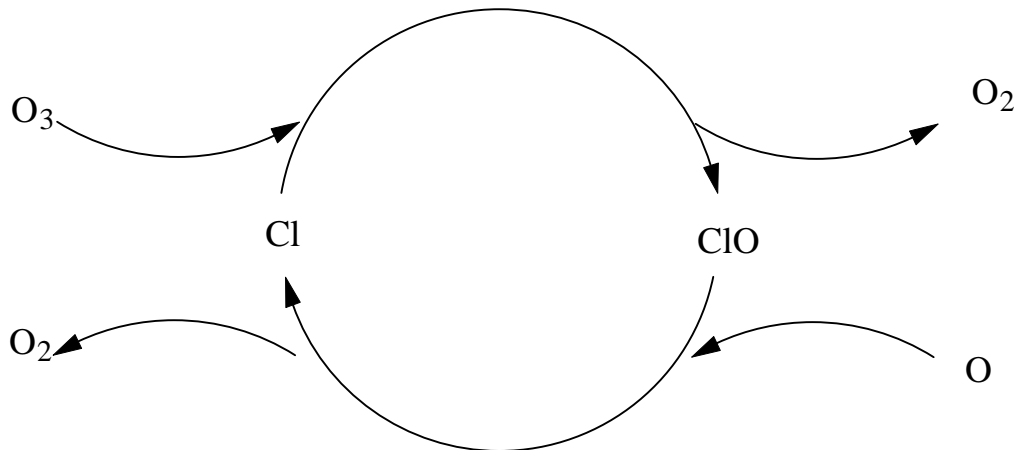


بخش اول : واکنش های شیمیایی و استوکیومتری

یکی از مهمترین نگرانی های مردم سراسر جهان کاهش ضخامت لایه اوزون در هواکره به ویژه بر فراز قطب جنوب است. پژوهشگران بر این باورند که عامل اصلی تخریب لایه اوزون واکنش هایی است که در وقوع آنها کلروفلئورو کربن ها (CFC) مشارکت دارند. دانشمندان با مطالعه واکنش های شیمیایی بسیاری در لایه استراتوسفر نشان داده اند که در لایه استراتوسفر، مولکول اوزون به جای جذب پرتوهای پرانرژی و خطرناک فرابنفش (UV) خورشید، در واکنش های شیمیایی دیگری درگیر می شوند. به این صورت که اتم Cl که از UFC در لایه استراتوسفر آزاد می شود و می تواند به اوزون حمله کند.



چرخه نابودی اوزون به وسیله اتم کلر (Cl) حاصل از شکسته شدن مولکول های CFC

تکرار پیاپی واکنش بالا سبب می شود که یک اتم کلر به تنهایی بتواند هزارها مولکول O_3 را از بین ببرد.

تغییرات فیزیکی و شیمیایی

تغییر فیزیکی : واکنشی که در آن تنها حالت فیزیکی ماده تغییر می کند و ساختار ذره های تشکیل

دهنده آن دچار تغییر نمی شوند مانند ذوب شدن، تبخیر و میعان

تغییر شیمیایی : تغییری که در آن ماهیت ماده عوض شده و به ماده ای دیگر تبدیل می شود مانند زنگ

زدن آهن و سوختن گاز شهری (متان) و ترش شدن شیر

واکنش شیمیایی، توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است. واکنش های شیمیایی ممکن است با آزاد کردن

انرژی به صورت گرما، نور یا صوت همراه باشند و تولید یک گاز، تشکیل رسوب یا یک تغییر رنگ را در پی

داشته باشند ولی هیچ کدام از موارد ذکر شده دلیل قطعی بر انجام واکنش نیست.

معادله یک واکنش شیمیایی

معادله شیمیایی به دو روش بیان می شود : ۱ - معادله نوشتاری ۲ - معادله نمادی

۱- معادله نوشتاری :

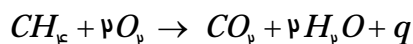
در معادله نوشتاری تنها نام مواد شیمیایی واکنش دهنده و فرآورده نوشته می شود.

انرژی + کربن دی اکسید + آب → می دهد — اکسیژن + متان

فرآورده ها واکنش دهنده ها

۲- معادله نمادی :

در معادله نمادی از نماد یا فرمول شیمیایی مواد شرکت کننده استفاده می کنند. مانند :



قانون پایستگی جرم (ماده)

طبق قانون پایستگی جرم در واکنش های شیمیایی نه اتمی به وجود می آید و نه از بین می رود، بلکه پس

از انجام واکنش ها همان اتم ها به شیوه دیگری به هم متصل می شوند. بنابراین همه واکنش های شیمیایی

از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند.

چگونه می توان یک معادله شیمیایی را موازنه کرد؟

۱- در یک معادله شیمیایی نباید زیروندها و نمادهای شیمیایی موجود در فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها یا فرآورده‌ها را جابجا کرد.

۲- ابتدا اتم‌های فلز، سپس اتم‌های نافلز و در آخر اتم‌های H و O را موازنه می‌کنند.

۳- با استفاده از ضرایب مناسب، تعداد اتم‌های سمت راست و چپ را می‌توان برابر نمود.

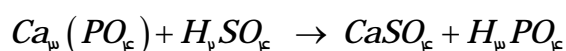
۴- ضرایب موجود در یک معادله موازنه شده، طبق قرارداد، بایستی کوچکترین عدد صحیح (غیرکسری) باشد.

۵- یون‌های چند اتمی که در دو طرف معادله شیمیایی بدون تغییر می‌باشند را به صورت یک واحد در نظر می‌گیریم.

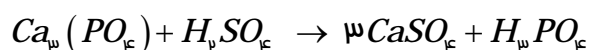
۶- ضریبی که قبل از هر ماده شیمیایی قرار گرفته مربوط به کل اتم‌های آن ترکیب شیمیایی می‌باشد.

۷- در صورت پیدایش ضرایب کسری در معادله واکنش، همه ضرایب باید در کوچکترین عدد ممکن ضرب شود به نحوی که همه ضرایب به عدد‌های صحیحی تبدیل شوند.

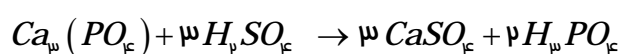
به روش موازنه کردن معادله شیمیایی زیر توجه نمایید :



برای موازنه کردن طبق روش فوق ابتدا سراغ فلز می‌رویم یعنی Ca :



با قرار دادن ضریب ۳ برای $CaSO_4$ ، نوبت به نافلزها می‌رسد، طبق قوانین گفته شده می‌توان یون چنداتمی مانند PO_4^{3-} و یا SO_4^{2-} را که در دو طرف معادله واکنش بدون تغییر باقی ماندند را به صورت یک واحد فرض نمود.



حال اگر به تعداد H و O دقت کنید، در هر دو طرف واکنش با قرار گرفتن ضرایب مناسب، موازنه می‌باشند.

اطلاعات موجود در یک معادله شیمیایی

اطلاعات موجود در یک معادله شیمیایی تنها نشان دهنده فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و نیز شرایط لازم برای انجام واکنش است و اطلاعاتی همچون چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش دهنده‌ها و نکته‌های ایمنی را در بر ندارد.

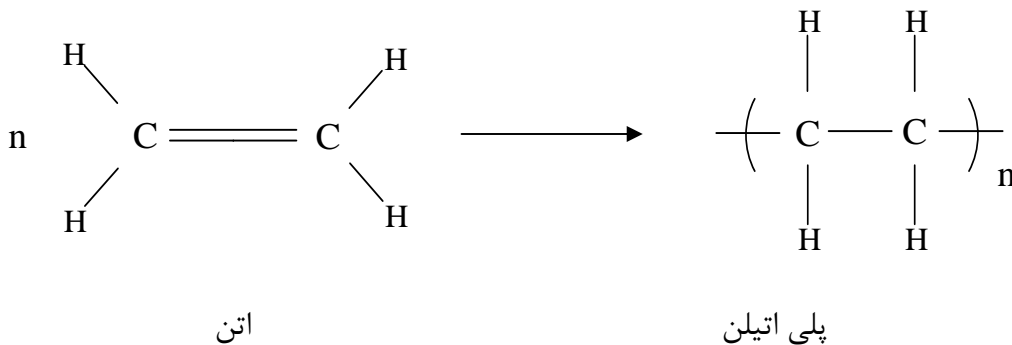
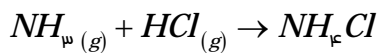
چند نوع واکنش شیمیایی وجود دارد؟

چندین نوع واکنش شیمیایی وجود دارد ولی می‌توان آنها را در پنج نوع کلی طبقه‌بندی کرد:

- ۱ - واکنش ترکیب یا سنتز ۲ - واکنش سوختن ۳ - واکنش تجزیه ۴ - واکنش جابجایی یگانه
- ۵ - واکنش جابجایی دوگانه

۱- واکنش ترکیبی، واکنشی است که در آن چند ماده با هم ترکیب شده و فرآورده (ها) ی تازه‌ای با

ساختاری پیچیده‌تر تولید می‌کنند مانند واکنش‌های زیر:



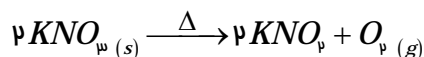
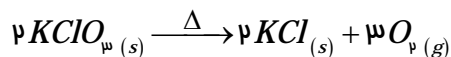
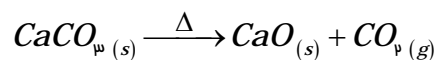
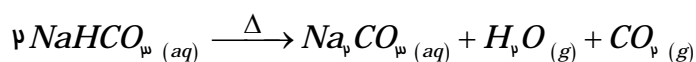
نکته: واکنش پلیمر شدن (بسیارش) که طی آن درشت مولکول‌هایی به نام پلیمر (بسیار)

بدست می‌آید، نیز از جمله واکنش‌های ترکیبی هستند.

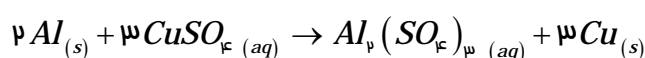
۲- واکنش سوختن، واکنشی است که طی آن یک ماده به سرعت با اکسیژن، واکنش داده و مقدار

زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌شود و می‌توان از این انرژی استفاده کرد.

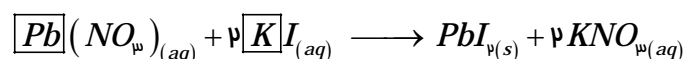
۳- واکنش تجزیه، واکنشی است که در آن یک ماده به مواد ساده تری تبدیل می شود :



۴- واکنش جابجایی یگانه، واکنشی است که یک عنصر جایگزین یونی در یک ترکیب می شود :



۵- واکنش جابجایی دوگانه، واکنشی است که در آن جای دو یون در دو ترکیب با هم عوض می شود.



جابجایی دو یون

استوکیومتری، روابط کمی در واکنش های شیمیایی

استوکیومتری بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عنصرها در ترکیب ها و نهی ارتباط های کمی بین مواد شرکت کننده در واکنش های شیمیایی (واکنش دهنده ها و فرآورده ها) سروکار دارد. برای محاسبه استوکیومتری از معادله موازنه شده ی واکنش استفاده می شود. یک مول از هر ذره (اتم، مولکول یا یون) به تعداد 6.022×10^{23} از آن ذره می باشد. همچنین جرم یک مول یا 6.022×10^{23} اتم را اتم گرم می گویند و آن را بر حسب گرم بیان می کنند و جرم یک مول از مولکول های یک ماده را مولکول گرم می گویند که شیمیدان ها معمولاً به جای اتم گرم و مولکول گرم جرم مولی را به کار می برند و آن را بر حسب گرم بر مول بیان می کنند.

روابط مولی - مولی در محاسبه های استوکیومتری

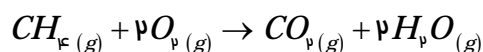
استوکیومتری فرمولی

فرمول شیمیایی هر ترکیب نشان دهنده نوع و تعداد اتم های تشکیل دهنده آن است. به عنوان مثال در فرمول شیمیایی آب (H_2O) دو مول اتم هیدروژن و یک مول اتم اکسیژن وجود دارد، بنابراین نسبت مولی اتم هیدروژن به اتم اکسیژن :

$$\frac{\text{تعداد مول های H در یک مول } H_2O}{\text{تعداد مول های O در یک مول } H_2O} = \frac{2}{1}$$

استوکیومتری واکنش

در یک معادله شیمیایی موازنه شده، استوکیومتری واکنش رابطه کمی بین شمار ذره های واکنش دهنده(ها) و فرآورده (ها) را نشان می دهد به عنوان نمونه در واکنش سوختن متان



مشاهده می کنید که به ازای ۱ مول متان، ۲ مول اکسیژن مصرف می شود و در مقابل ۱ مول کربن دی اکسید و ۲ مول آب تولید می شود. بنابراین نسبت های مولی عبارتند از :

$$\text{نسبت مولی اکسیژن به متان} = \frac{2 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } CH_4}$$

$$\text{نسبت مولی کربن دی اکسید به متان} = \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CH_4}$$

$$\text{نسبت مولی متان به آب} = \frac{1 \text{ mol } CH_4}{2 \text{ mol } H_2O}$$

$$\text{نسبت مولی متان به آب} = \frac{1 \text{ mol } CH_4}{2 \text{ mol } H_2O}$$

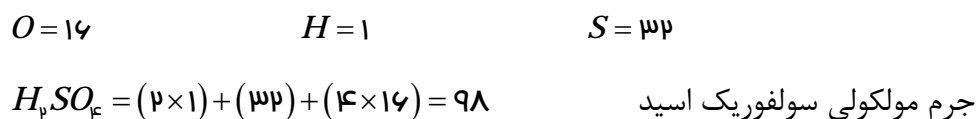
نکته : با استفاده از نسبت های مولی می توان تعداد مول فرآورده های بدست آمده از واکنش یا تعداد مول واکنش دهنده های مورد نیاز را به دست آورد.

روابط جرمی - جرمی در محاسبه های استوکیومتری

برای محاسبه مقدار جرم فرآورده های حاصل از یک واکنش با جرم مورد نیاز از واکنشگرها برای تولید جرم مشخصی از یک فرآورده، می توان از روابط استوکیومتری استفاده کرد.

استوکیومتری واکنش ها بر حسب مول تفسیر می شود، بنابراین ابتدا باید با استفاده از جرم مولکولی جرم ماده داده شده را به مول تبدیل کرد سپس با استفاده از نسبت های مولی، تعداد مول های ماده ی داده شده را به تعداد مول ماده خواسته شده تبدیل کرد و سرانجام با استفاده از جرم مولکولی ماده ی خواسته شده، مقدار جرم آن را محاسبه کرد.

جرم مولی (مولکولی) متوسط : برای محاسبه جرم مولکولی متوسط هر ترکیب باید مجموع جرم متوسط اتم های تشکیل دهنده آن را به دست آوریم. به عنوان مثال، جرم مولکولی سولفوریک اسید به قرار زیر است :



خلوص مواد

مواد مورد استفاده در آزمایشگاه یا صنعت کاملاً خالص نیستند و معمولاً مقادیر مختلفی ناخالصی دارند. خلوصی که معمولاً به صورت درصد بیان می شود، مقدار گرم ماده ی خالص موجود در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص است.

$$\text{جرم ماده ی خالص} \\ \text{درصد خلوص ماده} = \frac{\text{جرم ماده ناخالص}}{\text{جرم ماده ی خالص}} \times 100$$

قانون نسبت های ترکیبی گیلوساک

بر طبق قانون نسبت های ترکیبی « در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت های حجمی معینی با هم واکنش می دهند. »

قانون آووگادرو

بر طبق قانونه آووگادرو « در فشار و دمای ثابت یک مول از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند ». حجم گازها تابعی از فشار و دمای آنها است. از این رو معمولاً این حجم را در دمای $^{\circ}C$ (273 K)، فشار یک اتمسفر (760 mmHg) در نظر می گیریم. در این شرایط هر مول گاز حجمی برابر $22.4 L$ را اشغال می کند. این مقدار را « حجم مولی گازها در شرایط STP » می نامند.

در حل بعضی مسائل استوکیومتری گازها می توان ابا استفاده از قانون نسبت های حجمی، ضریب تبدیل حجمی - حجمی مناسب را از روی معادله موازنه شده واکنش پیدا کرد.

در برخی دیگر از مسائل استوکیومتری گازها می توان با استفاده از حجم مولی، ضرایب تبدیل مولی - حجمی مناسب را به دست آورد و از روی آن مقدار ماده مورد نظر را محاسبه کرد.

در مواردی که واکنش در شرایط غیر از STP انجام می شود، می توان با استفاده از چگالی گازها، مقدار جرم آنها را به حجم یا برعکس تبدیل کرد.

استوکیومتری در محلول ها

بسیاری از واکنش های شیمیایی در محلول های آبی انجام می شوند. محلول هایی که در آنها آب به عنوان حلال به کار می رود. مقدار هر واکنش دهنده در حالت محلول به حجم به کار رفته و نیز غلظت آن ماده در محلول بستگی دارد. غلظت هر محلول معرف مقدار ماده حل شده در حجم مشخصی از محلول است. در محاسبه های استوکیومتری محلول ها از « غلظت مولی » استفاده می کنیم. غلظت مولی تعداد مول های حل شده از یک ماده در یک لیتر محلول است.

تعداد مول های حل شونده $n \rightarrow$

$$M = \frac{\text{غلظت مولی محلول}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}} \rightarrow V$$

$$n = M \left(\frac{\text{mol}}{L} \right) \times V(L)$$

در صورتی که حجم محلول بر حسب سانتی متر مکعب یا میلی لیتر بیان شود، حاصلضرب بالا تعداد میلی مول (هر میلی مول معادل 10^{-3} مول است) حل شونده را مشخص می کند.

$$\text{تعداد میلی مول} = M \left(\frac{\text{mol}}{L} \right) \times V(\text{mL})$$

مثال: ۱۰۰ میلی لیتر محلول سود ۲ مولار چند گرم سدیم هیدروکسید دارد؟ ($\text{NaOH} = 40 \text{ gr}$)

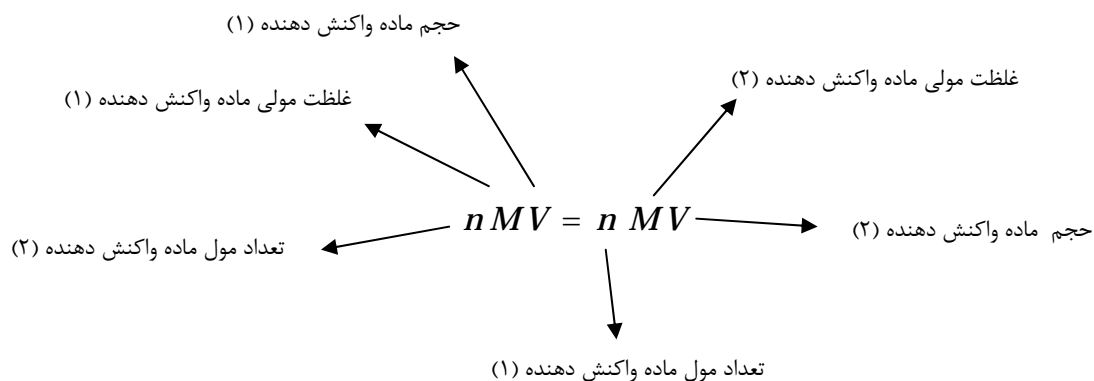
$$\text{تعداد مول سدیم هیدروکسید} = 100 \text{ mL} \times \frac{1 L}{1000 \text{ mL}} \times \frac{2 \text{ mol}}{L} = 0.2 \text{ mol}$$

$$\text{جرم مورد نیاز} = 0.2 \text{ mol} \times \frac{40 \text{ gr mol}}{1 \text{ mol. NaOH}} = 8 \text{ gr NaOH}$$

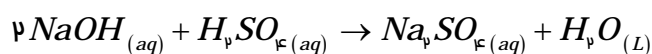
در یک محلول رقیق تعداد مول های حل شونده برابر حاصلضرب غلظت مولی محلول در حجم آن است. این تعداد برابر حاصلضرب غلظت مولی محلول غلیظ تر در حجمی است که باید برای رقیق کردن برداشته شود.

	رقیق	رقیق	=	غلیظ	غلیظ
$n =$	M	$\times V$		M	$\times V$
تعداد مول حل شده	غلظت مولی	حجم محلول		غلظت مولی	حجم محلول
	محلول رقیق	رقیق		محلول غلیظ	غلیظ

وقتی حجم های مشخصی از محلول های دو واکنش دهنده با غلظت های معین را به هم اضافه می کنیم در واقع تعداد مول مشخصی از هر یک از آنها را در مجاورت هم قرار داده ایم. در این حالت مسائل مربوط به آن از رابطه زیر به دست می آید :



مثال : چند میلی لیتر $NaOH$ $0.124 M$ برای واکنش کامل با $4 / 15$ میلی لیتر از محلول H_2SO_4 $0.108 M$ بر طبق واکنش زیر لازم است؟



$$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ mol} \\ M_1 V_1 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \\ M_2 V_2 \end{array} \right.$$

$$2 \text{ mol} \times 0.108 \text{ mol.L}^{-1} \times 15 / 4 \text{ mL} = 1 \text{ mol} \times 0.124 \text{ mol.L}^{-1} \times V_1$$

$$V_1 = 26 / 82 \text{ mL}$$

واکنش دهنده محدود کننده

معمولاً یکی از واکنش دهنده ها به مقدار کمتر از مقدار استوکیومتری وجود دارد، بنابراین واکنش دهنده مورد نظر در جریان واکنش زودتر از واکنش دهنده دیگر به مصرف می رسد، به این واکنش دهنده «محدودکننده» می گویند.

واکنش دهنده اضافی

واکنش دهنده ای که نسبت به واکنش دهنده دیگر به مقدار بیشتری در ظرف واکنش وجود دارد و پس از پایان واکنش نیز مقداری از آن در ظرف واکنش باقی می ماند « واکنش دهنده اضافی » می نامند.

برای تشخیص واکنش دهنده ی محدود کننده در مسائل به صورت زیر عمل کنید :

۱- تبدیل جرم یا حجم واکنش دهنده ها به تعداد مول آنها

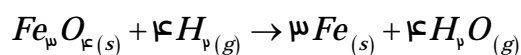
۲- یکی از واکنش دهنده ها به عنوان محدود کننده فرض می شود.

۳- مقایسه مقدارهای مورد نیاز محاسبه شده از دیگر واکنش دهنده ها با مقدارهای داده شده در

مسئله، بدین شکل که اگر مقدار محاسبه شده مورد نیاز برای هر یک از واکنش دهنده ها کمتر از

مقدار داده شده در مسئله باشد، انتخاب واکنش دهنده محدود کننده درست بوده است.

مثال : واکنش مقابل را در نظر بگیرید :



اگر در یک آزمایش ۱۱۶ گرم $Fe_3O_4(s)$ را با (۳) مول $H_2(aq)$ وارد واکنش کنیم.



الف) واکنش دهنده محدود کننده را معلوم کنید.

ب) از کدام واکنش دهنده و چند مول اضافی باقی می ماند؟

پ) چند مول بخار آب از این واکنش حاصل می شود؟

(پاسخ)

$$? \text{ mol } Fe_3O_4 = 116 \text{ gr } Fe_3O_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{232 \text{ gr}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$M Fe_3O_4 = 232 \text{ gr}$$

مطابق معادله واکنش انجام یافته به ازاء مصرف (۱) مول Fe_3O_4 ، چهار مول $H_2(g)$ لازم است. با این وصف برای واکنش با ۵ / ۰ مول Fe_3O_4 ، دو مول $H_2(g)$ لازم است در حالی که موجودی گاز H_2 برابر سه مول می باشد. بدین ترتیب $H_2(g)$ واکنش دهنده اضافی و Fe_3O_4 محدود کننده است.

ب) از گاز H_2 یک مول اضافی می ماند.

$$? \text{ mol } H_2 \quad \text{لازم} = ۵ / ۰ \text{ mol } Fe_3O_4 \times \frac{۴ \text{ mol } H_2}{۱ \text{ mol } Fe_3O_4} = ۲ \text{ mol } H_2(g)$$

$$\text{mol } H_2 \text{ اضافی} = ۳ - ۲ = ۱ \text{ mol}$$

پ) با توجه به تعداد مول های Fe_3O_4 این قسمت را پاسخ می دهیم:

$$? \text{ mol } H_2O(g) = ۵ / ۰ \text{ mol } Fe_3O_4 \times \frac{۴ \text{ mol } H_2O(g)}{۱ \text{ mol } Fe_3O_4} = ۲ \text{ mol } H_2O(g)$$

بازده واکنش های شیمیایی

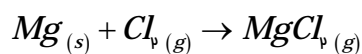
مقدار فرآورده های مورد انتظار از محاسبه های استوکیومتری « بازده نظری » واکنش است. در حالی که « بازده عملی » معین مقدار فرآورده ای که در عمل تولید می شود، همیشه کمتر از بازده نظری است.

$$\text{بازده عملی} = \frac{\text{بازده نظری}}{\text{بازده عملی}} \times ۱۰۰$$

روش محاسبه بازده درصدی واکنش

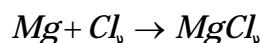
- ۱- تعیین واکنش دهنده محدود کننده
- ۲- محاسبه بازده نظری (بیشترین مقدار ممکن فرآورده) با استفاده از مقدار واکنش دهنده محدودکننده
- ۳- محاسبه بازده درصدی واکنش با استفاده از رابطه ارائه شده در بالا.

مثال : ۲۲ g گرد خالص منیزیم (Mg) با مقدار اضافی گاز کلر واکنش می دهد. پس از پایان واکنش ۶۹/۱۹ g منیزیم کلرید به دست می آید. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید.



$$(Mg = ۲۴ \text{ g.mol}^{-1}, Cl = ۳۵/۵ \text{ g.mol}^{-1})$$

پاسخ (



$$? \text{ g } MgCl_2 = ۲۲ \text{ g } Mg \times \frac{۱ \text{ mol } Mg}{۲۴ \text{ g } Mg} \times \frac{۱ \text{ mol } MgCl_2}{۱ \text{ mol } Mg} \times \frac{۹۵ \text{ g } MgCl_2}{۱ \text{ mol } MgCl_2}$$

$$= ۸۷/۰۸ \text{ g } \quad MgCl_2 \quad \text{بازده نظری}$$

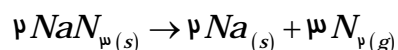
بازده عملی

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{بازده عملی}}{\text{بازده نظری}} \times ۱۰۰$$

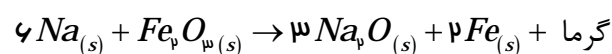
$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{۶۹/۱۹}{۸۷/۰۸} \times ۱۰۰ = \% ۷۹/۴۵$$

استوکیومتری و زندگی

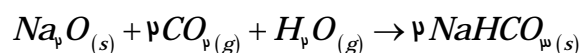
طراحان خودرو از مفهوم استوکیومتری برای افزایش ایمنی و بازده موتورها و کاهش آلودگی محیط زیست استفاده می کنند. یکی از تازه ترین دستاوردهای صنایع خودروسازی که در جهت افزایش ایمنی سرنشینان طراحی و تولید شده، کیسه های هوا است. کارایی این سیستم به تولید گاز کافی در کمترین زمان ممکن بستگی دارد. تولید گاز در این سیستم به علت انجام سریع یک واکنش شیمیایی است که گاز نیتروژن تولید می کند.



برای از بین بردن ماده خطرناک سدیم و ایجاد گرما جهت انتبساط سریع گاز درون کیسه های هوا از آهن (III) اکسید استفاده می کنند.



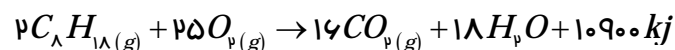
سدیم اکسید حاصل بر اثر مجاورت با کربن دی اکسید و رطوبت هوا به سدیم هیدروژن کربنات (یک ماده بی خطر) تبدیل می شود.



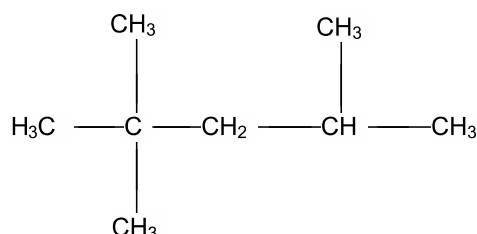
حجم گاز مورد نیاز برای پر کردن کیسه ها با حجم مشخص، به چگالی گاز وابسته است که آن هم به دما بستگی دارد.

کارآیی موتورها

بهسوزی موتور خودرو به رعایت اصول استوکیومتری بستگی دارد. به این ترتیب که هرچه سرعت افزایش یابد، مقدار انرژی آزاد شده از سوختن بنزین افزایش می یابد. بنزین یک ماده شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چندین هیدروکربن متفاوت است که دارای ۵ تا ۱۲ اتم کربن هستند به طور میانگین می توان بنزین مورد استفاده در خودروها را به صورت ایزواکتان خالص (با ۸ اتم کربن) در نظر گرفت و معادله نمادی سوختن بنزین را به صورت زیر نوشت :



فرمول ساختاری ایزواکتان

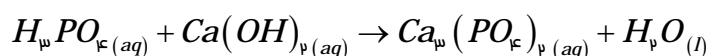


اگر هر یک از واکنش دهنده ها به مقدار بیشتر از نسبت استوکیومتری استفاده شود، موتور کارآیی خوبی نخواهد داشت و حتی ممکن است خاموش شود. کارکرد ناصحیح خودرو نه تنها باعث کاهش قدرت آن

می‌شود، بلکه مصرف سوخت را بالا می‌برد و این خود باعث افزایش آلودگی هوا ناشی از سوختن ناکامل است.

سوالات فصل اول

۱- واکنش شیمیایی زیر را در نظر گرفته و به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :



الف) برای موازنه واکنش به روش واریاسیون بایستی از چه ترکیبی شروع کنیم؟ چرا؟

ب) واکنش را به روش موازنه کنید.

پ) نوع واکنش را با بیان علت معلوم کنید.

۲- کدام یک از عبارات‌های زیر درست و کدام یک نادرست است؟ چرا؟

الف) واکنش فلزهای قلیایی خاکی با آب (به جز Be) از نوع جابجایی یگانه است.

ب) تخریب لایه اوزون در هواکره (استراتوسفر) به دلیل ایجاد اتم‌های کربن از ترکیب‌های CFC است.

۳- ۱۰ گرم استیلن در ۱۰ گرم اکسیژن به طور کامل می‌سوزد.

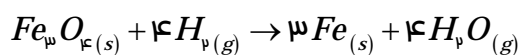
الف) معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید.

ب) واکنش دهنده محدود کننده را معلوم کنید؟

پ) پس از انجام واکنش چند گرم C_2H_2 , O_2 , CO_2 و H_2O در ظرف واکنش وجود دارد؟ «فرض

کنید که ظرف واکنش دربسته است»

۴- واکنش مقابل را در نظر بگیرید :



اگر در یک آزمایش ۱۶ گرم $Fe_3O_4(s)$ را با 3 مول $H_2(g)$ وارد واکنش کنیم.

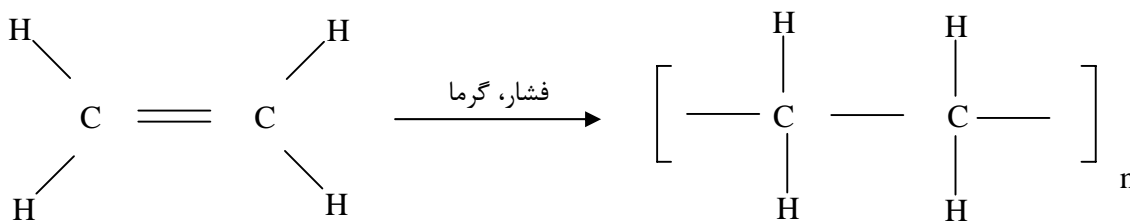


الف (واکنش دهنده محدود کننده را معلوم کنید.

ب (از کدام واکنش دهنده و چند مول اضافی باقی می ماند؟

پ (چند مول بخار آب از این واکنش حاصل می شود؟

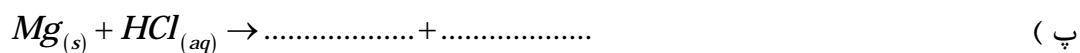
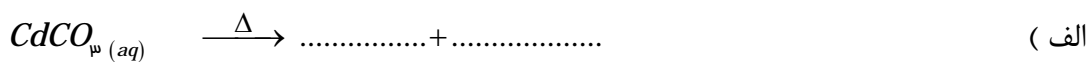
۵- واکنش زیر را در نظر بگیرید :



الف (نوع واکنش را با ذکر علت معلوم کنید.

ب (نام ماده واکنش دهنده و فرآورده ها را بنویسید.

۶- طرف دوم واکنش های زیر را کامل کنید و هر یک را موازنه نمایید :



۷- واکنش تجزیه شدن پتاسیم پرمنگنات را در نظر بگیرید.



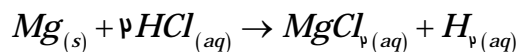
الف) نوع واکنش را با ذکر علت معلوم کنید.

ب) اگر در یک آزمایش ۲۵ / ۰ مول $KMnO_4$ تجزیه شود، چند گرم MnO_2 تولید می گردد.

پ) در شرایط STP برای تولید ۵/۶ L گاز اکسیژن به چند گرم $KMnO_4$ نیاز است؟

$$K = 39 \quad Mn = 55 \quad O = 16$$

۸- واکنش زیر را در نظر بگیرید و به سوالات مطرح شده پاسخ دهید :



الف) نوع واکنش را با ذکر علت معلوم کنید؟

ب) اگر از واکنش ۵۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکسید اسید (۱) مول بر لیتر با فلز منیزیم ۲ لیتر

گاز H_2 آزاد شود، بازده درصدی واکنش را حساب کنید؟ (شرایط را STP فرض کنید).

۹- معادله واکنش سوختن گاز اتان را نوشته و به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) از سوختن کامل ۵ / ۰ مول اتان چند گرم آب تولید می شود؟

ب) برای سوختن ۶۰ گرم اتان چند گرم اکسیژن لازم است؟

$$H = 1 \quad O = 16 \quad C = 12$$

۱۰- هر یک از عبارات های زیر را کامل کنید.

الف) نمک های نیترات و نمک های کلرات بر اثر گرما می شوند و گاز آزاد می کنند.

ب) پس از موازنه واکنش نسبت مولی آهن اکسید به هیدروژن برابر است.

پ) درصد خلوص عبارت از مقدار گرم ماده موجود در ۱۰۰ گرم ماده است.

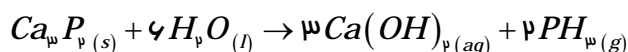
ت) مقدار فرآورده های مورد انتظار از محاسبه های استوکیومتری را می گویند.

۱۱- برای هر یک از معادله های نوشتاری زیر، یک معادله نمادی با حالت فیزیکی مواد و شرایط واکنش بنویسد، سپس آنها را موازنه کنید.

الف) بر اثر واکنش گاز هیدروژن کلرید با گاز اکسیژن، آب و گاز کلر به دست می آید.

ب) بر اثر واکنش کلسیم کربنات (جامد) با محلول هیدروکلریک اسید، محلول کلسیم کلرید، آب و گاز کربن دی اکسید حاصل می شود.

۱۲- واکنش شیمیایی زیر را در نظر بگیرید :



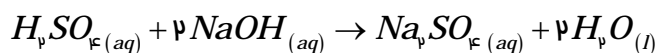
الف) برای تهیه ۷ / ۵ لیتر گاز فسفین در شرایط استاندارد چند گرم کلسیم فسفید نیاز است؟

ب) از واکنش ۲۴ گرم کلسیم فسفید چند میلی لیتر گاز PH_3 آزاد می شود؟

(چگالی گاز PH_3 در شرایط آزمایش $\frac{gr}{L}$ ۱/۵ است).



۱۳- در یک آزمایش ۱۰۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۱ / ۰ مولار را به ۵۰ میلی لیتر محلول سود سوزآور ۲ / ۰ مولار اضافه می کنیم تا واکنش زیر انجام شود :



الف) واکنش دهنده محدود کننده را معلوم کنید.

ب) اگر از این واکنش ۵ / ۰ گرم نمک سدیم سولفات تولید شود، بازده درصدی واکنش چقدر خواهد بود؟

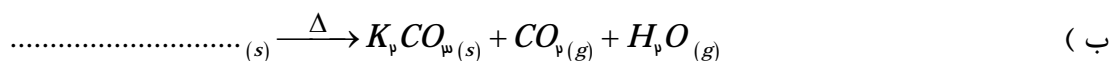
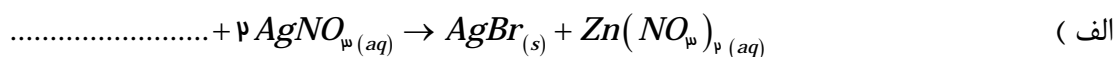
۱۴- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف) واکنش دهنده ای که به مقدار کمتر از مقدار استوکیومتری وجود دارد نامیده می شود.

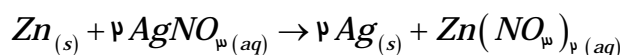
ب) محلول هایی که در آنها آب به عنوان حلال به کار می رود نام دارند.

پ (از حرارت دادن پتاسیم نیترات گاز از حرارت دادن کلسیم کربنات گاز آزاد می‌شود.

۱۵- جاهای خالی را در واکنش‌های زیر با ترکیب‌های مناسب پر کنید (نوع واکنش را معلوم کنید)



۱۶- در یک آزمایش ۲ گرم فلز روی را در محلول آبی نقره نیترات که حاوی ۵ / ۲ گرم $AgNO_{\nu}$ است وارد می‌کنیم تا واکنش زیر انجام شود :



الف (واکنش دهنده محدود کننده را معلوم کنید.

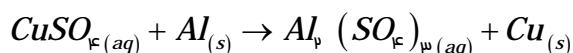
ب (از این واکنش چند گرم فلز نقره آزاد می‌شود.

پ (ضمن این واکنش چند گرم $Zn(NO_{\nu})_{\nu}$ تشکیل می‌شود؟

ت (چند گرم از واکنش دهنده اضافی باقی می‌ماند؟



۱۷- واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید.



۱۸- برای تهیه ۵ L / ۰ / ۵ محلول $0.12 mol.L^{-1}$ آهن (III) سولفات به چند گرم $Fe_{\nu} (SO_{4})_{\nu}$ خالص نیاز است؟

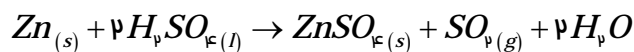
ب (در $0.20 mol.L^{-1}$ آهن (III) سولفات چند مول یون $Fe^{3+}_{(aq)}$ وجود دارد؟

۱۹- پتاسیم نیترات مطابق واکنش $\nu KNO_{\nu(aq)} \xrightarrow{\Delta} \nu KNO_{\nu(s)} + O_{\nu(g)}$ تجزیه می‌شود. از تجزیه

کامل ۴ / ۵۰ g پتاسیم نیترات خالص، چند میلی لیتر گاز اکسیژن تولید می‌شود؟ چگالی گاز

اکسیژن در شرایط واکنش $1/25 g.L^{-1}$ است.

۲۵- واکنش زیر را در نظر بگیرید.



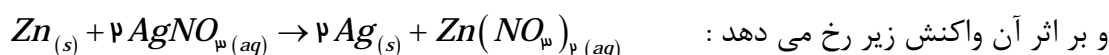
در یک آزمایش ۳ / ۱ گرم فلز روی را با ۹۴ / ۲ گرم سولفوریک اسید خالص وارد واکنش می کنیم، حساب کنید چند گرم روی سولفات و چند میلی لیتر گاز گوگرد دی اکسید از این واکنش تولید می شود؟ شرایط استاندارد را در نظر بگیرید.

۲۶- کلسیم هیدرید ($CaH_{\nu}(s)$) با آب واکنش می دهد و بر اثر آن گاز هیدروژن و محلول آبی کلسیم هیدروکسید به دست می آید.

آ) معادله شیمیایی موازنه شده این واکنش را بنویسید.

ب) برای تهیه ۵ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP چند گرم کلسیم هیدرید لازم است؟

۲۷- ورقه نازکی از فلز روی به جرم ۲ گرم را در محلول آبی حاوی ۵ / ۲ گرم نقره نیترات وارد می کنیم



آ) واکنش دهنده محدود کننده کدام است؟

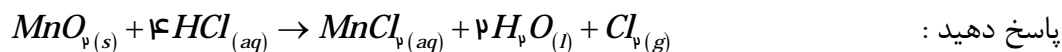


ب) چند گرم Ag تشکیل خواهد شد؟

پ) چند گرم $Zn(NO_{\nu})_{\nu}$ تشکیل می شود؟

ت) چند گرم از واکنش دهنده اضافی باقی می ماند؟

۲۸- طبق واکنش داده شده در صورتی که $200g HCl$ با $200g MnO$ واکنش دهد، به پرسشهای زیر

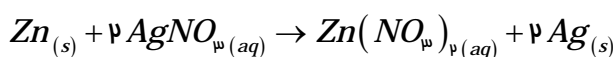


آ) واکنش دهنده محدود کننده کدام است؟

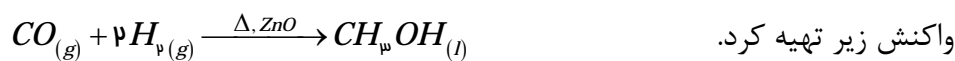
ب) چند لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد تولید می شود؟

۲۹- برای تهیه $53/93g$ فلز نقره بر طبق واکنش زیر چند گرم فلز روی با درجه خلوص ۸۰٪ مورد

نیاز است؟ (ناخالصی ها بی اثرند و در واکنش شرکت نمی کنند).



۳۰- متانول یک حلال صنعتی پر مصرف و سوختی تمیز برای خودروهاست که می توان آن را مطابق



(آ) هر یک از نمادهای ZnO و Δ چه اطلاعاتی در اختیار ما قرار می دهد؟

(ب) چند گرم متانول از واکنش کامل CO g $۳۵/۴۰$ با H_{ν} g $۶/۵۰$ به دست می آید.

۳۱- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را با بیان دلیل مشخص نمایید.

(آ) عامل اصلی تخریب لایه اوزون واکنش هایی است که در آن کلر و فلوئورکربن ها مشارکت دارند.

(ب) برخی از واکنش های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند.

۳۲- از واکنش $۵/۵$ گرم هیدروژن با نیتروژن، $۲۰/۴$ گرم آمونیاک تولید شده است، بازده درصدی

این واکنش چقدر است؟

۳۳- عبارت های زیر را با قرار دادن کلمات صحیح کامل کنید :

(آ) ضرایب معادله موازنه شده بایستی و ممکن باشند.

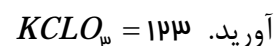
(ب) اصول کلی معادله های شیمیایی در همه روش ها است.

۳۴- اگر ۵ گرم فلز مس با محلولی شامل ۲۰ گرم نترات نقره واکنش دهد، کدام واکنش گر محدود

کننده است؟



۳۵- حجم اکسیژن تولید شده از تجزیه ۱۰ گرم پتاسیم کلرات را در شرایط متعارفی STP بدست

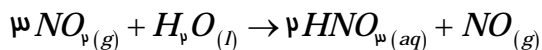


۳۶- با قرار دادن کلمات صحیح عبارات زیر را کامل کنید.

(آ) فرمول شیمیایی هر ترکیب نشان دهنده و تشکیل دهنده آن است.

(ب) در و فشار ثابت، گازها در نسبت های با هم واکنش می دهند.

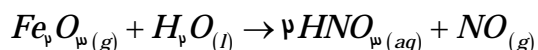
۳۷- واکنش شیمیایی زیر را در نظر بگیرید :



آ) ۴/۵ گرم گاز NO_p را با آب کافی واکنش داده، چند مول نیتریک اسید تولید می شود؟

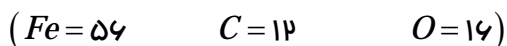
ب) برای تهیه ۳۰ گرم NO به چند مول NO_p نیاز است؟

۳۸- اثر کربن مونواکسید بر آهن (III) اکسید را می توان با معادله زیر نشان داد :



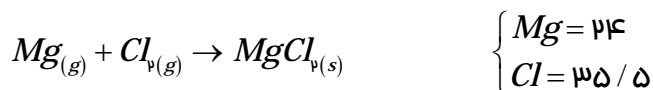
اگر در این واکنش ۵ / ۵۷ گرم آهن تولیدشده باشد، حداقل مقدار کربن مونواکسید مصرف شده

چقدر است؟



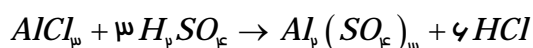
۳۹- ۲۲ گرم خالص منیزیم (Mg) با مقدار اضافی گاز کلر واکنش می دهد. پس از پایان واکنش

۶۹/۱۹ گرم منیزیم کلرید به دست می آید. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید.



۴۰- ۴۲/۵ مول آب در دمای $149^\circ C$ برابر با چند لیتر آب است؟ (چگالی آب $1 \text{ gml}^{-1} / 0$)

۴۱- آلومینیوم سولفات مطابق واکنش زیر تهیه می شود :



در یک آزمایش ۳۵ گرم $AlCl_{\mu}$ مصرف شده است.

آ) چند گرم سولفوریک اسید نیاز است؟

ب) چنانچه ۲۹ گرم آلومینیوم سولفات تولید شود، بازده درصدی واکنش را محاسبه کنید.



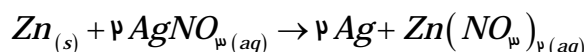
۴۲- اکسیدی از فسفر شامل ۶ / ۴۳٪ فسفر و ۴۵ / ۵۶٪ اکسیژن است. فرمول تجربی آن را تعیین

کنید. همچنین اگر جرم مولکولی آن ۲۸۴ گرم فرمول باشد، فرمول مولکولی آن را نیز مشخص

کنید. $P = 31 \quad O = 16$

۴۳- در صورتی که در محلولی از پتاسیم نیترات با غلظت $0.2 M$ مقدار $15/2$ گرم از این نمک حل شده باشد، حجم محلول چند میلی لیتر است؟ ($KNO_3 = 101$)

۴۴- ورقه نازکی از فلز روی به جرم 2 گرم را در محلول آبی حاوی $2/5$ گرم نقره نیترات وارد می کنیم و بر اثر آن واکنش زیر رخ می دهد :



$$Zn = 65 \quad Ag = 108 \quad N = 14 \quad O = 16$$

ب) چند گرم $Zn(NO_3)_2$ تشکیل می شود؟

ت) چند مول از واکنش دهنده اضافی باقی می ماند؟

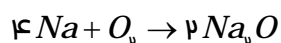
۴۵- با توجه به واکنش $NH_3(g) + 3F_2(g) \rightarrow NF_3(g) + 3HF(g)$ اگر در یک آزمایش 2 گرم NH_3 را با 7 گرم $F_2(g)$ وارد واکنش کنیم و $2/4$ گرم NF_3 حاصل شود.

آ) واکنش دهنده محدود کننده را مشخص کنید.

ب) بازده درصدی واکنش را بدست آورید.

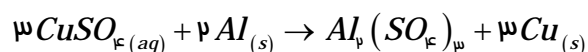
پ) حساب کنید در شرایط STP چند میلی لیتر گاز HF تولید می شود؟

۴۶- $16/2 g$ سدیم ناخالص را با اکسیژن هوا می سوزانیم $12/4$ گرم سدیم اکسید تولید می کند، درصد خلوص سدیم اولیه را تعیین کنید.



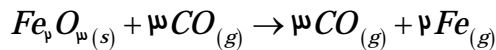
$$O = 16 \quad Na = 23$$

۴۷- برای تولید $11 g$ فلز مس به چند میلی لیتر محلول 0.5 مول بر لیتر $CuSO_4(aq)$ برای واکنش با مقدار کافی از فلز آلومینیوم نیاز داریم؟



$$(Cu = 64 \quad Al = 27 \quad S = 32 \quad O = 16)$$

۴۸- یک روش برای تهیه فلز آهن، واکنش مقابل می باشد.



در صورتی که بازده درصدی واکنش ۸۰٪ باشد از واکنش ۳۲۰ گرم Fe_pO_{w} با مقدار اضافه تر گاز

CO در عمل چند گرم فلز آهن تولید می شود؟ ($Zn=۵۶$, $O=۱۶$, $C=۱۲$)

۴۹- مطابق واکنش $C_pH_{\delta}OH_{(l)} + \text{w}O_{\text{p}(g)} \rightarrow \text{p}CO_{\text{p}(g)} + \text{w}H_{\text{p}O}_{(g)}$ مقدار ۳ / ۲ گرم اتانول و

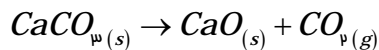
۰ / ۱ مول O_{p} را در شرایط انجام واکنش قرار می دهیم، $C_pH_{\delta}OH = ۴۶$ حساب کنید :

آ) واکنش دهنده محدود کننده کدام است؟

ب) چند مول از واکنش دهنده اضافی باقی می ماند؟

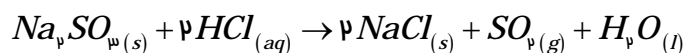
۵۰- از تجزیه گرمایی $۲۲/۳ g$ از کلسیم کربنات مقدار ۶ / ۲ گرم گاز CO_{p} پدید آمده است؟ بازده

درصدی چقدر است؟



($C=۱۲$ $O=۱۵/۹۹$ $Ca=۴۰/۰۸$ $CaCO=۱۰۰$)

۵۱- از اثر هیدروکلریک اسید بر سدیم سولفیت در آزمایشگاه، گاز SO_{p} ، مطابق واکنش زیر آزاد می شود:



اگر در این واکنش $۶ g$ سدیم سولفیت مصرف شود، چند میلی لیتر گاز SO_{p} آزاد می شود.

(چگالی گاز SO_{p} $1/۱۶ gr^{-1}$.)

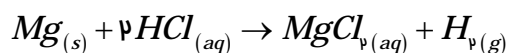
۵۲- بیست گرم Al با درصد خلوص ۹۰٪ را با ۴۲ گرم HCl واکنش می دهیم، در پایان چند گرم و

از کدام ماده باقی می ماند؟ $\text{p}Al + \text{q}HCl \rightarrow \text{p}AlCl_{\text{w}} + \text{q}H_{\text{p}}$

۵۳- $۲۷ g$ فلز منیزیم ۹۱ درصد خالص با هیدروکلریک اسید واکنش می دهیم. پس از انجام واکنش

۴ / ۲۲ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید شود، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

($Mg=۲۴$)



۵۴- واکنش $FeS_p(s) + O_p(g) \rightarrow Fe_pO_p(s) + SO_p(g)$ را به روش واریسی، موازنه کنید.

۵۵- برای تهیه 0.5 lit محلول 0.12 M آهن (III) سولفات به چند گرم $Fe_p(SO_p)_p(s)$ خالص

نیاز است؟

ب) در 0.25 lit محلول 0.2 M آهن (III) سولفات چند مول یون Fe^{3+} وجود دارد؟

۵۶- از واکنش 80 g سدیم 90% با آب، چند میلی لیتر سدیم هیدروکسید $1 / 0$ مولار بدست می

آید؟

$NaOH = 40$

۵۷- اگر برای تهیه 200 میلی لیتر محلول $1 / 0$ مول در لیتر سدیم هیدروکسید 6 گرم از آن را به کار

برده باشیم، درصد خلوص سدیم هیدروکسید را محاسبه کنید. $NaOH = 40$

بخش دوم : ترمودینامیک شیمیایی

بسیاری از تغییرهای فیزیکی و شیمیایی با تغییر انرژی همراه هستند، مطالعه کمی و کیفی انرژی گرمایی مبادله شده طی واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، موضوع هایی هستند که در شاخه از شیمی بررسی می شوند که ترموشیمی یا گرما شیمی نامیده شده است. همه مواد دارای انرژی هستند. در واقع انرژی آنها مجموع انرژی ذره های سازنده درون آنهاست. گرما دادن یک جسم، موجب تغییر مقدار انرژی آن می شود. یعنی انرژی جذب شده در میان ذره های سازنده آن جسم توزیع می شود و این ذره ها با سرعتی بیشتر از پیش به حرکت خود ادامه می دهند. در واقع دما معیاری از میزان گرمی یک جسم است در نتیجه اگر اتم ها یا مولکول های تشکیل دهنده جسمی آهسته حرکت کنند، در آن صورت می گویند که آن جسم سرد است یا دمای پایینی دارد. برعکس، اگر تم ها یا مولکول های تشکیل دهنده جسمی تند حرکت کنند، انرژی جنبشی بیشتری داشته باشند در آن صورت گفته می شود که آن جسم

گرم بوده یا دمای بالایی دارد. بنابراین اختلاف دمای میان دو جسم از اختلاف انرژی جنبشی ذره های تشکیل دهنده آنها حکایت دارد.

آگاهی از دمای یک جسم، اطلاعات سودمندی درباره انرژی جنبشی و سرعت حرکت ذره های سازنده آن جسم در اختیار ما می گذارد. با افزایش دمای یک جسم، انرژی جذب شده توسط ذره ها، موجب انواع حرکتها در ذره می شود (حرکت انتقالی، ارتعاشی، چرخشی ۹ و انرژی جذب شده میان همه این حرکت ها توزیع می شود. در محاسبه همواره انرژی میانگین اندازه گیری می شود، زیرا انرژی همه ذره ها یکسان نیست.

یکاهای انرژی

یکها یا واحدهای رایج انرژی، کالری و ژول هستند. کالری (cal) به عنوان اولین واحد گرمایی، مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم آب خالص به اندازه یک درجه سلسیوس ($1\text{C} / 5$) از دمای $14/5$ به $15/5$ است.

از واحدهای دیگر انرژی می توان ژول (J) را نام برد، ژول (J) به انرژی لازم برای بالا بردن جسمی به جرم $1kg$ به ارتفاع $10cm$ ($0/1m$) از سطح زمین گویند. ژول یکای کوچکی است، از این رو از کیلوژول (kJ) که معادل هزار ژول است برای گزارش مقادیر انرژی استفاده می شود.

ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی

ظرفیت گرمایی : گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس را ظرفیت گرمایی آن می نامند. ظرفیت گرمایی یک جسم به جرم آن بستگی دارد، از این رو در شیمی عموماً از ظرفیت گرمایی ویژه استفاده می شود.

ظرفیت گرمایی ویژه : گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم از جسمی به اندازه یک درجه سلسیوس را ظرفیت گرمایی ویژه می نامند.

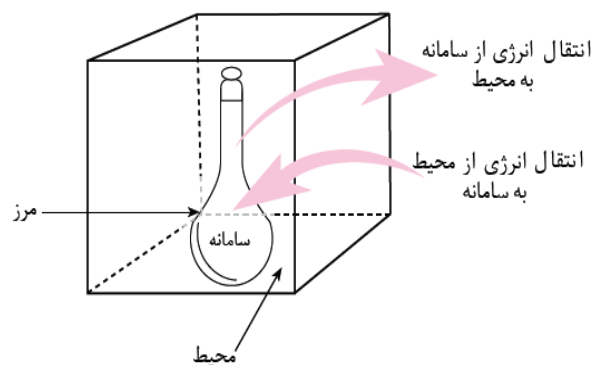
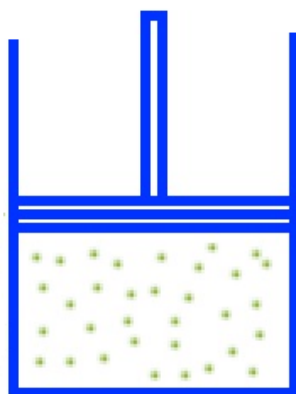
$$C = \frac{q}{m \cdot \Delta t}$$

واحد ظرفیت گرمایی ویژه ($J \cdot g^{-1} \cdot C^{o-1}$) است.

ظرفیت گرمایی مولی : مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از ماده به اندازه یک درجه سلسیوس ($1^{\circ}C$) را ظرفیت گرمایی مولی می گویند. واحد ظرفیت گرمایی مولی ($J \cdot mol^{-1} \cdot C^{o-1}$) است.

ترمودینامیک و سامانه :

ترمودینامیک دانش مطالعه گرما و انتقال انرژی است. در ترمودینامیک بخشی از جهان که انتخاب و تغییر انرژی آن را مطالعه می کنند را سامانه یا سیستم می نامند و بقیه جهان که در ارتباط با سامانه است، محیط می گویند. دیواره ای که سیستم را از محیط آن جدا می کند، مرز سیستم نامیده می شود. این مرز ممکن است حقیقی یا مجازی باشد. به عنوان مثال در شکل زیر به گاز حبس شده درون یک سیلندر سامانه (سیستم) گویند و بیرون از آن محیط به شمار می آید. هر سامانه (سیستم) توسط دیوار یا مرزهایی از محیط جدا می شود، بدنه سیلندر دیوانه سامانه را تشکیل می دهد.



انواع سامانه ها :

۱- سامانه باز : سامانه ای که هم انرژی و هم ماده با محیط مبادله می کند.

۲- سامانه بسته : سامانه‌ای که در آن امکان مبادله ماده وجود ندارد و تنها به مبادله انرژی اکتفا می‌شود.

۳- سامانه منزوی (ایزوله) : سامانه ای که در آن مبادله انرژی و ماده وجود ندارد.

خواص ترمودینامیکی یک سامانه (متغیرهای ترمودینامیکی)

برای توصیف یک سامانه باید مقادیر برخی از خواص قابل اندازه گیری آن مانند : جرم، فشار و دمای سامانه را اندازه گیری نمایند. چنین خواصی را خواص ترمودینامیکی آن سامانه گویند که بر دو نوع شدتی و مقداری تقسیم می‌گردد :

خواص مقداری : خواصی هستند که مقدار آنها به مقدار ماده بستگی دارد. مانند : جرم و حجم و ...
خواص شدتی : خواصی را که مقدار آنها به مقدار ماده بستگی ندارد، خواص شدتی می‌نامند مانند : رنگ، بو، دمای ذوب، دمای جوش، سختی، چگالی و ...

انرژی درونی سامانه (E) و تغییرات آن (ΔE)

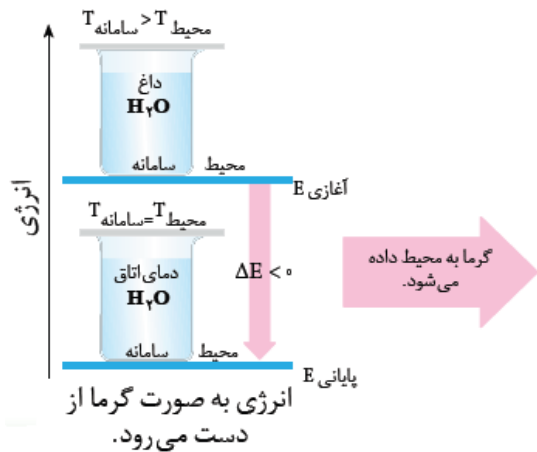
مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل برای همه ذره های تشکیل دهنده سامانه، انرژی درونی آن سامانه (E) نامیده می‌شود. هنگام که در یک سامانه شیمیایی مواد اولیه یا واکنش دهنده ها به فرآورده ها تبدیل می‌شوند، انرژی درونی آن سامانه تغییر می‌کند. این تغییر انرژی با ΔE نشان داده می‌شود، برای محاسبه آن از رابطه زیر استفاده می‌شود :

$$\Delta E = E_p - E_1$$

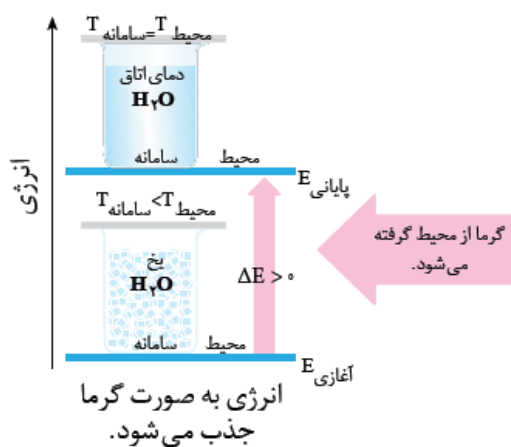
تغییر انرژی درونی

انرژی پس از تغییر (پایانی)

انرژی پیش از تغییر (آغازی)



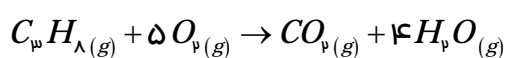
توجه داشته باشید که تغییر در انرژی سامانه همیشه با تغییر در انرژی در محیط پیرامون همراه است. به طوری که اگر انرژی از سامانه به محیط داده شود از انرژی درونی سامانه کم می شود. در این صورت ΔE سامانه منفی است، یعنی فرآیند انجام شده گرماده (انرژی ده) است.



توجه داشته باشید که تغییر در انرژی سامانه همیشه با تغییر در انرژی در محیط پیرامون همراه است. به طوری که اگر انرژی از سامانه به محیط داده شود از انرژی درونی سامانه کم می شود. در این صورت ΔE سامانه منفی است، یعنی فرآیند انجام شده گرماده (انرژی ده) است.

انرژی درونی و قانون اول ترمودینامیک

تغییر انرژی درونی یک سامانه به مسیر انجام فرایند بستگی ندارد و فقط به حالت آغازی و پایانی سامانه وابسته است. از این رو انرژی درونی را تابع حالت می گویند. اگر در طی یک واکنش تعداد مول های گازی فرآورده ها بیشتر از تعداد مول های واکنش دهنده باشد، حجم گازها در درون سیلندر افزایش می یابد و در آن پیستون بالا رفته و یا به عقب راندن مولکول های هوا، در واقع بر روی آنها کار انجام می دهد و علامت کار منفی است. مقدار این کار از رابطه $W = -P\Delta V$ به دست می آید.



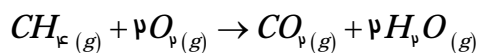
۶ مول گاز

۷ مول گاز

به عنوان در واکنش بالا از سوختن یک مول گاز پروپان در فشار ثابت حجم افزایش می یابد.

گاهی اوقات ممکن است که تغییر حجمی در سامانه ایجاد نشود، یعنی $\Delta V = 0$ در این صورت $W = 0$ است

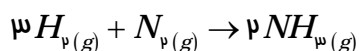
به عنوان مثال در واکنش سوختن متان



۳ مول گاز ۳ مول گاز

تعداد مول های مواد واکنش دهنده و فرآورده ها برابر است پس $\Delta V = 0$ است و کار انجام شده هم صفر است.

حال اگر در واکنشی حجم کاهش یابد، در آن صورت تغییر حجم $\Delta V < 0$ خواهد بود، در این صورت علامت کار مثبت خواهد بود. چون در این حالت سامانه انرژی به دست می آورد، یعنی روی آن کار انجام شده است، به عنوان نمونه در واکنش زیر



۴ مول گاز ۲ مول گاز

حجم سیستم کاهش یافته، سیستم انرژی به دست آورده، انرژی درونی آن افزایش یافته است طبق اول ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی هم ارز گرمای مبادله شده و کار انجام یافته می باشد.

$$\Delta E = q + w \quad \text{یعنی:}$$

w کار ناشی از تغییر حجم، q گرمای مبادله شده و ΔE تغییر انرژی درونی می باشد.

قانون اول ترمودینامیک در واقع همان قانون پایستگی انرژی است، بر طبق این قانون، انرژی نه به وجود می آید و نه از بین می رود بلکه از شکلی به شکل دیگر در می آید.

معمولاً واکنش های شیمیایی به دو روش انجام می شوند :

۱- ممکن است واکنش در حجم ثابت (در یک ظرف سر بسته) انجام شود. در این حالت $\Delta V = 0$ است، بنابراین در چنین حالتی کار انبساطی انجام نمی شود و تغییر انرژی درونی سیستم فقط ناشی از انتقال گرما است.

گرمای مبادله شده برای واکنش در حجم ثابت $\Delta E = q_V$

۲- ممکن است واکنش در ظرفی سرباز یا هر ظرفی دیگر که فشار را ثابت نگه می دارد انجام شود و حجم آن تغییر کند. در این حالت $\Delta V \neq 0$ است و کار انجام می شود، پس در این حالت، انرژی درونی با انجام کار و انتقال گرما تغییر می کند. اگر گرمای منتقل شده در فشار ثابت را با q_P نشان

دهیم در آن صورت $q_P = \Delta E + p\Delta V$

چون بیشتر واکنش های شیمیایی در فشار ثابت انجام می شوند، برای چنین واکنش هایی گرمای مبادله شده در فشار ثابت را با ΔH نشان می دهند آن را گرمای واکنش یا تغییر آنتالپی واکنش می نامند.

$$q_P = \Delta H$$

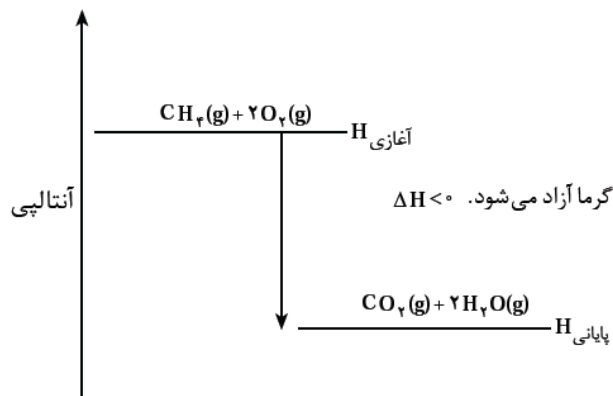
آنتالپی

اغلب تغییرهای فیزیکی و شیمیایی در فشار اتمسفری (فشار ثابت) انجام می شوند. در واقع آنتالپی را می توان تغییر انرژی یک سامانه در فشار ثابت تعریف کرد. در این شرایط مبادله انرژی همراه با انجام کار توسط سامانه روی محیط پیرامون یا برعکس است. بنابراین همواره میزان آنتالپی با تغییر انرژی درونی تفاوت دارد و به ترتیب کمتر یا بیشتر از آن است. آنتالپی نیز یک تابع حالت است و مقدار تغییر آن فقط به حالت های آغازی و پایانی فرآیند بستگی دارد.

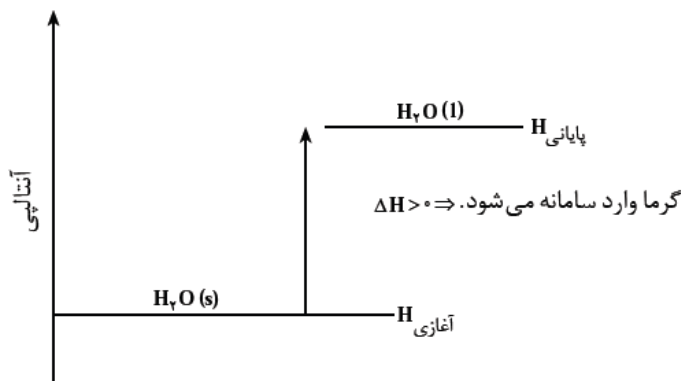
آنتالپی سامانه در آغاز فرآیند - آنتالپی سامانه در پایان فرآیند $\Delta H = H_p - H_1$

اگر در یک واکنشی مقدار آنتالپی منفی باشد، در این صورت واکنش گرماده است.

$\Delta H < 0 \Rightarrow H_{\text{آغازی}} < H_{\text{پایانی}}$: گرماده



در یک واکنش گرماده، گرما آزاد می‌شود و آنتالپی سیستم کاهش می‌یابد. علاوه بر واکنش سوختن بسیاری از واکنش‌های شیمیایی و حتی حل شدن برخی موادی در حلال‌ها مانند کلسیم کلرید و... به شدت گرماده هستند. به عنوان مثال نمودار تغییرات آنتالپی در واکنش سوختن متان به این صورت است:



و اگر در یک واکنش مقدار تغییر آنتالپی مثبت باشد، در این صورت واکنش گرماگیر خواهد بود.

$$\Delta H > 0 \Rightarrow H_{\text{پایانی}} > H_{\text{آغازی}} : \text{گرماگیر}$$

در یک فرآیند گرماگیر، گرما جذب می‌شود و آنتالپی سیستم افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، ذوب شدن یخ یک فرآیند گرماگیر است که نمودار آن به این صورت است:

مقدار تغییر آنتالپی (ΔH) برای یک واکنش مقدار گرمایی است که از تبدیل مواد واکنش دهنده به فرآورده‌ها آزاد می‌شود. توجه داشته باشید که مقدار گرمای آزاد شده در یک واکنش به مقدار مواد واکنش‌دهنده هم بستگی دارد. در هنگام محاسبه آنتالپی افزون بر مشخص بودن دما و فشار، باید حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها هم مشخص باشد. برای اینکه اندازه‌گیری گرمای همه واکنش‌ها در شرایط یکسانی انجام گیرند، شرایط ویژه‌ای به نام «حالت استاندارد ترمودینامیکی» تعیین شده است. حالت استاندارد ترمودینامیکی، پایدارترین شکل ماده‌ی خالص در فشار یک اتمسفر و دمایی مشخص (معمولاً دمای اتاق، 25°C) تعریف می‌شود. مفهوم ΔH° یعنی آنتالپی استاندارد است و تمام مواد شرکت‌کننده در واکنش در حالت استاندارد خود می‌باشد.

برخی آنتالپی های مهم

۱- آنتالپی تشکیل (ΔH° تشکیل)

به واکنشی که طی آن یک مول ماده از عنصرهای سازنده اش تشکیل می شود، واکنش تشکیل آن ماده می گویند. اگر در این واکنش همه مواد شرکت کننده در واکنش در حالت استاندارد خود قرار داشته باشند تغییر آنتالپی این واکنش را آنتالپی استاندارد (تشکیل ΔH°) می گویند. مطابق قرارداد آنتالپی استاندارد تشکیل عنصرها صفر در نظر گرفته می شود. به بیان دقیق تر، آنتالپی استاندارد (تشکیل ΔH°) پایدارترین دگر شکل یک عنصر در حالت استاندارد، صفر در نظر گرفته شده است.

از میان دو دگر شکل مهم کربن، یعنی الماس و گرافیت، گرافیت به عنوان استاندارد انتخاب شده است. زیرا گرافیت پایدارتر از الماس می باشد. بنابراین ΔH° (کربن - گرافیت) تشکیل ΔH° است. در جدول زیر با برخی از آنتالپی های تشکیل عناصر آشنا می شوید :

جدول ۲ جدول آنتالپی استاندارد تشکیل برخی مواد در 25°C

$\Delta H_{\text{تشکیل}} (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	فرمول شیمیایی	ماده	$\Delta H_{\text{تشکیل}} (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	فرمول شیمیایی	ماده
-۲۸۶	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	آب	۲۲۷	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	اتین
۳۴	$\text{NO}_2(\text{g})$	نیتروژن دی اکسید	-۴۶	$\text{NH}_3(\text{g})$	آمونیاک
۵۲	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	اتن	-۳۹۴	$\text{CO}_2(\text{g})$	کربن دی اکسید
-۴۱۱	$\text{NaCl}(\text{s})$	سدیم کلرید	-۲۷۸	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	اتانول
-۹۲	$\text{HCl}(\text{g})$	هیدروژن کلرید	-۷۵	$\text{CH}_4(\text{g})$	متان

با استفاده از آنتالپی استاندارد تشکیل مواد شرکتکننده در یک واکنش می توان گرمای آن واکنش را محاسبه کرد. گرمای یک واکنش شیمیایی در دما و فشار ثابت به قرار زیر است :

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده ها}] - [\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده ها}]$$

۲- آنتالپی سوختن (ΔH° سوختن)

هنگامی که یک مول از ماده ای در مقدار کافی گاز اکسیژن خالص بسوزد، گرمای واکنش انجام شده را آنتالپی استاندارد سوختن آن ماده می نامند. در جدول زیر گرمای سوختن برخی از ترکیب‌های آلی آمده است :

جدول ۳ آنتالپی استاندارد سوختن چند ترکیب آلی بر حسب $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

فرمول مولکولی	ΔH° سوختن	فرمول مولکولی	ΔH° سوختن
$\text{CH}_4(\text{g})$	-۸۹	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-۱۲۹۹
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-۱۵۶	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-۷۱۵
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	-۱۴۹	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-۱۳۶۸

۳- آنتالپی تبخیر (ΔH° تبخیر)

هنگامی که یک مول از ماده ای در دمای جوش خود تبخیر شود، تغییر آنتالپی مربوط به این فرآیند آنتالپی استاندارد تبخیر آن ماده گفته می شود و در جدول زیر آنتالپی تبخیر چند ماده آورده شده است :

نام ماده	فرمول	تبخیر ΔH°
آرگون	$\text{Ar}(\text{l})$	۶ / ۵
متان	$\text{CH}_4(\text{l})$	۸ / ۲
دی اتیل اتر	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}(\text{l})$	۲۹ / ۰
بنزن	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$	۳۰ / ۸
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	۴۳ / ۵
آب	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	۴۱ / ۱
جیوه	$\text{Hg}(\text{l})$	۵۸ / ۰

۴- آنتالپی ذوب (ΔH° ذوب)

هنگامی که یک مول از ماده ای جامد در دمای ذوب خود به مایع تبدیل شود. تغییر آنتالپی این فرآیند را آنتالپی استاندارد ذوب آن ماده می گویند، در جدول زیر آنتالپی ذوب چند ماده آمده :

نام ماده	فرمول	ذوب ΔH°
آرگون	$Ar(l)$	۱/۲
متان	$CH_4(l)$	۰/۹
دی اتیل اتر	$(C_2H_5)_2O(l)$	۷/۳
بنزن	$C_6H_6(l)$	۹/۸
اتانول	$C_2H_5OH(l)$	۴/۶
آب	$H_2O(l)$	۶/۰
جیوه	$Hg(l)$	۲/۳

۵- آنتالپی تصعید (ΔH° تصعید)

هنگامی که یک مول از ماده ای تصعید شود، تغییر آنتالپی این فرآیند را آنتالپی استاندارد تصعید آن ماده می باشد.

۶- آنتالپی پیوند (ΔH° پیوند)

انرژی تفکیک پیوند یا آنتالپی پیوند به مقدار انرژی لازم برای غلبه بر نیروهای جاذبه ی بین الکترون های پیوندی و هسته های اتم های شرکت کننده در یک مول پیوند کووالانسی گفته می شود. در جدول زیر آنتالپی پیوند برخی از پیوندهای کووالانسی آورده شده است :

جدول ۴ میانگین آنتالپی پیوند برخی از پیوندهای کووالانسی برحسب $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

پیوند	آنتالپی	پیوند	آنتالپی
H-H	۴۳۶	C-H	۴۱۲
N-N	۱۶۳	O-O	۱۴۶
O-H	۴۶۳	C-C	۳۴۸
پیوندهای چندگانه			
C=C	۶۱۲	C≡C	۸۳۷
N≡N	۹۴۴	O=O	۴۹۶

گرمای یک واکنش را می توان با استفاده از آنتالپی های پیوند مواد واکنش دهنده مواد فرآورده نیز محاسبه کرد، یعنی :

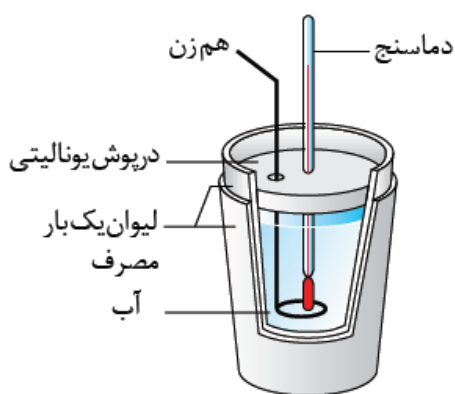
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده}]$$

تعیین گرمای واکنش شیمیایی

گرمای یک واکنش را می توان به روش مستقیم یا غیر مستقیم تعیین کرد. در روش مستقیم باید مقداری از واکنش دهنده ها را در شرایط مناسب بر هم اثر داد و گرمای حاصل از واکنش را به طور مستقیم اندازه گیری کرد. برای این منظور از دستگاهی به نام گرماسنج استفاده می شود. در روش های غیرمستقیم از واکنش هایی که گرمای آنها معلوم است برای تعیین گرمای واکنش مورد نظر استفاده می شود. گرماسنج دستگاهی است که برای اندازه گیری گرمای آزاد شده (یا جذب شده) در یک واکنش شیمیایی به کار برده می شود. دو نوع گرماسنج وجود دارد : ۱- گرماسنج لیوانی ۲ - گرماسنج بمبی

۱ - گرماسنج لیوانی

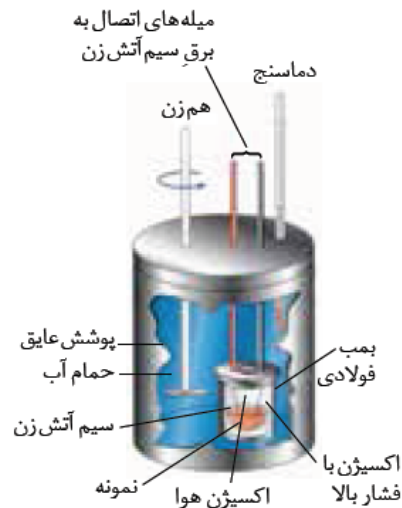
در گرماسنج لیوانی گرمای یک واکنش در فشار ثابت (تغییر آنتالپی واکنش) اندازه گیری می شود که در شکل زیر آمده است :



شکل یک گرماسنج لیوانی. از این گرماسنج برای اندازه گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت استفاده می شود. برای ساختن این گرماسنج کافی است دو لیوان یک بار مصرف را داخل هم قرار داد و با قطعه ای یونالیت درپوشی برای آن ساخت.

۲ - گرماسنج بمبی

در گرماسنج بمبی، گرمای واکنش در حجم ثابت (تغییر انرژی درونی) اندازه گیری می شود. از این نوع گرماسنج برای اندازه گیری گرمای سوختن یک ماده استفاده می شود که در شکل زیر به تصویر کشیده شده است :



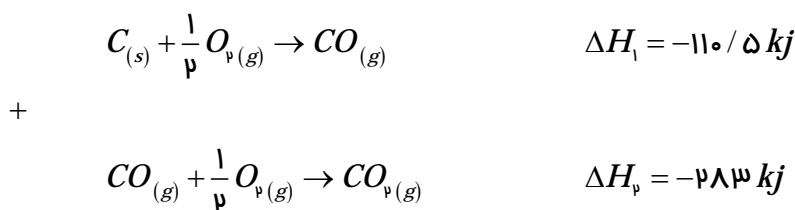
شکل گرماسنج بمبی که
برای اندازه گیری دقیق
گرمای سوختن یک ماده در
حجم ثابت به کار می رود.

روش های غیر مستقیم تعیین گرمای واکنش های شیمیایی

گرمای بسیاری از واکنش های شیمیایی را نمی توان به طور مستقیم تعیین کرد. چون بسیاری از واکنش ها تحت شرایط بسیار سختی انجام می شوند. در بخش های قبلی آموختید که آنتالپی یک تابع حالت است و فقط به حالت آغازی و پایانی فرآیند بستگی دارد. بنابراین ممکن است که یک واکنش شیمیایی را بتوان از چند مسیر مختلف انجام داد ولی چون تغییر آنتالپی یک واکنش تابع حالت است، مقدار آن در همه مسیرها یکسان است. بنابراین برای محاسبه گرمای واکنش برخی از واکنش های شیمیایی می توان از قانون هس استفاده کرد که به صورت زیر بیان می شود :

« اگر یک واکنش جمع دو یا چند واکنش دیگر باشد، ΔH واکنش کلی، مجموع ΔH همه واکنش های تشکیل دهنده آن است. »

مثال :



$$\Delta H_{tot} = \Delta H_1 + \Delta H_p$$

$$\Delta H_{tot} = -110 / 5 \text{ kj} + (-283 \text{ kj})$$

$$\Delta H_{tot} = -393 / 5 \text{ kj}$$

آنتروپی و تعیین جهت پیشرفت واکنش های شیمیایی

یکی از هدف های ترمودینامیک تعیین جهت پیشرفت واکنش های شیمیایی است. به عبارتی دیگر تعیین اینکه واکنش در کدام جهت خود به خود پیشرفت می کند. یکی از روش هایی که می توان برای تعیین جهت خود به خودی واکنش ها استفاده کرد، تغییر انرژی آن واکنش است. هر تغییر شیمیایی یا فیزیکی به طور طبیعی در جهتی پیشرفت می کند که به سطح انرژی پایین تر (ΔH کوچکتر) و آنتروپی بالاتر (بزرگتر) برسد. آنتروپی کمیتی ترمودینامیکی است که میزان بی نظمی ذرات (مولکولی) یک ماده را بیان می کند. در واقع آنتروپی را می توان معیاری از بی نظمی یک سامانه تعریف کرد. آنتروپی را با حرف "S" نشان می دهند. به طور کلی می توان گفت که هر تغییری که باعث افزایش آنتروپی شود، می تواند خودبه خود باشد. آنتروپی مانند انرژی درونی و آنتالپی، یک تابع حالت است، پس تغییر آنتروپی سامانه را می توان به صورت زیر نوشت :

$$\Delta S = S_{\text{پایانی}} - S_{\text{آغازی}}$$

اگر $\Delta H > 0$ و $\Delta S < 0$ واکنش غیر خود به خودی می باشد.

اگر $\Delta H < 0$ و $\Delta S < 0$ باشد، واکنش در صورتی خود به خودی خواهد بود که عامل مساعد گرماده بودن بر عامل نامساعد کاهش بی نظمی غلبه کند.

اگر $\Delta H > 0$ و $\Delta S > 0$ در صورتی واکنش خود به خود پیشرفت می کند که عامل مساعد افزایش بی نظمی بر عامل ناساعد گرماگیر بودن غلبه کند.

اگر $\Delta H < 0$ و $\Delta S > 0$ باشد، واکنش همیشه به صورت خود به خود پیشرفت می کند.

انرژی آزاد گیبس (G)

کمیتی که آنتروپی و آنتالپی را به هم ربط می دهد، انرژی آزاد گیبس نامیده می شود، در واقع انرژی آزاد گیبس مقدار انرژی در دسترس برای انجام فرآیند های شیمیایی تعریف می شود. انرژی آزاد گیبس با معادله زیر تعریف می شود :

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

تغییر انرژی آزاد گیبس آنتالپی واکنش دما به کلون تغییر آنتروپی

چنان که از این معادله بر می آید ΔG به دما بستگی دارد. این که کدام یک از ΔH یا ΔS جهت واکنش را تعیین می کند، به اندازه آنها بستگی دارد. انرژی آزاد تابع حالت است و فقط به حالت آغازی و پایانی هر تغییر یا تحول بستگی دارد :

$$\Delta G = G_{\text{پایانی}} - G_{\text{آغازی}}$$

علامت ΔG به علامت و مقدار ΔH , $T\Delta S$ بستگی دارد به طوری که :

۱- برای یک تغییر خود به خودی $\Delta S > 0$ است.

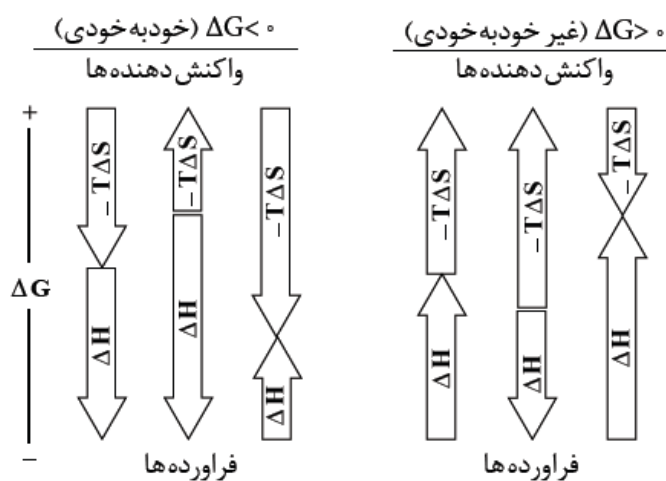
۲- برای یک تغییر غیرخود به خودی $\Delta S < 0$ است.

برای یک تغییر خود به خودی $T\Delta S > 0$ یا $-T\Delta S < 0$ است و با توجه به علامت ΔG م توان جهت یک تغییر را تعیین کرد.

۱- اگر $\Delta G > 0$ باشد، یعنی تغییر غیر خود به خودی است.

۲- اگر $\Delta G < 0$ باشد، یعنی تغییر خود به خودی است.

در نمودارهای زیر، حالت های مختلفی از ΔG آمده است :



حالت های مختلفی که ΔH و عبارت $-T\Delta S$ می توانند بر یکدیگر اثر بگذارند.

سوالات فصل دوم

۱- (آ) کدام یک از کمیت های زیر مقداری است؟ چرا؟

ظرفیت گرمایی مولی - ظرفیت گرمایی - ظرفیت گرمایی ویژه

(ب) به 10 g فلز خالصی $32/25\text{ J}$ گرما می دهیم تا دمای آن از 20°C به 45°C افزایش یابد،

با انجام محاسبه مشخص کنید این فلز کدام یک از موارد جدول زیر است؟

$Au_{(g)}$	$Fe_{(s)}$	$Ag_{(s)}$	$Cu_{(s)}$	فلز
۰/۱۲۹	۰/۴۵۱	۰/۲۳۵	۰/۳۸۵	ظرفیت گرمایی ویژه $J \cdot g^{-1} \cdot C^{-1}$

۲- با قرار دادن کلمات مناسب عبارات زیر را کامل کنید.

(آ) برای محاسبه یک سامانه باید کار و گرما، هر دو اندازه گیری شوند.

(ب) هرگاه تغییر حجمی در یک سامانه (گاز) ایجاد نشود، کار انجام شده خواهد بود.

۳- با توجه به کار انبساطی یک سامانه به هر یک از موارد زیر پاسخ دهید :

(آ) در صورتی علامت کار منفی است که

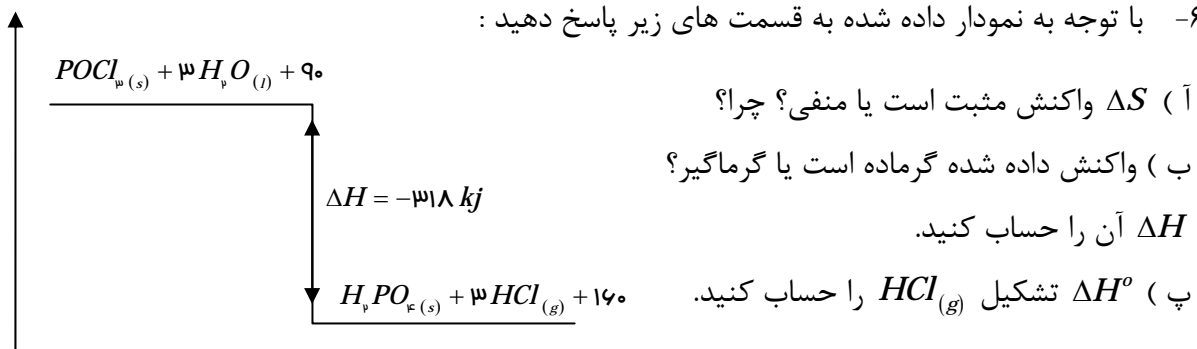
(ب) در صورتی علامت کار مثبت است که

(پ) واحد کار انجام شده

۴- تغییرات انرژی درونی یک سامانه به چند روش انجام می شود؟ نام ببرید.

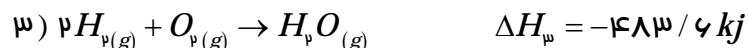
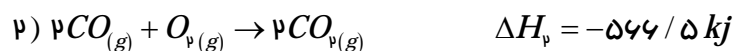
۵- مقدار گرمای آزاد شده در یک واکنش به و و بستگی دارد.

۶- با توجه به نمودار داده شده به قسمت های زیر پاسخ دهید :

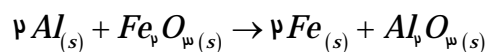


POCl _{۳(s)}	H _۳ PO _۴	H _۲ O _(l)	ماده
-۶۲۷	-۱۲۷۹	-۲۸۶	ΔH ^o تشکیل (kJ.mol ⁻¹)

۷- با استفاده از واکنش های زیر، ΔH واکنش C_(s) + H_۲O_(g) → CO_(g) + H_۲(g) را محاسبه کنید.



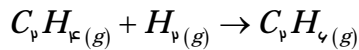
۸- آنتالپی تشکیل استاندارد ΔH^o واکنش آهن (III) اکسید را در دمای ۲۸۹ kg با فرآیند جوشکاری ترمیت محاسبه کنید.



ΔH_F^o Al_۲O_۳ = -۱۶۷۶

ΔH_F^o Fe_۲O_۳ = -۸۲۵

۹- آنتالپی واکنش زیر را با استفاده از داده های زیر بدست آورید.



$$\left\{ \begin{array}{l} C_p H_{\nu}(g) + \frac{\nu}{p} O_{\nu}(g) \rightarrow \nu CO_{\nu}(g) + \nu H_{\nu} O_{(g)} \quad \Delta H = -1560 \\ H_{\nu}(g) + \frac{1}{p} O_{\nu}(g) \rightarrow H_{\nu} O_{(g)} \quad \Delta H = -286 \\ \nu CO_{\nu}(g) + \nu H_{\nu} O_{(l)} \rightarrow C_p H_{\nu}(g) + \nu O_{\nu}(g) \quad \Delta H = +1411 \end{array} \right.$$

۱۰- برای یک تغییر معین، مقدار تغییر انرژی درونی برابر $2/37$ - کیلوژول است. سیستم در هنگام این

تغییر 650 ژول انرژی جذب می کند، این سیستم چقدر کار انجام داده است؟

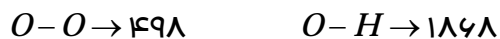
۱۱- درستی یا نادرستی عبارات زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید.

آ) انرژی درونی، دما، فشار و حجم توابع حالت هستند ولی گرما و کار جزء این توابع نیستند.

ب) گرمای تمام واکنش های شیمیایی را می توان به طور مستقیم تعیین کرد.

۱۲- با توجه به انرژی پیوندهای داده شده، گرمای حاصل از سوختن کامل یک مول متان را

حساب کنید.



۱۳- برای تبدیل 10 گرم یخ از دمای $10^{\circ}C$ - به بخار در دمای $150^{\circ}C$ چه مقدار انرژی لازم است؟

(گرمای ویژه یخ $2.06 \text{ J/g}^{\circ}C$ ، آنتالپی یخ 334 J/g ، آنتالپی تبخیر آب 2260 J/g و

گرمای ویژه آب $4.18 \text{ J/g}^{\circ}C$ و گرمای ویژه بخار آب $2.02 \text{ J/g}^{\circ}C$ است.)

۱۴- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را با ذکر دلیل بررسی کنید.

آ) معادله نوشتاری سوختن بنزین واکنش دهنده ها را به خوبی مشخص می کند.

ب) اتان را می توان از واکنش اتین با هیدروژن تهیه کرد و علامت ΔS این واکنش مثبت است.

پ) اتانول در مجموع مولکولی قطبی است و در آب که مولکول های قطبی دارد، حل می شود.

ت) سوسپانسیون ها پایدار هستند و فاز جامد درون آنها تمایل به ته نشین شدن دارد.

۱۵- یک سامانه دارای انرژی درونی اولیه، 1100 J گرما جذب می کند و 400 J کار بر روی محیط انجام می دهد.

آ) تغییر انرژی درونی سیستم را حساب کنید.

ب) نمودار تغییرات انرژی درونی (ΔE) را برای سامانه فوق رسم کنید. روی نمودار مقدار عددی

ΔE را معلوم کنید؟

۱۶- کلمات و اصطلاحات زیر را در نظر بگیرید و جاهای خالی را با کلمه مناسب پر کنید.

(ظرفیت گرمایی - دما - ظرفیت گرمایی ویژه - ظرفیت گرمایی مولی - گرما)

آ) گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده باندازه یک درجه به سیلسیوس نامیده می شود.

ب) تفاوت انرژی ذره های تشکیل دهنده دو جسم از تفاوت آنها ناشی می شود.

پ) یکای اندازه گیری $\text{J g}^{-1} \text{C}^{-1}$ می باشد.

۱۷- در کدام یک از حالت های زیر آنتالپی تشکیل مولی ترکیبات داده شده صفر است؟ چرا؟

آ) $H_2O_{(l)}$ $H_2O_{(g)}$

ب) $K_{(s)}$ $K_{(l)}$

پ) $Br_{2(s)}$ $Br_{2(l)}$

ت) $Cl_{(g)}$ $H_2_{(l)}$

۱۸- در هر یک از جمله های زیر جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

(آنتالپی - تغییر انرژی درونی - آنتالپی - فشار - حجم)

(آ) گرمای واکنش در ثابت برابر ΔE است.

(ب) رابطه $(q+w)$ برابر یک واکنش است.

(پ) در اکثر آزمایشگاه ها، واکنش های شیمیایی در ثابت انجام می شوند.

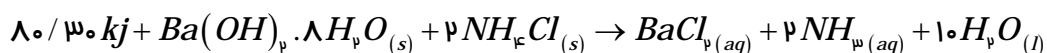
از این رو به گرمای مبادله شده در این واکنش ها تغییر گفته می شود.

۱۹- ظرفیت گرمایی ویژه فلز مس برابر $385 \text{ J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ است. اگر ۳۵ گرم فلز مس را از دمای 140°C

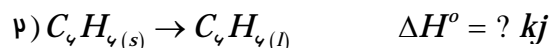
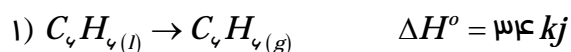
به دمای 58°C برسانیم، چه مقدار گرما باید به آن بدهیم؟

۲۰- در واکنش کامل $14/88 \text{ g}$ باریوم هیدروکسید آبدار و خالص با مقدار کافی از آمونیم کلرید چه

مقدار گرما جذب یا آزاد می شود؟



۲۱- در معادله واکنش های :

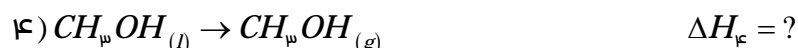
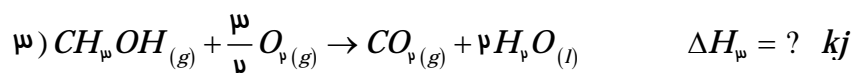
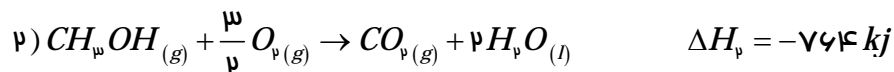
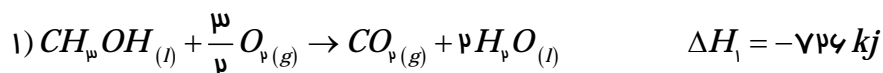


(آ) تغییر آنتالپی هر واکنش ΔH° چه فرآیندی را نشان می دهد؟

(ب) به جای « ؟ » کدام یک از عدد های « ۳۴ ، ۳۴ - یا ۶۸ ، ۶۸ - یا ۱۰ ، ۱۰ - » را قرار

می دهید؟ دو دلیل برای انتخاب خود بنویسید.

۲۲- واکنش های زیر در دمای $۲۵^{\circ}C$ و فشار $1 atm$ انجام شده اند.

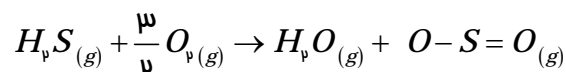


آ) آیا ΔH واکنش های ۲ و ۳ یکسانند؟ چرا؟

ب) ΔH واکنش ۴ را حساب کنید.

۲۳- با استفاده از جدول داده شده، ΔH واکنش زر را حساب کرده و نمودار تغییر آنتالپی را برای آن

رسم کنید.

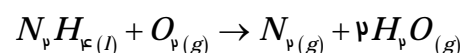


$S=O$	$S-O$	$O-H$	$O=O$	$H-S$	پیوند
۵۲۳	۴۲۳	۴۶۷	۴۹۸	۳۷۰	آنتالپی پیوند kJ.mol^{-1}

۲۴- گرمای تشکیل $N_۲H_۴(g)$ برابر ۵ / ۹۵ کیلوژول بر مول و گرمای تبخیر $N_۲H_۴(l)$ برابر ۴۵

کیلوژول بر مول است. حساب کنید از سوختن ۴ / ۶ گرم $N_۲H_۴(l)$ چند کیلوژول گرما مطابق

واکنش زیر آزاد می شود؟



۲۵- عبارت های داده شده را با کلمات مناسب پر کنید (دو کلمه اضافی است)

آ) پایدارترین شکل ماده خالص در فشار یک اتمسفر و دمای مشخص تعریف می شود.

ب) پایدارترین دگرشکل یک عنصر در حالت استاندارد ترمودینامیکی صفر در نظر گرفته می شود.

پ) برای محاسبه تغییر انرژی درونی یک سیستم باید و اندازه گیری شود.

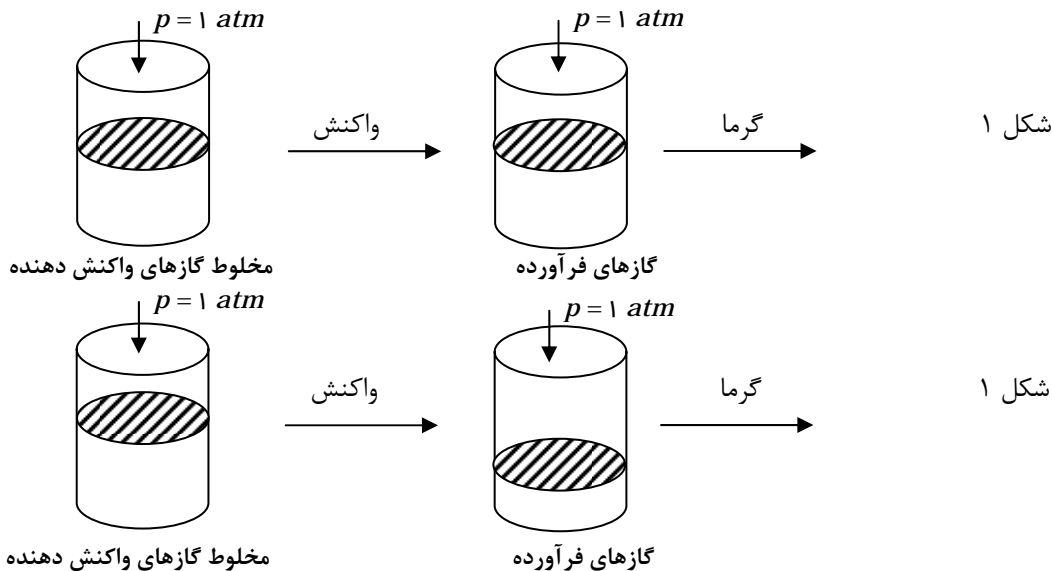
۲۶- ظرفیت گرمایی ویژه گرافیت برابر $0.71 \text{ J g}^{-1} \text{ C}^{-1}$ است، انرژی لازم برای انجام هر یک از تغییرهای زیر را حساب کنید.

آ) افزایش دمای ۱ مول گرافیت به میزان 1°C

ب) افزایش دمای ۷۲۰ گرم گرافیت به میزان 25°C

۲۷- چند نوع گرماسنج برای اندازه گیری گرمای واکنش ها مورد استفاده قرار می گیرد؟ آنها را نام برده و مختصراً درباره هر یک توضیح دهید.

۲۸- با توجه به شکل های زیر به سوالات مطرح شده پاسخ دهید :



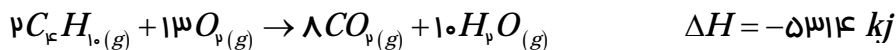
آ) کدام واکنش در ظرف سربسته با حجم ثابت انجام می شود؟

ب) در کدام حالت تغییر انرژی درونی فقط ناشی از انتقال گرماست؟ چرا؟

پ) در کدام حالت تغییر انرژی درونی از رابطه $\Delta E = q + p\Delta V$ به دست می آید؟

ت) در کدام حالت گرمای مبادله شده نشان دهنده تغییر آنتالپی واکنش است؟

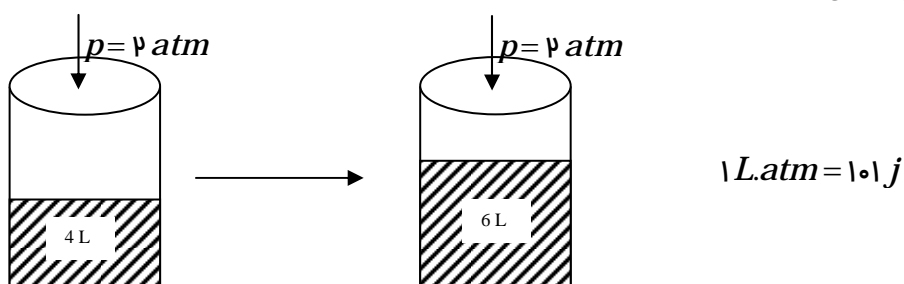
۲۹- واکنش زیر را در نظر بگیرید و به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) اگر در این واکنش به جای (۲) مول گاز بوتان، ۰ / ۲۵ مول از آن مصرف شود، چه مقدار گرما آزاد می شود؟

ب) اگر در این واکنش به جای بخار آب، آب مایع تولید شود آیا مقدار عددی ΔH تغییر می کند؟ چرا؟

۳۰- برای واکنش مقابل $\Delta E = 108 \text{ kJ}$ است.



آ) علامت $p\Delta V$ را معلوم کنید.

ب) ΔH واکنش را حساب کنید و علامت آن را معلوم کنید.

پ) نمودار آنتالپی را برای واکنش فوق رسم کنید.

۳۱- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

آ) گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از ماده به اندازه یک درجه سلسیوس را می نامند که با یکای اندازه گیری می شود.

ب) تغییر انرژی درونی (ΔE) یک کمیت و چگالی یک کمیت است.

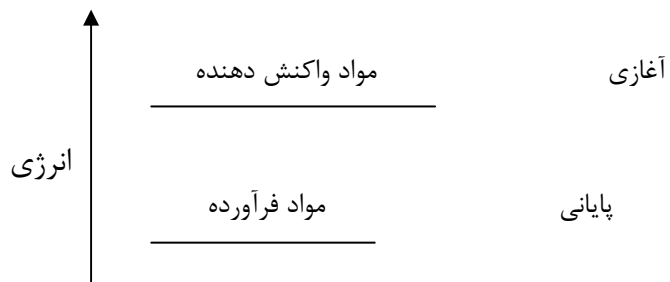
۳۲- در صورتی که ظرفیت گرمایی ویژه آلومینیوم $0.902 \text{ Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$ باشد، ۵۳ گرم آلومینیوم چند ژول

گرما لازم دارد تا دمای آن 15°C افزایش پیدا کند؟

۳۳- اگر برای افزایش دمای 45 g آهن به مقدار 22°C به $1446/49 \text{ J}$ گرما نیاز باشد، ظرفیت

گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی آهن را حساب کنید ($FE = 55/85 \text{ gr}$).

۳۴- با توجه به نمودار مقابل



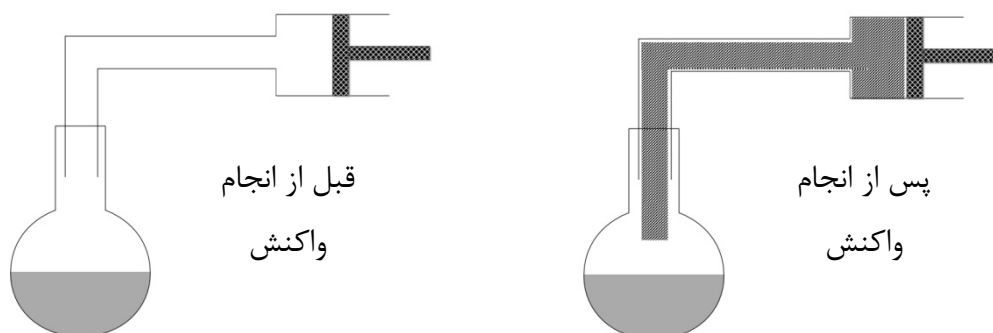
آ) آیا سامانه از محیط انرژی می گیرد

یا به آن انرژی خواهد داد؟

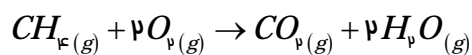
ب) مقدار ΔE مثبت است یا منفی؟

۳۵- هرگاه در آزمایش زیر، حجم گاز H_2 برابر $2/8 L$ و فشار برابر $1/2 atm$ باشد، کار انجام شده

چند ژول است؟ ($1 atm = 101.3 J$)



۳۶- مطابق واکنش زیر سوختن متان در ظرفی با پیستون متحرک انجام می شود.

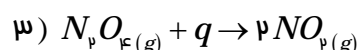
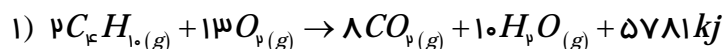


آ) آیا در این سیستم کار انجام می گیرد؟ چرا؟

ب) تغییر انرژی درونی سیستم (ΔE) به چه صورت ظاهر می شود؟

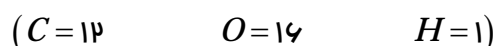
پ) علامت ΔE را مشخص کنید.

۳۷- در ظرف هایی با پیستون های متحرک در فشار ثابت واکنش های زیر را انجام می دهیم. علامت کار را برای این واکنش ها معین کنید :



۳۸- اگر واکنش زیر در فشار ثابت انجام گیرد و سطح انرژی مواد اولیه $۲۰۰kj$ و سطح انرژی محصولات برابر $۳۸۰kj$ باشد، آنتالپی واکنش را حساب کرده و نمودار آن را رسم نمایید.

۳۹- اگر تفاوت محتوای انرژی یک مول دی اتیل اتر $(C_{۲}H_{۵})_۲O$ جامد در یک مول دی اتیل اتر مایع برابر $۷/۳kj/mol$ باشد.



آ) آنتالپی ذوب مولی دی اتیل اتر چند است؟

ب) برای ذوب شدن ۲۰ گرم دی اتیل اتر چه مقدار گرما نیاز است؟

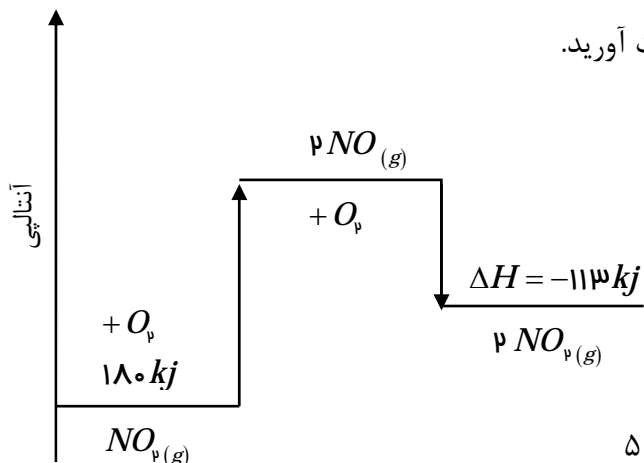
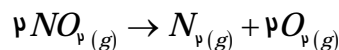
۴۰- اگر گرمای تشکیل یک مول آمونیاک برابر ۴۹ - کیلوژول بر مول باشد، انرژی پیوندهای $N \equiv N$ و

$N-H$ به ترتیب $۹۴۵kj/mol$ و $۳۹۱kj/mol$ باشد، انرژی پیوند $H-H$ را تعیین کنید.

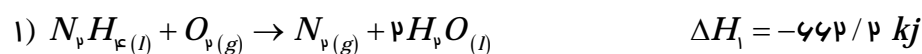
۴۱- با توجه به معادله $۲H_{۲}(g) + ۲C(گرافیت) + N_{۲}(g) \rightarrow ۲HCN(g) + ۲۶۱kj$ آنتالپی تشکیل مولی

HCN چقدر است؟

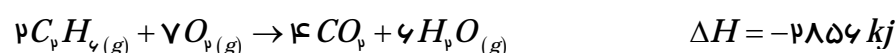
۴۲- با توجه به نمودار زیر ΔH واکنش را به دست آورید.



۴۳- ΔH° واکنش $N_p H_{(g)} + \nu H_p O_{(l)} \rightarrow N_{\nu(g)} + \nu H_p O_{(l)}$ را با استفاده از اطلاعات زیر محاسبه کنید.

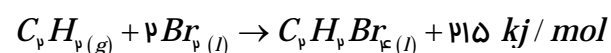


۴۴- از سوختن ۲ گرم اتان چند ژول گرما آزاد می شود؟



$(C = 12 \quad H = 1)$

۴۵- با توجه به اطلاعات داده شده انرژی پیوند $(C \equiv C)$ را در واکنش زیر حساب کنید.

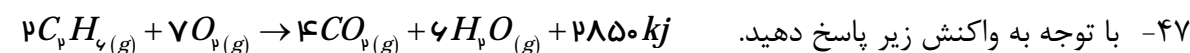


پیوند	$C-H$	$Br-Br$	$C-C$	$C-Br$	$C \equiv C$
انرژی پیوند kJ/mol	۴۱۵	۱۹۵	۳۵۰	۲۷۰	؟

۴۶- برای واکنش $\nu HNO_{\nu(aq)} + NO_{(g)} \rightarrow \nu HNO_{\nu(g)} + H_p O_{(l)}$ در دمای 240 K مقدار ΔH

واکنش $14/3$ کیلوژول بر مول و تغییر آنتروپی واکنش 43 kJ/mol می باشد. با محاسبه

مقدار ΔG بگویید که آیا واکنش خود به خودی است یا غیر خود به خودی؟

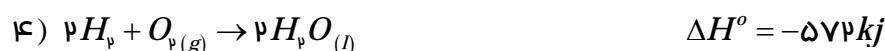
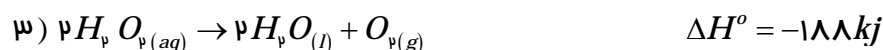
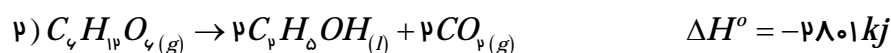
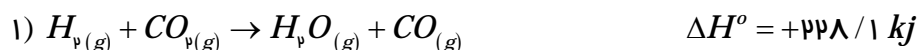


آ) ΔH واکنش را بر حسب kJ/mol تعیین کنید.

ب) علامت ΔS در واکنش فوق را تعیین کنید.

پ) این فرآیند خود به خودی است یا خیر؟ چرا؟

۴۸- کدام واکنش های زیر در دمای اتاق در جهت نشان داده شده خود به خودی است؟ چرا؟



۴۹- اگر انرژی تفکیک پیوند $H-H$ و $H-Cl$ و $Cl-Cl$ به ترتیب ۴۳۴ و ۴۳۰ و ۲۴۳ کیلوژول بر مول

باشد، گرمای تشکیل HCl چند کیلوژول بر مول است؟

بخش سوم : محلول ها

محلول ها نقش مهمی در زندگی ما دارند. از محلول ها در موارد زیادی از زندگی روزانه ما انسانها استفاده می شود، به عنوان مثال برای شستن، پختن و نوشیدن، مایع های پاک کننده و . . . از محلول ها استفاده می شود.

به طور کلی مواد به دو دسته تقسیم می شوند : ۱ - مواد خالص ۲ - مواد ناخالص (مخلوط)

۱ - مواد خالص : مواد خالص به دو نوع عنصر و ترکیب دسته بندی می شوند.

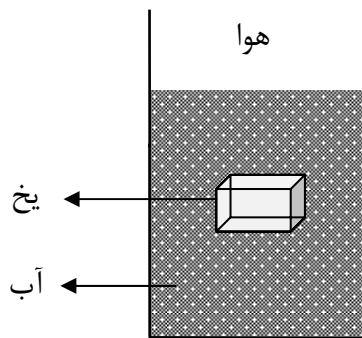
۲ - مواد ناخالص (مخلوط) : مواد ناخالص هم به دو دسته همگن و ناهمگن دسته بندی می شوند. سکه

طلا، هوا و آب نمک از جمله مواد مخلوط می باشند زیرا در هر مورد بیش از یک نوع ماده شرکت دارد.

مخلوط های همگن را « محلول » نیز می نامند مانند آب نمک که شفاف بوده و طعم شور در بخش های

مختلف آن یکسان است، محلول ها معمولاً تک فاز هستند.

منظور از فاز چیست؟



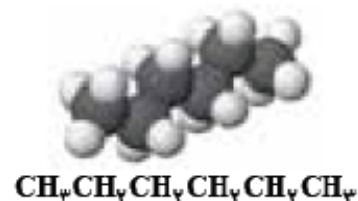
فاز بخشی از ماده است که تمام آن از نظر خواص فیزیکی (خواص شدتی) و از نظر ترکیب شیمیایی یکسان است. وقتی تغییر فازی انجام می شود ماهیت شیمیایی ماده تغییر نمی کند. بنابراین تغییر فاز، یک تغییر فیزیکی است. مثلاً در یک لیوان که دارای آب و یخ سه فاز، هوا، مایع (آب) و جامد (یخ) دیده می شود.

در مخلوط های ناهمگن همواره مرز میان فازها قابل تشخیص است. به مرز میان دو فاز « فصل مشترک » گفته می شود. اگر در مخلوطی، مرزهای میان فازها قابل تشخیص نباشد، یعنی مخلوط تک فازی است که به آن مخلوط همگن یا محلول می گویند. حالت فیزیکی محلول می تواند جامد (مانند سکه طلا)، مایع (مانند آب نمک) و گاز (مانند هوا) باشد. یک محلول از دو جزء حلال و حل شونده تشکیل شده است. جزئی که حل شونده را در خود حل می کند و معمولاً درصد بیشتری از محلول را تشکیل می دهد، حلال می گویند. اغلب حلال های موجود در طبیعت شامل یک حلال و چند ماده حل شونده هستند.

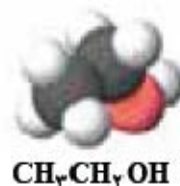
آب فراوان ترین و رایج ترین حلال شناخته شده است.

آب ترکیبهای یونی و کووالانسی بسیاری را در خود حل می کند. محلول هایی که حلال آنها آب است « محلول آبی » نامیده می شوند. اغلب فرآیندهای زیست شیمیایی از قبیل هضم، جذب و سوخت و ساز مواد غذایی در محلول آبی انجام می شود. به محلول حاصل از حلال های آلی « محلول غیرآبی » می گویند. اتانول، هگزان و استون سه نمونه مهم از حلال های آلی یا غیرآبی هستند که در موارد متفاوتی کاربرد دارند که به شرح زیر است :

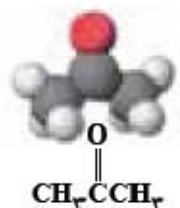
آ) هگزان : آلکانی با ۶ اتم کربن است و مولکول های ناقطبی دارد. این ماده حلال بسیار مناسبی برای تعداد زیادی از ترکیب های ناقطبی است. هگزان مایع بی رنگ و فراری است که از نفت خام به دست می آید و به عنوان رقیق کننده (تینر) برای رنگ های پوششی کاربرد دارد.



ب) اتانول : پس از آب، اتانول مهمترین حلال صنعتی است. این مایع بی رنگ و فرار به هر میزان با آب مخلوط می شود. از الکل برای ضدعفونی کردن زخم ها و تولید مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می شود.



پ) استون : حلال مناسبی برای چربیها، رنگها و انواع لاک هاست. این مایع بی رنگ و فرار به هر نسبت در آب حل می شود و از جمله حلال های پرکاربرد در آزمایشگاه های شیمی به شمار می آید.



انحلال پذیری مواد در آب

میزان حل شدن مواد مختلف در آب حتی در دمای یکسان، متفاوت است. بیشترین مقدار یک ماده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می شود، انحلال پذیری آن ماده را مشخص می کند.

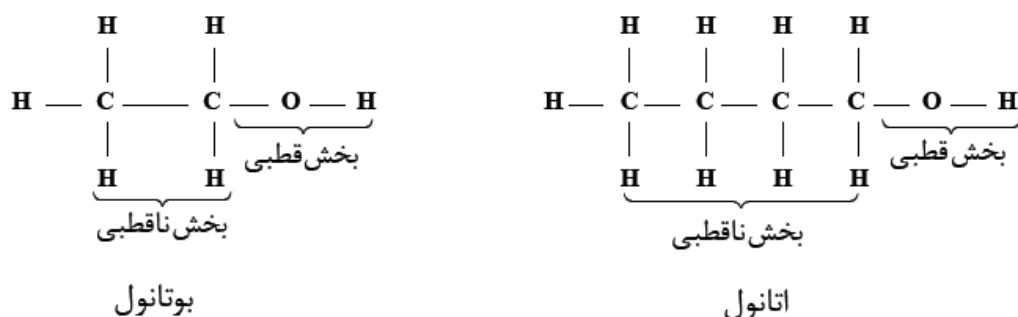
مواد از نظر انحلال پذیری به سه دسته تقسیم می شوند :

- ۱- مواد محلول : موادی که انحلال پذیری آنها از یک گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم بیشتر است.
 - ۲- مواد کم محلول : موادی که انحلال پذیری آنها بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم است.
 - ۳- مواد نامحلول : موادی که انحلال پذیری آنها از ۰/۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.
- آسان ترین راه برای مشخص کردن انحلال پذیری دو ماده در یکدیگر افزودن آنها به هم و مشاهده پدیده ای است که رخ می دهد. بدون انجام آزمایش نیز می توان انحلال پذیری دو ماده را در یکدیگر پیش بینی کرد.

این کار بر اساس آگاهی و مقایسه مجموع مقدار نیروهای جاذبه بین ذره های تشکیل دهنده ماده حل شدنی و نیروهای جاذبه بین ذره های حلال با مقدار نیروی جاذبه بین ذره های ماده حل شدنی و ذره های حلال امکان پذیر است. به عنوان مثال $LiCl$ یک ترکیب یونی است که در آن یونهای Li^+ و Cl^- در یک شبکه بلوری قرار دارند. مولکول آب قطبی است و دارای یک سر با بار جزئی مثبت ($+\delta$) و سر دیگر با بار جزئی منفی ($-\delta$) می باشد. هنگامی که $LiCl$ در آب حل می شود، جاذبه ای قوی بین Cl^- و سر مثبت مولکول های آب ($H_2O \dots \dots \dots Cl^-$) و یون Li^+ با سر منفی مولکول های آب ($H_2O \dots \dots \dots Li^+$) به وجود می آید که به آنها، جاذبه ی یون - دو قطبی می گویند. جاذبه یون - دو قطبی انرژی لازم را برای جدا شدن یون های Cl^- و Li^+ از شبکه بلوری فراهم می کند. به طور کلی ترکیب های یونی و مواد قطبی در یکدیگر حل می شوند. البته میزان این انحلال پذیری برای ترکیب های یونی مختلف متفاوت است و به نوع یونهای سازنده و ساختار بلوری آنها بستگی دارد. دانشمندان اغلب برای انحلال پذیری مواد در یکدیگر عبارت « شبیه، شبیه را در خود حل می کند » را به کار می برند. تولوئن یک ترکیب آل با مولکول های ناقطبی است. بین این مولکول ها نیروی جاذبه واندروالسی وجود دارد که جاذبه ای ضعیف است. وقتی $LiCl$ در تولوئن وارد می شود، نیروی جاذبه بین یون های نمک و مولکول های تولوئن به اندازه ای نیست که بتواند بر پیوندهای یونی در شبکه بلوری $LiCl$ غلبه کند، به همین دلیل $LiCl$ در تولوئن حل نمی شود در نتیجه ترکیب های یونی و مواد قطبی در حلال های ناقطبی حل نمی شود. اتانول مانند آب دارای نیروهای بین مولکولی از نوع هیدروژنی است. وقتی اتانول در آب حل می شود، پیوندهای هیدروژنی قویتر، بین مولکول های آب به وجود می آید و اتانول در آب حل می شود. برخی از مولکول ها در ساختار خود دویخی هستند، یک بخش قطبی و بخش دیگر ناقطبی است. بوتانول و اتانول از این دست ترکیب ها هستند.

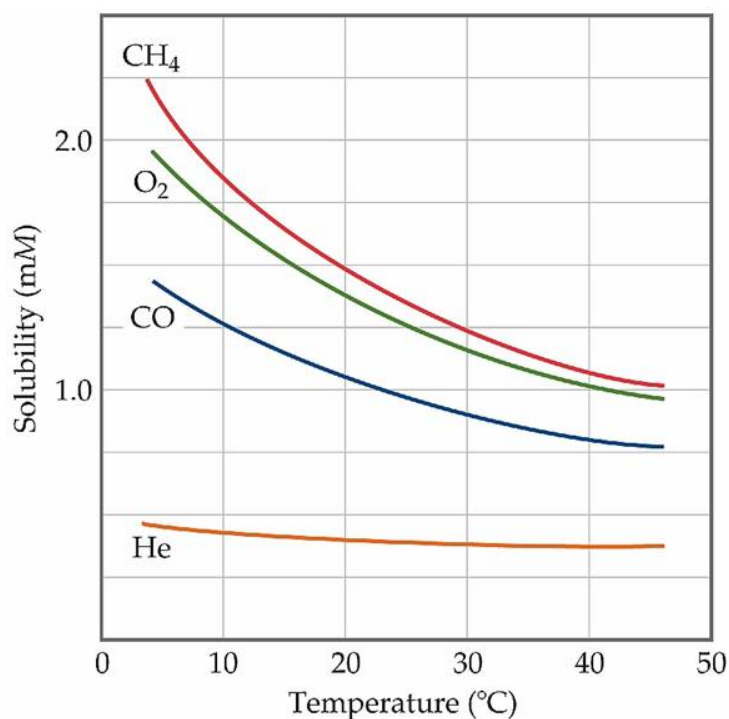
در اتانول بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد، به همین دلیل اتانول در مجموع مولکول قطبی است و در آب که مولکول هایی قطبی دارد حل می شود در حالی که در بوتانول بخش ناقطبی مولکول بر بخش قطبی

مولکول غلبه دارد، به همین دلیل بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کمتری در آب حل می شود. در واقع در الکل ها، هرچه تعداد کربن (بخش ناقطبی) بیشتر شود، آن الکل در آب کمتر حل می شود.



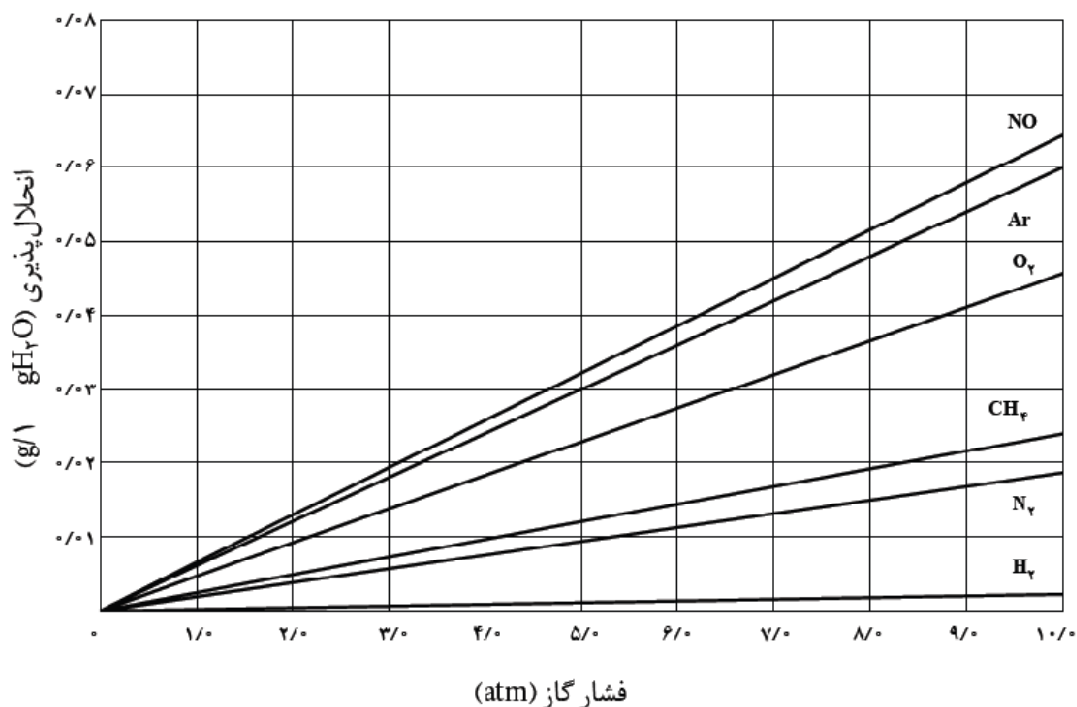
انحلال پذیری گازها در آب

انحلال پذیری گازها در آب تابع دما و فشار است به طوری که با افزایش فشار، انحلال پذیری افزایش یافته و با کاهش دما نیز انحلال پذیری گازها افزایش می یابد. در شکل زیر نمودارهای انحلال پذیری گازها آمده است.



منحنی انحلال پذیری برخی از گازها در آب به عنوان تابعی از دما

قانون هنری : بیان می کند که با افزایش فشار انحلال پذیری گازها نیز افزایش می یابد.

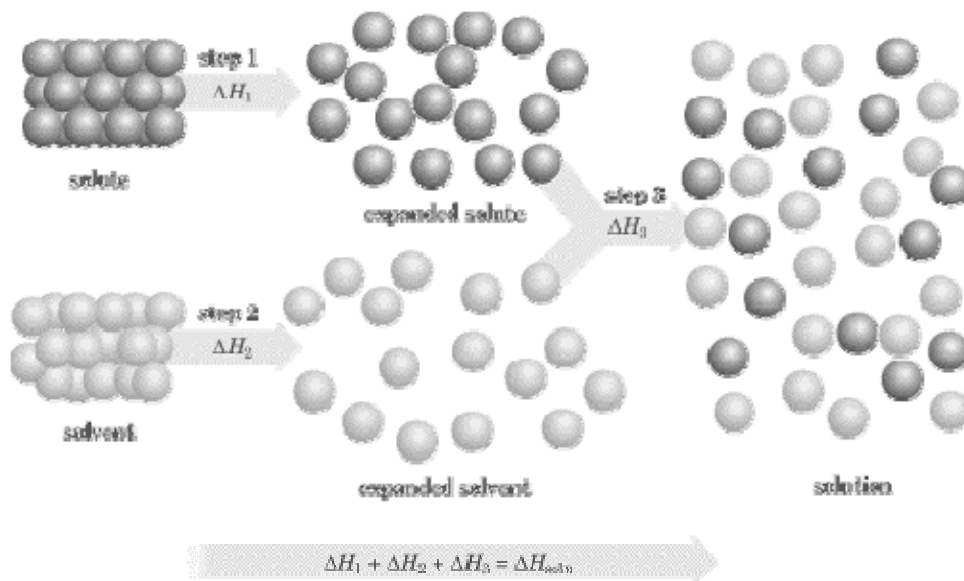


گرمای انحلال ($\Delta H_{\text{انحلال}}$)

انحلال هر ماده با تغییر انرژی همراه است، تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن یک مول حل شونده در مقدار زیادی حلال را گرمای انحلال یا آنتالپی انحلال ($\Delta H_{\text{انحلال}}$) می نامند. انحلال یک ترکیب کوالانسی مولکولی در آب شامل سه مرحله است :

- ۱- جدا شدن مولکول های حل شونده از یکدیگر
- ۲- جدا شدن مولکول های آب از یکدیگر
- ۳- پراکنده شدن همگن مولکول های حل شونده بین مولکول های آب

مراحل فرآیند حل شدن ترکیب های مولکولی در شکل زیر نشان داده شده است :



به طور کلی در انحلال پذیری ترکیبات مختلف می توان به نتایج زیر دست یافت :

۱- در انحلال گرماگیر ($\Delta H_{\text{انحلال}} > 0$) با افزایش دما، میزان انحلال ماده حل شونده در آب، افزایش می یابد.

۲- در انحلال گرماده ($\Delta H_{\text{انحلال}} < 0$) با افزایش دما، میزان انحلال ماده حل شونده در آب، کاهش می یابد.

حال انحلال پذیری ترکیبات یونی مانند ($NaCl$) را که شامل سه مرحله است و همزمان انجام می پذیرد را بررسی می کنیم :

۱- فروپاشی شبکه بلور یونی که مرحله ای گرماگیر است. ($\Delta H > 0$)

۲- جدا شدن مولکول های آب از یکدیگر که مرحله ای گرماگیر است. ($\Delta H > 0$)

۳- برقراری جاذبه قوی بین یونها (Cl^- , Na^+) و مولکول های آب که این مرحله گرماده بوده و با آزاد شدن انرژی همراه است. ($\Delta H < 0$)

مجموع مراحل ۲ و ۳ را مرحله آب پوشی می نامند که در این مرحله یون های حاصل (Cl^- , Na^+) بوسیله مولکول های آب محاصره می شوند. مرحله آب پوشی، گرماده است.

به جز انرژی، عامل دیگری در انحلال مواد تأثیر دارد، این عامل آنتروپی است. به عنوان مثال در فرآیندهای گرماگیر که خود به خود پیشرفت می کنند (مانند انحلال سدیم کلرید) عامل موثر در پیشرفت خودبخودی آنها، آنتروپی است. حال به تغییرات آنتروپی ممکن در فرآیند انحلال توجه کنید:

۱- حل شدن جامد در مایع با افزایش آنتروپی همراه است.

۲- حل شدن مایع در مایع در جهت افزایش آنتروپی است.

۳- حل شدن گاز در مایع با کاهش آنتروپی همراه است.

با دسته بندی ترکیب های یونی به محلول و نامحلول می توان به طور کیفی و به کمک چند قاعده ساده، انحلال پذیری بسیاری از نمک های جامد را در آب پیش بینی کرد.

جدول: قواعد انحلال پذیری ترکیب های یونی در آب

ترکیب های دارای این یونها در آب محلول هستند	به جز هنگامی که با این یونها همراه باشند
NH_4^+ (آمونیم) و کاتیون فلزهای قلیایی	-
NO_3^- (نیترات ها) و ClO_3^- (کلرات ها)	-
I^- و Br^- , Cl^- (کلریدها، برمیدها و یدیدها)	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Cu^+ , Pb^{2+}
SO_4^{2-} (سولفات ها)	Hg_2^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}

ترکیب های دارای این یون ها در آب نامحلول هستند	به جز هنگامی که با این یون ها همراه باشند
CO_3^{2-} (کربنات ها) و PO_4^{3-} (فسفات ها)	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^+

محلول ها را می توان به سه دسته سیر شده، سیر نشده و فراسیر شده دسته بندی کرد.

۱- محلول سیر شده : محلول سیر شده یا اشباع، محلولی است که بیشتر از آن مقدار نمی توان از ماده

حل شونده در حلال حل کرد و معمولاً مقداری از ماده حل شونده در ته محلول باقی می ماند و در

نمودار انحلال پذیری مواد، نقاط روی منحنی مواد حالت سیر شده مواد را نشان می دهند.

۲- محلول سیر نشده : محلول سیر نشده یا غیراشباع محلولی است که در آن مقدار کمتری از ماده حل

شونده، حل شده است و در نمودار انحلال پذیری مواد نقاط زیرزمینی مواد حالت سیر نشده را

نشان می دهند.

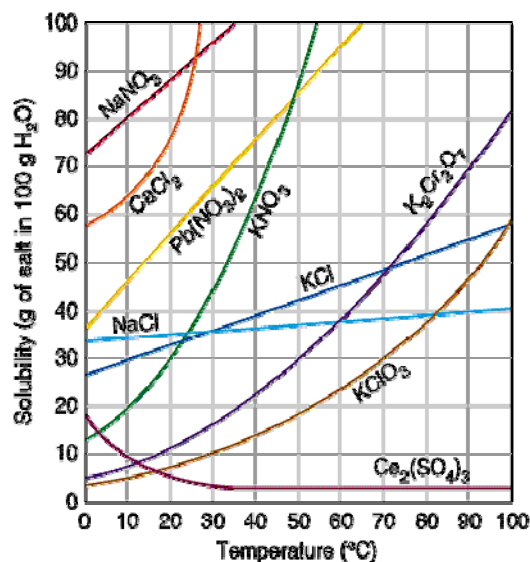
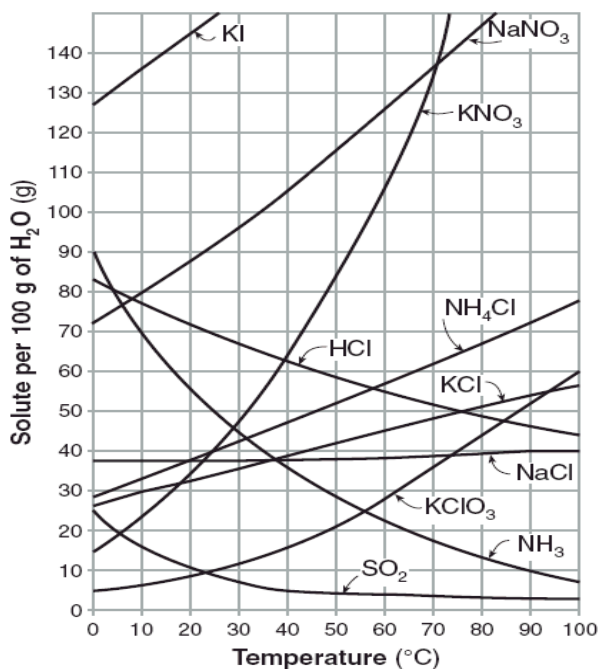
۳- محلول فرا سیر شده : محلول فراسیر شده یا فوق اشباع محلولی است که در آن بیش از حد ممکن

(بیش از حد اشباع) ماده حل شده، ولی محلول شفاف می باشد.

محلول های فوق اشباع، محلول های ناپایداری بوده و با یک تغییر ناگهانی از حالت فوق اشباع به

حالت اشباع در می آید و در نمودار انحلال پذیری مواد نقاط بالای منحنی مواد حالت فراسیر شده

را نشان می دهد.



منحنی انحلال پذیری برخی از ترکیب ها در آب

انواع غلظت ها

غلظت یک محلول به صورت مقدار ماده حل شونده در مقدار معینی حلال یا مقدار ماده حل شونده موجود در مقدار معینی محلول تعریف می شود. در شیمی محلول های غلظت از اهمیت زیادی برخوردار است. بسیاری از واکنش ها در حالت محلول انجام می شوند و محاسبه کمی برای این گونه واکنش ها بر مبنای غلظت آنها صورت می گیرد.

درصد جرمی

مقدار گرم ماده حل شده در ۱۰۰ گرم محلول آن را، درصد جرمی می نامند.

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

نکته : در صورت و مخرج باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود. یعنی هر دو باید بر حسب میلی گرم، گرم یا کیلوگرم بیان شوند.

نکته : برای محلول های بسیار رقیق، جرم حل شونده آنقدر کم است که معمولاً غلظت محلول به جای درصد بر حسب قسمت در میلیون (PPm) بیان می شود.

$$\text{PPm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

درصد حجمی

حجم ماده حل شده در ۱۰۰ واحد حجم محلول آن را، درصد حجمی می نامند.

$$\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$$

غلظت معمولی (C)

مقدار ماده حل شونده (به گرم) در یک لیتر محلول را غلظت معمولی می نامند.

$$\text{غلظت معمولی} = \frac{\text{مقدار ماده حل شده به گرم}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$$

غلظت مولار (M)

مقدار ماده حل شونده (به مول) در یک لیتر از محلول را بیان می کند.

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول های ماده حل شونده}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$$

غلظت مولال (m)

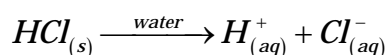
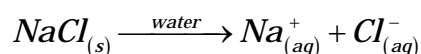
غلظت مولال، مقدار مول ماده حل شده در یک کیلوگرم حلال (۱۰۰۰ گرم حلال) را بیان می کند. غلظت مولال در مطالعه خواص کولیگاتیو محلول ها به کار می رود.

رسانایی الکتریکی محلول ها و تفکیک یونی آن

همان طور که می دانید محلول های آبی دارای یون، جریان برق را از خود عبور می دهند. آب خالص به مقدار بسیار کم به یون تفکیک می شود و رسانایی الکتریکی ضعیفی دارد. محلولهایی که جریان برق را از خود عبور می دهند، محلول الکترولیت می نامند و موادی که در آب یون تولید می کنند و موجب عبور جریان برق می شوند، مواد الکترولیت می نامند. به عنوان مثال محلول ترکیب هایی مانند $HF, NH_3, HCl, NaCl$ در آب تولید یون می کنند و موجب عبور جریان برق می شوند. یک ماده الکترولیت به طور کامل یا به مقدار کم در آب به یون تفکیک می شود. اغلب محلول هایی که از حل کردن ترکیب های یونی یا ترکیب های کووالانسی قطبی در آب حاصل می شوند، الکترولیت هستند.

محلول آبی موادی مانند اتانول و استون، رسانای جریان برق نیستند. این مواد غیرالکترولیت و محللول حاصل را محللول غیرالکترولیت می نامند. مواد غیرالکترولیت در محللول به صورت مولکولی حل می شوند و بر اثر انحلال، یون ایجاد نمی کنند.

الکترولیت ها از نظر رسانایی الکتریکی به دو دسته قوی و ضعیف تقسیم می شوند. الکترولیت هایی مانند HCl و $NaCl$ که به هنگام انحلال در آب به طور کامل تفکیک یا یونیده می شوند، الکترولیت قوی می گویند.



الکترولیت هایی مانند NH_3 و HF به هنگام انحلال در آب به طور عمده به صورت مولکولی حل شده، تعداد کمی از مولکول های حل شونده آنها یونیده میشود و تعداد یونها در محللول این الکترولیت ها کم است. چنین محللول هایی الکترولیت ضعیف نامیده می شوند.

درصد تفکیک یونی

تعداد مول های تفکیک شده به تعداد مول های حل شونده که در ۱۰۰ ضرب شود را درصد تفکیک یونی می گویند.

تعداد مول های تفکیک شده

$$= \dots \times 100 = \text{درصد تفکیک یونی}$$

تعداد کل مول های حل شونده

درصد تفکیک یونی به دما و غلظت بستگی دارد، هرچه درصد تفکیک یونی الکترولیتی در دما و غلظت مشخص بیشتر باشد، آن الکترولیت قویتر است.

خواص کولیگاتیو محلول ها

مشاهدات تجربی نشان می دهد که خواص فیزیکی مواد مانند نقطه جوش، نقطه انجماد و فشار بخار برای یک محلول شامل حلال و یک حل شونده ی غیر فرار در مقایسه با یک حلال در حالت محلول و حلال خالص تفاوت می کند. این خواص که به تعداد ذره های حل شونده موجود در محلول (نه به نوع ذره ها) بستگی دارد، خواص کولیگاتیو نامیده می شوند.

فشار بخار

فشار ناشی از حضور مولکول های بخار در بالای مایع، فشار بخار مایع گفته می شود. مایع ها در هر دمایی تبخیر می شوند، سرعت تبخیر سطحی هر مایع به تعداد مولکول های موجود در سطح مایع بستگی دارد. هرچه تعداد این مولکول ها بیشتر باشد، سرعت تبخیر مایع بیشتر خواهد بود. بنابراین وقتی ماده ی غیرفراری در حلال مایع حل می شود، فشار بخار محلول کمتر از فشار بخار حلال یا مایع خالص است.

نقطه جوش

همان طور که می دانید جوشیدن زمانی اتفاق می افتد که فشار بخار مایع با فشار هوای روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود. در فشار ۱ اتمسفر آب خالص در $100^{\circ}C$ به جوش می آید. فشار بخار محلول شکر در آب کمتر از آب خالص است. از این رو برای رساندن فشار بخار آن به فشار 1 atm ، باید مولکول های آب از قسمت های زیرین محلول به سطح بیابند و پس از تبخیر به مولکول های روی سطح محلول بپیوندند. چون این مولکول ها انرژی کمتری دارند، برای تبخیر آنها به انرژی بیشتری نیاز است. در نتیجه نقطه جوش محلول نسبت به حلال خالص افزایش می یابد. به طور کلی نقطه جوش هر محلول دارای ماده حل شونده غیرفرار از حلال خالص آن بیشتر است.

نقطه انجماد

به طور کلی انجماد هر محلول آبی که دارای ماده حل شونده غیرفرار است در دمایی پایین تر از 0°C رخ می دهد. بنابراین افزودن ماده حل شونده غیر فرار به مایع موجب کاهش نقطه انجماد آن می شود.

انواع محلول ها

۱- محلول حقیقی (مولکولی) : هرگاه مولکول های حل شونده به طور یکنواخت در تمام حجم حلال پراکنده شود، محلول حاصل را محلول حقیقی می گویند، مانند حل شدن قند در آب.

۲- سوسپانسیون : ذرات ماده جامد معلق در مایع را سوسپانسیون گویند. مانند ذرات خاک در آب که نخست محلول کدر بوده و پس از مدتی ذرات معلق ته نشین می شود. سوسپانسیون ها پایدار نیستند و فاز جامد درون آن تمایل به ته نشین شدن دارد. اندازه ذره های تشکیل دهنده در سوسپانسیون بزرگتر از اندازه ی ذره های موجود در محلول و کلوئید است.

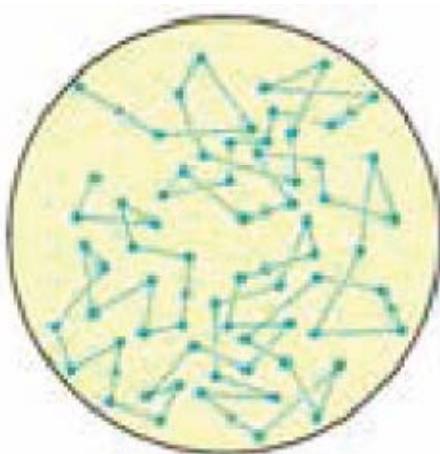
۳- محلول های کلوئیدی : حد واسط میان مخلوط سوسپانسیون و محلول حقیقی است. مانند حل کردن نشاسته در آب گرم. در محلول های کلوئیدی پخش نور محسوس است، اما ذره های تشکیل دهنده آن با گذشت زمان ته نشین نمی شوند. اندازه ذره ها در کلوئید بزرگتر از اندازه ذره ها در محلول است.

ابر و مه، نمونه ای از کلوئید مایع در گاز و گرد و غبار نمونه ای از کلوئید جامد در گاز است. شیشه های رنگی نیز کلوئید جامد در جامد است.

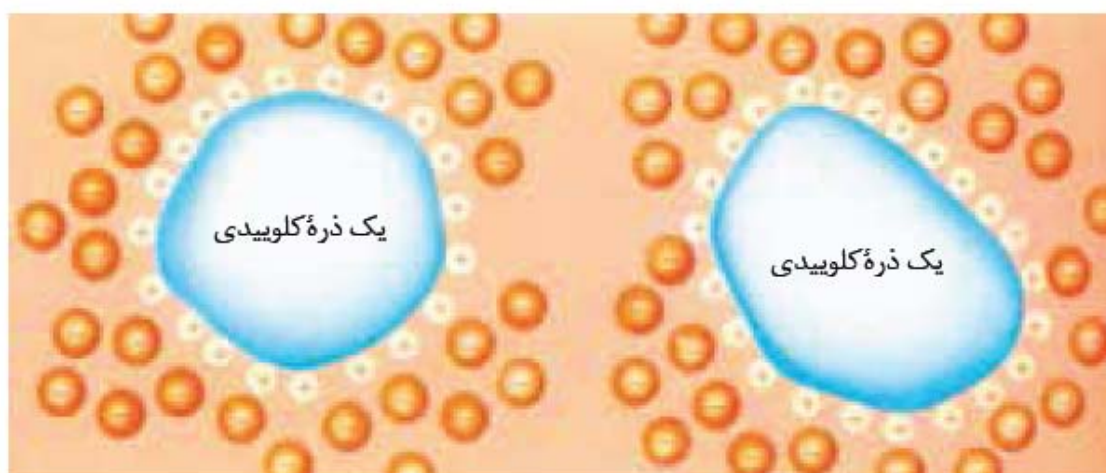
خواص کلوئیدها

الف (اثر تیندال : اگر پرتوی نور از درون مخلوط کلوئید بگذرد، به وسیله ذره های تشکیل دهنده آن پخش می شود. این پدیده، یعنی پخش نور به وسیله ذره های کلوئیدی را اثر تیندال گویند.

ب (حرکت براونی : جنب و جوش دائمی و حرکت نامنظم ذره های کلوئیدی را حرکت براونی می گویند.



ج (لخته شدن : با افزایش الکترولیت به یک کلوئید، ذره های کلوئیدی ته نشین می شود، این فرآیند را لخته شدن می گویند.



۴- امولسیون : ذرات ریز معلق در مایع را امولسیون می نامند. مواد امولسیون کننده در دو قطب آب گریز و آب دوست هستند. در واقع مواد امولسیون کننده پلی بین مولکول های آب و روغن هستند. به عنوان مثال لیسیتین در زرده تخم مرغ به عنوان عامل امولسیون کننده در سس مایونز عمل می کند.

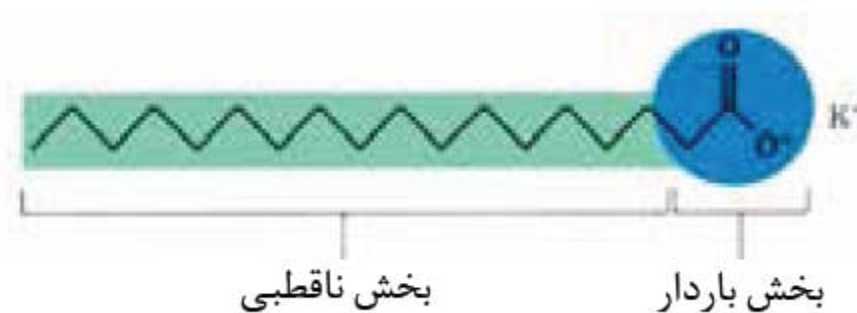
صابون و نقش امولسیون کنندگی آن

چرک لباس و پوست بدن، بیشتر از جنس چربی است. چربی و آب در حالت عادی در یکدیگر حل نمی شوند. به همین دلیل، آب نمی تواند همه چرک ها را جدا کند. برای برداشتن بهتر چرک ها باید امولسیون پایداری از چرک ها در آب ایجاد کرد. این کار به کمک پاک کننده ها انجام می شود. صابون نمک سدیم یا پتاسیم اسیدهای چرب است. جزء آنیونی صابون دو قسمت دارد :

۱- بخش زنجیر هیدروکربنی سرآب گریز و ناقطبی صابون را تشکیل می دهد.

۲- بخش قطبی که سر قطبی و آب دوست آن را تشکیل می دهد.

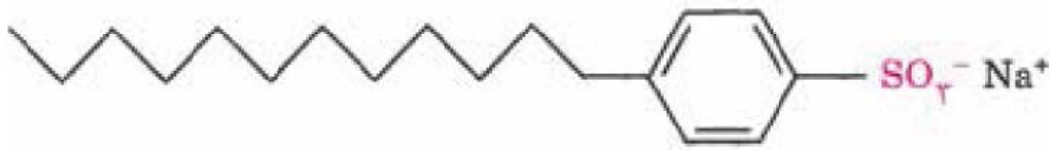
این قسمت مولکول در حلال های قطبی مانند آب، حل می شود.



ساختار مولکول های صابون

پاک کننده های غیر صابونی

در پاک کننده های غیر صابونی به جای گروه کربوکسیلات ($-CO_2^-$) صابون، گروه های دیگری از جمله گروه سولفونات ($-SO_3^-$) قرار گرفته است. سدیم دود سیل بنزن سولفونات نمونه ای از پاک غیرصابونی است. در این پاک کننده ها چربیها به زنجیر آلکیل می چسبند و گروه سولفونات که انتهای باردار را تشکیل می دهد، سبب پخش شدن چربیها در آب می شود.



ساختار سدیم دودسیل بنزن سولفونات بدون شاخه جانبی

سوالات فصل سوم

۱- جرم ترکیب های لازم برای تهیه محلول های زیر را حساب کنید.

(آ) ۵۰۰ میلی لیتر محلول $\frac{1}{4}$ مولار سولفوریک اسید

(ب) ۵ لیتر محلول آهن (III) نترات به غلظت مولی 0.2 mol L^{-1}

$Fe = 56$ $S = 32$ $O = 16$ $H = 1$ $N = 14$

۲- به موارد زیر پاسخ دهید.

(آ) اگر به ۴۰۰ میلی لیتر محلول $\frac{3}{4}$ مول بر لیتر نیتریک اسید ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه

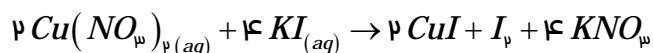
کنیم، غلظت مولی محلول حاصل چقدر خواهد بود.

(ب) برای خنثی شدن کامل ۵۰ mL محلول سولفوریک اسید ۰.۲۵ / ۰ مولار چند میلی لیتر محلول

سود سوزآور ($NaOH$) ، ۴ گرم در لیتر ، لازم است؟

$Na = 23$ $O = 16$ $H = 1$

۳- چند میلی لیتر محلول 0.14 mol L^{-1} $KI_{(aq)}$ برای واکنش با $42/8 \text{ mL}$ محلول $Cu(NO_3)_2$ $0.31 / 0$ مول بر لیتر مطابق واکنش زیر لازم است؟



۴- می خواهیم 200 میلی لیتر محلول سولفوریک اسید 2 مولار تهیه کنیم. اگر اسید غلیظ موجود در آزمایشگاه 96 درصد بوده و چگالی آن 1.84 gr/mL باشد، حساب کنید چند میلی لیتر از اسید غلیظ برای تهیه محلول (2) مولار مورد نیاز است؟

$$H=1 \quad S=32 \quad O=16$$

۵- به موارد زیر پاسخ دهید.

آ) چند گرم ماده ی حل شده در 100 mL محلول $ZnSO_4$ با غلظت 0.5 mol L^{-1} وجود دارد؟
 ب) اگر 2 گرم نمک سدیم کربنات 53 درصد را در آب مقطر حل کنیم سپس حجم محلول را به 100 میلی لیتر برسانیم، غلظت مولار محلول حاصل چقدر خواهد بود؟

۶- برای تهیه 500 mL محلول 0.25 mol L^{-1} هیدرو کلریک اسید $HCl_{(aq)}$ ، به چند میلی لیتر از محلول $2/00 \text{ mol L}^{-1}$ آن نیاز است؟

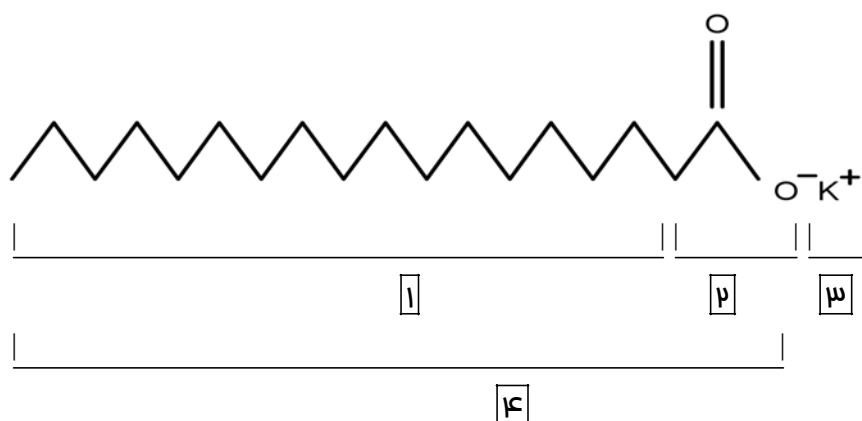
۷- اگر درصد تفکیک یونی استیک اسید $2 / 0$ مولار برابر $935/0\%$ باشد، غلظت H^+ آن را محاسبه کنید.

۸- در 400 گرم محلول پتاسیم کلرید 10% جرمی، چند گرم KCl وجود دارد؟

۹- آ) برای تهیه 0.50 L محلول 0.12 mol L^{-1} آهن (III) سولفات به چند گرم $Fe_2(SO_4)_3$ خالص نیاز است؟

ب) در 0.25 L محلول 0.20 mol L^{-1} آهن (III) سولفات، چند مول یون $Fe^{3+}_{(aq)}$ وجود دارد؟

۱۰- با توجه به شکل روبرو :

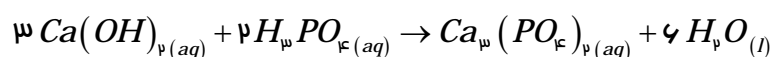


- آ (مشخص کنید که هر یک از شماره های « ۱ تا ۴ » کدام یک از موارد « جزء آنیونی - قسمت ناقطبی - جزء کاتیونی - قسمت باردار » را نشان می دهد؟
- ب (آیا این پاک کننده « غیرصابونی » است؟ چرا؟

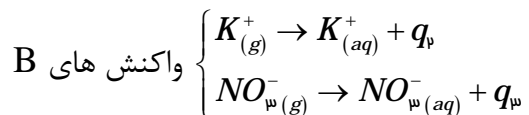
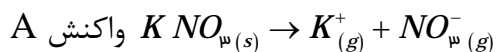
۱۱- با در نظر گرفتن محلول های ۵ / ۰ مولار شکر و نمک خوراکی به هر یک از قسمت های زیر پاسخ دهید :

- آ (کدام یک از این محلول ها الکترولیت است؟ چرا؟
- ب (فشار بخار کدام محلول بیشتر است؟ چرا؟

۱۲- 300 mL محلول $\text{Ca}(\text{OH})_2$ با غلظت 0.025 mol L^{-1} محلول فسفریک اسید مطابق معادله زیر به طور کامل واکنش داده شده است. غلظت مولار محلول اسید را حساب کنید.



۱۳- حل شدن پتاسیم نیترات KNO_3 در آب شامل سه مرحله است که همزمان انجام می شوند. این مرحله ها را می توان به کمک معادله های شیمیایی زیر نشان داد.



آ) واکنش A چه مرحله ای را نشان می دهد؟ نماد q_1 را در این معادله وارد کنید.

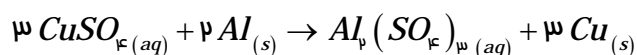
ب) واکنش های B دو مرحله را به طور همزمان نشان میدهند، نام هریک از این مراحل را بنویسید.

پ) انحلال پتاسیم نیترات در آب گرماگیر است. چه رابطه ای بین q_1 ، q_2 و q_3 برقرار است؟

ت) افزایش دما چه تأثیری بر انحلال پذیری پتاسیم نیترات در آب دارد؟

۱۴- محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم سولفات Na_2SO_4 تهیه شده است، حساب کنید در ۶۰ گرم از این محلول چند گرم سدیم سولفات وجود دارد؟

۱۵- برای تولید ۱۱/۰g فلز مس به چند میلی لیتر محلول $CuSO_4$ با غلظت $0.5 mol L^{-1}$ برای واکنش با مقدار کافی از فلز آلومینیوم نیاز داریم؟



۱۶- به موارد زیر پاسخ دهید :

آ) دمای جوش کدام محلول بالاتر است ؟ چرا ؟

محلول ۰ / ۱ مولال سدیم کلرید یا محلول ۰ / ۱ مولال کلسیم کلرید

ب) کدام محلول رسانایی الکتریکی دارد؟ چرا؟

محلول ۱ مولال اتیل الکل در آب یا محلول ۱ مولال آب آهک در آب

پ) برای اندازه گیری گرمای سوختن یک ماده سوختنی کدام گرماسنج مناسب است؟ گرماسنج لیوانی

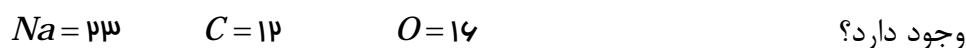
یا گرماسنج بمبی ؟ چرا؟

۱۷- معادله تفکیک یونی هر یک از ترکیب های زیر را در آب بنویسید.



پ () اگر درصد تفیک یونی محلول استیک اسید CH_3COOH با غلظت ۴ / ۰ مولار برابر ۹۳۵٪ درصد باشد، غلظت H^+ آن را حساب کنید.

ت () در ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۲ / ۰ مول بر لیتر سدیم کربنات چند گرم نمک جامد حل شده



۱۸- کدام یک از ترکیب های زیر به صورت مولکولی و کدام یک به صورت یونی در آب حل می شود.

محلول کدام گونه الکترولیت قوی و کدام یک الکترولیت ضعیف محسوب می شود؟

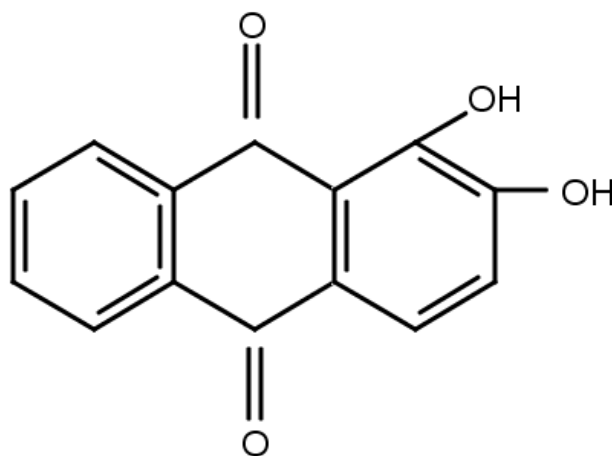


۱۹- (آ) وقتی ماده غیرفراری در حلالی مایع حل می شود، نقطه انجماد حلال چه تغییری می کند؟ چرا؟

ب () اگر درصد تفکیک یونی محلول ۱ / ۰ مولار $HA_{(aq)}$ برابر ۴ درصد باشد، غلظت یون H^+ محلول آن چقدر است؟

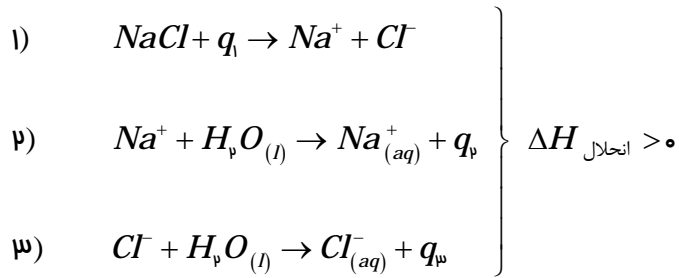
۲۰- به این موارد پاسخ دهید : (آ) انحلال پذیری گازها در آب چگونه افزایش می یابد؟

ب () آلیزارین یک نوع رنگ قرمز است. بخش های قطبی و ناقطبی این مولکول را مشخص کنید.



(آلیزارین)

۲۱- با توجه به روابط داده شده به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) $(q_2 + q_3)$ چه نامیده می شود؟

ب) q_1 را با $(q_2 + q_3)$ مقایسه کنید.

۲۲- درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را مشخص و در موارد نادرست، دلیل را بیان کنید :

آ) آنتالپی یک تابع حالت است و تنها به مسیر انجام فآیند بستگی دارد.

ب) اگر گرما از سیستم به محیط بیرون منتقل شود، علامت آن منفی است.

پ) لخته شدن ناشی از قرار گرفتن ذره های باردار الکترولیت در بین ذره های سوسپانسیون و

افزایش دافعه بین آنهاست.

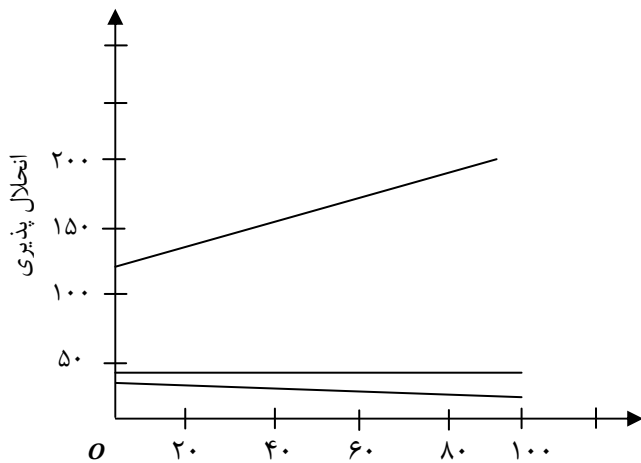
۲۳- چند گرم اتیلن گلیکول $C_pH_c(OH)_p$ را باید در ۲۵۰۰ میلی لیتر آب حل کنیم تا محلول ۴ مول

در لیتر تهیه شود؟

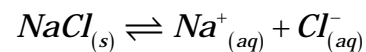
$$C = ۱۲ \quad H = ۱ \quad O = ۱۶$$

۲۴- هر یک از خط های نمودار داده شده مربوط به کدام یک از معادله های زیر می باشد؟ در هر مورد

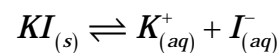
دلیل پاسخ خود را توضیح دهید.



آ) ΔH واکنش ناچیز است.



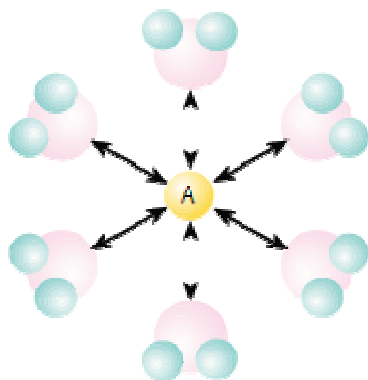
ب) $\Delta H > 0$



۲۵- خواص کلیگاتیوی را در محلول ها توضیح دهید و سه مورد از این خواص را نام ببرید.

۲۶- با انحلال یک ماده غیرفرار در حلال مایع، سرعت تبخیر سطح مایع و فشار بخار حلال چه تغییری می کند؟ شرح دهید.

۲۷- درصد تفکیک یونی یک ماده به چه عواملی بستگی دارد و در چه شرایطی الکترولیت قوی و در چه صورتی محلول رسانای قوی جریان برق است؟



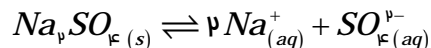
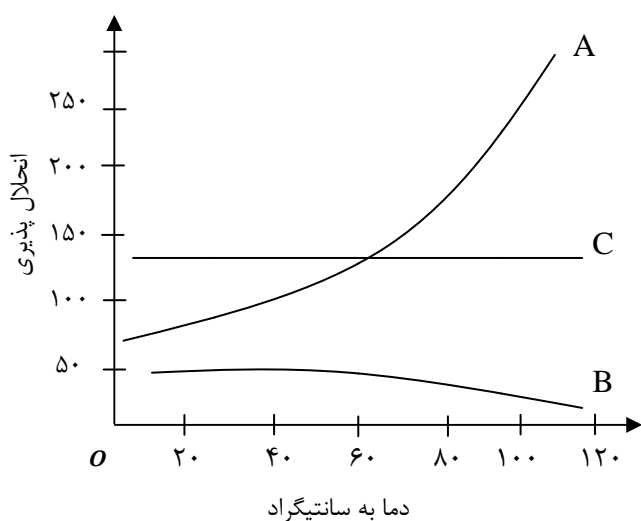
۲۸- در شکل مقابل :

(آ) چه پدیده ای نشان داده شده است؟

(ب) یون A ، کاتیون است یا آنیون؟ چرا؟

(ج) این پدیده، گرماده است یا گرماگیر؟

۲۹- سدیم سولفات مطابق معادله زیر در آب حل شده، محلول سیر شده تشکیل می دهد.



انرژی فروپاشی شبکه بلور سدیم سولفات از

انرژی آب پوشی یون های آن کمتر است .

در نمودار روبرو، کدام خط مربوط به

انحلال پذیری سدیم سولفات است؟ چرا؟

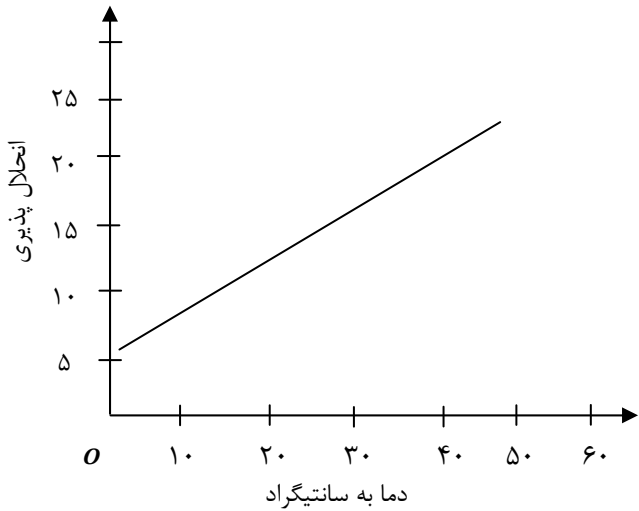
۳۰- حل شدن سدیم برمید در آب شامل دو مرحله « در هم ریختن شبکه بلور » و آبپوشی یونها است

که به طور همزمان انجام می پذیرند.

(آ) این مرحله ها را به کمک معادله های شیمیایی فرضی نشان داده، نماد q را در هر یک وارد کنید.

(ب) هرگاه گرمای انحلال سدیم برمید، ناچیز باشد، انرژی دو مرحله را با هم مقایسه کنید.

۳۱- با توجه به نمودار مقابل :



آ) اگر بخواهید محلول سیر شده ای از ماده A را در دماهای $10^{\circ}C$ و $40^{\circ}C$ تهیه کنید. در هر مورد چند گرم از ماده A را باید در 100 گرم آب حل کرد؟

ب) با سرد کردن محلول سیر شده ای از ماده A از دمای 60 تا 30 چه مقدار از ماده A ته نشین می شود؟

۳۲- اگر 3/4 میلی لیتر سولفوریک اسید خالص را در 67 میلی لیتر آب وارد کنیم، محلول اسید چند درصد حجمی حاصل می شود؟ (پاسخ 83/4 %)

۳۳- آ) محلولی از نیتریک اسید 70% دارای 40 گرم اسید خالص است. برای تهیه این محلول، چند گرم آب مصرف شده است؟ (پاسخ 17/14 gr)

ب) در 60 mL محلول پتاسیم نترات 8g از آن ماده وجود دارد. غلظت معمولی آن را حساب کنید. (پاسخ $133/3 \text{ glit}^{-1}$)

پ) در محلولی از پتاسیم کلرید 80 glit^{-1} مقدار 4g از این ماده وجود دارد، حجم چند میلی لیتر است؟ (پاسخ 50 mL)

۳۴- در 82g آب، مقدار 3 گرم پتاسیم هیدروکسید حل می کنیم.

($K=39$ $O=16$ $H=1$)

آ) درصد جرمی محلول را محاسبه کنید.

ب) غلظت مولال محلول را حساب کنید.

(پاسخ آ: 53/3 %) (پاسخ ب: 0/64 غلظت مولال)

۳۵- اگر درصد تفکیک یونی محلول ۱ / ۰ مولار $HA_{(aq)}$ برابر ۴ درصد باشد، غلظت یون H^+ محلول آن چقدر است؟ (پاسخ M ۰/۰۰۴)

۳۶- با توجه به آنچه درباره محلول، کلئید و سوسپانسیون آموخته اید، جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی مورد مقایسه	اندازه ذره ها	ته نشین ذره ها	عبور ذره ها از کاغذ صافی	پخش نور
مخلوط				
کلئید				
سوسپانسیون				

۳۷- با توجه به محلول های زیر :

۱) محلول ۲ / ۰ مولال $NaCl$ ۲) محلول ۵ / ۰ مولال شکر ۳) محلول ۱ / ۰ مولال $CaCl_2$

آ) تعداد ذره ها در کدام محلول بیشتر است؟ چرا؟

ب) فشار بخار کدام محلول بیشتر است؟ چرا؟

پ) کدام محلول نقطه جوش بالاتری دارد؟ چرا؟

ت) کدام محلول نقطه انجماد بالاتری دارد؟ چرا؟

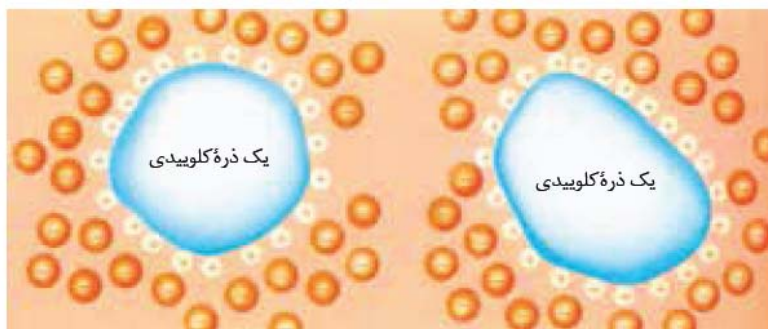
۳۸- در جدول زیر برخی از نتایج اندازه گیری دمای جوش و انجماد چند محلول در فشار $1 atm$ آورده

شده است. در هر یک از خانه هایی که با حروف « آ » تا « ت » مشخص شده اند، چه نتیجه ای

(چه عددی) باید گزارش شود؟

ویژگی محلول	$NaCl$	$NaCl$	شکر	$CaCl_2$
غلظت مولال محلول آبی	« آ »	۲	۱	۱
دمای جوش (C^o)	۱۰۱ / ۰۴	۱۰۲ / ۰۸	« ب »	« پ »
دمای انجماد (C^o)	- ۳ / ۷۰	« ت »	۰۱ / ۸۵	- ۵ / ۵۵

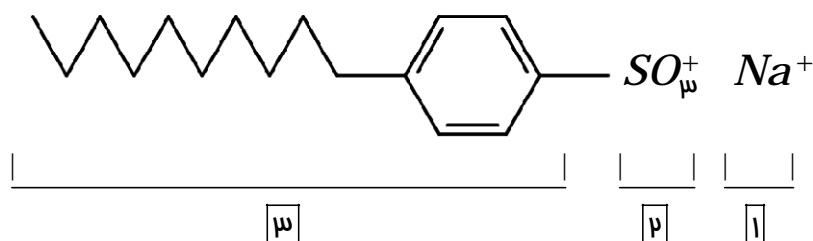
۳۹- با توجه به شکل داده شده، به هر یک از موارد زیر پاسخ دهید :



آ) علت ته نشین نشدن ذره های کلوئیدی چیست؟

ب) چرا با افزایش الکترولیت به یک کلوئید، ذره های کلوئیدی ته نشین می شوند؟ این فرآیند چه نامیده می شود؟

۴۰- با توجه به ساختار زیر :



آ) مشخص کنید که هر یک از شماره های « ۱ تا ۳ » چه مفهومی را بیان می کنند؟

ب) این ماده، پاک کننده صابونی است یا غیرصابونی؟ چرا؟

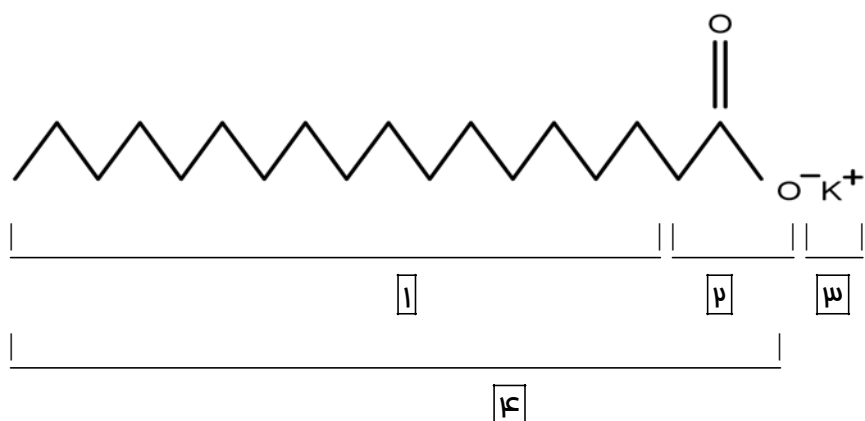
پ) در این پاک کننده ها چربیها به کدام قسمت متصل می شوند؟

ت) نام کل ترکیب را بنویسید.

ث) قسمت آنیونی و کاتیونی آن را مشخص کنید.

ج) گروه $-SO_3^-$ را در آن چه می نامند؟

۴۱- با توجه به ساختار روبرو :



- آ (مشخص کنید که هر یک از شماره های « ۱ تا ۴ » کدام یک از موارد « جزء آنیونی - قسمت ناقطبی - جزء کاتیونی - قسمت باردار » را نشان می دهد؟
- ب (آیا این پاک کننده « غیرصابونی » است؟ چرا؟
- پ (قسمت آب گریز و آب دوست را مشخص کنید.

- ۴۲- درصد جرمی محلولی که شامل ۱۲ / ۵ گرم $KClO_3$ در ۴۵ گرم محلول را محاسبه نمایید.
- ۴۳- درصد حجمی محلولی را که از حل شدن ۲۵ میلی لیتر اتانول در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل شده را تعیین کنید.
- ۴۴- برای تهیه محلول ۱ / ۲ مولار از KNO_3 به حجم ۵۰۰ میلی لیتر چند مول KNO_3 نیاز است؟
- ۴۵- چند میلی لیتر HCl ۲ / ۵ مولار برای واکنش کامل ۱۰ / ۵ گرم $NaHCO_3$ لازم است؟
- ۴۶- منیزیم هیدروکسید $Mg(OH)_2$ خنثی کننده اسید معده می باشد، چند گرم از این ماده برای خنثی کردن ۲۵۰ mL اسید معده HCl ۰ / ۱ مولار لازم است؟

