

استخراج فلزها

بر اساس یافته‌های تهری، اغلب عناصرها در طبیعت به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شوند. به عنوان مثال، اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون **اکسیدها** و **کربنات‌ها** وجود دارند. فلزهای کلسیم و سدیم نیز به ترتیب در قالب ترکیب‌های سفیدرنگ کلسیم کربنات و سدیم کلرید یافت می‌شوند. البته، کلسیم کربنات در طبیعت به صورت کانی‌های نائالمنی با رنگ‌های متنوع یافت می‌شود!

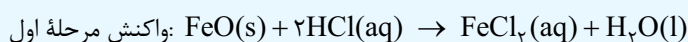
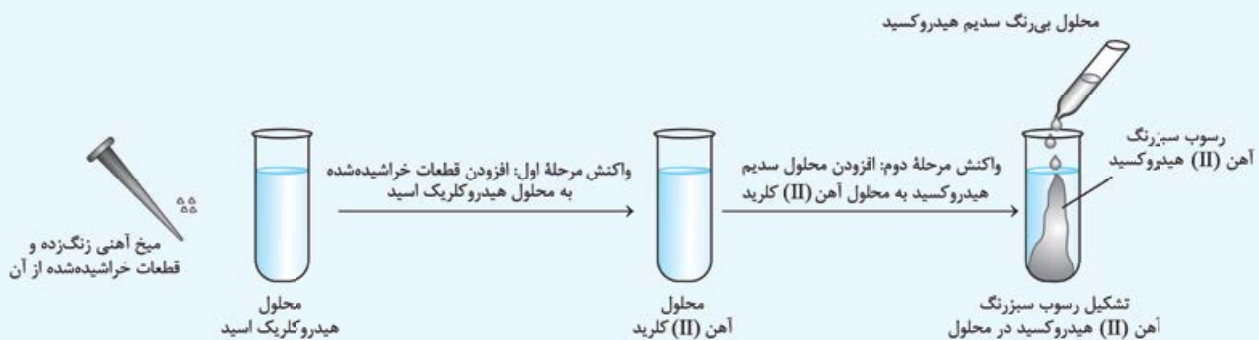
در این میان، برخی از عناصر نافلزی مانند اکسیژن (در قالب گاز O_2)، نیتروژن (در قالب گاز N_2) و گوگرد (در قالب کانی زردرنگ S_8) به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند. وجود نمونه‌هایی از برخی فلزها مثل نقره، مس و پلاتین نیز در طبیعت گزارش شده است. همون‌طور که گفتیم، طلا نیز تنها فلزی است که به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

در دنیای مدرن و صنعتی امروز، از فلزهای بسیار زیادی استفاده می‌شود؛ آن‌چنان‌که چرخ‌های اقتصادی کشورها به تولید و مصرف این مواد گره خورده است. برای استفاده از این مواد، باید آن‌ها را به صورت خالص در اختیار داشته باشیم اما متأسفانه فلزها اغلب در طبیعت به صورت ترکیب‌شده با سایر عناصر و در قالب سنگ‌های معدنی یافت می‌شوند. برای به دست آوردن فلزها از سنگ معدن، در مرحله اول باید نوع عنصر فلزی موجود در سنگ معدن را شناسایی کنیم و پس از آن، در مرحله دوم باید فلز موجود در سنگ را به صورت خالص استخراج کنیم.

نکته ترکیبی: در طبیعت، فلز آلومینیم اغلب به صورت ترکیب بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و فلز آهن نیز اغلب به صورت ترکیب هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) یافت می‌شود.

شناسایی یون‌های فلزی

آهن فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد. در کشور ما نیز مصرف سالانه آهن بسیار زیاد است؛ اما متأسفانه این فلز اغلب به شکل اکسید در طبیعت یافت می‌شود. گفتیم که اولین مرحله برای به دست آوردن فلزها از سنگ معدن، شناسایی نوع یون‌های فلزی موجود در آن سنگ معدن است. برای این منظور، ابتدا یون‌های فلزی موجود در سنگ معدن را به حالت محلول (aq) درمی‌آوریم و پس از آن، با مخلوط کردن این محلول با یک محلول معین، به کمک رنگ رسوب ایجادشده نوع کاتیون موجود در محلول اولیه را شناسایی می‌کنیم. فرض کنیم می‌خواهیم نوع کاتیون‌های فلزی موجود در یک جسم آهنی زنگ‌زده را مشخص کنیم. برای این منظور، ابتدا زنگ آهن ایجادشده در سطح جسم را به کمک یک قاشقک فلزی تراشیده و قطعات حاصل را در مقداری محلول هیدروکلریک اسید ($HCl(aq)$) می‌ریزیم. با این کار، کاتیون‌های موجود در زنگ آهن به حالت محلول درمی‌آیند. در مرحله بعد، محلول حاصل را با مقداری محلول سدیم هیدروکسید (محلول سود یا $NaOH(aq)$) مخلوط کرده و نوع کاتیون فلزی موجود در آن را با توجه به رنگ رسوب ایجادشده مشخص می‌کنیم. اگر فرمول شیمیایی زنگ آهن به صورت FeO باشد، مراحل انجام‌شده به صورت زیر خواهد شد:





■ با قرار دادن یک میخ آهنی در محلولی از مس (II) سولفات، واکنش $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq)$ به صورت طبیعی انجام می‌شود. یون‌های مس (II) آبی‌رنگ بوده و به خاطر وجود این یون‌ها، محلول مس (II) سولفات نیز به رنگ آبی دیده می‌شود. پس از ورود میخ‌های آهنی به محلول مورد نظر، یون‌های مس (II) به مرور از این محلول خارج شده و از شدت رنگ آن کاسته می‌شود.

■ به معادله واکنش مقابل دقت کنید:
 $Na_2O(s) + C(s) \rightarrow$ واکنش نمی‌شود
 همان‌طور که مشخص است، این واکنش غیر خودبه‌خودی بوده و در شرایط طبیعی انجام نمی‌شود، پس می‌توان گفت واکنش‌پذیری کربن از سدیم کم‌تر است.

■ سیلیسیم، یک شبه‌فلز بوده و عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است. این عنصر طی واکنش $SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$ از واکنش میان کربن با سیلیسیم دی‌اکسید تولید می‌شود. با توجه به خودبه‌خودی بودن این واکنش، می‌توان گفت واکنش‌پذیری کربن در مقایسه با سیلیسیم بیشتر است.

■ تیتانیوم، یک فلز محکم با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای تیتانیوم، استفاده از آن در ساختن بدنه دوچرخه است. این عنصر براساس معادله $TiCl_4(s) + 2Mg(s) \rightarrow 2MgCl_2(s) + Ti(s)$ و از واکنش میان تیتانیوم (IV) کلرید و منیزیم تولید می‌شود.

تست - اگر واکنش‌های $TiCl_4 + 2Mg \rightarrow 2MgCl_2 + Ti$ و $2Fe + 3TiO_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 3Ti$ را از آهن (III) اکسید استخراج کرد. واکنش‌پذیری عناصر آهن، منیزیم و تیتانیوم به صورت بوده و به کمک فلز منیزیم، آهن را از آهن (III) اکسید استخراج کرد.

۱) $Mg > Ti > Fe$ - نمی‌توان
 ۲) $Mg > Ti > Fe$ - می‌توان
 ۳) $Ti > Mg > Fe$ - نمی‌توان
 ۴) $Ti > Mg > Fe$ - می‌توان

پاسخ - گزینه «۲» با توجه به معادله اول، واکنش‌پذیری منیزیم از تیتانیوم بیشتر است و با توجه به معادله دوم، واکنش‌پذیری تیتانیوم از آهن بیشتر است، پس داریم:

$Mg > Ti$: مقایسه واکنش‌پذیری براساس واکنش اول
 $Mg > Ti > Fe$: مقایسه کلی واکنش‌پذیری \Rightarrow
 $Ti > Fe$: مقایسه واکنش‌پذیری براساس واکنش دوم

چون واکنش‌پذیری منیزیم بیشتر از آهن است، با استفاده از این فلز می‌توان آهن را از ترکیبات محتوی این فلز استخراج کرد.

تست - اگر واکنش $Fe(s) + CuO(s) \rightarrow FeO(s) + Cu(s)$ به صورت طبیعی انجام شود،
 ۱) اتم‌های مس، در مقایسه با اتم‌های آهن میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارند.
 ۲) استخراج آهن از $FeCO_3$ ، در مقایسه با استخراج مس از مس (II) اکسید آسان‌تر است.
 ۳) در هوای مرطوب، یک جسم آهنی در مقایسه با یک قطعه فلز مس سریع‌تر واکنش می‌دهد.
 ۴) برای استخراج آهن از FeO ، برخلاف استخراج مس از CuO ، می‌توان از فلز سدیم استفاده کرد.

پاسخ - گزینه «۳» از آن‌جا که واکنش $Fe(s) + CuO(s) \rightarrow FeO(s) + Cu(s)$ به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود، پس می‌توان گفت واکنش‌پذیری فلز آهن از واکنش‌پذیری فلز مس بیشتر بوده و در هوای مرطوب، یک جسم آهنی در مقایسه با یک قطعه فلز مس سریع‌تر واکنش می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر آهن نسبت به مس، اتم‌های آهن در مقایسه با اتم‌های مس میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارند. / ۲) استخراج آهن از ترکیبات حاوی این فلز، دشوارتر از استخراج مس از ترکیبات مس‌دار است. / ۴) چون واکنش‌پذیری سدیم از آهن و مس بیشتر است، از این عنصر می‌توان برای استخراج آهن از FeO و استخراج مس از CuO استفاده کرد.

استخراج آهن از سنگ معدن آن

همان‌طور که گفتیم، آهن در مقایسه با سایر فلزها بیشترین مصرف سالانه را دارد. این عنصر در طبیعت اغلب به صورت Fe_2O_3 یافت می‌شود. از آن‌جا که واکنش‌پذیری عناصر کربن و سدیم در مقایسه با آهن بیشتر است، برای استخراج این فلز از Fe_2O_3 از واکنش‌های زیر می‌توان استفاده کرد:



چون دسترسی به کربن در مقایسه با سدیم آسان‌تر بوده و استفاده از این عنصر صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه همانند همه شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود. البته، برای استخراج آهن از Fe_2O_3 از واکنش این ماده با گاز کربن مونوکسید براساس معادله $Fe_2O_3(s) + 2CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 2CO_2(g)$ نیز می‌توان استفاده کرد.

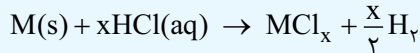
نکته آهن (III) اکسید مصرف‌شده در مراحل استخراج آهن، به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود.

از این‌ها به بعد، وارد بحث‌های استوکیومتری و مسائل مربوط به اون می‌شیم، پس بد نیست که به سری به کتاب شیمی دهمتون بزنید و به مرور کوهپولو روی مسائل استوکیومتری بخش ۲ دهم بکنید! تست بعد، واسه شروع کار مناسبه

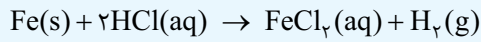


معرفی سه واکنش مهم

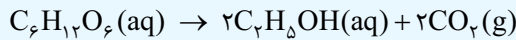
۱- واکنش فلزها با محلول هیدروکلریک اسید: اغلب عناصر فلزی (M(s)) براساس معادله زیر با محلول هیدروکلریک اسید (HCl(aq)) واکنش داده و گاز هیدروژن را تولید می‌کنند.



برای مثال، واکنش میان آلومینیم و محلول هیدروکلریک اسید به صورت مقابل است: $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$
نکته فلزهای واسطه‌ای که چند کاتیون با بارهای متفاوت دارند، در واکنش با محلول‌های اسیدی، به کاتیون‌هایی با بار الکتریکی کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. به عنوان مثال، آهن می‌تواند کاتیون‌هایی با بارهای +۲ و +۳ را تولید کند؛ پس معادله واکنش این فلز با هیدروکلریک اسید به صورت مقابل می‌شود:

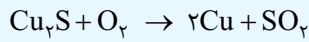


۲- واکنش تخمیر گلوکز: اتانول (C₂H₅OH)، یک سوخت سبز محسوب می‌شود. یکی از راه‌های تهیه این ترکیب، استفاده از واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز است. معادله این واکنش به صورت مقابل است:



این فرایند، با استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت انجام می‌شود.

۳- واکنش استخراج مس در معدن مس سرچشمه: معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان بوده و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس به شمار می‌رود. برای تهیه مس در این معدن، از واکنش مقابل استفاده می‌شود:



با انجام این واکنش شیمیایی، اتم‌های مس از ساختار مس (I) سولفید خارج شده و از آن در سایر صنایع استفاده می‌شود.

بازده درصدی

در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی، به دلیل انجام شدن برخی از واکنش‌های ناخواسته در کنار واکنش اصلی و یا ناخالص بودن واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده، مقدار فراورده‌های تولیدشده کم‌تر از مقدار مورد انتظار می‌شود. به مقداری از فراورده‌ها که به صورت عملی در طول واکنش‌های شیمیایی به دست می‌آیند، **مقدار عملی** می‌گویند.

در نقطه مقابل، به حداکثر مقدار فراورده‌ای که به شرط مصرف شدن کامل یک یا چند مورد از واکنش‌دهنده‌ها قابل تولید است، **مقدار نظری** می‌گویند. مقدار نظری فراورده‌های تولیدشده در یک واکنش، از محاسبه‌های استوکیومتری به دست می‌آید.

در چنین شرایطی، **بهره** مقدار عملی فراورده‌های تولیدشده در واکنش‌های شیمیایی کم‌تر از مقدار نظری آن‌ها است. شیمی‌دان‌ها برای محاسبه مقدار واقعی فراورده‌های تولیدشده در واکنش‌ها، از مفهوم بازده درصدی استفاده می‌کنند. در واقع، بازده درصدی کارایی یک واکنش شیمیایی را نشان داده و مقدار آن برابر با نسبت میان مقدار عملی فراورده‌های تولید شده به مقدار نظری این فراورده‌ها است.

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

برای حل مسائل استوکیومتری با **بازده درصدی**، ابتدا باید مقدار نظری فراورده‌های خواسته‌شده را با استفاده از محاسبات استوکیومتری به دست بیاوریم و پس از آن، با توجه به بازده درصدی داده‌شده، مقدار عملی آن فراورده‌ها را محاسبه کنیم.

تست در واکنش تخمیر بی‌هوازی یک نمونه از گلوکز، $\frac{33}{6}$ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد تولید شده است. اگر بازده

درصدی این واکنش شیمیایی برابر با ۴۰٪ باشد، جرم گلوکز مصرف‌شده در آن برابر با چند گرم است؟ (O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol⁻¹)

$$337/5 \quad 168/75 \quad 506/25 \quad 675$$

پاسخ گزینه «۴» معادله واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

مقدار عملی کربن دی‌اکسید تولیدشده برابر با $\frac{33}{6}$ لیتر است. ابتدا مقدار نظری گاز تولیدشده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، با توجه به معادله واکنش مورد نظر، مقدار گلوکز مصرف‌شده را به دست می‌آوریم.

$$84 L = \text{مقدار نظری} \Rightarrow 40 = \frac{33/6}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$? g C_6H_{12}O_6 = 84 L CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/4 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{2 \text{ mol } CO_2} \times \frac{180 g C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 337/5 g$$

البته، با اضافه کردن یک ضریب تبدیل مناسب به محاسبات اولیه، می‌توانیم جرم گلوکز مصرف‌شده را مستقیماً به دست بیاوریم. در این حالت، داریم:

$$? g C_6H_{12}O_6 = 33/6 L CO_2 \text{ عملی} \times \frac{100 L CO_2 \text{ نظری}}{40 L CO_2 \text{ عملی}} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2 \text{ نظری}}{22/4 L CO_2 \text{ نظری}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{2 \text{ mol } CO_2 \text{ نظری}} \times \frac{180 g C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 337/5 g$$

برای محاسبه جرم گلوکز مصرف‌شده با استفاده از روش تناسب، به شکل زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{بازده درصدی}}{100} \times \text{جرم گلوکز} = \frac{\text{حجم گاز کربن دی‌اکسید}}{22/4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{33/6}{2 \times 22/4} = \frac{x \times 40}{1 \times 180} \Rightarrow x = 337/5 g$$

تست برای به دست آوردن ۱۶/۸ گرم آهن مذاب طی واکنش ترمیت، به شرطی که بازده درصدی این واکنش برابر با ۲۵٪ باشد، به چند گرم آهن (III) اکسید با خلوص ۸۰٪ نیاز است؟ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1}$)

۱۲۰ (۱) ۱۶۰ (۲) ۲۴۰ (۳) ۸۰ (۴)

پاسخ - گزینه «۱» معادله واکنش ترمیت به صورت مقابل است:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Fe}(\text{l})$
 ابتدا مقدار نظری فرآورده تولیدشده (آهن مذاب) را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، جرم آهن (III) اکسید مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

$$67/2 \text{ g} = \text{مقدار نظری} \Rightarrow 25 = \frac{16/8}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار عملی} = \text{بازده درصدی} \times \text{مقدار نظری}$$

$$120 \text{ g} = \text{ناخالص } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{80 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times 67/2 \text{ g Fe} = \text{ناخالص } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ ? g}$$

برای محاسبه جرم آهن (III) اکسید مورد نیاز با استفاده از روش تناسب، به شکل زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم مولی آهن} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{درصد خلوص } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{بازده درصدی} \times \text{جرم } \text{Fe}_2\text{O}_3}{100 \times 100} \Rightarrow \frac{16/8}{2 \times 56} = \frac{x \times 25 \times 80}{100 \times 100} \Rightarrow x = 120 \text{ g}$$

تست در واکنش سوختن کامل یک نمونه ۵۰ گرمی از متان، به شرطی که بازده درصدی واکنش برابر با ۶۴٪ باشد، تفاوت جرم فرآورده‌های تولیدشده برابر با چند گرم می‌شود؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

۱۲ (۱) ۱۶ (۲) ۲۴ (۳) ۸ (۴)

پاسخ - گزینه «۲» معادله واکنش سوختن متان به صورت مقابل است:
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 به ازای سوختن هر مول متان، به شرطی که بازده واکنش برابر با ۱۰۰٪ باشد، ۱ مول کربن دی‌اکسید (معادل با ۴۴ گرم کربن دی‌اکسید) و ۲ مول بخار آب (معادل با ۳۶ گرم بخار آب) تولید می‌شود؛ پس تفاوت جرم فرآورده‌های تولیدشده در این شرایط برابر با ۸ گرم است. بر این اساس، داریم:

$$16 \text{ g} = \frac{\text{تفاوت جرم عملی } 64 \text{ g}}{\text{تفاوت جرم نظری } 100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{8 \text{ g}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \text{تفاوت جرم نظری } 50 \text{ g CH}_4 = \text{تفاوت جرم عملی } ? \text{ g}$$

البته، می‌توانستیم جرم هر یک از فرآورده‌های تولیدشده را به صورت مجزا محاسبه کرده و در نهایت، مقادیر حاصل را از هم کم کنیم. در این حالت، جرم بخار آب تولیدشده برابر با ۲۲ گرم و جرم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده نیز برابر با ۸۸ گرم می‌شود.

منابع پنهان فلزها

به جز سنگ معدن، عناصر فلزی را با استفاده از روش‌های دیگر مثل گیاه‌پالایی و بازیافت نیز می‌توان به دست آورد. در این قسمت، به معرفی برخی از این روش‌ها می‌پردازیم.

منابع اقیانوسی فلزها

به دلیل نیاز روزافزون جهان به مواد شیمیایی و کاهش میزان منابع این مواد در سنگ‌کره، شیمی‌دان‌ها این روزها به دنبال منابع تازه برای این مواد می‌گردند. به عنوان مثال، **بستر اقیانوس‌ها** منبع بزرگی از منابع فلزی گوناگون به شمار می‌رود که انسان به تازگی آن را کشف کرده است. این منبع عظیم، در برخی مناطق محتوی سولفید چندین فلز واسطه و در برخی از مناطق دیگر، محتوی **کلوخه‌ها** و **پوسته‌هایی** غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل و مس است. **باله پروئید** که غلظت اغلب گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی این فلزها بیشتر است.

گیاه‌پالایی

خاک موجود در بعضی از مناطق، محتوی برخی از عناصر فلزی مثل **طلا، نیکل، مس** و **روی** است. یکی از روش‌های بیرون کشیدن این فلزها از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش، در معدن یا خاک دارای فلز مورد نظر گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. در مرحله بعد، گیاه را برداشت کرده و می‌سوزانند. در مرحله آخر، از خاکستر تولیدشده فلز را جداسازی کرده و از آن استفاده می‌کنند. جدول زیر، داده‌های مربوط به استخراج برخی از فلزات به کمک روش گیاه‌پالایی را نشان می‌دهد:

نماد شیمیایی فلز	بیشترین درصد فلز در گیاه	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۰/۰۱	۰/۰۰۲
Ni	۳/۸	۲
Cu	۱/۴	۰/۵
Zn	۴	۵

با توجه به داده‌های موجود در جدول صفحه قبل، درصد فلزهای طلا و مس در گیاه بیشتر از درصد این فلزها در سنگ معدن است؛ بنابراین استفاده از روش گیاه‌پالایی برای استخراج طلا و مس مقرون‌به‌صرفه است. در نقطه مقابل، درصد فلز روی در گیاه کم‌تر از درصد این فلز در سنگ معدن است؛ پس استفاده از روش گیاه‌پالایی برای استخراج روی صرفه اقتصادی ندارد.

و اما نیکل! هرچند که درصد فلز نیکل در گیاه حدوداً دو برابر درصد این فلز در سنگ معدن است، اما با توجه به حجم زیاد گیاهان مصرف‌شده و سختی روش گیاه‌پالایی، استفاده از این روش برای استخراج نیکل نیز صرفه اقتصادی ندارد.

بازیافت فلزها

نمودار زیر، نمایی از فرایند استخراج فلزها و بازگشت آن‌ها به طبیعت را نشان می‌دهد:



سالانه صدها میلیون تن فلز از دل زمین استخراج شده و از آن‌ها ابزار، وسایل و مواد گوناگون تهیه می‌شود. این ابزار فلزی یا بازیافت شده و مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرند، یا دچار خوردگی و فرسایش شده و مجدداً به سنگ معدن تبدیل می‌شوند. فلزها از جمله منابع تجدیدناپذیر هستند و فرایند خوردگی و فرسایش آن‌ها نیز با سرعت بسیار کمی انجام می‌شود، پس منابع فلزی خارج‌شده از دامن طبیعت، حالا حالاها به سنگ معدن تبدیل نمی‌شود.

نکته ترکیبی - به فرایند تردشدن، خردشدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش آن‌ها با گاز اکسیژن موجود در هوا، خوردگی گفته می‌شود.

بر اساس اصول توسعه پایدار، در تولید یک ماده باید همه هزینه‌ها و ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر گرفت. در بهترین شرایط، اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن همه این ملاحظه‌ها، معادل با کم‌ترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم. در این حالت که رفتارهای ما آسیب کم‌تری به جامعه وارد کرده و ردپای زیست‌محیطی ما کاهش می‌یابد.

بازیافت فلزها، از جمله روش‌هایی است که به توسعه پایدار یک کشور کمک کرده و سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود. نمودار زیر، برخی از مزایای بازیافت فلزها از جمله آهن را نشان می‌دهد:

کاهش رد پای کربن دی‌اکسید	با انجام بازیافت، نیاز به استخراج فلزها از سنگ معدن کاهش یافته و کربن دی‌اکسید کم‌تری تولید می‌شود.
کاهش مصرف مواد معدنی	برای استخراج معدنی فلزات، علاوه بر سنگ معدن، به سایر منابع معدنی نیز نیاز است؛ پس با افزایش بازیافت و کاهش استخراج از معدن‌ها، نیاز به مواد معدنی نیز کاهش می‌یابد.
ذخیره انرژی	با انجام فرایند بازیافت فلزها، مقدار کم‌تری از انرژی برای استخراج آن‌ها مصرف می‌شود.
حفظ گونه‌های زیستی	با کاهش میزان استخراج فلزها، فعالیت‌های معدنی کاهش یافته و میزان کم‌تری از آلودگی وارد محیط زیست می‌شود.
کاهش تولید پسماند	با کاهش استخراج فلزها از معدن، مقدار پسماندهای تولیدشده در این فرایند کاهش می‌یابد.

باله برونیکه از بازگردانی (بازیافت) ۷ قوطی فولادی آن‌قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ وات را برای ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

استخراج فلزها

۹۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(آ) عناصر واسطه، همگی فلز بوده و در گروه‌های ۳ تا ۱۳ از جدول دوره‌ای امروزی قرار گرفته‌اند.

(ب) آرایش الکترونی یون‌های آهن در یک نمونه از زنگ آهن، مشابه به آرایش الکترونی یون Mn^{2+} است.

(پ) گوگرد، نیتروژن و اکسیژن، از جمله نافلزهای دسته p جدول دوره‌ای هستند که به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.

(ت) طی واکنش محلول آهن (III) کلرید با محلول سدیم هیدروکسید، رسوب قرمز رنگ آهن (III) هیدروکسید تولید می‌شود.

- | | |
|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) |
| ۳ (۳) | ۴ (۴) |

۹۴- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) طلا، تنها عنصر فلزی است که به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زردرنگ در لابه‌لای خاک یافت می‌شود.
 (۲) عنصری که آرایش الکترونی آن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ است، در مقایسه با آهن تمایل بیشتری به تشکیل کاتیون دارد.
 (۳) فلزی که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد، به عنوان کاتالیزگر فرایند هابر استفاده می‌شود.
 (۴) چهارمین عنصر موجود در گروه چهاردهم، سطحی درخشان داشته و همانند اورانیم و تکنسیم (^{99}Tc)، یک عنصر فلزی محسوب می‌شود.
- ۹۵- ۸ / ۰ گرم آهن (III) اکسید با مقداری محلول هیدروکلریک اسید به طور کامل واکنش می‌دهد. اگر غلظت یون‌های Fe^{3+} در محلول حاصل از این فرایند برابر با ۷۰۰ ppm باشد، جرم این محلول برابر با چند گرم است؟ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1}$)
- (۱) ۸۰۰ (۲) ۱۶۰۰ (۳) ۸۰۰۰ (۴) ۱۶۰۰۰

۹۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) با افزودن مقداری زنگ آهن به محلول هیدروکلریک اسید، زنگ آهن حل شده و یک محلول زردرنگ ایجاد می‌شود.
 (ب) در شرایط یکسان، یک نمونه از فلز نقره، در مقایسه با یک نمونه از فلز روی، در هوای مرطوب سریع‌تر واکنش می‌دهد.
 (پ) در فولاد مبارکه، برخلاف سایر شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از واکنش Fe_2O_3 با کربن استفاده می‌شود.
 (ت) با فعال تر شدن عناصر فلزی، این عناصر میل بیشتری به ایجاد ترکیب داشته و ترکیب‌های آن‌ها پایدارتر از خودشان می‌شوند.
- (۱) آ و ت (۲) ب و پ (۳) آ و پ (۴) ب و ت

۹۷- چند مورد از ویژگی‌های زیر، در عناصر مس و منیزیم مشابه به یکدیگر است؟

- واکنش پذیری در مقایسه با عنصر بعدی در جدول دوره‌ای
 ■ شمار الکترون‌های موجود در بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی
 ■ قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری در حالت جامد
 ■ واکنش‌دادن با یک نمونه خالص از آهن (III) اکسید
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(تهرنی فارح از کشور ۱۴۰۰)

۹۸- کدام واکنش، انجام‌ناپذیر است؟ (M: فلز اصلی، X: نافلز)



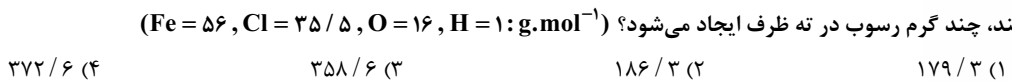
۹۹- کدام یک از عبارتهای زیر درست است؟

- (۱) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌های شرکت‌کننده در معادله موازنه‌شده واکنش زنگ آهن با محلول هیدروکلریک اسید، برابر با ۱۰ است.
 (۲) علاوه بر کانی‌های زردرنگ گوگرد، عناصر سدیم و منگنز را نیز می‌توان در قالب کانی‌های سدیم کلرید و منگنز (II) کربنات در طبیعت یافت.
 (۳) در واکنش شیمیایی $CuSO_4(aq) + Fe(s) \rightarrow \dots$ ، مقدار واکنش‌پذیری فرآورده‌های تولیدشده از واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.
 (۴) یک قطعه از فلز مس، در مقایسه با یک قطعه از فلز آهن، با سرعت و شدت بیشتری با گاز کلر وارد واکنش شیمیایی می‌شود.

۱۰۰- چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

- (آ) همه عناصر نافلزی که به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند، به شکل مولکول‌های دواتمی گازی دیده می‌شوند.
 (ب) محلول مس (II) سولفات، آبی‌رنگ بوده و طی واکنش آن با یک میخ آهنی، محلولی از آهن (II) سولفات به دست می‌آید.
 (پ) برای استخراج سدیم از Na_2O ، همانند استخراج آهن از Fe_2O_3 ، می‌توان از کربن به عنوان واکنش‌دهنده استفاده کرد.
 (ت) پس از افزودن مقداری محلول آهن (III) کلرید به محلولی از نقره نیترات، یک رسوب قهوه‌ای‌رنگ در محلول ایجاد می‌شود.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰۱- جرم‌های برابر از اکسیدهای طبیعی آهن را به یکدیگر افزوده و مخلوط حاصل را وارد ۱۸ / ۸ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با غلظت 5 mol.L^{-1} می‌کنیم. پس از حل شدن کامل اکسیدهای آهن، مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید را به محلول اولیه اضافه می‌کنیم. طی این فرایند، چند گرم رسوب در ته ظرف ایجاد می‌شود؟ ($\text{Fe} = 56, \text{Cl} = 35.5, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)



۱۰۲- کدام یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش آهن (III) اکسید با گاز کربن مونوکسید نادرست است؟ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) فرآورده گازی تولیدشده، برخلاف واکنش‌دهنده گازی مصرف‌شده در آن، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است.
 (۲) به ازای تولید شدن هر گرم آهن در این واکنش، ۱۲۰۰ mL گاز CO در شرایط استاندارد به طور کامل مصرف می‌شود.
 (۳) از واکنش‌دهنده جامد مصرف‌شده در این واکنش، به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.
 (۴) با انجام شدن آن، جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه ۰.۳٪ کاهش پیدا می‌کند.



۱۰۳- اگر فلز روی با یک نمونه از محلول آهن (II) سولفات وارد واکنش شود،

- (۱) تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری فلز روی، سخت‌تر از تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری فلز آهن است.
- (۲) می‌توان نتیجه گرفت که اتم‌های فلز روی در مقایسه با اتم‌های آهن میل کم‌تری به تشکیل کاتیون‌های باردار دارند.
- (۳) در شرایط یکسان، یک نمونه از فلز روی در مقایسه با یک نمونه از فلز آهن در هوای مرطوب با سرعت کم‌تری واکنش می‌دهد.
- (۴) برای استخراج آهن از ترکیبات حاوی این عنصر، برخلاف استخراج فلز روی از ترکیبات حاوی آن، می‌توان از فلز سدیم استفاده کرد.

۱۰۴- به مخلوطی از FeO و Na_2O به وزن $6/5$ گرم با کربن گرما داده می‌شود. اگر گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده در شرایط STP برابر 336 میلی‌لیتر حجم داشته باشد، مقدار FeO و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در مخلوط اولیه کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $(\text{Fe} = 56, \text{Na} = 23, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1})$ (تهری قارچ از کشور، ۹۹)

۱/۷، ۳/۱۶ (۴) ۲/۳، ۳/۱۶ (۳) ۲/۳، ۲/۱۶ (۲) ۱/۷، ۲/۱۶ (۱)

۱۰۵- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش ترمیت و مواد شرکت‌کننده در آن نادرست است؟ ($\text{Al} = 27 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (آ) در شرایط یکسان، فراورده فلزی تولیدشده در مقایسه با واکنش‌دهنده فلزی مصرف‌شده، با شدت بیشتری با اسیدها واکنش می‌دهد.
- (ب) استخراج آلومینیم از فراورده تولیدشده در این واکنش، دشوارتر از استخراج آهن از واکنش‌دهنده مصرف‌شده در آن است.
- (پ) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در این واکنش، با مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در فرایند هابر برابر است.
- (ت) به ازای تولید هر مول آهن مذاب در این واکنش شیمیایی، 27 گرم فلز آلومینیم به طور کامل مصرف می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۰۶- در یک کارخانه تولید فولاد، از واکنش آهن (III) اکسید با عنصر کربن برای استخراج فلز آهن استفاده می‌شود. اگر تفاوت جرم فراورده‌های

تولیدشده در این واکنش برابر با $18/4$ گرم باشد، جرم آهن (III) اکسید مصرف‌شده برابر با چند گرم بوده و فراورده گازی حاصل از این واکنش، با چند گرم منیزیم اکسید به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ($\text{Fe} = 56, \text{Mg} = 24, \text{O} = 16, \text{C} = 12 : \text{g.mol}^{-1}$)

۲۴، ۳۲ (۱) ۲۴، ۶۴ (۲) ۱۲، ۳۲ (۳) ۱۲، ۶۴ (۴)

۱۰۷- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر سدیم، تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری این عنصر سخت‌تر از تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری آهن است.
- (۲) تیتانیم، دومین فلز واسطه موجود در جدول تناوبی بوده و واکنش‌پذیری یک نمونه از آن بیشتر از واکنش‌پذیری یک نمونه از فلز منیزیم است.
- (۳) چون دسترسی به کربن آسان‌تر از سدیم بوده و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود.
- (۴) مس، عنصری از گروه فلزهای واسطه بوده و همانند نقره و پلاتین، وجود نمونه‌هایی از آن به شکل آزاد در طبیعت گزارش شده است.

۱۰۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g.mol}^{-1}$) (تهری دافل، ۹۹)

(آ) یون Fe^{2+} یکی از سازنده‌های زنگ آهن است.

(ب) واکنش فلز مس با آهن (II) اکسید، انجام‌ناپذیر است.

(پ) نمک به دست آمده از واکنش هیدروکلریک اسید با فلز آهن و زنگ آهن، یکسان است.

(ت) از واکنش $0/05$ مول آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید کافی، $5/35$ گرم رسوب تشکیل می‌شود.

$\text{FeCl}_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{NaCl}(\text{aq})$ (معادله واکنش موازنه شود.)

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۰۹- مقدار کافی از آهن (II) اکسید را با یک مول از واکنش‌پذیرترین فلز موجود در تناوب سوم وارد واکنش می‌کنیم. طی این فرایند، چند گرم فلز آهن تولید شده و با استفاده از این مقدار فلز آهن، چند گرم آلیاژ فلزی که درصد جرمی آهن در آن برابر 35% باشد را می‌توان تولید کرد؟

($\text{Fe} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱۵۰ - ۵۶ (۴) ۷۵ - ۲۸ (۳) ۱۶۰ - ۵۶ (۲) ۸۰ - ۲۸ (۱)

۱۱۰- چند مورد از مطالب زیر، درباره واکنش میان یک تیغه آهنی با محلولی از مس (II) نیترات نادرست است؟ ($\text{Cu} = 64, \text{Fe} = 56 : \text{g.mol}^{-1}$)

- (آ) با انجام این واکنش، مجموع غلظت کاتیون‌های موجود در محلول کاهش یافته و رسانایی الکتریکی محلول کم‌تر می‌شود.
- (ب) در طول زمان، جرم تیغه فلزی واردشده به محلول افزایش یافته و سطح این تیغه با یک فلز نارنجی رنگ پوشیده می‌شود.
- (پ) کاتیون تولیدشده در این واکنش، در واکنش با محلولی از سدیم هیدروکسید، رسوبی به رنگ قرمز ایجاد می‌کند.
- (ت) با توجه به انجام‌پذیر بودن این واکنش، می‌توان گفت شرایط نگهداری مس سخت‌تر از شرایط نگهداری آهن است.
- (ث) آرایش الکترونی کاتیونی از آهن که وارد محلول می‌شود، مشابه به آرایش الکترونی کاتیون Co^{3+} خواهد بود.

۱ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

۱۲۰- یک نمونه ناخالص ۱۴۰ گرمی از مادهٔ رادیواکتیو A با نیم عمر ۳۰ دقیقه در اختیار داریم. اگر فراورده‌های حاصل از واپاشی مادهٔ A از مخلوط خارج شوند و پس از گذشتن دو ساعت از ابتدای کار، جرم نمونهٔ مورد نظر به ۸۷/۵ گرم رسیده باشد، درصد جرمی این مادهٔ رادیواکتیو در لحظهٔ $T = ۳۰ \text{ min}$ برابر با چند درصد بوده است؟ (ناخالصی همراه با مادهٔ A، واپاشی نمی‌کند.)

(۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۱۲۱- در واکنش $\text{CaCN}_2(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{CaCO}_3(s) + \text{NH}_3(g)$ ، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنهٔ معادله، کدام است و اگر

۰/۱ مول CaCN_2 در این واکنش شرکت کند، چند گرم کلسیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد می‌توان به دست آورد؟ (ریاضی قارچ از کشور ۹۵)
 (۱) ۱۰ - ۹ (۲) ۱۲/۵ - ۹ (۳) ۱۲/۵ - ۷ (۴) ۳۵ - ۷

۱۲۲- با توجه به واکنش زیر، به ازای مصرف ۰/۳ مول HF، چند گرم NaF تولید و به تقریب چند گرم Na_2SiO_3 با خلوص ۸۰ درصد مصرف می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $\text{Si} = ۲۸, \text{Na} = ۲۳, \text{F} = ۱۹, \text{O} = ۱۶: \text{g.mol}^{-1}$) (ریاضی قارچ از کشور ۹۹)

$\text{Na}_2\text{SiO}_3(s) + \text{HF}(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6(aq) + \text{NaF}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

(۱) ۵/۷ - ۳/۱۵ (۲) ۷/۵ - ۳/۱۵ (۳) ۵/۷ - ۳/۶۵ (۴) ۷/۵ - ۳/۶۵

۱۲۳- اگر ۱۰ گرم مخلوطی از گرد منیزیم و نقره را در ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۸ مولار هیدروکلریک اسید وارد کنیم تا واکنش کامل انجام شود و در پایان واکنش، غلظت مولار محلول به $۰/۳ \text{ mol.L}^{-1}$ کاهش یابد، درصد جرمی نقره در این نمونه، کدام است و چند مول فلز منیزیم در آن وجود دارد؟ (فراوردهٔ واکنش، گاز هیدروژن و کلرید فلز بوده و فلز نقره با محلول اسیدی واکنش نمی‌دهد، $\text{Ag} = ۱۰۸, \text{Mg} = ۲۴: \text{g.mol}^{-1}$) (تهری دافل ۱۴۰۰)

(۱) ۰/۰۵ - ۶۶ (۲) ۰/۱۴ - ۶۶ (۳) ۰/۰۵ - ۸۸ (۴) ۰/۱۴ - ۸۸

۱۲۴- جرم‌های برابر از منیزیم اکسید و کربن دی‌اکسید ناخالص با یکدیگر واکنش داده و به منیزیم کربنات تبدیل می‌شوند. در این شرایط، درصد خلوص نمونهٔ کربن دی‌اکسید چند برابر درصد خلوص نمونهٔ منیزیم اکسید است؟ ($\text{Mg} = ۲۴, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۰/۸ (۲) ۰/۹ (۳) ۱/۱۳ (۴) ۱/۲۵

۱۲۵- برای تهیهٔ یک نمونه از محلول منیزیم سولفات با درصد جرمی ۲۴٪، باید چند گرم منیزیم سولفات با خلوص ۸۰٪ را در ۱۰۵ گرم آب حل کنیم و محلول حاصل از این فرایند، با چند لیتر محلول سدیم هیدروکسید با غلظت $۰/۲۵ \text{ mol.L}^{-1}$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (ناخالصی‌ها در آب حل می‌شوند.) ($\text{Mg} = ۲۴, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۲۴ - ۱۵۰ (۲) ۱۲ - ۱۵۰ (۳) ۲۴ - ۴۵۰ (۴) ۱۲ - ۴۵۰

۱۲۶- حجم مخلوطی به جرم ۶۲/۵ گرم از گازهای اکسیژن و نیتروژن در شرایط استاندارد، برابر با ۴۴/۸ لیتر است. درصد خلوص گاز اکسیژن در این نمونه کدام است؟ ($\text{O} = ۱۶, \text{N} = ۱۴: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۶۷/۵ (۲) ۷۲/۵ (۳) ۸۳/۲ (۴) ۶۲/۴

۱۲۷- یک کپسول نیتروژن، محتوی مقداری گاز با دمای ۰°C و فشار ۱۰ اتمسفر است. اگر چگالی گازهای موجود در این مخزن برابر با ۲۰ g.L^{-1} بوده و درصد حجمی گاز N_2 در آن برابر با ۹۰٪ باشد، درصد خلوص گاز نیتروژن موجود در این مخزن کدام است؟ ($\text{N} = ۱۴ \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳۷/۵ (۲) ۵۶/۲۵ (۳) ۶۲/۵ (۴) ۴۳/۷۵

۱۲۸- ۸ گرم کلسیم نیترات ناخالص را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه کردن آب خالص، به ۲۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم. اگر غلظت یون نیترات در محلول نهایی برابر با $۰/۲۵ \text{ mol.L}^{-1}$ شود، درصد خلوص نمونهٔ کلسیم نیترات کدام است؟ (ناخالصی‌ها فاقد یون نیترات هستند.)

(۱) ۶۱/۵ (۲) ۷۵/۳۰ (۳) ۵۱/۲۵ (۴) $\text{Ca} = ۴۰, \text{O} = ۱۶, \text{N} = ۱۴: \text{g.mol}^{-1}$

۱۲۹- در یک کارخانهٔ فولاد، از واکنش آهن (III) اکسید با گاز CO برای استخراج آهن استفاده می‌شود. برای خارج کردن آهن موجود در ۱۸۰۰ گرم آهن (III) اکسید ۴۰٪ خالص، به چند گرم گاز CO با خلوص ۸۴٪ نیاز بوده و گاز CO_2 حاصل از این فرایند را بر اثر سوزاندن کامل چند گرم گاز متان می‌توان به دست آورد؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۰۸،۳۰۰ (۲) ۱۰۸،۴۵۰ (۳) ۲۱۶،۳۰۰ (۴) ۲۱۶،۴۵۰

۱۳۰- ۶۰ گرم کلسیم کربنات ناخالص را در معرض حرارت قرار می‌دهیم تا براساس معادلهٔ $\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$ تجزیه شود. اگر در طول این واکنش ۶/۶ گرم از جرم مواد موجود در ظرف کاسته شود، درصد خلوص نمونهٔ کلسیم کربنات اولیه کدام است؟

(۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴) ۵۰
 ($\text{Ca} = ۴۰, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲: \text{g.mol}^{-1}$)

۱۳۱- چند میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با غلظت $۰/۱۵ \text{ mol.L}^{-1}$ برای واکنش کامل با ۱/۷۵ گرم آهن با خلوص ۹۶ درصد لازم است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد؛ $\text{Fe} = ۵۶ \text{ g.mol}^{-1}$) (تهری ۹۴)

(۱) ۸۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۲۰۰



۱۳۲- اگر از تجزیه ۱۲۵ گرم NaHCO_3 ناخالص براساس معادله موازنه نشده: $\text{NaHCO}_3(s) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(s) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$ ، مجموعاً ۳۱/۲ لیتر فراورده گازی تولید شده باشد، درصد خلوص این ماده کدام است؟ (حجم مولی گازها را در شرایط آزمایش برابر با ۲۶ لیتر در نظر بگیرید.)
($\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

۸۰/۶۴ (۱) ۴۰/۳۲ (۲) ۶۰/۴۸ (۳) ۳۰/۲۴ (۴)

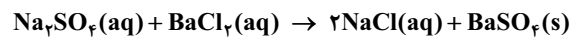
۱۳۳- مقداری ناخالصی را با ۹۰ گرم از ترکیب A مخلوط می‌کنیم تا یک نمونه ناخالص از این ماده به دست بیاید. اگر با افزودن ۹۰ گرم دیگر از ترکیب A به این مخلوط، درصد خلوص این ماده در مخلوط مورد نظر ۱/۲۵ برابر شود، مقدار ناخالصی موجود در این مخلوط برابر با چند گرم است؟

۳۰ (۱) ۴۰ (۲) ۶۰ (۳) ۱۱۰ (۴)

۱۳۴- مجموع جرم اتم‌های اکسیژن موجود در یک نمونه ناخالص از منگنز (IV) اکسید به جرم ۱۸۰ گرم، برابر با ۴۸ گرم است. درصد خلوص این نمونه از منگنز (IV) اکسید چه قدر بوده و از واکنش آن با محلول HCl براساس معادله موازنه نشده $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ، چند لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ ($\text{Mn} = 55, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

۱۶/۸ - ۷۲/۵ (۱) ۱۶/۸ - ۴۸/۳ (۲) ۳۳/۶ - ۷۲/۵ (۳) ۳۳/۶ - ۴۸/۳ (۴)

۱۳۵- یک نمونه ناخالص، دارای ۸۸ درصد جرمی Na_2SO_4 و ۱۰ درصد جرمی آب است. بر اثر جذب رطوبت، مقدار آب آن به ۲۰ درصد می‌رسد. درصد جرمی تقریبی این نمک در شرایط جدید کدام است و اگر جرم نمونه اولیه ۳۵/۵ گرم باشد، از واکنش کامل آن با باریم کلرید، چند گرم ماده نامحلول در آب تشکیل می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، ناخالصی با $\text{BaCl}_2(aq)$ واکنش نمی‌دهد. ($\text{Ba} = 137, \text{S} = 32, \text{Na} = 23, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$))



۵۱/۲۶ - ۷۸/۲ (۱) ۵۱/۲۶ - ۷۴/۹ (۲) ۸۵/۲۲ - ۷۸/۲ (۳) ۸۵/۲۲ - ۷۴/۹ (۴) (ریاضی دافل ۱۳۰۰)

۱۳۶- اگر در واکنش کامل ۱۰ گرم گرد آهن دارای ناخالصی زنگ آهن، با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید (H_2SO_4)، ۳/۳۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP آزاد شود، چند درصد جرم این نمونه را زنگ آهن تشکیل می‌دهد؟ (فراورده دیگر واکنش، سولفات فلز است و از واکنش ناخالصی‌ها با اسید، گاز تولید نمی‌شود.) ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

۱۲ (۱) ۱۴ (۲) ۱۶ (۳) ۱۸ (۴)

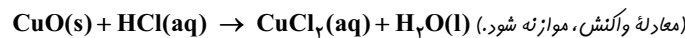
۱۳۷- اگر 3×10^{22} مولکول A_nD_m در یک نمونه با خلوص ۴۰ درصد از این ترکیب، جرمی معادل با ۲۲ گرم داشته باشد و 3×10^{21} مولکول از ترکیب A_mD_n در یک نمونه با خلوص ۵۰ درصد از این ترکیب نیز جرمی معادل با ۱/۸۴ گرم داشته باشد، مجموع مقادیر عددی n و m کدام است؟ ($\text{D} = 32, \text{A} = 28: \text{g.mol}^{-1}$)

۵ (۱) ۴ (۲) ۹ (۳) ۶ (۴)

۱۳۸- ۶۴ گرم آهن (III) اکسید ناخالص را در مجاورت با مقدار کافی گاز کربن مونوکسید قرار می‌دهیم تا به طور کامل مصرف شود. اگر طی این فرایند جرم مواد جامد موجود در ظرف به اندازه ۱۲ گرم کاهش پیدا کند، درصد خلوص نمونه آهن (III) اکسید اولیه کدام است؟ ($\text{Fe} = 56, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

۸۷/۵ (۱) ۷۵ (۲) ۶۲/۵ (۳) ۵۰ (۴)

۱۳۹- ۵ گرم از یک نمونه گرد مس (II) اکسید ناخالص را در مقدار کافی هیدروکلریک اسید وارد و گرم می‌کنیم تا واکنش کامل انجام پذیرد. اگر در این واکنش، ۰/۱ مول هیدروکلریک اسید مصرف شده باشد، چند گرم مس (II) کلرید تشکیل شده و درصد ناخالصی در این نمونه اکسید کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد. ($\text{Cu} = 64, \text{Cl} = 35.5, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)) (تبریزی دافل ۹۹)



۲۰ - ۶/۷۵ (۱) ۸۰ - ۶/۷۵ (۲) ۸۰ - ۵/۷۵ (۳) ۲۰ - ۵/۷۵ (۴)

۱۴۰- یک نمونه به جرم ۱۲۰ g از منیزیم اکسید با خلوص ۵۷٪ را با اضافه کردن مقداری منیزیم اکسید ۲۹٪ خالص، به نمونه‌ای از منیزیم اکسید با خلوص ۵۰٪ تبدیل می‌کنیم. مخلوط حاصل از این فرایند، با چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (ناخالصی‌ها با گاز CO_2 واکنش نمی‌دهند.) ($\text{O} = 16, \text{C} = 12: \text{g.mol}^{-1}$)

۲۲/۴ (۱) ۳۳/۶ (۲) ۴۴/۸ (۳) ۶۷/۲ (۴)

۱۴۱- پس از انداختن یک قطعه ۷۲ گرمی از آلومینیم ناخالص در ۵ لیتر محلول مس (II) سولفات، ۹۶ گرم فلز مس تولید شده است. درصد خلوص قطعه آلومینیمی برابر با چند درصد بوده و طی این فرایند، مجموع غلظت کاتیون‌های موجود در محلول به اندازه چند مول بر لیتر تغییر کرده است؟ ($\text{Cu} = 64, \text{Al} = 27: \text{g.mol}^{-1}$)

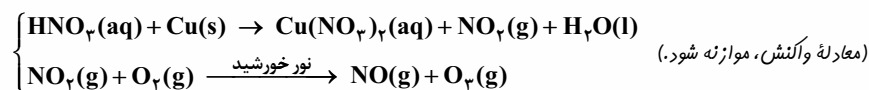
۰/۱ - ۲۵ (۱) ۰/۱ - ۳۷/۵ (۲) ۰/۰۵ - ۳۷/۵ (۳) ۰/۰۵ - ۲۵ (۴)

۱۴۲- در معدن مس سرچشمه، از واکنش میان مس (I) سولفید با گاز اکسیژن برای استخراج فلز مس استفاده می‌شود. اگر علاوه بر فلز مس، گاز SO_2 نیز در این واکنش تولید شود، به ازای مصرف شدن ۱۲۵ گرم مس (I) سولفید با خلوص ۸۰٪، چند لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید با چگالی $1/6 \text{ g.L}^{-1}$ به دست آمده و جرم این نمونه از گاز SO_2 ، با جرم چند مول گاز نئون برابر خواهد بود؟ ($\text{Cu} = 64, \text{S} = 32, \text{Ne} = 20, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

۲ - ۲۵ (۱) ۳ - ۳۷/۵ (۲) ۴ - ۲۵ (۳) ۶ - ۳۷/۵ (۴)



۱۴۳- بر پایه واکنش‌های زیر اگر ۶۳۰ گرم نیتریک اسید با خلوص ۸۰ درصد با فلز مس واکنش دهد، چند مول مس (II) نیترات تشکیل می‌شود و گاز اوزونی که از واکنش گاز NO_2 تولید شده در این فرایند با گاز اکسیژن به دست می‌آید، در شرایط STP، چند لیتر حجم دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید: $\text{O} = ۱۶, \text{N} = ۱۴, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$) (ریاضی دافل ۹۹)



۸۹/۶ - ۴ (۴) ۸۹/۶ - ۲ (۳) ۶۷/۲ - ۴ (۲) ۶۷/۲ - ۲ (۱)

۱۴۴- برای تولید ۲/۸ تن آهن از سنگ معدن Fe_2O_3 با خلوص ۵۰ درصد، مطابق واکنش: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ، با بازده ۸۰ درصد، چند تن از این سنگ معدن لازم است و گاز CO_2 حاصل را با چند کیلوگرم کلسیم اکسید می‌توان جذب کرد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $\text{Fe} = ۵۶, \text{Ca} = ۴۰, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲: \text{g.mol}^{-1}$) (ریاضی دافل ۹۹)

۴۲۰۰ - ۸ (۴) ۴۲۰۰ - ۱۰ (۳) ۳۲۵۰ - ۸ (۲) ۳۲۵۰ - ۱۰ (۱)

۱۴۵- ۱۷ گرم سدیم نیترات ناخالص را براساس معادله موازنه‌نشده: $\text{NaNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ اگر فرآورده جامد حاصل از این واکنش را در مقداری آب حل کرده و جرم محلول را با افزودن آب خالص به آن به ۲۰ kg برسانیم، غلظت یون سدیم در محلول حاصل برابر با ۱۸۴ ppm می‌شود. درصد خلوص نمونه سدیم نیترات اولیه کدام است؟ ($\text{Na} = ۲۳, \text{O} = ۱۶, \text{N} = ۱۴: \text{g.mol}^{-1}$)

۸۰ (۴) ۶۰ (۳) ۴۰ (۲) ۲۰ (۱)

۱۴۶- درصد جرمی اتانول در محلول الکلی استفاده‌شده برای از بین بردن ویروس کرونا، باید حداقل برابر با ۶۰٪ باشد. از تخمیر ۶۰۰ گرم گلوکز با خلوص ۷۲٪ برای تولید محلول اتانول ۸۰ درصد جرمی استفاده شده است. به این محلول الکلی، حداکثر چند میلی‌لیتر آب خالص می‌توان اضافه کرد به طوری که خاصیت ضدعفونی‌کنندگی خود را از دست ندهد؟ ($\text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۱۸۴ (۴) ۱۳۸ (۳) ۹۲ (۲) ۴۶ (۱)

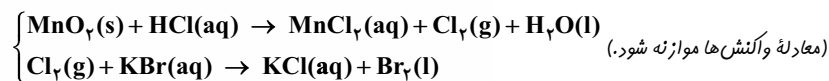
۱۴۷- نمونه‌ای به حجم $۳۷/۵ \text{ cm}^3$ از فلز منیزیم با خلوص ۸۰٪ و چگالی $۱/۶ \text{ g.cm}^{-3}$ در واکنش با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، چند لیتر گاز هیدروژن با چگالی $۰/۴ \text{ g.mL}^{-1}$ تولید کرده و شمار اتم‌های موجود در این نمونه گازی، چند برابر شمار اتم‌های موجود در یک نمونه ۶/۸ گرمی از گاز آمونیاک خواهد بود؟ ($\text{Mg} = ۲۴, \text{N} = ۱۴, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۲/۵، ۱۰ (۴) ۴، ۱۰ (۳) ۱/۲۵، ۵ (۲) ۲، ۵ (۱)

۱۴۸- یک نمونه خالص از پتاسیم نیترات به جرم ۵۰/۵ گرم براساس معادله موازنه‌نشده: $\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ تجزیه شده و به فرآورده جامد حاصل از آن، مقداری ناخالصی اضافه می‌کنیم. اگر درصد خلوص K_2O در ماده حاصل برابر با ۷۵/۵۸٪ باشد، جرم ناخالصی افزوده‌شده برابر با چند گرم است؟ ($\text{K} = ۳۹, \text{O} = ۱۶, \text{N} = ۱۴: \text{g.mol}^{-1}$)

۲۱/۵ (۴) ۱۶/۵ (۳) ۱۱/۵ (۲) ۶/۵ (۱)

۱۴۹- گاز آزادشده از واکنش کامل ۵۰ گرم از یک نمونه ناخالص منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید می‌تواند با ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار پتاسیم برمید واکنش دهد. درصد خلوص منگنز دی‌اکسید در این نمونه کدام است و در این فرایند، چند مول $\text{HCl}(\text{aq})$ مصرف شده است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $\text{Mn} = ۵۵, \text{O} = ۱۶: \text{g.mol}^{-1}$) (تهرنی قارچ از کشور ۹۹)



۱/۵ - ۸۷ (۴) ۱ - ۸۷ (۳) ۱/۵ - ۴۳/۵ (۲) ۱ - ۴۳/۵ (۱)

۱۵۰- ۸۰ گرم گاز هیدروژن کلرید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه کردن آب خالص به آن، به ۲ لیتر می‌رسانیم. اگر هر میلی‌لیتر از این محلول با ۰/۰۱ گرم آلومینیم با خلوص ۹۰٪ به طور کامل واکنش بدهد، درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید چه قدر بوده است؟ ($\text{Al} = ۲۷ \text{ g.mol}^{-1}$)

۵۷/۵۲ (۴) ۹۱/۲۵ (۳) ۴۵/۶۲ (۲) ۶۳/۷۵ (۱)

۱۵۱- ۸۰ گرم متانول با خلوص ۷۵٪ را براساس معادله $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ به طور کامل تجزیه کرده و گاز هیدروژن حاصل از آن را براساس معادله $\text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ با مقدار کافی مس (II) اکسید وارد واکنش می‌کنیم. در واکنش تجزیه متانول، چند گرم فرآورده قطبی تولید شده و طی این فرایند، چند گرم فلز مس به دست می‌آید؟ ($\text{Cu} = ۶۴, \text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۲۴۰، ۱۰۵ (۴) ۲۴۰، ۵۲/۵ (۳) ۱۲۰، ۱۰۵ (۲) ۱۲۰، ۵۲/۵ (۱)

۱۵۲- مقداری از گاز SO_3 با خلوص ۴۰٪ را براساس معادله موازنه‌نشده: $\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g})$ به طور کامل تجزیه می‌کنیم. جرم گاز اکسیژن تولیدشده طی این فرایند، چند برابر جرم گاز SO_3 ناخالص مصرف‌شده است؟ ($\text{S} = ۳۲, \text{O} = ۱۶: \text{g.mol}^{-1}$)

۰/۳۲ (۴) ۰/۲۴ (۳) ۰/۱۶ (۲) ۰/۰۸ (۱)



۹۳- گزینه ۳ عبارتهای **پ**، **ق** و **ت** درست هستند.

بررسی چهار عبارت: **ا** عناصر واسطه موجود در جدول تناوبی، همگی فلز بوده و در گروه‌های ۳ تا ۱۲ از این جدول قرار گرفته‌اند.

ب آرایش الکترونی یون‌های آهن (یون‌های Fe^{3+}) در یک نمونه از زنگ آهن (Fe_2O_3)، مشابه به آرایش الکترونی یون Mn^{2+} است.

پ گوگرد، نیتروژن و اکسیژن، از جمله نافلزهای موجود در دسته **p** جدول دوره‌ای هستند که به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.

ت محلول آهن (III) کلرید با محلول سدیم هیدروکسید واکنش داده و طی این فرایند، رسوب قرمز رنگ آهن (III) هیدروکسید تولید می‌شود.

۹۴- گزینه ۲ آرایش الکترونی $[Ar]3d^1 4s^1$ ، مربوط به مس است و همان‌طور که می‌دانیم، مس در مقایسه با آهن واکنش پذیری کم‌تری دارد.

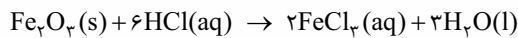
بررسی سایر گزینه‌ها: **ا** طلا، تنها عنصر فلزی است که به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد رنگ در لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

ب آهن، فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد. از این عنصر فلزی به عنوان کاتالیزگر فرایند هابر استفاده می‌شود.

د چهارمین عنصر موجود در گروه چهاردهم، قلع است. این عنصر سطحی درخشان داشته و همانند اورانیوم و تکنسیم (Tc^{99})، یک عنصر

فلزی محسوب می‌شود.

۹۵- گزینه ۱ واکنش آهن (III) اکسید با محلول هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش، جرم یون‌های Fe^{3+} تولیدشده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$? g Fe^{3+} = \frac{0}{100} g Fe_2O_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{160 \text{ g } Fe_2O_3} \times \frac{2 \text{ mol } FeCl_3}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{1 \text{ mol } Fe^{3+}}{1 \text{ mol } FeCl_3} \times \frac{56 \text{ g } Fe^{3+}}{1 \text{ mol } Fe^{3+}} = \frac{0}{100} \times 56 \text{ g}$$

با توجه به جرم یون‌های تولیدشده در این محلول، جرم کلی محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 700 = \frac{0}{100} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 800 \text{ g}$$

۹۶- گزینه ۱ عبارتهای **ا** و **ت** درست هستند.

بررسی چهار عبارت: **ا** با افزودن مقداری زنگ آهن به محلول هیدروکلریک اسید، زنگ آهن حل شده و یون‌های Fe^{3+} وارد محلول می‌شوند

و یک محلول زرد رنگ ایجاد می‌شود.

ب چون نقره واکنش پذیری کم‌تری دارد، در شرایط یکسان، یک نمونه از این فلز، در مقایسه با یک نمونه روی، در هوای مرطوب کندتر واکنش می‌دهد.

پ در فولاد مبارکه اصفهان، همانند سایر شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از واکنش Fe_2O_3 با کربن استفاده می‌شود.

ت با افزایش فعالیت شیمیایی عناصر فلزی، این عناصر میل بیشتری به ایجاد ترکیب داشته و ترکیب‌های آن‌ها پایدارتر از خودشان می‌شوند.

۹۷- گزینه ۱ فقط مقایسه چکش‌خواری عناصر مس و منیزیم به درستی انجام شده است.

بررسی چهار مورد: مورد اول: واکنش‌پذیری فلز مس در مقایسه با عنصر بعد از آن (فلز روی)، کم‌تر است؛ در حالی که واکنش‌پذیری منیزیم در

مقایسه با عنصری که پس از آن قرار می‌گیرد (آلومینیم)، بیشتر است.

مورد دوم: در بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی مس، ۱ الکترون و در بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی منیزیم، ۲ الکترون وجود دارد.

مورد سوم: عناصر مس و منیزیم، هر دو فلز بوده و قابلیت چکش‌خواری بالایی دارند.

مورد چهارم: فلز منیزیم با Fe_2O_3 وارد واکنش می‌شود؛ اما فلز مس با یک نمونه از Fe_2O_3 واکنش نمی‌دهد.

۹۸- گزینه ۱ فلزهای اصلی به طور کلی در مقایسه با مس واکنش‌پذیری بیشتری داشته و به همین خاطر، فلز مس نمی‌تواند فلز **M** را از ساختار

اکسید این فلز خارج کند. به عبارت دیگر، فلز مس با اکسید فلز **M** در شرایط طبیعی واکنش نخواهد داد. توجه داریم که گونه HX یک اسید

به شمار رفته و همان‌طور که می‌دانیم، فلز منیزیم با اسیدها واکنش داده و گاز هیدروژن آزاد می‌کند. البته گزینه سوم این سوال شاید یک کم‌گنگ و

ابهام‌دار باشه چون اگر فلز **M** معادل با یکی از فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی باشد، این فلز با آب واکنش می‌دهد، اما برخی از فلزهای اصلی مثل

قلع و سرب در دسته **p** جدول دوره‌ای قرار دارند و در شرایط اتاق با آب واکنش نمی‌دهند.





۹۹- گزینه ۲ علاوه بر کانی‌های زردرنگ گوگرد، عناصر سدیم، کلسیم و منگنز را نیز می‌توان در قالب کانی‌های سدیم کلرید، کلسیم کربنات و منگنز (II) کربنات در طبیعت یافت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ | معادله واکنش زنگ آهن با محلول هیدروکلریک اسید به صورت $2FeCl_3(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow Fe_2O_3(s) + 6HCl(aq)$ است.
- ۳ | واکنش $CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$ به طور طبیعی انجام می‌شود؛ پس واکنش دهنده‌های آن در مقایسه با فرآورده‌ها واکنش پذیرتر هستند.
- ۴ | مس واکنش پذیری کمتری داشته و یک قطعه از آن، در مقایسه با یک قطعه از فلز آهن، با سرعت و شدت کمتری با گاز کلر وارد واکنش شیمیایی می‌شود.

۱۰۰- گزینه ۱ فقط عبارت **ب** درست است.

بررسی چهار عبارت:

- ۱ | گوگرد، یک عنصر نافلزی است که به صورت آزاد در طبیعت وجود دارد و در دمای اتاق، به صورت بلورهای زردرنگ جامد دیده می‌شود.
- ۲ | محلول مس (II) سولفات، آبی‌رنگ بوده و براساس معادله $CuSO_4(aq) + Fe(s) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$ با یک میخ آهنی واکنش می‌دهد.
- ۳ | چون واکنش پذیری سدیم بیشتر از کربن است، از کربن نمی‌توان برای استخراج فلز سدیم از ساختار Na_2O استفاده کرد.
- ۴ | پس از افزودن محلول آهن (III) کلرید به محلولی از نقره نیترات، یون‌های کلرید و یون‌های نقره با یکدیگر واکنش داده یک رسوب سفیدرنگ با فرمول شیمیایی $AgCl(s)$ در محلول ایجاد می‌شود.

۱۰۱- گزینه ۴ واکنش اکسیدهای آهن با محلول هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



جرم هر یک از اکسیدهای موجود در این نمونه را برابر با x گرم در نظر گرفته و حجم محلول هیدروکلریک اسید مصرف‌شده در هر واکنش را

محاسبه می‌کنیم. Fe_2O_3 با x گرم هیدروکلریک اسید L : $x \text{ g } Fe_2O_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{160 \text{ g } Fe_2O_3} \times \frac{6 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{1 \text{ L هیدروکلریک اسید}}{5 \text{ mol } HCl} = \frac{3x}{40} L$

FeO با x گرم هیدروکلریک اسید L : $x \text{ g } FeO \times \frac{1 \text{ mol } FeO}{72 \text{ g } FeO} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } FeO} \times \frac{1 \text{ L هیدروکلریک اسید}}{5 \text{ mol } HCl} = \frac{x}{18} L$

طی این فرایند، در مجموع $18/8$ لیتر محلول هیدروکلریک اسید مصرف شده است؛ پس داریم:

$$18/8 L = \frac{3x}{40} L + \frac{x}{18} L \Rightarrow x = 144 \text{ g} = \text{جرم هر یک از اکسیدهای آهن در مخلوط اولیه}$$

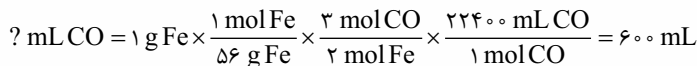
در مرحله بعد، باید جرم رسوب‌های $Fe(OH)_2$ و $Fe(OH)_3$ تولیدشده را محاسبه کنیم. می‌دانیم که به ازای مصرف شدن هر مول Fe_2O_3 ، دو مول $Fe(OH)_3$ تولید شده و به ازای مصرف شدن هر مول FeO نیز یک مول $Fe(OH)_2$ تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$? \text{ g } Fe(OH)_3 = 144 \text{ g } Fe_2O_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{160 \text{ g } Fe_2O_3} \times \frac{2 \text{ mol } Fe(OH)_3}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{107 \text{ g } Fe(OH)_3}{1 \text{ mol } Fe(OH)_3} = 192/6 \text{ g}$$

$$? \text{ g } Fe(OH)_2 = 144 \text{ g } FeO \times \frac{1 \text{ mol } FeO}{72 \text{ g } FeO} \times \frac{1 \text{ mol } Fe(OH)_2}{1 \text{ mol } FeO} \times \frac{90 \text{ g } Fe(OH)_2}{1 \text{ mol } Fe(OH)_2} = 180 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، مجموع جرم رسوب‌های حاصل از این فرایند برابر با $372/6$ گرم می‌شود.

۱۰۲- گزینه ۲ معادله واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

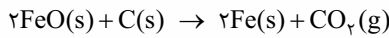
- ۱ | گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده طی این فرایند، برخلاف گاز کربن مونوکسید مصرف‌شده، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است.
- ۳ | از آهن (III) اکسید جامد مصرف‌شده در این واکنش، به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.
- ۴ | با انجام شدن این واکنش، به ازای مصرف هر مول آهن (III) اکسید جامد (معادل با 160 گرم آهن (III) اکسید)، 2 مول آهن (معادل با 112 گرم آهن) تولید شده و به اندازه جرم 3 مول اتم اکسیژن (معادل با 48 گرم اکسیژن) از جرم مواد جامد موجود در ظرف کاسته می‌شود.
- ۱۰۳- گزینه ۱ چون واکنش‌پذیری روی بیشتر از آهن است، تأمین شرایط لازم برای نگهداری این فلز، سخت‌تر از تأمین شرایط لازم برای نگهداری آهن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲ | چون واکنش‌پذیری روی بیشتر از آهن است، می‌توان گفت اتم‌های فلز روی در مقایسه با اتم‌های آهن میل بیشتری به تشکیل کاتیون‌های باردار دارند.
- ۳ | هر فلزی که واکنش‌پذیری بیشتری داشته باشد، در هوای مرطوب با سرعت بیشتری واکنش می‌دهد.
- ۴ | چون سدیم از آهن و روی واکنش‌پذیرتر است، برای استخراج آهن از ترکیبات حاوی آن، همانند استخراج روی از ترکیبات حاوی آن، می‌توان از سدیم استفاده کرد.



۱۰۴- گزینه ۱ چون سدیم از کربن واکنش پذیرتر است، سدیم اکسید با کربن واکنش نمی دهد. آهن (II) اکسید نیز براساس معادله زیر با کربن واکنش می دهد:



با توجه به حجم گاز کربن دی اکسید، مقدار آهن (II) اکسید و سدیم اکسید موجود در مخلوط را محاسبه می کنیم.

$$? \text{ g FeO} = 336 \text{ mL CO}_2 \times \frac{1 \text{ L CO}_2}{1000 \text{ mL CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 \text{ L CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol FeO}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{72 \text{ g FeO}}{1 \text{ mol FeO}} = 2/16 \text{ g}$$

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم Na}_2\text{O} + \text{جرم FeO} \Rightarrow 6/5 = \text{جرم Na}_2\text{O} + 2/16 \Rightarrow \text{جرم Na}_2\text{O} = 4/34 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، در این مخلوط ۲/۱۶ گرم FeO (معادل با ۰/۰۳ مول FeO) و ۴/۳۴ گرم Na₂O (معادل با ۰/۰۷ مول Na₂O) وجود دارد. بر این اساس، می توان گفت در مخلوط موردنظر ۰/۰۳ مول یون Fe^{۲+}، ۰/۱۴ مول یون Na⁺ و ۰/۱ مول یون O^{۲-} وجود دارد؛ پس

$$\frac{\text{شمار مول کاتیونها}}{\text{شمار مول آنیونها}} = \frac{0/03 \text{ mol} + 0/14 \text{ mol}}{0/1 \text{ mol}} = 1/7$$

داریم:

۱۰۵- گزینه ۲ معادله واکنش ترمیت به صورت $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Al}(s) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Fe}(l)$ است. بر این اساس، عبارت های **I** و **پ** نادرست است.

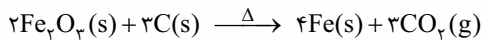
بررسی چهار عبارت: **I** چون واکنش ترمیت به صورت طبیعی انجام می شود؛ پس می توان گفت آهن تولیدشده در این واکنش در مقایسه با آلومینیم مصرف شده در آن واکنش پذیری کمتری داشته و با محلول های اسیدی نیز با شدت کمتری واکنش می دهد.

ب چون آلومینیم واکنش پذیری بیشتری دارد، استخراج آن از Al_2O_3 ، دشوارتر از استخراج آهن از Fe_2O_3 است.

پ مجموع ضرایب واکنش دهنده ها در واکنش ترمیت، کم تر از مجموع ضرایب واکنش دهنده ها در واکنش $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ است.

ت به ازای تولید هر مول آهن مذاب در واکنش ترمیت، یک مول آلومینیم (معادل با ۲۷ گرم فلز آلومینیم) به طور کامل مصرف می شود.

۱۰۶- گزینه ۲ معادله واکنش انجام شده به صورت مقابل است:



با توجه به معادله این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول آهن (III) اکسید، ۳ مول گاز کربن دی اکسید (معادل با ۱۳۲ گرم گاز کربن دی اکسید) و ۴ مول آهن (معادل با ۲۲۴ گرم آهن) تولید می شود؛ پس تفاوت جرم فراورده های تولیدشده به ازای مصرف ۲ مول آهن (III) اکسید، برابر ۹۲ گرم است. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ g Fe}_2\text{O}_3 = 18/4 \text{ g} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{92 \text{ g}} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 64 \text{ g}$$

به طریق مشابه، می توان به دست آورد که در این واکنش، مقدار ۰/۶ مول گاز کربن دی اکسید تولید می شود. این گاز براساس معادله $\text{MgO}(s) + \text{CO}_2(g) \rightarrow \text{MgCO}_3(s)$ با منیزیم اکسید واکنش می دهد، پس می توان گفت با مصرف ۰/۶ مول گاز CO_2 در این واکنش، مقدار ۰/۶ مول منیزیم اکسید (معادل با ۲۴ گرم منیزیم اکسید) مصرف می شود.

۱۰۷- گزینه ۲ تیتانیوم، دومین فلز واسطه موجود در جدول تناوبی بوده و واکنش پذیری آن کم تر از واکنش پذیری فلز منیزیم است. به همین خاطر با استفاده از منیزیم، می توان تیتانیوم را از ترکیبات حاوی این عنصر (مثل تیتانیوم (IV) کلرید) استخراج کرد.

بررسی سایر گزینه ها: **۱** چون سدیم نسبت به آهن واکنش پذیری بیشتری دارد، تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری این عنصر سخت تر از تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری آهن است.

۳ چون دسترسی به کربن آسان تر از سدیم بوده و استفاده از این عنصر صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه برای استخراج آهن از کربن استفاده می شود.

۴ مس، عنصری از گروه فلزهای واسطه بوده و همانند طلا، نقره و پلاتین، نمونه هایی از آن به شکل آزاد در طبیعت وجود دارد.

۱۰۸- گزینه ۲ عبارت های **ب** و **ت** درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

I فرمول شیمیایی زنگ آهن به صورت Fe_2O_3 است. در این ماده، یون Fe^{3+} وجود دارد.

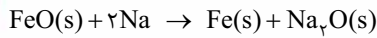
ب مس، در مقایسه با آهن واکنش پذیری کمتری داشته و به همین خاطر، این فلز با اکسیدهای آهن واکنش نمی دهد.

پ از واکنش آهن با HCl ، نمک FeCl_2 به دست می آید، در حالی که از واکنش زنگ آهن (Fe_2O_3) با هیدروکلریک اسید، نمک FeCl_3 تولید می شود.

ت در واکنش موردنظر، به ازای مصرف هر مول FeCl_2 ، یک مول رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_2$ تولید می شود. بر این اساس، می توان گفت طی واکنش ۰/۵ مول FeCl_2 با مقدار کافی سدیم هیدروکسید، مقدار ۰/۵ مول $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (معادل با ۵/۳۵ گرم $\text{Fe}(\text{OH})_2$) تولید می شود. از این واکنش، برای تشخیص نوع کاتیون موجود در زنگ آهن استفاده می شود.



۱۰۹- گزینه ۱ واکنش FeO با واکنش پذیرترین فلز موجود در تناوب سوم (سدیم)، به صورت زیر است:



$$? \text{ g Fe} = 1 \text{ mol Na} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 28 \text{ g}$$

$$? \text{ g Fe} = 28 \text{ g Fe} \times \frac{100 \text{ g آلیاژ}}{35 \text{ g Fe}} = 80 \text{ g}$$

در رابطه با جرم آلیاژ فلزی تولیدشده طی این فرایند، داریم:

۱۱۰- گزینه ۴ واکنش انجام شده به صورت $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{FeSO}_4(\text{aq})$ است. با توجه به معادله این واکنش، عبارت‌های ۱، ۲ و ۳ نادرست هستند.

بررسی پنج عبارت:

۱ به ازای خروج هر یون مس (II) از محلول، یک یون آهن (II) وارد محلول می‌شود؛ بنابراین مجموع تعداد یون‌های موجود در این محلول ثابت می‌ماند.

۲ با انجام شدن این واکنش، به ازای مصرف X مول فلز آهن (معادل با ۵۶X گرم آهن)، X مول فلز مس (معادل با ۶۴X گرم فلز مس) تولید می‌شود؛ بنابراین جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به ازای مصرف X مول فلز آهن، به اندازه ۸X گرم افزایش پیدا می‌کند.

۳ در این واکنش یون آهن (II) تولید می‌شود. این کاتیون‌های آهن در واکنش با محلول سدیم هیدروکسید، رسوب سبزرنگ تشکیل می‌دهند.

۴ با توجه به انجام پذیر بودن این واکنش، می‌توان گفت واکنش پذیری واکنش دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است؛ بنابراین واکنش پذیری فلز مس کمتر از فلز آهن خواهد بود. در چنین حالتی، شرایط نگهداری فلز آهن از شرایط نگهداری فلز مس دشوارتر خواهد بود.

۵ کاتیون Co^{3+} ، همانند کاتیون Fe^{2+} ، دارای ۲۴ الکترون بوده و آرایش الکترونی آن به $3d^6$ ختم می‌شود.

۱۱۱- گزینه ۳ عبارت‌های ۱، ۲ و ۳ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

۱ از میان فلزهای Na ، Cu و Zn ، سدیم یک فلز قلیایی بوده و در شرایط یکسان، اتم‌های آن تمایل بیشتری برای تبدیل شدن به کاتیون دارند.

۲ عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی، سیلیسیم است. این عنصر را با استفاده از مقداری کربن، می‌توان از ساختار ترکیب $\text{SiO}_2(\text{s})$ خارج کرد.

۳ پتاسیم، دارای ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های p خود بوده و تمایل آن برای انجام واکنش‌های شیمیایی در مقایسه با آهن بیشتر است.

۴ از میان عناصر سدیم و کربن، واکنش پذیری عنصری که شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد (سدیم)، بیشتر از عنصر دیگر است.

۱۱۲- گزینه ۱ با توجه به اطلاعات داده شده، جرم مولی آنیون A را محاسبه می‌کنیم. اگر جرم مولی CuA_x برابر با X گرم بر مول باشد، داریم:

$$4 / 55 \text{ g CuA}_x = 0 / 1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید} \times \frac{0 / 5 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1 \text{ mol CuA}_x}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{x \text{ g CuA}_x}{1 \text{ mol CuA}_x} \Rightarrow x = 182$$

بر این اساس، می‌توان گفت جرم مولی ترکیب CuA_x برابر با ۱۸۲ گرم بر مول است؛ پس جرم مولی آنیون A^- برابر با ۵۹ گرم بوده و این آنیون معادل با یون استات (CH_3COO^-) است. توجه داریم که جرم مولی یون نیترات (NO_3^-) برابر با ۶۲ گرم بر مول است. در قدم بعد، جرم مس (II) هیدروکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Cu(OH)}_2 = 0 / 1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید} \times \frac{0 / 5 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1 \text{ mol Cu(OH)}_2}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{98 \text{ g Cu(OH)}_2}{1 \text{ mol Cu(OH)}_2} = 2 / 45$$

۱۱۳- گزینه ۴ در معدن مس سرچشمه، از واکنش $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$ ، برای استخراج فلز مس از سنگ معدن آن استفاده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش یکی از اکسیدهای قطبی گوگرد به عنوان فرآورده تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ تیتانیم فلزی محکم است که چگالی کم و مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارد. از این فلز واسطه برای تولید بدنه دوچرخه استفاده می‌شود.

۲ چون منیزیم از روی واکنش پذیرتر است، واکنش $\text{Mg(s)} + \text{ZnO(s)} \rightarrow \text{MgO(s)} + \text{Zn(s)}$ به طور طبیعی انجام می‌شود.

۳ فرمول شیمیایی رسوب سبز ایجادشده طی واکنش محلولی از FeCl_3 با محلول سدیم هیدروکسید، به صورت Fe(OH)_3 است. نسبت شمار عنصرها به شمار اتم‌ها در این ترکیب، برابر ۰/۶ است.

۱۱۴- گزینه ۳ عبارت‌های ۱، ۲ و ۳ درست هستند.

بررسی چهار عبارت: ۱ چون آهن واکنش پذیری بیشتری دارد، در شرایط یکسان، استخراج آهن از ترکیبات حاوی این عنصر، سخت‌تر از استخراج نقره از ترکیبات حاوی آن است.

۲ سیلیسیم، یک عنصر شبه‌فلزی بوده و در حالت جامد، سطحی درخشان دارد. واکنش پذیری سیلیسیم، کم‌تر از کربن و واکنش پذیری کربن نیز کم‌تر از سدیم است؛ پس می‌توان گفت سیلیسیم در مقایسه با سدیم واکنش پذیری کم‌تری داشته و استخراج آن از SiO_2 ، راحت‌تر از استخراج سدیم از سدیم اکسید است.

پ Cu_2S ، سولفیدی از مس است که در معدن مس سرچشمه مصرف می‌شود. آرایش الکترونی مس در این ماده، به زیرلایه $3d^1$ ختم می‌شود.
ت اسکاندیم، عنصری است که در آن شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ آن دو برابر شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ است. این عنصر، در توزیون‌های رنگی یافت می‌شود.

ث آب و کربن مونوکسید، بر اثر سوختن ناقص پروپان تولید می‌شوند. گاز CO دمای جوش پایین‌تری داشته و در واکنش با Fe_2O_3 ، فلز آهن را از ساختار این ماده خارج می‌کند.

۱۱۵- گزینه ۴ در قدم اول، شمار اتم‌های هیدروژن موجود در آمونیاک را محاسبه می‌کنیم.

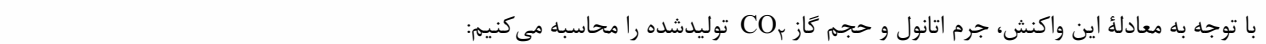
$$? \text{ mol H} = 11/2 \text{ NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{22/4 \text{ L NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol NH}_3} = 1/5 \text{ mol}$$

در مرحله بعد، جرم منیزیم سولفات خالص را به دست آورده و پس از آن، درصد خلوص این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ g MgSO}_4 = 1/5 \text{ mol S} \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{1 \text{ mol S}} \times \frac{120 \text{ g MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 180 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{180}{200} \times 100 = 90 \text{ درصد}$$

۱۱۶- گزینه ۱ واکنش تخمیر گلوکز به صورت مقابل است:



با توجه به معادله این واکنش، جرم اتانول و حجم گاز CO_2 تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} = 250 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 57/5 \text{ g}$$

$$? \text{ L CO}_2 = 250 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{44 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 28 \text{ L}$$

۱۱۷- گزینه ۳ هر اتم آهن در واکنش با محلول هیدروکلریک اسید، ۲ الکترون از دست داده و یون Fe^{2+} را تولید می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزودن ۲۸ گرم ناخالصی به ۲ مول آهن خالص (معادل با ۱۱۲ گرم آهن خالص)، نمونه‌ای از این فلز با خلوص ۸۰٪ ایجاد می‌شود. در این

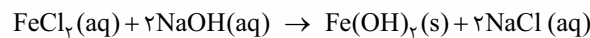
$$\text{رابطه داریم: } \text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم ناخالصی} + \text{جرم آهن}} \times 100 = \frac{112}{112 + 28} \times 100 = 80 \text{ درصد}$$

۲ یکی از راه‌های تهیه سوخت‌های سبز، استفاده از تخمیر بقایای گیاهانی مانند نیسکر، سیب‌زمینی و ذرت به منظور تولید اتانول است.

۴ اگر در یک واکنش شیمیایی از واکنش‌دهنده‌های ناخالص استفاده کنیم، در مقایسه با استفاده از واکنش‌دهنده‌های خالص، به جرم بیشتری

از این مواد نیاز است.

۱۱۸- گزینه ۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



در قدم اول، جرم رسوب تولیدشده طی این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Fe}(\text{OH})_2 = 4 \text{ L سدیم هیدروکسید} \times \frac{0/2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{90 \text{ g Fe}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2} = 3/6 \text{ g}$$

در مرحله بعد، جرم آهن (II) کلرید مصرف‌شده و درصد خلوص این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g FeCl}_2 = 4 \text{ L سدیم هیدروکسید} \times \frac{0/2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_2}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{127 \text{ g FeCl}_2}{1 \text{ mol FeCl}_2} = 5/08 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{5/08}{20} \times 100 = 25/4 \text{ درصد}$$

۱۱۹- گزینه ۴ در قدم اول، جرم منیزیم سولفات خالص مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص نهایی} = \frac{(\text{خلوص نمونه دوم} \times \text{جرم نمونه دوم}) + (\text{خلوص نمونه اول} \times \text{جرم نمونه اول})}{\text{جرم نمونه دوم} + \text{جرم نمونه اول}} \Rightarrow 60 = \frac{(100 \times 20) + (x \times 100)}{100 + x} \Rightarrow x = 100 \text{ g}$$

در مرحله بعد، شمار اتم‌های اکسیژن موجود در هر گرم از نمونه نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ اتم O} = 1 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{60 \text{ g MgSO}_4}{100 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol MgSO}_4} \times \frac{6/2 \times 10^{23} \text{ اتم O}}{1 \text{ mol O}} = 1/204 \times 10^{23} \text{ اتم O}$$





۱۲۰- گزینه ۲ اگر جرم اولیه ماده رادیواکتیو موردنظر را برابر با X گرم در نظر بگیریم، پس از گذشتن ۲ ساعت (معادل با ۴ نیم‌عمر) از ابتدای کار، $\frac{X}{16}$ گرم از این ماده در مخلوط موردنظر باقی‌مانده و $\frac{15X}{16}$ گرم از آن واپاشیده می‌شود. با توجه به کاهش جرم مخلوط موردنظر، می‌توانیم جرم اولیه ماده رادیواکتیو (X) را به دست بیاوریم.

$$\text{جرم ماده واپاشیده شده} = \text{کاهش جرم مخلوط} \Rightarrow 140 \text{ g} - 87/5 \text{ g} = \frac{15X}{16} \Rightarrow 52/5 \text{ g} = \frac{15X}{16} \Rightarrow X = 56 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در نمونه ۱۴۰ گرمی اولیه، ۵۶ گرم ماده رادیواکتیو وجود داشته است. بر این اساس، می‌توان گفت که پس از گذشتن ۳۰ دقیقه (معادل با ۱ نیم‌عمر) از ابتدای کار، جرم ماده رادیواکتیو از ۵۶ گرم به ۲۸ گرم رسیده و جرم کل مخلوط موردنظر نیز از ۱۴۰ گرم به ۱۱۲ گرم می‌رسد؛ پس داریم:

$$25 = \frac{28}{112} \times 100 = \frac{\text{جرم ماده رادیواکتیو}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100$$

۱۲۱- گزینه ۴ معادله موازنه‌شده واکنش موردنظر به صورت مقابل است:

با توجه به معادله این واکنش، جرم کلسیم کربنات تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

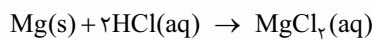
$$12/5 \text{ g} = \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{80 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCN}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCN}_2}{100 \text{ g CaCN}_2} \times \text{ناخالص } \text{CaCO}_3 \text{ g}$$

۱۲۲- گزینه ۱ معادله واکنش موردنظر به صورت مقابل است:

با توجه به معادله این واکنش شیمیایی، داریم:

$$5/71 \text{ g} = \frac{100 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3}{80 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{122 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3}{8 \text{ mol HF}} \times \frac{3 \text{ mol HF}}{42 \text{ g NaF}} \times \text{ناخالص } \text{Na}_2\text{SiO}_3 \text{ g}$$

۱۲۳- گزینه ۳ نقره برخلاف منیزیم با محلول اسید HCl واکنش نمی‌دهد. واکنش انجام‌شده میان منیزیم و این اسید به صورت زیر است:



غلظت اسید با حجم ۰/۲ لیتر، ۰/۵ مول بر لیتر کاهش می‌یابد؛ پس مقدار اسید مصرف‌شده برابر با ۰/۱ مول است. بر این اساس می‌توان گفت در نمونه موردنظر ۰/۵ مول فلز منیزیم (معادل ۱/۲ گرم فلز منیزیم) وجود دارد. درصد جرمی نقره در این ماده برابر است با:

$$\%88 = \frac{8/8}{10} \times 100 = \frac{\text{جرم نقره}}{\text{جرم کل}} \times 100$$

۱۲۴- گزینه ۳ معادله واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

درصد خلوص منیزیم اکسید و کربن دی‌اکسید مصرف‌شده را به ترتیب برابر با X و Y و جرم هر ماده را برابر با m در نظر گرفته و نسبت میان درصد خلوص این مواد را به دست می‌آوریم.

$$\frac{y}{x} = 1/1 \Rightarrow \frac{\text{ناخالص } \text{CO}_2 \text{ g}}{y \text{ CO}_2} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{40 \text{ g MgO}} \times \frac{1 \text{ mol MgO}}{100 \text{ g MgO}} \times \frac{x \text{ g MgO}}{\text{ناخالص } \text{MgO} \text{ g}} = \frac{m \text{ g MgO}}{\text{ناخالص } \text{MgCO}_3 \text{ g}}$$

برای محاسبه نسبت میان درصد خلوص این مواد با استفاده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{m \times \frac{y}{100}}{1 \times 44} = \frac{m \times \frac{x}{100}}{1 \times 40} \Rightarrow \frac{y}{x} = 1/1$$

۱۲۵- گزینه ۳ با توجه به درصد خلوص منیزیم سولفات، با ریختن X گرم از این ماده ناخالص در آب، $8X$ گرم منیزیم سولفات وارد محلول می‌شود. بر این اساس، جرم منیزیم سولفات ناخالص مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$24 = \frac{8X}{105 + X} \times 100 \Rightarrow X = 450 \text{ g}$$

منیزیم سولفات براساس معادله $\text{MgSO}_4\text{(aq)} + 2\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2\text{(s)} + \text{Na}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$ ، با محلول سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد. با توجه به جرم منیزیم سولفات ناخالص حل‌شده در محلول (۴۵۰ گرم)، حجم محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$24 = \frac{1 \text{ L NaOH}}{25 \text{ mol NaOH}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol MgSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{80 \text{ g MgSO}_4}{100 \text{ g MgSO}_4} \times \text{محلول NaOH} \text{ L}$$

۱۲۶- گزینه ۳ می‌دانیم که در شرایط استاندارد، حجم هر مول از گازهای مختلف برابر با ۲۲/۴ لیتر است. از آنجا که حجم مخلوط گازی داده‌شده برابر با ۴۴/۸ لیتر است، پس می‌توان گفت این مخلوط مجموعاً شامل ۲ مول گاز می‌شود. اگر شمار مول‌های گاز اکسیژن موجود در این مخلوط را برابر با X مول در نظر بگیریم، شمار مول‌های گاز نیتروژن برابر با $2 - X$ مول می‌شود. با توجه به جرم این مخلوط گازی، مقدار X را محاسبه می‌کنیم.

$$62/5 \text{ g} = (x \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2}) + ((2 - x) \text{ mol N}_2 \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2}) \Rightarrow x = \frac{13}{8} \text{ mol}$$





با توجه به محاسبات انجام شده، در این مخلوط گازی $\frac{12}{8}$ مول گاز اکسیژن (معادل با ۵۲ گرم گاز اکسیژن) و $\frac{3}{8}$ مول گاز نیتروژن (معادل با ۱۰/۵ گرم گاز نیتروژن) وجود دارد. با توجه به جرم هر گاز و جرم کلی مخلوط، درصد جرمی گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{52 \text{ g}}{62/5 \text{ g}} \times 100 = 83/2$$

۱۲۷- گزینه ۲ در قدم اول، باید حجم مولی گازها را در شرایط حاکم بر کیسول محاسبه کنیم:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{22/4} = \frac{1}{100} \times \frac{273+0}{273+0} \Rightarrow V_2 = 2/24 \text{ L}$$

یک نمونه ۲/۲۴ لیتری از گازهای موجود در کیسول را در نظر گرفته و درصد جرمی گاز نیتروژن موجود در این نمونه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم مخلوط گازی} = 2/24 \text{ L} \times 20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 44/8 \text{ g}$$

$$\text{جرم گاز نیتروژن} = 2/24 \text{ L} \times \frac{90 \text{ L } N_2}{100 \text{ L مخلوط گازی}} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{2/24 \text{ L } N_2} \times \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 25/2 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی گاز نیتروژن} = \frac{\text{جرم گاز نیتروژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{25/2 \text{ g}}{44/8 \text{ g}} \times 100 = 56/25$$

۱۲۸- گزینه ۴ با توجه به غلظت نهایی یون NO_3^- ، جرم کلسیم نیترات موجود در نمونه ناخالص را محاسبه کرده و درصد خلوص این ماده را

به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Ca(NO}_3)_2 = 200 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ ml محلول}} \times \frac{0/25 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Ca(NO}_3)_2}{2 \text{ mol NO}_3^-} \times \frac{164 \text{ g Ca(NO}_3)_2}{1 \text{ mol Ca(NO}_3)_2} = 4/1 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{4/1 \text{ g}}{8 \text{ g}} \times 100 = 51/25$$

۱۲۹- گزینه ۴ معادله واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

با توجه به معادله این واکنش، جرم گاز کربن مونوکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CO} = 1800 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{40 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{28 \text{ g CO}}{1 \text{ mol CO}} \times \frac{100 \text{ g CO}}{84 \text{ g CO}} = 450 \text{ g}$$

برای به دست آوردن جرم گاز کربن مونوکسید مورد نیاز با استفاده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{درصد خلوص}}{100} = \frac{\text{جرم } \text{CO} \times \text{درصد خلوص}}{100} \Rightarrow \frac{1800 \times 40}{1 \times 160} = \frac{x \times 84}{3 \times 28} \Rightarrow x = 450 \text{ g}$$

با مصرف ۴۵۰ گرم گاز CO با خلوص ۸۴٪ (معادل با ۱۳/۵ مول گاز CO خالص) در واکنش مورد نظر، مقدار ۱۳/۵ مول گاز CO_2 در این

واکنش تولید خواهد شد. معادله سوختن گاز متان به صورت $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ است، پس داریم:

$$? \text{ g CH}_4 = 13/5 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 216 \text{ g}$$

۱۳۰- گزینه ۲ تنها فراورده‌ای از واکنش تجزیه کلسیم کربنات که به حالت گاز بوده و از سامانه واکنش خارج می‌شود، گاز کربن دی‌اکسید

است؛ پس کاهش جرم مواد موجود در ظرف واکنش را می‌توان برابر با جرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در نظر گرفت. در این شرایط، داریم:

$$? \text{ g CaCO}_3 = 6/6 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 15 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{15 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100 = 25$$

۱۳۱- گزینه ۳ هیدروکلریک اسید براساس معادله $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ با آهن واکنش می‌دهد؛ پس داریم:

$$? \text{ mL محلول} = 1/75 \text{ g Fe} \times \frac{96 \text{ g Fe}}{100 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{0/15 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} = 400 \text{ mL}$$





۱۳۲- گزینه ۱ معادله واکنش انجام شده به صورت $2\text{NaHCO}_3(s) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(s) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$ است. با توجه به معادله این

واکنش، بر اثر تجزیه ۲ مول سدیم هیدروژن کربنات جامد، ۱ مول گاز کربن دی اکسید (معادل با ۲۶ لیتر گاز کربن دی اکسید) و ۱ مول بخار آب (معادل با ۲۶ لیتر بخار آب) تولید می شود. به عبارت دیگر، بر اثر تجزیه ۲ مول سدیم هیدروژن کربنات، در مجموع ۵۲ لیتر فرآورده گازی تولید می شود؛ پس داریم:

$$? \text{ g NaHCO}_3 = 31/2 \text{ L گاز} \times \frac{2 \text{ mol NaHCO}_3}{52 \text{ L گاز}} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 100/8 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{100/8 \text{ g}}{125 \text{ g}} \times 100 = 80/64 \text{ درصد}$$

۱۳۳- گزینه ۳ جرم ناخالصی افزوده شده به ترکیب A را برابر با X گرم در نظر می گیریم. در این شرایط، داریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \begin{cases} \text{درصد خلوص اولیه ماده A} = \frac{90}{90+X} \times 100 \\ \text{درصد خلوص ثانویه ماده A} = \frac{90+90}{90+90+X} \times 100 \end{cases}$$

$$A \text{ درصد خلوص اولیه ماده A} \times 1/25 = A \text{ درصد خلوص ثانویه ماده A} \Rightarrow \frac{90}{90+X} \times 100 \times 1/25 = \frac{90+90}{90+90+X} \times 100 \Rightarrow X = 60 \text{ g}$$

۱۳۴- گزینه ۳ در قدم اول، با توجه به جرم اتم های اکسیژن، جرم منگنز (IV) اکسید را محاسبه کرده و درصد خلوص این ماده را به دست می آوریم:

$$? \text{ g MnO}_2 = 48 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16 \text{ g O}} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{2 \text{ mol O}} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 130/5 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{130/5 \text{ g}}{180 \text{ g}} \times 100 = 72/5 \text{ درصد}$$

در قدم دوم، حجم گاز کلر تولید شده در واکنش $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ L Cl}_2 = 130/5 \text{ g MnO}_2 \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{87 \text{ g MnO}_2} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{22/4 \text{ L Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 33/6 \text{ L}$$

۱۳۵- گزینه ۱ یک نمونه ۱۰۰ گرمی از ماده اولیه که شامل ۸۸ گرم نمک و ۱۰ گرم آب می شود را در نظر می گیریم. اگر X گرم آب به این نمونه

افزوده شود، درصد جرمی آب در آن به ۲۰٪ می رسد. بر این اساس، داریم:

$$20 = \frac{10+X}{100+X} \times 100 \Rightarrow X = 12/5$$

بر این اساس، درصد جرمی نمک را در نمونه جدید ایجاد شده محاسبه می کنیم:

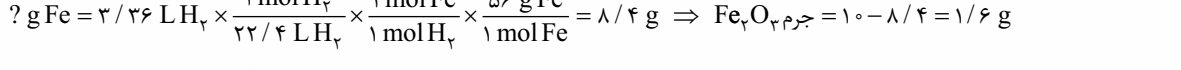
$$? \text{ g BaSO}_4 = 35/5 \text{ g نمونه} \times \frac{88 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{112/5 \text{ g نمونه}} \times 100 = 78/2 \text{ درصد جرمی نمک}$$

در قدم بعد، جرم رسوب باریوم سولفات ایجاد شده را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g BaSO}_4 = 35/5 \text{ g نمونه} \times \frac{88 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g نمونه}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 51/26 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم رسوب تولید شده برابر با ۵۱/۲۶ گرم است.

۱۳۶- گزینه ۳ واکنش آهن و زنگ آهن با محلول سولفوریک اسید (H_2SO_4) به صورت زیر است:



با توجه به حجم گاز هیدروژن تولید شده، جرم آهن موجود در نمونه مورد نظر را محاسبه کرده و پس از آن، جرم زنگ آهن را به دست می آوریم.

$$? \text{ g Fe} = 3/36 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22/4 \text{ L H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 8/4 \text{ g} \Rightarrow \text{جرم Fe}_2\text{O}_3 = 10 - 8/4 = 1/6 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی Fe}_2\text{O}_3 = \frac{\text{جرم Fe}_2\text{O}_3}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{1/6 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100 = 16 \text{ درصد}$$

۱۳۷- گزینه ۴ در قدم اول با توجه به شمار مولکول ها و جرم نمونه های داده شده و درصد خلوص آن ها، جرم مولی ترکیب ها را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g A}_n\text{D}_m = 6/02 \times 10^{23} \text{ A}_n\text{D}_m \text{ مولکول} \times \frac{22 \text{ g A}_n\text{D}_m \text{ ناخالص}}{3/01 \times 10^{23} \text{ A}_n\text{D}_m \text{ مولکول}} \times \frac{40 \text{ g A}_n\text{D}_m \text{ خالص}}{100 \text{ g A}_n\text{D}_m \text{ ناخالص}} = 176 \text{ g}$$

$$? \text{ g A}_m\text{D}_n = 6/02 \times 10^{23} \text{ A}_m\text{D}_n \text{ مولکول} \times \frac{1/84 \text{ g A}_m\text{D}_n \text{ ناخالص}}{3/01 \times 10^{23} \text{ A}_m\text{D}_n \text{ مولکول}} \times \frac{50 \text{ g A}_m\text{D}_n \text{ خالص}}{100 \text{ g A}_m\text{D}_n \text{ ناخالص}} = 184 \text{ g}$$

جرم مولی در ترکیب برابر است با جرم مولی تک تک اتم های سازنده آن ترکیب، براساس جرم مولی این ترکیبات و جرم مولی اتم های سازنده آن ها، می توان دو معادله تشکیل داد و با قراردادن آن دو معادله در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، مقدار m و n را محاسبه کرد:

$$\left. \begin{aligned} \text{A}_n\text{D}_m : 28n + 32m &= 176 \\ \text{A}_m\text{D}_n : 28m + 32n &= 184 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m = 2, n = 4 \Rightarrow m + n = 2 + 4 = 6$$





۱۳۸- گزینه ۳ واکنش میان Fe_2O_3 و گاز کربن مونوکسید به صورت مقابل است:

$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$
 با توجه به معادله این واکنش، به ازای مصرف شدن ۱ مول Fe_2O_3 (معادل با ۱۶۰ گرم Fe_2O_3)، دو مول فلز آهن (معادل با ۱۱۲ گرم فلز آهن) تولید می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای مصرف شدن هر مول Fe_2O_3 ، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه ۴۸ گرم کاهش پیدا می‌کند. با توجه به کاهش جرم ایجاد شده در سامانه واکنش، جرم Fe_2O_3 موجود را محاسبه می‌کنیم.

$$? g Fe_2O_3 = 12 g \text{ کاهش جرم} \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{48 g \text{ کاهش جرم}} \times \frac{160 g Fe_2O_3}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} = 40 g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{40 g}{64 g} \times 100 = 62.5\%$$

۱۳۹- گزینه ۱ معادله واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$CuO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2O(l)$
 با توجه به معادله این واکنش، جرم مس (II) اکسید مصرف شده و مقدار مس (II) کلرید تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? g CuO = 0.1 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol CuO}}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{80 g CuO}{1 \text{ mol CuO}} = 4 g$$

$$? g CuCl_2 = 0.1 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol CuCl}_2}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{135 g CuCl_2}{1 \text{ mol CuCl}_2} = 6.75 g$$

در یک نمونه ۵ گرمی و ناخالص از مس (II) اکسید، ۴ گرم مس (II) اکسید وجود دارد، پس درصد خلوص این ماده برابر با ۸۰٪ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت درصد ناخالصی‌های موجود در این نمونه برابر با ۲۰٪ است.

۱۴۰- گزینه ۳ در قدم اول، باید جرم منیزیم اکسید ۲۹٪ خلوص اضافه شده را محاسبه کنیم:

$$\text{درصد خلوص نهایی} = \frac{(\text{خلوص نمونه دوم} \times \text{جرم نمونه دوم}) + (\text{خلوص نمونه اول} \times \text{جرم نمونه اول})}{\text{جرم نمونه دوم} + \text{جرم نمونه اول}} \Rightarrow 50 = \frac{(120 \times 57) + (x \times 29)}{120 + x} \Rightarrow x = 40 g$$

با توجه به جرم منیزیم اکسید ۲۹٪ خلوص اضافه شده، می‌توان گفت نمونه نهایی شامل ۱۶۰ گرم منیزیم اکسید با خلوص ۵۰٪ می‌شود. منیزیم اکسید موجود در این نمونه، بر اساس معادله $MgO(s) + CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$ با گاز کربن دی‌اکسید واکنش می‌دهد؛ پس داریم:

$$? L CO_2 = 160 g MgO \text{ ناخالص} \times \frac{50 g MgO}{100 g MgO \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol MgO}}{40 g MgO} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol MgO}} \times \frac{22.4 L CO_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 44.8 L$$

۱۴۱- گزینه ۲ واکنش انجام شده به صورت $2Al(s) + 3Cu(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq) + 3Cu(s)$ است. ابتدا، با توجه به مقدار مس تولید شده، جرم آلومینیم خالص مصرف شده را حساب کرده و پس از آن، درصد خلوص آلومینیم را محاسبه می‌کنیم.

$$? g Al = 96 g Cu \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 g Cu} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{27 g Al}{1 \text{ mol Al}} = 27 g$$

$$\text{درصد خلوص Al} = \frac{\text{جرم Al خالص}}{\text{جرم Al ناخالص}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{27}{77} \times 100 = 35.1\%$$

در این واکنش به ازای مصرف ۲ مول آلومینیم، ۳ مول یون مس (II) از محلول خارج و ۲ مول یون آلومینیم به محلول وارد می‌شود؛ پس به ازای مصرف دو مول آلومینیم، مقدار کاتیون‌ها به اندازه ۱ مول کاهش می‌یابد. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol} = 0.5 \text{ mol} = 27 g Al \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 g Al} \times \frac{1 \text{ mol تغییر کاتیون‌ها}}{2 \text{ mol Al}}$$

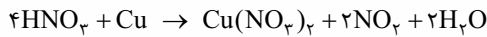
$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow \text{کاتیون } 0.5 \text{ mol} = \frac{0.5 \text{ mol}}{5 L \text{ محلول}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۴۲- گزینه ۱ واکنش انجام شده در معدن مس سرچشمه به صورت $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2$ است. بر این اساس، داریم:

$$? L SO_2 = 125 g Cu_2S \text{ ناخالص} \times \frac{80 g Cu_2S}{100 g Cu_2S \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}_2S}{160 g Cu_2S} \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{1 \text{ mol Cu}_2S} \times \frac{64 g SO_2}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{1 L SO_2}{1/6 g SO_2} = 25 L$$

طی این فرایند، ۲۵ لیتر گاز SO_2 با چگالی $1/6 g.L^{-1}$ (معادل با ۴۰ گرم گاز SO_2) تولید شده است، پس داریم:

$$? \text{ mol Ne} = 40 g Ne \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{20 g Ne} = 2 \text{ mol}$$



۱۴۳- گزینه ۳ معادله واکنش اول به صورت مقابل است:

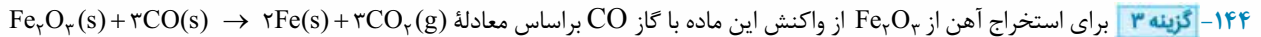
با توجه به معادله این واکنش، داریم:

$$? \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2 = 630 \text{ g HNO}_3 \times \frac{100 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2}{4 \text{ mol HNO}_3} = 2 \text{ mol}$$

$$? \text{ mol NO}_2 = 630 \text{ g HNO}_3 \times \frac{100 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} \times \frac{2 \text{ mol NO}_2}{4 \text{ mol HNO}_3} = 4 \text{ mol}$$

طی واکنش اول، ۴ مول گاز NO₂ تولید شده و این گاز در واکنش NO₂(g) + O₂(g) → NO(g) + O₃(g) مصرف می‌شود، پس داریم:

$$? \text{ L O}_3 = 4 \text{ mol NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_3}{1 \text{ mol NO}_2} \times \frac{22.4 \text{ L O}_3}{1 \text{ mol O}_3} = 89.6 \text{ L}$$



می‌توان استفاده کرد. با توجه به معادله واکنش انجام شده، داریم:

$$? \text{ ton Fe}_2\text{O}_3 = 2/8 \text{ ton Fe} \times \frac{1000000 \text{ g Fe}}{1 \text{ ton Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3}{1000000 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}$$

$$\times \frac{100 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3}{50 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} = 10 \text{ ton}$$

طی این فرایند، به ازای مصرف شدن هر مول Fe₂O₃، ۳ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شده و هر مول گاز کربن دی‌اکسید نیز با ۱ مول کلسیم اکسید (CaO) واکنش می‌دهد، پس می‌توان گفت به ازای مصرف هر مول Fe₂O₃، سه مول کلسیم اکسید مصرف می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ kg CaO} = 2/8 \text{ ton Fe} \times \frac{1000000 \text{ g Fe}}{1 \text{ ton Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{3 \text{ mol CaO}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{56 \text{ g CaO}}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{1 \text{ kg CaO}}{1000 \text{ g CaO}} = 4200 \text{ kg}$$

۱۴۵- گزینه ۴ با توجه به غلظت محلول نهایی، شمار مول‌های NaNO₂ تولیدشده طی واکنش موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

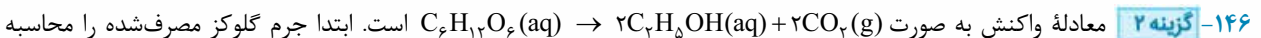
$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 184 = \frac{x \text{ g Na}^+}{20 \text{ kg محلول} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg محلول}}} \times 10^6 \Rightarrow x = 3/68 \text{ g}$$

$$? \text{ mol NaNO}_2 = 3/68 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_2}{1 \text{ mol Na}^+} = 0/16 \text{ mol}$$

با توجه به جرم NaNO₂ حل‌شده در محلول، جرم NaNO₂ تجزیه‌شده طی واکنش ۲NaNO₂(s) → ۲NaNO₂(g) + O₂(g) را به دست می‌آوریم.

$$? \text{ g NaNO}_2 = 0/16 \text{ mol NaNO}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaNO}_2}{2 \text{ mol NaNO}_2} \times \frac{69 \text{ g NaNO}_2}{1 \text{ mol NaNO}_2} = 13/6 \text{ g}$$

$$\text{درصد} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{13/6 \text{ g}}{17 \text{ g}} \times 100 = 80 \text{ درصد خلوص}$$



$$\text{جرم خلوص C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \frac{\text{جرم C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ خالص}}{\text{جرم C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ ناخالص}} \times 100 \Rightarrow 72 = \frac{x}{600} \times 100 \Rightarrow x = 6 \times 72 \text{ g}$$

می‌کنیم:

حال جرم اتانول خالص و جرم محلول ۸۰ درصد جرمی اتانول تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} = 6 \times 72 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 4/8 \times 46 \text{ g}$$

$$\text{جرم C}_2\text{H}_5\text{OH} = \frac{\text{جرم C}_2\text{H}_5\text{OH}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{4/8 \times 46}{x} \times 100 \Rightarrow x = 6 \times 46 \text{ g}$$

برای آن که خاصیت ضدعفونی محلول الکل از بین نرود، باید درصد جرمی اتانول در محلول موردنظر کم‌تر از ۶۰ درصد نشود. پس اگر جرم آب اضافه‌شده به محلول تولیدشده را برابر m گرم در نظر بگیریم، داریم:

$$\text{جرم C}_2\text{H}_5\text{OH} = \frac{\text{جرم C}_2\text{H}_5\text{OH}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{4/8 \times 46}{\text{جرم اولیه محلول} + \text{جرم آب}} \times 100 = \frac{4/8 \times 46}{m + 6 \times 46} \times 100$$

$$m = 2 \times 46 = 92 \text{ g}$$

پس به محلول ۸۰ درصدی تولیدشده حداکثر ۹۲ میلی‌لیتر آب می‌توان اضافه کرد که در این حالت، درصد جرمی الکل به ۶۰٪ خواهد رسید.





۱۴۷- گزینه ۳ فلز منیزیم براساس معادله $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ با هیدروکلریک اسید واکنش می دهد؛ پس داریم:

$$? L H_2 = 37/5 \text{ cm}^3 Mg \text{ ناخالص} \times \frac{1/6 \text{ g Mg}}{1 \text{ cm}^3 Mg \text{ ناخالص}} \times \frac{80 \text{ g Mg}}{100 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ g H}_2} \times \frac{1 L H_2}{0/4 \text{ g H}_2} = 10 L$$

طی این فرایند، ۱۰ لیتر گاز هیدروژن با چگالی $0/4 \text{ g.L}^{-1}$ تولید شده است، پس داریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{نمونه گاز هیدروژن: } ? \text{ mol atom} &= 10 L H_2 \times \frac{0/4 \text{ g H}_2}{1 L H_2} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol H}_2} = 4 \text{ mol} \\ \text{نمونه گاز آمونیاک: } ? \text{ mol atom} &= 6/8 \text{ g NH}_3 = \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol NH}_3} = 1/6 \text{ mol} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{4}{1/6} = 2/5 \text{ برابر}$$

۱۴۸- گزینه ۳ جرم پتاسیم اکسید حاصل از واکنش $4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 5O_2(g) + 2N_2(g)$ را محاسبه می کنیم:

$$? g K_2O = 50/5 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{2 \text{ mol K}_2O}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{94 \text{ g K}_2O}{1 \text{ mol K}_2O} = 23/5 \text{ g}$$

در مرحله بعد، با توجه به درصد خلوص پتاسیم اکسید، جرم ناخالصی افزوده شده را به دست می آوریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{K_2O \text{ جرم}}{\text{جرم ناخالصی} + K_2O \text{ جرم}} \times 100 \Rightarrow 58/75 = \frac{23/5}{x + 23/5} \times 100 \Rightarrow x = 16/5 \text{ g}$$

۱۴۹- گزینه ۱ معادله واکنش دوم به صورت مقابل است:

با توجه به معادله این واکنش، مقدار گاز کلر تولیدشده در واکنش اول را محاسبه می کنیم.

$$? \text{ mol Cl}_2 = 0/25 \text{ L محلول} \times \frac{2 \text{ mol KBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol KBr}} = 0/25 \text{ mol}$$

معادله واکنش اول نیز به صورت مقابل است:

با توجه به معادله این واکنش، درصد خلوص منگنز دی اکسید و مقدار HCl مصرف شده را محاسبه می کنیم.

$$? g MnO_2 = 0/25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 21/75 \text{ g} \Rightarrow \text{برابر با } 43/5 \text{ درصد است.}$$

$$? \text{ mol HCl} = 0/25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 1 \text{ mol}$$

۱۵۰- گزینه ۳ وقتی هر میلی لیتر از محلول اسیدی تولیدشده می تواند با ۰/۱ گرم آلومینیم واکنش بدهد، پس می توان گفت کل این محلول اسیدی (۲ لیتر محلول اسیدی معادل با ۲۰۰۰ میلی لیتر محلول اسیدی) با ۲۰ گرم فلز آلومینیم براساس معادله $2Al(s) + 6HCl(g) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$ به طور کامل واکنش می دهد. با توجه به جرم آلومینیم مصرف شده، می توانیم جرم گاز HCl حل شده در محلول را محاسبه کنیم:

در مرحله بعد، درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید مصرف شده را محاسبه می کنیم: درصد $91/25 = \frac{73 \text{ g}}{80 \text{ g}} \times 100 = 91/25$

$$? g HCl = 20 \text{ g Al ناخالص} \times \frac{90 \text{ g Al}}{100 \text{ g Al ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{36/5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 73 \text{ g}$$

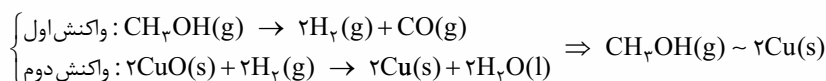
در مرحله بعد، درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید مصرف شده را محاسبه می کنیم: درصد $91/25 = \frac{73 \text{ g}}{80 \text{ g}} \times 100 = 91/25$

پهه! برای به دست آوردن درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید حل شده در محلول با استفاده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{73 \text{ g}}{80 \text{ g}} \times 100 = 91/25 \text{ درصد}$$

$$\frac{\text{جرم آلومینیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{درصد خلوص HCl}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{20 \times 90}{2 \times 27} = \frac{80 \times x}{6 \times 36/5} \Rightarrow x = 91/25 \text{ درصد}$$

۱۵۱- گزینه ۳ گاز H_2 ، در معادله دو واکنش مشترک است؛ پس ضریب این گاز را در معادله های داده شده یکسان کرده و از روش هم ارزی استفاده می کنیم.



بر این اساس، می توان گفت به ازای مصرف شدن هر مول متانول، ۲ مول فلز مس تولید می شود؛ پس داریم:

$$? g Cu = 80 \text{ g CH}_3\text{OH ناخالص} \times \frac{75 \text{ g CH}_3\text{OH}}{100 \text{ g CH}_3\text{OH ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times \frac{2 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 240 \text{ g}$$

در قدم بعد، جرم گاز کربن مونوکسید (فرآورده قطبی) تولیدشده در واکنش اول را محاسبه می کنیم:

$$? g CO = 80 \text{ g CH}_3\text{OH ناخالص} \times \frac{75 \text{ g CH}_3\text{OH}}{100 \text{ g CH}_3\text{OH ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \times \frac{28 \text{ g CO}}{1 \text{ mol CO}} = 52/5 \text{ g}$$





۱۵۲- گزینه ۱ معادله واکنش موردنظر به صورت $2SO_2(g) \rightarrow O_2(g) + 2SO_3(g)$ است. جرم گاز گوگرد تری اکسید تجزیه شده را برابر با x گرم در نظر گرفته و بر این اساس، جرم گاز اکسیژن حاصل را محاسبه می کنیم:

$$? g O_2 = x g SO_3 \times \frac{40 g SO_2}{100 g SO_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 mol SO_2}{80 g SO_2} \times \frac{1 mol O_2}{2 mol SO_2} \times \frac{32 g O_2}{1 mol O_2} = \frac{2x}{25} g$$

با توجه به محاسبات فوق، جرم اکسیژن تولیدشده $\frac{2}{25} = 0/08$ برابر جرم گاز گوگرد تری اکسید مصرف شده است.