خلاصه مطالب فصل اول (واکنش های شیمیایی و استوکیومتری)

واکنش های شیمیایی و شیوه های نمایش آن

* **معادله نوشتاری:**در این روش نام مواد واکنش دهنده در سمت چپ و نام فرآورده ها در سمت راست واکنش نوشته میشود.

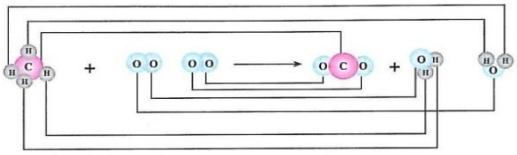
انرژی + آب + کربن دی اکسید ⟶ اکسیژن + اتان

*__معادله نمادی:__در این روش ، برای نمایش اتم ها و مولکول های شرکت کننده در یک واکنش از نماد ها و فرمول های شیمیایی آن ها استفاده می شود.

$$C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + q$$

قانون پایستگی جرم

در واکنش های شیمیایی نه اتمی به وجود می آید و نه اتمی از بین می رود.بلکه پس از انجام واکنش همان اتم ها به شیوهٔ دیگری به هم متصل می شوند.



*واکنش نشان می دهد که در سوختن کامل گاز متان،هر مولکول این گاز با دو مولکول اکسیژن واکنش می دهد و دومولکول آب و یک مولکول کربن دی اکسید تولید می کند.

موازنه کردن معادله های شیمیایی به روش وارسی

گام نخست:شمارش تعدا د اتم های هریک از عناصر در دو سوی معادله

گام دوم:انتخاب یک ترکیب(واکنش دهنده یا فرآورده) با بیشترین تعداد اتم از عنصری غیر از هیدروژن و اکسیژن

گام سوم:موازنهٔ تعداد اتم های اکسیژن

گام چهارم:موازنهٔ تعداد اتم های هیدروژن

انواع واکنش های شیمیایی

*تجزیه: واکنش که در آن یک ماده به مواد ساده تری تبدیل می شود.(تبدیل یک ترکیب به دو یا چند مادهٔ دیگر)

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

*ترکیب یا سنتز :واکنشی که در آن چند ماده با هم ترکیب می شوند و فرآورده(ها)ی تازه ای تولید می کنند.(مصرف دو یا چند مادهٔ مختلف و ایجاد یک ترکیب)

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{فوتوسنتز}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

www.ShimiPedia.ir

$$nCH_2 = CH_2 \xrightarrow{\text{(بسپارش) پلیمرشدن}} (- CH_2 - CH_2)_n$$

*سوختن : واکنش یک ماده با اکسیژن که با تولید نور و شعله (و گاهی صدا) همراه باشد.

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

*جا به جایی یگانه :واکنشی که در آن یک عنصر جانشین عنصر دیگری در یک ترکیب می شود.

$$Zn + 2AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$$

$$Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$$

ترکیب دیگر + عنصر دیگر ⟶ ترکیب + عنصر

*جا به جایی دوگانه :در این نوع واکنش جای دو عنصر در دو ترکیب با هم عوض می شود.

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

ترکیب 4 + ترکیب 3 ⟶ ترکیب 2 + ترکیب 1

چه اطلاعاتی در معادله وجود دارد؟

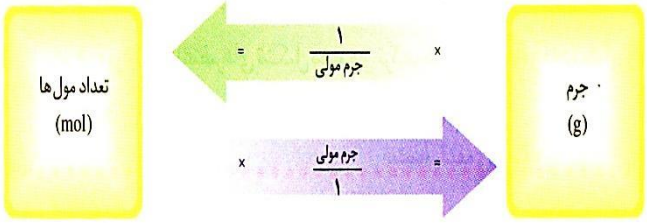
- فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها
- شرایط لازم برای انجام واکنش
- گرمادهی یا گرماگیری واکنش

چه اطلاعاتی در معادله وجود ندارد؟

- ترتیب اختلاط واکنش دهنده‌ها
- نکات ایمنی
- سمی بودن مواد

استوکیومتری

*بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عناصر در ترکیب‌ها و ارتباط کمی سروکار دارد. برای محاسبات استوکیومتری باید از معادله‌های موازنه شده استفاده کرد.



استوکیومتری واکنش ها : مول-گرم و گرم-گرم

*تعداد مول ماده ای به جرم مولی M گرم بر مول در یک نمونهٔ m گرمی از آن ماده ، برابر $\frac{m}{M}$ است.

* n مول از ماده ای به جرم مولی M گرم بر مول ، (n×M) گرم جرم دارد.

www.ShimiPedia.ir

فرمول تجربی

فرمولی که شامل نماد شیمیایی عنصرها همراه با زیروند هایی است که کوچکترین نسبت صحیح اتم ها را مشخص می کند.

در واقع فرمول تجربی موارد زیر را مشخص می کند:

1)تعداد و نوع عنصرهای سازندهٔ مولکول

2)ساده ترین نسبت تعداد اتم های موجود در مولکول

فرمول مولکولی

فرمولی است که تعداد واقعی اتم ها را در یک ترکیب به ما نشان می دهد. فرمول مولکولی،مضربی از فرمول تجربی است:

فرمول مولکولی=$_n$(فرمول تجربی)

مراحل حل مسائل فرمول تجربی

1) ابتدا مقدار گرم یا درصد جرمی هر عنصر را به مقدار مول آن تبدیل می کنیم.

2)کلیهٔ مقدار مول ها را بر کوچکترین مقدار مول به دست آمده ، تقسیم می کنیم تا ساده ترین نسبت مولی عنصرها بدست آید.

3)اگر فرمول مولکولی را از ما خواسته بودند به کمک رابطهٔ مقابل، مقدار n و در نتیجه ، فرمول مولکولی را بدست می آوریم:

جرم فرمول مولکولی= $_n$(جرم فرمول تجربی)

درصد خلوص

در آزمایشگاه یا صنعت معمولا با مواد کاملا خالص مواجه نیستیم و مواد، معمولا مقادیر مختلفی ناخالصی به همراه دارند،در مسائلی که صحبت از درصد خلوص(P) است از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم:

$$\text{درصد خلوص (P\%)} = \frac{\text{مقدار گرم مادهٔ خالص}}{\text{مقدار گرم مادهٔ ناخالص}}$$

نکته 1: مقدار گرم مادهی خالص در 100 گرم مادهی ناخالص را درصد خلوص گویند.

جرم خالص = درصد خلوص × جرم ناخالص

روابط حجمی گازها در محاسبات استوکیومتری

*این محاسبات بر اساس کارهای **گی لوساک** بود . در قانون نسبت‌های ترکیبی گی‌لوساک می‌گویند: گازها در فشار و دمای ثابت در نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌دهند. ضمناً در فشار و دمای ثابت یک مول از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند که به آن **قانون آووگادرو** گویند.

*در شرایط STP یعنی دمای صفر و فشار یک اتمسفر هر مول گازی حجمی برابر 22/4 لیتر اشغال می‌کند.

مولکول $6/02\times10^{23}$ اتم $\sim 2\times 6/02\times10^{23}$ cc, cm^3,ml $\sim$ 22400 lit $\sim$ 22/4 gr $\sim$ 32 $1molO_2\sim$

www.ShimiPedia.ir

هرگاه در قانون گاز کامل (گاز ایده‌آل) مقدار گاز و فشار آن را ثابت بگیریم به قانون شارل-گیلوساک می‌رسیم:

قانون گاز کامل←PV=nRT

قانون گیلوساک←$V=\frac{nRT}{P}$

استوکیومتری در محلول ها

غلظت معمولی

مقدار مادهٔ حل شونده بر حسب گرم در یک لیتر محلول را غلظت معمولی می گوییم.

$$C=\frac{\text{مقدار مادهٔ حل شونده بر حسب گرم}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

مولاریته (غلظت مولی)

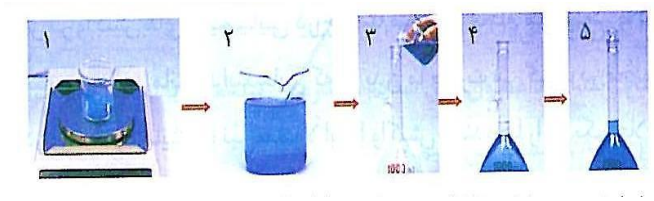
استوکیومتری برحسب مول تفسیر می‌شود و به مقدار مادهٔ حل شوند بر حسب مول در یک لیتر محلول مولاریته گویند.

$$M=\frac{\text{مقدار مادهٔ حل شونده بر حسب مول}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

اگر بخواهیم محلول مولار سود بسازیم **1 مول سود یعنی 40 گرم** را در کمی آب حل می‌کنیم و سپس حجم محلول را به یک لیتر می‌رسانیم.

آزمایش کنید

مراحل تهیه ی محلولی با غلظت معین

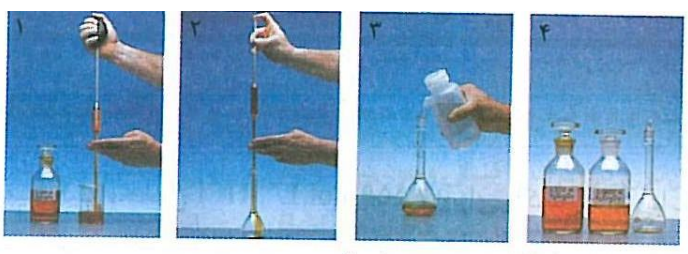


* این محلول با استفاده از حل کردن جرم مشخصی از یک ماده در یک بالون حجمی تهیه می شود .

1 – اندازه گیری جرم ماده 2 – انحلال ماده در آب 3 – انتقال محلول به درون بالون حجمی و افزایش آب به آن

4– تکان دادن بالون به منظور حل شدن کامل ماده 5 – افزودن آب درون بالون تا رسیدن سطح آب به خط نشانه

شکل مقابل نشان دهنده ی مطلب زیر می باشد :



* تهیه محلولی با غلظت معین با استفاده از **رقیق کردن** یک محلول غلیظ تر با غلظت مشخص!

مراحل:

1-برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ (به وسیله ی پی پت) **2**-انتقال آن حجم به درون یک بالون حجمی

3-افزایش آب تا خط نشانه و تکان دادن بالون به منظور همگن سازی محلول **4**-انتقال محلول تهیه شده به ظرف مناسب برای نگه داری

www.ShimiPedia.ir

محدود کننده و اضافی

*معمولاً در یک واکنش یکی از واکنش دهنده‌ها زودتر مصرف می‌شود که به آن محدود کننده گویند و آن که اضافی می‌ماند واکنش دهنده‌ی اضافی نام دارد.

*اگر اطلاعات داده شده در صورت مساله،راجع به دو مادۀ واکنش دهنده (یعنی دو مادۀ سمت چپ واکنش) بود و مقدار یکی از فرآورده ها را خواسته بودند،در می یابیم که با بحث محدود کننده مواجه هستیم.

*محدود کننده تعیین کننده‌ی مقدار پیشرفته واکنش است.

*تعداد مول‌های واکنش دهنده‌ها را بر ضریب استوکیومتری تقسیم کرده هر کدام کوچکتر شد محدودکننده است.

مراحل حل مساله:

1- تبدیل جرم یا حجم واکنش دهنده ها به تعداد مول آن ها

2- یکی ار واکنش دهنده ها به عنوان محدود کننده فرض می شود(با استفاده از نسبت های مولی در معادلۀ موازنه شدۀ واکنش،تعداد مول های لازم از واکنش دهنده های دیگر محاسبه می شود.

3- مقایسۀ مقدار های مورد نیاز محاسبه شده از دیگر واکنش دهنده ها با مقدار های داده شده در مساله.

بازده درصدی

به مقدار فرآورده مورد انتظار از محاسبات استوکیومتری **بازده نظری** و به آن که در عمل تولید می‌شود و خیلی کمتر از بازده نظری است **بازده عملی** گویند.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

استوکیومتری و زندگی

*کارایی این سیستم به تولید گاز کافی در کمترین زمان ممکن بستگی دارد.

*تولید گاز در این سیستم به علت انجام سریع یک واکنش شیمیایی است.

***نحوۀ تولید گاز:**

1- حسگرهای جلوی خودرو در هنگام برخورد شدید فعال شده و باعث

منفجر شدنِ کلاهک انفجاری کوچک می شوند. این انفجار ، انرژی مورد نیاز

برای آغاز واکنش زیر را در مخلوطی که مولد گاز نام دارد،فراهم می کند:

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3\,N_2(g)$$

www.ShimiPedia.ir

*از واکنش نتیجه می شود که گاز نیتروژن کیسه های هوا را پر می کند.

نکته: فرمول شیمیایی سدیم نیترید به صورت Na_3N است در حالی که فرمول شیمیایی سدیم آزید به صورت NaN_3 می باشد.

2- سدیم فلزی تولید شده، مادهٔ فعال(واکنش پذیر) و خطرناکی است؛ برای حل این مشکل، از واکنش بسیار سریع جا به جایی آهن (III) اکسید با سدیم فلزی استفاده می شود:

$$6\ Na(s)+ Fe_2O_3(s)\rightarrow 3\ Na_2O(s)+2Fe(s)+Q$$

*گرمای تولید شده در این واکنش باعث انبساط سریع کیسه ها می شود.

*سدیم اکسید (Na_2O) تولید شده نیز به علت خاصیت بازی ، بی خطر نیست ولی سرانجام،واکنش آن با کربن دی اکسید و رطوبت هوا به تشکیل سدیم هیدروژن کربنات که ماده ای بی خطر است می انجامد:

$$Na_2O(s)+2\ CO_2(g)+H_2O(g)\rightarrow 2\ NaHCO_3(s)$$

*حجم گاز مورد نیاز برای پر کردن کیسه های هوا با حجم مشخص، به چگالی گاز وابسته است که آن هم به دما بستگی دارد.

*برای محاسبهٔ مقدار مورد نیاز گاز تولیدی، طراحان کیسه ها باید استوکیومتری واکنش ها و تغییرات انرژی آنها را (که باعث تغییر دما و بنابراین تغییر چگالی گازها می شود) به خوبی بشناسند.

افزایش کارایی موتورها

*بنزین یک مادهٔ شیمیایی ساده نیست بلکه مخلوطی از هیدروکربن‌ها است که بین 5 تا 12 کربن دارند. بنزین خودرو به صورت ایزواکتان خالص (8 کربن) است و معادلهٔ نمادی سوختن بنزین:

$$2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O + q$$

*راه مناسب بهسوزی تنظیم عملی نسبت هوا به سوخت است.

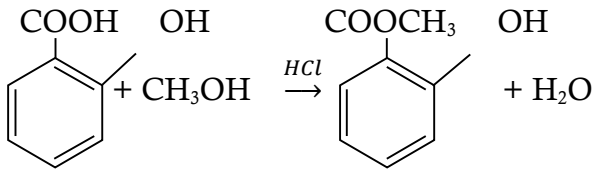
*اگر موتور کارایی نداشته باشد قدرت کاهش یافته مصرف سوخت بالا رفته و آلودگی هوا افزایش می‌یابد.

*توجه کنید حدود 20٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد.

نکات انتهایی

✓ متیل سالیسیلات به عنوان طعم‌دهنده به مواد غذایی و دارویی به کار می‌رود.

$C_7H_6O_3$ $C_8H_8O_3$



www.ShimiPedia.ir

✓ برای تصفیه هوای فضاپیماها از دو واکنش زیر استفاده می‌کنیم که واکنش **اول مناسب‌تر** است.

$$2Li_2O_2 + 2C\,O_2 \rightarrow 2Li_2CO_3 + O_2$$

$$2LiOH + CO_2 \rightarrow Li_2CO_3 + H_2O$$

✓ $Ag\,Br$ در ساخت فیلم عکاسی کاربرد دارد.

✓ متانول
1- حلال
2- سوخت تمیز برای خودروها
3- $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$

✓ Si خالص در تراشه‌های الکترونیکی و در سلول‌های خورشیدی کاربرد دارد و تهیه آن به صورت زیر است:

$$SiCl_4 + 2Mg \rightarrow 2MgCl_2 + Si$$

✓ گاز متان را می‌توان از واکنش زغال‌سنگ با بخار آب بسیار داغ تهیه کرد.

$$2C + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} CH_4 + CO_2$$

✓ نسبت سوخت به اکسیژن در 3 حالت :

استارت : 1 به 12

در جا کار کردن : 1 به 9

سرعت معمولی: 1 به 16

✓ برای تبدیل غلظت معمولی به غلظت مولار و یا بالعکس از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم:

$$\text{غلظت مولار(M)} = \frac{\text{غلظت معمولی } C}{\text{جرم مولی}}$$

✓ **اگر در مسائل برای دو ماده صحبت از میلی لیتر بود، پس از نوشتن معادلهٔ واکنش از فرمول روبرو استفاده می کنیم:** $\frac{M_1V_1}{a_1} = \frac{M_2V_2}{a_2}$

www.ShimiPedia.ir

نمونه سوالات امتحان نهایی با راهنمای تصحیح مربوط به فصل اول(واکنش های شیمیایی و استوکیومتری)

1- هریک از واکنش ها و جمله های زیر را با نوشتن فرمول شیمیایی و کلمهٔ مناسب کامل کنید؟ (1/5نمره)

الف)در فشار و دمای ثابت یک مول از گازهای مختلف حجم ..... و ..... دارند.

ب)در طراحی کیسه های هوا برای خودروها از تجزیهٔ ..... گاز ..... تولید می شود.

پ) $6Na(s)+\ldots\ldots \rightarrow 3Na_2O(s) + 2Fe(s) + q$

ت) $2NaHCO_3(s)\xrightarrow{\Delta} \ldots\ldots + H_2O(g)+CO_2(g)$

پاسخ:

1- الف) ثابت ، برابر ب) NaN_3 (یا سدیم آزید) ، N_2 (یا گاز هیدروژن)

پ) Fe_2O_3 ت) Na_2CO_3

2- گاز هیدروژن به عنوان سوخت پاک پیشنهاد می شود،زیرا با انجام واکنش زیر فقط بخار آب تولید می شود.اگر بازده این واکنش **98/8%** باشد . چند گرم گاز هیدروژن می تواند **85 kg** آب تولید کند؟(1/75 نمره)

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $(O=16 , H=1\ g.mol^{-1})$

پاسخ:

بازده درصدی = $\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 98/8=\frac{85\ kg\ H_2O}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow$ مقدار نظری $= 86/03\ kg\ H_2O$

$86/03\ kg\ H_2O \times \frac{10^3 g}{1\ kg} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{17.99\ g\ H_2O} \times \frac{2\ mol\ H_2}{2\ mol\ H_2O} \times \frac{2\ g\ H_2}{1\ mol\ H_2} = 9564/20\ g\ H_2$

3- نیکوتین یک ترکیب اعتیادآور و سمی است که در تنباکو وجود دارد. یک نمونه نیکوتین شامل 73/92٪ کربن(C) و 8/59٪ هیدروژن(H) و 17/22٪ نیتروژن(N) است. فرمول تجربی آن را به دست آورید. (1/75 نمره)

پاسخ:

$73/92\ gC \times \frac{1mol\ C}{12/01\ g\ C} = 6/15\ mol\ C$

$8/59\ gH \times \frac{1mol\ H}{1/00gH} = 8/59\ mol\ H$

$17/22\ gN \times \frac{1mol\ N}{14/00gN} = 1/23\ mol\ N$

$\frac{6.15mol\ C}{1/23} = 5/00\ mol\ C$ $\frac{8.59\ mol\ H}{1/23} = 6/98\ mol\ H = 7\ mol$

$\frac{1.23\ mol\ N}{1/23} = 1/00\ mol\ N \Rightarrow$ فرمول تجربی C_5H_7N

www.ShimiPedia.ir

4- یکی از دستاوردهای مهم صنعت خودروسازی، کیسه‌های هوایی است. به هنگام برخورد شدید خودرو با یک مانع واکنش‌های زیر در کیسه‌های هوا انجام می‌شوند.(1 نمره)

$$1)2NaN_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Na_{\,(s)} + 3N_{2\,(g)}$$

$$2)\ 6Na_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow 3Na_2O_{(s)} + 2Fe_{(s)}$$

$$3)\ Na_2O_{(s)} + 2CO_{2(g)} + \ldots\ (g) \rightarrow 2NaHCO_{3(s)}$$

الف) واکنش (3) را کامل کنید.

ب) واکنش (1) از چه نوعی است؟

پ) چرا انجام واکنش (2) باعث انبساط سریع گاز درون کیسه می‌شود؟

پاسخ: الف) واکنش (3)

$$Na_2O_{(s)} + 2CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow 2NaHCO_{3(s)}$$

ب) تجزیه

پ) چون این واکنش گرماده است. دما را به‌طور ناگهانی تا بیش از صد درجه بالا می‌برد که این امر سبب انبساط سریع گاز می‌شود.

5- در یک آزمایش از واکنش میان 0/048 مول روی خالص $Zn_{(s)}$ ، با 0/15 مول نیتریک اسید$HNO_{3(aq)}$ ، 0/72 گرم آمونیوم نیترات$NH_4NO_{3\,(aq)}$ به دست آمده است.

$$4Zn_{(s)} + 10HNO_{3(aq)} \rightarrow 4Zn(NO_3)_{2\,(aq)}\ \ NH_4NO_{3(aq)} + 3H_2O_{(I)}$$

الف) واکنش دهنده محدود کننده را با محاسبه مشخص کنید.

ب) بازده درصدی واکنش را به دست آورید.

$$1mol\ NH_4NO_3 = 79/97\ g$$

پاسخ: الف) تعداد مول‌هایHNO_3 مورد نیاز $= 0/048\ mol\ Zn \times \frac{10mol\ HNO_3}{4mol\ Zn} = 0/012mol\ HNO_3$

$0/012\ mol\ HNO_3$ مورد نیاز $< 0/15\ mol\ HNO_3$موجود

پس Zn واکنش‌دهنده محدود کننده است.

روش دوم:

$$\frac{0/048molZn}{4} = 0/012\ Zn\ ,\ \frac{0/15molHNO_3}{10} = 0/015\ mol\ HNO_3$$

$\Rightarrow 0/012 < 0/015$ محدود کننده است. Zn

www.ShimiPedia.ir

ب)

$$? \text{ g } NH_4NO_3 = 0/048\text{mol Zn} \times \frac{1mol\ NH_4NO_3}{4mol\ Zn} \times \frac{79/97gNH_4NO_3}{1molNH_4NO_3} = 0/959 \approx 0/96$$ بازده نظری

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{بازده عملی}}{\text{بازده نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{072}{0/96} \times 100 = ٪75$$

6- برای موازنه واکنش زیر به روش وارسی : (1/5 نمره)

$$aCa(OH)_2(s) + bH_3PO_4(aq) \rightarrow cCa_3(PO_4)_2(s) + dH_2O(l)$$

الف) موازنه را از کدام ترکیب و کدام عنصر شروع می‌کنیم؟

ب) واکنش را موازنه و ضرایب a، b، c و d را مشخص کنید.

پاسخ: الف) Ca , $Ca_3(PO_4)_2$

ب) $a= 3$, $b= 2$, $c= 1$, $d= 6$

7- واکنش زیر را در نظر بگیرید. (1/75 نمره)

$$MnO_{2(s)} + 4HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{2\,(aq)} + Cl_{2(aq)} + 2H_2O_{(I)}$$

الف) برای تهیه 374 میلی‌لیتر گاز کلر (Cl_2) در شرایط استاندارد به چند گرم منگنز دی‌اکسید (MnO_2) خالص نیاز است؟

ب) برای تهیه همین مقدار گاز اگر از یک نمونه منگنز دی‌اکسید با خلوص ٪75 استفاده کنیم چند گرم از آن مصرف می‌شود؟

$$1moL\ MnO_2 = 86/91\ g$$

پاسخ: الف)

$$? \text{ g } MnO_2 = 374mL\ Cl_2 \times \frac{1L\ Cl_2}{1000mL\ Cl_2} \times \frac{1mol}{22/4L} \times \frac{1molMnO_2}{1moCl_2} \times \frac{86/91g\ MnO_2}{1mol\ MnO_2} = 1/45g\ MnO_2$$

ب)

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \rightarrow 75 = \frac{1/45gMnO_2}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص} = 1/93\ \ g$$

8- معادله‌های شیمیایی زیر را در نظر بگیرید و به پرسش‌های پاسخ دهید. (1/5 نمره)

1) $Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2S_{(g)} \rightarrow 2HNO_{3(aq)} + \ldots_{(s)}$

2) $Zn_{(s)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + \ldots_{(aq)}$

3) $NaOH_{(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3\,(s)} + Na_2\,SO_{4(aq)}$

الف) واکنش‌های (1) و (2) را کامل کنید.

ب) کدام یک از واکنش‌های بالا جابه‌جایی یگانه است؟

www.ShimiPedia.ir

پ) واکنش (3) را موازنه کنید.

پاسخ: الف) (1) PbS و (2) $ZnCl_2$

ب) واکنش (2)

پ) $6NaOH_{(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} \rightarrow 2Fe(OH)_{3(s)} + 3Na_2SO_{4(aq)}$

9- از تجزیه حرارتی 55 گرم آلومینیم سولفات طبق معادله واکنش زیر چند لیتر گاز در شرایط تولید می‌شود؟(1 نمره)

$$Al_2(SO_4)_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_{3(s)} + 3SO_3$$

پاسخ: $?\ lit\ SO_3 = 55g\ Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1molAl_2(SO_4)_3}{342/02gAl_2(SO_4)_3} \times \frac{3molSO_3}{1molAl_2(SO_4)_3} \times \frac{22/4LSO_4}{1molSO_3} = 10/81\ lit\ SO_4$

10- یک روش ساده آزمایشگاهی برای تولید گاز استیلن (C_2H_2) افزودن آب به کلسیم کاربید بر طبق واکنش زیر است. (1/75 نمره)

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(I)} \rightarrow C_2H_{2\,(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

در یک آزمایش 32/5g گاز استیلن تولید شده است. برای تولید این مقدار گاز، چند گرم نمونه ناخالص کلسیم کاربید(CaC_2) با خلوص 84٪ مصرف شده است؟$(1molC_2H_2 = 26/02, 1molCaC_2 = 64/1g)$

پاسخ:

$?g\ CaC_2 = 32/5g\ C_2H_2 \times \frac{1molC_2H_2}{26/02g\ C_2H_2} \times \frac{1molCaC_2}{1molC_2H_2} \times \frac{64/1gCaC_2}{1molCaC_2} = 80/06g\ CaC_2$ خالص

درصد خلوص $= \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow 84 = \frac{80/06gCaC_2\ \text{خالص}}{?gCaC_2\ \text{ناخالص}} \times 100 \Rightarrow$ ناخالص CaC_2 جرم $= 95/31g$

www.ShimiPedia.ir

خلاصه مطالب فصل دوم (ترمودینامیک شیمیایی)

مفاهیم اولیهٔ ترمودینامیک

*__ترمودینامیک:__ دانش مطالعهٔ تبدیل شکل های مختلف انرژی و راه های انتقال آن.

*__ترموشیمی :__ بخشی از ترمودینامیک است که به مطالعه‌ی کمی و کیفی انرژی گرمایی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.

*اختلاف دمای میان دو جسم به دلیلِ اختلاف انرژی جنبشی ذرات است.

* گرما همیشه از جسم گرم‌تر به جسم خنک‌تر جریان می‌یابد.

*__نیرو:__ بر هم کنش(تاثیر) دو جسم بر یکدیگر است.(یکای نیرو در SI نیوتن N است.)

*__نیوتن:__ مقدار نیرویی که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود، به آن شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه بدهد.

*__کار :__ عبارتست از حاصل ضرب نیرو در جا به جایی. $W=F\times d$ (W: کار و F: نیرو و d: جابه جایی)

*__ژول:__عبارتست از انرژی لازم برای بالا بردن جسمی به جرم یک کیلوگرم به ارتفاع 0.1 متر از سطح زمین.

*__فشار :__ نیروی عمود وارد بر سطح را فشار می گویند. $P=\frac{F}{A}$

نکته: یکای فشار در سیستم SI ، نیوتن بر متر مربع(N/m^2) است که پاسکال نامیده می شود.($1\ atm = 1/01\times10^5\ pascal$)

*__انرژی:__ عبارتست از ظرفیت انجام کار.

یکای انرژی در سیستم SI ، یعنی همان کار ، یعنی ژول(J) است.

*__کالری(Cal):__ عبارتست از مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم آب خالص به اندازهٔ یک درجهٔ سانتیگراد.($1\ cal = 4/184\ J$)

*__انرژی گرمایی:__ به مجموع انرژی های جنبشی ذره های سازندهٔ یک نمونه ماده ، انرژیِ گرمایی آن می گویند. این جنبش ها ناشی از حرکات زیر هستند:

1- __حرکت انتقالی__ : حرکتی است که در آن مولکول ها به طور آزادانه به هر سویی انجام می دهند و باعث انتقال آن ها از نقطه ای به نقطهٔ دیگر می شود.

2- __حرکت چرخشی__: به چرخش اتم های سازندهٔ مولکول ، حول محورهای مختلف ، حرکت چرخشی گویند.

3- __حرکت ارتعاشی__: اگر پیوند های کووالانسی را همچون فنری در نظر بگیریم که اتم ها را به هم متصل کرده،در این صورت این پیوند ها می توانند مرتعش شوند.

www.ShimiPedia.ir

* **دما** : میانگین انرژی جنبشی ذره های تشکیل دهندهٔ یک نمونه ماده است.

***ظرفیت گرمایی:** گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای آن به اندازه‌ی یک درجه سیلسیوس است که به جرم بستگی دارد و خاصیت مقداری است.

***ظرفیت گرمایی ویژه**: مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از جسمی به اندازه‌ی یک درجه سیلیسیوس که خاصیت شدتی است.

$c = \frac{q}{m\Delta\theta}$ $j/g°C$ (q:مقدار گرمای مبادله شده و m:جرم جسم و $\Delta\theta$: اختلاف دما)

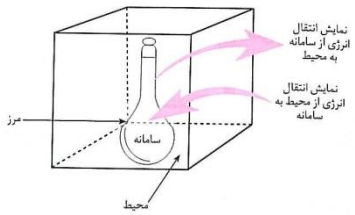
***ظرفیت گرمایی مولی:** مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از ماده به اندازه‌ی یک درجه سیلیسیوس که خاصیت شدتی است.

$\bar{c} = \frac{q}{m\Delta\theta}\ j/mol°C$

- ✓ $\bar{C} = C \times M$ برای همیشه $\bar{C} > C$
- ✓ فلزات > نافلزات > پیوند هیدروژنی ظرفیت گرمایی ویژه
- ✓ ظرفیت گرمایی آب : بخار > جامد > مایع
- ✓ انواع حرکات ← ارتعاشی انتقالی دورانی

*جامدات فقط حرکات ارتعاشی دارند ولی مایعات و گازها هر 3 نوع حرکت را دارند.

سامانه و محیط پیرامون



***سامانه(سیستم)** :به بخشی از جهان که برای مطالعهٔ ترمودینامیکی انتخاب می شود.

***محیط**:بقیهٔ جهان هستی پیرامون سامانه را محیط میگویند.

***مرز سیستم**:دیواره ای که سامانه را از محیط پیرامون جدا میکند.(این مرز ممکن است حقیقی یا مجازی باشد.)

انواع سامانه

*سامانه باز : سامانه ای است که با محیط خود ، هم مبادلهٔ ماده دارد و هم مبادلهٔ انرژی (یا کار) دارد.

*سامانه بسته : سامانه ای است که با محیط پیرامون خود مبادلهٔ ماده ندارد اما مبادلهٔ انرژی(یا کار) دارد.

*سامانهٔ منزوی(ایزوله یا آدیاباتیک) : سامانه ای است که با محیط خود مبادلهٔ ماده و انرژی (یا کار) ندارد.

خواص سامانه

خواص ترمودینامیکی به دو دسته تقسیم می شوند:

1- خواص مقداری: خواصی که مقدار آنها به مقدار ماده بستگی دارد. مثل : جرم ، حجم، انرژی گرمایی و ظرفیت گرمایی.

2- خواص شدتی: خواصی که مقدار آنها به مقدار ماده بستگی ندارد. مثل : دما ، رنگ ، چگالی ، نقطهٔ ذوب، نقطهٔ جوش ، غلظت

www.ShimiPedia.ir

جاری شدن انرژی در سامانه

*انرژی درونی (ΔE) : به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل گویند.

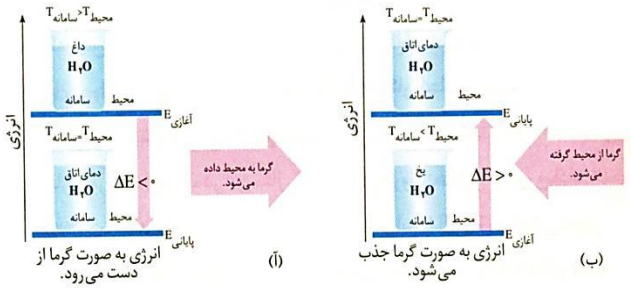
در فرایندهای انرژی‌ده $\Delta E < 0$ در فرایندهای انرژی‌گیر $\Delta E > 0$ است.

$\Delta E = E_{پایانی} - E_{آغازی}$

*شکل (آ) بیانگر سیستمی است که با محیط فقط مبادله گرمایی دارد . گرما به محیط داده می شود.

*انرژی درونی سیستم کاهش می یابد.

*سطح انرژی فرآورده ها از سطح انرژی واکنش دهنده ها پایین تر است.

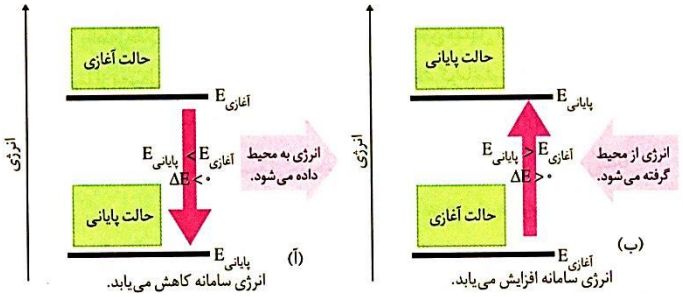


$q < 0 \quad , \quad W = 0 \rightarrow \Delta E < 0$

آ: آب گرم (سامانهٔ بسته) انرژی را به صورت گرما به محیط پیرامون منتقل می کند تا زمانی که دمای آن با دمای محیط پیرامون یکسان شود.

*شکل (ب) بیانگر سیستمی است که با محیط فقط مبادلهٔ گرمایی دارد.

گرما از محیط گرفته است.



*انرژی درونی سامانه در حال افزایش است.

*سطح انرژی فرآورده ها از سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر است.

$q > 0 \quad , \quad W = 0 \rightarrow \Delta E > 0$

ب: یخ از محیط پیرامون انرژی جذب می کند تا زمانی که دمای آن با دمای محیط پیرامون یکسان شود.

انرژی درونی و قانون اول ترمودینامیک

*به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل ذره های تشکیل دهندهٔ یک سیستم می گویند.

$\Delta E = E_{پایانی} - E_{آغازی}$

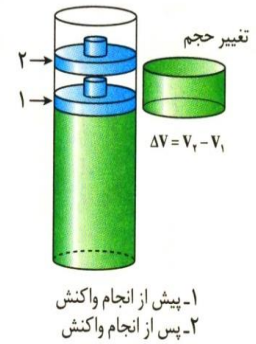
در فرایندهای انرژی‌ده $\Delta E < 0$ در فرایندهای انرژی‌گیر $\Delta E > 0$ است.

قانون بقای انرژی (قانون اول ترمودینامیک) $\Delta E = q + w \rightarrow$

- ✓ ΔE فقط با q تغییر می کند مثل نمونه‌ای از آب داغ درون یک ظرف.
- ✓ ΔE فقط با تغییر w تغییر می کند مثل واکنش زیردر ظرف عایق‌بندی شده.
- ✓ $Zn + 2HCl \rightarrow Zn\,Cl_2 + H_2$
- ✓ ΔE هم با q و هم با w تغییر می کند مثل قرار دادن کتابی بر روی کیسه پلاستیکی که درون آن یخ خشک قرار دارد .

www.ShimiPedia.ir

واکنش پروپان و اکسیژن:



۱ـ پیش از انجام واکنش
۲ـ پس از انجام واکنش

$C_3H_8(g)+5\ O_2(g)\rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O(g) +$ گرما

*همانطور که مشاهده می کنید حجم فرآورده ها بیش از واکنش دهنده ها است.

*($\Delta V>0$) این افزایش حجم سبب می شود که پیشتون به سمت بالا حرکت کند.

* این واکنش (با عقب راندنِ پیستون) روی محیط کار انجام می دهد.

* فشار درون سیلندر به دلیل افزایش حجم فرآورده های واکنش پروپان و اکسیژن بیش از فشار محیط است.

*توجه: این واکنش در فشار ثابت انجام می شود.(یعنی پیستون می تواند آزادانه حرکت کند!)

*هنگامی که حجم یک سامانه افزایش می یابد، علامت کار منفی است.(علامت کار عکس علامت تغییر حجم است!)

$\Delta V < 0\ ,\ W > 0$ کار محیط روی سامانه

$\Delta V > 0\ ,\ W < 0$ کار سامانه روی محیط

واکنش در حجم ثابت و واکنش در فشار ثابت

الف)واکنش در حجم ثابت ($\Delta V=0$) در چنین حالتی بر اثر تغییر حجم کاری انجام نمی شود($W=0$) و تغییر انرژی درونی سیستم فقط ناشی از مبادلهٔ گرما است.($q_v=\Delta E$)

ب)واکنش در فشار ثابت($\Delta V=0$) این واکنش در ظرفی سرباز یا هر ظرف دیگری انجام می شود که با تغییر حجم فشار را ثابت نگه می دارد پس کار انجام می شود($W\neq 0$) در نتیجه $q_p=\Delta H$

تابع حالت و تابع مسیر

*ΔE تابع حالت است ولی q و w تابع مسیر هستند مثلا به سوختن بنزین در 2 حالت زیر توجه کنید.

- ✓ اوکتان در ظرف سرباز سوزانده شود $w=0$ و $\Delta E = q$
- ✓ اوکتان در موتور خودرو بسوزد 30 درصد کار صورت می‌گیرد و بقیه به صورت گرما آزاد می‌شود و در ظرف سر بسته بسوزد باز هم $w=0$ و $\Delta E = q$

***توجه کنید ΔE و ΔS و ΔH و ΔG تابع حالت هستند.**

کار $w= -p\Delta v$

*اگر $\Delta v > 0$ شود $w < 0$ می‌شود پس سیستم روی محیط کار انجام داده اگر $\Delta v < 0$ شود $W > 0$ می‌شود و محیط روی سیستم کار انجام داده و اگر $\Delta v = 0$ شود $w = 0$

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O \qquad \Delta V > 0\ ,\ W < 0$$

www.ShimiPedia.ir

$CH_2 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta V = 0 \ , \ W = 0$

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 \qquad \Delta v < 0 \quad w > 0$

واحد کار برحسب Lit.atm است و البته $1\ \text{Lit.atm} = 101\ \text{j}$

آنتالپی

*به مقدار گرمای مبادله شده در فشار ثابت گویند،که مانند انرژی درونی تابع حالت است. $\Delta H = q_p$

- ✓ در واکنش‌های گرماگیر مثل انحلال $\Delta H > 0 \qquad NH_4NO_3$
- ✓ در واکنش‌های گرماده مثل انحلال $\Delta H < 0 \qquad CaCl_2$

* **حالت استاندارد ترمودینامیک:** پایداری شکل ماده‌ی خالص در فشار یک اتمسفر و دمای مشخص ($25°$) است.

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g) \qquad \Delta H_1 = -2043$

$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(i) \qquad \Delta H_2 = -2219$

*ΔH به مقدار ماده و به حالت فیزیکی بستگی دارد.

انواع آنتالپی

آنتالپی تشکیل : گرمای مبادله شده در واکنشی که در آن یک مول ماده از عناصر سازنده‌اش تشکیل شود که به حالت استاندارد قرار داشته باشد، گرمای تشکیل مولی نام دارد.

$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$

$\frac{1}{2}\ N_{2(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)}$

*در اغلب حالات آنتالپی تشکیل منفی است.

*گرمای استاندارد تشکیل عناصرکه به حالت استاندارد و پایدارترین دگر شکل باشند صفر گرفته می‌شود

(گرافیت)C , $N_{2(g)}$,$S_{8(s)}$, $Cl_{2\,(g)}$, $P_{4\,(s)}$,$O_{2\,(g)}$

آنتالپی سوختن: مقدار گرمایی که از سوختن یک مول ماده‌ای در مقدار کافی اکسیژن آزاد شود.

در هیدروکربن‌ها هر چه جرم ↑ گرمای سوختن ↑

$CH_4 < C_2H_6 < C_3H_8$
16 30 44

$2CH_4 > C_2H6$
32 30

*در بین اتان ، اتیلن و استیلن گرمای سوختن اتان بیشتر و دمای شعله‌ی استیلن بیشتر است.

گرمای سوختن: $C_2H_6 > C_2H_4 > C_2H_2$

دمای شعله : $C_2H_2 > C_2H_4 > C_2H_6$

*به هنگام سوختن استیلن (اتین)تعداد مول کمتری گازی پدید می‌آید که برای رسیدن به دمای شعله گرمای کمتری گرفته و دمای شعله بالا می‌رود.پس از آن در جوشکاری استفاده می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

آنتالپی تبخیر : تغییر آنتالپی تبخیر یک مول ماده در دمای جوش خود را گویند. $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

آنتالپی ذوب : تغییر آنتالپی ذوب شدن یک مول ماده در دمای ذوب خود را گویند. $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

آنتالپی تصعید : تغییر آنتالپی تبدیل یک مول ماده از جامد به گاز را گویند. $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

*هر سه فرایند گرماگیر است و **آنتالپی تبخیر + آنتالپی ذوب = آنتالپی تصعید**

* آنتالپی تبخیر همیشه از آنتالپی ذوب بزرگتر است زیرا در ذوب فقط پیوندها ضعیف می‌شود ولی در تبخیر شکسته می‌شوند.

آنتالپی پیوند: مقدار گرمایی است که به یک مول مولکول گازی داده و آن‌ها را به اتم‌های گازی تبدیل می‌کند.

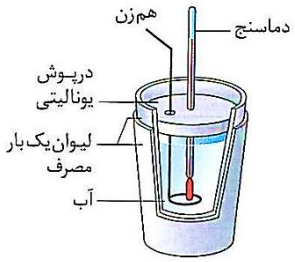
هرچه طول پیوند ↓ مرتبه ↑ انرژی پیوند↑

$$H - H > Cl - Cl > Br - Br$$

$$C \equiv C > C = C > C - C$$

تعیین گرمای واکنش به روش مستقیم

گرماسنج لیوانی



*شکل مقابل یک گرماسنج لیوانی را نشان می دهد که برای اندازه گیری گرمای یکواکنش در **فشار ثابت** (ΔH) به کار می رود.

*در گرماسنج لیوانی،تغییر آنتالپی(ΔH) اندازه گیری می شود نه تغییر انرژی درونی(ΔE).

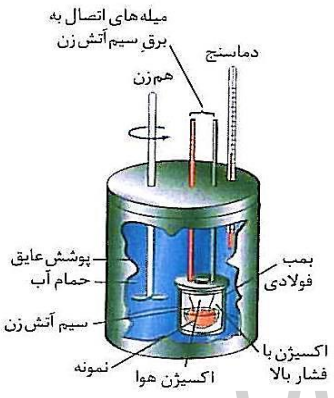
*این گرماسنج مخصوص واکنش هایی است که در محیط آبی انجام می شود.

*لیوان داخلی شامل مقدار معینی آب یا محلول یک واکنش دهنده است.یک دماسنج و یک هم زن نیز در آن قرار دارد.

*این گرماسنج در تعیین گرمای واکنش های شیمیایی به **روش مستقیم** به کار می رود.

*با استفاده از گرما سنج لیوانی می توان گرمای حاصل از واکنش خنثی شدنِ اسید و باز را تعیین کرد.

گرماسنج بمبی



*شکل زیر گرماسنج بمبی را نشان می دهد که گرمای واکنش را در **حجم ثابت** اندازه گیری می کند .

*گرماسنج بمبی برای اندازه گیری دقیق **گرمای سوختن** یک ماده در حجم ثابت به کار می رود .

*گرماسنج بمبی انرژی درونی (ΔE) را اندازه گیری می کند .

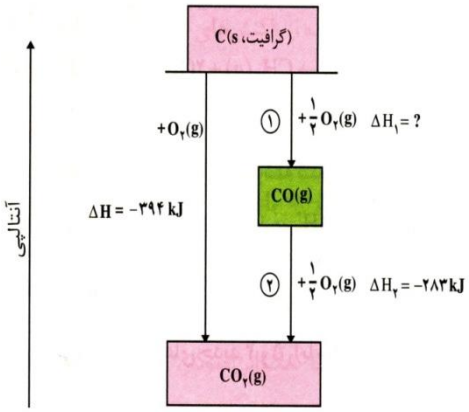
*توسط گرماسنج بمبی آنتالپی را نمیتوان بدست آورد.

***تذکر: در گرما سنج بمبی،حجم ثابت و در گرماسنج لیوانی فشار ثابت است.**

www.ShimiPedia.ir

روش‌های غیرمستقیم

1– محاسبهٔ گرمای واکنش به روش غیر مستقیم(روش هِس)



*اگر یک واکنش ، حاصل جمع دو یا چند واکنش دیگر باشد،ΔHواکنش کلی ، برابر مجموع جبری مقادیر ΔH واکنش های تشکیل دهندهٔ آن است.

*چنانچه یک واکنش را به صورت معکوس بنویسیم ، مقدار ΔH دریکمنفی ضرب می شود.

*اگر واکنشی را در یک عدد ضرب یا بر یک عدد تقسیم کنیم،مقدار ΔH نیز به همان نسبت تغییر خواهد کرد.

1) $2C(s،گرافیت)+O_2(g)\rightarrow 2CO(g)$

2) $C(s،گرافیت)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO(g)$ $\Delta H=?$

چون واکنش (2) را به صورت تجربی نمی توان انجام داد باید تغییر آنتالپی را از طریق زیر بدست آورد:

$C(s،گرافیت)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^\circ = -394kJ$

$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^\circ = -283kJ$

$C(s،گرافیت)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow \cancel{CO(g)}$ $\Delta H^\circ_1=?$

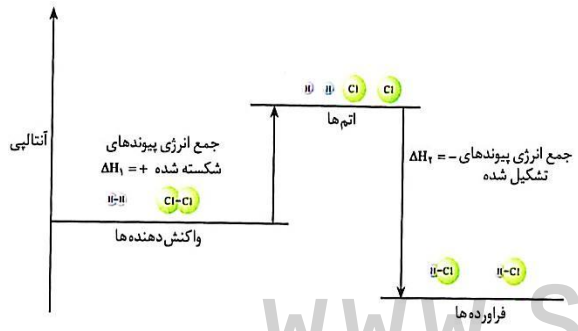
$+$

$\cancel{CO(g)}+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^\circ_2 = -283kJ$

$C(s،گرافیت)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^\circ_{total} = -394kJ$

$\Delta H^\circ_{total}=\Delta H^\circ_1+\Delta H^\circ_2 \rightarrow -394 = \Delta H^\circ_1+(-283kJ) \rightarrow \Delta H^\circ_1 = -11kJ$

2– محاسبهٔ گرمای واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند ها



مجموع انرژی پیوندهای شکسته شده در واکنش دهنده ها $= \Delta H_1$

مجموع انرژی پیوندهای تشکیل شده در فرآورده ها $= \Delta H_2$

$$\Delta H_{total} = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

* در محاسبهٔ ΔH واکنش، به کمک انرژی پیوندها، اگر در یک واکنش شیمیایی

www.ShimiPedia.ir

برخی از پیوند ها تغییر نکرده باشند؛یعنی در دو طرف واکنش عینا وجود داشته باشند، برای سادگی در محاسبات ، آنها را از دو طرف معادلهٔ واکنش حذف می کنیم..

*در واکنش های گرماگیر ، مجموع آنتالپی پیوند های شکسته شده بیشتراز مجموع آنتالپی پیوند های تشکیل شده است.

این واکنش ها با افزایش سطح انرژی همراه بوده و مقدار ΔH در آن ها مثبت است.

آنتروپی

*مقدار بی‌نظمی یک سیستم یا بی‌نظمی مولکولی را آنتروپی گویند که با S نمایش داده می‌شود و توسط کلازیوس بیان شد.

اغلب واکنش‌ها تمایل دارند به حداکثر بی‌نظمی $\Delta S > 0$ و حداقل $\Delta H < 0$ برسند.

جامد → مایع → گاز $\Delta H > 0$

تعداد مول گازی کمتر $\Delta S < 0$ **→ تعداد مول گازی بیشتر** $\Delta S > 0$

حل شدن گاز در مایع و حل شدن مایع در مایع $\Delta S > 0$

حل شدن جامد در مایع $\Delta S > 0$

*بی‌نظمی ماده‌ی خالص در صفر مطلق برابر صفر است و هرچه دما بیشتر شود در نتیجه ΔS بیشتر می‌شود.

چهار حالت واکنش‌ها

$$C_2H_5OH_{(I)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)} \qquad \Delta H < 0 \quad \Delta S > 0$$

آنتالپی و آنتروپی در یک جهت عمل می‌کنند و واکنش **خود به خودی است**.

$$2CO_{2(g)} + 3H_2O \rightarrow C_2H_5OH_{(I)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H > 0 \quad \Delta S < 0$$

هر دو عامل نامساعد پس واکنش **خود به خودی نیست**.

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_20_{(g)} + Q \qquad \Delta H < 0 \quad \Delta S < 0$$

عامل انرژی مساعد ولی بی‌نظمی نامساعد است ولی چون سوختن خود به خود انجام می‌شود کاهش انرژی برکاهش آنتروپی غلبه کرده است.

$$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(I)} \qquad \Delta H > 0 \quad \Delta S > 0$$

*اصولا واکنش‌های گرماگیر که با افزایش بی‌نظمی همراه هستند در دمای بالا خودبه خودی هستند و واکنش‌های گرمادهی که با کاهش بی‌نظمی همراه هستند در دماهای پایین خود به خودی هستند.

*ΔS مانند ΔH , ΔE, ΔG تابع حالت است.

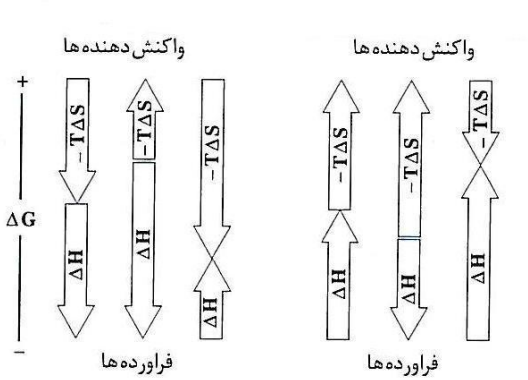
انرژی آزاد گیبس

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

اگرΔG باشد واکنش انجام‌ناپذیر است و اگر $\Delta G < 0$ باشد واکنش انجام‌پذیر است و $\Delta G = 0$ باشد سامانه به تعادل رسیده است.

www.ShimiPedia.ir

*انرژی گیبس(ΔG) کمیتی ترمودینامیکی است که میزان خود به خود انجام شدن یک واکنش را نشان می دهد.



*ΔG جمع جبری بردارهای ΔH و-TΔS می باشد.

*خودبخودی $\Delta G < 0 \rightarrow$

*غیر خودبخودی $\Delta G > 0 \rightarrow$

*هرجاکه برآیندِ ΔH و -TΔS به سمت پایین شد،(یعنی منفی شد!)،آن واکنش خود به خودی است.

*اگر برآیند دو بردار به سمت بالا باشد، ΔG>0 بوده و واکنش غیرخودبه خودی است.

نکات انتهایی

- جامدات فقط حرکات ارتعاشی دارند ولی مایعات و گازها انواع حرکات را دارند.
- نیتروگلیسیرین از جمله مواد منفجره است که بر اثر اندکی گرما تجزیه می‌شود.

$$4C_3H_5(NO_3)_{3\,(l)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)} + O_{2\,(g)} + 6N_{2\,(g)}$$

- گرماسنج‌ها برای اندازه‌گیری گرمای دقیق استفاده می‌شود.
- هیدرازین N_2H_4 می‌باشد.
- CO و NO دو گاز آلوده‌کننده هوا هستند که شیمیدان محیط زیست آنها را به گازهای CO_2 و N_2تبدیل می‌کنند .
- $C_{(\text{زغال چوب})} + H_2O \xrightarrow{1000} \underbrace{CO + H_2}_{\text{گازآب}} \longrightarrow H_2$ را جدا کرده و در تهیه آمونیاک استفاده می‌کنند.
- آنتروپی یک ماده خالص در صفر مطلق برابر صفر است.
- در دماهای پایین عامل انرژی و در دماهای بالا عامل بی‌نظمی اهمیت می‌یابد.
- ممکن است در یک واکنش گرماگیر که در دمای پایین غیر خود به خودی بوده با افزایش دما واکنش خود به خودی شود.
- آنتروپی یک سامانه‌ی منزوی طی یک فرایند خود به خودی افزایش می‌یابد.

www.ShimiPedia.ir

نمونه سوالات امتحان نهایی با راهنمای تصحیح مربوط به فصل دوم(ترمودینامیک شیمیایی)

1- با به کار بردن قانون هس (قانون جمع‌پذیری گرمای واکنش‌های شیمیایی) واکنش زیر را به‌دست آورید. (1/75 نمره)

$$2C_2H_{6\,(g)} + 7O_{2\,(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(g)} \qquad \Delta H=?$$

1) $C_2H_{4\,(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2Co_{2\,(g)} + 2H_2O_{\,(g)}$ $\qquad \Delta H_1 = -132/8kj$

2) $C_2H_{4\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow C_2H_{6\,(g)}$ $\qquad \Delta H_2 = -137kj$

3) $2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{\,(g)}$ $\qquad \Delta H_3 = -489/8kj$

پاسخ: واکنش (1) در عدد 2 ضرب می‌شود، واکنش (2) معکوس و دو برابر می‌شود و واکنش (3) به همان صورت می‌شود.

4) $2C_2H_{4\,(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)}$ $\qquad \Delta H_4= 2\times (-1326/8kJ)= -2653kJ$

5) $2C_2H_{6\,(g)} \rightarrow 2C_2H_{4\,(g)} + 2H_{2\,(g)}$ $\qquad \Delta H_5= +137kJ \times 2= +274kJ$

3) $2H_{2\,(g)} + O_{2(g)}\ \ 2H_2O_{\,(g)}$ $\qquad \Delta H_3 = -489/8\ kJ$

$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(g)}$ $\qquad \Delta H$ واکنش$= \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_3$

ΔH واکنش $= -2653/6\ kJ + 274\ kJ + (-489/8\ kJ) = -2869/4\ kJ$

2- با استفاده از واژه‌های داخل کادر، عبارت‌های زیر را با واژه‌های مناسب کامل کنید.(1/25 نمره)

مقدرای – حالت – بمبی – شدتی – مسیر – لیوانی

الف) در یک سامانه، دما خاصیت ..... و ظرفیت گرمایی خاصیت است.

ب) از گرماسنج ..... برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در حجم ثابت استفاده می‌شود.

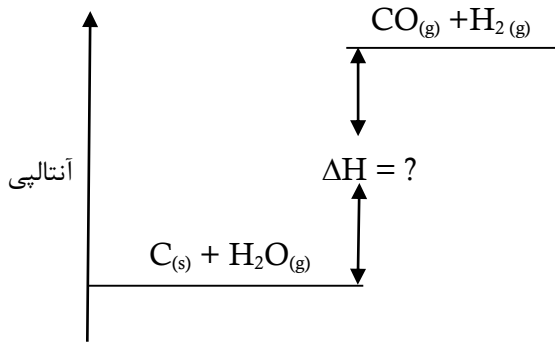
پ) انرژی درونی، یک تابع ..... و کار یک تابع ..... است

پاسخ: الف) شدتی ، مقداری ب) بمبی پ) حالت، مسیر

www.ShimiPedia.ir

3- الف) با استفاده از واکنش زیر، واکنش روی نمودار را به دست آورید.

$$2CO_{(g)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow 2C_{(s)} + 2H_2O_{(g)} \Rightarrow \Delta H = -262/6kJ$$



ب) مخلوط $CO_{(g)}$ و $H_{2\,(g)}$ در صنعت چه نامیده می‌شود؟

پاسخ: الف) ضرایب واکنش داده شده را نصف و سپس واکنش به دست آمده را وارونه می‌کنیم. (و یا برعکس)

$$CO_{\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow C_{(s)} + H_2O_{\,(g)} \qquad \Delta H_1 = \frac{-262/6kJ}{2} = -131/3kJ$$

$$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \;\; CO_{(g)} + H_{2\,(g)} \qquad \Delta H_2 = +131/3\ kJ = \Delta H_{\text{واکنش روی نمودار}}$$

ب) گازآب

4- اگر برای افزایش دمای 25 g سرب به مقدار 10°C به 32J گرما نیاز باشد.($1molPb = 207/2\ g$)

الف) ظرفیت گرمایی ویژه سرب را محاسبه کنید.

ب) ظرفیت گرمایی مولی سرب را محاسبه کنید.

پاسخ:

الف) $c=\frac{q}{m.\Delta t} = \frac{32J}{25g \times 10°C} = 0/128J.g^{-1}{}^{\circ}\,C^{-1}$

ب) $\text{ظرفیت گرمایی مولی Pb} = 0/128g^{-1}{}^{0}C^{-1} \times \frac{207/2gPb}{1molPb} = 26/52J.mol^{-1}{}^{0}C^{-1}$

www.ShimiPedia.ir

5- معادله واکنش سوختن مولی متانول را در نظر بگیرید .

$$CH_3OH_{(I)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(I)} \quad \Delta H = -727kJ.mol^{-1}$$

الف) با استفاده از جدول زیر و معادله بالا CH_3OH $\Delta H°_{\text{تشکیل}}$را محاسبه کنید.

ماده	$\Delta H°_{\text{تشکیل}}$ $(kJ.mol^{-1})$
$CO_{2\,(g)}$	-394
$H_2O_{\,(I)}$	-286

ب) آیا این واکنش در همه دماها خودبه خود انجام می‌گیرد؟(بادلیل).

پاسخ:

الف)

$\Delta H_{\text{واکنش}}$ = [مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی تشکیل فرآورده‌ها]

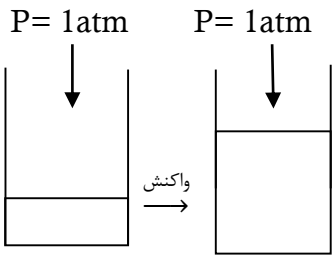
$$= [\ 1\times\Delta H°_{\text{تشکیل}}\ CO_2 + 2\times\ \Delta H°_{\text{تشکیل}}\ H_2O\ ] - [\ 1\times\Delta H_{\text{تشکیل}}\ CH_3OH + \frac{3}{2}\Delta H°_{\text{تشکیل}}\ O_2\ ]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\ (-394) + (2\times -286\ ] - [\ \Delta H°_{\text{تشکیل}}\ CH_3OH + \frac{3}{2}\times 0\ ] = -727kJ.mol^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{تشکیل}}\ CH_3OH = -239kJ.mol^{-1}$$

ب) بله چون واکنش هم گرماده است و هم با افزایش بی‌نظمی همراه است $(\Delta S > 0)$

6- در شکل مقابل، در اثر انجام واکنش، سیستم به محیط گرما داده است.(1نمره)



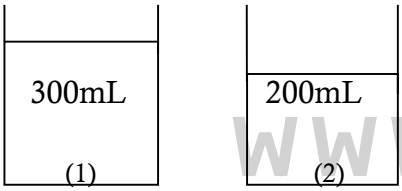
الف) علامت کار انجام گرفت مثبت است یا منفی؟ توضیح دهید

ب) گرمای مبادله شده در این واکنش چه نام دارد؟ .

پاسخ: الف) منفی، حجم سیستم افزایش یافته (یا $V_2 > V_1$ یا $\Delta V > 0$) و چون $W= -P\Delta V$ است در نتیجه علامت کار منفی است.

ب) آنتالپی

7- در شکل مقابل، ظرف‌های (1) و (2) محتوی محلول 20 گرم در لیتر مس(II) سولفات$(CuSO_4)$ اند. (1/5 نمره)



الف) کدام خواص ترمودینامیکی زیر در دو ظرف یکسان است؟

چگالی- ظرفیت- گرمایی- رنگ- جرم

1mol $CuSO_4$ = 159/56g

ب) تعداد مول‌های مس(II) سولفات موجود در ظرف (1) را محاسبه کنید.

www.ShimiPedia.ir

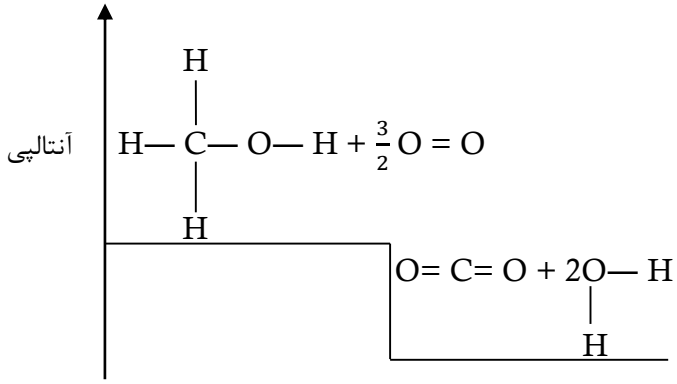
پاسخ: الف) چگالی، رنگ

ب) جرم ماده حل شده = 6g $\Rightarrow$ غلظت معمولی = $\frac{\text{جرم ماده حل شونده به g}}{\text{جرم محلول به لیتر}} \Rightarrow 20g.L^{-1} = \frac{(g)\text{جرم ماده حل شده}}{300mL} \times \frac{1000mL}{1L}$

$$?mol\ CuSO_4 = 6g\ CuSO_4 \times \frac{1molCuSO_4}{159/56gCuSO_4} = 0/037\ mol\ CuSO_4$$

8- با توجه به نمودار و داده‌های جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید. (1/75 نمره)

پیوند	انرژی پیوند $kJ.mol^{-1}$
C— H	415
O = O	498
O — H	467
C — O	360
C = O	805



الف) واکنش داده شده گرماده است یا گرماگیر؟ علت را توضیح دهید.

ب) ΔH واکنش را محاسبه کنید.

پاسخ: الف) گرماده، چون سطح انرژی محصولات از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.

ب)

$$\left\{\begin{array}{l} 3 \times (C — H) = (3mol) \times (415kJ.mol^{-1}) = 1245\ kJ \\ 1\times (C — O) = (1mol) \times (360\ kJ.mol^{-1}) = 360kJ \\ 1\times (O — H) = (1mol) \times (\ 467kJ.mol^{-1}) = 467\ kJ \\ \frac{3}{2} \times (\ O = O) = (\frac{3}{2}\ mol) \times (498kJ.\ Mol^{-1}) = 747kJ \end{array}\right. \Rightarrow \Delta H = 2819kJ \quad \Rightarrow \Delta H \text{ پیوندهای شکسته شده}$$

$$\left\{\begin{array}{l} 2\times (\ C = O) = (2mol) \times (805kJ.mol^{-1}) = 1610kJ \\ 4\times (O — H) = (4mol) \times (467kJ.\ mol^{-1}) = 1868kJ \end{array}\right. \Rightarrow \Delta H = 3478kJ \Rightarrow \Delta H \text{ پیوند های تشکیل شده}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}} - \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}} = 2819 - 3478 = -659\ KJ$$

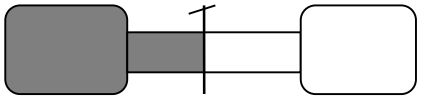
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{\text{شکستن پیوندها}} - \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}}$$

www.ShimiPedia.ir

$$= [\,3\times (C-H) + 1\times (C-O) + 1\times (O-H) + \frac{3}{2}\times (O=O)] - [2\times (C=O) + 4\times (O-H)]$$

$$[(3\times 415) + (360) + (467) + (\frac{3}{2}\times 498)] - [(2\times 805) + (4\times 467)] = 2819 - 3478 = -659\ kJ$$

9- در شکل زیر، حباب سمت چپ از گاز نئون با فشار یک اتمسفر پر شده است، اگر شیر باز شود : (1 نمره)



الف) فشار گاز کم‌تر از یک اتمسفر می‌شود یا بیش‌تر؟

ب) مقدار بی‌نظمی سیستم چه تغییری می‌کند/ توضیح دهید.

پاسخ: الف) کم‌تر از 1atm

ب) افزایش می‌یابد، چون مولکول‌های گاز در فضای بزرگتری پراکنده می‌شوند.(یا تعداد راه‌هایی که اتم‌های گاز می‌توانند در این فضای جدید پخش شوند افزایش می‌یابد.)

10- جدول زیر را کامل کنید.(1/5 نمره)

ΔS	ΔH	ΔG	آیا واکنش خودبه خود است؟
؟	؟	منفی	بله، در دماهای بالاتر
منفی	مثبت	؟	؟
مثبت	؟	؟	بله در همه دماها

پاسخ:

ΔS	ΔH	ΔG	آیا واکنش خودبه‌خود است؟
مثبت	مثبت	منفی	بله، در دماهای بالاتر
منفی	مثبت	مثبت	هرگز
مثبت	منفی	منفی	بله، در همه دماها

11- حل شدن KOH در آب یک فرآیند گرماده است که در سه مرحله به‌طور هم‌زمان رخ می‌دهد.(1 نمره)

الف) واکنش چه مرحله‌ای را نشان می‌دهد؟

ب) مرحله گرماده است یا گرماگیر؟ چه نوع نیرویی بین یون‌ها و مولکول‌های آب پدید می‌آید؟

www.ShimiPedia.ir

پ) افزایش دما چه تأثیری برانحلال‌پذیری پتاسیم هیدروکسید در آب دارد؟

a) $KOH_{(s)} + q \rightarrow K^{+}_{(g)} + OH^{-}_{(g)}$

b) $\begin{cases} K^{+}_{(g)} \rightarrow K^{+}_{(aq)} \\ OH^{-}_{(g)} \rightarrow OH^{-}_{(aq)} \end{cases}$

پاسخ: الف) فروپاشی شبکه بلوری KOH

ب) گرماده، نیروی جاذبه یون، دوقطبی

پ)سبب کاهش انحلال‌پذیری می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

خلاصه مطالب فصل سوم (محلول ها)

مادهٔ خالص : به ماده ای گفته می شود که از ذره های یکسان تشکیل شده است.(فلز منیزیم Mg و گاز هیدروژن H_2 و نمک خوراکی NaCl و آب H_2O و ...)

مادهٔ ناخالص(مخلوط) : ماده ای است که از ذره های متفاوت تشکیل شده است . مانند مخلوط آب نمک یا مخلوط ماسه و نمک.

مخلوط ها دو دسته اند : 1– **همگن** 2– **ناهمگن**

1– **همگن(محلول)** : مخلوطی است که ذره های تشکیل دهندهٔ آن به طور یکنواخت در یکدیگر پخش شده اند و خواص آن در همهٔ بخش ها یکسان است. مانند محلول آب نمک یا محلول شکر در آب .

2– **ناهمگن:** مخلوطی است که ذره های تشکیل دهندهٔ آن به طور یکنواخت در یکدیگر پخش نشده اند و خواص آن در همهٔ بخش ها یکسان نیست.مانند مخلوط آب و نفت.

فاز: بخشی از ماده که تمام قسمت‌های آن از نظر ترکیب شیمیایی و ویژگی های فیزیکی یکسان باشد.(تغییر فاز تغییر فیزیکی است.)

*به مرز میان دو فاز **فصل مشترک** گفته می شود.

محلول از دو جز تشکیل شده :

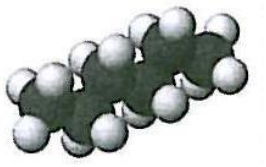
- ✓ حلال : جزء بیشتر
- ✓ حل شونده : جزء کمتر

*آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال است.(محلول هایی که حلال آن ها آب است محلول آبی نامیده می شوند).

* به محلولهایی که حلالشان از حلال های آلی است محلول غیر آبی می گویند.

حلال‌های آلی یا غیرآلی

***هگزان**



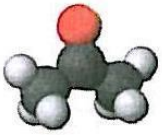
- ✓ الکان 6 کربنه
- ✓ ناقطبی
- ✓ حلال مواد ناقطبی
- ✓ مایع بی‌رنگ و فرار که از تقطیر نفت به دست می‌آید.
- ✓ رقیق کننده (تینر) برای رنگ‌های پوششی.

***اتانول**

- ✓ پس از آب مهم‌ترین حلال صنعتی
- ✓ بی‌رنگ و فرار و به هر نسبت در آب می‌شود.
- ✓ برای ضدعفونی کردن زخم‌ها و تولید مواد دارویی آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد.

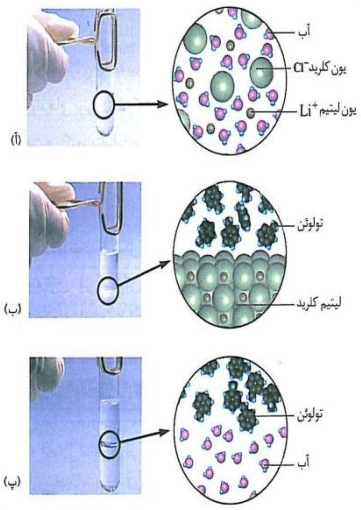
www.ShimiPedia.ir

***استون**



- ✓ حلال مناسب چربی، رنگ و انواع لاک
- ✓ بی رنگ و فرار و به هر نسبت در آب حل می شود
- ✓ حلال پرکابرد در آزمایشگاه شیمی

قطبی در قطبی ، ناقطبی در نا قطبی و ترکیبهای یونی در قطبی حل می‌شوند.



*(آ) لیتیم کلرید « ترکیب یونی » ، در آب « ترکیب قطبی » به خوبی حل می شود.

*(ب)لیتیم کلرید در تولوئن « ناقطبی » حل نمی شود

*(پ) تولوئن « ترکیب ناقطبی » در آب « ترکیب قطبی »حل نمی شود.

(تولوئن مانند سایر هیدروکربن ها نسبت به آب چگالی کمتری دارد بنابراین روی آب قرار می گیرد.)

***علت انحلال پذیری جامدات مولکولی ناقطبی در حلال‌های ناقطبی:**

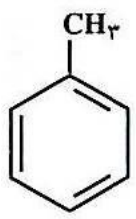
1-افزایش میزان(آنتروپی) بی‌نظمی

2-درجامدات مولکولی نیروی بین مولکولی اغلب از نوع جاذبه های ضعیف وان‌دروالسی است برای غلبه بر این نیروها انرژی زیادی لازم نیست و مولکولهای ماده‌ی حل‌شونده به راحتی بین مولکول‌های حلال قرار می‌گیرد.

***علت انحلال پذیری مواد دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی:**

1-افزایش آنتروپی

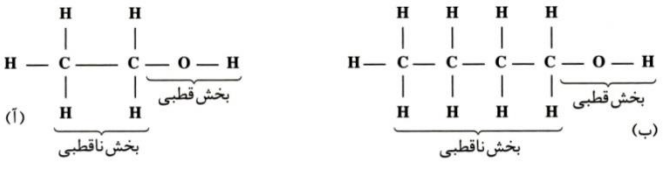
2-از آنجا که مادهٔ حل شونده وحلال هر دو امکان تشکیل پیوند هیدروژنی دارنداز این رو پیوندهای هیدروژنی جدید و گاهی قوی‌تر بین مولکول‌های ماده‌ی حل‌شونده و حلال به وجود می‌آید.



تولوئن یک هیدروکربن آروماتیک است و به مقدار زیادی در قطران زغال سنگ یافت می شود.

مایع بی رنگ و آتش گیر است و به عنوان حلال در صنایعی چون رنگ و رزین کاربرد دارد.

بخش قطبی و ناقطبی اتانول



آ. اتانول ب. ۱ـ بوتانول

*آ)در اتانول بر هم کنش های بین مولکولی از سمت بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد.

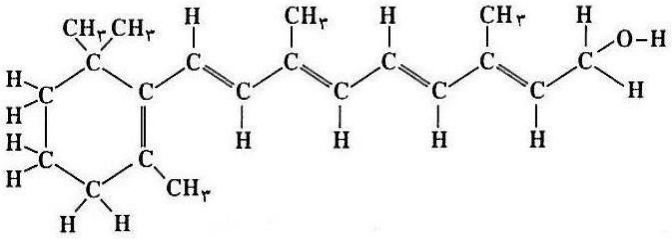
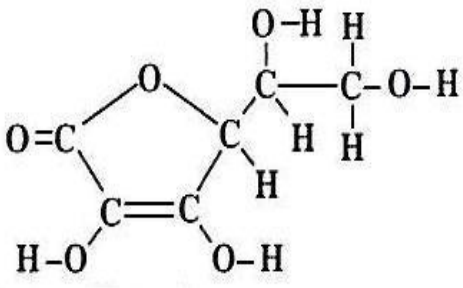
*به دلیل غلبهٔ بخش قطبی بر ناقطبی، اتانول در آب(حلال قطبی) حل می شود.

*ب) در **1**-بوتانول بخش ناقطبی افزایش یافته و بر بخش قطبی غلبه دارد به همین دلیل نسبت به اتانول ، در آب(حلال قطبی) حلالیت کمتری دارد.

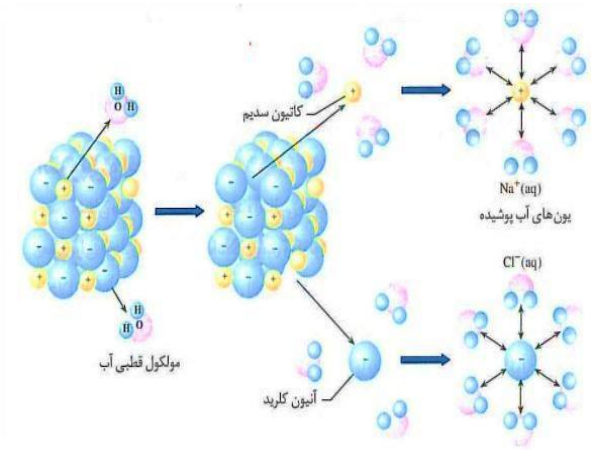
*هرچه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل های راست زنجیر افزوده شود حلالیت آنها در آب کمتر می شود.

www.ShimiPedia.ir

ویتامین A و C

ویتامین A (رئینول)	ویتامین C (اسکوربیک اسید)
در آب حل **نمی‌شود** در چربی حل **می‌شود** $C_{20}H_{30}O$ عامل الکلی 	در آب حل **می‌شود** در چربی حل **نمی‌شود** C_6H_8O6 عامل استری و الکلی 

فرآیند آب پوشی سدیم کلرید



الف:جدا کردن مولکول های آب از یکدیگر:

این مرحله گرماگیر است و علامت ΔH آن مثبت است زیرا بایدپیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب شکسته شوند.

ب: برقراری جاذبهٔ قوی بین یون ها و مولکول های آب:

*این مرحله با تشکیل جاذبهٔ یون-دوقطبی همراه است.

*چون تشکیل جاذبه یا پیوند گرماده است،پس این مرحله گرماده می باشد یعنی علامت ΔH آن منفی است.

*میزان گرماده بودن مرحلهٔ (الف) بیشتر است، به همین دلیل عمل آب پوشی همواره گرماده است.

*یون های مثبت از سر منفی مولکول های آب (سر اکسیژن که دارای جزئی بار منفی است) احاطه می شوند.

*یون های منفی از سر مثبت مولکول های آب (سر هیدروژن که دارای جزئی بار مثبت است) احاطه می شوند .

*آب پوشی یون ها از نظر آنتالپی مساعد ومطلوب است،زیرا با آزاد شدن گرما به دلیل تشکیل پیوندهای جدید (یون – دوقطبی) و کاهش سطح انرژی همراه است.اما این فرآیند از نظر آنتروپی نامطلوب است، زیرا با ایجاد نظم همراه است.

توجه: به تأثیر متقابلِ مولکول های آب با یون های سدیم کلرید توجه کنید!

*خلاصه اینکه این شکل مربوط به انحلال ترکیبات یونی در آب است !

www.ShimiPedia.ir

انحلال‌پذیری : بیش‌ترین مقدار یک ماده که در دمای معین در 100 گرم آب حل می‌شود انحلال‌پذیری نام دارد.

❖ **محلول**: بیش از یک گرم در 100 گرم آب

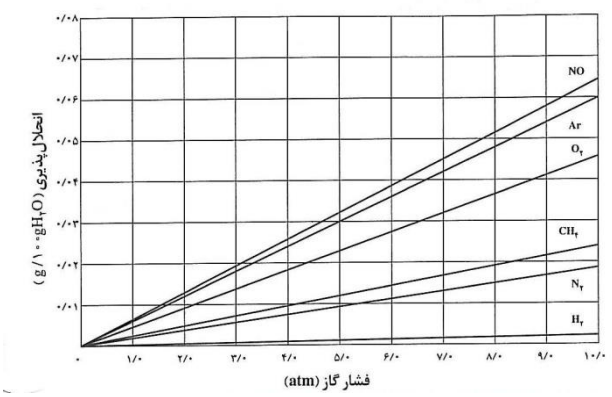
CH_3OH C_2H_5OH HCl $Cu(No_3)_2$ KNO_3 $C_{12}H_{22}O_{11}$

❖ **کم محلول** : بین 1 تا 0/01 گرم در 100 گرم آب ← هگزانول ، $CaSo_4$

❖ **نامحلول** : کمتر از 0/01 گرم در 100 گرم آب

$BaSo_4$ $AgCl$

قانون هنری (تاثیر فشار روی انحلال پذیری گازها)



*قانون هنری می گوید دردمای ثابت با افزایش فشار حلالیت گازهای افزایش می یابد.

*این نمودار نیز نشان می دهد که با افزایش فشار،انحلال پذیری گازها در آب زیاد می شود.

*باید توجه داشته باشید که قانون هنری در ارتباط با عامل فشار در انحلال گازها می باشد، نه دمای آن !

*توصیه می شود به تمرین های تحت عنوان ((همچون دانشمندان توجه نمایید!)

درصد جرمی : گرم ماده‌ی حل شونده در 100 گرم محلول

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

* $\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل شده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6$ برای محلول‌های بسیار رقیق کاربرد دارد.

غلظت معمولی: گرم ماده‌ی حل شونده در یک لیتر محلول $C = \frac{m}{v}$

غلظت مولی: مول ماده‌ی حل شونده در یک لیتر محلول $Cm = \frac{n}{V}$

*اندازه‌گیری حجم محلول آسان‌تر از جرم آن است.

* مولاریته رایج‌ترین روش برای بیان غلظت است.

مولالیته: به تعداد مول‌های ماده‌ی حل شونده در 1000 گرم حلال

***محلول مولار سودساز**: 1 مول سود یعنی 40 گرم را در کمی آب حل و حجم را به یک لیتر می‌رسانیم

***محلول مولال سودساز** :1 مول سود یعنی 40 گرم را در 1000 گرم آب حل می‌کنیم پس وزن محلول مولال سود بیش از مولار سود است. اما 100cc محلول مولال سود سنگینتر از 100cc محلول مولار است.

www.ShimiPedia.ir

الکترولیت

✓ **الکترولیت قوی:** محلولی است که خیلی خوب یونیزه شود و ا غلب رسانای جریان الکتریسیته هستند. $\alpha = 1$

➢ **اسید قوی:** HNO_3 HI $HClO_4$ HCl HBr $HClO_3$ H_2SO_4

➢ **باز قوی:** $Ba(OH)_2$ KOH $NaOH$

➢ **اغلب نمک‌ها :** KNO_3 $NaCl$

✓ **الکترولیت ضعیف :** محلول‌هایی که کم یونیزه شوند یعنی $\alpha << 1$ باشد مثل اسیدهای ضعیف و بازهای ضعیف.

✓ **غیرالکترولیت:** محلول‌هایی که اصلا یونیزه نمی‌شوند و $\alpha = 0$ می‌باشد مانند الکل، ید ، ساکارز، گلوکز

❖ **شرط الکترولیت بودن :** α زیاد باشد.

❖ شرط رسانا بودن ↑ α ، ↑ حلالیت

*درجه تفکیک یونی به غلظت و دما بستگی دارد.

*معمولا هرچه محلول رقیق‌تر شود $\alpha = \sqrt{\frac{ka}{cm}}$ درجه‌ی تفکیک یونی بیشتر می‌شود.

محلول سیر نشده، سیرشده و فراسیرشده

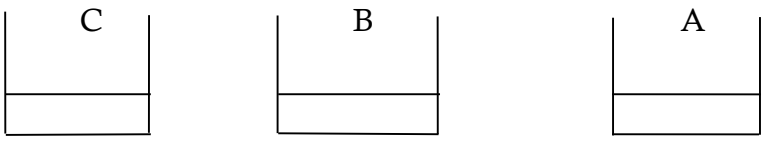
➢ **محلول سیرنشده:** محلولی است که می‌تواند مقدار بیشتری از ماده‌ی حل شونده را در خود حل کند.

➢ **محلول سیرشده:** محلولی است که نمی‌تواند مقدار بیشتری از ماده‌ی حل شونده را در خود حل کند و مقدار افزوده شده نامحلول باقی می‌ماند.

➢ **محلول فراسیرشده :** محلولی است که مقداری بیشتر از مقدار لازم برای سیر شدن یک محلول ماده‌ی حل شونده دارد بسیار ناپایدار بوده و با اضافه کردن ذره‌ی کوچکی از ماده‌ی حل شونده به سرعت مقدار بیشتری ماده‌ی حل شونده به صورت بلوری گسترش می‌یابد و محلول سیر شده می‌شود.

خواص کولیگاتیو

➢ *خواصی که به تعداد ذرات بستگی دارد نه به نوع ذرات که شامل نقطه‌ی جوش ، نقطه انجماد و فشار بخار می‌باشد هر چند تعداد ذرات ↑ صعود جوش ↑ و نزول انجماد و نزول فشار بخار بیشتر می‌شود.



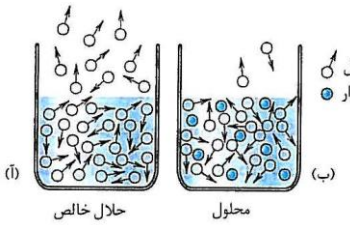
آب خالص — محلول مولال شکر — محلول 2 مولال شکر

➢ نقطه جوش : $A < B < C$

www.ShimiPedia.ir

- فشار بخار: A > B > C نقطه انجماد : A > B > C
- وقتی ماده‌ی غیر فراری در حلال حل می‌شود سرعت تبخیر کم شده فشار بخار کم و دمای جوش بیشتر می‌شود یعنی دمای جوش با فشار بخار رابطه‌ی عکس دارد هرچه فشار بخار کم باشد دمای جوش بیشتر خواهد شد.
- صعود جوش = 0/52 × مولالیته × تعداد ذرات
- نزول انجماد = -1/86 × مولالیته × تعداد ذرات

فشار بخار



افزودن مقداری ماده غیر فرار باعث کاهش سرعت تبخیر سطحی مایع می شود.

* به این ترتیب فشار بخار محلول کاهش می یابد .

ب > الف : سرعت تبخیر و ب > الف : فشار بخار

نتیجهٔ مهم: با حل شدن یک مادهٔ غیر فرار در حلال مایع، فشار بخار حلال کم می شود و هرچه غلظت مولال مادهٔ حل شونده بیشتر باشد فشار بخار کمتر می شود. به طور خلاصه می توان گفت:

غلظت مولال بیشتر←سرعت تبخیر کمتر←کاهش فشار بخار بیشتر←فشار بخار کمتر

***به هوش باشید!** گاهی خودِ فشار بخار محلول ها را مقایسه می کنند و گاهی نیز **کاهش** فشار بخار محلول ها را مقایسه می کنند.

***کاهشِ** فشار بخار محلول با غلظت مولال آن رابطهٔ مستقیم دارد.

* فشار بخار محلول با غلظت مولال آن رابطهٔ عکس دارد.

* فرار مولکولها از سطح مایع را تبخیر سطحی گویند.

*تبخیر سطحی‌درهردمایی صورت می گیرد اما با افزایش دما به شدت آن افزوده می‌شود.

*فرایند تبخیر یک عمل گرماگیر است ، پس مولکول‌های سطح مایع هنگام گریز از سطح مایع مقداری از انرژی گرمایی‌مایع را با خود برده و سبب‌کاهش دمای مایع می شوند.

محلول ، کلوئید ، سوسپانسیون

محلول: مخلوط همگن محسوب می‌شود و اندازه‌ی ذرات کوچک بوده و پخش نور ندارد و ذرات آن ته‌نشین نمی‌شوند. مانند محلول NaCl در آب یا KNO_3 در آب .

سوسپانسیون: مخلوط ناهمگن جامد در مایع که پایدار نیستند و ته‌نشین می‌شوند و پخش نور نیز دارند.(شربت معده یا آب گل‌آلود)

کلوئید : حداقل از 2 فاز تشکیل شده پراکنده شونده و دیگری پراکنده کننده در کلوئید نشاسته در آب ذرات نشاسته پراکنده شونده و آب پراکنده کننده است.

امولسیون: مخلوط معلق مایع در مایع که ناپایدار است برای پایدار کردن به آن عامل امولسیون کننده اضافه می‌کنند.

*مایونز، سرکه ، زرده تخم‌مرغ ، روغن، شیر، آب ، کازیین ، چربی.

www.ShimiPedia.ir

خواص کلویید ها

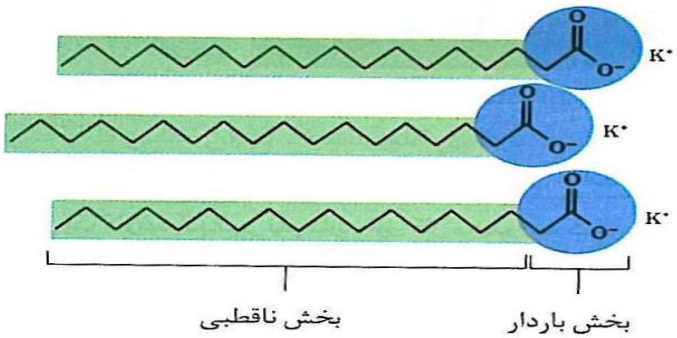
اثر تیندال: پخش نور به وسیله‌ی ذرات کلویید

حرکت بروانی: حرکت دایمی و نامنظم کلوییدی

بار الکتریکی: پایداری کلوئیدها را به وجود بار الکتریکی آنها نسبت می‌دهند.

لخته شدن: اگر به یک کلوئید الکترولیت بیافزایید ذرات کلویید ته‌نشین می‌شود که به آن لخته شدن گویند. لخته شدن به علت قرار گرفتن ذرات بر الکترولیت و کاهش بین آنان است.

صابون



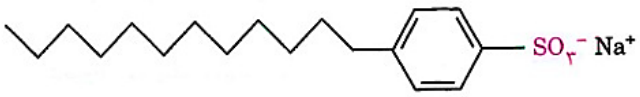
نمک سدیم یا پتاسیم اسیدهای چرب صابون نام دارد.

جامد ← مایع

*چرک و چربی در سرناقطبی حل می‌شود و سر نمکی در آب حل شده است این نقش امولسیون کنندگی صابون است.

پاک کننده‌های غیرصابونی

*سدیم دو دسیل بنزن سولفونات پاک‌کننده‌ی غیرصابونی است و به جای COO^- گروه سولفونات SO_3^- به کار رفته است.



* بخش کاتیونی ← Na^+

* بخش آنیونی : سر آبگریز : $C_{12}H_{25}-C_6H_4-$ ، سر آبدوست : $-SO_3$

* فرمول مولکولی : $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ یا $C_{18}H_{29}SO_3Na$

سولفونات: SO_3^- دو دِسیل $C_{12}H_{25}$ ⟹

*توجه کنید پاک‌کننده‌ی غیرصابونی برخلاف پاک‌کننده صابونی در آب سخت کف می‌کند.

نکات انحلال مواد مختلف:

- ✓ **انحلال‌های گرماده :** اسید- باز – گاز – الکل – $CaCl_2 - Na_2So_4$
- ✓ **انحلال‌های گرماگیر:** نمکهای NH_4^+ ، K^+ ، اوره ، شکر
- ✓ آبپوشی یونها با کاهش آنتالپی و کاهش آنتروپی است.
- ✓ **بسته ایجاد کننده‌ی سرما** : NH_4NO_3 **بسته ایجاد کننده‌ی گرما:** $CaCl_2$

www.ShimiPedia.ir

ترکیب‌های دارای این یون در آب محلول هستند	بجز هنگامی که با این یون‌ها همراه باشند.
NH_4^+ (آمونیوم) و کاتیون فلزهای قلیایی	-
NO_3^- (نیترات ها) و ClO_3^- (کلرات‌ها)	-
Cl^-، Br^- و I^- (کلریدها، برمیدها ، یدیدها)	Ag^+ , Hg_2^{2+}, Cu^+ ,Pb^{2+}
SO_4^{2-} (سولفاتها)	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}

ترکیب‌های دارای این یون‌ها در آب نامحلول هستند	بجز هنگامی که با این یون‌ها همراه باشند.
CO_3^{2-} (کربنات‌ها) و PO_4^{3-} (فسفات‌ها)	کاتیون فلزهای قلیایی و NH_4^+
OH^- (هیدروکسیدها) و O^{2-} (اکسیدها)	کاتیون فلزهای قلیایی و Sr^{2+}, Ba^{2+}, Ca^{2+}
S^{2-} (سولفیدها)	کاتیون فلزهای قلیایی ، قلیایی خاکی و NH_4^+

- ✓ انحلال KNO_3 با افزایش دما با شیب زیادی افزایش می‌یابد
- ✓ گرمای انحلال $NaCl$ بسیار ناچیز است.
- ✓ در انحلال KOH دمای محلول افزایش می یابد و در KNO_3 دمای محلول کاهش می یابد.

نمونه سوالات امتحان نهایی با راهنمای تصحیح مربوط به فصل سوم(محلول ها)

1- علت مناسب را برای هریک بنویسید.(2 نمره)

الف) حل شدن مایع در مایع با افزایش آنتروپی همراه است.

ب) ذره‌های کلویید در برخورد با یکدیگر تغییر جهت می‌دهند.

پ) پس از باز کردن درب نوشابه‌های گازدار، مقداری گاز خارج می‌شود.

ت) صابون می‌تواند چرک‌های روی لباس و پوست بدن را پاک کند.

پاسخ: الف) زیرا دو مایع که در یکدیگر حل می‌شوند، حجم بیشتری نسبت به دو مایع جدا از یکدیگر پیدا می‌کنند. بنابراین در فضای بزرگ‌تر عمل و تحرک ذره‌های دو مایع در حالت محلول بیش‌تر می‌شود.

ب) چون ذره‌های کلوییدی می‌توانند ذره‌های باردار مانند یون‌ها را در سطح خود جذب کنند و به نوعی بار الکتریکی هم‌نام دست یابند که بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند.

پ) زیرا با کاهش فشار، انحلال‌پذیری، گازها در محلول آبی کم و مقداری گاز خارج می‌شود.

ت) جزء آنیونی صابون دو بخش دارد یک بخش،آب گریز است که سرناقطبی صابون را تشکیل می‌دهد و در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود و بخش دیگر سرقطبی (آب دوست) که در حلال‌های قطبی مانند آب حل می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

2- در 100 محلول پتاسیم کلرید(KCl) ، 0/4 از این ماده وجود دارد، غلظت معمولی این محلول را محاسبه کنید؟ (1 نمره)

پاسخ: $\text{غلظت معمولی} = \frac{0/4gKCl}{100ml\ KCl\ \text{محلول}} \times \frac{1000mL\ KCl\ \text{محلول}}{1L\ KCl\ \text{محلول}} = 4g.L^{-1}\ KCl\ \text{محلول}$

3- مسائل زیر را حل کنید.(1/5 نمره)

الف) محلول 80٪ جرمی استیک اسید (CH_3COOH) موجود است . در 25 گرم از این محلول چند گرم استیک اسید حل شده است؟

ب)برای تهیه محلول سدیم سولفات (Na_2SO_4) 0/2 مول در لیتر، به چند گرم سدیم سولفات خالص نیاز است؟

$1mol\ Na_2SO_4 = 141/98\ g$

پاسخ: الف) $\text{درصد} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{25} \times 100 \Rightarrow \text{جرم حل شونده} = 20g$

حجمی

ب) $?gNa_2SO_4 = 1/20L \times \frac{0/2molNa_2SO_4}{1L\ Na_2SO_4\ \text{محلول}} \times \frac{141/98gNa_2SO_4}{1molNa_2SO_4} = 34/07g$

4- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.(1/5 نمره)

الف) فشار بخار مایع در کدام محلول کم‌تر است؟ با دلیل .(محلول 0/1 مولال شکر یا محلول 0/1 مولال KBr)

ب) در ساختار صابون‌های مایع چه کاتیون‌هایی به کار می‌رود؟ (2 مورد)

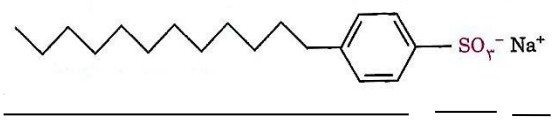
پ) درصد تفکیک یونی یک الکترولیت به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ: الف) محلول 0/1 مولال KBr چون درازای حل شدن هر مول آن 2 مول ذره در محلول آزاد می‌شود. (یا کاهش فشار بخار مایع با افزایش تعداد ذره‌های حل شده غیرفرار رابطه مستقیم دارد).

ب) K^+ و NH_4^+ (یا یون پتاسیم و یون آمونیوم)

پ) دما و غلظت

5- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (1/25 نمره)



(3) (2) (1)

الف) شکل داده شده چه نوع پاک کننده‌ای را نشان می‌دهد؟

ب) چربی‌ها به کدام بخش از پاک‌کننده می‌چسبند؟ (با نوشتن دلیل)

پ) کدام بخش (1، 2 یا 3) سبب پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود؟

پاسخ: الف) پاک‌کننده غیرصابونی

ب) زنجیر الکیل یا بخش (3) چون این بخش پاک‌کننده ناقطبی یا آب‌گریز است و در چربی‌ها که آن‌ها هم ناقطبی هستند حل می‌شود.

پ) بخش (2) یا سولفونات

www.ShimiPedia.ir

6- الف) با گذاشتن علامت، مناسب‌ترین حلال برای هر حل شونده را مشخص کنید. (1/75 نمره)

حلال / حل شونده	ید	نفتالن	پتاسیم کلرید	شکر(ساکاروز)
آب				
تولوئن				

ب) دلیل انتخاب مناسب‌ترین حلال برای ید را بنویسید.

پ) نیروی جاذبه بین حلال و حل شونده در کدام مورد از بقیه بیش‌تر است؟

پاسخ: الف)

حلال / حل شونده	ید	نفتالن	پتاسیم کلرید	شکر(ساکاروز)
آب			√	√
تولوئن	√	√		

ب) زیرا ید یک مولکول ناقطبی است و نیروی جاذبه بین مولکولی آن مانند تولوئن از نوع نیروهای جاذبه واندروالسی (ضعیف) است.

پ) پتاسیم کلرید و آب

7- در مورد کلوئیدها به هریک از پرسش‌ها پاسخ دهید.(1/5 نمره)

الف) علت پایداری آن‌ها چیست؟

ب) افزودن چه موادی به شیر سبب انعقاد آن می‌شود؟ چرا؟

پ) کف چه نوع کلوییدی است؟

پاسخ: الف) ذره‌های یک کلویید همگی بار الکتریکی همنام داردن. دافعه بین بارهای هم‌نام از ته نشین شدن آن‌ها جلوگیری می‌کند.

ب) مواد الکترلیت (یا آوردن مثال مانند سرکه) پون محلول‌های الکترولیت سبب کاهش نیروهای دافعه در یک کلویید و ته نشینی ذره‌هایی کلویید می‌شوند.

پ) گاز در مایع

www.ShimiPedia.ir

8- محاسبه کنید؟ (1/5 نمره)

الف) درصد حجمی اتانول در محلولی شامل 125mL اتانول و 35mL آب.

ب) غلظت مولی یون در محلول 0/5 مول در لیتر آمونیوم هیدروکسید (NH_4OH) با درصد تفکیک یونی 0/88٪

پاسخ: الف) درصد حجمی اتانول $= \frac{\text{حجم اتانول}}{\text{حجم محلول}} \times 100 = \frac{125mL_{\text{اتانول}}}{160mL_{\text{محلول}}} \times 100 = ٪\ 78/125$

ب) درصد تفکیک یونی $= \frac{\text{مول تفکیک شده}}{\text{مول حل شده}} \times 100 \rightarrow 0/88 = \frac{(OH^-)_{\text{مول تفکیک شده}}}{0/5mol.L^{-1}} \times 100$

OH^- غلظت یون $= 0/0044mol.L^{-1}$

9-جای خالی را تکمیل کنید.(5/. نمره)

بر هم کنش میان مولکول های اکتان و هگزان،از نوع ..... و بر هم کنش های بین مولکول های استون و هگزان از نوع ..... است.

پاسخ: اکتان و هگزان ناقطبی هستند و بر هم کنشِ میانِ مولکول هایشان از نوع دو قطبی القایی - دوقطبی القایی است اما مولکول استون قطبی است و هگزان غیر قطبی، پس بر هم کنش میان این دو از نوع دوقطبی-دوقطبی القایی است.

10- انحلال گازها در آب در چه شرایطی کمتر است؟(1 نمره)

پاسخ:به طور کلی قابلیت حل شدن گازها با افزایش دما کاهش می یابدزیرا متوسط انرژی جنبشی مولکول های گاز حل شده، با افزایش دما زیاد شده و مولکول های گاز حل شده، از محلول خارج می شوند.دلیل دیگر اینکه فرآیند حل شدن بیشتر گازها در آب ، گرماده است.همچنین قابلیت انحلال گازها با کاهش فشار، کاهش می یابد.

با آرزوی بهترین ها برای همهٔ دانش آموزان سخت کوش

امیر قاسمی

www.ShimiPedia.ir