

## در پی غذای سالم

## فصل ۲

● **فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ .** (سوره عبس، آیه ۲۴)

انسان باید به غذای خویش (و آفرینش آن) بنگرد

دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می دانند .

انرژی از راه های گوناگون با ماده ارتباط دارد؛ آن چنان که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می کند .

غذا همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است . بررسی ها نشان می دهد که نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده های غذایی می کردند؛ آن چنان که در طول روز اغلب در جست و جوی غذا و جمع آوری دانه های خوراکی بودند . آنها به تدریج یاد گرفتند که دانه ها را بکارند و فراورده ها را درو کنند . فرایندی که نخستین انقلاب در کشاورزی بود و باعث شد انسان ها حبوبات، غلات و ... را به مقدار زیادی تولید کنند

**سرانه مصرف ماده غذایی:** مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان می دهد.

سرانه مصرف (kg)		خوراکی
ایران	جهان	
۱۱۵	۲۵	نان
۳۷	۲۲	برنج
۱۲	۲۲	حبوبات
۱۰۰	۱۳۰	سبزیجات
۹۵	۱۴۵	میوه
۱۹	۳۷	گوشت قرمز
۹	۱۹	ماهی
۹	۲۴	تخم مرغ
۹۰	۳۰۰	شیر
۳۰	۵	شکر
۶	۳	نمک خوراکی
۱۹	۱۴	روغن

## خود را بیازمایید:

جدول روبه رو، سرانه مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می دهد.

با توجه به آن، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری های شایع در ایران است. مصرف بی رویه کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟

ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است.

چه پیشنهادهایی برای گنجاندن آنها در برنامه غذایی خانواده خود دارید؟

پ) شیر و فراورده های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به ویژه کلسیم است.

کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آنها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید

دارند. اگر شما یک مدیر تصمیم گیرنده در کشور باشید، چه راهکارهایی برای افزایش

مصرف آنها ارائه می کنید؟

ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و ... در برنامه غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی

هستند. بر اساس برنامه غذایی خانواده خود چه پیشنهادی برای افزایش مصرف آنها دارید

## نقش غذا در بدن چیست؟

۱- مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه ها، ارسال پیام های عصبی، جابه جایی یون ها و مولکول ها از دیواره هر یاخته را تأمین می کند.

۲- غذا همچنین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش های گوناگون بدن مانند سلول های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه ها، آنزیم ها و ... را فراهم می کند.

همه این فرایندها وابسته به انجام واکنش های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه ای دارند؛ واکنش هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می کنند. غذا به عنوان معجونی از مواد شیمیایی، محتوی ذره های گوناگون است. بخش عمده این اتم ها، مولکول ها و یون های موجود در بدن شما از غذایی که می خورید، تأمین می شود.

## یکی از راه های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آنهاست:

سوخت هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال هنگام سوختن انرژی آزاد میکنند و این انرژی برای گرم کردن خانه، پخت و پز و نیز به حرکت در آوردن خودروها مصرف می شود.

همچنین مواد غذایی مانند ماکارونی و گردو نیز هنگام سوختن، انرژی آزاد میکنند.

هر ماده غذایی انرژی دارد و میزان انرژی آن به جرم بستگی دارد که می سوزد، انرژی ای که می تواند باعث تغییر دما شود.

## دمای یک ماده از چه خبر می دهد؟

۱- دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد.

با اینکه ذره های سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی یکسان بوده و پیوسته در جنب و جوش هستند اما میزان جنبش ذره ها متفاوت از یکدیگر است، به طوری که جنبش های نامنظم ذره ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است. همچنین هر چه دما بالاتر باشد، جنبش های نامنظم ذره های آن شدیدتر است.

برای نمونه این جنبش ها در آب گرم شدیدتر از آب سرد است.

۲- دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن است.

هر چه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی (سرعت) و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن بیشتر است.

**انرژی گرمایی:** مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده ی یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی است.

انرژی گرمایی یک نمونه ماده، کمیتی است که هم به دما و هم به جرم ماده بستگی دارد. انرژی گرمایی با دما رابطه مستقیم و با جرم ماده رابطه عکس دارد.

**تذکر:** ارزش دمایی « $1^{\circ}\text{C}$ » برابر با « $1\text{ K}$ » است؛ از این رو، در فرایندهایی که دما تغییر می کند،  $\Delta\theta = \Delta T$  خواهد بود.

یکای رایج دما، درجه سلسیوس  $^{\circ}\text{C}$  در حالی که یکای دما در SI، کلوین K است

نماد دما برحسب سلسیوس،  $\theta$  و نماد دما برحسب کلوین، T است.

با هم بیندیشیم:

شکل زیر دو نمونه از هوای صاف شهر شما را با جرم یکسان نشان می دهد. با توجه به آن در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت را کامل کنید.



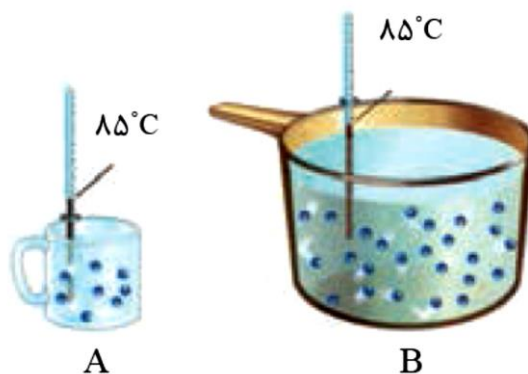
آ) شکل A، نمونه ای از هوا را در  $\frac{\text{طهر}}{\text{شب}}$  نشان می دهد.

ب) شکل B، نمونه ای از هوا را در یک روز  $\frac{\text{تابستانی}}{\text{زمستانی}}$  نشان می دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن

باشد، انرژی گرمایی  $\frac{A}{B}$  بیشتر بوده زیرا  $\frac{\text{شمار مولکول های آن}}{\text{دمای}}$  بیشتر است.

۲- با توجه به شکل های زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) میانگین تندی مولکول های آب را در دو ظرف مقایسه کنید.

ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

• بوی غذای گرم آسان تر و سریع تر از غذای سرد به مشام می رسد. چرا؟

تجربه تفاوت دما و گرما تهیه غذای آب پز:

در نظر بگیرید که دو ظرف فلزی یکسان در دمای اتاق یکی محتوی ۲۰۰ گرم آب برسانید و دیگری محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون است. اگر با گرما دادن، دمای هر یک را به و هم زمان محتویات تخم مرغی را به آرامی به هر یک بیفزایید با پدیده جالبی روبه رو خواهید شد.

ظرفیت گرمایی: هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس است.

ظرفیت گرمایی ویژه (C): مقدار گرمایی است که برای افزایش دمای ..... ماده به اندازه ..... است.

رابطه میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده:  $\frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده}}{\text{تغییر دما} \times \text{جرم جسم}} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم جسم}}$  = ظرفیت گرمایی ویژه

$$q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

یکای ظرفیت گرمایی ویژه = .....

ظرفیت گرمایی یک ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، افزون بر نوع ماده به مقدار آن نیز بستگی دارد. در حالی که گرمای ویژه در این شرایط، تنها به نوع ماده وابسته است.

مقایسه ظرفیت گرمایی آب و روغن زیتون:

اگر به جرم یکسانی از آب و روغن زیتون گرما بدهیم دمای آب..... تر افزایش می یابد این نشان می دهد ظرفیت گرمایی آب نسبت به روغن ..... تر است.

گرمای ویژه برخی مواد خالص را در دما و فشار اتاق

گرمای ویژه ( $Jg^{-1}K^{-1}$ )	ماده	گرمای ویژه ( $Jg^{-1}K^{-1}$ )	ماده
۰/۹۰۰	آلومینیم	۴/۱۸۴	آب
۰/۲۳۶	نقره	۰/۸۵۰	سدیم کلرید
۰/۱۲۸	طلا	۲/۴۳۰	اتانول
۰/۹۲۰	اکسیژن	۰/۸۴۰	کربن دی اکسید

### با هم بیندیشیم

با توجه به شکل های داده شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.



$200\text{ g}$  روغن زیتون ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $\xrightarrow{19700\text{ J}}$   $200\text{ g}$  روغن زیتون ( $75^{\circ}\text{C}$ )

$200\text{ g}$  آب ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $\xrightarrow{41800\text{ J}}$   $200\text{ g}$  آب ( $75^{\circ}\text{C}$ )

۱) توضیح دهید چرا تخم مرغ در آب می پزد اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی کند؟

### خود را بیازمایید

۱- یک استکان چای با دمای  $90^{\circ}\text{C}$  درون اتاقی با دمای  $25^{\circ}\text{C}$  قرار دارد. با گذشت زمان، دما و انرژی گرمایی آن چه تغییری می کند؟ چرا؟

۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

گرمای ویژه  $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$  است که به دلیل تفاوت در  $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$  می تواند هم ارز با آن مقدار دانست که به دلیل تفاوت در  $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$  جاری می شود.

۳- تکوانان متکوانان زیتون از اجزای مهمی است که در دما  $60^{\circ}\text{C}$  قرار دارد.

**نکته:** هنگامی که به جرم های برابر از دو ماده ی متفاوت در فشار ثابت، گرمای یکسانی داده می شود، ماده ای که ظرفیت گرمایی ویژه ی بیشتری دارد، تغییر دمای کمتری خواهد داشت؛ به دیگر سخن ماده ای که ظرفیت گرمایی کمتری دارد با گرم کردن سریع تر داغ شده و دمایش بیشتر افزایش می یابد

**ریاضی ۸۷:** اگر ظرفیت گرمایی  $A, B, C, D$  بر حسب  $\frac{J}{g \cdot ^\circ C}$  به ترتیب از راست به چپ برابر  $\frac{1}{9}$  و  $\frac{2}{4}$  و  $\frac{5}{0}$  و  $\frac{4}{2}$  باشد و به جرم یکسانی از آنها مقدار مساوی گرما دهیم، ترتیب افزایش دمای آنها کدام است؟

$$D < B < C < A \quad (۴) \quad C < A < D < B \quad (۳) \quad B < D < A < C \quad (۲) \quad A < C < B < D \quad (۱)$$

**نکته:** اگر جرم دو ماده را نداشته باشیم فقط با دانستن ظرفیت گرمایی (نه ظرفیت گرمایی ویژه) آن ها می توان به افزایش دمای آن ها پی برد.

**تست:** اگر به دو ماده آلومینیم و آهن به مقدار مساوی گرما دهیم افزایش دمای ماده ای کم تر است که ظرفیت ..... دارد.  
(۱) گرمایی ویژه کم تر (۲) گرمایی بیشتر (۳) گرمایی کم تر (۴) گرمایی ویژه بیش تر

### تمرین های دوره ای

۱- هر یک از سامانه ها در شکل زیر محتوی یک نمونه گاز نجیب در دمای اتاق است. با توجه به آن به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



**تست:**

با توجه به شکل زیر اگر دمای دو ظرف یکسان باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (در هر دو ظرف یک ماده وجود دارد.)



(۱) ظرفیت گرمایی دو ظرف یکسان است.

(۲) میانگین سرعت حرکت مولکول‌ها در ظرف ۲ بیش‌تر از ظرف ۱ است.

(۳) برای افزایش دمای دو ظرف به یک اندازه، ظرف شماره ۲ به انرژی بیش‌تری نیاز دارد.

(۴) اندازه‌ی انرژی درونی دو ظرف یکسان است.

**تست:** به ۲۲۰ گرم آهن ۱۷۶۰ ژول گرما می‌دهیم تا دمای آن از  $25^{\circ}\text{C}$  به  $45^{\circ}\text{C}$  برسد ظرفیت یابد ظرفیت گرمایی ویژه کدام

است (۱)؟ ۰/۴

(۲) ۰/۴

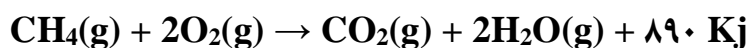
(۳) ۰/۶

(۴) ۰/۵

**تست:** با توجه به واکنش زیر بر اثر جذب گرما ی سوختن ۰/۵ مول گاز متان یک کیلوگرم از کدام ماده کم‌ترین تغییر دما را

خواهد داشت و دمای آن به تقریب چند درجه ی سلسیوس بالاتر می‌رود؟

(۱) آب-۱۰۶ (۲) هلیوم-۸۵/۶ (۳) آهن-۴۰ (۴) آمونیاک-۵۵/۶

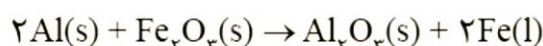


آهن	آمونیاک	هلیوم	آب	ماده
۰/۴۵	۲/۰	۵/۲	۴/۲	ظرفیت گرمایی ویژه ( $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ )

**المپیاد مرحله دوم ۹۳:** وقتی ۱۰۰ گرم نقره با دمای  $40^\circ\text{C}$  را در ۶۰ گرم آب با دمای  $10^\circ\text{C}$  قرار می دهیم، دمای تعادل برابر با  $12/6^\circ\text{C}$  می شود. ظرفیت گرمایی ویژه نقره بر حسب  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$  کدام است؟ (از اتلاف هر گونه گرما صرف نظر می شود. ظرفیت گرمایی ویژه آب برابر با  $4/2 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$  است)

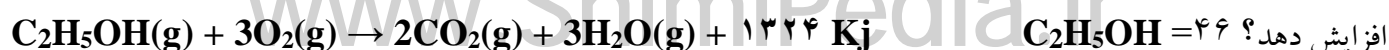
۰/۲۳۸(۱)      ۰/۱۱۹(۲)      ۰/۰۸۸(۳)      ۰/۰۵۶۹(۴)

**تمرین دوره ای:** ۵- از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت،  $15/24 \text{ kJ}$  گرما آزاد می شود.



آ) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجه سلسیوس افزایش می دهد؟  
ب)  $\Delta H$  واکنش ترمیت را حساب کنید.

**تست:** با توجه به واکنش زیر گرمای حاصل از سوختن  $9/2$  گرم اتانول می تواند دمای  $2 \text{ Kg}$  آب را تقریباً چند درجه سلسیوس



ریاضی ۹۴:  $\Delta H$  واکنش حل شدن کلسیم کلرید ( $M = 111 \text{ g.mol}^{-1}$ ) در آب، برابر  $-35 \text{ kJ.mol}^{-1}$  است. برای گرم کردن  $25^\circ$  گرم آب از دمای  $25^\circ\text{C}$  تا دمای  $45^\circ\text{C}$  چند گرم از آن باید در آب حل شود؟  
 ( $c_{\text{آب}} = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ ، از گرمای جذب شده به وسیله کلسیم کلرید صرف نظر شود.)

۴۴/۴ (۱)      ۶۶/۶ (۲)      ۸۳/۲۵ (۳)      ۱۴۹/۸۵ (۴)

گاج ۹۳:

با توجه به واکنش  $2\text{H}_2\text{S(g)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{SO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$ ،  $\Delta H = -1071 \text{ kJ}$ ، گرمای آزاد شده از سوختن چند گرم هیدروژن سولفید، می تواند دمای  $20^\circ$  گرم آب را از  $28^\circ\text{C}$  به  $43^\circ\text{C}$  برساند؟ ( $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ ،  $S = 32 \text{ g.mol}^{-1}$ ،  $H = 1$ )

۰/۱۲ (۲)

۰/۱۶ (۱)

۰/۰۴ (۴)

۰/۰۸ (۳)

تست: ۰/۲ مول نمک را در  $200 \text{ ml}$  آب در یک گرماسنج لیوانی حل کرده ایم اگر دمای آب  $10^\circ\text{C}$  افزایش یابد و  $20\%$  گرمای ناشی از انحلال هدر رود گرمای انحلال یک مول نمک چند کیلوژول بر مول است؟

( $c(\text{H}_2\text{O}) = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ ،  $d(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g.mL}^{-1}$ )

۲۵/۵ (۴)

۵۲/۵ (۳)

۴۲ (۲)

۳۲ (۱)



## ریاضی خارج ۹۴:

۲/۵ لیتر آب ( $d = 1 \text{ kg.L}^{-1}$ ) و ۲ لیتر اتیلن گلیکول ( $d = 1/1 \text{ kg.L}^{-1}$ ) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو به کار رفته است. مقدار گرمای جذب شده برای افزایش دمای این محلول به اندازه  $10^\circ\text{C}$ ، چند کیلوژول است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آب و اتیلن گلیکول به ترتیب برابر  $4/2$  و  $2/4$  ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است و ظرفیت گرمایی مواد در محلول تغییر نکرده است.)

۱۵۷/۸ (۴)

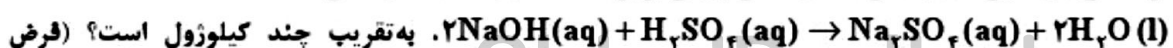
۱۵۳ (۳)

۱۵/۸ (۲)

۱۵/۳ (۱)

ریاضی ۹۵: اگر  $50 \text{ mL}$  محلول  $0.6 \text{ Molar NaOH}$  با  $150 \text{ mL}$  محلول  $0.1 \text{ Molar H}_2\text{SO}_4$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  درون یک

گرماسنج در همین دما واکنش دهد و دمای پایانی برابر  $30^\circ\text{C}$  باشد.  $\Delta H$  واکنش:



کنید همه گرمای واکنش، صرف بالا رفتن دمای آب شده است.  $c_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  و چگالی همه محلول‌ها،

حدود  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر گرفته شود.)

-۲۸۰ (۴)

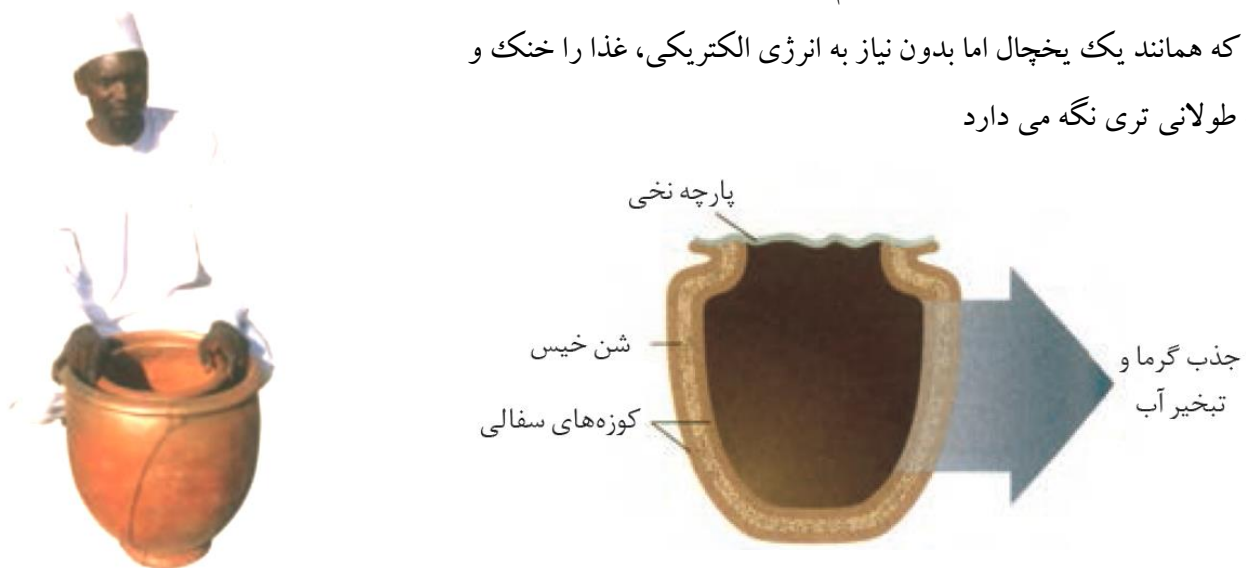
+۲۸۰ (۳)

-۱۴۰ (۲)

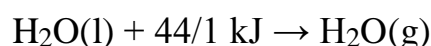
+۱۴۰ (۱)

### یخچال صحرائی :

بسیاری از مردم مسلمان کشور نیجریه واقع در قاره آفریقا، در مناطق شمالی آن که خشک، بیابانی، بادخیز و محروم است، زندگی می کنند. مناطقی که تهیه غذا در آنها دشوار اما نگهداری آن دشوارتر است. محمد باه آبا، معلم مسلمان نیجریایی با طراحی و ساخت دستگاهی ساده و ارزان به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی تری نگه می دارد



مطابق شکل، او برای ساخت این دستگاه، دو ظرف سفالی (ساخته شده از خاک رس) را درون یکدیگر قرار داد و فضای میان آنها را با شن خیس پر کرد. درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می دهد. آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می شود، معادله انجام این فرایند به صورت زیر است :



این معادله نشان می دهد که برای تبخیر یک مول آب به ۴۴/۱ کیلوژول گرما نیاز است. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می کند؛ شرایطی که برای سالم نگهداشتن غذا به مدت طولانی

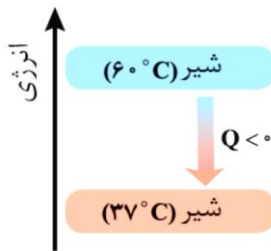
تر مناسب است. این دستگاه ساده و ارزان به سرعت در مقیاس صنعتی تولید و فراگیر شد. شرکت رولکس کشور سوئیس به پاس خدمت بشردوستانه این معلم مبتکر هر دو سال یک بار، دو قطعه از تولیدات قیمتی خود را به ایشان اهدا می کند

### جاری شدن انرژی گرمایی :

**سامانه :** بخشی از جهان است که برای مطالعه تغییر انرژی انتخاب می شود .

**محیط :** هر چیزی که پیرامون یک سامانه ( سیستم ) وجود دارد .

اگر دمای سامانه از دمای محیط بالاتر باشد ، انرژی گرمایی از ..... به ..... جاری می شود. تا سامانه و محیط هم دما شوند.



اگر دمای سامانه از دمای محیط پایین تر باشد ، انرژی گرمایی از ..... به ..... جاری می شود. تا سامانه و محیط هم دما شوند.

### گرما در واکنش های شیمیایی ( گرماشیمی ) :

واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد اما یک ویژگی بنیادی در همه آنها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است .

هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد

**واکنش گرماگیر:** واکنش هایی که برای انجام شدن باید گرما جذب کنند

**واکنش گرماده :** واکنش هایی که برای انجام شدن باید گرما از دست بدهند.

**واکنش های شیمیایی بسیاری که روزانه در اطراف ما انجام می شوند :**

( الف ) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها را در بدن تأمین می کنند.

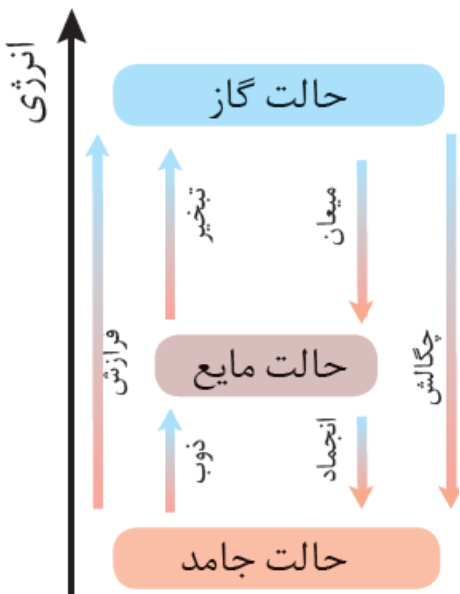
( ب ) سوختن سوخت ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط های گوناگون را فراهم می کنند.

( پ ) زغال کک، واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

### واکنش اکسایش گلوکز:

۱- جالب اینکه با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی نمی کند، زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فرآورده پس از پایان در واقع واکنش در دمای ثابت انجام می شود،

۲- با وجود دادوستد گرما میان سامانه واکنش و محیط پیرامون، دما ثابت می ماند.  $\Delta\theta = 0$



پژوهش ها نشان می دهد که این مقدار گرمای آزاد شده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره ها) در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست!!! زیرا در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد.

شیمی دان ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان **انرژی پتانسیل** مواد واکنش دهنده و فراورده می دانند.

### انرژی پتانسیل (انرژی شیمیایی)

- ۱- در برخی منابع از **انرژی پتانسیل** موجود در یک نمونه ماده، با نام **انرژی شیمیایی** یاد می شود.
- ۲- انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته شده در آن است، انرژی ای که ناشی از نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده آن است.
- ۳- با انجام یک واکنش شیمیایی شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر تغییر کرده ، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می شود.
- ۴- تفاوت انرژی پتانسیل در واکنش ها به شکل گرما ظاهر می شود.

### عوامل موثر بر گرمای واکنش :

گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار مواد واکنش دهنده، نوع فراورده و حالت فیزیکی مواد شرکت کننده بستگی دارد.

### آنتالپی:

ذره های سازنده هر نمونه ماده افزون بر جنبش های نامنظم، با یکدیگر برهم کنش نیز دارند. در واقع، ذره های سازنده یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند.

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کل یک سامانه ای را هم ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می دانند.

آنتالپی، همان محتوای انرژی است. نماد آنتالپی H است در حالیکه نماد تغییر آنتالپی  $\Delta H$  نشان می دهند.

برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود.

شیمی دان ها تغییر آنتالپی هرواکنش را هم ارز با گرمایی می دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون دادوستد میکند و آن را  $Q_p$  یا  $\Delta H$  نشان می دهند. که با رابطه زیر بیان می شود:

$$Q_p = H(\text{مواد واکنش دهنده}) - H(\text{مواد فراورده}) = \Delta H(\text{واکنش})$$

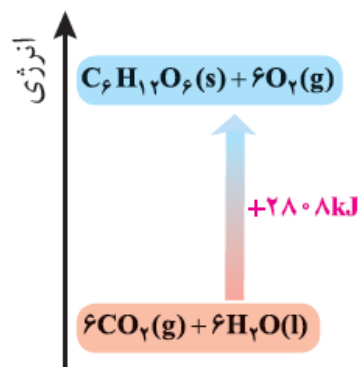
مقدار عددی  $\Delta H$  یک فرایند بزرگی آن را نشان می دهد، درحالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان دهنده گرماگیر و گرماده بودن آن است.

**ترموشیمی (گرماشیمی) :** شاخه ای از علم شیمی که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می پردازد.

### تغییر آنتالپی واکنش گرماگیر :

هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد. بدیهی است که با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی محتوای انرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل می شوند در واکنش های گرماگیر. .... فرآورده ها ..... از واکنش دهنده ها است.

### واکنش فوتوستنز:



۱- فرآورده واکنش فوتوستنز ..... و ..... است.

۲- واکنش فوتوستنز گرما..... است. یعنی محتوای انرژی فرآورده ها.....

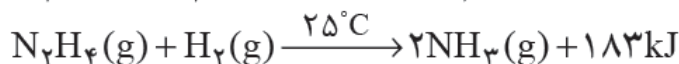
از واکنش دهنده ها است.

نمودار ۵- آنتالپی واکنش در فوتوستنز

**تست:** در فرایند فوتوستنز به ازای تشکیل ۳ گرم گلوکز چند میلی لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد لازم است؟

## با هم بیندیشیم

۱- با توجه به واکنش های زیر پاسخ دهید:



(آ) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید.

(ب) در کدام واکنش، مواد واکنش دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

۲- گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فرآورده واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن دی اکسید است.



(آ) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

(ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

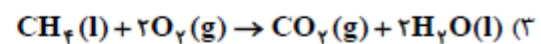
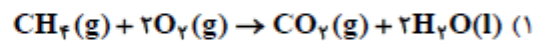
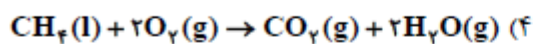
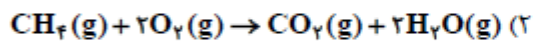
۳- با توجه به واکنش  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 484kJ$ ، پیش‌بینی کنید گرمای واکنش  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$  کدام است ( $+422kJ$ ،  $-422kJ$ ،  $+572kJ$ ،  $-572kJ$ )؟ چرا؟

## خود را بیازمایید

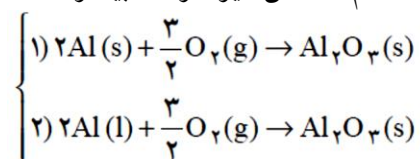
۱- نماد Q را در هر معادله وارد کرده سپس علامت « $\Delta H$ » را در هر مورد مشخص کنید.



تست : - در کدام واکنش گرمای بیش‌تری آزاد می‌شود؟

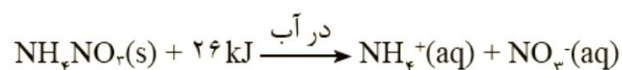


پرسش : در کدام واکنش زیر گرمای بیشتری آزاد می‌شود؟ چرا؟



### تمرین دوره ای :

۲- اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنند که به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

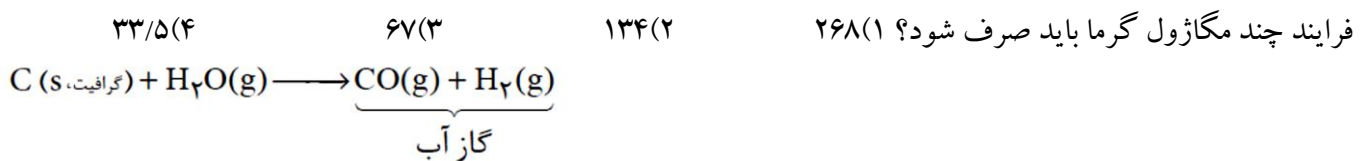


۳- چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت های جانور را نیز تأمین می کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است:



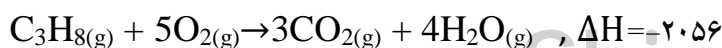
حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می شود؟

**تجربی خارج ۹۴:** اگر  $\Delta H$  واکنش تهیه گاز آب در صنعت، برابر  $134 \text{ KJ} +$  باشد. برای تهیه یک کیلوگرم هیدروژن در این



**ریاضی ۸۸:** با توجه به واکنش زیر اگر مخلوطی از گازهای پروپان و اکسیژن به حجم  $26/88$  لیتر در شرایط STP با هم به

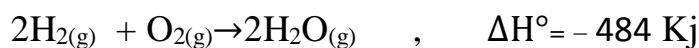
طور کامل واکنش دهند (چیزی از آنها باقی نماند)، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟





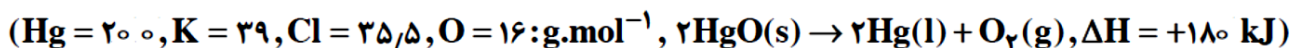
ریاضی ۹۱: با توجه به واکنش زیر هر گاه مخلوطی از گازهای هیدروژن و اکسیژن به حجم ۷/۵ لیتر در شرایط استاندارد، بر اثر جرقه به طور کامل با هم واکنش دهند، حدود چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

۳۸(۱)      ۴۶(۲)      ۵۴(۳)      ۶۵(۴)



ریاضی خارج ۹۳:

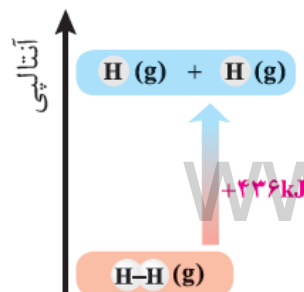
اگر آنتالپی واکنش تجزیه پتاسیم کلرات برابر  $90 \text{ kJ}$  باشد، با گرمای آزاد شده از تجزیه  $49 \text{ g}$  از این ماده، چند گرم جیوه از تجزیه جیوه (II) اکسید به دست می آید؟



(۱) ۲۰      (۲) ۴۰      (۳) ۶۰      (۴) ۸۰

آنتالپی پیوند و میانگین آن:

مقدار گرمای لازم برای شکستن یک ..... پیوند ..... و تبدیل آن به اتم،  $\text{H}_2(\text{g}) + 436 \text{ kJ} \rightarrow 2\text{H}(\text{g})$



شکستن پیوند گرماگیر است. پس علامت آنتالپی پیوند مثبت است.

جدول ۲- آنتالپی برخی پیوندها

آنتالپی (kJ mol <sup>-1</sup> )	پیوند
۲۴۲	Cl-Cl
۱۹۳	Br-Br
۱۵۱	I-I
۵۶۷	H-F
۴۳۱	H-Cl
۴۹۵	O=O
۹۴۵	N≡N

**نکته :** آنتالپی پیوند با طول پیوند رابطه عکس دارد.

در مولکولهای دو اتمی هر چه شعاع اتمی بزرگ تر شود طول پیوند بزرگ تر شده

و انرژی پیوند کم تر می شود.

**نکته :** هر چه مرتبه پیوند بیشتر باشد آنتالپی پیوند بیش تر است.

شیمی دان ها چگونه آنتالپی پیوند را برای مولکول های چند اتمی

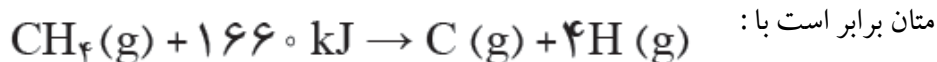
مانند H<sub>2</sub>O، NH<sub>3</sub> و CH<sub>4</sub> تعیین و گزارش می کنند؟

در مولکول های چند اتمی، اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوند های اشتراکی متصل است. یافته های تجربی نشان می

دهد که با اینکه پیوند های مشابه دارند اما آنتالپی هریک از پیوند ها متفاوت است به همین دلیل برای چنین مولکول هایی به کار

بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب تر است. برای نمونه میانگین آنتالپی پیوند C-H در مولکول

میانگین آنتالپی (kJ mol <sup>-1</sup> )	پیوند
۳۸۰	C-O
۳۹۱	N-H
۴۶۳	O-H
۳۴۸	C-C
۶۱۴	C=C
۸۳۹	C≡C
۷۹۹	C=O

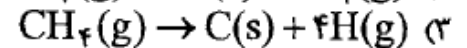
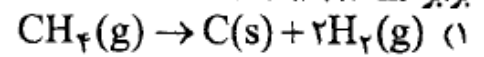
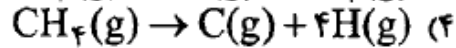
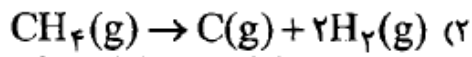


ریاضی ۹۶ : میانگین آنتالپی پیوند بین دو اتم داده شده در کدام گونه، در مقایسه با گونه های دیگر پیشنهاد شده، بیشتر است؟

(۱) C و C در استیلن (۲) O و O در O<sub>۲</sub> (۳) N و N در N<sub>۲</sub> (۴) C و C در سیکلوهگزان

ریاضی ۸۷:

اگر میانگین آنتالپی پیوند C - H در مولکول متان، برابر  $412 \text{ kJmol}^{-1}$  در نظر گرفته شود،  $\Delta H$  کدام واکنش برابر  $1648 \text{ kJ}$  + است؟



**تست:** اگر گرمای لازم برای شکستن همه پیوند های موجود در ۴ گرم گاز آمونیاک و تبدیل آن به اتم های گازی جدا از هم ۲۷۴ کیلوژول باشد متوسط آنتالپی پیوند  $N-H$  چند کیلوژول است؟

### خود را بیازمایید

با استفاده از داده های جدول ۳، آنتالپی هریک از واکنش های زیر را پیش بینی کنید.



**گروه عاملی:** آرایش منظمی از اتم هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی می بخشد.

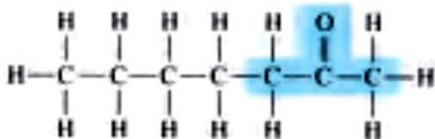
ادویه ها نقش جالبی در تمدن و تاریخ ملت ها دارند به طوری که بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی در هر جای جهان، اغلب به دلیل افزودن ادویه های ویژه ای به آنها است. این مواد افزون بر رنگ، بو و مزه خوشایندی که به غذا می دهند، مصرف دارویی نیز دارند آن چنان که امروزه این مواد برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن به کار می روند.

یافته های تجربی نشان می دهند که چنین خواصی در ادویه ها به طور عمده وابسته به وجود آرایش ویژه ای از اتم ها به نام گروه عاملی است که نقش تعیین کننده ای در خواص آنها دارد.

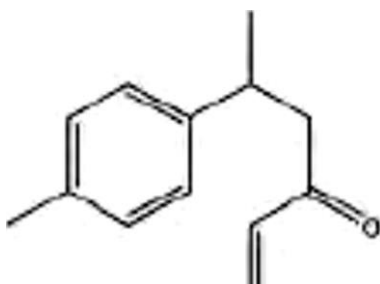
### گروه عاملی کربونیل :

آرایش اتم های کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه (  $C=O$  ) نشانه وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است، گروهی که به آلدهیدها و کتون ها خواص ویژه ای می بخشد.

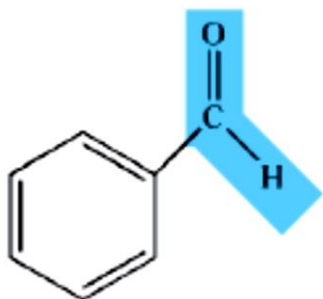
**۲ هپتانون** یک ترکیب آلی اکسیژن دار است که دارای گروه کربونیل است و از دسته کتون هاست. و در میخک وجود دارد.



ترکیب با گروه **کتونی** در زردچوبه :



بنزآلدهید یک ترکیب آلی اکسیژن دار است که دارای گروه کربونیل است و از دسته آلدهیدهاست. و در بادام وجود دارد.



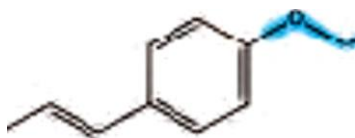
### گروه عاملی هیدروکسیل (O-H) :

طعم و بوی گشنیز به علت وجود گروه عاملی هیدروکسیل می باشد



### گروه اتری (-O-) :

طعم و بوی رازیانه به علت وجود گروه عاملی اتری می باشد



**ایزومر (همپار) :** موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند ، ایزومری (همپار) می گویند.

**نکته :** ایزومرها در خواص شیمیایی یکسان اما در خواص فیزیکی متفاوتند.

**با توجه به ترکیبات زیر می توان دریافت :**



۱- در ترکیب سمت راست گروه عاملی..... و در ترکیب سمت چپ گروه عاملی..... وجود دارد.

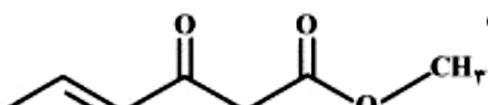
۲- این دو ترکیب با هم ایزومر (هم پار) هستند. چون فرمول مولکولی..... اما فرمول

ساختاری..... دارند.

۳- خواص فیزیکی این دو ترکیب..... اما خواص شیمیایی آنها..... است.

### تجربی ۹۵ :

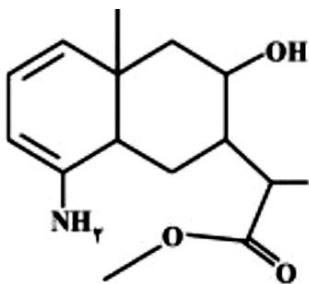
در مولکول ترکیبی با ساختار روبه‌رو، کدام گروه‌های عاملی، وجود دارند؟



(۱) استری، آلدهیدی، فنولی

تجربی ۹۶:

- کدام موارد از مطالب زیر، درباره ترکیبی با ساختار روبه‌رو، درست است؟  
 (آ) فرمول مولکولی آن،  $C_{15}H_{24}O_3N$  است.  
 (ب) ۵ اتم در آن، هر یک دارای سه قلمرو الکترونی‌اند.  
 (پ) دارای گروه‌های عاملی آمینی، استری و الکی است.  
 (ت) در لایه ظرفیت اتم‌های آن، ۱۴ الکترون ناپیوندی وجود دارد.



(۴) ب، پ، ت

(۳) آ، پ، ت

(۲) پ، ت

(۱) آ، پ

**آنتالپی سوختن:** آنتالپی سوختن یک ماده را هم ارز با آنتالپی واکنشی می‌دانند که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد.

غذا شامل موادی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی است.

کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند.

در این میان تنها کربوهیدرات‌ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند (گلوکز، قندخون است) و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند؛ این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند.

**مقایسه ارزش سوختی کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها و چربی‌ها**

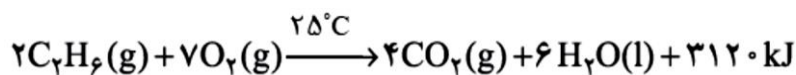
پروتئین	چربی	کربوهیدرات	ماده غذایی
۱۷	۳۸	۱۷	ارزش سوختی ( $\text{kJg}^{-1}$ )

چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات ها و پروتئین ها نیز دارد. به دیگر سخن انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از ۱ g کربوهیدرات و پروتئین است

بررسی جدول مقایسه آنتالپی سوختن برخی ترکیبات آلی در  $25^{\circ}\text{C}$

ماده آلی	آنتالپی سوختن ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	ماده آلی	آنتالپی سوختن ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
$\text{CH}_4(\text{g})$	-۸۹۰	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-۱۳۰۰
$\text{C}_7\text{H}_6(\text{g})$	-۱۵۶۰	$\text{C}_7\text{H}_8(\text{g})$	-۱۹۳۸
$\text{C}_7\text{H}_8(\text{g})$	-۱۴۱۰	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-۷۲۶
$\text{C}_7\text{H}_6(\text{g})$	-۲۰۵۸	$\text{C}_7\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-۱۳۶۸

۱- یکی از فراورده های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق،  $\text{H}_2\text{O}$  است که حالت ..... دارد.



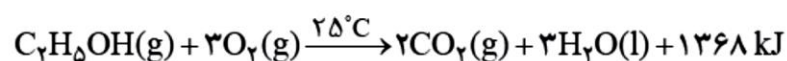
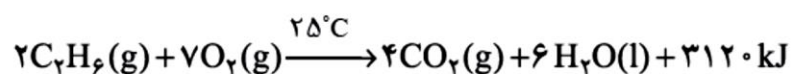
۲- در هیدروکربن ها با افزایش جرم مولی (افزایش تعداد اتم های کربن و هیدروژن) آنتالپی سوختن ..... می یابد.

۳- آنتالپی سوختن الکلها نسبت به آلکان های هم کربن ..... تر است. آنتالپی سوختن متانول ( )  
متان است. آنتالپی سوختن اتانول ( )  
..... تر از اتان است.

## خود را بیازمایید

۱- با توجه به جدول ۶ آنتالپی سوختن پروپان ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) و ۱- بوتن ( $\text{C}_4\text{H}_8$ ) را پیش بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش بینی خود را بررسی کنید.

۲- با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



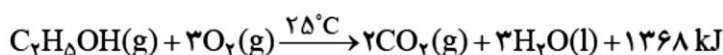
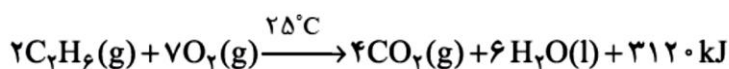
ا) ارزش سوختی هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.  
ب) جرم  $\text{CO}_2$  حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

## تمرین دوره ای :

۹- با توجه به جدول زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

بادام	سیب	برگه زردآلو	۱۰۰g خوراکی ارزش غذایی (kcal) ماده غذایی
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	چربی (گرم)
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	کلسترول (میلی گرم)
-	-	-	کربوهیدرات (گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	پروتئین (گرم)

- آ) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می کنید؟ چرا؟
- ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت های فیزیکی که در مدت طولانی تری انجام می شوند، مناسب می دانید؟ توضیح دهید.
- پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده روی کند؟ آهنگ مصرف انرژی در پیاده روی را  $190 \text{ kcal h}^{-1}$  در نظر بگیرید.

اتانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  یک سوخت سبز:

- ۱- در ساختار خود افزون بر هیدروژن و کربن، اکسیژن نیز دارند
- ۲- و از پسماند های گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه های روغنی استخراج می شوند.
- ۳- ارزش سوختی اتانول نسبت به آلکان هم کربن (.....)..... تر است.
- ۴- از سوختن ۱ گرم اتانول نسبت به ۱ گرم اتان کربن دی اکسید..... تولید می شود.



**تجربی خارج ۹۴:**  $\Delta H^\circ$  واکنش سوختن متان برابر  $890 \text{ KJ}$  و  $\Delta H^\circ$  واکنش سوختن اتان برابر  $1220 \text{ KJ}$  است. گرمای آزاد شده به ازای تولید یک مول گاز  $\text{CO}_2$  در سوختن اتان، چند کیلوژول بیشتر از گرمای آزاد شده به ازای تولید یک مول  $\text{CO}_2$  در سوختن متان است؟ (۱) ۱۱۰ (۲) ۲۲۰ (۳) ۶۶۵ (۴) ۱۳۳۰

**تست:** اگر مخلوطی از اتن و اتین به حجم  $22/4$  لیتر در شرایط استاندارد به طور کامل سوخته و  $1428 \text{ KJ}$  گرما آزاد کرده باشد چند گرم اتین در این مخلوط وجود داشته است؟ گرمای سوختن یک مول اتین و اتن به ترتیب  $1340$  و  $1450$  کیلوژول بر مول است. (۱) ۵/۲ (۲) ۴/۸ (۳) ۷/۳ (۴) ۸/۶

**تست:** گرمای حاصل از سوختن یک مول اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) در شرایط آزمایشگاه برابر  $1254 \text{ KJ}$  است. برای این که  $300$  گرم آب  $20^\circ\text{C}$  به دمای  $70^\circ\text{C}$  رسانده شود، بایستی چند گرم از این الکل سوزانده شود، در صورتی که  $90\%$  از گرمای سوختن الکل صرف گرم کردن آب شده و بقیه هدر رود؟ (۱) ۲/۰۷ (۲) ۲/۵۵ (۳) ۲/۷۲ (۴) ۱/۹۷

تجربی ۹۵: با توجه به واکنش:  $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ,  $\Delta H = -132 \text{ kJ}$ . چند گرم گاز  $\text{SO}_3$  باید در یک کیلوگرم آب  $20^\circ\text{C}$  حل شود تا دمای آن به تقریب  $10^\circ\text{C}$  بالاتر رود؟ (از گرمای جذب شده به وسیله  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  و جرم آب ترکیب شده، صرف نظر شود.  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ )

(S = 32, O = 16:  $\text{g.mol}^{-1}$ )

۳۵/۷ (۴)

۳۴/۲ (۳)

۲۵/۵ (۲)

۲۰/۵ (۱)

ریاضی خارج ۹۴: اگر  $\Delta H$  واکنش:  $\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ . پس از موازنه برابر  $150 \text{ kJ}$  باشد، گرمای آزاد شده ضمن تشکیل چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵ لیتر است، دمای

آب  $300 \text{ g}$  را به اندازه  $40^\circ\text{C}$  بالا می برد؟ ( $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ )

۸/۴ (۴)

۱۲/۲ (۳)

۱۶/۸ (۲)

۳۳/۶ (۱)

### تعیین $\Delta H$ واکنش های شیمیایی:

تجربه نشان می دهد که گرمای تولید یا مصرف شده در واکنش های شیمیایی با دقت بالا قابل اندازه گیری است.

گرماسنجی، روش مستقیم اندازه گیری  $\Delta H$  یک واکنش در روش مستقیم تعیین آنتالپی واکنش از دستگاهی به نام گرماسنج استفاده می شود.



**گرماسنج لیوانی:** نمونه ساده ای از آن را می توان از دو لیوان یک بار مصرف

(پلی استایرنی) تهیه کرد، لیوان هایی که عایق گرما هستند. اگر دو لیوان را درون هم

قرار دهید و به درپوشی از یونولیت که در آن دماسنج و همزن تعبیه شده مجهز کنید،

یک گرماسنج لیوانی ساخته اید.

### طرز کار گرماسنج لیوانی:

درون این سامانه، نخست مقدار معینی آب یا محلول ریخته و دمای آغازی آن تعیین می شود. پس از افزودن ماده دوم به آن و

انجام واکنش، دمای پایانی و در پی آن تغییر دما مشخص خواهد شد. اینک با استفاده از جرم مواد موجود و گرمای ویژه آنها

می توان گرمای واکنش را در فشار ثابت حساب کرد، گرمایی که هم ارز با آنتالپی واکنش است.

**تست:**

۰/۲ مول از یک نمک را در ۲۰۰ mL آب در یک گرماسنج لیوانی حل کرده ایم. اگر دمای آب  $10^{\circ}\text{C}$  افزایش یابد و ۲۰ درصد گرمای ناشی از

انحلال هدر رود،  $\Delta H$  انحلال نمک چند کیلوژول بر مول است؟  $(c(\text{H}_2\text{O}) = 4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}, d(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g.mL}^{-1})$

۴۲ (۱)      -۴۲ (۲)      ۵۲/۵ (۳)      -۵۲/۵ (۴)

**تست:** گرمای مولی سوختن اتانول ( $C_2H_5OH$ ) در شرایط آزمایشگاه برابر  $۱۲۳۵$  - کیلوژول برمول است. برای گرم کردن  $۵۰۰$  گرم آب بادمای  $۲۰^{\circ}C$  به  $۷۰^{\circ}C$  بایستی چند گرم از این الکل سوخته شود در صورتی که فقط  $۸۵\%$  از گرمای سوختن الکل صرف گرم کردن آب شود و مابقی تلف گردد؟

**ریاضی ۹۲:** در یک بمب کالریمتری (گرماسنج) دارای  $۲\text{Kg}$  آب، مخلوطی از  $۰/۵$  مول گاز متان و  $۲$  مول گاز اکسیژن سوزانده شده است ( $\Delta H_{\text{سوختن}} = -۸۹۰ \text{Kj.mol}^{-۱}$ ) دمای تقریبی درون کالریمتر چند درجه سلسیوس افزایش می یابد؟  
از گرمای جذب شده به وسیله ی بدنه کالریمتر و گازها صرف نظر شود. ظرفیت گرمایی ویژه آب برابر  $۴/۲ \text{J.g}^{-۱}\text{C}^{-۱}$  است)

۱۰۶(۴)

۵۳(۳)

۲۶(۲)

۱۳(۱)

**تجربی خارج ۹۳:** اگر گرمای سوختن یک گرم پروپانول  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ، بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای  $20^\circ\text{C}$  را در فشار ۱ atm به جوش آورد.  $\Delta H$  واکنش سوختن آن به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟  $1^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{J} = 4/18$  آب C و  $M=60$

-۱۸۷۵/۵(۴)

-۲۰۱۶(۳)

-۲۵۲۰(۲)

-۱۴۷۸/۴(۱)

### روش های غیرمستقیم برای تعیین واکنش آنتالپی :

آنتالپی بسیاری از واکنش های شیمیایی را نمی توان به روش گرماسنجی اندازه گیری کرد، زیرا :

۱- برخی از آنها مرحله ای از یک واکنش پیچیده هستند

۲- برخی از واکنش ها به آسانی انجام نمی شوند. آشکار است که تأمین شرایط بهینه برای انجام آنها بسیار دشوار است

روشهای اندازه گیری غیر مستقیم گرمای واکنش با استفاده از : ۱- قانون هس ۳- انرژی پیوند

**تعیین  $\Delta H$  واکنش ها با استفاده از آنتالپی پیوند :**

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right]$$

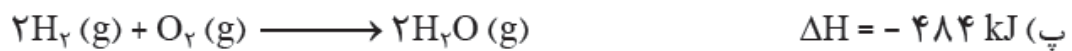
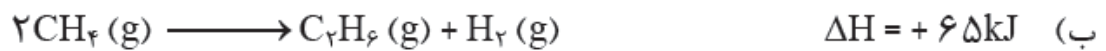
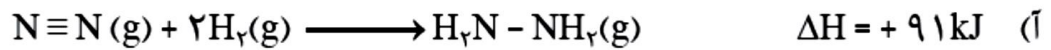
### دو نکته مهم :

۱- شیمی دان ها به کار بردن آنتالپی های پیوند را برای تعیین  $\Delta H$  واکنش هایی مناسب می دانند که همه مواد شرکت کننده در آنها به حالت گازی باشند.

۲- در واکنش های گازی هر چه مولکول های مواد شرکت کننده ساده تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی همخوانی بیشتری دارد. به دیگر سخن به کار بردن میانگین آنتالپی پیوندها برای تعیین  $\Delta H$  واکنش های گازی با مولکول های پیچیده تر اغلب در مقایسه با داده های تجربی، تفاوتی آشکار نشان می دهد.

## خود را بیازمایید

با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها،  $\Delta H$  هر یک از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر را حساب نموده و با  $\Delta H$  داده شده مقایسه کنید.



**پرسش:** اگر آنتالپی پیوند  $\text{C}-\text{H}$  و  $\text{C}-\text{C}$  و  $\text{O}=\text{O}$  و  $\text{O}-\text{H}$  و  $\text{C}=\text{O}$  به ترتیب برابر ۴۱۲ و ۳۴۸ و ۴۹۵ و ۴۶۳ و ۷۹۹ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی واکنش سوختن سیکلو هگزان و بنزن را محاسبه کنید؟

المپیاد ۹۳:  $\Delta H^\circ$  واکنش  $A-A(g) + B-B(g) \rightarrow 2A-B(g)$  با توجه به آنتالپی استاندارد پیوند های داده شده بر حسب کیلوژول کدام است؟

$$\Delta H_{A-A}^\circ = 0.18 \Delta H_{B-B}^\circ = 0.14 \Delta H_{A-B}^\circ = 28.0 \text{ kJmol}^{-1}$$

-۱۵۶/۸ (۴)

-۲۲۴ (۳)

-۱۷۰ (۲)

-۱۹۶ (۱)

تجربی ۸۹:

اگر انرژی پیوندهای  $C-H$ ،  $C-C$ ،  $C=C$ ،  $Br-Br$ ،  $C-Br$  و  $Br-Br$  بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با ۴۱۲، ۳۵۰، ۶۱۲، ۱۹۳ و ۲۷۶ باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش:  $C_7H_8(g) + Br_2(l) \rightarrow C_7H_7Br(l)$  برابر چند کال است؟

-۹۷ (۴)

-۶۳ (۳)

-۸۶ (۲)

-۸۱ (۱)

تجربی ۸۷:

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  $941$ ،  $389$  و  $435$  است.)

۳۵۱ (۴)

۳۶۲ (۳)

۲۶۵ (۲)

۲۵۷ (۱)

ریاضی ۸۸:

اگر برای شکستن پیوندها در یک گرم از گازهای  $H_2$ ،  $Cl_2$  و  $HCl$  و تبدیل آنها به اتمهای گازی مربوطه، به ترتیب  $218$ ،  $244$  و  $178$  کیلوژول گرما

لازم باشد،  $\Delta H$  واکنش گازی  $Cl_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$  برابر چند کیلوژول است؟ ( $H = 1$ ،  $Cl = 35/5 \text{ g mol}^{-1}$ )

-۸۶۶/۳ (۴)

-۱۸۸ (۳)

-۱۸۴ (۲)

-۱۸۲۴ (۱)

**قانون هس (Hess Laws):** یکی از روشهای غیرمستقیم تعیین گرمای واکنش استفاده از قانون هس می باشد.

آقای هس نشان داد که واکنش های شیمیایی مانند معادلات جبری ..... اگر یک معادله ی شیمیایی از جمع دو یا چند واکنش شیمیایی به دست آید،  $\Delta H$  واکنش حاصل نیز از جمع جبری  $\Delta H$  واکنش های تشکیل دهنده به دست می آید.

**بر اساس قانون هس:**

۱- اگر معادله ای را در عددی ضرب کنیم  $\Delta H$  آن هم در آن عدد ضرب می شود.

۲- اگر یک معادله ی شیمیایی را وارونه (برعکس) کنیم علامت  $\Delta H$  آن عوض می شود. یعنی اگر یک واکنش شیمیایی در جهت رفت گرماده باشد، در جهت برگشت گرماگیر است و برعکس.

**گاز متان:**

۱- سوختن متان در سطح مرداب. گاز متان نخستین بار از سطح مرداب ها جمع آوری شده، از این رو به گاز مرداب معروف

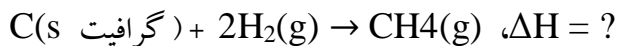
است



۲- ساده ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده آلکان ها، بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می دهد.

۳- این گاز از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری های بی هوازی نیز در زیر آب تولید می شود.

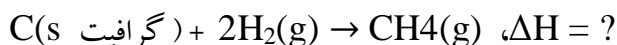
۴- شاید تصور کنید که گاز متان را می توان مطابق معادله زیر از واکنش میان گرافیت و گاز هیدروژن در آزمایشگاه تهیه کرد:



تأمین شرایط بهینه برای انجام این واکنش بسیار دشوار و پرهزینه است، به همین دلیل برای تعیین  $\Delta H$  این واکنش از واکنش های دیگری می توان بهره برد که پیش از این  $\Delta H$  آنها تعیین شده است.

**پرسش:** اگر  $\Delta H$  واکنش سوختن یک مول گرافیت، یک مول گاز هیدروژن و یک مول متان در دمای  $25^\circ\text{C}$  به ترتیب

$-393/5$ ،  $-286$  و  $-890$  کیلوژول بر مول باشد،  $\Delta H$  واکنش زیر چند کیلوژول بر مول است؟



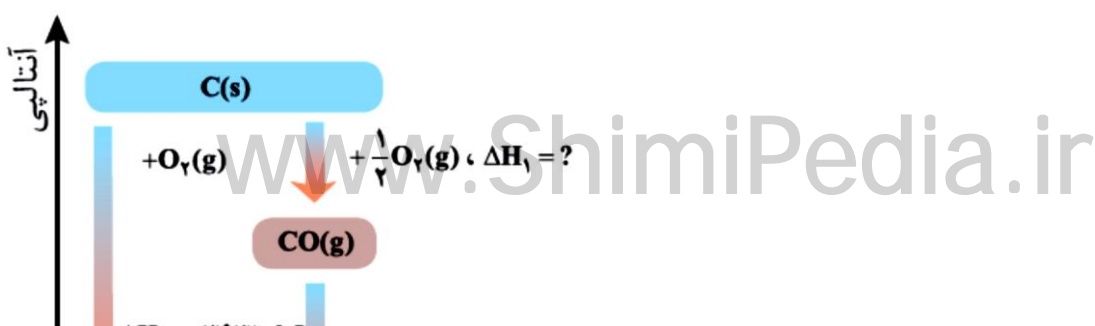
### واکنش سوختن گرافیت:

واکنش سوختن کامل گرافیت را می توان مجموعه ای از دو واکنش پی درپی در نظر گرفت. در مرحله ی نخست .....

تشکیل می شود که آنتالپی تولید CO را ..... به روش تجربی اندازه گیری کرد چون:

CO تولید شده ناپایدار است با اکسیژن ترکیب شده و به  $\text{CO}_2$  تبدیل می شود

**خودرابطه سازی کنید:**  $\Delta H$  واکنش تولید CO(g) را از گرافیت و گاز اکسیژن چند کیلوژول است؟

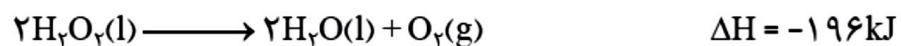
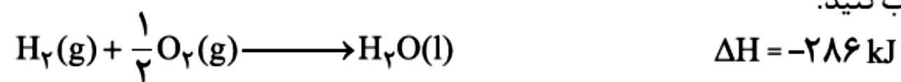


### خود را بیازمایید

۱- هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ ) ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد.

الف) با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر، آنتالپی واکنش  $H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(l)$

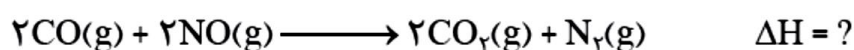
را حساب کنید.



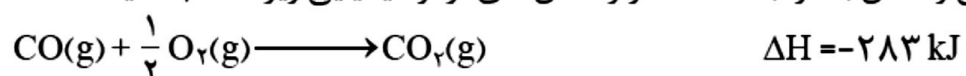
ب) توضیح دهید چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ممکن

نیست؟

۲- در شیمی دهم آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از آگزوز خودروها به هواکره وارد می‌شوند. شیمی‌دان‌های هواکره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلاینده‌گی کمتر، طراحی کرده‌اند.



آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.



## تمرین دوره ای :

۶- با توجه به واکنش ترموشیمیایی:  $H_2(g) + I_2(s) + 53 \text{ kJ} \rightarrow 2HI(g)$ ، آنتالپی واکنش  $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$  را حساب کنید. راهنمایی: آنتالپی فرازش (تصعید)  $I_2$  را  $62/5 \text{ kJmol}^{-1}$  در نظر بگیرید.

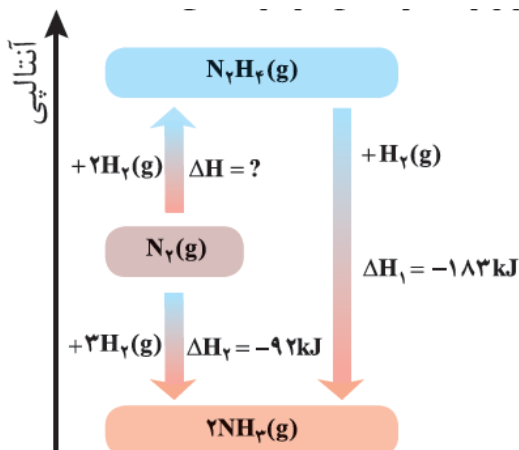
تولید آمونیاک  $NH_3$  از  $N_2$  و  $H_2$  به روش هابر :

واکنش تولید آمونیاک ..... مرحله ای است.

در مرحله ی نخست از واکنش نیتروژن و هیدروژن طی یک واکنش .....، هیدرازین تشکیل می شود که آنتالپی تولید آن رابه روش تجربی ..... اندازه گیری کرد چون..... تولید شده ناپایدار است در مرحله ی دوم بلافاصله با گاز ..... ترکیب شده و به آمونیاک تبدیل می شود .

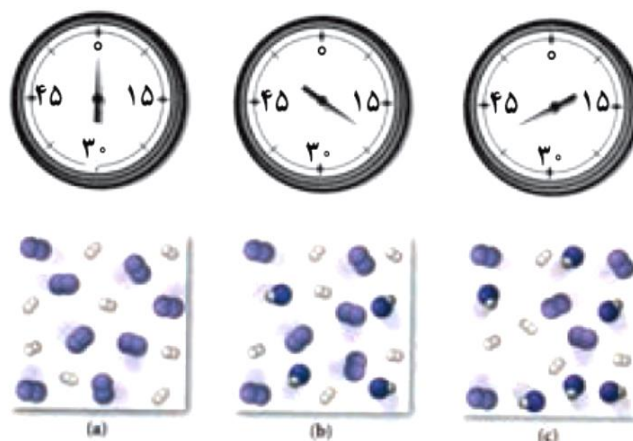
در شرایط یکسان، ..... پایدارتر از ..... است چرا ؟

خودراییازماید : آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.



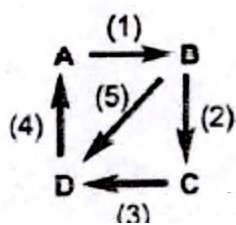
## تمرین دوره ای :

۷- شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید را در دمای معینی نشان می دهد.



اگر هر ذره هم ارز با ۱/ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از ۲۰ دقیقه (b) و پس از ۴۰ دقیقه (c) بر حسب  $\text{mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$  حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

المپیاد ۹۳:  $\Delta H^\circ$  واکنش  $B \rightarrow D$  با توجه به شکل و معلومات داده شده، بر حسب کیلوژول کدام است؟



$$\Delta H_4 = +150 \text{ kJ} \quad \Delta H_2 = -100 \text{ kJ} \quad \Delta H_1 = -200 \text{ kJ}$$

$$-150 \text{ (۴)}$$

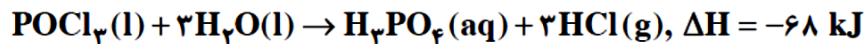
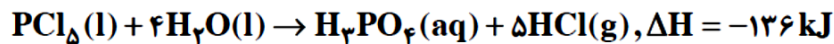
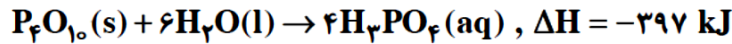
$$+150 \text{ (۳)}$$

$$+100 \text{ (۲)}$$

$$+50 \text{ (۱)}$$

ریاضی خارج ۹۳:

با توجه به واکنش‌های زیر:



$\Delta H$  واکنش:  $P_4O_{10}(s) + 6PCl_5(l) \rightarrow 10POCl_3(l)$  برابر چند کیلوژول است و اگر در این واکنش ۲۶۶/۵ کیلو ژول گرما

آزاد شود، چند مول  $POCl_3$  تشکیل می‌شود؟

۴ - ۳۴۴ (۴)

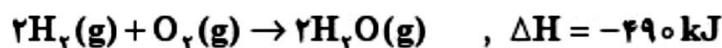
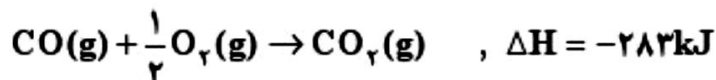
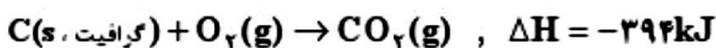
۴ - ۵۳۳ (۳)

۵ - ۳۴۴ (۲)

۵ - ۵۳۳ (۱)

ریاضی ۹۵: با توجه به واکنش‌های زیر، برای تولید هر کیلوگرم گاز آب، چند کیلوژول انرژی باید صرف شود؟

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



۱۴۴۰۰ (۲)

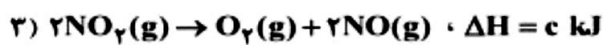
۱۱۸۲۲ (۱)

۶۷۵۶,۳ (۴)

۴۴۶۶,۷ (۳)

ریاضی ۹۴:

نیتریک اسید به صورت صنعتی از اکسایش آمونیاک تهیه می‌شود. مقدار گرمای مبادله شده با یکای kJ برای تهیه هر مول نیتریک اسید با استفاده از واکنش:  $\text{NH}_3(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، کدام است؟



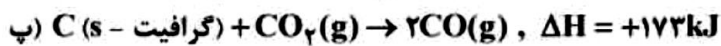
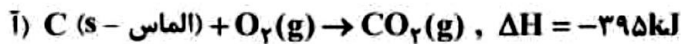
$$\frac{a - 2b - 3c}{4} \quad (4) \qquad \frac{-a + b + 3c}{4} \quad (3) \qquad \frac{a + 2b + 3c}{2} \quad (2) \qquad \frac{a - b - 3c}{2} \quad (1)$$

ریاضی ۹۱: با توجه به واکنش های زیر  $\Delta H$  تولید یک مول  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  چند کیلوژول بر مول است؟

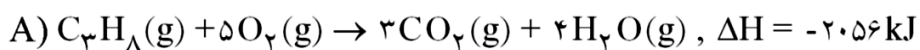
$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad , \Delta H^\circ = +141 \text{ kJ}$	۵۳۲ (۲)	۵۱۲ (۱)
$4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \quad , \Delta H^\circ = -110 \text{ kJ}$	۲۶۶ (۴)	۲۵۶ (۳)
$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) \quad , \Delta H^\circ = +180 \text{ kJ}$		

## ریاضی خارج ۹۴:

با توجه به معادله‌های شیمیایی زیر:

 $\Delta H$  واکنش تبدیل آلوتروپ گرافیت به الماس، چند کیلو ژول است؟

(۴) +۲۰	(۳) +۲	(۲) -۲	(۱) -۲۰
---------	--------	--------	---------



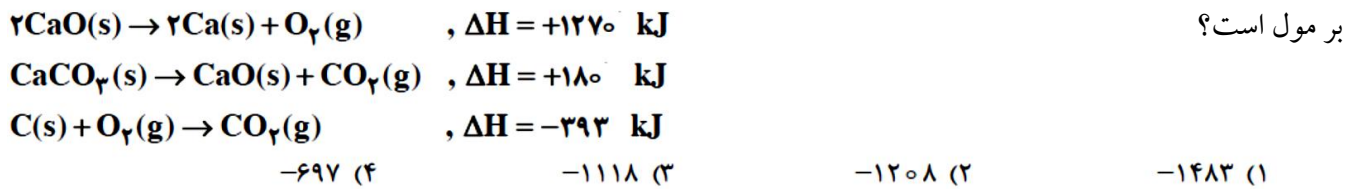
تست: با توجه به واکنش‌های:



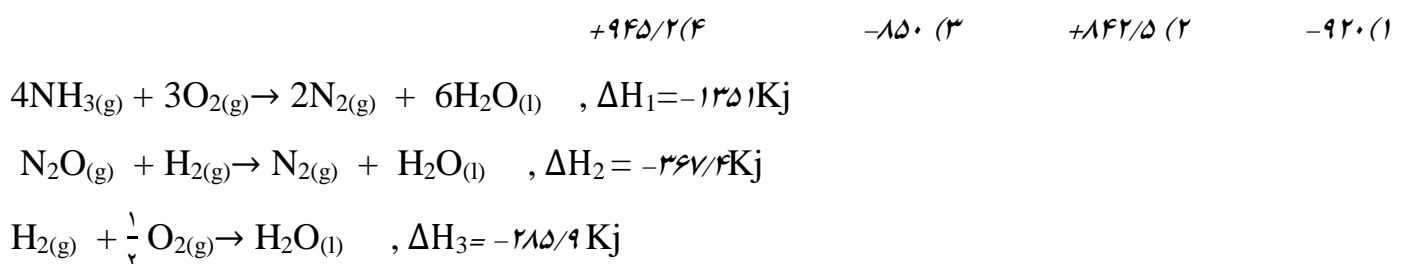
از میعان ۷/۲ گرم بخار آب، چند کیلوژول گرما تولید می‌شود؟

(۴) ۲۰/۶	(۳) ۱۸/۲	(۲) ۶۵/۶	(۱) ۱۶/۴
----------	----------	----------	----------

**تجربی ۹۳:** با توجه به واکنش هاس زیر آنتالپی واکنش تولید یک مول کلسیم کربنات از عناصر سازنده اش، چند کیلوژول



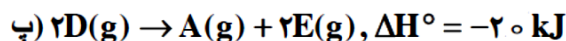
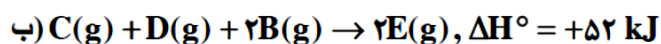
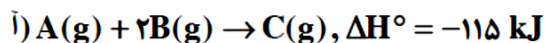
**تجربی ۱۱۸:** با توجه به واکنش های زیر  $\Delta H$  واکنش  $2\text{NH}_3(g) + 3\text{N}_2\text{O}(g) \rightarrow 4\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$  چند کیلوژول است؟





## ریاضی خارج ۹۳ :

با توجه به واکنش‌های زیر:

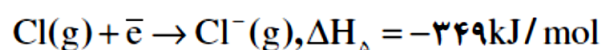
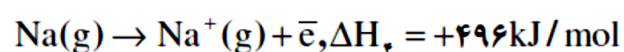
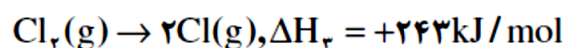
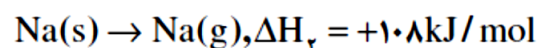
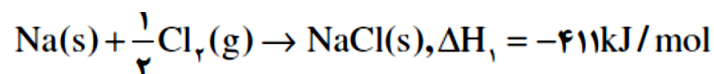
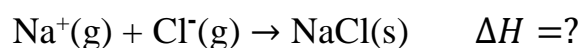
با گرمای آزاد شده ضمن تشکیل یک مول  $D(g)$  در واکنش:  $2A(g) + 2E(g) \rightarrow 2C(g) + 3D(g)$ ، به تقریب چند گرم آب بادمای  $30^\circ\text{C}$  را می‌توان در فشار  $1 \text{ atm}$  به جوش آورد؟  $(c_{(ب)} = 4.2 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1})$ 

۲۷۹٫۳ (۴)

۲۶۸٫۳ (۳)

۱۶۶٫۷ (۲)

۱۲۶٫۷ (۱)

تجربی ۹۱: با توجه داده‌های زیر انرژی شبکه بلور  $\text{NaCl}$  چند کیلوژول بر مول است؟

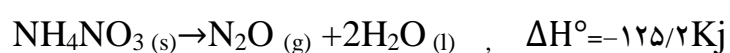
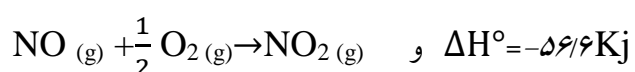
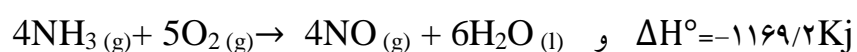
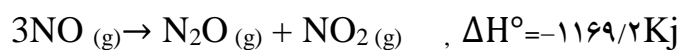
۸۷۸٫۵ (۴)

۷۸۷٫۵ (۳)

۸۷۵٫۵ (۲)

-۷۵۸٫۵ (۱)

**تست:** با توجه به واکنش های زیر آنتالپی واکنش:  $3\text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{HNO}_{3(l)} + \text{NO}_{(g)}$  چند کیلو ژول است؟



## غذای سالم

همهٔ خوراکی ها و غذاها تاریخ مصرف دارند.

تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می دهد که چه مدتی سالم می ماند و قابل مصرف است

انسان همواره در طول تاریخ در جست و جوی روش هایی بوده که بتواند مادهٔ غذایی را برای مدت های طولانی تری سالم

نگه دارد و ذخیره کند برخی از روش های نگهداری مواد غذایی عبارتند از :

الف) خشک کردن میوه ها      ب) تهیهٔ ترشی      پ) نمک سود کردن

**عوامل محیطی مؤثر در نگهداری غذا :** رطوبت، اکسیژن، نور و دما در

تجربه نشان می دهد که محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی

مناسب تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سرد خانه ها تأییدی بر این تجربه است.

### رطوبت :

در محیط مرطوب، میکروب ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می شود. اما

در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره بینی وجود ندارد، از این رو می توان خشکبار را آسان تر و به مدت طولانی تری

در این محیط نگهداری کرد. نیاکان ما نیز بر همین اساس بسیاری از میوه ها را در

فصل برداشت خشک میکردند تا آنها را برای مصرف در فصل های دیگر ذخیره کنند

### اکسیژن :

اکسیژن گازی واکنش پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. بر اساس این ویژگی، مواد غذایی

در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع تر فاسد می شوند. وجود پوست و پوشش میوه ها و خشکبار یک عامل طبیعی

برای افزایش زمان ماندگاری است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره بینی به درون آنها می شود. این ویژگی نشان

می دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها

خواهد شد .

برای نگهداری سالم برخی خوراکیها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته بندی می کنند.

قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتاب گردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی ها فاسد می شود. قاووت چون به صورت گردی است سطح تماس آن با رطوبت و اکسیژن هوا زیاد است به همین دلیل سرعت فساد آن زیاد است زودتر فاسد می شود.

### نور خورشید:

مواد غذایی را باید در محلی تاریک و دور از تابش مستقیم نور خورشید نگه داشت. برای نگهداری طولانی تر روغن های مایع آن هارا در ظرف مات و کدر بسته بندی شده اند، چون ظروف کدر مانع ورود نور به روغن شده و از فساد آن جلوگیری می کند.

### دما:

فزایش دما سبب کاهش زمان ماندگاری اغلب مواد غذایی می شود. در محیط گرم سرعت فساد مواد غذایی افزایش یافته. مواد غذایی زودتر فاسد می شوند. کاهش دما یکی از روشهای نگهداری طولانی مواد غذایی است. برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند. چون با کاهش دما سرعت فساد مواد غذایی کاهش یافته و مواد غذایی را به مدت طولانی می توان نگهداری کرد.

**سینتیک شیمیایی:** شاخه ای از علم شیمی افزون بر بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش ها، عوامل مؤثر بر این آهنگ را نیز بررسی میکند.

### آهنگ واکنش:

کمیتی که نشان می دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره ای از زمان رخ می دهد. هر چه گستره زمان انجام آنها کوچکتر باشد، آهنگ انجام تندتر است و واکنش سریع تر انجام می شود.

**آهنگ واکنش** بیانی از زمان ماندگاری مواد است.

**سرعت واکنش:** آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان، سرعت واکنش می گویند.

### انجام برخی واکنش های شیمیایی با سرعت های گوناگون:



گستره زمان انجام واکنش ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در برمی گیرد.

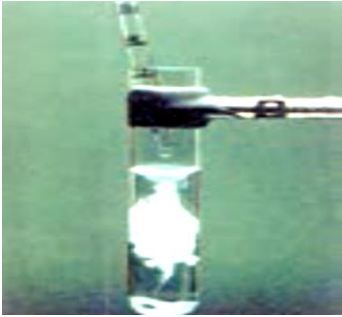
- **واکنش بسیار کند:** بسیاری از کتاب های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می شود.

این پدیده نشان می دهد که واکنش تجزیه سلولز کاغذ بسیار کند رخ می دهد

- **واکنش کند:** اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو میریزد.



- واکنش سریع: افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می شود.



- واکنش بسیار سریع: انفجار، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می شود.



**عوامل موثر بر سرعت:** ۱- دما ۲- غلظت ۳- نوع مواد واکنش دهنده ۴- کاتالیزگر ۵- سطح تماس واکنش دهنده ها  
**خود را بیازمایید:** در هریک از موارد زیر، علت اختلاف در سرعت واکنش را توضیح دهید.

آ) ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای  $H_2$  و  $N_2$  منجر به انجام واکنش نمی شود اما ایجاد همین جرقه در مخلوطی از گازهای  $H_2$  و  $O_2$  منجر به انجام واکنش انفجاری می شود

ب) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند. اما سرعت این دو واکنش متفاوت است

پ) تراشه های چوب، سریع تر از تکه های چوب می سوزند.

ج) شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود

و) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوای سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد

د) بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول گاز اکسیژن خالص دارند

ذ) برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند

و) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی رنگ می شود

ط) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد

ظ) حبه قند آغشته به خاک باغچه سریع تر و آسان تر می سوزد.

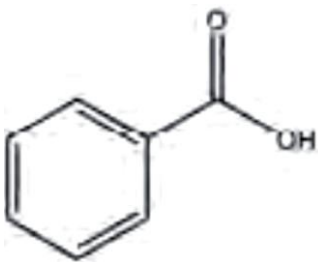
ک) برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند

### افزودنی های مواد غذایی :

افزودنی ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده، طعم دهنده و ... هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند.

برای نمونه نگهدارنده ها، سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می شود را کاهش می دهند. یکی از این مواد، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد

این ترکیب آلی عضوی از خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست. خانواده ای که در ساختار هر عضو آن یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{-COOH}$ ) وجود دارد. آشنا ترین عضو آن، اتانویک (استیک) اسید با فرمول  $\text{CH}_3\text{COOH}$  است

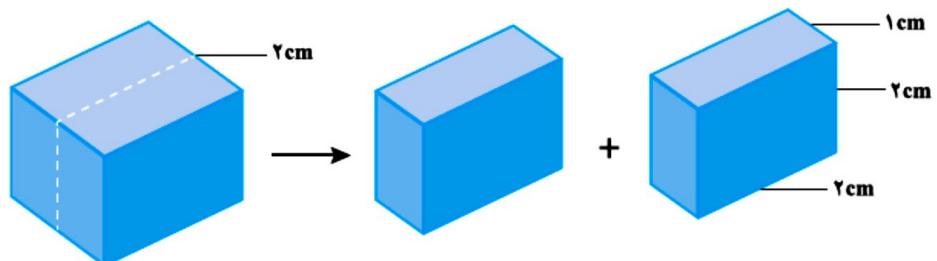


### پیوند با ریاضی

یک تکه زغال چوب به شکل مکعب با طول ضلع  $2\text{ cm}$  در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با  $8\text{ cm}^3$ ، در حالی که مساحت جانبی آن برابر با  $24\text{ cm}^2$  است (چرا؟).

۱- کدام کمیت (حجم یا مساحت جانبی)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می دهد؟ توضیح دهید.

۲- اگر این مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود، حساب کنید حجم زغال و سطح تماس آن چه تغییری می کند؟



شیمی دان ها به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش هایی هستند که بتوانند فرآورده های گوناگونی با صرفه اقتصادی تولید کنند.

برخی از این واکنش ها مانند گوارش، تنفس، تهیه داروها و تولید فرآورده های صنعتی مفید و ضروری هستند

شیمی دان ها از یک سو در پی یافتن راه هایی برای کاهش سرعت یا توقف واکنش های ناخواسته اند

واکنش هایی مانند خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده ها، زرد و پوسیده شدن کاغذ کتاب، زیان بار و ناخواسته اند.

**سرعت واکنش از دیدگاه کمی:**

از آنجا که در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان، واکنش دهنده ها مصرف و فرآورده ها تولید می شوند، می توان آهنگ مصرف واکنش دهنده ها و تولید فرآورده ها را در بازه ای از زمان اندازه گیری کرد

### خود را بیازمایید

**واکنش محلول سفیدکننده با ۰/۰۵ مول نوعی رنگ غذا:**



(الف)

(ب)

(ب)

در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته شده تا اینکه در پایان واکنش، محلول تا مرز بی رنگ شدن پیش رفته است. این ویژگی بیانگر آن است که مقدار رنگ غذا کاهش می یابد و مقدار آن تقریباً به صفر می رسد.

۱- آهنگ مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقیقه ( $\text{mol min}^{-1}$ ) حساب کنید؟



۲- دانش آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II سولفات، تیغه ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش  $Zn(s)$  با  $CuSO_4(aq)$  را در این آزمایش نشان می دهد با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



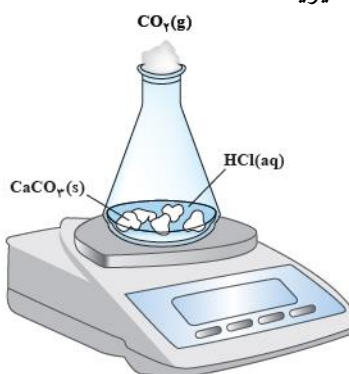
آ) واکنش پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

ب) با گذشت زمان مقدار  $Cu^{2+}(aq)$  و  $Cu(s)$  چه تغییری می کند؟ چرا؟

پ) اگر شمار مول های مصرف شده از هر واکنش دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف  $Cu^{2+}(aq)$  را بر حسب مول بر دقیقه  $(mol\ min^{-1})$  حساب کنید.

**سرعت متوسط:** سرعت مصرف با تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش در گستره زمانی قابل اندازه گیری را سرعت متوسط آن ماده می گویند و آن را با  $R(A)$  نمایش می دهند. از این رو،  $R(A)$  سرعت متوسط تولید یا مصرف ماده  $A$  را نشان می دهد

واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل زیر در نظر بگیرید.



زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....	.....



جدول زیر، جرم مخلوط این واکنش را بر حسب زمان برای این آزمایش نشان می دهد. با توجه به داده های جدول، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:

$$1\ mol\ CO_2 = 44g$$

www.ShimiPedia.ir

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می شوند؟

ب) جدول را کامل کنید.

پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می کند؟ چرا؟

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می رسد؟ چرا؟

ث) جدول زیر را کامل کنید

$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}, (\text{mol s}^{-1})$	$\Delta n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	$n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	زمان (s)
$1/50 \times 10^{-3}$	$1/50 \times 10^{-2}$	← [ ۰	۰
$1/00 \times 10^{-3}$	$1/00 \times 10^{-2}$	← [ $1/50 \times 10^{-2}$	۱۰
.....	.....	← [ $2/50 \times 10^{-2}$	۲۰
.....	.....	← [ $3/00 \times 10^{-2}$	۳۰
.....	.....	← [ .....	۴۰
.....	.....	← [ .....	۵۰

### سرعت متوسط و شیب نمودار مول — زمان فراورده واکنش :

با گذشت زمان تعداد مول های فراورده واکنش ..... می یابد . شیب نمودار مول-زمان ..... است شیب

نمودار همان نسبت ..... است . در واقع شیب نمودار نشان دهنده سرعت تولید فراورده است در ابتدای واکنش شیب نمودار

..... است اما با گذشت زمان شیب نمودار ..... شده و در نهایت ..... می رسد. پس می توان نتیجه

گرفت سرعت متوسط تولید فراورده در ابتدای واکنش ..... است هر چه واکنش به پایان آن نزدیک تر می شود، شیب

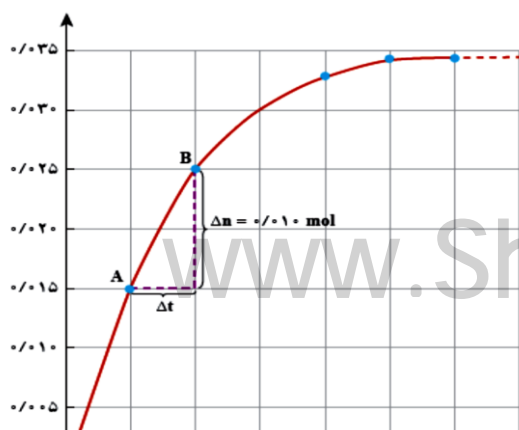
نمودار مول - زمان کندتر شده تا اینکه از ثانیه 50 به بعد برابر با صفر می شود. و در نهایت واکنش متوقف می شود.

وقتی نمودار افقی شد و ثابت ماند یعنی سرعت واکنش برابر صفر شده و واکنش به پایان رسیده است

### خود را بیازماید:

با توجه به نمودار مول زمان را برای کلسیم کلرید تولید شده در واکنش کلسیم کربنات با

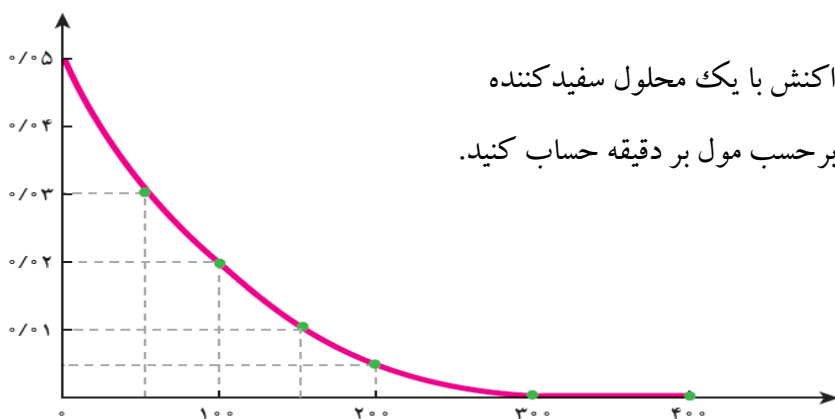
محلول هیدروکلریک اسید نشان می دهد. سرعت متوسط تولید کلسیم کلرید در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه را محاسبه کنید.



### سرعت متوسط و شیب نمودار مول- زمان برای واکنش دهنده :

با گذشت زمان تعداد مول های واکنش دهنده..... می یابد . شیب نمودار مول-زمان ..... است شیب نمودار همان نسبت ..... است . در واقع شیب نمودار نشان دهنده سرعت تولید فراورده است در ابتدای واکنش شیب نمودار ..... است اما با گذشت زمان شیب نمودار ..... شده و در نهایت ..... می رسد. پس می توان نتیجه گرفت سرعت متوسط تولید فراورده در ابتدای واکنش ..... است هر چه واکنش به پایان آن نزدیک تر می شود، شیب نمودار مول - زمان کندتر شده تا اینکه از ثانیه ۵۰ به بعد برابر با صفر می شود. و در نهایت واکنش متوقف می شود. وقتی نمودار افقی شد و ثابت ماند یعنی سرعت واکنش برابر صفر شده و واکنش به پایان رسیده است

### خود را بیازمایید:



به نمودار زیر که تغییر مول های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفید کننده را نشان می دهد، سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقیقه حساب کنید.

**نکته:** سرعت واکنش با گذشت زمان کاهش می یابد چه سرعت متوسط تولید فراورده ، چه سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده ، زیرا با گذشت زمان واکنش دهنده کمتری برای واکنش باقی می ماند و با مصرف کمتر ، فراورده ی کمتری تولید می گردد.

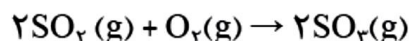
**نکته:** هر چه ضریب استوکیومتری ماده ای در واکنش بزرگ تر باشد شیب

نمودار مول-زمان آن بیشتر و سرعت واکنش نسبت به آن ماده بزرگتر است در نتیجه شیب نمودار تغییر غلظت آن بیشتر است و اگر ضریب استوکیومتری دو ماده در واکنش یکسان باشد سرعت واکنش نسبت به آنها یکسان است .

## خود را بیازمایید

۱- در واکنش  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  با  $\text{HCl}(\text{aq})$ ، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

۲- یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:



اگر در شرایط معین  $\bar{R}(\text{O}_2) = 0.01 \text{ mol s}^{-1}$  باشد،  $\bar{R}(\text{SO}_2)$  و  $\bar{R}(\text{SO}_3)$  را بر حسب  $\text{mol min}^{-1}$  حساب کنید.

### سرعت متوسط مصرف و تولید مواد شرکت کننده در واکنش :

**تعریف سرعت :** تعداد ..... تولید یا مصرف شده در واحد زمان را سرعت می‌گویند .

**روابط سرعت :** برای واکنش فرضی  $\text{A}(\text{g}) \rightarrow \text{B}(\text{g})$  داریم :

$$R = \frac{\text{تغییرات تعداد مول واکنش‌دهنده یا فرآورده}}{\text{تغییرات زمان}}$$

$$\bar{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$$

$$\bar{R}_B = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

$$\Delta n = n_2 - n_1 \quad (\text{تغییر تعداد مول‌های ماده})$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (\text{زمان انجام واکنش})$$

**تذکر :** چون تعداد مولهای واکنش دهنده با گذشت زمان کاهش می‌یابد (یعنی  $n_2 < n_1$  است) به همین دلیل مقدار  $\Delta n$  منفی می‌شود از آنجایی که سرعت کمیتی ..... است لذا در رابطه‌ی سرعت مصرف واکنش دهنده علامت منفی می‌گذاریم .

### سرعت واکنش بر اساس تغییر غلظت :

برای شرکت کننده‌ها در فاز ..... و .....، می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان با یکای مول بر لیتر بر زمان نیز گزارش کرد. در این صورت یکای سرعت ..... خواهد بود

$$\bar{R}_{[A]} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad \bar{R}_B = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

$$\Delta[A] = [A]_2 - [A]_1 \quad \text{و} \quad \Delta B = [B]_2 - [B]_1 \quad \text{و} \quad \Delta T = t_2 - t_1$$

**تذکر :** وقتی فرمول یا نماد ماده‌ای را داخل [ ] قرار می‌دهیم منظور بیان غلظت مولی (مولاریته‌ی) آن ماده است.

**نکته :** سرعت مصرف یا تولید مواد ..... یا ..... خالص را در واکنشهای شیمیایی نمی‌توان بر حسب

مولار (مول بر لیتر بر زمان (M/S)) تعیین کرد. زیرا غلظت این مواد ..... بوده و در طول انجام واکنش تغییر

..... سرعت مصرف یا تولید این مواد را بایستی بر حسب مول بر زمان (mol/S) تعیین کرد.

**نکته :** شیب نمودار مول - زمان برای هر یک از شرکت کننده‌ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.

به طوری که اگر ضریب استوکیومتری شرکت کننده ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آنها متفاوت خواهد بود.

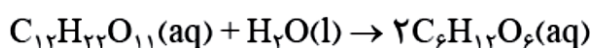
### سرعت متوسط واکنش:

اگر سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده را بر ضریب استوکیومتری آن در معادله ی موازنه شده تقسیم کنیم حاصل تقسیم های بدست آمده با هم برابر خواهد بود که به آن سرعت متوسط واکنش می گویند.

### با هم بیندیشیم

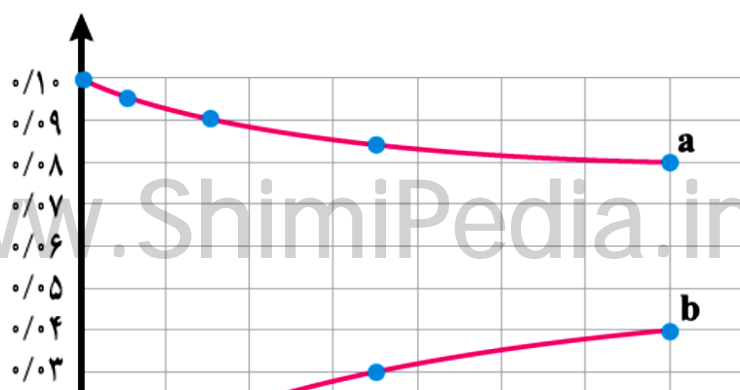
- ۱- سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گستره زمانی معینی برابر با  $4 \times 10^2 \text{ mol s}^{-1}$  است.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
- الف) سرعت متوسط مصرف  $\text{N}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2(\text{g})$  را در این گستره زمانی حساب کنید.
- ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم ها چه نتیجه ای می گیرید؟

۲- قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می شود.



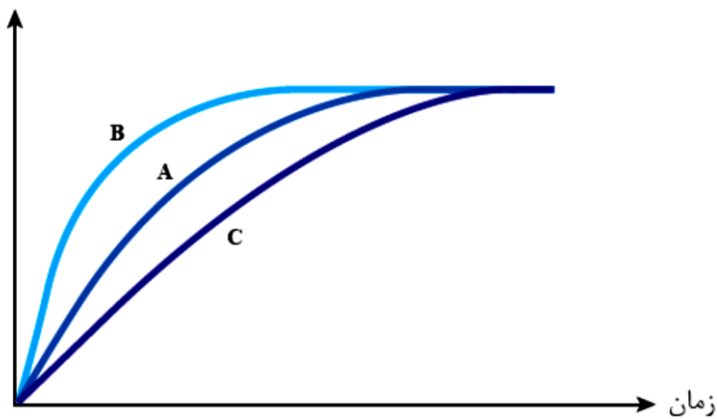
این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده های تجربی آن را نشان می دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

غلظت مولی ( $\text{mol L}^{-1}$ )		زمان (دقیقه)				
	۰	۱	۳	۷	۱۴	
$[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	
$[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸	



**فکر کنید:** در نمودار زیر منحنی A تغییر تعداد مول ها برای واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک ۰/۱ مولار در دمای اتاق رسم شده است. با دلیل مشخص کنید در هر یک از موارد زیر، کدام منحنی (B یا C) تغییر مول های کربن دی اکسید را با گذشت زمان به درستی نشان می دهد.

الف) قرار دادن ظرف واکنش در حمام محتوی آب و یخ



ب) انجام واکنش با محلول ۰/۲ مولار اسید

**تست:** اگر نمودار A نشان دهنده ی حجم گاز تولید شده در زمان واکنش فلز منیزیم با هیدروکلریک اسید باشد. کدامیک از نمودار ها می تواند نشان دهنده ی افزایش غلظت محلول هیدروکلریک اسید و کاهش دما در این واکنش باشد؟

(میلی لیتر)

B و C (۴)

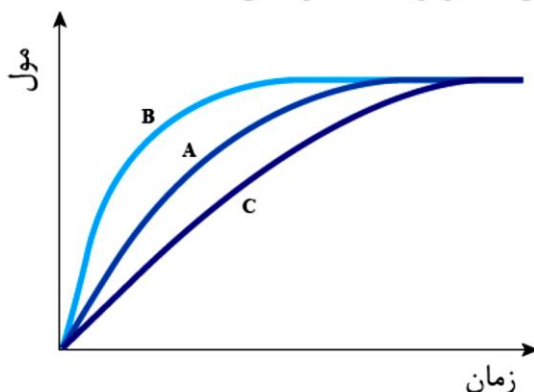
B و D (۳)

C و D (۲)

D و B (۱)

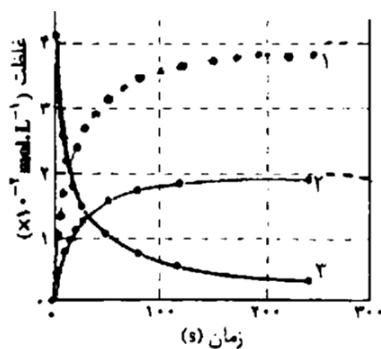
## خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی (B یا C) نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟



## تجربی ۹۱:

با توجه به شکل روبه‌رو، که تغییر غلظت واکنش دهنده و فراورده‌ها را در واکنش  $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$  نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



(۱) ۱، نمودار تغییر غلظت  $NO_2(g)$  است.

(۲) ۲، نمودار تغییر غلظت  $O_2(g)$  است.

(۳) ۳ شیب نمودار تغییر غلظت  $O_2(g)$  در مقایسه با  $NO(g)$  تندتر است.

(۴) ۳، نمودار تغییر غلظت  $NO_2(g)$  است و شیب آن با شیب نمودار تغییر غلظت  $O_2(g)$  یکسان است.

تست: داده‌های جدول زیر مربوط به واکنش فرضی  $A \rightarrow 2B$  می‌باشد. با توجه به آن چند مقایسه انجام شده نادرست

سرعت متوسط تولید B	تغییر غلظت B	سرعت متوسط مصرف A	تغییر غلظت A	گستره‌ی زمانی ۲۰ دقیقه از آغاز تا دقیقه‌ی ۲۰
$y_1$	$b_1$	$x_1$	$a_1$	از دقیقه‌ی ۲۰ تا دقیقه‌ی ۴۰
$y_2$	$b_2$	$x_2$	$a_2$	از دقیقه‌ی ۲۰ تا دقیقه‌ی ۴۰

است؟

(آ)  $x_1 < 0$

(ب)  $b_1 > b_2$

(پ)  $x_1 > x_2$

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

**نکته:** سرعت متوسط واکنش با سرعت تولید یا مصرف ماده ای که ضریب استوکیومتری آن یک است، برابر است.

**تست:** رابطه سرعت متوسط یک واکنش با سرعت دهنده ها و فراورده های آن به صورت زیر است معادله ی موازنه شده ی

$$R \text{ واکنش} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta T} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[C]}{\Delta T} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[A]}{\Delta T} \quad \text{واکنش کدام است؟}$$



**تست:** رابطه سرعت متوسط یک واکنش با سرعت دهنده و فراورده ی آن به صورت زیر است معادله ی موازنه شده ی

$$R \text{ واکنش} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[C]}{\Delta T} = -\frac{2}{3} \frac{\Delta[A]}{\Delta T} \quad \text{واکنش کدام است؟}$$

**تست:** اگر در واکنش ترکیب منیزیم با هیدروکلریک اسید و نیز آلومینیوم با هیدروکلریک اسید، سرعت متوسط تولید  $H_2$

برابر باشد، پس از گذشت زمانی معین، جرم منیزیم مصرفی چند برابر جرم آلومینیوم مصرف شده است؟

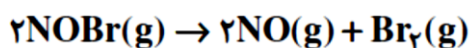
$$(Al = ۲۷, Mg = ۲۴) \quad ۱/۳۳ (۱) \quad ۰/۷۵ (۲) \quad ۲/۵ (۳) \quad ۱/۹۲ (۴)$$



**تست:** اگر در دما و فشار یکسان سرعت مصرف گاز اکسیژن در واکنش های سوختن اتان و پروپان برابر باشد. پس از گذشت مدت زمان معینی نسبت حجم کربن دی اکسید حاصل از سوختن اتان به حجم بخار آب حاصل از سوختن پروپان کدام است؟ (۱)  $\frac{7}{5}$  (۲)  $\frac{5}{7}$  (۳)  $\frac{10}{7}$  (۴)  $\frac{14}{5}$

**ریاضی ۹۲:** در صورتی که سرعت تشکیل  $\text{NO(g)}$  در واکنش زیر برابر  $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  باشد. سرعت واکنش و

سرعت تولید  $\text{Br}_2(\text{g})$  بر حسب  $\text{mol.L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  به ترتیب از راست به چپ کدامند؟



(۱)  $8 \times 10^{-5}$  و  $1/6 \times 10^{-4}$  (۲)  $8 \times 10^{-5}$  و  $8 \times 10^{-5}$

(۳)  $1/6 \times 10^{-4}$  و  $1/6 \times 10^{-4}$  (۴)  $1/6 \times 10^{-4}$  و  $8 \times 10^{-5}$

**تست:** سرعت متوسط واکنش  $A \rightarrow 2B$  ,  $2C + D \rightarrow 3E$  در دمای یکسان به ترتیب  $0.08$  و  $0.06$  مول بر دقیقه است

کدام مقایسه در مورد سرعت متوسط تشکیل یا از بین رفتن مواد درست است؟

(۱)  $R_A = R_D$  (۲)  $= \frac{15}{2} \frac{R_C}{R_B}$  (۳)  $R_{\text{واکنش}} = 2R_C$  (۴)  $R_E = \frac{3}{2} R_B$

**تست:** جدول زیر غلظت گونه های شرکت کننده در واکنش گازی فرضی  $A \rightarrow 3B + C$  را نشان می دهد غلظت  $a$  ,  $b$  به

ترتیب از راست به چپ کدامند؟

زمان (S)	۱۰	۲۰
$\text{mol L}^{-1}$		
[A]	۰/۲	۰/۰۵
[B]	۰/۱	a
[C]	b	۰/۹

تست: با توجه به جدول زیر غلظت A در ثانیه ۱۰ و غلظت B در ثانیه ۱۵ به ترتیب چند مول بر لیتر است؟

زمان (s) \ غلظت	۰	۵	۱۰	۱۵
[A]	۱/۵	۱/۱	?	۰/۷
[B]	۰	۰/۲	۰/۳۵	?

تست: با توجه به داده های جدول که مربوط به واکنش گازی  $A+B \rightarrow 2C$  می باشد تعداد مول های A در ثانیه ی دهم

زمان (S)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
A (mol)	۱۰		?		n
C(mol)	۰				۱۲

۶/۵(۲)

کدام است؟ (۱) ۴

۷/۵(۴)

۷(۳)

تست: جدول زیر داده های تجربی مربوط به واکنش تجزیه ی  $NO_2(g)$  بر اثر گرما داده شده است سرعت متوسط ناپدید

۳۰۰	۲۴۰	۱۲۰	۸۰	۱۰	زمان (s) \ غلظت ( $\times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
۳/۸	۳/۸	۳/۶	۳/۴	۱/۰	[O <sub>۲</sub> (g)]

شدن نیتروژن دی اکسید چند  $\text{Ms}^{-1}$  است؟



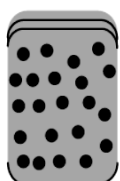
**ریاضی ۸۴:** بر اساس واکنش  $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$  اگر  $0.2$  مول گاز نیتروژن (V) اکسید به مدت  $20$  ثانیه در یک ظرف سر بسته گرما داده شده و معلوم شود که  $0.02$  مول از آن باقی مانده است، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن در این فاصله زمانی چند مول بر دقیقه است؟ (۱)  $0.18$  (۲)  $0.27$  (۳)  $0.36$  (۴)  $0.45$

**آزاد ریاضی ۷۶: ۱۶/۰** مول  $N_2O_5$  در یک ظرف  $2$  لیتری در دمای معین بر اساس واکنش گازی زیر در حال تجزیه شدن است. پس از  $1$  دقیقه از آغاز واکنش تعداد مولهای  $N_2O_5$  برابر  $0.08$  مول می شود سرعت متوسط تولید شدن  $NO_2$  در دوره ی زمانی داده شده بر حسب مول بر لیتر بر ثانیه کدام است؟

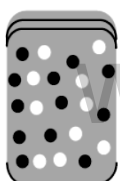
$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

**ریاضی ۹۳:**

با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی  $A \rightarrow B$  در یک ظرف  $4$  لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  چند  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله زمانی  $t_3$  تا  $t_4$  است؟ (هر گوی هم ارز  $0.05$  مول از هر ماده است.)



$t_1 = 0$  دقیقه



$t_2 = 20$  دقیقه



$t_3 = 40$  دقیقه



$t_4 = 60$  دقیقه

● A  
○ B

(۲)  $1.5 \times 10^{-3}$   
(۴)  $3 \times 10^{-3}$

(۱)  $1.5 \times 10^{-3}$   
(۳)  $3 \times 10^{-3}$

تست : با توجه به داده های جدول زیر که مربوط به واکنش گازی  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  می باشد بجای Y, X

ویژگی زمان (S)	$[\text{NH}_3] \times 10^{-3} \text{ mol}$	$[\text{H}_2\text{O}] \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$	$\frac{\Delta[\text{NO}]}{4\Delta T} \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$
۰	۴	۰	Y
۵	X	۲/۴	

چه اعدادی باید قرار گیرد ؟

تست : بر اساس جدول زیر که مربوط به واکنش  $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  می باشد مقدار X کدام است ؟

$\frac{-\Delta[\text{SO}_3]}{2\Delta T}$	زمان (s)	$[\text{SO}_3]$
	۰	۰/۱
$۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	۱۰	X

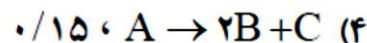
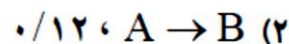
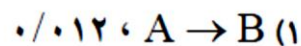
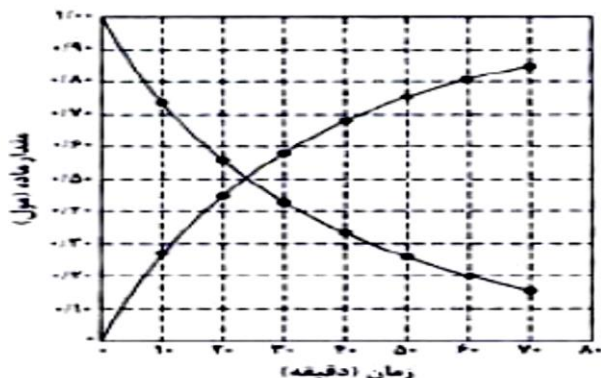
۰/۱۲۵ (۴)

۰/۱۵ (۳)

۰/۰۵ (۲)

۰/۰۷۵ (۱)

**تجربی خارج ۸۸:** نمودار شکل های زیر را به تغییرات مول مواد نسبت به پیشرفت واکنش، در کدام واکنش می توان نسبت داد؟ سرعت متوسط واکنش بر حسب مصرف واکنش دهنده در فاصله زمانی داده شده، تقریباً چند مول بر دقیقه است؟



**تست:** ۱۳ گرم فلز روی را با محلول هیدروکلریک اسید وارد واکنش می کنیم اگر پس از ۳۰ ثانیه ۱۱۲ میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP حاصل شود سرعت مصرف روی چند مول بر دقیقه است؟  $Zn=65$

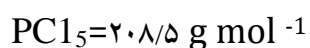
۰/۰۰۵ (۴)

۰/۰۴ (۳)

۰/۰۲ (۲)

۰/۰۱ (۱)

**ریاضی ۸۷:** اگر ۸/۳۴ گرم  $PCl_5$  را در ظرفی گرما می دهیم پس از گذشت ۲۰ ثانیه ۲۵ درصد آن تجزیه شده باشد سرعت



تشکیل گاز کلر در این واکنش بر حسب مول بر دقیقه کدام است؟

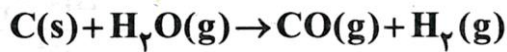
۰/۰۵ (۴)

۰/۰۴ (۳)

۰/۰۳ (۲)

۰/۰۲ (۱)

گاج ۹۴: مقدار زیادی بخار آب را از روی ۷/۵ kg زغال چوب با خلوص ۶۰٪ در دمای ۱۰۰۰°C عبور می‌دهیم تا واکنش زیرانجام شود اگر بازده واکنش برابر ۸۰٪ و مدت زمان انجام آن نیم ساعت باشد سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن چند مول بر دقیقه است؟ (C=۱۲)



۱۰ (۱)      ۲۷/۵ (۲)      ۱۵/۶ (۳)      ۸ (۴)

ریاضی ۸۹: اگر در واکنش  $2\text{KClO}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{KCl(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)}$  که در یک ظرف ۱۰ لیتری سر بسته انجام می‌گیرد سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر  $0.015 \text{ mol L}^{-1} \text{ S}^{-1}$  باشد چند دقیقه طول می‌کشد تا ۳۶۷/۵ گرم پتاسیم کلرات به طور کامل

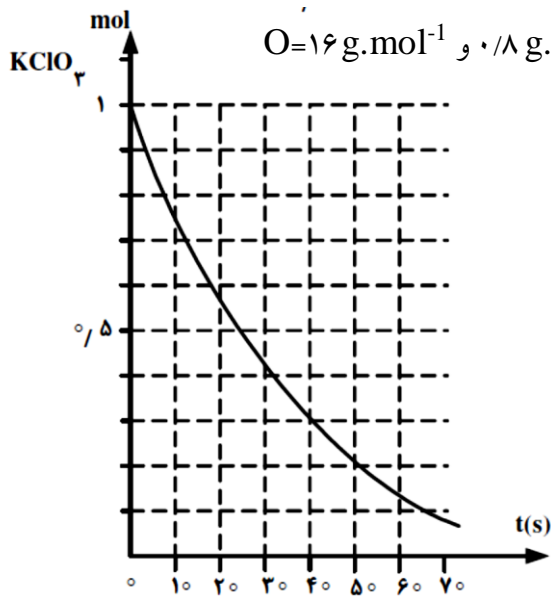
تجزیه شود؟ (۱) ۱۰      (۲) ۵      (۳) ۴      (۴) ۸       $\text{KClO}_3 = 122.5$

تست: در واکنش هیدروکلریک اسید با سدیم کربنات پس از ۳۰ ثانیه ۱۱۰۰ ml گاز  $\text{CO}_2$  حاصل می‌شود سرعت متوسط مصرف اسید بر حسب مول بر دقیقه کدام است؟ (چگالی گاز در شرایط آزمایش ۰/۸ گرم بر لیتر است)



۰/۰۲ (۱)      ۰/۰۴ (۲)      ۰/۰۶ (۳)      ۰/۰۸ (۴)

**تجربی ۹۲:** با توجه به نمودار روبه رو به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز  $O_2$  از تجزیه پتاسیم کلرات در گرما



در مجاورت  $MnO_2$  به دست آید؟ (چگالی گاز  $O_2$  در شرایط آزمایش برابر  $0.8 \text{ g.L}^{-1}$  و  $O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ )

۱۰(۴)      ۲۵(۳)      ۲۰(۲)      ۴۵(۱)

**گاج ۹۴:** در واکنش موازنه نشده زیر در دقیقه ی اول و دوم واکنش به ترتیب ۱۲ و ۸ مول آمونیاک مصرف و در دقیقه سوم و

چهارم واکنش به ترتیب ۶ و ۲ مول بخار آب تولید می شود. سرعت متوسط مصرف گاز اکسیژن در این چهار دقیقه چند مول بر

ثانیه است؟  $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$        $\frac{4}{25}$  (۴)       $\frac{1}{9}$  (۳)       $\frac{19}{144}$  (۲)       $\frac{57}{300}$  (۱)

**تجربی ۸۸:** اگر در تجزیه گرمایی گاز  $N_2O_5$  و تبدیل آن به گازهای  $NO_2$  و  $O_2$  با گذشت ۲ دقیقه  $0.08$  مول از آن باقی

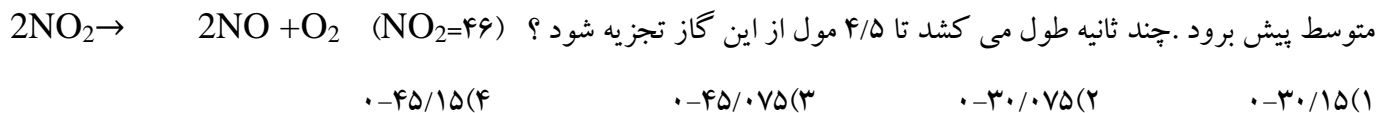
بماند و  $0.06$  مول گاز اکسیژن آزاد شود مقدار اولیه  $N_2O_5$  چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز  $NO_2$  چند مول بر ثانیه

است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید) (۱)  $0.02/12 - 0.04$  (۲)  $0.04 - 0.12$  (۳)  $0.02 - 0.2$  (۴)  $0.04 - 0.2$

**ریاضی ۹۴:** اگر در تجزیه گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه ۴/۲ گرم از آن باقی مانده باشد و ۰/۲ مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه سدیم هیدروژن کربنات، برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط چند ثانیه دیگر واکنش کامل می شود؟

$$(۱) ۴ \times 10^{-2} \text{ و } ۷۵ \quad (۲) ۲ \times 10^{-2} \text{ و } ۷۵ \quad (۳) ۴ \times 10^{-2} \text{ و } ۶۰ \quad (۴) ۲ \times 10^{-2} \text{ و } ۶۰$$

**ریاضی ۹۰:** اگر در واکنش تجزیه ۴/۵ مول گاز  $\text{NO}_2$  مطابق واکنش زیر بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقیمانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود. چند ثانیه طول می کشد تا ۴/۵ مول از این گاز تجزیه شود؟



$$(۱) ۰-۳۰/۱۵ \quad (۲) ۰-۳۰/۰۷۵ \quad (۳) ۰-۴۵/۰۷۵ \quad (۴) ۰-۴۵/۱۵$$

**تست:** در یک ظرف سربسته با حجم ثابت در مدت ۵ دقیقه واکنش زیر با سرعت ۰/۰۱۲ مول بر لیتر بر دقیقه انجام می شود. اگر در این ۵ دقیقه ۲/۴ مول  $\text{NO}_2$  تولید شده باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟





### غذا، پسماند و ردپای آن :

زندگی ما و ادامه آن بر روی زمین به تأمین نیازهای ضروری مانند هوا، آب، غذا و ... وابسته است. اما میزان نیاز و بهره مندی از این منابع برای همه یکسان نیست. دلیل این تفاوت را باید در سبک زندگی هر فرد جستجو کرد زیرا هر انسان در طول عمر خود، ردپاهایی متفاوتی در محیط زیست برجای می گذارد.

### چهره آشکار و چهره پنهان ردپای غذا :

**چهره آشکار** آن نشان می دهد که سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می شود به مصرف نمی رسد و به زباله تبدیل می شود و یا از بین می رود. این درحالی است که آمارها نشان می دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است! خبری که هدررفتن منابع اقتصادی را آشکار می سازد

**چهره پنهان** این ردپا شامل همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه های مورد نیاز، بسته بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی، زمین های بایر و ... از جمله این منابع هستند.

چهره پنهان دیگر این ردپا، تولید گازهای گلخانه ای به ویژه کربن دی اکسید است، آن چنان که سهم تولید این گاز در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت ها در خودروها، کارخانه ها و ... است.

از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، افزایش سطح رفاه و ... رو به افزایش است، تقاضا

برای غذا نیز پیوسته افزایش می یابد. تقاضایی که برای تأمین آن منابع آب، انرژی، مواد اولیه و

زمین بیشتری را می طلبد. بدیهی است که با این روند ردپای غذا روی محیط زیست سنگین تر

شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد

## خود را بیازمایید

ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش ردپای غذا را نشان می دهد. مشخص کنید هر بیانی از اصل شیمی سبز در ستون سمت چپ با کدام الگو همخوانی دارد؟

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست