در صورت تست نیز اشاره گردیده که گرما آزاد می‌شود. پس  $\Delta H = -184 \text{ kJ}$  است و گزینه‌ی (۲) جواب صحیح خواهد بود.  
**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز.



۰/۴۶g

۳۶۸۰J

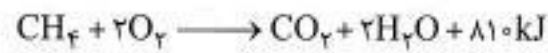
۱×۲۳

$$x \rightarrow x = 184000 \text{ J} = 184 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{واکنش گرماده است}} \Delta H = -184 \text{ kJ}$$

۱۸۰- (۳) **روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$x \text{ kJ} = 1 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22.4 \text{ L CH}_4} \times \frac{810 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = 36 \text{ kJ}$$

**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز.



۱L

x kJ

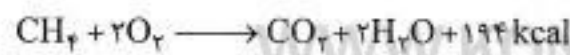
۱×۲۲/۴

$$810 \rightarrow x = 36 \text{ kJ}$$

۱۸۱- (۳) **روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$x \text{ kcal} = 5/6 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22.4 \text{ L CH}_4} \times \frac{194 \text{ kcal}}{1 \text{ mol CH}_4} = 48/5 \text{ kcal}$$

**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز.



۵/۶L

x kcal

۱×۲۲/۴

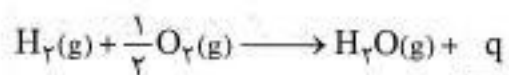
$$194 \rightarrow x = 48/5 \text{ kcal}$$

۱۸۲- (۳) **روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

مطابق معادله‌ی موجود در صورت تست، در ازای ۱/۵ مول مخلوط گازی، ۲۴۲kJ گرما آزاد می‌شود. پس می‌توان نوشت:

$$x \text{ kJ} = 13/44 \text{ L (H}_2 + \text{O}_2) \times \frac{1 \text{ mol (H}_2 + \text{O}_2)}{22.4 \text{ L (H}_2 + \text{O}_2)} \times \frac{242 \text{ kJ}}{1/5 \text{ mol (H}_2 + \text{O}_2)} = 96/8 \text{ kJ}$$

**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز.



۱۳/۴۴L

x kJ

۱/۵×۲۲/۴

$$242 \rightarrow x = 96/8 \text{ kJ}$$

۱۸۳- (۲) **درسنامه‌ی زیر را بفوانید.**

### درسنامه

#### تعیین گرمای واکنش‌های شیمیایی

برای تعیین گرمای یک واکنش می‌توان به دو روش کلی زیر عمل نمود:

**روش اول (روش مستقیم)** استفاده از گرماسنج.

**روش دوم (روش غیرمستقیم)** استفاده از واکنش‌هایی که گرمای آن‌ها معلوم است.

اکنون به بررسی دو روش فوق می‌پردازیم:

#### روش مستقیم اندازه‌گیری گرمای یک واکنش

در روش مستقیم باید مقداری از واکنش‌دهنده‌ها را در شرایط مناسب بر هم اثر داد و گرمای حاصل از واکنش را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. گرماسنج، دستگاهی است که برای اندازه‌گیری گرمای آزاد شده یا جذب شده در یک واکنش شیمیایی به کار برده می‌شود. گرماسنج‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

① گرماسنج لیوانی (گرماسنجی در فشار ثابت)

② گرماسنج بمبی (گرماسنجی در حجم ثابت)



## روش غیرمستقیم اندازه‌گیری گرمای یک واکنش

بسیاری از واکنش‌ها تحت شرایط بسیار سختی انجام می‌شوند. گاهی یک واکنش ممکن است که بخشی از یک فرایند زیست‌شناختی پیچیده باشد و نتوان آن را به صورت یک واکنش جداگانه در آزمایشگاه انجام داد. گرمای چنین واکنش‌هایی را از روش‌های غیرمستقیم تعیین می‌کنیم. ۴ روش غیرمستقیم برای تعیین گرمای واکنش‌های شیمیایی وجود دارد، که عبارتند از:

- ① تعیین گرمای واکنش با استفاده از قانون هس.
- ② تعیین گرمای واکنش با استفاده از آنتالپی تشکیل.
- ③ تعیین گرمای واکنش با استفاده از انرژی پیوند و ساختارهای لوویس.
- ④ تعیین گرمای واکنش با استفاده از آنتالپی سوختن.

۱۸۴- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

## درسنامه

## قانون هس

این قانون به صورت زیر بیان می‌شود:

“اگر معادله‌ی یک واکنش را بتوان از جمع معادله‌های دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد،  $\Delta H$  واکنش یاد شده را می‌توان از جمع جبری مقادیر  $\Delta H$  همه‌ی واکنش‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن، به دست آورد.”

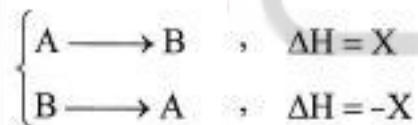
برای استفاده از قانون هس، واکنش کلی به صورت جمع چند واکنش با  $\Delta H$  معین در نظر گرفته می‌شود. از آن جا که آنتالپی یک تابع حالت است، فقط به حالت آغازی و پایانی فرایند بستگی دارد. بنابراین ممکن است که یک واکنش شیمیایی را بتوان از چند مسیر مختلف انجام داد ولی چون تغییر آنتالپی یک واکنش تابع حالت است، مقدار آن در همه‌ی مسیرها یکسان است.



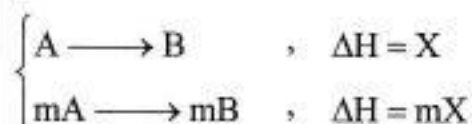
نکته‌های زیر را در مورد آنتالپی به خاطر بسپارید. هنگام استفاده از قانون هس به شما کمک خواهند نمود.

## نکته‌های آنتالپی

نکته‌ی ۱: اگر معادله‌ی یک فرایند فیزیکی یا شیمیایی معکوس (وارونه) شود، تغییر آنتالپی آن قرینه می‌شود.



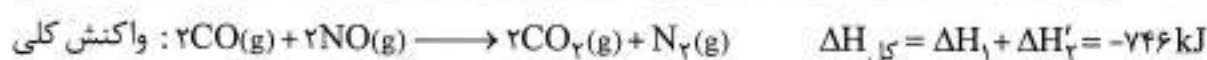
نکته‌ی ۲: اگر طرفین یک واکنش را در عدد معینی ضرب کنیم، آنتالپی آن واکنش در همان عدد ضرب می‌شود. (این عدد می‌تواند کسری نیز باشد).



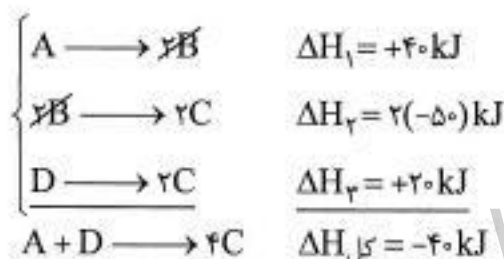
۱۸۵- (۳) از آن جا که آنتالپی یک تابع حالت است، فقط به حالت آغازی و پایانی فرایند بستگی دارد. بنابراین ممکن است که یک واکنش شیمیایی را بتوان

از چند مسیر مختلف انجام داد، ولی چون تغییر آنتالپی یک واکنش تابع حالت است، مقدار آن در همه‌ی مسیرها یکسان است. برای استفاده از قانون هس، واکنش کلی به صورت جمع چند واکنش با  $\Delta H$  معین در نظر گرفته می‌شود، بنابراین آنتالپی یک کمیت جمع پذیر است.

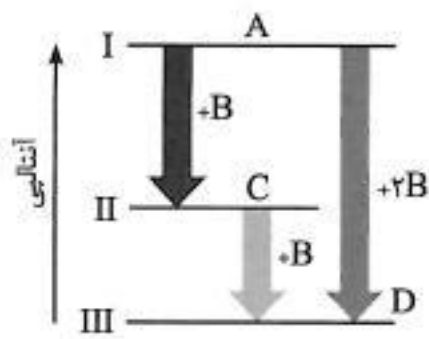
۱۸۶- (۳) واکنش ۲ را وارونه می‌نماییم. بدین ترتیب  $\Delta H_2$  نیز قرینه خواهد شد. سپس این معادله‌ی جدید را با معادله‌ی شماره‌ی ۱ جمع می‌نماییم.



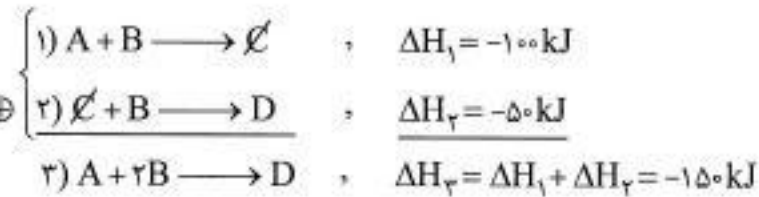
۱۸۷- (۳) برای دست‌یابی به واکنش کلی، طرفین واکنش دوم را در عدد ۲ ضرب کرده، واکنش سوم را وارونه کرده و سپس با واکنش اول جمع می‌کنیم.





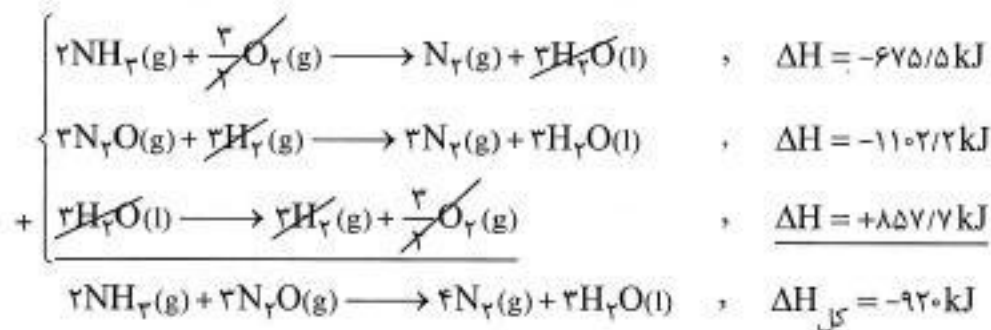


۱۸۸- (۳) واکنش ۳ از جمع واکنش‌های ۱ و ۲ به دست می‌آید. مطابق قانون هس،  $\Delta H$  واکنش ۳ نیز از جمع جبری  $\Delta H$  واکنش‌های ۱ و ۲ حاصل می‌شود.

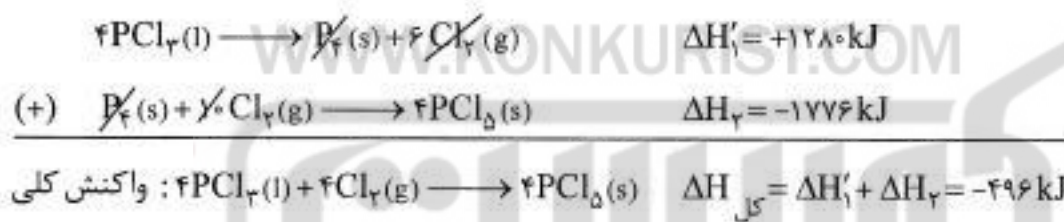


ضمناً همان‌گونه که در نمودار مقابل مشاهده می‌کنید، I محتوای انرژی A، II محتوای انرژی C و III محتوای انرژی D می‌باشد.

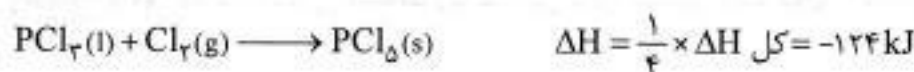
۱۸۹- (۱) طرفین واکنش اول را به عدد ۲ تقسیم می‌کنیم. طرفین واکنش دوم را در عدد ۳ ضرب می‌کنیم. واکنش سوم را معکوس کرده و طرفین آن را در عدد ۳ ضرب می‌نماییم. سپس هر سه واکنش را با هم جمع می‌کنیم.



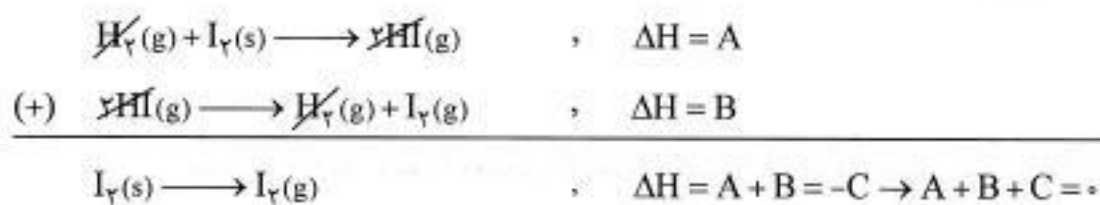
۱۹۰- (۳) معادله‌ی واکنش اول را وارونه کرده و با معادله‌ی واکنش دوم جمع می‌نماییم:



ضرایب معادله‌ی اخیر (واکنش کلی) ۴ برابر ضرایب معادله‌ی موجود در صورت تست است. برای رسیدن به معادله‌ی واکنش مورد نظر باید طرفین واکنش کلی به دست آمده را بر ۴ تقسیم کنیم. در نتیجه  $\Delta H$  نیز  $\frac{1}{4}$  برابر خواهد شد.

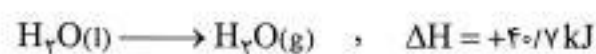


۱۹۱- (۳) روش اول: از جمع واکنش‌های اول و دوم، وارونه‌ی معادله‌ی واکنش سوم به دست می‌آید.

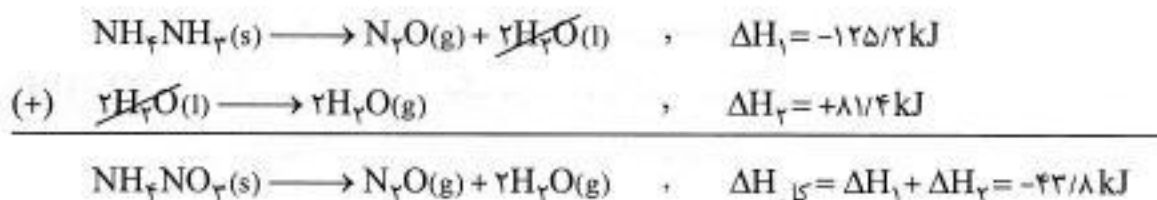


روش دوم: اگر معادله‌ی هر ۳ واکنش را با هم جمع کنیم، همه‌ی گونه‌های موجود در این ۳ معادله با هم ساده می‌شوند. این مطلب معادل آن است که بگوییم، هیچ واکنشی انجام نشده است. پس هیچ گرمایی هم نباید مبادله شود و جمع جبری  $\Delta H$  این ۳ واکنش باید برابر صفر شود.

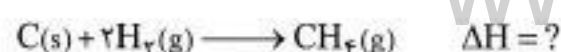
در صورت تست اشاره گردیده که آنتالپی تبخیر آب برابر با  $40/7$  کیلوژول بر مول می‌باشد. پس می‌توان نوشت:



طرفین معادله‌ی واکنش فوق را در دو ضرب می‌کنیم و سپس آن را با معادله‌ی واکنش داده شده در صورت تست جمع می‌نماییم تا به معادله‌ی واکنش با  $\Delta H$  مجهول برسیم.

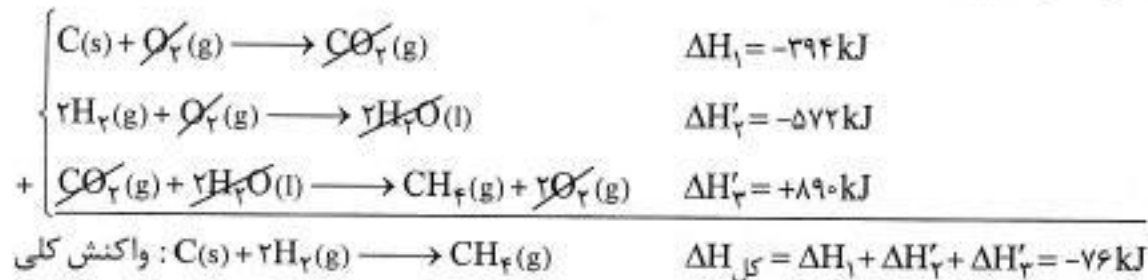


۱۹۲- (۱) معادله‌ی واکنش تشکیل گاز متان از عنصرهای سازنده‌اش یعنی گرافیت و گاز هیدروژن به صورت زیر است:



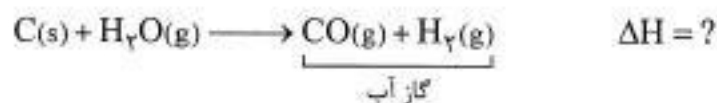


طرفین واکنش دوم را در عدد ۲ ضرب کرده، واکنش سوم را معکوس کرده و با واکنش اول جمع می‌نماییم تا واکنش فوق حاصل شود.

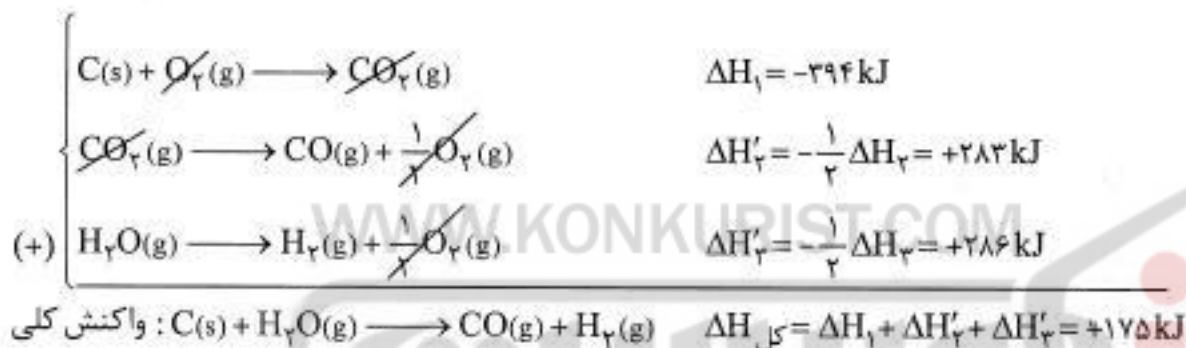


**توجه:** این تست، علاوه بر راه حل فوق (قانون هس) راه حل بسیار ساده‌تری نیز دارد. اگر علاقه‌مندید تست‌های قسمت «تعیین گرمای واکنش با آنتالپی سوختن» را بخوانید. این تست را آن‌جا هم می‌بینید، ولی با راه‌حلی متفاوت و بسیار ساده‌تر.

گاز آب نامی است که برای مخلوطی از  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}$  به کار برده می‌شود. این مخلوط با عبور دادن بخار آب از روی زغال‌چوب یا گرافیت در دمای  $1000^\circ\text{C}$  به دست می‌آید. معادله‌ی تشکیل گاز آب را به خاطر بسپارید.

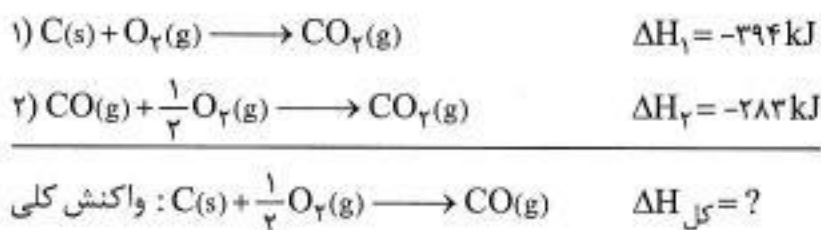


برای محاسبه‌ی آنتالپی واکنش تشکیل گاز آب، واکنش دوم و سوم را وارونه و در عدد  $\frac{1}{2}$  ضرب می‌نماییم، سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌کنیم.

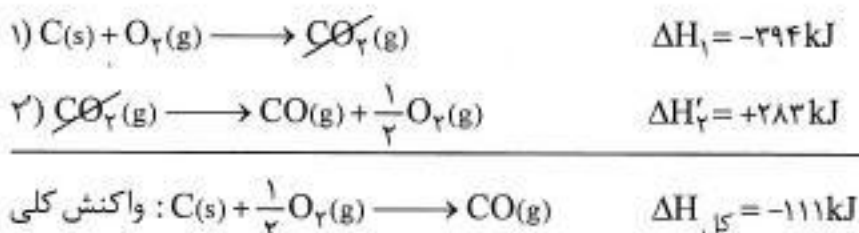


**توجه:** اگر دنبال راه حل ساده‌تر این تست می‌گردید، حتماً تست‌های قسمت «تعیین گرمای واکنش با آنتالپی سوختن» را بخوانید. این تست را آن‌جا هم می‌بینید، ولی با راه‌حلی متفاوت و بسیار ساده‌تر.

مقادیر آنتالپی استاندارد تشکیل برای تشکیل یک مول از ماده‌ی مورد نظر است. بنابراین با توجه به صورت تست، می‌توان چنین نوشت:

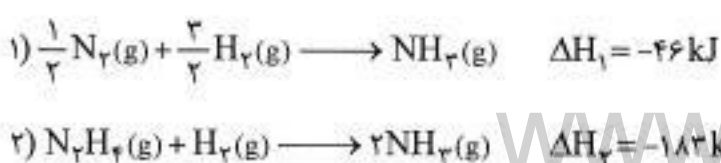


چنانچه واکنش دوم را معکوس کرده، با واکنش اول جمع نماییم، آنتالپی واکنش کلی به دست می‌آید.

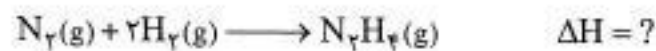


**توجه:** این تست را با استفاده از قانون هس حل کردیم. اما این تست راه‌حل ساده‌تری نیز دارد. می‌توان با استفاده از آنتالپی سوختن نیز جواب را با یک جمع جبری بسیار ساده پیدا کرد. اگر علاقه‌مندید، تست‌های قسمت «تعیین گرمای واکنش با آنتالپی سوختن» را بخوانید. همین تست را آن‌جا هم می‌بینید، ولی با راه‌حلی متفاوت و بسیار ساده‌تر.

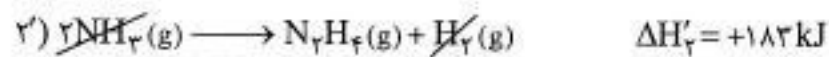
به واکنشی که طی آن یک مول آمونیاک از عنصرهای سازنده‌اش تشکیل می‌شود، واکنش استاندارد تشکیل آمونیاک گویند. با توجه به صورت تست می‌توان دو معادله‌ی زیر را نوشت:



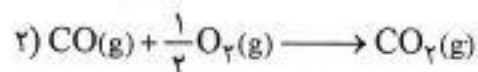
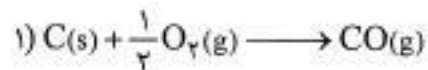
واکنش استاندارد تولید هیدرازین نیز به صورت زیر نوشته می شود:



برای پیدا کردن آنتالپی واکنش فوق، باید طرفین واکنش اول را در ۲ ضرب کرده، واکنش دوم را معکوس کرده، سپس با هم جمع نماییم.

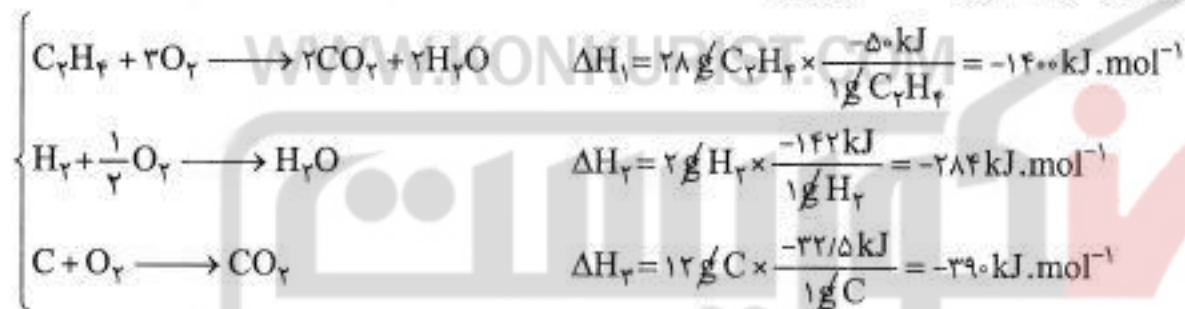


۱۹۷- (۳) واکنش سوختن کربن (گرافیت) یک واکنش ۲ مرحله‌ای است. ابتدا کربن با اکسیژن تشکیل کربن مونواکسید می‌دهد. سپس در ادامه کربن مونواکسید با اکسیژن تشکیل کربن دی‌اکسید می‌دهد.



واکنش (۱) را نمی‌توان به روش تجربی انجام داد. از این رو برای تعیین گرمای این واکنش از قانون هس استفاده می‌شود. علت این امر آن است که وقتی گرافیت می‌سوزد، کنترل واکنش به گونه‌ای که اتم‌های کربن فقط یک مرحله اکسید شده و تبدیل به CO شوند، بسیار دشوار است و در حین واکنش به طور اجتناب‌ناپذیر بسیاری از اتم‌های کربن دو مرحله اکسید شده و تشکیل CO<sub>2</sub> می‌دهند. در واقع کنترل واکنش در مرحله (۱) غیرممکن است.

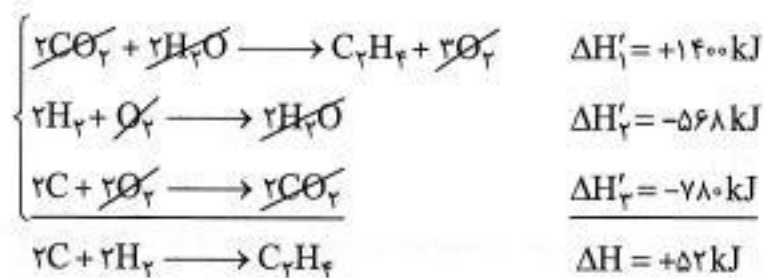
۱۹۸- (۱) ابتدا آنتالپی سوختن یک مول اتن، هیدروژن و گرافیت را به دست می‌آوریم.



واکنش تشکیل گاز اتن از عنصرهای سازنده‌اش به صورت زیر نوشته می‌شود:



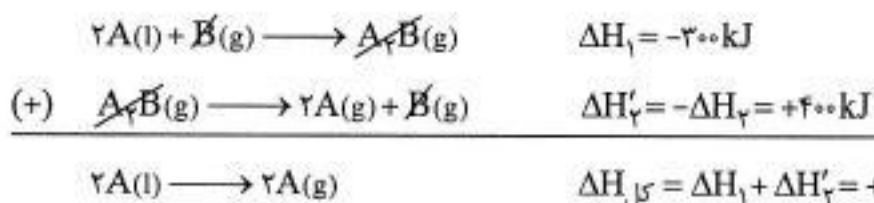
برای رسیدن به این واکنش، باید واکنش‌های دوم و سوم را در عدد ۲ ضرب کرده و با معکوس واکنش اول جمع نماییم.



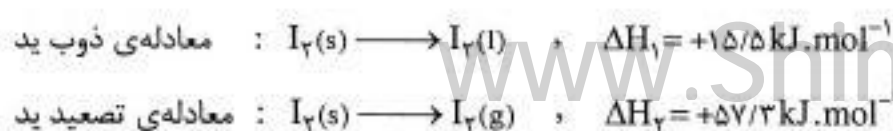
**توجه:** این تست راه حل ساده‌تری هم دارد. اگر علاقه‌مند هستید، تست‌های قسمت «تعیین گرمای واکنش با آنتالپی سوختن» را بخوانید.

همین تست را در آن قسمت می‌بینید. ولی با راه‌حلی متفاوت و ساده‌تر.

۱۹۹- (۳) واکنش دوم را وارونه کرده و با واکنش اول جمع می‌نماییم.



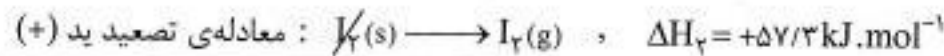
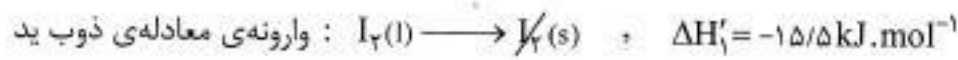
صبر کنید! گزینه‌ی (۲) را انتخاب نکنید.  $\Delta H$  به دست آمده گرمای لازم برای تبخیر ۲ مول A می‌باشد. پس گرمای لازم برای تبخیر یک مول A نصف این مقدار یعنی برابر  $50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد.



۲۰۰- (۳)



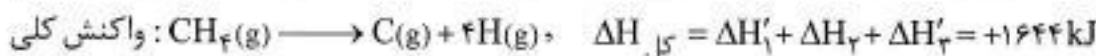
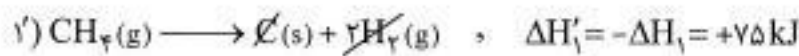
معادله‌ی ذوب ید را وارونه کرده و با معادله‌ی تصعید ید جمع می‌نماییم تا معادله‌ی واکنش تبخیر ید به‌دست آید.



معادله‌ی واکنش اول گرماده و معادله‌های واکنش دوم و سوم گرماگیر هستند.  $\Delta H$  این سه واکنش به‌صورت زیر است: (۲) - ۲۰۱



معادله‌ی ۱ را وارونه کرده و طرفین معادله‌ی ۳ را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم. سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌نماییم.



مولکول  $\text{CH}_4$  دارای ۴ پیوند C-H است. پس  $\Delta H$  به‌دست آمده انرژی لازم برای تفکیک ۴ پیوند C-H می‌باشد. بنابراین:

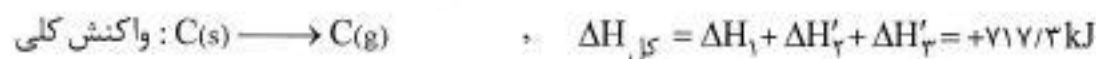
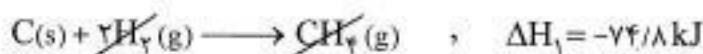
$$\Delta H_{\text{C-H}} = \frac{+1644}{4} = +411 \text{ kJ}$$

در صورت تست اشاره گردیده که آنتالپی پیوند H-H برابر  $435 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد. پس می‌توان معادله‌ی واکنش زیر را نوشت: (۴) - ۲۰۲

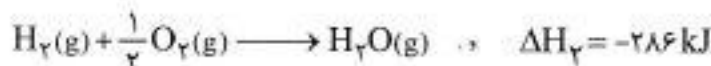


معادله‌ی واکنش فوق را وارونه کرده و طرفین آن را در دو ضرب می‌کنیم. هم‌چنین معادله‌ی واکنش:  $\text{C}(g) + 4\text{H}(g) \longrightarrow \text{CH}_4(g)$  را نیز

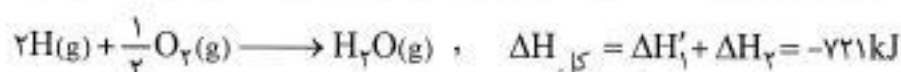
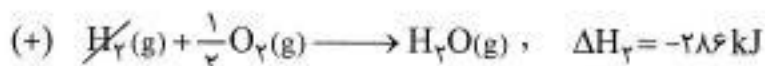
وارونه می‌نماییم و سپس هر سه معادله‌ی داده شده را با هم جمع می‌کنیم تا به معادله‌ی واکنش  $\text{C}(s) \longrightarrow \text{C}(g)$  برسیم.



با توجه به معلومات موجود در صورت تست، می‌توان دو معادله‌ی زیر را نوشت: (۲) - ۲۰۳

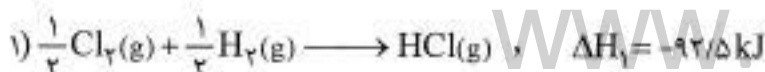


برای آن‌که معادله‌ی سوختن هیدروژن اتمی ( $\text{H}(g)$ ) را به‌دست آوریم، باید معادله‌ی واکنش اول را وارونه کرده و با واکنش دوم جمع نماییم.



گزینه‌ی (۳) را انتخاب نکنید.  $\Delta H$  به‌دست آمده به ازای  $2\text{H}(g)$  (۲ گرم هیدروژن اتمی) است. پس گرمای آزاد شده از سوختن کامل ۱ گرم هیدروژن اتمی نصف این مقدار یعنی  $360/5$  کیلوژول می‌باشد و گزینه‌ی (۲) گزینه‌ی صحیح خواهد بود.

از تشکیل یک مول  $\text{HCl}(g)$  از مولکول‌های  $\text{H}_2(g)$  و  $\text{Cl}_2(g)$  در حدود  $92/5 \text{ kJ}$  گرما در شرایط آزمایشگاه آزاد می‌شود. پس می‌توان نوشت: (۴) - ۲۰۴



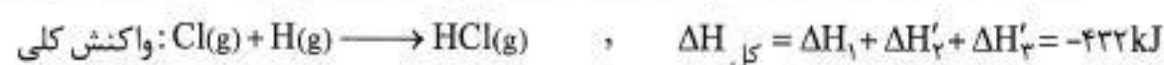
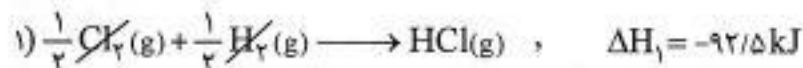
از طرفی  $\Delta H_{Cl-Cl} = 243 \text{ kJ/mol}$  است. پس می توان نوشت:



همچنین  $\Delta H_{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$  است. پس می توان نوشت:



برای رسیدن به معادله‌ی تشکیل یک مول  $\text{HCl}(\text{g})$  از اتم‌های  $\text{Cl}(\text{g})$  و  $\text{H}(\text{g})$  باید معادله‌های (۲) و (۳) را وارونه و در  $\frac{1}{2}$  ضرب کرده و با معادله‌ی شماره‌ی (۱) جمع نماییم.



معادله‌ی واکنش سوختن هیدروژن در گاز اکسیژن و تولید آب به حالت مایع و  $\Delta H$  این واکنش با توجه به داده‌های موجود در صورت تست به صورت زیر است:



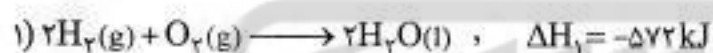
۱g

۱۴۳ kJ

۴

$$x \rightarrow x = 572 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{گرما آزاد می شود}} \Delta H = -572 \text{ kJ}$$

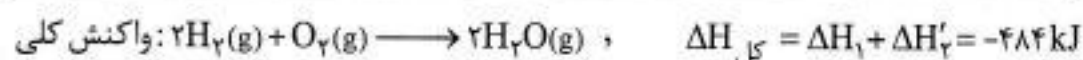
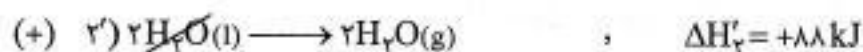
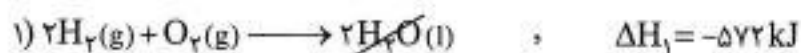
پس می توان نوشت:



از طرفی گرمای مولی تبخیر آب در شرایط آزمایشگاه برابر  $44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  است. پس می توان نوشت:



برای رسیدن به معادله‌ی موردنظر باید طرفین معادله‌ی واکنش شماره‌ی (۲) را در عدد دو ضرب کرده و با معادله‌ی واکنش شماره‌ی (۱) جمع نماییم.



معادله‌ی واکنش گاز هیدروژن با بخار یُد و  $\Delta H$  این واکنش با توجه به داده‌های موجود در صورت تست به صورت زیر است:



۱۰g

۴۷/۴ kJ

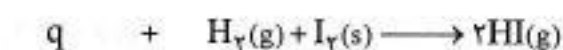
۱×۲

$$x \rightarrow x = 94.8 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{گرما آزاد می شود}} \Delta H = -94.8 \text{ kJ}$$

پس می توان نوشت:



از طرفی معادله‌ی واکنش گاز هیدروژن با یُد جامد و  $\Delta H$  این واکنش با توجه به داده‌های موجود در صورت تست به صورت زیر است:



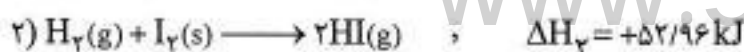
۲۶۴/۸ kJ

۱۰g

x

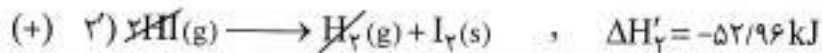
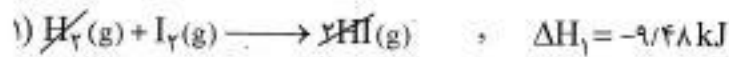
$$1 \times 2 \rightarrow x = 52.96 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{گرما مصرف می شود}} \Delta H = +52.96 \text{ kJ}$$

پس می توان نوشت:





اکنون واکنش شماره‌ی (۱) را با وارونه‌ی واکنش شماره‌ی (۲) جمع می‌کنیم تا به معادله‌ی واکنش  $I_2(g) \rightarrow I_2(s)$  دست یابیم.



۲۰۷- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### تعیین آنتالپی واکنش به کمک آنتالپی استاندارد تشکیل

با استفاده از آنتالپی استاندارد تشکیل مواد شرکت‌کننده در یک واکنش می‌توان آنتالپی آن واکنش را محاسبه کرد.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها})$$

**نکته:** اگر مواد شرکت‌کننده‌ی واکنش در حالت استاندارد خود باشند، آنتالپی یا گرمای واکنش، آنتالپی یا گرمای استاندارد آن واکنش ( $\Delta H^\circ$ ) خواهد بود.

**یادآوری:** حتماً به خاطر دارید که آنتالپی استاندارد تشکیل ( $\Delta H^\circ$  تشکیل) پایدارترین دگرشکل یک عنصر صفر است. برای مثال آنتالپی استاندارد تشکیل  $O_2(g)$ ,  $N_2(g)$ ,  $P_4(s)$ ,  $S_8(s)$ ,  $Na(s)$ ,  $Br_2(l)$ ,  $I_2(s)$  و ... برابر صفر است. بنابراین اگر در صورت تست آنتالپی تشکیل عناصر در حالت استاندارد آن‌ها داده نشد، تنها به این دلیل است که طراح پُر توقع انتظار دارد که دانش‌آموز بی‌گناه براند که آنتالپی تشکیل عناصر در حالت استاندارد برابر صفر است.

آقا اجازه: گزینه‌ی (۱) این تست چرا غلطه؟



جواب: چون لزوماً همه‌ی انرژی واکنش به گرما تبدیل نمی‌شود و ممکن است بخشی از آن به کار تبدیل شود. در ضمن در همه‌ی واکنش‌ها، گرما تولید نمی‌شود و ممکن است گرما مصرف شود.

آقا اجازه: می‌شه در مورد گزینه‌ی (۲) هم توضیح بدی؟



جواب: بله، گزینه‌ی (۲) تعریف انرژی فعال‌سازی واکنش است.

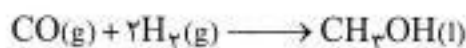
۲۰۸- (۴) معادله‌ی واکنش سوختن اتانول به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H^\circ$

$$\Delta H^\circ_{\text{واکنش}} = [2(-394) + 3(-286)] - [(-278) + 3(0)] = -1368 \text{ kJ}$$

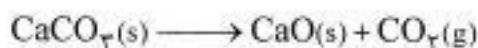
۲۰۹- (۲) معادله‌ی واکنش تولید متانول از گازهای هیدروژن و کربن مونواکسید به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (-239) - (0 - 111) = -128 \text{ kJ}$$

۲۱۰- (۴) واکنش تجزیه‌ی کلسیم کربنات به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (-635 - 394) - (-1207) = +178 \text{ kJ}$$

۲۱۱- (۲)

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

آنتالپی تشکیل  $H_2(g)$  و  $I_2(s)$  برابر صفر است، بنابراین:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [2(+25/9)] - [0 + 0]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = +51/8 \text{ kJ}$$

۲۱۲- (۴) آنتالپی تشکیل عنصر اکسیژن در حالت گازی صفر است. با توجه به آنتالپی‌های تشکیل داده شده،  $\Delta H$  واکنش محاسبه می‌شود.  
[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [4(+90) + 6(-242)] - [4(-26) + 5(0)] = -988 \text{ kJ}$$

۲۱۳- (۱) ابتدا معادله‌ی واکنش سوختن یک مول  $C_4H_8$  را می‌نویسیم. در بخش موازنه‌ی واکنش‌ها فرا گرفتیم، هرگاه هیدروکربنی بسوزد به اندازه‌ی کربن‌هایش  $CO_2$  و نصف هیدروژن‌هایش  $H_2O$  تولید می‌کند.



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [4(-394) + 4(-286)] - [(16) + 6(0)] = -2736 \text{ kJ}$$

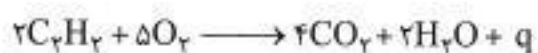
۲۱۴- (۴) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی سوختن کامل گاز اتین (استیلن) به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [4(-393/5) + 2(-242)] - [2(227) + 5(0)] = -2512 \text{ kJ}$$

اکنون با یک تناسب ساده گرمای آزاد شده از سوختن ۰/۲ مول گاز اتین (استیلن) به دست می‌آید.



۰/۲ mol

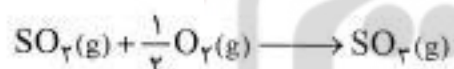
x kJ

۲

www.konkurist.com

$$2512 \rightarrow x = 251/2 \text{ kJ}$$

۲۱۵- (۴) معادله‌ی واکنش تبدیل  $SO_2(g)$  به  $SO_3(g)$  به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = (-395) - (-296 + \frac{1}{2}(0)) = -99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

چون  $\Delta H$  واکنش منفی است، پس واکنش گرماده می‌باشد.

۲۱۶- (۱) چون این واکنش با مبادله‌ی گرما همراه نیست، پس  $\Delta H$  (واکنش) می‌باشد.

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$0 = [2\Delta H_{\text{تشکیل}} AB] - [\Delta H_{\text{تشکیل}} A_2 + \Delta H_{\text{تشکیل}} B_2]$$

$$2\Delta H_{\text{تشکیل}} AB = \Delta H_{\text{تشکیل}} A_2 + \Delta H_{\text{تشکیل}} B_2$$

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

۲۱۷- (۱)

گرمای تشکیل  $O_2(g)$  برابر صفر است. بنابراین:

$$-891/9 = [(-393/5) + 2(-286/7)] - [\Delta H_{\text{تشکیل}}(CH_4(g)) + 2(0)]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(CH_4(g)) = -75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۱۸- (۲) معادله‌ی واکنش سوختن اتانول به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

با توجه به این‌که  $\Delta H^\circ$  تشکیل عنصرهای آزاد در حالت استاندارد ترمودینامیکی نظیر  $O_2(g)$  برابر صفر است، می‌توان نوشت:

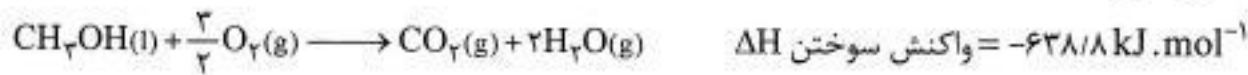
$$-1235/3 = [2(-393/5) + 3(-242)] - [\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(C_2H_5OH) + 3(0)]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(C_2H_5OH) = -277/7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

www.ShimiPedia.ir



۲۱۹- (۱) معادله‌ی واکنش سوختن متانول به صورت زیر است:

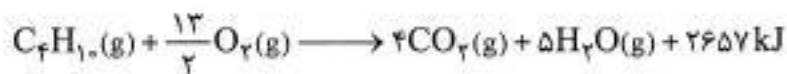


[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$-638.8 = [-393.5 + 2(-242)] - [\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{CH}_3\text{OH}(l)) + \frac{3}{2}(0)]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{CH}_3\text{OH}(l)) = -238.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۲۰- (۱) معادله‌ی واکنش سوختن کامل گاز بوتان به صورت زیر است:



[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

از آنجا که سوختن بوتان گرماده است، پس  $\Delta H$  واکنش برابر  $-2657 \text{ kJ}$  است. با توجه به اطلاعات موجود در صورت تست و رابطه‌ی بالا می‌توان نوشت:

$$-2657 = [4(-393.5) + 5(-242)] - [\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{C}_4\text{H}_{10}) + \frac{13}{2}(0)]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{C}_4\text{H}_{10}) = -127 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$-622/4 = [0 + 2(-286)] - [\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{N}_2\text{H}_4(l)) + 0]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{N}_2\text{H}_4(l)) = +50/4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

آنتالپی تشکیل  $\text{P}_4(s)$  و  $\text{Cl}_2(g)$  برابر صفر است. بنابراین:

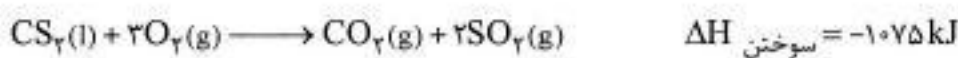
$$-1226/8 = [4\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{PCl}_3(l))] - [0 + 6(0)]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{PCl}_3) = \frac{-1226/8}{4} = -306/7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۲۳- (۴) ابتدا باید آنتالپی سوختن یک مول کربن دی‌سولفید مایع را به دست آوریم.

$$\Delta H_{\text{سوختن}} = 1 \text{ mol CS}_2 \times \frac{-215 \text{ kJ}}{0.7 \text{ mol CS}_2} = -1075 \text{ kJ}$$

معادله‌ی واکنش سوختن کامل یک مول کربن دی‌سولفید مایع به صورت زیر است:

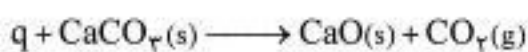


[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$-1075 = [-393.5 + 2(-296/8)] - [\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{CS}_2) + 3(0)]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{CS}_2) = +87/9 \text{ kJ}$$

۲۲۴- (۱) معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی  $\text{CaCO}_3(s)$  به صورت زیر است:



با توجه به صورت تست، برای تجزیه‌ی کامل  $10^\circ$  گرم  $\text{CaCO}_3$  به  $17/73 \text{ kJ}$  انرژی گرمایی نیاز است. پس  $\Delta H^\circ$  واکنش فوق یعنی انرژی گرمایی لازم برای تجزیه‌ی  $1$  مول  $\text{CaCO}_3$  ( $\text{CaCO}_3 = 100$ ) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta H^\circ_{\text{واکنش}} = 100 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{17/73 \text{ kJ}}{10 \text{ g CaCO}_3} = 177/3 \text{ kJ}$$

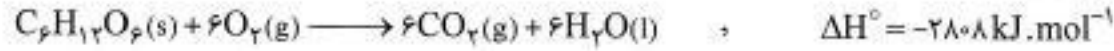
[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H^\circ$

$$177/3 = (-635/7 - 394) - [\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{CaCO}_3)]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{CaCO}_3) = -1207 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



۲۲۵- (۲) در صورت تست  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $\text{CO}_2$  و  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $\text{H}_2\text{O}$  به ترتیب برابر  $-394$  و  $-286$  کیلوژول بر مول گزارش شده است. همچنین معادله‌ی واکنش سوختن گلوکوز نیز به صورت زیر ارائه شده است.



اکنون رابطه‌ی  $\Delta H$  را برای واکنش فوق می‌نویسیم:

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H^\circ$

$$-2808 = [6(-394) + 6(-286)] - [\Delta H^\circ \text{ تشکیل } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6(0)]$$

$$\Delta H^\circ \text{ تشکیل } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) = -1272 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۲۶- (۱) بعد از مل این تست، برید برای هودتون اسفند دود کنید.

گرمای تبخیر  $\text{N}_2\text{H}_4$  مایع برابر  $+45$  کیلوژول بر مول است. پس می‌توان نوشت:



گرمای تشکیل  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$  برابر  $+95/5$  کیلوژول بر مول گزارش شده است، پس برای واکنش فوق می‌توان نوشت:

[مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$+45 = (+95/5) - [\Delta H \text{ تشکیل } \text{N}_2\text{H}_4(\text{l})] \longrightarrow \Delta H \text{ تشکیل } \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) = +50/5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

می‌دانیم گرمای تشکیل  $\text{O}_2(\text{g})$  و  $\text{N}_2(\text{g})$  صفر است. با داشتن گرمای تشکیل  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$  که به دست آوردیم و  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  که در صورت تست  $-242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  گزارش شده است، می‌توان  $\Delta H$  واکنش سوختن هیدرازین مایع را پیدا کرد.



$$\Delta H \text{ واکنش} = [0 + 2(-242)] - [+50/5 + 0] = -534/5 \text{ kJ}$$

بنابراین از سوختن یک مول هیدرازین مایع،  $534/5 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود ولی در صورت تست گرمای آزاد شده از سوختن  $6/4$  گرم هیدرازین مایع خواسته شده است.

$$M(\text{N}_2\text{H}_4) = 2(14) + 4(1) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

اکنون با یک تناسب ساده گرمای آزاد شده از سوختن  $6/4$  گرم هیدرازین مایع به دست می‌آید.

$$\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) \quad \sim \quad q$$

$$6/4 \text{ g} \quad \quad \quad x \text{ kJ}$$

$$1 \times 32 \quad \quad \quad 534/5 \rightarrow x = 106/9 \text{ kJ}$$

۲۲۷- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### تعیین آنتالپی واکنش به کمک آنتالپی پیوند

اگر در یک واکنش همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها به صورت گاز باشند، در آن صورت می‌توان آنتالپی واکنش را با استفاده از آنتالپی پیوندها به دست آورد.

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها}]$$

شاید این سؤال برای شما مطرح شود که چرا باید همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها به صورت گاز باشند تا اجازه‌ی استفاده از این رابطه را داشته باشیم؟ برای پاسخ به این سؤال لازم است، مفهوم آنتالپی پیوند را برای شما یادآوری نمایم.

آنتالپی پیوند، مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند در حالت گازی و تبدیل آن به دو مول اتم جدا از هم گازی است.

بنابراین واضح است شرط استفاده از آنتالپی پیوندها در رابطه‌ی فوق آن است که همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها به صورت گاز باشند.

**توجه:**  $\Delta H$  واکنش سوختن متان که با روش گرماسنجی اندازه‌گیری شده،  $-808 \text{ kJ}$  است. در حالی که  $\Delta H$  همین واکنش اگر از روش آنتالپی‌های

پیوند محاسبه می‌شود برابر  $-822 \text{ kJ}$  می‌شود. علت این تفاوت در ۲ مورد می‌باشد:

① روش گرماسنجی هم‌چون هر آزمایش دیگری همراه با اندکی خطاست.

② روش آنتالپی‌های پیوند نیز بدون خطا نیست. مولکول متان ( $\text{CH}_4$ ) را در نظر بگیرید. انرژی لازم برای شکستن همه‌ی پیوندهای  $\text{C}-\text{H}$  در این

ترکیب یکسان نیست. از این رو اطلاق نام متوسط آنتالپی پیوند مناسب‌تر است.



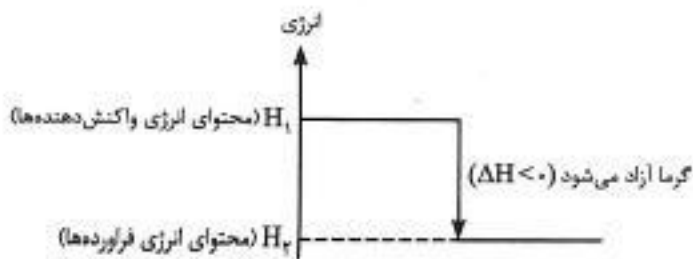
۲۲۸- (۱) گرمای واکنش از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

(مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

اگر مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده از مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها بیش‌تر باشد، حاصل عبارت فوق عددی مثبت خواهد شد ( $\Delta H > 0$ )، که نشان‌دهنده‌ی یک واکنش گرماگیر است.

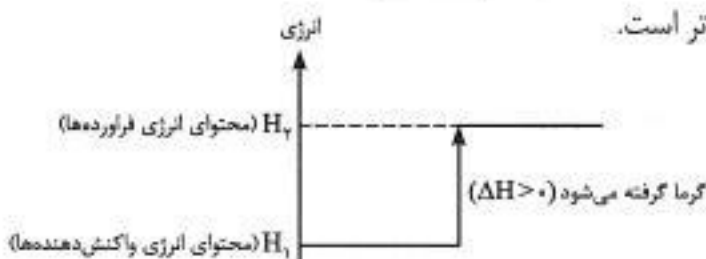
آقا اجازه: می‌شه در مورد گزینه‌ی (۳) به کم توضیح بدید؟

✓ جواب: اگر مفتوای انرژی مواد واکنش‌دهنده از مفتوای انرژی فراورده‌ها بیش‌تر باشد، نمودار انرژی واکنش به صورت روبه‌رو درمی‌آید که نشان‌دهنده‌ی واکنش گرماگیر است.



$$\Delta H = H_2 - H_1 \xrightarrow{H_2 < H_1} \Delta H < 0 \text{ گرماده}$$

۲۲۹- (۱) در یک واکنش گرماگیر، محتوای انرژی فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها بیش‌تر است.



$$\Delta H = H_2 - H_1 \xrightarrow{H_2 > H_1} \Delta H > 0 \text{ گرماگیر}$$

در مورد آنتالپی پیوند نیز، با توجه به معادله‌ی زیر، در یک واکنش گرماگیر، انرژی پیوند فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است.

(مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها > مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها  $\rightarrow \Delta H > 0 \rightarrow$  واکنش گرماگیر است

۲۳۰- (۴) شکسته شدن پیوندها گرماگیر و تشکیل شدن پیوندها گرماده است. بنابراین  $\Delta H_1$  برابر جمع انرژی پیوندهای شکسته شده است ولی  $\Delta H_2$  برابر منفی جمع انرژی پیوندهای تشکیل‌شده، می‌باشد.

(جمع انرژی پیوندهای شکسته شده)  $\Delta H_1 = +$

(جمع انرژی پیوندهای تشکیل شده)  $\Delta H_2 = -$

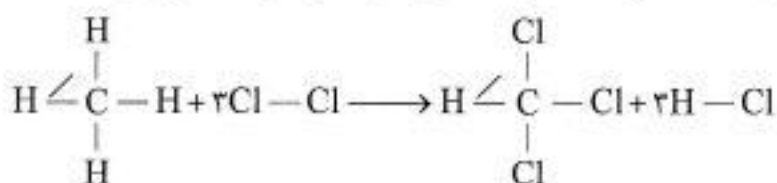
۲۳۱- (۴)  $\Delta H$  واکنش سوختن متان که با روش گرماسنجی اندازه‌گیری شده  $-808 \text{ kJ}$  است. در حالی که  $\Delta H$  همین واکنش اگر از روش آنتالپی‌های پیوند محاسبه شود، بر روی نمودار ارایه شده در صورت تست  $-822 \text{ kJ}$  گزارش شده است. اگر می‌خواهید علت این تفاوت را بدانید، درسنامه‌ی «تعیین گرمای واکنش با آنتالپی پیوند» را بخوانید.

۲۳۲- (۳) دلایل اختلاف در محاسبه‌ی گرمای واکنش به روش گرماسنجی (روش مستقیم) و روش انرژی‌های پیوندی (روش غیرمستقیم) به قرار زیر است:

**دلیل اول:** مهم‌ترین دلیل آن است که مقادیر انرژی‌های پیوندی مندرج در جدول انرژی‌های پیوندی در واقع انرژی‌های متوسط پیوندی هستند و نشان‌دهنده‌ی مقدار دقیق انرژی یک پیوند خاص در یک ترکیب نمی‌باشند. به‌طور مثال مقدار انرژی پیوند  $\text{C}-\text{H}$  در اغلب جداول ۴۱۲ کیلوژول بر مول ذکر شده است، در حالی که مقدار انرژی پیوند  $\text{C}-\text{H}$  در اتان، اتن و اتین تفاوت ناچیزی با هم دارد و کاملاً یکسان نمی‌باشد و این تفاوت باعث بروز خطاهای محاسباتی در روش غیرمستقیم یا روش انرژی‌های پیوندی می‌شود.

**دلیل دوم:** دلیل دیگر بروز این تفاوت، وجود خطاهای تجربی در روش مستقیم یا روش گرماسنجی است.

۲۳۳- (۲) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم تا در شمارش پیوندها دچار اشتباه نشویم. اگرچه شمارش پیوندها را می‌توان به‌طور ذهنی نیز انجام داد ولی توصیه می‌شود حتماً از رسم ساختارهای لوویس استفاده شود. مطمئن باشید وقت چندانی از شما نمی‌گیرد.



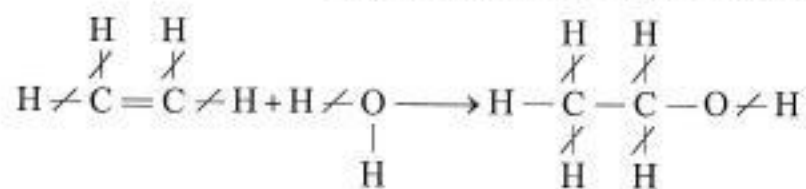
**نکته:** به منظور کاهش در عملیات جبری، توصیه می‌شود تا جایی که می‌توانید پیوندهای مشابه را از طرفین معادله ساده نمایید. در معادله‌ی فوق یکی از پیوندهای  $\text{C}-\text{H}$  در مولکول  $\text{CH}_4$  در سمت چپ معادله با پیوند  $\text{C}-\text{H}$  از مولکول  $\text{CHCl}_3$  در سمت راست معادله حذف می‌شود.

(مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H = (3 \times 412 + 3 \times 242) - (3 \times 326 + 3 \times 431) = -309 \text{ kJ}$$



۲۳۴- (۲) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم تا در شمارش پیوندها دچار اشتباه نشویم.

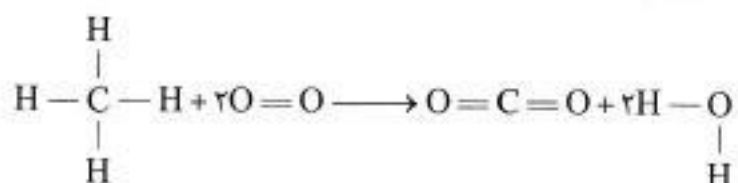


**نکته:** به منظور کاهش در عملیات جبری، چهار پیوند C-H و یک پیوند O-H را از طرفین معادله‌ی فوق ساده می‌نماییم.

$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$

$$\Delta H = (612 + 463) - (412 + 348 + 360) = -45 \text{ kJ}$$

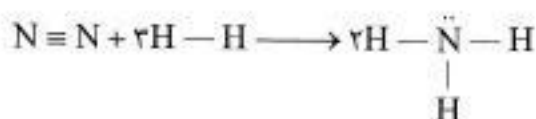
۲۳۵- (۳) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم تا در شمارش پیوندها دچار اشتباه نشویم.



$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$

$$\Delta H = (4 \times 415 + 2 \times 498) - (2 \times 800 + 4 \times 465) = -804 \text{ kJ}$$

۲۳۶- (۴) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.

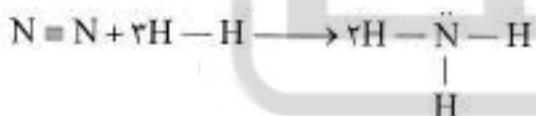


$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$

$$\Delta H = (225 + 2 \times 104) - (6 \times 93) = -21 \text{ kcal}$$

۲۳۷- (۳) به تفاوت بسیار مهم این تست با تست قبل توجه فرمایید.

ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$

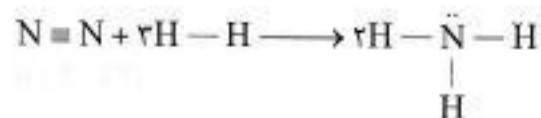
$$\Delta H = (225 + 2 \times 104) - (6 \times 93) = -21 \text{ kcal}$$

**⚠ خطر مرگ!** در تست قبل  $\Delta H$  واکنش برحسب kcal خواسته شده بود ولی در این تست  $\Delta H$  واکنش به ازای آمونیاک تولید شده برحسب  $\text{kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$  یعنی به ازای یک مول آمونیاک خواسته شده است.  $\Delta H$  به دست آمده  $(-21 \text{ kcal})$  به ازای تولید دو مول آمونیاک می‌باشد. بنابراین:

$$\Delta H = \frac{-21 \text{ kcal}}{2 \text{ mol NH}_3} = -10.5 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۳۸- (۴) به تفاوت و تشابه بسیار مهم این تست با دو تست قبل توجه فرمایید.

همان‌طور که در دو تست قبل ملاحظه کردید، در یکی  $\Delta H$  واکنش برحسب kcal و در دیگری برحسب  $\text{kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$  خواسته شده بود و تفاوت میان آن دو را نیز متوجه شدید. اما در این تست واحد آنتالپی واکنش (kJ یا  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) بیان نشده است. پس تکلیف چیست؟ تکلیف روشن است. در این تست آنتالپی مولی واکنش تهیه‌ی آمونیاک خواسته شده است. کلمه‌ی مولی یعنی به ازای یک مول. پس در این تست نیز مانند تست قبل باید آنتالپی واکنش به ازای تولید یک مول آمونیاک یعنی برحسب  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  محاسبه گردد. ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



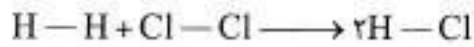
$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$

$$\Delta H = (946 + 3 \times 435) - (6 \times 390) = -89 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = \frac{-89 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NH}_3} = -44.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



۲۳۹- (۳) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



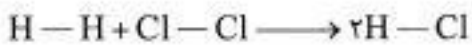
$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (436 + 243) - (2 \times 431) = -182 \text{ kJ}$$

۲۴۰- (۱) معادله‌ی واکنش تشکیل HCl به صورت زیر است:



ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

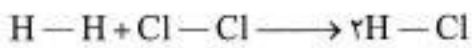
$$\Delta H = (104 + 58) - (2 \times 103) = -44 \text{ kcal (گرمای واکنش به ازای تشکیل دو مول HCl)}$$

در صورت تست، گرمای تشکیل مولی HCl (برحسب کیلوکالری بر مول) یعنی به ازای یک مول HCl خواسته شده است.

$$\text{گرمای تشکیل مولی HCl (به ازای یک مول HCl)} = \frac{-44 \text{ kcal}}{2 \text{ mol HCl}} = -22 \text{ kcal.mol}^{-1}$$

یعنی به ازای تشکیل یک مول HCl مقدار ۲۲ کیلوکالری گرما آزاد می‌شود.

۲۴۱- (۲) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$-187 = (435 + 240) - (2H-Cl) \rightarrow H-Cl \text{ پیوند} = 431 \text{ kJ/mol انرژی}$$

۲۴۲- (۲) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.

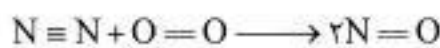


$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (104 + 36) - (2 \times 71/5) = -3 \text{ kcal}$$

پس در این واکنش  $\Delta H = -3 \text{ kcal}$  است. ولی در این تست مقدار q (گرمای آزاد شده) خواسته شده است. هنگامی که مقدار گرمای آزاد شده را به صورت q در سمت راست واکنش می‌نویسند، علامت منفی آن ذکر نمی‌شود. یعنی در این واکنش ۳ kcal گرما آزاد می‌شود.

۲۴۳- (۱) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.

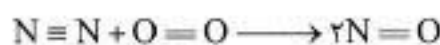


$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (225 + 120) - (2 \times 150) = +45 \text{ kcal}$$

چون  $\Delta H$  واکنش مقداری مثبت است، پس واکنش گرماگیر می‌باشد.

۲۴۴- (۴) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$+44 = (225 + 119) - (2N = O) \rightarrow N = O \text{ پیوند} = 150 \text{ kcal.mol}^{-1} \text{ انرژی}$$

۲۴۵- (۲)

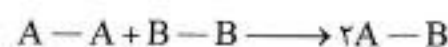


$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (100) - (150) = -50 \text{ kJ}$$

چون  $\Delta H$  واکنش مقداری منفی است، این واکنش به مقدار ۵۰ کیلوژول انرژی ده (گرماده) است.

۲۴۶- (۲) با توجه به صورت تست، اگر انرژی پیوند  $A-A$  را برابر  $x$  کیلوژول بر مول فرض کنیم، انرژی پیوند  $B-B$  برابر  $2x$  و انرژی پیوند  $A-B$  برابر  $4x$  کیلوژول بر مول می‌باشد.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$-800 = (x + 2x) - (2 \times 4x) \rightarrow -800 = -5x \rightarrow x = 160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

بنابراین انرژی پیوند  $A-A$  برابر  $160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  است.

$$E(A-B) = 1/2 E(B-B) = 1/2 \times 240 = 120 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۴۷- (۲)

$$E(A-A) = 1/1 E(B-B) = 1/1 \times 240 = 240 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

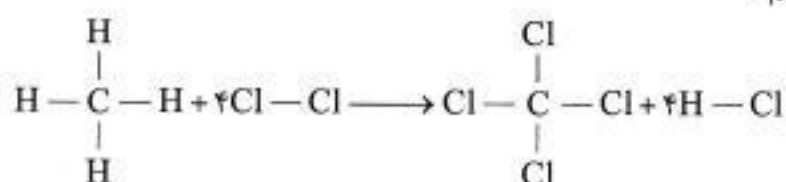
$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش

$$\Delta H \text{ واکنش} = [2(300)] - [240 + 240] = +96 \text{ kJ} > 0 \rightarrow \text{(واکنش گرماگیر است)}$$

۲۴۸- (۱) واکنش تهیهی کربن تتراکلرید از گاز متان و کلر به صورت زیر است:



ابتدا ساختار گستردهی ذرات شرکت‌کننده در واکنش فوق را رسم می‌نماییم.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (4 \times 98 + 4 \times 58) - (4 \times 81 + 4 \times 103) = -112 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

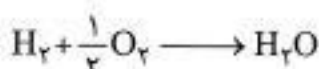


۲۴۹- (۴)

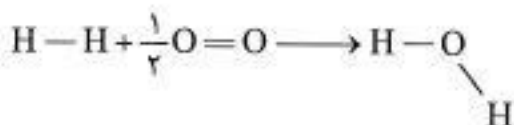
$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$-96 = [941 + 2(435)] - [4(389) + (\text{N}-\text{N})] \longrightarrow (\text{N}-\text{N}) = 351 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۵۰- (۴) معادلهی واکنش تشکیل آب به صورت زیر است:



ابتدا ساختار گستردهی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.

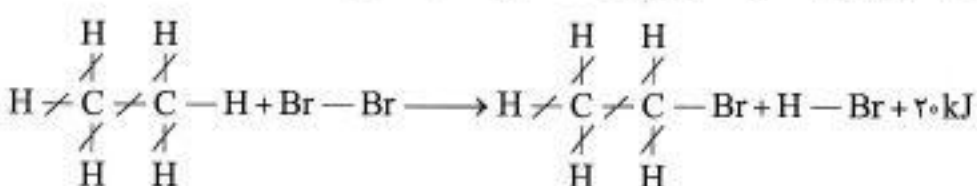


$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (104 + \frac{1}{2} \times 119) - (2 \times 110) = -56/5 \text{ kcal}$$

یعنی به ازای تشکیل هر مول آب (گرمای تشکیل مولی آب)  $56/5$  کیلوکالری گرما آزاد می‌شود.

۲۵۱- (۲) ابتدا ساختار گستردهی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم تا در شمارش پیوندها دچار اشتباه نشویم.



نکته ۱: واکنش فوق گرماده است، پس  $\Delta H = -20 \text{ kJ}$  می‌باشد.

نکته ۲: پیوندهای مشابه  $\text{C}-\text{C}$  و  $\text{C}-\text{H}$  از طرفین معادله ساده می‌شوند.

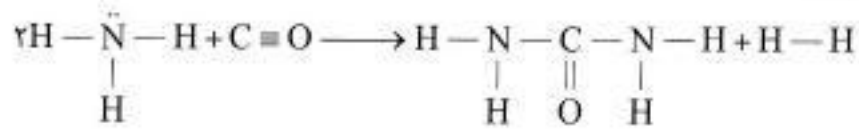
$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$-20 = (435 + 192) - (276 + \text{H}-\text{Br})$$

$$\text{H}-\text{Br} \text{ انرژی پیوند} = 371 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



۲۵۲- (۴) ابتدا ساختار گسترده‌ی ذرات شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌نماییم.



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = (6 \times 289 + 1 \times 75) - (4 \times 389 + 2 \times 293 + 745 + 436) = +86 \text{ kJ}$$

۲۵۳- (۴) آنتالپی پیوند، مقدار انرژی لازم برای شکستن ۱ مول پیوند است. از این رو ابتدا آنتالپی پیوندهای مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$E(\text{H}-\text{H}) = 1 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{218 \text{ kJ}}{1 \text{ g H}_2} = 436 \text{ kJ}$$

$$E(\text{Cl}-\text{Cl}) = 1 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{314 \text{ kJ}}{1 \text{ g Cl}_2} = 2414 \text{ kJ}$$

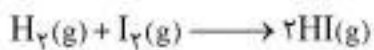
$$E(\text{H}-\text{Cl}) = 1 \text{ mol HCl} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{178 \text{ kJ}}{1 \text{ g HCl}} = 6487 \text{ kJ}$$

اکنون می‌توان  $\Delta H$  واکنش مورد نظر را به دست آورد.

$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [2(436 + 6487)] - [2(2414 + 436)] = -184 \text{ kJ}$$

۲۵۴- (۱) واکنش گاز هیدروژن با بخار ید به صورت زیر است:



در صورت تست گزارش شده که از واکنش یک گرم هیدروژن،  $5/2 \text{ kJ}$  گرما آزاد می‌شود. پس می‌توان  $\Delta H$  واکنش فوق را به صورت زیر پیدا کرد.



۱g

$5/2 \text{ kJ}$

$1 \times 2$

$$x \rightarrow x = 10/4 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{گرما آزاد می‌شود}} \Delta H = -10/4 \text{ kJ}$$

$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$-10/4 = (436 + 151) - (2\text{H}-\text{I}) \longrightarrow \text{H}-\text{I} \text{ پیوند} = 298/7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 299 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۵۵- (۴) ابتدا انرژی‌های پیوندی  $\text{H}-\text{H}$ ،  $\text{N} \equiv \text{N}$  و  $\text{N}-\text{H}$  را به دست می‌آوریم:

$$\text{H}-\text{H} \text{ پیوند} = 1 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{216 \text{ kJ}}{1 \text{ g H}_2} = 432 \text{ kJ}$$

$$\text{N} \equiv \text{N} \text{ پیوند} = 1 \text{ mol N}_2 \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{33/75 \text{ kJ}}{1 \text{ g N}_2} = 945 \text{ kJ}$$

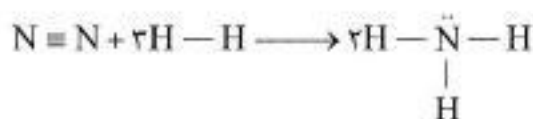
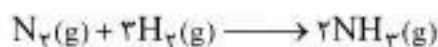
$$\text{N}-\text{H} \text{ پیوند} = 1 \text{ mol N}-\text{H} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol N}-\text{H}} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{68/5 \text{ kJ}}{1 \text{ g NH}_3} = 288/16 \text{ kJ}$$

هر  $\text{NH}_3$  سه پیوند  $\text{N}-\text{H}$  دارد

اکنون می‌توان جدول انرژی‌های پیوندی زیر را تنظیم کرد.

N-H	N≡N	H-H	نوع پیوند
288/16	945	432	انرژی پیوند (kJ.mol <sup>-1</sup> )

معادله‌ی تشکیل  $\text{NH}_3$  از گازهای  $\text{N}_2$  و  $\text{H}_2$  به صورت زیر است:



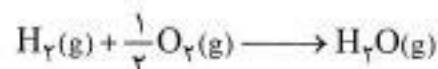
$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = (6 \times 288/16) - (945 + 3 \times 432) = -87/96 \text{ kJ} \approx -88 \text{ kJ}$$

🌟 **بچه‌ها مواظب باشید!** صبر کنید. گزینه‌ی (۱) را انتخاب نکنید.  $\Delta H$  به دست آمده گرمای واکنش فوق به ازای تشکیل ۲ مول آمونیاک می‌باشد. این در حالی است که در صورت تست گرمای تشکیل  $\text{NH}_3(\text{g})$  بر حسب کیلوژول بر مول خواسته شده است. پس:

$$\text{گرمای تشکیل } \text{NH}_3(\text{g}) = 1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{-88 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NH}_3} = -44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

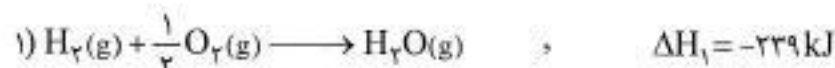
با توجه به انرژی پیوندهای  $\text{O}=\text{O}$ ،  $\text{H}-\text{H}$  و  $\text{O}-\text{H}$  در حالت گاز،  $\Delta H$  واکنش زیر را به دست می‌آوریم. **۲۵۶- (۳)**



$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها) - (مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها)

$$\Delta H = \left( 432 + \frac{1}{2} \times 494 \right) - (2 \times 459) = -239 \text{ kJ}$$

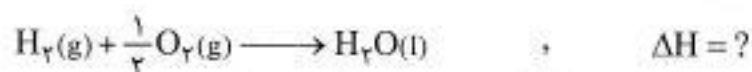
پس می‌توان نوشت:



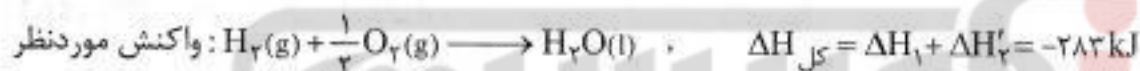
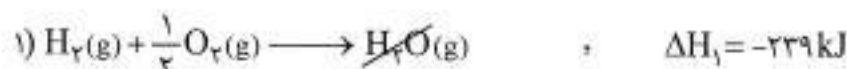
در صورت تست اشاره گردیده، گرمای تبخیر آب ۴۴ کیلوژول بر مول است. پس می‌توان نوشت:



اما آن‌چه مورد نظر است، گرمای واکنش زیر است.



برای رسیدن به واکنش بالا، واکنش شماره‌ی (۲) را وارونه کرده و با واکنش شماره‌ی (۱) جمع می‌نماییم:



$\Delta H$  به دست آمده به ازای سوختن ۱ مول  $\text{H}_2$  (۲ گرم  $\text{H}_2$ ) می‌باشد. این در حالی است که در صورت تست گرمای حاصل از سوختن ۱۰ گرم  $\text{H}_2$  خواسته شده است. بنابراین:

$$x \text{ kJ} = 10 \text{ g H}_2 \times \frac{283 \text{ kJ}}{2 \text{ g H}_2} = 1415 \text{ kJ}$$

**۲۵۷- (۱)** ابتدا در سننامه‌ی زیر را بفهانید.

درسنامه

### تعیین آنتالپی واکنش به کمک آنتالپی سوختن

در مواردی که هم مواد واکنش‌دهنده و هم فرآورده‌های آن‌ها قابل سوختن در اکسیژن است، می‌توان از آنتالپی سوختن مواد شرکت‌کننده در واکنش برای محاسبه‌ی  $\Delta H$  واکنش استفاده کرد.

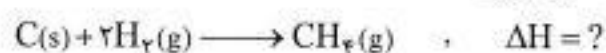
$$\Delta H = \text{(مجموع آنتالپی سوختن فرآورده‌ها)} - \text{(مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها)} = \text{واکنش } \Delta H$$

رابطه‌ی فوق اگرچه در کتاب درسی وجود ندارد، ولی برای حل بسیاری از تست‌ها و پرسش‌های کتاب درسی، می‌توانید به جای استفاده از قانون هس، از آن استفاده کنید. در ادامه، تعدادی از پرسش‌ها و خود را بیازمایید کتاب درسی را با استفاده از رابطه‌ی فوق حل خواهیم کرد.

**نکته:** آنتالپی سوختن موادی مانند  $\text{O}_2$ ،  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{CO}_2$  که قابل سوختن در اکسیژن نیستند را برابر صفر قرار می‌دهیم.

اکنون به حل تست مورد نظر می‌پردازیم.

معادله‌ی واکنش تشکیل گاز متان از عنصرهای سازنده‌اش یعنی گرافیت و گاز هیدروژن به صورت زیر است:



به معادله‌ی واکنش‌های ارایه شده در صورت تست دقت کنید. این معادله‌ها، سوختن گونه‌های موجود در واکنش تشکیل متان هستند. در این شرایط می‌توانید به جای استفاده از روش نسبتاً طولانی قانون هس از رابطه‌ی کوتاه ارایه شده در درسنامه استفاده کنید.

$\Delta H =$  (مجموع آنتالپی سوختن فرآورده‌ها) - (مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش  $\Delta H$

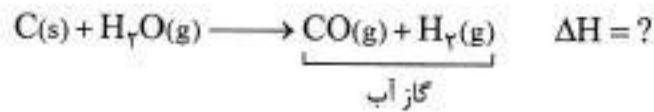
با استفاده از معادله‌ی واکنش‌های موجود در صورت تست، آنتالپی سوختن  $\text{C}(\text{s})$ ،  $\text{H}_2(\text{g})$  و  $\text{CH}_4(\text{g})$  به ترتیب برابر  $-394$ ،  $-286$  و  $-890$  کیلوژول می‌باشد.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [-394 + 2(-286)] - [-890] = -76 \text{ kJ}$$

حتماً قبول دارید که روش فوق بسیار ساده‌تر از قانون هس است.



۲۵۸- (۱) معادله‌ی واکنش تشکیل گاز آب به صورت زیر است:



به معادله‌ی واکنش‌های ارایه شده در صورت تست دقت کنید. این معادله‌ها، سوختن گونه‌های موجود در واکنش تشکیل گاز آب هستند. پس به جای استفاده از قانون هس، از آنتالپی‌های سوختن گونه‌ها کمک می‌گیریم.

معادله‌ی واکنش شماره‌ی (۱) در صورت تست، معادله‌ی سوختن یک مول C(s) می‌باشد. پس:

$$\Delta H_{\text{سوختن C(s)}} = \Delta H_1 = -394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

معادله‌ی واکنش شماره‌ی (۲) در صورت تست، معادله‌ی سوختن دو مول CO(g) می‌باشد. پس:

$$\Delta H_{\text{سوختن CO(g)}} = \frac{\Delta H_2}{2} = \frac{-566}{2} = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

معادله‌ی واکنش شماره‌ی (۳) در صورت تست، معادله‌ی سوختن دو مول H<sub>2</sub>(g) می‌باشد. پس:

$$\Delta H_{\text{سوختن H}_2\text{(g)}} = \frac{\Delta H_3}{2} = \frac{-572}{2} = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(مجموع آنتالپی سوختن فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش ΔH

در واکنش تشکیل گاز آب، H<sub>2</sub>O(g) قابل سوختن نیست. آنتالپی سوختن سایر مواد شرکت‌کننده در واکنش را داریم، پس:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H_{\text{سوختن C(s)}}] - [\Delta H_{\text{سوختن CO(g)}} + \Delta H_{\text{سوختن H}_2\text{(g)}}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (-394) - (-283 - 286) = +175 \text{ kJ}$$

۲۵۹- (۳) مقادیر آنتالپی استاندارد تشکیل، برای تشکیل یک مول از ماده‌ی مورد نظر است. بنابراین با توجه به صورت تست، می‌توان چنین نوشت:



واکنش (۱)، آنتالپی سوختن C(s) و واکنش (۲)، آنتالپی سوختن CO(g) را مشخص می‌کند.

(مجموع آنتالپی سوختن فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش ΔH

در میان واکنش‌دهنده‌های واکنش فوق، اکسیژن (O<sub>2</sub>) قابل سوختن نیست، پس:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H_{\text{سوختن C(s)}}] - [\Delta H_{\text{سوختن CO(g)}}] = (-394) - (-283) = -111 \text{ kJ}$$

همان‌طور که مشاهده کردید، این روش بسیار ساده‌تر از قانون هس است.

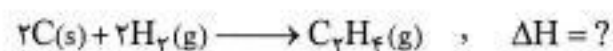
۲۶۰- (۱) ابتدا آنتالپی استاندارد سوختن اتن، هیدروژن و گرافیت را به دست می‌آوریم.

$$\Delta H_{\text{سوختن اتن}} = 1 \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{28 \text{ g C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{-50 \text{ kJ}}{1 \text{ g C}_2\text{H}_6} = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{سوختن هیدروژن}} = 1 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{-142 \text{ kJ}}{1 \text{ g H}_2} = -284 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{سوختن گرافیت}} = 1 \text{ mol C} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{-32.5 \text{ kJ}}{1 \text{ g C}} = -390 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

واکنش تشکیل گاز اتن از عنصرهای سازنده‌اش به صورت زیر نوشته می‌شود:



(مجموع آنتالپی سوختن فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش ΔH

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [2(-390) + 2(-284)] - [-1400] = +52 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

# پانخ‌های تشریحی قسمت سوم

## تعیین جهت پیشرفت واکنش‌های شیمیایی

(از صفحه‌ی ۶۸ تا ۷۴ کتاب درسی)

۲۶۱- (۲) یکی از هدف‌های ترمودینامیک تعیین جهت و مقدار پیشرفت واکنش‌های شیمیایی است، به عبارت دیگر تعیین جهتی که واکنش به‌طور خودبه‌خود پیشرفت می‌کند. بسیاری از تحول‌ها یا تغییرهایی که روزانه با آن‌ها سر و کار داریم به‌طور خودبه‌خودی انجام می‌شود. به‌عنوان نمونه اگر مقداری یخ را در هوای آزاد قرار دهید، بعد از مدتی خودبه‌خود شروع به ذوب شدن می‌کند.

در عوض، تعیین سرعت تغییرها و تحول‌های خودبه‌خودی از اهداف سینتیک شیمیایی است. برخی از تغییرها یا تحول‌های خودبه‌خودی خیلی سریع هستند، برای مثال هنگامی که شما یک جسم داغ را به‌طور تصادفی لمس می‌کنید، یک رشته واکنش‌های زیست‌شیمیایی بسیار سریع رخ می‌دهد. برخی از تغییرهای خودبه‌خودی کندتر انجام می‌شوند. برای نمونه، آهن به آهستگی به‌طور خودبه‌خود زنگ می‌زند. با سینتیک شیمیایی و تعیین سرعت تحول‌های خودبه‌خودی در شیمی پیش‌دانشگاهی بیشتر آشنا می‌شوید.

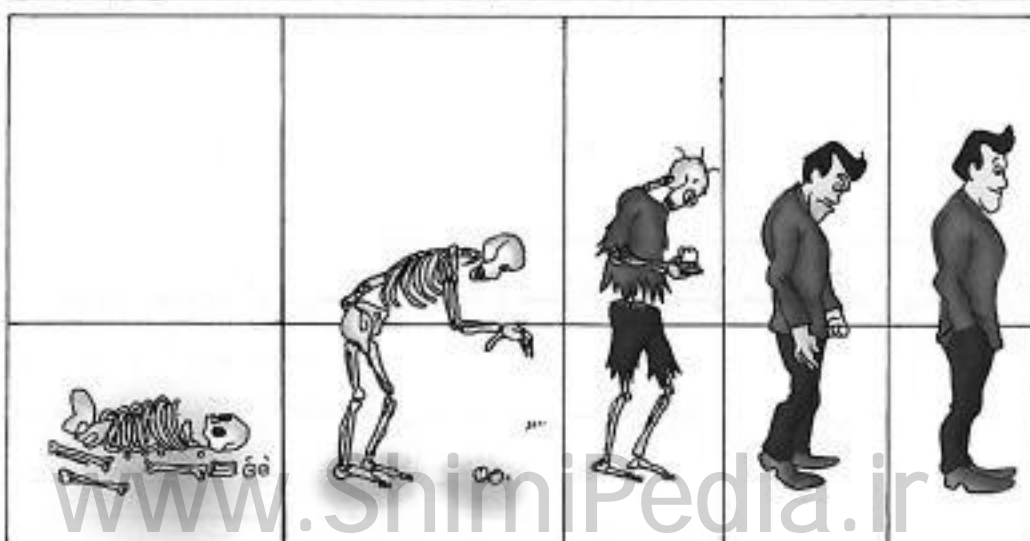
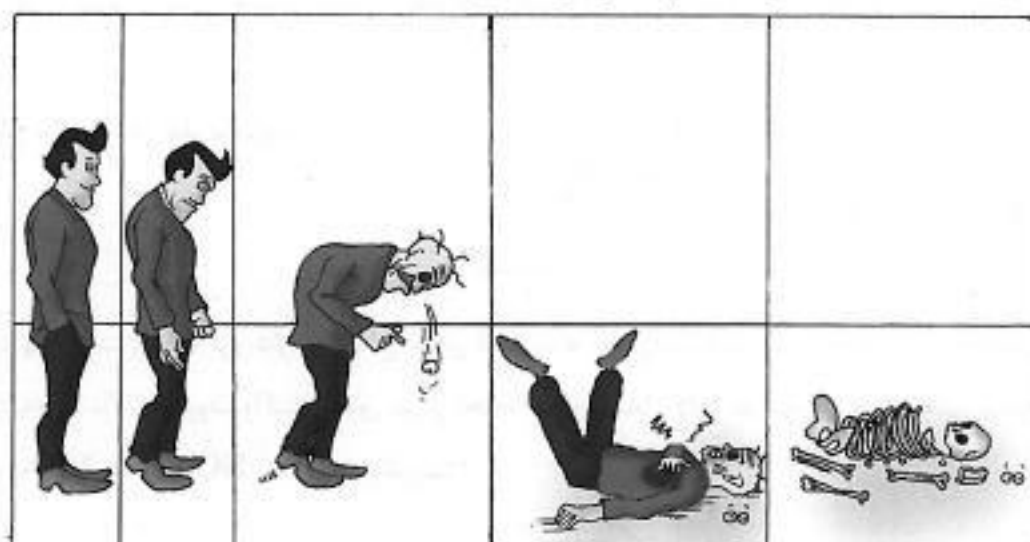
برای تعیین جهت پیشرفت واکنش‌های شیمیایی که از اهداف ترمودینامیک است، از کمیت‌های مختلفی هم‌چون تغییر انتالپی ( $\Delta H$ )، تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ ) و تغییر انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G$ ) استفاده می‌شود. البته کمیت دیگری با نام خارج قسمت واکنش ( $Q$ ) برای تعیین جهت پیشرفت واکنش‌های شیمیایی وجود دارد که در شیمی پیش‌دانشگاهی با آن آشنا خواهید شد.

۲۶۲- (۳) درسنامه‌ی مهم زیر را بفوانید.

درسنامه

### نقش تغییر انتالپی ( $\Delta H$ ) در تعیین جهت پیشرفت واکنش‌ها

به تصاویر زیر نگاه کنید. به عقیده‌ی شما با گذشت سال‌ها، کدام تغییر خودبه‌خودی است؟



www.ShimiPedia.ir



یکی از کمیت‌هایی که می‌توان برای تعیین جهت خودبه‌خودی واکنش‌ها استفاده کرد، تغییر انرژی آن واکنش است. همان‌طور که انسان‌ها در طول زندگی به تدریج انرژی خود را از دست می‌دهند تا این‌که سرانجام از حالت عمودی به افقی درآیند، پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی نیز تمایل دارند انرژی خود را از دست بدهند تا این‌که سرانجام متوقف شوند.

برای نمونه، آب خودبه‌خود از آبشار به پایین فرو می‌ریزد، وسایل آهنی در مجاورت هوا و رطوبت به آهستگی زنگ می‌زنند و سوخت‌ها می‌سوزند. هر یک از این رویدادها با کاهش انرژی همراه است. هنگامی که آب از آبشار به پایین می‌ریزد، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. وقتی که مخلوط گاز متان و اکسیژن می‌سوزد، یک واکنش شیمیایی رخ می‌دهد و انرژی مخلوط کاهش می‌یابد. این کاهش انرژی به صورت گرما آزاد می‌شود. به‌طور کلی می‌توان گفت:

**“اگر در تغییری انرژی سامانه کاهش یابد، آن تغییر می‌تواند خودبه‌خودی باشد.”**

به تغییری که در آن انرژی سامانه کاهش می‌یابد، گرماده گفته می‌شود. بنابراین می‌توان گفت:

**“تغییرهای گرماده اغلب تمایل دارند به صورت خودبه‌خودی انجام شوند.”**

اغلب واکنش‌های شیمیایی که در آن‌ها انرژی فرآورده‌ها از انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است، خودبه‌خودی هستند. چون بیش‌تر واکنش‌ها در فشار ثابت انجام می‌شوند، می‌توان گفت:

**“واکنش‌هایی که  $\Delta H$  آن‌ها منفی است، اغلب خودبه‌خود انجام می‌شود.”**

اما هر تغییر گرماده خودبه‌خودی نیست. یک تغییر گرماگیر نیز احتمال دارد خودبه‌خودی باشد. باید توجه داشت که انرژی سامانه فقط یکی از عوامل تعیین‌کننده جهت پیشرفت یک واکنش است. تغییرهای بسیاری وجود دارد که انرژی آن‌ها کاهش نمی‌یابد ولی خودبه‌خودی انجام می‌شوند. پس به نظر می‌رسد که باید عامل دیگری غیر از انرژی در تعیین جهت چنین تغییرهایی موثر باشد. با این عامل در ادامه آشنا می‌شوید. پس بهتر است بگوییم:

WWW.KONKURIST.COM

**“واکنش‌هایی که آنتالپی آن‌ها منفی است، یکی از نشانه‌های پیشرفت خودبه‌خودی را دارند.”**

بنابراین:

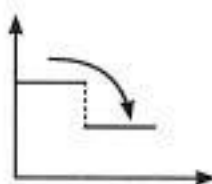
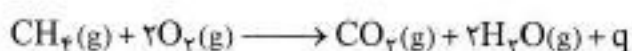
**“واکنش‌های شیمیایی همواره تمایل دارند به سطح انرژی پایین‌تر یا حداقل انرژی دست یابند.”**

**آقا اجازه: در معادله‌ی یک واکنش چگونه تشخیص دهیم سطح انرژی کدام طرف معادله پایین‌تر است؟**

**جواب:** پاسخ این پرسش بسیار راحت است. در معادله‌ی یک واکنش، هر طرف که نماد  $q$  (گرما) وجود داشته باشد، سطح انرژی پایین‌تری دارد.

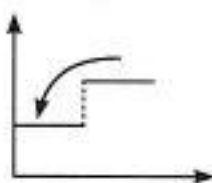


**مثال ۱:** واکنش سوختن گاز متان را در نظر بگیرید.



واکنش فوق گرماده است و نماد  $q$  سمت راست قرار دارد و سطح انرژی فرآورده‌ها پایین‌تر است. همان‌گونه که آب به‌طور خودبه‌خود تمایل دارد به پایین فرو ریزد و هرگز آب به‌طور خودبه‌خود بالا نمی‌رود، واکنش فوق نیز از لحاظ انرژی تمایل دارد به سمت راست یعنی سطح انرژی پایین‌تر جابه‌جا شود.

**مثال ۲:** واکنش تبدیل  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  به  $\text{NO}_2(\text{g})$  را در نظر بگیرید.



واکنش فوق گرماگیر است و نماد  $q$  سمت چپ قرار دارد و سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است. بنابراین از لحاظ انرژی تمایل دارد به سمت چپ جابه‌جا شود.

**۲۶۳- (۴)** این نمودار، تنها نشان‌دهنده‌ی تغییرات انرژی ضمن پیشرفت واکنش است و نشان می‌دهد که با پیشرفت واکنش، محتوای انرژی مواد افزایش یافته است. پس این واکنش گرماگیر محسوب می‌شود.

توجه داشته باشید که عامل انرژی، یکی از عوامل مؤثر در پیشرفت خودبه‌خودی یک واکنش است و برای قضاوت در مورد خودبه‌خودی بودن یا نبودن یک واکنش باید از تغییرات آنتروپی آن نیز اطلاع داشته باشیم.



۲۶۴- (۱) واکنش‌های شیمیایی همواره تمایل دارند به سطح انرژی پایین‌تر (حداقل انرژی) دست یابند. در یک واکنش شیمیایی هر طرف که نماد  $q$  (گرما) وجود داشته باشد، سطح انرژی پایین‌تری خواهد داشت. واکنش گزینه (۱) مربوط به میعان بخار آب است و میعان فرایندی گرماده می‌باشد. بنابراین نماد  $q$  در سمت راست معادله قرار دارد و عامل انرژی، سیستم را در جهت رفت پیش می‌برد.



سطح انرژی پایین‌تر

واکنش گزینه (۲) مربوط به ذوب یخ و واکنش گزینه‌های (۳) و (۴) به ترتیب مربوط به تصعید یخ خشک و نفتان هستند که هر سه فرایندهایی گرماگیر می‌باشند. در فرایندهای گرماگیر نماد  $q$  در سمت چپ معادله قرار دارد و بنابراین عامل انرژی، سیستم را در جهت برگشت پیش می‌برد.

۲۶۵- (۳) همه‌ی رویدادهای نشان داده شده خودبه‌خودی هستند و از لحاظ ترمودینامیکی وضعیت مشابهی دارند، اگر چه سرعت آن‌ها متفاوت است. آب خودبه‌خود از آبشار به پایین فرو می‌ریزد. وسایل آهنی در مجاورت هوا و رطوبت به آهستگی زنگ می‌زنند و سوخت‌ها می‌سوزند. هر یک از این رویدادها با کاهش انرژی همراه است. هنگامی که آب از آبشار به پایین می‌ریزد، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. وقتی که مخلوط گاز متان و اکسیژن می‌سوزد، یک واکنش شیمیایی رخ می‌دهد و انرژی مخلوط کاهش می‌یابد. این کاهش انرژی به‌صورت گرما آزاد می‌شود.

۲۶۶- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### آنتروپی یا بی‌نظمی ذره‌ای (S)

آنتروپی کمیتی ترمودینامیکی است که میزان بی‌نظمی را بیان می‌کند. آنتروپی را می‌توان معیاری از بی‌نظمی یک سامانه تعریف کرد. مفهوم آنتروپی در سال ۱۸۶۵ توسط رودولف کلازیوس دانشمند آلمانی برای توجیه جهت انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ارائه شد.

نکته: مقدار آنتروپی یک سامانه در صفر مطلق ( $0\text{K}$ ) برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود. این عبارت بیانی از قانون سوم ترمودینامیک است.

$$T = 0\text{K} \rightarrow S = 0$$

۲۶۷- (۴) در قانون دوم (نه سوم) ترمودینامیک، آنتروپی ملاکی برای توضیح خودبه‌خود بودن فرایندهای طبیعی است. برای توضیح بیشتر، درسنامه‌ی بسیار مهم (زیر را با دقت بفوانید).

درسنامه

### تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ )

تغییر آنتروپی سیستم را می‌توان به‌صورت زیر نمایش داد:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = S_{\text{پایانی}} - S_{\text{آغازی}}$$

اگر  $\Delta S > 0$  ← آغازی  $S >$  پایانی  $S$  ← سیستم نامنظم‌تر شده است.

اگر  $\Delta S < 0$  ← آغازی  $S <$  پایانی  $S$  ← سیستم منظم‌تر شده است.

نکته: تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ ) مانند تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) و تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ ) یک تابع حالت است. یعنی فقط به بی‌نظمی آغازی و پایانی هر تغییر بستگی دارد.

### نقش تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ ) در تعیین جهت پیشرفت واکنش‌ها

تصور کنید اگر قوانین راهنمایی و رانندگی بر معابر شهر ما حاکم نمی‌بود، چگونه هرج و مرج تمام شهر را فرا می‌گرفت و یا اگر در مدرسه‌ی شما قانونی وجود نمی‌داشت، چگونه ... ؟

به تصاویر زیر نگاه کنید. اگر قانونی بر مدرسه و کلاس شما حاکم نباشد، کدام وضعیت خودبه‌خودی به نظر می‌رسد؟





همان‌طور که انسان‌ها تمایل چندانی به رعایت نظم و اجرای قانون ندارند، پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی نیز همواره تمایل دارند به بی‌نظمی بالاتر دست یابند. بنابراین می‌توان گفت:

” هر تغییری که باعث افزایش آنتروپی شود، یکی از نشانه‌های پیشرفت خودبه‌خودی را دارد.“

و یا:

” هر تغییر شیمیایی یا فیزیکی به طور طبیعی در جهتی پیشرفت می‌کند که به آنتروپی بالاتر یا  $\Delta S$  بزرگ‌تر برسد.“

**نکته:** مطابق قانون دوم ترمودینامیک: آنتروپی یک سامانه‌ی منزوی طی یک فرایند خودبه‌خودی افزایش می‌یابد.

درواقع در قانون دوم ترمودینامیک، آنتروپی به عنوان ملاکی برای توضیح خودبه‌خود بودن فرایندهای طبیعی معرفی می‌شود.

**آقا اجازه:** در معادله‌ی یک واکنش چگونه تشخیص دهیم، آنتروپی (بی‌نظمی) کدام طرف معادله بیشتر است؟

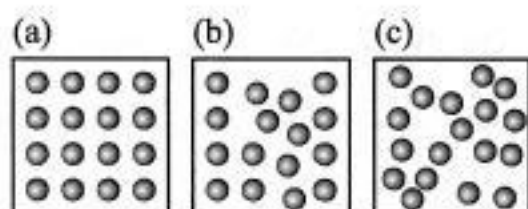
**✓ جواب:** برای آن‌که تشخیص دهیم در کدام طرف یک واکنش شیمیایی آنتروپی (بی‌نظمی) بیشتر است، موارد زیر را مورد توجه قرار

می‌دهیم:



① ذره‌های سازنده‌ی یک ماده در دمای بالا دارای انرژی جنبشی بیشتر و بی‌نظمی زیادتری هستند. مقدار آنتروپی یک سامانه در صفر مطلق برابر با

صفر در نظر گرفته می‌شود.



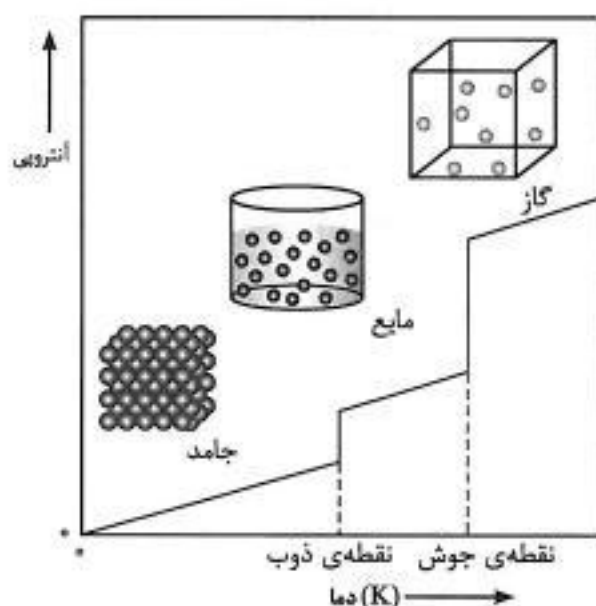
$T=K$   
 $\Rightarrow$  افزایش دما  
 $\Rightarrow$  افزایش آنتروپی

**مثال:** بی‌نظمی مولکول‌های  $H_2O$  در آب  $8^\circ C$  بیش از آب  $4^\circ C$  می‌باشد.

② همواره بی‌نظمی، حرکت، جنبش و برخورد ذره‌ای در فاز جامد > مایع > گاز می‌باشد.



نمودار کلی تغییر آنتروپی در مقابل دما برای یک ماده به صورت زیر رسم می‌شود:



**مثال:** بی‌نظمی مولکول‌های  $H_2O$  در بخار آب بیش از آب مایع و در آب مایع بیش از آب در حالت جامد (یخ) می‌باشد.

③ چنانچه در دو طرف یک معادله‌ی شیمیایی، مول‌های جامد، مایع و گاز وجود داشته باشد، فقط تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر یعنی گاز را شمارش

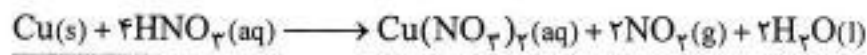
می‌نماییم. بنابراین در چنین واکنش‌هایی، هر طرف که تعداد مول‌های گازی (فاز بی‌نظم‌تر) آن بیشتر است، بی‌نظمی بیشتری خواهد داشت.

هم‌چنین اگر در دو طرف یک معادله‌ی شیمیایی، فازهای جامد و مایع وجود داشته باشد، فقط تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر یعنی مایع را شمارش می‌نماییم.

بنابراین در چنین مواردی، هر طرف که تعداد مول‌های فاز مایع (فاز بی‌نظم‌تر نسبت به جامد) آن بیشتر است، بی‌نظمی بیشتری خواهد داشت.



**مثال:** در معادله‌ی واکنش زیر، هر سه فاز جامد، مایع و گاز وجود دارد. پس فقط تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر یعنی گاز را شمارش می‌نماییم.



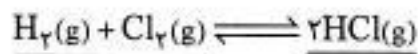
صفر مول گاز

۲ مول گاز

پس بی‌نظمی در سمت راست معادله‌ی فوق بیش‌تر است.

۴) چنان‌چه در دو طرف یک معادله‌ی شیمیایی، تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر برابر باشد (برای مثال در دو طرف یک واکنش شیمیایی تعداد مول‌های گازی برابر باشد) واکنش با تغییر بی‌نظمی چندانی همراه نیست و بی‌نظمی در دو طرف معادله تقریباً با هم برابر است.

**مثال:** در معادله‌ی واکنش زیر تعداد مول‌های گازی طرفین معادله برابر است. از این‌رو تغییر بی‌نظمی در این معادله محسوس نیست.



۲ مول گاز

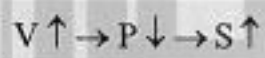
۲ مول گاز

۵) اگر فضای بیش‌تری در اختیار ذره‌های یک گاز قرار بگیرد، میزان بی‌نظمی افزایش می‌یابد. چون امکان حرکت و جنب‌وجوش بیش‌تر برای ذره‌های گاز فراهم می‌شود.

**مثال:** شکل زیر ظرفی را نشان می‌دهد که میان آن یک صفحه‌ی جداکننده تعبیه شده است. در قسمت سمت چپ، گاز نئون با فشار یک اتمسفر وجود دارد. هنگامی که صفحه‌ی جداکننده برداشته می‌شود، گاز به‌طور خودبه‌خود در قسمت دوم وارد شده و در کل ظرف پخش می‌شود و فشار گاز در مجموع کاهش می‌یابد.



علت پخش شدن اتم‌های گاز نئون در دو قسمت این است که هر اتم اکنون در یک ظرف با حجمی دو برابر حجم اولیه قرار گرفته است و در واقع فضای بیش‌تری در اختیار دارد. از این‌رو تعداد راه‌هایی که اتم‌های گاز می‌توانند در این فضای جدید پخش شوند، افزایش می‌یابد. در واقع می‌توانند بی‌نظمی بیش‌تری پیدا کنند. از این‌رو، اتم‌های گاز ترجیح می‌دهند که همه‌ی حجم ظرف را اشغال کنند.



۶) انحلال جامدات در مایعات، اغلب با افزایش بی‌نظمی همراه است. زیرا ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک جامد بلوری، آرایش بسیار منظمی دارند و در اثر حل شدن، ذره‌ها از این حالت بسیار منظم خارج شده، درون مایع پراکنده می‌شوند و ضمن تحرک پیوسته، آزادی عمل بیش‌تری پیدا می‌کنند.

**مثال:** حل شدن آمونیوم نیترات ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) در آب را در نظر بگیرید. آمونیوم نیترات یک جامد یونی است و یون‌های آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) و نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) در بلورهای آمونیوم نیترات به‌طور منظم آرایش یافته‌اند. وقتی که آمونیوم نیترات در آب حل می‌شود، نظم یون‌ها در بلور آن از بین رفته، این یون‌ها در بین مولکول‌های آب پخش می‌شوند. یعنی بعد از حل شدن آمونیوم نیترات در آب، بی‌نظمی سامانه افزایش می‌یابد.

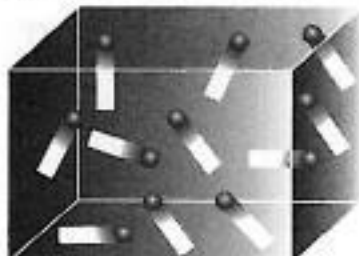
۷) انحلال مایعات در مایعات، با افزایش بی‌نظمی همراه است. زیرا دو مایع که در یک‌دیگر حل می‌شوند، حجم بیش‌تری نسبت به دو مایع جدا از یک‌دیگر پیدا می‌کنند. بنابراین، در این فضای بزرگ‌تر آزادی عمل و تحرک ذره‌های دو مایع در حالت محلول بیش‌تر می‌شود.

**مثال:** انحلال اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) در آب، همراه با افزایش بی‌نظمی است.

۸) انحلال گازها در مایعات، با کاهش بی‌نظمی همراه است. زیرا بین ذره‌ها در حالت گازی نیروی جاذبه‌ی ناچیزی وجود دارد و از این‌رو ذره‌ها آزادی عمل بیش‌تری دارند. هنگامی که گازی در یک حلال مایع حل می‌شود، نیروی جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای افزایش یافته، آزادی عمل آن‌ها کم‌تر می‌شود. به‌عبارتی این نیروهای جاذبه‌ای از تمایل آن‌ها به بی‌نظمی می‌کاهند.

**مثال:** انحلال گاز آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) در آب همراه با کاهش بی‌نظمی است.

**توجه:** به‌طور کلی در مورد پدیده‌ی انحلال می‌توان گفت، هرگونه انحلال مواد جامد یا مایع در حلال‌های مایع یا گازی با افزایش بی‌نظمی همراه است و هرگونه انحلال مواد گازی در حلال‌های مایع یا جامد با کاهش بی‌نظمی همراه می‌باشد.



دمای پایین‌تر



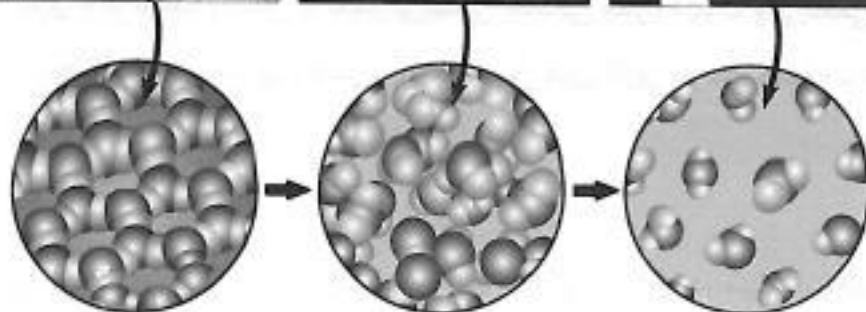
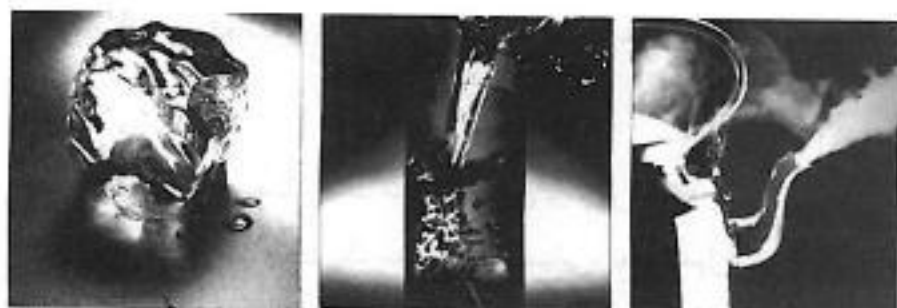
دمای بالاتر

۲۶۸- (۱) **گزینه‌ی (۱)** اگر چه یک عبارت درست است ولی از

شکل‌های روبه‌رو نتیجه نمی‌شود. در واقع در این دو شکل تغییر فازی روی نداده است. این دو شکل فقط نشان می‌دهند، ذره‌های سازنده‌ی یک ماده در دمای بالا دارای انرژی جنبشی، حرکت‌های تصادفی و بی‌نظمی زیادتری هستند.

هستند.





بی‌نظمی بیشتر  $\rightarrow$  به سمت افزایش حرکت‌های تصادفی مولکول‌های آب  $\rightarrow$  بی‌نظمی کمتر

شکل روبه‌رو ذوب شدن یخ و تبدیل آن به بخار آب را نشان می‌دهد.

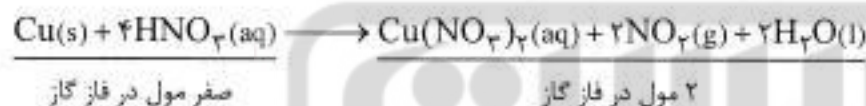
یخ صفر درجه از محیط پیرامون خود گرما جذب می‌کند و به‌طور خودبه‌خود ذوب می‌شود، بدون این‌که دمای آن تغییر کند. با دقت به شکل می‌بینید که نظم مولکول‌ها در آب مایع کمتر از یخ و در بخار آب، این نظم کمتر از آب مایع است. در واقع میزان بی‌نظمی با دما رابطه‌ی مستقیم دارد. در ضمن با افزایش دما، انرژی جنبشی ذره‌ها بیشتر شده و حرکت‌های تصادفی مولکول‌های آب افزایش می‌یابد.

در معادله‌ی گزینه‌ی (۴) شاهد چگالش  $Al_2Cl_6$  گازی به  $AlCl_3$  جامد هستیم که همراه با کاهش بی‌نظمی است.

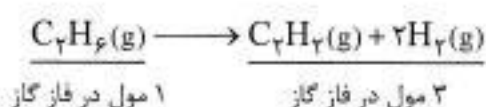
در این واکنش  $\Delta S$  مثبت و همراه با افزایش بی‌نظمی است. زیرا با انجام واکنش، ذره‌های ماده‌ی جامد از یکدیگر جدا شده و با ذره‌های ماده‌ی گازی ترکیب شده و از فاز جامد به فاز گاز رفته‌اند.

$C_7H_8$  فرمول شیمیایی اتین یا استیلن می‌باشد. فرمول شیمیایی اتن یا اتیلن،  $C_2H_4$  است. مطابق این معادله، اتان ( $C_2H_6$ ) را می‌توان از واکنش اتین با هیدروژن تهیه کرد. برای این واکنش  $\Delta S$  منفی است، زیرا تعداد مول‌های گازی کاهش یافته است.

در واکنش گزینه‌ی (۱) هر سه فاز جامد، مایع و گاز مشاهده می‌شود. پس فقط تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر یعنی گاز را شمارش می‌نماییم.

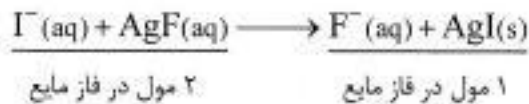


پس در واکنش فوق بی‌نظمی افزایش می‌یابد و علامت  $\Delta S$  مثبت است ( $\Delta S > 0$ ).  
در واکنش گزینه‌ی (۲) فقط فاز گاز مشاهده می‌شود.



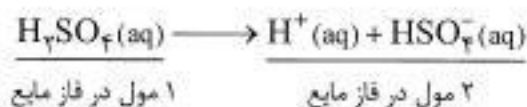
پس در واکنش فوق بی‌نظمی افزایش می‌یابد و علامت  $\Delta S$  مثبت است ( $\Delta S > 0$ ).

در واکنش گزینه‌ی (۳) دو فاز جامد و مایع مشاهده می‌شود. توجه کنید محلول‌های آبی (aq) نیز فاز مایع محسوب می‌شوند. در این جا نیز فقط تعداد مول‌های فاز بی‌نظم‌تر یعنی فاز مایع را شمارش می‌نماییم.



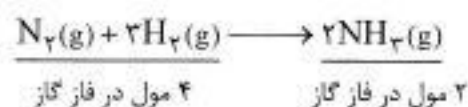
پس در واکنش فوق بی‌نظمی کاهش می‌یابد و علامت  $\Delta S$  منفی است ( $\Delta S < 0$ ).

در واکنش گزینه‌ی (۴) فقط فاز مایع مشاهده می‌شود.



پس در واکنش فوق بی‌نظمی افزایش می‌یابد و علامت  $\Delta S$  مثبت است ( $\Delta S > 0$ ).

در واکنش گزینه‌ی (۲) تعداد مول‌های گازی کاهش یافته است، پس این واکنش همراه با کاهش بی‌نظمی است.



در واکنش مربوط به گزینه‌های (۱) و (۳) تعداد مول‌های گازی افزایش یافته است و گزینه‌ی (۴) مربوط به انحلال جامد در مایع است که هر سه با افزایش بی‌نظمی همراه‌اند.



۲۷۵- (۱) در واکنش گزینه (۱) تعداد مول‌های گازی کاهش یافته است، پس این واکنش همراه با کاهش بی‌نظمی است و در جهت رفت میل به نظم بیشتر است.

۲۷۶- (۱) در مورد زنگ زدن آهن، اکسیژن هوا در حالت غیرترکیب و آزاد بی‌نظمی بیشتری دارد. اما هنگامی که در سطح فلز آهن تثبیت می‌شود و تشکیل زنگ آهن می‌دهد و به فاز جامد می‌رود، آنتروپی یا بی‌نظمی آن کاهش می‌یابد.

در مورد گزینه (۲) با مخلوط کردن دو گاز، احتمال حرکت‌های تصادفی و بی‌نظمی افزایش می‌یابد. در مورد گزینه (۳) با تصعید کربن دی‌اکسید (یخ خشک) مولکول‌های  $CO_2$  از فاز جامد به فاز گاز می‌روند، که همراه با افزایش بی‌نظمی است و در مورد گزینه (۴) حل شدن نمک در آب، انحلال جامد در مایع است که همراه با افزایش بی‌نظمی است.

۲۷۷- (۱) این شکل ظرفی را نشان می‌دهد که از دو حباب جدا از هم تشکیل شده است، که میان آن‌ها یک شیر تعبیه شده است. در حباب سمت چپ، گاز نئون با فشار یک اتمسفر وجود دارد. هنگامی که شیر باز شود گاز به‌طور خودبه‌خود در حباب دوم وارد شده در کل ظرف پخش می‌شود و فشار گاز در مجموع کاهش می‌یابد.

علت پخش شدن اتم‌های گاز نئون در دو حباب این است که هر اتم اکنون در یک ظرف با حجمی دو برابر حجم اولیه قرار گرفته است و در واقع فضای بیشتری در اختیار دارد. از این رو تعداد راه‌هایی که اتم‌های گاز می‌توانند در این فضای جدید پخش شوند، افزایش می‌یابد. در واقع می‌توانند بی‌نظمی بیشتری پیدا کنند. از این رو، اتم‌های گاز ترجیح می‌دهند که همه‌ی حجم ظرف را اشغال کنند.

۲۷۸- (۳) با باز کردن شیر، حجم سامانه افزایش یافته و فشار در مجموع کاهش می‌یابد.

$$V \uparrow \rightarrow P \downarrow$$

همچنین تعداد راه‌هایی که اتم‌های گاز می‌توانند در این فضای جدید پخش شوند، افزایش یافته و بی‌نظمی بیشتری پیدا می‌کنند.

$$V \uparrow \rightarrow S \uparrow$$

باید توجه کنید، اگر چه بی‌نظمی در ظرف A کم‌تر و در ظرف B بیشتر است، ولی صرف‌نظر از کل ظرف، بی‌نظمی حباب سمت چپ در ظرف A بیشتر است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌کنید، تراکم مولکول‌ها در حباب سمت چپ ظرف A بیشتر بوده و احتمال برخورد و حرکت‌های تصادفی در این حباب بیشتر است.

۲۷۹- (۴) گزینه‌های (۱) و (۲) و (۳) به ترتیب انحلال‌های جامد در مایع، مایع در مایع و مایع در مایع بوده و همراه با افزایش بی‌نظمی هستند ( $\Delta S > 0$ ). گزینه (۴) انحلال گاز در مایع است که بی‌نظمی کاهش می‌یابد. ( $\Delta S < 0$ ).

۲۸۰- (۳) مایع شدن یک گاز (میعان) یک فرایند گرماده است و بنابراین با کاهش محتوای انرژی مواد همراه است. از طرفی در این فرایند، مولکول‌ها از فاز گاز به فاز مایع می‌روند و بنابراین بی‌نظمی نیز کاهش می‌یابد.

۲۸۱- (۱) فرایند تبخیر گرماگیر است. بنابراین در این فرایند  $\Delta H$  مثبت است. ( $\Delta H > 0$ ) و چون در این فرایند ماده از فاز مایع به فاز گاز می‌رود، بنابراین بی‌نظمی افزایش می‌یابد و  $\Delta S$  نیز مثبت خواهد بود ( $\Delta S > 0$ ).

۲۸۲- (۳) تبخیر مایع‌ها فرایندی گرماگیر است. بنابراین با افزایش سطح انرژی مواد همراه می‌باشد. همچنین فرایند تبخیر با افزایش میزان بی‌نظمی مواد نیز همراه است، زیرا در این فرایند مولکول‌ها از فاز مایع به فاز گاز می‌روند.

۲۸۳- (۳) این واکنش گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و بنابراین با کاهش سطح انرژی همراه است و چون تعداد مول‌های گازی فرآورده (۲ مول) از تعداد مول‌های گازی واکنش‌دهنده (۴ مول) کم‌تر است، با کاهش بی‌نظمی نیز همراه می‌باشد.

۲۸۴- (۳) واکنش گزینه‌های (۱) و (۳) هر دو گرماگیر هستند ( $\Delta H > 0$ ). ولی در واکنش گزینه (۳) با تجزیه‌ی آمونیوم کلرید جامد به مواد گازی بی‌نظمی نیز افزایش یافته است ( $\Delta S > 0$ ). این در حالی است که در واکنش گزینه (۱) بی‌نظمی تغییر محسوس نیافته است. زیرا تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است.

۲۸۵- (۴) این واکنش مربوط به تجزیه‌ی گرمایی آمونیوم دی‌کرومات یا واکنش معروف کوه آتشفشان می‌باشد. این فرایند گرماده است و با تولید شعله و گرمای فراوان همراه است، بنابراین سطح انرژی مواد کاهش می‌یابد و از طرفی بی‌نظمی در آن افزایش می‌یابد، زیرا با تولید گاز  $N_2$  و بخار آب تعداد مول‌های گازی در سمت راست معادله افزایش می‌یابد.

۲۸۶- (۴) دانش ترمودینامیک با بررسی آنتالپی ( $\Delta H$ ) و آنتروپی ( $\Delta S$ ) واکنش، جهت خودبه‌خودی واکنش‌های شیمیایی را تعیین می‌کند.



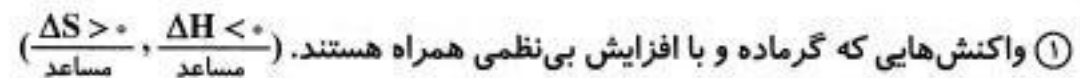
۲۸۷- (۳) در ستاره‌های بسیار بسیار مهم زیر را چند بار با دقت بخوانید.

### درسنامه

### پیش‌گویی جهت انجام واکنش‌های شیمیایی

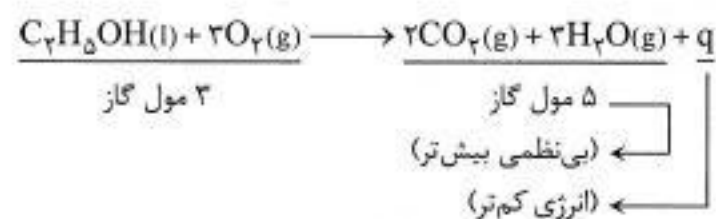
«هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی به‌طور طبیعی در جهتی پیشرفت می‌کند که به سطح انرژی پایین‌تر ( $\Delta H < 0$ ) و آنتروپی بالاتر ( $\Delta S > 0$ ) برسد.»  
در بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی، هم آنتروپی و هم آنتالپی تغییر می‌کند. بنابراین به هنگام اظهار نظر درباره‌ی خودبه‌خودی بودن یا نبودن این واکنش‌ها باید به نقش هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی توجه کرد. در واقع هر دوی آن‌ها در شرایط معین بر خودبه‌خود انجام شدن یک واکنش تأثیر می‌گذارند و در حقیقت رقابت بین این دو عامل است که تعیین می‌کند واکنش در کدام جهت پیشرفت می‌کند. این دو عامل گاهی در یک جهت و گاهی در خلاف جهت هم عمل می‌کنند.

در زیر ۴ حالت مختلف که  $\Delta H$  و  $\Delta S$  می‌توانند با هم رقابت کنند، نشان داده شده است.

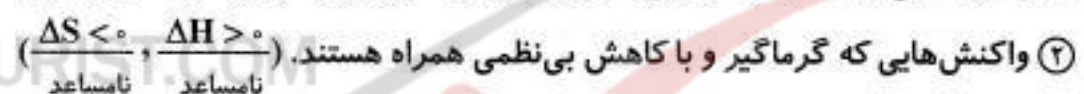


در این واکنش‌ها دو عامل آنتالپی و آنتروپی در یک جهت عمل می‌کنند و واکنش در همه‌ی دماها خودبه‌خود انجام می‌شود.

مثال: واکنش سوختن اتانول را در نظر بگیرید:

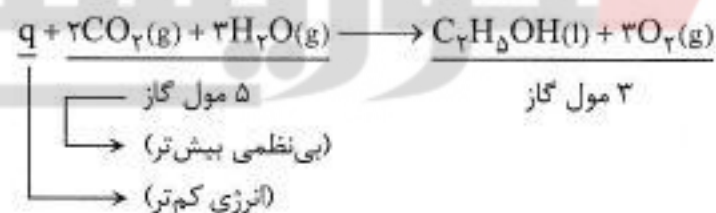


همان‌طور که می‌بینید، هر دو عامل بی‌نظمی و انرژی، واکنش فوق را در جهت رفت پیش می‌برند. پس واکنش فوق در همه‌ی دماها خودبه‌خود است.

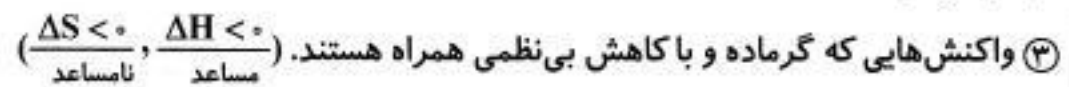


گرماگیر بودن و کاهش آنتروپی عوامل مساعدی برای انجام واکنش نیستند، پس این‌گونه واکنش‌ها هرگز خودبه‌خود انجام نمی‌شوند.

مثال: معکوس واکنش سوختن اتانول را در نظر بگیرید. آیا می‌توان با ترکیب  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$ ، مجدداً اتانول و گاز اکسیژن به‌دست آورد؟



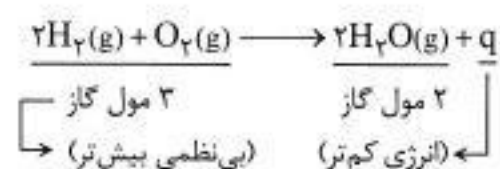
همان‌طور که مشاهده می‌کنید، هر دو عامل بی‌نظمی و انرژی، واکنش فوق را در جهت برگشت پیش می‌برند و واکنش فوق در هیچ دمای خودبه‌خود انجام نمی‌شود.



در این‌گونه واکنش‌ها، دو عامل آنتالپی و آنتروپی در خلاف جهت هم عمل می‌کنند. هر کدام که اثر بیش‌تری داشته باشد، واکنش را کنترل می‌کند. در این موارد هر چه دما پایین‌تر باشد، واکنش بهتر صورت می‌گیرد. به‌طوری که اگر دما به اندازه‌ی کافی پایین باشد، واکنش خودبه‌خود می‌شود (اصل لوشاتلیه).



مثال: واکنش سوختن هیدروژن را در نظر بگیرید.

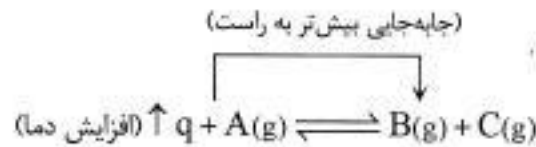


همان‌طور که می‌بینید، عامل بی‌نظمی، واکنش را به سمت چپ و عامل انرژی واکنش را به سمت راست پیش می‌برد. چون سوختن هیدروژن خودبه‌خود انجام می‌شود، حتماً گرماده بودن واکنش یا کاهش آنتالپی بر کاهش آنتروپی غلبه دارد. ضمناً واکنش فوق گرماده است، از این‌رو هرچه دما پایین‌تر باشد، واکنش بهتر صورت می‌گیرد (اصل لوشاتلیه).

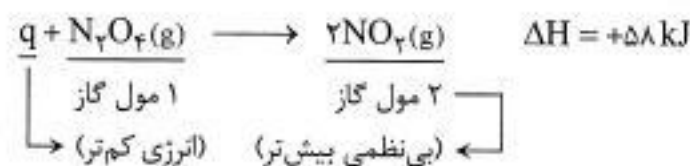


۴ واکنش‌هایی که گرماگیر و با افزایش بی‌نظمی همراه هستند. ( $\Delta S > 0$ ,  $\Delta H > 0$ ) (نامساعد, مساعد)

در این‌گونه واکنش‌ها، دو عامل آنتالپی و آنتروپی در خلاف جهت هم عمل می‌کنند. هر کدام که اثر بیش‌تری داشته باشد، واکنش را کنترل می‌کند. در این موارد هرچه دما بالاتر باشد، واکنش بهتر صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی بالا باشد، واکنش خودبه‌خودی می‌شود (اصل لوشاتلیه).



مثال: تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  به  $NO_2(g)$  را در نظر بگیرید.



همان‌طور که می‌بینید، عامل انرژی، واکنش را به سمت چپ و عامل بی‌نظمی واکنش را به سمت راست پیش می‌برد. چون تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  خودبه‌خود انجام می‌شود، حتماً افزایش بی‌نظمی واکنش بر گرماگیر بودن یا افزایش آنتالپی غلبه دارد. ضمناً واکنش فوق گرماگیر است، از این‌رو هرچه دما بالاتر باشد، واکنش بهتر صورت می‌گیرد (اصل لوشاتلیه).

جمع‌بندی: در جدول زیر شیوه‌ی رقابت آنتالپی و آنتروپی برای انجام یک تحول خودبه‌خودی آمده است.

$\Delta H$	$\Delta S$
(+)	(-)
خودبه‌خودی در همه‌ی دماها	خودبه‌خودی فقط در دمای بالا
(-)	(+)
خودبه‌خودی فقط در دمای پایین	غیرخودبه‌خودی در همه‌ی دماها

۲۸۸- (۴) هر واکنش شیمیایی و یا هر تغییر دیگر به‌طور طبیعی میل دارد در آن سویی خودبه‌خود پیش برود که به سطح انرژی پایین‌تر یا حداقل

انرژی ( $\Delta H < 0$ ) و آنتروپی بالاتر یا حداکثر بی‌نظمی ( $\Delta S > 0$ ) برسد.

۲۸۹- (۱) گرمادهی و افزایش بی‌نظمی عامل‌هایی هستند که شرایط خودبه‌خود انجام شدن واکنش‌های شیمیایی و دیگر رویدادهای مادی را تأمین می‌کنند.

۲۹۰- (۳) کاهش سطح انرژی ( $\Delta H < 0$ ) و افزایش بی‌نظمی ( $\Delta S > 0$ ) دو عامل مساعد در پیشرفت واکنش‌های شیمیایی هستند. بنابراین اگر واکنشی هر

دو عامل مساعد را داشته باشد، در همه‌ی دماها خودبه‌خودی است.

۲۹۱- (۱) اگر  $\Delta H > 0$  (نامساعد) و  $\Delta S > 0$  (مساعد) باشد، دو عامل آنتالپی و آنتروپی در خلاف جهت هم عمل می‌کنند. در این موارد هر چه دما بالاتر

باشد، واکنش بهتر صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی بالا باشد، واکنش خودبه‌خودی می‌شود.

۲۹۲- (۳) افزایش آنتالپی ( $\Delta H > 0$ ) و کاهش آنتروپی ( $\Delta S < 0$ ) از عوامل نامساعد برای انجام واکنش‌های شیمیایی هستند. از این‌رو هر تغییر شیمیایی

که با افزایش آنتالپی و کاهش آنتروپی همراه باشد، حتماً غیرخودبه‌خودی است.

۲۹۳- (۳) تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است و بی‌نظمی تغییر چندانی نمی‌کند ( $\Delta S = 0$ ). در این شرایط علت خودبه‌خودی بودن واکنش،

تنها به این دلیل است که واکنش گرماده بوده و  $\Delta H$  واکنش منفی است.

۲۹۴- (۴) این واکنش هم گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و هم تعداد مول‌های گازی آن افزایش یافته است ( $\Delta S > 0$ ). وجود دو عامل مساعد آنتالپی و آنتروپی

باعث می‌گردد تا این واکنش، یک طرفه و خودبه‌خودی شود.

۲۹۵- (۳)  $\Delta H$  این واکنش منفی است، پس یک واکنش گرماده می‌باشد (عامل مساعد). و می‌دانیم که در واکنش‌های گرماده سطح انرژی کاهش می‌یابد.

هم‌چنین در این واکنش تعداد مول‌های گازی فرآورده‌ها (۵ مول) نسبت به تعداد مول‌های گازی واکنش‌دهنده‌ها (۴/۵ مول) افزایش یافته است، پس

همراه با افزایش بی‌نظمی است. (عامل مساعد) وجود دو عامل مساعد بی‌نظمی و انرژی باعث می‌گردد تا این واکنش، به‌طور خودبه‌خودی انجام شود.

۲۹۶- (۳) واکنش فلزهای قلیایی مانند پتاسیم با آب که تولید باز قوی می‌نماید، گرماده است و مقدار  $\Delta H$  برای آن منفی است (مساعد). هم‌چنین به

دلیل تولید گاز هیدروژن، میزان بی‌نظمی افزایش می‌یابد و مقدار  $\Delta S$  مثبت است (مساعد). وجود دو عامل مساعد آنتالپی و آنتروپی

باعث می‌گردد تا این واکنش همیشه به‌طور خودبه‌خود پیشرفت کند.







**بررسی واکنش پ:** این واکنش گرماده ( $\Delta H < 0$ ) است (مساعد) و تعداد مول‌های گازی در سمت راست معادله بیش‌تر است و همراه با افزایش بی‌نظمی ( $\Delta S > 0$ ) است (مساعد). وجود دو عامل مساعد آنتالپی و آنتروپی باعث می‌شود که این واکنش در دمای اتاق خودبه‌خود باشد.

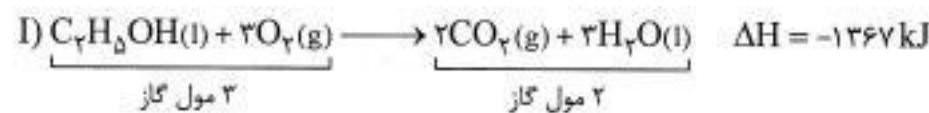
**بررسی واکنش ت:** این واکنش گرماده ( $\Delta H < 0$ ) است (مساعد) و تعداد مول‌های گازی در سمت چپ معادله بیش‌تر است و همراه با کاهش بی‌نظمی ( $\Delta S < 0$ ) است (نامساعد). در درسنامه‌ی «پیش‌بینی جهت انجام واکنش‌های شیمیایی» دانستیم، سوختن هیدروژن خودبه‌خود انجام می‌شود، بنابراین، در این مورد گرماده بودن واکنش یا کاهش آنتالپی بر کاهش آنتروپی غلبه می‌کند.

۳۰۶- (۱) در واکنش I، مقدار  $\Delta H^\circ$  مثبت و بزرگ‌تر از صفر است. در نتیجه فرایندی گرماگیر بوده و همراه با افزایش سطح انرژی است (عامل نامساعد). هم‌چنین تعداد مول‌های گازی از ۳ به ۱ کاهش یافته و همراه با کاهش آنتروپی است (عامل نامساعد). بنابراین در دمای معمولی واکنش I، غیر خودبه‌خودی است.

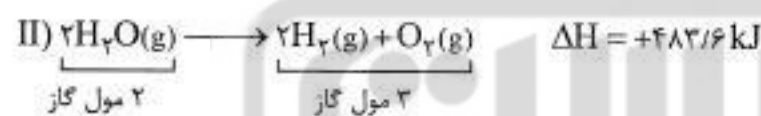
۳۰۷- (۴) واکنش I خودبه‌خودی است، زیرا آنتروپی در آن افزایش یافته و گرماده است.

واکنش II خودبه‌خودی نیست، زیرا آنتروپی در آن تغییر نکرده (تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است) و گرماگیر است (نامساعد). واکنش II گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و با کاهش سطح انرژی همراه می‌باشد (مساعد). هم‌چنین تعداد مول‌های گازی فرآورده‌های آن بیش‌تر است. بنابراین همراه با افزایش آنتروپی است و علامت  $\Delta S$  در مورد آن مثبت است (مساعد). وجود دو عامل مساعد آنتالپی و آنتروپی باعث می‌شود که واکنش II در دماهای معمولی به‌طور خودبه‌خودی انجام شود.

۳۰۹- (۴) به بررسی هر دو واکنش داده شده می‌پردازیم:



در این واکنش به دلیل منفی بودن  $\Delta H$ ، عامل آنتالپی مساعد است ( $\Delta H < 0$ ). اما با کاهش تعداد مول‌های گازی روبه‌رو هستیم. بنابراین عامل آنتروپی ( $\Delta S$ ) نامساعد است ( $\Delta S < 0$ ). با وجود نامساعد بودن عامل آنتروپی به دلیل گرماده‌ی زیاد، این واکنش خودبه‌خود است.



در این واکنش به دلیل مثبت بودن  $\Delta H$ ، عامل آنتالپی نامساعد است ( $\Delta H > 0$ ). اما با افزایش تعداد مول‌های گازی روبه‌رو هستیم. بنابراین عامل آنتروپی ( $\Delta S$ ) مساعد است ( $\Delta S > 0$ ). با وجود مساعد بودن عامل آنتروپی به دلیل گرماگیر بودن زیاد، این واکنش در شرایط اتاق غیر خودبه‌خود است. با توجه به توضیح‌های فوق تنها گزینه (۴) می‌تواند پاسخ درست تست باشد.

۳۱۰- (۳) این واکنش، انفجار گاز هیدروژن را نشان می‌دهد که به شدت گرماده است و با کاهش سطح انرژی همراه می‌باشد (مساعد) و چون تعداد مول‌های گازی از ۳ مول به ۲ مول کاهش می‌یابد، پس همراه با کاهش آنتروپی است (نامساعد). از آن‌جا که این فرایند، به‌طور خودبه‌خود پیشرفت دارد، پس حتماً عامل مساعد (کاهش آنتالپی) بر عامل نامساعد (کاهش آنتروپی) غلبه دارد.

۳۱۱- (۱) در معادله‌ی واکنش گزینه (۱) تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است، پس تغییر بی‌نظمی ناچیز است. از آن‌جا که این واکنش در جهت رفت گرماگیر است (عامل نامساعد) پس حتماً باید واکنش مستقیم در جهت افزایش میزان بی‌نظمی باشد (عامل مساعد).

۳۱۲- (۳) در این نمودار سطح انرژی افزایش یافته است، پس متعلق به یک واکنش گرماگیر است (عامل نامساعد). اما در صورت تست اشاره شده که این واکنش خودبه‌خودی است، پس حتماً عامل بی‌نظمی مساعد بوده است و بی‌نظمی افزایش یافته است.

۳۱۳- (۳) در این واکنش تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است. پس بی‌نظمی تغییر چندانی نمی‌کند ( $\Delta S \approx 0$ ). با توجه به این‌که واکنش به‌طور خودبه‌خودی پیشرفت می‌کند، پس باید عامل انرژی مساعد باشد. یعنی واکنش گرماده است ( $\Delta H < 0$ ).

۳۱۴- (۲)  $\Delta H$  این واکنش مثبت است، پس یک واکنش گرماگیر است (عامل نامساعد) و برای آن‌که خودبه‌خود پیشرفت کند باید عامل بی‌نظمی در آن مساعد باشد. یعنی واکنش باید با افزایش بی‌نظمی همراه باشد و همان‌گونه که مشاهده می‌کنید، تعداد مول‌های گازی در سمت راست معادله افزایش یافته است.

۳۱۵- (۴) آمونیوم نیترات ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) یک جامد یونی است. یون‌های آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) و نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) در بلورهای آمونیوم نیترات به‌طور منظم آرایش یافته‌اند. وقتی آمونیوم نیترات در آب حل می‌شود، نظم یون‌ها در بلور آن از بین رفته، این یون‌ها در بین مولکول‌های آب پخش می‌شوند. یعنی بعد از حل شدن آمونیوم نیترات در آب، بی‌نظمی سامانه افزایش می‌یابد. بدین ترتیب، انحلال آمونیوم نیترات در آب اگر چه گرماگیر است ولی خودبه‌خود انجام می‌شود، زیرا بی‌نظمی افزایش می‌یابد.

۳۱۶- (۱) این واکنش مربوط به سوختن اتانول می‌باشد که به شدت گرماده است (عامل مساعد) و با وجود این‌که آنتروپی کاهش می‌یابد (عامل نامساعد) ولی به دلیل گرماده‌ی زیاد، به‌طور خودبه‌خود انجام می‌شود.



در ادامه به بررسی گزینه‌های نادرست می‌پردازیم.

گزینه ۲: واکنش سوختن اتانول یک طرفه بوده و هیچ‌گاه به حالت تعادل در نمی‌آید.

گزینه ۳:  $\Delta H$  واکنش منفی است. با توجه به رابطه‌ی زیر:

$$\Delta H = (\text{مجموع انرژی پیوندهای فراورده‌ها}) - (\text{مجموع انرژی پیوندهای واکنش دهنده‌ها})$$

به وضوح مشخص است که مجموع انرژی پیوندهای فراورده‌ها، در مقایسه با واکنش دهنده‌ها، بیش‌تر است.

گزینه ۴: کاهش سطح انرژی ( $\Delta H < 0$ ) عاملی مساعد برای انجام خودبه‌خود واکنش‌های شیمیایی به‌شمار می‌رود.

هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم: (۱) - ۳۱۷

گزینه ۱: معادله‌ی واکنش تجزیه‌ی گاز  $N_2O_4$  به گاز  $NO_2$  به‌صورت زیر است:



اگر چه این واکنش گرماگیر است (نامساعد) ولی چون با افزایش بی‌نظمی همراه است (مساعد) بنابراین تا حدی خودبه‌خودی است.

گزینه ۲: معادله‌ی حل شدن گاز آمونیاک در آب به‌صورت زیر است:



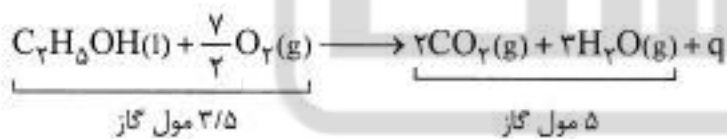
به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی جدید، این انحلال گرماده است (مساعد) ولی چون تعداد مول‌های گازی کاهش می‌یابد همراه با کاهش بی‌نظمی است (نامساعد) بنابراین بی‌نظمی عامل نامساعد و انرژی عامل مساعد است.

گزینه ۳: هر تغییر خودبه‌خودی، به‌طور طبیعی در چه جهتی پیش می‌رود که با افزایش بی‌نظمی و کاهش سطح انرژی همراه باشد.

گزینه ۴: در واکنش گازی  $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$  تعداد مول‌های گازی از ۳ به ۲ کاهش یافته است و بنابراین همراه با کاهش بی‌نظمی است (نامساعد). در این شرایط، شرط آن‌که این واکنش انجام شود آن است که گرماده باشد (مساعد). پس می‌توان گفت، در این

واکنش گازی، عامل انرژی مساعد و عامل بی‌نظمی نامساعد است و هم‌سو با هم عمل نمی‌کنند.

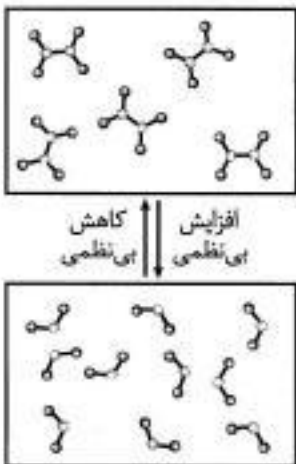
معادله‌ی واکنش سوختن اتانول به‌صورت زیر نوشته می‌شود: (۳) - ۳۱۸



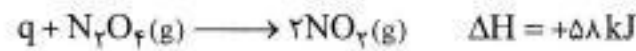
واکنش فوق گرماده است و با کاهش سطح انرژی همراه است (مساعد). هم‌چنین تعداد مول‌های گازی از ۳/۵ به ۵ افزایش یافته و همراه با افزایش آنتروپی است (مساعد). بنابراین هر دو عامل انرژی و آنتروپی، واکنش فوق را در جهت رفت به پیش می‌برند.

واکنش (۱)، تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  به  $NO_2(g)$  را نشان می‌دهد که اگرچه گرماگیر است ولی خودبه‌خود

انجام می‌شود. (۳) - ۳۱۹

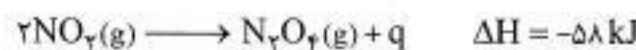


واکنش تبدیل  
 $NO_2(g)$  به  $N_2O_4(g)$



علت پیشرفت خودبه‌خودی واکنش تجزیه‌ی  $N_2O_4(g)$  افزایش بی‌نظمی است. در واقع با افزایش تعداد مول‌های گازی، بی‌نظمی افزایش می‌یابد.

واکنش (۲)، ترکیب مولکول‌های  $NO_2(g)$  و تشکیل مجدد  $N_2O_4(g)$  را نشان می‌دهد، که اگرچه همراه با کاهش بی‌نظمی است، ولی تا حدی پیشرفت می‌کند.



علت پیشرفت نسبی این واکنش، گرماده‌ی و کاهش سطح انرژی است.

برای یک تغییر خودبه‌خودی که در یک سامانه‌ی منزوی صورت می‌گیرد، دو حالت زیر را می‌توان در نظر گرفت. (۲) - ۳۲۰

**حالت اول:** اگر این تغییر گرماگیر باشد (نامساعد) حتماً باید با افزایش آنتروپی همراه باشد (مساعد) بنابراین آنتروپی افزایش می‌یابد.

**حالت دوم:** اگر این تغییر گرماده باشد (مساعد) از آن‌جا که سامانه منزوی است و گرما خارج نمی‌شود، به مرور دمای سامانه بالا رفته و آنتروپی نیز افزایش می‌یابد.

از مجموع دو حالت فوق می‌توان گفت در یک سامانه‌ی منزوی که در آن تغییر خودبه‌خودی صورت می‌گیرد، همواره آنتروپی افزایش می‌یابد.



## انرژی آزاد گیبس (G)

چنان‌که دیدید آنتروپی و آنتالپی، انجام یک تحول یا تغییر خودبه‌خودی را کنترل می‌کنند، در ضمن یا شیوه‌ی رقابت آن‌ها نیز تا حدودی آشنا شدید. از این‌رو مناسب به نظر می‌رسد کمیت ترمودینامیکی دیگری را تعریف کنیم که بین آنتالپی و آنتروپی ارتباط برقرار می‌کند و به کمک آن بهتر می‌توان درباره‌ی رقابت آن‌ها بحث کرد. کمیتی که آنتروپی و آنتالپی را به هم ربط می‌دهد انرژی آزاد نامیده می‌شود. **انرژی آزاد، مقدار انرژی در دسترس برای انجام یک فرایند تعریف می‌شود.** ویلارد گیبس فیزیک‌دان آمریکایی برای انرژی آزاد معادله‌ای به دست آورد، به همین دلیل و به افتخار او این انرژی را انرژی آزاد گیبس نامیده‌اند. انرژی آزاد گیبس را با حرف G نمایش می‌دهند. تغییر انرژی آزاد گیبس با معادله‌ی زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

T: دما (کلوین)

 $\Delta G$ : تغییر انرژی آزاد گیبس $\Delta S$ : تغییر آنتروپی $\Delta H$ : آنتالپی واکنش

چنان‌که از این معادله برمی‌آید  $\Delta G$  به دما بستگی دارد. این‌که کدام‌یک،  $\Delta H$  یا  $\Delta S$  جهت واکنش را تعیین می‌کند، به مقدار آن‌ها بستگی دارد. انرژی آزاد گیبس تابع حالت است و فقط به حالت آغازی و پایانی هر تغییر یا تحول بستگی دارد.

## انرژی آزاد گیبس و پیش‌گویی جهت انجام واکنش‌های شیمیایی

با توجه به علامت  $\Delta G$  می‌توان گفت که آیا یک تغییر می‌تواند خودبه‌خود انجام شود یا نه.

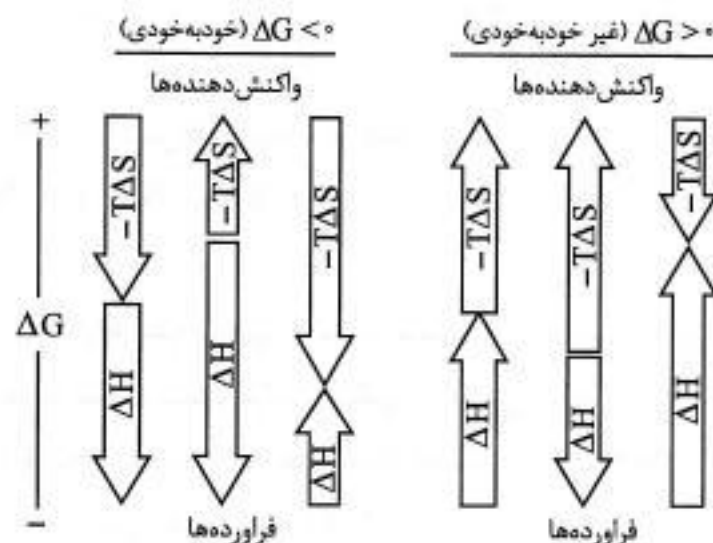
①  $\Delta G < 0$ : تغییر مورد نظر خودبه‌خودی است.

②  $\Delta G > 0$ : تغییر مورد نظر غیرخودبه‌خودی است.

③  $\Delta G = 0$ : واکنش در هر دو مسیر خودبه‌خود خواهد بود و گفته می‌شود که واکنش در تعادل است. با بحث تعادل در سال آینده بیشتر آشنا می‌شوید.

عبارت  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  به خوبی بیان می‌کند که علامت  $\Delta G$  به علامت و مقدار  $\Delta H$  و عبارت  $-T\Delta S$  بستگی دارد. این واقعیت که مقدار عددی عبارت  $-T\Delta S$  به دما بستگی دارد، نشان می‌دهد که برخی تغییرها با توجه به شرایط دمایی ممکن است خودبه‌خودی یا غیرخودبه‌خودی باشند. برای مثال، در دمای پایین مقدار یک  $\Delta H$  نامساعد (مثبت) ممکن است از مقدار  $-T\Delta S$  مساعد (منفی) بزرگ‌تر باشد ولی در دمای بالاتر، مقدار  $-T\Delta S$  افزایش یابد و بزرگ‌تر از مقدار  $\Delta H$  شود. از این‌رو یک تغییر گرماگیر که در دمای پایین غیرخودبه‌خود است، می‌تواند در دمای بالا به‌طور خودبه‌خود انجام شود.

در شکل زیر حالت‌های مختلفی که  $\Delta H$  و عبارت  $-T\Delta S$  می‌توانند بر یک‌دیگر اثر بگذارند، نشان داده شده است.



اگر برآیند دو بردار به سمت پایین باشد، واکنش خودبه‌خودی انجام می‌شود. اگر برآیند به سمت بالا باشد، واکنش غیرخودبه‌خود خواهد بود.

پس از مطالعه‌ی درسنامه، اکنون هر چهارگزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه‌ی ۱: در واکنش‌های خودبه‌خودی،  $\Delta G < 0$  است.

گزینه‌ی ۲: به روابط زیر توجه کنید:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \rightarrow T\Delta S = \Delta H - \Delta G \rightarrow \Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T}$$

گزینه‌ی ۳: انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G$ )، مقدار انرژی در دسترس برای انجام یک فرایند است.

گزینه‌ی ۴: انرژی آزاد ( $\Delta G$ ) مانند آنتالپی ( $\Delta H$ ) و آنتروپی ( $\Delta S$ ) تابع حالت است ولی با توجه به رابطه‌ی  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ، انرژی آزاد

به دما وابسته است. به‌طوری‌که برخی واکنش‌ها در دماهای بالا و برخی دیگر در دماهای پایین بهتر انجام می‌شوند.



۳۲۲- (۴) شرط آن که واکنشی هرگز خودبه‌خود نباشد، آن است که هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی آن نامساعد باشد. یعنی گرماگیر ( $\Delta H > 0$ ) بوده و با کاهش آنتروپی ( $\Delta S < 0$ ) همراه باشد. در این شرایط  $\Delta G > 0$  است.

۳۲۳- (۲) شرط آن که واکنشی در همه‌ی دماها خودبه‌خود باشد، آن است که هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی آن مساعد باشد. یعنی گرماده ( $\Delta H < 0$ ) بوده و با افزایش آنتروپی ( $\Delta S > 0$ ) همراه باشد. در این شرایط  $\Delta G < 0$  است.

۳۲۴- (۴) به بررسی هر چهار گزینه توجه کنید:

گزینه ۱:  $\Delta G$  یک تابع حالت است ولی به دما بستگی دارد.

گزینه ۲:  $\Delta S$  منفی یک عامل نامساعد برای پیشرفت واکنش است. پس اگر  $\Delta S$  واکنشی منفی باشد، برای پیشرفت خودبه‌خود، باید  $\Delta H$  آن کوچک‌تر از صفر باشد. زیرا  $\Delta H$  منفی عامل مساعد برای پیشرفت واکنش است.

گزینه ۳: هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی طبیعی، در جهت افزایش آنتروپی ( $\Delta S > 0$ ) و کاهش سطح انرژی ( $\Delta H < 0$ ) پیش می‌رود.

گزینه ۴: در تغییرهای گرماگیر، افزایش دما باعث افزایش پیشرفت واکنش می‌شود. بنابراین یک تغییر گرماگیر که در دمای معمولی غیرخودبه‌خودی است، می‌تواند در دمای بالا، به‌طور خودبه‌خود پیشرفت کند.

۳۲۵- (۴) سوختن هیدروژن نمی‌تواند مثالی برای این واکنش باشد.



این واکنش به شدت گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) ولی در این واکنش آنتروپی کاهش می‌یابد. این در حالی است که در نمودار ارایه شده، آنتروپی رو به افزایش است.

افزایش آنتروپی  $\rightarrow \Delta S > 0 \rightarrow -T\Delta S < 0$

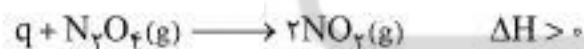
۳۲۶- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: برآیند دو بردار به سمت پایین و منفی است. پس  $\Delta G$  کوچک‌تر از صفر می‌باشد.

گزینه ۲: واکنش گرماگیر است ( $\Delta H > 0$ )، واکنش‌های گرماگیر در دماهای بالا بهتر انجام می‌شوند.

گزینه ۳: در این واکنش  $\Delta H > 0$  و عامل نامساعدی است. در حالی که  $\Delta S > 0$  و عامل مساعدی است. بنابراین آنتالپی و آنتروپی ناهمسو عمل می‌کنند.

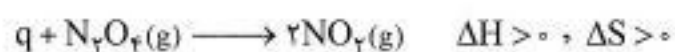
گزینه ۴: واکنش تجزیه‌ی  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  می‌تواند نمونه‌ای از این گونه واکنش‌ها باشد.



همان‌گونه که می‌بینید، واکنش فوق گرماگیر است ( $\Delta H > 0$ ) و همراه با افزایش بی‌نظمی است ( $\Delta S > 0$ ). بنابراین عبارت  $-T\Delta S$  برای آن کوچک‌تر از صفر خواهد بود.

۳۲۷- (۱) این واکنش گرماده است ( $\Delta H < 0$ )، واکنش‌های گرماده در دماهای پایین بهتر انجام می‌شوند.

۳۲۸- (۴) به واکنش تجزیه‌ی  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  به  $\text{NO}_2(\text{g})$  توجه کنید:



اگر چه واکنش فوق همانند نمودار ارایه شده در صورت تست، گرماگیر و با افزایش آنتروپی همراه است ولی یک تفاوت اساسی میان آن‌ها وجود دارد. در نمودار ارایه شده در صورت تست، افزایش آنتالپی بر افزایش آنتروپی غلبه دارد، به‌طوری که برآیند دو بردار به سمت بالا بوده و مربوط به واکنش‌های غیرخودبه‌خودی است. این در حالی است که تجزیه‌ی  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  به  $\text{NO}_2(\text{g})$  با وجود گرماگیر بودن، خودبه‌خودی است. علت پیشرفت خودبه‌خودی واکنش تجزیه‌ی  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ، افزایش بی‌نظمی است. در واقع در تجزیه‌ی  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  برخلاف نمودار موجود در صورت تست، افزایش آنتروپی بر افزایش آنتالپی غلبه دارد و برآیند دو بردار به سمت پایین است.

۳۲۹- (۴) به بررسی هر چهار گزینه توجه کنید:

گزینه ۱: اگر  $\Delta S > 0$  و  $\Delta H < 0$  باشد،  $\Delta G < 0$  است.

گزینه ۲: آنتالپی و آنتروپی به همراه هم، ملاکی برای توجیه پیشرفت خودبه‌خودی فرایندهای طبیعی هستند.

گزینه ۳: معادله‌ی واکنش سوختن اتانول به‌صورت زیر است:



بنابراین  $\Delta H$  منفی و  $\Delta S$  مثبت است. در این شرایط علامت  $\Delta G$  منفی است.

گزینه ۴: واکنش‌های گرماگیر، در دماهای بالاتر، بهتر انجام می‌شوند. بنابراین، یک تغییر گرماگیر و غیرخودبه‌خودی، ممکن است در دمای بالا، به‌طور خودبه‌خودی انجام شود.



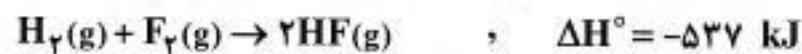
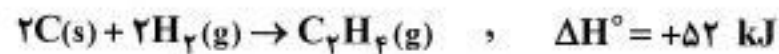
سلام بچه‌های عزیز، تصمیم گرفتیم، سوالات ۲ سال آفر کنکورهای سراسری دافل و قارج کشور رو تحت عنوان یه آزمون، براتون جمع‌آوری کنیم، تا علاوه بر این که با سلیقه‌ی طراحان سراسری آشنا می‌شین، یه سنجش مناسب هم از خودتون داشته باشین.

زمان: ۴۵ دقیقه

تعداد تست: ۳۱

آزمون بخش دوم

۱- با توجه به واکنش‌های روبه‌رو:



$\Delta H^\circ$  واکنش:  $C_2H_2(g) + 6F_2(g) \rightarrow 2CF_4(g) + 2HF(g)$ ، چند کیلوژول است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

(۱) -۲۸۵۶ (۲) -۲۶۸۴

(۳) -۲۵۶۶ (۴) -۲۴۸۶

۲- با توجه به واکنش:  $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$ ،  $\Delta H = -2511 \text{ kJ}$ ، آنتالپی تشکیل  $H_2O(l)$  برابر با چند کیلوژول بر مول است؟ ( $\Delta H^\circ$  های تشکیل  $C_2H_2(g)$  و  $CO_2(g)$  را برحسب  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، به ترتیب برابر  $+227$  و  $-393/5$  و  $\Delta H^\circ$  تبخیر آب را برابر  $+44/2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  در نظر بگیرید). (سراسری ریاضی ۸۹)

(۱) -۲۴۱/۵ (۲) -۲۵۱/۴ (۳) -۲۷۵/۸ (۴) -۲۸۵/۷

۳- اگر ضمن انجام کامل واکنش درون یک سیلندر با پیستون متحرک مقدار  $320$  کیلوژول گرما آزاد شود و همراه با آن، سامانه روی محیط  $45$  کیلوژول کار انجام دهد، مقدارهای  $\Delta H$  و  $\Delta E$  این واکنش در شرایط آزمایش برحسب کیلوژول، به ترتیب کدام‌اند؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید). (سراسری ریاضی ۸۹)

(۱)  $+375$  و  $-40$  (۲)  $-275$  و  $+40$

(۳)  $-320$  و  $-365$  (۴)  $+320$  و  $+365$

۴- کدام مطلب درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

(۱) انرژی درونی، یک تابع حالت است و تغییر انرژی درونی یک سامانه، به مسیر انجام فرایند بستگی دارد.

(۲) ظرفیت گرمایی ویژه هر جسم برابر مقدار گرمای مبادله‌شده تقسیم بر حاصل ضرب جرم آن در تغییر دمای آن است.

(۳) در واکنش سوختن اتانول، آنتروپی عامل مناسب و آنتالپی عامل نامساعد برای پیشرفت خودبه‌خودی است.

(۴) برای محاسبه  $\Delta H^\circ$  واکنش با استفاده از انرژی‌های پیوندی، باید مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش‌دهنده‌ها را از مجموع انرژی‌های پیوندی فراورده‌ها، کم کرد.

۵- اگر انرژی پیوندهای  $C-H$ ،  $C-C$ ،  $C=C$ ،  $Br-Br$  و  $C-Br$ ، برحسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با  $412$ ،  $350$ ،  $612$ ،  $193$  و  $276$  باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش:  $C_2H_4(g) + Br_2(g) \rightarrow C_2H_4Br_2(g)$ ، برابر چند  $\text{kJ}$  است؟ (سراسری تجربی ۸۹)

(۱)  $-81$  (۲)  $-86$  (۳)  $-93$  (۴)  $-97$

۶- کدام مطلب نادرست است؟ (سراسری تجربی ۸۹)

(۱) ظرفیت گرمایی ویژه هر جسم، از رابطه  $c = \frac{q}{m\Delta t}$  قابل محاسبه است.

(۲) ترمودینامیک، دانش مطالعه‌ی تبدیل شکل‌های مختلف انرژی به یکدیگر و راه‌های انتقال آن است.

(۳) ظرفیت گرمایی مولی هر جسم، مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از آن به اندازه‌ی  $1^\circ C$  است.

(۴) در واکنش سوختن گاز پروپان درون سیلندر با پیستون متحرک، تغییر انرژی درونی، هم‌ارز گرمای مبادله شده است.

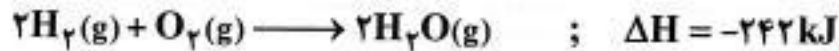
۷- واکنش گازی:  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ ،  $\Delta H = -572 \text{ kJ}$ ، نمونه‌ای از واکنش‌های شیمیایی است که با ..... سطح انرژی و ..... آنتروپی همراه بوده و ..... است. (سراسری تجربی ۸۹)

(۱) کاهش - کاهش - برگشت‌پذیر (۲) کاهش - کاهش - خودبه‌خودی

(۳) افزایش - افزایش - خودبه‌خود (۴) افزایش - کاهش - برگشت‌پذیر



۸- با توجه به واکنش‌های روبه‌رو،



از سوختن ۹/۶ گرم هیدرازین، مطابق واکنش:  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)

( $H = 1, N = 14 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

۱۰۳/۲ (۴)

۱۰۱/۱ (۳)

۹۹/۲ (۲)

۹۵/۷ (۱)

۹- با توجه به واکنش:  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ،  $\Delta H^\circ = -242 \text{ kJ}$ ، اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و اکسیژن با

حجم ۸/۴ لیتر در شرایط STP بر اثر جرقه، به طور کامل واکنش دهند (هیچ یک از آن‌ها باقی نماند)، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)

۷۰/۸ (۳)

۶۰/۵ (۲)

۵۰/۶ (۱)

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)

۱۰- کدام مطلب درباره‌ی قانون اول ترمودینامیک، نادرست است؟

(۱) با رابطه‌ی  $\Delta E = q + w$ ، معرفی می‌شود.

(۲) در واقع، همان قانون پایستگی انرژی است.

(۳) براساس آن، انرژی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، بلکه از شکلی به شکل دیگر درمی‌آید.

(۴) مطابق آن، واکنشی خودبه‌خود پیشرفت می‌کند که با کاهش سطح انرژی و افزایش آنتروپی همراه باشد.

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)

۱۱- کدام عبارت درست است؟

(۱) در تغییرهای خودبه‌خودی،  $\Delta S < 0$ ،  $\Delta H > 0$  است.

(۲) در سوختن کامل اتانول، انرژی و آنتروپی، هر دو عامل‌های مناسب‌اند.

(۳) در واکنش سوختن کامل گاز متان، آنتروپی در نقش عامل مناسب عمل می‌کند.

(۴) هر تغییر طبیعی، در جهتی پیش می‌رود که میزان نظم در آرایش ذرات را افزایش دهد.

۱۲- با توجه به واکنش نمادین:



و با فرض این‌که انرژی پیوندهای  $\text{C}-\text{D}$ ،  $\text{A}-\text{C}$  و  $\text{B}-\text{D}$  به ترتیب ۰/۲۵، ۱/۷ و ۱/۵ برابر انرژی پیوند  $\text{A}-\text{B}$  باشد، انرژی

(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

پیوند  $\text{A}-\text{B}$ ، چند کیلوژول بر مول است؟

۲۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۱۳- اگر ۱۰۰ گرم از یک قطعه فلز خالص برای رسیدن از دمای  $65^\circ\text{C}$  به دمای  $15^\circ\text{C}$ ، مقدار  $1/175$  کیلوژول گرما از دست بدهد، جنس این

قطعه از کدام فلز است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آلومینیم، نیکل، نقره و سرب برحسب  $\frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  به ترتیب برابر با ۰/۹۰۲، ۰/۳۴۰، ۰/۲۳۵ و ۰/۱۲۹ است.)

(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

نقره (۴)

سرب (۳)

آلومینیم (۲)

نیکل (۱)

۱۴- گرمای استاندارد سوختن ..... از گرمای استاندارد سوختن ..... بیشتر و شعله‌ی حاصل از سوختن ..... از شعله‌ی حاصل از

(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

سوختن ..... داغ‌تر است.

(۲) اتان - اتن - اتن - اتین

(۱) اتین - اتان - اتن - اتان

(۴) اتان - اتن - اتین - اتان

(۳) اتن - اتین - اتان - اتین

۱۵- واکنش گازی:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، با ..... سطح انرژی و ..... آنتروپی همراه است و چون در آن ..... بر

(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

..... غلبه دارد، به طور خودبه‌خودی پیشرفت می‌کند.

(۲) کاهش - کاهش - کاهش سطح انرژی - کاهش آنتروپی

(۱) کاهش - افزایش - افزایش سطح انرژی - کاهش آنتروپی

(۴) افزایش - افزایش - افزایش آنتروپی - افزایش سطح انرژی

(۳) افزایش - کاهش - کاهش آنتروپی - افزایش سطح انرژی



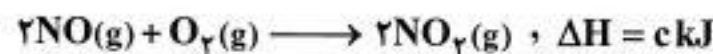
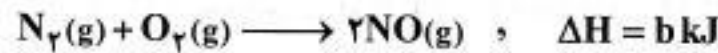
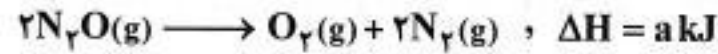
۱۶- اگر دمای ۱۰ گرم از یک قطعه فلز خالص بر اثر جذب ۱۱۷/۵ ژول گرما به اندازهی  $5^{\circ}\text{C}$  بالاتر رود، این فلز کدام است؟ ظرفیت گرمایی ویژه سرب، نقره، نیکل و آلومینیم را بر حسب  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  برابر با  $1279 \times 10^{-2}$ ،  $2375 \times 10^{-2}$ ،  $374 \times 10^{-1}$  و  $902 \times 10^{-1}$  در نظر بگیرید.

(۱) آلومینیم (۲) سرب (۳) نیکل (۴) نقره (سراسری ریاضی ۹۰)

۱۷- دربارهی واکنش سوختن پروپان که در فشار ثابت انجام می‌گیرد، کدام عبارت نادرست است؟

(۱)  $\Delta E$  واکنش، هم‌ارز گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط است. (۲) سامانهی واکنش، روی محیط کار انجام می‌دهد.

(۳) سامانه، مقداری انرژی گرمایی به محیط انتقال می‌دهد. (۴) مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادلهی موازنه‌شدهی آن، برابر ۱۳ است.



۱۸- با توجه به واکنش‌های روبه‌رو،

$\Delta H$  واکنش:  $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$ ، برابر چند کیلوژول است؟

(۱)  $a + b - c$  (۲)  $2a - b + c$  (۳)  $\frac{2a - b + c}{2}$  (۴)  $\frac{a + 2b - c}{2}$  (سراسری ریاضی ۹۰)

۱۹- واکنش:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، با وجود این‌که با ..... آنتروپی همراه است، اما به دلیل این‌که در آن، ..... بر

..... غلبه دارد، به‌طور خودبه‌خودی پیشرفت دارد. (سراسری ریاضی ۹۰)

(۱) کاهش - افزایش سطح انرژی - کاهش آنتروپی

(۲) کاهش - کاهش سطح انرژی - کاهش آنتروپی

(۳) افزایش - کاهش سطح انرژی - افزایش آنتروپی

(۴) افزایش - افزایش سطح انرژی - افزایش آنتروپی

۲۰- کدام مطلب درست است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

(۱) یک فلاسک پر از آب جوش، نمونه‌ای از یک سامانهی منزوی است.

(۲) در واکنش سوختن گاز متان، آنتروپی عامل مساعد و آنتالپی عامل نامساعد است.

(۳) در واکنش‌های گرماده، مجموع  $\Delta H^{\circ}$  های تشکیل فراورده‌ها در مقایسه با مجموع  $\Delta H^{\circ}$  های تشکیل واکنش‌دهنده‌ها، بزرگ‌تر است.

(۴)  $\Delta H$  واکنش یک مرحله‌ای با کم کردن  $E_a$  در جهت برگشت از  $E_a$  در جهت رفت به دست می‌آید.

۲۱- کدام مطلب دربارهی قانون اول ترمودینامیک نادرست است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

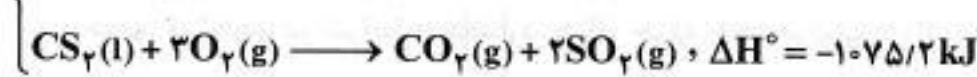
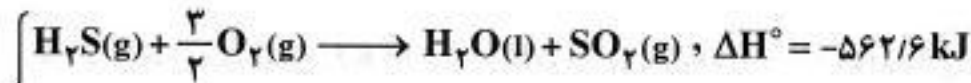
(۱) بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است.

(۲) رابطهی  $\Delta E = q + w$ ، بیانی از این قانون است.

(۳) بر اساس آن، واکنشی خودبه‌خودی است که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشد.

(۴) بر اساس آن، انرژی از هیچ به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، بلکه تنها صورت آن تغییر می‌کند.

۲۲- با توجه به واکنش روبه‌رو و مقدار  $\Delta H^{\circ}$  آن‌ها، (سراسری تجربی ۹۰)



برای تشکیل هر مول  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  مطابق واکنش:  $\text{CS}_2(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ، چند کیلوژول گرما صرف می‌شود؟

(۱) ۴۵ (۲) ۳۵ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰ (سراسری تجربی ۹۰)

۲۳-  $\Delta H^{\circ}$  واکنش:  $2\text{FeO}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ ، برابر چند کیلوژول است؟ ( $\Delta H^{\circ}$  های استاندارد تشکیل  $\text{FeO}(\text{s})$  و  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر ۲۶۵- و ۸۲۰- در نظر بگیرید.) (سراسری تجربی ۹۰)

(۱) ۲۹۰- (۲) ۱۰۸۵- (۳) ۲۹۰+ (۴) ۱۰۸۵+ (سراسری تجربی ۹۰)

۲۴- کدام عبارت درست است؟ (سراسری ریاضی خارج کشور ۹۰)

(۱) ظرفیت گرمایی اجسام، به حالت فیزیکی آن‌ها بستگی ندارد.

(۲) آب جوش درون فلاسک، نمونه‌ای از یک سامانهی واقعاً منزوی است.

(۳) ظرفیت گرمایی یک ماده، معیاری از میزان وابستگی تغییر دمای آن به مقدار گرمای مبادله شده است.

(۴) در واکنش سوختن یک نمونه ماده در گرماسنج بمبی، تغییر انرژی درونی سامانه، هم‌ارز  $\Delta H$  واکنش است.



(سراسری ریاضی خارج کشور ۹۰)

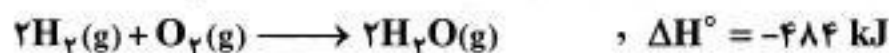
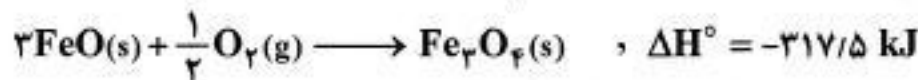
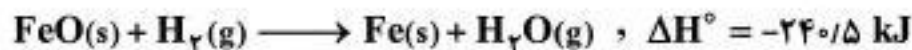
۲۵- کدام بیان درباره‌ی نیتروگلیسرین درست است؟

- (۱) فرمول مولکولی آن  $C_3H_5N_3O_6$  است.  
 (۲) علامت  $\Delta H$  واکنش تجزیه‌ی آن منفی و واکنش، گرماگیر است.  
 (۳) با انجام واکنش تجزیه‌ی آن در فشار ثابت، کار زیادی انجام می‌شود.  
 (۴) نسبت ضریب مولی  $N_2$  به ضریب مولی  $H_2O$  در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش تجزیه‌ی آن،  $\frac{3}{4}$  است.

(سراسری ریاضی خارج کشور ۹۰)

۲۶-  $\Delta H^\circ$  واکنش:  $4PH_3(g) + 8O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(s) + 6H_2O(g)$  چند کیلوژول است؟(  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $P_4O_{10}(s)$ ،  $H_2O(g)$ ،  $PH_3(g)$  به ترتیب برابر با +۹، -۲۴۲، و -۳۰۱۲ کیلوژول بر مول است.)

- (۱) -۴۱۵۰ (۲) -۴۲۰۰ (۳) -۴۴۵۰ (۴) -۴۵۰۰

۲۷- با توجه به واکنش‌های زیر و مقدار  $\Delta H^\circ$  آن‌ها،

(سراسری ریاضی خارج کشور ۹۰)

 $\Delta H^\circ$  واکنش:  $3Fe(s) + 4H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$  کدام است؟

- (۱) +۷۴۴ (۲) -۷۵۲/۵ (۳) +۶۴۶ (۴) -۸۱۲/۵

۲۸- واکنش:  $PCl_5(g) \longrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$  ،  $\Delta H = +91/98 \text{ kJ}$  ;  $\Delta S = 180 \text{ J/K}$  ، در کدام دما برحسب درجه‌ی سلسیوس

(سراسری تجربی خارج کشور ۹۰)

شروع به پیشرفت خودبه‌خودی می‌کند؟

- (۱) ۲۱۰ (۲) ۳۲۸ (۳) ۲۵۰ (۴) ۳۲۸

۲۹- مخلوطی به حجم ۲ لیتر از گازهای  $N_2O$  و  $NH_3$  در یک سیلندر با پیستون متحرک به‌طور کامل با هم واکنش داده‌اند. حجم گازدرون سیلندر در پایان واکنش در شرایط یکسان از نظر دما و فشار با شرایط پیش از واکنش، برابر چند لیتر و علامت  $w$  در این

(سراسری تجربی خارج کشور ۹۰)

سامانه چگونه است؟  $2NH_3(g) + 3N_2O(g) \longrightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(g)$ 

- (۱) مثبت، ۱/۶ (۲) منفی، ۱/۶ (۳) منفی، ۲/۸ (۴) مثبت، ۲/۸

۳۰-  $\Delta H^\circ$  واکنش:  $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$  ، برابر چند کیلوژول است؟ آنتالپی پیوندهای  $N \equiv N$  ،  $H - H$  و  $N - H$  را

(سراسری تجربی خارج کشور ۹۰)

برحسب کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۹۴۵، ۴۳۵ و ۳۸۸ در نظر بگیرید.

- (۱) -۸۹ (۲) -۸۷ (۳) -۷۸ (۴) -۹۸

۳۱- با توجه به واکنش:  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$  ،  $\Delta H^\circ = -242 \text{ kJ}$  ، اگر مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن به

حجم ۴/۲ لیتر در شرایط استاندارد، بر اثر جرقه با هم ترکیب شوند و چیزی از آن‌ها باقی نماند، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

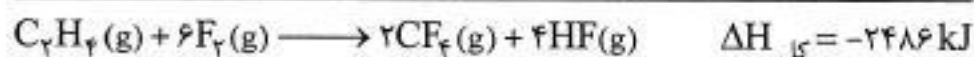
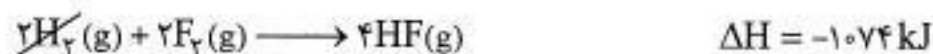
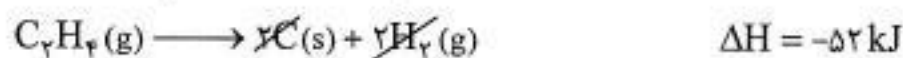
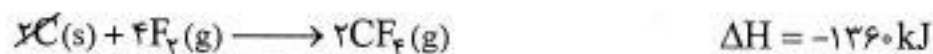
(سراسری تجربی خارج کشور ۹۰)

- (۱) ۲۰/۲۵ (۲) ۲۱/۲ (۳) ۳۰/۲۵ (۴) ۳۲/۴



## پاسخهای تشریحی آزمون بخش دوم

۱- (۴) برای رسیدن به واکنش کلی، واکنش‌های اول و سوم را در ۲ ضرب کرده و واکنش دوم را معکوس می‌نماییم. سپس آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم.



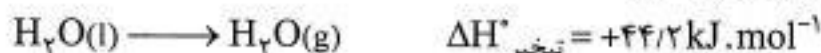
۲- (۴) ابتدا با استفاده از معادله‌ی واکنش ارایه شده، گرمای تشکیل  $H_2O(g)$  را به دست می‌آوریم.

[مجموع آنتالپی تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی تشکیل فرآورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$-2511 = [4(-393/5) + 2\Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(g))] - [2(+227) + 5(0)]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(g)) = -247/5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

په‌ها مواظب باشید! گزینه‌ی (۱) را انتخاب نکنید، عدد به دست آمده، آنتالپی تشکیل  $H_2O(g)$  می‌باشد. حال آن‌که در صورت تست آنتالپی تشکیل  $H_2O(l)$  خواسته شده است. معادله‌ی واکنش تبخیر آب را می‌نویسیم.



$$\Delta H_{\text{تبخیر}} = [\Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(g))] - [\Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(l))]$$

$$+44/2 = -247/5 - \Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(l)) \rightarrow \Delta H_{\text{تشکیل}}(H_2O(l)) = -285/7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۳- (۳) سیلندر مورد نظر مجهز به پیستون متحرک است و فشار سامانه ثابت می‌باشد. در شرایط فشار ثابت، گرمای مبادله شده ( $q_p$ ) برابر تغییرات آنتالپی فرایند ( $\Delta H$ ) است و چون گرما از سامانه به محیط منتقل می‌شود، باید  $\Delta H$  با علامت منفی گزارش شود.

$$\Delta H = q_p = -320 \text{ kJ}$$

در این سامانه، علامت کار ( $w$ ) نیز منفی است، زیرا سامانه روی محیط کار انجام داده است.

$$w = -45 \text{ kJ}$$

اکنون می‌توان  $\Delta E$  واکنش را به دست آورد.

$$\Delta E = q + w = -320 - 45 = -365 \text{ kJ}$$

۴- (۲) بررسی هر چهار گزینه:

گزینه ۱: تغییر انرژی درونی یک سامانه ( $\Delta E$ )، تابع حالت است و به مسیر انجام فرایند بستگی ندارد.

گزینه ۲: به محاسبات زیر توجه کنید:

$$q = mc\Delta T \rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta T}$$

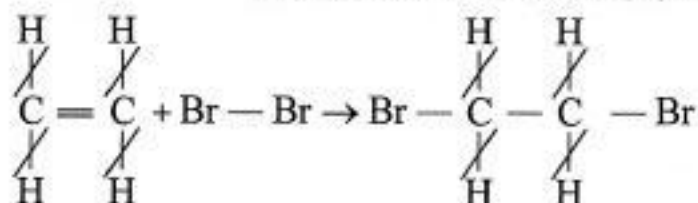
گزینه ۳: سوختن اتانول گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و آنتالپی عامل مساعد برای پیشرفت خودبه‌خودی است.

گزینه ۴: به معادله‌ی زیر توجه کنید:

$$\Delta H^* = [\text{مجموع انرژی‌های پیوندی فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش دهنده‌ها}] = \text{واکنش } \Delta H^*$$

پس برای محاسبه‌ی  $\Delta H^*$  واکنش باید مجموع انرژی‌های پیوندی فرآورده‌ها را از مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش دهنده‌ها کم کرد.

۵- (۴) ساختار گسترده‌ی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها به صورت زیر است. پیوندهای مشابه را از دو طرف معادله ساده می‌نماییم.



[مجموع انرژی پیوند فرآورده‌ها] - [مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [612 + 193] - [2(276) + 350] = -97 \text{ kJ}$$

۶- (۴) سوختن گاز پروپان با افزایش حجم همراه است و مطابق قانون اول ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) هم‌ارز گرمای مبادله شده ( $q$ ) و کار انجام شده ( $w$ ) است.







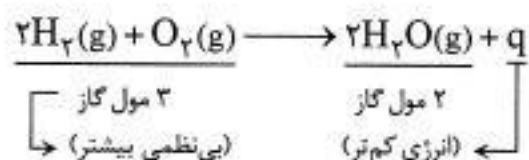
۱۴- (۴)

گرمای استاندارد سوختن: اتان &lt; اتن &lt; اتین

دمای شعله‌ی سوختن: اتان &gt; اتن &gt; اتین

همان‌طور که می‌بینید، عامل بی‌نظمی، واکنش را به سمت چپ و عامل انرژی واکنش را به سمت راست پیش می‌برد. چون سوختن هیدروژن خودبه‌خود انجام می‌شود، حتماً گرماده بودن واکنش یا کاهش آنتالپی بر کاهش آنتروپی غلبه دارد.

۱۵- (۲)



کافی است از رابطه‌ی  $q = m \cdot c \cdot \Delta T$  مقدار  $c$  (ظرفیت گرمایی ویژه) را محاسبه کنیم تا جنس فلز مشخص شود:

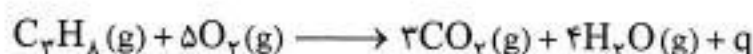
۱۶- (۴)

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} \Rightarrow c = \frac{117/5 \text{ J}}{10 \text{ g} \times 50^\circ \text{C}} \Rightarrow c = 23/5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$$

بنابراین قطعه فلز مورد نظر از جنس نقره است.

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش سوختن پروپان به‌صورت زیر است:

۱۷- (۱)



بررسی چهار گزینه:

**گزینه ۱:** چون واکنش با تغییر حجم همراه است، بنابراین با انجام کار همراه است و  $\Delta E$  واکنش، هم‌ارز مجموع کار انجام شده و گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط است.

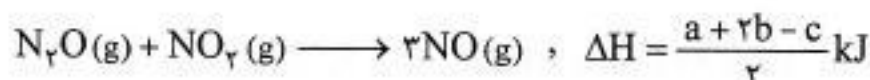
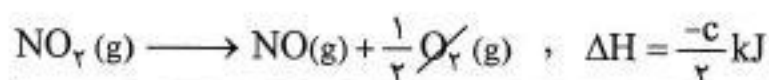
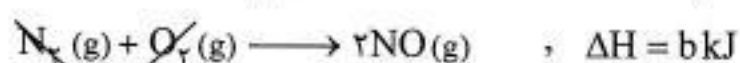
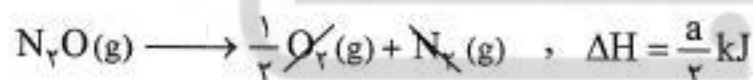
**گزینه ۲:** چون تعداد مول‌های گاز از ۶ به ۷ رسیده است، سامانه با افزایش حجم روبه‌رو است. بنابراین سامانه بر روی محیط، کار انجام می‌دهد.

**گزینه ۳:** سوختن هیدروکربن‌ها از جمله واکنش‌های مهم گرماده است. بنابراین سامانه، مقداری انرژی گرمایی به محیط انتقال می‌دهد.

**گزینه ۴:** مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله‌ی موازنه‌شده برابر  $13 = 1 + 5 + 3 + 4$  می‌باشد.

برای آن‌که  $\Delta H$  واکنش  $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$  را به‌دست آوریم، باید دو طرف معادله‌ی (۱) را بر عدد ۲ تقسیم و معادله‌ی (۲) را وارونه و سپس بر عدد ۲ تقسیم کنیم. معادله‌ی (۲) را به همان صورت می‌نویسیم. سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌کنیم.

۱۸- (۴)



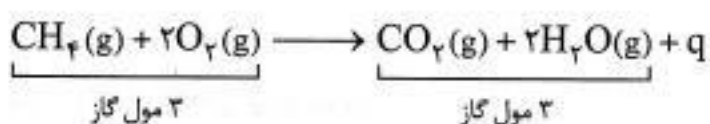
این واکنش، سوختن گاز هیدروژن را نشان می‌دهد که به شدت گرماده است و با کاهش سطح انرژی همراه می‌باشد (مساعد) و چون تعداد مول‌های گاز از ۳ مول به ۲ مول کاهش می‌یابد، با کاهش آنتروپی همراه است (نامساعد). از آن‌جا که این فرایند، به‌طور خود به خود پیشرفت دارد، پس حتماً عامل مساعد بر عامل نامساعد غلبه دارد.

۱۹- (۲)

۲۰- (۴) بررسی چهار گزینه:

**گزینه ۱:** به‌گفته‌ی کتاب درسی آب جوش یا چایی که در یک فلاسک نگهداری می‌شود، در مجموع یک سامانه‌ی منزوی را تشکیل می‌دهد، ولی نمی‌توان ادعا کرد که این سامانه واقعاً منزوی است.

**گزینه ۲:** معادله‌ی واکنش سوختن گاز متان به‌صورت زیر است:



تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است و واکنش با تغییر آنتروپی زیادی همراه نیست ( $\Delta S = 0$ ) ولی واکنش گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و آنتالپی عامل مساعد است.

**گزینه ۳:**  $\Delta H$  واکنش به کمک آنتالپی تشکیل مواد شرکت‌کننده در واکنش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها}] = (\text{واکنش}) \Delta H$$

$$\Delta H < 0 \longrightarrow [\text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}] < [\text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها}]$$



گزینه ۴:  $\Delta H$  واکنش به کمک انرژی فعال سازی واکنش های رفت و برگشت به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\Delta H (\text{واکنش}) = E_a (\text{رفت}) - E_a (\text{برگشت})$$

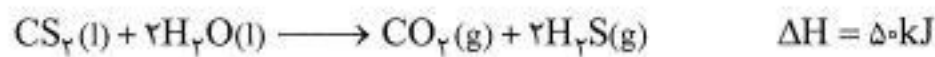
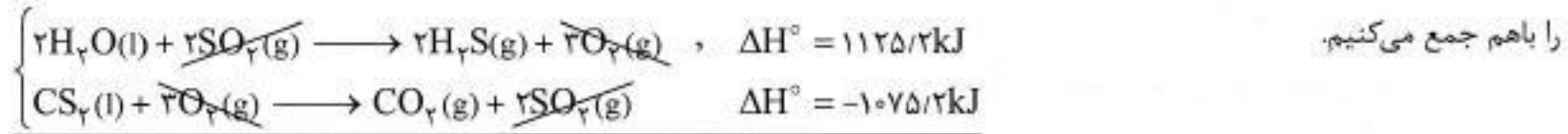
رابطه ی بالا نشان می دهد،  $\Delta H$  واکنش با کم کردن  $E_a$  برگشت از  $E_a$  رفت به دست می آید.

عبارت گزینه ی (۳) عبارت درستی است، اما ارتباطی به قانون اول ترمودینامیک ندارد. آنتروپی، در قانون دوم ترمودینامیک به عنوان ملاکی

برای توضیح خودبه خود بودن فرایندهای طبیعی معرفی می شود.

روش اول: استفاده از قانون هس (۳) - ۲۲

کافی است معادله ی (۱) را وارونه کرده و طرفین آن را در عدد ۲ ضرب کنیم و معادله ی (۲) را به همان صورت بنویسیم. سپس هر دو معادله



این واکنش تشکیل دو مول  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  را نشان می دهد که با صرف ۵۰ کیلو ژول گرما همراه است. بنابراین برای تشکیل هر مول  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  باید ۲۵ کیلو ژول گرما صرف شود.

روش دوم: استفاده از آنتالپی سوختن

چنانچه واکنش دهنده ها و فراورده ها قابل سوختن در اکسیژن باشند، می توان از آنتالپی سوختن مواد شرکت کننده در واکنش برای محاسبه ی  $\Delta H$  واکنش استفاده کرد.

$$\Delta H (\text{واکنش}) = [\text{مجموع آنتالپی سوختن واکنش دهنده ها}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن فراورده ها}]$$

در معادله ی واکنش:  $\text{CS}_2(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ، آنتالپی سوختن  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  و  $\text{CS}_2(\text{l})$  گزارش شده است و  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  و  $\text{CO}_2(\text{g})$  قابل سوختن در اکسیژن نیستند، پس آنتالپی سوختن آن ها را برابر صفر در نظر می گیریم.

$$\Delta H (\text{واکنش}) = [-1075/2 + 2(0)] - [0 + 2(-562/6)] = +50 \text{ kJ}$$

بنابراین تشکیل ۲ مول  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  با صرف ۵۰ کیلوژول گرما همراه است، پس برای تشکیل هر مول  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  باید ۲۵ کیلو ژول گرما صرف شود.

با استفاده از آنتالپی استاندارد تشکیل مواد شرکت کننده در یک واکنش می توان گرمای واکنش را محاسبه کرد: (۱) - ۲۳

$$\text{گرمای واکنش} = \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی استاندارد} \\ \text{تشکیل فراورده ها} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی استاندارد} \\ \text{تشکیل واکنش دهنده ها} \end{array} \right]$$

$$\Delta H^\circ = [1 \times (-820)] - [(2 \times (-265)) + (\frac{1}{2} \times 0)] = -290 \text{ kJ}$$

آنتالپی استاندارد تشکیل عنصرها مانند  $\text{O}_2(\text{g})$  صفر در نظر گرفته می شود.

ظرفیت گرمایی، مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک ماده به اندازه ی یک درجه ی سلسیوس است و بنابراین میزان تغییر دمای ماده

را نسبت به مقدار گرمای مبادله شده نشان می دهد.

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{q}{\Delta T}$$

بررسی گزینه های نادرست:

گزینه ۱: ظرفیت گرمایی مواد به حالت فیزیکی آن ها بستگی دارد. برای مثال ظرفیت گرمایی آب در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان نیست.

گزینه ۲: آب جوش درون فلاسک اگرچه در مجموع یک سامانه ی منزوی است ولی نمی توان ادعا نمود که یک سامانه ی واقعاً منزوی است.

آب جوش درون فلاسک با محیط مبادله ی گرما می کند ولی بسیار ناچیز است.

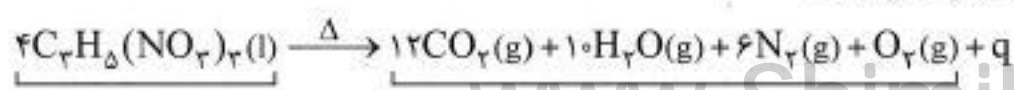
گزینه ۴: در گرماسنج بمبی، حجم سامانه ثابت است، از این رو گرمای مبادله شده ( $q_p$ ) هم ارز تغییر انرژی درونی سامانه ( $\Delta E$  واکنش) است.

بررسی چهار گزینه: (۳) - ۲۵

گزینه ۱: فرمول مولکولی نیتروگلیسرین به صورت  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$  یا  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$  می باشد.

گزینه ۲: تجزیه ی نیتروگلیسرین گرماده است و علامت  $\Delta H$  واکنش منفی است.

گزینه ۳: معادله ی واکنش تجزیه ی نیتروگلیسرین به صورت زیر است.



صفر مول گاز

۲۹ مول گاز



اختلاف تعداد مول‌های گازی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها زیاد است، از این رو با انجام واکنش در فشار ثابت، حجم سامانه به شدت افزایش می‌یابد و سامانه کار زیادی روی محیط انجام می‌دهد.

گزینه ۴: نسبت ضریب مولی  $N_2$  به ضریب مولی  $H_2O$  برابر  $\frac{3}{5} = \frac{6}{10}$  است.

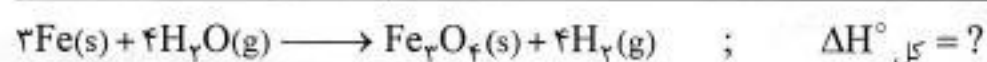
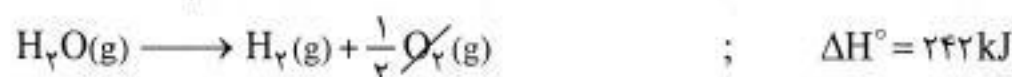
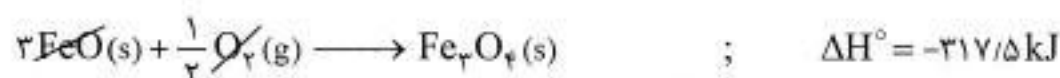
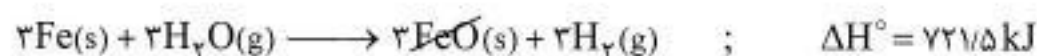
(۴) - ۲۶

[مجموع آنتالپی تشکیل واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [-3012 + 6(-242)] - [4(+9) + 8(0)] = -4500 \text{ kJ}$$

واکنش اول را معکوس و در ۳ ضرب می‌نماییم. واکنش سوم را معکوس و در  $\frac{1}{4}$  ضرب می‌کنیم. سپس هر دو معادله را با معادله‌ی واکنش دوم جمع می‌نماییم.

(۳) - ۲۷



$$\Delta H^\circ_{\text{کل}} = 721/5 - 317/5 + 242 = +646 \text{ kJ}$$

شرط آن‌که واکنشی پیشرفت خودبه‌خودی داشته باشد، آن است که  $\Delta G < 0$  باشد.

(۲) - ۲۸

$$\Delta G < 0 \rightarrow \Delta H - T\Delta S < 0 \rightarrow \Delta H < T\Delta S \rightarrow \frac{\Delta H}{\Delta S} < T$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta H = +9198 \text{ kJ} = 91980 \text{ J} \\ \Delta S = 180 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \end{array} \right\} \rightarrow T > \frac{91980}{180} \rightarrow T > 511 \text{ K}$$

دما (T) در رابطه‌ی  $\Delta G$  بر حسب کلون است که اکنون باید آن را به درجه‌ی سلسیوس تبدیل نماییم.

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 = 511 - 273 = 238^{\circ}\text{C}$$

بنابراین واکنش موردنظر در دمای  $238^{\circ}\text{C}$  شروع به پیشرفت خودبه‌خودی می‌کند و در دماهای بالاتر از  $238^{\circ}\text{C}$  پیشرفت خودبه‌خودی دارد.

(۳) - ۲۹



۵ مول گاز

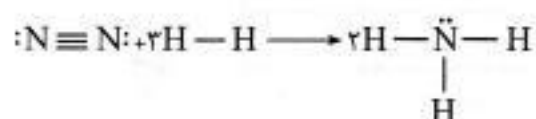
۷ مول گاز

تعداد مول‌های گازی  $\frac{7}{5}$  برابر شده است. از آن‌جا که دما و فشار سامانه ثابت است، باید حجم سامانه نیز  $\frac{7}{5}$  برابر شود.

$$\text{حجم سامانه در پایان واکنش} = 2L \times \frac{7}{5} = 2/8L$$

ضمناً با افزایش تعداد مول‌های گازی، حجم سامانه افزایش یافته و سامانه روی محیط، کار انجام می‌دهد و از این رو علامت  $W$  در این سامانه منفی است.

(۳) - ۳۰



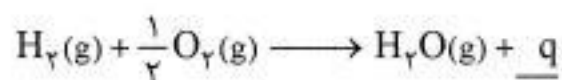
[مجموع انرژی پیوند فراورده‌ها] - [مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده‌ها] = واکنش  $\Delta H$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [945 + 3(435)] - [6(388)] = -78 \text{ kJ}$$

(۳) - ۳۱ (روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی))

$$4/2L(H_2, O_2) \times \frac{1 \text{ mol}(H_2, O_2)}{22/4L(H_2, O_2)} \times \frac{242 \text{ kJ}}{1/5 \text{ mol}(H_2, O_2)} = 30/25 \text{ kJ}$$

(روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز)



$$\frac{4/2L}{1/5 \times 22/4}$$

$$\frac{x \text{ kJ}}{242}$$

$$\rightarrow x = 30/25 \text{ kJ}$$

www.ShimiPedia.ir



بخش ۳

شیمی ۳

The graphic features a table titled "Various Types of Solutions" with columns for "Example", "State of solution", "State of solute", and "State of solvent". A red arrow points from the "State of solution" column to the "State of solvent" column. Below the table, the word "Solutions" is written in a stylized font, and "محلول ها" is written in Persian calligraphy. The background shows a boat on water.

Example	State of solution	State of solute	State of solvent
Nit. natural gas	Gas	Gas	Gas
Vodka 40% alcohol	Liquid	Liquid	Liquid
Bronze	Solid	Solid	Solid
Brass	Solid	Solid	Solid
Carbonated water	Liquid	Gas	Liquid
...	...	...	...

www.konkurist.com

CHEMISTRY ZONE

Solutions

محلول ها

سال	آزمون	سهم این بخش	سال	آزمون	سهم این بخش
۱۳۸۹	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی داخل کشور	٪۸/۶	۱۳۹۰	سراسری تجربی داخل کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری ریاضی خارج کشور	٪۱۱/۴
۱۳۸۹	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴	۱۳۹۰	سراسری تجربی خارج کشور	٪۱۱/۴



# قسمت اول

## عوامل مؤثر بر انحلال

(از صفحه‌ی ۷۵ تا ۸۹ کتاب درسی)

### فاز و تغییر فاز

۱- بخشی از یک سامانه که خواص ..... در همه جای آن یکسان است، فاز نامیده می‌شود. می‌توان فاز را بخشی از سامانه در نظر گرفت که تمام آن از نظر ..... یکسان باشد.

(۲) شدتی - ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی

(۱) مقداری - ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی

(۴) شدتی - حالت فیزیکی

(۳) مقداری - حالت فیزیکی

۲- یک لیوان پر از آب خالص شامل ..... فاز است. اگر نیمی از آب درون لیوان را خالی کنیم، سامانه‌ی یاد شده دارای ..... فاز خواهد شد. افزودن یک قطعه یخ یا مقداری روغن مایع درون این لیوان، تعداد فازها را به ..... می‌رساند.

(۳) ۱-۱-۲ (۴) ۲-۳-۴

(۲) ۴-۲-۱

(۱) ۳-۲-۱

(آزاد تهرانی - ۸۶)

۳- کدام یک از محیط‌های زیر تک‌فازی است؟

(۴) آب گیل‌آلود

(۳) آب و یخ

(۲) آب و نفت

(۱) آب و الکل

۴- محتویات سه ظرف سربسته در زیر آمده است، کدام یک از این ظرف‌ها دوفازی هستند؟

ظرف (ب): مخلوط آب و استون

ظرف (آ): مقداری آب در تعادل با بخار آب

ظرف (پ): محلول روی سولفات همراه با پودر روی

(۴) ظرف‌های (آ) و (پ)

(۳) ظرف‌های (ب) و (پ)

(۲) ظرف (ب)

(۱) ظرف (آ)

۵- وقتی که تغییر فازی انجام می‌شود، ماهیت شیمیایی ماده تغییر ..... بنابراین تغییر فاز یک تغییر ..... است.

(۴) می‌کند - فیزیکی

(۳) می‌کند - شیمیایی

(۲) نمی‌کند - فیزیکی

(۱) نمی‌کند - شیمیایی

۶- کدام مفهوم برای تغییر فاز جامع‌تر است؟

(۲) تغییر ماهیت، بدون تغییر حالت

(۱) تغییر حالت، بدون تغییر ماهیت

(۴) واکنش با تبادل انرژی

(۳) واکنش بدون تبادل انرژی

۷- اگر داخل یک ظرف ۳ لیتری، مقدار یک لیتر آب، مقدار کمی نمک و یک لیتر نفت بریزیم و سپس درب ظرف را ببندیم، پس از هم زدن، محفظه‌ی داخل ظرف شامل چند فاز خواهد بود؟

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

### تقسیم‌بندی مواد

(متن صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی)

۸- کدام عبارت نادرست است؟

(۲) مواد ناخالص می‌توانند همگن یا ناهمگن باشند.

(۱) ترکیب‌ها جزو مواد ناخالص به‌شمار می‌روند.

(۴) برای یک ماده‌ی خالص، دو واژه‌ی حالت و فاز هم‌معنا هستند.

(۳) سکه‌ی طلا از بیش از یک نوع ماده تشکیل شده است.

۹- کدام گزینه در مورد مخلوط‌های همگن نادرست است؟

(۲) ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها به‌طور یکنواخت درهم پخش شده‌اند.

(۱) ترکیب اجزای آن‌ها یکسان است.

(۴) زیر ذره‌بین تک‌فازی نیستند.

(۳) نام دیگر آن‌ها محلول است.



۱۰- کدام گزینه در مورد مخلوط‌های ناهمگن نادرست است؟

- (۱) ترکیب اجزای آن‌ها یکسان نیست.  
 (۲) ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها به‌طور یکنواخت در هم پخش نگردیده‌اند.  
 (۳) معمولاً با انتقال از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر، خواص آن‌ها تغییر می‌کند.  
 (۴) مرز میان فازها قابل تشخیص نیست.

۱۱- یک محلول دست‌کم از ..... جزء تشکیل شده است. جزیی که معمولاً ..... بیش‌تری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلال نام دارد.

- (۱) دو - جرم  
 (۲) دو - درصد  
 (۳) سه - جرم  
 (۴) سه - درصد

(فکر کنید - صفحه‌ی ۷۷ کتاب درسی)

- (۲) مخلوط روغن با آب و مقداری نمک خوراکی یک مخلوط سه فازی است.  
 (۴) مخلوط آب، یک قطعه یخ، روغن و یک قطعه آهن، مخلوط چهار فازی است.

(آزاد پزشکی - ۸۶)

- (۲) ۱۰ میلی‌لیتر کربن تتراکلرید و ۱۰ میلی‌لیتر آب  
 (۴) ۵۰ میلی‌لیتر آب و ۱۰ گرم شکر

(آزاد تهری - ۷۴)

- (۳) خاک  
 (۴) الکل

(آزاد پزشکی - ۸۴)

- (۳) آلیاژ مس و طلا  
 (۴) هرسه

(آزاد تهری - ۸۵)

- (۳) سکه‌ی طلا  
 (۴) آب و نمک

### محلول‌های آبی و غیرآبی

۱۷- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال شناخته شده است.  
 (۲) آب، ترکیب‌های یونی و کووالانسی بسیاری را در خود حل می‌کند.  
 (۳) اغلب فرایندهای زیست شیمیایی در محلول آبی انجام می‌شود.  
 (۴) به محلول حاصل از حلال‌های آلی، محلول آلی می‌گویند.

۱۸- پس از آب ..... مهم‌ترین حلال صنعتی است و ..... از جمله حلال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه شیمی به شمار می‌آید.

- (۱) استون - اتانول  
 (۲) اتانول - استون  
 (۳) هگزان - اتانول  
 (۴) اتانول - هگزان

(جدول ۱ - صفحه‌ی ۷۷ کتاب درسی)

- (۲) حلال بسیار مناسبی برای ترکیب‌های قطبی است.  
 (۴) به‌عنوان رقیق‌کننده برای رنگ‌های پوششی کاربرد دارد.

(جدول ۱ - صفحه‌ی ۷۷ کتاب درسی)

- (۲) حلالیت آن در آب کم است.  
 (۴) در تولید مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود.

(جدول ۱ - صفحه‌ی ۷۷ کتاب درسی)

- (۲) حلالیت آن در آب کم است.  
 (۴) نام آیوپاک آن پروپانول است.

(فهرد ۱ بیلا/مابید صفحه‌ی ۳۳ و جدول ۲ صفحه‌ی ۷۸ کتاب درسی)

۲۲- کدام عبارت در مورد متانول نادرست است؟

- (۱) به‌عنوان یک حلال آلی در صنعت شناخته می‌شود.  
 (۲) به هر نسبتی در آب قابل امتزاج است.

(۳) در برخی کشورها به‌عنوان یک سوخت تمیز برای خودروها کاربرد یافته است.

(۴) متانول را می‌توان از واکنش کربن و هیدروژن به‌دست آورد.



(ماشینی صفحه ۷۹ کتاب درسی)

- (۲) به مقدار زیادی در قطران زغال سنگ یافت می‌شود.  
(۴) به‌عنوان حلال برای ترکیب‌های قطبی کاربرد دارد.

(ماشینی صفحه ۷۷ کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی)

- (۲) در چسب‌سازی، رنگ‌سازی، تولید باروت و برخی داروها کاربرد دارد.  
(۴) مایعی بی‌رنگ، خوش‌بو، فرار و آتش‌گیر است.

(جدول ۱ - صفحه ۷۷ کتاب درسی)



(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

### انحلال‌پذیری مواد در آب

(آزاد ریاضی - ۶۶)

۲۶- انحلال‌پذیری یک ماده، مقداری از آن برحسب گرم است که .....

- (۱) در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب حل می‌شود.  
(۲) با ۱۰۰ گرم آب، محلول سیرشده بدهد.  
(۳) با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب، محلول سیرشده بدهد.  
(۴) در ۱۰۰ گرم آب حل شود.

۲۷- ۳۰ گرم از یک نمک در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل شده و محلول سیرشده به وجود آمده است. عدد ۳۰ را ..... گویند.

- (۱) مولالیت (۲) قابلیت حل شدن (۳) مولالیت (۴) درصد جرمی (آزاد ریاضی - ۸۵)

۲۸- اگر از ۲۸/۵ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم نیترات در دمای معین، پس از تبخیر کامل، مقدار ۳/۵ گرم نمک خشک به دست آید،

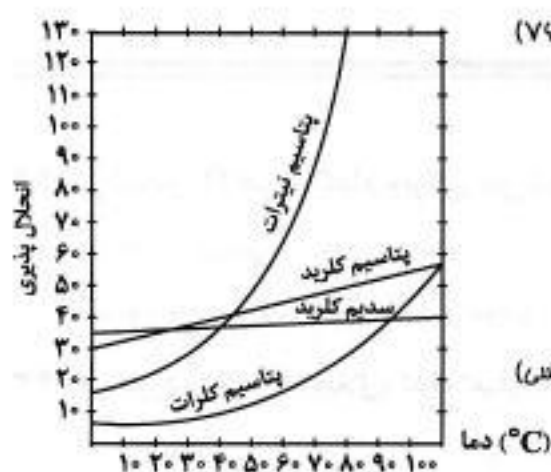
انحلال‌پذیری این نمک برحسب گرم در ۱۰۰ گرم آب، کدام است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۱۴ (۳) ۱۶ (۴) ۱۸ (سراسری تهرانی ۸۷ + ۱ بار تکرار مشابه)

۲۹- قابلیت حل شدن پتاسیم نیترات در دمای معین ۸۰ گرم است. چند گرم از این محلول سیرشده در همان دما دارای ۸ گرم

پتاسیم نیترات است؟

- (۱) ۱۸ (۲) ۱۰۸ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰ (آزاد پزشکی - ۸۹ و آزاد تهرانی - ۸۴)



(آزاد ریاضی - ۷۶)

۳۰- با توجه به نمودار روبه‌رو در  $10^{\circ}\text{C}$  انحلال‌پذیری کدام یک بیش‌تر است؟

- (۱) NaCl  
(۲) KCl  
(۳)  $\text{KNO}_3$   
(۴)  $\text{KClO}_3$

(فکر کنید صفحه ۷۸ کتاب درسی)

۳۱- کدام عبارت در ارتباط با انحلال‌پذیری مواد در آب نادرست است؟

- (۱) در دمای یکسان میزان حل شدن مواد مختلف در آب متفاوت است.  
(۲) انحلال‌پذیری ترکیب‌های محلول از یک گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب بیش‌تر است.  
(۳) انحلال‌پذیری ترکیب‌های کم‌محلول بین ۱ تا ۱۰ گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب است.  
(۴) ترکیب‌های نامحلول به هیچ مقدار در آب حل نمی‌شوند.

(جدول ۱ صفحه ۷۷ و جدول ۲ صفحه ۷۸ کتاب درسی)

۳۲- در کدام گزینه، هر سه ماده‌ی ارایه شده به هر نسبت با آب قابل امتزاج هستند؟

- (۱) هگزان - تولوئن - استون (۲) متانول - اتانول - پروپانول (۳) هگزان - تولوئن - اتانول (۴) متانول - اتانول - استون

(جدول ۲ - صفحه ۷۸ کتاب درسی)

۳۳- کدام یک از ترکیب‌های زیر، جزو ترکیب‌های کم‌محلول به‌شمار می‌رود؟

- (۱) باریم سولفات (۲) پتاسیم نیترات (۳) متانول (۴) هگزانول



(جدول ۲ - صفحه ۷۸ کتاب درسی)

(۳) هیدروژن کلرید (۴) هگزانول

۳۴- کدام گزینه، از ترکیب‌های نامحلول در آب به‌شمار می‌رود؟

(۱) کلسیم سولفات (۲) باریم سولفات

(جدول ۳ - صفحه ۸۷ کتاب درسی)

(۲) کلرات‌ها محلول هستند.  
(۴) اغلب سولفیدها نامحلول هستند.

۳۵- کدام گزینه نادرست است؟

(۱) نیترات‌ها محلول هستند.  
(۳) اغلب فسفات‌ها محلول هستند.

(شود را بیازمایید - صفحه ۸۸ کتاب درسی)

(۲)  $PbS$  و  $BaCl_2$  و  $Cr(OH)_3$   
(۴)  $PbI_2$  و  $Ca_3(PO_4)_2$  و  $Ag_2SO_4$

۳۶- کدام دسته‌ی سه‌تایی از ترکیب‌های یونی زیر نامحلول هستند؟

(۱)  $CuBr$  و  $Na_2S$  و  $(NH_4)_2SO_4$   
(۳)  $CuO$  و  $K_2CO_3$  و  $HgCl_2$

وضعیت انحلال در آب			ترکیب
نامحلول	کم محلول	محلول	
x			$PbS$
		x	$FeCl_2$
	x		$CaSO_4$
		x	$Al(OH)_3$

۳۷- وضعیت انحلال‌پذیری کدام‌یک از ترکیب‌های پیشنهاد شده در جدول

روبرو، نادرست گزارش شده است؟ (سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

(۱)  $PbS$

(۲)  $FeCl_2$

(۳)  $CaSO_4$

(۴)  $Al(OH)_3$

۳۸- ترکیب یونی  $HgCl_2$  ، ..... در آب و ترکیب یونی  $Hg_2Cl_2$  ، .....

در آب است.

(۱) محلول - محلول

(۲) محلول - نامحلول

(۳) نامحلول - محلول

(۴) نامحلول - نامحلول

(سراسری ریاضی - ۷۲)

(۴)  $Zn^{2+}$

(۳)  $Na^+$

(۲)  $Cu^{2+}$

(۱)  $Ag^+$

۳۹- کدام یون هم با  $S^{2-}$  و هم با  $Cl^-$  رسوب می‌دهد؟

(آزاد پزشکی - ۷۷ و سراسری تجربی - ۶۸)

(۴)  $F^-$

(۳)  $Cl^-$

(۲)  $I^-$

(۱)  $Br^-$

۴۰- کدام یون با  $Ag^+$  ترکیب محلول در آب می‌دهد؟

(آزاد تجربی - ۸۶)

(۴) اتانول

(۳) سدیم کلرید

(۲) ید

(۱) شکر

۴۱- کدام ماده‌ی زیر موقع حل شدن در آب محلول سیرشده، نمی‌تواند تولید کند؟

### پیش‌بینی انحلال‌پذیری دو ماده در یکدیگر

۴۲- بر اساس آگاهی از کدام ویژگی حل‌شونده و حلال، می‌توان انحلال‌پذیری و تشکیل محلول را پیش‌بینی کرد؟

(۲) دمای ذوب و جوش

(۱) حالت فیزیکی

(۴) جرم مولی

(۳) نوع و مقدار نیروهای جاذبه‌ای موجود بین ذره‌های تشکیل‌دهنده

(سراسری ریاضی - ۷۱)

۴۳- در مورد پدیده‌ی انحلال، کدام عبارت صحیح است؟

(۱) مواد قطبی و ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

(۲) مواد قطبی و ناقطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند.

(۳) مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

(۴) مواد قطبی در حلال‌های ناقطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند.

(آزاد ریاضی - ۸۶)

(۴)  $CCl_4$

(۳)  $H_2O$

(۲)  $CH_3OH$

(۱)  $CH_3COOH$

۴۴- گاز متان در کدام‌یک از مواد زیر بهتر حل می‌شود؟

(سراسری تجربی - ۷۵)

(۴) ید

(۳) جیوه

۴۵- کدام‌یک از مواد زیر در کربن تتراکلرید حل می‌شود؟

(۱) سدیم استات

(۲) آهن(II) سولفات



(آزاد ریاضی - ۷۷)

۴۶- کدام ماده در حلال ناقطبی بیش تر حل می‌شود؟

NaCl (۴)

SO<sub>۲</sub> (۳)CS<sub>۲</sub> (۲)

AgF (۱)

(سراسری ریاضی - ۷۹)

۴۷- کدام ماده در حلالی که پیشنهاد شده است، بهتر حل می‌شود؟

(۲) هیدروژن کلرید در کربن دی‌سولفید

(۱) نفتالن در کربن تتراکلرید

(۴) سیلیس در آب

(۳) پتاسیم کلرید در بنزن

۴۸- کدام عبارت در مورد انحلال‌پذیری ترکیب‌های یونی در آب نادرست است؟

(۱) میزان انحلال‌پذیری ترکیب‌های یونی مختلف، به نوع یون‌های سازنده و ساختار بلوری آن‌ها بستگی دارد.

(۲) LiCl ترکیبی یونی است که در آن یون‌های Li<sup>+</sup> و Cl<sup>-</sup> در یک شبکه‌ی بلوری قرار دارند.

(۳) در مولکول آب، اتم‌های H دارای جزئی بار مثبت و اتم O دارای جزئی بار منفی است.

(۴) هنگامی که LiCl در آب حل می‌شود، جاذبه‌ی قوی بین یون لیتیم و سر مثبت مولکول‌های آب به وجود می‌آید.

۴۹- نیروی جاذبه‌ی بین مولکول آب و یک یون از نوع ..... است. این جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای از جاذبه‌ی دوقطبی - دوقطبی به ویژه پیوند

(ماشینی صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی)

هیدروژنی ..... و از پیوند یونی ..... است.

(۲) کووالانسی - ضعیف‌تر - قوی‌تر

(۱) کووالانسی - قوی‌تر - ضعیف‌تر

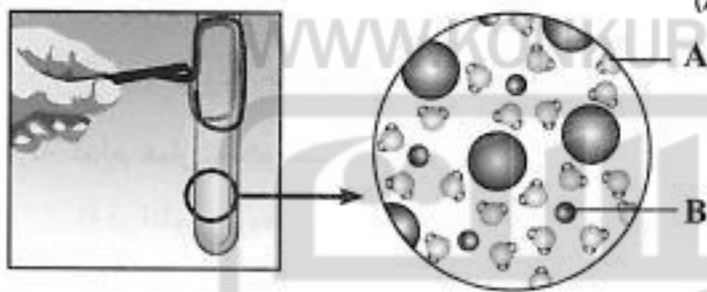
(۴) یون دوقطبی - ضعیف‌تر - قوی‌تر

(۳) یون دوقطبی - قوی‌تر - ضعیف‌تر

۵۰- منظور اصلی از طرح شکل روبه‌رو در کتاب درسی، نشان دادن انحلال ..... بودن لیتیم کلرید در ..... است و A و B در آن به ترتیب،

..... و ..... اند.

(شکل ۱ - صفحه‌ی ۷۹ کتاب درسی و سراسری تجربی - ۸۶)



(۱) پذیر - آب - مولکول آب - یون لیتیم

(۲) پذیر - آب - مولکول آب - یون کلرید

(۳) ناپذیر - تولوئن - مولکول تولوئن - لیتیم کلرید

(۴) ناپذیر بودن - تولوئن - لیتیم کلرید - مولکول تولوئن

(سراسری تجربی مرزهای دوه - ۷۰)

۵۱- کدام ماده، تنها ضمن حل شدن در آب، به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود؟

NH<sub>۴</sub>Cl (۴)

NaOH (۳)

NaCl (۲)

HCl (۱)

۵۲- کدام عبارت در مورد انحلال‌پذیری لیتیم کلرید در تولوئن نادرست است؟

(۱) تولوئن ترکیبی آلی است و مولکول‌های ناقطبی دارد.

(۲) بین مولکول‌های تولوئن، نیروهای جاذبه‌ای ضعیف وان‌دروالسی وجود دارد.

(۳) نیروی جاذبه‌ی بین یون‌های LiCl و مولکول‌های تولوئن بر پیوندهای یونی شبکه‌ی LiCl غلبه می‌کند.

(۴) مشاهده‌های تجربی نشان می‌دهند، ترکیب‌های یونی در مواد ناقطبی حل نمی‌شوند.

۵۳- با توجه به شکل روبه‌رو، که برای نشان دادن آزمایشی درباره‌ی انحلال‌پذیری

لیتیم کلرید در تولوئن در کتاب درسی مطرح شده است، کدام مطلب درست

(شکل ۱ - صفحه‌ی ۷۹ کتاب درسی و سراسری ریاضی - ۸۵)

است؟

(۱) A، لیتیم کلرید و B، تولوئن است.

(۲) شماری از مولکول‌های تولوئن و یون‌های لیتیم و کلرید، جذب یک‌دیگر شده‌اند.

(۳) لیتیم کلرید به دلیل ساختار یونی خود، در حلال ناقطبی مانند تولوئن، انحلال‌ناپذیر است.

(۴) با این آزمایش، می‌توان دریافت که از مایعات آلی نمی‌توان به‌عنوان حلال مواد استفاده کرد.

۵۴- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) مولکول‌های اوکتان ناقطبی هستند، از این‌رو در هگزان حل می‌شود.

(۲) بین مولکول‌های ناقطبی، نیروهای جاذبه‌ای وان‌دروالسی وجود دارد.

(۳) برهم‌کنش بین‌ذره‌ای میان دو مولکول ناقطبی از نوع دوقطبی - دوقطبی است.

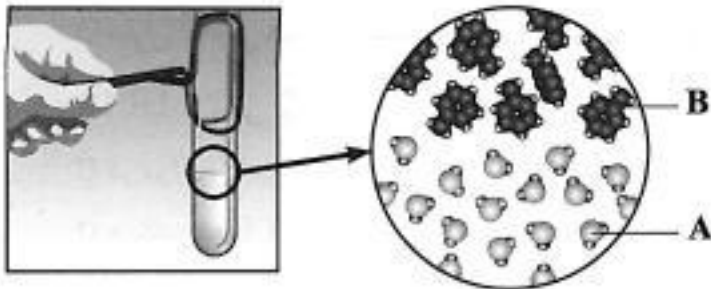
(۴) نیروی وان‌دروالسی از جمله نیروهای بین‌مولکولی ضعیف است.



- ۵۵- نفتالن در تولوئن حل می‌شود. کدام نتیجه‌گیری از این مشاهده، نادرست است؟ (فکر کنید صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی شماره‌ی ۷)
- (۱) مولکول‌های نفتالن ناقطبی هستند.  
 (۲) شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.  
 (۳) تولوئن یک حلال آلی ناقطبی است.  
 (۴) نفتالن در همه‌ی حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شود.

- ۵۶- آمیختن کدام دو ماده با یکدیگر، به تشکیل مخلوط ناهمگن از آن‌ها می‌انجامد؟ (سراسری ریاضی - ۸۴)
- (۱) تولوئن و آب  
 (۲) تولوئن و هگزان  
 (۳) ساکاروز و آب  
 (۴) آب و اتانول

- ۵۷- با توجه به شکل روبه‌رو، که برای بررسی انحلال‌پذیری تولوئن در آب، در کتاب درسی طرح شده است، کدام مطلب درست است؟



- (شکل ۱ - صفحه‌ی ۷۹ کتاب درسی و سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)
- (۱) A، مولکول تولوئن و B، تجمعی از مولکول‌های قطبی آب است.  
 (۲) تولوئن به علت ناقطبی بودن، در آب انحلال‌ناپذیر می‌باشد.  
 (۳) این شکل برای نشان دادن انحلال‌پذیر بودن تولوئن در آب مطرح شده است.  
 (۴) با توجه به این شکل، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب‌های آلی در آب حل نمی‌شوند.

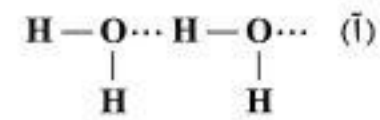
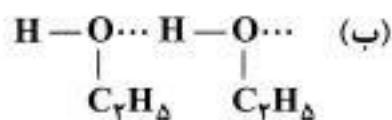
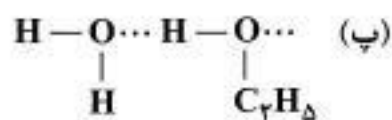
- ۵۸- مشابهت بنزن و ید از کدام نظر، سبب می‌شود که ید به خوبی در بنزن حل شود؟ (آزاد تجربی - ۷۹)
- (۱) انرژی پیوند بین اتم‌ها  
 (۲) خواص شیمیایی  
 (۳) خواص فیزیکی  
 (۴) نیروهای بین‌مولکولی

- ۵۹- به کدام علت زیر، حلالیت ید در کربن تتراکلرید، در مقایسه با حلالیت ید در آب، به مراتب بیش‌تر است؟ (سراسری تجربی - ۷۷)
- (۱) بیش‌تر بودن مقدار  $\Delta H$  ضمن انحلال ید در کربن تتراکلرید  
 (۲) نزدیک بودن نیروهای بین‌مولکولی ید و کربن تتراکلرید  
 (۳) نزدیک بودن جرم مولکولی ید به جرم مولکولی کربن تتراکلرید  
 (۴) یکسان بودن قطبیت پیوند در مولکول‌های ید و کربن تتراکلرید

۶۰- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) در اتانول نیروهای درون‌مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی است.  
 (۲) بین مولکول‌های قطبی آب پیوند هیدروژنی وجود دارد.  
 (۳) متانول در آب حل می‌شود.  
 (۴) هنگام انحلال اتانول در آب، پیوندهای هیدروژنی تازه‌ای به‌وجود می‌آید.

- ۶۱- در تصاویر زیر خط‌چین‌ها پیوندهای هیدروژنی را نشان می‌دهند. کدام پیوند هیدروژنی قوی‌تر است؟ (شکل ۷ - صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی)



- (۱) آ  
 (۲) ب  
 (۳) پ  
 (۴) قدرت هر سه برابر است.

- ۶۲- گرماده بودن انحلال اتیل الکل در آب، نشانه‌ی آن است که .....

- (۱) پیوند هیدروژنی در «آب، الکل»، از پیوندهای هیدروژنی در آب و یا در الکل ضعیف‌تر است.  
 (۲) پیوند هیدروژنی در «آب، الکل»، از پیوندهای هیدروژنی در آب و یا در الکل قوی‌تر است.  
 (۳) پیوند هیدروژنی در آب از پیوند هیدروژنی در الکل قوی‌تر است.  
 (۴) پیوند هیدروژنی در آب از پیوند هیدروژنی در الکل ضعیف‌تر است.

- ۶۳- هرگاه الکل در آب حل شود، بین مولکول‌های الکل و آب پیوندهای هیدروژنی جدید تشکیل می‌شود. این پیوندها از پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب و پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های الکل قوی‌تر است. از این رو می‌توان گفت انحلال الکل در آب .....

- (آزاد تجربی - ۷۶)
- (۱) گرماگیر است.  
 (۲) گرماده است.  
 (۳) در جهت افزایش آنتروپی است.  
 (۴) در جهت کاهش آنتروپی است.

- ۶۴- تولوئن در آب حل ..... زیرا .....

- (۱) می‌شود - تشابه در نیروهای بین‌مولکولی آن‌ها زیاد است.  
 (۲) می‌شود - این انحلال با افزایش آنتروپی همراه است.  
 (۳) نمی‌شود - تفاوت در نیروهای بین‌مولکولی آن‌ها زیاد است.  
 (۴) نمی‌شود - این انحلال با کاهش آنتروپی همراه است.

(فکر کنید - صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی شماره‌ی ۱)



۶۵- برهم‌کنش بین ذره‌ای میان یون سدیم و مولکول‌های آب از نوع ..... و برهم‌کنش بین ذره‌ای میان یون کلرید و مولکول‌های هگزان از نوع ..... است.  
(ماشیهی صفحه‌ی ۸۰ کتاب دسری)

- (۱) یون، دوقطبی - یون، دوقطبی القایی  
(۲) یون، دوقطبی القایی - یون، دوقطبی  
(۳) یون، دوقطبی - یون، دوقطبی  
(۴) یون، دوقطبی القایی - یون، دوقطبی القایی

۶۶- برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای میان مولکول‌های متانول و کلروفرم از نوع ..... و میان مولکول‌های اوکتان و هگزان از نوع ..... است.  
(ماشیهی صفحه‌ی ۸۰ کتاب دسری)

- (۱) دوقطبی، دوقطبی - دوقطبی، دوقطبی  
(۲) دوقطبی، دوقطبی - دوقطبی، دوقطبی القایی  
(۳) دوقطبی، دوقطبی القایی - دوقطبی، دوقطبی  
(۴) دوقطبی، دوقطبی - دوقطبی القایی، دوقطبی القایی

۶۷- برهم‌کنش بین ذره‌ای میان مولکول استون و مولکول هگزان از کدام نوع می‌باشد؟  
(ماشیهی صفحه‌ی ۸۰ کتاب دسری)

- (۱) دوقطبی - دوقطبی  
(۲) پیوند هیدروژنی  
(۳) دوقطبی القایی - دوقطبی القایی  
(۴) دوقطبی - دوقطبی القایی

۶۸- برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای میان مولکول‌های آب و متانول از کدام نوع است؟  
(ماشیهی صفحه‌ی ۸۰ کتاب دسری)

- (۱) دوقطبی - دوقطبی (۲) پیوند هیدروژنی (۳) یون - دوقطبی (۴) دوقطبی - دوقطبی القایی

۶۹- در کدام تصویر، برهم‌کنش بین ذره‌ای از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است؟  
(ماشیهی صفحه‌ی ۸۰ کتاب دسری)



۷۰- در کدام ردیف جدول زیر، عامل اساسی مؤثر در پیشرفت انحلال درست معرفی نشده است؟  
(سراسری تهری - ۷۴)

ردیف	حل شونده	حلال	عامل اساسی مؤثر در پیشرفت انحلال
۱	سدیم یدید	آب	برهم‌کنش‌های یون - دوقطبی القایی
۲	الکل	آب	پیوندهای هیدروژنی تازه
۳	ید	بنزن	برهم‌کنش‌های دوقطبی القایی - دوقطبی القایی
۴	گوگرد	کربن دی‌سولفید	برهم‌کنش‌های دوقطبی القایی - دوقطبی القایی

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

۷۱- انحلال پذیری ..... در آب، از انحلال پذیری ..... در آب کمتر است، زیرا در مولکول ..... بخش ..... بر بخش ..... غلبه دارد.  
(سراسری ریاضی - ۸۸)

- (۱) اتانول - بوتانول - اتانول - قطبی - ناقطبی  
(۲) بوتانول - اتانول - بوتانول - بوتانول - ناقطبی - قطبی  
(۳) بوتانول - اتانول - بوتانول - بوتانول - ناقطبی  
(۴) اتانول - بوتانول - اتانول - ناقطبی - قطبی

۷۲- هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌های راست‌زنجیر افزوده شود، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب ..... می‌شود، زیرا زنجیر هیدروکربنی ..... است.  
(فکر کلید - صفحه‌ی ۸۱ کتاب دسری)

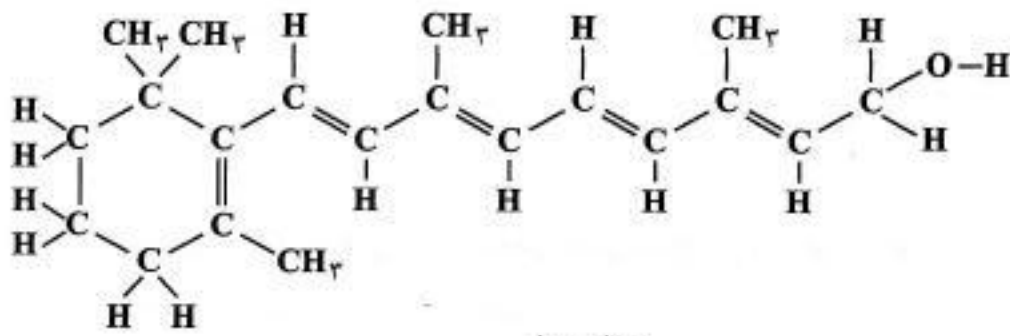
- (۱) بیش‌تر - قطبی  
(۲) بیش‌تر - ناقطبی  
(۳) کم‌تر - قطبی  
(۴) کم‌تر - ناقطبی

۷۳- کدام ماده در حلالی که پیشنهاد شده است، بیش‌تر حل می‌شود؟  
(سراسری تهری - ۸۰)

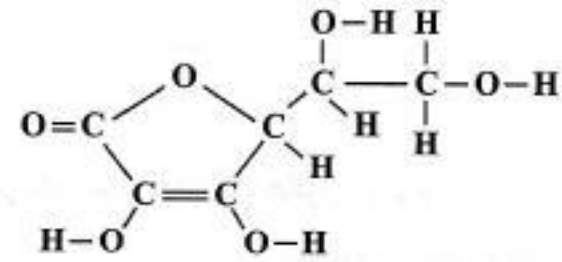
- (۱) ید در اتانول  
(۲) سدیم نیترات در کربن دی‌سولفید  
(۳) نفتالن در آب  
(۴) پتاسیم کلرید در اتیل الکل



۷۴- در شکل زیر ساختار ویتامین A و ویتامین C نشان داده شده است. کدام عبارت در مورد آن‌ها نادرست است؟



ویتامین A



ویتامین C

(فکر کلید صفحه‌ی ۸۱ کتاب درسی)

(۱) نام دیگر ویتامین A، رتینول و نام دیگر ویتامین C، آسکوربیک اسید است.

(۲) ویتامین C دارای ۲۲ پیوند کووالانسی است.

(۳) ویتامین A انحلال‌پذیر در چربی و ویتامین C انحلال‌پذیر در آب است.

(۴) مصرف بیش از اندازه‌ی هر یک از آن‌ها برای بدن مشکل ایجاد می‌کند.

(سراسری تجربی - ۸۷)

۷۵- کدام مطلب درست است؟

(۱) در بوتانول، بخش بیش‌تری از مولکول قطبی است و از این‌رو، به‌خوبی در آب حل می‌شود.

(۲) حل شدن هیدروژن کلرید در آب، بر اثر تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن با آب است.

(۳) به دلیل برقراری نیروی جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول تولوئن، لیتیم کلرید در تولوئن حل می‌شود.

(۴) ضمن حل شدن اتانول در آب، پیوندهای هیدروژنی قوی‌تری بین مولکول‌های اتانول و آب به‌وجود می‌آید.

### آنتالپی و آنتروپی در انحلال

۷۶- شرط انحلال خودبه‌خودی یک حل‌شونده در یک حلال کدام است؟

(۱) گرماده بودن و افزایش بی‌نظمی

(۲) گرماگیر بودن و افزایش بی‌نظمی

(۳) گرماده بودن و کاهش بی‌نظمی

(۴) گرماگیر بودن و کاهش بی‌نظمی

۷۷- تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن ..... حل‌شونده در مقدار ..... حلال را گرمای انحلال یا آنتالپی انحلال می‌نامند.

(۱) یک گرم - کمی

(۲) یک گرم - زیادی

(۳) یک مول - کمی

(۴) یک مول - زیادی

(پیش‌دانشگاهی تجربی - ۷۵)

۷۸- حل شدن کدام نمک در آب گرماده است؟

(۱) سدیم استات

(۲) کلسیم کلرید

(۳) پتاسیم یدید

(۴) آمونیوم نیترات

(آزاد پزشکی - ۷۶)

۷۹- حل شدن کدام‌یک در آب، گرماگیر است؟

(۱) کلسیم کلرید

(۲) پتاسیم نیترات

(۳) سولفوریک اسید

(۴) کلسیم اکسید

(آزاد تجربی - ۷۷)

۸۰- انحلال کدام‌یک در آب، گرماگیر است؟

(۱)  $\text{CaCl}_2$

(۲)  $\text{NaOH}$

(۳)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

(۴)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

۸۱- کدام عبارت در مورد آنتروپی انحلال نادرست است؟

(۱) حل شدن جامد در مایع، اغلب با افزایش آنتروپی همراه است.

(۲) وقتی دو مایع در یکدیگر حل می‌شوند، آزادی عمل و تحرک ذره‌های دو مایع بیش‌تر می‌شود.

(۳) حل شدن گاز در مایع با کاهش آنتروپی همراه است.

(۴) هنگامی که گازی در یک مایع حل می‌شود، نیروی جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای کاهش یافته و آزادی عمل کم‌تر می‌شود.

(شود را بیازمایید - صفحه‌ی ۸۴ کتاب درسی و آزاد ریاضی - ۸۶)

۸۲- در کدام مورد، انحلال با کاهش آنتروپی همراه است؟

(۱) اتانول در آب

(۲) گاز آمونیاک در آب

(۳) پتاسیم کلرید در آب

(۴) ید در کربن تتراکلرید

۸۳- ضمن حل شدن پتاسیم نیترات در آب، سطح انرژی و میزان بی‌نظمی دستخوش کدام تغییر می‌شود؟

(۱) کاهش - افزایش

(۲) افزایش - کاهش

(۳) افزایش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش

(آزاد تجربی - ۸۶ و پیش‌دانشگاهی تجربی - ۷۵)



- ۸۴- عامل‌های اصلی مؤثر در پیشرفت انحلال کلسیم کلرید در آب کدام‌اند؟  
 (۱) کاهش سطح انرژی، افزایش بی‌نظمی  
 (۲) افزایش سطح انرژی، کاهش بی‌نظمی  
 (۳) پیوند هیدروژنی، افزایش بی‌نظمی  
 (۴) پیوند هیدروژنی، افزایش سطح انرژی  
 (سراسری ریاضی مرحله‌ی دوم - ۷۹)
- ۸۵- آنتالپی و بی‌نظمی در پیشرفت انحلال کلسیم کلرید در آب، چگونه عمل می‌کنند؟  
 (۱) هر دو عامل مساعدند.  
 (۲) هر دو عامل نامساعدند.  
 (۳) آنتالپی عامل نامساعد و بی‌نظمی عامل مساعد است.  
 (۴) آنتالپی عامل مساعد اما بی‌نظمی عامل نامساعد است.  
 (سراسری ریاضی - ۸۴)
- ۸۶- انحلال کدام ماده در آب، گرماگیر و با افزایش بی‌نظمی همراه است؟  
 (۱) سولفوریک اسید  
 (۲) گاز آمونیاک  
 (۳) گاز کریپتون  
 (۴) پتاسیم نیترات  
 (سراسری ریاضی و تجربی مرحله‌ی دوم - ۷۵)
- ۸۷- حل شدن کدام ماده در آب، با کاهش سطح انرژی و کاهش میزان بی‌نظمی همراه است؟  
 (۱) کلسیم کلرید  
 (۲) شکر  
 (۳) گاز آمونیاک  
 (۴) پتاسیم نیترات  
 (سراسری تجربی - ۸۴ و پیش‌دانشگاهی ریاضی - ۷۵)
- ۸۸- با توجه به واکنش‌های مربوط به انحلال سدیم هیدروکسید و پتاسیم کلرید در آب:  

$$\text{NaOH(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \quad ; \quad \Delta H = -44/51 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

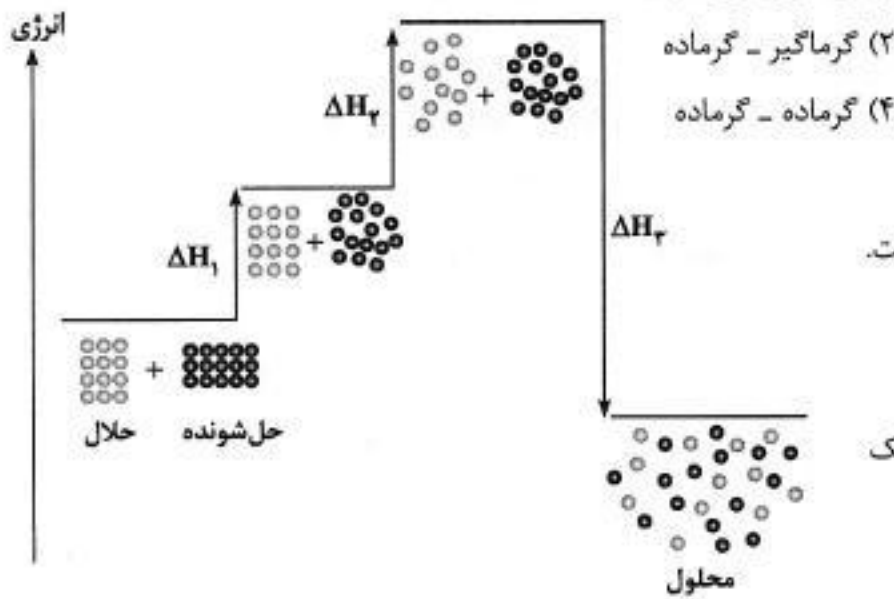
$$\text{KCl(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \quad ; \quad \Delta H = +17/1 \text{kJ}$$
 می‌توان دریافت که انحلال ..... در آب، فرایندی گرما ..... و همراه با ..... سطح انرژی و ..... آنتروپی است.  
 (۱) پتاسیم کلرید - گیر - افزایش - افزایش  
 (۲) پتاسیم کلرید - ده - افزایش - کاهش  
 (۳) سدیم هیدروکسید - گیر - کاهش - افزایش  
 (۴) سدیم هیدروکسید - ده - افزایش - کاهش  
 (سراسری تجربی - ۸۶)
- ۸۹- دلیل خودبه‌خودی بودن انحلال ید در کربن تتراکلرید کدام است؟  
 (۱) تشابه نوع پیوند بین اتم‌ها، افزایش آنتروپی  
 (۲) تشابه نیروی بین مولکولی، افزایش آنتروپی  
 (۳) جامد بودن ید و مایع بودن کربن تتراکلرید  
 (۴) فرار بودن ید و غیرفرار بودن کربن تتراکلرید  
 (سراسری تجربی مرحله‌ی دوم - ۷۹)
- ۹۰- کدام گزینه علل حل شدن شکر (ساکاروز)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  در آب را به درستی نشان می‌دهد؟  
 (۱) کاهش آنتروپی و وجود نیروهای ضعیف وان‌دروالسی میان مولکول‌های شکر  
 (۲) کاهش آنتروپی و ایجاد پیوندهای هیدروژنی جدید میان مولکول‌های شکر و آب  
 (۳) افزایش آنتروپی و وجود نیروهای ضعیف وان‌دروالسی میان مولکول‌های شکر  
 (۴) افزایش آنتروپی و ایجاد پیوندهای هیدروژنی جدید میان مولکول‌های شکر و آب
- ۹۱- یک انحلال در صورت دارا بودن کدام ویژگی خودبه‌خودی است؟  
 (۱)  $\Delta H > 0$  و  $\Delta S > 0$ ، در دمای پایین  
 (۲)  $\Delta H > 0$  و  $\Delta S < 0$ ، در همه‌ی دماها  
 (۳)  $\Delta H < 0$  و  $\Delta S > 0$ ، در همه‌ی دماها  
 (۴)  $\Delta H < 0$  و  $\Delta S < 0$ ، در دمای بالا
- ۹۲- کدام‌یک از انحلال‌های زیر، در همه‌ی دماها به‌طور خودبه‌خودی صورت می‌پذیرد؟  
 (۱) گاز آمونیاک در آب  
 (۲) کلسیم کلرید در آب  
 (۳) پتاسیم نیترات در آب  
 (۴) آمونیوم کلرید در آب
- ۹۳- انحلال کدام مورد در آب، فقط در دماهای پایین به‌طور خودبه‌خودی انجام می‌شود؟  
 (۱) گاز آمونیاک  
 (۲) کلسیم کلرید  
 (۳) سدیم هیدروکسید  
 (۴) سولفوریک اسید
- ۹۴- انحلال کدام مورد در آب، فقط در دماهای بالا به‌طور خودبه‌خودی انجام می‌شود؟  
 (۱)  $\text{CaCl}_2$   
 (۲)  $\text{CH}_3\text{OH}$   
 (۳)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
 (۴)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- ۹۵- در انحلال خودبه‌خودی گازها در آب، آنتروپی و سطح انرژی به‌ترتیب دستخوش کدام تغییر می‌شود؟  
 (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - افزایش  
 (۴) کاهش - کاهش  
 (سراسری ریاضی - ۷۷)
- ۹۶- در جاهای خالی عبارت: «انحلال خودبه‌خودی هیدروژن کلرید در آب، با ..... محتوای انرژی و ..... آنتروپی همراه است»، به ترتیب کدام کلمه‌ها را باید قرار داد؟  
 (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - افزایش  
 (۴) کاهش - کاهش  
 (سراسری ریاضی - ۷۸)



- ۹۷- با توجه به این که انحلال گاز آمونیاک در آب، در دمای معمولی پدیده‌ای خودبه‌خودی است، می‌توان نتیجه گرفت که: (سراسری تهر - ۷۷)
- (۱) آمونیاک به صورت محلول، خاصیت بازی ضعیفی دارد.
  - (۲) آمونیاک در آب، به صورت مولکولی حل می‌شود.
  - (۳) این فرایند با افزایش آنترپی مواد همراه است.
  - (۴) این فرایند در جهت کاهش سطح انرژی مواد است.

- ۹۸- کدام پدیده‌ی خودبه‌خودی زیر، همواره با کاهش انرژی همراه است؟ (آزاد پزشکی - ۷۷)
- (۱) تبخیر یک مایع
  - (۲) تصعید یک گاز
  - (۳) انحلال یک گاز در مایع
  - (۴) انحلال یک جامد در مایع

- ۹۹- در فرایند حل شدن ترکیب‌های مولکولی در آب، مراحل جدا شدن مولکول‌های حل‌شونده از یک‌دیگر و مولکول‌های آب از یک‌دیگر ..... و مرحله‌ی پراکنده شدن همگن مولکول‌های حل‌شونده بین مولکول‌های آب ..... است.



- (۱) گرماگیر - گرماگیر
  - (۲) گرماگیر - گرماده
  - (۳) گرماده - گرماگیر
  - (۴) گرماده - گرماده
- ۱۰۰- شکل روبه‌رو برای درک بهتر کدام مطلب کشیده شده است؟
- (۱) انحلال یک ترکیب مولکولی در آب از دید مولکولی شامل سه مرحله است.
  - (۲) انحلال یک ترکیب مولکولی در آب همواره گرماده است.
  - (۳) انحلال یک ترکیب یونی در آب همواره گرماده است.
  - (۴) در انحلال ترکیب‌های یونی در آب، یون‌های مثبت و منفی از هم تفکیک می‌شوند.

(شکل ۴ صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی)

- ۱۰۱- در انحلال شکر (ساکاروز) در آب، مجموع گرمای لازم جدا شدن مولکول‌های شکر از هم و جدا شدن مولکول‌های آب از هم، بیش از گرمای آزاد شده از پراکنده شدن همگن مولکول‌های شکر بین مولکول‌های آب است. کدام عبارت در مورد این فرایند نادرست است؟ (فکر کنید صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی)

- (۱) نمونه‌ای از انحلال ترکیب‌های مولکولی در آب است.
- (۲) فرایندی گرماگیر است.
- (۳) با توجه به گرماگیر بودن، به‌طور خودبه‌خود روی نمی‌دهد.
- (۴) افزایش دما بر مقدار انحلال شکر در آب می‌افزاید.

- ۱۰۲- کدام گزینه در ارتباط با انحلال یک ترکیب یونی در آب نادرست است؟

- (۱) فروپاشی شبکه‌ی بلوری ترکیب یونی با صرف انرژی همراه است.
- (۲) جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر، گرماگیر است.
- (۳) در برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب، انرژی زیادی آزاد می‌شود.
- (۴) برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب را مرحله‌ی آب‌پوشی می‌نامند.

- ۱۰۳- اگر در انحلال NaOH در آب، گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaOH،  $q_1$  گرمای لازم برای جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر و  $q_2$  گرمای آزاد شده از برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب باشد، کدام مقایسه در مورد گرمای مراحل مختلف این انحلال درست است؟

$$q_1 + q_2 > q_3 \quad (1) \quad q_1 + q_2 < q_3 \quad (2) \quad q_1 > q_2 + q_3 \quad (3) \quad q_1 < q_2 - q_3 \quad (4)$$

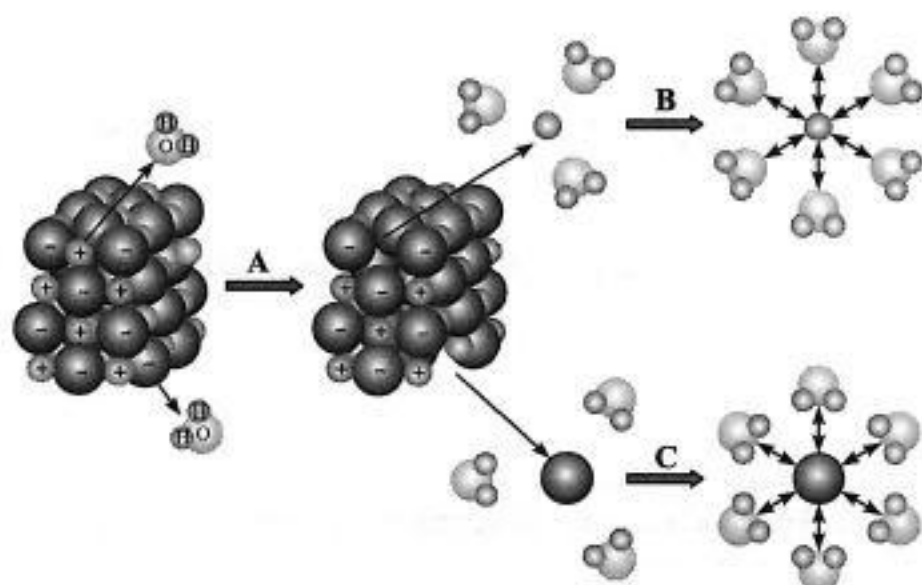
- ۱۰۴- اگر در انحلال نمک طعام در آب،  $q_1$  گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی جامد یونی NaCl،  $q_2$  گرمای لازم برای جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر و  $q_3$  گرمای آزاد شده از برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب باشد، کدام مقایسه در مورد گرمای مراحل مختلف این انحلال درست است؟

$$q_1 > q_2 > q_3 \quad (1) \quad q_1 < q_2 < q_3 \quad (2) \quad q_1 + q_2 > q_3 \quad (3) \quad q_1 + q_2 < q_3 \quad (4)$$

- ۱۰۵- اگر در انحلال ترکیب‌های یونی در آب،  $q_1$  گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری جامد یونی،  $q_2$  گرمای لازم برای جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر و  $q_3$  گرمای آزاد شده از برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب باشد، کدام نتیجه‌گیری همواره برقرار است؟

$$q_1 + q_2 < q_3 \quad (1) \quad q_1 + q_2 > q_3 \quad (2) \quad q_2 < q_3 \quad (3) \quad q_2 > q_3 \quad (4)$$





- ۱۰۶- شکل روبه‌رو انحلال سدیم کلرید در آب را نشان می‌دهد. کدام عبارت درست است؟ (شکل ۵ صفحه ۸۳ کتاب درسی)
- (۱) مرحله‌ی A فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaCl را نشان می‌دهد.  
 (۲) مرحله‌ی B برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون کلرید و مولکول‌های آب را نشان می‌دهد.  
 (۳) مرحله‌ی C برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون سدیم و مولکول‌های آب را نشان می‌دهد.  
 (۴) این انحلال همواره گرماده است.

۱۰۷- آب‌پوشی یون‌ها فرایندی است که از نظر آنتالپی ..... است ولی آنتروپی را به مقدار زیادی ..... می‌دهد.

- (۱) مطلوب - کاهش  
 (۲) نامطلوب - کاهش  
 (۳) مطلوب - افزایش  
 (۴) نامطلوب - افزایش
- ۱۰۸- احاطه شدن ..... جسم حل‌شدنی توسط مولکول‌های آب را آب‌پوشی گویند. می‌توان آب‌پوشی را نوعی تشکیل پیوند ..... در نظر گرفت، در نتیجه فرایندی ..... است.

(۱) یون‌های - یونی - گرماده (۲) یون‌های - یونی - گرماگیر (۳) ذره‌های - وان‌دروالسی - گرماده (۴) ذره‌های - وان‌دروالسی - گرماگیر

۱۰۹- هر چه بار یون ..... و حجم آن ..... باشد، آنتالپی آب‌پوشی آن بیش‌تر است.  
 (۱) بیش‌تر - بیش‌تر (۲) کم‌تر - کم‌تر (۳) کم‌تر - بیش‌تر (۴) بیش‌تر - کم‌تر

۱۱۰- آنتالپی آب‌پوشی کدام یون هالید بیش‌تر است؟

(۱)  $I^-$  (۲)  $Br^-$  (۳)  $Cl^-$  (۴)  $F^-$

۱۱۱- کدام‌یک از یون‌های زیر با شدت بیش‌تری آب‌پوشی می‌شود؟

(۱)  $Ca^{2+}$  (۲)  $Br^-$  (۳)  $Mg^{2+}$  (۴)  $ClO_4^-$

۱۱۲- انحلال‌پذیری جامدات یونی در آب با انرژی شبکه‌ی بلور جامد یونی نسبت .....، با انرژی آب‌پوشی یون‌ها نسبت ..... و با افزایش آنتروپی نسبت ..... دارد.

(۱) معکوس - مستقیم - مستقیم (۲) معکوس - معکوس - مستقیم (۳) مستقیم - مستقیم - مستقیم (۴) مستقیم - معکوس - معکوس

۱۱۳- اگر در عمل انحلال جامدات یونی در آب، مقدار انرژی شبکه‌ی یونی بیش‌تر از مقدار انرژی آب‌پوشی یون‌ها باشد، انحلال ..... است. این وضعیت ضمن حل شدن ..... در آب پیش می‌آید.

(۱) گرماگیر - NaOH (۲) گرماده - NaOH (۳) گرماگیر - NaCl (۴) گرماده - NaCl

۱۱۴- اگر در عمل انحلال جامدات یونی در آب، مقدار انرژی آب‌پوشی یون‌ها بیش‌تر از مقدار انرژی شبکه‌ی یونی باشد، انحلال ..... است. این وضعیت ضمن حل شدن ..... در آب پیش می‌آید.

(۱) گرماگیر - NaOH (۲) گرماده - NaOH (۳) گرماگیر - NaCl (۴) گرماده - NaCl

۱۱۵- نمکی که انحلال آن در آب خودبه‌خودی است و در آن انرژی شبکه‌ی بلور بیش‌تر از انرژی حاصل از آب‌پوشی یون‌ها می‌باشد، ضمن انحلال، آنتالپی آن ..... و میزان بی‌نظمی آن ..... می‌یابد.

(۱) افزایش - افزایش (۲) کاهش - کاهش (۳) افزایش - کاهش (۴) کاهش - افزایش

۱۱۶- اگر انرژی لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaCl برابر ۷۸۶ کیلوژول بر مول و مجموع انرژی آزاد شده در آب‌پوشی یون‌های  $Na^+$  و  $Cl^-$  برابر ۷۸۳ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی انحلال NaCl در آب برابر ..... است و انحلال خودبه‌خودی این نمک در آب همراه با ..... آنتروپی است.

(لموله‌ی مل شده - صفحه‌ی ۸۴ کتاب درسی و آزاد تجربی - ۸۴)



۱۱۷- اگر بر اثر حل شدن ۱۲/۷ گرم نقره فلوئورید در آب، مقدار ۲/۰۵ کیلوژول گرما آزاد شود و انرژی شبکه‌ی بلور آن برابر ۹۱۱ کیلوژول بر

مول باشد، آنتالپی آب‌پوشی آن، چند کیلوژول بر مول است؟ ( $\Delta H_f = 108.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ ) (سراسری تهرپی - ۸۶)

- (۱) -۸۹۰/۵ (۲) -۹۳۱/۵ (۳) -۹۰۸/۵ (۴) -۹۱۳/۵

۱۱۸- کدام مطلب در مورد نمک خوراکی نادرست است؟ (سراسری تهرپی - ۸۵)

- (۱) انحلال آن در آب، با وجود گرماگیر بودن، خودبه‌خودی است.  
 (۲) انحلال‌پذیری آن در آب، وابستگی چندانی به دما ندارد.  
 (۳) تغییر آنتروپی در انحلال‌پذیری آن در آب نقش عمده‌ای دارد.  
 (۴) گرمای انحلال آن در آب، حدود ۵۰ کیلوژول بر مول است.

### تغییر دمای محلول در انحلال‌های گرماگیر و گرماده

۱۱۹- اگر حین انحلال، هیچ‌گونه مبادله‌ی انرژی با محیط پیرامون وجود نداشته باشد، در انحلال‌های گرماده دمای محلول ..... و در

انحلال‌های گرماگیر دمای محلول .....

- (۱) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.  
 (۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.  
 (۳) ثابت می‌ماند - ثابت می‌ماند.  
 (۴) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

۱۲۰- اگر حین انحلال پتاسیم هیدروکسید و پتاسیم نیترات در آب، هیچ‌گونه مبادله‌ی انرژی با محیط پیرامون وجود نداشته باشد، دمای

محلول آن‌ها به ترتیب چه تغییری می‌کند؟ (فکر کنید - صفحه‌ی ۸۵ کتاب درسی شما) (۷)

- (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - افزایش  
 (۴) کاهش - کاهش

۱۲۱- با توجه به معادله‌ی واکنش  $\text{NH}_4\text{Cl(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  در محلول آبی انرژی در مورد انحلال آمونیوم کلرید درست

است؟ (سراسری ریاضی و تهرپی مرحله‌ی دوم - ۷۵)

- (۱) با کاهش دما همراه است.  
 (۲) با کاهش بی‌نظمی همراه است.  
 (۳) به علت گرماگیر بودن، انجام نمی‌پذیرد.  
 (۴) فقط در دماهای بالا انجام می‌پذیرد.

۱۲۲- اگر بر اثر حل شدن مقداری از بلور یک نمک در آب، دمای آب کاهش یابد، می‌توان دریافت که:

- (۱) انحلال‌پذیری این نمک در آب با کاهش دما، افزایش می‌یابد.  
 (۲) میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های آب در این فرایند افزایش می‌یابد.  
 (۳) این فرایند با کاهش سطح انرژی و کاهش آنتروپی همراه است.  
 (۴) انرژی شبکه‌ی بلور این نمک از مجموع انرژی‌های آب‌پوشی یون‌های سازنده‌ی آن بیش‌تر است.

۱۲۳- چنانچه مقدار انرژی آب‌پوشی یون‌ها از مقدار انرژی شبکه‌ی یونی بیش‌تر باشد نه تنها انرژی ..... را تأمین می‌کند بلکه مقداری

انرژی نیز آزاد می‌شود که موجب بالا رفتن ..... ذره‌ها در محلول می‌شود. این وضعیت ضمن حل شدن ..... در آب پیش

می‌آید. (سراسری ریاضی - ۸۱)

- (۱) شبکه‌ی یونی - انرژی جنبشی متوسط - کلسیم کلرید  
 (۲) یونش - درجه‌ی تفکیک یونی برخی - آمونیوم کلرید  
 (۳) یونش - انرژی جنبشی متوسط - سدیم نیترات  
 (۴) شبکه‌ی یونی - درجه‌ی تفکیک یونی برخی - پتاسیم یدید

### تأثیر دما بر انحلال‌پذیری مواد

۱۲۴- در انحلال‌های گرماگیر، با ..... دما و در انحلال‌های گرماده با ..... دما، مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شدنی در حلال، حل

خواهد شد. (فکر کنید - صفحه‌ی ۸۷ کتاب درسی قسمت ۹)

- (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) کاهش - کاهش  
 (۳) افزایش - کاهش  
 (۴) کاهش - افزایش



ماده	انحلال پذیری در $10^{\circ}\text{C}$	انحلال پذیری در $70^{\circ}\text{C}$
A	۲۲	۴۱
B	۳۰	۱۸
C	۲۷	۱۹
D	۱۸	۷

۱۲۵- با توجه به داده‌های جدول مقابل، حل شدن کدام ماده در آب گرماگیر است؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

ماده	انحلال پذیری در $25^{\circ}\text{C}$	انحلال پذیری در $100^{\circ}\text{C}$
A	۳۶	۴۰
B	۳۲	۱۰۳
C	۹۵	۹۰
D	۶۲	۸۴

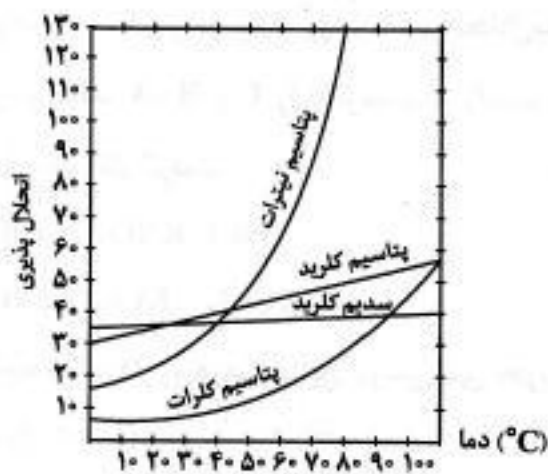
۱۲۶- با توجه به داده‌های جدول مقابل، حل شدن کدام ماده در آب گرماده است؟ (سراسری تجربی - ۷۹)

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

نوع ماده	انحلال پذیری	
	دمای $25^{\circ}\text{C}$	دمای $60^{\circ}\text{C}$
A	۶	۸۷
B	۹۴	۷۸
C	۳۴	۶۵
D	۴۵	۶۷

۱۲۷- با توجه به جدول مقابل، انرژی شبکه‌ی بلور کدام ماده از انرژی آب پوشی آن کم‌تر است؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)



۱۲۸- با توجه به منحنی مقابل، افزایش دما در انحلال پذیری کدام نمک در آب تأثیر کم‌تری دارد؟ (آزاد تجربی - ۷۵)

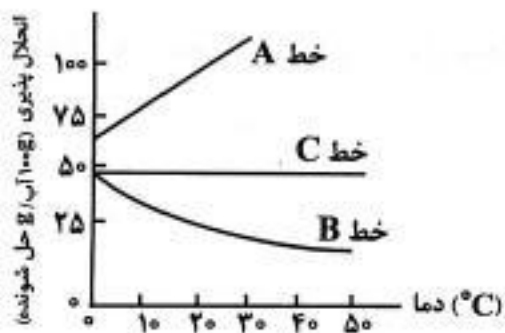
- NaCl (۱)
- $\text{KNO}_3$  (۲)
- KCl (۳)
- $\text{KClO}_4$  (۴)

ماده	انحلال پذیری، گرم در صد گرم	
	در $20^{\circ}\text{C}$	در $40^{\circ}\text{C}$
A	۲۱۰	۲۶۰
B	۳۲	۸۵
C	۸۴	۱۱۰
D	۹۰	۶۲

۱۲۹- با توجه به داده‌های جدول مقابل، گرما بر انحلال کدام ماده تأثیر بیش‌تری دارد؟ (سراسری ریاضی - ۷۹)

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

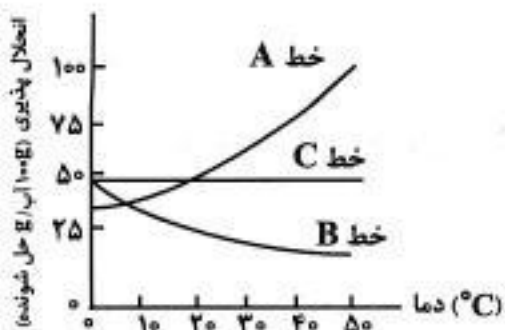




۱۳۰- در نمودار مقابل کدام خط می تواند مربوط به انحلال پذیری سدیم نیترات باشد؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)

(۴) اطلاعات برای پاسخ گویی کافی نیست.

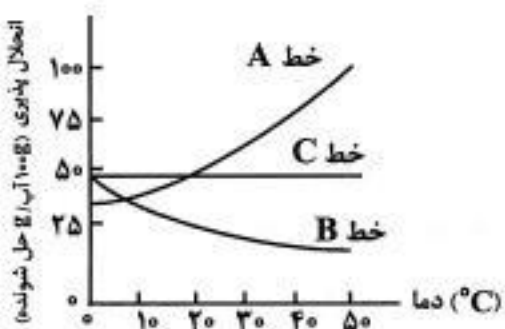


۱۳۱- در انحلال یک نمک در آب، انرژی شبکه‌ی بلور از انرژی آب پوشی یون های آن کم تر است.

در نمودار مقابل، کدام خط مربوط به انحلال پذیری این نمک می باشد؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)

(۴) اطلاعات برای پاسخ گویی کافی نیست.

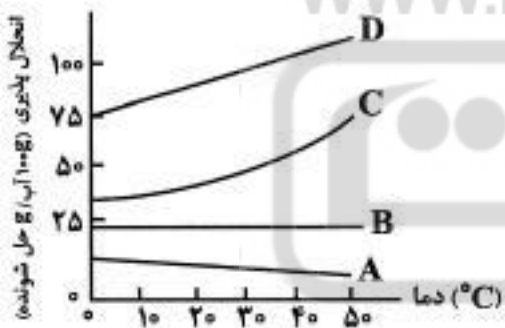


۱۳۲- در انحلال نمک AB در آب، انرژی شبکه‌ی بلور تقریباً با انرژی آب پوشی یون ها برابر است.

در نمودار مقابل کدام خط مربوط به انحلال پذیری این نمک می باشد؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)

(۴) اطلاعات برای پاسخ گویی کافی نیست.



۱۳۳- با توجه به نمودار مقابل، کدام نتیجه گیری نادرست است؟

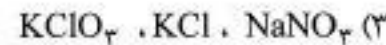
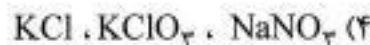
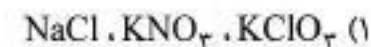
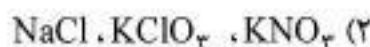
- (۱) انرژی شبکه‌ی بلور A از انرژی آب پوشی آن کم تر است.
- (۲) اختلاف انرژی شبکه‌ی بلور B با انرژی آب پوشی آن بسیار کم است.
- (۳) انرژی شبکه‌ی بلور C از انرژی آب پوشی آن کم تر است.
- (۴) انرژی شبکه‌ی بلور D از انرژی آب پوشی آن بیش تر است.

۱۳۴- با توجه به شکل روبه‌رو، که روند تغییر انحلال پذیری سه ماده‌ی A، B و C را نسبت به دما

نشان می دهد. A، B و C را به ترتیب (از راست به چپ)، می توان، ..... و

(نمودار صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی و سراسری ریاضی ۸۷)

..... در نظر گرفت.



۱۳۵- با توجه به نمودار روبه‌رو، از نتایج بررسی های تجربی می توان دریافت که: (سراسری تجربی - ۸۷)

(۱) انحلال گاز NH<sub>3</sub> در آب، گرماگیر است.

(۲) انحلال NH<sub>4</sub>Cl در آب، گرماده است.

(۳) انحلال پذیری گاز NH<sub>3</sub>، با عکس دما متناسب است و با افزایش آنتروپی همراه است.

(۴) انحلال پذیری NH<sub>4</sub>Cl، با افزایش دما، زیاد می شود و با افزایش آنتروپی همراه است.

۱۳۶- انحلال پذیری کدام ماده در آب با افزایش دما، افزایش می یابد؟

(۱) آمونیاک

(۲) پتاسیم نیترات

(۳) کلسیم کلرید

(۴) سدیم هیدروکسید

۱۳۷- انحلال پذیری کدام ماده در آب با افزایش دما، کاهش می یابد؟

(۱) آمونیوم نیترات

(۲) سدیم استات

(۳) پتاسیم برمید

(۴) کلسیم کلرید

۱۳۸- با توجه به این که انحلال گاز آمونیاک در آب ..... است، پس باید محلول آمونیاک را در جای ..... نگهداری کرد.

(۱) گرماده - سرد

(۲) گرماده - گرم

(۳) گرماگیر - سرد

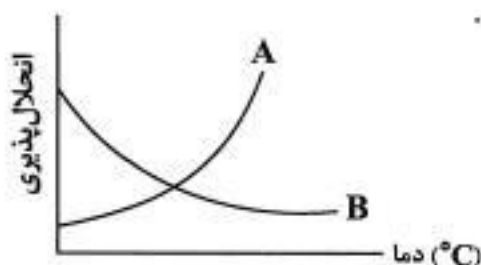
(۴) گرماگیر - گرم



۱۳۹- با توجه به جدول زیر که نشان‌دهنده تغییر انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات با دما است، انحلال خودبه‌خودی این نمک در آب چگونه است؟ (آزاد ریاضی ۷۴ + ۱ بار تکرار مشابه)

دما (°C)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
انحلال‌پذیری	۳۲	۴۶	۶۴	۸۶

- (۱) گرماده، افزایش آنتروپی
- (۲) گرماگیر، کاهش آنتروپی
- (۳) گرماگیر، افزایش آنتروپی
- (۴) گرماده، کاهش آنتروپی

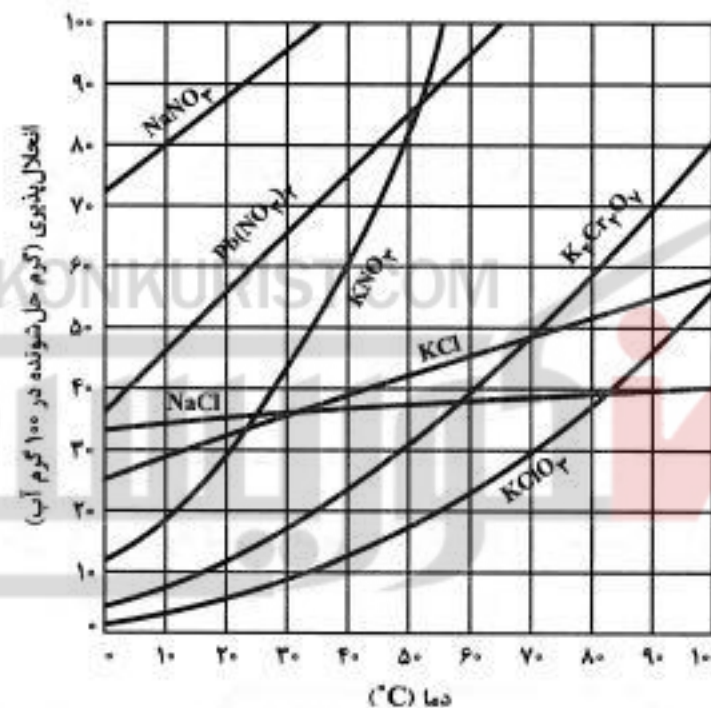


۱۴۰- با توجه به نمودارهای شکل روبه‌رو، نتیجه می‌شود که فرایند انحلال خودبه‌خودی ماده‌ی ..... (سراسری ریاضی - ۷۳)

(سراسری ریاضی - ۷۳)

- (۱) گرماگیر بوده، با افزایش بی‌نظمی همراه است.
- (۲) گرماگیر بوده، با کاهش بی‌نظمی همراه است.
- (۳) گرماده بوده، با افزایش بی‌نظمی همراه است.
- (۴) گرماده بوده، با کاهش بی‌نظمی همراه است.

با توجه به نمودار زیر، به تست‌های باقی‌مانده‌ی این قسمت پاسخ دهید.



۱۴۱- اگر بخواهیم محلول‌های سیرشده‌ای از پتاسیم کلرید در دماهای ۰°C، ۴۰°C و ۸۰°C تهیه کنیم، در هر مورد به ترتیب از راست به چپ

(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی شماره‌ی ۱ قسمت آ)

چند گرم KCl را باید در ۱۰۰ گرم آب حل کرد؟

(۴) ۵۲ - ۳۸ - ۲۵

(۳) ۲۵ - ۳۸ - ۵۲

(۲) ۵۵ - ۴۵ - ۳۰

(۱) ۵۰ - ۳۰ - ۲۰

۱۴۲- تأثیر دما بر انحلال‌پذیری  $KNO_3$  از  $KCl$  ..... است و انحلال‌پذیری  $AgNO_3$  در آب ..... است.

(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی شماره‌ی ۱ قسمت ب و شماره‌ی ۲ قسمت پ)

(۴) بیش‌تر - گرماده

(۳) بیش‌تر - گرماگیر

(۲) کم‌تر - گرماده

(۱) کم‌تر - گرماگیر

۱۴۳- محلول سیرشده‌ای از پتاسیم کلرات در دمای ۸۰°C در اختیار داریم. اگر این محلول تا دمای ۰°C سرد شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا

(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی شماره‌ی ۱ قسمت پ)

در ۰°C نیز محلول سیرشده است؟

(۱) مقداری پتاسیم کلرات ته‌نشین شده و دوباره محلول سیرشده حاصل می‌شود.

(۲) مقداری پتاسیم کلرات ته‌نشین شده و محلول سیرنشده حاصل می‌شود.

(۳) هیچ مقدار پتاسیم کلرات ته‌نشین نشده و محلول، سیرشده باقی می‌ماند.

(۴) هیچ مقدار پتاسیم کلرات ته‌نشین نشده و محلول فراسیرشده حاصل می‌شود.

۱۴۴- با توجه به نمودار، در دمای ۶۰°C ریختن ۴۰ گرم از کدام نمک در ۱۰۰ گرم آب، محلول سیرشده‌ای از آن را به‌وجود می‌آورد؟

(نمودار صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی)

(۲) پتاسیم کرومات

(۴) پتاسیم دی‌کرومات

(۱) پتاسیم کلرات

(۳) پتاسیم کلرید



۱۴۵- در ۱۰۰ گرم آب  $20^{\circ}\text{C}$  حدود ۳۰ گرم و در ۱۰۰ گرم آب  $70^{\circ}\text{C}$  حدود ۵۰ گرم پتاسیم کلرید حل شده است. در هر مورد به ترتیب از راست به چپ ویژگی محلول چگونه است؟

- (۱) سیرشده - سیرنشده (۲) سیرنشده - سیرشده (۳) سیرنشده - فراسیرشده (۴) سیرشده - فراسیرشده

۱۴۶- با توجه به نمودار، محلول ۶۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب، در کدام دما سیرنشده و در کدام دما فراسیرشده است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید).

- (۱) ۳۵، ۴۵ (۲) ۴۰، ۴۵ (۳) ۳۵، ۴۰ (۴) ۴۵، ۳۵

۱۴۷- با توجه به نمودار، در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  به ۲۰۰ گرم آب، به قدر لازم پتاسیم دی‌کرومات می‌افزاییم تا محلول سیرشده حاصل شود. سپس دمای محلول را تا  $90^{\circ}\text{C}$  بالا می‌بریم. در این حالت کدام گزینه درست است؟

- (۱) محلول پتاسیم دی‌کرومات فراسیرشده می‌شود. (۲) هم‌چنان محلول، سیرشده باقی می‌ماند. (۳) ۶۰ گرم پتاسیم دی‌کرومات دیگر می‌توان در محلول حل کرد. (۴) ۳۰ گرم پتاسیم دی‌کرومات دیگر می‌توان در محلول حل کرد.

۱۴۸- با توجه به شکل داده شده در ۲۰ گرم محلول سیرشده  $\text{NaNO}_3$  در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  به تقریب چند گرم از این نمک وجود دارد؟

- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۱۴۹- با توجه به شکل که تغییرات انحلال پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می‌دهد، اگر ۲۴ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات با دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را تا دمای  $34^{\circ}\text{C}$  سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور جدا می‌شود؟

- (۱) ۱/۵ (۲) ۴ (۳) ۵/۲ (۴) ۶/۵

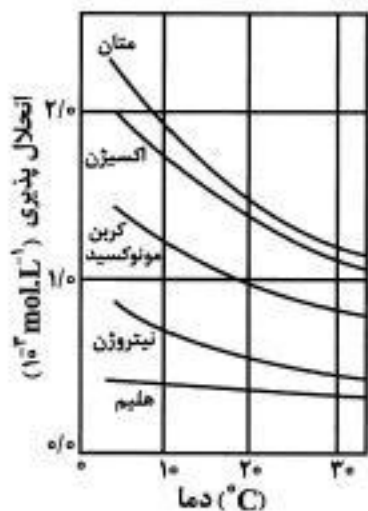
۱۵۰- با توجه به شکل که تغییرات انحلال پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می‌دهد، اگر ۲۶ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرات در  $70^{\circ}\text{C}$  را تا دمای  $14^{\circ}\text{C}$  سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور جدا می‌شود؟

- (۱) ۵/۵ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۰/۵

### انحلال پذیری گازها در آب

۱۵۱- انحلال پذیری گازها در آب با ..... فشار، ..... و با ..... دما، ..... می‌یابد. (سراسری تجربی ۸۷ - فارغ از کشور + ۷ بار تکرار)

- (۱) افزایش - افزایش - کاهش (۲) افزایش - کاهش - کاهش (۳) کاهش - کاهش - افزایش (۴) کاهش - افزایش - کاهش



۱۵۲- شکل روبه‌رو انحلال پذیری چند گاز را به صورت تابعی از دما نشان می‌دهد. افزایش دما بر انحلال پذیری کدام گاز تأثیر کم‌تری دارد؟

- (۱) متان (۲) اکسیژن (۳) نیتروژن (۴) هلیوم

۱۵۳- با استفاده از داده‌های جدول زیر، در چه دمایی انحلال پذیری گاز کلر  $0.50\text{g}$  در  $100\text{g}$  آب است؟

(همه‌پهن دانشمندان صفحه‌ی ۸۸ کتاب درسی شماره‌ی ۱ قسمت ب)

دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
انحلال پذیری $\text{Cl}_2$	۰/۷۲	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳

- (۱) ۲۶ (۲) ۳۶ (۳) ۴۶ (۴) ۵۶



۱۵۴- با استفاده از داده‌های جدول زیر، محلولی که شامل  $0.090\text{g}$  کربن دی‌اکسید در  $100\text{g}$  آب است، در  $25^\circ\text{C}$  چه حالتی دارد؟

(همپون دانشمندان صفحه‌ی ۸۸ کتاب درسی شماره‌ی ۱ قسمت پ با کمی تغییر)

دما ( $^\circ\text{C}$ )	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
انحلال‌پذیری $\text{CO}_2$	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸

(۱) سیرشده

(۲) سیرنشده

(۳) فراسیرشده

(۴) اطلاعات برای پاسخ‌گویی کافی نیست.

۱۵۵- انحلال‌پذیری کدامیک از گازهای زیر در فشار  $1\text{atm}$  و دمای  $25^\circ\text{C}$  در آب بیش‌تر است؟

(همپون دانشمندان صفحه‌ی ۸۸ کتاب درسی شماره‌ی ۷)

(۲)  $\text{O}_2$

(۱)  $\text{N}_2$

(۴)  $\text{NH}_3$

(۳)  $\text{CO}_2$

۱۵۶- براساس داده‌های جدول زیر که انحلال‌پذیری سه گاز را برحسب گرم در  $100\text{g}$  آب در فشار  $1\text{atm}$ ، نشان می‌دهد، کدام مطلب

(سراسری تجربی - ۸۸)

درست است؟

دما ( $^\circ\text{C}$ )	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
گاز A	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸
گاز B	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵
گاز C	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳

(۱) انحلال‌پذیری هر سه گاز با افزایش دما، به یک نسبت کاهش می‌یابد.

(۲) تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری گاز B در مقایسه با دو گاز دیگر کم‌تر است.

(۳) در دمای  $45^\circ\text{C}$ ، محلول  $0.35\text{g}$  گرم گاز C در  $100\text{g}$  گرم آب، سیرشده است.

(۴) در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، محلول  $0.60\text{g}$  گرم گاز B در  $200\text{g}$  گرم آب، فوق‌سیرشده است.

۱۵۷- «هنگامی که گازی بدون انجام واکنش شیمیایی در یک مایع حل می‌شود، انحلال‌پذیری گاز در مایع با فشار همان گاز در بالای محلول،

(همپون دانشمندان صفحه‌ی ۸۹ کتاب درسی شماره‌ی ۱۳)

نسبت مستقیم دارد.» این عبارت بیان‌گر کدام قانون است؟

(۴) وانت هوف

(۳) هنری

(۲) بویل

(۱) گی لوساک

۱۵۸- از میان گازهای  $\text{H}_2$  و  $\text{NO}$ ، انحلال‌پذیری گاز ..... در فشار یکسان بیش‌تر است و افزایش فشار بر انحلال‌پذیری گاز ..... تأثیر

(نمودار صفحه‌ی ۸۹ کتاب درسی)

کم‌تری دارد.

(۴)  $\text{H}_2 - \text{H}_2$

(۳)  $\text{NO} - \text{H}_2$

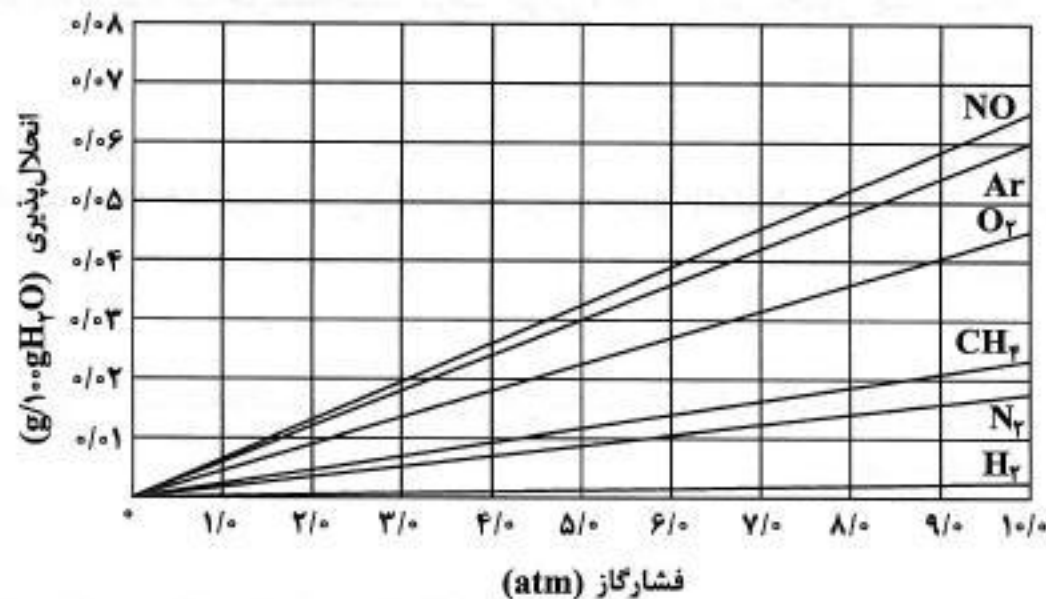
(۲)  $\text{H}_2 - \text{NO}$

(۱)  $\text{NO} - \text{NO}$

۱۵۹- نمودار زیر تأثیر فشار گاز بر انحلال‌پذیری چند گاز را در آب  $20^\circ\text{C}$  نشان می‌دهد. نمونه‌ای از محلول آرگون دارای  $100\text{g}$  گرم آب در دمای  $20^\circ\text{C}$

(نمودار صفحه‌ی ۸۹ کتاب درسی)

و فشار  $10\text{atm}$  موجود است. با دو برابر کردن حجم گاز بالای محلول، کدام تغییر روی می‌دهد؟ ( $\text{Ar} = 40$ )



(۲)  $3 \times 10^{-2}$  مول گاز آرگون وارد محلول می‌شود.

(۱)  $3 \times 10^{-2}$  مول گاز آرگون از محلول خارج می‌شود.

(۴)  $7/5 \times 10^{-4}$  مول گاز آرگون وارد محلول می‌شود.

(۳)  $7/5 \times 10^{-4}$  مول گاز آرگون از محلول خارج می‌شود.



# قسمت دوم

## غلظت و روش‌های بیان آن

(از صفحه‌ی ۱۹ تا ۹۳ کتاب درسی)

### مفهوم غلظت

۱۶۰- کدام گزینه در بیان مفهوم غلظت کامل‌تر است؟

- (۱) غلظت یک محلول به صورت جرم مقدار ماده‌ی حل‌شده در جرم مقدار معینی محلول تعریف می‌شود.
- (۲) غلظت یک محلول به صورت حجم مقدار ماده‌ی حل‌شده در حجم مقدار معینی محلول تعریف می‌شود.
- (۳) غلظت یک محلول به صورت حجم مقدار ماده‌ی حل‌شده در حجم مقدار معینی حلال تعریف می‌شود.
- (۴) غلظت یک محلول به صورت مقدار ماده‌ی حل‌شده در مقدار معینی حلال یا مقدار معینی محلول تعریف می‌شود.

### درصد جرمی یا درصد وزنی

۱۶۱- مفهوم درصد جرمی چیست؟

- (۱) گرم ماده‌ی حل‌شده در ۱۰۰ گرم محلول
- (۲) گرم ماده‌ی حل‌شده در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول
- (۳) گرم ماده‌ی حل‌شده در یک لیتر محلول
- (۴) مول ماده‌ی حل‌شده در ۱۰۰ گرم حلال

۱۶۲- کدام گزینه یکای درصد جرمی را به درستی نشان می‌دهد؟

- (۱)  $g.L^{-1}$
- (۲)  $mol.L^{-1}$
- (۳)  $g.cm^{-3}$
- (۴) درصد جرمی واحد ندارد.

۱۶۳- بر روی برچسب محلول شست‌وشوی دهان، عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد برای شست‌وشو، غیرقابل تزریق» نوشته شده است. از این عبارت می‌توان فهمید .....

- (۱) در ازای ۱۰۰ گرم آب، ۰/۹ گرم سدیم کلرید وجود دارد.
- (۲) در ازای ۱۰۰ گرم محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید وجود دارد.
- (۳) در ازای ۹۹/۱ گرم محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید وجود دارد.
- (۴) در ازای ۱۰۰ گرم محلول، ۰/۰۰۹ گرم سدیم کلرید وجود دارد.

۱۶۴- ۱/۷۵ گرم سدیم کلرید در ۵/۸۵ گرم آب حل‌شده است. درصد جرمی  $NaCl$  در این محلول چقدر است؟

- (۱) ۲۳
  - (۲) ۳۰
  - (۳) ۲۸
  - (۴) ۷۷
- (نمونه‌ی حل‌شده - صفحه‌ی ۹۰ کتاب درسی و آزاد تهرانی - ۸۴)

۱۶۵- ۱/۴۴ گرم سدیم هیدروکسید در ۴۵/۸۶ گرم آب حل‌شده است. درصد جرمی  $NaOH$  در این محلول چقدر است؟

- (۱) ۱
  - (۲) ۲
  - (۳) ۳
  - (۴) ۴
- (فهود را بیازمایید - صفحه‌ی ۹۰ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

۱۶۶- محلول ۵٪ جرمی سدیم نیترات تهیه شده است. در ۴۰ گرم از این محلول چند گرم  $NaNO_3$  وجود دارد؟

- (۱) ۱
  - (۲) ۲
  - (۳) ۳
  - (۴) ۴
- (فهود را بیازمایید - صفحه‌ی ۹۰ کتاب درسی شماره‌ی ۲)

۱۶۷- در ۴۰ گرم محلول آبی ۱۵٪ سدیم کلرید، چند گرم از این نمک وجود دارد؟

- (۱) ۴
  - (۲) ۶
  - (۳) ۱۰
  - (۴) ۱۲
- (سراسری تهرانی ۸۴ + ۱ بار تکرار مشابه)

۱۶۸- برای تهیه ۲۰۰ گرم محلول نمک و آب با درصد جرمی ۵، وزن آب و نمک لازم به ترتیب چقدر می‌شود؟

- (۱) ۲۰۰ گرم آب و ۱۰ گرم نمک
- (۲) ۱۸۰ گرم آب و ۲۰ گرم نمک
- (۳) ۱۹۵ گرم آب و ۵ گرم نمک
- (۴) ۱۹۰ گرم آب و ۱۰ گرم نمک



۱۶۹- در ۲۹/۲۵ گرم محلول ۲۰ درصد سدیم کلرید، چند مول NaCl وجود دارد؟ (Na = ۲۳ و Cl = ۳۵/۵) (سراسری ریاضی - ۷۳)

- (۱) ۰/۱۰ (۲) ۰/۱۵ (۳) ۰/۲۰ (۴) ۰/۲۵

۱۷۰- در محلول ۴۶ درصد وزنی اتیل الکل در آب، نسبت تعداد مول‌های الکل به تعداد مول‌های آب کدام است؟

(آزاد پزشکی - ۹۰ و آزاد ریاضی - ۸۶)

( $H_2O = 18$  و  $C_2H_5OH = 46$ )

- (۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{2}{5}$  (۴)  $\frac{2}{3}$

۱۷۱- محلول ۲۰٪ جرمی NaOH موجود است. چند گرم از این محلول برداریم تا مقدار NaOH موجود در آن، برابر ۱۰۰۰g باشد؟

- (۱) ۳۰۰۰ (۲) ۴۰۰۰ (۳) ۲۰۰۰ (۴) ۵۰۰۰

۱۷۲- چند گرم NaOH را باید در ۱۶۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سدیم هیدروکسید ۲۰٪ w/w حاصل شود؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۱۶۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۶۴۰

۱۷۳- ۱۰ گرم ید در ۵۰ میلی لیتر الکل با چگالی ۰/۸ گرم بر میلی لیتر حل شده است. درصد وزنی محلول چقدر است؟ (آزاد ریاضی - ۸۶)

- (۱) ۳۰ (۲) ۲۵ (۳) ۲۰ (۴) ۱۵

۱۷۴- اگر ۴۰۰ میلی گرم ید در ۳۱ میلی لیتر کربن تتراکلرید حل شود، درصد جرمی ید در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی کربن تتراکلرید

(سراسری ریاضی - ۸۸)

را برابر  $1/6 \text{ g mL}^{-1}$  در نظر بگیرید).

- (۱) ۰/۸ (۲) ۰/۶ (۳) ۱/۲ (۴) ۲/۴

۱۷۵- اگر ۲۰ گرم NaOH در ۶۰ گرم آب حل شود، درصد جرمی آن در این محلول، چند برابر درصد جرمی آن در محلولی است که در هر

(سراسری ریاضی - ۸۵)

۵۰ گرم آن، ۰/۱ مول NaOH به صورت حل شده وجود دارد؟ (Na = ۲۳ و O = ۱۶ و H = ۱)

- (۱) ۳/۱۲۵ (۲) ۳/۲۴۵ (۳) ۳/۲۵۱ (۴) ۳/۴۲۵

۱۷۶- اگر درصد جرمی ۲/۵ گرم سدیم کلرید در ۴۷/۵ گرم آب، با درصد جرمی سدیم هیدروکسید در یک نمونه از محلول آن برابر باشد، در

(سراسری تهرانی - ۸۷)

۲۵ گرم از این نمونه محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم از آن وجود دارد؟

- (۱) ۱/۲۰ (۲) ۱/۲۵ (۳) ۲/۲۰ (۴) ۲/۲۵

### ppm

۱۷۷- ppm نوعی غلظت است که نسبت ..... حل شونده به محلول را برای محلول‌های بسیار ..... نشان می‌دهد.

- (۱) مول - رقیق (۲) مول - غلیظ (۳) جرم - رقیق (۴) جرم - غلیظ

۱۷۸- اگر در یک کیلوگرم آب دریا ۰/۴g یون  $Ca^{2+}$  وجود داشته باشد، غلظت آن بر حسب ppm کدام است؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۴۰۰۰ (۳) ۲۴۰۰ (۴) ۲۴۰۰۰

۱۷۹- اگر غلظت سدیم کلرید در یک نمونه آب دریا برابر ۵۲۶/۵ ppm باشد، در یک کیلوگرم از آن نمونه آب، چند گرم از یون سدیم وجود

(سراسری تهرانی - ۸۸)

دارد؟ ( $Na = 23, Cl = 35/5; \text{gmol}^{-1}$ )

- (۱) ۰/۲۱۱ (۲) ۰/۲۰۷ (۳) ۲/۱۱ (۴) ۲/۰۷

۱۸۰- برای محلول‌های بسیار رقیق یک حل شونده در آب، می‌توان ppm را به صورت ..... حل شونده‌ی موجود در ..... تعریف کرد.

(فکر کنید - صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی)

- (۱) میلی گرم - صد گرم محلول (۲) گرم - صد گرم محلول

- (۳) میلی گرم - یک لیتر محلول (۴) گرم - یک لیتر محلول

### درصد حجمی

۱۸۱- درصد حجمی مناسب‌ترین شیوه برای بیان غلظت کدام محلول است؟

- (۱) محلول گاز در مایع (۲) محلول جامد در مایع (۳) دو مایع قابل امتزاج (۴) هر سه

۱۸۲- درصد حجمی، حجم حل شونده را در ..... حجم ..... بیان می‌کند.

- (۱) یک لت - محله‌ا (۲) یک لت - حلا (۳) ۱۰۰ واحد - محله‌ا (۴) ۱۰۰ واحد - حلا



- ۱۸۳- برای تهیهی ۵۰۰ mL محلول ۳۵٪ حجمی استون - آب به چند لیتر استون نیاز است؟  
 (۱) ۰/۰۷ (۲) ۷ (۳) ۱۷/۵ (۴) ۱/۷۵  
 (فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۹۱ کتاب درسی شماره‌ی ۳)
- ۱۸۴- درصد حجمی اتانول در محلولی شامل ۴۸/۰ mL آب و ۱۶/۰ mL اتانول کدام است؟  
 (۱) ۱۲/۵٪ (۲) ۲۵٪ (۳) ۵۰٪ (۴) ۷۵٪  
 (فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۹۱ کتاب درسی شماره‌ی ۲)
- ۱۸۵- در ۲۰۰ mL محلول ۹۶٪ حجمی اتانول - آب، به ترتیب از راست به چپ چند میلی‌لیتر اتانول و چند میلی‌لیتر آب وجود دارد؟  
 (۱) ۱۹/۶ و ۰/۴ (۲) ۹/۶ و ۱۱/۴ (۳) ۱۹/۲ و ۰/۸ (۴) ۹/۲ و ۱۱/۸  
 (فود را بیازمایید صفحه‌ی ۹۱ کتاب درسی شماره‌ی ۱)
- ۱۸۶- اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان (در شرایط استاندارد) به‌طور کامل بسوزند و مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید (در شرایط استاندارد) و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید کنند، چند درصد حجمی این مخلوط را گاز متان تشکیل می‌دهد؟ ( $H = 1, C = 12, O = 16$ )  
 (۱) ۲۵/۱۲ (۲) ۳۳/۳۳ (۳) ۶۶/۶۶ (۴) ۸۷/۸۷  
 (سراسری ریاضی - ۸۷ فارغ از کشور و سراسری تجربی - ۸۸)

## غلظت معمولی (C)

- ۱۸۷- منظور از غلظت معمولی چیست؟  
 (۱) گرم ماده‌ی حل‌شده در یک مول از حلال را گویند.  
 (۲) گرم ماده‌ی حل‌شده در یک لیتر محلول را گویند.  
 (۳) مول‌های حل‌شده در یک کیلوگرم حلال را گویند.  
 (۴) گرم ماده‌ی حل‌شده در ۱۰۰ گرم محلول را گویند.  
 (آزاد پزشکی - ۸۴)
- ۱۸۸- کدام گزینه واحد غلظت معمولی را به‌درستی نشان می‌دهد؟  
 (۱)  $g.L^{-1}$  (۲)  $mol.L^{-1}$  (۳)  $g.mol^{-1}$  (۴) غلظت معمولی واحد ندارد.
- ۱۸۹- در ۵۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم کلرید، ۴ گرم KCl وجود دارد. غلظت معمولی این محلول کدام است؟  
 (۱) ۰/۰۸ (۲) ۰/۱۲۵ (۳) ۸۰ (۴) ۱۲/۵  
 (نمونه‌ی حل‌شده - صفحه‌ی ۹۲ کتاب درسی)
- ۱۹۰- در ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول منیزیم نیترات ۴۰ گرم  $Mg(NO_3)_2$  وجود دارد. غلظت معمولی این محلول کدام است؟  
 (۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۶۰  
 (فود را بیازمایید - صفحه‌ی ۹۲ کتاب درسی)
- ۱۹۱- غلظت معمولی محلولی از نمک خوراکی ۱۲ گرم بر لیتر است. در ۲۰۰ سی‌سی از این محلول چند گرم نمک وجود دارد؟  
 (۱) ۱/۲ (۲) ۲/۴ (۳) ۳/۶ (۴) ۴/۸
- ۱۹۲- غلظت معمولی نیتریک اسید ۷۰٪ خالص به جرم حجمی  $1/2 g.mL^{-1}$  کدام است؟  
 (۱) ۲۸۰ (۲) ۴۶۰ (۳) ۸۴۰ (۴) ۹۲۰  
 (آزاد ریاضی - ۷۶)
- ۱۹۳- در ۶۰ میلی‌لیتر محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر، چند گرم از این اسید وجود دارد؟  
 (۱) ۲۵ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۳۵  
 (سراسری ریاضی - ۸۷)

غلظت مولار یا مولاریته ( $M$  یا  $C_M$ )

- ۱۹۴- غلظت مولار، مقدار ماده‌ی حل‌شونده بر حسب ..... در یک لیتر ..... است.  
 (۱) گرم - محلول (۲) مول - محلول (۳) گرم - حلال (۴) مول - حلال
- ۱۹۵- کدام گزینه واحد غلظت مولار را به‌درستی نشان می‌دهد؟  
 (۱)  $g.L^{-1}$  (۲)  $mol.L^{-1}$  (۳)  $g.mol^{-1}$  (۴) غلظت مولار واحد ندارد.
- ۱۹۶- محلول یک مولار، محلولی است که:  
 (۱) در هر لیتر آن یک مول جسم حل‌شده وجود دارد.  
 (۲) در هر لیتر حلال، یک مول جسم حل‌شده است.  
 (۳) در هر هزار گرم محلول، یک مول جسم حل‌شده وجود دارد.  
 (۴) در هر هزار گرم حلال، یک مول جسم حل‌شده است.  
 (سراسری ریاضی - ۷۲)



۱۹۷- در  $1/60$  لیتر محلول سدیم سولفات  $14$  گرم  $Na_2SO_4$  حل شده است. غلظت مولار این محلول کدام است؟  
(شود را بیازمایید صفحه‌ی ۹۲ کتاب درسی شماره‌ی ۱ و آزاد پزشکی - ۸۴)

( $Na = 23, S = 32, O = 16$ )

(۱)  $0/02$  (۲)  $0/04$  (۳)  $0/06$  (۴)  $0/08$

۱۹۸-  $2/5$  گرم مس (II) سولفات متبلور را در آب حل کرده و حجم آن را به  $100$  میلی‌لیتر می‌رسانیم. مولاریته‌ی محلول حاصل کدام است؟ (آزاد تهرپی، ۷۵ + ۱ بار تکرار مشابه)

( $H = 1, O = 16, S = 32, Cu = 64$ )

(۱)  $0/01$  (۲)  $0/02$  (۳)  $0/2$  (۴)  $0/1$

۱۹۹-  $2g$  سود سوزآور را توسط آب خالص به حجم  $50cc$  رسانده‌ایم. غلظت مولار و غلظت معمولی محلول به‌دست آمده چه قدر است؟ ( $NaOH = 40$ )

(۱)  $40-1$  (۲)  $4-0/1$  (۳)  $80-2$  (۴)  $8-0/2$

۲۰۰- در  $75mL$  محلول  $0/22$  مولار لیتیم کلرید چند گرم  $LiCl$  حل شده است؟ ( $LiCl = 42/5g.mol^{-1}$ )

(شود را بیازمایید صفحه‌ی ۹۲ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و آزاد پزشکی - ۸۶)

(۱)  $0/0165$  (۲)  $0/165$  (۳)  $0/7$  (۴)  $7$

۲۰۱- برای تهیه‌ی  $400$  میلی‌لیتر محلول  $0/3$  مول بر لیتر سدیم کلرید، چند گرم از این نمک (به صورت خالص) لازم است؟ (سراسری ریاضی - ۸۴)

( $Na = 23, Cl = 35/5$ )

(۱)  $3/01$  (۲)  $7/02$  (۳)  $9/79$  (۴)  $10/35$

۲۰۲- از تبخیر کامل  $10$  میلی‌لیتر محلول  $0/4$  مولار نمک طعام، چند گرم نمک به‌دست می‌آید؟ ( $NaCl = 58/5$ ) (سراسری ریاضی - ۷۵)

(۱)  $0/234$  (۲)  $2/34$  (۳)  $11/7$  (۴)  $23/4$

۲۰۳- برای تهیه‌ی  $250$  میلی‌لیتر سود  $0/2$  مولار، چند گرم سدیم هیدروکسید  $80$  درصد لازم است؟ ( $NaOH = 40$ ) (آزاد پزشکی - ۷۴)

(۱)  $2/5$  (۲)  $3/5$  (۳)  $4$  (۴)  $5$

۲۰۴- در  $500$  میلی‌لیتر محلول  $0/2$  مولار  $Al(NO_3)_3$ ، چند مول یون  $NO_3^-$  موجود است؟ (سراسری تهرپی - ۷۵)

(۱)  $0/2$  (۲)  $0/3$  (۳)  $0/4$  (۴)  $0/6$

۲۰۵- با  $4/9g$  سولفوریک اسید، چند سی‌سی محلول  $0/2$  مولار آن را می‌توان تهیه کرد؟ ( $H_2SO_4 = 98g.mol^{-1}$ )

(۱)  $100$  (۲)  $250$  (۳)  $500$  (۴)  $1000$

۲۰۶- اگر در حجم برابر از محلول سود و پتاس، وزن برابر از آن‌ها موجود باشد و محلول پتاس  $0/5$  مولار باشد، مولاریته‌ی محلول سود کدام است؟ ( $Na = 23, O = 16, H = 1, K = 39$ ) (سراسری ریاضی - ۷۶)

(۱)  $0/5$  (۲)  $0/6$  (۳)  $0/7$  (۴)  $0/8$

۲۰۷- مولاریته‌ی یک نمونه‌ی محلول  $80$  درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی  $1/225g.mL^{-1}$ ، چند مول بر لیتر است؟ (سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

( $H = 1, O = 16, S = 32 : g.mol^{-1}$ )

(۱)  $4$  (۲)  $8$  (۳)  $10$  (۴)  $12$

۲۰۸-  $100$  میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی  $40\%$  و چگالی  $1/12g.mL^{-1}$ ، چند مولار است و چند مول سولفوریک اسید را می‌تواند خنثی کند؟ ( $H = 1, O = 16, Na = 23 : g.mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی - ۸۸)

(۱)  $5/6-1/12$  (۲)  $0/56-1/12$  (۳)  $0/62-1/24$  (۴)  $6/2-1/24$

۲۰۹-  $18$  میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید با درصد خلوص  $70\%$  وزنی و چگالی  $1/15g.cm^{-3}$  شامل چند مولکول گرم از آن است؟ (سراسری ریاضی - ۷۶)

( $H = 1, N = 14, O = 16$ )

(۱)  $0/21$  (۲)  $0/23$  (۳)  $0/46$  (۴)  $0/63$

۲۱۰- اگر  $4$  گرم سدیم هیدروکسید در  $106$  گرم آب خالص حل شود، و محلولی با چگالی  $1/1g.mL^{-1}$  به‌دست آید، غلظت این محلول، چند مول بر لیتر است؟ ( $H = 1, O = 16, Na = 23 : g.mol^{-1}$ ) (سراسری تهرپی، ۸۶ - فارغ از کشور)

(۱)  $1$  (۲)  $2$  (۳)  $1/2$  (۴)  $2/2$



۲۱۱- اگر ۵/۶ گرم پتاسیم هیدروکسید در ۴۴/۹ گرم آب حل شود و محلولی با چگالی  $1/01 \text{ g.mL}^{-1}$  به دست آید، غلظت محلول حاصل چند

(سراسری تهری ۸۷ - فارغ از کشور)

مول بر لیتر است؟ ( $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{K} = 39; \text{g.mol}^{-1}$ )

۲ (۴)

۱ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)

۲۱۲- ۹/۸ میلی لیتر از  $\text{H}_3\text{PO}_4$  غلیظ با چگالی  $1/6 \text{ g/cm}^3$  را که ۶۲/۵٪ جرمی است، به حجم ۲۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی

محلول حاصل کدام است؟ ( $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98$ )

۰/۵ (۴)

۱ (۳)

۱/۲ (۲)

۲/۵ (۱)

### غلظت مولال یا مولالیت (m)

۲۱۳- غلظت مولال، تعداد مول ماده‌ی حل شده در ..... را بیان می‌کند.

(۱) یک لیتر محلول (۲) یک لیتر حلال (۳) یک کیلوگرم محلول (۴) یک کیلوگرم حلال

۲۱۴- غلظت ..... رایج‌ترین غلظت است و غلظت ..... در مطالعه‌ی خواص کولیگاتیو محلول‌ها به کار می‌رود.

(۱) مولال - مولار (۲) معمولی - مولال (۳) مولار - مولال (۴) مولار - معمولی

۲۱۵- دانش آموزی ۱ مول سدیم هیدروکسید (۴۰ گرم  $\text{NaOH}$ ) را پس از حل کردن در مقدار کافی آب به بالون حجمی یک لیتری منتقل کرد

و به حجم رساند. بار دیگر همین مقدار  $\text{NaOH}$  را در یک کیلوگرم آب حل کرد. محلول اول را محلول یک ..... و محلول دوم را

محلول یک ..... گویند و در این حالت جرم محلول یک ..... بیشتر است.

(۱) مولال - مولار - مولال (۲) مولال - مولار - مولار (۳) مولار - مولال - مولال (۴) مولار - مولال - مولار

۲۱۶- ۱۰۰ mL محلول یک مولار پتاسیم کلرید سنگین تر است یا ۱۰۰ mL محلول یک مولال آن؟ حجم حلال در کدام یک بیشتر است؟

(فکر کنید - صفحه‌ی ۹۳ کتاب درسی)

( $\text{KCl} = 75 \text{ g.mol}^{-1}$ )

(۱) یک مولار - یک مولار (۲) یک مولال - یک مولار (۳) یک مولار - یک مولال (۴) یک مولال - یک مولال

۲۱۷- ۲g سود را در ۵g آب خالص حل کرده‌ایم. مولالیت محلول چه قدر است؟ ( $\text{NaOH} = 40$ )

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۱۸- انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای  $90^\circ \text{C}$  برابر ۲۰۲ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب است. محلول سیرشده‌ی این نمک در این دما چند

(آزاد ریاضی - ۷۶)

مولال است؟ ( $\text{K} = 39, \text{N} = 14, \text{O} = 16$ )

۱۱ (۴)

۲۰ (۳)

۲۲ (۲)

۱۵ (۱)

۲۱۹- برای تهیه‌ی سولفوریک اسید یک مولال، باید ۴۹ گرم اسید را در ..... ( $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ )

(آزاد پزشکی - ۷۵)

(۱) ۱۰۰۰ گرم آب حل کرد. (۲) ۵۰۰ گرم آب حل کرد.

(۳) ۴۰۰ میلی لیتر آب حل کرده و حجم آن را به ۵۰۰ میلی لیتر رساند. (۴) ۵۰۰ میلی لیتر آب حل کرده و حجم آن را به ۱۰۰۰ میلی لیتر رساند.

۲۲۰- برای تهیه‌ی ۱۱/۹۶g محلول ۲ مولال سولفوریک اسید، چند گرم سولفوریک اسید لازم است؟ ( $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ )

۱۹/۶ (۴)

۹/۸ (۳)

۱/۹۶ (۲)

۰/۹۸ (۱)

۲۲۱- برای تهیه‌ی ۱۰/۴ گرم محلول یک مولال سدیم هیدروکسید چند گرم سدیم هیدروکسید ۸۰ درصد لازم است؟ ( $\text{NaOH} = 40$ )

(سراسری ریاضی - ۷۴)

۵/۲ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۰/۵ (۱)

۲۲۲- با ۰/۵ مول سدیم هیدروکسید، چند میلی لیتر محلول ۱ مولار و چند گرم محلول ۱ مولال آن را می‌توان تهیه کرد؟

(سراسری ریاضی ۸۶ - فارغ از کشور)

( $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23; \text{g.mol}^{-1}$ )

۵۵۰ و ۵۲۰ (۴)

۵۰۰ و ۵۲۰ (۳)

۵۵۰ و ۵۰۰ (۲)

۵۲۰ و ۵۰۰ (۱)

۲۲۳- با ۰/۲ مول سدیم نیترات می‌توان ..... میلی لیتر محلول ..... مولار و با ۱۷ گرم از همین ماده می‌توان ..... گرم محلول ۱

(سراسری تهری - ۸۸)

مولال آن را تهیه کرد. ( $\text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{Na} = 23; \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۲۷ - ۰/۵ - ۲۵۰ (۴)

۲۲۷ - ۱ - ۲۰۰ (۳)

۲۱۷ - ۱ - ۲۰۰ (۲)

۲۱۷ - ۰/۱۵ - ۲۵۰ (۱)



# قسمت سوم

## محلول - کلویید - سوسپانسیون

(از صفحه‌ی ۹۳ تا ۱۰۶ کتاب درسی)

### انحلال مولکولی و یونی

۲۲۴- کدام گزینه، در مورد تفاوت انحلال‌های مولکولی و یونی نادرست است؟

- (۱) در انحلال مولکولی فقط مولکول‌های ماده‌ی حل‌شونده از هم جدا می‌شوند ولی در انحلال یونی ماده‌ی حل‌شونده یونیده می‌شود.
- (۲) در انحلال مولکولی یون در محیط به وجود نمی‌آید، ولی در انحلال یونی در محلول یون به‌وجود می‌آید.
- (۳) محلول مولکولی نارسانا است، در حالی که محلول یونی رسانایی الکتریکی دارد.
- (۴) محلول مولکولی از نظر الکتریکی خنثی است، در حالی که محلول یونی بار الکتریکی دارد.

(آزاد - ۷۵)

۲۲۵- کدام پدیده‌ی زیر، جنبه‌ی شیمیایی بیشتری دارد؟

- (۱) انحلال نمک در آب
- (۲) انحلال ید در کربن تتراکلرید
- (۳) انحلال الکل در آب
- (۴) انحلال ید در الکل

۲۲۶- از تفکیک یونی کدام‌یک از ترکیب‌های زیر در آب، تعداد یون‌های بیشتری حاصل می‌شود؟

- (۱)  $KBr$
- (۲)  $(NH_4)_2S$
- (۳)  $Na_2CO_3$
- (۴)  $Cr(NO_3)_3$

(سراسری ریاضی - ۷۸)

۲۲۷- از وارد کردن هر مول از کدام ماده، در آب چهار مول یون آزاد می‌شود؟

- (۱) آمونیاک
- (۲) سدیم اکسید
- (۳) کلسیم اکسید
- (۴) کلسیم کلرید

۲۲۸- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) الکترولیت ماده‌ای است که به طور کامل در آب یونیده می‌شود.
- (۲) غیرالکترولیت ماده‌ای است که محلول آبی آن رسانای جریان برق نیست.
- (۳) الکترولیت ماده‌ای است که رسانایی الکتریکی محلول آن، از آب خالص بیشتر است.
- (۴) اغلب ترکیب‌های یونی یا ترکیب‌های کووالانسی قطبی الکترولیت هستند.

(فرد را بیازمایید صفحه‌ی ۹۴ کتاب درسی و آزاد ریاضی - ۸۴)

۲۲۹- در میان ترکیب‌های زیر، کدام‌یک غیرالکترولیت است؟

- (۱) متانول
- (۲) سدیم نیترات
- (۳) منیزیم کلرید
- (۴) هیدروژن برومید

(آزاد پزشکی - ۷۴ و آزاد تهرانی - ۷۵)

۲۳۰- درصد تفکیک یونی یک الکترولیت برابر است با نسبت عده‌ی مول‌های .....

- (۱) یونیده‌نشده به عده‌ی مول‌های یونیده‌شده ضرب در ۱۰۰
- (۲) یونیده‌شده به عده‌ی مول‌های یونیده‌نشده ضرب در ۱۰۰
- (۳) یونیده‌شده به عده‌ی کل مول‌های حل‌شده ضرب در ۱۰۰
- (۴) یونیده‌نشده به عده‌ی کل مول‌های حل‌شده ضرب در ۱۰۰

(آزاد پزشکی - ۷۰)

۲۳۱- کم‌ترین و بیشترین درصد تفکیک یونی برای یک ماده‌ی محلول در آب، به ترتیب چه قدر است؟

- (۱) ۰٪ و ۱۰۰٪
- (۲) ۱٪ و ۹۹٪
- (۳) ۰٫۱٪ و ۹۰٪
- (۴) ۰٫۰۰۱٪ و ۸۰٪

(سراسری ریاضی - ۷۰)

۲۳۲- اگر از ۲۰۰۰ مولکول از یک ترکیب ۳۰ مولکول آن یونیده شود، درصد تفکیک یونی آن کدام است؟

- (۱) ۱/۵
- (۲) ۶/۷
- (۳) ۱/۵
- (۴) ۶/۷

۲۳۳- در محلول ۰/۱ مولار  $HF$  از هر ۱۰۰۰ مولکول، تقریباً ۹۲۰ مولکول  $HF$  به‌صورت یونیده‌نشده در محلول باقی می‌ماند. درصد تفکیک

یونی  $HF$  کدام است؟

- (۱) ۸
- (۲) ۹/۲
- (۳) ۸۰
- (۴) ۹۲

www.ShimiPedia.ir



۲۳۴- اگر در محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA در دمای معین (در هر لیتر از محلول) ۰/۰۹۸ مول اسید به صورت مولکولی وجود داشته باشد، درصد تفکیک یونی آن در این دما کدام است؟

(سراسری تجربی - ۷۴)

- (۱) ۱٪ (۲) ۲٪ (۳) ۸۸٪ (۴) ۹۸٪

۲۳۵- در  $20^{\circ}\text{C}$  غلظت یون  $\text{H}^+$  محلول  $0.1\text{mol.L}^{-1}$  فرمیک اسید ( $\text{HCOOH}$ ) برابر  $4.21 \times 10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$  است. درصد تفکیک یونی این اسید کدام است؟

(نمونه‌ی مل‌شده صفحه‌ی ۹۵ کتاب درسی)

- (۱)  $4.21 \times 10^{-2}\%$  (۲)  $4.21 \times 10^{-2}\%$  (۳)  $4.21 \times 10^{-1}\%$  (۴)  $4.21\%$

۲۳۶- اگر غلظت یون  $\text{H}^+(\text{aq})$  در محلول ۰/۲ مولار استیک اسید، برابر با  $1.9 \times 10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$  باشد، درصد تفکیک اسیدی آن در شرایط آزمایش در این محلول کدام است؟

(سراسری ریاضی - ۸۵ و آزاد ریاضی - ۶۵)

- (۱) ۰/۹۴۵٪ (۲) ۰/۹۵۰٪ (۳) ۰/۹۰۵٪ (۴) ۰/۹۵۰٪

۲۳۷- اگر در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  درصد تفکیک یونی محلول  $0.2\text{mol.L}^{-1}$  استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) برابر ۰/۹۳۵٪ باشد، غلظت مولی  $\text{H}^+$  در این محلول کدام است؟

(فود (ا بیازماید صفحه‌ی ۹۵ کتاب درسی)

- (۱)  $1.8 \times 10^{-1}$  (۲)  $1.8 \times 10^{-2}$  (۳)  $4.16 \times 10^{-2}$  (۴) ۴/۶

۲۳۸- نیم لیتر محلول ۰/۱ مولار استیک اسید با درصد تفکیک یونی ۱۴٪ چند مول یون هیدروژن تولید می‌نماید؟

(سراسری ریاضی - ۷۵)

- (۱) ۰/۰۰۷ (۲) ۰/۰۰۱۴ (۳) ۰/۰۴۳ (۴) ۰/۰۸۶

۲۳۹- درجه‌ی تفکیک یونی یک الکترولیت به کدام عامل زیر بستگی دارد؟

(آزاد تجربی - ۸۶)

- (۱) دما (۲) مولاریته‌ی محلول (۳) نوع ماده‌ی حل‌شونده (۴) هر سه

۲۴۰- در کدام گزینه، هر دو ترکیب، درصد تفکیک یونی پایینی دارند؟

- (۱) HCl و HF (۲)  $\text{NaCl}$  و  $\text{NH}_3$  (۳)  $\text{HCOOH}$  و  $\text{CuSO}_4$  (۴)  $\text{HF}$  و  $\text{CH}_3\text{COOH}$

(آزاد ریاضی - ۷۰)

۲۴۱- با آن‌که انحلال‌پذیری  $\text{BaSO}_4$  بسیار کم است، به کدام دلیل زیر آن را الکترولیت قوی می‌نامند؟

(آزاد ریاضی - ۷۰)

- (۱) کم بودن خلصت یونی پیوند  
(۲) زیاد بودن انرژی شبکه‌ی یونی  
(۳) کم بودن غلظت مولی محلول  
(۴) زیاد بودن درصد تفکیک یونی

(آزاد ریاضی - ۸۶)

۲۴۲- در چه حالتی الکترولیت قوی به وجود می‌آید؟

- (۱) وقتی که تعداد ذره‌های یونش‌یافته نسبت به کل مولکول‌های حل‌شده بیشتر باشد.  
(۲) محلولی که غلظت یونی آن بیشتر باشد.  
(۳) وقتی که درصد یونش ترکیب در محلول بیشتر باشد.  
(۴) هر سه

۲۴۳- کدام گزینه در مورد الکترولیت ضعیف نادرست است؟

- (۱) ماده‌ای است که در آب به خوبی یونیده نمی‌شود.  
(۲) درصد تفکیک یونی آن کوچک است.  
(۳) اسیدها و بازهای ضعیف، الکترولیت ضعیف محسوب می‌شوند.  
(۴) اگر انحلال‌پذیری بالایی داشته باشند، رسانای خوب الکتروسیسته خواهند بود.

۲۴۴- کدام گزینه در مورد غیرالکترولیت نادرست است؟

- (۱) ماده‌ای است که انحلال آن در آب مولکولی است.  
(۲) محلول الکل در آب غیرالکترولیت است.  
(۳) هدایت الکتریکی این‌گونه مواد، کم است.  
(۴) درصد تفکیک یونی آن در آب برابر صفر است.

۲۴۵- با توجه به نمودار زیر، ضعیف‌ترین الکترولیت کدام است؟



- (۱) A  
(۲) B  
(۳) C  
(۴) D

(سراسری تجربی - ۸۴)

۲۴۶- کدام ماده از دسته‌ی الکترولیت‌های قوی است؟

- (۱) HCl (۲) HF (۳)  $\text{NH}_3$  (۴)  $\text{CH}_3\text{COOH}$



۲۴۷- محلول کدام ماده در آب، الکترولیت ضعیف است؟

- (۱) استیک اسید (۲) سولفوریک اسید (۳) نیتریک اسید (۴) هیدروکلریک اسید

۲۴۸- محلول کدام ماده در آب، الکترولیت ضعیف است؟

- (۱) KOH (۲) Ba(OH)<sub>۲</sub> (۳) NaOH (۴) NH<sub>۳</sub>

(آزاد پزشکی - ۸۶)

۲۴۹- محلول کدام یک از مواد زیر در آب الکترولیت ضعیف‌تر از بقیه است؟

- (۱) CuCl<sub>۲</sub> (۲) HF (۳) NaCl (۴) NaOH

(سراسری ریاضی - ۸۴)

۲۵۰- محلول کدام ماده در آب، نمونه‌ای از یک محلول غیرالکترولیت است؟

- (۱) قند (۲) آمونیاک (۳) هیدروژن کلرید (۴) سدیم هیدروکسید

۲۵۱- کدام دسته‌ی سه تایی از ترکیب‌های زیر غیرالکترولیت هستند؟

- (۱) NH<sub>۳</sub> - C<sub>۲</sub>H<sub>۵</sub>OH - C<sub>۱۲</sub>H<sub>۲۲</sub>O<sub>۱۱</sub>  
(۲) CH<sub>۳</sub>COCH<sub>۳</sub> - HCOOH - C<sub>۱۲</sub>H<sub>۲۲</sub>O<sub>۱۱</sub>  
(۳) CH<sub>۳</sub>COCH<sub>۳</sub> - C<sub>۲</sub>H<sub>۵</sub>OH - CH<sub>۳</sub>COOH  
(۴) CH<sub>۳</sub>COCH<sub>۳</sub> - C<sub>۲</sub>H<sub>۵</sub>OH - C<sub>۱۲</sub>H<sub>۲۲</sub>O<sub>۱۱</sub>

(آزاد پزشکی - ۸۴)

۲۵۲- کدام یک از محلول‌های زیر نمی‌تواند جریان برق را از خود عبور دهد؟

- (۱) محلول هیدروژن کلرید در آب (۲) محلول الکل در آب (۳) محلول سدیم هیدروکسید در آب (۴) محلول نمک طعام در آب

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۳ کتاب درسی)

۲۵۳- در شکل‌های زیر، کدام عبارت در مورد محلول‌های موجود در شیشه‌های زیر درست است؟



(لامپ خاموش) (لامپ پر نور) (لامپ کم نور)

- (۱) محلول شیشه‌ی سمت چپ می‌تواند محلول آمونیاک باشد.  
(۲) محلول شیشه‌ی وسط می‌تواند محلول استیک اسید باشد.  
(۳) محلول شیشه‌ی سمت راست می‌تواند محلول شکر باشد.  
(۴) محلول شیشه‌ی وسط می‌تواند محلول مس(II) سولفات باشد.

۲۵۴- کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی شکر، آمونیاک و CuSO<sub>۴</sub> صحیح است؟

- (۱) آمونیاک < شکر < CuSO<sub>۴</sub>  
(۲) آمونیاک < CuSO<sub>۴</sub> < شکر  
(۳) CuSO<sub>۴</sub> < آمونیاک < شکر  
(۴) CuSO<sub>۴</sub> < شکر < آمونیاک

(فکر کنید - صفحه‌ی ۹۳ کتاب درسی)

۲۵۵- در میان ترکیب‌های زیر، محلول یک مولار کدام یک، رسانای الکتریکی قوی‌تری است؟

- (۱) متانول (۲) سدیم نیترات (۳) منیزیم کلرید (۴) هیدروژن برمید

(سراسری تجربی - ۷۲)

۲۵۶- محلول کدام الکترولیت (با مولاریته و دمای یکسان) رساناتر است؟

- (۱) CaCl<sub>۲</sub> (۲) CH<sub>۳</sub>COOH (۳) NaCl (۴) NH<sub>۴</sub>OH

(آزاد ریاضی - ۸۴)

۲۵۷- چرا بعضی از محلول‌ها جریان برق را از خود عبور می‌دهند؟

- (۱) به علت داشتن یون‌های ناهم‌نام متحرک در آب  
(۲) به علت داشتن یون‌های هم‌نام متحرک در آب  
(۳) به علت داشتن مولکول‌های قطبی در آب  
(۴) چون محلول دارای مولکول‌های ناقطبی است.

### خواص کولیگاتیو محلول‌ها

۲۵۸- کدام عبارت در ارتباط با خواص کولیگاتیو محلول‌ها نادرست است؟

- (۱) خواصی هستند که به نوع ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار موجود در محلول بستگی دارند.  
(۲) فشار بخار، نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد از خواص کولیگاتیو محلول‌ها هستند.  
(۳) سرعت تبخیر برای حلال در حالت محلول و حلال خالص تفاوت دارد.  
(۴) تعداد ذره‌ها، حل‌شونده، غیرفرار، خواص کولیگاتیو محلول‌ها مؤثر است.



۲۵۹- برای بررسی خواص کولیگاتیو محلول‌ها، از کدام نوع غلظت استفاده می‌گردد؟

(۴) درصد وزنی

(۳) مولال

(۲) مولار

(۱) معمولی

(ماشینی صفحه‌ی ۹۶ کتاب درسی)

۲۶۰- کدام عبارت در مورد مایع فرار و حل‌شونده‌ی غیرفرار نادرست است؟

(۱) حل‌شونده‌ی غیرفرار به ماده‌ای گفته می‌شود که در دمای اتاق، فشار بخار بسیار ناچیزی داشته باشد.

(۲) حل‌شونده‌های غیرفرار می‌توانند جامد مانند انواع نمک‌ها یا مایع‌هایی با نقطه‌ی جوش بالا باشند.

(۳) مایع فرار به مایعی گفته می‌شود که نقطه‌ی جوش آن کم‌تر از  $100^{\circ}\text{C}$  باشد.

(۴) مایع فرار، مایعی است که در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) به راحتی بخار شود.

۲۶۱- کدام گزینه نادرست است؟

(۱) مایع‌ها در هر دمایی تبخیر می‌شوند. به این فرایند، تبخیر سطحی می‌گویند.

(۲) سرعت تبخیر سطحی هر مایع، به تعداد مولکول‌های موجود در حجم مایع بستگی دارد.

(۳) وقتی یک مایع بخار می‌شود، مولکول‌های گریخته از سطح مایع، فشاری به اطراف خود وارد می‌کنند.

(۴) در دمای معین، فشار بخار مایع مقداری ثابت است.

۲۶۲- سه ارلن انتخاب کرده و به وسیله‌ی یک پمپ خلاء، هوای درون هر سه را تخلیه می‌کنیم. سپس توسط یک سرنگ مقدار ۱ لیتر

آب  $25^{\circ}\text{C}$  به داخل ارلن شماره ۱ و مقدار ۲ لیتر آب  $25^{\circ}\text{C}$  به داخل ارلن شماره ۲ وارد می‌کنیم. ارلن شماره ۳ کاملاً خشک است.

کدام مقایسه در مورد فشار داخل این سه ارلن درست است؟

(۴)  $P_3 < P_2 < P_1$

(۳)  $P_3 = P_2 = P_1$

(۲)  $P_3 < P_2 = P_1$

(۱)  $P_3 < P_1 < P_2$

۲۶۳- وقتی ماده‌ی غیرفراری در حلال مایع حل می‌شود، سرعت تبخیر سطحی مایع ..... و فشار بخار حلال ..... می‌یابد.

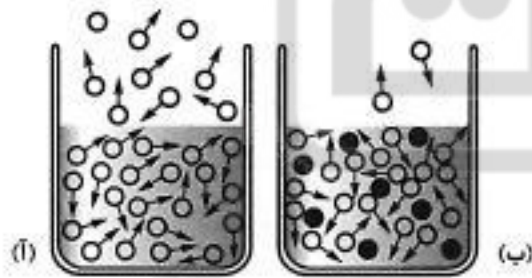
(۴) افزایش - افزایش

(۳) افزایش - کاهش

(۲) کاهش - کاهش

(۱) کاهش - افزایش

(شکل ۷ - صفحه‌ی ۹۶ کتاب درسی)



۲۶۴- کدام عبارت از شکل روبه‌رو نتیجه نمی‌شود؟

(۱) سرعت تبخیر سطحی در ظرف (۱) بیشتر است.

(۲) در هر دو ظرف فقط مولکول‌های حلال تبخیر می‌شوند.

(۳) محلول ظرف (ب) دارای ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیرفرار است.

(۴) در دمای ثابت، حل شدن حل‌شونده‌ی غیرفرار باعث افزایش فشار بخار محلول می‌شود.

(سراسری ریاضی - ۸۶)

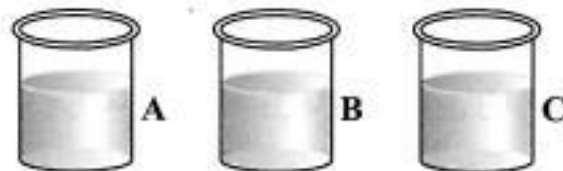
۲۶۵- کدام مطلب نادرست است؟

(۱) خواص کولیگاتیو به شمار ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در حجم معینی از محلول، بستگی دارند.

(۲) نقطه‌ی جوش محلول، یکی از خواص کولیگاتیو آن می‌باشد.

(۳) فشار بخار هر مایع، به شمار مولکول‌های مایع موجود در سطح آن بستگی دارد.

(۴) با حل کردن یک ماده‌ی جامد غیرفرار در یک مایع، فشار بخار آن مایع افزایش می‌یابد.



محلول ۱ مولال کلسیم کلرید

محلول ۱ مولال شکر

آب مقطر

۲۶۶- با توجه به داده‌های زیر شکل‌های روبه‌رو، کدام مقایسه درباره‌ی سرعت تبخیر مایع در این ظرف‌ها، در دمای یکسان، درست است؟

(سراسری ریاضی - ۸۷)

(۲)  $A > C > B$

(۱)  $A > B > C$

(۴)  $C > B > A$

(۳)  $C > A > B$

۲۶۷- با توجه به شکل زیر که حجم یکسانی از آب مقطر (ظرف ۱)، محلول ۱ مولال نمک خوراکی (ظرف ۲) و محلول ۱ مولال شکر (ظرف ۳) را در زیر یک سرپوش در دمای

ثابت نشان می‌دهد، پس از برقراری حالت تعادل «بخار - مایع»، با گذشت زمان، کدام

مقایسه درباره‌ی ارتفاع مایع در سه ظرف درست است؟

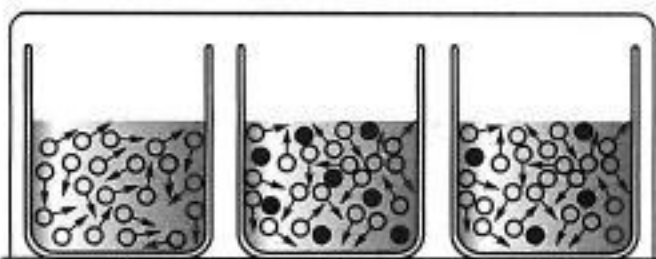
(سراسری تهرانی - ۸۵)

(۲)  $2 > 3 > 1$

(۱)  $1 > 2 = 3$

(۴)  $2 < 1 = 3$

(۳)  $1 > 2 > 3$



(۱)

(۲)

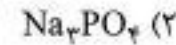
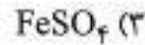
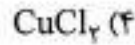
(۳)

● ذره‌های حل‌شونده ○ حلال



(آزاد تهرانی ۸۶ + ۲ بار تکرار مشابه)

۲۶۸- فشار بخار محلول یک مولال کدام یک از مواد زیر کم‌تر از بقیه است؟

محلول ۱ مولال  
سدیم کلریدمحلول ۱ مولال  
شکرمحلول ۱ مولال  
منیزیم کلرید

۲۶۹- با توجه به داده‌های زیر شکل‌ها، کدام مقایسه درباره‌ی فشار بخار مایع‌ها در سه ظرف سر بسته

در دمای یکسان در یک فاصله‌ی زمانی معین، درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

$B < A < C$  (۲)

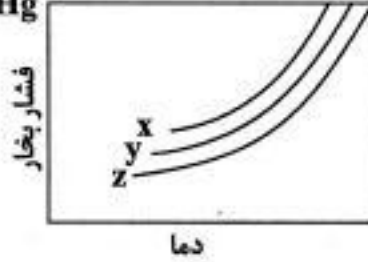
$A < B < C$  (۱)

$C < A < B$  (۴)

$A < C < B$  (۳)

۲۷۰- کدام گزینه در معرفی منحنی‌های  $x$  و  $y$  و  $z$  در نمودار مقابل درست است؟(۱)  $x$ : محلول ۱ مولال شکر،  $y$ : محلول ۲ مولال شکر،  $z$ : آب خالص(۲)  $x$ : محلول ۲ مولال شکر،  $y$ : محلول ۱ مولال شکر،  $z$ : آب خالص(۳)  $x$ : آب خالص،  $y$ : محلول ۱ مولال شکر،  $z$ : محلول ۲ مولال شکر(۴)  $x$ : آب خالص،  $y$ : محلول ۲ مولال شکر،  $z$ : محلول ۱ مولال شکر

۷۶۰ mmHg



۲۷۱- کاهش سرعت تبخیر و فشار بخار محلول یک نمک در آب به کدام عوامل زیر بستگی دارد؟

(۱) مولالیت و درصد تفکیک یونی نمک

(۲) فشار بخار حلال و حل‌شونده

(۳) درصد تفکیک یونی و جرم مولکولی نمک

(۴) مولالیت و جرم مولکولی نمک

۲۷۲- با توجه به این‌که فشار بخار محلول یک مولال  $\text{NaCl}$  از  $\text{MgSO}_4$  کم‌تر است، می‌توان دانست که .....(۱)  $\Delta H$  انحلال سدیم کلرید نسبت به انحلال منیزیم سولفات بیشتر است.

(۲) افزایش بی‌نظمی در انحلال سدیم کلرید نسبت به منیزیم سولفات کم‌تر است.

(۳) جرم مولکولی ذره‌های حل‌شونده در منیزیم سولفات از سدیم کلرید بیشتر است.

(۴) درصد تفکیک یونی سدیم کلرید از منیزیم سولفات بیشتر است.

۲۷۳- جوشیدن، زمانی رخ می‌دهد که فشار بخار مایع ..... فشار هوای روی سطح مایع ..... در دمای  $100^\circ\text{C}$ ، فشار بخار آب .....

(۱) از - بیشتر شود - به ۱ atm می‌رسد.

(۲) از - بیشتر شود - بیش از ۱ atm می‌شود.

(۳) با - برابر شود - به ۱ atm می‌رسد.

(۴) با - برابر شود - بیش از ۱ atm می‌شود.

۲۷۴- کدام مقایسه در مورد دمای جوش آب در سطح دریا و در ارتفاع‌های بالاتر صحیح است؟

(۱) دمای جوش آب در سطح دریا، بیشتر است.

(۲) دمای جوش آب در ارتفاع‌های بالاتر، بیشتر است.

(۳) دمای جوش آب در هر دو مکان یکسان است.

(۴) برای مقایسه به اطلاعات بیشتری نیاز است.

۲۷۵- کدام عبارت در ارتباط با نقطه‌ی جوش حلال خالص و محلول نادرست است؟

(۱) برای رساندن فشار بخار محلول به فشار ۱ atm، باید مولکول‌های آب از قسمت‌های زیرین به سطح بیایند.

(۲) مولکول‌ها، درون محلول نسبت به حلال خالص از انرژی بیشتری برخوردارند.

(۳) تبخیر محلول نسبت به حلال خالص به انرژی بیشتری نیاز دارد.

(۴) نقطه‌ی جوش هر محلول دارای ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیرفرار از حلال خالص آن بیشتر است.

۲۷۶- کدام مقایسه در مورد نقطه‌ی جوش آب خالص، محلول ۱ مولال شکر و محلول ۲ مولال شکر درست است؟

(۱) آب خالص &lt; محلول ۱ مولال شکر &lt; محلول ۲ مولال شکر

(همه‌ی دانشمندان - صفحه‌ی ۹۸ کتاب درسی قسمت ب شماره‌ی ۱)

(۲) آب خالص &lt; محلول ۲ مولال شکر &lt; محلول ۱ مولال شکر

(۳) محلول ۲ مولال شکر &lt; محلول ۱ مولال شکر &lt; آب خالص

(۴) محلول ۱ مولال شکر &lt; محلول ۲ مولال شکر &lt; آب خالص

۲۷۷- کدام مقایسه در مورد نقطه‌ی جوش محلول ۱ مولال سدیم کلرید، محلول ۱ مولال پتاسیم نیترات و محلول ۲ مولال شکر درست

(همه‌ی دانشمندان - صفحه‌ی ۹۸ کتاب درسی قسمت ب شماره‌ی ۲ و قسمت پ)

است؟

(۱) محلول ۲ مولال شکر &lt; محلول ۱ مولال سدیم کلرید = محلول ۱ مولال پتاسیم نیترات

(۲) محلول ۲ مولال شکر &lt; محلول ۱ مولال پتاسیم نیترات &lt; محلول ۱ مولال سدیم کلرید

(۳) محلول ۲ مولال شکر = محلول ۱ مولال پتاسیم نیترات = محلول ۱ مولال سدیم کلرید

(۴) محلول ۲ مولال شکر &gt; محلول ۱ مولال سدیم کلرید &gt; محلول ۱ مولال پتاسیم نیترات



۲۷۸- نقطه‌ی جوش محلول یک مولال کدام یک از مواد زیر بیشتر از بقیه است؟

- (۱) NaCl (۲)  $\text{CH}_3\text{OH}$  (۳) KI (۴)  $\text{CaCl}_2$

۲۷۹- اگر  $\Delta T$  و  $\Delta T'$  به ترتیب افزایش نقطه‌ی جوش محلول شکر یک مولال و محلول باریم کلرید نیم مولال در فشار یکسان باشد،

(المپیاد - ۷۱)

مقایسه‌ی این دو نماد به کدام صورت زیر درست است؟

- (۱)  $\Delta T' = \frac{1}{2} \Delta T$  (۲)  $\Delta T' = \Delta T$  (۳)  $\Delta T' = \frac{3}{2} \Delta T$  (۴)  $\Delta T' = 2 \Delta T$

۲۸۰- افزایش نقطه‌ی جوش محلول یک نمک در آب به کدام عوامل زیر بستگی دارد؟

- (۱) مولالیت و جرم مولکولی نمک  
(۲) درصد تفکیک یونی و جرم مولکولی نمک  
(۳) نقطه‌ی جوش حلال و حل‌شونده  
(۴) مولالیت و درصد تفکیک یونی نمک

۲۸۱- با توجه به این‌که شروع نقطه‌ی جوش محلول‌های یک مولال NaCl و  $\text{MgSO}_4$  به ترتیب برابر  $101/04$  و  $100/70$  درجه‌ی سانتی‌گراد

می‌باشد، می‌توان دانست که .....

(۱)  $\Delta H$  انحلال سدیم کلرید نسبت به انحلال منیزیم سولفات بیشتر است.

(۲) افزایش بی‌نظمی در انحلال سدیم کلرید نسبت به منیزیم سولفات کم‌تر است.

(۳) جرم مولکولی منیزیم سولفات از سدیم کلرید بیشتر است.

(۴) درصد تفکیک یونی سدیم کلرید از منیزیم سولفات بیشتر است.

۲۸۲- هر چه دمای جوش مایعی ..... باشد، فشار بخار آن ..... است. زیرا مولکول‌های مایع، با صرف انرژی ..... بخار می‌شوند.

- (۱) بالاتر - کم‌تر (۲) بالاتر - بیشتر (۳) پایین‌تر - کم‌تر (۴) پایین‌تر - بیشتر

(کارشناسی ناپیوسته کشاورزی - ۶۸)

۲۸۳- با توجه به جدول مقابل، فشار بخار کدام مایع بیشتر است؟

D	C	B	A	مایع
۸۰	۷۶/۵	۴۶/۳	۵۲	دمای جوش نرمال ( $^{\circ}\text{C}$ )

A (۱)

B (۲)

C (۳)

D (۴)

۲۸۴- نقطه‌ی جوش استیک اسید خالص در سطح دریا‌های آزاد  $118/1^{\circ}\text{C}$  است. فشار بخار محلولی از آن که دارای  $0/35$  مول از یک ماده‌ی

(المپیاد - ۷۲)

غیرفرار در برابر هر مول استیک اسید است، در همان دمای  $118/1^{\circ}\text{C}$  چگونه است؟

- (۱) یک اتمسفر  
(۲) کوچک‌تر از یک اتمسفر  
(۳) بزرگ‌تر از یک اتمسفر  
(۴) برای پاسخ‌گویی به معلومات بیشتری نیاز است.

۲۸۵- نقطه‌ی جوش محلول، ..... حلال خالص، ثابت ..... و با ادامه یافتن عمل جوشیدن، ..... می‌یابد.

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی شماره‌ی ۲ و سراسری ریاضی ۸۶ فارغ از کشور + ۱ بار تکرار مشابه)

- (۱) برخلاف - نیست - به تدریج افزایش  
(۲) برخلاف - نیست - به تدریج کاهش  
(۳) تا اندازه‌ای مانند - است - اندکی کاهش  
(۴) تا اندازه‌ای مانند - است - اندکی افزایش

(سراسری ریاضی ۸۷ - فارغ از کشور)

۲۸۶- دلیل‌های افزایش تدریجی دمای جوش آب نمک در طول زمان جوشیدن آن، کدامند؟

- آ- افزایش شمار یون‌ها در محلول  
پ- افزایش فشار بر سطح محلول  
ب- افزایش غلظت محلول  
ت- کاهش فشار بخار محلول  
(۱) آ و پ (۲) آ و ت (۳) ب و پ (۴) ب و ت

(سراسری تهرانی - ۸۸)

۲۸۷- کدام مطلب درباره‌ی نقطه‌ی جوش مایع‌ها و محلول‌ها، درست است؟

- (۱) نقطه‌ی جوش محلول نمک‌ها، ضمن جوشیدن آن تغییر می‌کند و به تدریج بالاتر می‌رود.  
(۲) حل شدن یک ماده‌ی جامد غیرفرار در یک حلال، سبب بالا رفتن فشار بخار آن می‌شود.  
(۳) حل شدن یک ماده‌ی جامد غیرفرار در یک حلال، سبب پایین آمدن نقطه‌ی جوش آن می‌شود.  
(۴) نقطه‌ی جوش محلول یک مولال منیزیم کلرید، از نقطه‌ی جوش محلول دو مولال شکر، پایین‌تر است.

۲۸۸- اگر نیروهای جاذبه‌ی بین‌مولکولی در مایع A، از نیروهای جاذبه‌ی بین‌مولکولی در مایع B ..... باشد، فشار بخار مایع A در

(سراسری ریاضی - ۸۷)

مقایسه با مایع B ..... و دمای جوش آن ..... است.

- (۱) قوی‌تر - کم‌تر - پایین‌تر (۲) قوی‌تر - بیشتر - بالاتر (۳) ضعیف‌تر - کم‌تر - بالاتر (۴) ضعیف‌تر - بیشتر - پایین‌تر



۲۸۹- کدام مقایسه در مورد فشار بخار و دمای جوش کلروفرم و آب درست است؟

- (۱) فشار بخار کلروفرم بیشتر ولی دمای جوش آب بالاتر است.  
 (۲) فشار بخار آب بیشتر ولی دمای جوش کلروفرم بالاتر است.  
 (۳) فشار بخار و دمای جوش کلروفرم بیشتر است.  
 (۴) فشار بخار و دمای جوش آب بیشتر است.

(آزاد پزشکی - ۷۵)

۲۹۰- فشار بخار کدام ماده‌ی زیر در دمای معین، بیشتر است؟

- (۱) استیک اسید (۲) آب (۳) جیوه (۴) استالدهید

۲۹۱- آب خالص در دمای ..... یخ می‌زند و محلول آب نمک در مقایسه با آب خالص، نقطه‌ی انجماد ..... دارد. انجماد هر محلول آبی که دارای حل‌شونده‌ی غیرفرار است، در دمایی ..... از  $^{\circ}\text{C}$  رخ می‌دهد.

- (۱) پایین‌تر از  $^{\circ}\text{C}$  - بالاتری - بالاتر  
 (۲)  $^{\circ}\text{C}$  - بالاتری - بالاتر  
 (۳) پایین‌تر از  $^{\circ}\text{C}$  - پایین‌تری - پایین‌تر  
 (۴)  $^{\circ}\text{C}$  - پایین‌تری - پایین‌تر

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

۲۹۲- کدام ترتیب پیشنهادی برای آنتروپی آب، یخ و یک محلول آبی درست است؟

- (۱) محلول  $S > S_{\text{آب}} > S_{\text{یخ}}$  (۲) آب  $S > S_{\text{یخ}} > S_{\text{محلول}}$  (۳) یخ  $S > S_{\text{آب}} > S_{\text{محلول}}$  (۴) یخ  $S > S_{\text{محلول}} > S_{\text{آب}}$

۲۹۳- کدام گزینه به درستی مقایسه‌ی اندازه‌ی تغییر آنتروپی دو فرایند خواسته شده را مشخص می‌کند؟

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی شماره‌ی ۲)

- (۱) یخ  $\rightarrow$  آب  $\Delta S =$  یخ  $\rightarrow$  محلول  $\Delta S$  (۲) یخ  $\rightarrow$  آب  $\Delta S >$  یخ  $\rightarrow$  محلول  $\Delta S$

- (۳) یخ  $\rightarrow$  آب  $\Delta S <$  یخ  $\rightarrow$  محلول  $\Delta S$  (۴) مقایسه‌ی تغییر آنتروپی این دو فرایند بستگی به نوع محلول دارد.

۲۹۴- ..... نسبت به ..... با کاهش دما تمایل بیشتری برای منجمد شدن دارد. زیرا، کاهش آنتروپی در این فرایند ..... است.

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی شماره‌ی ۳)

- (۱) آب خالص - محلول آبی - کم‌تر  
 (۲) آب خالص - محلول آبی - بیشتر  
 (۳) محلول آبی - آب خالص - کم‌تر  
 (۴) محلول آبی - آب خالص - بیشتر

(سراسری تجربی مرحله‌ی دوم - ۷۶)

۲۹۵- کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) آب نمک زودتر از آب خالص منجمد می‌شود.  
 (۲) در فشار معین، هر مایع خالص در دمای معینی می‌جوشد.  
 (۳) دمای جوش مایع خالص در تمام مدت جوشیدن آن ثابت است.  
 (۴) دمای جوش آب نمک، ضمن جوشیدن آن به تدریج بالا می‌رود.

۲۹۶- میزان پایین آمدن نقطه‌ی انجماد یک محلول به ..... ذرات ماده‌ی حل‌شده‌ی که در مقدار معینی از محلول موجود است، بستگی دارد.

(سراسری ریاضی مرحله‌ی دوم - ۷۴)

- (۱) بار (۲) جرم (۳) تعداد (۴) نوع



۲۹۷- در شکل روبه‌رو، به چه منظور در پیاده‌روها و جاده‌های پوشیده از برف و یخ، از نمک استفاده شده است؟

(شکل ۸ صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی)

- (۱) افزایش اصطکاک و جلوگیری از سر خوردن افراد و خودروها  
 (۲) شل شدن برف و یخ و آسان شدن برف‌روبی از سطح معابر  
 (۳) افزایش نقطه‌ی ذوب یخ و سرعت بخشیدن در ذوب شدن یخ خیابان‌ها  
 (۴) کاهش نقطه‌ی ذوب یخ و سرعت بخشیدن در ذوب شدن یخ خیابان‌ها

۲۹۸- در رادیاتور خودروها به جای آب خالص، استفاده از مخلوط آب و ..... که دارای ..... گروه عاملی ..... است، توصیه می‌شود.

(فکر کنید صفحه‌ی ۹۷ کتاب درسی شماره‌ی ۱)

- (۱) گلیسرین - دو - کربوکسیل (۲) اتیلن گلیکول - دو - هیدروکسیل  
 (۳) گلیسرین - سه - هیدروکسیل (۴) اتیلن گلیکول - سه - هیدروکسیل

(المپیاد - ۷۴)

۲۹۹- کدام مورد زیر در ارتباط با دمای انجماد آب مقطر و دمای انجماد آب دریا در طول مدت انجماد درست است؟

- (۱) اولی ثابت می‌ماند و دومی به تدریج افزایش می‌یابد.  
 (۲) هر دو ثابت می‌ماند.  
 (۳) هر دو تغییر می‌کند.  
 (۴) اولی ثابت می‌ماند و دومی به تدریج کاهش می‌یابد.

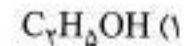
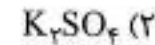
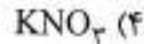
(سراسری تجربی و ریاضی مرحله‌ی دوم - ۷۶)

۳۰۰- نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال کدام ماده پایین‌تر است؟

- (۱) الکل (۲) قند (۳) گلیسرین (۴) نمک طعام



۳۰۱- نقطه‌ی انجماد محلول‌های یک مولال کدام‌یک از مواد زیر در آب پایین‌تر از بقیه است؟



۳۰۲- کدام مقایسه در مورد میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول‌های ۱ مولال سدیم کلرید، کلسیم کلرید و شکر نسبت به آب خالص درست است؟  
(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۹۸ کتاب درسی قسمت ت)

(۱) شکر &gt; سدیم کلرید &gt; کلسیم کلرید

(۲) سدیم کلرید &gt; شکر &gt; کلسیم کلرید

(۳) کلسیم کلرید &gt; سدیم کلرید &gt; شکر

(۴) سدیم کلرید &gt; کلسیم کلرید &gt; شکر

۳۰۳- کدام مقایسه در مورد نقطه‌ی انجماد محلول‌های ۱ مولال سدیم کلرید، کلسیم کلرید و شکر درست است؟

(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۹۸ کتاب درسی قسمت ت با تفسیر)

(۱) شکر &gt; سدیم کلرید &gt; کلسیم کلرید

(۲) سدیم کلرید &gt; شکر &gt; کلسیم کلرید

(۳) کلسیم کلرید &gt; سدیم کلرید &gt; شکر

(۴) سدیم کلرید &gt; کلسیم کلرید &gt; شکر

(سراسری تهرمی ۸۷ - فارغ از کشور)

۳۰۴- با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام مقایسه درست است؟

ماده‌ی حل شده	شکر	سدیم کلرید	کلسیم کلرید
غلظت مولال محلول آبی	۲	۱/۵	۱/۲
دمای شروع انجماد محلول آبی (°C)	t <sub>۱</sub>	t <sub>۲</sub>	t <sub>۳</sub>

(۱) t<sub>۱</sub> > t<sub>۲</sub> > t<sub>۳</sub>(۲) t<sub>۱</sub> > t<sub>۳</sub> > t<sub>۲</sub>(۳) t<sub>۳</sub> > t<sub>۱</sub> > t<sub>۲</sub>(۴) t<sub>۳</sub> > t<sub>۲</sub> > t<sub>۱</sub>

(آزاد تهرمی - ۷۳)

۳۰۵- نزول نقطه‌ی انجماد محلول نمک در آب به کدام عامل زیر بستگی دارد؟

(۱) جرم مولکولی نمک و جرم مولکولی حلال

(۲) فقط درصد تفکیک یونی جسم حل شده

(۳) فقط نقطه‌ی انجماد جسم حل شده

(۴) مولالیته و درصد تفکیک یونی جسم حل شده

۳۰۶- با توجه به این‌که نقطه‌ی شروع به انجماد محلول‌های یک مولال NaCl و MgSO<sub>4</sub> به ترتیب برابر ۳/۷- و ۲/۵- درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد، می‌توان دانست که .....

(۱) ΔH انحلال سدیم کلرید نسبت به انحلال منیزیم سولفات کم‌تر است. (۲) افزایش بی‌نظمی در انحلال سدیم کلرید نسبت به منیزیم سولفات کم‌تر است.

(۳) جرم مولکولی منیزیم سولفات از سدیم کلرید بیشتر است. (۴) درصد تفکیک یونی منیزیم سولفات از سدیم کلرید کم‌تر است.

(سراسری تهرمی زمستانی دوم ۷۳ + ۲ بار تکرار مشابه)

۳۰۷- با حل کردن یک ماده در یک حلال، کدام تغییرات در خواص حلال روی خواهد داد؟

(۱) افزایش دمای انجماد، افزایش دمای جوش

(۲) افزایش فشار بخار، کاهش دمای جوش

(۳) کاهش فشار بخار، افزایش دمای جوش

(۴) کاهش دمای انجماد، کاهش دمای جوش

۳۰۸- نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال پتاسیم نیترات به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(همه‌ی دانشمندان صفحه‌ی ۹۸ کتاب درسی قسمت پ و ت)

(۱) ۱۰۱/۵۶ و ۳/۷-

(۲) ۱۰۱/۵۶ و ۳/۷-

(۳) ۱۰۱/۵۶ و ۵/۵۵-

(۴) ۱۰۱/۵۶ و ۵/۵۵-

۳۰۹- اگر کاهش دمای انجماد محلول ۰/۱ مولال گلوکوز برابر a°C و کاهش دمای انجماد محلول باریم کلرید ۰/۱ مولال برابر b°C باشد، کدام رابطه بین a و b وجود دارد؟  
(سراسری تهرمی و ریاضی زمستانی دوم - ۷۳)

(۱) b = ۲a

(۲) b = ۳a

(۳) ۲b = a

(۴) ۲b = ۳a

(سراسری تهرمی - ۷۶)

۳۱۰- کدام عبارت در مورد جدول زیر صحیح است؟

مقدار ماده‌ی حل شده در ۱۰۰۰ گرم آب	نام و فرمول ماده‌ی حل شده	نقطه‌ی انجماد تقریبی محلول (°C)	رسانایی الکتریکی
۳۴۲ گرم = ۱ مول	شکر (C <sub>۱۲</sub> H <sub>۲۲</sub> O <sub>۱۱</sub> )	-۱/۸۵	نارسانا
۴۶ گرم = ۱ مول	الکل معمولی (C <sub>۲</sub> H <sub>۵</sub> OH)	-۱/۸۵	نارسانا
۹۲ گرم = ۱ مول	گلیسرین (C <sub>۳</sub> H <sub>۵</sub> (OH) <sub>۳</sub> )	-۱/۸۵	نارسانا

(۱) پایین آمدن نقطه‌ی انجماد محلول به مقدار ماده‌ی حل شده در یک لیتر محلول بستگی دارد.

(۲) قطبی بودن ماده‌ی حل شده تأثیری در نقطه‌ی انجماد محلول ندارد.

(۳) موادی که محلول یک مولال آن‌ها نقطه‌ی انجمادی در حدود -۱/۸۵°C دارند، نارسانا هستند.

(۴) موادی که نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال آن‌ها، کم‌تر از -۱/۸۵°C است، رسانای ضعیف هستند.



## ویژگی‌های محلول، کلویید و سوسپانسیون

۳۱۱- در محلول آب شکر، ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی محلول ..... جدا از هم و در محلول آب نمک، ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی محلول ..... جدا از هم هستند که در حلال پخش می‌شوند.

- (۱) مولکول‌های - اتم‌های (۲) مولکول‌های - یون‌های (۳) یون‌های - اتم‌های (۴) اتم‌های - یون‌های

۳۱۲- کدام یک در مورد محلول‌ها نادرست است؟

- (۱) شفاف هستند. (۲) کاملاً پایدارند. (۳) کاملاً همگن و تک‌فازی هستند. (۴) مسیر عبور در آن‌ها مشخص است.

(المپیاد - ۷۹)

۳۱۳- کدام گزینه در ردیف ویژگی‌های محلول نیست؟

- (۱) یکسان بودن خواص در هر نقطه از محلول (۲) بی‌رنگ بودن (۳) جدا نشدن حل‌شونده و حلال از یکدیگر از راه صاف کردن (۴) ناخالص و همگن بودن

(آزاد ریاضی - ۸۶)

۳۱۴- کدام یک از مواد زیر را محلول گویند؟

- (۱) هوا (۲) محلول شکر در آب (۳) آلیاژ مس و طلا (۴) هر سه

۳۱۵- کدام گزینه در مورد کلوییدها نادرست است؟

- (۱) نخستین بار توماس گراهام واژه‌ی کلویید را معرفی کرد. (۲) از واژه‌ی یونانی Kolla به معنای چسب گرفته شده است. (۳) ذره‌های کلوییدی عموماً به صورت مولکول‌های کوچک هستند. (۴) حداقل از دو فاز پخش‌شونده و پخش‌کننده تشکیل شده‌اند.

(سراسری ریاضی ۷۶ + ۳ بار تکرار مشابه)

۳۱۶- محلول و کلویید در کدام مورد زیر شباهت دارند؟

- (۱) شفاف بودن (۲) لخته شدن (۳) اندازه‌ی ذره‌ها (۴) عبور ذره‌ها از صافی

۳۱۷- محلول‌ها و کلوییدها، از کدام لحاظ تفاوت دارند؟

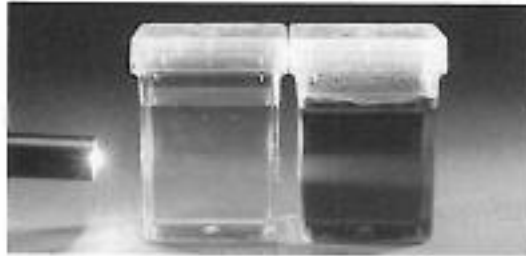
- (۱) پایداری (۲) عبور از کاغذ صافی (۳) عبور نور (۴) تعداد فاز

(المپیاد - ۷۷)

۳۱۸- کدام گزینه عبارت «یک محلول، مخلوطی ..... و یک کلویید، مخلوطی ..... است» را دقیق‌تر کامل می‌کند؟

- (۱) پایدار - ناپایدار (۲) همگن - ناهمگن (۳) بی‌رنگ - رنگی (۴) رسانا - نارسا

۳۱۹- شکل روبه‌رو، برای کدام منظور در کتاب درسی مطرح شده است؟



(شکل ۱۰ صفحه‌ی ۹۹ کتاب درسی قسمت آ و سراسری ریاضی ۸۶ + ۱ بار تکرار)

- (۱) مقایسه‌ی پایداری محلول و کلویید (۲) مقایسه‌ی پخش نور در محلول و کلویید (۳) تشکیل لخته در کلویید و تشکیل رسوب در سوسپانسیون (۴) اثر تیندال در کلویید و حرکت براونی در سوسپانسیون

(سراسری تجربی مرحله‌ی دوم - ۶۹)

۳۲۰- تشابه و تفاوت مخلوط کلویید و محلول به ترتیب کدامند؟

- (۱) شفافیت، اندازه‌ی ذره‌ها (۲) لخته شدن، عبور از کاغذ صافی (۳) لخته شدن، مشخص کردن مسیر نور (۴) عبور از کاغذ صافی، مشخص کردن مسیر نور

(سراسری تجربی مرحله‌ی دوم - ۷۰)

۳۲۱- کدام مورد، منحصر به مخلوط کلوییدی نیست؟

- (۱) زله‌ای شدن (۲) عبور دادن نور (۳) لخته شدن (۴) مشخص کردن مسیر نور

(جدول ۴ صفحه‌ی ۱۰۰ کتاب درسی)

۳۲۲- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) مه نوعی آبروسول مایع است. (۲) رنگ‌های روغنی نمونه‌ای از کلویید جامد در مایع هستند. (۳) امولسیون نوعی کلویید است. (۴) به کلویید گاز در جامد، سول گفته می‌شود.

۳۲۳- از بین مخلوط‌های زیر، کدام یک نمی‌تواند کلویید باشد؟

- (۱) مایع در مایع (۲) جامد در مایع (۳) گاز در جامد (۴) گاز در گاز

(آزاد ریاضی - ۸۵)

۳۲۴- کدام یک از مواد زیر کلویید است؟

- (۱) هوای مه‌آلود (۲) آب و صابون (۳) رنگ نقاشی روغنی (۴) هر سه



(آزاد پزشکی - ۸۵)

۳۲۵- کدام یک از مواد زیر یک کلویید است؟

- (۱) کمی پودر نشاسته در آب گرم  
(۲) سس مایونز خوراکی  
(۳) رنگ نقاشی روغنی  
(۴) هر سه

۳۲۶- کدام یک از کلوییدهای زیر با سایر گزینه‌ها تفاوت دارد؟

- (۱) سرامیک  
(۲) یاقوت  
(۳) فیروزه  
(۴) سنگ پا

۳۲۷- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) پرتوهای نور به وسیله‌ی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی کلویید پخش می‌شوند.  
(۲) مسیر عبور نور در کلویید قابل مشاهده نیست.  
(۳) پخش نور به وسیله‌ی ذره‌های کلوییدی را به افتخار جان تیندال اثر تیندال نامیده‌اند.  
(۴) اثر تیندال هنگام عبور پرتوهای خورشید در هوای آلوده به غبار قابل مشاهده است.

۳۲۸- شکل روبه‌رو نشان‌دهنده‌ی ..... در ..... می‌باشد.

(شکل ۱۰ - ب - صفحه‌ی ۹۹ کتاب درسی)



- (۱) اثر تیندال - کلوییدها  
(۲) حرکت براونی - کلوییدها  
(۳) اثر تیندال - محلول‌ها  
(۴) حرکت براونی - محلول‌ها

۳۲۹- حرکت براونی چیست؟

www.konkurist.com

- (۱) حرکت یونها در الکترولیت‌ها  
(۲) حرکت دائمی و نامنظم ذره‌های کلوییدی  
(۳) حرکت الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در یک قطعه فلز  
(۴) حرکت نور از درون کلویید

(آزاد ریاضی - ۸۴)

۳۳۰- شکل روبه‌رو، برای نشان دادن کدام رویداد، در کتاب درسی ارائه شده است؟

(سراسری تجربی ۸۵ - فارغ از کشور)



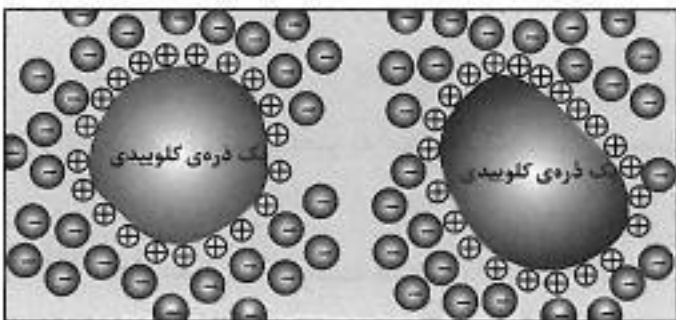
- (۱) اثر تیندال در هوای غبارآلود  
(۲) حرکت براونی ذره‌های کلوییدی  
(۳) حرکت ذره‌های جامد در یک نمونه از سوسپانسیون  
(۴) پخش ذره‌های کلوییدی درون یک محلول الکترولیت

۳۳۱- عامل ایجاد حرکت براونی در ذره‌های کلوییدی کدام است؟

- (۱) وزن بسیار کم ذره‌های کلوییدی و تعلیق آنها در فاز پراکنده‌کننده  
(۲) بارهای الکتریکی هم‌نام ذره‌های کلوییدی و دافعه‌ی میان آنها  
(۳) جاذبه‌ی فاز پخش‌کننده روی ذره‌های کلوییدی و جلوگیری از ته‌نشین شدن آنها  
(۴) غلظت بالای فاز پخش‌کننده در کلوییدها که مانع از ته‌نشین شدن ذره‌های کلوییدی می‌شود.

۳۳۲- منظور اصلی از طرح شکل روبه‌رو، در کتاب درسی، نشان دادن کدام رویداد

است؟ (فکر کنید صفحه‌ی ۱۰۶ کتاب درسی و سراسری تجربی ۸۷ - فارغ از کشور)



- (۱) حرکت براونی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی کلویید  
(۲) لخته شدن کلوییدها بر اثر افزودن یک الکترولیت به آنها  
(۳) دور شدن ذره‌های کلویید از یکدیگر در مجاورت یک الکترولیت  
(۴) پایدار شدن کلوییدها بر اثر وجود بارهای الکتریکی هم‌نام در سطح ذره‌های آن

۳۳۳- کدام عبارت در مورد کلوییدها نادرست است؟

- (۱) ذره‌های کلوییدی می‌توانند ذره‌های باردار مانند یونها را در سطح خود جذب کنند.  
(۲) بار الکتریکی در سطح ذره‌های کلوییدی می‌تواند مثبت یا منفی باشد.  
(۳) ته‌نشین شدن فاز پخش‌شونده به دلیل وجود بار الکتریکی هم‌نام در سطح ذره‌های کلوییدی است.  
(۴) مقدار بار الکتریکی ذره‌های یک کلویید، یکسان است.

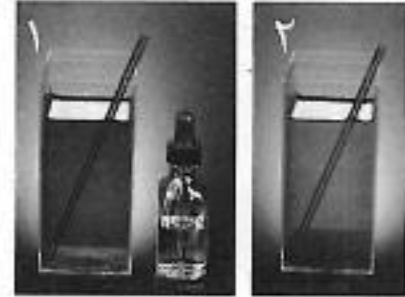


۳۳۴- در کدام نوع مخلوط زیر، ذره‌های حل شده ممکن است به یکدیگر چسبیده، به صورت لخته در آیند؟  
 (۱) سوسپانسیون (۲) امولسیون (۳) مخلوط کلوئیدی (۴) محلول

۳۳۵- با افزایش ..... به یک کلوئید، ذره‌های کلوئیدی ته‌نشین می‌شود. این فرایند را ..... می‌گویند.  
 (۱) الکترولیت - رسوب کردن (۲) الکترولیت - لخته شدن (فکر کنید صفحه‌ی ۱۰۲ کتاب درسی شماره‌ی ۳)

(۳) غیرالکترولیت - رسوب کردن (۴) غیرالکترولیت - لخته شدن  
 ۳۳۶- هر کلوئید (یا ذره‌های آن) فاقد کدام ویژگی است؟  
 (۱) اثر تیندال (۲) حرکت براونی

(۳) پایداری در مجاورت الکترولیت‌ها (۴) داشتن بارهای الکتریکی هم‌نام  
 ۳۳۷- کدام عبارت از شکل روبه‌رو نتیجه می‌شود؟  
 (۱) کلوئیدها ناپایدارند و با گذشت زمان ته‌نشین می‌شوند.



(۲) افزودن مقداری از یک محلول الکترولیت به کلوئیدها، سبب لخته شدن آن‌ها می‌شود.  
 (۳) با هم زدن، کلوئید حالت همگن و تک‌فازی به خود می‌گیرد.  
 (۴) پخش نور در کلوئیدها کاملاً محسوس است.  
 ۳۳۸- امولسیون، مخلوطی است با .....  
 (۱) ذره‌های ریز یک مایع معلق در مایع دیگر (۲) ذره‌های ریز جامد پخش شده در یک مایع

(۳) ذره‌های ریز جامد پخش شده در یک مایع (۴) ذره‌های ریز جامد معلق در یک مایع  
 ۳۳۹- شیر معمولی نمونه‌ای از کدامیک از حالات زیر را دارد؟  
 (۱) سوسپانسیون (۲) امولسیون (۳) کلوئید (۴) محلول

(۱) امولسیون (۲) سوسپانسیون (۳) محلول (۴) مخلوط کلوئیدی  
 ۳۴۰- اگر مقداری روغن زیتون را در سرکه ریخته و به شدت به هم بزنیم، کدام نوع مخلوط زیر را می‌توان به دست آورد؟  
 (۱) امولسیون (۲) سوسپانسیون (۳) محلول (۴) مخلوط کلوئیدی

(۱) امولسیون (۲) سوسپانسیون (۳) محلول (۴) کلوئید  
 ۳۴۱- مایونز جزو کدامیک از مخلوط‌های زیر محسوب می‌شود؟  
 (۱) امولسیون (۲) سوسپانسیون (۳) محلول (۴) کلوئید

(۱) امولسیون (۲) سوسپانسیون (۳) محلول (۴) کلوئید  
 ۳۴۲- در مایونز، ..... موجود در ..... تخم‌مرغ به عنوان عامل امولسیون‌کننده عمل می‌کند.  
 (۱) کازئین - سفیده‌ی (۲) کازئین - زرده‌ی (۳) لسیتین - سفیده‌ی (۴) لسیتین - زرده‌ی

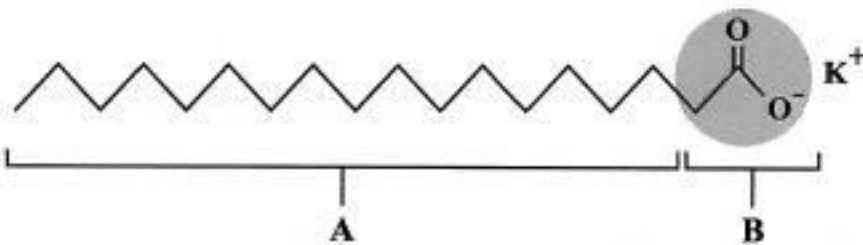
(۱) کازئین - سفیده‌ی (۲) کازئین - زرده‌ی (۳) لسیتین - سفیده‌ی (۴) لسیتین - زرده‌ی  
 ۳۴۳- کدام عبارت نادرست است؟  
 (۱) اسیدهای چرب دراز زنجیر دسته‌ای از اسیدهای آلی هستند که در روغن گیاهی یا در چربی جانوران یافت می‌شوند.

(۲) اسیدهای چرب دارای یک زنجیر هیدروکربنی سیرشده یا سیرنشده‌ی بزرگ با ۱۶ تا ۲۲ اتم کربن هستند.  
 (۳) اسیدهای آلی گروه عاملی کربوکسیل دارند.  
 (۴) صابون جامد، نمک پتاسیم اسیدچرب و صابون مایع نمک سدیم یا آمونیوم اسید چرب است.

(۱) صابون نقش امولسیون‌کنندگی چرک و چربی در آب را دارد.  
 (۲) جزء آنیونی صابون از دو بخش تشکیل شده است.  
 (۳) زنجیر هیدروکربنی صابون آب‌گریز است.  
 (۴) بخش قطبی صابون در چرک و چربی حل می‌شود.

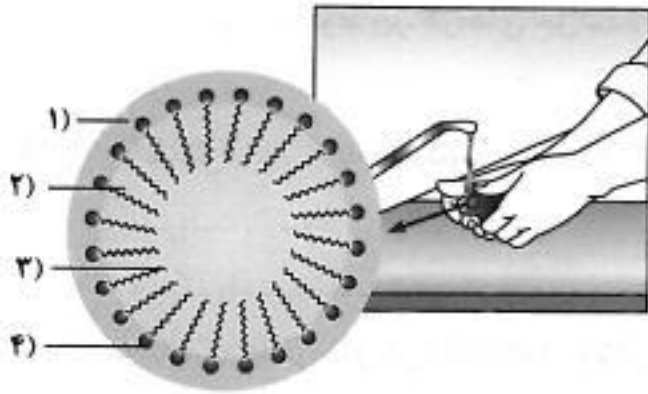
۳۴۴- کدام گزینه در مورد صابون نادرست است؟  
 (۱) صابون نقش امولسیون‌کنندگی چرک و چربی در آب را دارد.  
 (۲) جزء آنیونی صابون از دو بخش تشکیل شده است.  
 (۳) زنجیر هیدروکربنی صابون آب‌گریز است.  
 (۴) بخش قطبی صابون در چرک و چربی حل می‌شود.

۳۴۵- شکل روبه‌رو ساختار مولکول صابون را نشان می‌دهد. کدام عبارت در مورد آن نادرست است؟  
 (۱) یک واحد فرمولی صابون مایع را نشان می‌دهد.  
 (۲) بخش A در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.  
 (۳) بخش B سر قطبی و آب‌دوست صابون است.  
 (۴) بخش B جزء آنیونی صابون را نشان می‌دهد.



۳۴۶- طرف قطبی مولکول صابون که در آب محلول است و در چربی حل نمی‌شود، شامل کدام بخش آن است؟  
 (۱)  $\text{COO}^- \text{Na}^+$  (۲) بنیان هیدروکربنی (۳) یون سدیم (۴)  $\text{RCOO}^-$





۳۴۷- با توجه به شکل روبه‌رو که در کتاب درسی ارایه شده است، بخش‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب (از راست به چپ)، کدام‌اند؟ (سراسری ریاضی ۸۸ و ۸۶ - فارغ از کشور)

- (۱) آب - روغن - بخش باردار صابون - بخش ناقطبی صابون
- (۲) روغن - آب - بخش باردار صابون - بخش ناقطبی صابون
- (۳) آب - روغن - بخش ناقطبی صابون - بخش باردار صابون
- (۴) روغن - آب - بخش ناقطبی صابون - بخش باردار صابون

۳۴۸- شکل زیر، ساختار سدیم دودسیل بنزن ..... را نشان می‌دهد که یک پاک‌کننده‌ی غیرصابونی ..... شاخه‌ی جانبی است و ذره‌های چربی به بخش ..... آن می‌چسبند و گروه ..... آن که بخش باردار آن را تشکیل می‌دهد، سبب حل شدن چربی در آب می‌شود. (شکل ۱۶ صفحه‌ی ۱۰۵ کتاب درسی و سراسری تجربی ۸۶)



- (۱) سولفونات - بدون - آلکیلی - سولفونات
- (۲) سولفونات - دارای - الکیلی - سولفونات
- (۳) سولفات - بدون - آلکیلی - سولفات
- (۴) سولفات - دارای - الکیلی - سولفات

۳۴۹- شوینده‌های سنتزی (غیرصابونی) معمولاً از یک زنجیر ..... کربنی متصل به حلقه‌ی بنزن که دارای گروه ..... است، تشکیل شده‌اند. (آزاد پزشکی - ۷۷)

- (۱)  $-SO_3Na$ ، ۱۷ (۱)
- (۲)  $-SO_3H$ ، ۱۲ (۲)
- (۳)  $-SO_3Na$ ، ۱۲ (۳)
- (۴)  $-SO_3H$ ، ۱۷ (۴)

۳۵۰- در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، به جای گروه ..... مولکول صابون، گروه دیگری مانند ..... شرکت دارد و یک نمونه از این نوع پاک‌کننده‌ها، ..... نام دارد. (سراسری تجربی - ۸۴ و سراسری تجربی ۸۶ - فارغ از کشور)

- (۱) هیدروکسیل - گروه سولفات - دو دسیل بنزن سولفات
- (۲) هیدروکسیل - گروه سولفونات - دودسیل بنزن سولفونات
- (۳) کربوکسیلات - گروه سولفات - دو دسیل بنزن سولفات
- (۴) کربوکسیلات - گروه سولفونات - دو دسیل بنزن سولفونات

۳۵۱- کدام ماده، فاقد خاصیت امولسیون‌کنندگی است؟ (سراسری تجربی - ۸۵)

- (۱) صابون
- (۲) چربی
- (۳) لسیترین
- (۴) سدیم دو دسیل بنزن سولفونات

۳۵۲- پاک‌کننده‌ی غیرصابونی در صورتی در آب نامحلول است که زنجیر هیدروکربنی آن ..... باشد. (آزاد ریاضی - ۷۳)

- (۱) نسبتاً دراز
- (۲) بسیار کوتاه
- (۳) بسیار دراز
- (۴) نسبتاً کوتاه

۳۵۳- صابون معمولی و شوینده‌های غیرصابونی از کدام نظر مشابهت دارند؟ (سراسری ریاضی - ۷۲)

- (۱) ماهیت بخش آنیونی
- (۲) داشتن مولکول‌هایی با یک سر قطبی و یک سر ناقطبی
- (۳) تعداد اتم‌های کربن
- (۴) ماهیت بخش آلی مولکول

(شکل ۱۶ صفحه‌ی ۱۰۵ کتاب درسی)



۳۵۴- کدام گزینه در مورد ماده‌ی روبه‌رو درست است؟

- (۱) نام آن سدیم دو دسیل بنزن سولفات است.
- (۲) یک پاک‌کننده‌ی صابونی بدون شاخه‌ی فرعی است.
- (۳) زنجیر آلکیل سبب پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود.
- (۴) فرمول آن  $C_{18}H_{34}SO_3Na$  است.

۳۵۵- کدام مطلب درست است؟ (سراسری تجربی ۸۵ - فارغ از کشور)

- (۱) در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، ذره‌های چربی به گروه سولفونات مولکول می‌چسبند.
- (۲) لخته شدن، از قرار گرفتن ذره‌های باردار الکترولیت‌ها بین ذره‌های کلویید و افزایش دافعه بین آن‌ها ناشی می‌شود.
- (۳) فاز پخش‌کننده‌ی کلویید شیر، قطره‌های چربی است.
- (۴) ذره‌های سازنده‌ی کلوییدها، مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی هستند.



(آزاد تجربی ۷۴ + ۴ بار تکرار)

۳۵۶- سوسپانسیون مخلوطی است شامل:

(۱) محلول سیرشده‌ی یک جامد در یک مایع

(۳) محلول سیرشده‌ی یک گاز در یک مایع

(۲) ذره‌های ریز یک مایع معلق در مایع

(۴) ذره‌های ریز جامد معلق در یک مایع

۳۵۷- کدام ویژگی در مورد مخلوط‌های سوسپانسیون نادرست است؟

(۱) مخلوط‌هایی ناهمگن هستند.

(۳) پایدار نیستند و فاز جامد درون آن‌ها تمایل به ته‌نشین شدن دارد.

(۲) ذره‌های آن‌ها از سوراخ‌های کاغذ صافی نمی‌گذرند.

(۴) پخش نور در آن‌ها محسوس نیست.

(سراسری ریاضی ۸۵ - فارغ از کشور)

۳۵۸- مایونز، آب نمک و خاکشیر به ترتیب از کدام نوع مخلوط‌اند؟

(۱) سوسپانسیون - امولسیون - محلول

(۳) سوسپانسیون - محلول - امولسیون

(۲) امولسیون - سوسپانسیون - محلول

(۴) امولسیون - محلول - سوسپانسیون

(سراسری تجربی - ۷۷)

۳۵۹- در کدام ردیف از جدول زیر، نمونه‌هایی که برای انواع مخلوط داده شده، درست است؟

مخلوط	سوسپانسیون	امولسیون	کلوئید
۱	آب گل‌آلود	شیر	مه
۲	شیر	سرکه	چسب
۳	سرکه	چسب	شیر
۴	چسب	رنگ روغنی	آب گل‌آلود

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

(آزاد - ۷۵)

۳۶۰- مخلوطی از جامد در آب که اندازه‌های ذره‌ها در حدود  $10^{-8}$  سانتی‌متر باشد، چه نامیده می‌شود؟

(۱) امولسیون

(۲) کلوئید

(۳) سوسپانسیون

(۴) محلول

(سراسری ریاضی - ۸۵)

۳۶۱- در کدام ستون جدول زیر، ویژگی بیان شده درباره‌ی یکی از مخلوط‌ها، نادرست است و این مخلوط از کدام نوع است؟

نوع مخلوط	اندازه‌ی ذره‌ها	ته‌نشینی ذره‌ها	عبور از کاغذ صافی	پخش نور
محلول	کوچک	نمی‌شود	می‌کند	نمی‌کند
کلوئید	بزرگ	می‌شود	می‌کند	می‌کند
سوسپانسیون	بزرگ‌تر	می‌شود	نمی‌کند	می‌کند

(۱) ستون ۱، سوسپانسیون

(۲) ستون ۲، کلوئید

(۳) ستون ۳، کلوئید

(۴) ستون ۴، سوسپانسیون

(جدول ۳ - صفحه‌ی ۱۰۰ کتاب درسی)

۳۶۲- کدام عبارت در مقایسه‌ی ویژگی‌های محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها نادرست است؟

(۱) ذره‌های سازنده‌ی محلول‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها هستند.

(۳) سوسپانسیون‌ها حداقل از دو فاز تشکیل شده‌اند.

(۲) ذره‌های سازنده‌ی کلوئیدها، مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی هستند.

(۴) فاز پخش‌کننده‌ی کلوئید شیر، قطره‌های چربی است.



# پانخ‌های تشریحی قسمت اول

## عوامل مؤثر بر انحلال

(از صفحه‌های ۷۵ تا ۱۹ کتاب درسی)

۱- (۲) - درسنامه‌ی زیر را بخوانید.

درسنامه

### فاز

بخشی از یک سامانه که **خواص شدتی** (مانند رنگ، بو، طعم، دما، حالت فیزیکی، چگالی، نقطه‌ی ذوب و جوش، ضریب شکست نور، ظرفیت گرمایی ویژه، ظرفیت گرمایی مولی و ...) در همه جای آن یکسان است، فاز نامیده می‌شود. می‌توان فاز را بخشی از سامانه در نظر گرفت که تمام آن از نظر ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی یکسان باشد.

**مثال:** یک لیوان پر از آب خالص را در نظر بگیرید. خواص شدتی در همه جای درون لیوان یکسان است. اگر فضای درون این لیوان که با آب خالص پر شده است را یک سامانه در نظر بگیرید، این سامانه شامل یک فاز است. اگر نیمی از آب درون لیوان را خالی کنیم، در این صورت، سامانه‌ی یاد شده دارای دو فاز خواهد شد. بخشی از لیوان که با آب پر شده، یک فاز مایع و بخشی از لیوان که با هوا پر شده، یک فاز گاز است. افزودن یک قطعه یخ یا مقداری روغن مایع درون این لیوان، تعداد فازها را به سه افزایش می‌دهد.

### تفاوت فاز و حالت

وقتی سخن از **حالت ماده** می‌آوریم، فقط **حالت فیزیکی** ماده مورد خطاب قرار می‌گیرد ولی وقتی واژه‌ی **فاز** استفاده می‌شود، هم **حالت فیزیکی** و هم **ترکیب شیمیایی** ماده مورد بررسی قرار می‌گیرد.



**مثال ۱:** اگر چه آب و روغن هر دو مایع هستند و حالت فیزیکی یکسانی دارند ولی مخلوط آن‌ها شامل دو فاز است. زیرا آب و آب و روغن در هم حل نمی‌شوند و ترکیب شیمیایی بالا و پایین ظرف تفاوت دارد.



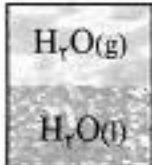
**مثال ۲:** مخلوط آب و الکل یک فاز است، زیرا در یکدیگر حل می‌شوند، از این رو حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی تمام نقاط ظرف یکسان است.

**نتیجه‌ی مهم:** اگر دو ماده در یکدیگر حل شوند، مخلوط آن‌ها یک فاز و اگر در یکدیگر حل نشوند، مخلوط آن‌ها دو فاز است. بنابراین می‌توان گفت، مخلوط دو جامد همیشه دو فاز است، زیرا دو ماده‌ی جامد هرگز در هم حل نمی‌شوند. مخلوط دو گاز همیشه یک فاز است، زیرا دو گاز همیشه در هم حل می‌شوند و مخلوط دو مایع اگر در هم حل شوند، یک فاز و اگر در هم حل نشوند، دو فاز است.

۲- (۱) - درسنامه‌ی فاز را بخوانید.

۳- (۱) - مخلوط دو مایع اگر در یکدیگر حل شوند، یک فاز است. آب و الکل به هر نسبتی در هم حل می‌شوند، به طوری که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی تمام نقاط ظرف یکسان است.

۴- (۴) - فاز بخشی از سامانه است که همه جای آن از نظر ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی یکسان باشد.



**ظرف (آ):** ترکیب شیمیایی همه جای ظرف یکسان است ( $H_2O$ )، ولی حالت فیزیکی بالا و پایین ظرف تفاوت دارد. پس یک سامانه‌ی دو فازی است.



**ظرف (ب):** آب و استون به هر نسبتی در هم حل می‌شوند. از این رو نه تنها حالت فیزیکی همه جای ظرف، مایع و یکسان است، بلکه ترکیب شیمیایی تمام نقاط ظرف نیز یکسان است. پس یک سامانه‌ی تک فازی است.



**ظرف (پ):** حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی بالا و پایین ظرف تفاوت دارد. پس یک سامانه‌ی دو فازی است.

**نکته:** یکی از مشخصه‌های سامانه‌های چند فازی وجود **مرز یا فصل مشترک** میان فازها می‌باشد. سامانه‌ی تک فازی فاقد مرز یا فصل مشترک است.



۵- (۲) وقتی که تغییر فازی انجام می‌شود، ماهیت شیمیایی ماده تغییر نمی‌کند. بنابراین تغییر فاز، یک تغییر فیزیکی است. به‌طور کلی هر کدام از تبدیل‌های جامد به مایع (ذوب)، مایع به بخار (تبخیر)، جامد به گاز (تصعید یا فرازش)، گاز به جامد (چگالش)، گاز به مایع (میعان) و مایع به جامد (انجماد) یک تغییر فاز به‌شمار می‌آیند.

مثال: یخ فاز جامد است ولی وقتی که ذوب می‌شود به فاز مایع تبدیل می‌شود. بنابراین در این جا تغییر فاز رخ داده است، چون یک فاز به فاز دیگری تبدیل شده است.

۶- (۱) تغییر فاز یک تغییر فیزیکی است و در تغییرهای فیزیکی، حالت فیزیکی (جامد، مایع، گاز) ماده تغییر می‌کند ولی ماهیت و ساختار ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن دچار تغییر نمی‌شود.

۷- (۳) نمک افزوده شده در آب حل می‌شود ولی نفت در آب حل نمی‌شود و بر روی آن قرار می‌گیرد. ضمناً چون حجم ظرف ۳ لیتری است، پس از افزودن یک لیتر آب و یک لیتر نفت مقدار یک لیتر از فضای بالای ظرف خالی می‌ماند که مولکول‌های هوا آن را اشغال خواهند کرد. بنابراین محفظه‌ی داخل ظرف شامل سه فاز آب نمک، نفت و هوا خواهد بود.



۸- (۱) یک ترکیب می‌تواند فاصل باشد. برای درک بهتر، درسامه‌ی زیر را بفوانید.

### درسامه

### تقسیم‌بندی مواد

مواد را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:



### عنصر و ترکیب

۲) عنصر به ماده‌ای گفته می‌شود که تنها از یک نوع اتم ساخته شده است.

مثال: سدیم ( $Na$ )، اکسیژن ( $O_2$ )، فسفر سفید ( $P_4$ )، هلیوم ( $He$ ) و ... همگی از عناصر به‌شمار می‌روند.

ب) ترکیب به ماده‌ای گفته می‌شود که از بیش از یک نوع اتم ساخته شده است.

مثال: آب ( $H_2O$ )، سدیم کلرید ( $NaCl$ )، سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) و ... همگی ترکیب هستند.

### خالص و ناخالص

۲) ماده‌ی خالص هر ماده‌ی خالص فقط از یک نوع ماده تشکیل شده است.

مثال: گاز هیدروژن فقط از  $H_2$ ، آب خالص فقط از  $H_2O$  و نمک‌طعام فقط از  $NaCl$  تشکیل شده است و از مواد خالص به‌شمار می‌روند.

ب) ماده‌ی ناخالص (مخلوط) هر ماده‌ی ناخالص (مخلوط) از بیش از یک نوع ماده تشکیل شده است.

مثال: هوا مخلوطی از  $O_2$  و  $N_2$  و آب‌نمک مخلوطی از  $H_2O$ ،  $Na^+$  و  $Cl^-$  است.

نکته: برای یک ماده‌ی خالص، دو واژه‌ی حالت و فاز هم‌معنا هستند، زیرا هر ماده‌ی خالص فقط از یک نوع ماده تشکیل شده است و ترکیب شیمیایی یکسانی دارد. حال اگر حالت فیزیکی آن نیز در همه جای ظرف یکسان باشد، تمام نقاط ظرف فاز یکسانی خواهد داشت.

مثال: آب یک ماده‌ی خالص است. از این‌رو آب در حالت بخار را، آب در فاز بخار نیز می‌گویند. به این ترتیب، یخ فاز جامد آب خواهد بود.

### همگن و ناهمگن

۲) مخلوط همگن (محلول) مخلوط‌هایی که ترکیب اجزای آن‌ها یکسان است و ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها به‌طور یکنواخت در هم پخش شده‌اند، مخلوط همگن یا محلول نامیده می‌شوند. به‌عبارت دیگر، اگر در سامانه‌ی مخلوطی، مرزها قابل تشخیص نباشد و مخلوط تنها یک فاز را به‌وجود

آورد، در این صورت این مخلوط یک فازی را مخلوط همگن یا محلول می‌گویند.

مثال: آب نمک محلول جامد در مایع، هوا محلول گاز در گاز و سکه‌ی طلا محلول جامد در جامد است.



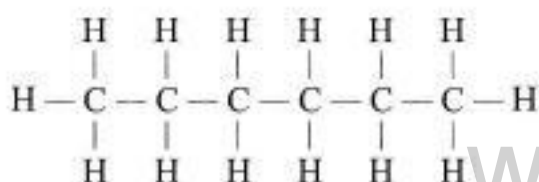
**ب) مخلوط‌های ناهمگن** مخلوط‌هایی که ترکیب اجزای آن‌ها یکسان نبوده و ذره‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها به‌طور یکنواخت در هم پخش نگردیده‌اند را مخلوط‌های ناهمگن گویند. در مخلوط‌های ناهمگن همواره مرز میان فازها قابل تشخیص است. به مرز میان دو فاز، **فصل مشترک** نیز گفته می‌شود.

**مثال:** مخلوط شن و نمک و یا مخلوط آب و نفت از مخلوط‌های ناهمگن به‌شمار می‌روند.

- ۹- (۴) مخلوط‌هایی که ترکیب اجزای آن‌ها یکسان است و ذرات تشکیل دهنده‌ی آن‌ها به‌طور یکنواخت در هم پخش شده‌اند، مخلوط‌های همگن یا محلول نامیده می‌شوند. محلول‌ها معمولاً زیر ذره‌بین تک‌فازی هستند، یعنی ذرات ماده‌ی حل شدنی و حلال از یک‌دیگر قابل تشخیص نیستند.
- ۱۰- (۴) در مخلوط‌های ناهمگن همواره مرز میان فازها قابل تشخیص است. به مرز میان دو فاز، فصل مشترک گفته می‌شود. اگر در مخلوطی این مرزها قابل تشخیص نباشد به عبارت دیگر، مخلوط تنها یک فاز به‌وجود آورد، در این صورت این مخلوط یک فاز را مخلوط همگن یا محلول می‌گویند.
- ۱۱- (۲) یک محلول دست‌کم، از دو جزء تشکیل شده است، که عبارتند از: حلال و حل‌شونده.
- جزئی که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً درصد بیش‌تری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلال نام دارد.
- مثال:** در محلول آب نمک، آب حلال و نمک حل‌شونده است. اغلب محلول‌های موجود در طبیعت شامل یک حلال و چند ماده‌ی حل‌شونده‌اند. آب دریا نمونه‌ای از این نوع محلول‌هاست. در این محلول، آب به‌عنوان حلال و نمک‌های مختلف و هوای حل‌شده، مواد حل‌شونده‌ی آن هستند. هوا نیز مخلوطی از گازهای نیتروژن (۷۸٪)، اکسیژن (۲۱٪) و چند گاز دیگر است و چون یک مخلوط همگن است، می‌توان آن را محلول نامید. بنابراین در محلول هوا می‌توان نیتروژن را حلال و اکسیژن و سایر گازها را ماده‌ی حل‌شده نامید.
- ۱۲- (۲) **هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:**
- گزینه ۱:** اتانول و آب به هر نسبتی در یک‌دیگر حل می‌شوند. بنابراین مخلوط آن‌ها یک مخلوط همگن یا محلول است.
- گزینه ۲:** نمک خوراکی در آب حل می‌شود و فاز واحدی را تشکیل می‌دهد ولی روغن در آب حل نمی‌شود و فاز جداگانه‌ای را ایجاد می‌کند. از این‌رو مخلوط مورد نظر، دو فاز است.
- گزینه ۳:** مواد بیان شده هیچ‌کدام در یک‌دیگر انحلال‌پذیر نیستند. بنابراین مخلوط آن‌ها سه فاز است.
- گزینه ۴:** مواد بیان شده هیچ‌کدام در یک‌دیگر انحلال‌پذیر نیستند. بنابراین مخلوط آن‌ها چهار فاز است.
- ۱۳- (۴) اگر دو ماده در یک‌دیگر حل شوند، مخلوط همگن یا محلول تشکیل می‌دهند. شکر در آب انحلال‌پذیر است و مخلوط همگن تشکیل می‌دهد.
- ۱۴- (۱) هوا مخلوطی از گازهای نیتروژن (۷۸٪)، اکسیژن (۲۱٪) و چند گاز دیگر است و چون یک مخلوط همگن است، می‌توان آن را محلول نامید. بنابراین در محلول هوا می‌توان نیتروژن را حلال و اکسیژن و سایر گازها را ماده‌ی حل‌شده نامید.
- ۱۵- (۴) هوا، مخلوط شکر در آب و آلیاژ مس و طلا همگی مخلوط‌هایی همگن هستند و محلول به‌شمار می‌روند. به‌طوری که هوا یک محلول گاز در گاز، مخلوط شکر در آب یک محلول جامد در مایع و آلیاژ مس و طلا یک محلول جامد در جامد است.
- ☺ **مستربین (Mr.bean):** راستی، طراح این تست با طرح گزینه‌ی (۲) یک سور بزرگ به مستربین (Mr.bean) زده است. چون در صورت تست، بیان فرموده که کدام‌یک از مواد زیر محلول نامیده می‌شود و در گزینه‌ی (۲) از عبارت **محلول** شکر در آب استفاده کرده است. در این صورت، مادر بزرگ بنده هم به راحتی می‌فهمد که گزینه‌ی (۲) یک **محلول** است. بهتر بود ایشان در گزینه‌ی (۲) به جای کلمه **محلول** از کلمه **مخلوط** استفاده می‌نمود.
- ۱۶- (۳) ید در آب، شکر در آب و آب و نمک، محلول مایع بوده و سکه‌ی طلا محلول جامد محسوب می‌شود.
- ۱۷- (۴) آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال شناخته‌شده است. این حلال ترکیب‌های یونی و کووالانسی بسیاری را در خود حل می‌کند. محلول‌هایی که حلال آن‌ها آب است، محلول آبی (aq) نامیده می‌شوند. اغلب فرایندهای فیزیکی و شیمیایی در موجودات زنده از قبیل هضم، جذب، سوخت و ساز مواد غذایی در محلول آبی انجام می‌شود. در صنایع شیمیایی نیز تعداد زیادی از واکنش‌ها در محیط آبی صورت می‌گیرد.
- اگرچه آب مهم‌ترین حلال است، اما حلال‌های مهم دیگری نیز وجود دارند. هگزان، متانول، اتانول، استون، تولوئن و اتیل استات، ۶ نمونه‌ی مهم از حلال‌های آلی یا غیرآبی هستند. به محلول حاصل از حلال‌های آلی، **محلول غیرآبی** می‌گویند.
- نکته:** به جز استون که به دلیل گران بودن جزو حلال‌های آزمایشگاهی است و از آن در مقیاس صنعتی استفاده نمی‌شود. سایر حلال‌های فوق، جزو حلال‌های صنعتی هستند.

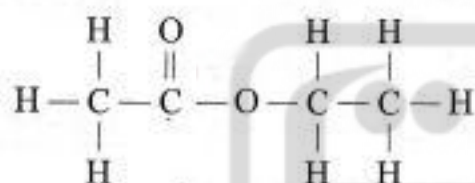
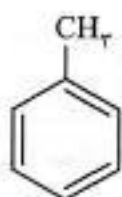
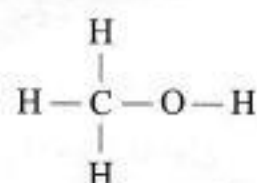
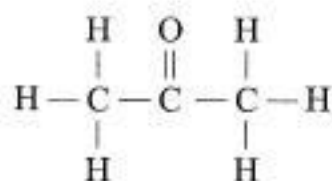
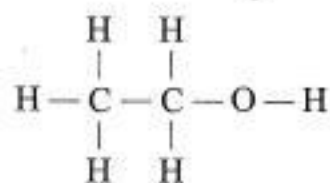
۱۸- (۲)

۱۹- (۴)



هگزان یا تینر (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) آلکانی با ۶ اتم کربن است و مولکول‌هایی ناقصی دارد. این ماده، حلال بسیار مناسبی برای تعداد زیادی از ترکیب‌های ناقصی است. هگزان مایعی بی‌رنگ و فرار است که از نفت خام به‌دست می‌آید و به‌عنوان رقیق‌کننده یا تینر برای رنگ‌های پوششی کاربرد دارد. ساختار گسترده‌ی هگزان را در زیر می‌بینید.

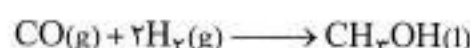




۲۰- (۲) اتانول یا الکل معمولی یا اتیل الکل ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) پس از آب، مهم‌ترین **حلال صنعتی** است. این **مایع بی‌رنگ و فرار به هر میزان** با آب مخلوط می‌شود. از اتانول برای **ضد عفونی کردن** زخم‌ها و تولید مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می‌شود. ساختار گسترده‌ی اتانول را در مقابل می‌بینید.

۲۱- (۲) استون یا پروپانون ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) حلال مناسبی برای چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌هاست. این **مایع بی‌رنگ و فرار به هر نسبت** در آب حل می‌شود و از جمله **حلال‌های** پرکاربرد در **آزمایشگاه شیمی** به‌شمار می‌آید. ساختار گسترده‌ی استون را در مقابل می‌بینید.

۲۲- (۴) متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) به‌عنوان یک **حلال** و واکنش‌دهنده‌ی مناسب برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی در **صنعت** شناخته می‌شود. به تازگی نیز در برخی کشورها به عنوان یک **سوخت تمیز** برای خودروها کاربرد یافته است. متانول را می‌توان از واکنش کربن مونواکسید و هیدروژن به‌دست آورد:



متانول به هر نسبتی با آب قابل امتزاج است. ساختار گسترده‌ی آن به‌صورت مقابل است:

۲۳- (۴) تولوئن ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) یک **هیدروکربن ناقطبی** است. از این رو **حلال خوبی** برای ترکیب‌های **ناقطبی** به‌شمار می‌رود. تولوئن به‌عنوان **حلال در صنایع مختلفی** چون **رنگ و رزین** کاربرد دارد. ساختار نیمه‌گسترده‌ی تولوئن را در شکل مقابل می‌بینید. سایر گزینه‌ها را به‌عنوان گزینه‌هایی درست به‌خاطر بسپارید.

۲۴- (۳) اگرچه این **تست** مربوط به کتاب پیش‌دانشگاهی است ولی چون اتیل استات جزو **حلال‌های آلی** است و به این قسمت کتاب شیمی ۳ مربوط می‌شود، صلاح دیدیم در این قسمت به آن اشاره کنیم.

اتیل اتانوات یا اتیل استات ( $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ) **مایعی بی‌رنگ، خوش‌بو، فرار** (با نقطه‌ی جوش  $77^\circ\text{C}$ ) و **آتش‌گیر** است. به دلیل قطبیت بسیار کم، به **مقدار کمی** در آب حل می‌شود. از جمله مهم‌ترین **حلال‌های صنعتی** است که در **چسب‌سازی و رنگ‌سازی** و در تولید **باروت** و ساخت برخی **داروها** کاربرد دارد. ساختار گسترده‌ی آن را در مقابل می‌بینید.

۲۵- (۳) تصاویر ارائه شده در گزینه‌های ۱ الی ۴ به‌ترتیب نشان‌دهنده‌ی ساختار فضاپرکن هگزان ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ )، اتانول ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )، استون ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) و استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) هستند. با مدل فضا پرکن استیک اسید در سال دوم آشنا شدید.

۲۶- (۲) بیش‌ترین مقدار یک ماده برحسب **گرم** که در **دمای معین** در **۱۰۰ گرم آب** حل می‌شود و **محلول سیرشده** ایجاد می‌نماید، **انحلال‌پذیری** آن ماده را مشخص می‌کند.

۲۷- (۲) با توجه به این‌که **۳۰ گرم نمک** در **۱۰۰ گرم آب** حل شده و **محلول سیرشده** به‌وجود آورده است، عدد **۳۰** همان **انحلال‌پذیری** یا **قابلیت حل** شدن می‌باشد.

۲۸- (۲) **توجه:** به کلمه‌ی **محلول** در صورت تست توجه کنید. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، جرم  $28/5$  گرم متعلق به **محلول سیرشده** است. این در حالی است که برای پیدا کردن **انحلال‌پذیری** یک **نمک** باید **جرم نمک موجود** در **۱۰۰ گرم حلال (آب)** را که با آن **محلول سیرشده** بدهد، پیدا کنیم. از این رو ابتدا **جرم حلال (آب)** را در نمونه‌ی مورد نظر به‌دست می‌آوریم.

$$\text{جرم نمک حل شده} - \text{جرم محلول} = \text{جرم حلال (آب)} \\ 28/5 - 3/5 = 25\text{g}$$

اکنون می‌توان با یک تناسب ساده **انحلال‌پذیری نمک** مورد نظر را به‌دست آورد.

$$25\text{g آب} \sim 3/5\text{gKNO}_3$$

$$100 \quad x \quad \rightarrow x = 14\text{g (انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات)}$$

۲۹- (۱) مطابق صورت تست، **قابلیت حل شدن پتاسیم نیترات** در **دمای معین ۸۰ گرم** است. این عبارت نشان می‌دهد که در **دمای** مورد نظر، در هر **۱۰۰ گرم آب**، حداکثر می‌توان **۸۰ گرم پتاسیم نیترات** حل نمود. از این رو، **جرم محلول** مطابق زیر محاسبه می‌شود:

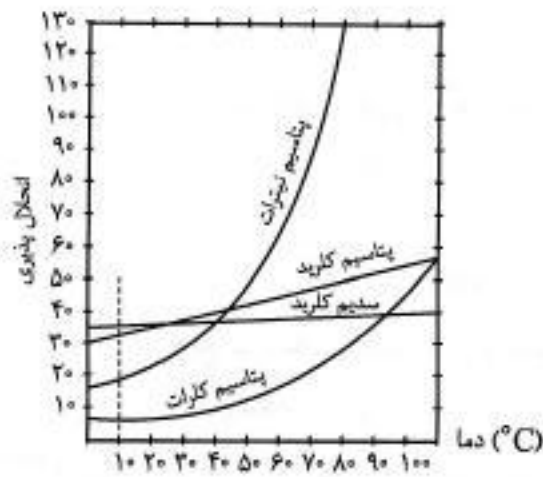
$$\text{جرم محلول} = \text{جرم آب} + \text{جرم پتاسیم نیترات} = 100\text{g} + 80\text{g} = 180\text{g}$$

پس در هر **۱۸۰ گرم محلول سیرشده**، مقدار **۸۰ گرم پتاسیم نیترات** وجود دارد. اکنون با یک تناسب ساده می‌توان مسأله را حل نمود:

$$180\text{g محلول} \sim 80\text{gKNO}_3$$

$$x \quad 180 \quad \rightarrow x = 18\text{g محلول}$$





۳۰- (۱) روی محور دما (محور افقی) دمای  $10^{\circ}\text{C}$  را انتخاب می‌کنیم و خط عمودی بر آن رسم می‌نمائیم تا تمام منحنی‌ها را قطع کند. در این صورت مشاهده می‌شود که این خط، منحنی مربوط به انحلال‌پذیری سدیم کلرید ( $\text{NaCl}$ ) را در نقطه‌ی بالاتری قطع می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انحلال‌پذیری  $\text{NaCl}$  در دمای  $10^{\circ}\text{C}$  از سایر گزینه‌ها بیش‌تر است.

۳۱- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

### درسنامه

#### محلول، کم‌محلول و نامحلول

مواد از لحاظ انحلال‌پذیری در آب به ۳ دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

- (آ) مواد محلول** انحلال‌پذیری آن‌ها از یک گرم حل‌شونده در  $100$  گرم آب بیش‌تر است. مانند: متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )، اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) و استون ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) که به هر نسبتی با آب قابل امتزاج هستند. از دیگر مواد محلول می‌توان به شکر یا ساکاروز ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )، هیدروژن کلرید ( $\text{HCl}$ ) و پتاسیم نیترات ( $\text{KNO}_3$ ) اشاره کرد.
- (ب) مواد کم‌محلول** انحلال‌پذیری آن‌ها بین  $1$  تا  $10$  گرم حل‌شونده در  $100$  گرم آب است. مانند: هگزانول ( $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$ ) و کلسیم سولفات ( $\text{CaSO}_4$ ).
- (پ) مواد نامحلول** انحلال‌پذیری آن‌ها از  $0.1$  گرم حل‌شونده در  $100$  گرم آب کم‌تر است. مانند: نقره کلرید ( $\text{AgCl}$ ) و باریم سولفات ( $\text{BaSO}_4$ ).

۳۲- (۴) درسنامه‌ی «محلول، کم‌محلول و نامحلول» را بفهوانید.

۳۳- (۴) همان‌طور که در جدول ۲ صفحه‌ی ۷۸ کتاب درسی مشخص است، انحلال‌پذیری هگزانول و کلسیم سولفات، بین  $0.1$  تا  $1$  گرم می‌باشد و این دو ترکیب از ترکیب‌های کم‌محلول مهم به‌شمار می‌روند.

۳۴- (۲) همان‌طور که در جدول ۲ صفحه‌ی ۷۸ کتاب درسی مشخص است، انحلال‌پذیری نقره کلرید و باریم سولفات، از  $0.1$  گرم کم‌تر است و این دو ترکیب از ترکیب‌های نامحلول مهم به‌شمار می‌روند.

۳۵- (۳) برای آشنایی با ترکیب‌های محلول و نامحلول و پاسخ‌گویی به این تست درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

### درسنامه

#### آشنایی با ترکیب‌های محلول و نامحلول

##### (آ) ترکیب‌های محلول

- تمام نیترات‌ها ( $\text{NO}_3^-$ ) محلول هستند.
  - تمام کلرات‌ها ( $\text{ClO}_3^-$ ) محلول هستند.
  - تمام ترکیب‌های دارای یون آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) در آب محلول هستند.
  - تمام ترکیب‌های دارای کاتیون فلزهای قلیایی ( $\text{M}^+$ ) در آب محلول هستند.
  - تمام کلریدها ( $\text{Cl}^-$ )، برمیدها ( $\text{Br}^-$ ) و یدیدها ( $\text{I}^-$ ) محلول هستند. به جز کلریدها، برمیدها و یدیدهای سرب ( $\text{Pb}^{2+}$ ) (II)، مس ( $\text{Cu}^+$ ) (I)، جیوه‌ی (I) ( $\text{Hg}_2^{2+}$ ) و نقره ( $\text{Ag}^+$ ) (سم جن).
  - تمام سولفات‌ها ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) محلول هستند. به جز سولفات‌های جیوه‌ی (I) ( $\text{Hg}_2^{2+}$ )، نقره ( $\text{Ag}^+$ )، کلسیم ( $\text{Ca}^{2+}$ )، استرانسیم ( $\text{Sr}^{2+}$ )، سرب ( $\text{Pb}^{2+}$ ) (II) و باریم ( $\text{Ba}^{2+}$ ) (جن کاسب).
- نکته:** کلسیم سولفات ( $\text{CaSO}_4$ ) کم‌محلول است.
- اغلب اسیدها ( $\text{H}^+$ ) محلول هستند.
  - متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )، اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) و استون ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) به هر نسبت در آب حل می‌شوند.

##### (ب) ترکیب‌های نامحلول (رسوب)

- تمام سولفیدها ( $\text{S}^{2-}$ ) نامحلول هستند. به جز سولفید فلزهای قلیایی، قلیایی خاکی و آمونیوم ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ).
- تمام بازها یا هیدروکسیدها ( $\text{OH}^-$ ) نامحلول هستند. به جز هیدروکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی از کلسیم به پایین ( $\text{Sr}^{2+}$ ،  $\text{Ba}^{2+}$ ،  $\text{Ca}^{2+}$ ) و آمونیوم هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).



- ۳) تمام اکسیدها ( $O^{2-}$ ) نامحلول هستند. به جز اکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی از کلسیم به پایین ( $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ).
- ۴) تمام فسفات‌ها ( $PO_4^{3-}$ ) نامحلول هستند. به جز فسفات فلزهای قلیایی و آمونیوم فسفات  $((NH_4)_3PO_4)$ .
- ۵) تمام کربنات‌ها ( $CO_3^{2-}$ ) نامحلول هستند. به جز کربنات فلزهای قلیایی و آمونیوم کربنات  $((NH_4)_2CO_3)$ .

- ۳۶- (۴) در گزینه‌ی (۱)، آمونیوم سولفات  $((NH_4)_2SO_4)$  و سدیم سولفید  $(Na_2S)$ ، در گزینه‌ی (۲)، باریم کلرید  $(BaCl_2)$  و در گزینه‌ی (۳)، جیوه‌ی (II) کلرید  $(HgCl_2)$  و پتاسیم کربنات  $(K_2CO_3)$  محلول هستند.
- ۳۷- (۴) آلومینیم هیدروکسید  $(Al(OH)_3)$ ، یک ترکیب نامحلول است.
- ۳۸- (۲) جیوه‌ی (II) کلرید  $(HgCl_2)$  یک ترکیب محلول و جیوه‌ی (I) کلرید  $(Hg_2Cl_2)$  یک ترکیب نامحلول در آب است. توجه کنید، نماد شیمیایی یون جیوه‌ی (I) به صورت  $Hg_2^{2+}$  می‌باشد. از این رو فرمول شیمیایی جیوه‌ی (I) کلرید به صورت  $Hg_2Cl_2$  نوشته می‌شود. طبق درسنامه‌ی «آشنایی با ترکیب‌های محلول و نامحلول»  $AgCl$  و  $Ag_2S$  هر دو از ترکیب‌های نامحلول (رسوب) هستند.
- ۳۹- (۱) در میان هالیدهای نقره، فقط نقره فلونورید  $(AgF)$  در آب محلول است و سایر هالیدهای نقره نامحلول هستند.
- ۴۰- (۴) اتانول  $(C_2H_5OH)$  به هر میزان با آب مخلوط می‌شود و موقع حل شدن در آب، نمی‌تواند محلول سیرشده تولید کند.
- ۴۱- (۴)
- ۴۲- (۳) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

## درسنامه

## پیش‌بینی انحلال‌پذیری دو ماده در یکدیگر

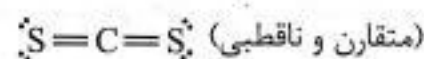
بدون انجام آزمایش می‌توان انحلال‌پذیری یک ماده در یک حلال و تشکیل محلول‌ها را پیش‌بینی کرد. براساس آگاهی از نوع و مقدار نیروهای جاذبه‌ای موجود بین ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده‌ی حل‌شدنی و حلال پیش و پس از مجاورت با یکدیگر، پیش‌بینی انحلال‌پذیری بودن یا نبودن ماده‌ی حل‌شونده در حلال امکان‌پذیر است. به عبارت دیگر می‌توان نتیجه گرفت که «شبيه، شبيه را در خود حل می‌کند.» با توجه به این جمله می‌توان چنین گفت:

① ترکیب‌های یونی و مواد قطبی در یکدیگر بهتر حل می‌شوند.

② ترکیب‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شوند.

③ ترکیب‌های دارای پیوند هیدروژنی در یکدیگر بهتر حل می‌شوند.

- ۴۳- (۳) درسنامه‌ی «پیش‌بینی انحلال‌پذیری دو ماده در یکدیگر» را بفهانید.
- ۴۴- (۴) متان  $(CH_4)$  و کربن تتراکلرید  $(CCl_4)$  هر دو ناقطبی هستند. از این رو گاز متان در  $CCl_4$  بهتر حل می‌شود. سایر گزینه‌ها قطبی هستند.
- ۴۵- (۴)  $I_2$  دارای مولکول‌های متقارن و ناقطبی است و در کربن تتراکلرید  $(CCl_4)$  که یک حلال ناقطبی است، بهتر حل می‌شود.
- ۴۶- (۲)  $CS_2$  دارای مولکول‌های متقارن و ناقطبی است و در حلال‌های ناقطبی بیشتر حل می‌شود. ساختار لوویس  $CS_2$  را در زیر می‌بینید.



- در مورد سایر گزینه‌ها،  $NaCl$  و  $AgF$  یونی هستند و  $SO_2$  مولکول‌های قطبی دارد، به طوری که در حلال‌های قطبی بهتر حل می‌شوند.
- ۴۷- (۱) نفتالن  $(C_{10}H_8)$  و کربن تتراکلرید  $(CCl_4)$  هر دو ناقطبی هستند و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها به صورت زیر است:

گزینه‌ی ۱: هیدروژن کلرید  $(HCl)$  قطبی ولی کربن دی‌سولفید  $(CS_2)$  ناقطبی است.

گزینه‌ی ۳: پتاسیم کلرید  $(KCl)$  یونی ولی بنزن  $(C_6H_6)$  یک هیدروکربن ناقطبی است.

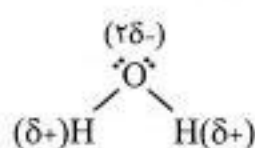
گزینه‌ی ۴: سیلیس  $(SiO_2)$  ناقطبی ولی آب  $(H_2O)$  قطبی است.

- ۴۸- (۴) درسنامه‌ی مهم زیر را بفهانید.

## درسنامه

## علت انحلال‌پذیری ترکیب‌های یونی و مواد قطبی در یکدیگر

ترکیب‌های یونی و مواد قطبی در یکدیگر بهتر حل می‌شوند. البته میزان این انحلال‌پذیری برای ترکیب‌های یونی مختلف، متفاوت است و به نوع یون‌های سازنده و ساختار بلوری آن‌ها بستگی دارد. وقتی یک ترکیب یونی در یک حلال قطبی مانند آب قرار می‌گیرد، حلال قطبی که در یک سر، جزیی بار مثبت  $(\delta+)$  و در سر دیگر جزیی بار منفی  $(\delta-)$  دارد، یون‌های مثبت و منفی ترکیب یونی را احاطه می‌کند. این جاذبه‌ی یون-دوقطبی انرژی لازم را برای جدا شدن یون‌های مثبت و منفی از شبکه‌ی بلور فراهم می‌کند و انحلال صورت می‌پذیرد.

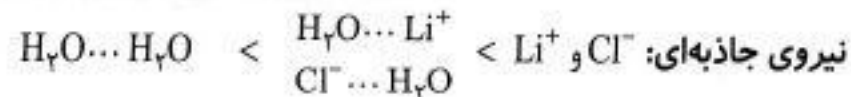


مثال:  $LiCl$  ترکیبی یونی است که در آن یون‌های  $Li^+$  و  $Cl^-$  در یک شبکه‌ی بلوری قرار دارند و با پیوند یونی یکدیگر را به شدت جذب می‌کنند. آب مولکول‌هایی قطبی دارد به طوری که در یک سر، جزیی بار مثبت (اتم‌های H) و در سر دیگر جزیی بار منفی (اتم O) دارند.



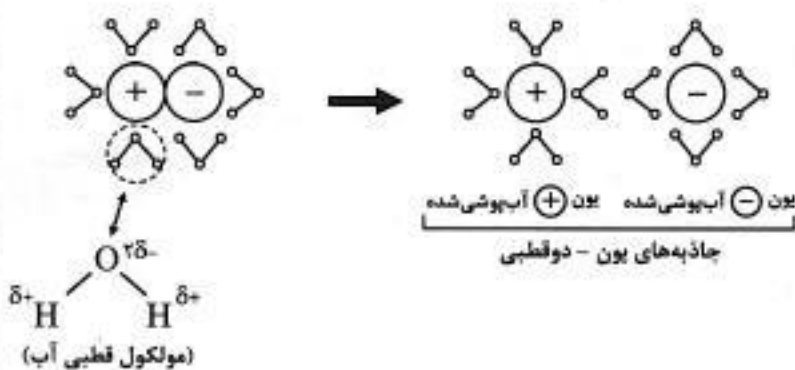
هنگامی که LiCl در آب حل می‌شود، جاذبه‌های قوی بین یون  $\text{Cl}^-$  و سر مثبت مولکول‌های آب ( $\text{Cl}^- \cdots \text{H}_2\text{O}$ ) و یون  $\text{Li}^+$  با سر منفی مولکول‌های آب ( $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{Li}^+$ ) به وجود می‌آید. این جاذبه‌های یون - دوقطبی انرژی لازم را برای جدا شدن جاذبه‌های یون - یون یعنی جاذبه‌های میان یون‌های  $\text{Li}^+$  و  $\text{Cl}^-$  از شبکه‌ی بلور فراهم می‌کند. نیروی جاذبه‌ی بین مولکول دوقطبی آب و یون  $\text{Li}^+$  یا  $\text{Cl}^-$  از نوع یون - دوقطبی است. این جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای از جاذبه‌ی دوقطبی - دوقطبی به ویژه پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آب ( $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{H}_2\text{O}$ ) قوی‌تر است ولی از پیوند یونی یا جاذبه‌ی یون - یون ( $\text{Li}^+$  و  $\text{Cl}^-$ ) ضعیف‌تر است.

**نیروی جاذبه‌ای: یون - یون < یون - دوقطبی < دوقطبی - دوقطبی**



مثال:

**آقا اجازه:** با توجه به مقایسه‌ی فوق، نیروی جاذبه‌ی یون - یون از جاذبه‌ی یون - دوقطبی قوی‌تر است. پس منظور ممکن است، جاذبه‌ی یون - دوقطبی انرژی لازم را برای جدا شدن یون‌های  $\text{Li}^+$  و  $\text{Cl}^-$  از شبکه‌ی بلور فراهم کند؟ چگونه شبکه‌ی LiCl میان مولکول‌های آب حل می‌شود؟

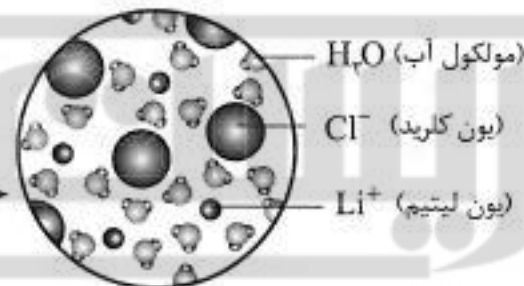
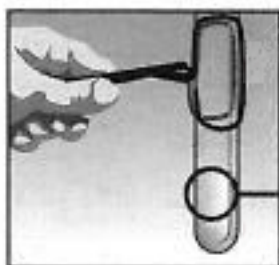


**جواب:** پرسش بسیار خوبی است. ولی باید توجه کنید که هر یون  $\text{Li}^+$  یا  $\text{Cl}^-$  توسط چندین مولکول آب در چند لایه اطراف می‌شود. به تصویر روبه‌رو دقت کنید. به این فرایند آب‌پوشی گویند. مجموع جاذبه‌های یون - دوقطبی سرانجام به سری می‌رسد که انرژی لازم را برای جدا شدن یون‌های  $\text{Li}^+$  و  $\text{Cl}^-$  فراهم می‌کند.

WWW.KONKURIST.COM

درسنامه‌ی «علت انحلال‌پذیری ترکیب‌های یونی و مواد قطبی در یکدیگر» را بشویند.

۴۹- (۳)

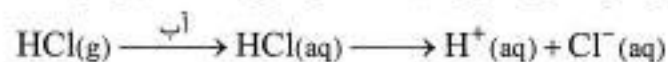


لیتیم کلرید ( $\text{LiCl}$ ) جامد یونی است و در آب که یک حلال قطبی است، به خوبی حل می‌شود. مطابق تصویر روبه‌رو، در این شکل A، مولکول آب و B یون لیتیم ( $\text{Li}^+$ ) است که نسبت به یون کلرید ( $\text{Cl}^-$ ) شعاع یونی کوچک‌تری دارد.

۵۰- (۱)

گاز هیدروژن کلرید ( $\text{HCl}$ ) مولکولی قطبی است ولی فاقد یون می‌باشد ( $\text{H} - \text{Cl}$ ). با این حال اگر  $\text{HCl}$  در آب حل شود، هیدروکلریک اسید (اسید قوی) ایجاد می‌شود و هیدروژن این اسید قوی به صورت  $\text{H}^+$  آزاد شده و مانند جامدات یونی در محلول به یون‌های مثبت و منفی تفکیک می‌شود.

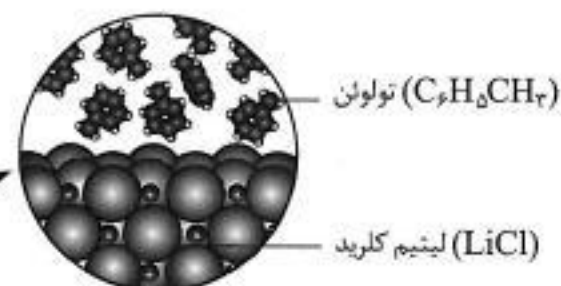
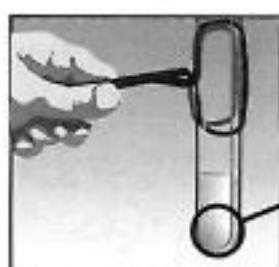
۵۱- (۱)



**نکته مهم:** به‌طور کلی  $\text{HCl}$ ،  $\text{HBr}$  و  $\text{HI}$  در حالت جامد، جزو جامدات یونی نبوده و جامد مولکولی محسوب می‌شوند. با این حال هنگام انحلال در آب یونیده می‌شوند و انحلال آن‌ها در آب شبیه انحلال جامدات یونی در آب است.

تولون ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) ترکیبی آلی است و مولکول‌های ناقطبی دارد. بین این مولکول‌ها نیروهای جاذبه‌ای وان‌دروالسی وجود دارد که از جمله نیروهای بین‌مولکولی ضعیف است. در حالی که  $\text{LiCl}$  ترکیبی یونی است. وقتی این دو با هم آمیخته می‌شوند، نیروی جاذبه‌ی بین یون‌های نمک و مولکول‌های تولون (یون - دوقطبی القایی) به اندازه‌ای نیست که بتواند بر پیوندهای یونی در شبکه‌ی بلوری  $\text{LiCl}$  غلبه کند. مشاهده‌های تجربی نیز درستی این مطلب را ثابت می‌کند. بنابراین ترکیب‌های یونی در مواد ناقطبی حل نمی‌شوند.

۵۲- (۳)



یکی از آن‌ها می‌باشد، انحلال‌ناپذیر است. بنابراین لیتیم کلرید در انتهای لوله‌ی آزمایش رسوب نموده و تولون بالای آن قرار می‌گیرد (رد گزینه ۱). ذکر این نکته ضروری است که بسیاری از حلال‌های آلی (مایعات آلی) حلال مناسبی برای ترکیب‌های ناقطبی هستند و از این آزمایش نمی‌توان این نتیجه را گرفت که از مایعات آلی نمی‌توان به‌عنوان حلال مواد استفاده کرد. (رد گزینه ۲)

www.ShimiPedia.ir



۵۴- (۳) در ستاره‌ی زیر را بفهوانید.

در ستاره

## علت انحلال‌پذیری ترکیب‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی

بین مولکول‌های ناقطبی، نیروهای جاذبه‌ای وان‌دروالسی وجود دارد که از جمله نیروهای بین‌مولکولی ضعیف به شمار می‌آیند. برای غلبه بر نیروهای وان‌دروالسی انرژی زیادی لازم نیست، از این‌رو ترکیب‌های ناقطبی به‌خوبی در یک‌دیگر حل می‌شوند. وقتی مولکول‌های ناقطبی دو ماده مجاور هم قرار می‌گیرند، اثر القایی آن‌ها بر یک‌دیگر، برای لحظه‌ای آن‌ها را دوقطبی می‌نماید. از این‌رو میان مولکول‌های حلال و حل‌شونده نیروهای دوقطبی القایی - دوقطبی القایی پدید می‌آید که سبب انحلال می‌شود.

**مثال:** هیدروکربن‌ها ناقطبی هستند. اوکتان ( $C_8H_{18}$ ) و هگزان یا تینر ( $C_6H_{14}$ ) نیز مانند همه‌ی هیدروکربن‌ها ناقطبی هستند و از این‌رو عمل انحلال میان آن‌ها به راحتی صورت می‌پذیرد.

هم‌چنین نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) یک ترکیب ناقطبی است، از این‌رو در تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) که یک حلال ناقطبی است، به‌خوبی حل می‌شود. نیروی جاذبه‌ی میان آن‌ها پس از انحلال، از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.

۵۵- (۴) نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) و تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) هر دو از هیدروکربن‌های ناقطبی هستند و نیروهای بین‌ذره‌ای آن‌ها شبیه است. از این‌رو نفتالن در تولوئن حل می‌شود. در رد گزینه‌ی (۴) باید توجه کنید، بسیاری از حلال‌های آلی مانند متانول ( $CH_3OH$ )، اتانول ( $C_2H_5OH$ ) و استون ( $CH_3COCH_3$ ) قطبی هستند. بنابراین نمی‌توان گفت، نفتالن در همه‌ی حلال‌های آلی به‌خوبی حل می‌شود.

۵۶- (۱) تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) یک ترکیب آلی ناقطبی است. در حالی‌که مولکول‌های آب قطبی است و این دو ماده در یک‌دیگر حل نمی‌شوند و تولوئن که چگالی کم‌تری دارد، بر روی سطح آب شناور می‌ماند و مخلوطی ناهمگن را پدید می‌آورد.

۵۷- (۲) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه‌ی ۱: A، مولکول آب و B، مولکول تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) است.گزینه‌ی ۲: تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) یک هیدروکربن ناقطبی است و در آب که یک حلال قطبی است، حل نمی‌گردد. ضمناً چون چگالی تولوئن از آب کم‌تر است، بر روی آب شناور می‌ماند.

گزینه‌ی ۳: این شکل برای نشان دادن انحلال‌ناپذیر بودن تولوئن در آب مطرح شده است.

گزینه‌ی ۴: برخی ترکیب‌های آلی نظیر اتانول ( $C_2H_5OH$ ) قطبی هستند و در آب حل می‌شوند.

۵۸- (۴) بنزن ( $C_6H_6$ ) و ید ( $I_2$ ) هر دو دارای مولکول‌های ناقطبی هستند و نیروهای بین‌مولکولی آن‌ها از نوع جاذبه‌ی ضعیف وان‌دروالسی است. برای غلبه بر این نیروها انرژی زیادی لازم نیست و ید به راحتی در بنزن حل می‌شود.

۵۹- (۲) ید ( $I_2$ ) و کربن تتراکلرید ( $CCl_4$ ) هر دو دارای مولکول‌های متقارن و ناقطبی هستند و نیروهای بین‌مولکولی آن‌ها از نوع جاذبه‌ی ضعیف وان‌دروالسی است. برای غلبه بر این نیروها انرژی زیادی لازم نیست و مولکول‌های ید به راحتی در  $CCl_4$  حل می‌شوند. این در حالی است که بین مولکول‌های آب پیوندهای نسبتاً قوی هیدروژنی وجود دارد و مولکول‌های ید توانایی غلبه بر این نیروها را ندارند و حلالیت ید در آب به مراتب کم‌تر است.

۶۰- (۱) در ستاره‌ی زیر را بفهوانید.

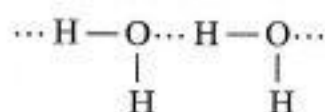
در ستاره

## علت انحلال‌پذیری ترکیب‌های دارای پیوند هیدروژنی در یک‌دیگر

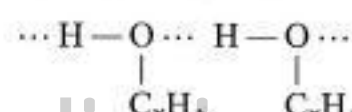
پیوند هیدروژنی، پیوندی است که میان H از یک مولکول و یکی از اتم‌های F یا O یا N از مولکول دیگر ایجاد می‌شود. بنابراین پیوند هیدروژنی میان مولکول‌هایی نظیر آب ( $H_2O$ ) یا آمونیاک ( $NH_3$ ) یا هیدروژن فلوئورید ( $HF$ ) پدید می‌آید.

وقتی دو ترکیب دارای پیوند هیدروژنی در هم حل می‌شوند، پیوندهای هیدروژنی تازه‌ای بین مولکول‌های حلال و حل‌شونده به‌وجود می‌آید. میزان این نیروهای جاذبه‌ای بین‌مولکولی (پیوندهای هیدروژنی جدید) به اندازه‌ای است که بر پیوندهای هیدروژنی قبلی غلبه کرده، سبب انحلال می‌شود.

**مثال:** انحلال اتانول ( $C_2H_5OH$ ) در آب ( $H_2O$ ) را در نظر بگیرید. در ترکیب‌هایی مانند اتانول نیروهای بین‌مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی است. بین مولکول‌های قطبی آب نیز پیوند هیدروژنی وجود دارد.



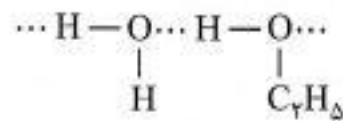
(پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب)



(پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول)



وقتی اتانول در آب حل می‌شود، پیوندهای هیدروژنی تازه‌ای بین مولکول‌های اتانول و مولکول‌های آب به‌وجود می‌آید. میزان این نیروهای جاذبه‌ای بین مولکولی به اندازه‌ای است که بر پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول و پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب غلبه کرده، سبب انحلال اتانول در آب می‌شود. شکل زیر پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول و آب را نشان می‌دهد.



(پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب و اتانول)

بر اساس این یافته‌ی تجربی که اتانول در آب حل می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب و اتانول بایستی از پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب و پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های اتانول قوی‌تر باشد.

۶۱- (۳) شکل (ا) پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب، شکل (ب) پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول و شکل (پ) پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب و اتانول را نشان می‌دهد. بر اساس این یافته‌ی تجربی که اتانول در آب حل می‌شود، پیوند هیدروژنی نشان داده شده در شکل (پ) بایستی قوی‌تر باشد.

۶۲- (۲) تشکیل پیوند، گرماده و تفکیک پیوند، گرماگیر است. گرماده بودن انحلال اتیل الکل در آب، نشانه‌ی آن است که پیوندهای هیدروژنی جدید تشکیل شده میان مولکول‌های آب و الکل از پیوندهای هیدروژنی تفکیک شده میان مولکول‌های آب یا الکل قوی‌تر است.

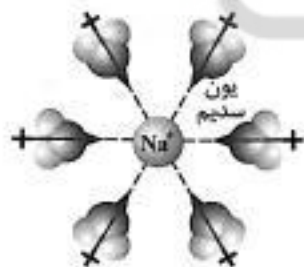
۶۳- (۲) تشکیل پیوند، گرماده و تفکیک پیوند، گرماگیر است. از آن‌جا که در انحلال الکل در آب، پیوندهای هیدروژنی جدید تشکیل شده بین مولکول‌های الکل و آب از پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب و پیوندهای الکل قوی‌تر است، از این‌رو می‌توان گفت انحلال الکل در آب گرماده است.

۶۴- (۳) تولوئن ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) دارای مولکول‌های ناقطبی است و نیروهای بین مولکولی آن از نوع جاذبه‌های ضعیف وان دروالسی است. در حالی که نیروهای بین مولکولی در آب از نوع پیوندهای نسبتاً قوی هیدروژنی است. از این‌رو نیروهای بین مولکولی در تولوئن و آب شبیه یکدیگر نبوده و مولکول‌های غیرقطبی تولوئن توانایی غلبه بر پیوندهای هیدروژنی آب را نداشته و تولوئن در آب حل نمی‌شود.

۶۵- (۱) درسنامه‌ی مهم زیر را با دقت بفهمنید.

### درسنامه

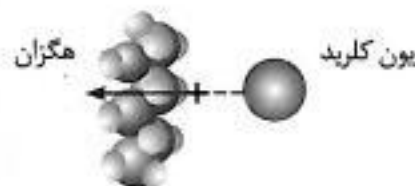
#### انواع برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای



یون-دوقطبی

۱- یون - دو قطبی  
نیروی جاذبه‌ی بین یک یون و یک مولکول قطبی از نوع یون - دوقطبی است.

مثال: نیروی جاذبه‌ی میان یون سدیم ( $\text{Na}^+$ ) و مولکول قطبی آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) از نوع یون - دوقطبی است.



یون - دوقطبی القایی

۲- یون - دوقطبی القایی  
نیروی جاذبه‌ی بین یک یون و یک مولکول ناقطبی از نوع یون - دوقطبی القایی است. در این برهم‌کنش، مولکول ناقطبی بر اثر القای یون مورد نظر، برای لحظه‌ای قطبی می‌شود که به آن دوقطبی القایی گویند.

مثال: نیروی جاذبه‌ی میان یون کلرید ( $\text{Cl}^-$ ) و مولکول ناقطبی هگزان ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) از نوع یون - دو قطبی القایی است.



دوقطبی-دوقطبی

۳- دوقطبی - دو قطبی  
نیروی جاذبه‌ی بین دو مولکول قطبی از نوع دوقطبی - دوقطبی است.

مثال: مولکول‌های متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) و کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ ) هر دو دوقطبی هستند. از این‌رو نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از نوع دوقطبی - دوقطبی است.



پیوند هیدروژنی

۴- پیوند هیدروژنی  
نیروی جاذبه‌ی بین H از یک مولکول و یکی از اتم‌های F یا O یا N از مولکول دیگر از نوع پیوند هیدروژنی است. بنابراین پیوند هیدروژنی میان مولکول‌هایی مانند  $\text{H}_2\text{O}$  یا  $\text{NH}_3$  یا HF یا الکل‌ها ( $\text{R}-\text{OH}$ ) پدید می‌آید. پیوند هیدروژنی در واقع نوعی نیروی دوقطبی - دوقطبی بسیار قوی است.

مثال: آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) و متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) هر دو توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند. از این‌رو نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از نوع پیوند هیدروژنی است.



**۵- دوقطبی - دوقطبی القایی** نیروی جاذبه‌ی بین یک مولکول قطبی و یک مولکول ناقطبی از نوع دوقطبی - دوقطبی القایی است. مولکول ناقطبی بر اثر القای مولکول قطبی، برای لحظه‌ای قطبی می‌شود که به آن دوقطبی القایی گویند.

**مثال:** استون ( $CH_3COCH_3$ ) مولکولی قطبی و هگزان ( $C_6H_{14}$ ) مولکولی ناقطبی است. از این‌رو نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از نوع دوقطبی - دوقطبی القایی است.

**۶- دوقطبی القایی - دوقطبی القایی** نیروی جاذبه‌ی بین دو مولکول ناقطبی از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است. دو مولکول ناقطبی بر اثر نزدیک شدن بیش از حد، برخورد و اثر القایی بر یکدیگر، برای لحظه‌ای قطبی می‌شوند که به آن دوقطبی القایی گویند.

**مثال:** هگزان ( $C_6H_{14}$ ) و اوکتان ( $C_8H_{18}$ ) هر دو از هیدروکربن‌های ناقطبی هستند. از این‌رو نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.




۶۶- (۴) درسنامه‌ی «انواع برهم‌کنش‌های بین‌ذره‌ای» را بفهانید.

۶۷- (۴) درسنامه‌ی «انواع برهم‌کنش‌های بین‌ذره‌ای» را بفهانید.

۶۸- (۲) درسنامه‌ی «انواع برهم‌کنش‌های بین‌ذره‌ای» را بفهانید.

۶۹- (۲) تصویر گزینه‌ی (۲) برهم‌کنش بین دو زنجیر هیدروکربنی را نشان می‌دهد. هیدروکربن‌ها مولکول‌هایی ناقطبی هستند که بر اثر نزدیک شدن بیش از حد، برخورد و اثر القایی بر یکدیگر، برای لحظه‌ای قطبی می‌شوند که به آن دوقطبی القایی گویند. از این‌رو نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است. برهم‌کنش بین‌ذره‌ای در گزینه‌ی (۱) از نوع یون - دوقطبی، در گزینه‌ی (۳) از نوع یون - دوقطبی القایی و در گزینه‌ی (۴) از نوع دوقطبی - دوقطبی است.

۷۰- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

### عوامل مؤثر بر پیشرفت انحلال

درسنامه

در یک جمع‌بندی می‌توان عوامل مؤثر بر پیشرفت انحلال‌های گوناگون را به‌صورت زیر تقسیم‌بندی نمود.

عوامل مؤثر بر پیشرفت انحلال	نوع انحلال
غلبه‌ی جاذبه‌های یون - دوقطبی بر پیوند یونی (آب‌پوشی یون‌ها)	ترکیب یونی در آب
وجود نیروهای ضعیف وان‌دروالسی و ایجاد برهم‌کنش‌های دوقطبی القایی - دوقطبی القایی	ترکیب ناقطبی در ناقطبی
ایجاد پیوندهای هیدروژنی جدید میان مولکول‌های حلال و حل‌شونده	ترکیب هیدروژنی در هیدروژنی

اکنون با توجه به درسنامه تمام گزینه‌های تست را بررسی می‌کنیم:

گزینه‌ی ۱: سدیم یدید یک ترکیب یونی و مولکول‌های آب، دوقطبی هستند. از این‌رو عامل مؤثر در پیشرفت انحلال، برهم‌کنش‌های یون - دوقطبی است، نه یون - دوقطبی القایی.

گزینه‌ی ۲: الکل و آب هر دو دارای پیوندهای هیدروژنی هستند و تشکیل پیوندهای هیدروژنی تازه عامل اساسی در پیشرفت انحلال است.

گزینه‌ی ۳: ید ( $I_2$ ) و بنزن ( $C_6H_6$ ) هر دو دارای مولکول‌های ناقطبی هستند که می‌توانند به‌طور القایی و لحظه‌ای، قطبی شوند. از این‌رو عامل مؤثر در انحلال، برهم‌کنش‌های دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.

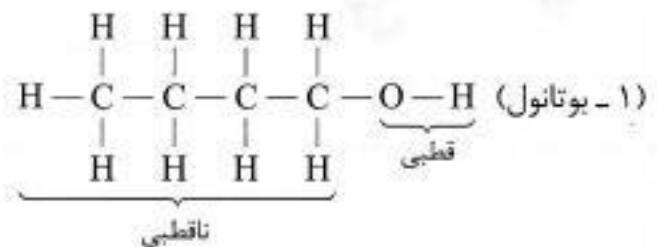
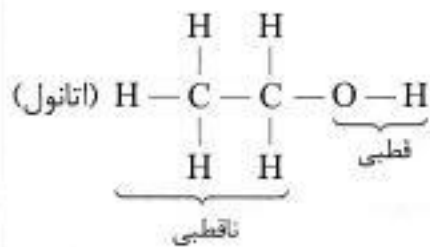
گزینه‌ی ۴: گوگرد و کربن دی‌سولفید ( $CS_2$ ) هر دو دارای مولکول‌های ناقطبی هستند که می‌توانند به‌طور القایی و لحظه‌ای، قطبی شوند. از این‌رو عامل مؤثر در انحلال، برهم‌کنش‌های دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.



## انحلال پذیری مولکول‌های دو قسمتی

برخی از مولکول‌ها در ساختار خود یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی دارند. چنانچه برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه کند، مولکول، قطبی به شمار می‌رود و در حلال‌های قطبی بهتر حل می‌شود. در حالی‌که اگر بخش بیش‌تری از مولکول ناقطبی باشد، برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از سمت بخش ناقطبی افزایش یافته و مولکول، ناقطبی به شمار می‌رود و در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شود.

**مثال:** در الکل‌ها، گروه هیدروکسیل ( $\overset{\delta-}{O} - \overset{\delta+}{H}$ ) قطبی و زنجیر هیدروکربنی، ناقطبی است. هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌های راست زنجیر افزوده شود، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کم‌تر می‌شود. به ساختارهای گسترده‌ی اتانول و ۱- بوتانول نگاه کنید.



در اتانول برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از سمت بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد. به همین دلیل اتانول در آب که مولکول‌هایی قطبی دارد، حل می‌شود. در حالی‌که در ۱- بوتانول بخش بیش‌تری از مولکول ناقطبی است، بنابراین انتظار می‌رود که در مقایسه با اتانول برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از سمت بخش ناقطبی افزایش یافته باشد. به همین دلیل ۱- بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کم‌تری در آب حل می‌شود.

**۷۲- (۴)** در الکل‌های راست زنجیر ( $R-OH$ ) زنجیر هیدروکربنی ( $R-$ ) ناقطبی و نامحلول در آب است. در حالی‌که گروه هیدروکسیل ( $-OH$ ) یک گروه قطبی و محلول در آب می‌باشد. از این‌رو الکل‌ها، جزو مولکول‌های دو قسمتی هستند، به طوری که هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی آن‌ها افزوده شود، قسمت ناقطبی بر قسمت قطبی غلبه‌ی بیش‌تری کرده و انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کم‌تر می‌شود.

**نکته:** به طور کلی، الکل‌های راست‌زنجیر یک‌عاملی ( $R-OH$ ) تا ۴ اتم کربن در آب انحلال‌پذیر هستند و از ۵ کربن به بالا به شدت از انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاسته می‌شود.

**۷۳- (۱)** ید ( $I_2$ ) و اتانول ( $C_2H_5OH$ ) هر دو از ترکیب‌های مولکولی محسوب می‌شوند و انحلال‌پذیری ید در اتانول بالا و قابل توجه است. به طوری‌که از تنتور ید (محلول ید در اتانول) برای ضد عفونی کردن زخم‌ها استفاده می‌گردد.

اما طی سال‌هایی که مشغول تدریس هستم، تقریباً هر سال سؤال مشابهی از طرف آموزان زنده‌ام مطرح می‌شود:

**دانش‌آموز زنده می‌پرسد:** آقای احمدی، ید ( $I_2$ ) یک مولکول کاملاً متقارن و ناقطبی است. در حالی‌که اتانول ( $C_2H_5OH$ ) دارای گروه‌های قطبی ( $-OH$ ) بوده و تا حدی قطبی است. مگر دانشمندان نگفته‌اند «شبهه، شبهه را در خود حل می‌کند» پس چه‌طور ممکن است ید ( $I_2$ ) به راحتی در اتانول ( $C_2H_5OH$ ) حل شود؟

**و من جواب می‌دهم:** آفرین پسر کلم ☺ سؤال بسیار خوبی پرسیدی. برای یافتن پاسخ سؤال باید به دو نکته‌ی زیر توجه کنی.

**نکته‌ی ۱:** همان‌طور که نمودت گفتی، مولکول‌های اتانول دارای گروه‌های قطبی ( $-OH$ ) هستند ولی از طرفی دارای گروه‌های ناقطبی اتیل ( $-C_2H_5$ ) نیز می‌باشند. در واقع اتانول یک مولکول دو قسمتی است، به طوری‌که یک قسمت آن قطبی و قسمت دیگر آن ناقطبی است و این سبب می‌شود، اتانول تا حدی توانایی حل کردن مواد ناقطبی نظیر ید را نیز داشته باشد.

**نکته‌ی ۲:** مولکول‌های ید ( $I_2$ ) هم پالایی دارند و این باعث می‌شود تا مولکول‌های همبند ید به راحتی دو قطبی القایی شوند. قطبیت القایی بسیار زیاد مولکول‌های ید نیز سبب می‌شود تا توانایی آن‌ها برای حل شدن در حلال‌های قطبی نظیر اتانول بالا رود.

**۷۴- (۴)** هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

**گزینه‌ی ۱:** حتماً نام دیگر ویتامین A و ویتامین C را به خاطر بسپارید.

**گزینه‌ی ۲:** در شمارش تعداد پیوندهای کووالانسی یک ترکیب، باید پیوندهای دوگانه را دو بار شمارش نمایید.

**گزینه‌ی ۳:** در مولکول ویتامین A بخش ناقطبی (گروه‌های کربنی) بر بخش قطبی ( $-OH$ ) غلبه دارد و مولکولی ناقطبی محسوب می‌شود. در حالی‌که در مولکول ویتامین C بخش قطبی (گروه‌های اکسیژن‌دار و گروه‌های  $-OH$ ) بر بخش ناقطبی (گروه‌های کربنی) غلبه دارد و مولکولی قطبی محسوب می‌شود.





از آن جا که «شبيه، شبيه را در خود حل می‌کند»، ویتامین A که ترکیبی ناقطبی است در چربی که یک حلال ناقطبی است بهتر حل می‌شود و ویتامین C که ترکیبی قطبی است در آب که یک حلال قطبی است بهتر حل می‌گردد. از این رو ویتامین C به صورت قرص‌های جوشان محلول در آب ولی ویتامین A به صورت قرص‌های روغنی شکل به فروش می‌رسد.

**گزینه ۴:** در ویتامین C بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد و مولکولی قطبی محسوب می‌شود. از این رو در آب که یک حلال قطبی است به خوبی حل می‌شود و مصرف بیش از اندازه‌ی ویتامین C برای بدن مشکلی ایجاد نمی‌کند. به طوری که مقدار اضافی آن همراه با ادرار از بدن دفع می‌شود. بنابراین فقط مصرف بیش از اندازه‌ی ویتامین A مضر است و برای بدن مشکل ایجاد می‌کند.

۷۵- (۴) گزینه‌های نادرست را بررسی می‌کنیم:

**گزینه ۱:** در بوتانول بخش بیش تری از مولکول ناقطبی است و از این رو به خوبی در آب حل نمی‌شود.

**گزینه ۲:** هیدروژن کلرید (HCl) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارد.

**گزینه ۳:** لیتیم کلرید (LiCl) ترکیب یونی است و در تولوئن ( $C_6H_5CH_3$ ) که یک حلال ناقطبی است، حل نمی‌شود.

۷۶- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسنامه

### عوامل مؤثر بر انحلال

۱- **گرمای انحلال یا آنتالپی انحلال ( $\Delta H$ )** در انحلال نیز مانند سایر پدیده‌ها، اگر انحلال ماده‌ای گرماده و با کاهش آنتالپی همراه باشد ( $\Delta H < 0$ ) یکی از نشانه‌های پیشرفت خودبه‌خودی را دارد. بنابراین گرماده‌ی یک عامل مساعد در انحلال است.

۲- **تغییر میزان بی‌نظمی یا تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ )** در انحلال نیز مانند سایر پدیده‌ها، اگر انحلال ماده‌ای با افزایش آنتروپی همراه باشد ( $\Delta S > 0$ ) نشانه‌ی دیگر خودبه‌خودی بودن را دارد. بنابراین افزایش آنتروپی عامل مساعد دیگر در انحلال است.

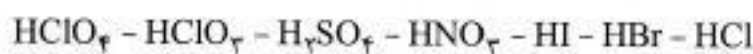
۷۷- (۴) انحلال هر ماده با تغییر انرژی همراه است. تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن یک مول حل‌شونده در مقدار زیادی حلال را گرمای انحلال یا آنتالپی انحلال ( $\Delta H$  انحلال) می‌نامند. توجه شود که حل‌شونده باید در مقدار زیادی حلال حل شود تا عمل انحلال به‌طور کامل صورت پذیرد.

۷۸- (۲) برای پاسخ‌گویی به این تست و تست‌های مشابه، درسنامه‌ی مهم زیر را بفهوانید.

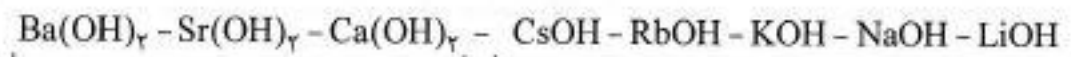
درسنامه

### انحلال‌های گرماده و گرماگیر

① انحلال اسیدها و بازها در آب گرماده است. چنانچه اسید یا باز قوی باشد، گرمای انحلال بسیار زیاد است. اسیدهای قوی عبارتند از:



بازهای قوی عبارتند از:



بازهای گروه ۲ از Ca به پایین

بازهای گروه ۱

② انحلال اکسیدهای محلول فلزی و نافلزی در آب که از انحلال آن‌ها، اسید یا باز حاصل می‌شود، گرماده است.



اکسید فلزی

باز



اکسید نافلزی

اسید

③ انحلال اکثر نمک‌ها در آب گرماگیر است. به جز برخی نمک‌ها مانند کلسیم کلرید ( $CaCl_2$ ) که انحلال آن در آب گرماده است.

④ انحلال یک گاز در آب مانند  $O_2$ ،  $N_2$ ،  $H_2$ ،  $Cl_2$ ،  $CO_2$ ،  $H_2S$ ،  $HCl$ ،  $NH_3$ ،  $NO$ ،  $CH_4$  و  $Ar$  همیشه گرماده است.

⑤ انحلال الکل‌های سبک مانند متیل الکل ( $CH_3OH$ ) و اتیل الکل یا الکل معمولی ( $C_2H_5OH$ ) در آب گرماده است.

۷۹- (۲) درسنامه‌ی «انحلال‌های گرماده و گرماگیر» را بخوانید. کلسیم کلرید ( $CaCl_2$ ) از معدود نمک‌هایی است که انحلال آن در آب گرماده است. ولی پتاسیم نیترات مانند اغلب نمک‌های دیگر، انحلالی گرماگیر دارد. گزینه‌های (۳) و (۴) نیز با توجه به درسنامه، انحلالی گرماده دارند.

۸۰- (۴) به ۳ تست اخیر دقت کنید! حتماً توجه دارید که کلسیم کلرید ( $CaCl_2$ )، عجب نمک مهمی است. به طوری که در ۳ سال متوالی (پیش‌دانشگاهی ۷۵ - آزاد ۷۶ و آزاد ۷۷) مورد سؤال قرار گرفته است. در صفحه‌ی ۸۵ کتاب درسی شیمی ۳ نیز اشاره گردیده که انحلال کلسیم کلرید در آب گرماده است و از آن در بسته‌های تولیدکننده‌ی گرما استفاده می‌گردد. گزینه‌های (۲) و (۳) نیز به ترتیب باز قوی و اسید قوی هستند و انحلال، گرماده دارند و  $NH_4NO_3$  (آمونیم نیترات) مانند اغلب نمک‌های دیگر انحلالی گرماگیر دارد.



## آنتروپی و انحلال

تغییر آنتروپی بر فرایند انحلال بسیار مؤثر است. با به کارگیری قواعد زیر می‌توان میزان تأثیر این عامل را پیش‌بینی کرد.

(آ) حل شدن جامد در مایع اغلب با افزایش آنتروپی همراه است. زیرا ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک جامد بلوری، آرایش بسیار منظمی دارند و در اثر حل شدن، ذره‌ها از این حالت بسیار منظم خارج شده، درون مایع پراکنده می‌شوند و ضمن تحرک پیوسته، آزادی عمل بیش‌تری پیدا می‌کنند.

(ب) حل شدن مایع در مایع نیز در جهت افزایش آنتروپی است. زیرا دو مایع که در یک‌دیگر حل می‌شوند، حجم بیش‌تری نسبت به دو مایع جدا از یک‌دیگر پیدا می‌کنند. بنابراین، در این فضای بزرگ‌تر آزادی عمل و تحرک ذره‌های دو مایع در حالت محلول بیش‌تر می‌شود.

(پ) حل شدن گاز در مایع با کاهش آنتروپی همراه است. زیرا بین ذره‌ها در حالت گازی نیروی جاذبه‌ی ناچیزی وجود دارد و از این‌رو ذره‌ها آزادی عمل بیش‌تری دارند. هنگامی‌که گازی در یک حلال مایع حل می‌شود، نیروی جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای افزایش یافته، آزادی عمل آن‌ها کم‌تر می‌شود. به عبارتی این نیروهای جاذبه‌ای از تمایل آن‌ها به بی‌نظمی می‌کاهند.

توجه: به‌طور کلی در مورد پدیده‌ی انحلال می‌توان گفت، هرگونه انحلال مواد جامد یا مایع در حلال‌های مایع یا گازی با افزایش بی‌نظمی همراه است و هرگونه انحلال مواد گازی در حلال‌های مایع یا جامد با کاهش بی‌نظمی همراه می‌باشد.

۸۲- (۲) انحلال گاز در مایع با کاهش آنتروپی همراه است. به بررسی سایر گزینه‌ها توجه کنید. انحلال اتانول در آب، یک انحلال مایع در مایع بوده و با افزایش آنتروپی همراه است. انحلال پتاسیم کلرید در آب، یک انحلال جامد در مایع بوده و با افزایش آنتروپی همراه است. انحلال ید در کربن تتراکلرید نیز یک انحلال جامد در مایع بوده و با افزایش آنتروپی همراه است.

۸۳- (۳) انحلال اکثر نمک‌ها نظیر پتاسیم نیترات ( $KNO_3$ ) در آب گرماگیر و با افزایش سطح انرژی همراه است. ضمن این‌که پتاسیم نیترات یک جامد یونی است و انحلال جامدات در مایعات با افزایش میزان بی‌نظمی همراه می‌باشد.

۸۴- (۱) کلسیم کلرید ( $CaCl_2$ ) از معدود نمک‌هایی است که انحلال آن در آب گرماده و با کاهش سطح انرژی همراه است (عامل مساعد). ضمن این‌که کلسیم کلرید یک جامد یونی است و انحلال جامدات در مایعات با افزایش بی‌نظمی همراه می‌باشد (عامل مساعد).

۸۵- (۱) پاسخ تست قبل را بفوانید.

۸۶- (۴) انحلال اکثر نمک‌ها نظیر پتاسیم نیترات ( $KNO_3$ ) در آب گرماگیر است. ضمن این‌که پتاسیم نیترات یک جامد یونی است و انحلال جامدات در مایعات با افزایش بی‌نظمی همراه می‌باشد.

۸۷- (۳) انحلال گازها نظیر گاز آمونیاک در آب گرماده و با کاهش سطح انرژی همراه است. علت گرماده‌ی انحلال گاز آمونیاک در آب، تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب و آمونیاک است. ضمناً انحلال گاز آمونیاک و سایر گازها در آب با کاهش میزان بی‌نظمی نیز همراه می‌باشد. در واقع وقتی گاز آمونیاک در آب حل می‌شود، با برقراری پیوندهای جدید هیدروژنی، نیروی جاذبه‌ی بین‌ذره‌ای افزایش یافته و آزادی عمل مولکول‌های آمونیاک کم‌تر می‌شود.

۸۸- (۱) در انحلال سدیم هیدروکسید در آب،  $\Delta H < 0$  می‌باشد، پس فرایندی گرماده و همراه با کاهش سطح انرژی است. ضمن این‌که در انحلال ماده‌ی جامد در آب، آنتروپی افزایش می‌یابد.

در انحلال پتاسیم کلرید در آب،  $\Delta H > 0$  می‌باشد. پس فرایندی گرماگیر و همراه با افزایش سطح انرژی است. ضمن این‌که در انحلال ماده‌ی جامد در آب، آنتروپی افزایش می‌یابد.

۸۹- (۲) ید ( $I_2$ ) یک جامد مولکولی ناقطبی است و کربن تتراکلرید ( $CCl_4$ ) نیز یک حلال ناقطبی است. بنابراین وجود نیروهای ضعیف وان‌دروالسی میان مولکول‌های ید و کربن تتراکلرید و یا به عبارتی تشابه نیروهای بین‌مولکولی در آن‌ها، یکی از دلایل خودبه‌خودی بودن این انحلال است. هم‌چنین انحلال ید در کربن تتراکلرید یک انحلال جامد در مایع بوده و افزایش آنتروپی دلیل دیگری بر خودبه‌خودی بودن این انحلال است.

۹۰- (۴) در شکر ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) نیروهای بین‌مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی است. بین مولکول‌های قطبی آب نیز پیوند هیدروژنی وجود دارد. وقتی شکر در آب حل می‌شود، پیوندهای هیدروژنی قوی‌تری بین مولکول‌های شکر و مولکول‌های آب به وجود می‌آید. میزان این نیروهای جاذبه‌ای بین‌مولکولی به اندازه‌ای است که بر پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های شکر و پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب غلبه کرده و همراه با تمایل برای رسیدن به حداکثر آنتروپی، انحلال شکر در آب را سبب می‌شود.



۹۱- (۳) درسامه‌ی بسیار مهم زیر را با دقت بفهانید.

درسامه

## انحلال‌های خودبه‌خودی و غیرخودبه‌خودی

انحلال را مانند سایر فرایندها می‌توان به ۴ دسته تقسیم نمود:

① انحلال‌هایی که گرماده بوده و با افزایش آنتروپی همراه‌اند. ( $\Delta S > 0, \Delta H < 0$ )  
مساعده مساعده

این‌گونه انحلال‌ها در همه‌ی دماها خودبه‌خودی هستند.

مثال: انحلال اتانول در آب و یا کلسیم کلرید در آب.

② انحلال‌هایی که گرماگیر بوده و با کاهش آنتروپی همراه‌اند. ( $\Delta S < 0, \Delta H > 0$ )  
نامساعده نامساعده

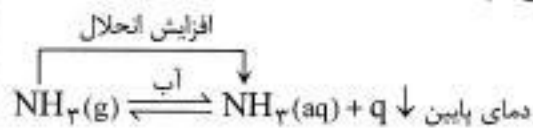
این‌گونه انحلال‌ها هرگز خودبه‌خودی انجام نمی‌شوند.

مثال: انحلال گازهای نجیب سنگین مانند کریپتون (Kr) در آب.

③ انحلال‌هایی که گرماده بوده و با کاهش آنتروپی همراه‌اند. ( $\Delta S < 0, \Delta H < 0$ )  
مساعده نامساعده

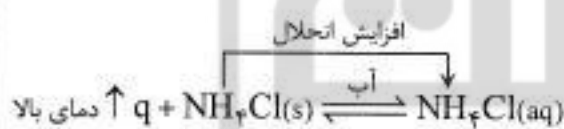
در این موارد هرچه دما پایین‌تر باشد، انحلال بهتر صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی پایین باشد، انحلال خودبه‌خودی می‌شود. (درک بهتر این مطلب با اصل لوشاتلیه صورت می‌گیرد. با اصل لوشاتلیه در شیمی پیش‌دانشگاهی آشنا می‌شوید).

مثال: انحلال گاز آمونیاک در آب.

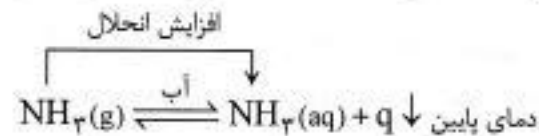
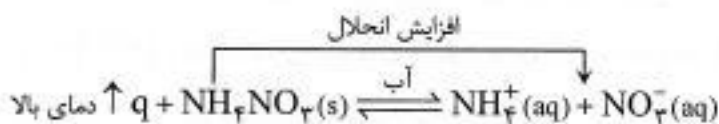
④ انحلال‌هایی که گرماگیر بوده و با افزایش آنتروپی همراه‌اند. ( $\Delta S > 0, \Delta H > 0$ )  
نامساعده مساعده

در این موارد هر چه دما بالاتر باشد، انحلال بهتر صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی بالا باشد، انحلال خودبه‌خودی می‌شود. (درک بهتر این مطلب با اصل لوشاتلیه صورت می‌گیرد. با اصل لوشاتلیه در شیمی پیش‌دانشگاهی آشنا می‌شوید).

مثال: انحلال آمونیوم کلرید در آب.

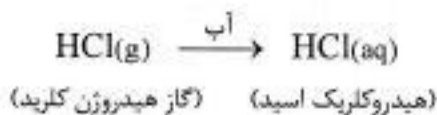
۹۲- (۲) انحلال کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) در آب هم گرماده است ( $\Delta H < 0$ ) و هم با افزایش بی‌نظمی همراه است ( $\Delta S > 0$ ). بنابراین وجود دو عامل مساعده، سبب می‌شود تا انحلال آن در آب همواره خودبه‌خودی باشد.

۹۳- (۱) انحلال گاز آمونیاک در آب همراه با کاهش بی‌نظمی است (عامل نامساعده) اما این انحلال گرماده می‌باشد (عامل مساعده). در انحلال‌های گرماده، هر چه دما پایین‌تر باشد، انحلال بهتر صورت می‌پذیرد، به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی پایین باشد، انحلال خودبه‌خودی می‌شود. انحلال سایر گزینه‌ها نیز اگرچه گرماده است (عامل مساعده) اما همراه با افزایش بی‌نظمی نیز می‌باشد (عامل مساعده). بنابراین انحلال سایر گزینه‌ها در تمام دماها خودبه‌خودی است.

۹۴- (۴) انحلال نمک  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (آمونیم نیترات) همراه با افزایش بی‌نظمی است (عامل مساعده) اما این انحلال گرماگیر است (عامل نامساعده). در انحلال‌های گرماگیر، هر چه دما بالاتر باشد، انحلال بهتر صورت می‌پذیرد. به‌طوری‌که اگر دما به اندازه‌ی کافی بالا باشد، انحلال خودبه‌خودی می‌شود. انحلال سایر گزینه‌ها، علاوه بر آن که همراه با افزایش بی‌نظمی است (عامل مساعده)، گرماده نیز می‌باشد (عامل مساعده). بنابراین انحلال سایر گزینه‌ها در تمام دماها خودبه‌خودی است.

۹۵- (۴) انحلال گازها در آب با کاهش آنتروپی همراه است (عامل نامساعده). اگر همان‌طور که در صورت تست اشاره گردیده، این انحلال خودبه‌خودی انجام شود، پس حتماً باید گرماده باشد (عامل مساعده). همان‌طور که می‌دانید در انحلال‌های گرماده، سطح انرژی کاهش می‌یابد.

۹۶- (۴) هیدروژن کلرید، یک گاز است و انحلال آن در آب با کاهش آنتروپی همراه می‌باشد (عامل نامساعده).



اما چون این انحلال خودبه‌خودی است، پس حتماً گرماده است (عامل مساعده) و می‌دانیم که انحلال‌های گرماده با کاهش محتوای انرژی همراه هستند.



۹۷- (۴) انحلال گاز آمونیاک در آب، با کاهش آنتروپی (بی‌نظمی) همراه است (عامل نامساعد)، اما در دمای اتاق پیشرفت خوبی دارد و خودبه‌خودی است. زیرا این انحلال گرماده است و با کاهش سطح انرژی مواد همراه می‌باشد (عامل مساعد). علت گرمادهی واکنش، ایجاد پیوندهای نسبتاً قوی هیدروژنی میان مولکول‌های آب و آمونیاک است.

۹۸- (۳) انحلال یک گاز در مایع با کاهش آنتروپی همراه است (عامل نامساعد) اگر این انحلال بخواهد به‌طور خودبه‌خودی انجام پذیرد، حتماً باید گرماده باشد (عامل مساعد) و می‌دانیم که انحلال‌های گرماده، با کاهش انرژی همراه هستند.

۹۹- (۲) درسنامی زیر را بفهانید.

### انحلال ترکیب‌های کووالانسی (مولکولی) در آب

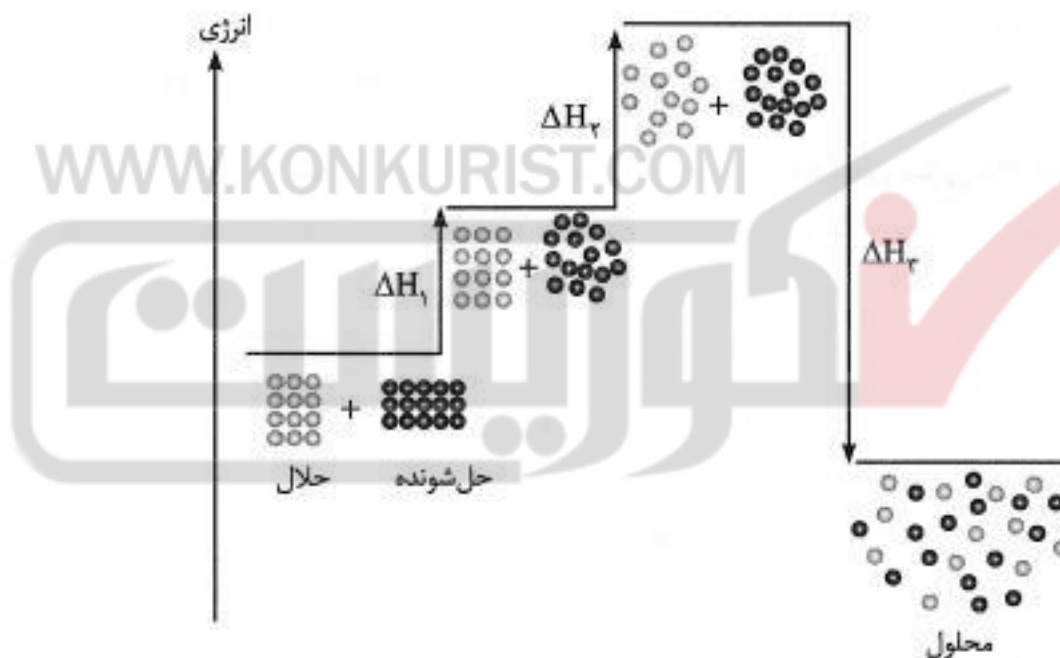
درسنامی

فرایند حل شدن ترکیب‌های کووالانسی (مولکولی) در یک حلال از دید مولکولی و از لحاظ تغییر انرژی شامل سه مرحله‌ی زیر است:

۱- جدا شدن مولکول‌های حل‌شونده از یکدیگر  
این کار با مصرف انرژی و از بین رفتن نیروهای جاذبه‌ی بین مولکول‌های حل‌شونده امکان‌پذیر است. بنابراین، این مرحله فرایندی گرماگیر است ( $\Delta H_1 > 0$ ).

۲- جدا شدن مولکول‌های حلال از یکدیگر  
این مرحله نیز گرماگیر است ( $\Delta H_2 > 0$ ). مصرف انرژی موجب کاهش نیروهای جاذبه، بین مولکول‌های حلال و افزایش فاصله‌ی میان آن‌ها می‌شود.

۳- پراکنده شدن همگن مولکول‌های حل‌شونده بین مولکول‌های حلال  
در این مرحله نیروهای جاذبه‌ی تازه‌ای بین مولکول‌های حل‌شونده با مولکول‌های حلال به‌وجود می‌آید. تشکیل این نیروی بین‌مولکولی با آزاد شدن انرژی همراه است. بنابراین، این مرحله گرماده است ( $\Delta H_3 < 0$ ).



مراحل سه‌گانه‌ی انحلال یک ترکیب کووالانسی (مولکولی) فرضی در آب

گرمای انحلال از جمع جبری مقدار انرژی مصرف شده در مرحله‌های ۱ و ۲ (مقادیر مثبت) و مقدار انرژی آزاد شده در مرحله‌ی ۳ (مقادیر منفی) به‌دست می‌آید. انحلال نشان داده شده در نمودار فوق، در مجموع گرماده است.

$$\Delta H_{\text{انحلال}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

توجه: اگر مقدار گرمای مصرف شده در مراحل ۱ و ۲ بیش از گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ باشد، انحلال گرماگیر است و اگر مقدار گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ بیش از گرمای مصرف شده در مراحل ۱ و ۲ باشد، انحلال گرماده می‌باشد.

۱۰۰- (۱) درسنامی «انحلال ترکیب‌های کووالانسی (مولکولی) در آب» را بفهانید.

۱۰۱- (۳) هر چهارگزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: شکر یا ساکاروز با فرمول مولکولی  $C_{12}H_{22}O_{11}$  از دسته‌ی ترکیب‌های مولکولی است.

گزینه ۲: مطابق صورت تست، گرمای لازم در این فرایند، بیش از گرمای آزاد شده می‌باشد، پس فرایندی گرماگیر است.

گزینه ۳: اگر چه انحلال شکر در آب، گرماگیر است (عامل نامساعد) ولی این فرایند به‌طور خودبه‌خود روی می‌دهد، زیرا همراه با افزایش آنتروپی است (عامل مساعد).

گزینه ۴: چون انحلال شکر در آب گرماگیر است، هر چه دما بالاتر باشد، انحلال بهتر صورت می‌گیرد بنابراین افزایش دما بر مقدار انحلال شکر در آب می‌افزاید.



۱۰۲-۴) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

درسنامه

## انحلال ترکیب‌های یونی در آب

فرایند انحلال ترکیب‌های یونی در آب از لحاظ تغییر انرژی شامل سه مرحله است که هم‌زمان انجام می‌پذیرند:

۱- فروپاشی شبکه‌ی بلوری جامد یونی این مرحله با صرف انرژی همراه است. بنابراین گرماگیر به‌شمار می‌آید ( $\Delta H_1 > 0$ ).۲- جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر این مرحله نیز گرماگیر است ( $\Delta H_2 > 0$ ).۳- برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب این مرحله گرماده است و طی آن انرژی زیادی آزاد می‌شود ( $\Delta H_3 < 0$ ).

**نکته ۱:** مجموع مراحل ۲ و ۳ را **مرحله‌ی آب‌پوشی** می‌نامند. در واقع جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر و برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب، مرحله‌ی آب‌پوشی است. در این مرحله یون‌ها به وسیله‌ی مولکول‌های آب احاطه می‌شوند. مرحله‌ی آب‌پوشی در مجموع گرماده است. پس می‌توان گفت، همواره گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ بیشتر از گرمای لازم در مرحله‌ی ۲ می‌باشد.

$$\Delta H_{\text{آب‌پوشی}} = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

**نکته ۲:** مقدار آنتالپی انحلال ترکیب یونی در آب، جمع جبری گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری ترکیب یونی (مرحله‌ی ۱) و گرمای آزاد شده بر اثر آب‌پوشی یون‌ها (مجموع مراحل ۲ و ۳) است.

$$\Delta H_{\text{انحلال}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

۱۰۳-۲) انحلال NaOH (سدیم هیدروکسید) در آب شامل سه مرحله‌ی زیر است:

① فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaOH که گرماگیر است ( $q_1$ ).② جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر که گرماگیر است ( $q_2$ ).③ برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌های  $OH^-$  و  $Na^+$  و مولکول‌های آب که گرماده است ( $q_3$ ).

انحلال NaOH در آب، مانند انحلال تمام بازها در آب گرماده است. بنابراین در مورد انحلال NaOH در آب، مقدار گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ بیش از گرمای مصرف شده برای مجموع مراحل ۱ و ۲ است. یعنی  $q_1 + q_2 < q_3$  می‌باشد.

۱۰۴-۳) انحلال نمک‌طعام (NaCl) در آب شامل سه مرحله‌ی زیر است:

① فروپاشی شبکه‌ی جامد یونی NaCl که گرماگیر است ( $q_1$ ).② جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر که گرماگیر است ( $q_2$ ).③ برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌های  $Cl^-$  و  $Na^+$  و مولکول‌های آب که گرماده است ( $q_3$ ).

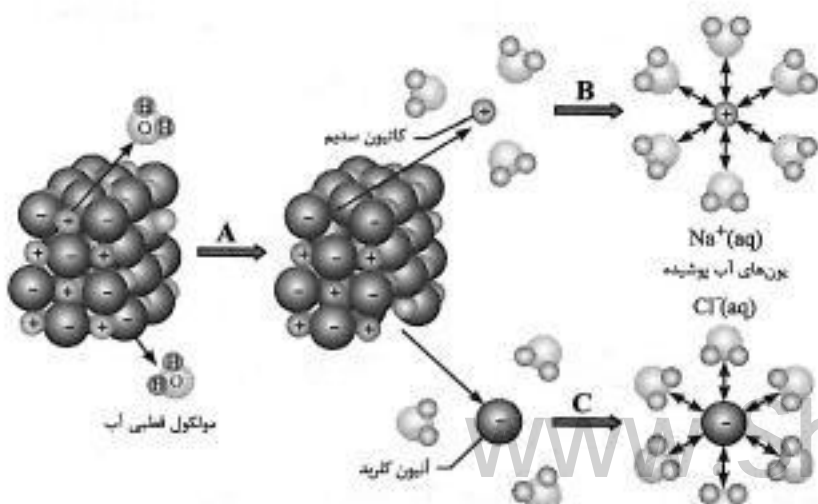
انحلال NaCl در آب، مانند انحلال اغلب نمک‌ها در آب گرماگیر است. بنابراین در مورد انحلال NaCl در آب، مقدار گرمای جذب شده برای مجموع مراحل ۱ و ۲ بیش از گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ است. یعنی  $q_1 + q_2 > q_3$  می‌باشد.

۱۰۵-۳) فرایند انحلال ترکیب‌های یونی در آب از دید مولکولی و از لحاظ تغییر انرژی شامل سه مرحله است که هم‌زمان انجام می‌پذیرند:

① فروپاشی شبکه‌ی بلوری جامد یونی که گرماگیر است ( $q_1$ ).② جدا شدن مولکول‌های آب از یک‌دیگر که گرماگیر است ( $q_2$ ).③ برقراری جاذبه‌ی قوی بین یون‌ها و مولکول‌های آب که گرماده است ( $q_3$ ).

مجموع مراحل ۲ و ۳ را **مرحله‌ی آب‌پوشی** می‌نامند. مرحله‌ی آب‌پوشی **گرماده** است. پس حتماً مقدار گرمای آزاد شده در مرحله‌ی ۳ از گرمای جذب شده در مرحله‌ی ۲ بیش‌تر است. یعنی همواره  $q_3 < q_2$  می‌باشد.

۱۰۶-۱) شکل روبه‌رو فرایند انحلال NaCl در آب را نشان می‌دهد.



به تأثیر متقابل مولکول‌های آب با یون‌های سدیم ( $Na^+$ ) و کلرید ( $Cl^-$ ) توجه کنید. مولکول‌های آب از طرف اتم اکسیژن که دارای جزیی بار منفی است، کاتیون سدیم ( $Na^+$ ) را احاطه کرده و از طرف اتم‌های هیدروژن که دارای جزیی بار مثبت هستند، آنیون کلرید ( $Cl^-$ ) را احاطه می‌نمایند. بنابراین مرحله‌ی B تشکیل یون  $Na^+$  آب پوشیده و مرحله‌ی C تشکیل یون  $Cl^-$  آب پوشیده را نشان می‌دهد. در ضمن انحلال ترکیب‌های یونی در آب می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد که البته

www.konkurist.com



۱۰۷- (۱) آبپوشی یون‌ها فرایندی گرماده است. از این‌رو آبپوشی یون‌ها فرایندی است که از نظر آنتالپی **مطلوب** است ولی چون در این مرحله، یون‌ها به وسیله‌ی مولکول‌های آب احاطه می‌شوند، از این‌رو از درجه‌ی آزادی آن‌ها کاسته شده و آنتروپی به مقدار زیادی **کاهش** می‌یابد.

۱۰۸- (۳)

۱۰۹- (۴) درسامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسامه

### مقایسه‌ی شدت آبپوشی یون‌ها

هرچه **چگالی بار** یک یون بیشتر باشد، آبپوشی آن با شدت بیشتری صورت گرفته و آنتالپی (گرما) آبپوشی آن نیز بیشتر است. چگالی بار یک یون از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{مقدار بار}}{\text{حجم}}$$

بنابراین با توجه به رابطه‌ی فوق هرچه **بار یک یون بیشتر** و **حجم آن کمتر** باشد، چگالی بار و آنتالپی آبپوشی آن بیشتر است.

۱۱۰- (۴) تمام یون‌های هالید، یک‌بار منفی دارند و در یک گروه از بالا به پایین، شعاع یونی افزایش می‌یابد. از این‌رو از بالا به پایین با

افزایش حجم یون، چگالی بار کاهش می‌یابد و یون فلوئورید ( $F^-$ ) که از همه کوچک‌تر است، چگالی بار و آنتالپی آبپوشی

بیش‌تری خواهد داشت. به‌طور کلی در گروه ۱۷، **چگالی بار و شدت آبپوشی:**  $F^- > Cl^- > Br^- > I^-$  می‌باشد.

۱۱۱- (۳) مقدار بار گزینه‌های (۱) و (۳) از گزینه‌های (۲) و (۴) بیشتر است. از میان گزینه‌های (۱) و (۳)، یون  $Mg^{2+}$  که در تناوب سوم

است، نسبت به  $Ca^{2+}$  که در تناوب چهارم است، شعاع یونی کم‌تری دارد و در نتیجه چگالی بار و شدت آبپوشی آن بیشتر است.

۱۱۲- (۱) در حل شدن یک جامد یونی در آب، هرچه انرژی شبکه‌ی بلور جامد یونی **کم‌تر**، انرژی آبپوشی یون‌ها **بیش‌تر** و افزایش آنتروپی **بیش‌تر**

باشد، انحلال‌پذیری **بیش‌تر** خواهد بود.

۱۱۳- (۳) در عمل انحلال جامدات یونی در آب، مرحله‌ی تفکیک یون‌ها گرماگیر است، زیرا با گسستن پیوند همراه است، اما مرحله‌ی آبپوشی یون‌ها

گرماده می‌باشد. بنابراین، اگر مقدار انرژی لازم برای تفکیک یون‌ها (انرژی شبکه‌ی بلور جامد یونی) از مقدار انرژی حاصل از آبپوشی یون‌ها

بیش‌تر باشد، انحلال **گرماگیر** است.

انحلال گرماگیر  $\Rightarrow$  انرژی آبپوشی یون‌ها  $>$  انرژی شبکه‌ی بلور

(گرماگیر) (گرماده)

انحلال NaCl مانند انحلال اغلب نمک‌ها در آب، گرماگیر است.

۱۱۴- (۲) در عمل انحلال جامدات یونی در آب، مرحله‌ی تفکیک یون‌ها گرماگیر است، اما مرحله‌ی آبپوشی یون‌ها گرماده می‌باشد. بنابراین، اگر مقدار

انرژی آبپوشی یون‌ها از مقدار انرژی شبکه‌ی یونی بیشتر باشد، انحلال **گرماده** است.

انحلال گرماده  $\Rightarrow$  انرژی شبکه‌ی بلور  $>$  انرژی آبپوشی یون‌ها

(گرماگیر) (گرماده)

انحلال NaOH مانند انحلال تمام بازها در آب، گرماده است.

۱۱۵- (۱) چون انرژی شبکه‌ی بلور بیشتر از انرژی حاصل از آبپوشی یون‌ها است، پس انحلال این نمک در آب گرماگیر است. در انحلال گرماگیر،

ضمن انحلال، آنتالپی **افزایش** می‌یابد (عامل نامساعد). ولی چون انحلال خودبه‌خودی است، پس حتماً همراه با **افزایش** بی‌نظمی می‌باشد (عامل مساعد).

۱۱۶- (۱) مقدار آنتالپی انحلال NaCl در آب از جمع جبری گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaCl و گرمای آزاد شده در آبپوشی

یون‌های  $Na^+$  و  $Cl^-$  به دست می‌آید.

$$\text{انرژی فروپاشی شبکه‌ی بلوری NaCl} = +786 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{مجموع انرژی آبپوشی یون‌های } Na^+ \text{ و } Cl^- = -783 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{آنتالپی انحلال NaCl} = +3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، آنتالپی انحلال سدیم کلرید  $+3$  کیلوژول بر مول است. یعنی انحلال NaCl در آب گرماگیر است (عامل

نامساعد). از طرفی چون انحلال این نمک در آب خودبه‌خودی است، پس حتماً همراه با **افزایش** آنتروپی است (عامل مساعد). علاوه بر این،

می‌دانیم که NaCl یک جامد یونی است و انحلال جامدات در مایعات همراه با **افزایش** آنتروپی می‌باشد.







۱۳۱- (۲) چون انرژی شبکه‌ی بلور این نمک از انرژی آب‌پوشی یون‌های آن کم‌تر است، پس انحلال آن در آب گرماده است. در انحلال‌های گرماده، با افزایش دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد و نمودار انحلال‌پذیری نزولی است.

۱۳۲- (۳) چون انرژی شبکه‌ی بلور نمک AB تقریباً با انرژی آب‌پوشی یون‌های آن برابر است، پس انحلال این نمک در آب تقریباً بی‌گرماست و با تغییر انرژی زیادی همراه نیست. در انحلال‌های بی‌گرم یا افزایش یا کاهش دما، تغییر چندانی در انحلال‌پذیری حاصل نمی‌شود و نمودار انحلال‌پذیری، تقریباً افقی است.

۱۳۳- (۳) بیابید با موصله هم‌ه‌ی گزینه‌ها را بررسی کنیم:

**بررسی گزینه ۱:** انحلال‌پذیری A با افزایش دما، کاهش یافته است. پس انحلال A در آب گرماده است و این نشان می‌دهد که انرژی شبکه‌ی بلور A از انرژی آب‌پوشی آن کم‌تر می‌باشد.

**بررسی گزینه ۲:** انحلال‌پذیری B با افزایش دما، تغییر چندانی نیافته است. پس انحلال B در آب تقریباً بی‌گرماست و این نشان می‌دهد که اختلاف انرژی شبکه‌ی بلور B با انرژی آب‌پوشی آن بسیار کم است.

**بررسی گزینه ۳:** انحلال‌پذیری C با افزایش دما، افزایش یافته است. پس انحلال C در آب گرماگیر است و این نشان می‌دهد که انرژی شبکه‌ی بلور C از انرژی آب‌پوشی آن بیش‌تر می‌باشد.

**بررسی گزینه ۴:** انحلال‌پذیری D با افزایش دما، افزایش یافته است. پس انحلال D در آب گرماگیر است و انرژی شبکه‌ی بلور D از انرژی آب‌پوشی آن بیش‌تر است.

۱۳۴- (۲) انحلال NaCl در آب تقریباً بی‌گرماست ( $\Delta H = +3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). بنابراین با تغییر دما، میزان انحلال‌پذیری NaCl تغییر چندانی نمی‌نماید و نمودار انحلال‌پذیری NaCl تقریباً افقی است. بنابراین نمودار C متعلق به NaCl است. ضمناً مطابق نمودار موجود در کتاب درسی، شیب نمودار انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  بیش‌تر از  $\text{KClO}_3$  است. بنابراین نمودار A متعلق به  $\text{KNO}_3$  و نمودار B متعلق به  $\text{KClO}_3$  است.

امیدواریم کم‌تر شاهد این گونه تست‌ها که فقط جنبه‌ی حفظی دارند، به‌خصوص در کنکور سراسری باشیم.

**آقا اجازه:** این تست قبلی ما رو ترسونر. بایر نمودار انحلال‌پذیری تمام مواد موبور در کتاب رو فقط باشیم؟

**جواب:** توصیه می‌کنم در نمودارهای کتاب درسی، همیشه بیش‌ترین شیب و کم‌ترین شیب را به‌خاطر بسپارید. در این نمودار، شیب انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  از بقیه بیش‌تر و شیب انحلال‌پذیری NaCl از بقیه کم‌تر است.

۱۳۵- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

**گزینه ۱:** نمودار انحلال‌پذیری  $\text{NH}_3$  در آب نزولی است، پس انحلال گاز  $\text{NH}_3$  در آب، گرماده است.

**گزینه ۲:** نمودار انحلال‌پذیری  $\text{NH}_4\text{Cl}$  در آب صعودی است، پس انحلال  $\text{NH}_4\text{Cl}$  در آب، گرماگیر است.

**گزینه ۳:** مطابق نمودار، با افزایش دما، انحلال گاز  $\text{NH}_3$  در آب کاهش می‌یابد، پس انحلال‌پذیری گاز  $\text{NH}_3$ ، با عکس دما متناسب است ولی انحلال گاز در مایع همراه با کاهش آنتروپی است.

**گزینه ۴:** مطابق نمودار، با افزایش دما، انحلال  $\text{NH}_4\text{Cl}$  در آب افزایش می‌یابد، ضمناً انحلال جامد در مایع همراه با افزایش آنتروپی است.

۱۳۶- (۲) شرط آن‌که انحلال‌پذیری یک ماده در آب با افزایش دما، افزایش یابد، آن است که انحلال آن گرماگیر باشد. از میان چهارگزینه، فقط انحلال پتاسیم نیترات ( $\text{KNO}_3$ ) در آب گرماگیر است.

۱۳۷- (۴) شرط آن‌که انحلال‌پذیری یک ماده در آب با افزایش دما، کاهش یابد، آن است که انحلال آن گرماده باشد. از میان چهارگزینه، فقط انحلال کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) در آب گرماده است.

۱۳۸- (۱) انحلال گاز آمونیاک در آب گرماده است. علت گرماده‌ی انحلال، ایجاد پیوندهای هیدروژنی نسبتاً قوی میان مولکول‌های آب و آمونیاک است. با این حساب، باید محلول آمونیاک را در جای سرد نگهداری کرد. زیرا در انحلال‌های گرماده با کاهش دما مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شدنی در حلال حل خواهد شد.

۱۳۹- (۳) با توجه به جدول ارائه شده در صورت تست، انحلال پتاسیم نیترات با افزایش دما، افزایش یافته است. پس این انحلال گرماگیر است (عامل نامساعد). ولی چون انحلال خودبه‌خودی است، پس حتماً همراه با افزایش آنتروپی می‌باشد (عامل مساعد).

۱۴۰- (۱) با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری ماده‌ی A با افزایش دما، افزایش یافته است. پس این انحلال گرماگیر است (عامل نامساعد). اما چون فرایند انحلال ماده‌ی A خودبه‌خودی است، پس حتماً همراه با افزایش بی‌نظمی می‌باشد (عامل مساعد). در رد گزینه‌های (۳) و (۴) باید گفت: چون طبق نمودار، انحلال‌پذیری ماده‌ی B با افزایش دما کاهش یافته است، پس این انحلال گرماده است (عامل مساعد) و شرط انجام خودبه‌خودی یک انحلال آن است که حداقل یک عامل مساعد داشته باشد، بنابراین اظهار نظر در مورد افزایش یا کاهش بی‌نظمی آن با اطلاعات موجود غیرعملی است.





۱۴۱- (۴) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بقوانید تا با مفاهیم سیرنشده، سیرشده و فراسیرشده آشنا شوید.

درسنامه

### محلول‌های سیرنشده، سیرشده، و فراسیرشده

محلولی است که در دمای آزمایش، می‌تواند مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شونده را در خود حل کند.	(آ) محلول سیرنشده
محلولی است که نمی‌تواند در دمای آزمایش مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شونده را در خود حل کند.	(ب) محلول سیرشده
محلولی است که مقدار ماده‌ی حل‌شونده‌ی آن بیش از مقدار موجود در محلول سیرشده است.	(پ) محلول فراسیرشده

اکنون به حل تست مورد نظر می‌پردازیم.

انحلال‌پذیری یک ماده، بیش‌ترین مقدار آن ماده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و محلول سیرشده ایجاد می‌نماید را نشان می‌دهد. بنابراین اگر بخواهیم مقدار پتاسیم کلرید مورد نیاز برای تهیه‌ی محلول‌های سیرشده‌ای از آن در دماهای  $^{\circ}\text{C}$ ،  $^{\circ}\text{C}$  و  $^{\circ}\text{C}$  را پیدا کنیم، کافی است انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید را در این دماها پیدا نماییم. برای این منظور، روی محور دما (محور افقی) دماهای  $^{\circ}\text{C}$ ،  $^{\circ}\text{C}$  و  $^{\circ}\text{C}$  را انتخاب می‌کنیم و خطی عمود بر هریک از آن‌ها رسم می‌کنیم تا منحنی KCl را در سه نقطه قطع کنند. محل‌های تلاقی، مقدار KCl مورد نیاز را در هریک از این دماها نشان می‌دهد. عددهای به‌دست آمده از روی نمودار در جدول زیر برای شما آورده شده است.

دما	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
مقدار KCl ( $\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ )	۲۵	۳۸	۵۲

۱۴۲- (۳) مطابق نمودار، شیب انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  از KCl بیش‌تر است. بنابراین تأثیر دما بر انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  بیش‌تر است. ضمناً انحلال‌پذیری نقره نیترات ( $\text{AgNO}_3$ ) در آب مانند انحلال اغلب نمک‌ها، گرماگیر است.

۱۴۳- (۱) با کاهش دما، انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات ( $\text{KClO}_3$ ) کاهش می‌یابد. بنابراین اگر محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات از دمای  $^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $^{\circ}\text{C}$  سرد شود، مقداری پتاسیم کلرات ته‌نشین شده و محلول سیرشده ولی این بار در دمای  $^{\circ}\text{C}$  حاصل می‌شود.

۱۴۴- (۴) با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) در دمای  $^{\circ}\text{C}$  برابر ۶۰ گرم می‌باشد. بنابراین چنان‌چه در این دما ۴۰ گرم از نمک  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  را در ۱۰۰ گرم آب حل نماییم، محلول سیرشده‌ای از آن به‌وجود می‌آید.

۱۴۵- (۳) همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌کنید انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید (KCl) در  $^{\circ}\text{C}$  حدود ۳۲ گرم است. اگر در این دما مقدارهایی کم‌تر از ۳۲ گرم (در این تست ۳۰ گرم) پتاسیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب حل شده باشد، محلول به‌دست آمده سیرنشده است. هم‌چنین انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در  $^{\circ}\text{C}$  حدود ۴۸ گرم است. اگر در این دما مقدارهایی بیش‌تر از ۴۸ گرم (در این تست ۵۰ گرم) پتاسیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب حل شده باشد، محلول به‌دست آمده فراسیرشده می‌شود.

۱۴۶- (۱) مطابق نمودار، انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  در دمای  $^{\circ}\text{C}$  برابر ۴۰ گرم می‌باشد. یعنی در دمای  $^{\circ}\text{C}$  انحلال ۴۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب یک محلول سیرشده به‌وجود می‌آورد. در دمای بالاتر از  $^{\circ}\text{C}$  محلول سیرنشده و در دمای پایین‌تر از  $^{\circ}\text{C}$  محلول فراسیرشده خواهد بود. به‌عنوان مثال در دمای  $^{\circ}\text{C}$  انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  حدوداً برابر ۷۰ گرم می‌باشد و چون ۶۰ گرم نمک در آب حل شده است بنابراین محلول سیرنشده است. در دمای  $^{\circ}\text{C}$  انحلال‌پذیری  $\text{KNO}_3$  حدوداً برابر ۵۰ گرم می‌باشد و چون ۶۰ گرم نمک در آب حل شده است، بنابراین محلول فراسیرشده است.

۱۴۷- (۳) با توجه به نمودار، در دمای  $^{\circ}\text{C}$  در ۱۰۰ گرم آب، ۴۰ گرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  حل می‌شود تا محلول سیرشده‌ی آن حاصل شود. پس در ۲۰۰ گرم آب، ۸۰ گرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  حل خواهد شد تا محلول سیرشده به‌دست آید. هم‌چنین در دمای  $^{\circ}\text{C}$  در ۱۰۰ گرم آب، ۷۰ گرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  می‌تواند حل شود. بنابراین در ۲۰۰ گرم آب، ۱۴۰ گرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  قابلیت حل شدن دارد. بدین ترتیب با افزایش دمای محلول از  $^{\circ}\text{C}$  تا  $^{\circ}\text{C}$  مقدار ۶۰ گرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  دیگر می‌توان در محلول حل کرد.

۱۴۸- (۳) مطابق نمودار، انحلال‌پذیری  $\text{NaNO}_3$  در دمای  $^{\circ}\text{C}$  برابر ۲۵ گرم می‌باشد. یعنی در این دما در ۱۰۰ گرم آب (حلال) حدود ۱۰۰ گرم  $\text{NaNO}_3$  حل می‌شود. پس جرم محلول را می‌توان به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$\text{محلول } 200\text{g} = \text{حل‌شونده } 100\text{g} + \text{حلال } 100\text{g} = \text{جرم محلول}$$

پس در ۲۰۰ گرم محلول سیرشده‌ی  $\text{NaNO}_3$  مقدار ۱۰۰ گرم از این نمک وجود دارد. اکنون با یک تناسب ساده می‌توان جرم  $\text{NaNO}_3$  موجود در ۲۰ گرم از محلول سیرشده‌ی آن را به‌دست آورد.

$$\text{حل‌شونده } 100\text{g} \sim \text{محلول } 200\text{g}$$

$$20 \quad x \rightarrow x = 10\text{g NaNO}_3(\text{s})$$



(۱) - ۱۴۹

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{محلول } 160\text{g} = \text{نمک } 60\text{g} + \text{آب } 100\text{g} = \text{جرم محلول در این دما} \rightarrow \text{انحلال پذیری } \text{KNO}_3 \text{ در دمای } 40^\circ\text{C} \\ \text{○} \left\{ \begin{array}{l} \text{انحلال پذیری } \text{KNO}_3 \text{ در دمای } 34^\circ\text{C} = 50\text{g} \\ \text{تفاوت انحلال پذیری} = 10\text{g} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

همان گونه که مشاهده می‌کنید تفاوت انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دماهای  $40^\circ\text{C}$  و  $34^\circ\text{C}$  برابر  $10$  گرم می‌باشد. پس اگر  $160\text{g}$  از محلول سیرشده  $\text{KNO}_3$  را از دمای  $40^\circ\text{C}$  تا دمای  $34^\circ\text{C}$  سرد کنیم، مقدار  $10\text{g}$  از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور رسوب می‌کند. حال اگر همین عمل را با  $24$  گرم محلول سیرشده انجام دهیم، می‌توان نوشت:

رسوب  $10\text{g}$  - محلول  $160\text{g}$

$$24 \quad x \rightarrow x = 1/5\text{g} \text{ رسوب}$$

خدا به داد دانش‌آموزان بی‌گناهی برسد که باید در جلسه کنکور، انحلال پذیری پتاسیم کلرات ( $\text{KClO}_3$ ) را در دمای  $14^\circ\text{C}$  از این نمودار استنباط نمایند. پس از دقت فراوان، اعداد زیر را از نمودار استخراج نمودیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{محلول } 130\text{g} = \text{نمک } 30\text{g} + \text{آب } 100\text{g} = \text{جرم محلول در این دما} \rightarrow \text{انحلال پذیری } \text{KClO}_3 \text{ در دمای } 70^\circ\text{C} \\ \text{○} \left\{ \begin{array}{l} \text{انحلال پذیری } \text{KClO}_3 \text{ در دمای } 14^\circ\text{C} = 27/5\text{g} \\ \text{تفاوت انحلال پذیری} = 27/5\text{g} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

همان گونه که مشاهده می‌کنید تفاوت انحلال پذیری  $\text{KClO}_3$  در دماهای  $70^\circ\text{C}$  و  $14^\circ\text{C}$  برابر  $27/5\text{g}$  می‌باشد. پس اگر  $130\text{g}$  از محلول سیرشده  $\text{KClO}_3$  را از دمای  $70^\circ\text{C}$  تا دمای  $14^\circ\text{C}$  سرد کنیم، مقدار  $27/5\text{g}$  از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور رسوب می‌کند. حال اگر همین عمل را با  $26$  گرم محلول سیرشده انجام دهیم، می‌توان نوشت:

رسوب  $27/5\text{g}$  - محلول  $130\text{g}$

$$26 \quad x \rightarrow x = 5/5\text{g} \text{ رسوب}$$

(۱) - ۱۵۱ در ستاره‌های زیر را بفهوانید.

در ستاره

### انحلال پذیری گازها در آب

گازها در مایع‌ها حل شده، محلول ایجاد می‌کنند. در این میان، شناخت ویژگی‌های محلول آبی گازهای مختلف و اثر عواملی چون نوع گاز، دما و فشار بر انحلال پذیری گازها در آب از اهمیت زیادی برخوردار است. به صورت زیر:

**۱- نوع گاز** با افزایش قطبیت و حجم مولکول‌های گازی، انحلال پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.

(قطبیت و حجم مولکول‌های گازی  $\propto$  انحلال پذیری گاز)

**۲- اثر دما** با کاهش دما انحلال پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.

(  $\frac{1}{\text{دما}} \propto$  انحلال پذیری گاز)

**۳- اثر فشار** با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.

(فشار  $\propto$  انحلال پذیری گاز)

(۴) - ۱۵۲ همان طور که از نمودار پیداست، با تغییر دما، انحلال پذیری گاز هلیوم در آب تغییر چندانی نمی‌نماید. (شیب نمودار انحلال پذیری هلیوم از بقیه کم‌تر است).

(۲) - ۱۵۳ با توجه به داده‌های جدول ارائه شده، انحلال پذیری گاز کلر در دمای  $30^\circ\text{C}$  برابر  $0/57\text{g}$  و در دمای  $40^\circ\text{C}$  برابر  $0/46\text{g}$  می‌باشد. بنابراین انحلال پذیری گاز کلر در دمایی مابین  $30^\circ\text{C}$  و  $40^\circ\text{C}$  برابر  $0/50\text{g}$  خواهد بود. در میان گزینه‌ها فقط گزینه‌ی (۲) در این محدوده‌ی دمایی قرار دارد.

(۲) - ۱۵۴ با توجه به داده‌های جدول ارائه شده، انحلال پذیری گاز کربن دی‌اکسید در دمای  $30^\circ\text{C}$  برابر  $0/126\text{g}$  و در دمای  $40^\circ\text{C}$  برابر  $0/097\text{g}$  می‌باشد. بنابراین انحلال پذیری این گاز در دمای  $35^\circ\text{C}$  باید در بازه‌ی ( $0/126\text{g}$  و  $0/097\text{g}$ ) باشد. از این رو محلولی که شامل  $0/090\text{g}$  کربن دی‌اکسید در  $100\text{g}$  آب است یک محلول سیرشده به‌شمار می‌رود.







# پانخ‌های تشریحی قسمت دوم

## غلظت و روش‌های بیان آن

(از صفحه‌های ۱۹ تا ۹۳ کتاب درسی)

۱۶۰- (۴) غلظت یک محلول لزوماً برحسب جرم یا حجم بیان نمی‌شود، بلکه انواع گوناگونی دارد. غلظت یک محلول به صورت مقدار ماده‌ی حل‌شونده در مقدار معینی حلال یا مقدار ماده‌ی حل‌شونده‌ی موجود در مقدار معینی محلول تعریف می‌شود.

۱۶۱- (۱) درسامه‌ی زیر را بفهانید.

### درسامه

#### درصد جرمی یا درصد وزنی (W/W)

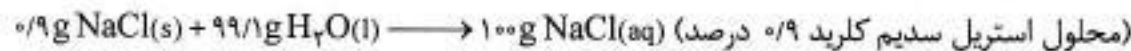
برابر با جرم ماده‌ی حل‌شده بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم محلول است. درصد جرمی را با نماد w/w نشان می‌دهند.

$$\text{درصد جرمی (w/w)} = \frac{\text{جرم ماده‌ی حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

در صورت و مخرج رابطه‌ی فوق باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود. یعنی هر دو باید برحسب میلی‌گرم (mg)، گرم (g) یا کیلوگرم (kg) بیان شوند، بنابراین درصد جرمی واحد ندارد.

۱۶۲- (۴) درسامه‌ی «درصد جرمی یا درصد وزنی» را بفهانید.

۱۶۳- (۲) عبارت «سدیم کلرید ۰/۹ درصد» نوعی بیان غلظت برای این محلول است. یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این محلول ۰/۹ گرم سدیم کلرید وجود دارد و بقیه‌ی آن یعنی ۹۹/۱ گرم، آب است. به بیان دیگر ۰/۹ گرم سدیم کلرید در ۹۹/۱ گرم آب (حلال) حل‌شده است و تشکیل ۱۰۰ گرم محلول استریل سدیم کلرید داده است.



۱۶۴- (۱)

$$\text{جرم حل‌شونده (NaCl)} = 0.9 \text{ g NaCl(s)}$$

$$\text{جرم حلال} = 99.1 \text{ g H}_2\text{O(l)}$$

$$\text{جرم محلول NaCl} = \text{جرم حل‌شونده} + \text{جرم حلال} = 0.9 \text{ g} + 99.1 \text{ g} = 100 \text{ g NaCl(aq)}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{0.9 \text{ g NaCl(s)}}{100 \text{ g NaCl(aq)}} \times 100 = 0.9\%$$

۱۶۵- (۳)

$$\text{جرم حل‌شونده (NaOH)} = 4 \text{ g NaOH(s)}$$

$$\text{جرم حلال (آب)} = 96 \text{ g H}_2\text{O(l)}$$

$$\text{جرم محلول NaOH} = 4 \text{ g} + 96 \text{ g} = 100 \text{ g NaOH(aq)}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{4 \text{ g NaOH(s)}}{100 \text{ g NaOH(aq)}} \times 100 = 4\%$$

۱۶۶- (۲)

$$\text{درصد جرمی سدیم نیترات} = \frac{\text{جرم NaNO}_3 \text{ حل‌شده}}{\text{جرم محلول NaNO}_3} \times 100$$

$$5 = \frac{\text{جرم NaNO}_3 \text{ حل‌شده}}{40 \text{ g NaNO}_3} \times 100$$

$$\text{جرم NaNO}_3 \text{ حل‌شده} = 2 \text{ g NaNO}_3$$



$$\text{جرم NaCl حل شده} = \frac{\text{جرم NaCl محلول}}{\text{جرم محلول NaCl}} \times 100 = \text{درصد جرمی سدیم کلرید}$$

(۲)-۱۶۷

$$15 = \frac{\text{جرم NaCl حل شده}}{40 \text{ g NaCl محلول}} \times 100$$

$$\text{جرم NaCl حل شده} = 6 \text{ g NaCl}$$

(۴)-۱۶۸

$$\text{جرم نمک} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{درصد جرمی نمک}} \times 100$$

$$5 = \frac{\text{جرم نمک}}{200} \times 100 \rightarrow \text{جرم نمک} = 10 \text{ g}$$

$$190 \text{ g} = 200 - 10 = \text{جرم نمک} - \text{جرم محلول} = \text{جرم آب (حلال)}$$

(۱)-۱۶۹

$$\text{جرم NaCl حل شده} = \frac{\text{جرم NaCl محلول}}{\text{درصد جرمی سدیم کلرید}} \times 100$$

$$20 = \frac{\text{جرم NaCl حل شده}}{29.25 \text{ g NaCl محلول}} \times 100 \rightarrow \text{جرم NaCl حل شده} = 5.85 \text{ g NaCl}$$

$$\text{جرم مولی NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol NaCl} = 5.85 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} = 0.1 \text{ mol NaCl}$$

(۲)-۱۷۰ در محلول ۴۶ درصد وزنی اتیل الکل، در هر ۱۰۰ گرم محلول، ۴۶ گرم اتیل الکل وجود دارد. پس می‌توان نوشت:

$$54 \text{ g} = 100 - 46 = \text{جرم اتیل الکل} - \text{جرم محلول} = \text{جرم آب (حلال)}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{46}{46} = 1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{54}{18} = 3 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$\frac{1}{3} = \text{نسبت تعداد مول‌های الکل به آب}$$

(۴)-۱۷۱

$$\text{جرم NaOH حل شده} = \frac{\text{جرم محلول NaOH}}{\text{درصد جرمی NaOH}} \times 100$$

$$20 = \frac{1000 \text{ g NaOH(s)}}{x \text{ g NaOH محلول}} \times 100$$

$$\text{مقدار محلول لازم} = x = 5000 \text{ g NaOH}$$

(۱)-۱۷۲

$$x \text{ g NaOH(s)} = \text{جرم حل‌شونده (NaOH)}$$

$$160 \text{ g H}_2\text{O(l)} = \text{جرم حلال (آب)}$$

$$\text{جرم محلول NaOH} = 160 \text{ g} + x \text{ g} = (160 + x) \text{ g}$$

$$\text{جرم NaOH حل شده} = \frac{\text{جرم محلول NaOH}}{\text{درصد جرمی NaOH}} \times 100$$

$$20 = \frac{x \text{ g NaOH(s)}}{(160 + x) \text{ g NaOH محلول}} \times 100$$

$$x = 40 \text{ g NaOH(s)} = \text{مقدار NaOH مورد نیاز}$$

(۳)-۱۷۳

$$40 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} = 50 \text{ mL} \times 0.8 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$50 \text{ g} = 40 + 10 = \text{جرم بد} + \text{جرم الکل} = \text{جرم محلول}$$

$$\text{درصد وزنی محلول} = \frac{\text{جرم بد}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{10}{50} \times 100 = 20\%$$



$$(I_2) \text{ جرم حل شونده} = 400 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} = 0.4 \text{ g}$$

(۱) - ۱۷۴

$$(CCl_4) \text{ جرم حلال} = 31 \text{ mL} \times \frac{1.6 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 49.6 \text{ g}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حل شونده} + \text{جرم حلال} = 49.6 + 0.4 = 50 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0.4 \text{ g}}{50 \text{ g}} \times 100 = 0.8\%$$

(۱) - ۱۷۵ ابتدا درصد جرمی را برای هر دو محلول محاسبه می‌کنیم.

**محل اول**

$$\text{جرم حل شونده (NaOH)} = 20 \text{ g NaOH(s)}$$

$$\text{جرم حلال} = 60 \text{ g H}_2\text{O(l)}$$

$$\text{جرم محلول NaOH} = \text{جرم حل شونده} + \text{جرم حلال} = 20 \text{ g} + 60 \text{ g} = 80 \text{ g NaOH(aq)}$$

$$\text{درصد جرمی محلول اول} = \frac{20 \text{ g NaOH(s)}}{80 \text{ g NaOH(aq)}} \times 100 = 25\%$$

**محل دوم**

$$\text{جرم حل شونده (NaOH)} = 0.1 \text{ mol NaOH} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 4 \text{ g NaOH(s)}$$

$$\text{جرم محلول NaOH} = 50 \text{ g NaOH(aq)}$$

$$\text{درصد جرمی محلول دوم} = \frac{4 \text{ g NaOH(s)}}{50 \text{ g NaOH(aq)}} \times 100 = 8\%$$

$$\frac{\text{درصد جرمی محلول اول}}{\text{درصد جرمی محلول دوم}} = \frac{25\%}{8\%} = 3.125$$

$$\text{جرم محلول سدیم کلرید} = \text{جرم حل شونده} + \text{جرم آب} = 47.5 + 2.5 = 50 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی محلول سدیم کلرید} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{2.5 \text{ g}}{50 \text{ g}} \times 100 = 5\%$$

مطابق صورت تست، درصد جرمی هر دو محلول با هم برابر است. پس درصد جرمی محلول سدیم هیدروکسید نیز ۵٪ است.

$$\text{درصد جرمی محلول سدیم هیدروکسید} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \rightarrow 5 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{25 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow$$

$$\text{جرم حل شونده} = 1.25 \text{ g NaOH}$$

(۲) - ۱۷۶

(۳) - ۱۷۷ در ستاره‌های زیر را بفهانید.

**در ستاره****ppm**

برای محلول‌های بسیار رقیق، جرم حل شونده آن قدر کم است که معمولاً غلظت محلول آن به جای درصد بر حسب قسمت در میلیون (ppm) بیان می‌شود.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

نکته ۱: در صورت و مخرج این رابطه باید از یک نوع یکای اندازه‌گیری جرم (گرم یا کیلوگرم) استفاده کرد، از این رو ppm واحد ندارد.

نکته ۲: برای تبدیل ppm و درصد جرمی (w/w) به یکدیگر می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد.

$$\text{ppm} = w/w \times 10^4$$

**کاربردهای ppm**

از ppm برای بیان مقادیر بسیار کم کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و میزان آلاینده‌های هوا (ذره‌های معلق یا گازهای آلاینده) استفاده می‌شود.



۱۷۸- (۱) در صورت و مخرج رابطه‌ی محاسبه‌ی ppm باید از یک نوع یکای اندازه‌گیری جرم استفاده شود. از این‌رو ابتدا یکاهای جرم حل‌شونده و محلول را یکسان می‌نماییم.

$$\text{جرم حل‌شونده} = 0.4 \text{ g Ca}^{2+} (\text{aq})$$

$$\text{آب دریا} = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg} \text{ دریا} = \text{جرم محلول}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.4 \text{ g Ca}^{2+} (\text{aq})}{1000 \text{ g آب دریا}} \times 10^6 = 400$$

۱۷۹- (۲)

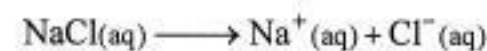
$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \rightarrow 526.5 = \frac{\text{گرم NaCl}}{1000 \text{ g}} \times 10^6 \rightarrow \text{جرم NaCl} = 0.5265 \text{ g}$$

اکنون باید جرم یون  $\text{Na}^+$  موجود در این محلول را به‌دست آوریم. برای این منظور می‌توان از دو روش زیر استفاده نمود:

**روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{جرم Na}^+ = 0.5265 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 0.207 \text{ g Na}^+$$

**روش دوم:** تناسب‌های هم‌ارز



$$0.5265 \text{ g} \quad \quad \quad x \text{ g}$$

$$1 \times 58.5 \quad \quad \quad 1 \times 23 \rightarrow x = 0.207 \text{ g Na}^+(\text{aq})$$

۱۸۰- (۳) رابطه‌ی ppm به‌صورت زیر است:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6$$

رابطه‌ی فوق را می‌توان به‌صورت زیر بازآرایی نمود:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times \frac{10^3}{10^{-3}} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$$

برای محلول‌های بسیار رقیق می‌توان از حل‌شونده در مقابل محلول چشم‌پوشی کرد و جرم محلول را معادل جرم حلال در نظر گرفت. اگر مطابق صورت تست حلال موردنظر آب باشد، چون چگالی آب برابر یک می‌باشد، از این‌رو می‌توان به‌جای جرم حلال (آب) از حجم حلال (آب) استفاده کرد و چون مقدار حل‌شونده کم است، پس حجم حلال (آب) نیز تقریباً برابر حجم محلول است و می‌توان رابطه‌ی به‌دست آمده را به‌صورت زیر بازآرایی کرد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \rightarrow \text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$$

با توجه به رابطه‌ی به‌دست آمده، برای محلول‌های بسیار رقیق یک حل‌شونده در آب، می‌توان ppm را به‌صورت میلی‌گرم حل‌شونده‌ی موجود در یک لیتر محلول یعنی هر ppm را هم‌ارز یک میلی‌گرم در لیتر تعریف کرد.

۱۸۱- (۳) برای مایعات، اندازه‌گیری حجم به مراتب ساده‌تر از اندازه‌گیری جرم است. گاهی در آزمایشگاه از شما خواسته می‌شود که محلولی از دو مایع

قابل امتزاج (مایع‌هایی که به هر نسبت با هم مخلوط می‌شوند) تهیه کنید. در چنین مواردی ساده‌ترین راه برای بیان غلظت محلول حاصل، درصد حجمی است.

۱۸۲- (۳) درسنامه‌ی زیر را بشوئید.

درسنامه

### درصد حجمی

درصد حجمی، حجم حل‌شونده را در ۱۰۰ واحد حجم محلول بیان می‌کند و با رابطه‌ی زیر نشان داده می‌شود:

$$\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$$

**توجه:** در صورت و مخرج این رابطه باید از یک نوع یکای اندازه‌گیری حجم (لیتر یا میلی‌لیتر) استفاده شود. بنابراین درصد حجمی واحد ندارد.



$$\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$$

(۴) - ۱۸۳

$$35 = \frac{\text{حجم حل شونده}}{5L} \times 100 \rightarrow \text{حجم حل شونده} = 1.75L$$

(۲) - ۱۸۴

$$\text{حجم حل شونده (اتانول)} = 1610 \text{ mL}$$

$$\text{حجم محلول} = \text{حجم حل شونده (اتانول)} + \text{حجم حلال (آب)} = 1610 \text{ mL} + 4810 \text{ mL} = 6420 \text{ mL}$$

$$\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \times 100 = \frac{16}{64} \times 100 = 25\%$$

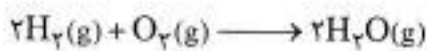
(۳) - ۱۸۵

$$\text{درصد حجمی اتانول - آب} = \frac{\text{حجم اتانول}}{\text{حجم محلول}} \times 100$$

$$96 = \frac{\text{حجم اتانول}}{20} \times 100 \rightarrow \text{حجم اتانول} = 19.2 \text{ mL}$$

$$\text{حجم حلال (آب)} = \text{حجم محلول} - \text{حجم اتانول} = 20 - 19.2 = 0.8 \text{ mL}$$

(۴) - ۱۸۶ معادله‌ی واکنش سوختن گازهای هیدروژن و متان به صورت زیر است:



ابتدا با توجه به مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده، حجم گاز متان موجود در مخلوط را به دست می‌آوریم:

$$?L\text{CH}_4 = 5/6\% \text{CO}_2 \times \frac{1L\text{CH}_4}{1\% \text{CO}_2} = 5/6L\text{CH}_4$$

اکنون باید حساب کنیم، چه مقدار از آب تولید شده مربوط به سوختن متان بوده است.

$$?g\text{H}_2\text{O} = 5/6\% \text{CH}_4 \times \frac{1\text{molCH}_4}{22/4\% \text{CH}_4} \times \frac{2\text{molH}_2\text{O}}{1\text{molCH}_4} \times \frac{18g\text{H}_2\text{O}}{1\text{molH}_2\text{O}} = 9g\text{H}_2\text{O}$$

۹ گرم از ۱۷/۲۵ گرم آب تولیدشده، مربوط به سوختن متان می‌باشد، پس بقیه‌ی آب تولیدشده یعنی ۲/۲۵ گرم مربوط به سوختن هیدروژن است. اکنون می‌توان حجم هیدروژن موجود در مخلوط را به دست آورد.

$$?L\text{H}_2 = 2/25g\text{H}_2\text{O} \times \frac{1\text{molH}_2\text{O}}{18g\text{H}_2\text{O}} \times \frac{2\text{molH}_2}{2\text{molH}_2\text{O}} \times \frac{22/4L\text{H}_2}{1\text{molH}_2} = 2/18L\text{H}_2$$

اکنون می‌توان درصد حجمی متان موجود در مخلوط گازی را به دست آورد.

$$\text{درصد حجمی متان} = \frac{\text{حجم متان}}{\text{حجم کل مخلوط}} \times 100 = \frac{5/6}{5/6 + 2/18} \times 100 = 56/66\%$$

(۲) - ۱۸۷ درسامه‌ی زیر را بفوانید.

درسامه

**غلظت معمولی یا غلظت وزنی یا غلظت گرمی**

جرم ماده‌ی حل شونده بر حسب گرم در یک لیتر محلول را غلظت معمولی یا غلظت وزنی یا غلظت گرمی (C) گویند و آن را با رابطه‌ی زیر نشان می‌دهند:

$$C = \frac{\text{جرم ماده‌ی حل شونده به گرم}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$$

با توجه به رابطه‌ی بالا واحد غلظت معمولی،  $\text{g.L}^{-1}$  است.

(۱) - ۱۸۸ درسامه‌ی «غلظت معمولی» را بفوانید.

(۳) - ۱۸۹

$$\text{مقدار پتاسیم کلرید} = 4g\text{KCl}$$

$$\text{حجم محلول به لیتر} = 50 \text{ mL} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} = 0.05L$$

$$C = \frac{\text{مقدار ماده‌ی حل شونده به گرم}}{\text{حجم محلول به لیتر}} = \frac{4g\text{KCl}}{0.05L} = 80g.L^{-1}$$



مقدار منیزیم نیترات = ۴۰g

۱۹۰- (۴)

$$\text{حجم محلول به لیتر} = ۲۵۰ \text{ mL} \times \frac{۱ \text{ L}}{۱۰۰۰ \text{ mL}} = ۰/۲۵ \text{ L}$$

$$C = \frac{۴۰ \text{ g Mg(NO}_3)_2}{۰/۲۵ \text{ L محلول}} = ۱۶۰ \text{ g.L}^{-1}$$

۱۹۱- (۲)

$$\text{حجم محلول به لیتر} = ۲۰۰ \text{ mL} \times \frac{۱ \text{ L}}{۱۰۰۰ \text{ mL}} = ۰/۲ \text{ L}$$

$$C = \frac{\text{مقدار ماده‌ی حل‌شونده به گرم}}{\text{حجم محلول به لیتر}} \rightarrow ۱۲ = \frac{x}{۰/۲} \rightarrow x = ۲/۴ \text{ g NaCl}$$

۱۹۲- (۳) بعد از فواندن درسنامه‌ی زیر به مل این تست می‌پردازیم.

درسنامه

### تبدیل درصد جرمی و غلظت معمولی به یکدیگر

اگر درصد جرمی یا درصد خلوص ماده‌ی حل‌شونده را با  $a$  و چگالی محلول را با  $d$  نمایش دهیم، علاوه بر روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی)، می‌توان از رابطه‌ی زیر، درصد جرمی یا درصد خلوص محلول را به غلظت معمولی تبدیل کرد:

$$C = ۱۰ad \quad (g/L) \text{ غلظت معمولی}$$

$a$ : درصد جرمی یا درصد خلوص (%)

$d$ : چگالی یا جرم حجمی  $\left(\frac{g}{\text{mL یا cc یا cm}^3}\right)$

🔪 **بچه‌ها مواظب باشید:** در رابطه‌ی فوق درصد جرمی یا درصد خلوص محلول ( $a$ ) بدون مخرج ۱۰۰ به کار می‌رود. یعنی اگر درصد جرمی یا درصد خلوص محلولی ۷۰٪ است، باید از عدد ۷۰ استفاده کنید نه  $\frac{۷۰}{۱۰۰}$ .

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق با دو روش، تست مورد نظر را حل می‌کنیم.

**روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درس ویژه‌ی سال سوم‌ها)

غلظت معمولی، جرم حل‌شونده‌ی موجود بر حسب گرم در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد. پس می‌توان نوشت:

$$? \text{ g HNO}_3 = \underbrace{۱ \text{ L محلول}}_{\text{غلظت معمولی}} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ mL محلول}}{۱ \text{ L محلول}} \times \frac{۱/۲ \text{ g محلول}}{۱ \text{ mL محلول}} \times \frac{۷۰ \text{ g HNO}_3}{۱۰۰ \text{ g محلول}} = ۸۴۰ \text{ g HNO}_3$$

بنابراین در هر لیتر محلول، ۸۴۰ گرم  $\text{HNO}_3$  حل‌شده است و غلظت معمولی محلول  $۸۴۰ \text{ g.L}^{-1}$  است.

**روش دوم:** رابطه‌ی  $C = ۱۰ad$

$$C = ۱۰ad = ۱۰ \times ۷۰ \times ۱/۲ = ۸۴۰ \text{ g.L}^{-1}$$

۱۹۳- (۲) **روش اول:** روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ g H}_2\text{SO}_4 = ۶۰ \text{ mL محلول} \times \frac{۱/۲۵ \text{ g محلول}}{۱ \text{ mL محلول}} \times \frac{۴۰ \text{ g H}_2\text{SO}_4}{۱۰۰ \text{ g محلول}} = ۳۰ \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

**روش دوم:** رابطه‌ی  $C = ۱۰ad$

ابتدا غلظت معمولی سولفوریک اسید را به دست می‌آوریم.

$$C = ۱۰ad = ۱۰ \times ۴۰ \times ۱/۲۵ = ۵۰۰ \text{ g/L}$$

عدد به دست آمده نشان می‌دهد، در هر لیتر (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) محلول، ۵۰۰ گرم از این اسید وجود دارد، پس می‌توان نوشت:

اسید ۵۰۰g ~ محلول ۱۰۰۰mL

$$۶۰ \quad x \rightarrow x = ۳۰ \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

www.ShimiPedia.ir



۱۹۴- (۲) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

غلظت مولار یا غلظت مولی یا مولاریته ( $C_M$  یا  $M$ )

مقدار ماده‌ی حل‌شونده برحسب مول در یک لیتر محلول را غلظت مولار گویند و آن را با رابطه‌ی زیر بیان می‌کنند:

$$C_M = \frac{n \text{ (مقدار ماده‌ی حل‌شونده به مول)}}{V \text{ (حجم محلول به لیتر)}} \text{ (غلظت مولار)}$$

با توجه به رابطه‌ی فوق واحد غلظت مولار،  $\text{mol.L}^{-1}$  یا مولار ( $M$ ) می‌باشد.

توجه: غلظت مولار رایج‌ترین روش برای بیان غلظت است.

مثال: محلول ۱ مولار (۱M) سود، محلولی است که در هر یک لیتر محلول، ۱ مول سود (۴۰g سود) وجود دارد (NaOH = ۴۰).

## رابطه‌ی غلظت مولار با غلظت معمولی

برای تبدیل غلظت مولار و غلظت معمولی به یک‌دیگر از رابطه‌ی زیر استفاده می‌نماییم.

$$C_M = \frac{C}{M}$$

 $C_M$ : غلظت مولار

C: غلظت معمولی

M: جرم مولی ماده‌ی حل‌شده

توجه: در برخی کتاب‌ها (از جمله کتاب درسی شما)، غلظت مولار را با نماد  $M$  و در برخی دیگر آن را با نماد  $C_M$  نشان داده‌اند. از آن‌جا که جرم مولی را نیز با حرف  $M$  نشان می‌دهند، اجازه دهید در این قسمت از کتاب، غلظت مولار را با نماد  $C_M$  نشان دهیم تا با نماد جرم مولی ( $M$ ) اشتباه نگردد.

۱۹۵- (۲) درسنامه‌ی «غلظت مولار» را بفوانید.

۱۹۶- (۱) درسنامه‌ی «غلظت مولار» را بفوانید.

۱۹۷- (۳) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

## شیوه‌ی حل مسایل غلظت مولار

برای حل مسایل غلظت مولار می‌توانید از دو روش زیر استفاده کنید:

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

در این روش با استفاده از رابطه‌ی زیر غلظت مولار محلول محاسبه می‌شود:

$$C_M = \frac{n \text{ (تعداد مول‌های حل‌شونده)}}{V \text{ (حجم محلول به لیتر)}} \text{ (غلظت مولار)}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

با استفاده از تناسب‌های هم‌ارز خوانده شده در بخش ۱ نیز می‌توانید مسایل غلظت مولار را حل نمایید.

[مول]	~	[مولکول یا اتم]	~	[گرم]	~	[لیتر گاز (STP)]	~	[میلی‌لیتر گاز (STP)]	~	[لیتر محلول × غلظت مولی]
↓		↓		↓		↓		↓		↓
ضریب		$\times 6.022 \times 10^{23}$ ضریب		جرم مولی × ضریب		$\times 22.4$ ضریب		$\times 22400$ ضریب		ضریب

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق، این تست را با دو روش حل می‌کنیم:

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

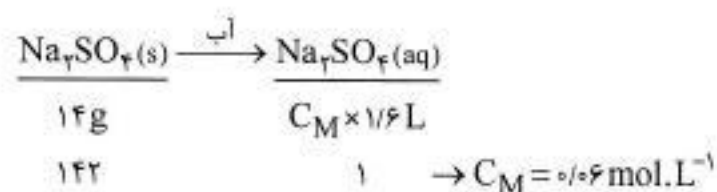
$$\text{جرم مولی } \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2(23) + 32 + 4(16) = 142 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{مول } \text{Na}_2\text{SO}_4 = 14 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} = 0.098 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

$$C_M = \frac{n \text{ (ماده‌ی حل‌شونده به مول)}}{V \text{ (حجم محلول به لیتر)}} = \frac{0.098 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{1/6 \text{ L}} = 0.588 \text{ mol.L}^{-1}$$



روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



۱۹۸- (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

مس (II) سولفات متبلور یا کات‌کبود دارای فرمول مولکولی  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  می‌باشد.

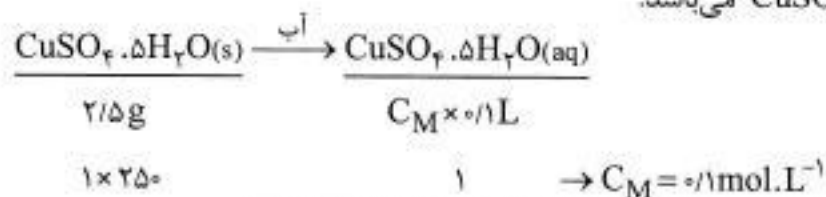
$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ مولی جرم مولی} = 64 + 32 + 4(16) + 5[2(1) + 16] = 250 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ مول} = 2/5 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{250 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0.01 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{لیتر محلول} = 100 \text{ mL} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} = 0.1L$$

$$C_M = \frac{n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ مول})}{V(\text{لیتر محلول})} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1L} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

مس (II) سولفات متبلور یا کات‌کبود دارای فرمول مولکولی  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  می‌باشد.

۱۹۹- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{NaOH} \text{ مول} = 2 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.05 \text{ mol NaOH}$$

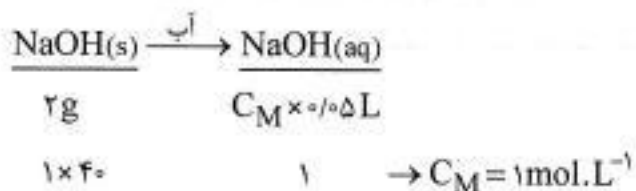
$$\text{لیتر محلول} = 50 \text{ mL} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} = 0.05L$$

$$C_M = \frac{n(\text{ماده‌ی حل‌شونده به مول})}{V(\text{حجم محلول به لیتر})} = \frac{0.05 \text{ mol NaOH}}{0.05L} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان غلظت معمولی محلول را به‌دست آورد.

$$C_M = \frac{C}{M_{\text{NaOH}}} \rightarrow 1 = \frac{C}{40} \rightarrow C = 40 \text{ g.L}^{-1}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



اکنون با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان غلظت معمولی محلول را به‌دست آورد.

$$C_M = \frac{C}{M_{\text{NaOH}}} \rightarrow 1 = \frac{C}{40} \rightarrow C = 40 \text{ g.L}^{-1}$$

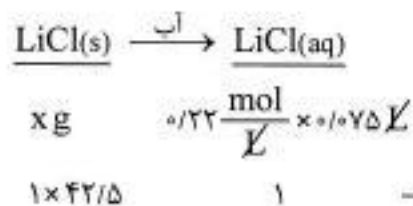
۲۰۰- (۳) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$\text{حجم محلول به لیتر} = 75 \text{ mL} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} = 0.075L$$

$$C_M = \frac{n(\text{ماده‌ی حل‌شونده به مول})}{V(\text{حجم محلول به لیتر})} \rightarrow 0.22 = \frac{n}{0.075} \rightarrow n = 0.0165 \text{ mol LiCl}$$

$$? \text{ g LiCl} = 0.0165 \text{ mol LiCl} \times \frac{42.5 \text{ g LiCl}}{1 \text{ mol LiCl}} = 0.7 \text{ g LiCl}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز









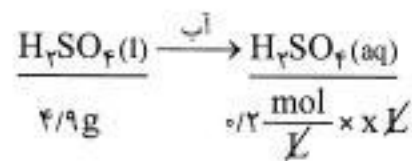
۲۰۵- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$H_2SO_4 \text{ مول} = \frac{4/9 \text{ g } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4} = 0/05 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$C_M = \frac{n(H_2SO_4 \text{ مول})}{V(\text{لیتر محلول})} \rightarrow 0/2 = \frac{0/05}{V} \rightarrow V = 0/25 \text{ L}$$

$$\text{محلول } 250 \text{ cc} = 0/25 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ cc}}{1 \text{ L}}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز



$$1 \times 98 \quad 1 \quad \rightarrow x = 0/25 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ cc}}{1 \text{ L}} = 250 \text{ cc}$$

۲۰۶- (۳) چون در حجم برابر از محلول سود (NaOH) و پتاس (KOH)، وزن برابر از آن‌ها موجود می‌باشد، می‌توان گفت که غلظت معمولی (C) این دو محلول با یکدیگر برابر است. به همین منظور ابتدا غلظت معمولی محلول پتاس را محاسبه می‌کنیم.

$$KOH: C_M = \frac{C}{M_{KOH}} \rightarrow 0/5 = \frac{C}{56} \rightarrow C = 28 \text{ g.L}^{-1}$$

چون غلظت معمولی هر دو محلول با یکدیگر برابر است، پس غلظت معمولی سود نیز  $28 \text{ g.L}^{-1}$  می‌باشد. اکنون مولاریته‌ی محلول سود را محاسبه می‌کنیم.

$$NaOH: C_M = \frac{C}{M_{NaOH}} \rightarrow C_M = \frac{28}{40} = 0/7 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۰۷- (۳) ابتدا درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### تبدیل درصد جرمی و غلظت مولار به یکدیگر

اگر درصد جرمی یا درصد خلوص ماده‌ی حل‌شونده را با  $a$  و چگالی محلول را با  $d$  نمایش دهیم، علاوه بر روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی)، می‌توان از رابطه‌ی زیر درصد جرمی یا درصد خلوص محلول را به غلظت مولار تبدیل کرد:

$$C_M = \frac{10ad}{M}$$

$C_M$ : غلظت مولار  $(\frac{\text{mol}}{\text{L}})$

$a$ : درصد جرمی یا درصد خلوص (%)

$d$ : چگالی یا جرم حجمی  $(\frac{\text{g}}{\text{mL یا cc یا cm}^3})$

$M$ : جرم مولی حل‌شونده

❗ **بچه‌ها مواظب باشید:** در رابطه‌ی فوق درصد جرمی یا درصد خلوص محلول ( $a$ ) بدون مخرج ۱۰۰ آن به کار می‌رود. یعنی اگر درصد جرمی یا درصد خلوص محلولی ۷۰٪ است، باید از عدد ۷۰ استفاده کنید نه  $\frac{70}{100}$ .

☆ **یادآوری:** در قسمت مربوط به غلظت معمولی خواندیم که برای تبدیل درصد جرمی ( $a$ ) و غلظت معمولی ( $C$ ) به یکدیگر می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده نمود:

$$C = 10ad$$

اکنون با توجه به درسنامه‌ی فوق با دو روش، تست مورد نظر را حل می‌کنیم.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درس ویژه‌ی سال سوم‌ها)

مولاریته‌ی محلول، تعداد مول حل‌شونده‌ی موجود در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{? \text{ mol } H_2SO_4}{\text{مولاریته}} = \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1/225 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{80 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4} = 10 \text{ mol } H_2SO_4$$

بنابراین در هر لیتر محلول، ۱۰ مول  $H_2SO_4$  حل‌شده است و محلول ۱۰ مول بر لیتر می‌باشد.

$$\text{روش دوم: رابطه‌ی } C_M = \frac{10ad}{M} \quad C_M = \frac{10ad}{M} = \frac{10 \times 80 \times 1/225}{98} = 10 \text{ mol.L}^{-1}$$

www.ShimiPedia.ir



**۲۰۸- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

ابتدا مولاریته‌ی محلول سدیم هیدروکسید را پیدا می‌کنیم. مولاریته‌ی محلول، تعداد مول حل‌شونده‌ی موجود در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد. پس می‌توان نوشت:

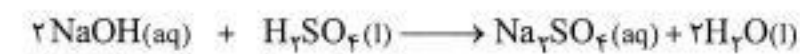
$$? \text{ mol NaOH} = \underbrace{1 \text{ L}}_{\text{مولاریته}} \times \underbrace{\frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}}_{\text{محلول}} \times \underbrace{\frac{1/12 \text{ g}}{1 \text{ mL}}}_{\text{چگالی}} \times \underbrace{\frac{40 \text{ g NaOH}}{100 \text{ g}}}_{\text{درصد جرمی}} \times \underbrace{\frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}}}_{\text{جرم مولی}} = 1/12 \text{ mol NaOH}$$

بنابراین در هر لیتر محلول، ۱/۱۲ مول NaOH حل‌شده است و محلول ۱/۱۲ مولار است. معادله‌ی واکنش سدیم هیدروکسید با سولفوریک اسید به صورت زیر است:



$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 100 \text{ mL NaOH} \times \frac{1 \text{ L NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} \times \frac{1/12 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} = 0/56 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M} = \frac{10 \times 40 \times 1/12}{40} = 1/12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز و رابطه‌ی } C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M}$$



$$\frac{1/12 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0/1 \text{ L}}{2} \quad \times \text{ mol} \quad \rightarrow x = 0/56 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

**۲۰۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

باید تعداد مولکول گرم (مول) نیتریک اسید را در ۱۸ میلی‌لیتر از این محلول پیدا کنیم.

$$? \text{ mol HNO}_3 = 18 \text{ mL} \times \frac{1/15 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{70 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} = 0/23 \text{ mol HNO}_3$$

$$C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M} \quad \text{روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز و رابطه‌ی } C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M}$$

چون تعداد مولکول گرم (مول) نیتریک اسید خواسته شده است، غلظت مولی محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M} = \frac{10 \times 70 \times 1/15}{63} = 12/77 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

عدد به‌دست آمده نشان می‌دهد، در هر لیتر (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) از این محلول، ۱۲/۷۷ مول (مولکول گرم) نیتریک اسید وجود دارد. پس می‌توان نوشت:

$$1000 \text{ mL} \text{ محلول} - 12/77 \text{ mol HNO}_3$$

$$18 \quad \times \quad \rightarrow x = 0/23 \text{ mol HNO}_3$$

**۲۱۰- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)**

باید تعداد مول‌های موجود در یک لیتر از این محلول را به‌دست آوریم.

$$? \text{ mol NaOH} = 1 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1/1 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{4 \text{ g NaOH}}{(106+4) \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 1 \text{ mol NaOH}$$

بنابراین در هر لیتر محلول، ۱ مول NaOH حل‌شده است و غلظت این محلول ۱ mol.L<sup>-1</sup> است.

$$C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M} \quad \text{روش دوم: رابطه‌ی } C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M}$$

برای استفاده از این رابطه ابتدا باید درصد جرمی محلول (a) را محاسبه نماییم.

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 106 + 4 = 110 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی محلول (a)} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{4}{110} \times 100 = \frac{40}{11}$$

$$C_M = \frac{1 \cdot a \cdot d}{M} = \frac{10 \times \frac{40}{11} \times 1/1}{40} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



(۲۱۱) - (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$? \text{ mol KOH} = \underbrace{1\%}_{\text{مولاریته}} \times \underbrace{1000 \text{ mL}}_{\text{محلول}} \times \underbrace{1/101}_{\text{چگالی}} \times \underbrace{5/6 \text{ g KOH}}_{\text{درصد جرمی}} \times \underbrace{1 \text{ mol KOH}}_{\text{جرم مولی}} = 2 \text{ mol KOH}$$

بنابراین در هر لیتر از محلول، ۲ مول KOH حل شده است و غلظت مولی محلول ۲ مولار می‌باشد.

$$C_M = \frac{10ad}{M} \text{ رابطه‌ی } (a)$$

برای استفاده از این رابطه ابتدا باید درصد جرمی محلول (a) را محاسبه نماییم.

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 44/9 + 5/6 = 50/5 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی محلول (a)} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{5/6}{50/5} \times 100 = \frac{56}{50/5} \%$$

$$C_M = \frac{10ad}{M_{\text{KOH}}} = \frac{10 \times \frac{56}{50/5} \times 1/101}{56} = \frac{101}{50/5} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

(۲۱۲) - (۴) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

ابتدا غلظت مولی محلول غلیظ را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ mol H}_3\text{PO}_4 = \underbrace{1\%}_{\text{غلظت مولی محلول غلیظ}} \times \underbrace{1000 \text{ mL}}_{\text{محلول}} \times \underbrace{1/16}_{\text{چگالی}} \times \underbrace{62/5 \text{ g H}_3\text{PO}_4}_{\text{درصد جرمی}} \times \underbrace{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}_{\text{جرم مولی}} = \frac{1000}{98} \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

بنابراین در هر لیتر محلول غلیظ،  $\frac{1000}{98}$  مول  $\text{H}_3\text{PO}_4$  حل شده است و غلظت محلول غلیظ  $\frac{1000}{98} \text{ mol.L}^{-1}$  است. مطابق صورت تست، این محلول را با افزودن آب به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده و رقیق می‌نماییم. اکنون باید غلظت مولی محلول رقیق را به دست آوریم.

$$? \text{ mol H}_3\text{PO}_4 = \underbrace{1\%}_{\text{غلظت مولی محلول رقیق}} \times \underbrace{10^3 \text{ mL}}_{\text{محلول}} \times \underbrace{1/16}_{\text{چگالی}} \times \underbrace{62/5 \text{ g H}_3\text{PO}_4}_{\text{درصد جرمی}} \times \underbrace{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}_{\text{جرم مولی}} = 0/5 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

بنابراین در هر لیتر محلول رقیق، ۰/۵ مول  $\text{H}_3\text{PO}_4$  حل شده است و غلظت مولی محلول رقیق  $0/5 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

$$C_M = \frac{10ad}{M} \text{ رابطه‌ی } (a)$$

ابتدا غلظت مولی محلول غلیظ را محاسبه می‌کنیم.

$$C_M = \frac{10ad}{M} = \frac{10 \times 62/5 \times 1/16}{98} = \frac{1000}{98} \text{ mol.L}^{-1}$$

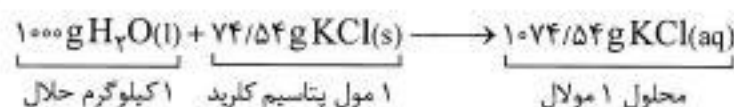
در بخش ۱ خواندیم، هرگاه محلولی را با افزودن آب رقیق نماییم، رابطه‌ی زیر میان محلول غلیظ و محلول رقیق برقرار است.

$$C_M \text{ غلیظ} \times V \text{ غلیظ} = C_M \text{ رقیق} \times V \text{ رقیق} \rightarrow \frac{1000}{98} \times 9/8 = C_M \text{ رقیق} \times 200 \rightarrow C_M \text{ رقیق} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

(۲۱۳) - (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

**غلظت مولال یا مولالیت (m)**غلظت مولال (مولالیت)، تعداد مول ماده‌ی حل‌شده در یک کیلوگرم حلال (۱۰۰۰ گرم حلال) را بیان می‌کند. واحد آن  $\text{mol.kg}^{-1}$  یا مولال (m) می‌باشد.

$$m = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{جرم حلال به کیلوگرم}} \text{ (غلظت مولال)}$$

**مثال:** اگر یک مول پتاسیم کلرید (۷۴/۵۴ گرم KCl) را در یک کیلوگرم آب (حلال) حل کنید، محلولی با غلظت ۱ مولال تهیه کرده‌اید.

(۲۱۴) - (۳) غلظت مولار (مولاریته) رایج‌ترین غلظت است و غلظت مولال (مولالیت) در مطالعه‌ی خواص کولیگاتیو محلول‌ها به کار می‌رود. با خواص

کولیگاتیو د. ادامه: بخش آشنا خواهد شد.



حالت اول (۳) - ۲۱۵

حالت دوم

حالت اول: ۱ مول سود (۴۰g) در ۱۰۰۰mL محلول سود (محلول ۱ مولار سود)

حالت دوم: ۱ مول سود (۴۰g) در ۱۰۴۰g محلول سود (محلول ۱ مولار سود)

حالت اول، پس از هم زدن، تشکیل محلول ۱ مولار و حالت دوم، پس از هم زدن، تشکیل محلول ۱ مولار می دهد. با مقدار حل شونده ی برابر، جرم محلول یک مولار از محلول یک مولار به مقدار جزئی بیش تر است. زیرا در محلول یک مولار، مجموع حل شونده و حلال یک لیتر می باشد، در حالی که در محلول یک مولار، فقط میزان حلال مصرفی یعنی آب یک کیلوگرم (در مورد آب یک لیتر) می باشد که اگر به آن ۴۰ گرم سدیم هیدروکسید نیز اضافه شود، متوجه می شوید که در این حالت جرم محلول کمی بیش تر خواهد شد. به طور کلی می توان نوشت:

**با مقدار حل شونده ی برابر، جرم محلول: یک مولار > یک مولار**

(۳) - ۲۱۶ در حجم برابر (برای مثال ۱۰۰ میلی لیتر)، همیشه محلول یک مولار یک نمک از محلول یک مولار آن سنگین تر است، زیرا مقدار حل شونده ی آن بیش تر است. در عوض، حجم حلال در محلول یک مولار بیش تر است.

**در حجم برابر، جرم محلول: یک مولار < یک مولار**

آقا اجازه: به نظر من، اگر پگالی نمک حل شده از پگالی آب کم تر باشد، دیکه رابطه ی فوق برقرار نیست.

✓ جواب: از دقت شما بسیار سپاسگزارم، ولی باید بدانید که پگالی هیچ نمکی کم تر از آب نیست.

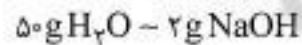


(۱) - ۲۱۷ **روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه ی سال سوم می ها):** برای محاسبه ی مولالیتیه ی محلول، کافی است پیدا کنیم در ۱۰۰۰ گرم آب چند مول NaOH حل شده است.

$$\text{مولالیتیه} \quad ? \text{ mol NaOH} = 1000 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{2 \text{ g NaOH}}{50 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 1 \text{ mol NaOH}$$

بنابراین در هر ۱۰۰۰ گرم (۱ کیلوگرم) آب، ۱ مول NaOH حل شده و محلول ۱ مولار است.

**روش دوم: تناسب های هم ارز:** برای محاسبه ی مولالیتیه ی محلول، کافی است پیدا کنیم، در ۱۰۰۰ گرم آب چند مول NaOH حل شده است.



$$1000 \quad x \quad \rightarrow x = 40 \text{ g NaOH}$$

$$n (\text{مول}) = \frac{m}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{40}{40} = 1 \text{ mol NaOH}$$

بنابراین در هر ۱۰۰۰ گرم (۱ کیلوگرم) آب، ۱ مول NaOH حل شده و محلول ۱ مولار است.

(۳) - ۲۱۸ انحلال پذیری، بیش ترین مقدار یک ماده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می شود و محلول سیر شده ایجاد می نماید را نشان می دهد. بنابراین در دمای ۹۰°C در ۱۰۰ گرم آب، ۲۰۲ گرم پتاسیم نیترات می تواند حل شود. اکنون با توجه به توضیح فوق، با دو روش به حل این تست می پردازیم:

**روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه ی سال سوم می ها)**

ابتدا جرم پتاسیم نیترات ( $\text{KNO}_3$ ) حل شده را به مول تبدیل می نماییم. برای این منظور باید جرم مولی  $\text{KNO}_3$  را محاسبه کنیم.

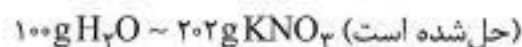
$$\text{جرم مولی } \text{KNO}_3 = 39 + 14 + 3(16) = 101 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

برای محاسبه ی مولالیتیه ی محلول، کافی است پیدا کنیم در ۱۰۰۰ گرم آب چند مول  $\text{KNO}_3$  حل شده است.

$$\text{مولالیتیه} \quad ? \text{ mol KNO}_3 = 1000 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{202 \text{ g KNO}_3}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} = 20 \text{ mol KNO}_3$$

بنابراین در هر ۱۰۰۰ گرم (۱ کیلوگرم) آب، ۲۰ مول  $\text{KNO}_3$  حل شده و محلول ۲۰ مولار است.

**روش دوم: تناسب های هم ارز:** برای محاسبه ی مولالیتیه ی محلول، کافی است پیدا کنیم، در ۱۰۰۰ گرم آب، چند مول  $\text{KNO}_3$  حل شده است.



$$1000 \quad x \quad \rightarrow x = 2020 \text{ g KNO}_3$$

$$n (\text{مول}) = \frac{m}{M_{\text{KNO}_3}} = \frac{2020}{101} = 20 \text{ mol KNO}_3$$

بنابراین در هر ۱۰۰۰ گرم (۱ کیلوگرم) آب، ۲۰ مول  $\text{KNO}_3$  حل شده و محلول ۲۰ مولار است.

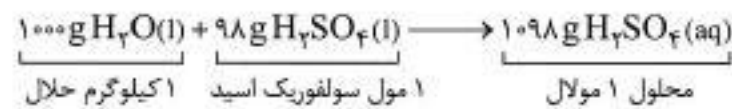


۲۱۹- (۲) روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?g H_2O = 49g H_2SO_4 \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98g H_2SO_4} \times \frac{1kg H_2O}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{1000g H_2O}{1kg H_2O} = 500g H_2O$$

یک مولال

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز: هرگاه در صورت تست، غلظت مولال محلول مشخص بود، ابتدا با ۱۰۰۰ گرم آب (حلال)، محلول مورد نظر را بسازید.

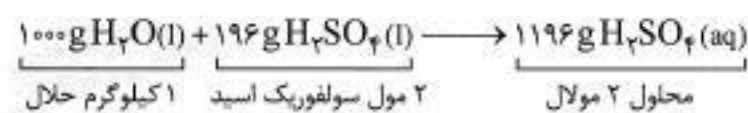


اکنون که ۴۹ گرم اسید موجود است، می‌توان جرم آب مورد نیاز را به‌دست آورد.

$$49g H_2SO_4(l) - xg H_2O(l)$$

$$98 \quad 1000 \quad \rightarrow x = 500g H_2O \text{ (نیاز است)}$$

۲۲۰- (۲) هرگاه در صورت تست، غلظت مولال محلول مشخص بود، ابتدا با ۱۰۰۰ گرم آب (حلال)، محلول مورد نظر را بسازید.



اکنون با استفاده از معادله‌ی فوق، به دو روش می‌توان، تست مورد نظر را حل نمود.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

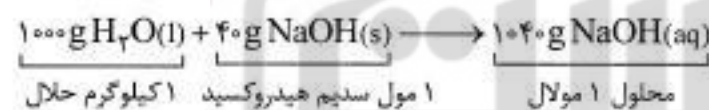
$$?g \text{ اسید لازم است} = 1196g \text{ محلول} \times \frac{196g \text{ اسید}}{1196g \text{ محلول}} = 196g$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$1196g \text{ محلول} - xg H_2SO_4(l)$$

$$1196 \quad 196 \quad \rightarrow x = 196g \text{ (اسید لازم است)}$$

۲۲۱- (۱) هرگاه در صورت تست، غلظت مولال محلول مشخص بود، ابتدا با ۱۰۰۰ گرم آب (حلال)، محلول مورد نظر را بسازید.



اکنون با استفاده از معادله‌ی فوق، به دو روش می‌توان تست مورد نظر را حل نمود.

روش اول: روابط استوکیومتری (روش کتاب درسی ویژه‌ی سال سوم‌ها)

$$?g NaOH = 1040g \text{ محلول} \times \frac{40g NaOH}{1040g \text{ محلول}} \times \frac{1000g NaOH \text{ (ناخالص)}}{80g NaOH \text{ (خالص)}} = 50g NaOH \text{ (ناخالص نیاز است)}$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

$$1040g \text{ محلول} - xg NaOH \times \frac{80}{100}$$

$$1040 \quad 40 \quad \rightarrow x = 50g NaOH \text{ (ناخالص نیاز است)}$$

۲۲۲- (۱) ابتدا حجم محلول ۱ مولار را محاسبه می‌کنیم:

$$\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \text{ مولار} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \rightarrow 1 = \frac{0.5}{\text{لیتر محلول}} \rightarrow 0.5L = 500mL$$

سپس جرم محلول ۱ مولال را به‌دست می‌آوریم:

$$\left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}}\right) \text{ مولال} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow 1 = \frac{0.5}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow 0.5kg = 500g$$

$$\text{جرم حل‌شونده} = 0.5 \text{ mol } NaOH \times \frac{40g}{1 \text{ mol}} = 20g NaOH$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 500g + 20g = 520g$$

۲۲۳- (۲) با ۰/۲ مول سدیم نیترات می‌توان ۲۰۰ میلی‌لیتر (۰/۲ لیتر) محلول ۱ مولار آن را تهیه کرد.

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.2L} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

با ۱۷ گرم سدیم نیترات نیز می‌توان ۲۱۷ گرم محلول ۱ مولال آن را تهیه کرد.

$$n(NaNO_3) = \frac{m}{M} = \frac{17}{85} = 0.2 \text{ mol}$$

$$\text{غلظت مولال} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow 1 = \frac{0.2 \text{ mol}}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow 0.2kg = 200g$$

$$NaNO_3 \text{ محلول} = NaNO_3 + \text{جرم حلال} = 200g + 17g = 217g$$



## پایخ‌های تشریحی قسمت سوم

## محلول - کلویید - سوسپانسیون

(از صفحه‌ی ۹۳ تا ۱۰۶ کتاب درسی)

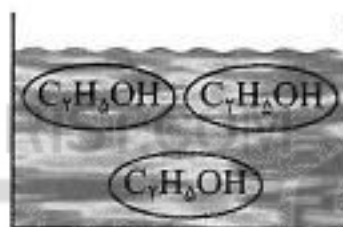
۲۲۴- (۴) درسامه‌ی زیر را بفوانید.

درسامه

## انحلال مولکولی و یونی

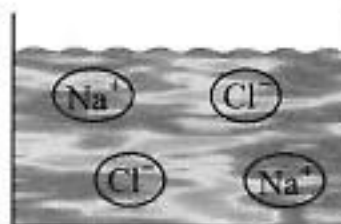
انحلال مواد به دو صورت ممکن است انجام پذیرد:

**(آ) انحلال مولکولی** برخی مواد مانند متانول، اتانول، استون، شکر (ساکاروز) و گلیسرین پس از آن که در آب حل می‌شوند، یونیده نمی‌شوند و فقط مولکول‌ها از هم جدا می‌شوند و یون در محیط به‌وجود نمی‌آید. به این حل شدن انحلال مولکولی گویند.



(اتانول در آب)

**(ب) انحلال یونی** برخی مواد مانند  $\text{NaCl}$ ،  $\text{KNO}_3$ ،  $\text{CuSO}_4$ ،  $\text{HCl}$  و  $\text{NH}_3$  پس از حل شدن در آب یونیده یا تفکیک می‌شوند، یعنی در محلول یون به‌وجود می‌آید. به این نوع حل شدن انحلال یونی گویند.



(نمک طعام در آب)

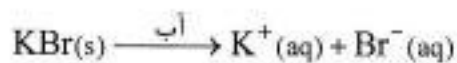
**نکته‌ی ۱:** تفاوت بارز این دو نوع محلول در این است که محلول یونی رسانایی الکتریکی دارد، ولی محلول مولکولی نارسانا است.

**نکته‌ی ۲:** هر دو نوع محلول از نظر الکتریکی خنثی هستند. در واقع در محلول‌های یونی نیز مجموع بارهای الکتریکی یون‌های مثبت و منفی برابر بوده و در نتیجه محلول از نظر الکتریکی خنثی است.

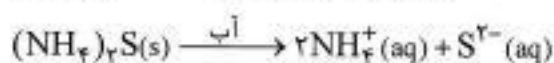
۲۲۵- (۱) هنگام انحلال نمک‌ها در آب، پیوندهای یونی میان آنیون و کاتیون نمک، شکسته شده و یون‌ها در آب پخش می‌شوند. آنیون و کاتیون پخش

شده در آب، یا توسط مولکول‌های آب، آب‌پوشی می‌شوند و یا با یون‌های  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  حاصل از آب پیوندهای شیمیایی می‌دهند. در سایر گزینه‌ها، انحلال نام برده شده از نوع انحلال مولکولی است.

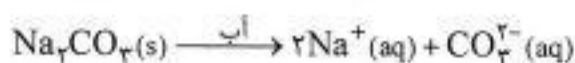
۲۲۶- (۴) به معادله‌ی تفکیک یونی هر چهار گزینه در آب توجه کنید.



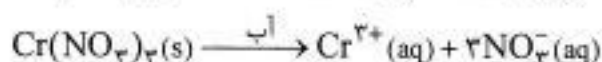
(۲ مول یون ایجاد می‌شود)



(۳ مول یون ایجاد می‌شود)



(۳ مول یون ایجاد می‌شود)

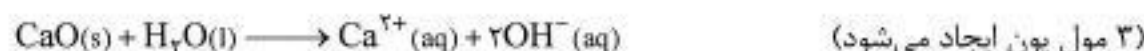
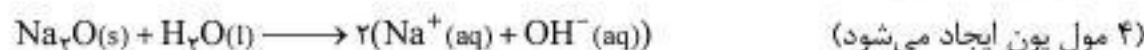
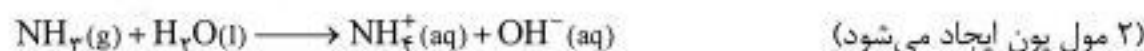


(۴ مول یون ایجاد می‌شود)

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در اثر انحلال هر مول  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  در آب تعداد یون‌های بیش‌تری حاصل می‌شود.



۲۲۷- (۲) به معادله‌ی انحلال و یونش هر چهار گزینه در آب توجه کنید.



۲۲۸- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

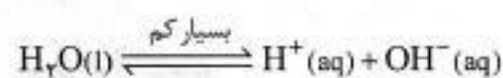
### درسنامه

#### الکترولیت و غیرالکترولیت

**آ) الکترولیت** ماده‌ای است که به طور کامل یا به مقدار کم در آب یونیده می‌شود. الکترولیت ماده‌ای است که رسانایی الکتریکی محلول آن از آب خالص بیش‌تر است.

اغلب ترکیب‌های یونی (مانند  $\text{NaCl}$ ،  $\text{CuSO}_4$  و ...) یا ترکیب‌های کووالانسی قطبی (مانند  $\text{HF}$ ،  $\text{HCl}$ ،  $\text{HBr}$ ،  $\text{NH}_3$  و ...) الکترولیت هستند و محلول‌هایی که از حل کردن آن‌ها در آب به دست می‌آیند، محلول الکترولیت است.

**نکته:** آب خالص به مقدار بسیار کم یونیده می‌شود و رسانایی الکتریکی ضعیفی دارد.



**ب) غیرالکترولیت** ماده‌ای است که محلول آبی آن رسانای جریان برق نیست. مواد غیرالکترولیت در محلول به صورت مولکولی حل می‌شوند و بر اثر انحلال، یون ایجاد نمی‌کنند.

موادی مانند متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )، اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )، استون ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )، شکر یا ساکاروز ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )، گلیسرین ( $\text{C}_3\text{H}_8(\text{OH})_3$ ) و ... غیرالکترولیت هستند و محلول حاصل از آن‌ها محلول غیرالکترولیت است.

۲۲۹- (۱) متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) به صورت مولکولی در آب حل می‌شود و غیرالکترولیت است. این در حالی است که سدیم نیترات ( $\text{NaNO}_3$ ) و

منیزیم کلرید ( $\text{MgCl}_2$ ) مانند اغلب ترکیب‌های یونی و هیدروژن برومید ( $\text{HBr}$ ) مانند اغلب ترکیب‌های کووالانسی قطبی، الکترولیت هستند.

۲۳۰- (۳) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

### درسنامه

#### درجه‌ی تفکیک یونی و درصد تفکیک یونی

برای مقایسه‌ی تمایل تفکیک مواد به یون، هنگام حل شدن در آب یا حلال‌های قطبی دیگر، از مقیاس درجه‌ی تفکیک یونی و درصد تفکیک یونی استفاده می‌شود.

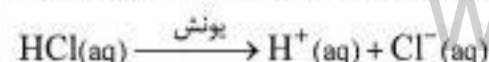
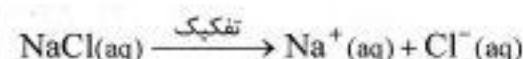
$$\alpha = \frac{\text{تعداد مول‌های تفکیک یا یونیده شده}}{\text{تعداد کل مول‌های حل شده}} \quad (\alpha) \text{ (درجه‌ی تفکیک یونی)}$$

اگر درجه‌ی تفکیک یونی ( $\alpha$ ) در عدد ۱۰۰ ضرب شود، درصد تفکیک یونی به دست می‌آید.

$$\text{درصد تفکیک یونی} = \frac{\text{تعداد مول‌های تفکیک یا یونیده شده}}{\text{تعداد کل مول‌های حل شده}} \times 100 = \alpha \times 100$$

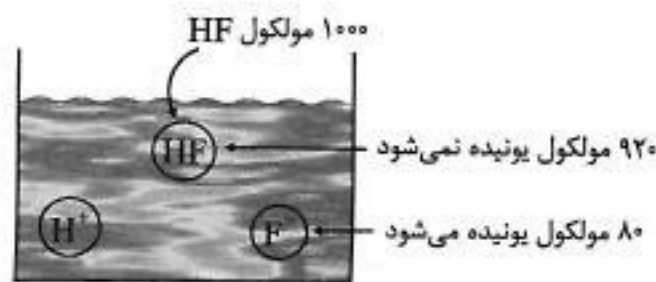
آقا اجازه: آیا تفکیک شدن یا یونیده شدن، فرق داره؟

✓ **جواب:** اغلب ترکیب‌های یونی (مانند  $\text{NaCl}$ ) و اغلب ترکیب‌های کووالانسی قطبی (مانند  $\text{HCl}$ ) الکترولیت هستند. بهتر است، در مورد ترکیب‌های یونی هنگام انحلال در آب، از عبارت تفکیک و در مورد ترکیب‌های کووالانسی قطبی، از عبارت یونش، استفاده شود.





**مثال:** در محلول ۰/۱ مولار HF از هر ۱۰۰۰ مولکول تقریباً ۸۰ مولکول آن یونیده می‌شود و بقیه، یعنی ۹۲۰ مولکول HF به صورت یونیده نشده (مولکولی) در محلول باقی می‌ماند. بنابراین می‌توان گفت، انحلال HF در آب ۰/۸٪ یونی و ۹۲٪ مولکولی است.



(محلول ۰/۱ مولار HF)

در مورد محلول HF با توجه به داده‌های فوق، می‌توان نوشت:

$$\alpha = \frac{80}{1000} = 0.08 \text{ (درجه‌ی تفکیک یونی)}$$

$$\alpha \times 100 = 0.08 \times 100 = 8\% \rightarrow \begin{cases} 8\% \text{ انحلال یونی} \\ 92\% \text{ انحلال مولکولی} \end{cases}$$

۲۳۱- (۱) درسنامه‌ی زیر را بفهانید.

درسنامه

### مقادیر $\alpha$

در زیر، دامنه‌ی تغییرات درجه‌ی تفکیک یونی و درصد تفکیک یونی نمایش داده شده است.

$0 \leq \alpha \leq 1$  درجه‌ی تفکیک یونی  $\leq 100\%$

$0 \leq \alpha \leq 1$  درصد تفکیک یونی  $\leq 100\%$

بنابراین با توجه به مقادیر مختلف درجه‌ی تفکیک یونی ( $\alpha$ ) می‌توان نوشت:

اگر  $\alpha = 0$  باشد ماده اصلاً یونیده نمی‌شود و انحلال کاملاً مولکولی است. مانند انحلال شکر در آب.

(آ) اگر  $\alpha = 0$  باشد

اگر  $\alpha = 1$  باشد ماده صددرصد یونیده می‌شود و انحلال کاملاً یونی است. مانند انحلال NaCl در آب.

(ب) اگر  $\alpha = 1$  باشد

اگر  $0 < \alpha < 1$  باشد  $(\alpha \times 100)\%$  انحلال یونی و بقیه‌ی آن مولکولی است. مانند انحلال HF در آب.

(پ) اگر  $0 < \alpha < 1$  باشد

۲۳۲- (۱)

$$\text{درصد تفکیک یونی} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده شده}}{\text{تعداد کل مولکول‌های حل شده}} \times 100 = \frac{30}{2000} \times 100 = 1.5\%$$

۲۳۳- (۱)

$$1000 - 920 = 80 = \text{تعداد مولکول‌های یونیده نشده} - \text{کل مولکول‌های حل شده} = \text{تعداد مولکول‌های یونیده شده}$$

$$\text{درصد تفکیک یونی HF} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده شده}}{\text{کل مولکول‌های حل شده}} \times 100 = \frac{80}{1000} \times 100 = 8\%$$

۲۳۴- (۲)

$$0.01 - 0.0098 = 0.0002 = \text{تعداد مول‌های یونیده نشده (مولکولی)} - \text{کل مول‌های حل شده} = \text{تعداد مول‌های یونیده شده}$$

$$\text{درصد تفکیک یونی} = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده شده}}{\text{کل مول‌های حل شده}} \times 100 = \frac{0.0002}{0.01} \times 100 = 2\%$$

۲۳۵- (۴) غلظت یون  $H^+$  محلول، نشان‌دهنده‌ی غلظت فرمیک اسید یونیده شده است.

$$\text{درصد تفکیک یونی فرمیک اسید} = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده شده}}{\text{کل مول‌های حل شده}} \times 100 = \frac{4/21 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100 = 4/21\%$$

۲۳۶- (۲) غلظت یون  $H^+$  محلول، نشان‌دهنده‌ی غلظت استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) یونیده شده است.

$$\text{درصد تفکیک یونی استیک اسید} = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده شده}}{\text{کل مول‌های حل شده}} \times 100 = \frac{1/9 \times 10^{-3}}{0.2} \times 100 = 0.5/9\%$$







در تست مورد نظر، در گزینه‌ی (۱) هیدروژن کلرید (HCl)، در گزینه‌ی (۲) سدیم کلرید (NaCl) و در گزینه‌ی (۳) مس (II) سولفات ( $\text{CuSO}_4$ ) درصد تفکیک یونی بالایی دارند. سایر ترکیب‌های آرایه شده در گزینه‌ها، یعنی هیدروژن فلئوئورید (HF)، آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )، فرمیک اسید ( $\text{HCOOH}$ ) و استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) درصد تفکیک یونی پایینی دارند.

۲۴۱- (۴) درصد تفکیک یونی، هیچ ارتباطی به انحلال‌پذیری ندارد. ممکن است، درصد تفکیک یونی الکترولیتی نظیر  $\text{BaSO}_4$  بالا باشد ولی انحلال‌پذیری بسیار کم باشد. این موضوع نشان می‌دهد،  $\text{BaSO}_4$  در آب به مقدار بسیار کم حل می‌شود ولی همان مقدار بسیار کم، در آب کاملاً یونیده می‌شود و در محلول به صورت  $\text{Ba}^{2+}$  و  $\text{SO}_4^{2-}$  درمی‌آید.

۲۴۲- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسنامه

### شناسایی الکترولیت قوی، الکترولیت ضعیف و غیرالکترولیت

۲) الکترولیت قوی ماده‌ای است که به هنگام انحلال در آب به طور کامل تفکیک یا یونیده می‌شود. درصد تفکیک یونی الکترولیت قوی تقریباً برابر ۱۰۰ می‌باشد. اغلب الکترولیت‌های قوی رسانای خوب جریان برق نیز هستند. مانند اسیدهای قوی، بازهای قوی و نمک‌هایی که از اسید قوی یا باز قوی یا هر دو تشکیل شوند.

ب) الکترولیت ضعیف ماده‌ای است که به هنگام انحلال در آب به طور عمده به صورت مولکولی حل شده، تعداد کمی از مولکول‌های حل‌شونده‌ی آن یونیده می‌شود. تعداد یون در محلول این الکترولیت‌ها کم است و درصد تفکیک یونی کوچکی دارند. الکترولیت‌های ضعیف رسانای خوب جریان برق نیستند. مانند اسیدهای ضعیف، بازهای ضعیف و نمک‌هایی که از اسید ضعیف و باز ضعیف تشکیل شوند.

پ) غیرالکترولیت ماده‌ای است که انحلال آن در آب کاملاً مولکولی است و درصد تفکیک یونی آن برابر صفر است. محلول غیرالکترولیت، الکترولیت را اصلاً هدایت نمی‌کند، زیرا در محلول یون وجود ندارد. مانند انحلال متانول، اتانول، استون، شکر یا گلیسرین در آب.

۲۴۳- (۴) الکترولیت ضعیف، ماده‌ای است که در آب به خوبی یونیده نمی‌شود و درصد تفکیک یونی کوچکی دارد. مانند اسیدهای ضعیف، بازهای ضعیف و نمک‌هایی که از اسید ضعیف و باز ضعیف تشکیل شوند. این گونه مواد حتی اگر انحلال‌پذیری بالایی هم داشته باشند، چون در محیط یون به مقدار کافی وجود ندارد، رسانای خوب الکترولیت نخواهند بود.

۲۴۴- (۴) محلول غیرالکترولیت، الکترولیت را اصلاً هدایت نمی‌کند، زیرا در محلول یون وجود ندارد.

۲۴۵- (۲) ماده‌ی B درصد تفکیک یونی پایینی دارد و ضعیف‌ترین الکترولیت است.

⊗ اشتباه احتمالی: اگر گزینه‌ی (۱) را انتخاب کرده‌اید، دچار یک اشتباه لپی شده‌اید. چون درصد تفکیک یونی ماده‌ی A برای صفر است و این ماده یک غیرالکترولیت محسوب می‌شود.

۲۴۶- (۱) هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl(aq)}$ ) از اسیدهای قوی است و الکترولیت قوی به‌شمار می‌رود. در حالی که هیدروفلئوریک اسید ( $\text{HF(aq)}$ ) و استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$ ) از اسیدهای ضعیف هستند و الکترولیت ضعیف محسوب می‌شوند. محلول آمونیاک ( $\text{NH}_3\text{(aq)}$ ) نیز یک باز ضعیف است و الکترولیت ضعیفی به‌شمار می‌آید.

۲۴۷- (۱) استیک اسید یا جوهر سرکه ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) از اسیدهای ضعیف است و الکترولیت ضعیف به‌شمار می‌رود. سایر گزینه‌ها از اسیدهای قوی محسوب می‌شوند و الکترولیت قوی هستند.

۲۴۸- (۴) محلول آمونیاک ( $\text{NH}_3\text{(aq)}$ ) از بازهای ضعیف است و الکترولیت ضعیف به‌شمار می‌رود. سایر گزینه‌ها از بازهای قوی محسوب می‌شوند و الکترولیت قوی هستند.

۲۴۹- (۲) جزو اسیدهای ضعیف است و الکترولیت ضعیف به‌شمار می‌رود. سایر گزینه‌ها الکترولیت قوی هستند.

۲۵۰- (۱) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه‌ی ۱: انحلال قند در آب مولکولی است و درصد تفکیک یونی آن برابر صفر است و محلول قند در آب غیرالکترولیت به‌شمار می‌رود.

گزینه‌ی ۲: محلول آمونیاک در آب همان آمونیوم هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) می‌باشد که یک باز ضعیف است و الکترولیت ضعیف به‌شمار می‌رود.

گزینه‌ی ۳: از انحلال هیدروژن کلرید ( $\text{HCl(g)}$ ) در آب، هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl(aq)}$ ) پدید می‌آید که یک اسید قوی است و الکترولیت قوی به‌شمار می‌رود.

گزینه‌ی ۴: محلول سدیم هیدروکسید ( $\text{NaOH(aq)}$ ) نیز یک باز قوی است و الکترولیت قوی به‌شمار می‌رود.



۲۵۱- (۴) شکر یا ساکاروز ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )، اتانول ( $C_2H_5OH$ ) و استون ( $CH_3COCH_3$ ) به صورت کاملاً مولکولی در آب حل می‌شوند و غیرالکترولیت هستند.

در گزینه‌ی (۱) آمونیاک ( $NH_3$ )، در گزینه‌ی (۲) فرمیک اسید ( $HCOOH$ ) و در گزینه‌ی (۳) استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) جزو الکترولیت‌های ضعیف هستند.

۲۵۲- (۲) انحلال الکترولیت در آب یک انحلال مولکولی است و یون در محیط به وجود نمی‌آید، از این رو نمی‌تواند جریان برق را از خود عبور دهد.

۲۵۳- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه‌ی ۱: محلول آمونیاک، الکترولیت ضعیف است و رسانای ضعیف جریان برق می‌باشد. لامپ به کار رفته در بالای این محلول باید کم‌نور باشد.

گزینه‌ی ۲: محلول استیک اسید ( $CH_3COOH$ )، الکترولیت ضعیف است و رسانای ضعیف جریان برق می‌باشد. لامپ به کار رفته در بالای این محلول باید کم‌نور باشد.

گزینه‌ی ۳: محلول شکر یا ساکاروز ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )، محلول غیرالکترولیت است و رسانا نمی‌باشد. لامپ به کار رفته در بالای این محلول باید خاموش باشد.

گزینه‌ی ۴: محلول مس (II) سولفات ( $CuSO_4$ )، الکترولیت قوی است و رسانای خوب جریان برق می‌باشد. لامپ به کار رفته در بالای این محلول باید پر نور باشد.

۲۵۴- (۳) محلول  $CuSO_4$  الکترولیت قوی، محلول آمونیاک الکترولیت ضعیف و محلول شکر (ساکاروز) غیرالکترولیت است.

۲۵۵- (۳) متانول ( $CH_3OH$ ) یک ترکیب مولکولی است و در آب به صورت مولکولی حل می‌شود و غیرالکترولیت به شمار می‌رود. سایر گزینه‌ها الکترولیت هستند ولی از تفکیک هر مول منیزیم کلرید ( $MgCl_2$ ) تعداد یون‌های بیش‌تری حاصل می‌شود و از این رو رسانای قوی‌تری است. به معادله‌ی تفکیک یونی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) توجه کنید.



۲۵۶- (۱) گزینه‌های (۲) و (۴) به ترتیب اسید ضعیف و باز ضعیف هستند و رسانش خوبی ندارند. گزینه‌های (۱) و (۳) هر دو نمک‌هایی هستند که درصد تفکیک یونی بالایی دارند، اما رسانش  $CaCl_2$  بیش‌تر است. زیرا در اثر تفکیک یونی هر مول از آن نسبت به  $NaCl$  تعداد یون‌های بیش‌تری حاصل می‌شود.



۲۵۷- (۱) عامل انتقال جریان برق در محلول‌ها وجود یون‌های متحرک با بار الکتریکی ناهم‌نام است.

۲۵۸- (۱) در سنامه‌ی زیر را بفوانید.

### خواص کولیگاتیو محلول‌ها

خواصی هستند که به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار موجود در محلول (نه به نوع و خواص شیمیایی ذره‌ها) بستگی دارند. مثال: سرعت تبخیر، فشار بخار، نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد از جمله خواص کولیگاتیو هستند که مقدار آن‌ها برای حلال در حالت محلول و حلال خالص تفاوت دارد.

۲۵۹- (۳) برای بررسی خواص کولیگاتیو محلول‌ها از غلظت مولال استفاده می‌گردد.

آقا اجازه: من نمی‌فهمم، چرا باید برای بررسی خواص کولیگاتیو، تماماً از غلظت مولال استفاده بشه؟ مگه بقیه‌ی غلظت‌ها چه ایرادی دارن؟  
 جواب: ابتدا لازم می‌دانم، تعریف غلظت مولال را برای شما یادآوری کنم. غلظت مولال، تعداد مول ماده‌ی حل‌شده در یک کیلوگرم حلال (۱۰۰۰ گرم حلال) را بیان می‌کند.

$$\text{غلظت مولال} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{جرم حلال به کیلوگرم}}$$

تنها غلظتی که برحسب جرم حلال بیان می‌گردد، غلظت مولال است و سایر غلظت‌ها مانند درصد جرمی، ppm، درصد حجمی، غلظت معمولی و غلظت مولار برحسب جرم یا حجم محلول بیان می‌شوند، نه حلال.



آقا اجازه: اینایی که گفتین چه ربطی به سؤال من داشت؟

✓ جواب: لطفاً به ادامه گوش کنید. دانستید سرعت تبخیر، فشار بخار، نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد از خواص کولیگاتیو هستند. حالا به سؤالات من جواب دهید.



سؤال ۱: در بررسی سرعت تبخیر، وقتی محلول بخار می‌شود، مولکول‌های حلال تبخیر می‌شوند یا حل‌شونده‌ی غیرفرار؟  
بچه‌ها: حلال.

سؤال ۲: فشار بخار یک محلول مربوط به مولکول‌های حلال است یا حل‌شونده‌ی غیرفرار؟  
بچه‌ها: حلال.

سؤال ۳: در بررسی نقطه‌ی جوش محلول، برای مثال وقتی آب نمک می‌جوشد، مولکول‌های آب به جوش می‌آیند یا ذره‌های نمک؟  
بچه‌ها: مولکول‌های آب.

سؤال ۴: در بررسی نقطه‌ی انجماد محلول، برای مثال وقتی آب نمک منجمد می‌شود، مولکول‌های آب منجمد می‌شوند یا نمک؟  
بچه‌ها: مولکول‌های آب.

سؤال ۵: حالا فهمیدید، چرا برای بررسی خواص کولیگاتیو از غلظت مولال استفاده می‌شود؟  
بچه‌ها: بله، چون تنها غلظتی است که بر حسب حلال بیان می‌گردد.

۲۶۰- (۴) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### فرار و غیرفرار

(آ) مایع فرار به مایعی گفته می‌شود که نقطه‌ی جوش آن کم‌تر از  $100^{\circ}\text{C}$  باشد. مانند اتانول (نقطه‌ی جوش  $78^{\circ}\text{C}$ ).

(ب) ماده‌ی غیرفرار به ماده‌ای گفته می‌شود که نقطه‌ی جوش آن بیش‌تر از  $100^{\circ}\text{C}$  باشد. مواد غیرفرار در دمای اتاق فشار بخار بسیار ناچیزی دارند. این‌گونه مواد می‌توانند جامد مانند انواع نمک‌ها یا مایع‌هایی با نقطه‌ی جوش بالا باشند.

۲۶۱- (۲) درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

### تبخیر سطحی و فشار بخار

(آ) تبخیر سطحی مایع‌ها در هر دمایی تبخیر می‌شوند. به این فرایند، تبخیر سطحی گویند.

هتال: اگر در یک بشر مقداری آب بریزید و آن را برای مدتی روی میز قرار دهید، مشاهده خواهید کرد که آب به تدریج تبخیر شده، سطح آب درون بشر، پایین می‌آید.

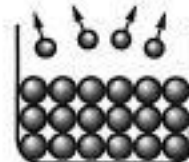
نکته: سرعت تبخیر سطحی هر مایع به تعداد مولکول‌های موجود در سطح مایع بستگی دارد. هر چه تعداد مولکول‌های در سطح بیش‌تر باشد، سرعت تبخیر مایع بیش‌تر است.

↑ سرعت تبخیر → ↑ تعداد مولکول‌های مایع در سطح

هتال: در دو ظرف با شکل متفاوت یک لیتر آب ریخته‌ایم. تعداد مولکول‌های در سطح، در ظرف (آ) بیش‌تر است. از این‌رو سرعت تبخیر در ظرف (آ) بیش‌تر بوده و سطح مایع در ظرف (آ) زودتر پایین می‌آید.



(ب)



(آ)

(ب) فشار بخار وقتی یک مایع بخار می‌شود، مولکول‌های گریخته از سطح مایع با دیواره‌ی داخلی ظرف، مولکول‌های هوا و سطح مایع برخورد می‌کند و به این ترتیب بخار ایجاد شده فشاری به اطراف خود وارد می‌کند. در دمای معین این فشار، مقداری ثابت است و به آن فشار بخار مایع گفته می‌شود.



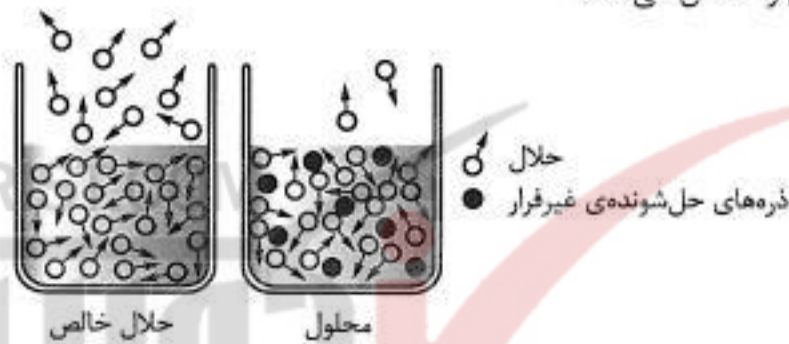
۲۶۲- (۲) ابتدا که به وسیله‌ی پمپ خلأ هوای درون هر سه ارلن را تخلیه می‌کنیم، فشار داخل هر سه ارلن برابر  $760 \text{ mmHg}$  می‌گردد. بعد از آن که مقدار ۱ لیتر آب  $25^\circ\text{C}$  به داخل ارلن شماره‌ی ۱ وارد می‌کنیم، خواهیم دید که فشارسنج فشاری معادل  $737/76 \text{ mmHg}$  را نشان می‌دهد که حاکی از وجود بخار آب درون ارلن می‌باشد. این در حالی است که اگر ۲ لیتر آب  $25^\circ\text{C}$  به داخل ارلن شماره‌ی ۲ وارد شود، فشار بخار همین مقدار خواهد بود. در واقع اگر مقدار بیش‌تری آب را وارد ارلن کنیم، تغییری در فشار بخار روی آب ایجاد نمی‌شود و فشار بخار ثابت می‌ماند. علت ثابت ماندن فشار بخار روی آب این است که عمل تبخیر، تنها عملی نیست که در درون ارلن اتفاق می‌افتد. بلکه عمل عکس آن یعنی جذب سطحی بخار آب نیز صورت می‌گیرد. در واقع وقتی تعداد مولکول‌های بخار آب در درون ارلن به حد کافی رسید و ارلن از بخار آب اشباع گردید، تعدادی از این مولکول‌ها به سطح آب برخورد کرده و به درون آن کشیده می‌شوند و بعد از مدتی میان آب و بخار بالای آن حالت تعادل برقرار می‌گردد و به همین جهت فشار بخار ارلن دارای ۱ لیتر آب  $25^\circ\text{C}$  با ارلن دارای ۲ لیتر آب  $25^\circ\text{C}$  ثابت و یکسان می‌گردد.

۲۶۳- (۲) درسامه‌ی مهم زیر را بفوانید.

درسامه

### مقایسه‌ی سرعت تبخیر و فشار بخار حلال خالص با محلول

سرعت تبخیر و فشار بخار هر مایع به تعداد مولکول‌های مایع موجود در سطح بستگی دارد. وقتی ماده‌ی غیرفراری در حلال مایع حل می‌شود، معمولاً در سطح مایع برخی ذره‌های حل‌شونده جای ذره‌های حلال را می‌گیرند. این کار از تعداد مولکول‌های حلال در سطح می‌کاهد و از این‌رو سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار مایع را کاهش می‌دهد.



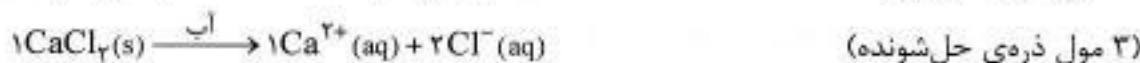
نتیجه: سرعت تبخیر و فشار بخار هر محلول دارای ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیرفرار از حلال خالص آن کم‌تر است.

↓ فشار بخار → ↓ سرعت تبخیر → ↓ تعداد مولکول‌های حلال در سطح → ↑ تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار

۲۶۴- (۴) این شکل برای مقایسه‌ی تبخیر سطحی و فشار بخار حلال خالص و محلول کشیده شده است. ظرف (ا) حاوی حلال خالص و ظرف (ب) حاوی محلول دارای حل‌شونده‌ی غیرفرار است. این شکل نشان می‌دهد سرعت تبخیر سطحی حلال خالص بیش‌تر است. از آن‌جا که مولکول‌های گریخته از سطح مایع، فشاری به اطراف خود وارد می‌کنند، با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، حل شدن یک حل‌شونده‌ی غیرفرار در یک مایع، باعث کاهش فشار بخار محلول در مقایسه با مایع (حلال) خالص می‌شود.

۲۶۵- (۴) در دمای ثابت، حل کردن یک ماده‌ی جامد غیرفرار در یک مایع، باعث کاهش فشار بخار محلول در مقایسه با مایع (حلال) خالص می‌شود.

۲۶۶- (۴) ابتدا تعداد ذره‌های موجود در محلول‌های ۱ مولال شکر و کلسیم کلرید را مقایسه می‌کنیم.



با افزایش تعداد ذره‌های حل‌شونده، سرعت تبخیر مایع کاهش می‌یابد. بنابراین، سرعت تبخیر مایع در ظرف  $C > B > A$  می‌باشد.

۲۶۷- (۲) ابتدا تعداد ذره‌های موجود در محلول‌های ۱ مولال نمک خوراکی و شکر را مقایسه می‌کنیم.



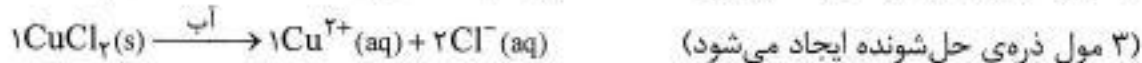
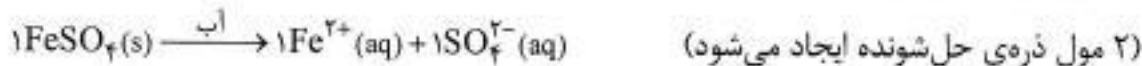
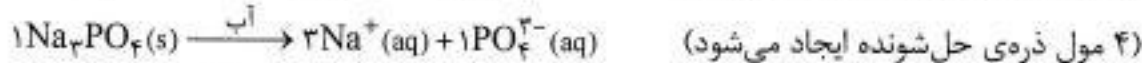
هرچه تعداد ذره‌های حل‌شونده بیش‌تر باشد، سرعت تبخیر کم‌تر است و در نتیجه پس از برقراری تعادل، ارتفاع مایع بیش‌تر خواهد بود.

تعداد مول‌های حل‌شونده در ظرف:  $2 > 3 > 1$

ارتفاع مایع پس از تعادل در ظرف:  $2 > 3 > 1$

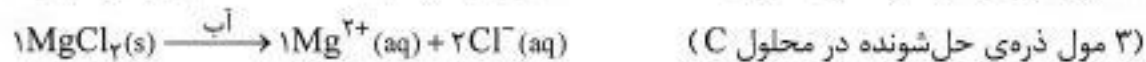
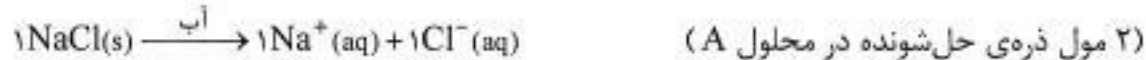


۲۶۸- (۲) ابتدا تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در محلول یک مولال هر چهارگزینه را به دست می‌آوریم:



هرچه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در محلول بیشتر باشد، فشار بخار محلول کمتر است. بنابراین محلول یک مولال  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  نسبت به سایر گزینه‌ها فشار بخار کمتری دارد.

۲۶۹- (۴) ابتدا باید تعداد ذره‌های موجود در هریک از محلول‌ها را مقایسه کنیم.



هرچه تعداد ذره‌های حل‌شونده کم‌تر باشد، فشار بخار محلول بیشتر است. بنابراین فشار بخار محلول  $C < A < B$  می‌باشد.

۲۷۰- (۳) با توجه به نمودار، در یک دمای مشخص، فشار بخار X بیش از Y و Y بیش از Z می‌باشد. وجود ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرقار، فشار بخار را کاهش می‌دهد. بنابراین منحنی X متعلق به آب خالص، منحنی Y متعلق به محلول ۱ مولال شکر و منحنی Z متعلق به محلول ۲ مولال شکر می‌باشد.

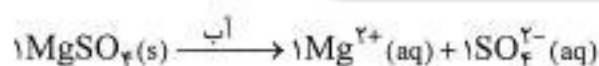
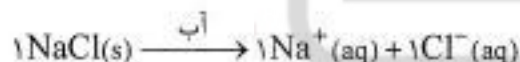
۲۷۱- (۱) کاهش سرعت تبخیر و فشار بخار یک محلول به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرقار بستگی دارد. تعداد ذره‌های حل‌شونده نیز به دو عامل زیر بستگی دارد:

### ① غلظت مولال محلول

### ② درصد تفکیک یونی حل‌شونده

هرچه غلظت مولال و درصد تفکیک یونی حل‌شونده بیشتر باشد، تعداد ذره‌های حل‌شونده بیشتر است. در نتیجه سرعت تبخیر و فشار بخار محلول کاهش بیشتری می‌یابد.

۲۷۲- (۴) هر دو محلول، یک مولال می‌باشند و غلظت‌های یکسانی دارند. از طرفی تعداد یون‌های حاصل از تفکیک کامل هریک از دو نمک نیز یکسان است.



در این صورت علت پایین‌تر بودن فشار بخار محلول یک مولال  $\text{NaCl}$  نسبت به  $\text{MgSO}_4$  فقط به این دلیل است که تفکیک  $\text{NaCl}$  به یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  کامل‌تر از تفکیک  $\text{MgSO}_4$  به یون‌های  $\text{Mg}^{2+}$  و  $\text{SO}_4^{2-}$  می‌باشد. در واقع درصد تفکیک یونی  $\text{NaCl}$  از  $\text{MgSO}_4$  بیشتر است و تعداد ذره‌های حاصل از انحلال  $\text{NaCl}$  نیز بیشتر خواهد بود و می‌دانیم که هرچه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرقار در محلول بیشتر باشد، فشار بخار آن کم‌تر است.

۲۷۳- (۳) در ستاره‌ی زیر را بفهوانید.

در ستاره

نقطه‌ی جوش

فشار هوا = ۱ atm



فشار بخار = ۱ atm

(آب خالص ۱۰۰°C)

جوشیدن، زمانی رخ می‌دهد که فشار بخار مایع با فشار هوای روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود.

**مثال:** آب خالص در فشار ۱ اتمسفر در ۱۰۰°C به جوش می‌آید. در واقع در این دما، فشار بخار آب به ۱ atm می‌رسد و می‌تواند به فشار هوای محیط غلبه نماید.

۲۷۴- (۱) جوشیدن، زمانی رخ می‌دهد که فشار بخار مایع با فشار بخار هوای روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود. فشار هوا در سطح دریا برابر ۱

اتمسفر (۷۶۰ mmHg) می‌باشد. هر چه از سطح دریا بالاتر می‌رویم، تراکم مولکول‌ها در هوا کم‌تر می‌شود، تا این‌که در فاصله‌های بسیار زیاد از زمین، تراکم مولکول‌های هوا بسیار اندک و ناچیز می‌شود. بنابراین در ارتفاع‌های بالاتر، فشار هوا کم‌تر است و آب زودتر به جوش می‌آید. در نتیجه، دمای جوش آب در سطح دریا، بیش‌تر است.

↓ دمای جوش ⇒ ↓ فشار هوا ⇒ ↑ ارتفاع

↑ دمای جوش ⇒ ↑ فشار هوا ⇒ ↓ ارتفاع



۲۷۵- (۲) در ستاره‌ی زیر را بخوانید.

در ستاره

## مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش حلال خالص با محلول

دانستیم فشار بخار محلول کم‌تر از حلال خالص است. از این‌رو برای رساندن فشار بخار محلول به فشار هوا (۱atm)، باید مولکول‌های حلال از قسمت‌های زیرین محلول به سطح بیابند و سپس به مولکول‌های روی سطح محلول بپیوندند. چون این مولکول‌ها درون محلول از هر سو توسط ذره‌های حل‌شونده جذب می‌شوند، تحرک کم‌تری دارند و از این‌رو و از انرژی کم‌تری نیز برخوردارند. در نتیجه برای تبخیر آن‌ها به انرژی بیش‌تری نیاز است. این موضوع سبب می‌شود که نقطه‌ی جوش محلول نسبت به حلال خالص افزایش یابد.

**نتیجه:** نقطه‌ی جوش هر محلول دارای ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیرفرار از حلال خالص آن بیش‌تر است.

↑ نقطه‌ی جوش → ↓ فشار بخار → ↑ تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار

۲۷۶- (۳) هر چه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در محلول بیش‌تر باشد، نقطه‌ی جوش محلول بالاتر است.

۲۷۷- (۳) نقطه‌ی جوش یک محلول بستگی به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در واحد حجم محلول دارد. تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی محلول‌های ۱ مولال سدیم کلرید، ۱ مولال پتاسیم نیترات و ۲ مولال شکر با هم برابر است.



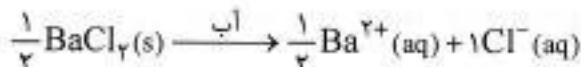
۲۷۸- (۴) تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در محلول یک مولال کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) نسبت به سایر گزینه‌ها، بیش‌تر است و نقطه‌ی جوش بیش‌تری دارد.



۲۷۹- (۳) محلول شکر مورد نظر، یک مولال است. از انحلال یک مول شکر در ۱۰۰۰ گرم حلال، یک مول ذره‌ی حل‌شونده تولید می‌شود.



محلول باریم کلرید مورد نظر، نیم مولال است. از انحلال نیم مول باریم کلرید در ۱۰۰۰ گرم حلال، یک‌ونیم مول ( $\frac{3}{2}$  مول) ذره‌ی حل‌شونده تولید می‌شود.



نقطه‌ی جوش یک خاصیت کولیگاتیو است و فقط بستگی به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در محلول دارد. بنابراین میزان افزایش نقطه‌ی جوش محلول باریم کلرید نیم مولال ( $\Delta T'$ ) تقریباً  $\frac{3}{2}$  برابر میزان افزایش نقطه‌ی جوش محلول شکر یک مولال ( $\Delta T$ ) می‌باشد.

$$\Delta T' = \frac{3}{2} \Delta T$$

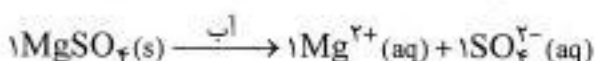
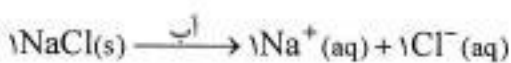
۲۸۰- (۴) افزایش نقطه‌ی جوش یک محلول به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار بستگی دارد. تعداد ذره‌های حل‌شونده نیز به دو عامل زیر بستگی دارد:

## ② درصد تفکیک یونی حل‌شونده

## ① غلظت مولال محلول

هر چه غلظت مولال و درصد تفکیک یونی حل‌شونده بیش‌تر باشد، تعداد ذره‌های حل‌شونده بیش‌تر است. در نتیجه نقطه‌ی جوش افزایش بیش‌تری می‌یابد.

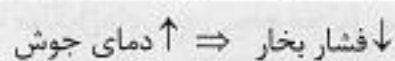
۲۸۱- (۴) هر دو محلول یک مولال می‌باشند و غلظت‌های یکسانی دارند. از طرفی تعداد یون‌های حاصل از تفکیک کامل هریک از دو نمک نیز یکسان است.



در این صورت، علت بالاتر بودن شروع نقطه‌ی جوش محلول یک مولال  $\text{NaCl}$  نسبت به  $\text{MgSO}_4$  فقط به این دلیل است که تفکیک  $\text{NaCl}$  به یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  کامل‌تر از تفکیک  $\text{MgSO}_4$  به یون‌های  $\text{Mg}^{2+}$  و  $\text{SO}_4^{2-}$  می‌باشد. در واقع درصد تفکیک یونی  $\text{NaCl}$  از  $\text{MgSO}_4$  بیش‌تر است و تعداد ذره‌های حاصل از انحلال  $\text{NaCl}$  نیز بیش‌تر خواهد بود.



۲۸۲- (۴) هرچه دمای جوش مایعی پایین تر باشد، مولکول‌های مایع سریع تر و با صرف انرژی کم تر بخار شده و در یک دمای مشخص تعداد مولکول‌های بخار در بالای سطح مایع بیش تر بوده و فشار بخار آن افزایش می‌یابد و هرچه دمای جوش مایعی بالاتر باشد، مولکول‌های مایع دیرتر و با صرف انرژی بیش تر بخار شده و در یک دمای مشخص تعداد مولکول‌های بخار در بالای سطح مایع کاهش یافته و فشار بخار نیز کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت که در یک مایع خالص یا محلول دمای جوش و فشار بخار نسبت عکس دارند.



۲۸۳- (۲) هرچه دمای جوش یک مایع پایین تر باشد، سرعت تبخیر آن بیش تر و فشار بخار آن نیز بیش تر خواهد بود. در میان چهارگزینه دمای جوش ماده‌ی B از سایر گزینه‌ها کم تر است.

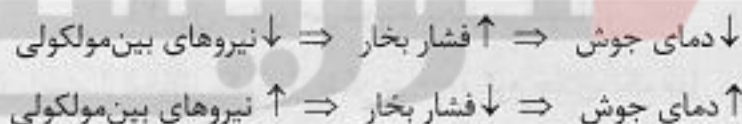
۲۸۴- (۲) جوشیدن، زمانی رخ می‌دهد که فشار بخار مایع با فشار هوای روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود. فشار هوا در سطح دریاهای آزاد برابر یک اتمسفر است، بنابراین فشار بخار استیک اسید خالص در سطح دریاهای آزاد و در دمای  $118/1^\circ\text{C}$  برابر یک اتمسفر خواهد بود که در این دما شروع به جوشیدن می‌نماید. از طرفی وجود یک ماده‌ی غیرفرار در استیک اسید فشار بخار آن را کاهش می‌دهد. پس حتماً فشار بخار محلولی از آن که دارای  $0/35$  مول از یک ماده‌ی غیرفرار در برابر هر مول استیک اسید است، در همان دمای  $118/1^\circ\text{C}$  کوچک تر از یک اتمسفر می‌باشد.

۲۸۵- (۱) علاوه بر آن که نقطه‌ی جوش محلول از حلال خالص بالاتر است، یک تفاوت دیگر هم میان نقطه‌ی جوش آن‌ها وجود دارد. نقطه‌ی جوش حلال خالص در تمام مدت جوشیدن ثابت است ولی نقطه‌ی جوش محلول برخلاف حلال خالص ثابت نیست و با گذشت زمان افزایش می‌یابد. علت آن است که در طول مدت جوشیدن، فقط مولکول‌های حلال بخار می‌شوند و حل‌شونده‌ی غیرفرار در باقی‌مانده‌ی محلول باقی می‌ماند. در نتیجه با گذشت زمان، به تدریج بر غلظت باقی‌مانده‌ی محلول افزوده شده و تعداد ذره‌های حل‌شونده در سطح محلول افزایش می‌یابد. از این رو با گذشت زمان، نقطه‌ی جوش بالاتر می‌رود.

۲۸۶- (۴) در طول زمان جوشیدن، فقط مولکول‌های آب بخار می‌شوند و ذرات نمک در ظرف باقی می‌مانند و به تدریج غلظت محلول افزایش می‌یابد. با افزایش غلظت محلول، فشار بخار آن کاهش یافته و دمای جوش محلول افزایش می‌یابد.

۲۸۷- (۱) نقطه‌ی جوش محلول نمک‌ها، ضمن جوشیدن، به تدریج بالاتر می‌رود. زیرا در هنگام جوشیدن، با تبخیر آب، به تدریج غلظت محلول افزایش می‌یابد.

۲۸۸- (۴) هرچه نیروهای جاذبه‌ی بین مولکول‌های یک مایع ضعیف تر باشد، برای غلبه بر این نیروها، انرژی کمتری نیاز است و با صرف انرژی کمتری گسسته می‌شوند و مولکول‌های مایع آسان تر به فاز بخار می‌روند. در نتیجه فشار بخار مایع بیش تر و دمای جوش آن پایین تر خواهد بود.



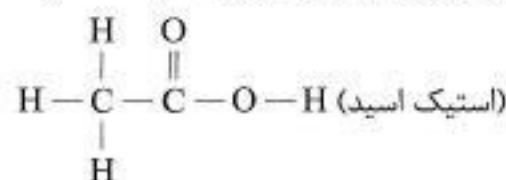
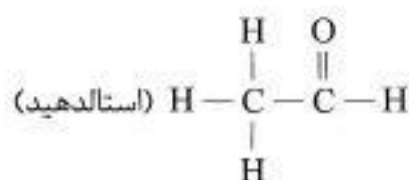
۲۸۹- (۱) نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در آب و کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ ) متفاوت است. میان مولکول‌های آب، پیوندهای نسبتاً قوی هیدروژنی وجود دارد، در حالی که بین مولکول‌های کلروفرم نیروهای جاذبه‌ی وان‌دروالسی دوقطبی - دوقطبی وجود دارد که از پیوند هیدروژنی ضعیف تر است و برای غلبه بر این نیروها، انرژی کمتری نیاز است و با صرف انرژی کمتری گسسته می‌شوند و مولکول‌های کلروفرم آسان تر به فاز بخار می‌روند. در نتیجه فشار بخار کلروفرم بیش تر و دمای جوش آن نسبت به آب پایین تر است.

۲۹۰- (۴) هرچه جاذبه‌ی بین ذره‌های تشکیل دهنده‌ی یک ماده ضعیف تر باشد، دمای جوش آن پایین تر و فشار بخار آن بیش تر است. در بین مولکول‌های استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) و آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) پیوندهای نسبتاً قوی هیدروژنی وجود دارد. بین اتم‌های جیوه ( $\text{Hg}$ ) نیز پیوند قوی فلزی برقرار است. در حالی که میان مولکول‌های استالدهید ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) جاذبه‌های ضعیف وان‌دروالسی دوقطبی - دوقطبی وجود دارد. بنابراین استالدهید نسبت به سایر گزینه‌ها، دمای جوش پایین تر و فشار بخار بالاتری دارد.

آقا اجازه: چرا میان مولکول‌های استیک اسید، پیوند هیدروژنی ولی میان مولکول‌های استالدهید نیروهای ضعیف وان‌دروالسی برقرار است؟  
 جواب: کسانی که چنین سؤالی برایشان مطرح می‌شود، در بخش ۵ شیمی سال دوم (کربن و ترکیب‌های آلی) ضعیف هستند و حتماً باید این بخش را مرور نمایند.



برای پاسخ به این سؤال، ابتدا به ساختار گسترده‌ی این دو ترکیب توجه نمایید.



همان گونه که مشاهده می‌کنید، در استیک اسید، اتم H متصل به O وجود دارد، ولی در استالدهید اتم H به اتم O متصل نیست. بنابراین در استیک اسید، پیوند هیدروژنی وجود دارد ولی نیروهای بین ذره‌ای در استالدهید از نوع وان‌دروالسی است.

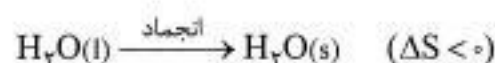


۲۹۱- (۴) درسنامی زیر را بفهانید.

درسنامی

## مقایسه‌ی نقطه‌ی انجماد حلال خالص با محلول

آب خالص در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  یخ می‌زند و محلول آب‌نمک در مقایسه با آب خالص، نقطه‌ی انجماد پایین‌تری دارد. وقتی آب یخ می‌زند، مولکول‌های آب با تشکیل پیوندهای هیدروژنی آرایش چهاروجهی به خود گرفته و ساختار منظمی پیدا می‌کنند. در واقع فرایند انجماد آب همراه با کاهش آنتروپی است که عاملی نامساعد به شمار می‌رود.



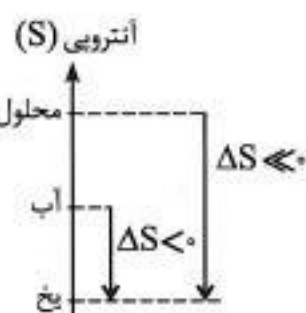
مقایسه‌ی آنتروپی آب، یخ و یک محلول آبی به‌صورت زیر است:

$$S_{\text{یخ}} > S_{\text{آب}} > S_{\text{محلول}}$$

فرایند انجماد آب خالص و یک محلول آبی را در نظر بگیرید. از آن‌جا که آنتروپی محلول آبی از آب خالص بیش‌تر است، مقایسه‌ی تغییر آنتروپی این دو فرایند به‌صورت زیر است:

$$\Delta S_{\text{یخ} \rightarrow \text{آب}} < \Delta S_{\text{یخ} \rightarrow \text{محلول}}$$

اگرچه در هر دو فرایند  $\Delta S < 0$  و عامل نامساعدی است ولی  $\Delta S$  فرایند انجماد محلول منفی‌تر و کوچک‌تر است و عامل نامساعدتری است. از این‌رو آب خالص با کاهش دما تمایل بیش‌تری برای منجمد شدن دارد.



**نتیجه:** انجماد هر محلول آبی که دارای حل‌شونده‌ی غیرفرار است، در دمایی پایین‌تر از  $0^{\circ}\text{C}$  رخ می‌دهد.

↓ نقطه‌ی انجماد → ↑ آبی‌نظمی → ↑ تعداد ذره‌های حل‌شونده

۲۹۲- (۳) درسنامی «مقایسه‌ی نقطه‌ی انجماد حلال خالص با محلول» را بفهانید.

۲۹۳- (۳) درسنامی «مقایسه‌ی نقطه‌ی انجماد حلال خالص با محلول» را بفهانید.

۲۹۴- (۱) فرایندهای منجمد شدن آب خالص و محلول آبی، هر دو با کاهش آنتروپی همراه هستند (عامل نامساعد). این در حالی است که این عامل نامساعد (کاهش آنتروپی) در فرایند یخ بستن آب خالص کم‌تر است. بنابراین آب خالص نسبت به محلول آبی با کاهش دما تمایل بیش‌تری برای منجمد شدن دارد.

۲۹۵- (۱) دمای انجماد محلول آب نمک از آب خالص پایین‌تر است و بنابراین آب نمک دیرتر از آب خالص منجمد می‌شود. سایر گزینه‌ها کاملاً درست است.

۲۹۶- (۳) نقطه‌ی انجماد، یک خاصیت کولیگاتیو است و فقط به تعداد ذره‌های ماده‌ی حل‌شدنی بستگی دارد.

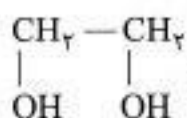
۲۹۷- (۴) از سدیم کلرید (NaCl) برای کاهش نقطه‌ی ذوب یخ به منظور ذوب کردن یخ سطح معابر و جاده‌ها استفاده می‌شود. نقطه‌ی انجماد آب همان نقطه‌ی ذوب یخ است. آب خالص در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  یخ می‌زند، در حالی که محلول آب‌نمک در مقایسه با آب خالص، نقطه‌ی انجماد پایین‌تری دارد. از این خاصیت در زمستان به منظور سرعت بخشیدن به ذوب شدن یخ در پیاده‌روها و سطح پوشیده از برف جاده‌ها استفاده می‌شود. برای مثال، نقطه‌ی انجماد محلول ۲ مولال NaCl برابر  $-7/4^{\circ}\text{C}$  است. اکنون تصور کنید اگر با افزودن نمک، غلظت را به ۲ مولال رسانده باشید، یخ معابر شما در دمای  $-7^{\circ}\text{C}$  زمستان در حال ذوب شدن است.

۲۹۸- (۲) درسنامی زیر را بفهانید.

درسنامی

## ضد یخ

اتحلال حل‌شونده‌ی غیرفرار در یک حلال، همان‌طور که نقطه‌ی جوش محلول را افزایش می‌دهد، نقطه‌ی انجماد محلول را کاهش می‌دهد. می‌توان گفت هر ماده‌ی ضدیخ، ضدجوش نیز به شمار می‌رود به همین منظور در رادیاتور خودرو به جای آب خالص، استفاده از مخلوط آب و ضدیخ (اتیلن گلیکول) توصیه می‌شود. اتیلن گلیکول در فصل زمستان باعث یخ زدن آب رادیاتور و در فصل تابستان باعث جلوگیری از جوش آمدن آب رادیاتور می‌شود. اتیلن گلیکول دو گروه عاملی هیدروکسیل (OH-) دارد.



(۲،۱) - اتان دی‌آل یا اتیلن گلیکول یا ضد یخ

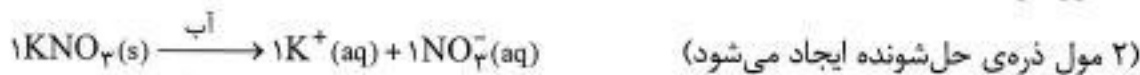
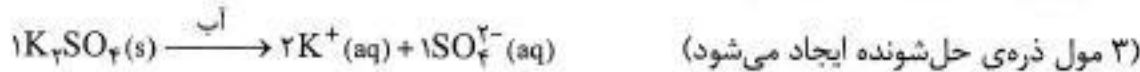
www.ShimiPedia.ir



۲۹۹- (۴) علاوه بر آن که نقطه‌ی انجماد محلول از حلال خالص پایین‌تر است، یک تفاوت دیگر هم میان نقطه‌ی انجماد آن‌ها وجود دارد. نقطه‌ی انجماد حلال خالص در تمام مدت انجماد ثابت است ولی نقطه‌ی انجماد محلول بر خلاف حلال خالص ثابت نیست و با گذشت زمان کاهش می‌یابد. علت آن است که در طول مدت انجماد، فقط مولکول‌های حلال منجمد می‌شوند و حل‌شونده در باقی‌مانده‌ی محلول باقی می‌ماند. در نتیجه با گذشت زمان به تدریج بر غلظت باقی‌مانده‌ی محلول افزوده شده و از این‌رو با گذشت زمان نقطه‌ی انجماد پایین‌تر می‌رود.

۳۰۰- (۴) انحلال الکل، قند و گلیسرین در آب به‌صورت مولکولی است، به‌طوری‌که از انحلال هر مول آن‌ها در آب، یک مول ذره‌ی حل‌شونده ایجاد می‌شود. این در حالی است که نمک طعام (NaCl) به‌صورت یونی در آب حل می‌شود و از انحلال هر مول آن در آب، دو مول ذره‌ی حل‌شونده (یون) تولید می‌گردد. بنابراین در مولالیتی یکسان، تعداد ذره‌های حل‌شونده در محلول نمک طعام بیش‌تر بوده و نقطه‌ی انجماد آن نیز پایین‌تر است.

۳۰۱- (۲) هرچه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در واحد حجم محلول بیش‌تر باشد، میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول نیز بیش‌تر است. الکل معمولی (C<sub>۲</sub>H<sub>۵</sub>OH) در آب به‌صورت مولکولی حل می‌شود ولی سایر گزینه‌ها به‌صورت یونی در آب حل می‌شوند.

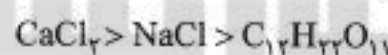


بنابراین در مولالیتی یکسان، تعداد ذره‌های حل‌شونده در محلول K<sub>۲</sub>SO<sub>۴</sub> بیش‌تر و نقطه‌ی انجماد آن پایین‌تر است.

۳۰۲- (۱) هر چه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در واحد حجم محلول بیش‌تر باشد، میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول نیز بیش‌تر است.

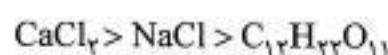


بنابراین، میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول ۱ مولال:

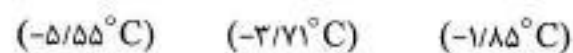
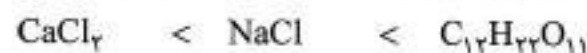


به تفاوت (بزرگانی این تست با تست قبل توجه کنید. (۳) - ۳۰۳

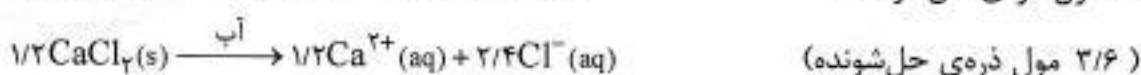
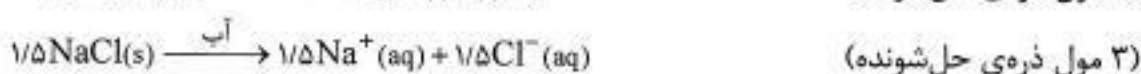
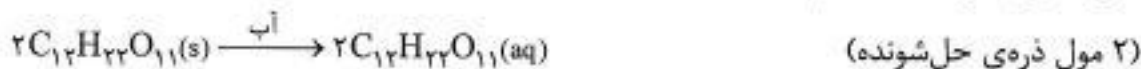
دانستیم که هر چه تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود در واحد حجم محلول بیش‌تر باشد، میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول نیز بیش‌تر است. در تست قبل، مشاهده کردیم که میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول ۱ مولال:



بنابراین محلول ۱ مولال CaCl<sub>۲</sub> که نقطه‌ی انجماد آن کاهش بیش‌تری می‌یابد، نقطه‌ی انجماد پایین‌تری خواهد داشت و نقطه‌ی انجماد محلول ۱ مولال شکر (C<sub>۱۲</sub>H<sub>۲۲</sub>O<sub>۱۱</sub>) بالاتر است. پس نقطه‌ی انجماد محلول ۱ مولال:



ابتدا باید تعداد ذره‌های حل‌شونده در هریک از محلول‌ها را مقایسه کنیم: (۱) - ۳۰۴



هر چه تعداد ذره‌های حل‌شونده بیش‌تر باشد، نقطه‌ی انجماد پایین‌تر است. بنابراین:  $t_1 > t_2 > t_3$ .

کاهش نقطه‌ی انجماد یک محلول به تعداد ذره‌های حل‌شونده بستگی دارد. تعداد ذره‌های حل‌شونده نیز به دو عامل زیر بستگی دارد. (۴) - ۳۰۵

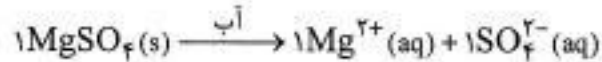
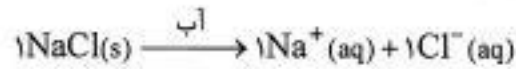
① غلظت مولال محلول

② درصد تفکیک یونی حل‌شونده

هرچه غلظت مولال و درصد تفکیک یونی حل‌شونده بیش‌تر باشد، تعداد ذره‌های حل‌شونده بیش‌تر است. در نتیجه نقطه‌ی انجماد کاهش بیش‌تری می‌یابد.



۳۰۶- (۴) مولالیتی هر دو محلول یکسان است (یک مولال)، از طرفی تعداد یون‌های حاصل از تفکیک یونی هر یک از دو نمک نیز یکسان می‌باشد.



در این صورت، علت پایین‌تر بودن نقطه‌ی انجماد محلول NaCl در مقایسه با MgSO<sub>۴</sub> فقط به این دلیل است که تفکیک NaCl به یون‌های Na<sup>+</sup> و Cl<sup>-</sup> کامل‌تر از تفکیک MgSO<sub>۴</sub> به یون‌های Mg<sup>۲+</sup> و SO<sub>۴</sub><sup>۲-</sup> است. یعنی درصد تفکیک یونی MgSO<sub>۴</sub> از NaCl کم‌تر است و تعداد ذره‌های حاصل از انحلال MgSO<sub>۴</sub> نیز کم‌تر خواهد بود.

۳۰۷- (۳) با حل کردن یک ماده در یک حلال، دمای انجماد کاهش، دمای جوش افزایش و فشار بخار کاهش می‌یابد.

۳۰۸- (۳) در سنامه‌ی زیر را بفهائید.

در سنامه

### میزان تغییر نقطه‌ی جوش و انجماد محلول‌ها

افزودن یک حل‌شونده‌ی غیرفرار به یک مایع موجب افزایش نقطه‌ی جوش و کاهش نقطه‌ی انجماد مایع می‌شود. میزان افزایش نقطه‌ی جوش و کاهش نقطه‌ی انجماد برای همه‌ی محلول‌ها یکسان نیست. در فشار ۱ atm در ازای انحلال یک مول ذره‌ی حل‌شونده‌ی غیرفرار در آب خالص، دمای جوش آن  $+0/۵۲^\circ\text{C}$  افزایش و دمای انجماد آن  $-1/۸۵^\circ\text{C}$  کاهش می‌یابد.

مثال: در اثر انحلال هر مول پتاسیم نیترات (KNO<sub>۳</sub>) در آب، ۲ مول ذره‌ی حل‌شونده ایجاد می‌شود.



بنابراین می‌توان چنین نوشت:

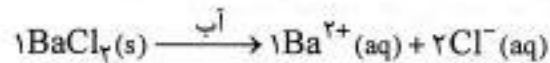
$$\text{KNO}_3 \text{ مولال } ۱ = \text{دمای جوش آب} + ۲(+0/۵۲) = ۱۰۰ + ۱/۰۴ = ۱۰۱/۰۴^\circ\text{C}$$

$$\text{KNO}_3 \text{ مولال } ۱ = \text{دمای انجماد آب} + ۲(-1/۸۵) = ۰ - ۳/۷۰ = -۳/۷۰^\circ\text{C}$$

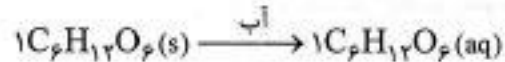
برای تمرین بیشتر چند محلول آبی مطابق جدول زیر انتخاب و نقطه‌ی جوش و انجماد آن‌ها در فشار محیط آزمایشگاه (۱ atm) اندازه‌گیری شده است. آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

حل‌شونده	شکر	شکر	سدیم کلرید	کلسیم کلرید	پتاسیم نیترات
غلظت مولال	۱	۲	۱	۱	۱
تعداد مول ذره‌های حل‌شونده	۱	۲	۲	۳	۲
شروع نقطه‌ی جوش (°C)	۱۰۰/۵۲	۱۰۱/۰۴	۱۰۱/۰۴	۱۰۱/۵۶	۱۰۱/۰۴
شروع نقطه‌ی انجماد (°C)	-۱/۸۵	-۳/۷۰	-۳/۷۰	-۵/۵۵	-۳/۷۰

۳۰۹- (۲) از انحلال هر مول باریوم کلرید (BaCl<sub>۲</sub>)، ۳ مول ذره‌ی حل‌شونده (یون) تولید می‌شود.



در حالی‌که از انحلال هر مول گلوکوز، با توجه به عدم تفکیک یونی آن فقط ۱ مول ذره‌ی حل‌شونده ایجاد می‌گردد.



بنابراین میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول باریوم کلرید (b) تقریباً ۳ برابر میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول گلوکوز (a) با مولالیتی‌های یکسان می‌باشد (b = ۳a).

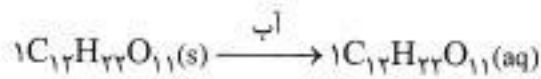
۳۱۰- (۳) بیایید تک تک گزینه‌ها را بررسی کنیم:

گزینه‌ی ۱: پایین آمدن نقطه‌ی انجماد محلول به مقدار (جرم) جسم حل‌شده بستگی ندارد و فقط بستگی به تعداد ذره‌های حاصل از انحلال دارد. همان‌طور که از جدول ارائه شده نیز پیداست، نزول نقطه‌ی انجماد حاصل از انحلال ۳۴۲ گرم شکر، ۴۶ گرم الکل معمولی و ۹۲ گرم گلیسرین کاملاً با یک‌دیگر برابر است (°C -۱/۸۵). یعنی نزول نقطه‌ی انجماد بستگی به مقدار ماده‌ی حل‌شده بر حسب گرم ندارد.

گزینه‌ی ۲: قطبی بودن ماده‌ی حل‌شونده در نقطه‌ی انجماد محلول مؤثر است. به‌طوری‌که با افزایش قطبیت پیوندهای حل‌شونده، امکان تفکیک یونی ماده‌ی حل‌شونده بیشتر می‌شود. با تفکیک یونی ماده‌ی حل‌شونده، تعداد ذره‌های حل‌شونده افزایش یافته و کاهش نقطه‌ی انجماد محلول نیز بیشتر خواهد بود.



**گزینه ۳:** هریک مول ذره‌ی حل‌شونده، دمای انجماد ۱۰۰۰ گرم آب را تقریباً  $1/85^{\circ}\text{C}$  کاهش می‌دهد. پس اگر نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال ماده‌ی  $-1/85^{\circ}\text{C}$  باشد، این موضوع نشان می‌دهد که در اثر انحلال هریک مول آن در آب، یک مول ذره‌ی حل‌شونده تولید شده است. یعنی آن ماده تفکیک نشده و انحلال آن کاملاً مولکولی بوده است و می‌دانیم که انحلال‌های مولکولی نارسانا هستند. مانند انحلال مولکول شکر در آب.



**گزینه ۴:** اگر نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال ماده‌ای کمتر از  $-1/85^{\circ}\text{C}$  باشد، بدان معناست که از انحلال هریک مول آن در آب، بیش از یک مول ذره‌ی حل‌شونده تولید شده است و در واقع تمام یا بخشی از انحلال آن یونی است. برای مثال نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال  $\text{NaCl}$  تقریباً برابر  $-3/70^{\circ}\text{C}$  است. زیرا از انحلال هریک مول آن در آب، دو مول ذره‌ی حل‌شونده ( $\text{Na}^{+}$  و  $\text{Cl}^{-}$ ) تولید می‌شود. در این موارد میزان رسانایی الکتریکی محلول بستگی به درصد تفکیک یونی ماده‌ی حل‌شونده دارد. به طوری که اگر درصد تفکیک یونی ماده‌ی حل‌شونده، بالا و به ۱۰۰ نزدیک باشد، محلول رسانای قوی و در غیر این صورت، محلول رسانای ضعیف خواهد بود.

**۳۱۱- (۲)** انحلال مواد در آب به دو صورت مولکولی و یونی انجام می‌پذیرد. بنابراین ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی محلول، مولکول‌های جدا از هم و یا یون‌ها هستند که در حلال پخش می‌شوند. مانند آب شکر که شامل مولکول‌های ساکاروز و مولکول‌های آب است و آب نمک که شامل یون‌های  $\text{Na}^{+}$  و  $\text{Cl}^{-}$  و مولکول‌های آب است.

**۳۱۲- (۴)** برای آشنایی با ویژگی‌های مملول‌ها در ستانامی زیر را بفوانید.

### در ستانامی

#### ویژگی‌های محلول‌ها

- ① شفاف هستند و ماده‌ی حل‌شده در آن‌ها ناپدید شده و قابل دیدن نیست.
- ② کاملاً پایدارند. یعنی اگر محلول را مدت‌ها در جایی آرام بگذاریم، با گذشت زمان ذره‌های حل‌شده در آن ته‌نشین نمی‌شوند.
- ③ ذره‌های محلول از سوراخ‌های کاغذ صافی می‌گذرند، یعنی با صاف کردن محلول نمی‌توان ماده‌ی حل‌شده را از حلال جدا کرد.
- ④ کاملاً همگن و تک‌فازی هستند، یعنی خواص محلول از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر هیچ تفاوتی نمی‌کند.
- ⑤ نور را از خود عبور می‌دهند ولی پخش نور محسوس نیست. یعنی وقتی نور از آن‌ها رد می‌شود، مسیر عبور نور مشخص نیست.

**۳۱۳- (۲)** بسیاری از محلول‌ها رنگی هستند. در مورد گزینه‌ی (۴)، اگرچه محلول‌ها همگن هستند، اما این به معنای خالص بودن آن‌ها نیست. در واقع محلول‌ها از دو جزء حل‌شونده و حلال تشکیل یافته‌اند و ناخالص محسوب می‌شوند.

**۳۱۴- (۴)** هوا محلول گاز در گاز، محلول شکر در آب محلول جامد در مایع و آلیاژ مس و طلا، محلول جامد در جامد هستند.

**۳۱۵- (۳)** در سال ۱۸۶۱ توماس گراهام واژه‌ای را معرفی کرد که امروزه از دید علمی و فناوری اهمیت زیادی یافته است. کلویید از واژه‌ی یونانی Kolla به معنای چسب گرفته شده است و کلویید به معنی چسب‌مانند است.

کلوییدها مخلوط‌هایی هستند که در برخی از خواص با محلول‌ها شباهت و در برخی دیگر با آن‌ها تفاوت دارند. ذره‌های کلوییدی عموماً به صورت مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی هستند و بزرگ‌تر از انواع یون‌ها و مولکول‌های حل‌شونده در محلول می‌باشند. کلویید حداقل از دو فاز، یک فاز پخش‌شونده و دیگری فاز پخش‌کننده تشکیل شده است.

**مثال:** رنگ‌های پوششی، سرامیک‌ها، مواد آرایشی، پاک‌کننده‌ها، کف، سنگ‌پا، افشانه‌ها، چسب‌ها و بسیاری از مواد غذایی مانند سس مایونز نمونه‌هایی از کلویید هستند.

**۳۱۶- (۴)** در ستانامی زیر را بفوانید.

### در ستانامی

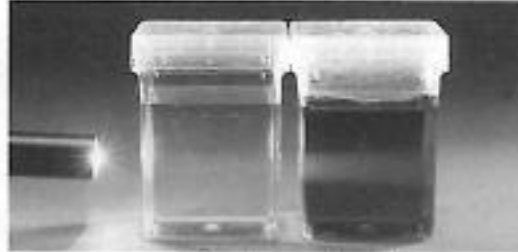
#### وجه تشابه کلوییدها و محلول‌ها

- ① محلول‌ها پایدارند و کلوییدها نیز در شرایط عادی پایدارند و ته‌نشین نمی‌شوند.
- ② محلول‌ها از کاغذ صافی عبور می‌کنند و ذره‌های کلوییدی نیز معمولاً می‌توانند از منافذ کاغذ صافی عبور کنند.
- ③ هر دو نور را از خود عبور می‌دهند.
- ④ کلوییدها همانند محلول‌ها، به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند.



## وجه تفاوت کلویدها و محلول‌ها

- ① ذره‌های یک محلول بسیار ریز بوده و به صورت یون‌ها یا مولکول‌های مواد حل شده می‌باشند، در صورتی‌که ذره‌های کلوییدی عموماً به صورت مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی هستند و بزرگ‌تر از انواع یون‌ها و مولکول‌های حل‌شونده در محلول می‌باشند.
- ② برخلاف محلول‌ها، کلویدها مسیر عبور نور را از خود مشخص می‌کنند. در واقع ذره‌های کلوییدی نور را پخش می‌کنند و این پراکندگی قابل توجه و محسوس است.



(محلول) (کلوید)

- ③ برخلاف محلول‌ها، افزودن مقداری از یک محلول الکترولیت به کلویدها سبب **لخته شدن** آن‌ها می‌شود. توجه کنید، کلویدها با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شوند ولی با افزایش الکترولیت، ذره‌های کلوییدی ته‌نشین می‌شوند. این فرایند را لخته شدن می‌گویند. مانند کلویید شیر که با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شود، ولی با افزودن سرکه یا آب لیمو لخته می‌شود.
- ④ محلول‌ها کاملاً **تک‌فازی** و **همگن** هستند، در حالی‌که کلویدها، حداقل از **دو فاز**، یکی فاز پخش‌شونده و دیگری فاز پخش‌کننده تشکیل شده‌اند و مخلوط‌هایی ناهمگن به‌شمار می‌آیند.
- ⑤ برخلاف محلول‌ها که شفاف هستند، کلویدها ظاهری کدر یا مات دارند.

۳۱۸- (۲) اگرچه کلویدها مانند محلول‌ها ظاهری یکنواخت و همگن دارند، اما مانند محلول‌ها کاملاً یکنواخت و همگن نیستند.

۳۱۹- (۲) محلول‌ها و کلویدها نور را از خود عبور می‌دهند. با این تفاوت که پخش نور و مسیر عبور آن در محلول‌ها مشخص نیست ولی در کلویدها محسوس و مشخص است.

۳۲۰- (۴) محلول‌ها از کاغذ صافی عبور می‌کنند و ذره‌های کلوییدی نیز معمولاً می‌توانند از منافذ کاغذ صافی عبور کنند. ولی برخلاف محلول‌ها، فقط کلویدها مسیر عبور نور را از خود مشخص می‌کنند.

۳۲۱- (۲) علاوه بر مخلوط‌های کلوییدی، محلول‌ها نیز می‌توانند نور را از خود عبور دهند.

۳۲۲- (۴) همانند محلول‌ها، کلویدها نیز به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. در جدول زیر انواع گوناگون کلویدها، نمایش داده شده است.

نمونه‌ها	نام کلوید	فاز پخش‌کننده	فاز پخش‌شونده
کف صابون سنگ‌پا، یونالیت	کف کف جامد	مایع جامد	گاز
مه شیر، کره، مایونز ژله، ژل موی سر	آیروسول مایع امولسیون ژل	گاز مایع جامد	مایع
دود، غبار رنگ‌های روغنی سنگ‌های گران‌بهایی هم‌چون یاقوت، لعل و فیروزه	آیروسول جامد سول سول جامد	گاز مایع جامد	جامد

۳۲۳- (۴) از میان انواع گوناگون مخلوط، فقط مخلوط **گاز در گاز** نمی‌تواند کلویید باشد. زیرا ذره‌های گازی بسیار ریز بوده و به صورت مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی نیستند، مسیر عبور نور را مشخص نمی‌کنند، لخته نمی‌شوند، کاملاً همگن و تک‌فازی هستند و ظاهری کدر یا مات ندارند. در واقع مخلوط **گاز در گاز** همیشه **محلول** است.

۳۲۴- (۴) هوای مه‌آلود کلویید مایع در گاز، آب و صابون (کف صابون) کلویید گاز در مایع و رنگ نقاشی روغنی کلویید جامد در مایع است.

۳۲۵- (۴) گزینه‌ی (۱) کلویید جامد در مایع، گزینه‌ی (۲) کلویید مایع در مایع و گزینه‌ی (۳) کلویید جامد در مایع هستند.

۳۲۶- (۴) سرامیک، یاقوت و فیروزه از کلوییدهای جامد در جامد محسوب می‌شوند، در حالی‌که سنگ‌پا نوعی کلویید **گاز در جامد** است.

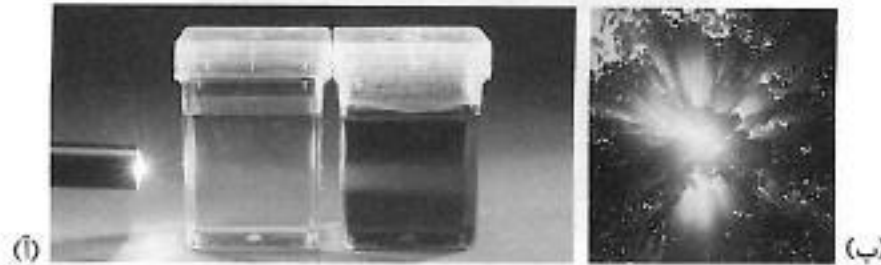


۳۲۷- (۲) درسامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسامه

## اثر تیندال یا پخش نور در کلوئیدها

اگر پرتو نوری از درون مخلوط کلوئید بگذرد، به وسیله‌ی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن پخش شده و به چشم بازتابیده می‌شود. به طوری که مسیر عبور نور در کلوئید قابل مشاهده است. این پدیده یعنی پخش نور به وسیله‌ی ذره‌های کلوئیدی را به افتخار جان تیندال، اثر تیندال نامیده‌اند. برای مثال می‌توانید اثر تیندال را به هنگام عبور پرتوهای خورشیدی از میان هوای آلوده به گرد و غبار و یا در مسیر پرتوهای چراغ خودروها در هوای مه‌آلود مشاهده کنید.



اثر تیندال، آ. مقایسه‌ی پخش نور در محلول و کلوئید. ب. نمونه‌ای از مشاهده‌ی اثر تیندال در زندگی روزانه. پرتوهای خورشیدی در هوای مه‌آلود یا آلوده به غبار.

۳۲۸- (۱) این شکل نمونه‌ای از مشاهده‌ی اثر تیندال هنگام عبور پرتوهای خورشید در هوای مه‌آلود یا آلوده به غبار است.

۳۲۹- (۲) درسامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسامه

## حرکت براونی ذره‌های کلوئیدی



ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی کلوئید در حال جنب و جوش دائمی هستند. ذره‌های کلوئیدی هنگامی که به هم می‌رسند، در برخورد با یکدیگر تغییر جهت می‌دهند. به این حرکت دائمی و نامنظم ذره‌های کلوئیدی به افتخار رابرت براون، حرکت براونی می‌گویند. علت این امر آن است که ذره‌های کلوئیدی دارای بارهای الکتریکی هم‌نام می‌باشند.

**مثال:** اگر یک قطره شیر را با میکروسکوپ نوری نگاه کنید، می‌توانید حرکت براونی ذره‌های چربی معلق در شیر را

ملاحظه کنید.

۳۳۰- (۲)

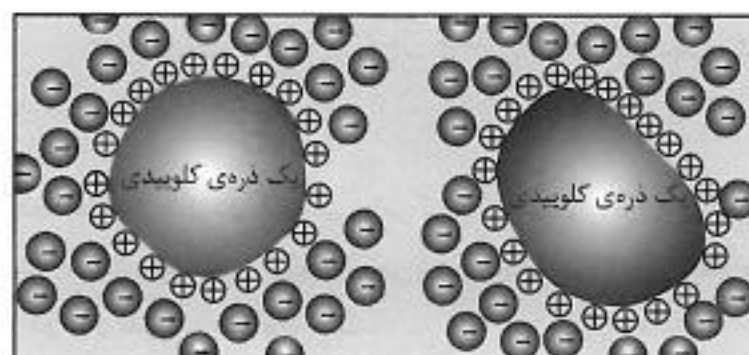
۳۳۱- (۲)

۳۳۲- (۴) درسامه‌ی زیر را بفهوانید.

درسامه

## پایداری کلوئیدها

بررسی‌های تجربی نشان داده است که ذره‌های کلوئیدی می‌توانند ذره‌های باردار مانند یون‌ها را در سطح خود جذب کنند و به نوعی بار الکتریکی دست یابند. بار الکتریکی ذره‌های کلوئیدی می‌تواند مثبت یا منفی باشد. پایداری کلوئیدها و تهنشین نشدن فاز پخش‌شونده را به وجود این بار الکتریکی نسبت می‌دهند. زیرا ذره‌های کلوئیدی با بار الکتریکی یکسان مرتباً یکدیگر را دفع می‌کنند و این کار مانع تجمع ذره‌ها و لخته شدن یا رسوب کردن آن‌ها می‌شود. شکل زیر نوعی کلوئید را نشان می‌دهد که ذره‌های کلوئیدی، یون‌های مثبت فاز پخش‌کننده را در سطح خود جذب کرده‌اند و یون‌های منفی در فاز پخش‌کننده باقی مانده‌اند.



**نکته:** ذره‌های یک کلوئید همگی بار الکتریکی یکسانی دارند ولی از آن‌جا که ذره‌های کلوئیدی یا توده‌های مولکولی موجود در کلوئید هم‌اندازه نیستند، از این رو مقدار بار الکتریکی موجود در سطح آن‌ها متفاوت است.



۳۳۳- (۴) ذره‌های کلوییدی بار الکتریکی خود را از راه جذب یون‌های موجود در فاز پخش‌کننده به دست می‌آورند. از این رو ذره‌های یک کلویید همگی بار الکتریکی یکسانی دارند. ولی چون اندازه‌ی ذره‌های کلوییدی متفاوت است و می‌توانند نسبت به هم بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشند، بنابراین مقدار بار الکتریکی آن‌ها متفاوت است.

۳۳۴- (۳) با افزایش یک الکتروولت مناسب به کلویید، ذره‌های کلوییدی ته‌نشین می‌شوند، این فرایند را لخته‌شدن می‌نامند. لخته‌شدن ناشی از قرار گرفتن ذره‌های باردار الکتروولت در بین ذره‌های کلوییدی و کاهش دافعه‌ی بین آن‌هاست. کاهش این دافعه در نهایت به گردهم‌آیی ذره‌های کلوییدی و انعقاد آن‌ها می‌انجامد. در واقع اگر ذره‌های کلوییدی به یون‌هایی برخورد کنند که بار الکتریکی مخالف بار خود را دارا باشند، بار خود را از دست داده و خنثی شده و به یک‌دیگر می‌پیوندند و به صورت لخته در می‌آیند.

**مثال:** شیر یک کلویید است، افزودن مقداری سرکه (استیک اسید) به عنوان یک الکتروولت، سبب انعقاد آن می‌شود.

۳۳۵- (۲) باید توجه داشته باشید که کلوییدها رسوب نمی‌کنند ولی لخته می‌شوند. در واقع ذره‌های کلوییدی به دلیل دارا بودن بارهای الکتریکی یکسان از پایداری خوبی برخوردار بوده و فاز پخش‌شونده ته‌نشین نشده و رسوب نمی‌کند. این درحالی است که با افزایش الکتروولت به یک کلویید و کاهش دافعه بین ذره‌های کلوییدی، امکان گردهم‌آیی و لخته شدن ذره‌های کلوییدی فراهم می‌شود.

۳۳۶- (۳) نه تنها کلوییدها در مجاورت الکتروولت‌ها پایدار نیستند، بلکه با افزایش یک الکتروولت مناسب به کلویید، ذره‌های کلوییدی ته‌نشین می‌شوند. این فرایند را لخته‌شدن می‌نامند.

۳۳۷- (۲) این شکل لخته‌شدن کلوییدها را نشان می‌دهد. ماده‌ی درون قطره‌چکان یک الکتروولت مناسب است. افزودن مقداری از یک محلول الکتروولت به کلوییدها، سبب لخته‌شدن آن‌ها می‌شود.

۳۳۸- (۱) به کلویید مایع در مایع، امولسیون گفته می‌شود که در آن ذره‌های یک مایع در مایع دیگر به حالت تعلیق پراکنده‌اند.

**مثال:** شیر نمونه‌ای متداول از امولسیون‌های طبیعی و پایدار است که کره و خامه به صورت ذره‌های بسیار ریز در آن پراکنده‌اند.

۳۳۹- (۲) شیر نمونه‌ای متداول از امولسیون‌های طبیعی است که قطره‌های چربی فاز پخش‌شونده و آب فاز پخش‌کننده‌ی آن است.

۳۴۰- (۱) به ذره‌های معلق یک مایع در مایع دیگر، نظیر روغن زیتون در سرکه امولسیون گفته می‌شود.

۳۴۱- (۱) سس مایونز، یک امولسیون خوراکی محسوب می‌شود، به طوری که در آن ذره‌های روغن در سرکه پراکنده‌اند.

۳۴۲- (۴) اگر مخلوطی از روغن و سرکه را به هم بزیند، در خواهید یافت که نگه داشتن مخلوط این دو مایع در کنار هم، غیرممکن است. در واقع روغن و سرکه دو مایع مخلوط‌نشده هستند. با توقف هم‌زدن، قطره‌های بسیار کوچک روغن به هم می‌پیوندند و بزرگ می‌شوند و سرانجام به شکل یک لایه‌ی جداگانه در می‌آیند. ولی اگر ماده‌ی سومی به این دو مایع اضافه کنید که آن‌ها را پس از هم خوردن در کنار هم پایدار نگه دارد، می‌توانید از گردهمایی قطره‌های روغن جلوگیری کنید. ماده‌ی سوم، امولسیون‌کننده نامیده می‌شود و مخلوط سه ماده یک امولسیون است. در مایونز، لسیتین موجود در زرده‌ی تخم‌مرغ به عنوان عامل امولسیون‌کننده عمل می‌کند. مولکول‌های لسیتین، لایه‌ای در اطراف قطره‌های روغن تشکیل می‌دهند که مانع از جمع شدن آن‌ها و تشکیل قطره‌های بزرگ‌تر می‌شود. لسیتین و مولکول‌های امولسیون‌کننده‌ی دیگر، دارای دو سر هستند. یک سر آن‌ها ناقطبی و آب‌گریز است که به روغن که آن هم ناقطبی و آب‌گریز است، می‌چسبد و سر دیگر یک مولکول امولسیون‌کننده، معمولاً قطبی و آب‌دوست است و با آب (محلول سرکه) برهم‌کنش می‌کند. به این ترتیب عامل امولسیون‌کننده پلی بین مولکول‌های آب و روغن تشکیل می‌دهد.

۳۴۳- (۴) در ستاره‌ی زیر را بفهائید.

### صابون

صابون نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب دراز زنجیر است. اسیدهای چرب دراز زنجیر از جمله اسیدهای آلی هستند که در روغن گیاهی یا در چربی جانوری یافت می‌شوند. این ترکیب‌ها دارای یک زنجیر هیدروکربن سیرشده یا سیرنشده‌ی بزرگ با ۱۶ تا ۲۲ اتم کربن هستند. اسیدهای آلی گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) دارند. برای تهیه‌ی صابون معمولاً از اسیدهای چرب با ۱۸ اتم کربن استفاده می‌گردد. صابون جامد نمک سدیم اسیدهای چرب و صابون مایع نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب می‌باشند.



در ستاره

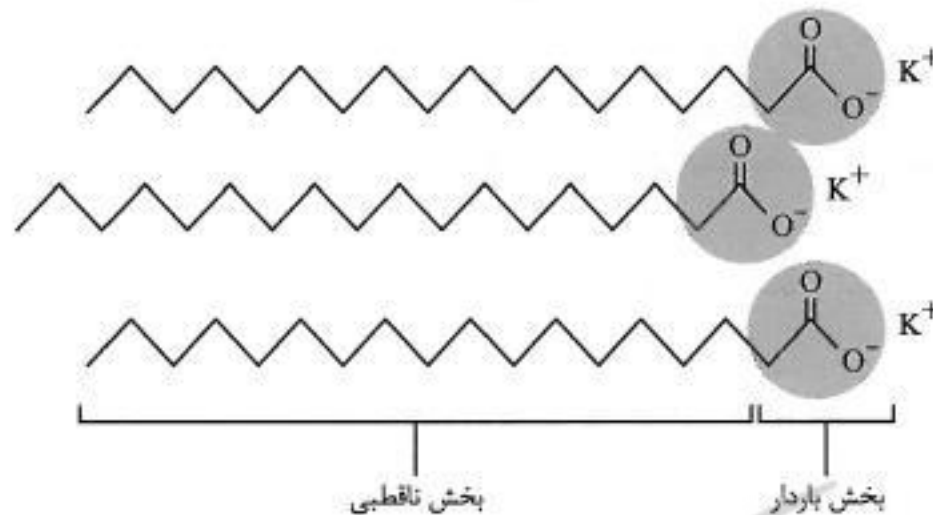


۳۴۴- (۴) در سنامه‌ی زیر را بفهوانید.

در سنامه

## نقش امولسیون‌کنندگی صابون

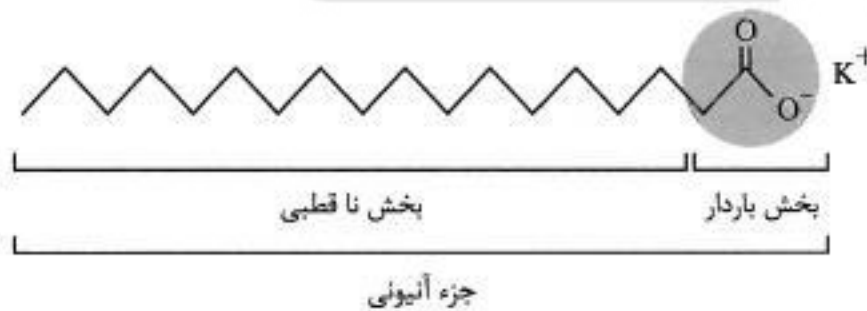
صابون نقش امولسیون‌کنندگی چرک و چربی در آب را دارد. چرک لباس و پوست بدن، بیش‌تر از جنس چربی است. چربی و آب در حالت عادی در یک‌دیگر حل نمی‌شوند. به‌همین دلیل آب نمی‌تواند همه‌ی چرک‌ها را جدا کند. برای برداشتن بهتر چرک‌ها، باید امولسیون‌پایداری از چرک‌ها در آب ایجاد کرد. این کار به کمک پاک‌کننده‌ها نظیر صابون انجام می‌شود. جزء آنیونی صابون دو قسمت دارد. یک قسمت زنجیر هیدروکربنی آب‌گریز است و سر ناقطبی صابون را تشکیل می‌دهد. این قسمت صابون در حلال‌های ناقطبی نظیر چرک و چربی حل می‌شود. قسمت دیگر صابون سرقطبی و آب‌دوست آن است. این قسمت صابون در حلال‌های قطبی مانند آب حل می‌شود.



۳۴۵- (۴) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: صابون مایع نمک پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب است.

گزینه ۲: بخش A، زنجیر هیدروکربنی و آب‌گریز است و سر ناقطبی صابون را تشکیل می‌دهد. این بخش مولکول صابون در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.



گزینه ۳: بخش B، سرقطبی و آب‌دوست صابون است که در حلال‌های قطبی مانند آب حل می‌شود.

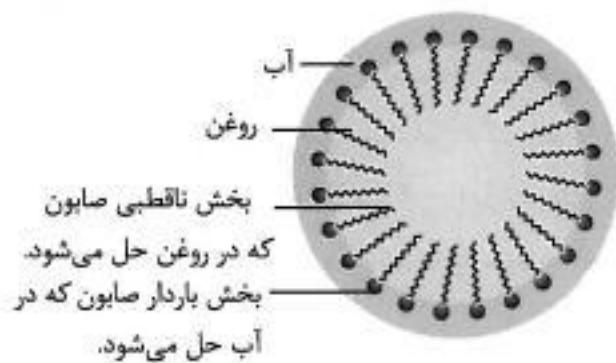
گزینه ۴: بخش‌های A و B روی هم جزء آنیونی صابون را تشکیل می‌دهند. در واقع جزء آنیونی صابون دو بخش دارد. بدیهی است،  $K^+$  نیز در شکل روبه‌رو، جزء کاتیونی صابون است.۳۴۶- (۱) طرف قطبی صابون جامد دارای گروه  $(-COO^-Na^+)$  و طرف قطبی صابون مایع دارای گروه  $(-COO^-K^+)$  یا  $(-COO^-NH_4^+)$  است.

۳۴۷- (۳) قطره‌های چربی و روغن پخش‌شده در آب حالت کروی به خود می‌گیرند.

مولکول‌های صابون از بخش ناقطبی یعنی زنجیر هیدروکربنی خود در چربی یا روغن حل می‌شوند و بخش قطبی آن‌ها بیرون می‌ماند که در آب حل می‌گردد. بدین ترتیب یک امولسیون از قطره‌های روغن پخش‌شده در آب ایجاد می‌کنیم که این امولسیون به کمک صابون پایدار می‌شود.

توجیه تشکیل کف (کلوئید گاز در مایع) به هنگام شست‌وشوی دست با صابون نیز به همین ترتیب قابل توجیه است.

با انحلال پاک‌کننده در آب، پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب شکسته شده و جاذبه‌های جدید یون - دوقطبی میان آب و پاک‌کننده برقرار می‌شود. در نتیجه کشش سطحی آب که ناشی از وجود پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب است، کاهش یافته و به تدریج نفوذ هوا در آب بیش‌تر شده و کف تشکیل می‌شود.



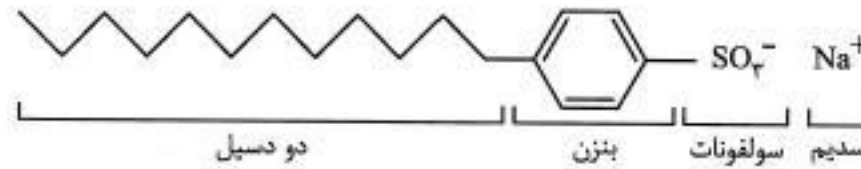


(۱) - ۳۴۸ درسنامه‌ی زیر را بفوانید.

درسنامه

## پاک‌کننده‌های غیرصابونی

سرغیرقطبی پاک‌کننده‌های غیرصابونی<sup>۱</sup> از یک زنجیر ۱۲ کربنی متصل به یک حلقه‌ی بنزنی تشکیل شده است و در سر قطبی به جای گروه کربوکسیلات ( $-\text{CO}_2^-$ ) صابون، گروه‌های دیگری از جمله گروه سولفونات ( $-\text{SO}_3^-$ ) به کار رفته است. در این پاک‌کننده‌ها نیز، چربی‌ها به زنجیر غیرقطبی آلکیل (زنجیر کربنی) می‌چسبند و گروه سولفونات که انتهای باردار را تشکیل می‌دهد، سبب حل شدن چربی‌ها در آب می‌شود. سدیم دودسیل بنزن سولفونات نمونه‌ای از پاک‌کننده‌های غیرصابونی بدون شاخه‌ی فرعی است که ساختار آن را در زیر می‌بینید.



(۳) - ۳۴۹ درسنامه‌ی «پاک‌کننده‌های غیرصابونی» را بفوانید.

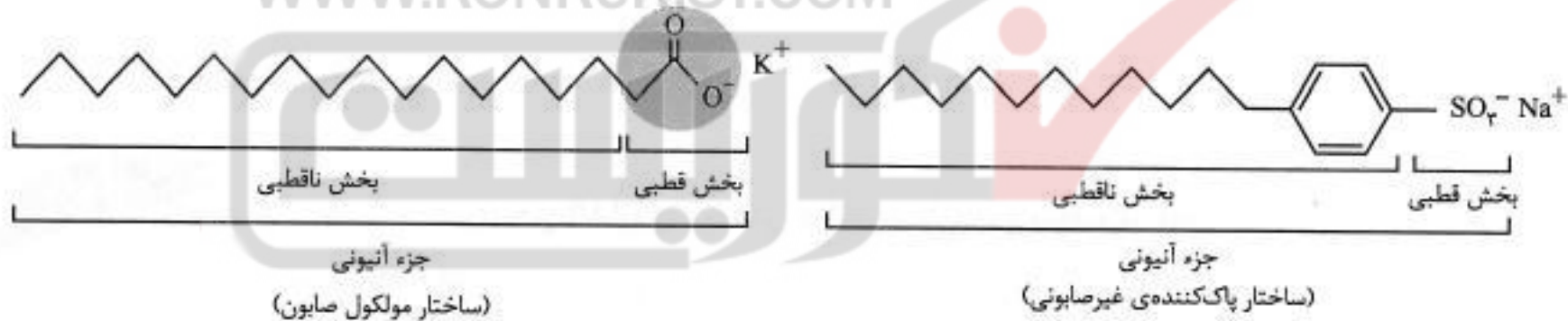
(۴) - ۳۵۰ درسنامه‌ی «پاک‌کننده‌های غیرصابونی» را بفوانید.

(۲) - ۳۵۱ صابون و سدیم دودسیل بنزن سولفونات (پاک‌کننده‌های غیرصابونی) به دلیل ساختار دو قسمتی خاصیت امولسیون‌کنندگی دارند. لستین

موجود در زرده‌ی تخم‌مرغ نیز به دلیل نقش امولسیون‌کنندگی در سس مایونز استفاده می‌شود. اما چربی خاصیت امولسیون‌کنندگی ندارد.

(۳) - ۳۵۲ باید توجه داشت که زنجیر هیدروکربنی، ناقطبی و در آب نامحلول است و اگر طول آن بسیار دراز باشد، پاک‌کننده در آب حل نمی‌شود.

(۲) - ۳۵۳ صابون و شوینده‌های غیرصابونی، هر دو از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل یافته‌اند.



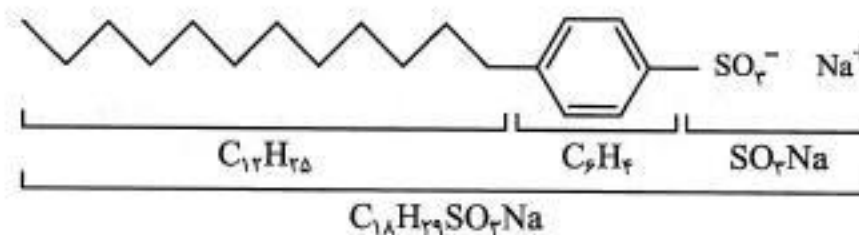
(۴) - ۳۵۴ هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱: به جای سولفات باید سولفونات نوشته شود.

گزینه ۲: این پاک‌کننده، صابونی نبوده بلکه غیرصابونی است.

گزینه ۳: در این پاک‌کننده‌ها چربی‌ها به زنجیر آلکیل می‌چسبند و گروه سولفونات ( $\text{SO}_3^-$ ) که انتهای باردار پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد، سبب پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

گزینه ۴: فرمول این پاک‌کننده به صورت روبه‌رو به دست می‌آید.



(۴) - ۳۵۵ به رد گزینه‌های نادرست توجه کنید:

رد گزینه ۱: در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، ذره‌های چربی که ناقطبی هستند به زنجیر آلکیل می‌چسبند.

رد گزینه ۲: لخته شدن، از قرار گرفتن ذره‌های باردار الکترولیت‌ها بین ذره‌های کلویید و کاهش دافعه بین آن‌ها ناشی می‌شود.

رد گزینه ۳: فاز پخش‌شونده‌ی کلویید شیر، قطره‌های چربی و فاز پخش‌کننده‌ی آن قطره‌های آب است.

(۴) - ۳۵۶ مخلوط‌های ناهمگن جامد در مایع را سوسپانسیون می‌نامند. مانند آب گل‌آلود یا خاکشیر.

۱- مایع ظرف‌شویی، بودر لباس‌شویی، شامپوهای گوناگون و ... از پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌شمار می‌روند.

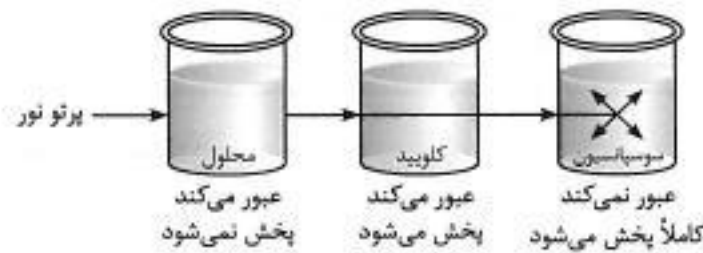


۳۵۷- (۴) برای آشنایی با ویژگی‌های سوسپانسیون، درسامه‌ی زیر را بفهانید.

### درسامه

#### ویژگی‌های سوسپانسیون

- در سوسپانسیون، مخلوطی همگن مانند محلول‌ها به دست نمی‌آید، بلکه مخلوطی ناهمگن حاصل می‌شود که در آن مجموعه‌ای از ذره‌های جامد در حلال معلق‌اند.
- اندازه‌ی ذره‌های سوسپانسیون از اندازه‌ی ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی محلول‌ها و کلوئیدها بزرگ‌تر است.
- ذره‌های سوسپانسیون از سوراخ‌های کاغذ صافی نمی‌گذرند، بر همین اساس است که می‌توان این ذره‌های معلق را به آسانی با کاغذ صافی و قیف معمولی از مایعی که در آن پراکنده‌اند، جدا کرد.
- سوسپانسیون‌ها، پایدار نیستند و فاز جامد درون آن تمایل به ته‌نشین شدن دارد.
- پخش نور در سوسپانسیون کاملاً محسوس است. به‌طور کلی با افزایش اندازه‌ی ذره‌های مخلوط، عبور نور کاهش یافته ولی پخش نور افزایش می‌یابد.



(چپ به راست)  
افزایش اندازه‌ی ذره‌ها - کاهش عبور - افزایش پخش

۳۵۸- (۴) ب. یعنی بکسی هم این تست رو بلده.

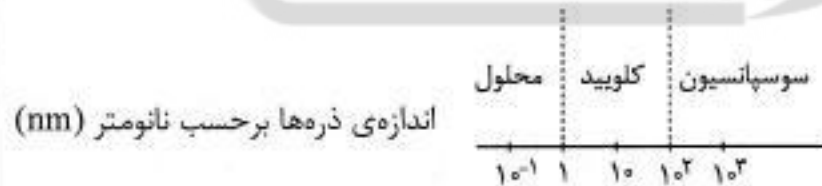
۳۵۹- (۱) در ردیف شماره‌ی ۱ جدول همه‌ی موارد صحیح هستند. در ردیف شماره‌ی ۲، شیر یک امولسیون و سرکه محلول است. در ردیف شماره‌ی ۳، سرکه یک محلول و چسب کلوئید جامد در مایع است. در ردیف شماره‌ی ۴ جدول نیز چسب و رنگ روغنی از کلوئیدهای جامد در مایع و آب گل آلود، سوسپانسیون به‌شمار می‌روند.

۳۶۰- (۴) ابتدا درسامه‌ی زیر را بفهانید.

### درسامه

#### مقایسه‌ی اندازه‌ی ذره‌های محلول، کلوئید و سوسپانسیون

در زیر، حدود اندازه‌ی ذره‌های محلول، کلوئید و سوسپانسیون برای مقایسه آورده شده است.



اندازه‌ی ذره‌های: سوسپانسیون < کلوئید < محلول

اکنون به حل تست مورد نظر توجه کنید.  $10^{-8}$  سانتی‌متر برابر  $10^{-10}$  متر یا  $0.1$  نانومتر می‌باشد و متعلق به اندازه‌ی ذره‌های محلول است.

$$? \text{ nm} = 10^{-8} \text{ cm} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} = 0.1 \text{ nm}$$

۳۶۱- (۳) کلوئیدها مانند محلول‌ها پایدار بوده و به مرور زمان ته‌نشین نمی‌شوند.

۳۶۲- (۴) در کلوئید شیر، فاز پخش‌کننده آب و فاز پخش‌شونده قطره‌های چربی است. برای مقایسه‌ی ویژگی‌های محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها به جدول زیر توجه کنید.

نوع مخلوط	حداقل اجزای تشکیل‌دهنده	تعداد فازها	ذره‌های سازنده	اندازه‌ی ذره‌ها (nm)	نمونه
محلول	حلال و حل‌شونده	۱	یون‌ها یا مولکول‌ها	< ۱	حلال: آب آب‌نمک حل‌شونده: نمک خوراکی
کلوئید	فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده	≥ ۲	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی <sup>۱</sup>	۱-۱۰۰	شیر فاز پخش‌کننده: آب فاز پخش‌شونده: قطره‌های چربی
سوسپانسیون	فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده	≥ ۲	توده‌های مولکولی بزرگ یا ذره‌های بسیار کوچک ماده	> ۱۰۰	خاکشیر فاز پخش‌کننده: آب فاز پخش‌شونده: دانه‌های خاکشیر

۱- ذره‌هایی که از گرده‌هایی چند مولکول پدید می‌آید.



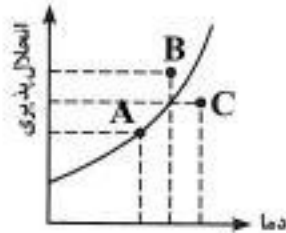
سلام بچه‌های عزیزه! تصمیم گرفتیم. سوالات ۲ سال آفر کنکورهای سراسری دافل و قارج کشور رو تمت عنوان یه آزمون. براتون جمع آوری کنیم. تا علاوه بر این که با سلیقه‌ی طراحان سراسری آشنا می‌شین، یه سنجش مناسب هم از خودتون داشته باشین.

زمان: ۴۵ دقیقه

تعداد تست: ۳۱

آزمون بخش سوم

۱- در شکل روبه‌رو، که نمودار تغییر انحلال پذیری یک ماده را نسبت به دما نشان می‌دهد، هر یک از نقطه‌های A، B و C به ترتیب (از راست به چپ) کدام وضعیت محلول این نمک را نشان می‌دهد؟



- (۱) سیرشده - فراسیرشده - سیرنشده  
(۲) سیرشده - سیرنشده - فراسیرشده  
(۳) سیرنشده - سیرشده - فراسیرشده  
(۴) سیرنشده - فراسیرشده - سیرشده

۲- با ۵٪ مول سدیم هیدروکسید، چند میلی‌لیتر محلول ۱ مولار و چند گرم محلول ۱ مولال آن را می‌توان تهیه کرد؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید). ( $H = 1, O = 16, Na = 23; g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۵۰۰ - ۵۲۰ (۲) ۵۲۰ - ۵۰۰ (۳) ۵۲۰ - ۵۵۰ (۴) ۵۰۰ - ۵۵۰

۳- اگر ۲ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید را در یک بالون حجمی تا حجم ۵۰ میلی‌لیتر رقیق کنیم و ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول رقیق بتواند با ۸۰ میلی‌گرم مس (II) سولفات، واکنش کامل دهد، غلظت محلول اولیه‌ی سدیم هیدروکسید، چند مول بر لیتر است؟ ( $O = 16, S = 32, Cu = 64; g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۲/۵ (۲) ۴/۲۵ (۳) ۴/۵ (۴) ۵/۲۵

۴- با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، در فشار محیطی یکسان، کدام ماده بالاترین و کدام ماده پایین‌ترین دمای جوش را دارند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید).

ماده	A	B	C	D
آنتالپی تبخیر ( $kJ.mol^{-1}$ )	۳۱	۴۴	۲۹	۴۱

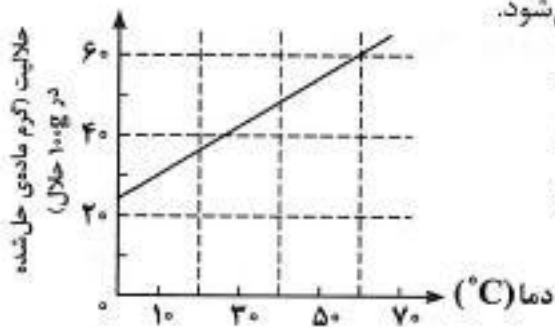
(سراسری ریاضی ۸۹)

- (۱) B - C (۲) C - B (۳) A - D (۴) D - A

(سراسری تجربی ۸۹)

۵- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) هر محلول، یک مخلوط تک فازی (همگن) است.  
(۲) در مخلوط‌های ناهمگن، مرز میان دو فاز، همواره قابل تشخیص است.  
(۳) اگر در یک ظرف سربسته که تا نیمه آب دارد، قطعه یخی بیندازیم، یک سامانه‌ی دو فازی تشکیل می‌شود.  
(۴) برای معرفی یکنواخت بودن ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی یک سامانه، از واژه‌ی فاز استفاده می‌شود.



۶- براساس نمودار مقابل، بر اثر سرد کردن ۲۰ گرم از محلول سیرشده از یک ماده‌ی جامد در دمای ۶۰°C تا دمای ۲۸°C، با تقریب، چند گرم از ماده‌ی حل شده، از محلول جدا و ته‌نشین می‌شود؟

- (۱) ۱/۲ (۲) ۲/۵ (۳) ۲/۱ (۴) ۲/۹

۷- اگر هر میلی‌لیتر از یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید شامل ۴۳۶/۶ میلی‌گرم از آن باشد، چند درصد جرمی آن را HCl تشکیل می‌دهد، در صورتی‌که چگالی آن ۱/۱۸  $g.mL^{-1}$  باشد؟ ( $H = 1, Cl = 35.5; g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۳۵ (۲) ۳۶/۵ (۳) ۳۷ (۴) ۳۸/۵

(سراسری ریاضی قارج کشور ۸۹)

۸- کدام بیان نادرست است؟

- (۱) تولون ترکیبی قطبی است و برخلاف نفتالن در آب حل می‌شود.  
(۲) ۱- بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کم‌تری در آب حل می‌شود.  
(۳) هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌های راست زنجیر افزوده شود، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاسته می‌شود.  
(۴) پیوند هیدروژنی مولکول آب با مولکول اتانول، از پیوند هیدروژنی بین دو مولکول آب یا بین دو مولکول اتانول قوی‌تر است.

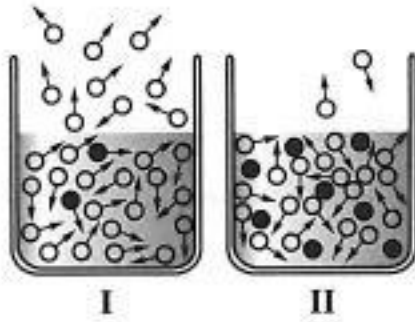


۹- ۵ میلی لیتر محلول غلیظ سولفوریک اسید را در یک بالون پیمانه‌ای تا حجم ۲۵۰ میلی لیتر رقیق می‌کنیم، اگر ۱۰ میلی لیتر از این محلول رقیق بتواند با ۲۱۰ میلی گرم منیزیم کربنات واکنش دهد، غلظت محلول غلیظ اولیه‌ی این اسید، چند مول بر لیتر است؟  
(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)  
 $(C = 12, O = 16, Mg = 24 : g \cdot mol^{-1})$

- ۱۰/۵ (۱)      ۵/۵ (۲)      ۱۲/۵ (۳)      ۶/۵ (۴)

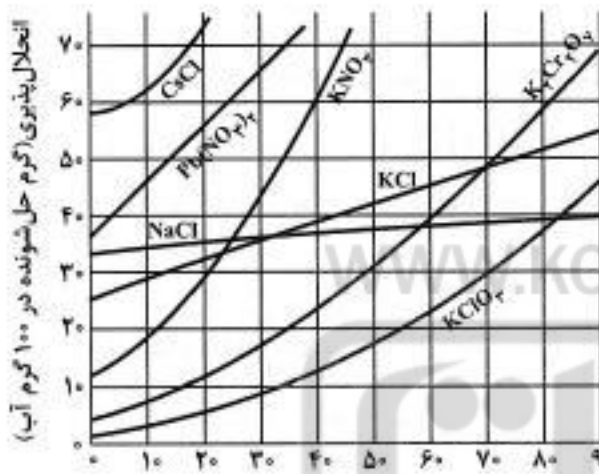
۱۰- اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۳/۵ ppm باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه آب، چند مول یون سدیم وجود دارد؟  
(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)  
 $(Na = 23 : g \cdot mol^{-1})$

- ۳/۵ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۱)      ۳ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۲)      ۴/۵ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۳)      ۴/۵ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۴)



۱۱- با توجه به شکل‌های روبه‌رو که به بررسی عامل‌های مؤثر در فشار بخار مایع مربوط است، کدام مطلب می‌تواند درست باشد؟  
(سراسری ریاضی فارغ کشور ۸۹)

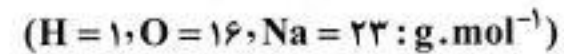
- (۱) ظرف II شامل حلال خالص و ظرف I شامل محلول یک ماده در آن است.  
(۲) هر دو ظرف شامل محلولی از یک ماده هستند اما در ظرف I محلول بسیار رقیق‌تر است.  
(۳) هر دو ظرف شامل یک نوع محلول از یک ماده اما دمای ظرف II بالاتر است.  
(۴) ظرف I شامل محلول یک مولال منیزیم کلرید و ظرف II شامل محلول دو مولال شکر است.



۱۲- با توجه به نمودار روبه‌رو، اگر ۷۰ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات در دمای ۶۰°C تا دمای ۳۵°C سرد شود، حدود چند گرم از آن به صورت بلور از محلول جدا می‌شود؟  
(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

- ۶ (۱)  
۸ (۲)  
۱۰ (۳)  
۱۲ (۴)

۱۳- اگر چگالی یک نمونه محلول ۲/۵ مولار سدیم هیدروکسید، برابر ۱/۳۵ g.mL<sup>-۱</sup> فرض شود، مولالیتی آن کدام است؟  
(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)



- ۱/۷۵ (۱)      ۲ (۲)      ۲/۲۵ (۳)      ۲/۵ (۴)

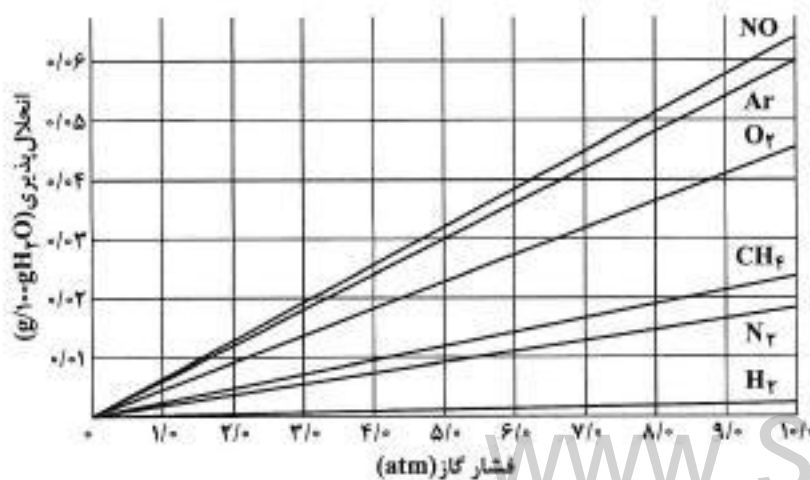
۱۴- اگر مجموع غلظت مولی یون‌ها در یک نمونه از محلول منیزیم کلرید خالص برابر ۱/۲ mol.L<sup>-۱</sup> باشد، چند میلی لیتر از این محلول با مقدار کافی از محلول نقره نیترات، ۵/۷۴ گرم رسوب نقره کلرید تولید می‌کند؟  
(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)  
 $(Cl = 35.5, Ag = 108 : g \cdot mol^{-1})$

- ۱۰ (۱)      ۲۵ (۲)      ۴۰ (۳)      ۵۰ (۴)

۱۵- با توجه به داده‌های جدول مقابل، کدام مقایسه درباره‌ی آغاز به جوشیدن محلول مواد پیشنهاد شده، درست است؟  
(سراسری تجربی فارغ کشور ۸۹)

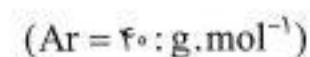
ماده‌ی حل شده	کلسیم کلرید	شکر	سدیم کلرید
مولالیتی محلول	۱/۲	۲	۱/۵
دمای آغاز به جوشیدن (°C)	t <sub>۱</sub>	t <sub>۲</sub>	t <sub>۳</sub>

- t<sub>۱</sub> > t<sub>۳</sub> > t<sub>۲</sub> (۱)  
t<sub>۲</sub> > t<sub>۳</sub> > t<sub>۱</sub> (۲)  
t<sub>۱</sub> > t<sub>۲</sub> > t<sub>۳</sub> (۳)  
t<sub>۲</sub> > t<sub>۱</sub> > t<sub>۳</sub> (۴)



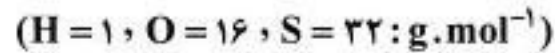
۱۶- با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام بیان نادرست است؟  
(سراسری ریاضی ۹۰)

- (۱) افزایش فشار، کم‌ترین تأثیر را بر انحلال‌پذیری گاز هیدروژن دارد.  
(۲) به قانون هنری درباره‌ی انحلال‌پذیری گازها در آب مربوط است.  
(۳) تأثیر فشار گاز را بر انحلال‌پذیری آن در دمای ثابت نشان می‌دهد.  
(۴) در فشار ۵ atm، ۷/۵ × ۱۰<sup>-۳</sup> مول آرگون در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.





۱۷- مولاریته‌ی محلول ۴۹ درصد جرمی سولفوریک اسید که چگالی آن برابر  $1/25 \text{ g mL}^{-1}$  است، کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۰)



۸/۲۵ (۴)

۷/۱۲ (۳)

۵/۱۲ (۲)

۶/۲۵ (۱)

(سراسری ریاضی ۹۰)

۱۸- کدام مطلب درست است؟

- (۱) در فشار یکسان، دمای جوش محلول ۱/۵ مولال منیزیم کلرید از دمای جوش محلول ۳ مولال گلوکوز پایین‌تر است.  
 (۲) در ۲۰ گرم محلول ۲ مولال هیدروژن کلرید، ۱/۴۶ گرم HCl وجود دارد ( $HCl = 36/5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).  
 (۳) خواصی از محلول که به شمار ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار در حجم معینی از آن بستگی دارند، خواص مقداری نامیده می‌شود.  
 (۴) بر اثر حل کردن یک ماده‌ی غیرفرار در یک مایع، فشار بخار و دمای انجماد محلول حاصل در مقایسه با مایع خالص، کاهش می‌یابد.

(سراسری ریاضی ۹۰)

۱۹- کدام بیان درست است؟

- (۱) سرکه در مایونز، نقش عامل امولسیون‌کننده را دارد.  
 (۲) مه، نمونه‌ای از کلویید گاز در مایع است.  
 (۳) ته‌نشین شدن ذره‌های کلویید بر اثر افزودن یک ماده‌ی الکترولیت، لخته شدن نامیده می‌شود.  
 (۴) در مولکول پاک‌کننده‌های غیرصابونی، به جای گروه سولفونات، گروه کربوکسیلات، شرکت دارد.  
 ۲۰- اگر ۱۱/۵ میلی‌لیتر اتانول را با ۱۴/۴ گرم آب مخلوط کنیم، چند درصد کل مول‌های مواد موجود در این محلول را اتانول تشکیل می‌دهد؟ (چگالی اتانول را  $0/8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  در نظر بگیرید.) ( $H = 1, C = 12, O = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) (سراسری تجربی ۹۰)

۴۰ (۴)

۲۰ (۳)

۲۵/۱۵ (۲)

۲۱/۱۵ (۱)

۲۱- با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام روند درباره‌ی مقایسه دمای آغاز جوشیدن محلول مواد پیشنهاد شده، درست است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

پتاسیم نیترات	گلوکوز	سدیم سولفات	ماده‌ی حل‌شونده
۲	۲/۵	۱/۵	مولالیتته‌ی محلول
$t_1$	$t_2$	$t_3$	دما در آغاز جوشیدن ( $^{\circ}\text{C}$ )

 $t_3 < t_1 < t_2$  (۱) $t_2 < t_1 < t_3$  (۲) $t_1 < t_2 < t_3$  (۳) $t_3 < t_2 < t_1$  (۴)

(سراسری تجربی ۹۰)

۲۲- کدام عبارت درباره‌ی پاک‌کننده‌ها درست است؟

- (۱) صابون‌های مایع، نمک‌های آمونیوم و پتاسیم اسیدهای چرب‌اند.  
 (۲) در پاک‌کننده‌های غیرصابونی به جای گروه کربوکسیلات، گروه سولفونات،  $\text{SO}_3^-$  قرار گرفته است.  
 (۳) در امولسیون چربی در آب که به کمک صابون تشکیل می‌شود، سرفقطنی مولکول‌های صابون به سمت درون قطره‌ی چربی است.  
 (۴) در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، چربی به زنجیر آلکیل که بخش قطبی مولکول پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد، می‌چسبد.

(سراسری تجربی ۹۰)

۲۳- دلیل پایداری کلوییدها، ..... ذره‌های آن‌هاست.

(۲) درشت بودن

(۱) خنثی بودن

(۴) یکسان بودن بار الکتریکی در سطح

(۳) ناهم‌نام بودن بار الکتریکی

۲۴- با ۱۲ گرم استیک اسید، چند گرم محلول ۲ مولال آن را می‌توان تهیه کرد؟ ( $H = 1, C = 12, O = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(سراسری ریاضی فارغ‌التحصیل ۹۰) ۱۲۰ (۴)

۱۱۵ (۳)

۱۱۲ (۲)

۱۰۰ (۱)

۲۵- اگر ۲۸/۷۵ میلی‌لیتر اتانول خالص را با ۱/۵ مول آب مقطر مخلوط کنیم، درصد جرمی اتانول در این محلول، کدام است؟ چگالی اتانول برابر  $0/8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  است. ( $H = 1, C = 12, O = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) (سراسری ریاضی فارغ‌التحصیل ۹۰)

٪۴۸ (۴)

٪۴۶ (۳)

٪۴۵ (۲)

٪۴۴ (۱)

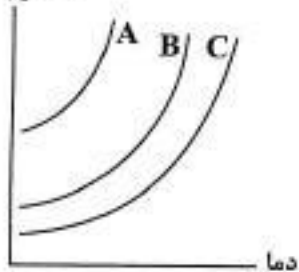
(سراسری ریاضی فارغ‌التحصیل ۹۰)

۲۶- کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) زنجیر هیدروکربنی مولکول صابون، آب‌دوست است.  
 (۲) رنگ روغنی، نمونه‌ای از کلوییدهای از نوع سول است.  
 (۳) صابون نقش عامل امولسیون‌کننده‌ی آب و چربی را دارد.  
 (۴) کلویید حاصل از پخش شدن ذرات مایع در جامد را ژل می‌گویند.



فشار بخار



۲۷- با توجه به نمودارهای شکل روبه‌رو که تغییرات فشار بخار سه مایع را نسبت به دما نشان می‌دهد، کدام

(سراسری ریاضی فارغ کشور ۹۰)

مطلب درست است؟

(۱) مقایسه‌ی فشار بخار (P) سه مایع به صورت  $P_C > P_B > P_A$  است.

(۲) مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش (t) سه مایع به صورت  $t_A < t_B < t_C$  است.

(۳) جرم مولکولی C در مقایسه با جرم‌های مولکولی A یا B، همواره بیشتر است.

(۴) نیروهای جاذبه‌ی بین‌مولکولی در مایع A در مقایسه با دو مایع دیگر بیشتر است

۲۸- در ۲۲ گرم محلول ۲/۵ مولال سدیم هیدروکسید، چند گرم از این ماده وجود دارد؟ ( $H = 1, O = 16, Na = 23; g.mol^{-1}$ )

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

۲ (۲)

۱/۱ (۱)

۴ (۴)

۲/۲ (۳)

۲۹- اگر حجم‌های مساوی از هگزان، اتانول، استون و آب در یک ظرف مخلوط شوند، چند فاز و چند فصل مشترک مشاهده می‌شود؟

(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۲، ۳ (۴)

۲، ۲ (۳)

۱، ۳ (۲)

۱، ۲ (۱)

۳۰- با توجه به شکل زیر که تبخیر سه مایع متفاوت را در ظرف‌های سرپسته در دما، فشار

و زمان یکسان نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟ (سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)

(۱) فشار بخار مایع B از فشار بخار مایع A بیشتر است.

(۲) جرم مولکولی C همواره از جرم مولکولی A یا B کمتر است.

(۳) نیروی جاذبه‌ی بین‌مولکولی در مایع A در مقایسه با دو مایع دیگر کمتر است.

(۴) دمای جوش نرمال مایع C در مقایسه با دو مایع دیگر بالاتر است.

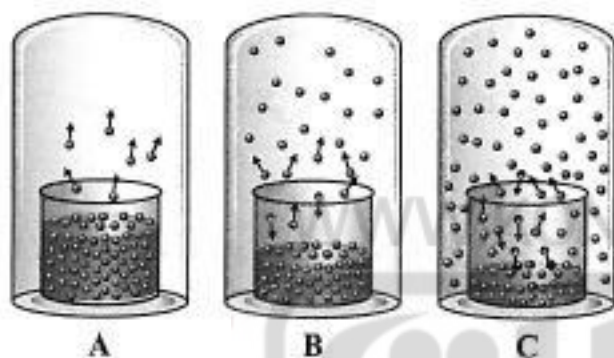
۳۱- کدام مطلب درست است؟

(۱) در مایونز، سرکه نقش عامل امولسیون‌کننده را دارد.

(۲) کلویدها مانند محلول‌ها، تنها به حالت مایع وجود دارند.

(۳) اندازه‌ی ذره‌های سوسپانسیون از اندازه‌ی ذره‌های کلویید کوچک‌تر است.

(۴) اگر مقداری از یک الکترولیت مناسب به یک کلویید افزوده شود، کلویید لخته می‌شود.



(سراسری تجربی فارغ کشور ۹۰)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## پاسخ‌های تشریحی آزمون بخش سوم

۱- (۱) بررسی نقطه‌ی A: در این نقطه، میزان ماده‌ی حل شده دقیقاً برابر میزان انحلال‌پذیری است، پس شاهد یک محلول سیرشده هستیم.

بررسی نقطه‌ی B: در این نقطه، میزان ماده‌ی حل شده بیش از میزان انحلال‌پذیری است و محلول، فراسیرشده می‌باشد.

بررسی نقطه‌ی C: در این نقطه، میزان ماده‌ی حل شده کم‌تر از میزان انحلال‌پذیری است و محلول، سیرنشده می‌باشد.

۲- (۲)

$$\text{مولاریت} = \frac{\text{مول حل شده}}{\text{حجم محلول به لیتر}} \rightarrow 1 = \frac{0.5}{\text{حجم محلول}} \rightarrow \text{حجم محلول} = 0.5 \text{ L} = 500 \text{ mL}$$

$$\text{مولالیت} = \frac{\text{مول حل شده}}{\text{جرم حلال به کیلوگرم}} \rightarrow 1 = \frac{0.5}{\text{جرم حلال}} \rightarrow \text{جرم حلال} = 0.5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

$$\text{جرم حل‌شونده} = 0.5 \text{ mol NaOH} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 20 \text{ g NaOH}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 500 + 20 = 520 \text{ g}$$

۳- (۱) روش اول: روابط استوکیومتری

ابتدا غلظت محلول سدیم هیدروکسید رقیق را به دست می‌آوریم:



$$\text{مولاریت محلول رقیق} = 1 \text{ L NaOH} \times \frac{10^3 \text{ mL NaOH}}{1 \text{ L NaOH}} \times \frac{80 \times 10^{-3} \text{ g CuSO}_4}{10^3 \text{ mL NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol CuSO}_4}{160 \text{ g CuSO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol CuSO}_4} = 0.1 \text{ mol NaOH}$$

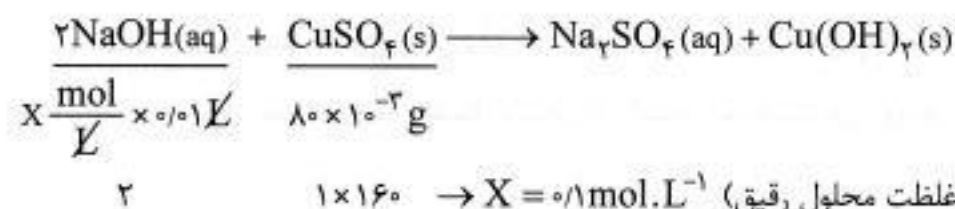
پس در هر لیتر محلول رقیق، مقدار ۰/۱ مول NaOH حل شده است و محلول رقیق ۰/۱ مولار می‌باشد.

$$\text{مولاریت محلول غلیظ} = 1 \text{ L (غلیظ)} \times \frac{50 \text{ mL (رقیق)}}{2 \text{ mL (غلیظ)}} \times \frac{0.1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L (رقیق)}} = 2.5 \text{ mol NaOH}$$

پس در هر لیتر محلول غلیظ مقدار ۲/۵ مول NaOH حل شده است و محلول غلیظ ۲/۵ مولار می‌باشد.

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز و رابطه‌ی  $M_1 V_1 = M_2 V_2$

ابتدا غلظت محلول سدیم هیدروکسید رقیق را به دست می‌آوریم:



اکنون غلظت محلول غلیظ سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} \rightarrow 0.1 \times 50 = M_{\text{غلیظ}} \times 2 \rightarrow M_{\text{غلیظ}} = 2.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

۴- (۲) هرچه آنتالپی تبخیر یک مایع بیشتر باشد، برای جوشیدن به گرمای بیشتری نیاز دارد و دمای جوش بالاتری دارد و هرچه آنتالپی تبخیر یک

مایع کم‌تر باشد، برای جوشیدن به گرمای کم‌تری نیاز دارد و دمای جوش پایین‌تری دارد.

۵- (۳) اگر در یک ظرف سر بسته که تا نیمه آب دارد، قطعه یخی بیندازیم، یک سامانه‌ی سه فازی شامل آب، یخ و هوا تشکیل می‌شود.

۶- (۲)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{محلول } 160 \text{ g} = \text{نمک } 60 \text{ g} + \text{آب } 100 \text{ g} = \text{جرم محلول در این دما} \rightarrow 60 \text{ g} = \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی مورد نظر در دمای } 60^\circ \text{C} \\ \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی مورد نظر در دمای } 28^\circ \text{C} = 40 \text{ g} \\ \text{تفاوت انحلال‌پذیری} = 20 \text{ g} \end{array} \right.$$



همان‌گونه که مشاهده می‌کنید تفاوت انحلال‌پذیری ماده‌ی مورد نظر در دماهای  $6^{\circ}\text{C}$  و  $28^{\circ}\text{C}$  برابر  $20$  گرم می‌باشد. پس اگر  $160\text{g}$  از محلول سیرشده‌ی ماده‌ی مورد نظر را از دمای  $6^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $28^{\circ}\text{C}$  سرد کنیم، مقدار  $20\text{g}$  از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور ته‌نشین می‌شود. حال اگر همین عمل را با  $20$  گرم محلول سیرشده انجام دهیم، می‌توان نوشت:

رسوب  $20\text{g} \sim$  محلول  $160\text{g}$

رسوب  $x \rightarrow x = 2/5\text{g}$

ابتدا جرم کل محلول را به دست می‌آوریم. (۳) -۷

$$1\text{mL} \times \frac{1.18\text{g}}{\text{mL}} = 1.18\text{g}$$

اکنون می‌توان درصد جرمی محلول را به دست آورد.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم کل محلول}} \times 100 = \frac{436/6 \times 10^{-3}\text{g}}{1.18\text{g}} \times 100 = 37\%$$

پرسی گزینه‌ها: (۱) -۸

**گزینه ۱:** تولوئن ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) یک هیدروکربن ناقطبی است و مانند نفتالن ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) در آب حل نمی‌شود.

**گزینه ۲:** در اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از سمت بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد. به همین دلیل اتانول در آب که مولکول‌هایی قطبی دارد، حل می‌شود. در حالی که در  $-1$  بوتانول بخش بیشتری از مولکول ناقطبی است، بنابراین انتظار می‌رود که در مقایسه با اتانول برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی از سمت بخش ناقطبی افزایش یافته باشد. به همین دلیل  $-1$  بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کم‌تری در آب حل می‌شود.

**گزینه ۳:** هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌های راست زنجیر افزوده شود، بخش ناقطبی الکل بزرگ‌تر شده و انحلال‌پذیری آن در آب کاسته می‌شود.

**گزینه ۴:** بر اساس این یافته‌ی تجربی که اتانول در آب حل می‌شود، می‌توان دانست که پیوند هیدروژنی مولکول آب با مولکول اتانول، از پیوند هیدروژنی بین دو مولکول آب یا بین دو مولکول اتانول قوی‌تر است.

پوش اول: روابط استوکیومتری (۳) -۹

ابتدا غلظت مولی سولفوریک اسید رقیق را پیدا می‌کنیم.



$$\text{غلظت مولی اسید رقیق} = \frac{1\text{mol H}_2\text{SO}_4}{1\text{mL H}_2\text{SO}_4} \times \frac{10^3\text{mL H}_2\text{SO}_4}{1\text{L H}_2\text{SO}_4} \times \frac{210\text{mg MgCO}_3}{10\text{mL H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1\text{g MgCO}_3}{10^3\text{mg MgCO}_3} \times \frac{1\text{mol MgCO}_3}{84\text{g MgCO}_3}$$

$$\times \frac{1\text{mol H}_2\text{SO}_4}{1\text{mol MgCO}_3} = 0.25\text{mol H}_2\text{SO}_4$$

در هر لیتر محلول رقیق  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مقدار  $0.25$  مول از آن وجود دارد. پس غلظت محلول رقیق  $0.25\text{mol.L}^{-1}$  است.

اکنون غلظت محلول غلیظ اولیه‌ی این اسید را به دست می‌آوریم.

$$\text{غلظت مولی اسید غلیظ} = \frac{1\text{L (غلیظ)}}{250\text{mL (رقیق)}} \times \frac{0.25\text{mol H}_2\text{SO}_4}{1\text{L (رقیق)}} = 12.5\text{mol H}_2\text{SO}_4$$

در هر لیتر محلول غلیظ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مقدار  $12.5$  مول از آن وجود دارد. پس غلظت محلول غلیظ  $12.5\text{mol.L}^{-1}$  است.

پوش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

ابتدا غلظت مولی سولفوریک اسید رقیق را پیدا می‌کنیم.



$$210 \times 10^{-3}\text{g} \quad X \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.1\text{L}$$

$$1 \times 84 \quad 1 \quad \longrightarrow X = 0.25\text{mol.L}^{-1}$$

اکنون می‌توان غلظت محلول غلیظ اولیه‌ی این اسید را به دست آورد.

$$M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} \longrightarrow M_{\text{غلیظ}} \times 5 = 0.25 \times 250 \longrightarrow M_{\text{غلیظ}} = 12.5\text{mol.L}^{-1}$$



$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \rightarrow 10315 = \frac{\text{گرم Na}^+}{10000 \text{g}} \times 10^6 \rightarrow \text{جرم Na}^+ = 0.10315 \text{g}$$

(۴) - ۱۰

اکنون باید مول یون سدیم موجود در این محلول را به دست آوریم.

$$0.10315 \text{g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mol Na}^+$$

سرعت تبخیر و فشار بخار در ظرف I بیشتر است، پس محلول ظرف I باید رقیق‌تر باشد.

(۲) - ۱۱

(۳) - ۱۲

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{محلول } 140 \text{g} = \text{نمک } 40 \text{g} + \text{آب } 100 \text{g} = \text{جرم محلول در این دما} \rightarrow 40 \text{g} = \text{انحلال‌پذیری } K_2Cr_2O_7 \text{ در دمای } 6^\circ \text{C} \\ - \text{ } 20 \text{g} = \text{انحلال‌پذیری } K_2Cr_2O_7 \text{ در دمای } 35^\circ \text{C} \end{array} \right.$$

تفاوت انحلال‌پذیری = 20g

تفاوت انحلال‌پذیری  $K_2Cr_2O_7$  در دماهای  $6^\circ \text{C}$  و  $35^\circ \text{C}$  برابر 20 گرم می‌باشد. پس اگر 140g از محلول سیرشده‌ی  $K_2Cr_2O_7$  را از دمای  $6^\circ \text{C}$  تا دمای  $35^\circ \text{C}$  سرد کنیم، مقدار 20g از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور رسوب می‌کند. حال اگر همین عمل را با 70 گرم محلول سیرشده انجام دهیم، می‌توان نوشت:

$$140 \text{g} \text{ محلول} \sim 20 \text{g} \text{ رسوب}$$

$$70 \text{g} \text{ محلول} \sim x \text{g} \text{ رسوب} \rightarrow x = 10 \text{g}$$

(۲) - ۱۳ روش اول: روابط استوکیومتری

ابتدا درصد جرمی محلول را به دست می‌آوریم. درصد جرمی، جرم ماده‌ی حل‌شونده را در 100 گرم محلول نشان می‌دهد.

$$? \text{g NaOH} = 100 \text{g محلول} \times \frac{\text{درصد جرمی محلول}}{100} \times \frac{\text{محلول } 1 \text{L}}{\text{محلول } 1.25 \text{L}} \times \frac{2.5 \text{ mol NaOH}}{1 \text{L محلول}} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 7.4 \text{ g NaOH}$$

پس در هر 100 گرم محلول، 7.4 گرم NaOH وجود دارد و بقیه‌ی آن یعنی 92.6 گرم آب است. اکنون مولالیت‌هی محلول را محاسبه می‌کنیم. مولالیت‌هی محلول، تعداد مول حل‌شونده‌ی موجود در یک کیلوگرم حلال (آب) است.

$$? \text{ mol NaOH} = 1 \text{ kg H}_2\text{O} \times \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} \times \frac{7.4 \text{ g NaOH}}{92.6 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 2 \text{ mol NaOH}$$

پس در یک کیلوگرم حلال (آب) مقدار 2 مول NaOH وجود دارد و محلول مورد نظر 2 مولال است.

$$C_M = \frac{10 \cdot a \cdot d}{M} \text{ (روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز و رابطه‌ی)}$$

ابتدا درصد جرمی محلول (a) را به دست می‌آوریم.

$$C_M = \frac{10 \cdot a \cdot d}{M} \rightarrow 2/5 = \frac{10 \cdot a \cdot 1.25}{40} \rightarrow a = 7.4\%$$

پس در هر 100 گرم محلول، 7.4 گرم NaOH وجود دارد و بقیه‌ی آن یعنی 92.6 گرم آب است. اکنون مولالیت‌هی محلول را محاسبه می‌کنیم. مولالیت‌هی محلول، تعداد مول‌های حل‌شونده‌ی موجود در یک کیلوگرم (1000 گرم) حلال (آب) را نشان می‌دهد.

$$92.6 \text{ g H}_2\text{O} \sim 7.4 \text{ g NaOH}$$

$$1000 \text{g H}_2\text{O} \sim x \text{g NaOH} \rightarrow x = 80 \text{g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 2 \text{ mol NaOH}$$

پس در یک کیلوگرم حلال (آب) مقدار 2 مول NaOH وجود دارد و محلول مورد نظر 2 مولال است.

(۴) - ۱۴ روش اول: روابط استوکیومتری



معادله‌ی تفکیک یونی  $\text{MgCl}_2$  به صورت روبه‌رو است:

بر اثر تفکیک هر مول  $\text{MgCl}_2$  مقدار 2 مول یون تولید می‌شود. پس می‌توان غلظت مولی محلول  $\text{MgCl}_2$  را به صورت زیر به دست آورد.

$$? \text{ mol MgCl}_2 = 1 \text{L محلول} \times \frac{1 \text{L یون}}{1 \text{L محلول}} \times \frac{1.2 \text{ mol یون}}{1 \text{L یون}} \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol یون}} = 0.6 \text{ mol MgCl}_2$$

مولالیت



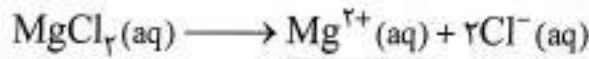
پس در هر لیتر محلول، مقدار  $0.4$  مول  $MgCl_2$  وجود دارد و محلول مورد نظر  $0.4$  مولار است. معادله‌ی واکنش محلول  $MgCl_2$  با محلول نقره نیترات به صورت زیر است:



$$? mL MgCl_2 = 5.74 \text{ g } AgCl \times \frac{1 \text{ mol } AgCl}{143.5 \text{ g } AgCl} \times \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{2 \text{ mol } AgCl} \times \frac{1 \text{ L } MgCl_2}{0.4 \text{ mol } MgCl_2} \times \frac{1000 \text{ mL } MgCl_2}{1 \text{ L } MgCl_2} = 50 \text{ mL } MgCl_2$$

روش دوم: تناسب‌های هم‌ارز

ابتدا غلظت مولی محلول  $MgCl_2$  را پیدا می‌کنیم.



$$X \frac{\text{mol}}{\text{L}} \qquad \qquad \qquad \frac{1}{2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$1 \qquad \qquad \qquad 1+2 \rightarrow x = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

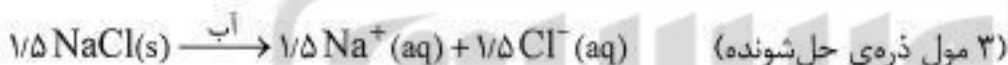
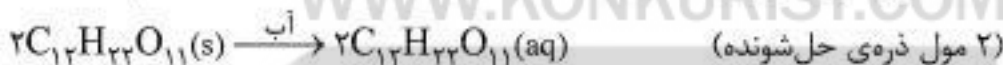
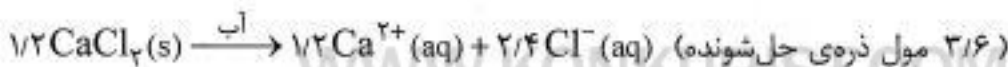
اکنون باید محاسبه کنیم، چند میلی‌لیتر محلول  $0.4 \text{ mol.L}^{-1}$  منیزیم کلرید با مقدار کافی نقره نیترات می‌تواند  $5.74$  گرم رسوب نقره کلرید تولید کند.



$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times X \text{ L} \qquad \qquad \qquad 5.74 \text{ g}$$

$$1 \qquad \qquad \qquad 2 \times 143.5 \rightarrow X = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

ابتدا باید تعداد ذره‌های حل‌شونده در هر یک از محلول‌ها را مقایسه کنیم: **۱۵- (۱)**



هر چه تعداد ذره‌های حل‌شونده بیشتر باشد، نقطه‌ی جوش بالاتر است. بنابراین:  $t_1 > t_3 > t_2$ .

**بررسی چهارگزینه‌ای:** **۱۶- (۴)**

**گزینه‌ی ۱:** شیب نمودار انحلال‌پذیری گاز هیدروژن از سایر گازها کم‌تر است. این نشان می‌دهد که افزایش فشار، کم‌ترین تأثیر را بر انحلال‌پذیری گاز هیدروژن دارد.

**گزینه‌های ۲ و ۳:** طبق قانون هنری، مقدار گازی که در دمای ثابت در مقدار معینی از حلال حل می‌شود، با فشار آن گاز در بالای محلول نسبت مستقیم دارد.

**گزینه‌ی ۴:** در فشار  $5 \text{ atm}$ ، مقدار  $0.3 \text{ g}$  گاز آرگون در  $100$  گرم آب حل می‌شود:

$$? \text{ mol Ar} = 0.3 \text{ g Ar} \times \frac{1 \text{ mol Ar}}{40 \text{ g Ar}} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mol Ar}$$

**روش اول: روابط استوکیومتری** **۱۷- (۱)**

مولاریته‌ی محلول، تعداد مول حل‌شونده‌ی موجود در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد. پس می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol } H_2SO_4 = 1 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1.25 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{49 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4} = 6.25 \text{ mol } H_2SO_4$$

بنابراین در هر لیتر محلول،  $6.25$  مول  $H_2SO_4$  حل شده است و مولاریته‌ی محلول برابر  $6.25$  می‌باشد.

**روش دوم: استفاده از رابطه‌ی**  $C_M = \frac{10 \times a \times d}{M}$

$$C_M = \frac{10 \times 49 \times 1.25}{98} = 6.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

بر اثر حل کردن یک ماده‌ی غیرفرار در یک مایع و با افزایش تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیرفرار، فشار بخار و دمای انجماد محلول کاهش و دمای جوش محلول افزایش می‌یابد. **۱۸- (۴)**

**بررسی گزینه‌های نادرست:**

**گزینه‌ی ۱:** تعداد ذره‌های محلول  $1/5$  مول  $MgCl_2$  برابر  $4/5 = 3 \times 1/5$  مول و تعداد ذره‌های محلول  $3$  مول  $C_6H_{12}O_6$  برابر  $3 \times 1 = 3$  مول است، بنابراین به دلیل بیشتر بودن تعداد ذره‌های منیزیم کلرید، نقطه‌ی جوش آن بالاتر است.



گزینه ۲: محلول ۲ مولال هیدروژن کلرید، محلولی است که در هر ۱۰۰۰ گرم حلال، ۲ مول  $HCl$  ( $2 \times 36.5g$ ) حل شده است، بنابراین جرم محلول، ۱۰۷۳ گرم خواهد بود:

$$?g HCl = 20g \text{ محلول} \times \frac{73g HCl}{1073g \text{ محلول}} = 136g HCl$$

گزینه ۳: خواص مقداری، خواصی از سامانه است که به مقدار ماده بستگی دارد.

ذره‌های کلویید به علت داشتن بارهای الکتریکی هم‌نام بر یک‌دیگر نیروی دافعه وارد می‌کنند و ته‌نشین نمی‌شوند. حال اگر یک الکترولیت مناسب به این مخلوط اضافه کنیم، ذره‌های کلویید هم‌دیگر را جذب می‌کنند و ته‌نشین می‌شوند که به این عمل لخته‌شدن می‌گویند.

(۳) - ۱۹

### بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: لسیتین موجود در زرده‌ی تخم‌مرغ در مایونز، نقش عامل امولسیون‌کننده را دارد.

گزینه ۲: مه نمونه‌ای از کلویید مایع در گاز است.

گزینه ۴: در پاک‌کننده‌های غیرصابونی به جای گروه کربوکسیلات ( $COO^-$ ) گروه سولفونات ( $SO_3^-$ ) شرکت دارد.

ابتدا تعداد مول‌های اتانول و مول‌های آب را به صورت جداگانه حساب می‌کنیم.

(۳) - ۲۰

$$?mol C_2H_5OH = 115mL C_2H_5OH \times \frac{0.8g}{1mL} \times \frac{1mol}{46g} = 0.2mol C_2H_5OH$$

$$?mol H_2O = 144g H_2O \times \frac{1mol}{18g} = 0.8mol H_2O$$

اکنون تعداد مول‌های اتانول را بر کل مول‌های مواد موجود در محلول تقسیم می‌کنیم و سپس عدد حاصل را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم.

$$\text{درصد مولی اتانول در کل محلول} = \frac{0.2}{(0.2+0.8)} \times 100 = 20\%$$

تعداد مول ذره‌های حل‌شونده‌ی موجود را مشخص می‌کنیم. برای ماده‌ای که این تعداد، بیش‌تر باشد، شروع نقطه‌ی جوش محلول نیز بیش‌تر خواهد بود. تعداد مول ذره‌های حل‌شونده از ضرب غلظت مولال در تعداد ذره‌های موجود در هر واحد فرمولی ماده‌ی حل‌شونده به دست می‌آید.

(۲) - ۲۱

پتاسیم نیترات ( $KNO_3$ )	گلوکوز ( $C_6H_{12}O_6$ )	سدیم سولفات ( $Na_2SO_4$ )	ماده‌ی حل‌شونده
۲	۲/۵	۱/۵	مولالیته‌ی محلول
۲	۱	۳	تعداد ذره‌ها در هر مول
۴	۲/۵	۴/۵	تعداد مول ذره‌های حل‌شونده
$t_1$	$t_2$	$t_3$	دما در آغاز جوشیدن ( $^{\circ}C$ )

$$t_3 > t_1 > t_2 \Leftarrow$$

صابون جامد، نمک سدیم اسیدچرب و صابون مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب است.

(۱) - ۲۲

### بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۲: گروه سولفونات،  $SO_3^-$  است؛  $SO_3^{2-}$  سولفیت نام دارد.

گزینه ۳: در امولسیون چربی در آب که به کمک صابون تشکیل می‌شود، سرقطبی مولکول‌های صابون به سمت بیرون قطره‌ی چربی است.

گزینه ۴: در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، چربی به زنجیر آلکیل، که بخش ناقطبی مولکول پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد، می‌چسبند.

ذره‌های یک کلویید، همگی بار الکتریکی یکسانی دارند ولی مقدار بار الکتریکی آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. پایداری کلوییدها (ته‌نشین نشدن فاز پخش‌شونده) را به وجود این بار الکتریکی نسبت می‌دهند که با توجه به هم‌نام بودن آن‌ها به یک‌دیگر نیروی دافعه وارد می‌کنند.

(۴) - ۲۳

(۲) - ۲۴

$$\text{مول حل‌شونده} = 12g CH_3COOH \times \frac{1mol CH_3COOH}{60g CH_3COOH} = 0.2mol CH_3COOH$$

$$\left(\frac{mol}{kg}\right) \text{ غلظت مولال} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow 2 = \frac{0.2mol}{\text{کیلوگرم حلال}} \rightarrow \text{جرم حلال} = 0.1kg = 100g$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 100g + 12g = 112g$$



(۳) - ۲۵

$$\text{جرم اتانول (حل شونده)} = 28.75 \text{ mL} \times \frac{0.8 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 23 \text{ g}$$

$$\text{جرم آب (حلال)} = 1.5 \text{ mol} \times \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 27 \text{ g}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم اتانول} + \text{جرم آب} = 23 \text{ g} + 27 \text{ g} = 50 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی اتانول} = \frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{23 \text{ g}}{50 \text{ g}} \times 100 = 46\%$$

(۱) - ۲۶ زنجیر هیدروکربنی مولکول صابون، ناقطبی و آب‌گریز است.

(۲) - ۲۷ بررسی چهار گزینه:

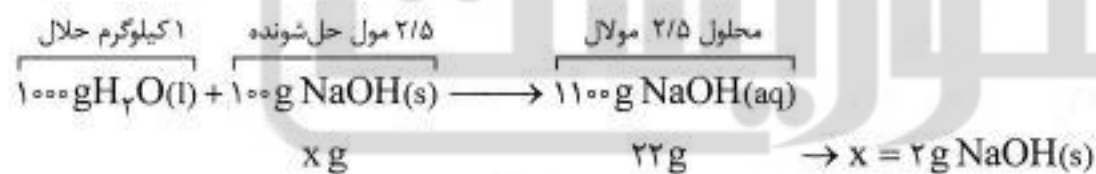
**گزینه ۱:** نمودارها به خوبی نشان می‌دهند که در یک دمای معین، مقایسه‌ی فشار بخار سه مایع به صورت  $P_A > P_B > P_C$  است.  
**گزینه ۲:** هرچه نقطه‌ی جوش یک مایع بیشتر باشد، فشار بخار آن کمتر است. بنابراین مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش سه مایع به صورت  $t_A < t_B < t_C$  است.

**گزینه ۳:** فشار بخار مایع C از دو مایع دیگر کمتر است. این موضوع نشان می‌دهد، نیروی بین‌مولکولی در مایع C نسبت به دو مایع دیگر بیشتر است. به طوری که مایع C سخت‌تر و با مصرف گرمای بیشتری بخار می‌شود. ولی الزاماً جرم مولکولی C در مقایسه با جرم‌های مولکولی A یا B بیشتر نیست.

**گزینه ۴:** فشار بخار مایع A از دو مایع دیگر بیشتر است. این موضوع نشان می‌دهد، نیروی بین‌مولکولی در مایع A نسبت به دو مایع دیگر کمتر است. به طوری که مایع A آسان‌تر و با صرف گرمای کمتری بخار می‌شود.

(۲) - ۲۸ محلول ۲/۵ مولال سدیم هیدروکسید، محلولی است که در هر ۱۰۰۰ گرم حلال (آب)، مقدار ۲/۵ مول حل‌شونده (سدیم هیدروکسید) حل شده است.

$$\text{جرم حل‌شونده} = 2.5 \text{ mol NaOH(s)} \times \frac{40 \text{ g NaOH(s)}}{1 \text{ mol NaOH(s)}} = 100 \text{ g NaOH(s)}$$



(۱) - ۲۹ اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و فاز واحدی را تشکیل می‌دهند. هگزان ناقطبی است و در آب حل نمی‌شود و فاز جداگانه‌ای را به وجود می‌آورد. از این رو مخلوط موردنظر ۲ فاز است و یک فصل مشترک دارد.

(۱) - ۳۰ بررسی چهار گزینه:

**گزینه ۱:** غلظت بخار در ظرف B بیشتر از ظرف A است و نشان می‌دهد، فشار بخار مایع B از فشار بخار مایع A بیشتر است.  
**گزینه ۲:** فشار بخار مایع C بیشتر از A و B است. این موضوع نشان می‌دهد، نیروی بین‌مولکولی در مایع C ضعیف‌تر است، به طوری که مایع C نسبت به دو مایع دیگر آسان‌تر و با صرف انرژی کمتری بخار می‌شود. جرم مولکولی A، B و C براساس این شکل قابل مقایسه نیست.

**گزینه ۳:** فشار بخار مایع A کم‌تر از B و C است. این موضوع نشان می‌دهد، نیروی بین‌مولکولی در مایع A قوی‌تر است، به طوری که مایع A نسبت به دو مایع دیگر سخت‌تر و با صرف انرژی بیشتری بخار می‌شود.

**گزینه ۴:** هرچه دمای جوش یک مایع کم‌تر باشد، فشار بخار آن بیشتر است. فشار بخار مایع C از دو مایع دیگر بیشتر است، پس دمای جوش مایع C در مقایسه با دو مایع دیگر پایین‌تر است.

(۴) - ۳۱ بررسی چهار گزینه:

**گزینه ۱:** در مایونز، لسیتین موجود در زرده‌ی تخم‌مرغ عامل امولسیون‌کننده است.  
**گزینه ۲:** کلوییدها مانند محلول‌ها به سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارند.  
**گزینه ۳:** اندازه‌ی ذره‌های سوسپانسیون از اندازه‌ی ذره‌های کلویید بزرگ‌تر است.  
**گزینه ۴:** با افزودن الکترولیت مناسب به یک کلویید، بار هم‌نام ذره‌های کلوییدی خنثی‌شده و ذره‌های کلویید به یک‌دیگر متصل شده و لخته می‌شوند.