

ترکیب درصد اجزای یک ترکیب:

مقدمه

ترکیب درصد یک ماده مرکب از روی فرمول آن ماده مرکب به آسانی محاسبه می‌شود. زیروند های فرمول عده مولهای هر عنصر در یک مول ماده مرکب را به دست می‌دهد. از این اطلاعات و از وزنهای اتمی عناصر، می‌توانیم عده گرمهای هر عنصر موجود در یک مول ماده مرکب را به دست آوریم. درصد یک عنصر معین، ۱۰۰ برابر جرم آن عنصر تقسیم بر جرم مول ماده مرکب است.

مثال.

درصد Fe_2O_3 در Fe تا سه رقم با معنی چقدر است؟
حل.

یک مول Fe_2O_3 شامل

$$2\text{mol}Fe = 2(55.8) \text{ g}Fe = 111.6 \text{ g}Fe$$

$$3\text{mol}O = 3(16) \text{ g}O = \frac{48 \text{ g } O}{159.6 \text{ g}}$$

حاصل جمع این جرمها، $g = 159.6$ ، جرم یک مول Fe_2O_3 در Fe عبارت است از:

$$\frac{111.6 \text{ g}}{159.6 \text{ g}Fe_2O_3} \times \% 100 = \% 69.92 \quad Fe_2O_3 \text{ در } Fe$$

ترکیب درصد یک ماده مرکب در بسیاری مواقع به وسیله تجزیه شیمیایی معین می‌شود. سپس این داده‌ها می‌تواند برای یافتن فرمول تجربی یک ماده مرکب به کار آید. مثال زیر روشی را که برای تجزیه مواد مرکب آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نشان می‌دهد.

مثال.

نیکوتین ماده مرکبی است شامل کربن، هیدروژن و نیتروژن. اگر نمونه‌ای به وزن $g/50$ از نیکوتین در اکسیژن

سوزانده شود، مواد حاصل از احتراق عبارتند از CO_2 $g/78$ ، H_2O $g/194$ و N_2 $g/210$. ترکیب درصد

نیکوتین را معین کنید.

حل.

توجه داشته باشید که محاسبات با سه رقم با معنی انجام می‌شود. نخست مقدار هر عنصر موجود در نمونه

گ $g/50$ نیکوتین را حساب می‌کنیم. بنابراین پرسش زیر را مطرح می‌کنیم،

$$? gC = 6.78 gCO_2$$

ضریب تبدیلی را که باید برای حل این مسئله به کار گیریم، کسری است که برای یافتن C در از آن استفاده

می‌کنیم. چون ۱ مول C شامل $12 gC$ است، $(44 g CO_2)$ CO_2 $12 gC$ است،

$$12 gC \approx 44 gCO_2$$

ضریب تبدیل می‌شود $(12 gC / 44 gCO_2)$ و از آنجا

$$? gC = 6.78 gCO_2 \left(\frac{12 gC}{44 gCO_2} \right) = 1.85 gC$$

با استفاده از همین طریق عده گرمهای هیدروژن در نمونه نیکوتین را به دست می‌آوریم. از هیدروژن

نیکوتین $g/194$ H_2O تشکیل شده است. در یک مول $g/18$ H_2O دو مول اتم هیدروژن $g/20.2$ وجود دارد،

بنابراین،

$$? gH = 1.94 gH_2O \left(\frac{2.02 gH}{18 gH_2O} \right) = 0.218 gH$$

آن‌طور که در صورت مسئله گفته شده، در عمل احتراق نیتروژن با اکسیژن ترکیب نمی‌شود، بلکه به صورت

گاز N_2 خارج می‌شود. بنابراین نمونه شامل $gN_2 / 432$ است.

اکنون مقدار هر یک از عناصر موجود در $g / 50$ نمونه را برای تعیین ترکیب درصد نیکوتین به کار

می‌گیریم.

$$\frac{C1.85g}{2.50g} \times \% 100 = \% 74C \quad \text{در نیکوتین}$$

$$\frac{H0.218g}{2.50g} \times \% 100 = \% 8.72H \quad \text{در نیکوتین}$$

$$\frac{N0.432g}{2.50g} \times \% 100 = \% 17.3N \quad \text{در نیکوتین}$$

با استفاده از این داده‌ها می‌توان فرمول تجربی نیکوتین را به دست آورد که می‌شود C_5H_7N .

بعضی از مسائل ساده استوکیومتری را می‌توان با استفاده از نسبتهای به دست آمده از فرمول حل کرد.

مثال.

نقره سولفید، Ag_2S ، در طبیعت به صورت کانی آرژنیت، که نوعی کانه نقره است، یافت می‌شود.

از $g / 250$ کانه ناخالصی که 70% آن Ag_2S است چند گرم نقره، از لحاظ نظری، به دست می‌آید؟

حل.

مسئله را به صورت زیر می‌توان نوشت

$$?g \quad Ag = 250g \quad \text{کانه}$$

اگر $g / 100$ کانه داشته باشیم 70 گرم Ag_2S به دست می‌آوریم، زیرا 70% کانه Ag_2S است. توجه داشته باشید

که عدد 100 (بنابر تعریف درصد) عدد دقیقی است؛ اما عدد 70 چنین نیست. بنابراین،

$$70g \quad Ag_2S \approx 100g \quad \text{کانه}$$

و ضریب تبدیل می شود (100 g کانه / 70 g Ag₂S) و از آنجا خواهیم داشت:

$$9g \text{ Ag} = 250g \text{ کانه} \quad \left(\frac{70g \text{ Ag}_2\text{S}}{100\text{g کانه}} \right)$$

چون نشانه g کانه حذف می شود، پاسخ برحسب Ag₂S به دست می آید. برای کامل شدن حل مستقله از ضریبی که برای یافتن درصد Ag₂S به کار می آید استفاده می کنیم. از فرمول Ag₂S نتیجه می گیریم

$$2mol \text{ Ag} \approx 1mol \text{ Ag}_2\text{S}$$

$$2(107.9)g \text{ Ag} \approx 247.9g \text{ Ag}_2\text{S}$$

$$215.8g \text{ Ag} \approx 247.9g \text{ Ag}_2\text{S}$$

بنابراین

$$9g \text{ Ag} = 250g \text{ کانه} \left(\frac{70g \text{ Ag}_2\text{S}}{100\text{g کانه}} \right) \left(\frac{215.8g \text{ Ag}}{247.9g \text{ Ag}_2\text{S}} \right) = 152.3g \text{ Ag}$$

هر ماده شیمیایی را می توان به دو صورت نمایش داد:

۱. **فرمول ساده یا فرمول تجربی:** فرمول ساده یک ترکیب، ساده‌ترین نسبت عددی صحیح بین اتم‌های تشکیل‌دهنده

هر مولکول آن ترکیب را نشان می‌دهد. برای مثال، در آب اکسیژنه، تعداد اتم‌های هیدروژن با تعداد اتم‌های اکسیژن

یکسان است. لذا فرمول تجربی آن HO است.

۲. **فرمول مولکولی:** این فرمول تعداد واقعی اتم‌های تشکیل‌دهنده مولکول را نشان می‌دهد. برای مثال، هر مولکول از

آب اکسیژنه شامل دو اتم H و دو اتم O است. لذا فرمول مولکولی آن، H₂O₂ است. فرمول مولکولی همیشه

مضرب صحیحی از فرمول تجربی است.

بعضی از عناصر در طبیعت از مولکول تشکیل شده‌اند. مثلًاً کلر، اکسیژن و فسفر به ترتیب به صورت مولکول‌های

O₂، Cl₂ و P₄ در طبیعت وجود دارند.

برای نشان دادن موادی که فرمول مولکول و تحریبی متفاوتی دارند، معمولاً از فرمول مولکولی استفاده می‌کنند. مثلاً

کلر و آب اکسیژنه را با فرمول‌های Cl_2 و H_2O_2 نمایش می‌دهند. اما اگر ماده‌ای فاقد مولکول باشد، مثلاً $NaCl$

، برای نمایش آن باید از فرمول ساده استفاده کرد. عناصری مانند کربن و گوگرد را که در حالت عادی و در طبیعت

فاقد مولکول‌های کوچک و مجزا از هم هستند، معمولاً با نشانه‌های C و S نمایش می‌دهند.

برای به دست آوردن فرمول ساده یک ترکیب، آن ترکیب را باید تجزیه عنصری کرد. تجزیه عنصری باید به صورت

کیفی و کمی انجام شود. در تجزیه کیفی، نوع عناصر تشکیل‌دهنده مشخص می‌شود. در تجزیه کمی نیز مقدار

عناصر موجود در مقدار مشخصی از ترکیب مشخص می‌شود. برای به دست آوردن فرمول مولکولی باید ابتدا فرمول

ساده را به دست آورد. سپس جرم مولکولی حاصل از فرمول ساده را با استفاده از جرم مولکولی واقعی ترکیب

مقایسه کرد.