

مثال و پاسخ

مثال با توجه به معادله تولید آهن در صنعت، از واکنش ۱۰۰ تن Fe_3O_4 با مقدار کافی از کربن، انتظار می‌رود چند تن آهن تولید شود؟
 $2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 = 2(56) + 3(16) = 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ ton Fe} = 100 \text{ ton Fe}_3\text{O}_4 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{160 \text{ g Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}}$$

= ۷۰ تن Fe

دنیای واقعی واکنش‌ها

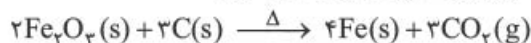
واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آنچه انتظار می‌رود، پیش نمی‌روند؛ یعنی در برخی موارد فرآورده کم‌تری تولید می‌شود، زیرا:

۱) ممکن است واکنش‌دهنده‌ها ناخالص باشند.

۲) ممکن است واکنش به طور کامل انجام نشود.

۳) گاهی هم‌زمان با آن، واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام شود.

دانشجویی، مقدار آهن مورد انتظار از واکنش ۴۰ گرم آهن (III) اکسید با مقدار کافی کربن را به صورت زیر محاسبه کرد:



$$? \text{ g Fe} = 40 \text{ g Fe}_3\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{160 \text{ g Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 28 \text{ g Fe}$$

او این واکنش را در آزمایشگاه و در شرایط ایمن، سه بار انجام داد. جدول زیر نتایج آزمایش‌های او را نشان می‌دهد.

شماره آزمایش	جرم واکنش‌دهنده (Fe_3O_4) (گرم)	جرم فرآورده‌ای که دانشجو به دست آورده است. (گرم)
۱	۴۰	۱۹/۵
۲	۴۰	۱۹/۶
۳	۴۰	۱۹/۷

در حالی که انتظار می‌رفت ۲۸ گرم فرآورده (فلز آهن) تولید شود، اما هر بار جرمی که به دست آورده از جرم مورد انتظار، کم‌تر است. در واقع مقدار عملی واکنش (۱۹/۶ گرم فلز آهن) از مقدار نظری واکنش (۲۸ گرم فلز آهن) کوچک‌تر است.

شاید ترازوش فراب یوره یا مثلن از این دانشجو دوزاریا بوده!

- نه، دلیلش چیز دیگه‌ایه! دلیل این اتفاق را می‌توانیم به دو عامل مربوط بدانیم:

۱) آهن (III) اکسید، ناخالص است. (یعنی توی اون ۴۰ گرم Fe_3O_4 ، به مقدار آت و آشفال و یوره داشته). بررسی این عامل به درصد خلوص مواد برمی‌گردد.

۲) همه Fe_3O_4 وارد واکنش نشده یا دانشجو نتوانسته است همه آهن تولیدشده را جداسازی و جمع‌آوری کند. (یعنی مثلن به زره از Fe_3O_4 ها به درود یوار ظرف هسپیدن و نرفتن که واکنش بدن!) بررسی این عامل به میزان کارایی و بازده واکنش برمی‌گردد.

آزمایش‌ها و واکنش‌های زیادی شبیه این هستند، پس باید هر یک از این عوامل بالا را به طور جداگانه بررسی کنیم تا بتوانیم محاسبه‌های کمی را دقیق و درست انجام دهیم.

درصد خلوص مواد

بیشتر مواد مورد استفاده در صنعت یا آزمایشگاه کاملاً خالص نیستند و اغلب دارای مقداری ناخالصی هستند. مثلاً آهن در طبیعت به صورت کانه هماتیت (Fe_3O_4 به همراه ناخالصی) یافت می‌شود، به طوری که در هر ۱۰۰ گرم از کانه هماتیت، ۷۰ گرم Fe_3O_4 وجود دارد و ۳۰ گرم باقی‌مانده آن ناخالصی (آت و آشفال) است. برای محاسبه درصد خلوص یک ماده، از رابطه روبرو استفاده می‌کنیم:

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

در رابطه بالا، صورت و مخرج باید برحسب یک واحد باشند، مثل گرم (g) یا کیلوگرم (kg) یا ...

مثلاً، درصد خلوص Fe_2O_3 در کانه هماتیت از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$Fe_2O_3 \text{ درصد خلوص} = \frac{70 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = 70\%$$

دقت داشته باشید که ماده ناخالص با ناخالصی متفاوت است! ماده ناخالص یعنی کل ماده (ماده اصلی و آتشغال) ولی ناخالصی یعنی آتشغال‌های به‌رردن!

مثال و پاسخ

مثال: در ۱۵۰ گرم نمونه آهن (II) اکسید، ۴۵ گرم FeO وجود دارد. درصد خلوص این نمونه چه قدر است؟

پاسخ:

$$FeO \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{45 \text{ g}}{150 \text{ g}} \times 100 = 30\%$$

مثال و پاسخ

مثال: سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی برای تولید جریان الکتریکی از نور خورشید است. مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم سیلیسیم ۰/۰۰۰۱ گرم است. درصد خلوص سیلیسیم مورد استفاده در این سلول‌ها چه قدر است؟

پاسخ: وقتی مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم از این نمونه ۰/۰۰۰۱ گرم است، یعنی بقیه آن (۱۰۰ - ۰/۰۰۰۱ = ۹۹/۹۹۹۹ g) سیلیسیم خالص است؛ بنابراین:

$$\text{سیلیسیم خالص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{99/9999 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = 99.9999\%$$

وقتی می‌گوییم درصد خلوص سدیم هیدروکسید ۴۰ است، یعنی در هر ۱۰۰ گرم نمونه سدیم هیدروکسید، تنها ۴۰ گرم NaOH وجود دارد و بقیه آن ناخالصی است.

بنابراین می‌توانیم به هم‌ارزی روبه‌رو برسیم:

با داشتن درصد خلوص یک ماده، می‌توانیم جرم ماده خالص موجود در یک نمونه معین ماده ناخالص را تعیین کنیم. برای این کار از کسر تبدیل

$$\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}}$$

استفاده می‌کنیم.

مثال و پاسخ

مثال: در ۵۵ گرم سدیم هیدروکسید با درصد خلوص ۴۰، چند گرم NaOH وجود دارد؟

پاسخ: درصد خلوص ۴۰ یعنی:

$$\text{خالص } 40 \text{ g NaOH} \cong \text{خالص } 100 \text{ g NaOH}$$

$$\text{خالص } 22 \text{ g NaOH} = \frac{\text{خالص } 40 \text{ g NaOH}}{\text{ناخالص } 100 \text{ g NaOH}} \times \text{ناخالص } 55 \text{ g NaOH} = 22 \text{ g NaOH}$$

هم‌چنین با داشتن درصد خلوص یک ماده، می‌توانیم جرم نمونه ناخالص را برای تأمین مقدار معینی از ماده خالص محاسبه کنیم. برای این کار از

$$\frac{\text{جرم ماده ناخالص}}{\text{جرم ماده خالص}}$$

کسر تبدیل استفاده کنیم.

مثال و پاسخ

مثال: برای داشتن ۴۰ گرم $NaNO_3$ خالص، باید چند گرم سدیم نیترات با خلوص ۶۰ تهیه کنیم؟

پاسخ: خلوص ۶۰ یعنی:

$$100 \text{ g NaNO}_3 \cong 60 \text{ g NaNO}_3$$

$$\text{خالص } 40 \text{ g NaNO}_3 = \frac{\text{خالص } 60 \text{ g NaNO}_3}{\text{خالص } 100 \text{ g NaNO}_3} \times \text{ناخالص } 66.67 \text{ g NaNO}_3 = 40 \text{ g NaNO}_3$$

از کجا بفهمیم برمی که به ما میدن، کی ۳۳ تالانسه و کی ۳۳ تالانسه؟

- به نکته ظریفی اشاره کردی! توفه به این نکته ضروره که:

وقتی برای مقداری از یک ماده درصد خلوص تعریف می‌شود، یعنی با ماده ناخالص سروکار داریم. (چه درصد فلوس رو به ما بدن و چه درصد فلوس رو از

ما بپوان! فلاسه په پوری بفهمیم که ماده درصد فلوس داره) مثلاً تو مثال‌های بالا به بار می‌گه ۵۵ گرم سدیم هیدروکسید با درصد خلوص ۴۰، یعنی این ۵۵

گرم، نمونه‌ای ناخالص با خلوص ۴۰ درصده!

یا مثلاً می‌گه چند گرم سدیم نیترات با خلوص ۶۰، یعنی باید ۳۳ تالانسه سدیم نیترات رو حساب کنیم که درصد فلوسش ۶۰ باشه!

مثال و پاسخ

مثال: از آهن برای تولید فولاد استفاده می‌شود. درصد کربن در فولادهای مختلف با توجه به نوع کاربرد آن متفاوت است. **الف)** نوعی فولاد که برای ساخت بدنه خودرو و در صنعت ماشین‌سازی استفاده می‌شود، دارای ۰/۲۵٪ کربن است. در ۱۰۰ گرم از این فولاد، چند گرم آهن خالص و چند گرم ناخالصی (کربن) وجود دارد؟ **ب)** درصد خلوص آهن به کار رفته در بدنه خودرو را ۹۹/۷۵٪ گزارش می‌دهند. این عدد به چه معنایی است؟ **پ)** چاقو و چکش را از فولادی با درصد کربن بیشتر می‌سازند. اگر یک چاقو به جرم ۲۰۰ گرم دارای ۲ گرم کربن باشد، درصد خلوص آهن در این چاقو را محاسبه کنید.

پاسخ: **الف)** وقتی ۰/۲۵٪ کربن (ناخالصی) دارد، یعنی خلوص آن ۹۹/۷۵٪ است. بنابراین:

$$100 \text{ g فولاد} \cong 99/75 \text{ g Fe} \cong 0/25 \text{ g C}$$

$$? \text{ g Fe} = 100 \text{ g فولاد} \times \frac{99/75 \text{ g Fe}}{100 \text{ g فولاد}} = 99/75 \text{ g Fe} \quad ? \text{ g C} = 100 \text{ g فولاد} \times \frac{0/25 \text{ g C}}{100 \text{ g فولاد}} = 0/25 \text{ g C}$$

ب) یعنی به ازای ۱۰۰ گرم فولاد، ۹۹/۷۵ گرم آهن خالص وجود دارد.

پ) وقتی در ۲۰۰ گرم از آن، ۲ گرم کربن وجود دارد، یعنی ۱۹۸ گرم آهن خالص دارد: $\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \text{درصد خلوص آهن}$

$$\text{درصد خلوص آهن} = \frac{198 \text{ g}}{200 \text{ g}} \times 100 = 99\%$$

حل مسائل استوکیومتری همراه با درصد خلوص

بعضی از مسائل استوکیومتری همراه با درصد خلوص یک ماده مطرح می‌شوند. اگر در یک مسئله از درصد خلوص صحبت شده بود، مسئله به طور کلی شبیه قبل حل می‌شود؛ فقط باید با یک کسر تبدیل مناسب، جرم ماده خالص یا ناخالص را به دست آوریم. **نکته بسیار مهم:** در کسر تبدیل جرم مولی، فقط و فقط حق داریم از گرم ماده خالص استفاده کنیم! مثلاً فرض کنید ۱ مول آهن داشته باشیم، یعنی $6/02 \times 10^{23}$ تا اتم آهن که دقیقاً می‌شود ۵۶ گرم آهن خالص، یعنی:

$$1 \text{ mol Fe} \cong 56 \text{ g Fe خالص}$$

حالا فرض کنید ۵۶ گرم آهن ناخالص داشته باشیم، در این صورت جرم آهن کمتر از ۵۶ گرم خواهد بود و بقیه‌اش ناخالصی است؛ یعنی تعداد اتم‌های آهن کمتر از $6/02 \times 10^{23}$ است و برابر ۱ مول نمی‌شود یعنی: $1 \text{ mol Fe} \not\cong 56 \text{ g Fe ناخالص}$ پس دقت کنید که: «موقع تبدیل گرم ماده به مول یا برعکس (یعنی کسر تبدیل جرم مولی) فقط و فقط حق داریم از گرم ماده خالص استفاده کنیم.» مسائل درصد خلوص را می‌توانیم به سه دسته تقسیم کنیم:

نوع اول

در این نوع مسائل جرم یک ماده ناخالص و درصد خلوص آن را می‌دهند و جرم یک ماده دیگر را می‌خواهند. **۱)** از آن جایی که ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند، اول باید جرم ماده خالص را از طریق کسر تبدیل $\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}}$ به دست آوریم. **۲)** بعد مانند قبل، جرم خالص ماده داده‌شده را به مول، مول ماده داده‌شده را به مول ماده خواسته‌شده و در آخر مول ماده خواسته‌شده را به جرم آن تبدیل می‌کنیم.

مثال و پاسخ

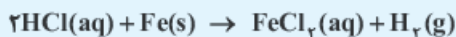
مثال: بر اثر تجزیه ۲۴/۵ گرم پتاسیم کلرات ۶۰٪ خالص طبق واکنش زیر، چند گرم گاز اکسیژن تولید می‌شود؟ $2\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ ($\text{KClO}_3 = 122/5$, $\text{O}_2 = 32$; $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ: اول جرم خالص KClO_3 را از طریق خلوص ۶۰٪ به دست می‌آوریم؛ سپس بقیه راه حل کاملاً شبیه قبل است:

$$? \text{ g O}_2 = 24/5 \text{ g KClO}_3 \times \frac{60 \text{ g KClO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g KClO}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122/5 \text{ g KClO}_3 \text{ خالص}} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} \\ \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 5/76 \text{ g O}_2$$

مثال و پاسخ

مثال: فلز آهن طبق واکنش زیر با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. تیغه‌ای فولادی به جرم ۱۰ گرم با خلوص ۹۸/۵٪ را در مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید می‌اندازیم. حجم گاز هیدروژن تولیدشده توسط دو دانش‌آموز محاسبه شده است. کدام روش درست است؟ چرا؟



$$? \text{ L H}_2 = 10 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

روش اول

$$? \text{ L H}_2 = 9.85 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

روش دوم

پاسخ: روش دوم درست است. البته این راه کامل‌تره؛

$$? \text{ L H}_2 = 10 \text{ g Fe} \times \frac{98.5 \text{ g Fe}}{100 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

زیرا اول باید جرم خالص Fe را به دست آوریم و بعد از جرم خالص Fe، به حجم گاز H₂ در شرایط STP برسیم.

نوع دوم

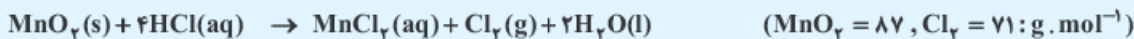
در این نوع مسائل، جرم یک ماده خالص را می‌دهند و جرم یک ماده ناخالص دیگر را می‌خواهند. (درصد خلوص ماده ناخالص را هم می‌دهند).

۱ برای این کار اول با کمک جرم ماده خالص، جرم ماده خالص دیگر را حساب می‌کنیم (مثل قبل).

۲ بعد به کمک درصد خلوص آن و کسر تبدیل گرم ماده ناخالص، جرم ماده ناخالص را محاسبه می‌کنیم.

مثال و پاسخ

مثال: یکی از روش‌های تولید گاز کلر در آزمایشگاه، واکنش دادن هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید طبق معادله زیر است. برای تهیه ۲۱/۳ گرم گاز کلر مطابق واکنش زیر، به چند گرم منگنز دی‌اکسید (MnO₂) ۴۵٪ خالص نیاز است؟



پاسخ: در حل این سؤال اول به طور کاملاً عاری! جرم MnO₂ خالص مورد نیاز را به دست می‌آوریم و بعد با استفاده از خلوص ۴۵٪ جرم کل MnO₂ ناخالص را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص} = 21.3 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{100 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}}{45 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}} = 58 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}$$

مثال و پاسخ

مثال: یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود، واکنش ترمیت است.



الف: مشخص کنید کدام فلز فعال‌تر است، آلومینیم یا آهن؟ چرا؟

ب: حساب کنید برای تولید ۲۷۹ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با خلوص ۸۰ درصد لازم است؟ (Al = ۲۷, Fe = ۵۶: g · mol⁻¹)

پاسخ: الف) آلومینیم (Al): به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها بیشتر است.

ب: اول جرم Al خالص مورد نیاز را از روی ۲۷۹ گرم آهن به دست می‌آوریم. بعد با استفاده از خلوص ۸۰ درصد، جرم کل Al ناخالص را حساب می‌کنیم.

$$? \text{ g Al ناخالص} = 279 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al خالص}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al ناخالص}}{80 \text{ g Al خالص}} = 168 \text{ g Al ناخالص}$$

○ از فلز آهن مذاب تولیدشده در واکنش ترمیت، برای جوش دادن خطوط راه‌آهن استفاده می‌شود.



نوع سوم

در این نوع مسائل، درصد خلوص یکی از واکنش‌دهنده‌ها را می‌خواهند. برای این کار:

۱) اول جرم ماده خالص که درصد خلوص آن خواسته شده است را حساب می‌کنیم.

۲) بعد آن را در فرمول « $100 \times \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}}$ = درصد خلوص» قرار داده و درصد خلوص آن را به دست می‌آوریم.

در این نوع مسائل، حتماً گرم ماده ناخالص را که درصد خلوص آن خواسته شده است، می‌دهند.

مثال و پاسخ

مثال یکی از روش‌های تهیه گاز اتین (C_2H_2)، واکنش کلسیم کاربید (CaC_2) با آب است:



اگر از واکنش $19/2$ گرم CaC_2 با مقدار کافی آب، $5/2$ گرم C_2H_2 تهیه شود، درصد خلوص CaC_2 را محاسبه کنید.



پاسخ اول جرم CaC_2 خالص را از طریق جرم C_2H_2 به دست می‌آوریم. (فییلی عاری مثل قبلنا!!!)

$$? \text{ g } CaC_2 \text{ خالص} = 5/2 \text{ g } C_2H_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2}{26 \text{ g } C_2H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CaC_2}{1 \text{ mol } C_2H_2} \times \frac{64 \text{ g } CaC_2}{1 \text{ mol } CaC_2} = 12/8 \text{ g } CaC_2 \text{ خالص}$$

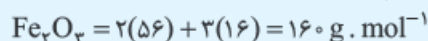
بعد با استفاده از فرمول، درصد خلوص را به دست می‌آوریم: $66/7\% = \frac{12/8 \text{ g}}{19/2 \text{ g}} \times 100$

مثال و پاسخ

مثال آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود. از واکنش 10 کیلوگرم از این ماده با گاز کربن مونواکسید طبق معادله زیر، 5200 گرم آهن به دست آمده است. درصد خلوص آهن (III) اکسید را به دست آورید.



پاسخ اول جرم Fe_2O_3 خالص (به kg) را از روی جرم آهن (Fe) به دست می‌آوریم. (درست عین قبلنا)



$$? \text{ kg } Fe_2O_3 \text{ خالص} = 5200 \text{ g } Fe \times \frac{1 \text{ mol } Fe}{56 \text{ g } Fe} \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{2 \text{ mol } Fe} \times \frac{160 \text{ g } Fe_2O_3}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{1 \text{ kg } Fe_2O_3}{1000 \text{ g } Fe_2O_3} = 7/428 \text{ kg } Fe_2O_3$$

بعد با استفاده از فرمول، درصد خلوص Fe_2O_3 را به دست می‌آوریم:

$$Fe_2O_3 \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{7/428 \text{ kg}}{10 \text{ kg}} \times 100 = 74/28\%$$

مثال و پاسخ

مثال 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. در جدول زیر، داده‌هایی درباره این روش ارائه شده است. با توجه به آن:

نماد شیمیایی فلز	قیمت هر کیلوگرم فلز (ریال)	بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه (گرم)	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱	۰/۰۰۲
Ni	۸۲۰۰۰۰	۳۸	۲
Cu	۲۴۵۰۰۰	۱۴	۰/۵
Zn	۱۵۵۰۰۰	۴۰	۵

الف در صورتی که در پالایش طلا به کمک گیاهان، در هر هکتار بتوان ۲۰ تن گیاه برداشت کرد، حساب کنید در هر هکتار چند گرم طلا از زمین بیرون کشیده می‌شود؟

ب یک کیلوگرم از گیاهی که برای پالایش نیکل به کار می‌رود، ۱۵۹ گرم خاکستر می‌دهد. درصد نیکل را در این خاکستر حساب کنید.

پ چرا این روش برای استخراج فلزهای روی و نیکل مقرون به صرفه نیست؟

پاسخ الف جدول بالا یک هم‌ارزی به ما داده است:

$$1 \text{ kg گیاه} \cong 0.1 \text{ g Au}$$

$$1 \text{ گیاه ton} \cong 20 \text{ هکتار}$$

هم‌چنین صورت سؤال هم یک هم‌ارزی به ما داده است:

با استفاده از هم‌ارزی‌های بالا، به رافع گرم طلا را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Au} = 1 \text{ هکتار} \times \frac{20 \text{ گیاه ton}}{1 \text{ هکتار}} \times \frac{1000 \text{ kg گیاه}}{1 \text{ ton گیاه}} \times \frac{0.1 \text{ g Au}}{1 \text{ kg گیاه}} = 2000 \text{ g Au}$$

ب در جدول داریم که نیکل موجود در یک کیلوگرم از گیاه، ۳۸ گرم است؛ بنابراین جرم ماده خالص (جرم نیکل)، ۳۸ گرم بوده و جرم ماده ناخالص (خاکستر)، ۱۵۹ گرم است؛ بنابراین:

$$\% \text{ نیکل} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{38 \text{ g}}{159 \text{ g}} \times 100 = 23.9\%$$

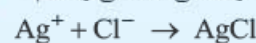
پ زیرا درصد خلوص این فلزها در سنگ معدن آنها مناسب است. هم‌چنین این روش هزینه‌های فراوانی داشته و آلودگی زیادی هم تولید می‌کند؛ بنابراین بهتر است فلزهایی مثل روی و نیکل را از سنگ معدن آنها استخراج کنیم.

مثال و پاسخ

مثال یون کلرید موجود در ۵/۹۲ گرم از نمونه‌ای از کانه‌های با استفاده از یون نقره، جداسازی کرده و ۱۴/۳۵ گرم نقره

کلرید به دست آمده است. درصد خلوص کانه‌های با استفاده از یون نقره، جداسازی کرده و ۱۴/۳۵ گرم نقره

پاسخ با توجه به ماده‌ها واکنش یون کلرید (Cl^-) و یون نقره (Ag^+) را که نقره کلرید (AgCl) تولید می‌کند، می‌نویسیم:



از روی جرم AgCl ، جرم Cl^- را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{AgCl} = 108 + 35.5 = 143.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

می‌دانیم که بار الکتریکی، تأثیر خاصی روی جرم ندارد.

$$? \text{ g Cl}^- = 14.35 \text{ g AgCl} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{143.5 \text{ g AgCl}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol AgCl}} \times \frac{35.5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 3.55 \text{ g Cl}^-$$

با توجه به جرم کل ماده ناخالص (کانه‌های)، درصد خلوص را برحسب Cl^- حساب می‌کنیم.

$$\text{Cl}^- \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم Cl}^-}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{3.55 \text{ g}}{5.92 \text{ g}} \times 100 = 60\%$$

سؤال‌های امتحانی

۵۳- کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) هر چه واکنش‌پذیری اتم‌های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب (بیشتر / کم‌تر) است.

ب) هر چه واکنش‌پذیری فلزی کم‌تر باشد، استخراج آن فلز (دشوارتر / ساده‌تر) است.

پ) در فولاد مبارکه (برخلاف / همانند) همه شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از (سدیم / کربن) استفاده می‌شود.

ت) برای تأمین مقدار معینی از یک ماده خالص، همواره باید مقدار (بیشتری / کم‌تری) از ماده ناخالص را به کار برد.

ث) درصد خلوص، مقدار (مول / گرم) ماده (خالص / ناخالص) موجود در ۱۰۰ گرم ماده (خالص / ناخالص) را مشخص می‌کند.

۵۴- عبارت‌های زیر را با کلمه مناسب کامل کنید.

الف) تمایل هر اتم به انجام واکنش شیمیایی را می‌گوییم.

ب) از فلز آهن مذاب تولیدشده در واکنش ترمیت برای استفاده می‌شود.

پ) روند جداسازی فلز از سنگ معدن و آماده‌شدن آن برای استفاده را، می‌نامیم.

ت) وقتی درصد خلوص ماده‌ای ۶۰ باشد، یعنی به ازای ۱۰۰ گرم از ماده ناخالص، گرم ناخالصی داریم.

۵۵- درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید و شکل صحیح عبارتهای نادرست را بنویسید.

(الف) هر چه فلز فعالتر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و از ترکیبهایش پایدارتر است.

(ب) فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که همگی در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.

(پ) وقتی به ازای ۶۰ گرم از ماده‌ای ناخالص، ۲۰ گرم ماده خالص داشته باشیم، درصد خلوص آن ماده ۳۳/۳٪ خواهد بود.

(ت) درصد خلوص ماده‌ای که در هر ۲۵۰ گرم آن ۲۲۰ گرم ناخالصی وجود دارد، ۸۸ درصد است.

۵۶- با استفاده از کدام یک از عنصرهای زیر می‌توان فلز Fe را از Fe_3O_4 استخراج کرد؟

Na (۱) Cu (۲)

۵۷- معادله واکنشی که در شرکت‌های فولاد منجر به تولید آهن می‌شود را نوشته و موازنه کنید.

۵۸- یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری استفاده می‌شود، واکنش ترمیت است، معادله مربوط به آن را نوشته و موازنه کنید.

۵۹- سه عاملی که باعث می‌شود واکنش‌های شیمیایی براساس پیش‌بینی‌ها پیش نرود، کدام است؟

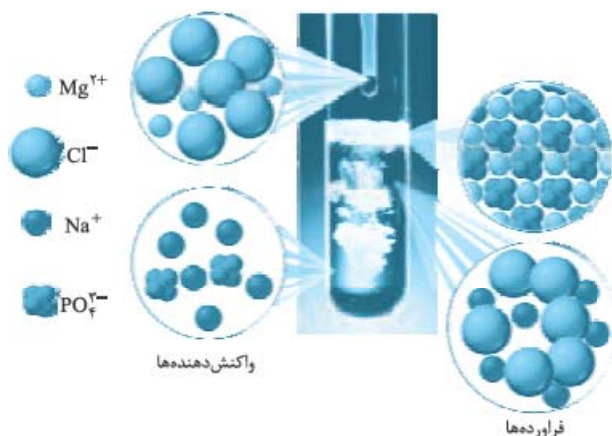
۶۰- با توجه به معادله واکنش سوختن کامل گاز اتان:
 $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$

(الف) بر اثر سوختن ۲/۰ مول اتان، چند مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟

(ب) اگر ۳/۰ مول آب تولید شده باشد، چند مول اکسیژن مصرف شده است؟

۶۱- با توجه به شکل روبه‌رو، از واکنش ۵/۰ مول سدیم فسفات با

منیزیم کلرید کافی، چند مول منیزیم فسفات جامد تولید می‌شود؟



۶۲- از واکنش لیتیم نیتريد با آب، به عنوان محصول واکنش، آمونیاک و لیتیم هیدروکسید تولید می‌شود. از واکنش کامل سه مول لیتیم نیتريد

چند مول آمونیاک تولید می‌شود؟

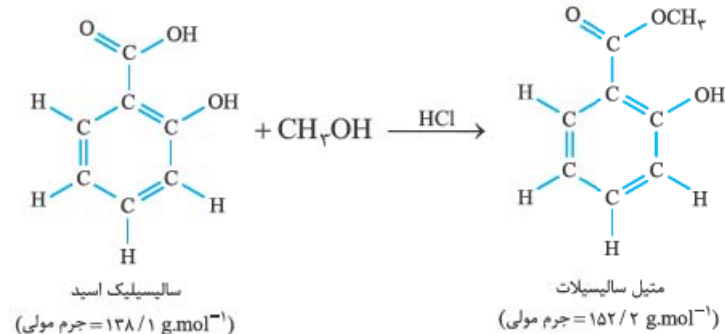
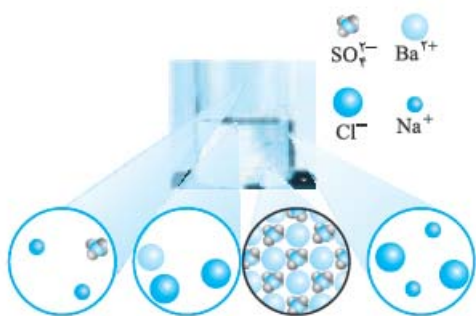
۶۳- شکل روبه‌رو واکنش بین محلول‌های سدیم سولفات و باریم کلرید را نشان می‌دهد.

(الف) معادله واکنش شیمیایی را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) از واکنش ۱/۱۰۴ گرم باریم کلرید با مقدار اضافی سدیم سولفات، چند گرم باریم

سولفات رسوب می‌دهد؟

(Ba = ۱۳۷, Cl = ۳۵/۵, S = ۳۲, O = ۱۶: g.mol⁻¹)



۶۴- متیل سالیسیلات به عنوان طعم‌دهنده در مواد

غذایی و دارویی، استفاده می‌شود. این ماده از واکنش

متانول با سالیسیلیک اسید به دست می‌آید:

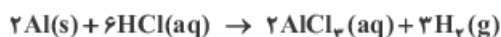
چند گرم سالیسیلیک اسید برای تولید ۳۲۵ گرم

متیل سالیسیلات لازم است؟

۶۵- یک مول کلسیم، دو مول سدیم و یک مول از اتم‌های گوگرد داریم. اگر محصول سوختن آن‌ها CaO ، Na_2O و SO_2 باشد، جمعاً چند مول اکسیژن (O_2) برای سوختن آن‌ها لازم داریم؟

۶۶- برای تهیه ۴۰٪ گرم گاز هیدروژن طبق واکنش زیر به چند گرم پودر آلومینیم با خلوص ۸۵٪ نیاز داریم؟

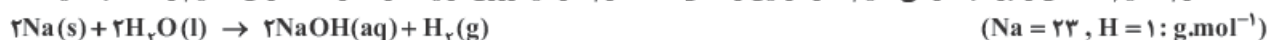
(فرض کنید این ناخالصی‌ها بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.)
($\text{Al} = 27, \text{H} = 1; \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



۶۷- در واکنش آلومینیم با آهن (III) اکسید (واکنش ترمیت)، آهن مذاب تولید می‌شود. از آهن مذاب تولیدشده برای جوشکاری استفاده می‌کنند. حساب کنید برای تولید ۲۱۰ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با درصد خلوص ۷۵٪ لازم است تا با مقدار کافی از آهن (III) اکسید واکنش دهد؟



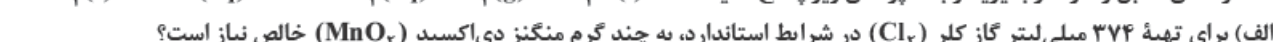
۶۸- ۸ گرم سدیم ناخالص را بر آب اثر می‌دهیم. اگر در این واکنش ۲٪ گرم گاز هیدروژن تولید شود، درصد خلوص سدیم را حساب کنید.



۶۹- از واکنش یک گرم کلسیم با مقدار کافی هیدروبرمیک اسید، چند گرم کلسیم برمید با خلوص ۸۰٪ درصد به دست می‌آید؟



۷۰- واکنش مقابل را در نظر بگیرید و به ۲ پرسش زیر پاسخ دهید.



الف) برای تهیه ۳۷۴ میلی‌لیتر گاز کلر (Cl_2) در شرایط استاندارد، به چند گرم منگنز دی‌اکسید (MnO_2) خالص نیاز است؟



ب) برای تهیه همین مقدار گاز، اگر از یک نمونه منگنز دی‌اکسید با خلوص ۷۵٪ استفاده کنیم، چند گرم از آن مصرف می‌شود؟

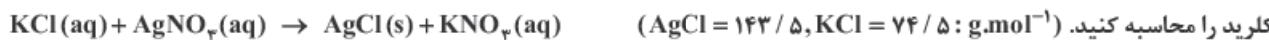
۷۱- از واکنش ۳ گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰٪ با محلول نترات اضافی، چند گرم فلز نقره به دست می‌آید؟



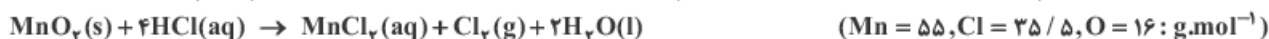
۷۲- از واکنش ۹ گرم فلز آلومینیم (۴۰٪ ناخالصی دارد) با محلول مس (II) سولفات کافی، چند گرم فلز مس به دست می‌آید؟



۷۳- از واکنش ۵۰٪ گرم پتاسیم کلرید ناخالص با مقدار اضافی از نقره نیترات، ۷۲٪ گرم نقره کلرید تولید می‌شود. درصد خلوص پتاسیم کلرید را محاسبه کنید.



۷۴- برای تهیه ۱۴/۲ گرم گاز کلر ناخالص با خلوص ۸۱٪، چند گرم منگنز (IV) اکسید ناخالص با خلوص ۹۰٪ لازم داریم؟



۷۵- یون سولفات موجود در ۲/۴۵ از نمونه‌ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم جداسازی کرده و ۲/۱۸ گرم باریم سولفات به دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی برحسب یون سولفات چند است؟



۷۶- از واکنش ۸/۱ گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰٪ درصد با محلول مس (II) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می‌شود؟



۷۷- سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود:



الف) واکنش پذیری کربن با سیلیسیم را مقایسه کنید.

ب) مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم سیلیسیم حاصل ۰/۰۰۰۱ گرم است. درصد خلوص سیلیسیم را حساب کنید.



صفحه‌های ۲۳ تا ۲۸ کتاب درسی



بازده و واکنش‌های شیمیایی

برای محاسبه مقدار واقعی فرآورده تولیدشده در یک واکنش از مفهومی به نام **بازده درصدی** استفاده می‌کنیم. کمیتی که کارایی یک واکنش را نشان می‌دهد. در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی که برای تهیه مواد شیمیایی به کار می‌روند، مقدار فرآورده‌های به دست آمده کمتر از مقدار محاسبه شده است. مثلاً واکنش $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{s})$ را در نظر بگیرید.

مطابق معادله موازنه شده واکنش، ۱ مول روی (۶۵ g Zn) با ۱ مول کلر (۷۱ g Cl_۲) واکنش داده و ۱ مول روی کلرید (۱۳۶ g ZnCl_۲) تولید می‌شود. اما در بیشتر موارد، این مقدار به دست نمی‌آید و کمتر از ۱۳۶ گرم (مثلاً ۱۲۰ گرم) روی کلرید تولید می‌شود، بنابراین مقدار فراورده مورد انتظار ما (مقدار نظری) ۱۳۶ گرم بوده و در عمل و آزمایش (مقدار عملی) ۱۲۰ گرم تولید شده است.

مقدار نظری: به مقدار فراورده‌ای که مورد انتظار ماست و از محاسبات استوکیومتری به دست می‌آید، **مقدار نظری** می‌گوییم. مثلاً مقدار نظری در واکنش بالا، ۱۳۶ گرم است.

به بیان دیگر مقدار نظری واکنش، مقدار فراورده‌ای است که با مصرف کامل یک یا تمام واکنش‌دهنده‌ها، تولید می‌شود و در واقع **بیشترین مقدار** فراورده قابل انتظار از یک واکنش موازنه شده است.

مقدار عملی: به مقدار فراورده‌ای که در عمل و طی آزمایش تولید می‌شود، **مقدار عملی** می‌گوییم. مثلاً مقدار عملی در واکنش بالا، ۱۲۰ گرم است.

● مقدار نظری یا عملی فقط برای فراورده یک واکنش تعریف می‌شود.

● در اغلب موارد، مقدار عملی در یک واکنش، کمتر از مقدار نظری است.

● مقدار عملی یا نظری در یک واکنش، می‌تواند برحسب گرم، مول، لیتر یا میلی لیتر باشد ولی هر دو مقدار عملی و نظری باید برحسب یک واحد باشند.

بازده درصدی واکنش: به نسبت مقدار عملی به مقدار نظری فراورده تولید شده در یک واکنش ضرب در ۱۰۰، **بازده درصدی واکنش** گفته می‌شود:

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

بازده اغلب واکنش‌ها کمتر از ۱۰۰٪ است، زیرا فراورده تولید شده در شرایط واقعی آزمایش، اغلب از مقدار مورد انتظار ما کمتر است.

مثال پاسخ

مثال: با توجه به داده‌های جدول زیر که مربوط به تولید آهن (Fe) از آهن (III) اکسید (Fe_۲O_۳) است، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

نماد شیمیایی ماده	مقدار ماده (گرم)
Fe _۲ O _۳ (واکنش‌دهنده)	۴۰ g Fe _۲ O _۳
Fe (فراورده‌ای که دانشجو به دست آورده است).	۱۹/۶ g Fe
Fe (فراورده‌ای که انتظار داشتیم به دست آید).	۲۸ g Fe

پاسخ: مقدار نظری در این آزمایش ۲۸ g Fe بوده و مقدار عملی ۱۹/۶ g Fe است؛ بنابراین:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{19.6 \text{ g Fe}}{28 \text{ g Fe}} \times 100 = 70\%$$

مثال پاسخ

مثال: محاسبه نشان می‌دهد که بر اثر انجام واکنش معینی باید ۷۵ گرم فراورده تولید شود، اما در عمل تنها ۴۵ گرم فراورده تولید می‌شود. بازده درصدی این واکنش را محاسبه کنید.

پاسخ: مقدار نظری مورد انتظار ما ۷۵ گرم بوده ولی مقدار عملی و واقعی ۴۵ گرم است؛ بنابراین:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{45 \text{ g}}{75 \text{ g}} \times 100 = 60\%$$

حل مسائل مربوط به بازده درصدی واکنش

قبل از بررسی سؤال‌های بازده درصدی، همتن هواستون به پندرتا نکته باشه:

۱ مقدار نظری یا عملی فقط برای فراورده تعریف می‌شود.

۲ مقدار نظری در محاسبات استوکیومتری کاربرد دارد.

۳ مقدار عملی فقط و فقط در فرمول بازده درصدی کاربرد دارد.

۴ در واکنش‌هایی که بازده دارند، اگر در صورت سؤال صحبت از مقدار فراورده شود، آن مقدار، مقدار عملی است.

نوع اول

در این نوع مسائل، مقدار یکی از واکنش‌دهنده‌ها و مقدار فراورده تولید شده (مقدار عملی) را می‌دهند و بازده درصدی واکنش را می‌خواهند. برای حل این مسائل:

۱ اول با کمک مقدار واکنش‌دهنده داده شده، مقدار فراورده مورد انتظار که باید تولید شود را محاسبه کنیم (مقدار نظری).

۲ بعد از طریق فرمول « $\% \text{بازده} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times 100$ » بازده درصدی واکنش، بازده درصدی واکنش را به دست آوریم.

مثال و پاسخ

مثال در صنعت، دی‌اتیل اتر ($C_2H_5OC_2H_5$) را از واکنش تراکمی اتانول (C_2H_5OH) تهیه می‌کنند:

اگر شیمی دانی، واکنش را با 0.5 مول اتانول شروع کند و بتواند 0.2 مول دی‌اتیل اتر تهیه کند، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.



پاسخ ۱ محاسبه مقدار نظری: (چون مقدار عملی برحسب مول است، مقدار نظری را هم برحسب مول به دست می‌آوریم).

$$\text{نظری } 0.5 \text{ mol } C_2H_5OC_2H_5 = \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OC_2H_5}{2 \text{ mol } C_2H_5OH} \times 0.5 \text{ mol } C_2H_5OH = 0.25 \text{ mol } C_2H_5OC_2H_5$$

۲ از طریق فرمول، بازده درصدی واکنش را حساب می‌کنیم: $\% \text{بازده} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.25 \text{ mol}} \times 100 = 80\%$ = بازده درصدی واکنش

مثال و پاسخ

مثال در واکنش میان $36/0$ گرم روی با مقدار کافی گوگرد، $42/5$ گرم روی سولفید (ZnS) به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را حساب کنید. ($Zn = 65, S = 32 : g \cdot mol^{-1}$)



$$ZnS = 1(65) + 1(32) = 97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

پاسخ ۱ اول محاسبه مقدار نظری:

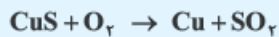
$$\text{نظری } 36/0 \text{ g ZnS} = \frac{1 \text{ mol ZnS}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times 36/0 \text{ g Zn} = 53/72 \text{ g ZnS}$$

۲ محاسبه بازده درصدی از طریق فرمول: $\% \text{بازده} = \frac{42/5 \text{ g ZnS}}{53/72 \text{ g ZnS}} \times 100 = 79/1$ = بازده درصدی واکنش

در بعضی از مسائل، بازده درصدی واکنش با واکنش‌دهنده دارای درصد خلوص (مثلاً 70% درصد) ادغام می‌شود. این سؤال‌ها تفاوت خاصی با سؤال‌های قبل ندارد، فقط هنگام محاسبه مقدار نظری باید مقدار واکنش‌دهنده ناخالص را با کسر تبدیل مناسب $\frac{70 \text{ g خالص}}{100 \text{ g ناخالص}}$ به خالص تبدیل کرده و بقیه محاسبات را انجام دهیم.

مثال و پاسخ

مثال معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌گردد و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس ایران است. تهیه مس خام از سنگ معدن آن، توسط واکنش مقابل انجام می‌شود:



از واکنش 400 کیلوگرم مس (II) سولفید ناخالص با خلوص 85% مقدار $190/54$ کیلوگرم مس خام تهیه می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید. ($Cu = 64, S = 32 : g \cdot mol^{-1}$)

پاسخ ۱ محاسبه مقدار نظری: چون مقدار عملی برحسب کیلوگرم است ($190/54$ کیلوگرم مس)، پس مقدار نظری را هم باید برحسب کیلوگرم مس به دست بیاوریم.

$$100 \text{ g CuS} \cong 85 \text{ g CuS خالص}$$

هم‌چنین خلوص CuS ، 85% است، یعنی:

$$CuS = 1(64) + 1(32) = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ kg Cu نظری} = 400 \text{ kg CuS ناخالص} \times \frac{1000 \text{ g CuS خالص}}{1 \text{ kg CuS ناخالص}} \times \frac{85 \text{ g CuS خالص}}{100 \text{ g CuS ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CuS}}{96 \text{ g CuS خالص}}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuS}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ kg Cu}}{1000 \text{ g Cu}} = 226/67 \text{ kg Cu نظری}$$

۲ محاسبه بازده درصدی واکنش از طریق فرمول: $\% \text{بازده} = \frac{190/54 \text{ kg}}{226/67 \text{ kg}} \times 100 = 84/06$ = بازده درصدی واکنش

نوع دوم

در این نوع مسائل، مقدار واکنش‌دهنده و بازده درصدی واکنش را می‌دهند و مقدار فراورده (مقدار عملی واکنش، یعنی مقدار فراورده‌ای که در عمل و طی آزمایش تولید می‌شود) را می‌خواهند. برای حل این مسائل:

۱ اول با کمک مقدار واکنش‌دهنده داده‌شده، مقدار فراورده‌ای که باید تولید شود را حساب می‌کنیم (مقدار نظری).

۲ بعد با استفاده از فرمول بازده درصدی مقدار عملی واکنش را حساب می‌کنیم.

مثال پاسخ

مثال گازهای هیدروژن و اکسیژن با زدن جرقه الکتریکی با هم واکنش دادند:

$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{جرقه}} 2H_2O(g)$
اگر بازده درصدی واکنش ۹۲٪ باشد، با محاسبه مشخص کنید چند گرم بخار آب از واکنش ۶۴۰ گرم گاز اکسیژن با مقدار اضافی گاز هیدروژن به وجود می‌آید؟ ($O_2 = 32, H_2O = 18 : g \cdot mol^{-1}$) (شهرپر ۹۱)

پاسخ: ۱ محاسبه مقدار نظری:

$$? \text{ g } H_2O = 640 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 720 \text{ g } H_2O \text{ نظری}$$

۲ محاسبه مقدار عملی با استفاده از فرمول:

$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{بازده درصدی واکنش}} \times 100 \Rightarrow 92 = \frac{x}{720 \text{ g } H_2O} \times 100 \Rightarrow x = 662.4 \text{ g } H_2O$$

مثال پاسخ

مثال گاز متان را می‌توان از واکنش زغال‌سنگ با بخار آب بسیار داغ تهیه کرد.

$2C(s) + 2H_2O(g) \rightarrow CH_4(g) + CO_2(g)$
در صورتی که بازده درصدی واکنش ۸۵٪ باشد، چند کیلوگرم متان از واکنش ۲۰۰ کیلوگرم زغال‌سنگ با مقدار اضافی بخار آب به وجود می‌آید؟ ($CH_4 = 16, C = 12 : g \cdot mol^{-1}$)

پاسخ: ۱ کیلوگرم زغال‌سنگ (C) را به گرم C تبدیل کرده، گرم C را به مول C تبدیل کرده (جرم مولی C)، مول C را به مول CH_4 تبدیل کرده (نسبت مولی)، مول CH_4 را به گرم CH_4 تبدیل کرده (جرم مولی CH_4) و گرم CH_4 را به کیلوگرم CH_4 تبدیل می‌کنیم.

۲ مقدار عملی با استفاده از فرمول:

$$? \text{ kg } CH_4 = 2 \text{ kg } C \times \frac{1000 \text{ g } C}{1 \text{ kg } C} \times \frac{1 \text{ mol } C}{12 \text{ g } C} \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{2 \text{ mol } C} \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{1 \text{ kg } CH_4}{1000 \text{ g } CH_4}$$

$$= 1/33 \text{ kg } CH_4 \text{ نظری}$$

$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{بازده درصدی واکنش}} \times 100 \Rightarrow 85 = \frac{x}{1/33 \text{ kg } CH_4} \times 100 \Rightarrow x = 1/13 \text{ kg } CH_4$$

مثال پاسخ

مثال یکی از راه‌های تهیه سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت است. واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد.

$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$
حساب کنید از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) تولید می‌شود؟ بازده واکنش را ۶۰ درصد در نظر بگیرید. ($O = 16, C = 12, H = 1 : g \cdot mol^{-1}$)

پاسخ: $C_6H_{12}O_6 = 6(12) + 12(1) + 6(16) = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $C_2H_5OH = 2(12) + 6(1) + 1(16) = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

نخست با توجه به معادله واکنش، باید محاسبه شود چند تن فراورده مورد انتظار است. (مقدار نظری)

$$? \text{ ton } C_2H_5OH \text{ نظری} = 1/5 \text{ ton } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0/77 \text{ ton } C_2H_5OH \text{ نظری}$$

$$\text{اینک:} \quad \text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{بازده درصدی}} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{x}{0/77 \text{ ton } C_2H_5OH} \times 100 \Rightarrow x = 0/46 \text{ ton } C_2H_5OH$$

نوع سوم

در این نوع مسائل، بازده درصدی واکنش و مقدار عملی فرآورده را می دهند و مقدار یکی از واکنش دهنده های مصرف شده را می خواهند. برای حل این مسائل:

۱) اول با کمک فرمول بازده درصدی، مقدار نظری واکنش (مقدار نظری فرآورده) را به دست می آوریم.

۲) بعد مانند مسائل قبل، با کمک مقدار فرآورده، مقدار واکنش دهنده مصرف شده را حساب می کنیم.

مثال و پاسخ

مثال در صورتی که بازده واکنش زیر، برابر ۷۰ درصد باشد، برای تهیه ۳۵۰ گرم آمونیاک (NH_3) به چند گرم گاز هیدروژن

(H_2) نیاز است؟ ($\text{NH}_3 = 17, \text{H}_2 = 2: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ ۱) محاسبه مقدار نظری با استفاده از فرمول:

$$500 \text{ g NH}_3 = \text{مقدار نظری} \times 100 \Rightarrow 70 = \frac{350 \text{ g NH}_3}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار نظری} = 500 \text{ g NH}_3$$

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

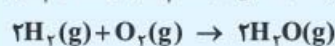
۲) محاسبه واکنش دهنده مصرفی با استفاده از مقدار نظری:

$$? \text{ g H}_2 = 500 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 88 / 24 \text{ g H}_2$$

مثال و پاسخ

مثال گاز هیدروژن به عنوان سوخت پاک پیشنهاد می شود، زیرا با انجام واکنش زیر فقط بخار آب تولید می شود، اگر بازده این

واکنش ۹۸٪ باشد، چند گرم گاز هیدروژن می تواند ۸۵/۰۰ کیلوگرم آب تولید کند؟ ($\text{H}_2\text{O} = 18, \text{H}_2 = 2: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



پاسخ ۱) محاسبه مقدار نظری با استفاده از فرمول:

$$86 / 03 \text{ kg H}_2\text{O} = \text{مقدار نظری} \times 100 \Rightarrow 98 / 8 = \frac{85 \text{ kg H}_2\text{O}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار نظری} = 86 / 03 \text{ kg H}_2\text{O}$$

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

۲) محاسبه گرم H_2 با استفاده از مقدار نظری:

$$? \text{ g H}_2 = 86 / 03 \text{ kg H}_2\text{O} \times \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 9558 / 88 \text{ g H}_2$$

گنج های اعماق دریا

بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است؛ منابعی که تازه کشف کرده ایم. نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی و کاهش میزان این منابع در سنگ کره، ما را مجبور کرد که به دنبال منابع تازه باشیم. این جست و جو از رازی پرده برداشت که نشان می داد گنجی عظیم در اعماق دریاها نهفته است.

منظور تون گنج هایی نیست که با کشتی ها غرق شده یا مژدن مروارید و مروارید و اینها؟

-ته! ساره نباش! در اقیانوس ها منابع غنی فلزی وجود دارد که فودش به گنج بزرگه!

این گنج در برخی مناطق دارای سولفید چندین فلز واسطه و در برخی مناطق دیگر به صورت کلوخه ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مثل منگنز (Mn)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، نیکل (Ni)، مس (Cu) و ... وجود دارد.

غلظت بیشتر گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس ها نسبت به ذخایر زمینی، بهره برداری از این منابع را نوید می دهد.

جریان فلزین محیط زیست و جامعه

طبیعت، منشأ و منبع هدایای گران بهایی است که ما انسان ها برای برآورده کردن نیازهای خود به شکل های گوناگون از آن ها استفاده می کنیم. یکی از این روش ها، استخراج فلز از سنگ معدن آن است. سالانه صدها میلیون تن فلز از دل زمین استخراج می کنیم و از این فلزها، ابزار، وسایل و مواد گوناگون تولید می کنیم.

توشیمی دهم یاد گرفتیم که براساس توسعه پایدار، در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، باید همه هزینه‌ها و ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر بگیریم به طوری که اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها، کم‌ترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم؛ یعنی رفتارهای ما، آسیب کم‌تری به محیط زیست وارد می‌کند و ردپای زیست‌محیطی ما را کاهش می‌دهد.



در شکل روبه‌رو فرایند استخراج فلز از طبیعت و برگشت آن به طبیعت نشان داده شده است.

با بررسی این شکل، متوجه می‌شویم که آهنگ مصرف و استخراج فلز بسیار بیشتر از آهنگ برگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است.



مشکله رنگه، پورن سرعت خوردگی و فرسایش فلزها - و تبدیل آن‌ها به سنگ معدن خیلی کم است. ولی ما با سرعت ففنی داریم از معدن‌ها فلز استخراج میکنیم. در واقع سرعت برداشت ما از منابع فلزی بسیار بیشتر از سرعت خوردگی و فرسایش فلزها و تبدیل دوباره آن‌ها به سنگ معدن است؛ به همین دلیل فلزها منابع تجدیدناپذیر محسوب می‌شوند.

به شکل زیر دقت کنید:

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

در استخراج فلز، تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

پسماند سرانه سالانه فولاد، ۴۰ کیلوگرم است.

از بازگردانی هفت قوطی فولادی آن قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ واتنی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

با توجه به این شکل می‌بینیم که استخراج آهن، آسیب‌های جدی به محیط زیست می‌رساند و کلی پسماند ایجاد می‌کند؛ چون ۱ در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

قب پس معلوم میشه که بقیه شو به صورت زباله! میریزیم دور!

در استخراج فلز، تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

پسماند سرانه سالانه فولاد ۴۰ کیلوگرم است؛ یعنی تولید فولاد به ازای هر نفر در جهان، در طول یک سال ۴۰ کیلوگرم پسماند ایجاد میکنه!

اما یکی از راه‌هایی که باهاش میتونیم جلوی این اتفاقات رو بگیریم، بازیافت فلزهاست. بازیافت کتن فیلی قوبه! مثلن از بازگردانی هفت قوطی فولادی آن قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ واتنی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

بازیافت فلزها و از جمله فلز آهن، مزایای زیادی دارد. از جمله:

۱ ردپای کربن دی‌اکسید (CO_2) را کاهش می‌دهد.

۲ بی‌نیاز! اینها فن بازیافت چه ربطی به ردپای کربن دی‌اکسید داره؟

- ربط داره دیگه! آگه یادت باشه تو فرایند استخراج آهن، کربن دی‌اکسید (CO_2) تولید میشه. آگه فلزها رو بازیافت کنیم، کم‌تر نیاز میشه که استخراج کنیم، پس (CO_2) کم‌تری هم تولید میشه!

۳ سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود.

آگه یادتون باشه CO_2 یک گاز گلخانه‌ایه! وقتی تولید CO_2 کم‌تر بشه، سرعت گرمایش جهانی هم کم‌تر میشه.

۴ گونه‌های زیستی کم‌تری را از بین می‌برد.

بازیافت فلز باعث میشه که آلودگی (زیاده) کم‌تر بشه، آلودگی هم کم‌تر بشه، گونه‌های زیستی کم‌تری از بین میرن.

۵ به توسعه پایدار کشور کمک می‌کند.

هم کلی انرژی ذخیره میکنیم، هم زیاده‌کم‌تری تولید میکنیم و لازم نیست بعین کلی هزینه واسه اون بکنیم.

سؤال‌های امتحانی

۷۸- کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) مقدار فراورده‌ای که با مصرف کامل یک یا تمام واکنش‌دهنده‌ها تولید شود و در واقع بیشترین مقدار فراورده قابل انتظار از یک واکنش موازنه‌شده، (مقدار عملی / مقدار نظری) است.

ب) به مقدار فراورده‌ای که در عمل و طی آزمایش تولید شود، (مقدار عملی / مقدار نظری) گفته می‌شود.

پ) بازیافت منابع فلزی، انتشار گازهای گلخانه‌ای را (کاهش / افزایش) می‌دهد.

ت) فلزها منابع تجدیدپذیر / تجدیدناپذیر هستند؛ این جمله به این معنی است که مقدار فلزهای گوناگون در طبیعت (محدود / نامحدود) است.

۷۹- عبارت‌های زیر را با کلمه مناسب کامل کنید.

الف) در شیمی، اختلاف بین مقدار نظری و مقدار عملی، با محاسبه بیان می‌شود.

ب) غلظت گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی، است.

پ) پسماند سرانه سالانه فولاد کیلوگرم است.

ت) از بازگردانی هفت قوطی فولادی آن‌قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

۸۰- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید و شکل صحیح عبارت‌های نادرست را بنویسید.

الف) در صورت رعایت کردن ملاحظه‌های توسعه پایدار، آسیب کم‌تری به محیط زیست وارد می‌شود.

ب) با توجه به این‌که فلزها در نهایت به طبیعت باز می‌گردند، منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شوند.

پ) در استخراج فلز درصد بالایی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

ت) مقدار عملی همواره از مقدار نظری کم‌تر بوده و بازده درصدی واکنش از صد کم‌تر است.

۸۱- بازده درصدی یک واکنش از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟

$$(1) \times 100 \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \quad (2) \times 100 \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}}$$

۸۲- واکنش سوختن کربن در هوای کافی را در نظر بگیرید. در این فرایند علاوه بر کربن دی‌اکسید، مقداری گاز کربن مونواکسید نیز تشکیل می‌شود. در واقع این دو واکنش به طور هم‌زمان رخ می‌دهند و اندکی از اتم‌های کربن به CO و عمده آن‌ها به CO_2 تبدیل می‌شوند. برای تولید

کربن دی‌اکسید، مقداری زغال را طبق معادله زیر در هوا می‌سوزانیم: ($\text{CO}_2 = 44$, $\text{C} = 12$; g. mol^{-1}) $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$

الف) اگر قطعه‌ای زغال به جرم ۶ گرم طبق واکنش بالا بسوزد، انتظار دارید چند گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شود؟

ب) اگر جرم کربن دی‌اکسید تولیدشده در عمل (مقدار عملی) از مقدار محاسبه‌شده (مقدار نظری)، کم‌تر و مقدار آن ۲۰ گرم باشد، علت این تفاوت را توضیح دهید.

پ) آیا در عمل، تمام ۶ گرم کربن، به گاز کربن دی‌اکسید تبدیل شده است؟ چرا؟

ت) دانشمندان معتقدند که «اغلب واکنش‌ها، بازده ۱۰۰٪ ندارند.» این عبارت به چه معنایی است؟

ث) بازده درصدی هر واکنش، نسبت مقدار عملی به مقدار نظری تولیدشده از هر فرآورده ضرب در ۱۰۰ را نشان می‌دهد. بازده درصدی تولید کربن دی‌اکسید در واکنش بالا را محاسبه کنید.

۸۳- تیتانیوم فلزی محکم، سبک و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن، استفاده در بدنهٔ دوچرخه است. این فلز از واکنش تیتانیوم (IV) کلرید با منیزیم مذاب طبق معادلهٔ زیر تهیه می‌کنند.



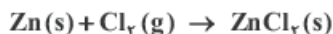
اگر در کارخانه‌ای 3×10^7 گرم تیتانیوم (IV) کلرید مصرف شود و $7/91 \times 10^6$ گرم فلز تیتانیوم به دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.
۸۴- در یک آزمایش از حرارت دادن ۲۵۰ گرم کلسیم کربنات (CaCO_3) در یک کورهٔ آزمایشگاهی، ۱۱۹ گرم کلسیم اکسید (CaO) طبق واکنش زیر تولید شده است. بازده درصدی واکنش را محاسبه کنید.



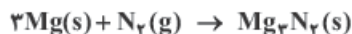
الف) از واکنش ۴/۰ گرم آمونیوم نیترات، چند لیتر گاز N_2O در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟

ب) اگر در پایان این واکنش تنها ۴۴۸ / ۰ لیتر گاز N_2O تولید شده باشد، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

۸۶- ۳۵/۵ گرم از گرد فلز روی خالص با مقدار اضافی گاز کلر واکنش می‌دهد. پس از پایان واکنش، ۶۵/۲ گرم روی کلرید به دست می‌آید. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید. ($\text{Zn} = 65/38, \text{Cl} = 35/45 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



۸۷- از واکنش ۵/۶ لیتر گاز نیتروژن در شرایط استاندارد با مقدار اضافی از فلز منیزیم طبق واکنش زیر، ۱۵ گرم منیزیم نیتريد (Mg_3N_2) به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را حساب کنید. ($1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2 = 100 \text{ g Mg}_3\text{N}_2$)

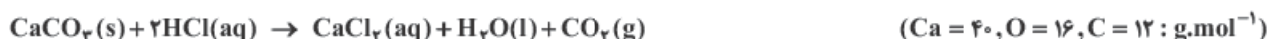


۸۸- در صورتی که در معادلهٔ شیمیایی $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ، بازده درصدی واکنش ۸۰ باشد، از واکنش ۰/۸ مول NH_3 چند مول آب تولید می‌شود؟

۸۹- از واکنش ۲۶ گرم فلز روی با هیدروکلریک اسید کافی، با بازدهی ۹۰ درصد، در شرایط STP، چند لیتر فرآوردهٔ گازی به دست می‌آید؟



۹۰- اگر در واکنش ۲۰ گرم کلسیم کربنات با مقدار کافی هیدروکلریک اسید، مقدار ۴/۲ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP به دست آید، بازده این واکنش چند درصد است؟



۹۱- واکنش $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ با بازده ۵۰٪ انجام می‌گیرد. برای تهیهٔ ۵/۰ مول آمونیاک چند مول نیتروژن نیاز است؟

۹۲- چند گرم پتاسیم کلرات با خلوص ۸۰٪ لازم است تا ۳۳/۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP حاصل شود به شرطی که بازده درصدی واکنش ۹۸٪ باشد؟ ($\text{K} = 39, \text{O} = 16, \text{Cl} = 35.5 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



۹۳- ۱۴۰ گرم پتاسیم کلرات با خلوص ۷۰٪ را گرما می‌دهیم تا تجزیه شود. اگر بازده درصدی واکنش برابر ۸۰٪ باشد، حجم گاز تولیدشده در شرایط STP چند میلی‌لیتر است؟ ($\text{KClO}_3 = 122/5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



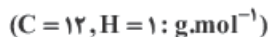
۹۴- در صورتی که بازده درصدی واکنش زیر (پس از موازنه معادلهٔ آن)، برابر ۸۰ درصد باشد، از واکنش ۹/۲ گرم اتانول ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)، چند گرم دی‌اتیل اتر ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$) به دست می‌آید؟



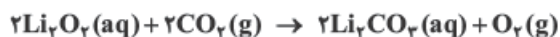
۹۵- ۸۴ گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۲۰٪ تجزیه شده است. چنانچه ۱/۱ گرم کربن دی‌اکسید حاصل شده باشد، بازده درصدی واکنش چه قدر است؟



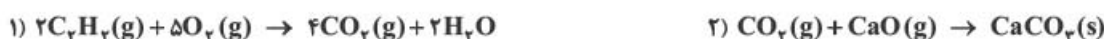
۹۶- در صورتی که بازده درصدی واکنش $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} 2\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ برابر ۸۰٪ باشد، چند کیلوگرم زغال کک خالص برای تهیهٔ ۵۲ کیلوگرم گاز اتین (C_2H_2) لازم است؟



۹۷- در تصفیهٔ هوای سفینه‌های فضایی، به ازای مصرف ۴۶۰ گرم لیتیم پراکسید، با بازدهی ۹۰ درصد، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP آزاد می‌شود؟ ($\text{O} = 16, \text{Li} = 7 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



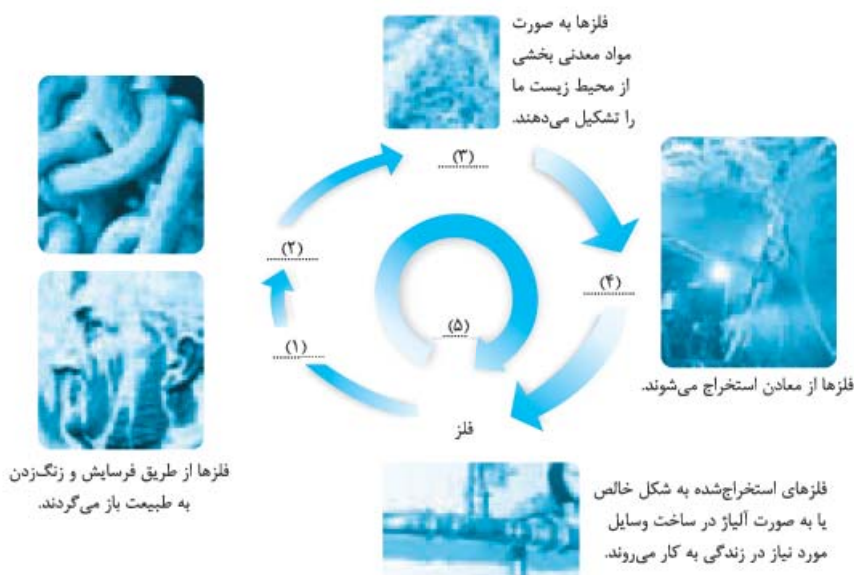
۹۸- اگر گاز CO_2 حاصل از سوزاندن $5/2 \text{ g}$ اتین (C_2H_2)، در محلول کلسیم‌اکسید کافی وارد شود، چند گرم کلسیم کربنات به دست می‌آید؟ (در صورتی که درصد بازده واکنش برابر ۹۰ درصد باشد).
 ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)



۹۹- از تجزیه ۸۰۰ گرم کلسیم کربنات ۹۵ درصد خالص، چند مول گاز کربن دی‌اکسید آزاد می‌شود، در صورتی که بازده درصدی واکنش برابر ۸۵ درصد باشد؟ ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{C} = 12: \text{g.mol}^{-1}$)



۱۰۰- شکل زیر چرخه جریان فلز از طبیعت به طبیعت را نشان می‌دهد. جاهای خالی را پر کنید.



- ۱۰۱- جریان فلزها به محیط زیست توسط طبیعت و انسان، چه مشکلاتی را فراهم می‌آورد؟ نام ببرید.
- ۱۰۲- چرا شیمی‌دان‌ها به فکر جست‌وجوی منابع تازه در اعماق دریاها هستند؟
- ۱۰۳- چه عنصرهایی به صورت کلوخه و پوسته‌های غنی، در کف اقیانوس‌ها یافت می‌شوند؟
- ۱۰۴- براساس توسعه پایدار، در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، چه ملاحظاتی را باید در نظر گرفت؟ توضیح دهید.
- ۱۰۵- چهار مورد از مزایای بازیافت فلزها از جمله آهن را نام ببرید.

صفحه‌های ۲۸ تا ۳۶ کتاب درسی



نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز



در اواخر قرن ۱۸ میلادی ماده‌ای کشف شد که رفتارش شبیه به هیچ‌کدام از ماده‌های شناخته‌شده تا آن زمان نبود. ماده‌ای که بعدها **نفت خام** نامیده شد. نفت خام یکی از انواع سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین بیرون کشیده می‌شود.
 یکی از شیمی‌دان‌های فنون اوان زمان رابع به این مایع ناشناخته گفته: «نفت خام مثل جنگلی سیاه و ترسناک است که ورود به آن بسیار مخاطره‌آمیز و شاید ناممکن باشد.» (البته بعین معلوم شد که قبلی هم درست نمی‌گه!)
 مثل کسی که نمیدونه تو به پنگل ناشناخته و تاریک، چه موهوداتی زنگی میکنن و میترسه واردش بشه. چون هر لفته ممکنه با یه موهود فطرتاک، سهی و یا اتفاق بدی روبه‌رو بشه! (فیلم The Revenant - از گوربرگاسته - رو که همن دیدید!)

ولی بالاخره بعضی از شیمی‌دان‌ها دلو زدن به دریا و با بررسی نفت خام، موفق به شناسایی برخی مواد سازنده آن، ساختار و رفتار آن‌ها شدند. از اوان به بعد کلی اتفاق خوب افتاد، حل مشکل حمل‌ونقل از شهری به شهر دیگر یا از کشوری به کشور دیگر و ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری‌های

گوناگون از جمله آن‌ها بود. این طوری شد که آن مایع سیاه، نه تنها ترسناک و ناشناخته نماند، بلکه به کیمیایی شگفت‌انگیز تبدیل شد. (دیدگفت در دست نمیگفت!) امروزه این هدیهٔ زمینی ارزشمند را طلای سیاه می‌نامیم.

طلای سیاه؟ یا الماس سیاه؟

- الماس سیاه که به موادم پرسیولیس، گادورین منشا میگن! بگنیریم...

نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می‌کند.

نقش اول: منبع تأمین انرژی است.

نقش دوم: مادهٔ اولیه برای تهیهٔ بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آن استفاده می‌شود.

هر بشکه نفت خام هم‌ارز با ۱۵۹ لیتر است.

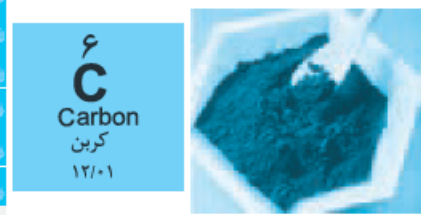
موارد مصرف طلای سیاه

نفت خام، مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمدهٔ آن را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند. هیدروکربن‌ها فقط شامل عنصرهای هیدروژن و کربن هستند. از آن‌جا که عنصر اصلی سازندهٔ نفت خام، کربن است، برای بررسی ویژگی‌ها و خواص مواد سازندهٔ نفت خام، اول باید با رفتارها و ویژگی‌های اتم کربن آشنا شویم.

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

عنصر کربن (C) در خانهٔ شمارهٔ ۶ در دورهٔ دوم و گروه چهاردهم جدول دوره‌ای قرار داشته و اتم آن در لایهٔ ظرفیت خود چهار الکترون دارد. این اتم رفتارهای فوق‌العاده منحصر به فردی دارد به طوری که هیچ‌کدام از اتم دیگر عنصرهای جدول شبیه به آن نیستند. ترکیب‌های شناخته‌شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته‌شده از بقیهٔ عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.

1																	18	
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og



مثال پاسخ

مثال: آرایش الکترونی اتم کربن را بنویسید.

پ: آرایش الکترون نقطه‌ای اتم کربن را رسم کنید.

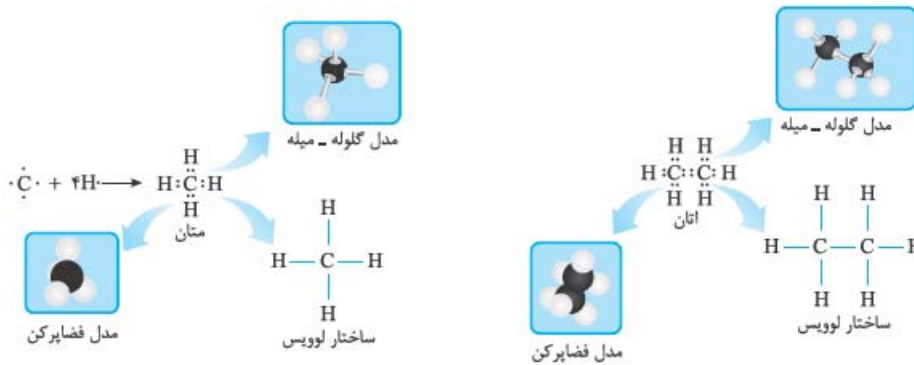
پ: اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی، چند پیوند اشتراکی یگانه، دوگانه یا سه‌گانه می‌تواند تشکیل دهد؟

پاسخ: آرایش الکترونی اتم کربن: $1s^2 2s^2 2p^2$ یا $[He] 2s^2 2p^2$

پ: اتم کربن، چهار الکترون در لایهٔ ظرفیت خود دارد. در نتیجه: ۴.

پ: مجموعاً چهار پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد.

اتم کربن می‌تواند الکترون‌های خود را با اتم‌های دیگر به اشتراک بگذارد و با رسیدن به آرایش هشت‌تایی، پایدار شود.



پیوندهای اشتراکی یگانه اتم کربن در مولکول‌های متان و اتان و شیوه‌های گوناگون نمایش آن‌ها.

اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی می‌تواند چهار پیوند اشتراکی به صورت‌های زیر تشکیل دهد:



شیوه‌های گوناگون نمایش مولکول‌ها

۱- ساختار لوویس: با ساختار لوویس و نحوه رسم آن در سال گذشته آشنا شدیم. آنگه هم بایستی از تون ساختار لوویس پرسیدن با همون روش سال قبل رسم کنید. (همون روش اتم‌های با معرفت تو کتاب ماهاهای من و درسام شیمی دهم 😊)

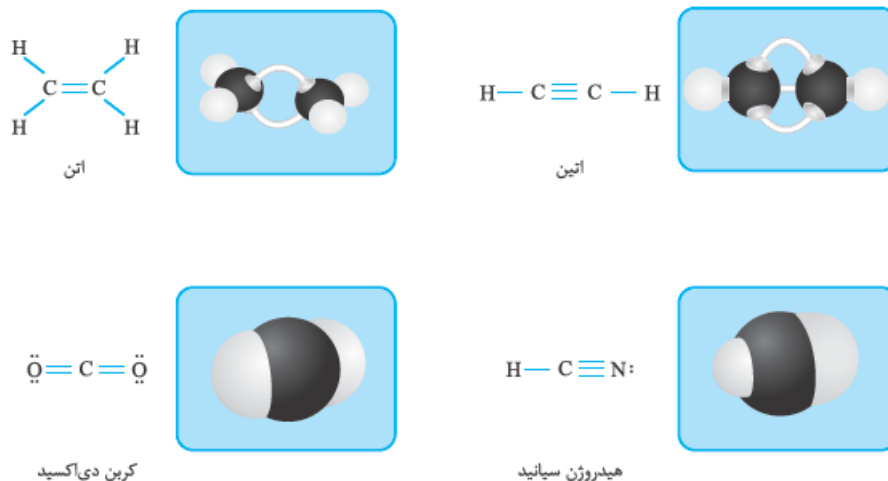
۲- مدل گلوله - میله: در این مدل، اتم‌ها به صورت گلوله (همون کره) و پیوندها به صورت میله نمایش داده می‌شوند.

۳- مدل فضاپرکن: در این مدل، اتم‌ها به صورت گوی‌هایی که فضا را اشغال می‌کنند، نمایش داده می‌شوند. این مدل به واقعیت نزدیک‌تر است و اتم‌ها کمی در هم فرو رفته‌اند.

تشکیل پیوند اشتراکی در اتم کربن مشابه رفتار دیگر نافلزها (مثل نیتروژن، فسفر، گوگرد و ...) است. مثلاً اتم نیتروژن (N) سه پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد تا به آرایش هشت‌تایی برسد. ولی تعداد ترکیب‌های شناخته‌شده از آن، محدود است.

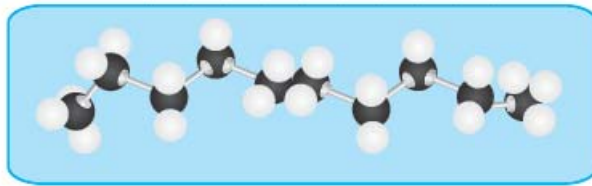
پس چرا اتم کربن میتونه میلیون‌ها ترکیب تشکیل بده؟

- چون اتم کربن علاوه بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد.

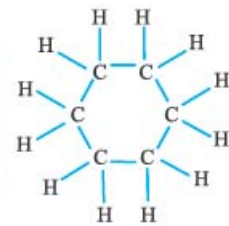


ساختار لوویس، مدل گلوله - میله و فضاپرکن برخی از ترکیب‌های کربن.

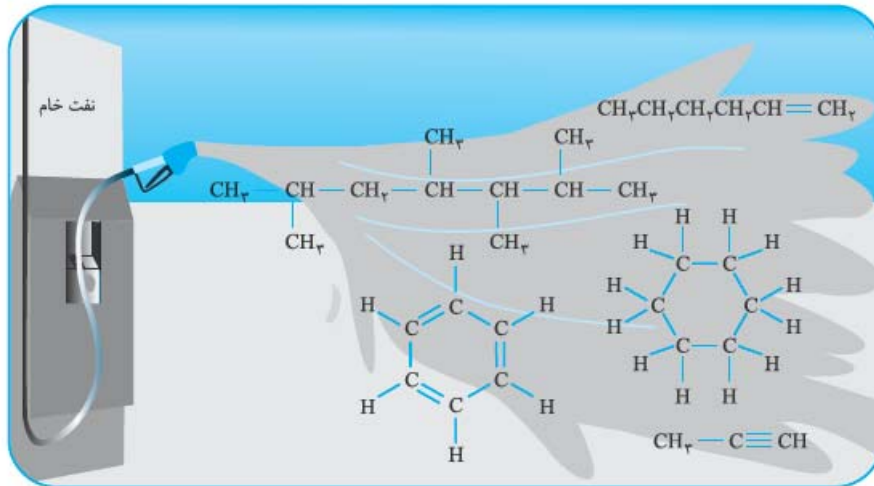
هم‌چنین کربن توانایی تشکیل زنجیر و حلقه‌های کربنی را دارد؛ در واقع اتم‌های کربن می‌توانند با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شوند و زنجیرها و حلقه‌هایی در اندازه‌های گوناگون بسازند.



زنجیر کربنی ده تایی



حلقه کربنی شش تایی



نفت خام مخلوطی شامل انواع هیدروکربن‌ها است. همان‌طور که می‌بینیم در این شکل پنج نوع از هیدروکربن‌ها نشان داده شده است. در بعضی از آن‌ها، بین اتم‌های کربن فقط پیوندهای یگانه وجود دارد، ولی بعضی دیگر، یک پیوند سه‌گانه یا یک یا چند پیوند دوگانه دارند. از آن‌جا که ساختار این هیدروکربن‌ها متفاوت است، پس انتظار داریم که رفتار آن‌ها هم متفاوت باشد. *بلوتر با سافتار و رفتار بعضی از هیدروکربن‌ها آشنا میشیم.*

اتم کربن می‌تواند با اتم انواع عنصرهای هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، نیتروژن (N)، گوگرد (S) و فسفر (P) به روش‌های مختلف وصل شود و مولکول بسیاری از مواد مثل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد. علاوه بر این، خود اتم‌های کربن هم می‌توانند با خودشان به روش‌های مختلف وصل شوند و **دگرشکل‌های** متفاوتی مثل گرافیت، الماس و ... تولید کنند. دگرشکل‌ها، ساختار و خواص متفاوتی دارند که *ایشالا سال بعد باهاشون آشنا میشیم.*

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی هستند که در آن‌ها، اتم‌های کربن با **چهار پیوند یگانه** به اتم‌های دیگر وصل شدند. متان (CH_4) ساده‌ترین و اولین عضو خانواده آلکان‌هاست. فرمول عمومی آلکان‌ها، $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است که در آن n ، تعداد اتم‌های کربن را نشان می‌دهد. مثلاً **آگه** به آلکان، ۵ تا اتم کربن داشته باشه ($n = 5$) **تعداد اتم‌های هیدروژن آن ۱۲ = (۲ × ۵) + ۲ است؛ پس فرمول این آلکان میشه C_5H_{12} .**

مثال و پاسخ

مثال در جدول زیر نام، فرمول مولکولی و شمار اتم‌های کربن و هیدروژن برای برخی اعضای خانواده آلکان‌ها داده شده است. جدول را کامل کنید و فرمول مولکولی عضو n ام را بیابید.

شماره عضو	اول	دوم	سوم	چهارم	ششم	...	n ام
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	هگزان	...	
شمار C						...	
شمار H						...	
فرمول	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_6H_{14}	...	

پاسخ

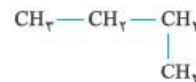
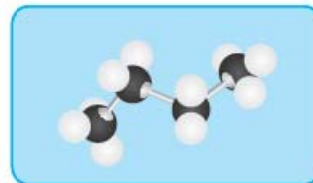
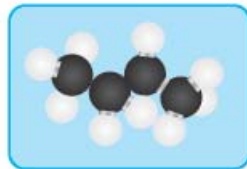
شماره عضو	اول	دوم	سوم	چهارم	ششم	...	نام
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	هگزان	...	
شمار C	۱	۲	۳	۴	۶	...	n
شمار H	۴	۶	۸	۱۰	۱۴	...	2n+2
فرمول	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₆ H ₁₄	...	C _n H _{2n+2}

فرمول عمومی آلکان‌ها C_nH_{2n+2} است.

سوخت فندک‌ها معمولاً گاز بوتان (C₄H₁₀) است که تحت فشار پر می‌شوند.

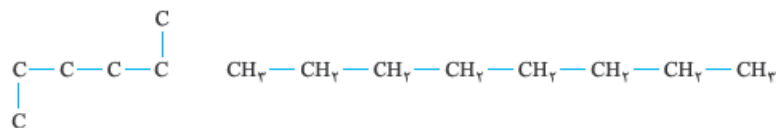
بر اساس نوع اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر، دو نوع آلکان داریم:

۱- آلکان راست‌زنجیر: در این آلکان‌ها، اتم‌های کربن پشت‌سرهم و مثل یک زنجیر به هم وصل شده‌اند.



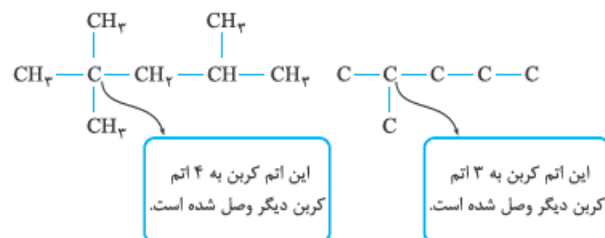
دقت کنید که دو آلکان بالا کاملاً مشابه هستند، در آلکان‌های راست‌زنجیر مهم این است که کربن‌ها پشت سر هم به هم وصل باشند، دیگره جهت وصل شدنش (بالا، پایین، چپ یا راست) اهمیت ندارد!

در واقع در هر آلکان راست‌زنجیر، هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر وصل شده است.

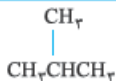
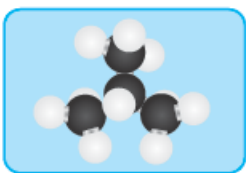


۲- آلکان شاخه‌دار: در این آلکان‌ها، بعضی از اتم‌های کربن به صورت شاخه جانبی به زنجیر وصل شده‌اند.

در واقع در آلکان شاخه‌دار، بعضی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر وصل شده‌اند.



این یک زنجیر طلای بدون شاخه است؛ دریکه کج و صاف پورتنش مهم نیست!



این یک زنجیر طلای شاخه‌دار است؛ یعنی این پلاک مثل شاخه فرعی به زنجیر اصلی وصل شده.

هر کدام از ساختارهای بالا، فرمول ساختاری آلکان مورد نظر را نشان می‌دهند.

فرمول ساختاری: فرمولی که در آن تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود. *پون همه می‌روژن که هیدروژن همیشه پیوند یگانه تشکیل میده، پس پیوندهای «C-H» رو نمیکشیم.*

فرمول ساختاری ترکیب‌های آلی را می‌توانیم به صورت فشرده هم نمایش دهیم، به صورتی که پیوندهای یگانه کربن - کربن نشان داده نمی‌شود ولی نمایش پیوندهای دوگانه و سه‌گانه کربن - کربن ضروری است.



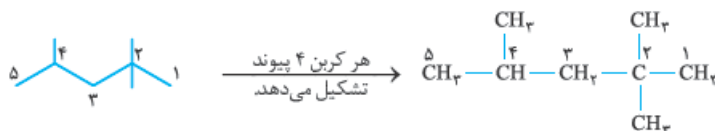
در این روش، اگر هر یک از کربن‌های وسط زنجیر، شاخه فرعی داشته باشد، شاخه فرعی را داخل پرانتز گذاشته و کنار کربن موردنظر می‌نویسیم.



یکی از روش‌های ساده‌تر نمایش ترکیب‌های آلی، فرمول **نقطه - خط** است. در این روش، اتم‌های کربن را با نقطه و پیوند بین آن‌ها را با خط تیره نشان می‌دهیم، اتم‌های هیدروژن را هم نمی‌نویسیم. *واسه این که تداخل خطوط! پیش نیار، خط‌های پیوند رو با زاویه رسم میکنیم.*



البته در فرمول نقطه - خط اگر اتمی به غیر از کربن و هیدروژن در ساختار ترکیب آلی وجود داشته باشد، نماد آن نوشته می‌شود. اگر خواستیم از فرمول نقطه - خط به فرمول ساختاری برسیم، با توجه به این که هر کربن باید چهار پیوند تشکیل دهد، به هر کربن به تعداد مورد نیاز اتم هیدروژن وصل می‌کنیم تا فرمول ساختاری آن کامل شود.



مثال و پاسخ

مثال: فرمول ساختاری یا نقطه - خط را برای هر هیدروکربن داده شده رسم کنید.

پ

الف

ب

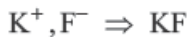
پ

پ

پ

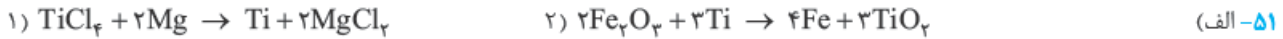
ب

۵۰- الف) کاتیون: K^+ ، آنیون: F^-



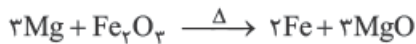
(ب)

(پ) بله، چون به ازای هر کاتیون با یک بار مثبت (K^+) یک آنیون با یک بار منفی (F^-) وجود دارد. در کل همه ترکیب‌های یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند.



(ب) به طور کلی در هر واکنشی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است؛ بنابراین در واکنش (۱) واکنش‌پذیری Mg بیشتر از Ti بوده و در واکنش (۲) واکنش‌پذیری Ti بیشتر از Fe است. پس:

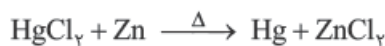
(پ) بله، چون واکنش‌پذیری Mg بیشتر از Fe است. با توجه به ظرفیت $Mg (+2)$ ، محصول واکنش MgO و Fe است.



(ب) به طور کلی در هر واکنشی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است؛ بنابراین چون واکنش (۱) انجام می‌شود، پس واکنش‌پذیری Zn بیشتر از Ag است و چون واکنش (۲) انجام نمی‌شود، پس واکنش‌پذیری Hg کمتر از Ag است؛ بنابراین:

واکنش‌پذیری: $Zn > Ag > Hg$

(پ) بله، چون واکنش‌پذیری Zn بیشتر از Hg است، با توجه به ظرفیت $Zn (+2)$ محصول واکنش، $ZnCl_2$ و Hg است.



۵۳- الف) بیشتر (ب) ساده‌تر (پ) همانند - کربن

ت) بیشتری (ث) گرم - خالص - ناخالص

۵۴- الف) واکنش‌پذیری (ب) جوش دادن خطوط راه‌آهن (پ) فلزکاری (متالورژی)

ت) ۴۰: دقت کنید که سؤال مقدار ناخالصی را خواسته است (یعنی اون آت و آشغال).

۵۵- الف) نادرست، هر چه فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش است.

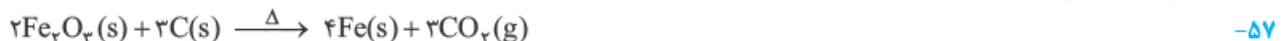
(ب) نادرست، فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که اغلب در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.

(پ) درست
$$\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{20 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100 = 33.3\%$$

ت) نادرست، درصد خلوص ماده‌ای که در هر ۲۵۰ گرم آن ۲۲۰ گرم ناخالصی وجود دارد، ۱۲ درصد است. در واقع فقط ۳۰ گرم ماده خالص داریم:

$$\frac{30 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100 = 12\%$$

۵۶- Na : چون واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به Fe دارد.



۵۹- (۱) واکنش‌دهنده‌ها ناخالص باشند.

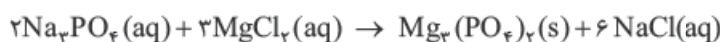
(۲) واکنش به طور کامل انجام نشود.

(۳) در واکنش، فرآورده‌های دیگری نیز تولید گردند.

۶۰- الف)
$$? \text{ mol CO}_2 = \frac{4 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{1}{2} \text{ mol C}_2\text{H}_6 = 1 \text{ mol CO}_2$$

(ب)
$$? \text{ mol O}_2 = \frac{7 \text{ mol O}_2}{6 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1}{3} \text{ mol H}_2\text{O} = 0.38 \text{ mol O}_2$$

۶۱- ابتدا واکنش موازنه شده را می‌نویسیم:

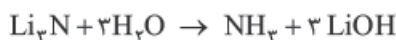


سپس با استفاده از ضریب تبدیل مولی، تعداد مول سدیم فسفات (Na_3PO_4) را به تعداد مول منیزیم فسفات ($Mg_3(PO_4)_2$) تبدیل می‌کنیم:

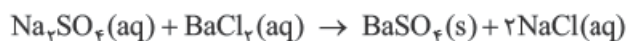
$$? \text{ mol Mg}_3(\text{PO}_4)_2 = \frac{1 \text{ mol Mg}_3(\text{PO}_4)_2}{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times 5 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4 = 2.5 \text{ mol Mg}_3(\text{PO}_4)_2$$

۶۲- ابتدا باید با توجه به نام مواد، واکنش مربوطه را نوشته و موازنه کنیم.

لیتیم نیتريد: Li_3N ، آمونیاک: NH_3 و لیتیم هیدروکسید: LiOH



$$? \text{ mol NH}_3 = 3 \text{ mol LiN} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol Li}_3\text{N}} = 3 \text{ mol NH}_3$$



۶۳- الف)

ب) ابتدا جرم مولی باریم کلرید و باریم سولفات را حساب می‌کنیم:

$$\text{BaCl}_2 = 137 + (2 \times 35.5) = 208 \text{ g.mol}^{-1}$$

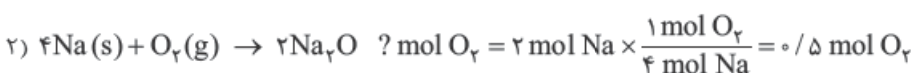
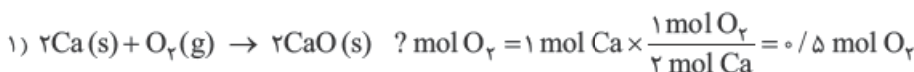
$$\text{BaSO}_4 = 137 + 32 + (4 \times 16) = 233 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ g BaSO}_4 = 104 / 1 \text{ g BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208 \text{ g BaCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 116 / 6 \text{ g BaSO}_4$$

۶۴-

$$? \text{ g سالیسیک اسید} = 325 \text{ g متیل سالیسیلات} \times \frac{1 \text{ mol متیل سالیسیلات}}{152 / 2 \text{ g متیل سالیسیلات}} \times \frac{1 \text{ mol سالیسیک اسید}}{1 \text{ mol متیل سالیسیلات}} \times \frac{138 / 1 \text{ g سالیسیک اسید}}{1 \text{ mol سالیسیک اسید}} = 294 / 9 \text{ g سالیسیک اسید}$$

۶۵- توجه داشته باشید که در واکنش مخلوطها حتماً باید!!! واکنشها را به صورت جداگانه بنویسید.



بنابراین جمعاً به ۲ مول O_2 نیاز داریم.

۶۶- وقتی آلومینیم درصد خلوص دارد؛ یعنی سؤال جرم آلومینیم ناخالص را خواسته است.

$$? \text{ g Al ناخالص} = 40 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol H}_2} \times \frac{27 \text{ g Al خالص}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al ناخالص}}{85 \text{ g Al خالص}} = 423 / 5 \text{ g Al ناخالص}$$

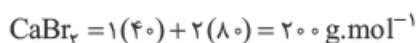
۶۷- سؤال جرم آلومینیم ناخالص را خواسته است.

$$? \text{ g Al ناخالص} = 210 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al خالص}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al ناخالص}}{75 \text{ g Al خالص}} = 135 \text{ g Al ناخالص}$$

۶۸- جرم سدیم ناخالص ۸ گرم است. ابتدا جرم سدیم خالص را حساب می‌کنیم.

$$? \text{ g Na خالص} = 0.2 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{23 \text{ g Na خالص}}{1 \text{ mol Na}} = 4 / 6 \text{ g Na خالص}$$

$$\text{Na درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 = \frac{4 / 6 \text{ g}}{8 \text{ g}} \times 100 = 57 / 5$$



۶۹- سؤال جرم کلسیم برمید ناخالص را می‌خواهد.

$$? \text{ g CaBr}_2 \text{ ناخالص} = 1 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{1 \text{ mol CaBr}_2}{1 \text{ mol Ca}} \times \frac{200 \text{ g CaBr}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol CaBr}_2} \times \frac{100 \text{ g CaBr}_2 \text{ ناخالص}}{80 \text{ g CaBr}_2 \text{ خالص}} = 6 / 25 \text{ g CaBr}_2 \text{ ناخالص}$$

۷۰- الف)

$$? \text{ g MnO}_2 \text{ خالص} = 374 \text{ mL Cl}_2 \times \frac{1 \text{ L Cl}_2}{1000 \text{ mL Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22 / 4 \text{ L Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol MnO}_2} = 1 / 45 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}$$

ب)

$$\text{Na درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 \Rightarrow 75 = \frac{1 / 45 \text{ g}}{x} \times 100 \Rightarrow x = 1 / 93 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}$$

۷۱- ۳ گرم Al ناخالص است. چون درصد خلوص دارد.

$$?g \text{ Ag} = 3 \text{ g Al ناخالص} \times \frac{90 \text{ g Al خالص}}{100 \text{ g Al ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al خالص}} \times \frac{3 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 32/4 \text{ g Ag}$$

۷۲- وقتی Al ۰.۴٪ ناخالصی دارد؛ یعنی درصد خلوص آن ۰.۶٪ است.

$$?g \text{ Cu} = 9 \text{ g Al ناخالص} \times \frac{60 \text{ g Al خالص}}{100 \text{ g Al ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al خالص}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 19/2 \text{ g Cu}$$

۷۳- ابتدا جرم پتاسیم کلرید خالص را حساب می‌کنیم:

$$?g \text{ KCl خالص} = 0/37 \text{ g KCl} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{143/5 \text{ g AgCl}} \times \frac{1 \text{ mol KCl}}{1 \text{ mol AgCl}} \times \frac{74/5 \text{ g KCl}}{1 \text{ mol KCl}}$$

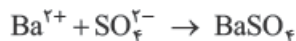
$$\text{KCl درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 = \frac{0/37 \text{ g}}{0/50 \text{ g}} \times 100 = 74\%$$

۷۴- این سؤال در واقع مخلوطی از حالت اول و حالت دوم است؛ پس ابتدا با استفاده از درصد خلوص Cl_2 (۰.۸۱) مقدار خالص Cl_2 را حساب می‌کنیم. سپس از جرم خالص Cl_2 به جرم خالص MnO_2 می‌رسیم و در انتها با استفاده از درصد خلوص MnO_2 (۰.۹۰) به جرم ناخالص MnO_2 می‌رسیم.

$$?g \text{ MnO}_2 \text{ ناخالص} = 14/2 \text{ g Cl}_2 \text{ ناخالص} \times \frac{81 \text{ g Cl}_2 \text{ خالص}}{100 \text{ g Cl}_2 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2 \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2}$$

$$\times \frac{87 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{100 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}}{90 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}} = 15/66 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}$$

۷۵- با توجه به ماده‌ها، واکنش یون سولفات (SO_4^{2-}) و یون باریم (Ba^{2+}) را که باریم سولفات (BaSO_4) تولید می‌کند، می‌نویسیم.



● می‌دانیم که بار الکتریکی تأثیر خاصی روی جرم ندارد.

$$\text{BaSO}_4 : 137 + 32 + 4(16) = 233 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{SO}_4^{2-} : 32 + 4(16) = 96 \text{ g.mol}^{-1}$$

از روی جرم BaSO_4 ، جرم SO_4^{2-} را محاسبه می‌کنیم.

$$?g \text{ SO}_4^{2-} = 2/18 \text{ g BaSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{233 \text{ g BaSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol BaSO}_4} \times \frac{96 \text{ g SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol SO}_4^{2-}} = 0/898 \text{ g SO}_4^{2-}$$

با توجه به جرم کل ماده ناخالص (کود شیمیایی) درصد خلوص را برحسب SO_4^{2-} حساب می‌کنیم.

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم SO}_4^{2-}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{0/898 \text{ g}}{2/45 \text{ g}} \times 100 = 39/7\%$$

۷۶- اول جرم خالص Al را از طریق خلوص ۹۰ درصد به دست می‌آوریم؛ سپس بقیه راه‌حل را تا رسیدن به جرم Cu ادامه می‌دهیم.

$$?g \text{ Cu} = 8/1 \text{ g Al ناخالص} \times \frac{90 \text{ g Al خالص}}{100 \text{ g Al ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al خالص}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{63/5 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 25/7 \text{ g Cu}$$

۷۷- الف) به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است؛ بنابراین واکنش‌پذیری کربن (C) بیشتر از سیلیسیم (Si) است.

ب) وقتی مقدار ناخالصی ۰/۰۰۰۱g باشد؛ یعنی بقیه آن خالص است.

$$\text{درصد خلوص سیلیسیم} = \frac{\text{جرم ماده ناخالص}}{\text{جرم ماده خالص}} \times 100 = \frac{99/9999 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 99/9999\%$$

۷۸- الف) مقدار نظری (ب) مقدار عملی (پ) کاهش (ت) تجدیدناپذیر - محدود

۷۹- الف) بازده درصدی (ب) بیشتر (پ) ۴۰ (ت) ۶۰

۸۰- الف) درست

ب) نادرست، فلزها به طبیعت بازمی‌گردند، ولی منابع تجدیدناپذیر محسوب می‌شوند.

پ) نادرست، در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

ت) درست

۸۱- از رابطه (۱) $100 \times \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} = \text{بازده درصدی}$

۸۲- الف)

$$? \text{ g CO}_2 \text{ نظری} = 6 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 22 \text{ g CO}_2 \text{ نظری}$$

ب) مقداری از کربن‌ها (C) به فرآورده‌های دیگر (CO) تبدیل شده است.

پ) خیر، اگر تمام کربن‌ها (C) به گاز کربن‌دی‌اکسید (CO₂) تبدیل می‌شد، باید ۲۲ گرم CO₂ می‌داشتیم.

ت) در اغلب موارد، مقدار فرآورده تولیدشده در شرایط واقعی آزمایش (مقدار عملی)، از مقدار فرآورده مورد انتظار ما (مقدار نظری) کم‌تر است.

ث) $100 \times \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} = \frac{20 \text{ g}}{22 \text{ g}} \times 100 = 90.9\%$

۸۳- ۱) محاسبه مقدار نظری: $\text{TiCl}_4 : 1(48) + 4(35/5) = 190 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$? \text{ g Ti نظری} = 3/54 \times 10^6 \text{ g TiCl}_4 \times \frac{1 \text{ mol TiCl}_4}{190 \text{ g TiCl}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{1 \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{48 \text{ g Ti}}{1 \text{ mol Ti}} = 8/94 \times 10^6 \text{ g Ti نظری}$$

۲) محاسبه بازده درصدی واکنش از طریق فرمول:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{7/91 \times 10^6 \text{ g}}{8/94 \times 10^6 \text{ g}} \times 100 = 88.4\%$$

فقط هنگام محاسبه مقدار نظری، باید مقدار واکنش‌دهنده ناخالص را با کسر تبدیل مناسب $\frac{\text{خالص } x \text{ g}}{100 \text{ g ناخالص}}$ به خالص تبدیل کرده و بقیه محاسبات را انجام دهیم.

۸۴- ۱۱۹ گرم CaO مقدار عملی است. ابتدا مقدار نظری CaO را برحسب g حساب می‌کنیم:

$$? \text{ g CaO نظری} = 250 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{56 \text{ g CaO}}{1 \text{ mol CaO}} = 140 \text{ g CaO نظری}$$

پس با استفاده از رابطه، بازده درصدی را حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{119 \text{ g}}{140 \text{ g}} \times 100 = 85\%$$

۸۵- الف) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2(14) + 4(1) + 3(16) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$? \text{ L N}_2\text{O} = 4 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L N}_2\text{O}}{1 \text{ mol N}_2\text{O}} = 1/12 \text{ L N}_2\text{O}$$

ب)

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{0/448 \text{ L}}{1/12 \text{ L}} \times 100 = 4\%$$

۸۶- ۱) محاسبه مقدار نظری واکنش با استفاده از مقدار واکنش‌دهنده Zn:

$$? \text{ mol Zn} = 35/5 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65/38 \text{ g Zn}} = 0/543 \text{ mol Zn}$$

$$? \text{ mol ZnCl}_2 = 0/543 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 0/543 \text{ mol ZnCl}_2$$

$$\text{مقدار نظری واکنش} = 0/543 \text{ mol ZnCl}_2 \times \frac{136/28 \text{ g ZnCl}_2}{1 \text{ mol ZnCl}_2} = 74/0 \text{ g ZnCl}_2$$

۲) محاسبه بازده درصدی واکنش: $100 \times \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} = \frac{65/2 \text{ g ZnCl}_2}{74/0 \text{ g ZnCl}_2} \times 100 = 88/1\%$

۸۷- ۱۵ گرم Mg₃N₂ مقدار عملی است.

$$? \text{ g Mg}_3\text{N}_2 \text{ نظری} = 5/6 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{100 \text{ g Mg}_3\text{N}_2}{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2} = 25 \text{ g Mg}_3\text{N}_2 \text{ نظری}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{15 \text{ g}}{25 \text{ g}} \times 100 = 60\%$$

۸۸- ابتدا مقدار نظری H_2O را حساب می‌کنیم.

دقت داشته باشید واحدهای عملی و نظری باید یکسان باشند، بنابراین باید مول H_2O را حساب کنیم:

$$? \text{ mol } H_2O \text{ نظری} = 0.8 \text{ mol } NH_3 \times \frac{6 \text{ mol } H_2O}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.2 \text{ mol } H_2O \text{ نظری}$$

حالا از رابطه بازده، مقدار عملی H_2O را حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{x}{1.2 \text{ mol}} \times 100 \Rightarrow x = 0.96 \text{ mol } H_2O$$

۸۹- فرآورده گازی $H_2(g)$ است؛ چون سؤال مقدار عملی H_2 را برحسب لیتر خواسته، پس مقدار نظری را هم باید برحسب لیتر حساب کنیم.

$$? \text{ L } H_2 \text{ نظری} = 26 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{22.4 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 8.96 \text{ L } H_2$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 90 = \frac{x}{8.96 \text{ L}} \times 100 \Rightarrow x = 8.06 \text{ L } H_2$$

۹۰- ابتدا مقدار نظری CO_2 را حساب می‌کنیم: (چون مقدار عملی برحسب لیتر است، مقدار نظری را هم برحسب لیتر حساب می‌کنیم.)

$$? \text{ L } CO_2 \text{ نظری} = 20 \text{ g } CaCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100 \text{ g } CaCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CaCO_3} \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 4.48 \text{ L } CO_2$$

سپس بازده درصدی واکنش را حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{4.2 \text{ L}}{4.48 \text{ L}} \times 100 = 93.75\%$$

۹۱- مقدار عملی NH_3 ، 0.5 مول است. ابتدا مقدار نظری NH_3 را با استفاده از بازده درصدی حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{0.5 \text{ mol } NH_3}{x} \times 100 \Rightarrow x = 1 \text{ mol } NH_3$$

$$? \text{ mol } N_2 = 1 \text{ mol } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} = 0.5 \text{ mol } N_2$$

سپس با استفاده از مقدار نظری، مقدار واکنش‌دهنده را حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 98 = \frac{33.6 \text{ L } O_2}{x} \times 100 \Rightarrow x = 34.3 \text{ L } O_2$$

۹۲- مقدار عملی O_2 ، 33.6 لیتر است.

$$KClO_3 = 39 + 35.5 + 3(16) = 122.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

دقت کنید که سؤال جرم $KClO_3$ ناخالص را خواسته است.

$$? \text{ g } KClO_3 \text{ ناخالص} = 34.3 \text{ L } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \text{ L } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } KClO_3}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{122.5 \text{ g } KClO_3 \text{ خالص}}{1 \text{ mol } KClO_3} \times \frac{100 \text{ g } KClO_3 \text{ ناخالص}}{80 \text{ g } KClO_3 \text{ خالص}}$$

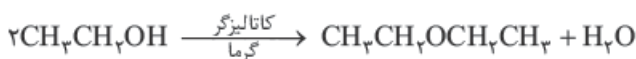
$$= 156.3 \text{ g } KClO_3 \text{ ناخالص}$$

۹۳- ابتدا مقدار نظری O_2 را حساب می‌کنیم. (چون مقدار عملی را برحسب میلی‌لیتر خواسته، مقدار نظری را هم برحسب میلی‌لیتر به دست می‌آوریم.)

$$? \text{ mL } O_2 \text{ نظری} = 140 \text{ g } KClO_3 \text{ ناخالص} \times \frac{70 \text{ g } KClO_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g } KClO_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } KClO_3}{122.5 \text{ g } KClO_3 \text{ خالص}} \times \frac{3 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KClO_3} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

$$\times \frac{1000 \text{ mL } O_2}{1 \text{ L } O_2} = 26880 \text{ mL } O_2 \text{ نظری}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{x}{26880 \text{ mL } O_2} \times 100 \Rightarrow x = 21504 \text{ mL } O_2$$



۹۴- ابتدا معادله موازنه‌شده را می‌نویسیم:

$$CH_3CH_2OH = 2(12) + 6(1) + 1(16) = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad CH_3CH_2OCH_2CH_3 = 4(12) + 10(1) + 1(16) = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ g } \text{دی‌اتیل اتر} = 9.2 \text{ g اتانول} \times \frac{1 \text{ mol اتانول}}{46 \text{ g اتانول}} \times \frac{1 \text{ mol دی‌اتیل اتر}}{2 \text{ mol اتانول}} \times \frac{74 \text{ g دی‌اتیل اتر}}{1 \text{ mol دی‌اتیل اتر}} = 7.4 \text{ g}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{x}{7.4 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow x = 5.92 \text{ g دی‌اتیل اتر}$$



۹۵- ابتدا محاسبه مقدار نظری CO_2 :

$$\text{NaHCO}_3 = 23 + 1 + 12 + 3(16) = 84 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{CO}_2 = 12 + 2(16) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ g CO}_2 \text{ نظری} = 84 \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{20 \text{ g NaHCO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3 \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2}$$

$$= 4/4 \text{ g CO}_2$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1/1 \text{ g}}{4/4 \text{ g}} \times 100 = 25\%$$

۹۶- مقدار عملی استیلن (C_2H_2) ۵۲ کیلوگرم است. ابتدا با توجه به بازده درصدی، مقدار نظری آن را حساب می‌کنیم:

$$\text{C}_2\text{H}_2 = 2(12) + 2(1) = 26 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{52 \text{ kg C}_2\text{H}_2}{x} \times 100 \Rightarrow x = 65 \text{ kg C}_2\text{H}_2$$

$$? \text{ kg C} = 65 \text{ kg C}_2\text{H}_2 \times \frac{1000 \text{ g C}_2\text{H}_2}{1 \text{ kg C}_2\text{H}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26 \text{ g C}_2\text{H}_2} \times \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{1 \text{ kg C}}{1000 \text{ g C}} = 60 \text{ kg C}$$

$$\text{Li}_2\text{O} = 2(7) + 2(16) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

۹۷- ابتدا مقدار نظری O_2 را حساب می‌کنیم (برحسب لیتر).

$$? \text{ L O}_2 \text{ نظری} = 460 \text{ g Li}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Li}_2\text{O}}{46 \text{ g Li}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Li}_2\text{O}} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 112 \text{ L O}_2$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 90 = \frac{x}{112 \text{ L O}_2} \times 100 \Rightarrow x = 100/8 \text{ L O}_2$$

۹۸- گاز CO_2 از C_2H_2 حاصل شده است؛ بنابراین در حال حاضر واکنش ۲ در حال انجام است؛ یعنی بازده درصدی فقط برای واکنش ۲ است.

$$\text{C}_2\text{H}_2 = 2(12) + 2(1) = 26 \text{ g.mol}^{-1}$$

ابتدا مول CO_2 حاصل از C_2H_2 را حساب می‌کنیم.

$$\text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 3(16) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol CO}_2 = 5/2 \text{ g C}_2\text{H}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26 \text{ g C}_2\text{H}_2} \times \frac{4 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_2} = 0/4 \text{ mol CO}_2$$

حالا با استفاده از CO_2 ، مقدار نظری CaCO_3 را در واکنش ۲ به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g CaCO}_3 \text{ نظری} = 0/4 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 40 \text{ g CaCO}_3$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 90 = \frac{x}{40 \text{ g CaCO}_3} \times 100 \Rightarrow x = 36 \text{ g CaCO}_3$$

$$\text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 3(16) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$$

۹۹-

$$? \text{ mol CO}_2 \text{ نظری} = 800 \text{ g CaCO}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{95 \text{ g CaCO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g CaCO}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3 \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3}$$

$$= 7/6 \text{ mol CO}_2 \text{ نظری}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 85 = \frac{x}{7/6 \text{ mol CO}_2} \times 100 \Rightarrow x = 6/46 \text{ mol CO}_2$$

۱۰۰- (۱) خوردگی و فرسایش (۲) تبدیل به سنگ معدن (۳) سنگ معدن

(۴) استخراج فلز (۵) بازیافت

۱۰۱- آلودگی خاک، آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی

۱۰۲- (۱) نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی

(۲) کاهش میزان این منابع در سنگ‌کره

۱۰۳- عنصرهای فلزی مثل منگنز (Mn)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، نیکل (Ni)، مس (Cu) و ...

۱۰۴- براساس توسعه پایدار، باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همه هزینه‌ها و ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر گرفت؛ به طوری که اگر مجموع هزینه‌ها با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها، کم‌ترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم. ۱۰۵- (۱) ردپای کربن دی‌اکسید کاهش می‌یابد. (۲) سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود. (۳) گونه‌های زیستی کم‌تری از بین می‌روند. (۴) به توسعه پایدار کشور کمک می‌کند.

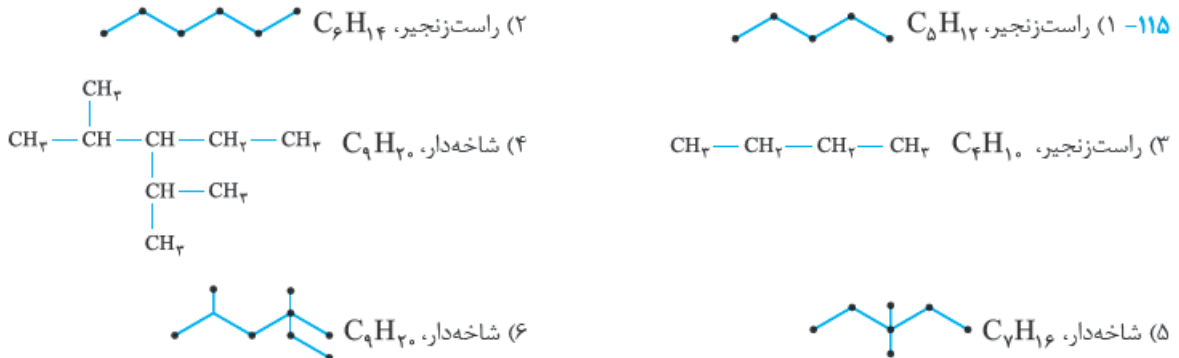
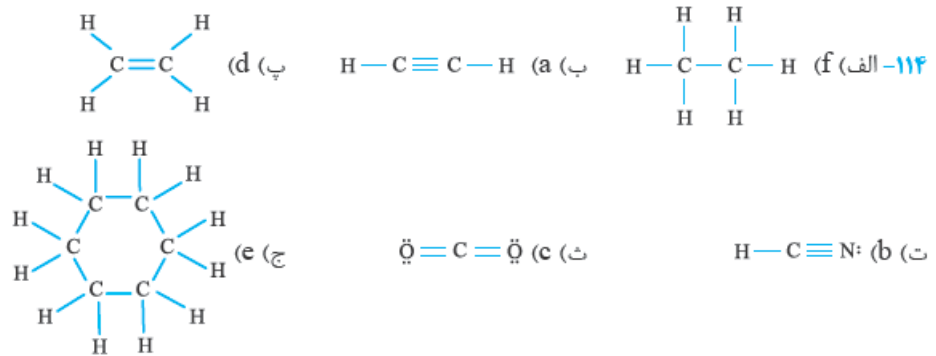
- ۱۰۶- الف) ۶ - چهار (ب) بیشتر از (پ) راست‌زنجیر - شاخه‌دار
 ت) ناقطبی - حدود صفر (ث) مستقیم - معکوس
 ۱۰۷- الف) نفت خام (ب) هیدروکربن‌های گوناگون (پ) کربن
 ت) چهار (ج) وان‌دروالسی (چ) ۱۵۹
 ۱۰۸- الف) درست (ب) نادرست، در آلکان شاخه‌دار، برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل هستند.
 ت) درست، سوخت اکثر فندک‌ها، گاز بوتان است که تحت فشار پر شده‌اند.
 ت) نادرست، گرانروی $C_{14}H_{30}$ کم‌تر از $C_{14}H_{32}$ است.

- ۱۰۹- (۱) منبع تأمین انرژی (۲) ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهای صنایع گوناگون
 ۱۱۰- ۱ ← حدود نیمی از ۲ ← بخش اعظم نیم دیگر ۳ ← کم‌تر از ده درصد از
 ۱۱۱- الف) ۴ پیوند اشتراکی



۱۱۲- الف) آلکان‌هایی که در آن‌ها برخی از اتم‌های کربن به شکل شاخه جانبی به زنجیر اصلی وصل می‌شوند، در واقع در آن‌ها برخی اتم‌های کربن به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.
 ب) فرمولی که در آن تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود.
 پ) گرانروی به معنای مقاومت در برابر جاری شدن است.

- ۱۱۳- (۱) ساختار لوویس (۲) مدل گلوله و میله (۳) مدل فضاپرکن



$C_nH_{2n+2} : n(12) + (2n+2)(1) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2 \text{ gmol}^{-1}$ ۱۱۶-