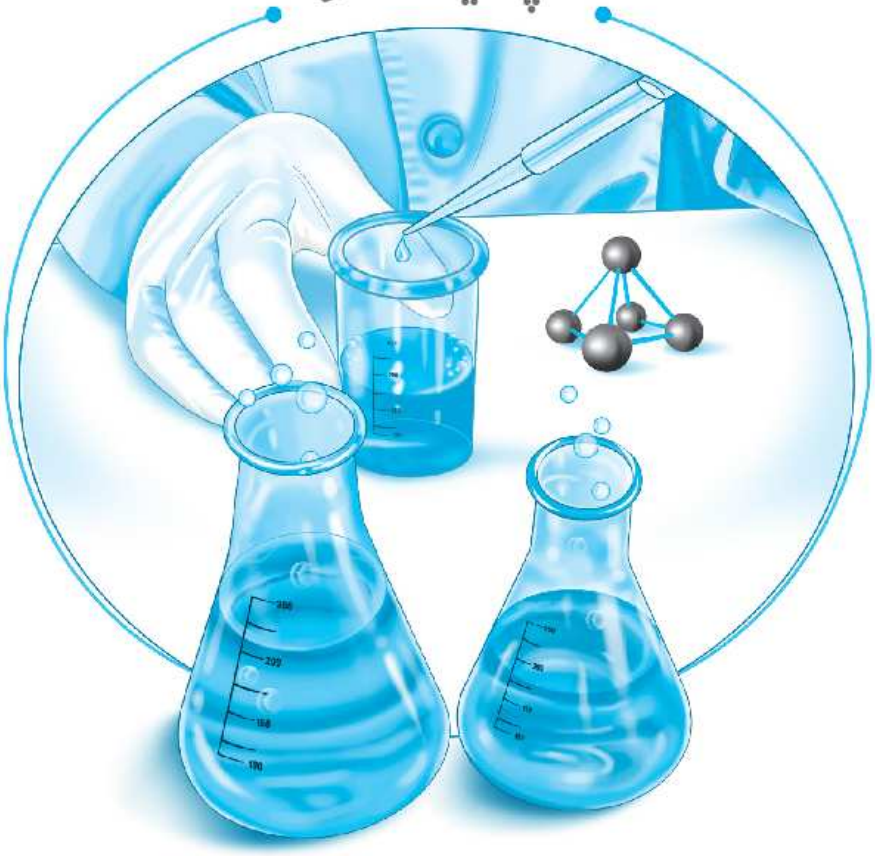
فهرست

دهم	۷
فصل اوّل: کیهان، زادگاه الفبای هستی	۸
فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی	۳۹
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی	۷۰
یازدهم	۱۰۳
فصل اوّل: قدر هدایای زمینی را بدانیم	۱۰۴
فصل دوم: در پی غذای سالم	۱۲۷
فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر	۱۹۰
دوازدهم	۲۰۳
فصل اوّل: مولکول‌ها در خدمت تندرستی	۲۰۴
فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی	۲۵۴
فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری	۲۸۲
فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر	۲۹۰

پـایهٔ دهم



فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

فصل اوّل:

کیهان زادگاه الفبای هستی

۱ عنصرها چگونه پدید آمدند؟

اینشتین رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای ارائه کرد:

جرم ماده برحسب کیلوگرم

$$(mg \underset{\times 10^{3}}{\overset{\times 10^{-3}}{\rightleftarrows}} g \underset{\times 10^{3}}{\overset{\times 10^{-3}}{\rightleftarrows}} kg \underset{\times 10^{3}}{\overset{\times 10^{-3}}{\rightleftarrows}} ton)$$

$E = mc^{2}$

انرژی آزاد شده برحسب ژول

$(1J = 1kgm^{2}s^{-2})$

$$(kJ \underset{\times 10^{-3}}{\overset{\times 10^{3}}{\rightleftarrows}} J)$$

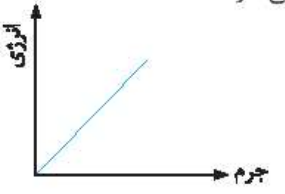
سرعت نور برحسب متر بر ثانیه

$(c = 3 \times 10^{8} \frac{m}{s})$

نکات

۱ در واکنش‌های هسته‌ای، قانون پایستگی جرم برقرار نمی‌باشد، زیرا در این واکنش‌ها، بخشی از جرم به انرژی تبدیل می‌گردد. (طبق قانون پایستگی جرم، در واکنش‌های شیمیایی، مجموع جرم مواد واکنش‌دهنده با مجموع جرم مواد فرآورده برابر است.)

۲ همان‌طور که در درس ریاضی خوانده‌اید، معادلهٔ کلی خط راست به‌صورت $y = ax + b$ است، که b عرض از مبدأ و a شیب خط می‌باشد. اگر بخواهیم آن را با رابطهٔ اینشتین مقایسه کنیم: در این رابطه، c^{2} شیب خط است و چون عرض از مبدأ در رابطهٔ اینشتین وجود ندارد، بنابراین نمودار آن یک خط راست بوده که از مبدأ مختصات می‌گذرد.



$E = \boxed{c^{2}} \times m$

$y = \boxed{a} \times x$

[۳] با توجه به رابطهٔ $E = mc^2$، جرم و ماده در شرایطی خاص می‌تواند به انرژی تبدیل شود. در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم، مقدار ناچیزی از جرم به انرژی تبدیل می‌شود. (برای نمونه، تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود.) بنابراین در یک معادلهٔ واکنش، اگر مجموع جرم مواد واکنش‌دهنده با مجموع جرم مواد فراورده برابر نبود، این بدان معنا است که، تفاوت مجموع جرم گونه‌های دو طرف معادلهٔ واکنش به انرژی تبدیل شده است. در این‌صورت تغییرات انرژی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود: $\Delta E = \Delta mc^2$ ، $\Delta m = |$جرم فراورده‌ها - جرم واکنش‌دهنده‌ها$|$

[۴] در تشکیل یک اتم از ذره‌های زیراتمی آن انرژی آزاد می‌شود که این فرایند با کاهش جرم همراه است. این کاهش جرم از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

کاهش جرم در اثر تبدیل جرم به انرژی = مجموع جرم e, n, p - جرم واقعی اتم

۱ (گزینهٔ «۴») **اگر در تبدیل هیدروژن به هلیم در یک واکنش هسته‌ای، مقدار $۳ \times ۱۰^۹ kJ$ انرژی آزاد شود، اختلاف جرم هیدروژن و هلیم چند میلی‌گرم بوده است؟**

۱) ۱۳ ۲) ۰/۰۳۳ ۳) $۱/۳ \times ۱۰^{-۲}$ ۴) ۳۳

پاسخ: اختلاف جرم هیدروژن و هلیم، مقدار ماده‌ای است که به انرژی تبدیل شده است، بنابراین با توجه به رابطهٔ اینشتین داریم: $E = mc^2$

$$۳ \times ۱۰^۹ \cancel{kJ} \times \frac{۱۰^۳ J}{۱ \cancel{kJ}} = m \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ \Rightarrow m = ۳۳ \times ۱۰^{-۶} \cancel{kg} \times \frac{۱۰^۶ mg}{۱ \cancel{kg}} = ۳۳mg$$

۲ (گزینهٔ «۲») **اگر در یک واکنش هسته‌ای، مجموع جرم فراورده‌ها از جرم واکنش‌دهنده‌ها $۳/۳ \times ۱۰^{-۲۷} g$ کمتر باشد، انرژی آزاد شدهٔ این واکنش چند کیلوگرم آهن را می‌تواند ذوب کند؟ (ذوب شدن یک گرم آهن نیاز به جذب ۲۵۰ ژول انرژی دارد.)**

۱) $\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۲۹}$ ۲) $۱/۲ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۳) ۹×۱۰^{-۱۳} ۴) ۳×۱۰^{-۱۳}

پاسخ: جرم کاهش یافتهٔ واکنش هسته‌ای گفته شده به انرژی تبدیل شده است. بنابراین ابتدا انرژی آزاد شده را محاسبه کرده و در پایان، مقدار آهنی که با این انرژی آزاد شده می‌توانیم ذوب کنیم را به‌دست می‌آوریم.

$$E = mc^۲ = ۳/۳ \times ۱۰^{-۲۷} g \times \frac{۱ kg}{۱۰^۳ g} \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ = ۲/۹۷ \times ۱۰^{-۱۳} J$$

$$۲/۹۷ \times ۱۰^{-۱۳} \cancel{J} \times \frac{۱ \cancel{gFe}}{۲۵۰ \cancel{J}} \times \frac{۱ kgFe}{۱۰^۳ \cancel{gFe}} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۸} kgFe$$

۳ گزینهٔ «۴» **مخزنی به شکل مکعب مستطیل به عمق ۰/۵m، عرض ۲۰m و طول ۱۰۰m از آب پر شده است. اگر گرمای لازم برای تبخیر هر لیتر آب ۱۲۰۰ کیلوژول باشد، برای تبخیر تمام آب موجود در این مخزن چند میلی‌گرم ماده لازم است تا به انرژی تبدیل شود؟**

۱) ۱۲×۱۰^{-۱۱} ۲) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۵}$

۳) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۲}$ ۴) $\frac{۴۰}{۳}$

پاسخ: ابتدا حجم آب مخزن را محاسبه کرده سپس مقدار گرمای لازم برای تبخیر این مقدار آب را به‌دست آورده و در پایان مقدار جرمی از ماده که باید به انرژی تبدیل شود را از رابطهٔ اینشتین حساب می‌کنیم.

$$\text{حجم مکعب مستطیل} = \text{طول} \times \text{عرض} \times \text{ارتفاع} = ۱۰۰\text{m} \times ۲۰\text{m} \times ۰/۵\text{m} = ۱۰۰۰\text{m}^۳$$

$$۱۰۰۰\text{m}^۳ \times \frac{۱۰^۳\text{L}}{۱\text{m}^۳} \times \frac{۱۲۰۰\text{kJ}}{۱\text{L H}_۲\text{O}} \times \frac{۱۰^۳\text{J}}{۱\text{kJ}} = ۱۲\times۱۰^{۱۱}\text{J} \Rightarrow E = mc^۲ \Rightarrow ۱۲\times۱۰^{۱۱} = m\times۹\times۱۰^{۱۶}$$

$$\Rightarrow m = \frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۵}\text{kg} \times \frac{۱۰^۶\text{mg}}{۱\text{kg}} = \frac{۴۰}{۳}\text{mg}$$

۴ گزینهٔ «۲» **اگر در واکنش هسته‌ای $_۵^{۱۱}\text{B} + ۶\,_۰^۱\text{n} \rightarrow ۵\,_۱^۱\text{H}$ مقدار ۱۱/۱۴۱۲amu فرآورده تولید شود، چند ژول انرژی آزاد می‌گردد؟ (جرم پروتون و نوترون را به‌ترتیب برابر ۱/۰۰۷۸ و ۱/۰۰۸۷ واحد جرم اتمی در نظر بگیرید. $۱\text{amu} = ۱/۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}$)**

۱) $۷/۲\times۱۰^{-۱۵}$ ۲) $۷/۲\times۱۰^{-۱۲}$

۳) ۸×۱۰^{-۲۹} ۴) ۸×۱۰^{-۲۶}

پاسخ: ابتدا اختلاف جرم مواد واکنش‌دهنده و فراوردهٔ واکنش هسته‌ای فوق را محاسبه کرده سپس با استفاده از رابطهٔ $\Delta E = \Delta mc^۲$ مقدار تغییرات انرژی را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta m = |\text{جرم فراورده‌ها} - \text{جرم واکنش‌دهنده‌ها}| = |(۱۱/۱۴۱۲) - (۵(۱/۰۰۷۸)+۶(۱/۰۰۸۷))| = ۰/۰۵\text{amu}$$

$$۰/۰۵\text{amu} \times \frac{۱/۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}}{۱\text{amu}} \times \frac{۱\text{kg}}{۱۰^۳\text{g}} = ۸\times۱۰^{-۲۹}\text{kg}$$

$$\Delta E = \Delta mc^۲ = ۸\times۱۰^{-۲۹}\times۹\times۱۰^{۱۶} = ۷۲\times۱۰^{-۱۳}\text{J} = ۷/۲\times۱۰^{-۱۲}\text{J}$$

۵ گزینهٔ «۳» **اگر در تبدیل هسته‌ای $_۸^{۱۶}\text{O} \rightarrow ۸\,_۱^۱\text{H} + ۸\,_۰^۱\text{n}$، افت جرم به اندازهٔ $۱/۴\times۱۰^{-۴}\text{g}$ اتفاق بیافتد، با تولید ۳۲g گاز اکسیژن در یک ستاره، به تقریب چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ ($\text{O} = ۱۶\ \text{g.mol}^{-۱}$)** (تجربی ۹۸)

۱) $۱/۲۶\times۱۰^۷$ ۲) $۱/۲۶\times۱۰^{۱۰}$

۳) $۲/۵۲\times۱۰^۷$ ۴) $۲/۵۲\times۱۰^{۱۰}$

پـــایهٔ یازدهم

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

فصل دوم: در پی غذای سالم

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

فصل اوّل:

قدر هدایای زمینی را بدانیم

۱ دنیای واقعی واکنش‌ها

۱ شیمی‌دان‌ها برای محاسبهٔ مقدار واقعی فراوردهٔ تولیدشده در یک واکنش از مفهومی به‌نام بازده درصدی استفاده می‌کنند، (کمیتی که کارایی یک واکنش را نشان می دهد).

۲ واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آنچه انتظار می‌رود پیش نمی‌روند، زیرا ممکن است واکنش‌دهنده‌ها ناخالص باشند یا ممکن است واکنش به طور کامل انجام نشود، حتی گاهی نیز هم‌زمان با آن واکنش‌های ناخواستهٔ دیگری انجام می‌شود. با این توصیف مقدار واقعی فراورده از مقدار مورد انتظار کمتر است.

۳ در واقع بازده درصدی واکنش‌های شیمیایی از صد کمتر است.

۴ یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت است. واکنش بی هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می دهد. در این واکنش اتانول که یکی از سوخت‌های سبز است، تولید می‌شود.

$$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$$

۵ یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود واکنش ترمیت است.

$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$$

نکات

۱ واکنش ترمیت نشان دهندهٔ این موضوع است که آلومینیم واکنش‌پذیری بیشتری از آهن دارد.

۲ در واکنش ترمیت به قدری گرما آزاد می‌شود که آهن به حالت مذاب در می‌آید.

۳ با استفاده از آهن مذاب آزاد شده خطوط راه‌آهن را به یکدیگر جوش می‌دهند.

۶ آهن(III) اکسید (Fe_2O_3) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود.

$$Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO(g)$$

۷ یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت می‌کنند، می‌سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می‌کنند.

نماد شیمیایی فلز	قیمت هر کیلوگرم فلز(ریال)	بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه (گرم)	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۱۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱	۰/۰۰۲
Ni	۸۲۰۰۰۰	۳۸	۲
Cu	۲۴۵۰۰۰	۱۴	۰/۵
Zn	۱۵۵۰۰۰	۴۰	۵

مقایسه صرفهٔ اقتصادی استفاده از روش جذب گیاه و جداسازی از سنگ معدن:

نماد شیمیایی فلز	درصد فلز در گیاه	درصد فلز در سنگ معدن	صرفه اقتصادی روش جذب گیاه
طلا (Au)	۰/۰۱	۰/۰۰۲	دارد
نیکل (Ni)	۳/۸	۲	ندارد
مس (Cu)	۱/۴	۰/۵	دارد
روی (Zn)	۴/۰	۵	ندارد

مسائل درصد خلوص

۱ در صنعت و آزمایشگاه، اغلب مواد ناخالص هستند و مقادیر مختلفی ناخالصی همراه مادهٔ شیمیایی مورد نظر وجود دارد. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان خالص بودن یک ماده، از درصد خلوص استفاده می‌کنند.

۲ درصد خلوص نشان‌دهندهٔ جرم مادهٔ خالص در ۱۰۰ گرم نمونهٔ ناخالص است.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم مادهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰$$

به‌عنوان مثال وقتی می‌گوییم درصد خلوص آهن در کانهٔ هماتیت برابر ۷۰ درصد است. یعنی در هر ۱۰۰ گرم کانهٔ هماتیت، ۷۰ گرم آهن خالص وجود دارد.

۲۷ (گزینهٔ «۴») **غلظت یون برمید در یک نمونهٔ آب دریا برابر ۶۰ppm است. اگر چگالی آب دریا برابر $1/1 gmL^{-1}$ باشد، غلظت این یون در این نمونه، به‌تقریب چند مولار است و برای استخراج هر کیلوگرم برم، به‌تقریب چند تن از این آب، لازم است؟ (بازده درصدی فرایند استخراج را ۸۳٪ در نظر بگیرید.)**

($Br = 80 gmol^{-1}$ گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (ریاضی خارج ۹۷)

۱) $16/7 - 7/5\times10^{-4}$ ۲) $20 - 7/5\times10^{-4}$

۳) $16/7 - 8/25\times10^{-4}$ ۴) $20 - 8/25\times10^{-4}$

پاسخ:

روش اول: کسر تبدیل

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times100 \Rightarrow 83 = \frac{1000}{\text{مقدار نظری}}\times100$$

$$\Rightarrow \text{مقدار نظری} = \frac{100000}{83} g Br_2$$

$$\frac{100000}{83} g Br_2 \times \frac{1 mol Br_2}{160 g Br_2}\times\frac{2 mol Br^-}{1 mol Br_2}$$

$$\times\frac{\text{آب دریا } 1000 mL}{8/25\times10^{-4} mol Br^-}\times\frac{1/1 g}{\text{آب دریا } 1 mL}\times\frac{1 ton}{10^6 g} \simeq 20/08 ton$$

روش دوم: تناسب

$$\text{محلول } 1/1 g ml^{-1}\times1000 ml = 1100 g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times10^6 \Rightarrow 60 = \frac{x(g)}{1100 g}\times10^6 \Rightarrow x = 0/066 g Br^-$$

$$\Rightarrow 0/066 g Br^-\times\frac{1 mol Br^-}{80 g Br^-} = 8/25\times10^{-4} mol$$

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} = \frac{M\times V\times\frac{R}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1000}{160\times1} = \frac{8/25\times10^{-4}\times V\times\frac{83}{100}}{2}$$

$$\Rightarrow V = 18254837/53 ml$$

$$1/1 g ml^{-1}\times18254837/53 ml \simeq 20 ton$$

۲۸ (گزینهٔ «۱») **مخلوطی از ۵ مول اتانوئیک اسید و ۵ مول اتانول در مجاورت H_2SO_4 گرما داده شده است. اگر در پایان واکنش، ۷۲g آب تولید شود، بازده درصدی واکنش و جرم استر تولید شده (برحسب g)، به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)** (تجربی خارج ۹۸)

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H^+} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

۱) ۳۵۲، ۸۰ ۲) ۲۶۴، ۸۰ ۳) ۳۵۲، ۹۰ ۴) ۲۶۴، ۹۰

پاسخ: روش اوّل: (کسر تبدیل) ۷۲ گرم آب تولیدی بیانگر مقدار عملی آن می‌باشد، لذا برای تعیین بازده درصدی به محاسبهٔ مقدار نظری آب از طریق استوکیومتری می‌پردازیم.

$$?\,gH_2O = 5mol\,\text{اتانول} \times \frac{1molH_2O}{1mol\,\text{اتانول}} \times \frac{18gH_2O}{1molH_2O} = 90gH_2O$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{72}{90} \times 100 = 80$$

$$?\,g\,\text{استر} = 5mol\,\text{اتانول} \times \frac{1mol\,\text{استر}}{1mol\,\text{اتانول}} \times \frac{88g\,\text{استر}}{1mol\,\text{استر}} \times \frac{80}{100} = 352g$$

روش دوم: (تناسب)

$$C_2H_5OH \sim H_2O$$

$$\frac{\text{مول اتانول} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{5 \times \frac{P}{100}}{1} = \frac{72}{1 \times 18} \Rightarrow P = 80\%$$

$$C_2H_5OH \sim CH_3COOC_2H_5$$

$$\frac{\text{مول اتانول} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم استر تولیدی}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{5 \times \frac{80}{100}}{1} = \frac{x}{1 \times 88} \Rightarrow x = 352g$$

۲۹ (گزینهٔ «۲») **یک نمونه از آب دریا، دارای ۱۳۵۰ppm از یون Mg^{2+} است. برای تهیهٔ روزانه ۲۷۰ کیلوگرم منیزیم، ماهانه (۳۰ روز کاری) چند تن از این آب باید فراوری شود؟ (فرض کنید که حداکثر، ۸۰٪ منیزیم آب دریا قابل استخراج باشد.)** (ریاضی خارج ۹۸)

۱) ۶۰۰۰ ۲) ۷۵۰۰ ۳) ۹۰۰۰ ۴) ۱۲۰۰۰

پاسخ: روش اوّل:

$$?\,Ton\,H_2O = 30\,\text{روز} \times \frac{270kgMg}{1\,\text{روز}} \times \frac{10^3\,gMg}{1kgMg} \times \frac{10^6\,g\,\text{آب دریا}}{1350gMg} \times \frac{1Ton\,\text{آب دریا}}{10^6\,g\,\text{آب دریا}} \times \frac{100}{80}$$

$$= 7500Ton\ \text{آب دریا}$$

روش دوم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 10^6 \Rightarrow 1350 = \frac{270}{\frac{80}{100} \times \text{جرم حلال}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow \text{جرم آب دریا} = \frac{270 \times 10^6 \times 100}{1350 \times 80} = 25 \times 10^4 kg\,\text{آب دریا}$$

$$\text{برای ۳۰ روز } 7500\,Ton \Rightarrow \text{برای یک روز } 250\,Ton = 250 \times 30 \times \frac{1\,Ton}{10^3\,kg} \times 25 \times 10^4\,kg\,\text{آب دریا}$$

۳۰ (گزینهٔ «۴») **با بازگردانی هفت قوطی کنسرو فولادی، انرژی لازم برای روشن نگه‌داشتن یک لامپ ۶۰ واتی به مدت ۲۵ ساعت تأمین می‌شود. اگر روزانه، ۷۰۰۰۰۰ قوطی در کشور بازیافت شود و هر خانه را به‌طور میانگین ۴ لامپ ۶۰ واتی به مدت ۵ ساعت روشن نگه‌دارد، با بازگردانی کامل این قوطی‌ها، روشنایی چند خانه در یک روز تأمین می‌شود؟** (تجربی ۹۸)

۱) ۵۰۰۰۰ ۲) ۹۰۰۰۰ ۳) ۷۵۰۰۰ ۴) ۱۲۵۰۰۰

پاسخ:

$$?\,\text{خانه} = 7 \times 10^5\,\text{قوطی} \times \frac{25\,\text{ساعت}}{7\,\text{قوطی}} \times \frac{1\,\text{خانه}}{20\,\text{ساعت}} = 125000$$

پـایهٔ دوازدهم

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

فصل اوّل:

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

۱ پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

صابون‌ها

۱ فرمول عمومی اسیدهای چرب به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است. از آن‌جا که نمک اسیدهای چرب را صابون گویند، فرمول عمومی صابون جامد به‌صورت زیر است:

$$\underset{\text{اسید چرب}}{R-COOH} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{صابون جامد}}{RCOONa}$$

$$\underset{\text{اسید چرب}}{C_nH_{2n}O_2} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{صابون جامد}}{C_nH_{(2n-1)}O_2Na}$$

گروه R را آلکیل گویند که فرمول عمومی آلکیل‌ها، C_nH_{2n+1} است و n تعداد کربن آلکیل است.

۲ صابون جامد دارای جزء آنیونی ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-$) و جزء کاتیونی (Na^+) است. جزء آنیونی از دو بخش ناقطبی و قطبی تشکیل شده است. بخش ناقطبی همان زنجیرهٔ هیدروکربنی (R—) است که آب‌گریز بوده و در چربی و چرک حل می‌شود و بخش قطبی، جزء آنیونی ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-$) بوده که آب‌دوست است و در آب حل می‌شود.

۳ هرگاه تعداد کربن‌های صابون را دادند و فرمول شیمیایی آن را خواستند، به‌جای n در فرمول $C_nH_{(2n-1)}O_2Na$، تعداد کربن را قرار داده و فرمول را به‌دست می‌آوریم ولی اگر تعداد کربن زنجیرهٔ هیدروکربنی را دادند و فرمول صابون جامد را خواستند، به‌جای n در فرمول $C_nH_{2n+1}COONa$، تعداد کربن زنجیرهٔ هیدروکربنی را قرار داده و فرمول کلی صابون را به‌صورت $R-COONa$ می‌نویسیم.

برای نمونه، فرمول صابون جامدی که زنجیرهٔ هیدروکربنی آن ۱۷کربن دارد، به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{2n+1}COONa \xrightarrow{n=17} C_{17}H_{35}COONa \text{ یا } C_{18}H_{35}O_2Na$$

و فرمول صابون جامد ۱۹کربنی به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{2n-1}O_2Na \xrightarrow{n=19} C_{19}H_{37}O_2Na \text{ یا } C_{18}H_{37}COONa$$

۴ در چربی‌ها، نیروی جاذبهٔ بین مولکولی زنجیره‌های هیدروکربنی از نوع جاذبهٔ وان‌دروالسی (نیروی جاذبهٔ بین مولکولی غالب) است که بین مولکول‌های ناقطبی برقرار می‌شود. صابون ماده‌ای است که هم در چربی‌ها و هم در آب حل می‌شود، زیرا بخش ناقطبی صابون (آب‌گریز) به مولکول‌های ناقطبی چربی چسبیده که نیروی بین مولکولی آن از نوع جاذبهٔ وان‌دروالسی است، هم‌چنین بخش قطبی (آب‌دوست) صابون در آب حل می‌شود و نیروی جاذبهٔ یون - دوقطبی بین سر آب‌دوست صابون و مولکول‌های آب برقرار می‌شود.

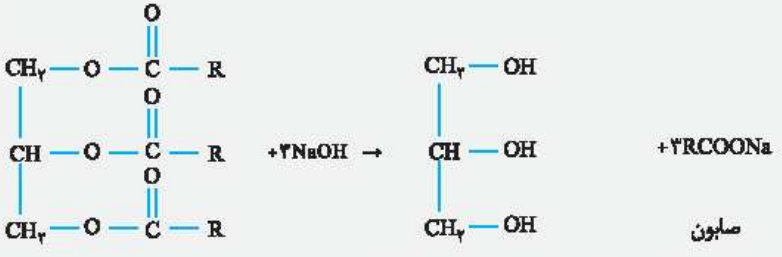
برای نمونه، اگر مقداری صابون مایع را در روغن بریزیم، مخلوط صابون مایع و روغن به‌دست می‌آید که پایدار است، مانند شکل روبه‌رو:

۵ صابون‌های جامد (RCOONa) در آب خاصیت بازی دارند؛ پس سبب افزایش pH آب شده و شناساگر رنگی (کاغذ pH) را به رنگ آبی درمی‌آورند. واکنش صابون‌های جامد با آب به‌صورت زیر است:

$$RCOONa(aq) + H_2O(l) \rightarrow \underbrace{Na^+(aq) + OH^-(aq)}_{\text{خاصیت بازی صابون در آب}} + RCOOH(aq)$$

۶ از واکنش چربی یا روغن با سود سوزآور (NaOH) می‌توان صابون طبیعی تولید کرد.

صابون + گلیسرول (الکل دارای سه گروه عاملی) ← سود سوزآور + چربی یا روغن



۱۳ گزینهٔ «۴» **در ۵ مترمکعب محلول حاوی منیزیم کلرید با چگالی $1\,gmL^{-1}$ مقداری صابون جامد حل می‌کنیم. اگر پس از گذشت مدت زمانی، ۳۵۱ گرم نمک طعام تولید شود، غلظت منیزیم کلرید در محلول اولیه بر حسب ppm کدام است؟ $(Cl=35/5, Mg=24, Na=23 : gmol^{-1})$**

۱) ۱۱۴ ۲) ۲۸/۵ ۳) ۱۴/۲۵ ۴) ۵۷

پاسخ: ابتدا واکنش صابون جامد $(RCOONa)$ با محلول منیزیم کلرید را نوشته و مقدار گرم منیزیم کلرید را به‌دست می‌آوریم و در نهایت غلظت آن را بر حسب ppm محاسبه می‌کنیم:

$$2RCOONa_{(aq)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow (RCOO)_2Mg_{(s)} + 2NaCl_{(aq)}$$

$$?\,g\,MgCl_2 = 351\,g\,NaCl \times \frac{1\,mol\,NaCl}{58/5\,g\,NaCl} \times \frac{1\,mol\,MgCl_2}{2\,mol\,NaCl} \times \frac{95\,g\,MgCl_2}{1\,mol\,MgCl_2}$$

$$= 285\,g\,MgCl_2$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 = \frac{285\,g}{5m^3 \times \frac{1000\,L}{1m^3} \times \frac{1000\,mL}{1\,L} \times \frac{1\,g}{1\,mL}} \times 10^6 = 57\,ppm$$

۱۴ گزینهٔ «۴» **به $200\,mL$ آب سخت $(d = 1\,g \cdot mL^{-1})$ که دارای یون‌های Ca^{2+} با غلظت $2000\,ppm$ است، ۴/۷۲ گرم از صابون با جرم مولی $236\,gmol^{-1}$ اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به‌صورت رسوب، درآمده است؟ $(Ca=40, Na=23 : gmol^{-1})$** (ریاضی ۹۸)

(معادله موازنه شود.) $RCOONa_{(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow (RCOO)_2Ca_{(s)} + NaCl_{(aq)}$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: ابتدا شمار مول‌های یون کلسیم (Ca^{2+}) را به‌دست آورده و سپس مول $CaCl_2$ را تعیین می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2000 = \frac{\text{میلی‌گرم } Ca^{2+}}{0/2}$$

$$Ca^{2+} \text{ میلی‌گرم } 400 \Rightarrow Ca^{2+} \text{ جرم} = 0/4g$$

$$?\,mol\,CaCl_2 = 0/4g\,Ca^{2+} \times \frac{1mol\,Ca^{2+}}{40g\,Ca^{2+}} \times \frac{1mol\,CaCl_2}{1mol\,Ca^{2+}} = 0/01\,mol$$

با توجه به معادلهٔ موازنه‌شده بررسی می‌کنیم که به‌ازای مصرف ۰/۰۱ مول $CaCl_2$ چند گرم صابون مصرف می‌شود.

$$2RCOONa_{(aq)} + CaCl_{2(aq)} \longrightarrow (RCOO)_2Ca_{(s)} + 2NaCl_{(aq)}$$

$$?\,g\,\text{صابون} = 0/01\,molCaCl_2 \frac{2mol\,\text{صابون}}{1molCaCl_2} \times \frac{236g\,\text{صابون}}{1mol\,\text{صابون}} = 4/72g\,\text{صابون}$$

با توجه به این‌که تمام صابون داده‌شده (۴/۷۲g) با ۰/۰۱ مول $CaCl_2$ به‌طور کامل واکنش داده، می‌توان اظهار داشت که ۱۰۰٪ صابون در این واکنش مصرف و به رسوب $(RCOO)_2Ca$ تبدیل گردیده است.

روش دوم:

$pH = ۱۲ \Rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۲ = ۲$

$۱۰^{-pOH} = M.\alpha.n \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{x mol}{۰/۵ L} \times ۱ \times ۱ \Rightarrow mol = ۵ \times ۱۰^{-۳} mol\, KOH$

$۵ \times ۱۰^{-۳} \times \frac{۱}{۲} \times ۹۴ = ۰/۲۳۵ g\, K_۲O = ۲۳۵ mg\, K_۲O$

نکته ۳ در این تیپ از مسائل، تست‌های ترکیبی pH با درجهٔ یونش و K_a یا K_b داده می‌شود. در این حالت، درجهٔ یونش را از فرمول‌های قبلی محاسبه کرده و غلظت مولی محلول را نیز از روابط مولاریته به‌دست می‌آوریم.

۱) $\alpha = \frac{\text{شمار مولکول (مول) های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول (مول) های حل شده}} = \frac{\text{غلظت مولی هر یک از یون‌ها}}{\text{غلظت مولی اولیهٔ مادهٔ حل شده}} = \frac{[H^+]}{[HA]}$

۲) $K_a = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha} = \frac{[H^+]^۲}{M(۱-\alpha)}$ (اگر $\alpha < ۰/۰۵$ یا $\frac{K_a}{M} < ۰/۰۰۲$ باشد از $۱-\alpha$ صرف نظر می‌کنیم)

$\Rightarrow K_a = M\alpha^۲ = \frac{[H^+]^۲}{M}$

۳) $K_b = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha} = \frac{[OH^-]^۲}{M(۱-\alpha)}$ (اگر $\alpha < ۰/۰۵$ یا $\frac{K_b}{M} < ۰/۰۰۲$ باشد از $۱-\alpha$ صرف نظر می‌کنیم)

$\Rightarrow K_b = M\alpha^۲ = \frac{[OH^-]^۲}{M}$

۴) $K_w = [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$

۵) $[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} = M.\alpha.n$ یا $pH = -\log[H^+] = -\log M.\alpha.n$

۶) $[OH^-] = ۱۰^{-pOH} = M.\alpha.n$ یا $pOH = -\log[OH^-] = -\log M.\alpha.n$

در اسیدها و بازهای قوی یک ظرفیتی (مانند HCl یا NaOH) غلظت $[H^+]$ یا $[OH^-]$ با غلظت مولی اسید یا باز برابر است، ولی در اسیدها و بازهای ضعیف یک ظرفیتی به مقدار $M\alpha$ در آب یونیده می‌گردند، بنابراین داریم:

$\begin{cases} [H^+] = M.\alpha = [HA].\alpha \\ [OH^-] = M.\alpha = [BOH].\alpha \end{cases}$

۳۸ **اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی از یک نوع اسید (HA) با غلظت ۰/۰۵ مولار در دمای معین، برابر ۵×۱۰^{-۴} مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، به‌تقریب کدام است؟** (تجربی خارج ۹۸)

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-۵}$ ○ ۲) ۵×۱۰^{-۶} ○ ۳) $۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$ ○ ۴) ۵×۱۰^{-۵} ○

پاسخ: روش اوّل:

$[H_۳O^+] = n.\alpha.M \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۴} = ۱ \times \alpha \times ۰/۰۵ \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۲}$

$K_a \simeq \alpha^۲.M \Rightarrow K_a = (۱۰^{-۲})^۲ \times ۰/۰۵ \simeq ۵ \times ۱۰^{-۶} molL^{-۱}$

روش دوم:

$HA \Leftrightarrow H^+ + A^-$

$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{\cancel{۵} \times ۱۰^{-۴} \times ۵ \times ۱۰^{-۴}}{\cancel{۵} \times ۱۰^{-۲}} = ۵ \times ۱۰^{-۶}$

۲ تعیین عدد اکسایش

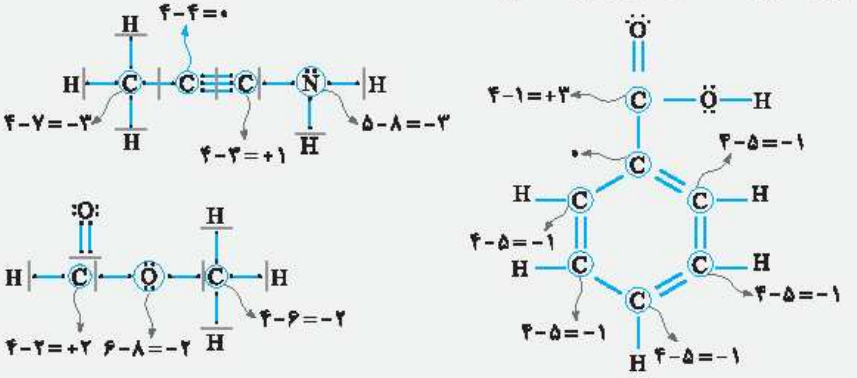
۱ تعیین عدد اکسایش در ساختار لوویس

عدد اکسایش یک اتم در یک گونهٔ شیمیایی، با فرض این‌که همهٔ پیوندها یونی هستند و انتقال الکترون در همهٔ پیوندها، کامل است، هم‌ارز با بار الکتریکی‌ای است که به اتم آن عنصر نسبت داده می‌شود.

در ساختار لوویس یک ترکیب، جفت الکترون‌های پیوندی را به اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد نسبت می‌دهیم. اگر در دو سر پیوند، اتم‌ها یکسان باشند پیوند را از وسط نصف کرده و به هر اتم یک الکترون نسبت می‌دهیم. هم‌چنین الکترون‌های ناپیوندی هر اتم به همان اتم نسبت داده می‌شود.

$$\text{عدد اکسایش} = \left(\begin{array}{c}\text{تعداد الکترون نسبت داده شده به}\\ \text{لایهٔ ظرفیت اتم در ترکیب}\\ \text{(یکان شمارهٔ گروه)}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{تعداد الکترون لایهٔ ظرفیت}\\ \text{اتم در حالت آزاد}\\ \text{(شمارش تعداد الکترون‌های اطراف اتم با توجه به ساختار لوویس)}\end{array}\right)$$

برای مثال به ساختارهای زیر توجه نمایید.



۲ روش سریع محاسبهٔ عدد اکسایش

۱) عدد اکسایش عنصرها به حالت آزاد مانند H_2 ، Fe ، P_4 و Br_2 برابر صفر است.

۲) در یون‌های تک اتمی، عدد اکسایش برابر بار یون است. مثلاً در Fe^{2+} عدد اکسایش Fe برابر ۲+ است و در Br^- عدد اکسایش Br برابر ۱- است.

۳) عناصر زیر در ترکیبات خود فقط یک نوع عدد اکسایش دارند:

عنصر	فلزات گروه ۱	فلزات گروه ۲	Al ، B و Sc	F	Ag	Zn
عدد اکسایش	+۱	+۲	+۳	-۱	+۱	+۲

مثلاً در ترکیب Na_3AlF_6، عدد اکسایش Na برابر ۱+، عدد اکسایش Al برابر ۳+ و عدد اکسایش F برابر ۱- است.

۴) عدد اکسایش هیدروژن در اغلب ترکیبات ۱+ است اما در هیدریدهای فلزی (مانند NaH یا CaH_2) برابر ۱- است.

۵) عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیبات ۲- است اما در پراکسیدها مانند H_2O_2 و Na_2O_2 برابر ۱-، در OF_2 برابر ۲+، در O_2F_2 برابر ۱+ و در HOF برابر صفر است.

۶) عدد اکسایش فلزها در ترکیب‌ها، همواره مثبت و برابر ظرفیت فلز است. مثلاً عدد اکسایش Fe در Fe_2O_3 برابر ۳+ است و عدد اکسایش مس در $CuSO_4$ برابر ۱+ است.

۷) مجموع عدد اکسایش عنصرها در یک ترکیب خنثی برابر صفر و در یک یون چند اتمی برابر بار یون است. مثلاً عدد اکسایش گوگرد در H_2SO_4 برابر ۶+ است زیرا:

$$2(1) + S + 4(-2) = 0 \Rightarrow S = +6$$

عدد اکسایش فسفر در HPO_4^{2-} برابر ۵+ است زیرا:

$$1 + P + 4(-2) = -2 \Rightarrow P = +5$$

۸) اگر در یک ترکیب یونی عدد اکسایش دو اتم مجهول بود آن‌ها را به‌صورت یون‌های جداگانه در نظر می‌گیریم. مثلاً در NH_4NO_3، برای محاسبهٔ عدد اکسایش هر یک از اتم‌های نیتروژن، یون‌های NH_4^+ و NO_3^- را جداگانه در نظر می‌گیریم. بنابراین یک عنصر می‌تواند در یک ترکیب دو نوع عدد اکسایش بگیرد مانند NH_4NO_3 و O_3

$$NH_4^+ : N + 4(1) = 1 \Rightarrow N = -3$$

$$NO_3^- : N + 3(-2) = -1 \Rightarrow N = +5$$

۳ چگونگی تشخیص واکنش‌های اکسایش - کاهش

۱) هرگاه در یک واکنش عنصر آزاد وجود داشت، آن واکنش از نوع اکسایش - کاهش است (عنصر آزاد مانند: $H_2(g)$، $O_2(g)$، $N_2(g)$، $F_2(g)$، $Cl_2(g)$، $Br_2(l)$، $I_2(s)$، $P_4(s)$، $Sn(s)$، $Cu(s)$، $Fe(s)$ و ...).

۱) $2FeO(s) + \overset{\text{عنصر آزاد}}{\boxed{C(s)}} \rightarrow CO_2(g) + 2Fe(s)$

۲) $4FeS_2(s) + \overset{\text{عنصر آزاد}}{\boxed{11\,O_2(g)}} \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_2(g)$

۳۵ گزینهٔ «۳» **در یک آزمایش تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ آن، از ۱kg آب نمک با غلظت ۱٪ به عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب نمک به ۲٪ برسد، حجم گازهای تولید شده در شرایط STP، به‌تقریب چند لیتر است؟ $(O=16, H=1: g.mol^{-1})$** (تجربی ۹۸)

(معادله موازنه شود، $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$)

۱) ۳۱۱ ○ ۲) ۶۲۲ ○ ۳) ۹۳۳ ○ ۴) ۱۸۶۶ ○

پاسخ:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

$$\text{در حالت اول : } ۱ = \frac{\text{جرم نمک}}{۱۰۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم نمک} = ۱۰g$$

بنابراین جرم آب در حالت اولیه برابر ۹۹۰ گرم (۹۹۰ = ۱۰ − ۱۰۰۰) می‌باشد.

$$\text{در حالت نهایی : } ۲ = \frac{۱۰}{\text{جرم آب نهایی} + ۱۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم آب نهایی} = ۴۹۰g$$

بنابراین برای این‌که غلظت نمک از ۱ درصد به ۲ درصد برسد باید به میزان ۵۰۰ گرم آب (۹۹۰ − ۴۹۰ = ۵۰۰g) از آن تجزیه شود و حال با توجه به واکنش کلی تجزیه آب داریم:

$$\overset{\text{۳ مول گاز}}{\overbrace{۲H_2O(l) \rightarrow ۲H_2(g) + O_2(g)}}$$

$$?L \text{ گاز} = ۵۰۰gH_2O \times \frac{۱molH_2O}{۱۸gH_2O} \times \frac{۳mol \text{ گاز}}{۲molH_2O} \times \frac{۲۲/۴L \text{ گاز}}{۱mol \text{ گاز}} = ۹۳۳/۳L \text{ گاز} \simeq ۹۳۳L \text{ گاز}$$

۳۶ گزینهٔ «۲» **در یک کارگاه از گاز کلر حاصل از یک سلول دانز برای تهیهٔ مایع سفیدکنندهٔ خانگی (محلول ۵٪ جرمی از $NaClO(aq)$، طبق واکنش (موازنه نشده): $NaOH(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_2O(l)$)، استفاده می‌شود. در این کارگاه به‌ازای تولید ۱/۱۵۰kg فلز سدیم، به‌تقریب چند لیتر محلول سفیدکننده $(d \approx ۱gmL^{-1})$ تولید می‌شود؟ $(Na=۲۳, Cl=۳۵/۵, O=۱۶: gmol^{-1})$** (تجربی ۹۵)

۱) ۳۵/۷۸ ○ ۲) ۳۷/۲۵ ○ ۳) ۵۱/۵۶ ○ ۴) ۷۴/۵ ○

پاسخ: واکنش کلی سلول دانز و واکنش تهیهٔ مایع سفیدکننده به‌صورت زیر است:

$$\text{واکنش کلی سلول دانز: } \overset{۲NaCl(l)}{\overbrace{۲Na^+(l) + ۲Cl^-(l)}} \rightarrow ۲Na(l) + Cl_2(g)$$

روش اوّل: کسر تبدیل

$$\text{واکنش تهیهٔ مایع سفیدکننده: } ۲NaOH(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_2O(l)$$

$$۱۱۵۰gNa \times \frac{۱molNa}{۲۳gNa} \times \frac{۱molCl_2}{۲molNa} \times \frac{۱molNaClO}{۱molCl_2} \times \frac{۷۴/۵gNaClO}{۱molNaClO}$$

$$= \text{جرم حل‌شونده } ۱۸۶۲/۵gNaClO$$

$$\Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۵ = \frac{۱۸۶۲/۵g}{x} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۳۷۲۵۰g \text{ محلول}$$

$$۳۷۲۵۰g \text{ محلول} \times \frac{۱mL \text{ محلول}}{۱g \text{ محلول}} \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} = ۳۷/۲۵L \text{ محلول}$$