Subject: ..... Date: .....

شیمی ۲ — فصل ۵

ترکیب دوم سوال ۱۱

مقدار عملی یک فراورده و مقدار یک واکنش‌دهنده داده شده است به بازده درصد مورد سوال است.

ابتدا از طریق محاسبات استوکیومتری و با استفاده از مقدار واکنش‌دهنده، مقدار فراورده را نظری به دست می‌آوریم. سپس با داشتن مقدار عملی و مقدار نظری محاسبه کرده، بازده درصدی واکنش را تعیین می‌کنیم.

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

مثال: هرگاه ۱۷٫۱ گرم $Ba(OH)_2$ با مقدار زیادی محلول سدیم سولفات اضافه شود ۲۰ گرم رسوب $BaSO_4$ تولید می‌شود مقدار عملی و نظری را تعیین و سپس بازده درصدی را تعیین کنید:

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

مقدار عملی: ۲۰ g

$$\begin{cases} Ba(OH)_2 = 171\ g.mol^{-1} \\ BaSO_4 = 233\ g.mol^{-1} \end{cases}$$

$$?\ BaSO_4 = 17.1\ g\ Ba(OH)_2 \left(\frac{1\ mol\ Ba(OH)_2}{171\ g\ Ba(OH)_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ BaSO_4}{1\ mol\ Ba(OH)_2}\right)\left(\frac{233}{1\ mol\ BaSO_4}\right)$$

$$= \frac{17.1 \times 233}{171} = 23.3$$ مقدار نظری

$$\% = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{20}{23.3} \times 100 = 85.7\%$$

مثال: اگر از واکنش ۳۴٫۸ گرم $MnO_2(s)$ با مقدار کافی هیدروکلریک اسید مقدار زیادی آب حل شده است ۲۵٫۸ گرم گاز کلر به دست آید سپس بازده درصدی را تعیین کنید.

$$\begin{cases} MnO_2 = 87\ g.mol^{-1} \\ Cl_2 = 71\ g.mol^{-1} \end{cases} \quad (Cl = 35.5\ g.mol^{-1})$$

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

مقدار عملی: 25.8 g

$$?\ Cl_2 = 34.8\ g\ MnO_2 \left(\frac{1\ mol\ MnO_2}{87\ g\ MnO_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ Cl_2}{1\ mol\ MnO_2}\right)\left(\frac{71\ g\ Cl_2}{1\ mol\ Cl_2}\right)$$

$$= \frac{34.8 \times 71}{87} = 28.4$$ مقدار نظری

$$\text{بازده درصد} = R\% = \frac{25.8}{28.4} \times 100 = 90.8\%$$

Tej Danesh

Subject: Data:

مثال) آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در رنگ‌سازی به کار می‌رود. اگر واکنش ۴۲ گرم این ماده با کافی کربن مونوکسید طبق معادله‌ی زیر، ۴۰ لیتر گاز CO_2 با چگالی ۴ گرم بر لیتر تولید کند، درصد بازده واکنش را به دست آورید.

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

$42\,gr$

$\begin{cases} Fe_2O_3 = 160\ gr.mol^{-1} \\ CO_2 = 44\ gr.mol^{-1} \end{cases}$

$\begin{cases} 40\ Lit \\ \text{چگالی} = 4\ gr/L \end{cases}$ مقدار عملی

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 4 = \frac{m_{CO_2}}{40}$

$m_{CO_2} = 176\ gr$ مقدار عملی

$$?\,CO_2 = 42\,gr\,Fe_2O_3 \left(\frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{160\,gr\,mol^{-1}}\right)\left(\frac{3\,mol\,CO_2}{1\,mol\,Fe_2O_3}\right)\left(\frac{44\,gr\,mol^{-1}}{1\,mol\,CO_2}\right)$$

$$= \frac{42 \times 3 \times 44}{160} = 34.65\ gr$$ مقدار نظری

$$R\% = \frac{32}{34.65} \times 100 = 90.9\%$$

مثال) اگر در تجزیه ۱/۵ مول آلومینوم سولفات طبق معادله

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$ ۲۸٫۸ گرم فراورده گازی در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۴ لیتر است به دست آمده باشد، درصد بازده واکنش کدام است؟

$(S=32 \quad Al=27 \quad O=16\ gr.mol^{-1})$

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$ (g)

$22.4\,Lit\,mol^{-1}$ = حجم مولی گازها

$1.5\,mol$ از مول

$28.8\,Lit$ = مقدار عملی

$$?\,Lit\,SO_3 = 1.5\,mol_{Al_2(SO_4)_3}\left(\frac{3\,mol\,SO_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}\right)\left(\frac{22.4\,Lit\,SO_3}{1\,mol\,SO_3}\right)$$

$= 1.5 \times 3 \times 22.4 = 100.8\,Lit\,SO_3$ مقدار نظری

$$R\% = \frac{28.8}{100.8} \times 100 = \frac{2880}{100.8}$$

Subject: Date:

سوال است

نوع سوم: بازده درصدی و مقدار یک واکنش دهنده داده شده است و مقدار عملی یک فراورده مورد سوال است.

حل: ابتدا از طریق محاسبات استوکیومتری با استفاده از مقدار واکنش دهنده، مقدار فراورده مورد نظر (مقدار نظری) دست میاوریم. سپس با داشتن بازده درصدی و مقدار نظری محاسبه کرده مقدار عملی واکنش را تعیین می‌کنیم.

مثال) اگر در واکنش تهیه فسفر دکا اکسید از فسفر پنتا کلرید، تشکیل $POCl_3$ در ابتدای ۳ مول فسفر پنتا کلرید مصرف شود، چند گرم فراورده با بازده ۸۰ درصد تشکیل می‌شود؟

($O=16 \quad P=31 \quad Cl=35.5 \quad g.mol^{-1}$)

$$P_4O_{10} + 6PCl_5 \rightarrow 10POCl_3$$

$6 mol$ $\quad\quad$ $10 mol$

$POCl_3 = 153.5 \ g.mol^{-1}$

$R = 80\%$

مقدار عملی $POCl_3 = ?$

مقدار نظری

$$?g\ POCl_3 = 3 mol\ PCl_5 \left(\frac{10 mol\ POCl_3}{6 mol\ PCl_5}\right)\left(\frac{153.5\ g}{1 mol\ POCl_3}\right)$$

$$= \frac{3 \times 10 \times 153.5}{6} = 5 \times 153.5\ g$$

$$R = 80\% = \frac{\text{مقدار عملی } POCl_3}{\text{مقدار نظری } POCl_3} \times 100\% = \frac{\text{مقدار عملی}}{153.5 \times 5} \times 100\%$$

مقدار عملی $POCl_3 = 153.5 \times 4 = 614\ g\ POCl_3$

مثال) چند لیتر گاز در اثر تجزیه ۳۶ گرم پتاسیم نیترات در دمای ۰°C و یک اتمسفار با بازده ۶۰٪ در شرایط STP آزاد می‌شود؟

$KNO_3 = 101 \ g.mol^{-1}$

$R = 70\%$

حجم گاز تولیدی = ؟

$$4KNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$$

$4 mol$ $\quad\quad$ $5 mol$ گاز

$$?L \text{ گاز} = 36\ g\ KNO_3 \left(\frac{1 mol\ KNO_3}{101\ g\ KNO_3}\right)\left(\frac{5 mol \text{ گاز}}{4 mol\ KNO_3}\right)\left(\frac{22.4\ L}{1 mol}\right)$$

مقدار نظری

$$= \frac{36 \times 1 \times 5 \times 22.4}{101 \times 4} = 14.97\ L$$

$$\text{مقدار عملی} = 8.4\ L = \frac{4 \times 14.97}{10} = \frac{\text{مقدار عملی}}{14.97} \times 100\% = 60\%$$

Taj Danesh

مثال) در واکنش ۵۰ میلی لیتر محلول ۰٫۴ مولار پتاسیم هیدروکسید با محلول مس (II) نیترات کافی
با بازده ۸۰ درصد چند گرم مس (II) هیدروکسید می‌توان به دست آورد؟

$$2KOH + Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2KNO_3 + Cu(OH)_2$$

KOH: $M = 0.4\ mol.L^{-1}$, $n = 0.02\ mol$, $V = 50\ mL$

$Cu(OH)_2 = 98\ g.mol$

$Cu(OH)_2$ عملی = ؟

$R = 80\%$

$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0.4 = \frac{n}{0.05L} \Rightarrow n = 0.02\ mol$

$$?g_{Cu(OH)_2} = 0.02\ mol\ KOH \left(\frac{1\ mol\ Cu(OH)_2}{2\ mol\ KOH}\right)\left(\frac{98\ g\ Cu(OH)_2}{1\ mol\ Cu(OH)_2}\right)$$

مقدار نظری $= \frac{0.02 \times 98}{2} = 0.98\ g$

$80 = \frac{\text{مقدار عملی}}{0.98} \times 100 \Rightarrow$ مقدار عملی $Cu(OH)_2 = 0.98 \times 0.8 = 0.784\ g$

(۱۴) صفحه ۱۳ شیمی ۲

مورد سوال می‌باشد

تیپ چهارم: بازده درصدی، مقدار عملی یک فراورده داده شده است و مقدار یک واکنش‌دهنده

ابتدا با استفاده از بازده درصدی، مقدار عملی، مقدار نظری فراورده را محاسبه می‌کنیم سپس از طریق استوکیومتری مقدار واکنش‌دهنده مورد نظر را تعیین می‌کنیم.

مثال) در صورتی که بازده درصدی واکنش زیر برابر ۸۰ درصد باشد، برای تولید ۱۴٫۸ گرم دی اتیل اتر، چند گرم اتانول لازم است؟ (مقدار عملی)

$$2C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5OC_2H_5 + H_2O$$

دی اتیل اتر: جرم = ۱۴٫۸ g، بازده = ۸۰٪، جرم مولی = ۷۴ g.mol

اتانول: ؟ = جرم، جرم مولی = ۴۶ g.mol

$$?g_{\text{اتانول}} = 14.8\ g_{\text{دی اتیل اتر}} \left(\frac{1\ mol_{\text{دی اتیل اتر}}}{74\ g_{\text{دی اتیل اتر}}}\right)\left(\frac{2\ mol_{\text{اتانول}}}{1\ mol_{\text{دی اتیل اتر}}}\right)\left(\frac{46\ g_{\text{اتانول}}}{1\ mol_{\text{اتانول}}}\right) = \frac{14.8 \times 2 \times 46}{74} = 23\ g$$

مقدار نظری دی اتیل اتر $= \frac{14.8}{80} \times 100 = 18.5\ g$

مقدار نظری دی اتیل اتر = $\frac{14.8}{0.8}$ g

Taj Danesh

Subject: ادامه حل تمرین ۱۴ Date:

مثال) در شرایط STP برای ایراد سوزن ۲۵ گرم مس با درصد خلوص ۶۴٪ در حضور مقدار اضافی گاز هیدروژن با مس (II) اکسید با درصد خلوص ۸۰٪ واکنش می‌دهد. مقدار جرم مس (II) اکسید را بدست آورید.

$$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

در گاز مقدار ۱۲ گرم با درصد خلوص ۸۰٪ چند گرم ناخالصی دارد؟

$$\begin{cases} Cu \text{ ناخالص} = 25\,g \\ \text{درصد خلوص} = 64\% \end{cases} \qquad \begin{cases} CuO \text{ ناخالص} = ? \\ \text{درصد خلوص} = 80\% \end{cases}$$

$$64 = \frac{Cu \text{ خالص}}{25} \times 100 \Rightarrow Cu \text{ خالص} = 16\,g$$

$$?\,g_{CuO} = 16\,g_{Cu \text{ خالص}} \left(\frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu}\right)\left(\frac{1\,mol\,CuO}{1\,mol\,Cu}\right)\left(\frac{80\,g\,CuO}{1\,mol\,CuO}\right) = \frac{16 \times 80}{64} = 20\,g_{CuO \text{ خالص}}$$

$$80 = \frac{20}{\text{جرم ماده ناخالص } CuO} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص } CuO = 25\,g$$

مثال) از واکنش ۴٫۲۵ گرم سدیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد با مقدار اضافی محلول هیدروکلریک اسید چند گرم گاز CO_2 با درصد خلوص ۲۵٪ آزاد می‌شود؟

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$\begin{cases} Na_2CO_3 \text{ ناخالص} = 4{,}25\,g \\ \text{درصد خلوص} = 80\% \end{cases} \qquad \begin{cases} CO_2 \text{ ناخالص} = ? \\ \text{درصد خلوص} = 25\% \end{cases}$$

$$80 = \frac{Na_2CO_3 \text{ خالص}}{Na_2CO_3 \text{ ناخالص} = 4{,}25} \times 100 \Rightarrow Na_2CO_3 \text{ خالص} = \frac{4 \times 4{,}25}{5} = 3\,g_{Na_2CO_3 \text{ خالص}}$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$?\,g_{CO_2} = 3\,g_{Na_2CO_3 \text{ خالص}} \left(\frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{106\,g\,Na_2CO_3}\right)\left(\frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,Na_2CO_3}\right)\left(\frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}\right) = \frac{3 \times 44}{106} = 1{,}245\,g_{CO_2 \text{ خالص}}$$

$$25 = \frac{1{,}245}{\text{جرم ماده ناخالص } CO_2} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص } CO_2 = \frac{1{,}245}{25} = 4{,}98\,g$$

تیپ هفت:

کاهش جرم در واکنش‌هایی که فراورده گازی تولید می‌کنند.

در یک ظرف سربار کاهش جرم ناشی از خروج گازهای تولیدی می‌باشد.

مثال) ۶۸٫۴ گرم آلومینیم سولفات ناخالص طبق واکنش زیر در اثر حرارت در یک ظرف در باز تجزیه می‌شود، اگر از مجموع جرم مواد ۱۰ گرم کاسته شود. درصد خلوص آلومینیم سولفات چند است؟

$$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3SO_3$$

(s) (s) (g)

ناخالص $Al_2(SO_4)_3 = 68.4\,g$

درصد خلوص = ؟

خالص $SO_3 = 10\,g$

$$Al_2(SO_4)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + \underbrace{3SO_3}_{\text{خالص}}$$

$$?\,g\,Al_2(SO_4)_3 = 10\,g\,SO_3 \left(\frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3}\right)\left(\frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{3\,mol\,SO_3}\right)\left(\frac{342\,g\,Al_2(SO_4)_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}\right) = \frac{10\times 342}{3\times 80} = 14.25\,g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{14.25}{68.4}\times 100 \simeq 20.8\,\%$$

مثال) با تجزیه‌ی گرمایی ۴۳٫۷۵ گرم نیترات ناخالص در یک ظرف باز سرپوشیده ۵۵٫۷۵ گرم از جرم مخلوط درون ظرف باقی می‌ماند. درصد خلوص نمونه نیترات کدام است؟ (ناخالصی‌ها جامد و تجزیه نمی‌شوند)

$(Na=23 \quad N=14 \quad O=16\ g.mol^{-1})$

$$2NaNO_3 \xrightarrow[(s)]{} 2NaNO_2 + O_2$$

(s) (s) (g)

ناخالص $NaNO_3 = 43.75\,g$

درصد خلوص = ؟

جرم جامد باقی‌مانده $= 55.75\,g$

$$2NaNO_3 \longrightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

$$?\,g\,NaNO_3 = 8\,g\,O_2 \left(\frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2}\right)\left(\frac{2\,mol\,NaNO_3}{1\,mol\,O_2}\right)\left(\frac{85\,g\,NaNO_3}{1\,mol\,NaNO_3}\right) = \frac{8\times 2\times 85}{32} = 42.5\,g$$

خالص — ناخالص $8\,g$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{42.5\,g}{43.75\,g}\times 100 = 97.14\,\%$$

ادامه حل مثال ۲

مثال) چند گرم آهن در مقدار زیادی محلول هیدروکلریک اسید حل شود تا ۵٫۶ لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰٫۹ گرم بر لیتر و بازده درصدی ۷۵ ایجاد شود؟

مقدار عملی H_2 = ۵٫۶ لیتر $\rightarrow d = \frac{m}{V} \rightarrow 0.9 = \frac{m}{5.6} \rightarrow m = 5.04$ گرم

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

H_2 چگالی = ۰٫۹ گرم بر لیتر

بازده درصدی = ۷۵٪

Fe جرم = ؟

Fe جرم مول = ۵۶ گرم بر مول

$\%75 = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$

مقدار نظری H_2 = $5.04 \times \frac{100}{75} = 6.72$ گرم

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

6.72 گرم

$? g\ Fe = 6.72\ g\ H_2 \left(\frac{1\ mol\ H_2}{2\ g\ H_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ Fe}{1\ mol\ H_2}\right)\left(\frac{56\ g}{1\ mol\ Fe}\right)$

$= \frac{6.72 \times 56}{2} = 18.8$ گرم

$? g\ Fe = 5.6\ L\ H_2 \left(\frac{0.9\ g\ H_2}{1\ L\ H_2}\right)\left(\frac{100\ g\ H_2 \text{ عملی}}{70\ g\ H_2 \text{ نظری}}\right)\left(\frac{1\ mol\ H_2}{2\ g\ H_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ Fe}{1\ mol\ H_2}\right)\left(\frac{56\ g}{1\ mol\ Fe}\right)$

$= \frac{5.6 \times 0.9 \times 100 \times 56}{70 \times 2} = 18.9$ گرم

مثال) در واکنش سوختن کامل هیدروژن سولفید اگر ۳۲ گرم گوگرد دی اکسید با بازده ۸۰ درصد تولید شود، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر $25\ \frac{L}{mol}$ است مصرف گردیده است؟

$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$

SO_2 جرم = ۳۲ گرم (عملی)

بازده درصدی = ۸۰٪

SO_2 = ۲ مول

$\%80 = \frac{32}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow$ مقدار نظری = ۴۰ گرم

$? g\ O_2 = 40\ g\ SO_2 \left(\frac{1\ mol\ SO_2}{64\ g\ SO_2}\right)\left(\frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ SO_2}\right)\left(\frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2}\right) = 30\ g\ O_2$

O_2 حجم = ؟ لیتر

O_2 حجم مولی = $25\ \frac{L}{mol}$

$? L\ O_2 = 30\ g\ O_2 \left(\frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2}\right)\left(\frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ SO_2}\right)\left(\frac{25\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2}\right) = 35\ L\ O_2$ (عملی)

$= \frac{35 \times 3 \times 100}{2 \times 80} = \frac{350}{16} = 21.875$ لیتر

ترکیب مسائل درصد خلوص و بازده درصدی

مثال) از فلز آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می‌شود

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(l)}$$

حساب کنید برای تولید ۲۷۹ گرم آهن چند گرم آلومینیوم با خلوص ۸۰٪ و بازده درصدی ۴۰٪ لازم است

$$\begin{cases} Fe \text{ جرم} = 279\ g \\ \text{بازده درصدی} = 40\% \end{cases}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 40 = \frac{279}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$\text{مقدار نظری} = 697.5\ g\ Fe$$

$$\begin{cases} \text{جرم آلومینیوم ناخالص} = ? \\ \text{خلوص } Al \text{ درصد} = 80\% \end{cases}$$

$$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$$

$$?\,Al = 697.5\ g\ Fe \left(\frac{1\ mol\ Fe}{56\ g\ Fe}\right)\left(\frac{2\ mol\ Al}{2\ mol\ Fe} \times \frac{27\ g}{1\ mol\ Al}\right) = \frac{697.5 \times 2 \times 27}{56} = 348.2\ g\ Al$$

مقدار خالص

$$\text{درصد خلوص } Al = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{348.2}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص } Al = 435.2\ g$$

حل مثال ۱۴ شیمی ۲

تهیه شده

شدات

جرم ماده ناخالص A ، درصد خلوص ماده A ، B داده شده است ← جرم ماده ناخالص B خواسته

حل: ابتدا جرم ماده خالص A ، طبق فرمول محاسبه کرده

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

و سپس از جرم خالص A ، استوکیومتری واکنش ، مقدار خالص خواسته شده برای گونه B در واکنش را به دست می‌آوریم.

و سپس با داشتن جرم خالص B ، درصد خلوص آن ، از فرمول مجدداً استفاده کرده و جرم ماده ناخالص B را محاسبه می‌کنیم.

Subject: ..... ادامه جلسه ۱۴ از شیمی ۲ Date: .....

بازده درصدی واکنش :

در بسیاری از واکنش های شیمیایی، معمولاً مقدار فراورده به دست آمده از واکنش در شرایط آزمایشگاهی، کمتر از مقدار محاسبه شده از طریق محاسبات استوکیومتری است.

مقدار فراورده کمتر معمولاً به علت :

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

۲) انجام نشدن واکنش به طور کامل ۱۳ اشکال در جداسازی

۳) وجود مواد ورود جوش (ناخالصی) در مواد اولیه که می تواند باعث کاهش مقدار فراورده مورد نظر شود و ...

با توجه به این موارد می توان چنین بیان داشت که :

برای محاسبه مقدار واقعی فراورده تولید شده در یک واکنش از معیارهای به نام بازده درصدی استفاده می کنند.

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

مقدار نظری : در یک واکنش شیمیایی، مقدار فراورده‌ای که از محاسبه استوکیومتری مورد انتظار است. مقدار نظری است.

مقدار عملی : در یک واکنش شیمیایی، مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می شود مقدار عملی نامیده می شود

بازده درصدی کارایی یک واکنش را نشان می دهد.

در واقعیت نمی‌تواند بازده واکنش کمتر از ۱۰۰ درصد است ⇒ مقدار عملی ≤ مقدار نظری

تذکر : شیمی دان‌ها همواره درصدد افزایش بازده‌ی درصدی واکنش‌های شیمیایی در صنعت و در آزمایشگاه هستند.

مثال اول : مقدار عملی و مقدار نظری مربوط به یک فراورده داده شده است ⇐ بازده درصدی مورد سوال است.

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

مثال) در اثر تجزیه ۱۰٫۸ گرم آمونیوم دی کرومات خالص در آزمایشگاه، مقدار ۱٫۵۲ گرم کرومیم (III) اکسید تولید شده است. اگر طبق روابط استوکیومتری ۴٫۰۸ گرم می بایست به دست آید مقدار عملی و نظری را مشخص کرده. سپس بازده درصدی را تعیین کنید.

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2$$

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

Cr_2O_3 عملی $= 1,52\ gr$

Cr_2O_3 نظری $= 4,08\ gr$

$$R\% = \frac{1,52}{4,08} \times 100 \simeq 25\%$$

Tej Danesh

Subject: ..... Data: .....

مثال) اگر از تجزیه ۱۷ گرم سدیم نیترات مقدار ۲ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP به دست آید، در صورتی که طبق واکنش استار بر وقت ۲٫۲۴ لیتر اکسیژن تولید شود، مقدار عملی و نظری را محاسبه و سپس بازده درصدی این واکنش را تعیین نمایید.

$$2NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

مقدار عملی O_2 = ۲ لیتر

مقدار نظری O_2 = ۲٫۲۴ لیتر

بازده درصدی = $\frac{2}{2{,}24} \times 100 = 89{,}2\%$

Subject: ..... Date: .....

جلسه ۱۵ شیمی ۲

مثال) ۹۰ کیلوگرم از ماده‌ای که حاوی گلوکز با درصد خلوص ۲٪ است وارد فرایند تخمیر بی‌هوازی می‌شود تا ۲۳ کیلوگرم اتانول تولید شود. بازده درصدی واکنش را به دست آورید.

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

(گلوکز) (اتانول) (کربن دی‌اکسید)

عملی

زمانی که درصد خلوص یا مقدار یکی از دو واکنش‌دهنده داده شده باشد، یعنی نوع خالص یا ناخالص بودن آن مشخص باشد، از محاسبات استوکیومتری مقدار نظری اکثر پرسش‌ها به دست می‌آید.

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

- گلوکز ناخالص = ۹۰ kg
- درصد خلوص = ۲٪

- گرم اتانول = ۲۳ kg (عملی)
- بازده درصدی = ؟

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

$$2 = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{90 \times 10^3} \times 100 \longrightarrow \text{جرم ماده خالص} = 1800\ g = 1.8\ kg$$

(خالص)

$$\text{گرم اتانول} = 1800\ g\ Glc \left(\frac{1\ mol\ Glc}{180\ g\ Glc}\right)\left(\frac{2\ mol\ \text{اتانول}}{1\ mol\ Glc}\right)\left(\frac{46\ g\ \text{اتانول}}{1\ mol\ \text{اتانول}}\right) = \frac{1800 \times 2 \times 46}{180} = 920\ g$$

(مقدار نظری)

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{23}{920} \times 100\% = \frac{1}{40} = 2.5\%$$

مثال) چند لیتر پاسیم کلرات ۸۰ درصد خالص (ناخالص) آلوده با مقدار کمی ماسه را با بازده درصدی ۷۵ تجزیه می‌شود. ۶.۷۲ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP آزاد می‌شود. ($K=39$ $Cl=35.5$ $O=16$)

(عملی)

$$2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$

با داشتن مقدار عملی و بازده درصدی مقدار نظری O_2 به دست می‌آید. سپس با استوکیومتری مقدار خالص $KClO_3$ به دست آمده و درصد خلوص را داریم مقدار ناخالص $KClO_3$ به دست می‌آید.

- O_2 = ۶.۷۲ L آبا (عملی)
- بازده درصدی = ۷۵٪

$$\text{مقدار نظری } O_2 = \frac{6.72\ L}{75} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار نظری} = 13.44\ L\ O_2$$

- $KClO_3$ ناخالص = ؟ g
- درصد خلوص = ۸۰٪

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

$$?\ g\ KClO_3\ (\text{خالص}) = 13.44\ L\ O_2 \left(\frac{1\ mol\ O_2}{22.4\ L\ O_2}\right)\left(\frac{2\ mol\ KClO_3}{3\ mol\ O_2}\right)\left(\frac{122.5\ g\ KClO_3}{1\ mol\ KClO_3}\right) = \frac{13.44 \times 2 \times 122.5}{22.4 \times 3} = 49\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{گرم مقدار خالص}}{\text{گرم مقدار ناخالص}} \times 100 \longrightarrow 80 = \frac{49}{\text{گرم مقدار ناخالص}} \times 100 \longrightarrow \text{گرم مقدار ناخالص} = 61.25\ g\ KClO_3$$

(ناخالص) ($KClO_3$ خالص)

Subject: ..... Date: .....

آلومینیوم سولفات ناخالص = ؟

مثال) برای تهیه ۵ لیتر گاز کربن دی اکسید چند گرم آلومینیوم سولفات با خلوص ۴۰٪ طبق واکنش زیر با بازده درصد ۳۰٪ لازم است تا تجزیه شود؟ حجم گاز تولیدی در شرایط آزمایش برابر با $1,92\ g.L^{-1}$ است.

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$ (g)

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

با توجه به اینکه مقدار عملی بازده درصد SO_3 و حجم مقدار نظری به دست آوردیم و همگی با استفاده از استوکیومتری توانستیم تا مقدار خالص آلومینیوم سولفات به دست آوریم

SO_3 عملی = ۵ لیتر
چگالی = $1,92\ g.L^{-1}$
بازده درصد = ۳۰٪

$Al_2(SO_4)_3$ ناخالص = ؟ گرم
درصد خلوص = ۴۰٪

$d = \frac{m}{v} \rightarrow 1,92 = \frac{m}{5} \Rightarrow m = 5 \times 1,92 = 9,6\ g$

عملی
نظری $\rightarrow$ بازده درصد = $\frac{\text{عملی}}{\text{نظری}} \times 100 \rightarrow 30 = \frac{9,6}{\text{نظری}} \times 100 \rightarrow$ نظری = ۳۲ g

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$

$?\ g\ Al_2(SO_4)_3 = 32\ g\ SO_3 \left(\frac{1\ mol\ SO_3}{80\ g\ SO_3}\right)\left(\frac{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}{3\ mol\ SO_3}\right)\left(\frac{342\ g\ Al_2(SO_4)_3}{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}\right) = \frac{32 \times 342}{80 \times 3} = 45,6\ g$ خالص

$40 = \frac{45,6}{\text{گرم ناخالص}} \times 100 \rightarrow$ گرم ناخالص $Al_2(SO_4)_3 = 114\ g$

مثال) اگر در واکنش با بازده ۷۵٪ مقدار ۱۰۰ گرم گرد آهن دارای ناخالصی رنگ آهن با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید ۴,۴۸ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP آزاد شود چند درصد جرم این نمونه را ناخالصی رنگ آهن تشکیل می دهد.

$Fe = 56 \quad O=16 \quad g.mol^{-1}$

$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$

H_2 عملی = ۴,۴۸ لیتر گاز
بازده درصد = ۷۵٪

$\rightarrow 75 = \frac{3,36}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow$ مقدار نظری = ۴,۴۸ L

Fe ناخالص گرم = ۱۰۰ g
درصد جرم ناخالصی = ؟

$?\ g\ Fe = 4,48\ L\ H_2 \left(\frac{1\ mol\ H_2}{22,4\ L\ H_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ Fe}{1\ mol\ H_2}\right)\left(\frac{56\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe}\right)$ خالص

$= \frac{8,4 \times 56}{22,4} = 14\ g\ Fe$ خالص

درصد خلوص Fe = $\frac{\text{مقدار خالص}}{\text{مقدار ناخالص}} \times 100 \rightarrow \frac{14}{100} \times 100 = 14\%$

درصد ناخالصی = $\frac{86}{100} \times 100 = 86\%$

86 / 14 → خالص

Taj Danesh

سوال) برای تهیه اتانول موجود در ۴ لیتر محلول ۵٪ مولار از این ترکیب باید چند گرم گلوکز با خلوص ۴۵٪ در محیط مناسب تخمیر کنیم.

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

$$C_m = \frac{n}{V}$$

$$n = C_m \cdot V = 0.5 \times 4 = 2\ mol$$

180 gr — 2 mol

$x \times \frac{45}{100}$ — 4 lit × 0.5

$$x \times \frac{45}{100} \times 180 = 4 \times 0.5 \times 2 \Rightarrow x = 400\ gr$$

$$\text{اتانول لیتر } 4 \times \frac{0.5\ mol \text{ اتانول}}{1\ lit \text{ اتانول}} \times \frac{1\ mol\ Glc}{2\ mol \text{ اتانول}} \times \frac{180\ gr\ Glc}{1\ mol\ Glc} \times \frac{100}{45} = 400\ gr$$

خالص ← مقدار خالص مواد در واکنش شرکت می‌کنند