

درآمدی بر مسائل شیمی

مول: 


واحدی شمارشی است معادل 6.022×10^{23} عدد

عدد آووگادرو: 

6.022×10^{23} که با N_A نمایش می دهند.


ثابت آووگادرو: 

$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

واحد کربنی: 

$\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن-12 که معادل 1 amu یا $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ است.

* اگر H را معادل بگیریم و یا مبنای محاسبه‌ی جرم اتمی قرار دهیم؛ مقدار آن از 1 amu بیش تر (1.008 amu) خواهد شد.

جرم اتمی: 


$1 \text{ amu} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

تعریف (1) نسبت جرم یک اتم به جرم واحد کربنی

تعریف (2) تعداد واحد کربنی موجود در یک اتم

O جرم اتمی = 16 amu یا 16 g.mol^{-1}

Fe جرم اتمی = 56 amu یا 56 g.mol^{-1}

اتم گرم: 

جرم یک مول اتم بر حسب گرم که از نظر عددی مساوی جرم اتمی است.

O اتم گرم = $16 \text{ g} \equiv 1 \text{ mol O}$

$$\text{Fe} \text{ اتم گرم} = 56 \text{ g} \equiv 1 \text{ mol Fe}$$

جرم مولی:

تعریف (۱) حاصل جمع جرم اتمی اتم‌های سازنده یک ترکیب با فرمول معین

تعریف (۲) نسبت جرم یک مولکول به واحد کربنی

تعریف (۳) تعداد واحد کربنی موجود در یک ترکیب برای فرمول معین

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ جرم مولی} = 2 + 32 + 64 = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ یا}$$

$$\text{NaCl} \text{ جرم مولی} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ amu} \text{ یا } 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$


حجم مولی:

حجم یک مول از هر گاز در شرایط معین از دما و فشار را حجم مولی گویند.

* حجم مولی گازها در شرایط STP (C ° دما و 1 atm فشار) برابر ۲۲/۴ لیتر است.

* حجم مولی گازها در شرایطی غیر از STP، از رابطه‌ی قوانین گازها (بویل ماریوت و شارل گیلوساک)

از رابطه‌ی: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ با فرض شرایط (STP) تعیین می‌شود.

مثال:  حجم مولی گازها را در فشار 1 atm و دمای ۲۷°C را بدست آورید؟

$$\begin{cases} P_1 = 1 \text{ atm} \\ V_1 = 22.4 \\ T_1 = 273 \text{ K} \end{cases} \quad \begin{cases} P_2 = 1 \text{ atm} \\ V_2 = \dots \\ T_2 = 300 \text{ K} \end{cases} \quad \frac{1 \times 22.4}{273} = \frac{1 \times V_2}{300} \Rightarrow V_2 = 24.6 \text{ L}$$

غلظت مولی: 

مقدار مول های موجود از حل شونده در یک لیتر محلول
مقدار مول های موجود از یک گار در یک لیتر فضای بسته که مول در واحد حجم مولی گاز نیز نامیده می شود.

* غلظت مولی را مولاریته یا غلظت مولار نیز می نامند و از رابطه ی: $M = \frac{n}{V}$ حاصل می شود.
 ممول ← n
 حجم ← V

* برای مواد جامد و مایع خالص، غلظت از رابطه ی $\frac{\text{چگالی}}{\text{جرم مولی}}$ حاصل می شود و در دمای ثابت همواره مقدار ثابتی است.

روابط مولی در محاسبات بدون واکنش: 

$$\text{مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد}}{N_A} = \frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم مولی}} = M \cdot V$$

مثال ۱) تعداد مولکول ها و جرم ۱۰ لیتر گاز N_2 در شرایط STP را محاسبه کنید؟ $N_2 = 28$ 

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۲) حجم ۱۶ گرم گاز اکسیژن در فشار ۲ atm و دمای $30^\circ C / 68$ را محاسبه کنید؟ $O_2 = 32$ 

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۳) برای تهیه ۵۰۰ mL محلول ۰/۴ مولار پتاسیم هیدروکسید (KOH $56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) چند گرم KOH جامد لازم است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* درصد خلوصی که برای محلول، درصد جرمی نامیده می شود؛ به صورت $\frac{a}{100}$ در کسر $\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$ ضرب می شود تا محاسبات به شکل ساده تری انجام شود.

مثال ۴) برای تهیه ۴۰۰ mL محلول ۰/۲۵ مولار NaOH، چند گرم NaOH با خلوص ۸۰٪ لازم است؟ $\text{NaOH} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۵) به ۱۰۰ g نمک NaCl، با خلوص ۷۰٪، مقدار ۱۵۰ g نمک NaCl با خلوص ۶۰٪ می افزاییم. درصد خلوص NaCl در مخلوط حاصل را بدست آورید؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

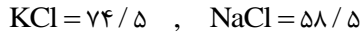
.....

.....

.....

.....

مثال ۶) به ۱۰۰ g نمک NaCl با خلوص ۵۸٪/۵ مقدار ۲۰۰ g نمک KCl با خلوص ۷۴٪/۵ می‌افزاییم؛ سپس مخلوط حاصل را در آب حل کرده و حجم محلول را به ۵۰۰ mL می‌رسانیم. غلظت یون Cl^- در محلول حاصل چند مولار است؟



* اگر چگالی (d) برای یک ماده داشته باشیم؛ به جای جرم در کسر: $\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$ باید حجم \times چگالی نوشته شود.

مثال ۷) تعداد مولکول‌های اتانول در ۵ میلی‌لیتر محلول آن با چگالی $\frac{J}{mL}$ و درصد جرمی ۲۳٪ را محاسبه کنید؟ $C_2H_5OH = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

* برای محلول‌ها رابطه‌ی زیر بین غلظت مولی و چگالی قابل تعریف است:

$$M = \frac{10 \cdot a \cdot d}{\text{جرم مولی}}$$

درصد جرمی
چگالی $\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$

مثال ۸) محلول ۷۰٪ نیتریک اسید با چگالی $1/26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ چند مولار است؟
 $\text{HNO}_3 = 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مسائل مربوط به محلول‌ها: 

* مسائل رقیق شدن با آب: رابطه‌ی کاربردی به شکل $M_1V_1 = M_2V_2$ است.

مثال ۹) برای تهیه ۵۰۰ mL محلول ۰/۲ مولار هیدروکلریک چند میلی‌لیتر محلول ۵ مولار آن لازم است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۱۰) برای تهیه ۵۰۰ mL محلول ۰/۵۴ مولار چند میلی‌لیتر محلول ۹۸٪ آن با چگالی $1/8 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ لازم است؟
 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مسائل اختلاط محلول ها: 

$$M_{\text{کل}} = \frac{\text{مول کل}}{\text{حجم کل}}$$

مثال ۱۱) به ۱۰۰ mL محلول ۰/۲ مولار KOH، چند گرم KOH با خلوص ۷۰٪ بیافزاییم تا محلول ۰/۵ مولار آن حاصل شود؟ $KOH = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۱۲) به ۲۰۰ mL محلول ۰/۵ مولار HNO_۳، ۳۰۰ mL محلول ۰/۴ مولار HNO_۳ می‌افزاییم. غلظت مولی محلول حاصل را محاسبه کنید؟ 

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال (۱۳) به ۲۰۰ mL محلول ۰/۴ مولار HCl چند mL محلول ۱/۲ مولار اضافه کنیم تا محلول ۱ مولار آن حاصل شود؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ppm: قسمت در میلیون



از جمله غلظت‌های پرکاربرد است که معمولاً برای بیان غلظت آلاینده‌های آب و هوا استفاده می‌شود.

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

نتیجه:

مثال ۱۴) استخری لبریز از آب به ابعاد ۴، ۶ و ۸ متر شامل ۴۸g کلر ضد عفونی کننده است. غلظت کلر در این استخر، چند ppm است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال ۱۵) ۴/۰٪ حجمی از هوای خشک و تمیز را کربن دی اکسید تشکیل می دهد. غلظت CO_۲ در هوای خشک و تمیز چند ppm است؟

جرم مولی هوا = ۲۸/۶ g.mol^{-۱}

.....

.....

.....


.....

.....

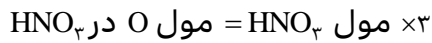
.....


.....

.....

روابط فرمولی: 

تعداد اتم در ترکیب \times مول ترکیب = مول اتم *



مثال ۱۶) تعداد اتم‌ها در ۱۲/۶ گرم نیتریک اسید با تعداد اتم‌ها در چند گرم اوره برابر است؟ 

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

$$\text{درصد } X \text{ در ترکیب} = \frac{\text{جرم اتمی } X \times \text{تعداد } X}{\text{جرم مولی}} \times 100$$

$$\frac{\text{درصد } X}{\text{درصد } y} = \frac{\text{جرم اتمی } X \times \text{تعداد } X}{\text{جرم اتمی } y \times \text{تعداد } y}$$

مثال ۱۷) درصد جرمی کربن در گلوکز چند برابر درصد جرمی کلسیم در کلسیم کربنات است؟ 

$Ca = 40$, $C = 12$, $O = 16$, $H = 1$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۱- برای تهیه ی ۵۰۰ mL محلول ۲/۸ مولار هیدروکلریک اسید، حدود چند mL محلول ۳۷% این اسید با چگالی 1.04 g.mL^{-1} لازم است؟

($\text{Cl} = 35.5$, $\text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۲- ترکیبی حاوی S، Fe و O موجود است و در آن نسبت جرم S به O برابر $\frac{1}{3}$ است. در صورتی که نسبت جرم Fe به S در آن $\frac{7}{8}$ باشد، فرمول شیمیایی آن کدام است؟

($\text{Fe} = 56$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (۴)

FeSO_4 (۳)

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (۲)

FeSO_4 (۱)

۳- برای تهیه ی ۴۵۰ mL محلول ۰/۲۹ مولار سولفوریک اسید، چند میلی لیتر محلول غلیظ آن با خلوص ۷۳/۵% و چگالی $1/45 \text{ g.mL}^{-1}$ لازم است؟ ($\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱۸ (۴)

۱۲ (۳)

۹ (۲)

۴/۵ (۱)

۴- به ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۷۰% نیتریک اسید با چگالی $1/26 \text{ g.mL}^{-1}$ چند گرم نیتریک اسید بیفزاییم تا محلول ۱۵ مولار نیتریک اسید حاصل شود؟ ($\text{HNO}_3 = 63 \text{ g.mol}^{-1}$) و از تغییر حجم صرف نظر کنید.

۱۲/۶۰ (۴)

۹/۴۵ (۳)

۷/۰۰ (۲)

۶/۳۰ (۱)

۵- درصد عنصر کربن در کدام دو ترکیب یکسان است؟

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| (۱) گلوکز - پروپانویک اسید | (۲) اتیلن گلیکول - استیک اسید |
| (۳) فرمالدهید - اتانویک اسید | (۴) پروپانویک اسید - اتیلن گلیکول |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۶- از سوختن ترکیبی شامل C و H در اکسیژن کافی، ۱/۷۶ گرم کربن دی اکسید به همراه ۰/۰۵ مول بخار آب حاصل شده است. فرمول مولکولی آن کدام می تواند باشد؟

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

- | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| C _{۱۰} H _{۲۰} (۴) | C _۸ H _{۱۸} (۳) | C _۶ H _{۱۰} (۲) | C _۲ H _۶ (۱) |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۷- یک لیتر از ترکیبی به فرمول $N_xH_y(g)$ در واکنش با یک لیتر گاز اکسیژن خالص، یک لیتر گاز نیتروژن به همراه مقداری آب تولید نموده است. x و y به ترتیب کدامند؟

۴ و ۲ (۴)

۲ و ۲ (۳)

۳ و ۱ (۲)

۲ و ۱ (۱)

۸- تعداد اتم‌های موجود در ۹ گرم گلوکز چند برابر تعداد یون‌ها در ۵۰۰ mL محلول ۰/۲ مولار سدیم نیترات است؟ (از یونش آب صرف نظر شود.)

($H=1$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $Na=23 \text{ g.mol}^{-1}$)

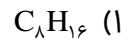
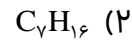
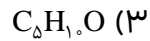
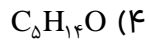
۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

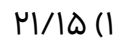
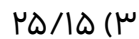
۳ (۱)

۹- کدام ترکیب دارای ۱۶ درصد جرمی اتم هیدروژن است؟ ($H=1$, $C=12$, $O=16 \text{ g.mol}^{-1}$)



۱۰- اگر ۱۱/۵ میلی لیتر اتانول را ۱۴/۴ گرم آب مخلوط کنیم، چند درصد کل مول های مواد موجود در این محلول را اتانول تشکیل می دهد؟ (چگالی اتانول را 0.8 g.mL^{-1} در نظر بگیرید.

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



۱۱- اگر ترکیب حاصل از واکنش آلومینیوم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶، دارای ۳۶ درصد جرمی آلومینیوم باشد، این عنصر کدام است؟ (شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم این عنصر با هم برابر است.) ($Al = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) گوگرد ($_{16}S$) (۲) تلور ($_{52}Te$) (۳) اکسیژن ($_{8}O$) (۴) سلنیم ($_{34}Se$)

۱۲- اگر یک ترکیب یونی از کلسیم دارای ۴۰/۵ درصد کلر، ۳۶/۶ درصد اکسیژن و ۲۲/۹ درصد کلسیم باشد، فرمول آنیون این ترکیب یونی، کدام است؟ ($O = 16$, $Cl = 35/5$, $Ca = 40$: $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) ClO_3^- (۲) ClO_4^- (۳) ClO_2^- (۴) $Cl_2O_4^{2-}$

۱۳- نسبت درصد جرمی هیدروژن در وینیل کلرید به درصد جرمی آن در پروپین، کدام است؟
($\text{Cl} = 35/5$, $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$: g.mol^{-1})

۰/۸ (۴)

۰/۶ (۳)

۰/۴۸ (۲)

۰/۳۲ (۱)

۱۴- یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می‌توان چند لیتر آب شهری دارای 100 ppm یون نیترات را به طول کامل تصفیه کرد؟ ($\text{O} = 16$, $\text{N} = 14$: g.mol^{-1} , $d_{\text{H}_2\text{O}} \approx 1 \text{ g.mL}^{-1}$)

۴۰۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۸۶۰ (۲)

۱۸۶۰ (۱)

۱۵- دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰% و دومی دارای ۷۰% جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده ۷ به تقریب کدام است؟

۶۵ (۴)

۶۱ (۳)

۵۸ (۲)

۴۹ (۱)

۱۶- چند لیتر محلول ۶ مولار H_2SO_4 باید با ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار آن مخلوط شود، تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲۰ لیتر، به محلول حدود ۳ مولار این اسید تبدیل شود؟

۹/۲ (۴)

۸/۳ (۳)

۷/۴ (۲)

۶/۸ (۱)

۱۷- اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر $10.3/5$ ppm باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه آب، چند مول یون سدیم وجود دارد؟ ($Na = 23 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) $3/5 \times 10^{-2}$ (۲) 3×10^{-3} (۳) $4/5 \times 10^{-2}$ (۴) $4/5 \times 10^{-3}$

۱۸- اگر فرمول اکزالات عنصر X به صورت $X_r(C_rO_4)_r$ باشد، درصد نیتروژن در آزید (N_3^-) این فلز به تقریب کدام است؟ ($X = 56$, $N = 14$: g.mol^{-1})

(۱) ۲۰ (۲) ۱۴/۲۸ (۳) ۴۳ (۴) ۶۹/۲۳

۱۹- غلظت یون برمید در یک نمونه آب دریا برابر ۶۰ ppm است. اگر چگالی آب دریا برابر $1/1 \text{ g.mL}^{-1}$ باشد، غلظت این یون در این نمونه، به تقریب چند مولار است و برای استخراج هر کیلوگرم برم، به تقریب چند تن از این آب، لازم است؟ (بازده درصدی فرآیند استخراج را ۸۳٪ در نظر بگیرید. $\text{Br} = 80 \text{ g.mol}^{-1}$ ، گزینه‌ها از راست به چپ بخوانید.)

- (۱) $16/7, 7/5 \times 10^{-4}$ (۲) $20, 7/5 \times 10^{-4}$ (۳) $16/7, 8/25 \times 10^{-4}$ (۴) $20, 8/25 \times 10^{-4}$

۲۰- اگر $6/5$ گرم پتاسیم هیدروکسید در $44/9$ گرم آب حل شود و محلولی با چگالی $1/01 \text{ g.mL}^{-1}$ به دست آید، غلظت محلول حاصل چند مول بر لیتر است؟ ($\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{K} = 39 : \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۱ (۴) ۲