مقدمه ناشر

سلام!

الان که این مقدمه رو می‌نویسم، روزی است که هواپیمای اوکراینی سقوط کرده و ۱۷۶ نفر جانشون رو از دست داده‌اند!
راستش هر کاری کردم که این رو ننویسم، نتونستم. خواستم یه‌جوری یادشون زنده بمونه!
اما چه می‌شود کرد، دنیا تا بوده، همین‌جور بی‌مرام بوده!
ای بابا، بگذریم ...
می‌خواستم در مورد راه‌هایی که می‌شود هم خوشحال بود، هم خوب درس خواند، صحبت کنم.
تا حالا در مورد دوپامین چیزی به گوش شما خورده؟ سروتونین چه‌طور؟ اوکسی‌توسین چی؟ از اندورفین که دیگه حتماً می‌دونید.
چند وقت پیش یه کلیپی دیدم که می‌گفت این ۴تا هورمون، مسئول شادی بدن ما هستند.
خب از دوپامین شروع می‌کنم.
دوپامین دو کار انجام می‌دهد. هم انگیزه می‌دهد تا برای رسیدن به هدفمون تلاش کنیم و هم وقتی به هدفمون رسیدیم، حس عمیق لذت و شادمانی رو در ما زنده می‌کنه.
کمبود دوپامین توی مغز باعث می‌شه عزت نفس آدم کم بشه، خودشو دست کم بگیره و مدام کارهای امروز رو به فردا بندازه!
یک راه برای ترشح مداوم دوپامین اینه که مدام هدف بزرگتون رو به هدف‌های کوچک‌تری تقسیم کنید.
این‌طوری به جای این‌که مغزتون فقط موقع رسیدن به اون هدف اصلی بزرگ دوپامین ترشح کنه، باعث می‌شه هر وقت یه کاری رو تموم کردین و به پیروزی کوچک رسیدین، موقع هدف‌های کوچک‌تر هم دوپامین ترشح کنه؛ اما این راه‌حل در صورتی جواب می‌ده که بعد انجام این کارها برای خودتون جشن بگیرید. حالا با خرید یه کیک، کتاب یا هر چیز دیگه‌ای!
معمولاً بعد از رسیدن به هدف اصلی دوپامین زیادی ترشح می‌شه و بعدش این میزان به شدت افت می‌کنه.
برای همین قبل از رسیدن به هدف فعلی، سعی کنید هدف جدید برای خودتون خلق کنید تا دوپامین به طور مداوم در گردش باشه!
سروتونین زمانی جریان پیدا می‌کنه که شما احساس می‌کنید فرد مهم و تأثیرگذاری هستید. فعالیت‌های فرهنگی و گروهی باعث ترشح سروتونین می‌شه! حس تنهایی و افسردگی وقتی پیش میاد که میزان سروتونین بدن کمه! برای همین داروهای ضدافسردگی روی تولید سروتونین تمرکز دارند! اما چه‌جوری می‌شه بدون دارو میزان سروتونین را افزایش داد؟
آسون‌ترین راه اینه که ۲۰ دقیقه در روز تو هوای آزاد باشیم و ناهارمون رو تو هوای آزاد بخوریم. چراکه اشعهٔ فرابنفش آفتاب، ویتامین D و سروتونین رو افزایش می‌ده.
هرچند بیش از حد قرارگرفتن در معرض اشعهٔ فرابنفش مضره، اما روزانه یه کمی از اون برای سلامتی و افزایش سطح سروتونین خوبه!
راستش برای مغز دشواره که بین اون‌چه واقعیته و اون‌چه که تصوره! تفاوت قائل بشه؛ بنابراین اگر شما به دستاوردها و موفقیت‌های گذشته فکر کنید، مغز شروع می‌کنه به دوباره زیستن اون لحظه!
برای همین سروتونین رو دوباره ترشح می‌کنه.
با همین منطق، قدردانی از چیزهایی که بابتش شاد هستید، به افزایش میزان سروتونین بدن کمک می‌کنه.
اندورفین در واکنش به درد شدید و تنش ترشح می‌شه و اضطراب رو کم می‌کنه.
احتمالاً سرمستی یک دونده یا نیروی تازه‌ای که بعد ورزش ایجاد می‌شه رو حس کردین.
این حس به خاطر ترشح اندورفینه!
علاوه بر ورزش، خندیدن یکی از راه‌های ترشح اندورفینه.
حتی انتظار خنده داشتن! مثلاً شرکت در برنامه‌های کمدی یا دیدن فیلم خنده‌دار! حتی اگر شما رو نخندونه، اندورفین رو زیاد می‌کنه!
در مورد اکسی‌توسین هم دیگه چیزی نمی‌گم! خودتون جست‌وجو کنید که چی‌کار می‌کنه!
ممنون از فرشاد عزیز برای نوشتن دومین کتاب شیمی نردبام! تو این کتاب میعاد هنرور هم به تیم شیمی نردبام اضافه شد که از این بابت، خیلی خوشحالم! تو این کتاب من تقریباً کار خاصی نکردم، چراکه خانم میرجعفری یک تنه همهٔ کارها را جلو بردن.
در نهایت مثل همیشه سپاس فراوان از واحد محترم تولید!

امیدوار باش!

اتفاق‌های خوب تو راهه

مقدمه مؤلف

سلام!

سلام به شمایی که الان احتمالاً نشستی کنار کتابات و داری خیلی سخت تلاش می‌کنی، به امید ساختن یه آیندهٔ روشن برای خودت. مطمئن باش نردبام شیمی توی رسیدن به این هدف می‌تونه خیلی کمکت کنه.

یادمه یه بار یکی بهم گفت: «قرار نیست اگه وارد یه مسیری شدی، از تک‌تک لحظه‌های اون مسیر لذت ببری؛ اما این مهمه که یه هدف بزرگ داشته باشی و اون هدف، بتونه تو رو به سمت پایان راه بکشونه!» بچه‌ها، شاید بعضی از شماها هم خیلی دوس نداشته باشین برای یه مدت چندساله کلی درس بخونین، گردش و تفریح نرین، فقط به کنکور و ماجراهای اطرافش فکر کنین و یا حتی شبا رو بیدار بمونین و کل وقتتون رو صرف تست‌زدن و حل تمرین بکنید؛ اما داشتن یه هدف بزرگ و قشنگه که می‌تونه شما رو تا آخر این مسیر، به دنبال خودش بکشونه!

هر کدوم از ماها روزی که وارد راه کنکورمون می‌شیم، باید بدونیم می‌خوایم از این مسیر به کجا برسیم! یه جراح معروف توی اتاق عمل، یه پزشک موفق توی مطب، یه شیمی‌دان بزرگ توی آزمایشگاه، یه مهندس خفن توی طبقهٔ آخر یه برج بلند، یه داروساز ماهر در حال ساخت یه داروی ضدسرطان، یه برنامه‌نویس مشهور کنار لپ‌تاپش و یا ...! هر کدوم از اینا می‌تونه یه هدف باشه که قراره تا آخر این مسیر، همراتون بیاد و بهتون انرژی بده. بچه‌ها، هدفتون رو بزرگ انتخاب کنید و ایمان داشته باشید که اگه براش تلاش کنید، حتماً بهش می‌رسید و هیچی نمی‌تونه جلوی شما رو بگیره!

خب نوبت می‌رسه به قسمت تشکر و قدردانی! تشکر می‌کنم از:

- دکتر سید آرمان موسوی‌زاده، دکتر کمیل نصری و مهندس ایمان سلیمان‌زاده از ابتدای مراحل تألیف این کتاب، حامی و پشتیبان من بودند.
- دکتر رسول خنجری، دکتر فرزام فرهمندنیا، دکتر پوریا خیراندیش، دکتر پویا اسفندیاری، دکتر سینا شمس بیرانوند، دکتر سینا اسدی پویا و دکتر آرین عظیمی که به عنوان اعضای هیئت مدیرهٔ ماز، مایهٔ دلگرمی من بودند.
- دکتر علی ترابی، دکتر آیدا ابوالحسن‌بیگی، دکتر سعیده محبی، آقای امیر بصراوی، خانم ثمین پوربخش، خانم کیانا رامشی، دکتر علی داروغه و خانم مهسا بایمانی‌نژاد که به مراحل ویراستاری کتاب کمک شایانی کردند.
- خانم انسیه‌سادات میرجعفری که با پیگیری‌های جدی و مداوم خود، به تألیف بهتر این کتاب کمک کردند.

راستی، یادتون نره که به سایت ماز هم سر بزنید. اون‌جا می‌تونید مصاحبه با همهٔ رتبه‌های تک‌رقمی کنکورهای سال‌های قبل رو ببینید، با سایر محصولات ماز آشنا بشید و از همه مهم‌تر، توی آزمون‌های ماز هم شرکت کنید. آدرس سایتمون، www.biomaze.ir هست.

دکتر فرشاد هادیان‌فر، مدیر دپارتمان شیمی ماز

اردیبهشت ۱۴۰۱، بیمارستان زینبیه شیراز

farshad__hf_

فهرست

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۷

بخش یک: روندهای تناوبی ۸

بخش دو: استخراج مواد ۳۰

بخش سه: هیدروکربن‌ها (قسمت اول) ۵۰

بخش چهار: هیدروکربن‌ها (قسمت دوم) ۶۴

فصل دوم: در پی غذای سالم ۷۹

بخش یک: انرژی ۸۰

بخش دو: انرژی شیمیایی ۹۱

بخش سه: شیمی آلی ۱۰۷

بخش چهار: محاسبهٔ ΔH واکنش‌ها ۱۱۵

بخش پنج: سینتیک شیمیایی ۱۳۲

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۱۵۶

بخش یک: پلیمرهای افزایشی ۱۵۷

بخش دو: گروه‌های عاملی ۱۷۰

بخش سه: پلیمرهای تراکمی ۱۸۶

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۰۰

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۳۶۹

استخراج فلزها

براساس یافته‌های تجربی، اغلب عنصرها 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 ناخالصی 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.

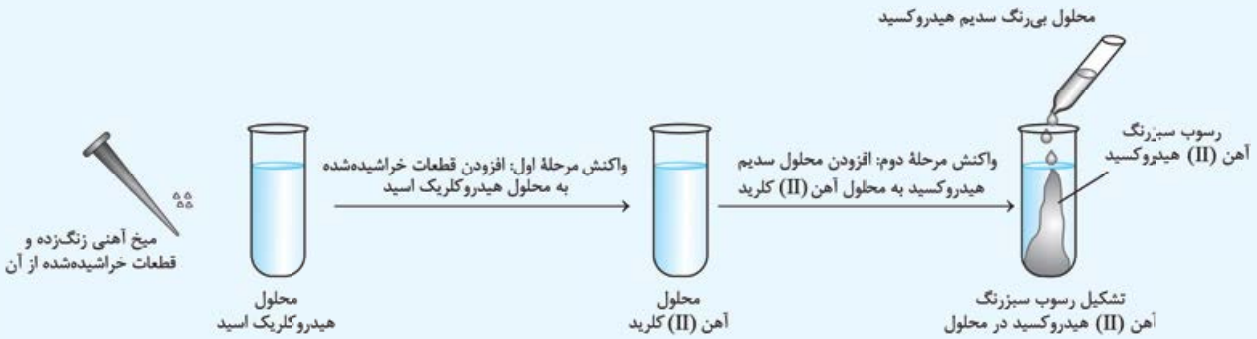
در دنیای مدرن و صنعتی امروز، از فلزهای بسیار زیادی استفاده می‌شود؛ آن‌چنان‌که چرخ‌های اقتصادی کشورها به تولید و مصرف این مواد گره خورده است. برای استفاده از این مواد، باید آن‌ها را به صورت خالص در اختیار داشته باشیم *اما متأسفانه* فلزها اغلب در طبیعت به صورت ترکیب‌شده با سایر عناصر و در قالب سنگ‌های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

نکته‌ترکیبی 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 سالانهٔ 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.

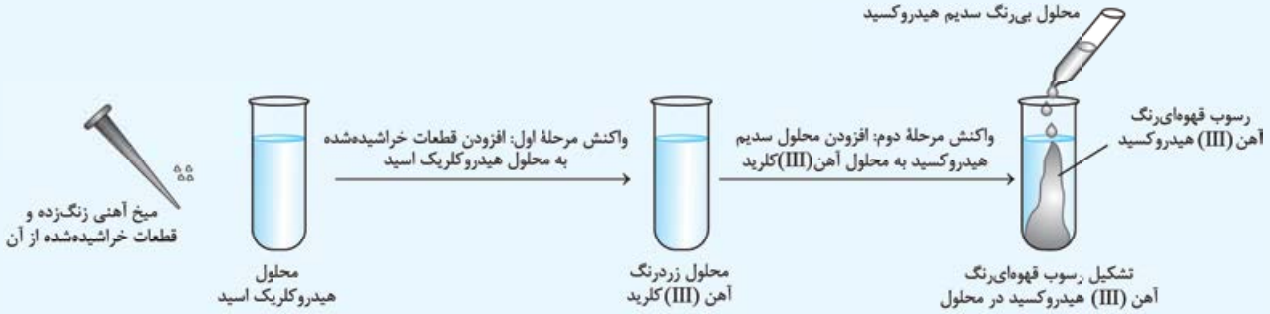
فرض کنین می‌خواهیم نوع کاتیون‌های فلزی موجود در یک جسم آهنی زنگ‌زده را مشخص کنیم. برای این منظور، ابتدا زنگ آهن ایجادشده در سطح جسم را به کمک یک قاشقک فلزی تراشیده و قطعات حاصل را در مقداری محلول هیدروکلریک اسید ($HCl(aq)$) می‌ریزیم. با این کار، کاتیون‌های موجود در زنگ آهن به حالت محلول درمی‌آیند. در مرحلهٔ 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:



واکنش مرحلهٔ اول: $FeO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2O(l)$

واکنش مرحلهٔ دوم: $FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$

در نقطهٔ مقابل، اگر فرمول شیمیایی زنگ آهن به صورت Fe_2O_3 باشد، مراحل انجام‌شده در طول این آزمایش به صورت زیر می‌شود:



واکنش مرحلهٔ اول: $Fe_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq) + 3H_2O(l)$

واکنش مرحلهٔ دوم: $FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NaCl(aq)$

بدیهتاً می‌دونید که فرمول شیمیایی اکسید موجود در میخ زنگ‌زده به صورت Fe_2O_3 است، پس رنگ رسوب نهایی ایجادشده **قهوه‌ای** خواهد بود.

استخراج عناصر فلزی

واکنش‌پذیری هر فلز، تمایل اتم‌های سازندهٔ آن فلز به انجام واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد. در واقع، هر چه فلز مورد نظر واکنش‌پذیرتر باشد، تمایل اتم‌های آن فلز برای انجام واکنش شیمیایی بیشتر است.

به طور کلی، در هر واکنش شیمیایی که به صورت **طبیعی** و **خودبه‌خودی** انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها **کم‌تر** است. براساس این قاعده، با استفاده از عناصر فلزی واکنش‌پذیرتر می‌توانیم سایر عناصر فلزی را از ترکیبات حاوی آن‌ها خارج کنیم. به عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری فلز سدیم در مقایسه با واکنش‌پذیری فلز آهن بیشتر است، با استفاده از فلز سدیم می‌توانیم فلز آهن را براساس واکنش خودبه‌خودی زیر از آهن (III) اکسید خارج کنیم.

واکنش استخراج آهن $\Rightarrow$ واکنش‌پذیری آهن $<$ واکنش‌پذیری سدیم: $6Na(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 3Na_2O(s) + 2Fe(s)$

چند نکته

- فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که اغلب در طبیعت به شکل **سنگ معدن** یافت می‌شوند. در کشور *عزیز* ما، شرکت فولاد مبارکه، مس سرچشمه، آلومینیم اراک و منیزیم خراسان جنوبی، از جمله مجتمع‌های صنعتی هستند که برای استخراج فلزها بنا شده‌اند.
- واکنش‌پذیری هر عنصر، به معنای تمایل اتم‌های آن عنصر به انجام واکنش شیمیایی است. هر چه واکنش‌پذیری اتم‌های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن عنصر برای تبدیل‌شدن به ترکیب بیشتر است.
- واکنش‌های خودبه‌خودی، به صورت *کاملاً فودسرانه* و بدون نیاز به هیچ نیروی خارجی انجام شده و ادامه پیدا می‌کنند. در نقطهٔ مقابل، واکنش‌های غیر خودبه‌خودی *به این راحتیا* انجام نشده و برای آغازشدن و ادامه پیدا کردن آن‌ها، به یک نیروی خارجی نیاز است. به عنوان مثال، چون در معادلهٔ $3Na_2O(s) + 2Fe(s) \rightarrow 6Na(s) + Fe_2O_3(s)$، واکنش‌پذیری فراورده (سدیم) بیشتر از واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده(آهن) است، این فرایند به طور طبیعی و خودبه‌خودی انجام نمی‌شود.
- هر چه یک فلز فعال‌تر باشد، اتم‌های آن فلز میل بیشتری به تولید کاتیون و ایجاد ترکیب داشته و ترکیب‌های حاصل از آن فلز نیز **پایدارتر** از خود آن فلز خواهند بود. به عبارت دیگر، هر چه واکنش‌پذیری یک عنصر فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز از ترکیبات حاوی آن دشوارتر است. به عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری سدیم بیشتر از آلومینیم است، استخراج سدیم از Na_2O *بسیار* دشوارتر از استخراج آلومینیم از Al_2O_3 است.
- در هوای مرطوب، فلزی که واکنش‌پذیری بالاتری داشته باشد سریع‌تر از سایر عناصر فلزی واکنش می‌دهد. به عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری سدیم بیشتر از روی است، در شرایط یکسان و در هوای مرطوب، یک قطعه از فلز سدیم در مقایسه با یک قطعه از فلز روی سریع‌تر واکنش می‌دهد.
- برای استخراج فلز X از ترکیب‌های شیمیایی حاوی آن، می‌توانیم از واکنش میان این ترکیب‌ها با عناصر فلزی که **واکنش‌پذیری بیشتری** نسبت به فلز X داشته باشند استفاده کنیم.
- مقایسهٔ *دقیق* واکنش‌پذیری عناصر فلزی مختلف به صورت زیر است:

واکنش‌پذیری: $\underbrace{\text{فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی} < Al}_{\text{فلزهای اصلی}} < \underbrace{Ti < Zn < Fe < Cu, Ag \text{ و } Au}_{\text{فلزهای واسطه}}$

- از آن‌جا که واکنش $Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$ به طور طبیعی انجام می‌شود، می‌توان گفت واکنش‌پذیری آلومینیم از فلز آهن بیشتر است. این واکنش، *اصطلاحاً* به واکنش ترمیت معروف بوده و از آهن مذاب تولیدشده طی آن در صنعت جوشکاری استفاده می‌شود.

■ 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 خارج‌شده و از شدت رنگ آن کاسته می‌شود.

■ به معادلهٔ 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 سازندهٔ **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.**

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

تست **اگر واکنش‌های $TiCl_4 + 2Mg \rightarrow 2MgCl_2 + Ti$ و $2Fe_2O_3(s) + 3Ti \rightarrow 4Fe + 3TiO_2$ به طور طبیعی انجام شوند، مقایسهٔ واکنش‌پذیری عناصر آهن، منیزیم و تیتانیم به صورت ..... بوده و به کمک فلز منیزیم، ..... آهن را از آهن (III) اکسید استخراج کرد.**

۱) $Mg > Ti > Fe$ ـ نمی‌توان　　۲) $Mg > Ti > Fe$ ـ می‌توان

۳) $Ti > Mg > Fe$ ـ نمی‌توان　　۴) $Ti > Mg > Fe$ ـ می‌توان

پاسخ گزینهٔ «۲»　با توجه به معادلهٔ اول، واکنش‌پذیری منیزیم از تیتانیم بیشتر است و با توجه به معادلهٔ دوم، واکنش‌پذیری تیتانیم از آهن بیشتر است، پس داریم:

$$\text{مقایسهٔ کلی واکنش‌پذیری} : Mg > Ti > Fe \Rightarrow \begin{cases} \text{مقایسهٔ واکنش‌پذیری براساس واکنش اول} : Mg > Ti \\ \text{مقایسهٔ واکنش‌پذیری براساس واکنش دوم} : Ti > Fe \end{cases}$$

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 گزینهٔ «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:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s) + 3CO_2(g) \qquad Fe_2O_3(s) + 6Na(s) \rightarrow 3Na_2O(s) + 2Fe(s)$$

چون دسترسی به کربن در مقایسه با سدیم آسان‌تر بوده و استفاده از این عنصر صرفهٔ اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه همانند همهٔ 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 معادلهٔ $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$ نیز می‌توان استفاده کرد.

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

از این‌جا به بعد، وارد بحث‌های استوکیومتری و مسائل مربوط به اون می‌شیم، پس بد نیست که یه سری به کتاب شیمی دهمتون بزنید و یه مرور کوچولو روی مسائل استوکیومتری بفرمایید! تست بعد، واسه شروع کار مناسبه

تست در یک کارخانهٔ تولید فولاد، از واکنش آهن (III) اکسید با عنصر کربن برای استخراج فلز آهن استفاده می‌شود. به ازای تولید ۸/۴ کیلوگرم آهن در این واکنش، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(Fe = 56\ g.mol^{-1})$

۱) ۲۵۲۰ ۲) ۳۳۶۰ ۳) ۱۲۶۰ ۴) ۱۶۸۰

پاسخ گزینهٔ «۱» معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، حجم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?L\,CO_2 = 8/4\ kg\,Fe \times \frac{1000\ g\,Fe}{1\ kg\,Fe} \times \frac{1\ mol\,Fe}{56\ g\,Fe} \times \frac{3\ mol\,CO_2}{4\ mol\,Fe} \times \frac{22/4\ L\,CO_2}{1\ mol\,CO_2} = 2520$$

برای محاسبهٔ حجم گاز CO_2 به کمک روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم آهن به گرم}}{\text{جرم مولی آهن} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم } CO_2}{22/4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8/4 \times 1000}{4 \times 56} = \frac{x\,L\,CO_2}{3 \times 22/4} \Rightarrow x = 2520\ L$$

درصد خلوص

گاهی وقتا، واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در صنعت و آزمایشگاه کاملاً خالص نبوده و علاوه بر مادهٔ مورد نیاز، شامل برخی از ترکیبات دیگر نیز می‌شوند. برای بیان میزان خالص‌بودن این مواد، از مفهوم درصد خلوص استفاده می‌شود. درصد خلوص هر ماده از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

تست یک نمونهٔ ناخالص به جرم ۱۵۰ گرم از منیزیم سولفات، شامل ۰/۸ مول از این ماده می‌شود. درصد خلوص نمونهٔ مورد نظر کدام است؟ $(S = 32 , Mg = 24 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۶۰ ۲) ۴۸ ۳) ۶۴ ۴) ۷۲

پاسخ گزینهٔ «۳» ابتدا جرم منیزیم سولفات $(MgSO_4)$ موجود را محاسبه کرده و پس از آن، درصد خلوص این ماده را به دست می‌آوریم:

$$?g\,MgSO_4 = 0/8\ mol\,MgSO_4 \times \frac{120\ g\,MgSO_4}{1\ mol\,MgSO_4} = 96\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص(g)}}{\text{جرم مادهٔ ناخالص(g)}} \times 100 = \frac{96}{150} \times 100 = \text{درصد } 64$$

نکته اگر چند نمونهٔ ناخالص از یک ماده را با هم مخلوط کنیم، درصد خلوص مادهٔ مورد نظر در مخلوط نهایی به کمک رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$\text{درصد خلوص در نمونهٔ نهایی} = \frac{\cdots + (\text{درصد خلوص نمونهٔ دوم} \times \text{جرم نمونهٔ دوم}) + (\text{درصد خلوص نمونهٔ اول} \times \text{جرم نمونهٔ اول})}{\cdots + \text{جرم نمونهٔ دوم} + \text{جرم نمونهٔ اول}}$$

تست یک نمونهٔ ناخالص از آمونیاک به جرم ۵۰ گرم و درصد خلوص ۳۱٪ را با یک نمونهٔ ۱۵۰ گرمی از این ماده مخلوط می‌کنیم. اگر درصد خلوص آمونیاک در مخلوط نهایی برابر با ۴۶ درصد بشود، در نمونهٔ ۱۵۰ گرمی چند مول آمونیاک وجود داشته است؟ $(N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۲/۸ ۴) ۳

پاسخ گزینهٔ «۲» **قدم اول:** درصد خلوص آمونیاک را در مخلوط ۱۵۰ گرمی محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص در نمونهٔ نهایی} = \frac{\cdots + (\text{درصد خلوص نمونهٔ دوم} \times \text{جرم نمونهٔ دوم}) + (\text{درصد خلوص نمونهٔ اول} \times \text{جرم نمونهٔ اول})}{\cdots + \text{جرم نمونهٔ دوم} + \text{جرم نمونهٔ اول}}$$

$$46 = \frac{(50 \times 31) + (150 \times x)}{50 + 150} \Rightarrow x = \text{درصد } 51$$

قدم دوم: شمار مول‌های آمونیاک موجود در این نمونه را محاسبه می‌کنیم.

$$?mol\,NH_3 = 150\ g\,\text{نمونهٔ ناخالص} \times \frac{51\ g\,NH_3}{100\ g\,\text{نمونهٔ ناخالص}} \times \frac{1\ mol\,NH_3}{17\ g\,NH_3} = 4/5\ mol$$

برای حل مسائل استوکیومتری که در آن‌ها از مواد ناخالص به عنوان واکنش‌دهنده استفاده می‌شود، *کافیه که* از رابطه‌های گفته‌شده برای برقراری ارتباط میان جرم نمونه‌های ناخالص و جرم واکنش‌دهندهٔ خالص موجود در این نمونه‌ها استفاده کنیم. بقیهٔ مراحل حل این مسائل، *کاملاً* مشابه به مراحل حل مسائل استوکیومتری عادی است.

تست گاز آمونیاک براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$ در حضور اکسیژن کافی می‌سوزد. برای سوزاندن یک نمونهٔ ۶۸ گرمی از آمونیاک، به چند گرم گاز اکسیژن با خلوص ۸۰٪ نیاز داریم؟ $(O = 16 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

پاسخ گزینهٔ «۲» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش به صورت مقابل است: $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، ابتدا جرم گاز O_2 مورد نیاز را محاسبه کرده و پس از آن، جرم نمونهٔ ناخالص را به دست می‌آوریم.

$$?gO_2 = 68\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{5\,mol\,O_2}{4\,mol\,NH_3} \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 160\,g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص(g)}}{\text{جرم مادهٔ ناخالص(g)}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{160}{x} \times 100 \Rightarrow x = 200\,g$$

البته، با اضافه‌کردن یک ضریب تبدیل به محاسبات اولیه، می‌توانیم جرم اکسیژن ناخالص مورد نیاز را مستقیماً به دست آوریم:

$$?g\,O_2 = 68\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{5\,mol\,O_2}{4\,mol\,NH_3} \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2} \times \frac{\text{ناخالص } 100\,g\,O_2}{80\,g\,O_2} = 200\,g$$

برای محاسبهٔ جرم اکسیژن مورد نیاز با استفاده از تناسب، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم آمونیاک}}{\text{جرم مولی آمونیاک} \times \text{ضریب}} = \frac{\frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{جرم اکسیژن ناخالص}}{\text{جرم مولی اکسیژن} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{68}{4 \times 17} = \frac{x \times \frac{80}{100}}{5 \times 32} \Rightarrow x = 200\,g$$

تست یک نمونهٔ ناخالص از کلسیم کربنات به جرم ۴۰۰ گرم، براساس معادلهٔ $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ به طور کامل تجزیه می‌شود. اگر طی این فرایند ۷۸/۴ لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید شده باشد، درصد خلوص نمونهٔ کلسیم کربنات کدام است؟ $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۷/۵ ۲) ۷۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۸۴

پاسخ گزینهٔ «۱» **قدم اول:** جرم کلسیم کربنات خالص تجزیه‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?g\,CaCO_3 = 78/4\,LCO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{22/4\,LCO_2} \times \frac{1\,mol\,CaCO_3}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{100\,g\,CaCO_3}{1\,mol\,CaCO_3} = 350\,g$$

قدم دوم: با توجه به جرم کلسیم کربنات ناخالص، درصد خلوص این ماده را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص } CaCO_3}{\text{جرم ناخالص } CaCO_3} \times 100 = \frac{350}{400} \times 100 = 87/5 \text{ درصد}$$

تست از واکنش $SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Si(l) + 2CO(g)$ برای تهیهٔ سیلیسیم استفاده‌شده در سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود. به ازای مصرف‌شدن ۴۵ گرم سیلیسیم دی‌اکسید با خلوص ۸۰٪ در این واکنش، ..... گرم کربن با خلوص ۶۰٪ مصرف شده و ..... مولکول کربن مونوکسید نیز تولید می‌شود. $(Si = 28 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) $24 - 3/612 \times 10^{23}$ ۲) $48 - 7/224 \times 10^{23}$ ۳) $24 - 7/224 \times 10^{23}$ ۴) $48 - 3/612 \times 10^{23}$

پاسخ گزینهٔ «۳» در قدم اول، جرم کربن ناخالص مورد نیاز را با استفاده از روش ضریب تبدیل محاسبه می‌کنیم:

$$?g\,C = 45\,g\,SiO_2\,\text{ناخالص} \times \frac{80\,g\,SiO_2}{100\,g\,SiO_2\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,SiO_2}{60\,g\,SiO_2} \times \frac{2\,mol\,C}{1\,mol\,SiO_2} \times \frac{12\,g\,C}{1\,mol\,C} \times \frac{\text{ناخالص } 100\,g\,C}{60\,g\,C} = 24\,g$$

برای محاسبهٔ جرم کربن ناخالص مورد نیاز با استفاده از روش تناسب، به شکل زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم ناخالص } SiO_2 \times \frac{\text{درصد خلوص } SiO_2}{100}}{\text{جرم مولی } SiO_2 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم کربن ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص کربن}}{100}}{\text{جرم مولی کربن} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{45 \times \frac{80}{100}}{1 \times 60} = \frac{x \times \frac{60}{100}}{2 \times 12} \Rightarrow x = 24\,g$$

در قدم بعد، شمار مولکول‌های کربن مونوکسید تولیدشده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم.

$$?CO\,\text{مولکول} = 45\,g\,SiO_2\,\text{ناخالص} \times \frac{80\,g\,SiO_2}{100\,g\,SiO_2\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,SiO_2}{60\,g\,SiO_2} \times \frac{2\,mol\,CO}{1\,mol\,SiO_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,\text{مولکول } CO}{1\,mol\,CO} = 7/224 \times 10^{23}$$

معرفی سه واکنش مهم

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

$$M(s)+xHCl(aq) \rightarrow MCl_x+\frac{x}{2}H_2$$

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 معادلهٔ واکنش این فلز با هیدروکلریک اسید به صورت مقابل می‌شود: $Fe(s)+2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq)+H_2(g)$

۲- واکنش تخمیر گلوکز: اتانول (C_2H_5OH)، یک سوخت سبز محسوب می‌شود. یکی از راه‌های تهیهٔ این ترکیب، استفاده از واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز است. معادلهٔ این واکنش به صورت مقابل است: $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g)$

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

۳- واکنش استخراج مس در معدن مس سرچشمه: معدن مس سرچشمهٔ کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان بوده و بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ مس به شمار می‌رود. برای تهیهٔ مس در این معدن، از واکنش مقابل استفاده می‌شود: $Cu_2S+O_2 \rightarrow 2Cu+SO_2$

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 انجام‌شدن برخی از واکنش‌های ناخواسته در کنار واکنش اصلی و یا ناخالص‌بودن 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 نقطهٔ مقابل، به حداکثر مقدار فراورده‌ای که به شرط مصرف‌شدن 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، *بدیهتاً* مقدار عملی فراورده‌های تولیدشده در واکنش‌های شیمیایی کم‌تر از مقدار نظری آن‌ها است. شیمی‌دان‌ها برای محاسبهٔ 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 طعم 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، ۳۳/۶ 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؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$**

۱) ۶۷۵ ۲) ۵۰۶/۲۵ ۳) ۱۶۸/۷۵ ۴) ۳۳۷/۵

پاسخ گزینهٔ «۴» معادلهٔ 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 ۳۳/۶ لیتر است. ابتدا مقدار نظری گاز تولیدشده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، با توجه به معادلهٔ واکنش مورد نظر، مقدار گلوکز مصرف‌شده را به دست می‌آوریم.

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

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

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

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

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

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

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؟ $(Fe=56, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ گزینهٔ «۱» معادلهٔ واکنش ترمیت به صورت مقابل است: $Fe_2O_3(s)+2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$

ابتدا مقدار نظری فراوردهٔ تولیدشده (آهن مذاب) را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، جرم آهن (III) اکسید مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

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

$$?\,g\,Fe_2O_3\ \text{ناخالص} = 67/2\ g\,Fe \times \frac{1\ mol\,Fe}{56\ g\,Fe} \times \frac{1\ mol\,Fe_2O_3}{2\ mol\,Fe} \times \frac{160\ g\,Fe_2O_3}{1\ mol\,Fe_2O_3} \times \frac{100\ g\,Fe_2O_3\ \text{ناخالص}}{80\ g\,Fe_2O_3} = 120\ g$$

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

$$\frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم مولی آهن} \times \text{ضریب}} = \frac{Fe_2O_3\ \text{جرم} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100} \times \frac{Fe_2O_3\ \text{درصد خلوص}}{100}}{Fe_2O_3\ \text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{16/8}{2\times 56} = \frac{x \times \frac{25}{100} \times \frac{80}{100}}{1\times 160} \Rightarrow x = 120\ g$$

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

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۸

پاسخ گزینهٔ «۲» معادلهٔ واکنش سوختن متان به صورت مقابل است: $CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$

به‌ازای 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 فراورده‌های تولیدشده در این شرایط برابر با ۸ گرم است. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\ \text{تفاوت جرم عملی} = 50\ g\,CH_4 \times \frac{1\ mol\,CH_4}{16\ g\,CH_4} \times \frac{8\ g\ \text{تفاوت جرم نظری}}{1\ mol\,CH_4} \times \frac{64\ g\ \text{تفاوت جرم عملی}}{100\ g\ \text{تفاوت جرم نظری}} = 16\ g$$

البته، می‌توانستیم جرم هر یک از فراورده‌های 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 ۷۲ گرم و جرم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده نیز برابر با ۸۸ گرم می‌شود.

منابع پنهان فلزها

به‌جز 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. *جالبه بدونید که* غلظت اغلب گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی این فلزها بیشتر است.

گیاه پالایی

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 مرحلهٔ بعد، گیاه را برداشت کرده و می‌سوزانند. در مرحلهٔ 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

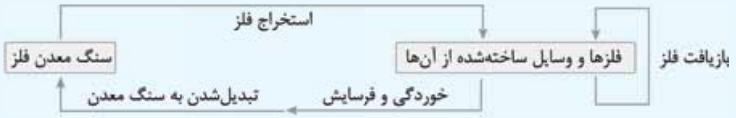
با توجه به داده‌های موجود در جدول صفحهٔ قبل، درصد فلزهای **طلا** و **مس** در گیاه بیشتر از درصد این فلزها در سنگ معدن است؛ بنابراین استفاده از روش گیاه‌پالایی برای استخراج طلا و مس **مقرون‌به‌صرفه** است.

در نقطهٔ مقابل، درصد **فلز روی** در گیاه کم‌تر از درصد این فلز در سنگ معدن است؛ پس استفاده از روش گیاه‌پالایی برای استخراج روی **صرفهٔ 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 **صرفهٔ 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، *طلا طلاها* به سنگ معدن تبدیل نمی‌شود.

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

براساس اصول **توسعهٔ پایدار**، در تولید یک ماده باید همهٔ هزینه‌ها و ملاحظه‌های **اقتصادی**، **اجتماعی** و **زیست‌محیطی** را در نظر گرفت. *در چنین شرایطی*، اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن همهٔ این ملاحظه‌ها، معادل با کم‌ترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم. *در این حالته که* رفتارهای ما آسیب کم‌تری به جامعه وارد کرده و ردپای زیست‌محیطی ما کاهش می‌یابد.

بازیافت فلزها، از جمله روش‌هایی است که به توسعهٔ 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:

جالبه بدونید که از بازگردانی (بازیافت) ۷ قوطی فولادی آن‌قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ واتی 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 ۱۲ از جدول دوره‌ای امروزی قرار گرفته‌اند.

ب) آرایش الکترونی یون‌های آهن در یک نمونه از زنگ آهن، مشابه به آرایش الکترونی یون $_{25}Mn^{2+}$ است.

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

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

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۹۴- کدام‌یک 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 $[Ar]3d^{10}4s^1$ 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 ($^{99}_{43}Tc$)، یک عنصر فلزی محسوب می‌شود.

۹۵- ۰/۸ 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؟ $(Fe=56, O=16 : g.mol^{-1})$

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 فعال‌ترشدن 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؟

- **واکنش‌پذیری در مقایسه با عنصر بعدی در جدول دوره‌ای**
- **شمار الکترون‌های موجود در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی**
- **قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری در حالت جامد**
- **واکنش‌دادن با یک نمونهٔ خالص از آهن (III) اکسید**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۸- کدام واکنش، انجام‌ناپذیر است؟ (M: فلز اصلی، X: نافلز) *(تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰)*

۱) $M_2O(s)+Cu(s) \xrightarrow{\Delta} CuO(s)+2M(s)$

۲) $Mg(s)+2HX(aq) \rightarrow MgX_2(aq)+H_2(g)$

۳) $2M(s)+2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq)+H_2(g)$

۴) $2Na(s)+X_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NaX(s)$

۹۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های شرکت‌کننده در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ 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 $CuSO_4(aq)+Fe(s) \rightarrow \cdots$، مقدار واکنش‌پذیری فراورده‌های 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) همهٔ 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 $0/5\ mol.L^{-1}$ می‌کنیم. پس از حل‌شدن 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؟ $(Fe=56, Cl=35/5, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷۹/۳ ۲) ۱۸۶/۳ ۳) ۳۵۸/۶ ۴) ۳۷۲/۶

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

۱) فراوردهٔ گازی تولیدشده، برخلاف واکنش‌دهندهٔ گازی مصرف‌شده در آن، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است.

۲) به ازای تولیدشدن هر گرم آهن در این واکنش، ۱۲۰۰ mL گاز CO در شرایط استاندارد به طور کامل مصرف می‌شود.

۳) از واکنش‌دهندهٔ جامد مصرف‌شده در این واکنش، به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.

۴) با انجام‌شدن آن، جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازهٔ ۳۰٪ 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 ۶/۵ گرم با کربن گرما داده می‌شود. اگر گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده در شرایط STP برابر ۳۳۶ میلی‌لیتر حجم داشته باشد، مقدار FeO و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در مخلوط اولیه کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $Fe = 56 , Na = 23 , O = 16 : g.mol^{-1}$) *(تجربی خارج از کشور ۹۹)*

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

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

آ) در شرایط یکسان، فراوردهٔ فلزی تولیدشده در مقایسه با واکنش‌دهندهٔ فلزی مصرف‌شده، با شدت بیشتری با اسیدها واکنش می‌دهد.

ب) استخراج آلومینیم از فراورهٔ تولیدشده در این واکنش، دشوارتر از استخراج آهن از واکنش‌دهندهٔ 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، ۲۷ گرم فلز آلومینیم به طور کامل مصرف می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰۶- در یک کارخانهٔ 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 ۱۸/۴ گرم باشد، جرم آهن (III) اکسید مصرف‌شده برابر با چند گرم بوده و فراوردهٔ گازی حاصل از این واکنش، با چند گرم منیزیم اکسید به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ($Fe = 56 , Mg = 24 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1}$)

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

۱۰۷- کدام‌یک 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 واسطهٔ 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 صرفهٔ 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؟ ($Fe = 56 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$) *(تجربی داخل 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 ۰/۰۵ مول آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید کافی، ۵/۳۵ گرم رسوب تشکیل می‌شود.

$FeCl_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + NaCl(aq)$ *(معادلهٔ 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 ۳۵٪ باشد را می‌توان تولید کرد؟ ($Fe = 56\ g.mol^{-1}$)

۱) ۲۸ ـ ۸۰ ۲) ۵۶ ـ ۱۶۰ ۳) ۲۸ ـ ۷۵ ۴) ۵۶ ـ ۱۵۰

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

آ) با انجام این واکنش، مجموع غلظت کاتیون‌های موجود در محلول کاهش یافته و رسانایی الکتریکی محلول کم‌تر می‌شود.

ب) در طول زمان، جرم تیغهٔ فلزی واردشده به محلول افزایش یافته و سطح این تیغه با یک فلز نارنجی‌رنگ 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 انجام‌پذیربودن 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) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۱۱- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) از میان فلزهای $_{11}Na$، $_{29}Cu$ و $_{30}Zn$، در شرایط یکسان، اتم‌های روی تمایل بیشتری برای تبدیل‌شدن به کاتیون دارند.

ب) عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی را با استفاده از مقداری کربن، می‌توان از ترکیب اکسیژن‌دار آن خارج کرد.

پ) پتاسیم، دارای ۱۲ الکترون با $l=1$ بوده و تمایل آن برای انجام واکنش‌های شیمیایی در مقایسه با آهن بیشتر است.

ت) از میان عناصر سدیم و کربن، واکنش‌پذیری عنصری که شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد، بیشتر از عنصر دیگر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱۲- اگر ۴/۵۵ گرم از یکی از نمک‌های مس (II) با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار سدیم هیدروکسید واکنش کامل دهد، آنیون این نمک مس کدام است و در این واکنش، چند گرم $Cu(OH)_2(s)$ تشکیل می‌شود؟ (نماد یون استات به صورت CH_3COO^- است.)

$(Cu=64, Na=23, O=16, N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$ *(ریاضی داخل ۹۹)*

$$CuA_2(aq)+2NaOH(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s)+2NaA(aq)$$

۱) استات، ۲/۴۵ ۲) استات، ۲/۳۷ ۳) نیترات، ۲/۴۵ ۴) نیترات، ۲/۳۷

۱۱۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) تیتانیم فلزی محکم است که چگالی کم و مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته و از آن برای تولید بدنهٔ دوچرخه استفاده می‌شود.

۲) با توجه به مقایسهٔ واکنش‌پذیری عناصر فلزی، واکنش $Mg(s)+ZnO(s) \rightarrow MgO(s)+Zn(s)$ به طور طبیعی انجام می‌شود.

۳) در رسوب سبز ایجادشده طی واکنش یکی از کلریدهای آهن با محلول سدیم هیدروکسید، نسبت شمار عنصرها به شمار اتم‌ها برابر ۰/۶ است.

۴) در معدن مس سرچشمه، برای استخراج فلز مس از سنگ معدن آن، از یکی از اکسیدهای قطبی گوگرد به عنوان واکنش‌دهنده استفاده می‌شود.

۱۱۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در شرایط یکسان، استخراج آهن از ترکیبات حاوی این عنصر، سخت‌تر از استخراج نقره از ترکیبات حاوی آن است.

ب) سیلیسیم، در حالت جامد سطحی درخشان داشته و استخراج آن از SiO_2، راحت‌تر از استخراج سدیم از Na_2O است.

پ) آرایش الکترونی مس در سولفیدی از این عنصر که در معدن مس سرچشمه مصرف می‌شود، به زیرلایهٔ $3d^9$ ختم می‌شود.

ت) عنصری که شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 4s آن دو برابر شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 3d است، در ساختار تلویزیون رنگی یافت می‌شود.

ث) فراورده‌ای از واکنش سوختن ناقص پروپان که دمای جوش بالاتری دارد، با آهن (III) اکسید واکنش داده و فلز موجود در این ماده را خارج می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

درصد خلوص

۱۱۵- در شرایط استاندارد، شمار اتم‌های گوگرد موجود در یک نمونه از منیزیم سولفات به جرم ۲۰۰ گرم، برابر با شمار اتم‌های هیدروژن موجود در یک نمونه از گاز آمونیاک به حجم ۱۱/۲ لیتر است. درصد خلوص نمونهٔ منیزیم سولفات کدام است؟ $(S=32, Mg=24, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ ۲) ۴۵ ۳) ۸۰ ۴) ۹۰

۱۱۶- نمونه‌ای به جرم ۲۵۰ گرم از گلوکز ناخالص به طور کامل در واکنش تخمیر شرکت کرده و به یک سوخت سبز تبدیل می‌شود. اگر درصد خلوص نمونهٔ گلوکز برابر با ۴۵٪ باشد، طی این فرایند چند لیتر فراوردهٔ گازی در شرایط STP تولیدشده و جرم سوخت سبز حاصل برابر با چند گرم است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۲۸ ـ ۵۷/۵ ۲) ۱۴ ـ ۵۷/۵ ۳) ۲۸ ـ ۱۱۵ ۴) ۱۴ ـ ۱۱۵

۱۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(Fe=56: g.mol^{-1})$

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

۲) یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت‌های سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت است.

۳) هر یک از اتم‌های آهن در واکنش با محلول هیدروکلریک اسید، ۳ الکترون از دست داده و یون Fe^{3+} را تولید می‌کنند.

۴) اگر در واکنش ترمیت از آلومینیم ناخالص استفاده کنیم، در مقایسه با استفاده از آلومینیم خالص، به جرم بیشتری از این فلز نیاز است.

۱۱۸- ۲۰ گرم آهن (II) کلرید ناخالص با ۴ لیتر محلول ۰/۰۲ مولار سدیم هیدروکسید به طور کامل واکنش می‌دهد. طی این فرایند، چند گرم رسوب ایجاد شده و درصد خلوص نمونهٔ آهن (II) کلرید کدام است؟ $(Fe=56, Cl=35/5, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۳/۶ ـ ۵۰/۸ ۲) ۳/۶ ـ ۲۵/۴ ۳) ۷/۲ ـ ۵۰/۸ ۴) ۷/۲ ـ ۲۵/۴

۱۱۹- با افزودن ..... گرم منیزیم سولفات خالص به ۱۰۰ گرم منیزیم سولفات با خلوص ۲۰٪ مخلوطی با درصد خلوص ۶۰٪ حاصل می‌شود که در هر گرم از آن، ..... اتم اکسیژن وجود دارد. $(S=32, Mg=24, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۲۰۰ ـ $6/02\times10^{21}$ ۲) ۱۰۰ ـ $6/02\times10^{21}$ ۳) ۲۰۰ ـ $1/2048\times10^{22}$ ۴) ۱۰۰ ـ $1/2048\times10^{22}$

۱۲۰- یک نمونهٔ ناخالص ۱۴۰ گرمی از مادهٔ رادیواکتیو A با نیم‌عمر 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 $T = ۳۰\ min$ برابر با چند درصد بوده است؟ (ناخالصی همراه با مادهٔ A، واپاشی نمی‌کند.)

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۲۱- در واکنش $CaCN_۲(s) + H_۲O(l) \rightarrow CaCO_۳(s) + NH_۳(g)$، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنهٔ معادله، کدام است و اگر ۱/۰ مول $CaCN_۲$ در این واکنش شرکت کند، چند گرم کلسیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد می‌توان به دست آورد؟ *(ریاضی خارج از کشور ۹۵)*

$(Ca = ۴۰ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۹ ـ ۱۰ ۲) ۹ ـ ۱۲/۵ ۳) ۷ ـ ۳۵ ۴) ۷ ـ ۱۲/۵

۱۲۲- با توجه به واکنش زیر، به ازای مصرف ۰/۳ مول HF، چند گرم NaF تولید و به تقریب چند گرم $Na_۲SiO_۳$ با خلوص ۸۰ درصد مصرف می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $Si = ۲۸ , Na = ۲۳ , F = ۱۹ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$) *(ریاضی خارج از کشور ۹۹)*

$Na_۲SiO_۳(s) + HF(aq) \rightarrow H_۲SiF_۶(aq) + NaF(aq) + H_۲O(l)$ *(معادلهٔ واکنش موازنه شود.)*

۱) ۳/۱۵ ـ ۵/۷ ۲) ۳/۱۵ ـ ۷/۵ ۳) ۳/۶۵ ـ ۵/۷ ۴) ۳/۶۵ ـ ۷/۵

۱۲۳- اگر ۱۰ گرم مخلوطی از گرد منیزیم و نقره را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۸ مولار هیدروکلریک اسید وارد کنیم تا واکنش کامل انجام شود و در پایان واکنش، غلظت مولار محلول به $۰/۳\ mol.L^{-۱}$ 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، $Ag = ۱۰۸ , Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱}$) *(تجربی داخل ۱۴۰۰)*

۱) ۶۶ ـ ۰/۰۵ ۲) ۶۶ ـ ۰/۱۴ ۳) ۸۸ ـ ۰/۰۵ ۴) ۸۸ ـ ۰/۱۴

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؟ $(Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۸ ۲) ۰/۹ ۳) ۱/۱ 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 ۱۰۵۰ گرم آب حل کنیم و محلول حاصل از این فرایند، با چند لیتر محلول سدیم هیدروکسید با غلظت $۰/۲۵\ mol.L^{-۱}$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (ناخالصی‌ها در آب حل می‌شوند.) $(Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۵۰ ـ ۲۴ ۲) ۱۵۰ ـ ۱۲ ۳) ۴۵۰ ـ ۲۴ ۴) ۴۵۰ ـ ۱۲

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؟ $(O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۷/۵ ۲) ۷۲/۵ ۳) ۸۳/۲ ۴) ۶۲/۴

۱۲۷- یک کپسول نیتروژن، محتوی مقداری گاز با دمای $۰\ ^\circ C$ و فشار ۱۰ اتمسفر است. اگر چگالی گازهای موجود در این مخزن برابر با $۲۰\ g.L^{-۱}$ بوده و درصد حجمی گاز $N_۲$ در آن برابر با ۹۰٪ باشد، درصد خلوص گاز نیتروژن موجود در این مخزن کدام است؟ $(N = ۱۴\ g.mol^{-۱})$

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 اضافه‌کردن آب خالص، به ۲۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. اگر غلظت یون نیترات در محلول نهایی برابر با $۰/۲۵\ mol.L^{-۱}$ شود، درصد خلوص نمونهٔ کلسیم نیترات کدام است؟ (ناخالصی‌ها فاقد یون نیترات هستند.)

$(Ca = ۴۰ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۱/۵ ۲) ۷۵/۳۰ ۳) ۷۶/۸۷ ۴) ۵۱/۲۵

۱۲۹- در یک کارخانهٔ فولاد، از واکنش آهن (III) اکسید با گاز CO برای استخراج آهن استفاده می‌شود. برای خارج‌کردن آهن موجود در ۱۸۰۰ گرم آهن (III) اکسید ۴۰٪ خالص، به چند گرم گاز CO با خلوص ۸۴٪ نیاز بوده و گاز $CO_۲$ حاصل از این فرایند را بر اثر سوزاندن کامل چند گرم گاز متان می‌توان به دست آورد؟ $(Fe = ۵۶ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

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

۱۳۰- ۶۰ گرم کلسیم کربنات ناخالص را در معرض حرارت قرار می‌دهیم تا براساس معادلهٔ: $CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$ 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؟

$(Ca = ۴۰ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۵۰

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

۱) ۸۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۲۰۰

۱۳۲- اگر از تجزیهٔ ۱۲۵ گرم $NaHCO_3$ ناخالص براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ: $NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$، مجموعاً ۳۱/۲ لیتر فراوردهٔ گازی تولید شده باشد، درصد خلوص این ماده کدام است؟ (حجم مولی گازها را در شرایط آزمایش برابر با ۲۶ لیتر در نظر بگیرید. $(Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۰/۶۴ ۲) ۴۰/۳۲ ۳) ۶۰/۴۸ ۴) ۳۰/۲۴

۱۳۳- مقداری ناخالصی را با ۹۰ گرم از ترکیب A مخلوط می‌کنیم تا یک نمونهٔ 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؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۱۰

۱۳۴- مجموع جرم اتم‌های اکسیژن موجود در یک نمونهٔ ناخالص از منگنز (IV) اکسید به جرم ۱۸۰ گرم، برابر با ۴۸ گرم است. درصد خلوص این نمونه از منگنز (IV) اکسید چه‌قدر بوده و از واکنش آن با محلول HCl براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$، چند لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(Mn = 55 , O = 16 : g.mol^{-1})$

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

۱۳۵- یک نمونهٔ 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 نمونهٔ اولیه ۳۵/۵ گرم باشد، از واکنش کامل آن با باریم کلرید، چند گرم مادهٔ نامحلول در آب تشکیل می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، ناخالصی با $BaCl_2(aq)$ واکنش نمی‌دهد. $Ba = 137 , S = 32 , Na = 23 , O = 16 : g.mol^{-1}$)

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)$$

۱) ۷۸/۲ ـ ۵۱/۲۶ ۲) ۷۴/۹ ـ ۵۱/۲۶ ۳) ۷۸/۲ ـ ۸۵/۲۲ ۴) ۷۴/۹ ـ ۸۵/۲۲ *(ریاضی داخل ۱۴۰۰)*

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؟ (فراوردهٔ دیگر واکنش، سولفات فلز است و از واکنش ناخالصی‌ها با اسید، گاز تولید نمی‌شود.) $(Fe = 56 , O = 16 : g.mol^{-1})$ *(ریاضی خارج از کشور ۹۵)*

۱) ۱۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۱۳۷- اگر $3/01 \times 10^{22}$ مولکول A_nD_m در یک نمونه با خلوص ۴۰ درصد از این ترکیب، جرمی معادل با ۲۲ گرم داشته باشد و $3/01 \times 10^{21}$ 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 m و n کدام است؟ $(D = 32 , A = 28 : g.mol^{-1})$

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۶

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 اندازهٔ ۱۲ گرم کاهش پیدا کند، درصد خلوص نمونهٔ آهن (III) اکسید اولیه کدام است؟ $(Fe = 56 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۷/۵ ۲) ۷۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۵۰

۱۳۹- ۵ گرم از یک نمونهٔ 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 تشکیل‌شده و درصد ناخالصی در این نمونه اکسید کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $Cu = 64 , Cl = 35/5 , O = 16 : g.mol^{-1}$) *(تجربی داخل ۹۹)*

$CuO(s) + HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2O(l)$ *(معادلهٔ واکنش، موازنه شود.)*

۱) ۶/۷۵ ـ ۲۰ ۲) ۶/۷۵ ـ ۸۰ ۳) ۵/۷۵ ـ ۸۰ ۴) ۵/۷۵ ـ ۲۰

۱۴۰- یک نمونه به جرم ۱۲۰ g از منیزیم اکسید با خلوص ۵۷٪ را با اضافه‌کردن 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.) $(O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۲/۴ ۲) ۳۳/۶ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۶۷/۲

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

۱) ۲۵ ـ ۰/۱ ۲) ۳۷/۵ ـ ۰/۱ ۳) ۳۷/۵ ـ ۰/۰۵ ۴) ۲۵ ـ ۰/۰۵

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 مصرف‌شدن ۱۲۵ گرم مس (I) سولفید با خلوص ۸۰٪، چند لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید با چگالی $1/6\ g.L^{-1}$ به دست آمده و جرم این نمونه از گاز SO_2، با جرم چند مول گاز نئون برابر خواهد بود؟ $(Cu = 64 , S = 32 , Ne = 20 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۵ ـ ۲ ۲) ۳۷/۵ ـ ۳ ۳) ۲۵ ـ ۴ ۴) ۳۷/۵ ـ ۶

۱۴۳- بر پایهٔ 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: $H=1, N=14, O=16 : g.mol^{-1}$) (ریاضی داخل ۹۹)

$$\begin{cases} HNO_3(aq)+Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq)+NO_2(g)+H_2O(l) \\ NO_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g)+O_3(g) \end{cases}$$ (معادلهٔ واکنش، موازنه شود.)

۱) ۲ ـ ۶۷/۲ ۲) ۴ ـ ۶۷/۲ ۳) ۲ ـ ۸۹/۶ ۴) ۴ ـ ۸۹/۶

۱۴۴- برای تولید ۲/۸ تن آهن از سنگ معدن Fe_2O_3 با خلوص ۵۰ درصد، مطابق واکنش: $Fe_2O_3(s)+3CO(g) \rightarrow 2Fe(s)+3CO_2(g)$، 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، $Fe=56, Ca=40, O=16, C=12 : g.mol^{-1}$) (ریاضی داخل ۹۹)

۱) ۱۰ ـ ۳۲۵۰ ۲) ۸ ـ ۳۲۵۰ ۳) ۱۰ ـ ۴۲۰۰ ۴) ۸ ـ ۴۲۰۰

۱۴۵- ۱۷ گرم سدیم نیترات ناخالص را براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ: $NaNO_3(s) \rightarrow NaNO_2(s)+O_2(g)$ به طور کامل تجزیه می‌کنیم. اگر فراوردهٔ 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 نمونهٔ سدیم نیترات اولیه کدام است؟ ($Na=23, O=16, N=14 : g.mol^{-1}$)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

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؟ ($O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۴۶ ۲) ۹۲ ۳) ۱۳۸ ۴) ۱۸۴

۱۴۷- نمونه‌ای به حجم $37/5\ cm^3$ از فلز منیزیم با خلوص ۸۰٪ و چگالی $1/6\ g.cm^{-3}$ در واکنش با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، چند لیتر گاز هیدروژن با چگالی $0/4\ g.mL^{-1}$ تولید کرده و شمار اتم‌های موجود در این نمونهٔ گازی، چند برابر شمار اتم‌های موجود در یک نمونه ۶/۸ گرمی از گاز آمونیاک خواهد بود؟ ($Mg=24, N=14, H=1 : g.mol^{-1}$)

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

۱۴۸- یک نمونهٔ خالص از پتاسیم نیترات به جرم ۵۰/۵ گرم براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ: $KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s)+O_2(g)+N_2(g)$ به طور کامل تجزیه شده و به فراوردهٔ جامد حاصل از آن، مقداری ناخالصی اضافه می‌کنیم. اگر درصد خلوص K_2O در مادهٔ حاصل برابر با ۵۸/۷۵٪ باشد، جرم ناخالصی افزوده‌شده برابر با چند گرم است؟ ($K=39, O=16, N=14 : g.mol^{-1}$)

۱) ۶/۵ ۲) ۱۱/۵ ۳) ۱۶/۵ ۴) ۲۱/۵

۱۴۹- گاز آزادشده از واکنش کامل ۵۰ گرم از یک نمونهٔ 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 $HCl(aq)$ مصرف شده است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $Mn=55, O=16 : g.mol^{-1}$) (تجربی خارج از کشور ۹۹)

$$\begin{cases} MnO_2(s)+HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq)+Cl_2(g)+H_2O(l) \\ Cl_2(g)+KBr(aq) \rightarrow KCl(aq)+Br_2(l) \end{cases}$$ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

۱) ۱ ـ ۴۳/۵ ۲) ۱/۵ ـ ۴۳/۵ ۳) ۱ ـ ۸۷ ۴) ۱/۵ ـ ۸۷

۱۵۰- ۸۰ گرم گاز هیدروژن کلرید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه‌کردن 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 چه‌قدر بوده است؟ ($Al=27\ g.mol^{-1}$)

۱) ۶۳/۷۵ ۲) ۴۵/۶۲ ۳) ۹۱/۲۵ ۴) ۵۷/۵۲

۱۵۱- ۸۰ گرم متانول با خلوص ۷۵٪ را براساس معادلهٔ $CH_3OH(g) \rightarrow 2H_2(g)+CO(g)$ به طور کامل تجزیه کرده و گاز هیدروژن حاصل از آن را براساس معادلهٔ $CuO(s)+H_2(g) \rightarrow Cu(s)+H_2O(l)$ با مقدار کافی مس (II) اکسید وارد واکنش می‌کنیم. در واکنش تجزیهٔ متانول، چند گرم فراوردهٔ قطبی تولید شده و طی این فرایند، چند گرم فلز مس به دست می‌آید؟ ($Cu=64, O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1}$)

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

۱۵۲- مقداری از گاز SO_3 با خلوص ۴۰٪ را براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ: $O_2(g)+SO_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ به طور کامل تجزیه می‌کنیم. جرم گاز اکسیژن تولیدشده طی این فرایند، چند برابر جرم گاز SO_3 ناخالص مصرف‌شده است؟ ($S=32, O=16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۰/۳۲

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

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

ب آرایش الکترونی یون‌های آهن (یون‌های $_{۲۶}Fe^{۳+}$) در یک نمونه از زنگ آهن ($Fe_۲O_۳$)، مشابه به آرایش الکترونی یون $_{۲۵}Mn^{۲+}$ است.

پ گوگرد، نیتروژن و اکسیژن، از جمله نافلزهای موجود در دستهٔ 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 قرمزرنگ آهن (III) هیدروکسید تولید می‌شود.

۹۴- گزینه ۲ آرایش الکترونی $[Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱}$، مربوط به مس است و همان‌طور که می‌دانیم، مس در مقایسه با آهن واکنش‌پذیری کم‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ طلا، تنها عنصر فلزی است که به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زردرنگ در لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

۳ 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.

۴ چهارمین عنصر موجود در گروه چهاردهم، قلع است. این عنصر سطحی درخشان داشته و همانند اورانیم و تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$)، یک عنصر فلزی محسوب می‌شود.

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

$$Fe_۲O_۳(s)+۶HCl(aq) \rightarrow ۲FeCl_۳(aq)+۳H_۲O(l)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم یون‌های $Fe^{۳+}$ تولیدشده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Fe^{۳+}=۰/۸\,g\,Fe_۲O_۳\times\frac{۱\,mol\,Fe_۲O_۳}{۱۶۰\,g\,Fe_۲O_۳}\times\frac{۲\,mol\,FeCl_۳}{۱\,mol\,Fe_۲O_۳}\times\frac{۱\,mol\,Fe^{۳+}}{۱\,mol\,FeCl_۳}\times\frac{۵۶\,g\,Fe^{۳+}}{۱\,mol\,Fe^{۳+}}=۰/۵۶\,g$$

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

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^{۶}\Rightarrow ۷۰۰=\frac{۰/۵۶\,g\,Fe^{۳+}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^{۶}\Rightarrow \text{جرم محلول}=۸۰۰\,g$$

۹۶- گزینه ۱ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت: آ با افزودن مقداری زنگ آهن به محلول هیدروکلریک اسید، زنگ آهن حل‌شده و یون‌های $Fe^{۳+}$ وارد محلول می‌شوند و یک محلول زردرنگ ایجاد می‌شود.

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

پ در فولاد مبارکهٔ اصفهان، همانند سایر شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از واکنش $Fe_۲O_۳$ 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 مقایسهٔ 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 زیرلایهٔ الکترونی مس، ۱ الکترون و در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ 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 $Fe_۲O_۳$ وارد واکنش می‌شود؛ اما فلز مس با یک نمونه از $Fe_۲O_۳$ 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 گونهٔ HX یک اسید به شمار رفته و همان‌طور که می‌دانیم، فلز منیزیم با اسیدها واکنش داده و گاز هیدروژن آزاد می‌کند. *البته گزینهٔ سوم این سؤال شاید یه‌کم گنگ 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 دستهٔ 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 معادلهٔ واکنش زنگ آهن با محلول هیدروکلریک اسید به صورت $Fe_2O_3(s)+6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq)+3H_2O(l)$ است.

۳ واکنش $CuSO_4+Fe \rightarrow FeSO_4+Cu$ به طور طبیعی انجام می‌شود؛ پس واکنش‌دهنده‌های آن در مقایسه با فراورده‌ها واکنش‌پذیرتر هستند.

۴ مس واکنش‌پذیری 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:

آ گوگرد، یک عنصر نافلزی است که به صورت آزاد در طبیعت وجود دارد و در دمای اتاق، به صورت بلورهای زردرنگ جامد دیده می‌شود.

ب محلول مس(II) سولفات، آبی‌رنگ بوده و براساس معادلهٔ $CuSO_4(aq)+Fe(s) \rightarrow FeSO_4(aq)+Cu(s)$ با یک میخ آهنی واکنش می‌دهد.

پ چون واکنش‌پذیری سدیم بیشتر از کربن است، از کربن نمی‌توان برای استخراج فلز سدیم از ساختار Na_2O استفاده کرد.

ت 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:

$$Fe_2O_3(s)+6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq)+3H_2O(l) \quad , \quad FeO(s)+2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq)+H_2O(l)$$

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.

$$\text{واکنش با } Fe_2O_3 : ?\,L \text{ هیدروکلریک اسید} = x\,g\,Fe_2O_3 \times \frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{160\,g\,Fe_2O_3} \times \frac{6\,mol\,HCl}{1\,mol\,Fe_2O_3} \times \frac{1\,L \text{ هیدروکلریک اسید}}{0/5\,mol\,HCl} = \frac{3x}{40}\,L$$

$$\text{واکنش با } FeO : ?\,L \text{ هیدروکلریک اسید} = x\,g\,FeO \times \frac{1\,mol\,FeO}{72\,g\,FeO} \times \frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,FeO} \times \frac{1\,L \text{ هیدروکلریک اسید}}{0/5\,mol\,HCl} = \frac{x}{18}\,L$$

طی این فرایند، در مجموع ۱۸/۸ لیتر محلول هیدروکلریک اسید مصرف شده است؛ پس داریم:

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

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

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

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

با توجه به محاسبات انجام‌شده، مجموع جرم رسوب‌های حاصل از این فرایند برابر با ۳۷۲/۶ گرم می‌شود.

۱۰۲- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Fe_2O_3(s)+3CO(s) \rightarrow 2Fe(s)+3CO_2(g)$

پس داریم:

$$?\,mL\,CO = 1\,g\,Fe \times \frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe} \times \frac{3\,mol\,CO}{2\,mol\,Fe} \times \frac{22400\,mL\,CO}{1\,mol\,CO} = 600\,mL$$

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 انجام‌شدن این واکنش، به ازای مصرف هر مول آهن (III) اکسید جامد (معادل با ۱۶۰ گرم آهن (III) اکسید)، ۲ مول آهن (معادل با ۱۱۲ گرم آهن) تولید شده و به اندازهٔ جرم ۳ مول اتم اکسیژن (معادل با ۴۸ 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 واکنش‌پذیرتر است، سدیم اکسید با کربن واکنش نمی‌دهد. آهن (II) اکسید نیز براساس معادلهٔ زیر با کربن واکنش می‌دهد:

$$2FeO(s) + C(s) \rightarrow 2Fe(s) + CO_2(g)$$

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

$$?\,g\,FeO = 336\,mL\,CO_2 \times \frac{1\,L\,CO_2}{1000\,mL\,CO_2} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{22/4\,L\,CO_2} \times \frac{2\,mol\,FeO}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{72\,g\,FeO}{1\,mol\,FeO} = 2/16\,g$$

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم } Na_2O + \text{جرم } FeO \Rightarrow 6/5 = \text{جرم } Na_2O + 2/16 \Rightarrow \text{جرم } Na_2O = 4/34\,g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در این مخلوط ۲/۱۶ گرم FeO (معادل با ۰/۰۳ مول FeO) و ۴/۳۴ گرم Na_2O (معادل با ۰/۰۷ مول Na_2O) وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت در مخلوط موردنظر ۰/۰۳ مول یون Fe^{2+}، ۰/۱۴ مول یون Na^+ و ۰/۱ مول یون O^{2-} وجود دارد؛ پس داریم:

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

۱۰۵- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش ترمیت به صورت $Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$ است. بر این اساس، عبارت‌های آ و پ نادرست است.

بررسی چهار عبارت: آ چون واکنش ترمیت به صورت طبیعی انجام می‌شود؛ پس می‌توان گفت آهن تولیدشده در این واکنش در مقایسه با آلومینیم مصرف‌شده در آن واکنش‌پذیری کم‌تری داشته و با محلول‌های اسیدی نیز با شدت کم‌تری واکنش می‌دهد.

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

پ مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش ترمیت، کم‌تر از مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ 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 می‌شود.

۱۰۶- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s) + 3CO_2(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول آهن (III) اکسید، ۳ مول گاز کربن دی‌اکسید (معادل با ۱۳۲ گرم گاز کربن دی‌اکسید) و ۴ مول آهن (معادل با ۲۲۴ گرم آهن) تولید می‌شود؛ پس تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده به ازای مصرف ۲ مول آهن (III) اکسید، برابر ۹۲ گرم است. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\,Fe_2O_3 = 18/4\,g\,\text{تفاوت جرم} \times \frac{2\,mol\,Fe_2O_3}{92\,g\,\text{تفاوت جرم}} \times \frac{160\,g\,Fe_2O_3}{1\,mol\,Fe_2O_3} = 64\,g$$

به طریق مشابه، می‌توان به دست آورد که در این واکنش، مقدار ۰/۶ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. این گاز براساس معادلهٔ $MgO(s) + CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$ با منیزیم اکسید واکنش می‌دهد، پس می‌توان 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 می‌شود.

۱۰۷- گزینه ۲ تیتانیم، دومین فلز واسطهٔ موجود در جدول تناوبی بوده و واکنش‌پذیری آن کم‌تر از واکنش‌پذیری فلز منیزیم است. به همین خاطر با استفاده از منیزیم، می‌توان تیتانیم را از ترکیبات حاوی این عنصر (مثل تیتانیم (IV) کلرید) استخراج کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ چون سدیم نسبت به آهن واکنش‌پذیری بیشتری دارد، تأمین شرایط مورد نیاز برای نگه‌داری این عنصر سخت‌تر از تأمین شرایط مورد نیاز برای نگه‌داری آهن است.

۳ چون دسترسی به کربن آسان‌تر از سدیم بوده و استفاده از این عنصر صرفهٔ اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود.

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

۱۰۸- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

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

ب مس، در مقایسه با آهن واکنش‌پذیری کم‌تری داشته و به همین خاطر، این فلز با اکسیدهای آهن واکنش نمی‌دهد.

پ از واکنش آهن با HCl، نمک $FeCl_2$ به دست می‌آید، در حالی که از واکنش زنگ آهن (Fe_2O_3) با هیدروکلریک اسید، نمک $FeCl_3$ تولید می‌شود.

ت در واکنش موردنظر، به ازای مصرف هر مول $FeCl_3$، یک مول رسوب $Fe(OH)_3$ تولید می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت طی واکنش ۰/۰۵ مول $FeCl_3$ با مقدار کافی سدیم هیدروکسید، مقدار ۰/۰۵ مول $Fe(OH)_3$ (معادل با ۵/۳۵ گرم $Fe(OH)_3$) تولید می‌شود. از این واکنش، برای تشخیص نوع کاتیون موجود در زنگ آهن استفاده می‌شود.

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

$$FeO(s) + ۲Na \rightarrow Fe(s) + Na_۲O(s)$$

$$?\,g\,Fe = ۱\,mol\,Na \times \frac{۱\,mol\,Fe}{۲\,mol\,Na} \times \frac{۵۶\,g\,Fe}{۱\,mol\,Fe} = ۲۸\,g$$

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

$$?\,g\,آلیاژ = ۲۸g\,Fe \times \frac{۱۰۰\,g\,آلیاژ}{۳۵\,g\,Fe} = ۸۰\,g$$

۱۱۰- گزینه ۴ واکنش انجام‌شده به صورت $CuSO_۴(aq) + Fe(s) \rightarrow Cu(s) + FeSO_۴(aq)$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، عبارت‌های آ، پ و ت نادرست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ 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.

ب با انجام‌شدن 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 اندازهٔ $۸x$ گرم افزایش پیدا می‌کند.

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

ت با توجه به انجام‌پذیربودن این واکنش، می‌توان گفت واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فراورده‌ها است؛ بنابراین واکنش‌پذیری فلز مس کم‌تر از فلز آهن خواهد بود. در چنین حالتی، شرایط نگه‌داری فلز آهن از شرایط نگه‌داری فلز مس دشوارتر خواهد بود.

ث کاتیون $Co^{۳+}$، همانند کاتیون $Fe^{۲+}$، دارای ۲۴ الکترون بوده و آرایش الکترونی آن به $۳d^۶$ ختم می‌شود.

۱۱۱- گزینه ۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ از میان فلزهای $_{۱۱}Na$، $_{۲۹}Cu$ و $_{۳۰}Zn$، سدیم یک فلز قلیایی بوده و در شرایط یکسان، اتم‌های آن تمایل بیشتری برای تبدیل‌شدن به کاتیون دارند.

ب عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی، سیلیسیم است. این عنصر را با استفاده از مقداری کربن، می‌توان از ساختار ترکیب $SiO_۲(s)$ خارج کرد.

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

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

۱۱۲- گزینه ۱ با توجه به اطلاعات داده‌شده، جرم مولی آنیون A را محاسبه می‌کنیم. اگر جرم مولی $CuA_۲$ برابر با x گرم بر مول باشد، داریم:

$$۴/۵۵\,g\,CuA_۲ = ۰/۱\,L\,\text{محلول سدیم هیدروکسید} \times \frac{۰/۵\,mol\,NaOH}{۱\,L\,\text{محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{۱\,mol\,CuA_۲}{۲\,mol\,NaOH} \times \frac{x\,g\,CuA_۲}{۱\,mol\,CuA_۲} \Rightarrow x = ۱۸۲$$

بر این اساس، می‌توان گفت جرم مولی ترکیب $CuA_۲$ برابر با ۱۸۲ گرم بر مول است؛ پس جرم مولی آنیون A^- برابر با ۵۹ گرم بوده و این آنیون معادل با یون استات $(CH_۳COO^-)$ است. توجه داریم که جرم مولی یون نیترات $(NO_۳^-)$ برابر با ۶۲ گرم بر مول است. در قدم بعد، جرم مس (II) هیدروکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Cu(OH)_۲ = ۰/۱\,L\,\text{محلول سدیم هیدروکسید} \times \frac{۰/۵\,mol\,NaOH}{۱\,L\,\text{محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{۱\,mol\,Cu(OH)_۲}{۲\,mol\,NaOH} \times \frac{۹۸\,g\,Cu(OH)_۲}{۱\,mol\,Cu(OH)_۲} = ۲/۴۵$$

۱۱۳- گزینه ۴ در معدن مس سرچشمه، از واکنش $Cu_۲S + O_۲ \rightarrow ۲Cu + SO_۲$، برای استخراج فلز مس از سنگ معدن آن استفاده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش یکی از اکسیدهای قطبی گوگرد به عنوان فراورده 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 بدنهٔ دوچرخه استفاده می‌شود.

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

۳ فرمول شیمیایی رسوب سبز ایجادشده طی واکنش محلولی از $FeCl_۲$ با محلول سدیم هیدروکسید، به صورت $Fe(OH)_۲$ است. نسبت شمار عنصرها به شمار اتم‌ها در این ترکیب، برابر ۰/۶ است.

۱۱۴- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

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

ب سیلیسیم، یک عنصر شبه‌فلزی بوده و در حالت جامد، سطحی درخشان دارد. واکنش‌پذیری سیلیسیم، کم‌تر از کربن و واکنش‌پذیری کربن نیز کم‌تر از سدیم است؛ پس می‌توان گفت سیلیسیم در مقایسه با سدیم واکنش‌پذیری کم‌تری داشته و استخراج آن از $SiO_۲$، 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 زیرلایهٔ $3d^{10}$ ختم می‌شود.

ت) اسکاندیم، عنصری است که در آن شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 4s آن دو برابر شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 3d است. این عنصر، در تلویزیون‌های 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.

$$?\,mol\,H = 11/2\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{22/4\,L\,NH_3} \times \frac{3\,mol\,H}{1\,mol\,NH_3} = 1/5\,mol$$

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

$$?\,g\,MgSO_4 = 1/5\,mol\,S \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{1\,mol\,S} \times \frac{120\,g\,MgSO_4}{1\,mol\,MgSO_4} = 180\,g$$

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

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

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

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

$$?\,g\,C_2H_5OH = 250\,g\,C_6H_{12}O_6\,\text{ناخالص} \times \frac{45\,g\,C_6H_{12}O_6}{100\,g\,C_6H_{12}O_6\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{180\,g\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{2\,mol\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{46\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH} = 57/5\,g$$

$$?\,L\,CO_2 = 250\,g\,C_6H_{12}O_6\,\text{ناخالص} \times \frac{45\,g\,C_6H_{12}O_6}{100\,g\,C_6H_{12}O_6\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{180\,g\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{2\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 28\,L$$

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 رابطه داریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times 100 = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم ناخالصی} + \text{جرم آهن}} \times 100 = \frac{112}{112+28} \times 100 = \text{درصد } 80$$

۲) یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت‌های سبز، استفاده از تخمیر بقایای گیاهانی مانند نیشکر، 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:

$$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

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

$$?\,g\,Fe(OH)_2 = 4\,L\,\text{سدیم هیدروکسید} \times \frac{0/02\,mol\,NaOH}{1\,L\,\text{سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1\,mol\,Fe(OH)_2}{2\,mol\,NaOH} \times \frac{90\,g\,Fe(OH)_2}{1\,mol\,Fe(OH)_2} = 3/6\,g$$

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

$$?\,g\,FeCl_2 = 4\,L\,\text{سدیم هیدروکسید} \times \frac{0/02\,mol\,NaOH}{1\,L\,\text{سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1\,mol\,FeCl_2}{2\,mol\,NaOH} \times \frac{127\,g\,FeCl_2}{1\,mol\,FeCl_2} = 5/08\,g$$

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

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

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

در مرحلهٔ بعد، شمار اتم‌های اکسیژن موجود در هر گرم از نمونهٔ نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,\text{اتم O} = 1\,g\,MgSO_4\,\text{ناخالص} \times \frac{60\,g\,MgSO_4}{100\,g\,MgSO_4\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{120\,g\,MgSO_4} \times \frac{4\,mol\,O}{1\,mol\,MgSO_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,\text{اتم O}}{1\,mol\,O} = 1/204 \times 10^{22}\,\text{اتم}$$

۱۲۰- گزینه ۲ اگر جرم اولیهٔ مادهٔ 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 اولیهٔ مادهٔ رادیواکتیو (x) را به دست بیاوریم.

$$\text{کاهش جرم مخلوط} = \text{جرم مادهٔ واپاشیده‌شده} \Rightarrow 140\,g - 87/5\,g = \frac{15x}{16} \Rightarrow 52/5\,g = \frac{15x}{16} \Rightarrow x = 56\,g$$

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

$$\text{درصد جرمی مادهٔ رادیواکتیو پس از گذشتن ۳۰ دقیقه} = \frac{\text{جرم مادهٔ رادیواکتیو}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{28}{112} \times 100 = 25$$

۱۲۱- گزینه ۴ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2NH_3$

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

$$?\,g\,CaCO_3 \text{ ناخالص} = 0/1\,mol\,CaCN_2 \times \frac{1\,mol\,CaCO_3}{1\,mol\,CaCN_2} \times \frac{100\,g\,CaCO_3}{1\,mol\,CaCO_3} \times \frac{100\,g\,CaCO_3 \text{ ناخالص}}{80\,g\,CaCO_3} = 12/5\,g$$

۱۲۲- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $Na_2SiO_3 + 8HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2NaF + 3H_2O$

با توجه به معادلهٔ این واکنش شیمیایی، داریم:

$$?\,g\,NaF = 0/3\,mol\,HF \times \frac{2\,mol\,NaF}{8\,mol\,HF} \times \frac{42\,g\,NaF}{1\,mol\,NaF} = 3/15\,g$$

$$?\,g\,Na_2SiO_3 \text{ ناخالص} = 0/3\,mol\,HF \times \frac{1\,mol\,Na_2SiO_3}{8\,mol\,HF} \times \frac{122\,g\,Na_2SiO_3}{1\,mol\,Na_2SiO_3} \times \frac{100\,g\,Na_2SiO_3 \text{ ناخالص}}{80\,g\,Na_2SiO_3} \simeq 5/71\,g$$

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

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)$$

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 نمونهٔ موردنظر ۰/۰۵ مول فلز منیزیم (معادل ۱/۲ گرم فلز منیزیم) وجود دارد. درصد جرمی نقره در این ماده برابر است با:

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

۱۲۴- گزینه ۳ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $MgO(s) + CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$

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.

$$m\,g\,CO_2 \text{ ناخالص} = m\,g\,MgO \text{ ناخالص} \times \frac{x\,g\,MgO}{100\,g\,MgO \text{ ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,MgO}{40\,g\,MgO} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,MgO} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{100\,g\,CO_2 \text{ ناخالص}}{y\,g\,CO_2} \Rightarrow \frac{y}{x} = 1/1$$

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

$$\frac{CO_2 \text{ جرم} \times \frac{y}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{MgO \text{ جرم} \times \frac{x}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{m \times \frac{y}{100}}{1 \times 44} = \frac{m \times \frac{x}{100}}{1 \times 40} \Rightarrow \frac{y}{x} = 1/1$$

۱۲۵- گزینه ۳ با توجه به درصد خلوص منیزیم سولفات، با ریختن x گرم از این مادهٔ ناخالص در آب، $0/8x$ گرم منیزیم سولفات وارد محلول می‌شود. بر این اساس، جرم منیزیم سولفات ناخالص مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{\text{جرم منیزیم سولفات خالص}}{\text{جرم منیزیم سولفات ناخالص} + \text{جرم آب}} \times 100 \Rightarrow 24 = \frac{0/8x}{1050 + x} \times 100 \Rightarrow x = 450\,g$$

منیزیم سولفات براساس معادلهٔ $MgSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + Na_2SO_4(aq)$، 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.

$$?\,L\,NaOH \text{ محلول} = 450\,g\,MgSO_4 \text{ ناخالص} \times \frac{80\,g\,MgSO_4}{100\,g\,MgSO_4 \text{ ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{120\,g\,MgSO_4} \times \frac{2\,mol\,NaOH}{1\,mol\,MgSO_4} \times \frac{1\,L\,NaOH \text{ محلول}}{0/25\,mol\,NaOH} = 24$$

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.

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم گاز اکسیژن} + \text{جرم گاز نیتروژن} \Rightarrow 62/5\,g = (x\,mol\,O_2 \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}) + ((2-x)\,mol\,N_2 \times \frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2}) \Rightarrow x = \frac{13}{8}\,mol$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در این مخلوط گازی $\frac{۱۳}{۸}$ مول گاز اکسیژن (معادل با ۵۲ گرم گاز اکسیژن) و $\frac{۳}{۸}$ 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.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۲\ g}{۶۲/۵\ g} \times ۱۰۰ = ۸۳/۲$$

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

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{P_۱}{P_۲} \times \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۲۲/۴} = \frac{۱}{۱۰} \times \frac{۲۷۳+۰}{۲۷۳+۰} \Rightarrow V_۲ = ۲/۲۴\ L$$

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

$$\text{جرم مخلوط گازی} = \text{حجم گاز} \times \text{چگالی گاز} = ۲/۲۴\ L \times ۲۰\ g.L^{-۱} = ۴۴/۸\ g$$

$$\text{جرم گاز نیتروژن: } ?\ g\ N_۲ = ۲/۲۴\ L\ \text{مخلوط گازی} \times \frac{۹۰\ L\ N_۲}{۱۰۰\ L\ \text{مخلوط گازی}} \times \frac{۱\ mol\ N_۲}{۲/۲۴\ L\ N_۲} \times \frac{۲۸\ g\ N_۲}{۱\ mol\ N_۲} = ۲۵/۲\ g$$

$$\text{درصد جرمی گاز نیتروژن} = \frac{\text{جرم گاز نیتروژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵/۲\ g}{۴۴/۸\ g} \times ۱۰۰ = ۵۶/۲۵ \text{ درصد}$$

۱۲۸- گزینه ۴ با توجه به غلظت نهایی یون $NO_۳^-$، جرم کلسیم نیترات موجود در نمونهٔ ناخالص را محاسبه کرده و درصد خلوص این ماده را به دست می‌آوریم:

$$?\ g\ Ca(NO_۳)_۲ = ۲۰۰\ mL\ \text{محلول} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰\ ml\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۲۵\ mol\ NO_۳^-}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Ca(NO_۳)_۲}{۲\ mol\ NO_۳^-} \times \frac{۱۶۴\ g\ Ca(NO_۳)_۲}{۱\ mol\ Ca(NO_۳)_۲} = ۴/۱\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ = \frac{۴/۱\ g}{۸\ g} \times ۱۰۰ = ۵۱/۲۵ \text{ درصد}$$

۱۲۹- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Fe_۲O_۳(s) + ۳CO(s) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳CO_۲(g)$

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

$$?\ g\ CO\ \text{ناخالص} = ۱۸۰۰\ g\ Fe_۲O_۳\ \text{ناخالص} \times \frac{۴۰\ g\ Fe_۲O_۳}{۱۰۰\ g\ Fe_۲O_۳\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱\ mol Fe_۲O_۳}{۱۶۰\ g Fe_۲O_۳} \times \frac{۳\ mol CO}{۱\ mol Fe_۲O_۳} \times \frac{۲۸\ g CO}{۱\ mol CO} \times \frac{۱۰۰\ g\ CO\ \text{ناخالص}}{۸۴\ g CO} = ۴۵۰ g$$

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

$$\frac{Fe_۲O_۳\ \text{جرم} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{CO\ \text{جرم} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۸۰۰ \times \frac{۴۰}{۱۰۰}}{۱ \times ۱۶۰} = \frac{x \times \frac{۸۴}{۱۰۰}}{۳ \times ۲۸} \Rightarrow x = ۴۵۰\ g$$

با مصرف ۴۵۰ گرم گاز CO با خلوص ۸۴٪ (معادل با ۱۳/۵ مول گاز CO خالص) در واکنش موردنظر، مقدار ۱۳/۵ مول گاز $CO_۲$ در این واکنش تولید خواهد شد. معادلهٔ سوختن گاز متان به صورت $CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$ است، پس داریم:

$$?\ g CH_۴ = ۱۳/۵\ mol\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol CH_۴}{۱\ mol CO_۲} \times \frac{۱۶\ g CH_۴}{۱\ mol CH_۴} = ۲۱۶\ g$$

۱۳۰- گزینه ۲ تنها فراورده‌ای از واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات که به حالت گاز بوده و از سامانهٔ واکنش خارج می‌شود، گاز کربن دی‌اکسید است؛ پس کاهش جرم مواد موجود در ظرف واکنش را می‌توان برابر با جرم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده در نظر گرفت. در این شرایط، داریم:

$$?\ g CaCO_۳ = ۶/۶\ g\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol CO_۲}{۴۴\ g CO_۲} \times \frac{۱\ mol CaCO_۳}{۱\ mol CO_۲} \times \frac{۱۰۰\ g CaCO_۳}{۱\ mol CaCO_۳} = ۱۵\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵\ g}{۶۰\ g} \times ۱۰۰ = ۲۵ \text{ درصد}$$

۱۳۱- گزینه ۳ هیدروکلریک اسید براساس معادلهٔ $Fe(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow FeCl_۲(aq) + H_۲(g)$ با آهن واکنش می‌دهد؛ پس داریم:

$$?\ mL\ \text{محلول} = ۱/۷۵\ g\ Fe\ \text{ناخالص} \times \frac{۹۶\ g\ Fe}{۱۰۰\ g\ Fe\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱\ mol Fe}{۵۶\ g Fe} \times \frac{۲\ mol HCl}{۱\ mol Fe} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۱۵\ mol HCl} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۴۰۰\ mL$$

۱۳۲- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت $2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، بر اثر تجزیهٔ ۲ مول سدیم هیدروژن کربنات جامد، ۱ مول گاز کربن دی‌اکسید (معادل با ۲۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید) و ۱ مول بخار آب (معادل با ۲۶ لیتر بخار آب) تولید می‌شود. به عبارت دیگر، بر اثر تجزیهٔ ۲ مول سدیم هیدروژن کربنات، در مجموع ۵۲ لیتر فراوردهٔ گازی تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,NaHCO_3 = 31/2\,L\,\text{فراوردهٔ گازی} \times \frac{2\,mol\,NaHCO_3}{52\,L\,\text{فراوردهٔ گازی}} \times \frac{84\,g\,NaHCO_3}{1\,mol\,NaHCO_3} = 100/8\,g$$

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

۱۳۳- گزینه ۳ جرم ناخالصی افزوده‌شده به ترکیب A را برابر با x گرم در نظر می‌گیریم. در این شرایط، داریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \begin{cases} \text{درصد خلوص اولیهٔ مادهٔ A} = \frac{90}{90+x} \times 100 \\ \text{درصد خلوص ثانویهٔ مادهٔ A} = \frac{90+90}{90+90+x} \times 100 \end{cases}$$

$$\text{درصد خلوص ثانویهٔ مادهٔ A} = \text{درصد خلوص اولیهٔ مادهٔ A} \times 1/25 \Rightarrow \frac{90}{90+x} \times 100 \times 1/25 = \frac{90+90}{90+90+x} \times 100 \Rightarrow x = 60\,g$$

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

$$?\,g\,MnO_2 = 48\,g\,O \times \frac{1\,mol\,O}{16\,g\,O} \times \frac{1\,mol\,MnO_2}{2\,mol\,O} \times \frac{87\,g\,MnO_2}{1\,mol\,MnO_2} = 130/5\,g$$

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

در قدم دوم، حجم گاز کلر تولیدشده در واکنش $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$ را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\,Cl_2 = 130/5\,g\,MnO_2 \times \frac{1\,mol\,MnO_2}{87\,g\,MnO_2} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{1\,mol\,MnO_2} \times \frac{22/4\,L\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} = 33/6\,L$$

۱۳۵- گزینه ۱ یک نمونهٔ ۱۰۰گرمی از مادهٔ اولیه که شامل ۸۸ گرم نمک و ۱۰ گرم آب می‌شود را در نظر می‌گیریم. اگر x گرم آب به این نمونه افزوده شود، درصد جرمی آب در آن به ۲۰٪ می‌رسد. بر این اساس، داریم:

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

بر این اساس، درصد جرمی نمک را در نمونهٔ جدید ایجادشده محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی نمک} = \frac{88\,g\,Na_2SO_4}{112/5\,g\,\text{نمونه}} \times 100 = 78/2\,\%$$

در قدم بعد، جرم رسوب باریم سولفات ایجادشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,BaSO_4 = 35/5\,g\,\text{نمونه} \times \frac{88\,g\,Na_2SO_4}{100\,g\,\text{نمونه}} \times \frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{142\,g\,Na_2SO_4} \times \frac{1\,mol\,BaSO_4}{1\,mol\,Na_2SO_4} \times \frac{233\,g\,BaSO_4}{1\,mol\,BaSO_4} = 51/26\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم رسوب تولیدشده 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:

$$Fe(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + H_2(g) \qquad Fe_2O_3(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3(aq) + 3H_2O(g)$$

با توجه به حجم گاز هیدروژن تولیدشده، جرم آهن موجود در نمونهٔ موردنظر را محاسبه کرده و پس از آن، جرم زنگ آهن را به دست می‌آوریم.

$$?\,g\,Fe = 3/36\,L\,H_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{22/4\,L\,H_2} \times \frac{1\,mol\,Fe}{1\,mol\,H_2} \times \frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe} = 8/4\,g \Rightarrow Fe_2O_3\,\text{جرم} = 10 - 8/4 = 1/6\,g$$

$$Fe_2O_3\,\text{درصد جرمی} = \frac{Fe_2O_3\,\text{جرم}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{1/6\,g}{10\,g} \times 100 = 16\,\text{درصد}$$

۱۳۷- گزینه ۴ در قدم اول با توجه به شمار مولکول‌ها و جرم نمونه‌های داده‌شده و درصد خلوص آن‌ها، جرم مولی ترکیب‌ها را محاسبه می‌کنیم:

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

$$?\,g\,A_mD_n = 6/02 \times 10^{23}\,A_mD_n\,\text{مولکول} \times \frac{1/84\,g\,A_mD_n\,\text{ناخالص}}{3/01 \times 10^{21}\,A_mD_n\,\text{مولکول}} \times \frac{50\,g\,A_mD_n\,\text{ناخالص}}{100\,g\,A_mD_n\,\text{ناخالص}} = 184\,g$$

جرم مولی در ترکیب برابر است با جرم مولی تک‌تک اتم‌های سازندهٔ آن ترکیب، براساس جرم مولی این ترکیبات و جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن‌ها، می‌توان 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:

$$\left.\begin{matrix} A_nD_m : 28n + 32m = 176 \\ A_mD_n : 28m + 32n = 184 \end{matrix}\right\} \Rightarrow m = 2, n = 4 \Rightarrow m + n = 2 + 4 = 6$$

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 معادلهٔ این واکنش، به ازای مصرف‌شدن 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 مصرف‌شدن هر مول Fe_2O_3، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازهٔ ۴۸ گرم کاهش پیدا می‌کند. با توجه به کاهش جرم ایجادشده در سامانهٔ واکنش، جرم Fe_2O_3 موجود را محاسبه می‌کنیم.

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

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times 100 = \frac{40\,g}{64\,g} \times 100 = 62/5\ \text{درصد}$$

۱۳۹- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $CuO(s)+2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq)+H_2O(l)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم مس (II) اکسید مصرف‌شده و مقدار مس (II) کلرید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,CuO = 0/1\,mol\,HCl \times \frac{1\,mol\,CuO}{2\,mol\,HCl} \times \frac{80\,g\,CuO}{1\,mol\,CuO} = 4\,g$$

$$?\,g\,CuCl_2 = 0/1\,mol\,HCl \times \frac{1\,mol\,CuCl_2}{2\,mol\,HCl} \times \frac{135\,g\,CuCl_2}{1\,mol\,CuCl_2} = 6/75\,g$$

در یک نمونهٔ ۵گرمی 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٪ خالص اضافه‌شده را محاسبه کنیم:

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

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

$$?\,L\,CO_2 = 160\,g\,\text{ناخالص MgO} \times \frac{50\,g\,MgO}{100\,g\,\text{ناخالص MgO}} \times \frac{1\,mol\,MgO}{40\,g\,MgO} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,MgO} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 44/8\,L$$

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

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

$$\text{درصد خلوص Al} = \frac{\text{جرم Al خالص}}{\text{جرم Al ناخالص}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{27}{72} \times 100 = 37/5\,\%$$

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 اندازهٔ ۱ مول کاهش می‌یابد. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\,\text{تغییر کاتیون‌ها} = 27\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{1\,mol\ \text{تغییر کاتیون‌ها}}{2\,mol\,Al} = 0/5\,mol$$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow \text{تغییر مجموع غلظت کاتیون‌ها در محلول} = \frac{0/5\,mol\ \text{کاتیون}}{5\,L\ \text{محلول}} = 0/1\,mol.L^{-1}$$

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

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

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:

$$?\,mol\,Ne = 40\,gNe \times \frac{1\,molNe}{20\,gNe} = 2\,mol$$

۱۴۳- گزینه ۳ معادلهٔ واکنش اول به صورت مقابل است: $4HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، داریم:

$$?\,mol\,Cu(NO_3)_2 = 630\,g\,HNO_3\,\text{ناخالص} \times \frac{80\,g\,HNO_3}{100\,g\,HNO_3\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,g\,HNO_3} \times \frac{1\,mol\,Cu(NO_3)_2}{4\,mol\,HNO_3} = 2\,mol$$

$$?\,mol\,NO_2 = 630\,g\,HNO_3\,\text{ناخالص} \times \frac{80\,g\,HNO_3}{100\,g\,HNO_3\,\text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,g\,HNO_3} \times \frac{2\,mol\,NO_2}{4\,mol\,HNO_3} = 4\,mol$$

طی واکنش اول، ۴ مول گاز NO_2 تولید شده و این گاز در واکنش $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$ مصرف می‌شود، پس داریم:

$$?\,L\,O_3 = 4\,mol\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,O_3}{1\,mol\,NO_2} \times \frac{22/4\,L\,O_3}{1\,mol\,O_3} = 89/6\,L$$

۱۴۴- گزینه ۳ برای استخراج آهن از Fe_2O_3 از واکنش این ماده با گاز CO براساس معادلهٔ $Fe_2O_3(s) + 3CO(s) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$ می‌توان استفاده کرد. با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، داریم:

$$?\,ton\,Fe_2O_3\,\text{ناخالص} = 2/8\,ton\,Fe \times \frac{1000000\,g\,Fe}{1\,ton\,Fe} \times \frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe} \times \frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{2\,mol\,Fe} \times \frac{160\,g\,Fe_2O_3}{1\,mol\,Fe_2O_3} \times \frac{1\,ton\,Fe_2O_3}{1000000\,g\,Fe_2O_3}$$

$$\times \frac{100\,ton\,Fe_2O_3\,\text{ناخالص}}{50\,ton\,Fe_2O_3} \times \frac{\text{مقدار عملی } 100}{\text{مقدار نظری } 80} = 10\,ton$$

طی این فرایند، به ازای مصرف‌شدن هر مول Fe_2O_3، 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 Fe_2O_3، سه مول کلسیم اکسید مصرف می‌شود. بر این اساس، داریم:

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

۱۴۵- گزینه ۴ با توجه به غلظت محلول نهایی، شمار مول‌های $NaNO_2$ تولیدشده طی واکنش موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

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

$$?\,mol\,NaNO_2 = 3/68\,g\,Na^+ \times \frac{1\,mol\,Na^+}{23\,g\,Na^+} \times \frac{1\,mol\,NaNO_2}{1\,mol\,Na^+} = 0/16\,mol$$

با توجه به جرم $NaNO_2$ حل‌شده در محلول، جرم $NaNO_3$ تجزیه‌شده طی واکنش $2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + O_2(g)$ را به‌دست می‌آوریم.

$$?\,g\,NaNO_3 = 0/16\,mol\,NaNO_2 \times \frac{2\,mol\,NaNO_3}{2\,mol\,NaNO_2} \times \frac{85\,g\,NaNO_3}{1\,mol\,NaNO_3} = 13/6\,g$$

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

۱۴۶- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش به صورت $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$ است. ابتدا جرم گلوکز مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$C_6H_{12}O_6\,\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص } C_6H_{12}O_6}{\text{جرم ناخالص } C_6H_{12}O_6} \times 100 \Rightarrow 72 = \frac{x}{600} \times 100 \Rightarrow x = 6 \times 72\,g$$

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

$$?\,g\,C_2H_5OH = 6 \times 72\,g\,C_6H_{12}O_6 \times \frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{180\,g\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{2\,mol\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{46\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH} = 4/8 \times 46\,g$$

$$C_2H_5OH\,\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم } C_2H_5OH}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{4/8 \times 46}{x} \times 100 \Rightarrow x = 6 \times 46\,g$$

برای آن‌که 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:

$$C_2H_5OH\,\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم } C_2H_5OH}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{4/8 \times 46}{\text{جرم اولیهٔ محلول} + \text{جرم آب}} \times 100 = \frac{4/8 \times 46}{m + 6 \times 46} \times 100$$

$$m = 2 \times 46 = 92\,g$$

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 ۴ فلز منیزیم براساس معادلهٔ $Mg(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$ با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد؛ پس داریم:

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

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

$$\left.\begin{array}{l} ?\,mol\,atom = 10\,L\,H_2 \times \frac{0/4\,g\,H_2}{1\,L\,H_2} \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,g\,H_2} \times \frac{2\,mol\,atom}{1\,mol\,H_2} = 4\,mol \\ ?\,mol\,atom = 6/8\,g\,NH_3 = \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{4\,mol\,atom}{1\,mol\,NH_3} = 1/6\,mol \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{4}{1/6} = 2/5 \text{ برابر}$$

: نمونهٔ گاز هیدروژن

: نمونهٔ گاز آمونیاک

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

$$?\,g\,K_2O = 50/5\,g\,KNO_3 \times \frac{1\,mol\,KNO_3}{101\,g\,KNO_3} \times \frac{2\,mol\,K_2O}{4\,mol\,KNO_3} \times \frac{94\,g\,K_2O}{1\,mol\,K_2O} = 23/5\,g$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به درصد خلوص پتاسیم اکسید، جرم ناخالصی افزوده‌شده را به دست می‌آوریم:

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

۱۴۹- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش دوم به صورت مقابل است: $Cl_2(g)+2KBr(aq) \rightarrow 2KCl(aq)+Br_2(l)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار گاز کلر تولیدشده در واکنش اول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Cl_2 = 0/25\,L_{\text{محلول}} \times \frac{2\,mol\,KBr}{1\,L_{\text{محلول}}} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,KBr} = 0/25\,mol$$

معادلهٔ واکنش اول نیز به صورت مقابل است: $MnO_2(s)+4HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq)+Cl_2(g)+2H_2O(l)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، درصد خلوص منگنز دی‌اکسید و مقدار HCl مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,MnO_2 = 0/25\,mol\,Cl_2 \times \frac{1\,mol\,MnO_2}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{87\,g\,MnO_2}{1\,mol\,MnO_2} = 21/75\,g \Rightarrow$$ درصد خلوص MnO_2 برابر با $43/5$ درصد است.

$$?\,mol\,HCl = 0/25\,mol\,Cl_2 \times \frac{4\,mol\,HCl}{1\,mol\,Cl_2} = 1\,mol$$

۱۵۰- گزینه ۳ وقتی هر میلی‌لیتر از محلول اسیدی تولیدشده می‌تواند با $0/01$ گرم آلومینیم واکنش بدهد، پس می‌توان گفت کل این محلول اسیدی (۲ لیتر محلول اسیدی معادل با ۲۰۰۰ میلی‌لیتر محلول اسیدی) با ۲۰ گرم فلز آلومینیم براساس معادلهٔ $2Al(s)+6HCl(g) \rightarrow 2AlCl_3(aq)+3H_2(g)$ به طور کامل واکنش می‌دهد. با توجه به جرم آلومینیم مصرف‌شده، می‌توانیم جرم گاز HCl حل‌شده در محلول را محاسبه کنیم:

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

در مرحلهٔ بعد، درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم: $\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times 100 = \frac{73\,g}{80\,g} \times 100 = 91/25$ درصد

بهه‌ها! برای به دست آوردن درصد خلوص گاز هیدروژن کلرید حل‌شده در محلول با استفاده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم آلومینیم} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{HCl جرم} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{20 \times \frac{90}{100}}{2 \times 27} = \frac{80 \times \frac{x}{100}}{6 \times 36/5} \Rightarrow x = 91/25 \text{ درصد}$$

۱۵۱- گزینه ۳ گاز H_2، در معادلهٔ دو واکنش مشترک است؛ پس ضریب این گاز را در معادله‌های داده‌شده یکسان کرده و از روش هم‌ارزی استفاده می‌کنیم.

$$\left\{\begin{array}{l} \text{واکنش اول}: CH_3OH(g) \rightarrow 2H_2(g)+CO(g) \\ \text{واکنش دوم}: 2CuO(s)+2H_2(g) \rightarrow 2Cu(s)+2H_2O(l) \end{array}\right. \Rightarrow CH_3OH(g) \sim 2Cu(s)$$

بر این اساس، می‌توان گفت به ازای مصرف‌شدن هر مول متانول، ۲ مول فلز مس تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,Cu = 80\,g\,CH_3OH_{\text{ناخالص}} \times \frac{75\,g\,CH_3OH}{100\,g\,CH_3OH_{\text{ناخالص}}} \times \frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH} \times \frac{2\,mol\,Cu}{1\,mol\,CH_3OH} \times \frac{64\,g\,Cu}{1\,mol\,Cu} = 240\,g$$

در قدم بعد، جرم گاز کربن مونوکسید (فراوردهٔ قطبی) تولیدشده در واکنش اول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,CO = 80\,g\,CH_3OH_{\text{ناخالص}} \times \frac{75\,g\,CH_3OH}{100\,g\,CH_3OH_{\text{ناخالص}}} \times \frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH} \times \frac{1\,mol\,CO}{1\,mol\,CH_3OH} \times \frac{28\,g\,CO}{1\,mol\,CO} = 52/5\,g$$

۱۵۲- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش موردنظر به صورت $2SO_3(g) \rightarrow O_2(g) + 2SO_2(g)$ است. جرم گاز گوگرد تری‌اکسید تجزیه‌شده را برابر با x گرم در نظر گرفته و بر این اساس، جرم گاز اکسیژن حاصل را محاسبه می‌کنیم:

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

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