به روش تبدیل یکاها (مْطی)

آموزش استوکیومتری

صفر تا ۱۰۰

به روش تناسب

روش تبدیل یکاها (مْطی)

❖ در این روش ، از یک سری کسرهای از قبل تعریف شده (عامل تبدیل) استفاده می شود که به وسیله ی این کسرها ، یکاهای مختلف را به یکدیگر تبدیل می کنیم . عامل تبدیل در بیشتر موارد یک کسر واحد (کسری که صورتْ و مخرج آنْ مقادیر یک کمیتْ با دو یکای مختلف را بیانْ می کنْد) است .

عامل تبدیل × داده ی مسئله = خواسته ی مسئله

❖ داده ی مسئله همواره عددی با یکای ساده و عامل تبدیل اعدادی که یکای مرکب دارنْد .

❖ **عامل های تبدیل عبارتند از :**

برای تبدیل جرم به تعداد مول ⟶ $\frac{1\ mol}{\text{جرم مولی}}$

برای تبدیل تعداد مول به جرم ⟶ $\frac{\text{جرم مولی}}{1\ mol}$

برای تبدیل تعداد ذره (اتم یا مولکول) به تعداد مول ⟶ $\frac{1\ mol}{6/022\times10^{23}}$

برای تبدیل تعداد مول به تعداد ذره (اتم یا مولکول) ⟶ $\frac{6/022\times10^{23}}{1\ mol}$

برای تبدیل حجم به تعداد مول در شرایط STP ⟶ $\frac{1\ mol}{22/4\ L}$

برای تبدیل تعداد مول به حجم در شرایط STP ⟶ $\frac{22/4\ L}{1\ mol}$

برای تبدیل جرم به حجم (با استفاده از فرمول چگالی) ⟶ $\frac{\text{حجم}(L)}{\text{جرم ماده}\ \times d}$

برای تبدیل جرم به حجم (با استفاده از فرمول چگالی) ⟶ $\frac{\text{جرم ماده}\ \times d}{\text{حجم}(L)}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

برای تبدیل حجم به تعداد مول (با استفاده از فرمول غلظت مولی) $\longrightarrow \frac{M \times mol}{\text{حجم}(L)}$

برای تبدیل حجم به تعداد مول (با استفاده از فرمول غلظت مولی) $\longrightarrow \frac{\text{حجم}(L)}{M \times mol}$

برای تبدیل مول ماده داده شده به مول ماده خواسته شده $\longrightarrow \frac{\text{ضریب موازنه ماده خواسته شده}}{\text{ضریب موازنه ماده داده شده}}$

❖ یکای خواسته شده ی مسئله باید با یکای به دست آمده از حاصلضرب داده ی مسئله در عامل تبدیل یکی شود .

❖ **استوکیومتری واکنش :** دانشی است که کمک می کند تا شیمی دان ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره گیری از آن ، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش دهنده نیاز است .

❖ به هریک از ضرایب مواد واکنش دهنده در یک معادله ی موازنه شده ، ضریب استوکیومتری می گویند . مثلاً در واکنش زیر کسرهای تبدیل متعددی می توان نوشت .

$$2NH_{3\,(g)} + 3CuO_{(s)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 3Cu_{(s)} + 3H_2O_{(g)}$$

تذکر : برای تعداد n شرکت کننده در یک واکنش ، می توان $(n-1)$ کسر تبدیل نوشت .

برای واکنش فوق می توان کسرهای تبدیل زیر را نوشت :

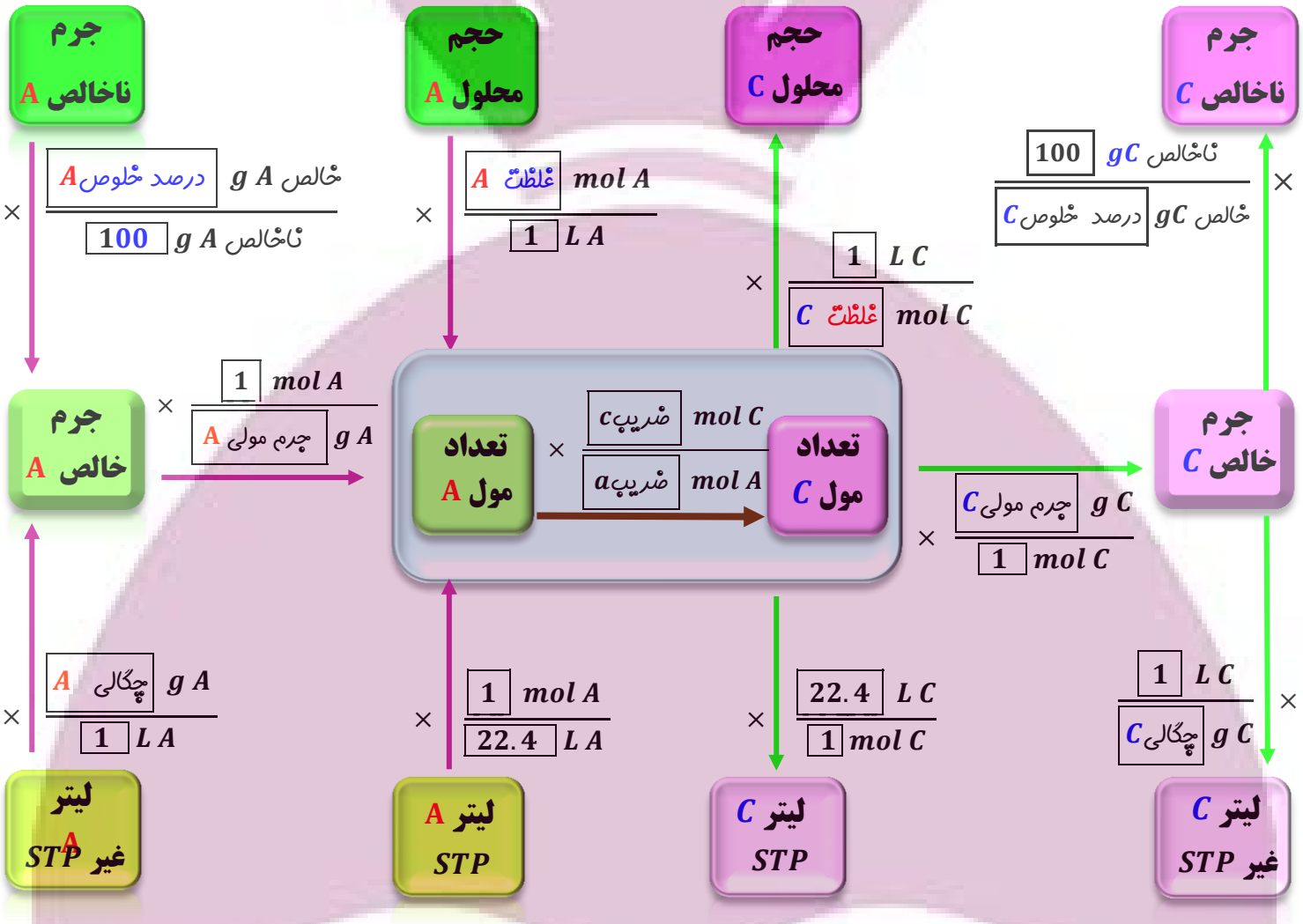
$$\frac{2mol\ NH_3}{3mol\ CuO}\ ،\ \frac{2mol\ NH_3}{3mol\ H_2O}\ ،\ \frac{2mol\ NH_3}{3mol\ Cu}\ ،\ \frac{2mol\ NH_3}{1mol\ N_2}\ ،\ \frac{3mol\ Cu}{3mol\ CuO}\ ،\ \frac{3mol\ H_2O}{3mol\ CuO}\ ،\ \frac{2mol\ N_2}{3mol\ CuO}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نمودار روابط استوکیومتری

➢ واکنش فرضی کلی را در تمام روابط استوکیومتری در نظر می گیریم :

$aA + bB \longrightarrow cC + dD$; a ، b ، c و d : ضرایب موازنه



استفاده از تناسب در حل مسائل استوکیومتری

❖ برای حل مسائل استوکیومتری واکنش ها ، با توجه به اینکه دو ماده واکنش دهنده برحسب گرم ، مول ، حجم گاز (درشرایط استاندارد) و یا در حالت محلول باشند ، از کسرهای تناسبی زیر استفاده می شود . بدیهی است که اگر مقدار هر دو ماده بر حسب یکی از یکاهای مذکور باشد ، کسر تناسبی مورد نظر را دو بار می نویسیم و در هر کسر اطلاعات مربوط به یکی از مواد داده شده را قرار می دهیم .

(بعنوان مثال اگر در مورد هر دو ماده ، جرم مطرح باشد ، کسر مربوط به جرم را **دو بار** می نویسیم)

توشه ای برای موفقیت

تذکر ۱ : در کسرهای تناسبی فوق ، منظور از ضریب ، ضریب موازنه ماده در معادله واکنش است .

تذکر ۲ : R نماد درصد خلوص ماده است . بدیهی است اگر ماده کاملاً خالص نباشد ، $\frac{R}{100}$ ، برابر ۱ می شود .

تذکر ۳ : چنانچه حجم و چگالی ماده ای مطرح شود (مثلاً در شرایط غیراستاندارد) ، به جای " جرم ماده " ؛ " جرم ماده × چگالی " را قرار می دهیم ، با رعایت این نکته که یکای حجم در چگالی و یکای حجم ماده باید یکسان باشد .

تذکر ۴ : در همه ی کسرها ، می بایستی یکای صورت و مخرج هر کسر یکسان باشد .

تذکر ۵ : اگر در مسئله ای صحبت از بازده درصدی بود ، مقدار واکنش دهنده ی مورد نظر (که می تواند برحسب گرم یا مول یا حجم گاز باشد) را در $\left(\frac{P}{100}\right)$ ضرب می کنیم .

➢ باید توجه داشت که جای $\left(\frac{P}{100}\right)$ در صورت کسر و مربوط به واکنش دهنده هاست

$$\frac{\left(\frac{P}{100}\right) \times \text{مقدار گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

روابط استوکیومتری

❖ **روابط مولی – مولی :** مول یک ماده داده شده و مول ماده یا مواد دیگر خواسته می شود .

➤ واکنش فرضی کلی را در تمام روابط استوکیومتری در نظر می گیریم :

$aA + bB \longrightarrow cC + dD$; a ، b ، c و d : ضرایب موازنه

➤ **روش خطی :**

$$\text{تعداد مول } A \times \frac{\text{ضریب } c \quad mol\ C}{\text{ضریب } a \quad mol\ A} = \text{تعداد مول } C$$

$$?\ mol\ C = x\ mol\ A \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} = y\ mol\ C$$

➤ **روش تناسب :** (تعداد مول : n)

$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b} = \frac{n_C}{c} = \frac{n_D}{d}$$

از سوختن ۰/۸ مول بنزین (C_8H_{18}) در موتور خودرو ، طبق واکنش زیر :

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

آ) چند مول کربن دی اکسید تولید می شود ؟ ب) چند مول اکسیژن مصرف می شود ؟

روش خطی :

آ) $mol\ CO_2 = 0/8\ mol\ C_8H_{18} \times \frac{16\ mol\ CO_2}{2\ mol\ C_8H_{18}} = 6/4\ mol\ CO_2$

ب) $mol\ O_2 = 0/8\ mol\ C_8H_{18} \times \frac{25\ mol\ O_2}{2\ mol\ C_8H_{18}} = 10\ mol\ O_2$

روش تناسب :

$2\ C_8H_{18} \equiv 25\ O_2 \equiv 16\ CO_2$

آ) $\frac{n_{C_8H_{18}}}{2} = \frac{n_{CO_2}}{16} \longrightarrow \frac{0/8}{2} = \frac{n_{CO_2}}{16} \longrightarrow n_{CO_2} = 6/4\ mol$

ب) $\frac{n_{C_8H_{18}}}{2} = \frac{n_{O_2}}{25} \longrightarrow \frac{0/8}{2} = \frac{n_{O_2}}{25} \longrightarrow n_{O_2} = 10\ mol$

❖ **روابط مولی – جرمی :** مول یک ماده داده شده و جرم ماده یا مواد دیگر خواسته می شود .

$aA + bB \longrightarrow cC + dD$

➤ **روش خطی :**

$$\text{تعداد مول } A \times \frac{\text{ضریب } c \quad mol\ C}{\text{ضریب } a \quad mol\ A} = \text{تعداد مول } C \times \frac{\text{جرم مولی } C \quad gr\ C}{1\ mol\ C} = \text{جرم خالص } C$$

$$?\ gr\ C = x\ mol\ A \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} \times \frac{M_W\ gr\ C}{1\ mol\ C} = y\ gr\ C$$

M_W : جرم مولی

➤ **روش تناسب :** (تعداد مول : n)

$$\frac{n_A}{a} = \frac{m_B}{b.M_{W(B)}} = \frac{m_C}{c.M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d.M_{W(D)}}$$

(جرم مولی : M_W) - (جرم ماده : m)

از اکسایش ۰/۳ مول گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) در بدن ، طبق واکنش زیر :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

آ) چند گرم کربن دی اکسید تولید می شود ؟ ب) چند گرم اکسیژن مصرف می شود ؟

روش خطی :

آ) $?\,gr\ CO_2 = 0/3\ mol\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{6\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 79/2\ gr\ CO_2$

ب) $?\,gr\ O_2 = 0/3\ mol\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{6\ mol\ O_2}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 57/6\ gr\ O_2$

روش تناسب :

$$1\ C_6H_{12}O_6 \equiv 6\ O_2 \equiv 6\ CO_2$$

آ) $\frac{n_{C_6H_{12}O_6}}{1} = \frac{m_{CO_2}}{6\times44} \longrightarrow \frac{0/3}{1} = \frac{m_{CO_2}}{6\times44} \longrightarrow m_{CO_2} = 79/2\ gr\ CO_2$

ب) $\frac{n_{C_6H_{12}O_6}}{1} = \frac{m_{O_2}}{6\times32} \longrightarrow \frac{0/3}{1} = \frac{m_{O_2}}{6\times32} \longrightarrow m_{O_2} = 57/6\ gr\ O_2$

❖ **روابط جرمی – مولی :** با استفاده از جرم یک ماده ، مول ماده ای دیگر را به دست می آوریم .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➤ **روش خطی :**

جرم خالص A $\times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ g\ A} =$ تعداد مول A $\times \frac{\text{ضریب c}\ mol\ C}{\text{ضریب a}\ mol\ A} =$ تعداد مول C

$$?\,mol\ C = x\ gr\ A \times \frac{1\ mol\ A}{M_W\ gr\ A} \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} = y\ mol\ C$$

➤ **روش تناسب :** (تعداد مول : n)

$$\frac{m_A}{a\ .\ M_{W(A)}} = \frac{n_B}{b} = \frac{n_C}{c} = \frac{n_D}{d}$$

(جرم مولی : M_W) - (جرم ماده : m)

برای تولید ۱۲/۶ گرم نیتریک اسید (HNO_3) ، طبق واکنش زیر :

$$4\ NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$$

آ) چند مول نیتروژن دی اکسید (NO_2) مصرف می شود ؟ ب) چند مول اکسیژن لازم است ؟

توشه ای برای موفقیت

روش خطی :

آ) $?\,mol\,NO_2 = 12/6\,gr\,HNO_3 \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,gr\,HNO_3} \times \frac{4\,mol\,NO_2}{4\,mol\,HNO_3} = 0/2\,mol\,NO_2$

ب) $?\,mol\,O_2 = 12/6\,gr\,HNO_3 \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,gr\,HNO_3} \times \frac{1\,mol\,O_2}{4\,mol\,HNO_3} = 0/05\,mol\,O_2$

روش تناسب :

$4\,NO_2 \quad \equiv \quad 1\,O_2 \quad \equiv \quad 4\,HNO_3$

آ) $\frac{m_{HNO_3}}{4\times63} = \frac{m_{NO_2}}{4} \longrightarrow \frac{12/6}{4\times63} = \frac{m_{NO_2}}{4} \longrightarrow m_{NO_2} = 0/2\,mol\,NO_2$

ب) $\frac{m_{HNO_3}}{4\times63} = \frac{m_{O_2}}{1} \longrightarrow \frac{12/6}{4\times63} = \frac{m_{O_2}}{1} \longrightarrow m_{O_2} = 0/05\,mol\,O_2$

❖ **روابط جرمی – جرمی :** با استفاده از جرم یک ماده ، جرم ماده ای دیگر را به دست می آوریم .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

روش خطی :

$$\text{جرم خالص A} \times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب c}\ mol\ C}{\text{ضریب a}\ mol\ A} \times \frac{\text{جرم مولی C}\ gr\ C}{1\ mol\ C} = \text{جرم خالص C}$$

$$?\ gr\ C = x\ gr\ A \times \frac{1\,mol\,A}{M_W\,gr\,A} \times \frac{c\,mol\,C}{a\,mol\,A} \times \frac{M_W\,gr\,C}{1\,mol\,C} = y\ gr\ C$$

روش تناسب :

$$\frac{m_A}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{m_B}{b \cdot M_{W(B)}} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(جرم مولی : M_W) - (جرم ماده : m)

تیغه ای به جرم **۳ گرم** از فلز آلومینیم در مقدار کافی محلول مس(II) سولفات انداخته شده تا واکنش زیر انجام شود :

$$2Al_{(s)} + 3CuSO_{4\,(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(aq)} + 3Cu_{(s)}$$

پس از پایان واکنش **چندگرم** فلز مس تولید خواهد شد ؟

$S = 32 \ , O = 16 \ , \ Al = 27 \ , \ Cu = 63\ g.mol^{-1}$

روش خطی :

$$?\ gr\ Cu = 3\ gr\ Al \times \frac{1\ mol\ Al}{27\ gr\ Al} \times \frac{3\ mol\ Cu}{2\ mol\ Al} \times \frac{63\ gr\ Cu}{1\ mol\ Cu} = 10.83\ gr\ Cu$$

روش تناسب :

$2\,Al \quad \equiv \quad 3\,Cu$

$$\frac{m_{Al}}{a \cdot M_{W(Al)}} = \frac{m_{Cu}}{b \cdot M_{W(Cu)}} \longrightarrow \frac{3}{2\times27} = \frac{m_{Cu}}{4\times63} \longrightarrow m_{Cu} = 10.83\ gr\ Cu$$

❖ **روابط جرمی – تعداد اتم :** با استفاده از جرم یک ماده ، تعداد اتم همان ماده یا ماده ای دیگر را به دست می آوریم .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ **روش خطی :**

$$\text{جرم خالص A} \times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب } c\ \ mol\ C}{\text{ضریب } a\ \ mol\ A} \times \frac{N_A\ C}{1\ mol\ C} = \text{تعداد اتم C}$$

$$?\ gr\ C = x\ gr\ A \times \frac{1\ mol\ A}{M_W\ gr\ A} \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} \times \frac{N_A\ C}{1\ mol\ C} = y\ \text{اتم}\ C$$

➢ **روش تناسب :** (تعداد اتم ≡ تعداد مولکول)

$$\frac{m_A}{a\ .\ M_{W(A)}} = \frac{B\ \text{تعداد اتم}}{b \times N_B} = \frac{C\ \text{تعداد اتم}}{c \times N_C} = \frac{D\ \text{تعداد اتم}}{d \times N_D}$$

(عدد آووگادرو : $N_A \cong 6/02 \times 10^{23}$)

از سوختن کامل **۹۱/۲ گرم** بنزین (C_8H_{18}) در موتور خودرو ، طبق واکنش زیر :

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

چند مولکول کربن دی اکسید (CO_2) تولید می شود ؟ ($C_8H_{18} = 114\ g.mol^{-1}$)

روش خطی :

$$\text{تعداد مولکول } CO_2 = 91/2\ gr\ C_8H_{18} \times \frac{1\ mol\ C_8H_{18}}{114\ gr\ C_8H_{18}} \times \frac{16\ mol\ CO_2}{2\ mol\ C_8H_{18}} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1\ mol\ CO_2} =$$

$$= 3/85 \times 10^{24}\ \text{مولکول}\ CO_2$$

روش تناسب :

$$2\ C_8H_{18} \equiv 16\ CO_2$$

$$\frac{m_{C_8H_{18}}}{a\ .\ M_{W(C_8H_{18})}} = \frac{CO_2\ \text{تعداد مولکول}}{b \times N_B} \longrightarrow \frac{91/2}{2 \times 114} = \frac{CO_2\ \text{تعداد مولکول}}{16 \times 6/02 \times 10^{23}} \longrightarrow$$

$$CO_2\ \text{تعداد مولکول} = 3/85 \times 10^{24}\ \text{مولکول}$$

❖ **روابط جرمی – حجمی** (در شرایط STP) **:** با استفاده از جرم یک ماده ، حجم یک مادهٔ گازی را بدست می آوریم . (نکته : در مورد استوکیومتری حجمی – جرمی ، روابط و روش حل ، بر عکس جرمی – حجمی می باشد .)

➢ **نکته :** در شرایط استاندارد (STP) ، هر یک مول گاز ، حجمی به اندازهٔ $22/4\ Lit$ یا $22400\ mLit$ دارد .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

توشه ای برای موفقیت

➢ روش خطی :

$$\text{جرم خالص A} \times \frac{\boxed{1}\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ \boxed{\ }\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب C}\ \boxed{\ }\ mol\ C}{\text{ضریب a}\ \boxed{\ }\ mol\ A} \times \frac{\boxed{22.4}\ Lit\ C}{\boxed{1}\ mol\ C} = \text{لیتر C}\ (STP)$$

$$?\ Lit\ C = x\ gr\ A \times \frac{1\ mol\ A}{M_W\ gr\ A} \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} \times \frac{22/4\ Lit\ C}{1\ mol\ C} = y\ Lit\ C$$

➢ روش تناسب :

$$\frac{m_A}{a\ .\ M_{W(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{V_C}{c \times V_m} = \frac{V_D}{d \times V_m}$$

(حجم مولی : $V_m = 22/4\ Lit$)
(حجم گاز : V)

از تجزیه ی حرارتی **۸۵/۵ گرم** آلومینیم سولفات طبق واکنش زیر ، **چند لیتر** گاز SO_3 درشرایط STP تولید می شود ؟

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$ و $1mol\ Al_2(SO_4)_3 = 342g$

روش خطی :

$$?\ Lit\ SO_3 = 85/5\ gr\ Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}{342\ gr\ Al_2(SO_4)_3} \times \frac{3\ mol\ SO_3}{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3} \times \frac{22/4\ Lit\ SO_3}{1\ mol\ SO_3} =$$

$$= 16/8\ Lit\ SO_3$$

روش تناسب :

$$1\ Al_2(SO_4)_3 \equiv 3\ SO_3$$

$$\frac{m_{Al_2(SO_4)_3}}{a\ .\ M_{W(Al_2(SO_4)_3)}} = \frac{V_{SO_3}}{b \times V_m} \longrightarrow \frac{85/5}{1 \times 342} = \frac{V_{SO_3}}{3 \times 22/4} \longrightarrow V_{SO_3} = 16/8\ Lit$$

❖ **روابط جرمی – حجمی** (در شرایط غیر STP) : با استفاده از جرم یک ماده ، حجم یک مادهٔ گازی را در شرایط غیر استاندارد بدست می آوریم .

➢ در این حالت ، با استفاده از جرم و جرم مولی مادهٔ داده شده ، ابتدا مول مادهٔ داده شده و سپس با کمک نسبت ضرایب استوکیومتری ، مول مادهٔ خواسته شده را به دست می آوریم . بعد با استفاده از جرم مولی و چگالی مادهٔ خواسته شده ، حجم ماده (گاز) خواسته شده را حساب می کنیم .

➢ (نکته : در این مورد نیز ، استوکیومتری حجمی – جرمی ، روابط و روش حل ، بر عکس جرمی – حجمی می باشد .)

➢ **چگالی** برابر است با نسبت جرم به حجم یک نمونه از ماده . ($d = \frac{m}{V}$)

➢ **نکته مهم :** در روش خطی و کسرهای تبدیل یکا ، برای تبدیل جرم به حجم ، باید کسر مربوط به چگالی را برعکس بنویسیم . یعنی به این شکل : $\frac{1}{d} = \frac{(V)_{Lit}}{(m)_{gr}}$

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ روش خطی :

$$\text{جرم خالص } A \times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی } A\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب } c\ mol\ C}{\text{ضریب } a\ mol\ A} \times \frac{1\ L\ C}{\text{چگالی } C\ g\ C} = \text{لیتر } C \text{ غیر } (STP)$$

$$?\ Lit\ C = x\ gr\ A \times \frac{1\ mol\ A}{M_W\ gr\ A} \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} \times \frac{M_W\ gr\ C}{1\ mol\ C} \times \frac{1\ Lit\ C}{d\ gr\ C} = y\ Lit\ C$$

➤ روش تناسب :

$$\frac{m_A}{a\ .\ M_{W(A)}} = \frac{(d\ .\ V)_B}{b\ .\ M_{W(B)}} = \frac{(d\ .\ V)_C}{c\ .\ M_{W(C)}} = \frac{(d\ .\ V)_D}{d\ .\ M_{W(D)}}$$

(چگالی : d) ،
(حجم گاز : V)

کیسهٔ هوای خودروها با گاز نیتروژن که از تجزیهٔ سریع سدیم آزید (NaN_3) طبق واکنش زیر به دست می آید ، پر می شود . اگر حجم کیسهٔ هوا **۶۵ لیتر** باشد ، برای پرشدن آن با گاز نیتروژن ، تقریباً **چند گرم** سدیم آزید باید تجزیه شود ؟ چگالی نیتروژن $0/90\ g.L^{-1}$ درنظر بگیرید .

$1mol\ NaN_3 = 65\ g$ و $1molN_2 = 28\ g$

$$2NaN_{3\,(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2\,(g)}$$

روش خطی :

$$?\ gr_{\ NaN_3} = 65\ L_{N_2} \times \frac{0.9\ g\ N_2}{1\ L} \times \frac{1\ mol\ N_2}{28\ g\ N_2} \times \frac{2\ mol\ NaN_3}{3\ mol\ N_2} \times \frac{65\ g}{1\ mol\ NaN_3} = 90.53\ gr_{\ NaN_3}$$

روش تناسب :

$$2\ NaN_3 \quad \equiv \quad 3\ N_2$$

$$\frac{m_{NaN_3}}{a\ .\ M_{W(NaN_3)}} = \frac{(d\ .\ V)_{N_2}}{b\ .\ M_{W(N_2)}} \longrightarrow \frac{m_{NaN_3}}{2 \times 65} = \frac{0/9 \times 65}{3 \times 28} \longrightarrow m_{NaN_3} = 90/53\ gr$$

درصد خلوص

$\frac{R}{100}$

- در صنعت و آزمایشگاه ، اغلب واکنش دهنده ها **ناخالص اند** . به بیان دیگر ، افزون بر ماده شیمیایی مورد نظر ، برخی ترکیب های دیگر نیز در آنها وجود دارند .
- شیمیدان ها برای **بیان میزان خلوص** یک نمونه ، از **درصد خلوص** استفاده می کنند .
- در حین کار درآزمایشگاه و صنعت برای تأمین مقدار معینی از یک ماده ی خالص ، همواره باید **مقدار بیشتری** از ماده **ناخالص** در دسترس را به کار برد .
- با استفاده از رابطه ی درصد خلوص و محاسبات کمّی ، می توان مقادیر مورد نیاز از ماده ی ناخالص را به دست آورد :

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

❖ **متداول ترین مسائل مربوط به درصد خلوص ،**
شامل ۳ حالت زیر می باشد :

➢ **حالت اول :** با داشتن **مقدار ناخالص** از **واکنش دهنده** ، به همراه **درصد خلوص** ، **مقدار خالص فرآورده** قابل محاسبه است :

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ **روش خطی :**

$$\text{جرم ناخالص A} \times \frac{\text{درصد خلوص A}\ g\ A\ \text{خالص}}{100\ g\ A\ \text{ناخالص}} \times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب c}\ mol\ C}{\text{ضریب a}\ mol\ A} \times \frac{\text{جرم مولی C}\ gr\ C}{1\ mol\ C} = \text{جرم خالص C}$$

$$? \ gr\ C\ \text{خالص} = x\ gr\ A\ \text{ناخالص} \times \frac{R}{100} \times \frac{1\ mol\ A}{M_W\ gr\ A} \times \frac{c\ mol\ C}{a\ mol\ A} \times \frac{M_W\ gr\ C}{1\ mol\ C} = y\ gr\ C\ \text{خالص}$$

➢ **روش تناسب :**

$$\frac{m_A \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{m_B}{b \cdot M_{W(B)}} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(درصد خلوص : $\frac{R}{100}$)

۲۰۰ گرم کلسیم کربنات با **درصد خلوص ۷۵٪** به طور کامل حرارت داده می شود . **چندگرم ماده جامد** بر جای می ماند ؟
($1mol\ CO_2 = 44\ g$ و $1mol\ CaCO_3 = 100\ g$)

$$CaCO_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

روش خطی :

$$gr\ CO_2\ \text{خالص} = 200\ g\ CaCO_3 \times \frac{75}{100} \times \frac{1\ mol\ CaCO_3}{100\ g} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ mol\ CaCO_3} \times \frac{44\ g}{1\ mol\ CO_2} = 66\ g\ CO_2$$

$$\text{مقدار باقی مانده} = 200 - 66 = 136$$

روش تناسب :

$$1\ CaCO_3 \equiv 1\ CO_2$$

$$\frac{m_{CaCO_3} \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(CaCO_3)}} = \frac{m_{CO_2}}{b \cdot M_{W(CO_2)}} \rightarrow \frac{200 \times \frac{75}{100}}{1 \times 100} = \frac{m_{CO_2}}{1 \times 44} \longrightarrow m_{CO_2} = 66\ g\ CO_2$$

$$\text{مقدار باقی مانده} = 200 - 66 = 136$$

ایران لوتوس
توشه ای برای موفقیت

➢ **حالت دوم :** با داشتن مقدار خالص از فرآورده ، به همراه درصد خلوص واکنش دهنده ، مقدار ناخالص مورد نیاز از واکنش دهنده قابل محاسبه است :

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ روش خطی :

$$\text{جرم خالص C} \times \frac{1\ mol\ C}{\text{جرم مولی C}\ g\ C} \times \frac{\text{ضریب a}\ mol\ A}{\text{ضریب c}\ mol\ C} \times \frac{\text{جرم مولی A}\ gr\ A}{1\ mol\ A} \times \frac{\text{ناخالص}\ 100\ g\ A}{\text{درصد خلوص A}\ \text{خالص}\ g\ A} = \text{جرم ناخالص A}$$

$$\text{ناخالص } A = x\ gr \text{ خالص } C \times \frac{1\ mol\ C}{M_W\ gr\ C} \times \frac{a\ mol\ A}{c\ mol\ C} \times \frac{M_W\ gr\ A}{1\ mol\ A} \times \frac{100}{R} = y\ gr \text{ ناخالص } A\ ?$$

➢ روش تناسب :

$$\frac{m_A \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{m_B}{b \cdot M_{W(B)}} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(درصد خلوص : $\frac{R}{100}$)

برای تهیه ۱۱۲ گرم فلز آهن چند گرم هماتیت ۸۰ ٪ مطابق واکنش زیر لازم است ؟

$2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$ ☼☼☼ ($1mol\ Fe = 56\ g$ و $1mol\ Fe_2O_3 = 160\ g$)

⇧ روش خطی :

$$gr \text{ ناخالص } Fe_2O_3 = 112\ g\ Fe \times \frac{1mol\ Fe}{56\ g} \times \frac{2\ mol\ Fe_2O_3}{4\ mol\ Fe} \times \frac{160\ g}{1\ mol\ Fe_2O_3} \times \frac{100\ g \text{ ناخالص}}{80\ g \text{ خالص}} = 200\ g$$

⇧ روش تناسب :

$$2\ Fe_2O_3 \equiv 4\ Fe$$

$$\frac{m_{Fe_2O_3} \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(Fe_2O_3)}} = \frac{m_{Fe}}{b \cdot M_{W(Fe)}} \rightarrow \frac{m_{Fe_2O_3} \times \frac{80}{100}}{2 \times 160} = \frac{112}{4 \times 56} \rightarrow m_{Fe_2O_3} = 200\ g$$

➢ **حالت سوم :** درصد خلوص مجهول باشد . با داشتن مقدار خالص از فرآورده ، مقدار خالص مورد نیاز از واکنش دهنده قابل محاسبه است ، و در پایان با وجود مقدار ناخالص (طبق صورت سؤال) ، درصد خلوص به دست می آید :

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ روش خطی :

$$\text{جرم خالص C} \times \frac{1\ mol\ C}{\text{جرم مولی C}\ g\ C} \times \frac{\text{ضریب a}\ mol\ A}{\text{ضریب c}\ mol\ C} \times \frac{\text{جرم مولی A}\ gr\ A}{1\ mol\ A} = \text{جرم خالص A}$$

$$\text{درصد خلوص } A\ (R\ \%) = \frac{\text{ناخالص}\ g\ A}{\text{خالص}\ g\ A} \times 100$$

$$? \ gr \text{ خالص } A = x \ gr \text{ خالص } C \times \frac{1 \ mol \ C}{M_W \ gr \ C} \times \frac{a \ mol \ A}{c \ mol \ C} \times \frac{M_W \ gr \ A}{1 \ mol \ A} = y \ gr \text{ خالص } A$$

❖ **نکته مهم :** ممکن است مسأله ، مقدار فرآورده را بر حسب **حجم** داده باشد که در اینصورت اگر شرایط **استاندارد** (STP) باشد ، با استفاده از حجم مولی گازها ($22/4 \ L$) ، حجم را به مقدار مول تبدیل می کنیم و باقی راه حل را می نویسیم :

$$? \ gr \text{ خالص } A = x \ Lit \ \ C \times \frac{1 \ mol \ C}{22/4 \ Lit} \times \frac{a \ mol \ A}{c \ mol \ C} \times \frac{M_W \ gr \ A}{1 \ mol \ A} = y \ gr \text{ خالص } A$$

❖ و اگر شرایط **استاندارد نباشد** ، با استفاده از چگالی ، حجم را به جرم تبدیل کرده و باقی راه حل را می نویسیم .

$$? \ gr \text{ خالص } A = x \ Lit \ \ C \times \frac{d \ (gr) \ C}{1 \ Lit} \times \frac{1 \ mol \ C}{M_W \ gr \ C} \times \frac{a \ mol \ A}{c \ mol \ C} \times \frac{M_W \ gr \ A}{1 \ mol \ A} = y \ gr \text{ خالص } A$$

❖ و در پایان درصد خلوص را به دست می آور

$$A \text{ درصد خلوص } (R \ \%) = \frac{g \ A \text{ ناخالص}}{g \ A \text{ خالص}} \times 100$$

➢ **روش تناسب :**

$$\frac{m_A \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(حجم مولی : $V_m = 22/4 \ Lit$)
(حجم گاز : V)
(درصد خلوص : $\frac{R}{100}$)

۲۴/۵ **گرم** پتاسیم کلرات ناخالص حرارت داده می شود . پس از تجزیه کامل (*بشرطی که ناخالصی ها در واکنش شرکت نکنند*) ، ۳/۶ **لیتر** گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می شود . **درصد خلوص** پتاسیم کلرات را به دست آورید .

$$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2 \qquad (1 mol \ KClO_3 = 122/5 \ g$$

روش خطی :

$$? \ gr \text{ خالص } KClO_3 = 3/6 \ Lit \ \ O_2 \times \frac{1 \ mol \ O_2}{22/4 \ Lit} \times \frac{2 \ mol \ KClO_3}{3 \ mol \ O_2} \times \frac{122/5 \ g \ KClO_3}{1 \ mol \ KClO_3} = 13/125 \ g$$

$$KClO_3 \text{ درصد خلوص } (R \ \%) = \frac{13/125 \ g \text{ ناخالص}}{24/5 \ g \text{ خالص}} \times 100 = 53/57 \ \%$$

روش تناسب :

$$2 \ KClO_3 \quad \equiv \quad 3 \ O_2$$

$$\frac{m_{KClO_3} \cdot \frac{R}{100}}{a \cdot M_{W(KClO_3)}} = \frac{V_{O_2}}{b \times V_m} \rightarrow \frac{24/5 \times \frac{R}{100}}{2 \times 122/5} = \frac{3/6}{3 \times 22/4} \rightarrow \frac{R}{100} = 0/5357$$

$$R = 53/57 \ \%$$

➤ **حالت چهارم :** هم برای **واکنش دهنده** و هم برای **فرآورده** ، **درصد خلوص** داده باشند :

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➤ **روش خطی :**

$$\text{جرم ناخالص A} = \frac{\text{ناخالص } gA}{\text{خالص } gA} \times \frac{100}{R_A} \times \frac{\text{جرم مولی } A}{1\ mol\ A} \times \frac{\text{ضریب } a}{\text{ضریب } c} \times \frac{1\ mol\ C}{\text{جرم مولی } C} \times \frac{\text{خالص } gC}{\text{ناخالص } gC} \times \text{جرم ناخالص C}$$

$$gr\ \text{ناخالص}\ A = x\ gr\ \text{خالص}\ C \times \frac{R_C}{100} \times \frac{1\ mol\ C}{M_W\ gr\ C} \times \frac{a\ mol\ A}{c\ mol\ C} \times \frac{M_W\ gr\ A}{1\ mol\ A} \times \frac{100}{R_A}$$
$$= y\ gr\ \text{ناخالص}\ A$$

➤ **روش تناسب :**

$$\frac{m_A \cdot \frac{R_A}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{m_B}{b \cdot M_{W(B)}} = \frac{m_C \cdot \frac{R_C}{100}}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(درصد خلوص : $\frac{R}{100}$)

اگر در شرایط STP برای آزاد شدن **۲۵ گرم** مس با **درصد خلوص ۶۰ ٪** ، در حضور مقدار اضافی گاز هیدروژن در واکنش با مس(II) اکسید **ناخالص** به **جرم ۳۶ گرم** لازم باشد ، **درصد خلوص** مس(II) اکسید را بدست آورید .

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O \qquad \text{☼☼☼} \qquad (1mol\ CuO = 800\ g \ \text{و}\ 1mol\ Cu = 64\ g)$$

روش خطی :

$$25\ g\ Cu \times \frac{60}{100} \times \frac{1mol\ Cu}{64\ g\ Cu} \times \frac{1\ mol\ CuO}{1\ mol\ Cu} \times \frac{80\ g\ CuO}{1\ mol\ CuO} \times \frac{100\ g\ \text{ناخالص}}{R_{CuO}\ g\ \text{خالص}} = 36\ gr\ \text{ناخالص}\ CuO$$

$$\frac{1875}{R_{CuO}} = 36 \longrightarrow R_{CuO} = \%\ 52/08$$

روش تناسب :

$$1\ CuO \equiv 1\ Cu$$

$$\frac{m_{CuO} \cdot R_{CuO}}{a \cdot M_{W(CuO)}} = \frac{m_{Cu} \cdot R_{Cu}}{b \cdot M_{W(Cu)}} \rightarrow \frac{36 \times R_{CuO}}{1 \times 80} = \frac{25 \times 64}{1 \times 80} \longrightarrow R_{CuO} = \%\ 52/08$$

❖ دربسیاری از واکنش های شیمیایی برای تهیه ی مواد شیمیایی ، معمولاً مقدار فرآورده ی به دست آمده از واکنش در شرایط آزمایشگاهی ، کمتر از مقدار محاسبه شده است .

مقدار فرآورده کمتر معمولاً به علت :

۱) ایجاد واکنش های جانبی در حین انجام واکنش شیمیایی اصلی

۲) انجام نشدن واکنش به طور کامل

۳) اشکال در جداسازی مواد از هم

۴) وجود مواد زودجوش (*یعنی دمای جوش پایین برفی از مواد*) که می تواند باعث کاهش مقدار فرآورده مورد نظر باشد .

می توان با توجه به این موارد ، چنین گفت که :

❖ در یک واکنش شیمیایی ، مقدار فرآورده ای که از محاسبه استوکیومتری به دست می آید ، **مقدار نظری** نام دارد .

❖ دریک واکنش شیمیایی ، مقدار فرآورده ای که در عمل تولید می شود ، **مقدار عملی** نام دارد .

❖ معمولاً مقدار نظری از مقدار عملی کمتر است .

❖ بازده درصدی یک واکنش را با استفاده از رابطه ی رو به رو تعیین می شود :

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

تذکر ۱ : شیمی دان ها همواره درصدد افزایش بازده درصدی واکنش های شیمیایی در صنعت و آزمایشگاه هستند .

تذکر ۲ : در رابطه ی بازده درصدی که در بالا نوشته شده است ، همواره صورت و مخرج کسر فوق ، یک نوع یکا دارند و خود کمیت در این فرمول متغیر است . یعنی گاهی جرم ، گاهی حجم و گاهی حجم مولی با هم مقایسه می شود .

تذکر ۳ : مقدار فرآورده هایی که در صورت مسئله داده می شود ، همیشه **مقدار عملی** است .

متداول ترین مسائل مربوط به بازده درصدی واکنش ، معمولاً به سه دسته تقسیم می شوند :

❖ **دسته اول :** مسائلی که در آنها ، **مقدار عملی** داده می شود و **بازده درصدی** مورد سؤال است .

- در این گونه از مسائل ، با توجه به مقدار واکنش دهنده ، مقدار فرآورده که همان **مقدار نظری** است ، با همان یکای مقدار عملی ، محاسبه می شود و مقادیر عملی و نظری را در فرمول قرار داده و **بازده درصدی** واکنش را بدست می آوریم .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ روش خطی :

$$\boxed{\text{جرم خالص A}} \times \frac{1\ mol\ A}{\text{جرم مولی A}\ g\ A} \times \frac{\text{ضریب c}\ mol\ C}{\text{ضریب a}\ mol\ A} \times \frac{\text{جرم مولی C}\ gr\ C}{1\ mol\ C} = \boxed{\text{جرم خالص C (مقدار نظری)}}$$

$$(P\ \%) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

➢ روش تناسب :

$$\frac{m_A \cdot \frac{P}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(حجم مولی : $V_m = 22/4\ Lit$)

(پازده درصدی : $\frac{P}{100}$)

هرگاه **۱۷/۱ گرم** $Ba(OH)_2$ را به مقدار زیادی محلول سدیم سولفات اضافه نماییم ، **۲۰ گرم** رسوب $BaSO_4$ تولید می شود . مقدار نظری و بازده درصدی واکنش را به دست آورید .

($1mol\ Ba(OH)_2 = 171\ g$ ، $1mol\ BaSO_4 = 233\ g$)

$$Ba(OH)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaOH$$

روش خطی :

$$g\ BaSO_4 = 17/1\ g Ba(OH)_2 \times \frac{1\ mol\ Ba(OH)_2}{171\ g} \times \frac{1\ mol\ BaSO_4}{1\ mol\ Ba(OH)_2} \times \frac{233\ g}{1\ mol\ BaSO_4} = 23/3\ g$$

$$\text{پازده درصدی} = \frac{20}{23/3} \times 100 = 85/84\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ Ba(OH)_2 \equiv 1\ BaSO_4$$

$$\frac{m_{Ba(OH)_2} \cdot \frac{P}{100}}{a \cdot M_{W(Ba(OH)_2)}} = \frac{m_{BaSO_4}}{c \cdot M_{W(BaSO_4)}} \rightarrow \frac{17/1 \times \frac{P}{100}}{1 \times 171} = \frac{20}{1 \times 233} \rightarrow \frac{P}{100} = 0/5357$$

$$P = 85/84\ \%$$

دسته دوم : مسائلی که در آنها بازده درصدی داده می شود و مقدار عملی باید محاسبه شود .

در این صورت با توجه به روابط استوکیومتری ، مقدار نظری فرآورده را حساب کرده و با توجه به فرمول بازده درصدی ، مقدار عملی (x) را بدست می آوریم .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

➢ روش خطی :

$$\boxed{\text{جرم خالص A}} \times \frac{\boxed{1}\ mol\ A}{\boxed{\text{جرم مولی A}}\ g\ A} \times \frac{\boxed{\text{ضریب c}}\ mol\ C}{\boxed{\text{ضریب a}}\ mol\ A} \times \frac{\boxed{\text{جرم مولی C}}\ gr\ C}{\boxed{1}\ mol\ C} = \boxed{\text{جرم خالص C (مقدار نظری)}}$$

$$(P\ \%) = \frac{\text{مقدار عملی } (x)}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

➢ روش تناسب :

$$\frac{m_A \cdot \frac{P}{100}}{a \cdot M_{W(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W(D)}}$$

(حجم مولی : $V_m = 22/4\ Lit$)

(پازده درصدی : $\frac{P}{100}$)

چند لیتر گاز از تجزیهٔ **۳۶ گرم** پتاسیم نیترات در دمای $500\,^{\circ}C$ با بازده **٪۶۰** در شرایط STP آزاد می شود ؟

$$4\,KNO_3 \xrightarrow{500^{\circ}C} 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$$

$(1mol\ KNO_3 = 101\ g)$

روش خطی :

$$\text{گاز}\ (L) = 36\ g\ KNO_3 \times \frac{1\ mol\ KNO_3}{101\ g} \times \frac{7\ mol\ \text{گاز}}{4\ mol\ KNO_3} \times \frac{22/4\ L}{1\ mol\ \text{گاز}} = 14\ L$$

$$(P\,\%) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \longrightarrow 60 = \frac{x}{14\ L} \times 100 \longrightarrow x = \frac{14 \times 60}{100} = 8/4\ L$$

روش تناسب :

$$4\ KNO_3 \equiv 7\,(O_2 + N_2)$$

$$\frac{m_{\ KNO_3} \cdot P\,\%}{a \cdot M_{W\,(KNO_3)}} = \frac{V\ \text{گاز}}{c \times V_m} \rightarrow \frac{36 \times \frac{60}{100}}{4 \times 101} = \frac{V\ \text{گاز}}{7 \times 22/4\ L} \longrightarrow V\ \text{گاز} = 14\ L$$: مقدار نظری

$$(P\,\%)\ 60 = \frac{x}{14\ L} \times 100 \longrightarrow x = \frac{14 \times 60}{100} = 8/4\ L$$

دسته سوم :

مسائلی که درآنها هم **مقدارعملی** و هم **بازده درصدی** داده می شود و **مقدار واکنش دهنده** مورد سؤال است .

در این گونه مسائل ، با استفاده از **فرمول بازده درصدی** و **مقدار عملی** ، مقدار نظری محاسبه می شود . و در ادامه ، به کمک روابط استوکیومتری ، با توجه به مقدار نظری (که همان مقدار فرآورده است) **مقدار واکنش دهنده** را بدست می آوریم.

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

روش خطی :

$$(P\,\%) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}\ (x)} \times 100$$

$$\boxed{\begin{matrix}\text{جرم}\\ \text{خالص}\ C\\ (\text{مقدار نظری})\end{matrix}} \times \frac{1\ mol\ C}{\text{جرم مولی}\ C\ \ g\ C} \times \frac{\text{ضریب}\ a\ \ mol\ A}{\text{ضریب}\ c\ \ mol\ C} \times \frac{\text{جرم مولی}\ A\ \ gr\ A}{1\ mol\ A} = \boxed{\begin{matrix}\text{جرم}\\ \text{خالص}\\ A\end{matrix}}$$

روش تناسب :

$$\frac{m_A \cdot \frac{P}{100}}{a \cdot M_{W\,(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{m_C}{c \cdot M_{W\,(C)}} = \frac{m_D}{d \cdot M_{W\,(D)}}$$

$(V_m = 22/4\ Lit$: حجم مولی $)$

$(\frac{P}{100}$: بازده درصدی $)$

چند گرم آهن در مقدار زیادی محلول اسید هیدروکلریک حل شود تا **۵/۶ لیتر** گاز هیدروژن در شرایط استاندارد و **بازده درصدی ۷۵ ٪** آزاد شود ؟ $(1mol\ Fe = 56\ g)$

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

روش خطی :

$$(P\ \%) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}\ (x)} \times 100 \longrightarrow 75 = \frac{5/6\ L}{x} \times 100 \longrightarrow x = \frac{(5/6 \times 100)}{75} = 7/46\ L\ H_2$$

$$g\ Fe = 7/46\ L\ H_2 \times \frac{1mol\ H_2}{22/4\ L} \times \frac{1mol\ Fe}{1mol\ H_2} \times \frac{56\ g}{1mol\ Fe} = 18/65\ g\ Fe$$

روش تناسب :

$$1\ Fe \equiv 1\ H_2$$

$$(P\ \%)\ 75 = \frac{5/6\ L}{x} \times 100 \longrightarrow x = \frac{(5/6 \times 100)}{75} = 7/46\ L\ H_2$$

$$\frac{m_{Fe}}{a\ .\ M_{W(Fe)}} = \frac{V_{H_2}}{c \times V_m} \rightarrow \frac{m_{Fe}}{1 \times 56} = \frac{6}{1 \times 22/4\ L} \longrightarrow m_{Fe} = 18/65\ g\ Fe$$

دسته چهارم :

مسائلی که درآنها هم **درصد خلوص** و هم **بازده درصدی** مطرح می شود .

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

روش خطی :

$$\text{جرم ناخالص } A \times \frac{P}{100} \times \frac{R\ g \text{ خالص}}{100\ g \text{ ناخالص}} \times \frac{1\ mol\ A}{A \text{ جرم مولی}\ g\ A} \times \frac{c \text{ ضریب}\ mol\ C}{a \text{ ضریب}\ mol\ A} \times \frac{C \text{ جرم مولی}\ gr\ C}{1\ mol\ C} = \text{جرم خالص } C$$

روش تناسب :

$$\frac{m_A\ .\ \frac{P}{100} \times \frac{R\ g \text{ خالص}}{100\ g \text{ ناخالص}}}{a\ .\ M_{W(A)}} = \frac{V_B}{b \times V_m} = \frac{m_C}{c\ .\ M_{W(C)}} = \frac{m_D}{d\ .\ M_{W(D)}}$$

$(V_m = 22/4\ Lit$: حجم مولی $)$

$(\frac{P}{100}$: بازده درصدی $)$

$(\frac{R}{100}$: درصد خلوص $)$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۹۰۰ کیلوگرم از برگ درختان صنوبرکه حاوی گلوکز با درصد خلوص ٪ ۰/۲ است ، وارد فرآیند تخمیر بی هوازی می شود تا ۲۳ گرم الکل تولید شود . بازده درصدی واکنش را به دست آورید .

$(1mol: C_6H_{12}O_6 = 180 \;;\; C_2H_5OH = 46\ g)$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

روش خطی :

$$900\times10^3\ g\ \text{گلوکز} \times \frac{0/2}{100}\times\frac{R}{100}\times\frac{1mol\ C_6H_{12}O_6}{180g}\times\frac{2mol\ C_2H_5OH}{1mol\ C_6H_{12}O_6}\times\frac{46\ g}{1mol\ C_2H_5OH} = 23\ g\ C_2H_5OH$$

$$9/2\ R = 23 \quad \rightarrow \quad R = \frac{23}{9/2} = 2/5\%$$

روش تناسب :

$$1\ C_6H_{12}O_6 \quad \equiv \quad 2\ C_2H_5OH$$

$$\frac{m_{\ C_6H_{12}O_6}\ \frac{P}{100}\times\frac{R}{100}}{a\ .\ M_{W\ (\ C_6H_{12}O_6)}} = \frac{m_{\ C_2H_5OH}}{c\ .\ M_{W\ (\ C_2H_5OH)}} \quad \rightarrow \quad \frac{900\times10^3\times\frac{0/2}{100}\times\frac{R}{100}}{1\times180} = \frac{23}{2\times46}$$

$$9/2\ R = 23 \quad \rightarrow \quad R = \frac{23}{9/2} = 2/5\%$$

نمونه سؤال

با محاسبه مشخص کنید در شرایط استاندارد ، تقریباً چند لیتر گاز NO_2 از واکنش ۶/۳۵ گرم فلز مس خالص با مقدار اضافی نیتریک اسید تولید می شود؟

$1mol\ Cu = 63.5\ g$

$$Cu_{(s)} + 4HNO_{3\,(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2\,(aq)} + 2NO_2 + 2H_2O_{(l)}$$

روش خطی :

$$L\ NO_2 = 6.35\ g\ Cu \times \frac{1\ mol\ Cu}{63.5\ g}\times\frac{1\ mol\ NO_2}{1\ mol\ Cu}\times\frac{22.4\ L}{1\ mol\ NO_2} = 4.48\ L$$

روش تناسب :

$$1\ Cu \quad \equiv \quad 2\ NO_2$$

$$\frac{6.35}{1\times63.5} = \frac{V_{\ NO_2}}{2\times22.4} \dashrightarrow V_{\ NO_2} = 4.48\ L$$

از واکنش نیم گرم KCl ناخالص با مقدار اضافی از $AgNO_3$ ، ۰/۷۲ گرم رسوب تولید می شود . درصد خلوص KCl را حساب کنید .

$Ag = 108 \;،\; K = 39 \;،\; Cl = 35/5 \;،\; N = 14 \;،\; O = 16\ g.mol^{-1}$

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl + KNO_3$$

ایران توشه ای برای موفقیت

روش خطی :

$$g_{KCl} = 0.72\ g_{AgCl} \times \frac{1\ mol\ AgCl}{143.5\ g} \times \frac{1\ mol\ KCl}{1\ mol\ AgCl} \times \frac{74.5\ g}{1\ mol\ KCl} = 0.374\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{0/374}{0.5} \times 100 = 74.76\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ KCl \quad \equiv \quad 1\ AgCl$$

$$\frac{0.5 \times \frac{R}{100}}{1 \times 74.5} = \frac{0.72}{1 \times 143.5} \longrightarrow \frac{R}{100} = \frac{53.64}{71.75} \longrightarrow R = 74.76\ \%$$

محاسبه کنید از واکنش ۳/۶ مول گاز آمونیاک (NH_3) با مقدار اضافی مس (II) اکسید (CuO) ، چند لیتر گاز نیتروژن در شرایط استاندارد به دست می آید؟

$1mol\ NH_3 = 17/03\ g$

$$2NH_{3\,(g)} + 3CuO_{(s)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 3Cu_{(s)} + 3H_2O_{(g)}$$

روش خطی :

$$L_{N_2} = 3.6\ mol_{NH_3} \times \frac{1\ mol\ N_2}{2\ mol\ NH_3} \times \frac{22.4\ L}{1\ mol\ N_2} = 40.32\ L$$

روش تناسب :

$$2\ NH_3 \quad \equiv \quad 1\ N_2$$

$$\frac{3.6}{2} = \frac{V_{N_2}}{1 \times 22.4} \longrightarrow V_{N_2} = 40.32\ L$$

یک روش برای تولید گاز کلر ، تأثیر دادن هیدروکلریک اسید بر منگنز دی اکسید است . در یک آزمایش از نمونه ی ناخالص منگنز دی اکسید با خلوص ۸۰٪ ، مقدار ۳۵/۵ گرم گاز کلر تهیه کرده ایم . این نمونه چند گرم ناخالصی به همراه داشته است؟ (ناخالصی ها در واکنش شرکت نکرده اند)

$Mn = 55$ ، $O = 16$ ، $Cl = 35/5\ g.mol^{-1}$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

روش خطی :

$$g_{MnO_2} = 35.5\ g_{Cl_2} \times \frac{1\ mol\ Cl_2}{71\ g} \times \frac{1\ mol\ MnO_2}{1\ mol\ Cl_2} \times \frac{87\ g\ MnO_2}{1\ mol\ MnO_2} = 43/5\ g$$

$$80 = \frac{43/5}{\text{ناخالص}} \times 100 \longrightarrow MnO_2 \text{ ناخالص} = 54/375\ g$$

روش تناسب : ($80\ \% = 0/80$)

$$1\ MnO_2 \quad \equiv \quad 1\ Cl_2$$

$$\frac{m_{MnO_2} \times 0/80}{1 \times 87} = \frac{35/5}{1 \times 71} \longrightarrow m_{MnO_2} = 54/375\ g$$

۶۸/۴ گرم آلومینیم سولفات طبق واکنش زیر ، دراثر حرارت تجزیه می شود . اگر از جرم مجموع مواد ۱۰ گرم کم شده باشد ، درصد خلوص آلومینیم سولفات چند است ؟

$1molAl_2(SO_4)_3 = 342\ g$ ، $Al = 27$ ، $S = 32$ ، $O = 16$ و $Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3\ SO_3$

روش خطی : (نکته : ۱۰ گرم کسر شده مربوط به خروج گاز SO_3 است .)

$$gr_{\ Al_2(SO)_3} = 10\ g_{\ SO_3} \times \frac{1\ mol\ SO_3}{80\ g} \times \frac{1\ mol\ Al_2(SO)_3}{3\ mol\ SO_3} \times \frac{342\ g}{1\ mol\ Al_2(SO)_3} = 14/25$$ گرم خالص

$$R = \frac{14/25}{68/4} \times 100 = 20.83\ \%$$

روش دوم خطی :

$$10\ g_{\ SO_3} = 68.4\ g_{Al_2(SO)_3} \times \frac{X}{100} \times \frac{1\ mol\ Al_2(SO)_3}{342\ g} \times \frac{3\ mol\ SO_3}{1\ mol\ Al_2(SO)_3} \times \frac{80\ g}{1\ mol\ SO_3} \rightarrow X = 20.83\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ Al_2(SO_4)_3 \equiv 3\ SO_3$$

$$\frac{68.4 \times \frac{R}{100}}{1 \times 342} = \frac{10}{3 \times 80} \longrightarrow R = 20.83\ \%$$

تیغه ای به جرم ۳ گرم از فلز آلومینیم با درصد خلوص ۸۰ ٪ در مقدار کافی محلول مس(II) سولفات انداخته شده تا واکنش زیر انجام شود :

$$2\ Al_{(s)} + 3CuSO_{4\ (aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\ (aq)} + 3\ Cu_{(s)}$$

پس از پایان واکنش چندگرم فلز مس با درصد خلوص ۶۰ ٪ تولید خواهد شد ؟

روش خطی :

$$gr_{\ Cu} = 3\ g_{\ Al\ ناخالص} \times \frac{80\ _{خالص}}{100\ _{ناخالص}} \times \frac{1\ mol\ Al}{27\ g} \times \frac{3\ mol\ Cu}{2\ mol\ Al} \times \frac{63\ g\ _{خالص}}{1\ mol\ Cu} \times \frac{100\ _{ناخالص}}{60\ _{خالص}} = 14\ g$$

روش تناسب :

$$2\ Al \equiv 3\ Cu$$

$$\frac{3 \times \frac{80}{100}}{2 \times 27} = \frac{m_{\ Cu} \times \frac{60}{100}}{3 \times 63} \longrightarrow m_{\ Cu} = 14\ g$$

جرم کلسیم موجود در نمونه ۴ گرمی از $Ca(NO_3)_2$ ناخالص برابر ۰/۸۵ گرم است . درصد خلوص $Ca(NO_3)_2$ را درنمونه به دست آورید .

$Ca = 40$ ، $N = 14$ ، $O = 16$ $g.mol^{-1}$

ایران تونیک
توشه ای برای موفقیت

روش خطی :

$$g_{Ca(NO_2)_2} = 0.85\ g_{Ca} \times \frac{1\ mol\ Ca}{40\ g} \times \frac{1\ mol\ Ca(NO_2)_2}{1\ mol\ Ca} \times \frac{164\ g}{1\ mol\ Ca(NO_2)_2} = 3/485\ \ g_{\text{خالص}}$$

$$R = \frac{3/485}{4} \times 100 = 87.12\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ Ca \quad \equiv \quad 1\ Ca(NO_3)_2$$

$$\frac{0/85}{1 \times 40} = \frac{4 \times \frac{R}{100}}{1 \times 164} \longrightarrow R = 87.12\ \%$$

اگر مخلوط گازی شامل ۳۵ درصد جرمی CO و ۶۵ درصد جرمی CO_2 باشد ، درصد جرمی کربن در این مخلوط را به دست آورید .

$$C = 12 \ , \ O = 16\ g.mol^{-1}$$

فرض می کنیم جرم نمونه ۱۰۰ گرم است ، پس مقدار CO برابر ۳۵ و مقدار CO_2 برابر ۶۵ گرم است و مقدار کربن را در هرکدام به دست آورده ، و مجموع آن را حساب می کنیم :

$$g_C = \left[35\ g_{CO} \times \frac{12\ g_C}{28\ g_{CO}}\right] + \left[65\ g_{CO_2} \times \frac{12\ g_C}{44\ g_{CO_2}}\right] = 32.73 \rightarrow \%\ C = \frac{32.73}{100} \times 100 = 32.73\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ CO \quad \equiv \quad 1\ C \qquad\qquad 1\ CO_2 \quad \equiv \quad 1\ C$$

$$\frac{35}{1 \times 28} = \frac{m_C}{1 \times 12} \longrightarrow m_C = 15\ g \qquad \frac{65}{1 \times 44} = \frac{m_C}{1 \times 12} \longrightarrow m_C = 17/73\ g$$

$$\%\ C = \frac{(15 + 17.73)}{100} \times 100 = 32.73\ \%$$

گاز هیدروژن حاصل از واکنش ۴۱/۶ گرم آلومینیم با مقدار اضافی HCl را از روی مقدار اضافی CuO عبور می دهیم .

چند گرم مس تشکیل می شود ؟ $Cu = 64$ ، $H = 1$ ، $Al = 27$

$$2Al_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3\,(aq)} + 3H_{2\,(g)}$$
$$CuO_{(s)} + H_{2\,(g)} \rightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

روش خطی :

$$g_{Cu} = 41.6\ g_{Al} \times \frac{1\ mol\ Al}{27\ g} \times \frac{3\ mol\ H_2}{2\ mol\ Al} \times \frac{1\ mol\ Cu}{1\ mol\ H_2} \times \frac{64\ g}{1\ mol\ Cu} = 147.91\ \ g$$

روش تناسب : چون هر ۲ مول Al هم ارز با ۳ مول H_2 است ، و از طرفی هر ۱ مول H_2 هم ارز با ۱ مول Cu است ، پس هر ۲ مول Al نیز هم ارز با ۳ مول Cu خواهد بود .

$$2\ Al \quad \equiv \quad 3\ Cu$$

$$\frac{41/6}{2 \times 27} = \frac{m_{Cu}}{3 \times 64} \longrightarrow m_{Cu} = 147.91\ \ g$$

ایران توشه ای برای موفقیت

نمونه ای به جرم ۱۰ گرم شامل مخلوطی از کلسیم کربنات و کلسیم سولفات است . به این مخلوط ، محلول هیدروکلریک اسید زیاد افزوده شده است . کلسیم کربنات با اسید واکنش می دهد . اما کلسیم سولفات واکنش نمی دهد. جرم کربن دی اکسید تولید شده ۱/۵ گرم است . با فرض اینکه واکنش کامل باشد ، درصد کلسیم کربنات در مخلوط را محاسبه کنید .

$Ca = 40 \ ، C = 12 \ ، H = 1 \ ، O = 16 \ g.mol^{-1}$

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O_{(l)}$$

روش خطی :

$$g_{\ CaCO_3} = 1.5\ g_{\ CO_2} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g} \times \frac{1\ mol\ CaCO_3}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{100\ g}{1\ mol\ CaCO_3} = 3.4\ g$$

$$\% CaCO_3 = \frac{3.4}{10} \times 100 = 34\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ CaCO_3 \quad \equiv \quad 1\ CO_2$$

$$\frac{10 \times \frac{R}{100}}{1 \times 100} = \frac{1/5}{1 \times 44} \longrightarrow R = 34\ \%$$

آلیاژی از منیزیم و آلومینیم به جرم ۱/۳۵ گرم را در محلول سدیم هیدروکسید می اندازیم . تمام آلومینیم موجود در آلیاژ واکنش داده و ۰/۱۲ گرم گاز هیدروژن آزاد می شود . اگر منیزیم موجود در آلیاژ را به عنوان ناخالصی در نظر بگیریم ، درصد خلوص آلیاژ چقدر است ؟ $Al = 27 \ ، \ H = 1$

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow NaAl(OH)_4 + 3H_2$$

روش خطی :

$$g_{\ Al} = 0.12\ g_{\ H_2} \times \frac{1\ mol\ H_2}{2\ g} \times \frac{2\ mol\ Al}{3\ mol\ H_2} \times \frac{27\ g}{1\ mol\ Al} = 1.08\ g \rightarrow \%Al = \frac{1.08}{1.35} \times 100 = 80\%$$

روش تناسب :

$$2\ Al \quad \equiv \quad 3\ H_2$$

$$\frac{1/35 \times \frac{R}{100}}{2 \times 27} = \frac{0/12}{3 \times 2} \longrightarrow R = 80\ \%$$

اگر از واکنش ۱۳ گرم فلز روی با مقدار کافی گاز کلر ، مقدار ۲۱/۷۶ گرم روی کلرید پدید آید ، بازده درصدی این واکنش چقدر است ؟ $Zn = 65 \ ، \ Cl = 35/5\ g.mol^{-1}$

$$Zn + Cl_2 \rightarrow ZnCl_2$$

روش خطی :

$$21.76\ g_{\ ZnCl_2} = 13\ g_{\ Zn} \times \frac{P}{100} \times \frac{1\ mol\ Zn}{65\ g} \times \frac{1\ mol\ ZnCl_2}{1\ mol\ Zn} \times \frac{136\ g}{1\ mol\ ZnCl_2} \rightarrow P = 80\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ Zn \quad \equiv \quad 1\ ZnCl_2$$

$$\frac{13 \times \frac{P}{100}}{1 \times 65} = \frac{21/76}{1 \times 136} \longrightarrow P = 80\ \%$$

توشه ای برای ما ... ایران آموزش

با توجه به واکنش زیر ، اگر بازده درصدی واکنش ۹۲٪ باشد ، چند گرم بخار آب از واکنش ۶۴۰ گرم گاز اکسیژن با مقدار اضافی هیدروژن بدست می آید ؟

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

روش خطی :

$$g_{\ H_2O} = 640\ g_{\ O_2} \times \frac{92}{100} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g} \times \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ O_2} \times \frac{18\ g}{1\ mol\ H_2O} = 662.4\ g$$

روش تناسب :

$$1\ O_2 \quad \equiv \quad 2\ H_2O$$

$$\frac{640 \times 0/92}{1 \times 32} = \frac{m_{\ H_2O}}{2 \times 18} \longrightarrow m_{\ H_2O} = 662.4\ g$$

با توجه به واکنش اگر ۰/۲ مول HCl مصرف شود و در پایان واکنش ۰/۱۹ گرم هیدروژن بدست آید ، بازده درصدی واکنش را حساب کنید ؟

$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

روش خطی :

$$0.19\ g_{\ H_2} = 0.2\ mol_{\ HCl} \times \frac{P}{100} \times \frac{3\ mol\ H_2}{6\ mol\ HCl} \times \frac{2\ g}{1\ mol\ H_2} \quad \rightarrow \quad P = 95\ \%$$

روش تناسب :

$$6\ HCl \quad \equiv \quad 3\ H_2$$

$$\frac{0/2 \times \frac{P}{100}}{6} = \frac{0/19}{3 \times 2} \longrightarrow P = 95\ \%$$

از واکنش ۲/۴۵ گرم آمونیم نیترات مطابق واکنش زیر ، ۰/۵۳ لیتر گاز N_2O در شرایط STP تولید شده است . با محاسبه مقدار نظری و بازده درصدی واکنش را بدست آورید .

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2$$

روش خطی :

$$L_{\ N_2O} = 2.45\ g_{\ NH_4NO_3} \times \frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{80\ g} \times \frac{1\ mol\ N_2O}{1\ mol\ NH_4NO_3} \times \frac{22.4\ L}{1\ mol\ N_2O} = 0/686\ L \text{ مقدار نظری}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{0/53}{0/686} \times 100 = 77.26\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ NH_4NO_3 \quad \equiv \quad 1\ N_2O$$

$$\frac{2/45 \times \frac{P}{100}}{1 \times 80} = \frac{0/53}{1 \times 22/4} \longrightarrow P = 77.26\ \%$$

مقدار ۵ گرم فلز منیزیم با مقدار کافی گاز نیتروژن واکنش می دهد . اگر جرم مواد باقیمانده برابر ۶/۵ گرم باشد ، بازده واکنش را بدست آورید .

$$Mg = 24\ ,\ N = 14 \qquad 3Mg_{(s)} + N_{2\,(g)} \rightarrow Mg_3N_{2\,(s)}$$

روش خطی :

مقدار نیتروژن مصرفی $= 6.5 - 5 = 1.5\ g$

$$1.5\ g_{\ N_2} = 5\ g_{\ Mg} \times \frac{P}{100} \times \frac{1\ mol\ Mg}{24\ g} \times \frac{1\ mol\ N_2}{3\ mol\ Mg} \times \frac{28\ g}{1\ mol\ N_2} \rightarrow P = 77.14\ \%$$

روش تناسب :

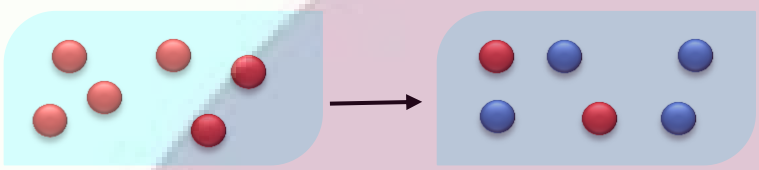
$$3\ Mg \equiv 1\ N_2$$

$$\frac{5 \times \frac{P}{100}}{3 \times 24} = \frac{6.5 - 5 = 1.5}{1 \times 28} \longrightarrow P = 77.14\ \%$$

با توجه به شکل زیر ، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :

آ) معادله ی واکنش انجام شده را بنویسید .

ب) بازده واکنش را به دست آورید .



$1mol\ A$

$1mol\ B$

آ)

$$8\ B \rightarrow 4\ A + 2\ B \quad \leftrightarrow \quad 6\ B \rightarrow 4\ A \quad \leftrightarrow \quad 3\ B \rightarrow 2A$$

ب)

$$\text{بازده} = \frac{\text{مول مصرفی}}{\text{مول اولیه}} \times 100 = \frac{6}{8} \times 100 = 75\ \%$$

مقدار ۳۲۰ گرم هماتیت با درصد خلوص ۸۰ ٪ در یک کوره بلند با کربن حرارت داده می شود . اگر همه ی کربن بسوزد و جرم جامد باقیمانده برابر ۲۷۴ گرم باشد ، بازده واکنش را بدست آورید .

$O = 16$ ، $Fe = 56$ ، $C = 12$

$$2Fe_2O_{3\,(s)} + 3C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 4Fe_{(s)} + 3CO_{2\,(g)}$$

روش خطی :

مقدار اکسیژن خارج شده $= 320 - 274 = 46\ g$

$$46\ g_{\ O_2} = 320\ g_{\ Fe_2O_3} \times \frac{80}{100} \times \frac{P}{100} \times \frac{1\ mol\ Fe_2O_3}{160\ g} \times \frac{3\ mol\ O}{mol\ Fe_2O_3} \times \frac{16\ g}{1\ mol\ O} \rightarrow P = 59.9\ \%$$

روش تناسب :

$$1\ Fe_2O_3 \equiv 3\ O$$

$$\frac{320 \times \frac{80}{100} \times \frac{P}{100}}{1 \times 160} = \frac{46}{3 \times 16} \longrightarrow P = 59.9\ \%$$

مقدار ۱۲۰ گرم سدیم هیدروژن کربنات ناخالص را حرارت داده می شود . اگر بازده واکنش برابر ۷۵ ٪ باشد ، مقدار باقیمانده برابر ۵۰ گرم می شود . درصد خلوص سدیم هیدروژن کربنات را بدست آورید .

$Na = 23$ ، $O = 16$ ، $H = 1$ ، $C = 12$

$$2NaHCO_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3\,(s)} + CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$$

روش خطی :

مقدار بخار آب و کربن دی اکسید خارج شده $= 120 - 95 = 25\ g$

$$25\ g_{(H_2O+CO_2)} = 120\ g_{NaHCO_3} \times \frac{R}{100} \times \frac{75}{100} \times \frac{1\ mol\ NaHCO_3}{84\ g} \times \frac{1\ mol\ (H_2O + CO_2)}{2mol\ NaHCO_3} \times \frac{(18+44)g}{1\ mol(H_2O + CO_2)}$$

$$\rightarrow R = 75.3\ \%$$

روش تناسب :

$$2\ NaHCO_3 \quad \equiv \quad 1\ (H_2O + CO_2)$$

$$\frac{120 \times \frac{R}{100} \times \frac{75}{100}}{2 \times 84} = \frac{25}{1 \times (18+44)} \longrightarrow R = 75.3\ \%$$

قوانین گازها

I) قانون بویل (رابطه فشار با حجم در دمای ثابت)

❖ در دمای ثابت ، با افزایش فشار گاز ، حجم کاهش می یابد . (حجم گاز با فشار رابطه عکس دارد .)

$$V \propto \frac{1}{P} \rightarrow V = k \times \frac{1}{P} \rightarrow PV = k\ (\text{عدد ثابت})$$

❖ برای مقدار معینی گاز در دمای ثابت (قانون بویل) ؛ وقتی فشار گاز افزایش یابد ($P \uparrow$) ، باید حجم کاهش یابد ($V \downarrow$) تا حاصلضرب آنها که برابر عددی ثابت (k) است ، همیشه ثابت بماند .

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

اگر در دمای ثابت ، مقدار فشار یک بادکنک حاوی **۱۰ لیتر** گاز CO_2 را **چهار برابر** کنیم ، حجم بادکنک چند لیتر خواهد شد ؟

$$P_1V_1 = P_2V_2 \xrightarrow{P_2 = 4P_1} P_1 \times 10 = 4P_1V_2 \longrightarrow V_2 = \frac{10}{4} = 2/5\ L$$

با یک کپسول **۱۵ لیتری** گاز هلیم با فشار **۲۰ اتمسفر** ، چه تعداد بادکنک **۲/۵ لیتری** با فشار $570\ mmHg$ را می توان در دمای ثابت پر کرد ؟ ($1\ atm = 760\ mmHg$)

$$P_2 = 570\ mmHg \times \frac{1\ atm}{760\ mmHg} = 0/75\ atm$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \longrightarrow 20 \times 15 = 0/75\ V_2 \rightarrow V_2 = \frac{300}{0/75} = 400\ L$$

$$\text{تعداد بادکنک} = \frac{400}{2/5} = 160$$

II) قانون شارل (رابطه دما با حجم در فشار ثابت)

❖ در فشار ثابت ، با افزایش دما گاز ، حجم گاز هم افزایش می یابد . (حجم گاز با دما رابطه مستقیم دارد .)

$$V \propto T \quad \rightarrow \quad V = b \times T \quad \rightarrow \quad \frac{V}{T} = b \ (\text{عدد ثابت})$$

❖ برای مقدار معینی گاز دردمای ثابت (قانون شارل) ؛ وقتی دمای گاز افزایش یابد ($T \uparrow$) ، باید حجم گاز نیزافزایش یابد ($V \uparrow$) تا حاصل تقسیم آنها که برابر عددی ثابت (b) است ، همیشه ثابت بماند .

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

❖ در رابطه ی بالا ، دما باید بر حسب کلوین باشد . (چون طبق قانون شارل ، اگر دمای گاز n برابر شود ، حجم گاز هم n برابر می شود و این به شرط اینکه دما بر حسب کلوین باشد ، محقق خواهد شد و اگر دما بر حسب درجه سانتی گراد باشد ، این گونه نمی توان نتیجه گرفت) .

ظرفی حاوی گاز اکسیژن در دمای $27\ ^\circ C$ دارای **۳۰ لیتر** حجم است . اگر دما به $37\ ^\circ C$ برسد ،حجم ظرف چقدر می شود ؟

$$(K = {}^\circ C + 273) \quad \rightarrow \quad T_1 = 27 + 273 = 300\ K \quad ; \quad T_2 = 37 + 273 = 310\ K$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \rightarrow \quad \frac{30}{300} = \frac{V_2}{310} \quad \rightarrow \quad V_2 = 31\ L$$

اگر دمای یک سیلندر با پیستون متحرک (فشار ثابت !!) که حاوی **۲۰ لیتر** گاز است را از صفر درجه سلسیوس را به **۱۳۶/۵** درجه سلسیوس افزایش دهیم ، حجم سیلندر چند درصد افزایش می یابد ؟

$$T_1 = 0 + 273 = 273\ K \quad ; \quad T_2 = 136/5 + 273 = 409/5\ K$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \rightarrow \quad \frac{20}{273} = \frac{V_2}{409/5} \quad \rightarrow \quad V_2 = \frac{8190}{273} = 30\ L$$

$$\text{درصد افزایش حجم} = \frac{30}{20} \times 100 = 150\ \%$$

III) قانون آووگادرو (رابطهٔ مقدار گاز – حجم)

❖ طبق قانون آووگادرو ؛ در دما و فشار ثابت ، حجم یک گاز با مقدار مول گاز رابطهٔ مستقیم دارد . به عبارت دیگر با افزایش شمار مول های هر گاز ، حجم ان افزایش می یابد .

$$V \propto n \quad \rightarrow \quad V = a \times n \quad \rightarrow \quad \frac{V}{n} = a \ (\text{عدد ثابت})$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

❖ **شرایط استاندارد (STP) :** در دما و فشار یکسان ، حجم یک مول از گازهای گوناگون ، با هم یکسان و برابر با **۲۲/۴ لیتر** یا **۲۲۴۰۰ میلی لیتر** است .

$$1\ mol = 22/4\ Lit = 22400\ mLit \quad \rightarrow \quad \frac{1\ mol \text{ گاز}}{22/4\ L} \ ; \ \frac{1\ mol \text{ گاز}}{22400\ mL}$$

توشه ای برای موفقیت

- در شرایط استاندارد ؛ معمولاً حجم را در دمای $0\ ^\circ C$ ($273\ K$) ، فشار را $1\ atm$ ($760\ mmHg$) در نظر می گیرند .
- طبق قوانین ریاضی ؛

$$\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2} \rightarrow \frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{V_2-V_1}{V_1}=\frac{n_2-n_1}{n_1} \rightarrow \frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta n}{n_1}$$

IV) ادغام قوانین گازها (قانون گاز ایده ال)

I) قانون بویل : $PV=k \rightarrow V=\frac{k}{P}$ (در T و n ثابت)

II) قانون شارل : $\frac{P}{T}=b \rightarrow V=bT$ (در P و n ثابت)

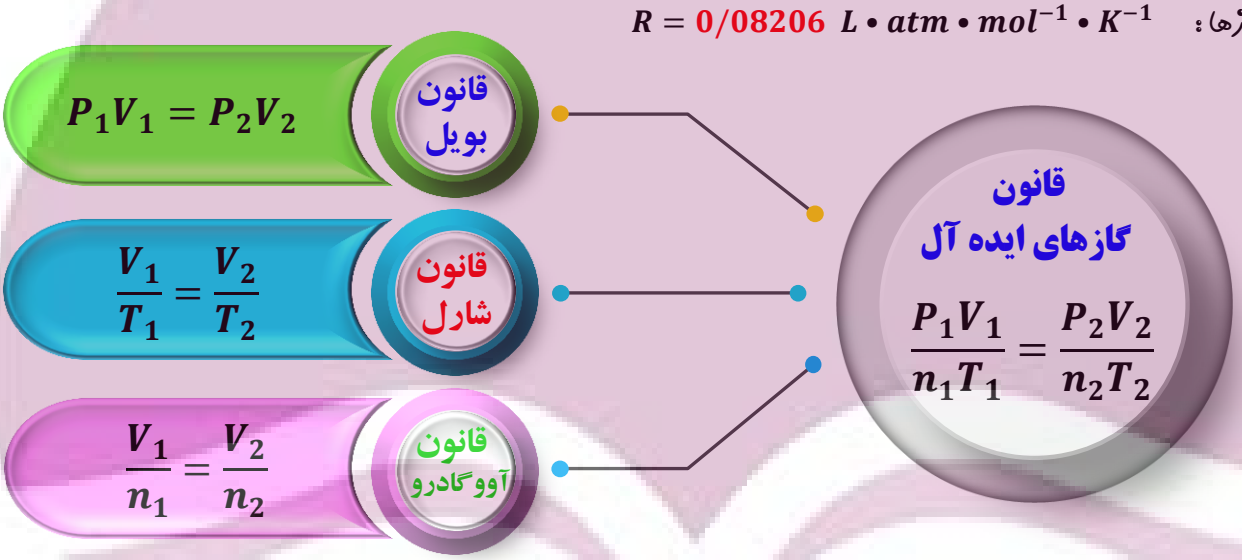
III) قانون آووگادرو : $\frac{V}{n}=a \rightarrow V=an$ (در T و n ثابت)

$\rightarrow V \propto \frac{nT}{P} \longrightarrow \downarrow$

قانون عمومی گازها :

$$PV=nRT$$

ثابت جهانی گازها ؛ $R=0/08206\ L\cdot atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$



❖ **نکته :** اگر در رابطه ی $PV=nRT$ همان شرایط استاندارد (STP) ، یعنی به جای n ، مقدار **۱ مول** ، به جای T دمای $273\ K$ ، به جای P عدد $1atm$ و به جای R مقدار آن $0/08206$ را قرار دهیم ، به عدد **حجم مولی** گازها یعنی **۲۲/۴** لیتر خواهیم رسید .

$$PV=nRT \rightarrow V=\frac{nRT}{P}=\frac{(1\ mol)(0/08206\ L.atm.mol^{-1}.K^{-1})(273\ K)}{1\ atm}=22/4\ Lit$$

۳ مول گاز O_2 ، یک بالون هوایی به حجم **۶۰ لیتر** را کامل پر می کند . اگر بخواهیم یک بالون **۴۰ لیتری** را با همان گاز O_2 پر کنیم ، به **چند مول** گاز O_2 نیاز است ؟

$$\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2} \rightarrow \frac{60}{3}=\frac{40}{n_2} \rightarrow n_2=2\ mol$$

۲ **مول** گاز He در سیلندری با پیستون روان به حجم **۵ لیتر** موجود است . چند گرم گاز He باید به سیلندر افزوده شود تا حجم گاز **۱/۵ لیتر** افزایش یابد ؟

$$\rightarrow \frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta n}{n_1} \rightarrow \frac{1/5}{5}=\frac{\Delta n}{2} \rightarrow \Delta n = 0/6\ mol\ He$$

$$gr\ He = 0/6\ mol\ He \times \frac{4\ gr}{1\ mol\ He} = 2/4\ gr\ He$$

اگر چگالی گاز O_2 در دما و فشار ثابت برابر با $1/4\ \frac{g}{L}$ باشد ، چگالی گاز CO_2 را در همین دما و فشار بر حسب $\frac{g}{L}$ به دست آورید . ($d=\frac{m\,(gr)}{V\,(L)}$)

$$\frac{d\ O_2}{d\ CO_2}=\frac{\frac{m\ O_2}{V}}{\frac{m\ CO_2}{V}} \rightarrow \frac{d\ O_2}{d\ CO_2}=\frac{m\ O_2}{m\ CO_2} \rightarrow \frac{1/4}{d\ CO_2}=\frac{32}{44} \rightarrow d\ CO_2 = 1/95\ \frac{g}{L}$$

این مجموعه هدیه ای است
برای شادی روح ابوی
مرحوم این حقیر

تهیه و تدوین

ب . کولیوند

به اطلاع همکاران و استفاده کنندگان از این فایل ها می رساند ؛

هر گونه درآمدزایی با این فایل و فایل های منتسب به حقیر ، با رعایت شروط زیر بلامانع است :

- نام تهیه کننده از هیچ قسمتی از فایل ها حذف نشود .
- درآمد در حد قانونی و عرف معمولی باشد.
- یک چهارم درآمد کسب شده ، جهت کمک به بیماران سرطانی به شماره کارت داده شده واریز شود .

6037997145064441

در غیر این صورت ، کسب درآمد با این فایل ها مشکل شرعی و اخلاقی خواهد داشت .