مسائل

۱-۶ از گرما دادن ۳٫۵۰ مول $KClO_3$ چند مول O_2 به‌دست می‌آید؟

حل: معادلهٔ آزادشدن گاز O_2 از $KClO_3$ به‌صورت زیر است

$$\underset{\text{۲ مول}}{2KClO_3} \longrightarrow \underset{\text{۲ مول}}{2KCl} + \underset{\text{۳ مول}}{3O_2}$$

برای اینکه بتوانیم مسئله را حل کنیم باید بدانیم که گرما دادن همهٔ اکسیژن $KClO_3$ را آزاد می‌کند. یعنی، باید بدانیم که واکنش درست به همان صورتی که نوشته شده است، انجام می‌شود. معادله به ما می‌گوید که از ۲ مول $KClO_3$، ۳ مول O_2 یا از ۱ مول $KClO_3$، ۱٫۵ مول O_2 آزاد می‌شود.

بنابراین، ۳٫۵ مول $KClO_3$، ۱٫۵ × ۳٫۵۰ یا ۵٫۲۵ مول O_2 آزاد خواهد کرد. می‌توانیم معادله را به شکل زیر نیز بنویسیم

$$KClO_3 \longrightarrow KCl + 1\tfrac{1}{2}O_2$$

که نشان می‌دهد تعداد مولهای O_2 آزاد شده ۱٫۵ برابر تعداد مولهای $KClO_3$ است.

۲-۶ واکنش سوختن آنتیموان در اکسیژن به‌صورت زیر است:

$$4Sb + 3O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3$$

چند مول اکسیژن برای سوختن ۱۸ مول آنتیموان لازم است؟ چه مقدار Sb_2O_3 تشکیل می‌شود؟

حل: معادله نشان می‌دهد که برای سوختن هر ۴ مول Sb، ۳ مول O_2 لازم است. یعنی، برای سوختن ۱ مول Sb، $\frac{3}{4}$ مول O_2 مورد نیاز است. بنابراین، $\frac{3}{4} \times 18$ مول یا ۱۳٫۵ مول O_2 لازم خواهد بود تا ۱۸ مول Sb بسوزد.

برای پیدا کردن جرم Sb_2O_3، ابتدا تعداد مولهای Sb_2O_3 را به‌دست می‌آوریم. معادله بیان می‌کند که تعداد مولهای Sb_2O_3 تشکیل شده نصف تعداد مولهای Sb سوخته شده است. بنابراین، ۹ مول Sb_2O_3 تشکیل خواهد شد.

$$9\ \text{mol}\ Sb_2O_3 \times \frac{291.6\ \text{g}\ Sb_2O_3}{1\ \text{mol}\ Sb_2O_3} = 2628\ \text{g}\ Sb_2O_3$$

۳-۶ از سوختن C_3H_8 در گاز اکسیژن، CO_2 و H_2O تشکیل می‌شود. اگر ۲٫۴۰ مول C_3H_8 در مقدار کافی اکسیژن بسوزد، چه مقدار H_2O و چه مقدار CO_2 تشکیل خواهد شد؟

حل: در اینجا می‌توانیم بدون نوشتن کل معادله به روابط مولی پی‌ببریم. چون یک مولکول C_3H_8 شامل ۳ اتم C و ۸ اتم H است، در حالی‌که یک مولکول CO_2 شامل ۱ اتم C و یک مولکول H_2O شامل ۲ اتم H است، پس یک مول C_3H_8، ۳ مول CO_2 و ۴ مول H_2O

Scanned with CamScanner

می‌دهد. ۲٫۴۰ مول C_3H_8، ۳ × ۲٫۴۰ یا ۷٫۲۰ مول CO_2 و ۴ × ۲٫۴۰ یا ۹٫۶۰ مول H_2O می‌دهد. چون جرم مولکولی CO_2 برابر با ۴۴ است، پس یک مول CO_2، ۴۴ گرم و ۷٫۲۰ مول از آن، ۳۱۷ گرم جرم دارد. چون جرم مولکولی H_2O برابر با ۱۸ است، پس یک مول H_2O، ۱۸ گرم و ۹٫۶۰ مول از آن، ۱۷۳ گرم جرم دارد.

هر یک از این محاسبات را می‌توان در یک مرحله انجام داد:

$$۲٫۴۰ \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{۳ \text{ mol } CO_2}{۱ \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{۴۴٫۰ \text{ g } CO_2}{۱ \text{ mol } CO_2} = ۳۱۷ \text{ g } CO_2$$

$$۲٫۴۰ \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{۴ \text{ mol } H_2O}{۱ \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{۱۸٫۰ \text{ g } H_2O}{۱ \text{ mol } H_2O} = ۱۷۳ \text{ g } H_2O$$

توجه: برای تجزیه و تحلیل و حل مسئله، معادلهٔ واکنش را نوشتیم. با وجود این، با توجه به اینکه یک مولکول C_3H_8 شامل ۳ اتم C و ۸ اتم H است و یک مول C_3H_8، ۳ مول CO_2 و ۴ مول H_2O تولید می‌کند، بخش مهم واکنش را به‌خاطر سپردیم. این رابطه به‌قدری آشکار بود که نیازی به نوشتن آن نداشتیم. اگر مسئله از ما تعداد مولها یا جرم O_2 لازم برای سوختن ۲٫۴۰ مول C_3H_8 را خواسته بود، احتمالاً نیاز داشتیم تا معادلهٔ واکنش را بنویسیم.

۴-۶ واکنش سوختن C_4H_{10} در مقدار اضافی اکسیژن به‌صورت زیر است:

$$۲C_4H_{10} + ۱۳O_2 \longrightarrow ۸CO_2 + ۱۰H_2O$$

برای سوختن ۳۶٫۰ گرم C_4H_{10} چه مقدار O_2 لازم خواهد بود؟ چه مقدار CO_2 و چه مقدار H_2O تشکیل خواهد شد؟

حل: معادله نشان می‌دهد که برای سوختن هر مول C_4H_{10}، ۶٫۵ مول O_2 مصرف می‌شود. معادله یا فرمول C_4H_{10} نشان می‌دهد که یک مول C_4H_{10}، ۴ مول CO_2 و ۵ مول H_2O می‌دهد. جرم مولکولی C_4H_{10}، O_2، CO_2 و H_2O به‌ترتیب ۵۸٫۰، ۳۲٫۰، ۴۴٫۰ و ۱۸٫۰ است. ابتدا، جرم C_4H_{10} را با استفاده از جرم مولکولی آن به مول تبدیل می‌کنیم:

$$۳۶٫۰ \text{ g } C_4H_{10} \times \frac{۱ \text{ mol } C_4H_{10}}{۵۸٫۰ \text{ g } C_4H_{10}} = ۰٫۶۲۱ \text{ mol } C_4H_{10}$$

$$۰٫۶۲۱ \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{۶٫۵ \text{ mol } O_2}{۱ \text{ mol } C_4H_{10}} \times \frac{۳۲٫۰ \text{ g } O_2}{۱ \text{ mol } O_2} = ۱۲۹ \text{ g } O_2$$

$$۰٫۶۲۱ \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{۴ \text{ mol } CO_2}{۱ \text{ mol } C_4H_{10}} \times \frac{۴۴٫۰ \text{ g } CO_2}{۱ \text{ mol } CO_2} = ۱۰۹ \text{ g } CO_2$$

$$۰٫۶۲۱ \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{۵ \text{ mol } H_2O}{۱ \text{ mol } C_4H_{10}} \times \frac{۱۸٫۰ \text{ g } H_2O}{۱ \text{ mol } H_2O} = ۵۵٫۹ \text{ g } H_2O$$

Scanned with CamScanner

توجه کنید که برای حل این مسئله ابتدا تعداد مولهای C_2H_6 را که در واکنش سوختن شرکت می‌کند، به‌دست می‌آوریم. سپس به‌ترتیب تعداد مولهای O_2، CO_2 و H_2O را تعیین و آنها را به گرم تبدیل می‌کنیم.

به‌طورکلی، این روشی است که در تمام محاسبات استوکیومتری دنبال می‌شود. اولین پرسش چنین خواهد بود، چند **مول** مادهٔ اولیه داریم؟ به‌ازای هر **مول** مادهٔ اولیه چند **مول** محصول تشکیل خواهد شد؟ پس از تعیین تعداد مولها آنها را به گرم تبدیل می‌کنیم.

۵-۶ گاز هیدروژن حاصل از واکنش ۴۱٫۶ گرم آلومینیم با مقدار اضافی HCl را از روی مقدار اضافی CuO عبور می‌دهیم، چه مقدار مس تشکیل می‌شود؟

حل: واکنشی که رخ می‌دهد به‌صورت زیر است:

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

$$H_2 + CuO \rightleftharpoons Cu + H_2O$$

۲ مول Al، ۳ مول H_2 آزاد می‌کند؛ یعنی، ۱ مول Al، ۱٫۵ مول H_2 آزاد می‌کند. هنگامی‌که یک مول H_2 با CuO واکنش می‌دهد، یک مول Cu تولید می‌کند. یعنی، ۱٫۵ مول H_2 که از ۱ مول Al آزاد می‌شود، ۱٫۵ مول Cu تولید خواهد کرد. به‌طور خلاصه، ۱ مول Al هیدروژن کافی آزاد خواهد کرد تا ۱٫۵ مول Cu تولید کند. نسبت مولی Al واکنش داده به Cu تولید شده، ۱ به ۱٫۵ است. ۴۱٫۶ گرم Al برابر با $\frac{۴۱٫۶}{۲۷٫۰}$ مول Al است. بنابراین، $\frac{۴۱٫۶}{۲۷٫۰} \times ۱٫۵$ مول Cu تولید خواهد شد.

$$\frac{۱٫۵ \times ۴۱٫۶}{۲۷٫۰} \text{ mol Cu} \times \frac{۶۳٫۵ \text{ g Cu}}{۱ \text{ mol Cu}} = ۱۴۷ \text{ g Cu}$$

همچنین، می‌توان نوشت

$$۴۱٫۶ \text{ g Al} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷٫۰ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol } H_2}{۲ \text{ mol Al}} \times \frac{۱ \text{ mol Cu}}{۱ \text{ mol } H_2} \times \frac{۶۳٫۵ \text{ g Cu}}{۱ \text{ mol Cu}} = ۱۴۷ \text{ g Cu}$$

۶-۶ واکنش سوختن C_2H_6 در مقدار اضافی اکسیژن به‌صورت زیر است:

$$2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

بر اثر سوختن ۱٫۵ مول C_2H_6 چند مول اکسیژن مصرف خواهد شد؟ چند مول CO_2 و چند مول H_2O تولید خواهد شد؟

۷-۶ ۰٫۲۶۲ مول از ترکیب As_2S_5 را تحت تأثیر یک سری واکنش قرار می‌دهیم. در این واکنشها، تمام گوگرد موجود در As_2S_5 به $BaSO_4$، و تمام آرسنیک موجود به Ag_3AsO_4 تبدیل می‌شود. به ترتیب چند مول $BaSO_4$ و Ag_3AsO_4 تشکیل می‌شود؟

Scanned with CamScanner

حل: بررسی فرمولهای مادهٔ اولیه، As_2S_5، و محصولات، $BaSO_4$ و Ag_3AsO_4، نشان می‌دهد که ۱ مول As_2S_5، ۵ مول $BaSO_4$ و ۲ مول Ag_3AsO_4 تولید خواهد کرد. می‌توانیم چارچوب معادله را به‌صورت زیر بنویسیم:

$$1As_2S_5 \longrightarrow 2Ag_3AsO_4 + 5BaSO_4$$

۸-۶ ۳٫۱۶ مول $KClO_3$ را گرما می‌دهیم تا تمام اکسیژن آزاد شود. سپس از تمام اکسیژن آزاد شده برای اکسید کردن آرسنیک به As_2O_5 استفاده می‌کنیم. چند مول As_2O_5 تشکیل می‌شود؟

حل: بررسی فرمولهای $KClO_3$ و As_2O_5 نشان می‌دهد که یک مول $KClO_3$ اکسیژن کافی آزاد خواهد ساخت تا $\frac{3}{5}$ مول As_2O_5 تولید شود.

۹-۶ مقدار معینی $FeCl_2$ را کاملاً اکسید می‌کنیم تا همهٔ کلر آن به‌صورت گاز Cl_2 آزاد شود. گاز Cl_2 حاصل را برای تبدیل Si به $SiCl_4$ به‌کار می‌بریم. ۴٫۸۶ مول $SiCl_4$ تولید می‌شود. چند مول $FeCl_2$ اکسید شده است؟

۱۰-۶ از تجزیهٔ HBr، H_2 و Br_2 تولید می‌شود. Br_2 برای تبدیل As به $AsBr_3$ به‌کار می‌رود. تعداد مولهای HBr لازم برای تشکیل ۰٫۴۴۸ مول $AsBr_3$ را پیدا کنید.

۱۱-۶ برای تهیهٔ ۲۰۰ گرم P_4O_{10} از عنصر فسفر چه مقدار اکسیژن لازم است؟

حل: جرم مولکولی P_4O_{10} برابر با ۲۸۴ است. بنابراین، ۲۰۰ گرم P_4O_{10} معادل $\frac{200}{284}$ مول P_4O_{10} است.

بررسی فرمولهای P_4O_{10} و O_2 نشان می‌دهد که ۵ مول O_2 برای تولید ۱ مول P_4O_{10} لازم است؛ بنابراین، $\frac{200}{284} \times 5$ مول O_2 لازم خواهد بود.

جرم مولکولی O_2 برابر با ۳۲ است؛ بنابراین، $\frac{200}{284} \times 5 \times 32 = 113\ g\ O_2$.

تمام محاسبات را می‌توان در یک مرحله انجام داد:

$$200\ g\ P_4O_{10} \times \frac{1\ mol\ P_4O_{10}}{284\ g\ P_4O_{10}} \times \frac{5\ mol\ O_2}{1\ mol\ P_4O_{10}} \times \frac{32.0\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 113\ g\ O_2$$

۱۲-۶ چند گرم روی خالص را با مقدار اضافی از سولفوریک اسید رقیق واکنش دهیم تا ۷٫۶۵ گرم هیدروژن آزاد شود؟

۱۳-۶ چند گرم پتاسیم کلرات را باید گرما داد تا ۶۰٫۰ گرم اکسیژن آزاد شود؟

حل:

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

یا

$$KClO_3 \rightleftharpoons KCl + 1.5O_2$$

یک مول $KClO_3$، ۱٫۵ مول O_2 می‌دهد. یعنی، $\frac{1}{1.5}$ یا ۰٫۶۶۷ مول $KClO_3$ یک مول O_2

Scanned with CamScanner

می‌دهد. به عبارت دیگر،

$$\text{تعداد مولهای } KClO_3 \text{ لازم} = ۰٫۶۶۷ \times \text{تعداد مولهای } O_2 \text{ تولید شده}$$

وزن فرمولی O_2 برابر با ۳۲٫۰ و وزن فرمولی $KClO_3$ برابر با ۱۲۲٫۶ است. تمام محاسبات را می‌توان در یک مرحله انجام داد:

$$۶۰٫۰\ g\ O_2 \times \frac{۱\ mol\ O_2}{۳۲٫۰\ g\ O_2} \times \frac{۱\ mol\ KClO_3}{۱٫۵\ mol\ O_2} \times \frac{۱۲۲٫۶\ g\ KClO_3}{۱\ mol\ KClO_3} = ۱۵۳\ g\ KClO_3$$

۱۴-۶ چند تن گوگرد را باید سوزاند تا ۱۲ تن گاز SO_2 تولید شود؟

حل:

$$S + O_2 \rightleftharpoons SO_2$$

$$\text{تعداد مولهای } S = \text{تعداد مولهای } SO_2$$

برای انجام این محاسبه نیازی نیست که تن را به گرم تبدیل کنیم. با جرم مولکولی برحسب تن کار کرده، از واژهٔ «تن مول» به‌عنوان جرم برحسب تن که مقدار آن از نظر عددی برابر با جرم مولکولی است، استفاده می‌کنیم. بنابراین،

$$\text{تن } S = ۶٫۰ \quad \text{تن } SO_2 ۱۲ \times \frac{۱ \text{ تن مول } SO_2}{۶۴ \text{ تن } SO_2} \times \frac{۱ \text{ تن مول } S}{۱ \text{ تن مول } SO_2} \times \frac{۳۲ \text{ تن } S}{۱ \text{ تن مول } S}$$

مانند مسائل قبل می‌توانیم همهٔ مراحل را در یک مرحله بگنجانیم.

توجه: در مسائل ۱۳-۶ و ۱۴-۶ راه‌حل عددی یکسان است، بدون درنظر گرفتن اینکه جرم برحسب چه واحدی بیان شده باشد.

۱۵-۶ از اکسایش کامل ۱۵۳ پوند روی خالص چند پوند ZnO تشکیل خواهد شد؟

۱۶-۶ از تجزیهٔ کامل ۱۲۲ g نقره اکسید، اکسیژن آزاد می‌شود. با استفاده از این اکسیژن آزاد شده، چه مقدار مس اکسید، CuO، تشکیل می‌شود؟

راهنمایی: تعداد مولهای Ag_2O تجزیه شده = تعداد مولهای CuO تشکیل شده

۱۷-۶ نمونه‌ای از MgO خالص را ابتدا در هیدروکلریک اسید حل می‌کنیم تا محلول $MgCl_2$ حاصل شود. سپس این محلول را به رسوب $Mg_2P_2O_7$ خالص و خشک به جرم ۷٫۰۲ g تبدیل می‌کنیم. جرم نمونهٔ MgO را محاسبه کنید.

راهنمایی: تعداد مولهای $Mg_2P_2O_7$ تشکیل شده ×۲ = تعداد مولهای MgO مصرف شده

۱۸-۶ وزن فرمولی P_2S_3 برابر با ۲۲۰ و وزن فرمولی Ag_3PO_4 برابر با ۴۱۹ است. ۱۳٫۲ گرم P_2S_3 را ابتدا با مقدار اضافی HNO_3 می‌جوشانیم و سپس با مقدار اضافی $AgNO_3$ واکنش می‌دهیم. در این فرایند، همهٔ فسفر موجود در P_2S_3 به Ag_3PO_4 نامحلول تبدیل می‌شود. چه مقدار Ag_3PO_4 تشکیل می‌شود؟

Scanned with CamScanner

۱۹-۶ نمونه‌ای از مس ناخالص به جرم ۱٫۲۵ g را در نیتریک اسید حل می‌کنیم تا $Cu(NO_3)_2$ تولید شود. مس نیترات ابتدا به $Cu(OH)_2$ و سپس به CuO و پس از آن به $CuCl_2$ و سرانجام به $Cu_3(PO_4)_2$ تبدیل می‌شود. در تمام این مراحل، هیچ مقدار از مس هدر نمی‌رود. $Cu_3(PO_4)_2$ خالص و خشک که بازیابی شده است، ۲٫۰۰ g جرم دارد. درصد مس خالص را در نمونهٔ ناخالص محاسبه کنید.

حل: معادلهٔ واکنش انجام شده را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$3Cu \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 \rightarrow 3Cu(OH)_2 \rightarrow 3CuO \rightarrow 3CuCl_2 \rightarrow 1Cu_3(PO_4)_2$$

این معادله نشان می‌دهد که

$$\text{تعداد مولهای Cu خالص} = 3 \times \text{تعداد مولهای } Cu_3(PO_4)_2$$

$$\text{درصد مس خالص} = \frac{\text{جرم مس خالص}}{\text{جرم نمونه}} \times ٪۱۰۰$$

۲۰-۶ ۵٫۰۰ g از کانهٔ سولفید خام که همهٔ گوگرد آن به‌صورت As_2S_5 است، به‌صورت زیر تجزیه می‌شود. نمونه را در HNO_3 غلیظ حل می‌کنیم تا تمام گوگرد به سولفوریک اسید تبدیل شود. سپس سولفات را به‌صورت $BaSO_4$ رسوب می‌دهیم. $BaSO_4$ به‌دست آمده ۰٫۷۵۲ g جرم دارد. درصد As_2S_5 را در کانهٔ خام محاسبه کنید.

۲۱-۶ چه مقدار سرب (برحسب تن) از ۱۳۱۰ تن کانه که حاوی PbS ۲۱٪ است، به‌دست می‌آید؟ بازده سرب ۹۴٪ مقدار نظری است.

۲۲-۶ ترکیبی خالص حاوی ۶۳٫۳٪ منگنز و ۳۶٫۷٪ اکسیژن را آن‌قدر گرما می‌دهیم تا دیگر واکنش انجام نشود. مقداری گاز اکسیژن آزاد می‌شود. محصول جامد ترکیبی خالص است که ۷۲٪ منگنز و ۲۸٪ اکسیژن دارد. معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید.

حل: فرمول شیمیایی مواد اولیه و محصولات را مانند مسئلهٔ ۵-۴۵ به‌دست آورید.

۲۳-۶ پس از کاهش کامل ۰٫۸۰۰ g اکسید خالص سرب با مقدار اضافی هیدروژن، ۰٫۷۲۵ g سرب باقی می‌ماند. معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید.

۲۴-۶ ترکیبی شامل ۲۷٫۱٪ سدیم، ۱۶٫۵٪ نیتروژن و ۵۶٫۴٪ اکسیژن است. ۵٫۰۰ g از این ترکیب را آن‌قدر گرما می‌دهیم تا دیگر واکنش انجام نشود. ۰٫۹۲۲ g اکسیژن آزاد می‌شود. یک ترکیب شیمیایی خالص به‌عنوان محصول جامد باقی می‌ماند. معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید.

۲۵-۶ مخلوط ۱۲٫۲ گرم پتاسیم و ۲۲٫۲ گرم برم را گرما می‌دهیم تا واکنش کامل شود. چند گرم KBr تشکیل می‌شود؟

حل: با توجه به فرمول KBr و معادلهٔ $2K + Br_2 \rightleftharpoons 2KBr$ درمی‌یابیم که پتاسیم و Br_2 با

Scanned with CamScanner

نسبت مولی ۲ به ۱ ترکیب می‌شوند. جرمهای مواد در آغاز واکنش با این نسبت مولی نیستند، زیرا ۱۲٫۲ گرم K برابر با $\frac{۱۲٫۲}{۳۹٫۱}$ یا ۰٫۳۱۲ مول K و ۲۲٫۲ گرم Br_2 برابر با $\frac{۲۲٫۲}{۱۵۹٫۸}$ یا ۰٫۱۳۹ مول Br_2 است. چون ۰٫۱۳۹ مول Br_2 فقط ۰٫۲۷۸ مول K نیاز دارد تا واکنش کامل شود، پس K به‌مقدار اضافی وجود دارد و می‌توان گفت که Br_2 واکنشگر حد است، چون مقدار KBr را محدود می‌کند. از K صرفنظر کرده، به این نکته توجه می‌کنیم که ۰٫۱۳۹ مول Br_2، ۰٫۲۷۸ مول KBr تشکیل خواهد داد.

$$۰٫۲۷۸\text{mol KBr} \times \frac{۱۱۹\text{ g KBr}}{۱\text{ mol KBr}} = ۳۳٫۱\text{ g KBr}$$

۲۶-۶ از مخلوط کردن ۳۵٫۴ گرم NaCl و ۹۹٫۸ گرم $AgNO_3$ در محلول آبی، چند گرم AgCl تشکیل می‌شود؟

۲۷-۶* کود سه‌گانهٔ سوپر فسفات آهک از $Ca_3(PO_4)_2$ به قیمت هر کیلوگرم ۹۵٫۱ تومان و H_3PO_4 به قیمت هر کیلوگرم ۷۹٫۸ تومان تهیه می‌شود. برای دستیابی به حداکثر تولید کود، از یکی از واکنشگرها به مقدار اضافی استفاده می‌شود. برای تولید کودی که از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد از چه واکنشگری باید به مقدار زیاد استفاده کرد؟

۲۸-۶ از مخلوط کردن ۱۲٫۳ گرم H_2S با ۱۲۶ گرم $Bi(NO_3)_3$ در محلول آبی، چند گرم Bi_2S_3 تشکیل می‌شود؟

۲۹-۶ نیتروژن موجود در $NaNO_3$ و $(NH_4)_2SO_4$ به‌عنوان کود برای گیاهان در دسترس است. کدام‌یک از این منابع نیتروژن اقتصادی‌تر است؟ کودی که ۳۰٪ $NaNO_3$ دارد و بهای ۱۰۰ گرم آن ۹٫۰۰ تومان است یا کودی که ۲۰٪ $(NH_4)_2SO_4$ دارد و بهای ۱۰۰ گرم آن ۸٫۱۰ تومان است.

۳۰-۶* ۳٫۰۰ مول کروم با تعداد اضافی از عنصر Q واکنش می‌دهد. همهٔ Cr به Cr_2Q_3 تبدیل می‌شود. سپس Cr_2Q_3 را تحت تأثیر مقدار اضافی فلز استرونسیم قرار می‌دهند؛ همهٔ Q در Cr_2Q_3 به SrQ تبدیل می‌شود. سپس SrQ با مقدار اضافی فلز سدیم ترکیب می‌شود؛ همهٔ SrQ به Na_2Q تبدیل شده، ۷۸۲ گرم Na_2Q تشکیل می‌شود. وزن اتمی عنصر Q چه‌قدر است؟ جرم اتمی Na = ۲۳٫۰.

حل:

$$۲Cr \longrightarrow ۱Cr_2Q_3 \longrightarrow ۳SrQ \longrightarrow ۳Na_2Q$$

بنابراین، تعداد مولهای Na_2Q = تعداد مولهای Cr × ۱٫۵

$$= ۱٫۵ \times ۳٫۰۰ = ۴٫۵\text{ mol } Na_2Q$$

با فرض اینکه جرم اتمی Na برابر با ۲۳٫۰ است و ۷۸۲ گرم برابر با ۴٫۵ مول Na_2Q است، جرم اتمی Q را می‌توان محاسبه کرد.

۳۱-۶* هرگاه ۲٫۴۵۱ گرم MXO_3 خالص و خشک را حرارت دهیم، ۰٫۹۶۰۰ گرم گاز اکسیژن آزاد

Scanned with CamScanner

می‌شود. محصول دیگر ۱٫۴۹۱ گرم جامد MX است. هرگاه MX را با مقدار اضافی از $AgNO_3$ واکنش دهیم، همهٔ آن با $AgNO_3$ واکنش می‌دهد تا جامد AgX تشکیل شود. جرم AgX به‌دست آمده ۲٫۸۶۹ گرم است. با فرض اینکه جرم اتمی O و Ag به‌ترتیب ۱۶٫۰۰ و ۱۰۸٫۰ است، وزن اتمی M و X را محاسبه کنید.

حل:

$$MXO_3 \longrightarrow MX + 1{,}5O_2$$

$$MX + AgNO_3 \longrightarrow AgX + MNO_3$$

$$0{,}9600\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32{,}00\ g\ O_2} = 0{,}03000\ mol\ O_2$$

$$\text{تعداد مولهای AgX} = \text{تعداد مولهای MX} = \frac{1}{1{,}5} \times \text{mol } O_2$$

$$= \frac{1}{1{,}5} \times 0{,}03000\ mol\ O_2 = 0{,}02000\ mol\ AgX$$

$$\text{جرم مولکولی AgX} = \frac{2{,}869\ g}{0{,}02000\ mol} = 143{,}5\ \frac{g}{mol}$$

$$\text{جرم اتمی X} = 143{,}5 - 108{,}0 = 35{,}5$$

$$\text{جرم مولکولی MX} = \frac{1{,}491\ g}{0{,}02000\ mol} = 74{,}55\ \frac{g}{mol}$$

$$\text{جرم اتمی M} = 74{,}55 - 35{,}5 = 39{,}1$$

۶-۳۲* $5{,}68\ g$ از P_4O_{10} خالص را در آب حل می‌کنیم تا کاملاً به H_3PO_4 تبدیل شود. H_3PO_4 بر اثر واکنش با مقدار اضافی $AgNO_3$ به‌طور کامل به Ag_3PO_4 و Ag_3PO_4، براثر واکنش با مقدار اضافی HCl به AgCl تبدیل می‌شود. جرم AgCl برابر با $34{,}44\ g$، جرم مولکولی P_4O_{10} برابر با ۲۸۴٫۰ و جرم اتمی کلر برابر با ۳۵٫۵ است. جرم اتمی Ag را محاسبه کنید.

۶-۳۳* نمونه‌ای به جرم ۲٫۰۰۰ گرم از NH_3 با HCl خنثا شده، NH_4Cl تشکیل می‌شود. در آزمایشی جداگانه، بر اثر واکنش مقدار اضافی HNO_3 با ۱۲٫۷۰ گرم نقره ۲۰٫۰۰ گرم $AgNO_3$ تولید می‌شود. همهٔ NH_4Cl که در اولین آزمایش تشکیل شد، برای واکنش با تمام $AgNO_3$ تشکیل شده در آزمایش دوم، کافی است. با فرض اینکه جرم اتمی H برابر با ۱٫۰۰۸ و جرم اتمی O برابر با ۱۵٫۹۹۹ است، جرم اتمی N و Ag را محاسبه کنید.

حل:

$$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$$

$$Ag \longrightarrow AgNO_3 \qquad NH_4Cl + AgNO_3 \rightleftharpoons AgCl + NH_4NO_3$$

$$\text{تعداد مولهای } NO_3^- = \text{تعداد مولهای } AgNO_3 = \text{تعداد مولهای } NH_4Cl = \text{تعداد مولهای } NH_3$$

$$= \text{تعداد مولهای } Ag^+$$

Scanned with CamScanner

N را به‌عنوان جرم اتمی نیتروژن درنظر می‌گیریم

$$\text{تعداد مولهای } NH_3 = \frac{\text{g } NH_3}{\text{جرم مولکولی } NH_3} = \frac{۳٫۰۰۰\text{ g}}{(N + ۳٫۰۲۴)\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$\text{تعداد مولهای } NO_3^- = \frac{\text{g } NO_3^-}{\text{جرم مولکولی } NO_3^-} = \frac{۷٫۳۰\text{ g}}{(N + ۴۸٫۰۰)\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

چون تعداد مولهای NH_3 برابر با تعداد مولهای NO_3^- است، می‌توان آنها را مساوی یکدیگر قرار داد و مسئله را برای به‌دست آوردن N حل کرد.

با فرض اینکه تعداد مولهای Ag برابر با تعداد مولهای NH_3 است، پس از محاسبهٔ N می‌توانیم مسئله را برای به‌دست آوردن جرم اتمی Ag حل کنیم.

۳۴-۶ ۲۲٫۲ گرم H_2 را با ۶۶٫۶ گرم Cl_2 مخلوط می‌کنیم. جرم هیدروژن کلرید تشکیل شده و جرم مادهٔ اولیهٔ باقیمانده را محاسبه کنید.

۳۵-۶ واکنش طلا با BrF_3 و KF منجربه تشکیل Br_2 و $KAuF_4$، نمک طلا، می‌شود. هرگاه مخلوطی به جرم ۷۳٫۵g با جرمهای مساوی از هر سه مادهٔ اولیه تهیه کنیم، جرم نمک طلای تشکیل شده را محاسبه کنید.

۳۶-۶ در واکنش ترمیت، آلومینیم فلزی با منگنز دیوکسید در دمای بالا واکنش می‌دهد تا فلز منگنز و Al_2O_3 تشکیل شود. هرگاه با ۱۷۵g از مخلوط که ۳۹٫۱٪ جرمی آلومینیم دارد، این واکنش انجام شود، جرم فلز منگنز تشکیل شده را پیدا کنید.

۳۷-۶* ترکیبی شامل C، H و O است. یک مولکول از این ترکیب ۲اتم O دارد و تعداد اتمهای هیدروژن در آن دو برابر تعداد اتمهای کربن در یک مولکول است. هرگاه مقداری از این ترکیب کاملاً در O_2 بسوزد تا CO_2 و H_2O تشکیل شود، ۰٫۳۷۵ مول O_2 مصرف و ۰٫۳۰۰ مول H_2O تشکیل می‌شود. فرمول شیمیایی ترکیب را محاسبه کنید.

۳۸-۶ فرمول اکسید یک عنصر مجهول XO_2 است. گرما دادن نمونهٔ ۷٫۵۶ گرمی از این اکسید منجربه تجزیهٔ کامل آن به O_2 و فلز X می‌شود. جرم O_2 برابر با ۱٫۹۲g است. جرم اتمی فلز را پیدا کنید.

۳۹-۶ مخلوطی شامل CS_2 و مقدار اضافی O_2 در مجموع یک مول است. هرگاه مخلوط را با جرقه مشتعل سازیم، همهٔ CS_2 به CO_2 و SO_2 اکسید می‌شود. مقدار کل مول موجود به ۰٫۸۰ تغییر می‌کند. جرم CS_2 را در مخلوط اولیه حساب کنید.

حل: اگر معادلهٔ زیر را بررسی کنیم

$$CS_2 + 3O_2 \rightleftharpoons CO_2 + 2SO_2$$

می‌بینیم که ۴ مول مادهٔ اولیه ۳ مول محصول می‌دهد. یک مول کم شده است. مهمترین عامل این است که کاهش تعداد مولها برابر تعداد مولهای CS_2 واکنش‌دهنده است. برای حل کردن

Scanned with CamScanner

این مسئله کاهش تعداد مولهای گاز را محاسبه می‌کنیم و از این راه تعداد مولهای CS_2 سوخته شده به‌دست می‌آید.

۶-۴۰* هرگاه $CrCl_2$ جامد را با گاز H_2 گرما دهیم، عمل کاهش صورت می‌گیرد. HCl تنها محصول گازی است. محصولات احتمالی دیگر(Cr، CrCl و $CrCl_3$) جامدات غیرفرار هستند. ظرف واکنش حاوی ۰٫۲۰۰۰ گرم $CrCl_2$ بی‌آب و ۰٫۱۲۱۸ مول H_2 است. هرگاه دما تا ۳۲۷°C بالا برود، واکنش کاهش انجام می‌شود. پس از تکمیل واکنش، تعداد کل مولهای گاز (H_2 و HCl)، ۰٫۱۲۳۷ مول می‌شود. معادلهٔ واکنش انجام‌یافته را بنویسید.

حل: مسئلهٔ ۶-۳۹ را ببینید. سه واکنش امکانپذیر است:

الف) $CrCl_2(s) + 0.5H_2(g) \rightleftharpoons CrCl_3(s) + HCl(g)$

ب) $CrCl_2(s) + H_2(g) \rightleftharpoons CrCl(s) + 2HCl(g)$

ج) $CrCl_2(s) + 1.5H_2(g) \rightleftharpoons Cr(s) + 3HCl(g)$

برای هر یک از واکنشهای بالا افزایش تعداد مولهای گاز را با تعداد مولهای $CrCl_2$ جامد چگونه مقایسه می‌کنید؟ در آزمایشی که ذکر شد، افزایش تعداد مولهای گاز را با تعداد مولهای $CrCl_2$ مصرف شده چگونه مقایسه می‌کنید؟

Scanned with CamScanner

۷

روابط مولی در واکنشهای شیمیایی

II. مخلوطها

فرمول یک مادهٔ مرکب، جدول وزنهای اتمی و درک روابط مولی که در فصل ۶ مورد بحث قرار گرفت، ابزاری نیرومند برای حل بسیاری از مسائل پیچیده در استوکیومتری است. مسائلی که با ترکیب درصد مخلوطهایی از دو یا چند ماده سروکار دارد، ظاهراً از مسائل دشوار است. با آنکه ظاهراً اطلاعات محدودی داریم، اما می‌توانیم بسیاری از این نوع مسائل را حل کنیم. روشی که برای حل کردن این مسائل استفاده می‌شود درست مانند روشی است که برای حل مسائل فصل ۶ به‌کار رفت. اما باید بدانید که بسیاری از این مسائل جالبترند. شناخت کامل روابط مولی و توجه خاص به آن، کلید حل هر مسئله است.

مسائل

۱-۷ مخلوطی از C و S بر اثر سوختن، مخلوط CO_2 و SO_2 می‌دهد. تعداد مولهای دو گاز در مخلوط یکسان است. درصد مولی کربن را در مخلوط اولیه حساب کنید.

حل:

$$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$$

$$S + O_2 \rightleftharpoons SO_2$$

هنگامی‌که دو (یا چند) ماده در یک مخلوط با مادهٔ دیگر واکنش می‌دهند، همیشه باید دو معادلهٔ جداگانه نوشته شود، مانند C و S در یک مخلوط که با O_2 واکنش می‌دهند.

Scanned with CamScanner

واکنش کلی را نباید به‌صورت زیر نوشت

$$C + S + ۲O_۲ \rightleftharpoons CO_۲ + SO_۲$$

اگر نسبت مولی C به S، ۱ به ۱ باشد، این معادله صحیح خواهد بود.
روابطی که از این دو معادله به‌دست می‌آید، عبارتند از

تعداد مولهای C سوخته شده = تعداد مولهای $CO_۲$ تشکیل شده

تعداد مولهای S سوخته شده = تعداد مولهای $SO_۲$ تشکیل شده

چون تعداد مولهای C برابر است با تعداد مولهای $CO_۲$ و تعداد مولهای S برابر است با تعداد مولهای $SO_۲$ و چون تعداد مولهای $CO_۲$ و $SO_۲$ مساوی هستند، پس تعداد مولهای C با تعداد مولهای S برابر است.
یعنی، مخلوط شامل ۵۰٪ مولی C و ۵۰٪ مولی S است.

۲-۷ مخلوطی از C و S می‌سوزد و $CO_۲$ و $SO_۲$ می‌دهد. تعداد مولهای $CO_۲$ دو برابر تعداد مولهای $SO_۲$ است. درصد مولی C در مخلوط چقدر است؟

۳-۷ مخلوطی از C و S می‌سوزد و $CO_۲$ و $SO_۲$ می‌دهد. جرم مخلوط اولیه ۱۰ گرم است. تعداد مولهای $CO_۲$ و $SO_۲$ برابر است. جرم کربن سوخته شده چقدر است؟

۴-۷ ۱۰٫۰ گرم مخلوط $H_۲S$ و $CS_۲$ در اکسیژن می‌سوزد و مخلوط $H_۲O$، $SO_۲$ و $CO_۲$ می‌دهد. اجزای خالص مخلوط خشک شده را جدا می‌کنیم. ۰٫۲۷۵ مول $SO_۲$ و ۰٫۰۷۷۴ مول $CO_۲$ به‌دست می‌آید. جرم $H_۲S$ در مخلوط اولیه چقدر است؟

حل: با توجه به معادلات زیر

$$H_۲S + ۱٫۵O_۲ \rightleftharpoons H_۲O + SO_۲$$

$$CS_۲ + ۳O_۲ \rightleftharpoons CO_۲ + ۲SO_۲$$

توجه کنید که $CO_۲$ و $SO_۲$ حاصل از $CS_۲$ با نسبت مولی یک مول $CO_۲$ به دو مول $SO_۲$ تشکیل می‌شود. چون ۰٫۰۷۷۴ مول $CO_۲$ وجود دارد و این مقدار $CO_۲$ از $CS_۲$ به‌دست آمده است، پس $۲(۰٫۰۷۷۴) = ۰٫۱۵۵ \text{ mol } SO_۲$ نیز باید از $CS_۲$ به‌دست آید. بنابراین، $(۰٫۲۷۵ - ۰٫۱۵۵) = ۰٫۱۲۰ \text{ mol } SO_۲$ باید از $H_۲S$ به‌دست آید.

۵-۷ مخلوطی از کربن و گوگرد به وزن ۱۳ گرم بر اثر سوختن در هوا مخلوطی از $CO_۲$ و $SO_۲$ می‌دهد. تعداد مولهای $CO_۲$ نصف تعداد مولهای $SO_۲$ است. جرم کربن موجود در مخلوط چقدر است؟

Scanned with CamScanner

حل: فرض کنید که جرم کربن $= X$ و جرم گوگرد $= Y$. پس، $X + Y = ۱۳$.

$$C + O_۲ \rightleftharpoons CO_۲$$

$$S + O_۲ \rightleftharpoons SO_۲$$

توجه کنید که

۱. تعداد مولهای C سوخته شده = تعداد مولهای $CO_۲$

۲. تعداد مولهای S سوخته شده = تعداد مولهای $SO_۲$

۳. تعداد مولهای $CO_۲$ = تعداد مولهای C $= \frac{X}{۱۲}$ (جرم اتمی کربن = ۱۲)

۴. تعداد مولهای $SO_۲$ = تعداد مولهای S $= \frac{Y}{۳۲}$ (جرم اتمی گوگرد = ۳۲)

چون تعداد مولهای $CO_۲$ نصف تعداد مولهای $SO_۲$ است، پس

$$\frac{X}{۱۲} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{Y}{۳۲}\right)$$

اکنون دو معادله با دو مجهول داریم. اولین معادله از روابط جرمی به‌دست آمده است: جرم کل برابر با مجموع جرمهای هر یک از اجزاست. دومین معادله از روابط مولی و این واقعیت که $\text{تعداد مولها} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم اتمی یا مولکولی}}$ به‌دست آمده است. بسیاری از مسائل پیچیده را می‌توان با طرح و حل این دو معادلهٔ دومجهولی حل کرد. در این مورد، مقدار X برابر با ۲٫۱ گرم کربن می‌شود.

۶-۷ مخلوطی از کربن و گوگرد به وزن ۲٫۰ g می‌سوزد و مخلوطی از $SO_۲$ و $CO_۲$ با جرم ۶٫۰ g می‌دهد. جرم کربن موجود در مخلوط اولیه چقدر است؟

حل: برای حل کردن این مسئلهٔ خاص، ابتدا باید توجه کنیم که هر یک از معادلات زیر صادق باشند:

الف) جرم S (برحسب گرم) $= Y$ جرم C (برحسب گرم) $= X$

ب) $X + Y = ۲٫۰$ g

ج) $C + O_۲ \rightleftharpoons CO_۲$

د) $S + O_۲ \rightleftharpoons SO_۲$

ه) تعداد مولهای C = تعداد مولهای $CO_۲$

و) تعداد مولهای S = تعداد مولهای $SO_۲$

ز) تعداد مولهای $O_۲$ = تعداد مولهای S + تعداد مولهای C

ح) تعداد مولهای C $= \frac{X}{۱۲}$

ط) تعداد مولهای S $= \frac{Y}{۳۲}$

ی) تعداد مولهای $CO_۲$ $= \frac{X}{۱۲}$

Scanned with CamScanner

ک) $\text{تعداد مولهای } SO_2 = \frac{Y}{32}$

ل) $\text{جرم } CO_2 + \text{جرم } SO_2 = 6/0\ g$

م) $\text{جرم } O_2 = 4/0\ g = (\text{جرم } CO_2 + \text{جرم } SO_2) - (\text{جرم } C + \text{جرم } S)$

ن) $\text{تعداد مولهای } O_2 = \frac{4/0}{32}$

س) $\text{جرم } CO_2 = \text{تعداد مولهای } CO_2 \times \frac{\text{جرم } CO_2}{1\ \text{mol } CO_2} = \frac{X}{12} \times 44$

ع) $\text{جرم } SO_2 = \text{تعداد مولهای } SO_2 \times \frac{\text{جرم } SO_2}{1\ \text{mol } SO_2} = \frac{Y}{32} \times 64$

ف) $\text{جرم } O_2 \text{ موجود در } CO_2 = \text{جرم } O_2 \text{ موجود در } SO_2 + 4/0\ g$

ص) $\text{جرم } O_2 \text{ موجود در } CO_2 = \frac{32}{12} \times \text{جرم } C = \frac{32}{12}X$

چون یک مول CO_2 شامل یک مول C و یک مول O_2 است، پس در CO_2

$$\frac{\text{جرم } O_2}{\text{جرم } C} = \frac{\text{وزن مولکولی } O_2}{\text{وزن مولکولی } C} = \frac{32}{12}$$

بنابراین،

$$\text{جرم } O_2 = \frac{32}{12} \times \text{جرم } C$$

ق) $\text{جرم } O_2 \text{ در } SO_2 = \frac{32}{12} \times \text{جرم } S = \frac{32}{32} \times Y$

ر) $\text{جرم } CO_2 = \frac{44}{12} \times \text{جرم } C = \frac{44}{12}X$

چون یک مول CO_2 شامل یک مول C است، پس

$$\frac{\text{جرم } CO_2}{\text{جرم } C} = \frac{\text{وزن مولکولی } CO_2}{\text{وزن مولکولی } C} = \frac{44}{12}$$

بنابراین،

$$\text{جرم } CO_2 = \frac{44}{12} \times \text{جرم } C$$

ش) $\text{جرم } SO_2 = \frac{64}{32} \times \text{جرم } S = \frac{64}{32}Y$

برای اینکه معادله را برای به‌دست آوردن مقدار X حل کنیم، به دو معادله با دو مجهول نیاز داریم. یکی معادلهٔ بند (ب) که معادلهٔ جرم است. معادلهٔ دیگر را می‌توان از تلفیقهای متنوع این ۲۱ رابطه ساخت. معادلهٔ دوم را به هر صورتی که بسازیم، یک رابطهٔ مولی خواهد بود.

حل ۱ با استفاده از معادلات (ز)، (ح)، (ط) و (ن)

$$\text{تعداد مولهای } O_2 = \text{تعداد مولهای } S + \text{تعداد مولهای } C$$

$$\frac{X}{12} + \frac{Y}{32} = \frac{4/0}{32} \quad (X = 1/2)$$

Scanned with CamScanner

حل ۲ با استفاده از معادلات (ل)، (ص) و (ع)

$$\text{جرم } CO_2 + \text{جرم } SO_2 = ۶٫۰\ g$$

$$\frac{X}{۱۲} \times ۴۴ + \frac{Y}{۳۲} \times ۶۴ = ۶٫۰\ g \quad (X = ۱٫۲)$$

حل ۳ با استفاده از معادلات (ف)، (ظ) و (ق)

$$\text{جرم } O_2 \text{ موجود در } SO_2 + \text{جرم } O_2 \text{ موجود در } CO_2 = ۴٫۰\ g$$

$$\frac{۳۲}{۱۲}X + \frac{۳۲}{۳۲}Y = ۴٫۰\ g \quad (X = ۱٫۲)$$

حل ۴ با استفاده از معادلات (ل)، (ر) و (ش)

$$\text{جرم } CO_2 + \text{جرم } SO_2 = ۶٫۰\ g$$

$$\frac{۴۴}{۱۲}X + \frac{۶۴}{۳۲}Y = ۶٫۰\ g \quad (X = ۱٫۲)$$

توجه: گرچه راه‌حلهای ۲ و ۴ یکسان به‌نظر می‌رسند، اما روشهای متفاوتی را ارائه می‌دهند. در بیشتر مسائل پیچیده، بیش از یک راه‌حل امکانپذیر است. البته، نیازی نیست مانند کاری که در این مسئله انجام دادیم مسئله را از همهٔ روشها حل کنید. باید ساده‌ترین، کوتاهترین و مشخص‌ترین راه را انتخاب کنید.

۷-۷ مخلوطی از Mg و Zn به جرم ۱٫۰۰۰ g را در اکسیژن می‌سوزانیم. مخلوطی از MgO و ZnO به جرم ۱٫۴۰۹ g به‌دست می‌آید. جرم Zn در مخلوط اولیه چقدر است؟

حل: جرم $X = Zn$، جرم $Y = Mg$ و $X + Y = ۱٫۰۰۰$. با بررسی فرمولهای شیمیایی MgO و ZnO پی‌می‌بریم که یک مول Mg، یک مول MgO و یک مول Zn، یک مول ZnO تولید می‌کند. چون $\frac{X}{۶۵٫۴}$ mol Zn = X گرم Zn و $\frac{Y}{۲۴٫۳}$ mol Mg = Y گرم Mg، پس $\frac{X}{۶۵٫۴}$ مول ZnO و $\frac{Y}{۲۴٫۳}$ مول MgO تشکیل می‌شود. جرم کل ZnO و MgO معلوم است، پس این مقادیر مولی را با ضرب کردن آنها در وزن مولکولی مناسب، به جرم تبدیل می‌کنیم:

$$\text{جرم ZnO} = ۸۱٫۴\left(\frac{X}{۶۵٫۴}\right) \quad \text{و} \quad \text{جرم MgO} = ۴۰٫۳\left(\frac{Y}{۲۴٫۳}\right)$$

مجموع این جرمها ۱٫۴۰۹ g می‌شود.

$$\frac{۸۱٫۴}{۶۵٫۴}X + \frac{۴۰٫۳}{۲۴٫۳}Y = ۱٫۴۰۹\ g \quad (X = ۰٫۵۶۹\ g\ Zn)$$

۸-۷ جرم مخلوطی از NaBr و NaI، ۱٫۶۲۰ g است. وقتی این مخلوط را تحت‌تأثیر مقدار اضافی $AgNO_3$ قرار دهیم، مخلوطی از AgBr و AgI با جرم ۲٫۸۲۲ g به‌دست می‌آید. در مخلوط اولیه چه مقدار NaI وجود داشته است؟

Scanned with CamScanner

حل:

$$X = \text{NaI جرم} \quad ; \quad Y = \text{NaBr جرم}$$

$$X + Y = ۱٫۶۲۰ \text{ (معادلهٔ جرم)}$$

وزن فرمولی NaBr، NaI، AgBr و AgI به‌ترتیب برابر است با ۱۰۲٫۹، ۱۴۹٫۹، ۱۸۷٫۸ و ۲۳۴٫۸. چون یک مول NaBr و یک مول AgBr هر کدام شامل یک مول Br و چون یک مول NaI و یک مول AgI هر کدام شامل یک مول I هستند، پس یک مول NaBr و یک مول AgBr و یک مول NaI، یک مول AgI تولید خواهد کرد.

بنابراین، نتیجه می‌گیریم که

$$\frac{\text{AgBr جرم}}{\text{NaBr جرم}} = \frac{\text{AgBr وزن مولکولی}}{\text{NaBr وزن مولکولی}} = \frac{۱۸۷٫۸}{۱۰۲٫۹}$$

$$\text{AgBr جرم} = \frac{۱۸۷٫۸}{۱۰۲٫۹} \times \text{NaBr جرم}$$

همچنین،

$$\text{AgI جرم} = \frac{۲۳۴٫۸}{۱۴۹٫۹} \times \text{NaI جرم} = \frac{۲۳۴٫۸}{۱۴۹٫۹} X$$

$$\text{AgBr جرم} = \frac{۱۸۷٫۸}{۱۰۲٫۹} \times \text{NaBr جرم} = \frac{۱۸۷٫۸}{۱۰۲٫۹} Y$$

$$\text{AgI جرم} + \text{AgBr جرم} = ۲٫۸۲۲\,\text{g}$$

$$\frac{۲۳۴٫۸}{۱۴۹٫۹} X + \frac{۱۸۷٫۸}{۱۰۲٫۹} Y = ۲٫۸۲۲\,\text{g} \quad \text{(معادلهٔ رابطهٔ مولی)}$$

$$X = ۰٫۵۲۰\,\text{g NaI}$$

۹-۷ مخلوطی از CO_2 و SO_2، ۲٫۹۵۲ g است و در مجموع شامل $۵٫۳۰۰ \times ۱۰^{-۲}$ mol است. چند مول CO_2 در مخلوط وجود دارد؟

وزنهای مولکولی: $SO_2 = ۶۴٫۰۶$; $CO_2 = ۴۴٫۰۱$

حل:

$$X = \text{CO}_2 \text{ جرم} \quad ; \quad Y = \text{SO}_2 \text{ جرم}$$

$$X + Y = ۲٫۹۵۲ \text{ (معادلهٔ جرم)}$$

$$\frac{X}{۴۴٫۰۱} + \frac{Y}{۶۴٫۰۶} = ۵٫۳۰۰ \times ۱۰^{-۲} \text{ (معادلهٔ مولی)}$$

$$X = ۰٫۹۶۸۲\,\text{g}$$

$$\text{CO}_2 \text{ تعداد مول} = ۰٫۹۶۸۲\,\text{g CO}_2 \times \frac{۱\,\text{mol CO}_2}{۴۴٫۰۱\,\text{g CO}_2}$$

$$= ۲٫۲۰۰ \times ۱۰^{-۲}\,\text{mol CO}_2$$

Scanned with CamScanner

۱۰-۷ مخلوطی از AgCl خالص و AgBr خالص حاوی ۶۶٫۳۵٪ نقره است. درصد جرمی برم در مخلوط چقدر است؟

حل: فرض کنیم که مخلوطی به وزن ۱۰۰ g داریم. از این‌رو، پاسخ (برحسب گرم) از نظر عددی با درصد جرمی برابر خواهد بود. فرض کنید

$$X = \text{جرم Br} \quad ; \quad Y = \text{جرم Cl} \quad ; \quad \text{جرم Ag} = ۶۶٫۳۵$$

$$X + Y = ۱۰۰ - ۶۶٫۳۵ \quad \text{(معادلهٔ جرم)}$$

$$\text{تعداد مولهای Br} = \text{تعداد مولهای AgBr} = \frac{X}{۷۹٫۹۱}$$

$$\text{تعداد مولهای Cl} = \text{تعداد مولهای AgCl} = \frac{Y}{۳۵٫۴۵}$$

$$\text{تعداد مولهای Ag} = \text{تعداد مولهای (AgCl + AgBr)} = \frac{۶۶٫۳۵}{۱۰۷٫۹}$$

حال می‌توانیم معادله رابطهٔ مولی را بنویسیم

$$\frac{X}{۷۹٫۹۱} + \frac{Y}{۳۵٫۴۵} = \frac{۶۶٫۳۵}{۱۰۷٫۹} \quad (X = ۲۱٫۳\,\text{g} = ٪۲۱٫۳)$$

۱۱-۷ مخلوطی از $BaCl_2$ و $CaCl_2$ شامل ۴۳٫۱٪ کلر است. درصد جرمی باریم را در مخلوط حساب کنید.

۱۲-۷ مخلوطی از Na_2SO_4 و Na_2CO_3 خالص ۱٫۲۰۰g جرم دارد و مخلوطی از $BaSO_4$ و $BaCO_3$ به جرم ۲٫۰۷۷g تولید می‌کند. درصد جرمی Na_2SO_4 در مخلوط اولیه چقدر است؟

۱۳-۷ مخلوطی از CO_2 و CS_2 شامل ۲۰٫۰٪ جرمی کربن است. چند گرم SO_2 از اکسایش کامل ۱۰٫۰g مخلوط CO_2 و CS_2 به‌دست خواهد آمد؟

۱۴-۷ جرم NaCl در مخلوطی از NaCl و NaBr دوبرابر جرم NaBr است. هرگاه این مخلوط را تحت تأثیر مقدار اضافی $AgNO_3$ قرار دهیم، این مخلوط ۱۰۰ g مخلوط AgCl و AgBr تولید خواهد کرد. چه مقدار NaCl در مخلوط اولیه وجود دارد؟

۱۵-۷* مخلوطی از As_2S_3 و CuS به جرم ۸٫۰۰ گرم را در هوا تشویه می‌کنند تا به‌طور کامل به SO_2، As_2O_3 و CuO اکسید شود. گاز SO_2 به سولفات اکسید می‌شود که پس از آن به‌طور کامل به‌صورت $BaSO_4$ رسوب می‌کند؛ ۲۱٫۵ گرم $BaSO_4$ تشکیل می‌شود. جرم Cu واکنش داده را در مخلوط محاسبه کنید.

۱۶-۷* ۵۰٫۰ g جیوه و ۵۰٫۰ g ید را با یکدیگر حرارت می‌دهیم. آنها به‌طور کامل به مخلوطی از Hg_2I_2 و HgI_2 تبدیل می‌شوند. چند گرم Hg_2I_2 در مخلوط وجود دارد؟

۱۷-۷* جرم Al در مخلوطی از Al و Mg سه برابر جرم Mg است. وقتی مخلوط را تحت تأثیر مقدار اضافی HCl قرار می‌دهیم، هیدروژن آزاد می‌شود و این هیدروژن ۱۱۹٫۲۵ گرم CuO را به Cu

Scanned with CamScanner

کاهش می‌دهد. چند گرم Al در مخلوط وجود دارد؟

۱۸-۷* هرگاه مخلوطی از H_2S و CS_2 را در اکسیژن بسوزانیم، H_2O، CO_2 و SO_2 تولید خواهد شد. جرم (برحسب گرم) SO_2 تشکیل شده چهار برابر جرم CO_2 است. درصد جرمی CS_2 را در مخلوط H_2S و CS_2 حساب کنید.

حل:

$$H_2S + 1/5O_2 \rightleftharpoons H_2O + SO_2$$

$$CS_2 + 3O_2 \rightleftharpoons CO_2 + 2SO_2$$

چون هیچ کمیّت خاصی داده نشده است و پاسخ موردنظر (درصد CS_2) مقداری نسبی را نشان می‌دهد، پس فرض می‌کنیم که یک مول (۴۴ g) CO_2 تشکیل می‌شود. جرم کل SO_2 تشکیل شده ۱۷۶ گرم خواهد بود. هنگام سوختن CS_2، دو مول SO_2 به‌ازای هر مول CO_2 تشکیل می‌شود. بنابراین، $2 \times 64\,g$ یا ۱۲۸ گرم SO_2 به‌دست می‌آید. ۴۸ گرم بقیهٔ SO_2 ($176 - 128 = 48$) باید از H_2S به‌دست آید. با توجه به این اطلاعات، مقدار نسبی مولهای CS_2 و H_2S و درصد جرمی CS_2 را در مخلوط اولیه حساب کنید.

۱۹-۷* به مخلوطی ازگازهای C_2H_6 و C_2H_6S که در ظرفی با حجم ثابت قرار دارند، مقدار مشخصی O_2 که برای سوزاندن کامل این گازها و تبدیل آنها به CO_2، SO_2 و H_2O لازم است، افزوده شده است. وقتی جرقه زده می‌شود گازها کاملاً محترق می‌شوند و CO_2، SO_2 و بخارآب (H_2O) می‌دهند. کسر مولی SO_2 در مخلوط گازی CO_2، SO_2 و H_2O برابر با ۰٫۱۲۳۷ است (هیچ مایعی در ظرف واکنش وجود ندارد). درصد جرمی C_2H_6 را در مخلوط اولیهٔ C_2H_6 و C_2H_6S حساب کنید.

راهنمایی: فرض کنید که X کسر مولی C_2H_6 در مخلوط اولیهٔ C_2H_6 و C_2H_6S است. در این صورت، کسر مولی C_2H_6S در مخلوط $1 - X$ خواهد بود.

Scanned with CamScanner

ب) فرمالیته (F) ارتباط نزدیکی با مولاریته دارد و در فصل ۱۶ مورد بحث قرار خواهد گرفت.

به یاد داشته باشید در مسائلی که دربارهٔ واکنشهایی است که در محلول رخ می‌دهند، روابط مولی دقیقاً همان است که در فصل مربوط به استوکیومتری مورد بحث قرار گرفت. تنها موضوع جدید در این فصل آن است که به‌جای بیان تعداد معینی از مول یا گرم یک واکنش‌دهندهٔ مشخص، حجم معینی از یک محلول با مولاریتهٔ معلوم را بیان خواهید کرد. ابتدا، تعداد مولهای واکنش‌دهنده را در آن حجم محلول تعیین خواهید کرد. بقیهٔ محاسبه مانند روش معمول برای محاسبات استوکیومتری است.

۳. روابط حجمی ـ حجمی برای محلولهایی به‌کار می‌رود که دو یا چند جزء سازندهٔ مایع دارند.

الف) $\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم مادهٔ حل‌شده}}{\text{حجم محلول}} \times ٪۱۰۰$

ب) درصد جرمی $\times ۲$ = درجهٔ فوت

اغلب در یک مسئله لازم است یک واحد غلظت را به واحد دیگر تبدیل کنید. برای تغییر رابطهٔ وزنی ـ وزنی به رابطهٔ وزنی ـ حجمی، باید چگالی محلول یعنی، وزن حجم معینی از آن را بدانید. چگالی (d) را معمولاً به‌صورت $d = \frac{m}{V}$ تعریف می‌کنند، که m وزن برحسب گرم و V حجم برحسب سانتی‌مترمکعب است.

مسائل

۱-۱۲ ۱۲ گرم NaCl را در ۶۸ گرم آب حل می‌کنند. درصد وزنی NaCl موجود در محلول را محاسبه کنید.

حل: برای محاسبهٔ درصد وزنی به وزن محلول که برابر با حاصل‌جمع وزن مادهٔ حل‌شده و وزن حلال است، نیاز داریم. ۱۲ گرم NaCl در ۶۸ گرم H_2O، ۸۰ گرم $(۸۰ = ۶۸ + ۱۲)$ محلول به‌دست می‌دهد. با جایگزینی در رابطهٔ درصد وزنی، داریم

$$\text{درصد وزنی} = \frac{۱۲\ \text{g}}{۸۰\ \text{g}} \times ٪۱۰۰ = ٪۱۵$$

توجه: در محاسبهٔ درصد وزنی یا کسر وزنی از هر واحدی می‌توان استفاده کرد، به شرط آن‌که واحدهای صورت و مخرج یکسان باشد.

۲-۱۲ وزن NaCl موجود در ۶۰ گرم محلول ٪۱۵ NaCl در آب چقدر است؟

حل: ٪۱۵ یعنی، ۰٫۱۵ از وزن محلول NaCl.

$$۰٫۱۵ \times ۶۰\ \text{g NaCl} = ۹٫۰\ \text{g NaCl}$$

۳-۱۲ چه مقدار شکر را باید در ۶۰ گرم آب حل کنیم تا محلول ٪۲۵ به‌دست آید؟

حل: محلول مورد نظر، محلولی است که ۰٫۲۵ وزن آن شکر است. وزن محلول برابر با مجموع

Scanned with CamScanner

وزن شکر و وزن آب است. وزن شکر را X در نظر بگیرید.

$$\text{وزن محلول} = X + ۶۰\ \text{g}$$
$$X = ۰٫۲۵(X + ۶۰\ \text{g})$$
$$X = ۲۰\ \text{g شکر}$$

۴-۱۲ برای تهیهٔ ۸۰ گرم محلول ۵٫۰٪ نمک چه مقدار آب و نمک لازم است؟

حل: در محلول ۵٫۰٪ نمک، وزن نمک ۰٫۰۵۰ وزن محلول است.

$$\text{نمک} = ۰٫۰۵۰ \times ۸۰\ \text{g} = ۴٫۰\ \text{g}$$
$$\text{وزن آب} + \text{وزن نمک} = \text{وزن محلول}$$
$$\text{۷۶ گرم آب} = ۴٫۰\ \text{گرم نمک} - ۸۰\ \text{گرم محلول}$$

۵-۱۲ $۱۵\ \text{cm}^۳$ از یک محلول ۱۲ g وزن دارد. چگالی محلول را محاسبه کنید.

حل: چگالی یعنی تعداد گرمها در هر سانتی‌مترمکعب. از این‌رو، برای به‌دست آوردن چگالی، وزن برحسب گرم را به حجم برحسب $\text{cm}^۳$ تقسیم می‌کنیم. یعنی،

$$\text{چگالی} = \frac{۱۲\ \text{g}}{۱۵\ \text{cm}^۳} = ۰٫۸۰\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$$

۶-۱۲ چگالی محلولی $۱٫۸۰\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$ است. ۳۶۰ g از این محلول چه حجمی را اشغال می‌کند؟

حل: برای به‌دست آوردن حجمی که ۳۶۰ g از یک محلول اشغال می‌کند، از چگالی مانند یک ضریب تبدیل استفاده می‌کنیم:

$$۳۶۰\ \text{g} \times \frac{۱\ \text{cm}^۳}{۱٫۸۰\ \text{g}} = ۲۰۰\ \text{cm}^۳$$

۷-۱۲ چگالی محلول $H_۲SO_۴$ ۴۴٫۰۰٪ برابر با $۱٫۳۴۳\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$ است. چند گرم $H_۲SO_۴$ در $۶۰\ \text{cm}^۳$ از این محلول وجود دارد؟

حل: وزن $۶۰\ \text{cm}^۳$ از این محلول برحسب گرم برابر خواهد بود با

$$۶۰\ \text{cm}^۳\ \text{محلول} \times \frac{۱٫۳۴۳\ \text{g}}{۱\ \text{cm}^۳} = ۸۰٫۵۸\ \text{g محلول}$$
$$\frac{۰٫۴۴۰۰\ \text{g } H_۲SO_۴}{۱\ \text{g محلول}} \times ۸۰٫۵۸\ \text{g محلول} = ۳۵٫۴۶\ \text{g } H_۲SO_۴$$

محاسبهٔ کامل در یک مرحله عبارت است از

$$۶۰\ \text{cm}^۳ \times \frac{۱٫۳۴۳\ \text{g}}{۱\ \text{cm}^۳} \times \frac{۰٫۴۴۰۰\ \text{g } H_۲SO_۴}{۱\ \text{g محلول}} = ۳۵٫۴۶\ \text{g } H_۲SO_۴$$

۸-۱۲ درصد وزنی NaF در محلولی که از انحلال ۱٫۲۲ مول NaF در ۴۱٫۲ مول $H_۲O$ تهیه شده، چقدر است؟

Scanned with CamScanner

۹-۱۲ برای حل‌کردن ۱٫۷ گرم KNO_3 چه مقدار آب لازم است به‌طوری‌که محلول به‌دست آمده ۷٫۹ درصد وزنی KNO_3 داشته باشد؟

۱۰-۱۲ یک نمونهٔ ۱۰ گرمی NH_4Cl را در ۱۰۰ گرم محلول NH_4Cl ۱۰٪ در آب حل می‌کنند. درصد وزنی محلول به‌دست آمده را محاسبه کنید.

۱۱-۱۲ یک محلول ۱۰٫۰٪ از $NaNO_3$ در اختیار داریم. چند گرم $NaNO_3$ باید در ۱۰۰ گرم از این محلول حل کنیم تا محلول ۲۰٫۰٪ به‌دست آید؟

۱۲-۱۲ یک نمونهٔ ۶۰ گرمی از یک محلول NaCl ۱۲٪ در آب را با ۴۰ گرم از یک محلول NaCl ۷٫۰٪ در آب مخلوط می‌کنند. درصد وزنی محلول به‌دست آمده چقدر است؟

۱۳-۱۲ از مخلوط کردن ۱۰ گرم CH_3OH و ۱۰۰ گرم H_2O محلولی تهیه می‌کنند. کسر مولی هر جزء سازنده را محاسبه کنید.

حل: برای محاسبهٔ کسر مولی هر جزءِ سازندهٔ یک محلول باید تعداد مول آن جزءِ سازنده و تعداد کل مولهای همهٔ اجزاءِ سازندهٔ محلول را بدانیم. تعداد مول CH_3OH برابر است با

$$n_{CH_3OH} = ۱۰\ g\ CH_3OH \times \frac{۱\ mol\ CH_3OH}{۳۲\ g\ CH_3OH} = ۰٫۳۱$$

تعداد مول H_2O برابر است با

$$n_{H_2O} = ۱۰۰\ g\ H_2O \times \frac{۱\ mol\ H_2O}{۱۸\ g\ H_2O} = ۵٫۵$$

پس،

$$f_{CH_3OH} = \frac{n_{CH_3OH}}{n_{CH_3OH} + n_{H_2O}} = \frac{۰٫۳۱}{۰٫۳۱ + ۵٫۵} = ۰٫۰۵۳$$

اگر کسر مولی همهٔ اجزاءِ سازندهٔ یک محلول را به‌جز یکی داشته باشیم، به راحتی می‌توانیم کسر مولی جزء باقیمانده را به‌دست آوریم. به‌یاد داشته باشید که حاصل‌جمع کسرهای مولی اجزاء سازندهٔ یک محلول برابر با یک است. در این مسئله، $f_{CH_3OH} + f_{H_2O} = ۱$ یا $f_{H_2O} = ۱ - ۰٫۰۵۳ = ۰٫۹۴۷$.

۱۴-۱۲ از مخلوط کردن ۱۵ گرم Na_2SO_4 با ۱۲۵ سانتی‌مترمکعب H_2O در دمای ۲۵°C محلولی تهیه می‌کنند. چگالی آب در این دما $۱\ \frac{g}{cm^3}$ است. مولالیتهٔ Na_2SO_4 در این محلول چقدر است؟

حل: مولالیته عبارت است از تعداد مولهای ماده در یک کیلوگرم از حلال. بنابراین،

$$\text{تعداد مول موجود در محلول } Na_2SO_4 = ۱۵\ g\ Na_2SO_4 \times \left(\frac{۱\ mol\ Na_2SO_4}{۱۴۲\ g\ Na_2SO_4}\right) = ۰٫۱۰۶\ mol\ Na_2SO_4$$

$$\text{وزن آب} = ۱۲۵\ cm^3 \times ۱٫۰\ \frac{g}{cm^3} = ۱۲۵\ g$$

Scanned with CamScanner

با جایگزینی این مقادیر در رابطهٔ مولالیته، داریم

$$\text{مولالیته} = \frac{۰٫۱۰۶\ \text{mol}}{۱۲۵\ \text{g}} \times \frac{۱۰۰۰\ \text{g}}{۱\ \text{kg}} = ۰٫۸۴m$$

۱۵-۱۲ محلولی از انحلال ۱۷٫۲ گرم NaBr در ۱۹۶ سانتی‌مترمکعب H_2O در دمای $25^\circ C$ تهیه شده است. کسر مولی و مولالیتهٔ NaBr را در این محلول محاسبه کنید.

۱۶-۱۲ چه مقدار گلوکز، $C_6H_{12}O_6$، را باید در ۱۵۰ سانتی‌مترمکعب آب حل کرد تا محلول ۰٫۳۴m گلوکز به‌دست آید؟

۱۷-۱۲ کسر مولی گلوکز در محلول مسئلهٔ ۱۲-۱۶ چقدر است؟

۱۸-۱۲* کسر مولی H_2O در محلولی از C_2H_6O در آب ۰٫۹۷ است. مولالیتهٔ C_2H_6O را محاسبه کنید.

۱۹-۱۲* به ۲۲۳ cm^3 از محلولی با چگالی $1٫12\ \frac{g}{cm^3}$ که حاوی ۹٫۲۰ درصد وزنی اتیلن گلیکول، $C_2H_6O_2$، در آب است، ۲۱٫۴ g گلیسرول، $C_3H_8O_3$، می‌افزایند. کسر مولی گلیسرول را در محلول حاصل محاسبه کنید.

۲۰-۱۲ چه مقدار NaOH برای تهیهٔ ۱٫۰ لیتر محلول NaOH، ۱٫۰M لازم است؟

حل: محلول NaOH، ۱٫۰M حاوی ۱٫۰ مول NaOH خواهد بود که برای تهیهٔ یک لیتر محلول در مقدار کافی آب حل شده است. یک مول NaOH، ۴۰ گرم وزن دارد. از این‌رو، ۴۰ گرم NaOH لازم است.

۲۱-۱۲ چه مقدار K_2SO_4 برای تهیهٔ ۱٫۰۰ لیتر محلول K_2SO_4، ۰٫۵۰۰M لازم است؟

حل: یک لیتر محلول K_2SO_4، ۰٫۵۰۰M حاوی نیم‌مول K_2SO_4 است که برای تهیهٔ یک لیتر محلول در مقدار کافی آب حل شده است. نیم‌مول K_2SO_4، ۸۷٫۱ گرم وزن دارد. از این‌رو، ۸۷٫۱ گرم K_2SO_4 لازم است.

۲۲-۱۲ وزن $Al_2(SO_4)_3$ لازم برای تهیهٔ ۳۰۰ cm^3 محلول $Al_2(SO_4)_3$، ۰٫۲۰۰M چقدر است؟

حل: یک لیتر محلول $Al_2(SO_4)_3$، ۰٫۲۰۰M حاوی ۰٫۲۰۰ مول $Al_2(SO_4)_3$ است. ۳۰۰ cm^3 برابر با ۰٫۳۰۰ L است؛ ۰٫۳۰۰ L از محلول $Al_2(SO_4)_3$، ۰٫۲۰۰M حاوی ۰٫۲ × ۰٫۳ یا ۰٫۰۶۰۰ مول $Al_2(SO_4)_3$ است. یک مول $Al_2(SO_4)_3$، ۳۴۲ گرم وزن دارد. از این‌رو، ۰٫۰۶۰۰ × ۳۴۲ g = ۲۰٫۶ g.

در یک مرحله:

$$۰٫۳۰۰\ \text{L} \times \frac{۰٫۲۰۰\ \text{mol}\ Al_2(SO_4)_3}{۱٫۰۰\ \text{L}} \times \frac{۳۴۲\ \text{g}\ Al_2(SO_4)_3}{۱\ \text{mol}\ Al_2(SO_4)_3} = ۲۰٫۶\ \text{g}\ Al_2(SO_4)_3$$

توجه: لیترها و مولها حذف می‌شوند و پاسخ برحسب گرم به‌دست می‌آید.

۲۳-۱۲ از حل کردن ۱۲ g NaOH در مقدار کافی آب و رساندن حجم محلول به ۵۰۰ cm^3 محلولی

Scanned with CamScanner

تهیه می‌کنند. مولاریتهٔ این محلول را محاسبه کنید.

حل: مولاریته یعنی، به‌دست آوردن تعداد مولهای مادهٔ حل‌شده در ۱۰۰۰ cm^3 (۱ L) از محلول

$$۱ \text{ mol NaOH} = ۴۰ \text{ g NaOH}$$

از این‌رو،

$$۱۲ \text{ g NaOH} \times \frac{۱ \text{ mol NaOH}}{۴۰ \text{ g NaOH}} = ۰/۳۰ \text{ mol NaOH}$$

۰/۳۰ مول NaOH در ۵۰۰ cm^3 محلول وجود دارد. چون مولاریته تعداد مولها در ۱۰۰۰ cm^3 محلول است پس،

$$۱۰۰۰ \text{ cm}^3 \times \frac{۰/۳۰ \text{ mol}}{۵۰۰ \text{ cm}^3} = ۰/۶۰ \text{ mol}$$

بنابر این، مولاریتهٔ محلول ۰/۶۰M است.

۱۲-۲۴ محلولی از $Cu(NO_3)_2$ حاوی ۱۰۰ mg نمک در هر سانتی‌مترمکعب محلول است. مولاریتهٔ این محلول را محاسبه کنید.

حل: ۱۰۰ mg = ۰/۱g . ۰/۱ گرم در ۱ cm^3 همان غلظتی است که ۱۰۰ گرم در ۱۰۰۰ cm^3 دارد. بنابر این، این محلول حاوی ۱۰۰ گرم $Cu(NO_3)_2$ در هر لیتر است. برای محاسبهٔ مولاریته باید تعداد مولها را در هر لیتر به‌دست آوریم. یک مول $Cu(NO_3)_2$، ۱۸۷/۵ گرم وزن دارد. بنابر این،

$$۱۰۰ \text{ g } Cu(NO_3)_2 \times \frac{۱ \text{ mol } Cu(NO_3)_2}{۱۸۸ \text{ g } Cu(NO_3)_2} = ۰/۵۳ \text{ mol } Cu(NO_3)_2$$

از این‌رو، مولاریتهٔ محلول ۰/۵۳M است.

۱۲-۲۵ وزن KOH لازم برای تهیهٔ ۴۰۰ cm^3 محلول KOH، ۰/۱۸M چقدر است؟

۱۲-۲۶ از ۱۶۴ گرم Na_2CO_3 چند حجم محلول Na_2CO_3 با مولاریتهٔ ۰/۳۰۶ می‌توان تهیه کرد؟

۱۲-۲۷ محلولی از NaCl حاوی ۱۴ گرم NaCl در ۷۵۰ cm^3 محلول است. مولاریتهٔ محلول را محاسبه کنید.

۱۲-۲۸ اگر ۲۳۰ cm^3 محلول Na_2SO_4، ۰/۳۰M را حرارت دهیم، وزن Na_2SO_4 خشک باقیمانده چقدر خواهد بود؟

۱۲-۲۹ ۱۰/۰ cm^3 محلول ۷۰/۰٪ سولفوریک اسید با چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۱/۶۱ را در مقدار کافی آب حل می‌کنند تا حجم محلول به ۲۵/۰ cm^3 برسد. مولاریتهٔ محلول نهایی چقدر است؟

۱۲-۳۰ مولاریتهٔ یک محلول ۲۹/۰ درصد وزنی H_2SO_4 برابر با ۳/۵۸M است. چگالی محلول H_2SO_4، ۳/۵۸M را محاسبه کنید.

۱۲-۳۱ ۴۴/۲۰ cm^3 از محلول ۷۰/۰۰٪ سولفوریک اسید با چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۱/۶۱۰ را تا چه حجمی باید رقیق کرد تا مولاریتهٔ محلول برابر با ۰/۴۰۰۰M شود؟

Scanned with CamScanner

۳۲-۱۲ چگالی یک محلول CH_3OH، ۱٫۰۰ M برابر با $\frac{g}{cm^3}$ ۰٫۹۱ است. کسر مولی، درصد وزنی و مولالیتهٔ CH_3OH را محاسبه کنید.

حل: با توجه به چگالی، یک لیتر از محلول $910\ g = 1000\ cm^3 \times \frac{0.91\ g}{cm^3}$ وزن دارد. این محلول حاوی $32.0\ g = 1\ mol$ از CH_3OH و بنابراین، $878\ g = 32 - 910$ آب است:

$$878\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\ g\ H_2O} = 48.8\ mol\ H_2O$$

$$f_{CH_3OH} = \frac{n_{CH_3OH}}{n_{CH_3OH} + n_{H_2O}} = \frac{1}{1 + 48.8} = 0.020$$

$$\text{درصد وزنی} = \frac{32.0}{910} \times 100 = \%3.52$$

$$\text{مولالیته} = \frac{1\ mol}{(910 - 32)\ g} \times \frac{1000\ g}{1\ kg} = 1.13m$$

۳۳-۱۲ چگالی محلول KBr، ۱٫۳۰ M برابر با $\frac{g}{cm^3}$ ۱٫۱۶ است. کسر مولی، درصد وزنی و مولالیتهٔ KBr را محاسبه کنید.

۳۴-۱۲ چگالی محلول ۵٫۳۰ درصد وزنی LiBr برابر با $\frac{g}{cm^3}$ ۱٫۰۴ است. مولاریتهٔ محلول را محاسبه کنید.

۳۵-۱۲ بر اثر افزایش منیزیم به $320\ cm^3$ محلول H_2SO_4، ۰٫۵۰ M، چند مول گاز هیدروژن آزاد خواهد شد؟

حل:

$$Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2$$

محلول H_2SO_4، ۰٫۵۰ M حاوی ۰٫۵۰ مول H_2SO_4 در هر لیتر است

$$0.320\ L\ H_2SO_4 \times \frac{0.50\ mol\ H_2SO_4}{1\ L\ H_2SO_4} = 0.16\ mol\ H_2SO_4$$

یک مول H_2SO_4 یک مول H_2 آزاد می‌کند. بنابراین، ۰٫۱۶ مول H_2 آزاد خواهد شد.

۳۶-۱۲ بر اثر افزایش روی به $400\ cm^3$ محلول HCl، ۰٫۴۰ M، چند مول گاز هیدروژن آزاد خواهد شد؟

حل:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

دو مول HCl یک مول H_2 تولید می‌کند.

یک مول HCl، ۰٫۵ مول H_2 تولید می‌کند.

محلول HCl، ۰٫۴۰ M حاوی ۰٫۴۰ مول HCl در هر لیتر است.

$$0.400\ L \times \frac{0.40\ mol}{1\ L} = 0.16\ mol\ HCl$$

Scanned with CamScanner

بنابر این، mol ۰٫۰۸۰ (mol $\frac{۰٫۱۶}{۲}$) گاز هیدروژن آزاد خواهد شد.

۳۷-۱۲ هنگامی‌که مقدار اضافی Mg با هر یک از محلولهای زیر واکنش دهد، چند مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود؟

الف) ۶۰۰ cm^3 محلول H_2SO_4، ۰٫۸۰ M

ب) ۶۰۰ cm^3 محلول HCl، ۰٫۸۰ M

۳۸-۱۲ ۶۰۰ cm^3 محلول HCl، ۰٫۴۰ M با مقدار اضافی Mg واکنش می‌دهد. همهٔ گاز هیدروژن آزاد شده برای کاهش CuO به Cu مصرف می‌شود. وزن مس عنصری تشکیل شده چقدر است؟

۳۹-۱۲ ۴۴۷ cm^3 محلول Na_2CO_3 را با مقدار اضافی سولفوریک اسید حرارت می‌دهند تا واکنش کامل شود. ۵٫۰ L گاز CO_2 خشک (اندازه‌گیری‌شده در شرایط متعارفی) آزاد می‌شود. مولاریتهٔ محلول سدیم کربنات را محاسبه کنید.

حل: برای محاسبهٔ مولاریته باید تعداد مولهای Na_2CO_3 موجود در هر لیتر محلول را به‌دست آوریم. اگر تعداد مولهای Na_2CO_3 موجود در ۴۴۷ cm^3 از محلول را بدانیم، آنگاه می‌توانیم تعداد مولها را در ۱۰۰۰ cm^3 (۱ L) محاسبه کنیم. با توجه به معادلهٔ

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

یا به‌طور ساده‌تر، با توجه به فرمول Na_2CO_3 و CO_2 می‌توان دریافت که یک مول Na_2CO_3 یک مول CO_2 تولید می‌کند. از این‌رو، اگر تعداد مولهای CO_2 تشکیل شده را بدانیم، آنگاه می‌توانیم تعداد مولهای Na_2CO_3 موجود در ۴۴۷ cm^3 محلول را محاسبه کنیم.

می‌دانیم ۵٫۰ L گاز CO_2 آزاد می‌شود. چون یک مول گاز CO_2 در شرایط متعارفی ۲۲٫۴ لیتر حجم دارد. پس، ۵٫۰ لیتر CO_2، $\frac{۵}{۲۲٫۴}$ مول است. بنابراین، $\frac{۵}{۲۲٫۴}$ مول Na_2CO_3 در ۴۴۷ cm^3 (۰٫۴۴۷ L) از محلول وجود دارد.

$$\frac{۵}{۲۲٫۴}\ \text{mol} \div ۰٫۴۴۷\ \text{L} = ۰٫۵\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

از این‌رو، مولاریتهٔ محلول برابر با ۰٫۵M است.

۴۰-۱۲ یک بشر حاوی ۱۳۰ cm^3 هیدروکلریک اسید است. محتویات بشر با مقدار اضافی از روی واکنش می‌دهد. ۷٫۱۳ L گاز هیدروژن (اندازه‌گیری شده در دمای ۲۲°C و فشار ۷۳۸ mmHg) آزاد می‌شود. مولاریتهٔ اسید را محاسبه کنید.

۴۱-۱۲ نمونه‌ای به حجم ۱۷٫۴ cm^3 از یک محلول ۷۰٫۰٪ سولفوریک اسید با چگالی ۱٫۶۱ $\frac{g}{cm^3}$ را تا حجم ۱۰۰ cm^3 رقیق کرده، سپس با مقدار اضافی از روی واکنش می‌دهند. گاز هیدروژن آزادشده را با گاز کلر ترکیب می‌کنند تا HCl تشکیل شود. سپس این گاز را در مقدار کافی آب

Scanned with CamScanner

حل می‌کنند تا $200\ cm^3$ محلول هیدروکلریک اسید به‌دست آید. طی انجام واکنشها، هیچ ماده‌ای از دست نمی‌رود. مولاریتهٔ محلول هیدروکلریک اسید را محاسبه کنید.

۱۲-۴۲ چگالی یک محلول H_2SO_4 ٪۴۴٫۰ برابر با $1.343\ \frac{g}{cm^3}$ است. $25.0\ cm^3$ از این محلول با مقدار اضافی Zn واکنش می‌دهد. گاز هیدروژن آزاد شده چه حجمی را در شرایط متعارفی اشغال می‌کند؟

حل:

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

بنابراین، یک مول H_2SO_4 یک مول H_2 آزاد خواهد کرد.

تعداد مولهای H_2SO_4 موجود در محلول را محاسبه خواهیم کرد.

$$25.0\ cm^3 \times 1.343\ \frac{g}{cm^3} \times 0.440 = 14.8\ g\ H_2SO_4$$

$$14.8\ g\ H_2SO_4 \times \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{98.1\ g\ H_2SO_4} = 0.151\ mol\ H_2SO_4$$

بنابراین، ۰٫۱۵۱ مول گاز H_2 آزاد می‌شود. حجم یک مول گاز H_2 در شرایط متعارفی برابر با ۲۲٫۴ لیتر است. پس،

$$0.151\ mol \times \frac{22.4\ L}{1\ mol} = 3.38\ L\ H_2$$

۱۲-۴۳ $100\ cm^3$ محلول H_2SO_4 ۲۰٫۰٪ با چگالی $1.14\ \frac{g}{cm^3}$ را با مقدار اضافی آلومینیم واکنش می‌دهند. گاز هیدروژن تولید شده را با گاز کلر ترکیب می‌کنند. حجم گاز HCl خشک به‌دست آمده (در دمای $25^\circ C$ و فشار $740\ mmHg$) چقدر است؟

۱۲-۴۴ چه حجمی از محلول HCl، $0.250\ M$، برای خنثا کردن $120\ cm^3$ محلول KOH، $0.800\ M$ لازم خواهد بود؟

حل: یک مول HCl یک مول KOH را خنثا خواهد کرد. بنابراین، تعداد مولهای HCl مورد نیاز با تعداد مولهای KOH موجود در محلول برابر است. محلول KOH، $0.800\ M$، حاوی ۰٫۸۰۰ مول KOH در هر لیتر است؛ محلول HCl، $0.250\ M$، حاوی ۰٫۲۵۰ مول HCl در هر لیتر است.

$$\text{تعداد مولهای KOH موجود} = \frac{0.800\ mol\ KOH}{1\ L} \times 0.120\ L$$

$$\text{تعداد مولهای HCl موردنیاز} = \frac{0.250\ mol\ HCl}{1\ L} \times X\ L$$

بنابراین، چون تعداد مولهای HCl مورد نیاز با تعداد مولهای KOH موجود برابر است، پس،

Scanned with CamScanner

$$X\ \text{L HCl} \times \frac{۰٫۲۵۰\ \text{mol}}{۱\ \text{L}} = ۰٫۱۲۰\ \text{L} \times \frac{۰٫۸۰۰\ \text{mol}}{۱\ \text{L}}$$

$$X = ۰٫۳۸۴\ \text{L}$$

۴۵-۱۲ اگر ۱۲٫۰ گرم NaOH برای خنثا کردن $۸۲٫۰\ \text{cm}^3$ سولفوریک اسید لازم باشد، مولاریتهٔ اسید را محاسبه کنید.

۴۶-۱۲ $۲۵٫۰\ \text{cm}^3$ محلول NaOH دقیقاً $۴۰\ \text{cm}^3$ محلول H_2SO_4، $۰٫۱۰\ M$ را خنثا می‌کند. مولاریتهٔ NaOH را محاسبه کنید.

۴۷-۱۲ برای رسوب دادن یون کلرید از $۸۰٫۰\ \text{cm}^3$ محلول NaCl، $۰٫۴۰۰\ M$، چند حجم محلول $AgNO_3$ با مولاریتهٔ ۰٫۲۵۰ لازم خواهد بود؟ وزن رسوب AgCl چقدر است؟

۴۸-۱۲* نمونه‌ای به وزن ۸۵ g از سنگ معدن آنتیموان سولفید را که حاوی ۴۰ درصد وزنی Sb_2S_3 و ۶۰٪ مواد بی‌اثر است، اکسید می‌کنند تا گوگرد موجود در ترکیب Sb_2S_3 به SO_2 تبدیل شود. SO_2 به‌دست آمده را در مقدار کافی آب حل کرده، حجم محلول را به $۲۰۰\ \text{cm}^3$ می‌رسانند. چند حجم محلول NaOH، $۰٫۴۰۰\ M$ برای خنثا کردن کامل محتویات محلول ۲۰۰ سانتی‌مترمکعبی لازم خواهد بود؟

راهنمایی:

$$Sb_2S_3 \longrightarrow 3SO_2 \longrightarrow 3H_2SO_4 \longrightarrow 6NaOH$$

$$\text{تعداد مولهای NaOH موردنیاز} = 6 \times \text{تعداد مولهای } Sb_2S_3$$

$$\text{حجم NaOH موردنیاز برحسب } \text{cm}^3 = \text{تعداد مولهای NaOH موردنیاز} \times \frac{۱۰۰۰\ \text{cm}^3 \text{ محلول}}{۰٫۴۰۰\ \text{mol NaOH}}$$

۴۹-۱۲* وقتی ۱۶ g از مخلوط سدیم و پتاسیم با آب واکنش می‌دهد، محلولی به‌دست می‌آید که $۶۰۲٫۵\ \text{cm}^3$ محلول H_2SO_4، $۰٫۲۰\ M$ را خنثا می‌کند. وزن سدیم در این مخلوط چقدر است؟

راهنمایی: یک مول Na یک مول NaOH تولید می‌کند؛ یک مول K یک مول KOH تولید می‌کند. تعداد مولهای $H_2SO_4 \times 2$ = تعداد مولهای هیدروکسیدها.

۵۰-۱۲* ۱۴٫۸ g از مخلوط Na_2CO_3 و $NaHCO_3$ را در مقدار کافی آب حل می‌کنند و حجم محلول را به $۲۰۰\ \text{cm}^3$ می‌رسانند. وقتی همهٔ محلول را با مقدار اضافی H_2SO_4، $۲٫۰۰\ M$ واکنش می‌دهند و می‌جوشانند تا تمام گاز حل‌شده خارج شود، ۳٫۷۳ L گاز CO_2 خشک (اندازه‌گیری شده در ۷۴۰ mmHg و در دمای ۲۲٫۰°C) آزاد می‌شود. مولاریتهٔ Na_2CO_3 و $NaHCO_3$ موجود در $۲۰۰\ \text{cm}^3$ از محلول را محاسبه کنید.

Scanned with CamScanner

راهنمایی: X =مولارینهٔ Na_2CO_3 و Y = مولارینهٔ $NaHCO_3$

تعداد مولهای Na_2CO_3 موجود در $400\ cm^3$ از محلول $= 0{,}400X$

تعداد مولهای $NaHCO_3$ موجود در $400\ cm^3$ از محلول $= 0{,}400Y$

یک مول Na_2CO_3 یک مول CO_2 تولید می‌کند.

یک مول $NaHCO_3$ یک مول CO_2 تولید می‌کند.

۱۲-۵۱* به یک بشر حاوی $164\ cm^3$ محلول $CuSO_4$، $10{,}00\ g$ فلز منیزیم می‌افزایند. هنگامی‌که واکنش کامل شد، مخلوطی از Mg و Cu به وزن $14{,}45\ g$ در بشر باقی می‌ماند. مولارینهٔ محلول $CuSO_4$ اولیه را محاسبه کنید.

Scanned with CamScanner