

درسنامه ۵

درصد خلوص و بازده درصدی

دنیای واقعی واکنش‌ها

واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آن چه انتظار می‌رود پیش نمی‌روند و مقدار عملی واکنش، معمولاً از مقدار نظری واکنش کم‌تر است که می‌تواند به خاطر دلایل زیر باشد:

- ۱- واکنش‌دهنده‌ها ناخالصی داشته باشند.
 - ۲- واکنش به طور کامل انجام نشده باشد.
 - ۳- هم‌زمان واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام شده باشد.
 - ۴- فرآورده‌ها به طور کامل جداسازی و جمع‌آوری نشده باشند.
- برای رفع این مشکل، شیمی‌دان‌ها با بیان درصد خلوص و بازده درصدی واکنش، برآند تا محاسبه‌های کمی را دقیق و درست انجام دهند.

درصد خلوص مواد

مواد مورد استفاده در آزمایشگاه یا صنعت کاملاً خالص نیستند و معمولاً مقادیر مختلفی ناخالصی به همراه دارند. جرم ماده ناخالص مصرفی به دلیل دارا بودن مقداری ناخالصی، بیش از جرم ماده خالص محاسبه شده در معادله واکنش است.

مقادیری که از محاسبات استوکیومتری به دست می‌آیند بر حسب ماده خالص می‌باشند. به این منظور از کمیتی به نام درصد خلوص ماده استفاده می‌کنیم.

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

درصد خلوص یک ماده نشان می‌دهد که در ۱۰۰ گرم از نمونه مورد نظر چند گرم از آن ماده وجود دارد. به عنوان نمونه اگر درصد خلوص اسید ۹۸٪ باشد، یعنی در ۱۰۰ گرم محلول اسید، مقدار ۹۸ گرم اسید وجود دارد و ۲ گرم ناخالصی (آب) دارد.

مثال در ۲۵۰ گرم از نمونه‌ای حاوی پتاسیم هیدروکسید مقدار ۶۳ گرم پتاسیم هیدروکسید موجود است. درصد خلوص آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{63}{250} \times 100 = 25.2\%$$

مثال در ۶۵ گرم NaNO_3 با درصد خلوص ۴۰٪، چند گرم NaNO_3 وجود دارد؟

پاسخ:

$$\text{خالص } 26 \text{ g NaNO}_3 = \frac{40 \text{ g NaNO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g NaNO}_3 \text{ ناخالص}} \times \text{ناخالص } 65 \text{ g NaNO}_3 = \text{خالص } ? \text{ g NaNO}_3$$

یادآوری: استوکیومتری

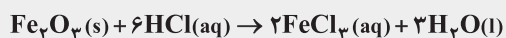
برای محاسبات استوکیومتری از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} (\text{جرم A}) \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol A}}{M_A \text{ g A}} \\ (\text{حجم گاز A}) \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol A}}{22.4 \text{ L A}} \\ (\text{حجم محلول A}) \text{ L} \times \frac{(\text{غلظت مولی}) \text{ mol A}}{1 \text{ L A}} \end{array} \right\} (\text{ماده A}) \text{ mol} \rightarrow (\text{ماده B}) \text{ mol} \left\{ \begin{array}{l} \times \frac{M_B \text{ g B}}{1 \text{ mol B}} (\text{جرم B}) \text{ g} \\ \times \frac{22.4 \text{ L B}}{1 \text{ mol B}} (\text{حجم گاز B}) \text{ L} \\ \times \frac{1 \text{ L B}}{(\text{غلظت مولی}) \text{ mol B}} (\text{حجم محلول B}) \text{ L} \end{array} \right.$$

درستنامه ۵

مثال

آهن (III) اکسید طبق واکنش زیر با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد:



برای واکنش کامل ۷۹/۸۵ g آهن (III) اکسید با درصد خلوص ۶۰٪، به چند مول هیدروکلریک اسید (HCl) نیاز است؟ ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 159.7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (امتحان کشوری)

پاسخ:

$$\text{درصد خلوص ماده} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{79.85} \times 100$$

روش اول:

$$\text{جرم ماده خالص} = \frac{60 \times 79.85}{100} = 47.91 \text{ g}$$

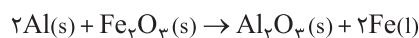
$$? \text{ mol HCl} = 47.91 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 1.8 \text{ mol HCl}$$

روش دوم:

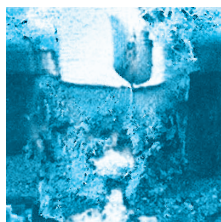
$$? \text{ mol HCl} = 79.85 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{\text{خالص } 60 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 1.8 \text{ mol HCl}$$

واکنش ترمیت

یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود واکنش آلومینیم با آهن (III) اکسید است که به واکنش ترمیت معروف است.



از آهن مذاب تولیدشده در واکنش ترمیت برای جوش دادن ریل‌های راه‌آهن استفاده می‌شود.

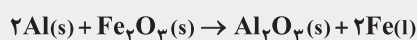


نکته

آلومینیم واکنش‌پذیری بیش‌تری نسبت به آهن دارد، لذا می‌تواند در واکنش ترمیت، آهن را از ترکیب اکسید آن جدا کند.

مثال

مطابق واکنش ترمیت برای تولید ۱۱۲ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با خلوص ۸۰ درصد لازم است؟ ($\text{Fe} = 56$ ، $\text{Al} = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



پاسخ:

$$? \text{ g Al} = 112 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 54 \text{ g Al خالص}$$

روش اول:

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

$$80 = \frac{54 \text{ g}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص} = \frac{54 \times 100}{80} = 67.5 \text{ g Al}$$

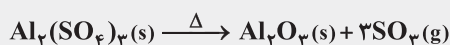
روش دوم:

$$? \text{ g Al ناخالص} = 112 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{\text{خالص } 27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{\text{ناخالص } 100 \text{ g Al}}{\text{خالص } 80 \text{ g Al}} = 67.5 \text{ g Al ناخالص}$$

۵ درسنامه

به تفاوت دو مثال قبلی توجه کنید. در مثال اول درصد خلوص آهن (III) اکسید داده شده بود و با توجه به آن مقدار خالص را محاسبه کردیم و سپس محاسبات واکنش را ادامه دادیم. اما در مثال دوم ابتدا مسئله را حل کردیم، سپس در انتها با استفاده از درصد خلوص آلومینیم مقدار ناخالص آن را محاسبه کردیم. در مثال بعدی برخلاف دو مثال قبلی در انتها بایستی درصد خلوص را به دست آورید.

مثال: اگر از تجزیه گرمایی ۱۷۱/۰۱g آلومینیم سولفات $Al_2(SO_4)_3$ طبق واکنش زیر ۲۵/۲۰ لیتر گاز SO_3 در شرایط STP تولید شده باشد، درصد خلوص آلومینیم سولفات را محاسبه کنید. ($Al_2(SO_4)_3 = 342/02 \text{ g.mol}^{-1}$) (امتحان کشوری)



پاسخ: ابتدا محاسبه می‌کنیم که از تجزیه چند گرم آلومینیم سولفات ۲۵/۲۰ لیتر گاز SO_3 تولید می‌شود.

$$? \text{ g } Al_2(SO_4)_3 = 25/2 \text{ L } SO_3 \times \frac{1 \text{ mol } SO_3}{22/4 \text{ L } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3}{3 \text{ mol } SO_3} \times \frac{342/02 \text{ g } Al_2(SO_4)_3}{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3} = 128/26 \text{ g } Al_2(SO_4)_3$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{128/26 \text{ g}}{171/01 \text{ g}} \times 100 = 75\%$$

بازده درصدی واکنش

در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی، مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود (مقدار عملی) کم‌تر از مقداری است که از محاسبه‌های استوکیومتری (مقدار نظری) به دست می‌آید. **مقدار عملی:** مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود. **مقدار نظری:** مقدار فراورده‌ای مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری را گویند. شیمی‌دان‌ها برای محاسبه مقدار واقعی فراورده تولید شده در یک واکنش، از مفهومی به نام بازده درصدی استفاده می‌کنند که از رابطه زیر به دست می‌آید.

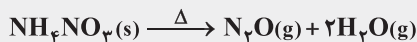
$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

بازده درصدی: به نسبت مقدار عملی واکنش به مقدار نظری واکنش ضرب در ۱۰۰، بازده درصدی گفته می‌شود.

نکته

بازده درصدی، کمیتی است که کارایی یک واکنش را نشان می‌دهد.

مثال: از واکنش ۲/۴۵ گرم آمونوم نیترات ($NH_4NO_3(s)$) مطابق معادله زیر، ۰/۵۳ لیتر گاز N_2O در شرایط STP تولید شده است. با محاسبه، مقدار نظری و بازده درصدی واکنش را به دست آورید. ($1 \text{ mol } NH_4NO_3 = 80/03 \text{ g}$) (امتحان کشوری)



پاسخ:

$$? \text{ L } N_2O = 2/45 \text{ g } NH_4NO_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_4NO_3}{80/03 \text{ g } NH_4NO_3} \times \frac{1 \text{ mol } N_2O}{1 \text{ mol } NH_4NO_3} \times \frac{22/4 \text{ L } N_2O}{1 \text{ mol } N_2O} = 0/69 \text{ L } N_2O$$

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی واکنش} = \frac{0/53 \text{ L } N_2O}{0/69 \text{ L } N_2O} \times 100 = 76/8\%$$

درسمانه

سوخت سبز: 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 و اتانول تولید می‌شود.



امروزه مزارع زیادی را برای تهیه سوخت سبز، روغن و خوراک دام به کشت ذرت اختصاص می‌دهند.

از تخمیر ۲/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) تولید می‌شود. بازده واکنش را ۷۰ درصد در نظر بگیرید. ($C_2H_5OH = 46 \text{ g}$ ، $C_6H_{12}O_6 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (امتحان کشوری)

پاسخ:

$$? \text{ ton } C_2H_5OH = 2/5 \text{ ton } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{2 \text{ mol } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 1/28 \text{ ton } C_2H_5OH$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 70 = \frac{x}{1/28} \times 100 \Rightarrow x = 0/896 \text{ ton } C_2H_5OH$$

توجه: چون در واکنش، گلوکز بر حسب تن داده شده و اتانول هم بر حسب تن خواسته شده، می‌توانیم برای سادگی محاسبه بدون این‌که تبدیل‌های تن به کیلوگرم و گرم را انجام دهیم مقدار اتانول را حساب کنیم.

$$? \text{ ton } C_2H_5OH = 2/5 \text{ ton } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{2 \text{ mol } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} = 1/28 \text{ ton } C_2H_5OH$$

در صورتی‌که بازده واکنش زیر، برابر ۷۰ درصد باشد، برای تهیه ۳۵۰ گرم آمونیاک (NH_3) به چند گرم گاز هیدروژن (H_2) نیاز است؟ (امتحان کشوری) ($NH_3 = 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ:

$$500 \text{ g } NH_3 = \text{مقدار نظری} \times 100 \Rightarrow 70 = \frac{350 \text{ g } NH_3}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار نظری} = 500 \text{ g } NH_3$$

$$? \text{ g } H_2 = 500 \text{ g } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 88/24 \text{ g } H_2$$

نکته

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

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.

نکته

این روش برای فلزاتی مانند طلا و مس که درصد فلز در سنگ معدن آن‌ها کم است مقرون به صرفه است. اما برای فلزاتی مانند نیکل و روی که درصد آن‌ها در سنگ معدن بیش‌تر است، به صرفه نمی‌باشد.

سؤالات امتحانی

۶۰. عبارت‌های زیر را با انتخاب کلمه مناسب کامل کنید.

(امتحان کشوری)

آ) برای تأمین مقدار معینی از یک ماده خالص همواره باید مقدار (کم‌تری - بیش‌تری) از ماده ناخالص را به کار برد.
 ب) درصد خلوص، مقدار (مول - گرم) ماده خالص موجود در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص را مشخص می‌کند.
 پ) مواد مورد استفاده در آزمایشگاه کاملاً خالص (هستند - نیستند).

(امتحان کشوری)

ت) مقدار فراورده‌های مورد انتظار از محاسبه استوکیومتری مقدار (نظری - عملی) واکنش نامیده می‌شود.
 ث) از فلز (آلومینیم - آهن) مذاب تولیدشده در واکنش ترمیت برای جوش دادن ریل‌های آهن استفاده می‌شود.
 ج) فعالیت شیمیایی آلومینیم (بیش‌تر - کم‌تر) از آهن است؛ لذا می‌تواند در واکنش ترمیت آهن را از ترکیب (آهن (II) اکسید - آهن (III) اکسید) جدا کند.

چ) بر اثر واکنش (هوازی - بی‌هوازی) تخمیر گلوکز، (متانول - اتانول) تولید می‌شود.
 ح) امروزه مزارع زیادی را برای تهیه سوخت سبز، روغن و خوراک دام به کشت (آفتاب‌گردان - ذرت) اختصاص می‌دهند.
 خ) از (آهن (III) - آهن (II)) اکسید در نقاشی به عنوان رنگ (آبی - قرمز) استفاده می‌شود.
 د) کمیتی که کارایی یک واکنش را نشان می‌دهد (بازده درصدی - درصد خلوص) است.

۶۱. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آن‌چه انتظار می‌رود پیش نمی‌روند و مقدار عملی واکنش معمولاً از مقدار نظری واکنش بیشتر است.
 ب) جرم ماده ناخالص مصرفی، بیش‌تر از جرم ماده خالص محاسبه‌شده در معادله واکنش است.
 پ) یکی از روش‌های بیرون کشیدن نافلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است.
 ت) روش پالایش فلزات به کمک گیاهان برای فلزاتی مانند طلا و مس مقرون به صرفه است.

۶۲. هر یک از مفاهیم زیر را تعریف کنید.

آ) مقدار نظری: (ب) مقدار عملی: (پ) بازده درصدی: (ت) درصد خلوص:

۶۳. چرا مقدار عملی واکنش از مقدار نظری واکنش کم‌تر است؟

۶۴. چگونه می‌توان به کمک گیاهان، یک فلز را از خاک، جداسازی یا استخراج کرد؟

۶۵. یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

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

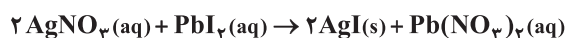
آ) اگر در پالایش طلا به کمک گیاهان، در هر هکتار بتوان ۲۰ تن گیاه برداشت کرد، در ۵ هکتار چه مقدار طلا می‌توان از زمین استخراج کرد؟
 ب) از یک کیلوگرم از گیاهی که برای پالایش نیکل به کار می‌رود، ۱۵۹ گرم خاکستر تولید می‌شود، درصد نیکل را در این خاکستر محاسبه کنید.
 پ) این روش برای استخراج کدام فلزها مقرون به صرفه است؟

۶۶. در ۱۰۰ گرم سیلیسیم مقدار ۰/۰۰۱ گرم ناخالصی وجود دارد. درصد خلوص آن چقدر است؟

۶۷. یون سولفات موجود در ۲/۴۵ g از نمونه‌ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و ۲/۱۸ g باریم‌سولفات به دست آمده

است. درصد خلوص کود شیمیایی بر حسب یون سولفات چقدر است؟ ($\text{Ba} = ۱۳۷$, $\text{S} = ۳۲$, $\text{O} = ۱۶ \text{ g.mol}^{-۱}$)

۶۸. از واکنش ۲۴g نقره نیترات با مقدار اضافی محلول سرب (II) دیدید، ۲۸g رسوب AgI تولید شده است. مقدار نظری و بازده درصدی واکنش را محاسبه کنید. (۱mol AgNO_۳ = ۱۶۹/۸۳g ، ۱mol AgI = ۲۳۴/۷۶g) (امتحان کشوری)



۶۹. با توجه به واکنش زیر چند گرم کلسیم هیدرید (CaH_۲) با درصد خلوص ۷۳٪ برای تهیه ۲/۵۷ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP، لازم است؟ (۱mol CaH_۲ = ۴۲/۰۹g) (امتحان کشوری)



۷۰. یک روش ساده آزمایشگاهی برای تولید گاز استیلن (C_۲H_۲) افزودن آب به کلسیم کربید طبق واکنش زیر است:



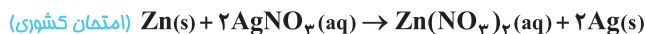
در یک آزمایش ۳۲/۵g گاز استیلن تولید شده است. برای تولید این مقدار گاز استیلن، چند گرم نمونه ناخالص کلسیم کربید (CaC_۲) با خلوص ۸۴٪ مصرف شده است؟ (Ca = ۴۰/۸۰ ، C = ۱۲/۰۱ ، H = ۱/۰۱ g.mol^{-۱}) (امتحان کشوری)

۷۱. واکنش زیر را در نظر بگیرید.

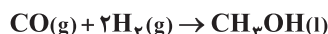


برای تهیه ۳۷۴ میلی لیتر گاز کلر (Cl_۲) در شرایط استاندارد، اگر از یک نمونه منگنز دی اکسید با خلوص ۷۵٪ استفاده کنیم، چند گرم از آن مصرف می شود؟ (۱mol MnO_۲ = ۸۶/۹۱g) (امتحان کشوری)

۷۲. برای تهیه ۵۳/۹۳g فلز نقره بر طبق واکنش زیر، چند گرم فلز روی با درجه خلوص ۸۰٪ مورد نیاز است؟ (ناخالصی ها بی اثرند و در واکنش شرکت نمی کنند. (Ag = ۱۰۷/۸۷ ، Zn = ۶۵/۳۹g.mol^{-۱}) (امتحان کشوری)



۷۳. واکنش زیر با مخلوط کردن ۲۰ گرم گاز هیدروژن و مقدار اضافی گاز کربن مونواکسید در شرایط مناسب انجام شد. (امتحان کشوری)



چند گرم متانول (CH_۳OH(l)) با خلوص ۶۴/۰۲ درصد تولید می شود.



۷۴. معادله شیمیایی واکنش آلومینیم نیترات (Al(NO_۳)_۳) و هیدروژن سولفید (H_۲S) به صورت زیر است: (امتحان کشوری)



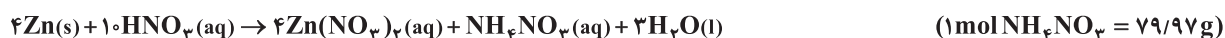
در یک آزمایش از واکنش ۰/۲ مول آلومینیم نیترات با مقدار اضافی هیدروژن سولفید، ۱۲g آلومینیم سولفید (Al_۲S_۳) تولید شده است. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

۷۵. سدیم آزید را می توان با استفاده از واکنش زیر تهیه کرد: (امتحان کشوری)

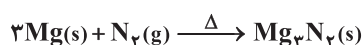


در یک آزمایش ۲۸/۰۶ گرم سدیم آمید (NaNH_۲) با مقدار اضافی دی نیتروژن اکسید (N_۲O) وارد واکنش گردید و ۱۲/۹ گرم سدیم آزید (NaN_۳) به دست آمد، بازده درصدی واکنش را محاسبه کنید.

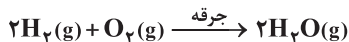
۷۶. در یک آزمایش از واکنش میان ۰/۴۸ مول روی خالص (Zn(s))، با مقدار اضافی نیتریک اسید (HNO_۳(aq))، ۰/۷۲ گرم آمونیوم نیترات (NH_۴NO_۳) به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را به دست آورید. (امتحان کشوری)



۷۷. از واکنش ۵/۶ لیتر گاز نیتروژن در شرایط استاندارد با مقدار اضافی از فلز منیزیم، طبق واکنش زیر، ۱۵ گرم منیزیم نیتريد (Mg_۳N_۲) به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را حساب کنید. (۱mol Mg_۳N_۲ = ۱۰۰/۹g) (امتحان کشوری)



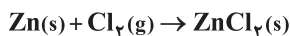
۷۸. گازهای هیدروژن و اکسیژن با زدن جرقه الکتریکی با هم واکنش دادند. (امتحان کشوری)



اگر بازده درصدی واکنش ۹۲٪ باشد، با محاسبه مشخص کنید چند گرم بخار آب از واکنش ۶۴۰ گرم گاز اکسیژن (O_2) با مقدار اضافی گاز هیدروژن به وجود می آید؟ ($1 \text{ mol H}_2\text{O} = 18 \text{ g}$ ، $1 \text{ mol O}_2 = 32 \text{ g}$)

۷۹. با توجه به این که بازده درصدی واکنش شیمیایی زیر ۸۸٪ است، محاسبه کنید چند گرم روی کلرید (ZnCl_2) از واکنش ۳۵/۵ گرم گرد فلز

خالص روی (Zn) با مقدار اضافی از گاز کلر (Cl_2) به وجود می آید؟ ($1 \text{ mol Zn} = 65/39 \text{ g}$ ، $1 \text{ mol ZnCl}_2 = 136/29 \text{ g}$) (امتحان کشوری)



۸۰. اگر ۳۵ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، از تجزیه گرمایی ۳۰۰ گرم پتاسیم کلرات (KClO_3) ناخالص تولید شود، درصد خلوص پتاسیم کلرات

(KClO_3) را محاسبه کنید. ($1 \text{ mol KClO}_3 = 122/55 \text{ g}$) (امتحان کشوری)



۸۱. نمونه‌ای به جرم ۵ گرم از سنگ آهک را در مقدار کافی هیدروکلریک اسید (HCl) حل می‌کنیم. اگر درصد خلوص کلسیم کربنات (CaCO_3)

در این نمونه ۷۲٪ باشد، با توجه به واکنش زیر محاسبه کنید در این فرایند چند میلی لیتر گاز کربن دی‌اکسید (CO_2) در شرایط استاندارد

تولید می‌شود؟ ($1 \text{ mol CaCO}_3 = 100/09 \text{ g}$) (امتحان کشوری)



۸۲. $25 \text{ g MnO}_2(\text{s})$ با درصد خلوص ۸۵٪ با مقدار اضافی محلول HCl واکنش داده است. محاسبه کنید چند لیتر گاز کلر تولید شده است؟

(چگالی گاز کلر در شرایط آزمایش $2/795 \text{ g.L}^{-1}$ است. $1 \text{ mol Cl}_2 = 70/904 \text{ g}$ ، $1 \text{ mol MnO}_2 = 86/936 \text{ g}$) (امتحان کشوری)



۸۳. اگر بازده درصدی واکنش زیر ۲۵٪ باشد، حجم گاز هیدروژن لازم برای تولید ۵٪ کیلوگرم آمونیاک را در شرایط استاندارد، بر حسب لیتر

محاسبه کنید. ($\text{NH}_3 = 17/03 \text{ g.mol}^{-1}$) (امتحان کشوری)



۸۴. در واکنش تولید آمونیاک، ۲۵ L آمونیاک تولید شده است. اگر بازده واکنش ۸۰٪ باشد، چند گرم هیدروژن مصرف شده است؟ (چگالی

آمونیاک در دمای آزمایش را $1/5 \text{ g.L}^{-1}$ در نظر بگیرید. ($\text{H} = 1/01$ ، $\text{N} = 14/01 \text{ g.mol}^{-1}$) (امتحان کشوری)

پاسخ‌های تشریحی

۶۲ آ) مقدار نظری: به مقدار فراورده‌های مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری، مقدار نظری واکنش گفته می‌شود.

ب) مقدار عملی: به مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود، گفته می‌شود.

پ) بازده درصدی: به نسبت مقدار عملی واکنش به مقدار نظری آن ضرب در ۱۰۰ گفته می‌شود.

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

ت) درصد خلوص: به مقدار گرم ماده خالص موجود در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص گفته می‌شود.

۶۰ آ) بیش تری

پ) نیستند

ث) آهن

ج) بی‌هوازی - اتانول

خ) آهن (III) - قرمز

ب) گرم

ت) نظری

ج) بیش تر - آهن (III) اکسید

ج) ذرت

د) بازده درصدی

۶۱ آ) نادرست، مقدار عملی واکنش از مقدار نظری واکنش کم تر است.

ب) درست

پ) نادرست، یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است.

ت) درست

$$\begin{aligned} \text{CaC}_2 &= 40/08 + 2(12/01) = 64/10 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{C}_2\text{H}_2 &= 2(12/01) + 2(1/01) = 26/04 \text{ g.mol}^{-1} \\ ? \text{ g CaC}_2 &= \text{ناخالص} = 32/5 \text{ g C}_2\text{H}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26/04 \text{ g C}_2\text{H}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol CaC}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{64/10 \text{ g CaC}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol CaC}_2 \text{ خالص}} \\ &\times \frac{100 \text{ g CaC}_2 \text{ خالص}}{84 \text{ g CaC}_2 \text{ خالص}} = 95/24 \text{ g CaC}_2 \text{ ناخالص} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g (MnO}_2) &= \text{ناخالص} = 374 \text{ mL Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22400 \text{ mL Cl}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol MnO}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{86/91 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol MnO}_2 \text{ خالص}} \\ &\times \frac{100 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}}{75 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}} = 1/93 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g Zn} &= \text{ناخالص} = 53/93 \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{107/87 \text{ g Ag}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol Zn} \text{ خالص}}{2 \text{ mol Ag}} \times \frac{65/39 \text{ g Zn} \text{ خالص}}{1 \text{ mol Zn} \text{ خالص}} \\ &\times \frac{100 \text{ g Zn} \text{ ناخالص}}{80 \text{ g Zn} \text{ خالص}} = 20/43 \text{ g Zn} \text{ ناخالص} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g CH}_3\text{OH} &= 20 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{32/01 \text{ g CH}_3\text{OH} \text{ خالص}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \\ &\times \frac{100 \text{ g CH}_3\text{OH} \text{ ناخالص}}{64/02 \text{ g CH}_3\text{OH} \text{ خالص}} = 250 \text{ g CH}_3\text{OH} \text{ ناخالص} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g Al}_2\text{S}_3 &= 0/2 \text{ mol Al(NO}_3)_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}_2\text{S}_3}{2 \text{ mol Al(NO}_3)_3} \\ &\times \frac{150/17 \text{ g Al}_2\text{S}_3}{1 \text{ mol Al}_2\text{S}_3} = 150/17 \text{ g Al}_2\text{S}_3 \\ \text{بازده درصدی} &= \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \\ \text{بازده درصدی} &= \frac{12 \text{ g Al}_2\text{S}_3}{150/17 \text{ g Al}_2\text{S}_3} \times 100 \Rightarrow \text{بازده} = 79/9\% \end{aligned}$$

۷۰

۷۱

۷۲

۷۳

۷۴

۶۳ این امر می‌تواند به خاطر دلایل زیر باشد:

- ۱- واکنش دهنده‌ها ناخالصی داشته باشند.
- ۲- واکنش به طور کامل انجام نشده باشد.
- ۳- فرآورده‌ها به طور کامل جداسازی و جمع‌آوری نشده باشند.
- ۴- واکنش‌های ناخواسته انجام شده باشد.

۶۴ در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که بتوانند آن فلز را جذب کند. سپس گیاه را برداشت کرده، می‌سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می‌کنند.

$$\begin{aligned} \text{طلا} &= \frac{20 \text{ ton}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times \frac{0/1 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \\ &= 10000 \text{ g} = 10 \text{ kg} \text{ طلا} \end{aligned}$$

ب) در یک کیلوگرم گیاه طبق جدول، مقدار ۳۸ گرم نیکل وجود دارد. بنابراین داریم:

$$\text{درصد نیکل در خاکستر} = \frac{38 \text{ g}}{159 \text{ g}} \times 100 = 23/9\%$$

پ) طلا و مس، چون مقدار این فلزها در سنگ معدن آنها کم می‌باشد.

$$\begin{aligned} \text{جرم ماده خالص} &= \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \\ &= \frac{100 - 0/01}{100} \times 100 = 99/99\% \end{aligned}$$

۶۷ بایستی مقدار یون سولفات در ۲/۴۵ g از کود را محاسبه کنیم. برای محاسبه آن از مقدار سولفات در باریم سولفات کمک می‌گیریم.

$$? \text{ g (SO}_4^{2-}) = 2/18 \text{ g BaSO}_4 \times \frac{96 \text{ g SO}_4^{2-}}{233 \text{ g BaSO}_4} = 0/9 \text{ g SO}_4^{2-}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم سولفات}}{\text{جرم کود}} \times 100 = \frac{0/9}{2/45} \times 100 = 36/73\%$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g AgI} &= 24 \text{ g AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{169/83 \text{ g AgNO}_3} \\ &\times \frac{2 \text{ mol AgI}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{234/76 \text{ g AgI}}{1 \text{ mol AgI}} = 33/18 \text{ g AgI} \end{aligned}$$

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

$$\text{بازده درصدی} = \frac{28 \text{ g AgI}}{33/18 \text{ g AgI}} = 84/39\%$$

$$? \text{ g CaH}_2 = 2/57 \text{ LH}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22/4 \text{ LH}_2}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol CaH}_2 \text{ خالص}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{42/09 \text{ g CaH}_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol CaH}_2 \text{ خالص}}$$

$$\times \frac{100 \text{ g CaH}_2 \text{ ناخالص}}{73 \text{ g CaH}_2 \text{ خالص}} = 3/31 \text{ g CaH}_2 \text{ ناخالص}$$

۶۹

$$\begin{aligned} ? \text{ mL CO}_2 &= 5 \text{ g سنگ آهک} \times \frac{22 \text{ g CaCO}_3}{100 \text{ g سنگ آهک}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100.09 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \\ &\times \frac{1000 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} = 805.67 \text{ mL CO}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ L Cl}_2 &= 25 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص} \times \frac{85 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}}{100 \text{ g MnO}_2 \text{ ناخالص}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol MnO}_2 \text{ خالص}}{86.936 \text{ g MnO}_2 \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol MnO}_2 \text{ خالص}} \\ &\times \frac{70.904 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ L Cl}_2}{2.795 \text{ g Cl}_2} = 6.2 \text{ L Cl}_2 \end{aligned}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 25 = \frac{0.5 \text{ kg NH}_3}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{مقدار نظری} = 2 \text{ kg NH}_3$$

$$\begin{aligned} ? \text{ L H}_2 &= 2 \text{ kg NH}_3 \times \frac{1000 \text{ g NH}_3}{1 \text{ kg NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17.03 \text{ g NH}_3} \\ &\times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 3945.98 \text{ L H}_2 \end{aligned}$$

$$\text{H}_2 = 2 \times 101 = 202$$

$$\text{NH}_3 = 14 \times 1 + 3 \times 101 = 1704$$



$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{25 \text{ L NH}_3}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{مقدار نظری} = 312.5 \text{ L NH}_3$$

$$? \text{ g H}_2 = 312.5 \text{ L NH}_3 \times \frac{1.5 \text{ g NH}_3}{1 \text{ L NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17.04 \text{ g NH}_3}$$

$$\times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{2.02 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 8.24 \text{ g H}_2$$

۸۱

$$\begin{aligned} ? \text{ g NaN}_3 &= 28.06 \text{ g NaNH}_2 \times \frac{1 \text{ mol NaNH}_2}{39.01 \text{ g NaNH}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{2 \text{ mol NaNH}_2} \times \frac{65.02 \text{ g NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3} = 23.38 \text{ g NaN}_3 \\ \text{بازده درصدی} &= \frac{12.9 \text{ g NaN}_3}{23.38 \text{ g NaN}_3} \times 100 \Rightarrow 55.18\% \end{aligned}$$

۸۲

$$\begin{aligned} ? \text{ g NH}_4\text{NO}_3 &= 0.48 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{4 \text{ mol Zn}} \\ &\times \frac{79.97 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} = 0.96 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \\ \text{بازده درصدی} &= \frac{0.72 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{0.96 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times 100 = 75\% \end{aligned}$$

۸۳

$$\begin{aligned} ? \text{ g Mg}_3\text{N}_2 &= 5.6 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{100.9 \text{ g Mg}_3\text{N}_2}{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2} = 25.23 \text{ g Mg}_3\text{N}_2 \\ \text{بازده درصدی} &= \frac{15}{25.23} \times 100 = 59.45\% \end{aligned}$$

۸۴

$$\begin{aligned} ? \text{ g H}_2\text{O} &= 640 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 720 \text{ g H}_2\text{O} \\ 92 &= \frac{\text{مقدار عملی}}{720 \text{ g H}_2\text{O}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار عملی} = 662.4 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

۸۵

$$\begin{aligned} ? \text{ g ZnCl}_2 &= 35.5 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.39 \text{ g Zn}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{136.29 \text{ g ZnCl}_2}{1 \text{ mol ZnCl}_2} = 73.99 \text{ g ZnCl}_2 \\ 88 &= \frac{\text{مقدار عملی}}{73.99 \text{ g ZnCl}_2} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار عملی} = 65.11 \text{ g ZnCl}_2 \end{aligned}$$

۸۰

ابتدا محاسبه می‌کنیم از تجزیه چند گرم پتاسیم کلرات، ۳۵ لیتر گاز اکسیژن تولید می‌شود.

$$\begin{aligned} ? \text{ g KClO}_3 &= 35 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22.4 \text{ L O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} \\ &\times \frac{122.55 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 127.65 \text{ g KClO}_3 \\ \text{درصد خلوص} &= \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \\ &= \frac{127.65 \text{ g KClO}_3}{300 \text{ g KClO}_3} \times 100 = 42.55\% \end{aligned}$$