فهرست

دهم

فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی ۸

فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی ۸۳

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۱۵۲

یازدهم

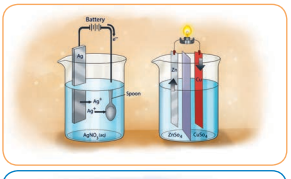
فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۲۲۴

فصل دوم: در پی غذای سالم ۳۱۲

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۳۹۲

دوازدهم

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۴۴۷



فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۵۲۱

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۵۸۲

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۶۳۶

پـایهٔ دهم

- فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی
- فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی
- فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

فصل اوّل:

کیهان زادگاه الفبای هستی

۱ مقدمه

شناخت کیهان

۱ ستارگان پرفروغ آسمان با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و اطلاعات زیادی از گذشته‌های دور، دربارهٔ چگونه به وجود آمدن جهان هستی و اینکه ذره‌های سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند در اختیار ما قرار می‌دهند.

۲ انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که؛ «۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌های قانع‌کننده بیابد. مسلماً پاسخ به اولین پرسش که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد. شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و برهم‌کنش نور با ماده در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم هستند. در واقع زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند.

۳ شواهد تاریخی که از سنگ نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۴ تلاش دانشمندان سبب شده تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکان‌مان حتّی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند؛ برای نمونه، ما به فضا می‌رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروزه در ذهن ما نمی‌گنجد.

۵ دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی، دو فضاپیما به نام وویجر ۱ و ۲ را در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) به فضا پرتاب کردند. (اوّل وویجر ۲ و ۱۶ روز بعد وویجر ۱ به فضا پرتاب شدند.)

دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

۶ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت، عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری است. لازم به ذکر است که وویجر ۱ پس از خروج از سامانهٔ خورشیدی باز هم عکس‌هایی را از کیهان و کرهٔ زمین گرفت.

دیدمفهومی

سامانهٔ خورشیدی، هشت سیاره دارد که به دور خورشید در حال گردش هستند و به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- سیاره‌های سنگی (درونی): این سیاره‌ها بیشتر از جنس سنگ هستند و عبارتند از: تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین (ارض) و بهرام (مریخ).

۲- سیاره‌های گازی (بیرونی): سیاره‌های گازی بیشتر از جنس گازند و عبارتند از: مشتری (برجیس)، کیوان (زحل)، اورانوس و نپتون.

جمع‌بندی توپ

- مأموریت وویجر ۱ و ۲
  - گذر از سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون
  - تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های گازی
    - نوع عنصرهای سازندهٔ آن‌ها
    - ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها
    - ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر آن‌ها

عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☑ یا ☒ مشخص کنید.

۱- دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۳۵۶ خورشیدی برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستاده شدند. ☐

۲- دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ اطلاعاتی از سیارات مریخ، مشتری، زحل، اورانوس و نپتون مخابره کردند. ☐

۳- عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری است که وویجر ۱ گرفت. ☐

۴- از وظایف فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ می‌توان به شناسایی نوع عنصر سازنده و ترکیب شیمیایی موجود در اتمسفر زحل اشاره کرد. ☐

۱- ☑

۲- ☒ مریخ جزو شان نبود.

۳- ☒ آخرین تصویری که وویجر ۱ قبل از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت این عکس بود.

۴- ☑

تست‌کده

۱ چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) شیمی‌دان‌ها، نقش به‌سزایی در پاسخ به پرسش «جهان هستی چگونه پدید آمده است؟» داشته‌اند.

ب) پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

پ) دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های سنگی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را داشتند.

ت) از وظایف وویجر ۱ و ۲ می‌توان به بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ مشتری اشاره کرد.

۱) ۱ ○ ۲) ۲ ○ ۳) ۳ ○ ۴) ۴ ○

گزینه ۴ ● هر چهار عبارت نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «آ» نادرست؛ شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده سهم به‌سزایی در پاسخ به پرسش‌های «ذره‌های سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟» و «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» داشته‌اند.

عبارت «ب» نادرست؛ پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

عبارت «پ» نادرست؛ دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا پرتاب شدند و مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند.

عبارت «ت» نادرست؛ وظایف وویجر ۱ و ۲ تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود، که حاوی اطلاعاتی مانند ۱- نوع عنصرهای سازنده ۲- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها ۳- ترکیب درصد این مواد است.

۳۱ گاز شهری به‌طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به‌صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند. حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در شرایط STP چندلیتر است؟ $(C=12, H=1: gmol^{-1})$ (مشابه تمرین کتاب درسی)

۱) ۶۲/۷ ۲) ۶۷/۲ ۳) ۷۶/۲ ۴) ۷۶/۷

گزینه ۲.

$$2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O + \text{نور و گرما}$$

$$48gCH_4 \times \frac{1molCH_4}{16gCH_4} \times \frac{2molCO}{2molCH_4} \times \frac{22/4LCO}{1molCO} = 67/2LCO$$

۳۲ ۹۰ گرم گلوکز برای سوختن کامل، به چند گرم اکسیژن نیاز دارد؟ $(H=1, C=12, O=16: gmol^{-1})$ (ریاضی داخل ۸۴)

۱) ۷۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۶ ۴) ۴۴

گزینه ۳. از سوختن مواد آلی، CO_2 و H_2O تولید می‌شود.

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

روش اوّل:

$$90gC_6H_{12}O_6 \times \frac{1molC_6H_{12}O_6}{180gC_6H_{12}O_6} \times \frac{6molO_2}{1molC_6H_{12}O_6} \times \frac{32gO_2}{1molO_2} = 96gO_2$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{90}{180\times1} = \frac{m(g)}{32\times6} \Rightarrow m(g) = 96gO_2$$

($C_6H_{12}O_6 \sim 6O_2$)

۳۳ با توجه به معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر، برای تهیهٔ ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به ..... مول گاز هیدروژن و برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در شرایط STP به ..... گرم گاز هیدروژن و ..... گرم گاز نیتروژن نیاز است. $(N=14, H=1: gmol^{-1})$ (مشابه تمرین کتاب درسی)

$$N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

۱) ۳/۷۵ ، ۴۵۰ ، ۲۱۰۰ ۲) ۲۵۰۰ ، ۳۰۰ ، ۴۲۰۰ ۳) ۳۷۵۰ ، ۴۰۵ ، ۱۲۰۰ ۴) ۳۷۵۰ ، ۴۵۰ ، ۲۱۰۰

گزینه ۴. ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم سپس خواسته‌های تست را به‌دست می‌آوریم:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

$$42/5kgNH_3 \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1molNH_3}{17gNH_3} \times \frac{3molH_2}{2molNH_3} = 3750molH_2$$

$$3360LNH_3 \times \frac{1molNH_3}{22/4LNH_3} \times \frac{3molH_2}{2molNH_3} \times \frac{2gH_2}{1molH_2} = 450gH_2$$

$$3360LNH_3 \times \frac{1molNH_3}{22/4LNH_3} \times \frac{1molN_2}{2molNH_3} \times \frac{28gN_2}{1molN_2} = 2100gN_2$$

۳۴ شتر جانوری است که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون‌بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند:

$$C_{57}H_{110}O_6(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$

جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی کدام است؟ (واکنش موازنه شود.) $(C=12, H=1, O=16: gmol^{-1})$ (مشابه تمرین کتاب درسی)

۱) ۱۲۱۱/۳۵ گرم ۲) ۵۵۶/۱۷ گرم ۳) ۱۱۱۲/۳۵ گرم ۴) ۱۱۱/۲۳۵ گرم

گزینه ۳.

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$$

$$1kg(\text{چربی}) \times \frac{1000g(\text{چربی})}{1kg(\text{چربی})} \times \frac{1mol(\text{چربی})}{890g(\text{چربی})} \times \frac{110molH_2O}{2mol(\text{چربی})} \times \frac{18gH_2O}{1molH_2O} = 1112/35gH_2O$$

۳۵ درختان با جذب $CO_2(g)$، می‌توانند آن را به قند گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) تبدیل کنند. اگر یک درخت، سالانه 66kg گاز CO_2 جذب کند، چند کیلوگرم از این قند در آن ساخته می‌شود؟ $(O=16, C=12, H=1: gmol^{-1})$ $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + O_2(g)$ (معادله موازنه شود.)

۱) ۴۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۱ (ریاضی داخل ۹۸)

گزینه ۱. ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌نماییم:

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \longrightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$$

روش اوّل: کسر تبدیل

$$?\,kg\ \text{گلوکز} = 66\,kg\,CO_2 \times \frac{1000\,g\,CO_2}{1\,kg\,CO_2} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{44\,g\,CO_2} \times \frac{1\,mol\ \text{گلوکز}}{6\,mol\,CO_2} \times \frac{180\,g\ \text{گلوکز}}{1\,mol\ \text{گلوکز}} \times \frac{1\,kg\ \text{گلوکز}}{1000\,g\ \text{گلوکز}} = 45\,kg\ \text{گلوکز}$$

روش دوم: تناسب

$$\frac{\text{جرم } CO_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم گلوکز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$$

$$\frac{66 \times 10^3}{6 \times 44} = \frac{\text{جرم گلوکز}}{1 \times 180} \Rightarrow \text{جرم گلوکز} = 45000\,g = 45\,kg$$

دقت داشته باشید چون جرم CO_2 داده‌شده برحسب کیلوگرم می‌باشد و جرم گلوکز خواسته‌شده نیز برحسب کیلوگرم است می‌توان از همان ابتدا در تناسب تنها عدد ۶۶ را قرار داد و در نهایت به عدد ۴۵ برای گلوکز خواهیم رسید که برحسب کیلوگرم است.

۳۶ **در واکنش سوختن کامل ۰/۱ مول گاز اتان، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، مصرف و چند گرم آب تشکیل می‌شود؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)** $(H=1, O=16 : gmol^{-1})$ *(تجربی داخل ۸۵)*

۱) ۷/۸۴ - ۵/۴ ۲) ۸/۹۶ - ۵/۴ ۳) ۷/۸۴ - ۶/۳ ۴) ۸/۹۶ - ۶/۳

گزینه ۱

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

روش اوّل:

$$\begin{cases} 0/1\,mol\,C_2H_6 \times \frac{7\,mol\,O_2}{2\,mol\,C_2H_6} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 7/84\,L\,O_2 \\ 0/1\,mol\,C_2H_6 \times \frac{6\,mol\,H_2O}{2\,mol\,C_2H_6} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 5/4\,g\,H_2O \end{cases}$$

روش دوم:

$$2C_2H_6 \sim 7O_2$$

$$\begin{cases} \frac{0/1}{2} = \frac{V_{STP}}{22/4\,L \times 7} \Rightarrow V_{S.T.P} = 7/84\,L\,O_2 \\ 2C_2H_6 \sim 6H_2O \\ \frac{0/1}{2} = \frac{m(g)}{18 \times 6} \Rightarrow m(g) = 5/4\,g\,H_2O \end{cases}$$

۳۷ **با توجه به واکنش زیر، از مصرف هر مول بور اکسید، چند لیتر گاز در شرایط STP، تولید می‌شود؟** *(ریاضی خارج ۹۸)*

$$B_2O_3(s) + Cl_2(g) \xrightarrow{\Delta} BCl_3(l) + O_2(g)$$ **(معادله موازنه شود.)**

۱) ۳۳/۶ ۲) ۳۹/۲ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۶۷/۲

گزینه ۱ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت زیر می‌باشد:

$$2B_2O_3(s) + 6Cl_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4BCl_3(l) + 3O_2(g)$$

روش اوّل: کسر تبدیل

$$?\,L\,O_2 = 1\,mol\,B_2O_3 \times \frac{3\,mol\,O_2}{2\,mol\,B_2O_3} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 33/6\,L\,O_2$$

روش دوم: تناسب

$$\frac{\text{مول } B_2O_3}{\text{ضریب}} = \frac{\text{حجم } O_2}{\text{ضریب} \times 22/4} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{V_{O_2}}{22/4 \times 3} \Rightarrow V_{O_2} = 33/6\,L\,O_2$$

۳۸ **برای تهیهٔ ۸۴ لیتر گاز نیتروژن، چند گرم NaN_3 باید به‌طور کامل تجزیه شود؟ (چگالی گاز نیتروژن را در شرایط آزمایش برابر $0/92\,gL^{-1}$ در نظر بگیرید.)** $(N=14, Na=23 : gmol^{-1})$ **(معادلهٔ موازنه نشدهٔ واکنش به‌صورت $NaN_3(s) \rightarrow Na(s) + N_2(g)$ است.)** *(ریاضی خارج ۸۵ - با تغییر)*

۱) ۱۱۶/۹ ۲) ۱۱۷/۴ ۳) ۱۱۸/۵ ۴) ۱۱۹/۶

گزینه ۴

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$$

روش اوّل:

$$84\,L\,N_2 \times \frac{0/92\,g\,N_2}{1\,L\,N_2} \times \frac{1\,mol\,N_2}{28\,g\,N_2} \times \frac{2\,mol\,NaN_3}{3\,mol\,N_2} \times \frac{65\,g\,NaN_3}{1\,mol\,NaN_3} = 119/6\,g\,NaN_3$$

روش دوم:

$$2NaN_3 \sim 3N_2$$

$$\frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{چگالی گاز}(\frac{g}{L}) \times \text{حجم گاز}(L)}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{m(g)}{65 \times 2} = \frac{0/92 \times 84}{28 \times 3} \Rightarrow m(g) = 119/6\,g\,NaN_3$$

۳۹ از تجزیهٔ ۶/۵ گرم NaN_3 چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی تقریبی $0/9\,gL^{-1}$ آزاد می‌شود؟

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به‌صورت: $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$ است. $(N=14 , Na=23 : gmol^{-1})$ (تجربی داخل ۸۶ - با تغییر)

۱) ۲/۴۵ ۲) ۳/۱۵ ۳) ۶/۷۴ ۴) ۴/۶۷

گزینه ۴

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$$

روش اوّل:

$$6/5\,g\,NaN_3 \times \frac{1\,mol\,NaN_3}{65\,g\,NaN_3} \times \frac{3\,mol\,N_2}{2\,mol\,NaN_3} \times \frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2} \times \frac{1\,L\,N_2}{0/9\,g\,N_2} = 4/67\,L\,N_2$$

روش دوم:

$$2\,NaN_3 \sim 3N_2$$

$$\frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{چگالی}(\frac{g}{L}) \times \text{حجم گاز}(L)}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{6/5}{65 \times 2} = \frac{0/9 \times V(L)}{28 \times 3} \Rightarrow V = 4/67\,LN_2$$

۴۰ مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش کربن دی اکسید با لیتیم پراکسید کدام است و به‌ازای مصرف ۱۱/۵ گرم لیتیم پراکسید، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ معادلهٔ موازنه نشده به‌صورت زیر است: $(Li=7 , O=16 : gmol^{-1})$ (ریاضی خارج ۸۶ - با تغییر)

$$Li_2O_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(aq) + O_2(g)$$

۱) ۷ - ۲/۳ ۲) ۷ - ۲/۸ ۳) ۸ - ۲/۴ ۴) ۸ - ۳/۲

گزینه ۲

$$2Li_2O_2(aq) + 2CO_2(g) \rightarrow 2Li_2CO_3(aq) + O_2(g)$$

مجموع ضرایب استوکیومتری مواد برابر ۷ می‌باشد.

روش اوّل:

$$11/5\,g\,Li_2O_2 \times \frac{1\,mol\,Li_2O_2}{46\,g\,Li_2O_2} \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,Li_2O_2} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 2/8\,L\,O_2$$

روش دوم:

$$2\,Li_2O_2 \sim O_2$$

$$\frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{V_{STP}}{22/4\,L \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{11/5}{46 \times 2} = \frac{V_{STP}}{22/4 \times 1} \Rightarrow V_{STP} = 2/8\,L\,O_2$$

۴۱ مجموع ضریب‌های مولی فراورده‌ها در معادلهٔ واکنش زیر پس از موازنه کدام است و اگر در این واکنش ۰/۵ مول گاز نیتروژن آزاد شود، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، به‌دست می‌آید؟

$$KNO_3(s) \xrightarrow{500^\circ C} K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$$

(ریاضی داخل ۸۸)

۱) ۷ - ۲۲/۴ ۲) ۹ - ۲۸ ۳) ۹ - ۲۲/۴ ۴) ۷ - ۲۸

گزینه ۲

$$4KNO_3(s) \xrightarrow{500^\circ C} 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$$

مجموع ضرایب مولی فراورده‌ها برابر ۹ است.

روش اوّل:

$$0/5\,mol\,N_2 \times \frac{5\,mol\,O_2}{2\,mol\,N_2} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 28\,L\,O_2$$

روش دوم:

$$2\,N_2 \sim 5O_2$$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{V_{STP}}{22/4\,L \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/5}{2} = \frac{V_{STP}}{22/4 \times 5} \Rightarrow V_{STP} = 28\,L\,O_2$$

۴۲ اگر در واکنش ۴ گرم هیدروکسید یک فلز گروه اول، با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید، مقدار ۷/۱ گرم سولفات (بدون آب تبلور) آن فلز تشکیل شود، جرم اتمی این فلز کدام است؟ (معادلهٔ واکنش را به‌صورت: $2MOH(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow M_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$ در نظر بگیرید.)

$(O=16 , S=32 : gmol^{-1})$ (ریاضی خارج ۸۸ - با تغییر)

۱) ۲۳ ۲) ۳۹ ۳) ۴۶ ۴) ۸۷

گزینه ۱

$$2MOH(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow M_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

روش اوّل:

$$4\,g\,MOH \times \frac{1\,mol\,MOH}{(M+17)\,g\,MOH} \times \frac{1\,mol\,M_2SO_4}{2\,mol\,MOH} \times \frac{(2M+96)\,g\,M_2SO_4}{1\,mol\,M_2SO_4} = 7/1\,g\,M_2SO_4 \Rightarrow M = 23\,gmol^{-1}$$

روش دوم:

$$2MOH \sim M_2SO_4$$

$$\frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{4}{(M+17) \times 2} = \frac{7/1}{2M+96} \Rightarrow M = 23\,gmol^{-1}$$

پـــایهٔ یازدهم

- فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم
- فصل دوم: در پی غذای سالم
- فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

فصل اوّل:

قدر هدایای زمینی را بدانیم

۱ مقدمه

۱ زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدا و ناپیدای گوناگونی است که هر یک اندازهٔ معینی دارند. هدایایی که انسان با شناخت و بهره گیری از آن‌ها توانسته است با ساختن ابزار و دستگاه‌هایی به همهٔ نقاط کرهٔ زمین دست یابد و فضای دوردست و بی‌کران را نیزکشف کند. دانش شیمی به ما کمک می‌کند تا ساختار دقیق این هدایا را شناسایی کنیم، به رفتار آن‌ها پی ببریم و بهره‌برداری درست از آن‌ها را بیاموزیم.

۲ مواد در زندگی ما نقشی شگرف و مؤثر دارند به‌طوری که صنایع گوناگون و هر بخش از زندگی ما کم و بیش تحت تأثیر مواد قرار دارند. اغراق نیست اگر رشد و گسترش تمدن بشری را در گرو کشف و شناخت مواد جدید بدانیم. انسان‌های پیشین فقط از برخی مواد طبیعی مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست بهره می‌بردند، اما با گذشت زمان توانستند موادی مانند سفال را تولید و برخی فلزها را نیز استخراج کنند که خواص مناسب‌تری داشتند.

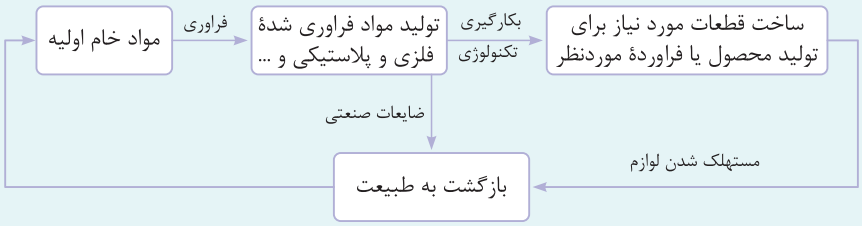
۳ گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است، به‌طوری که کشف و درک خواص یک مادهٔ جدید، پرچم‌دار توسعهٔ فناوری است. برای نمونه؛ گسترش صنعت خودرو مدیون شناخت و دسترسی به فولاد است. هم‌چنین پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه‌رساناها ساخته می‌شوند. (مهم‌ترین نیمه‌رساناها سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge) می باشند)

۴ با گسترش دانش تجربی، شیمی‌دان‌ها به رابطهٔ میان خواص مواد با عنصرهای سازندهٔ آن‌ها پی بردند. آن‌ها هم‌چنین دریافتند که گرما دادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر سبب تغییر و گاهی بهبود خواص می‌شود. با این روند، آن‌ها به توانایی انتخاب مناسب ترین ماده برای یک کاربرد معین دست یافتند تا جایی که می‌توانند موادی نو با ویژگی‌های منحصر به فرد و دلخواه طراحی کنند.

۵ شکوه و عظمت تمدن امروزی تا حدود زیادی مدیون مواد جدیدی است که از شیشه، پلاستیک، فلز، الیاف، سرامیک و... ساخته می شوند. به‌طور مثال شیشه از شن و ماسه ساخته شده است و منشأ ساخت عمدهٔ پلاستیک‌ها مواد نفتی می‌باشد. سبزیجات و میوه‌جاتی که می‌خورید از کودهای پتاسیم‌دار (K)، نیتروژن‌دار (N) و فسفردار (P) برای رشد آن‌ها استفاده شده است.

۶ به فرایند تبدیل مواد خام اولیه مانند نفت، گاز، سنگ معدن و ... به فراورده‌های مورد نظر، فراوری می‌گویند. برای نمونه در فرایند تولید دوچرخه، تبدیل سنگ معدن به ورقه‌های فولادی و تبدیل نفت و گاز به لاستیک و لوازم پلاستیکی دوچرخه را فراوری می‌گویند.

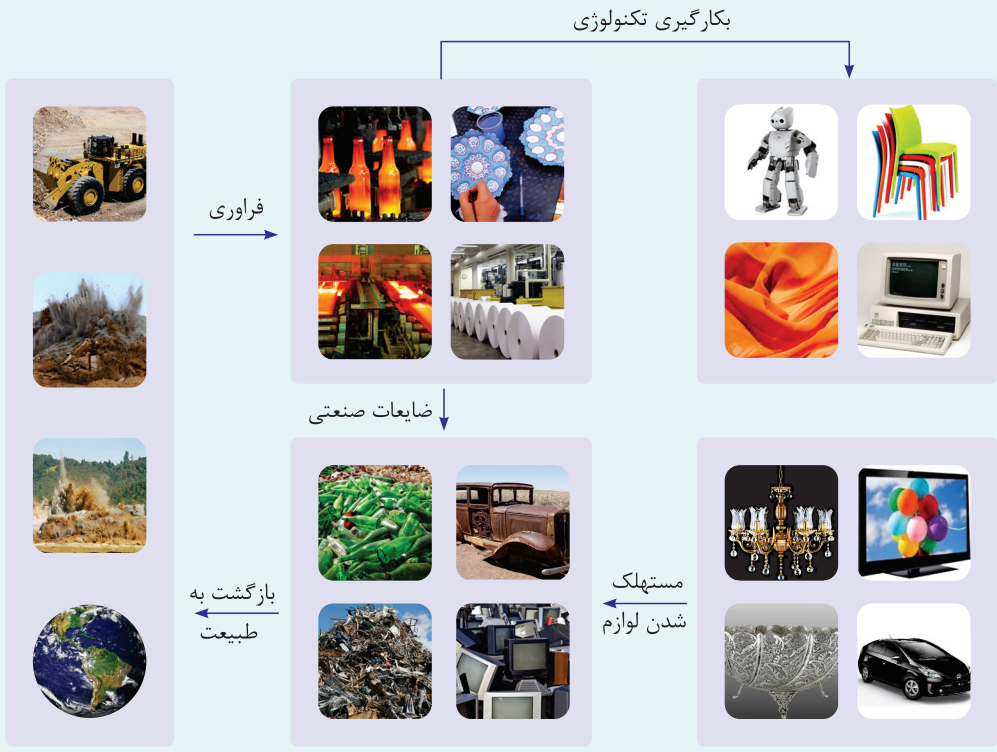
۷) چرخهٔ فرایند تولید مواد در طبیعت به‌صورت زیر است:



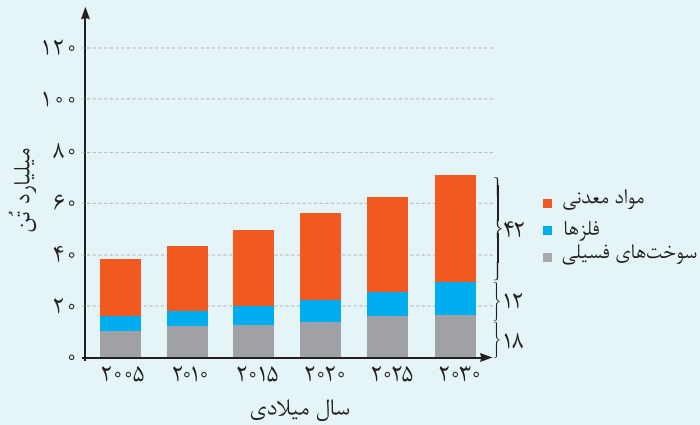
۱- همهٔ مواد طبیعی و ساختگی به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم از کرهٔ زمین به‌دست می‌آیند.

۲- فراورده‌ها و محصولات تولید شده پس از مدتی مستهلک شده، به ضایعات و زباله‌های صنعتی و غیرصنعتی تبدیل شده و دوباره به طبیعت باز می‌گردند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جرم کل مواد در کرهٔ زمین به‌تقریب ثابت می‌ماند (مگر اینکه واکنش هسته ای صورت بگیرد).

۳- میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور، دلیلی بر توسعه‌یافتگی آن کشور نمی‌باشد، زیرا بهره‌برداری صحیح و درست از منابع باعث توسعهٔ یک کشور می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، زمانی‌که بهره‌برداری اصولی و در راستای توسعهٔ پایدار باشد پیشرفت محسوب می‌شود.



۸) نمودار زیر برآورد میزان تولید و مصرف نسبی مواد را در جهان نشان می دهد:



نکات

۱) بیشترین میزان تولید و مصرف مربوط به مواد معدنی و کمترین میزان مربوط به فلزها می‌باشد.
۲) مصرف مواد معدنی همواره بیشتر از سوخت‌های فسیلی بوده است.
۳) سرعت تولید و مصرف مواد معدنی بیشتر از سرعت تولید و مصرف فلزها و سوخت‌های فسیلی است.
۴) مقایسهٔ مواد استخراج شده از کرهٔ زمین: فلزها < سوخت‌های فسیلی < مواد معدنی
۵) پیش‌بینی می‌گردد که سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۳۰ میلادی کمتر از ۲۰ میلیارد تن تولید و مصرف شوند.
۶) پیش‌بینی می‌گردد که تا سال ۲۰۳۰ میلادی، مقدار تولید و مصرف مواد خام به حدود ۷۰ میلیارد تن در سال برسد.
۷) در سال ۲۰۱۵ به‌تقریب حدود ۸ میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است.
۸) مصرف مواد معدنی همواره بیشتر از سوخت‌های فسیلی و فلزات بوده است.
۹) منابع شیمیایی در جهان به‌طور یکنواخت پراکنده نشده‌اند و این امر می‌تواند دلیل تجارت جهانی باشد.
۱۰) زندگی روزانهٔ ما به منابع شیمیایی وابسته است. برای نمونه استکان شیشه‌ای از شن و ماسه، ظروف ساخته شده از خاک چینی، قاشق هم‌زنی از فولاد زنگ نزن به‌دست آمده از سنگ معدن آن ساخته شده است و یا سبزیجات و میوه‌هایی که با استفاده از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار رشد کرده‌اند.

عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☑ یا ☒ مشخص کنید.

۱- نمی‌توان گفت میزان تولید و مصرف نسبی مواد معدنی بیشتر از سوخت‌های فسیلی است. ☐
۲- در فرایند تولید ورقه‌های فولادی و تایر دوچرخه، موادی دور ریخته می‌شوند. ☐
۳- مواد ساختگی نیز مانند مواد طبیعی از کرهٔ زمین به‌دست می‌آیند. ☐
۴- برداشت بی‌رویه از منابع توسط انسان، به‌دلیل بازگشت دوبارهٔ آن‌ها به طبیعت جای نگرانی ندارد. ☐
۵- همهٔ مواد ساختگی برخلاف مواد طبیعی از کرهٔ زمین به دست نمی‌آیند. ☐
۶- پیشرفت صنایع الکترونیک مبتنی بر اجزایی است که از مواد رسانا ساخته شده‌اند. ☐
۷- هر چه میزان منابع ماده در یک کشور بیش‌تر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است. ☐
۸- با گسترش دانش تجربی، شیمی‌دان‌ها دریافتند که افزودن مواد به یکدیگر همواره سبب بهبود خواص می‌شود. ☐
۹- از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵، میزان تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی و فلزها در جهان تغییر محسوسی نداشته و تقریباً ثابت بوده است. ☐
۱۰- توسعهٔ جوامع انسانی به توانمندی افراد هوشمند گره خورده است. ☐
۱۱- شیشه، منشأ معدنی داشته و در طبیعت یافت نمی‌شود. ☐
۱۲- فولاد مستقیماً در طبیعت وجود دارد. ☐
۱۳- گرما دادن به مواد باعث بهبود خواص آن‌ها نمی‌شود. ☐

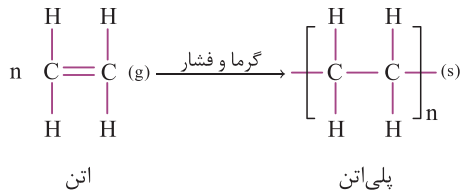
۱- ☒ مصرف مواد معدنی بیشتر از سوخت‌های فسیلی است.
۲- ☑ در فرایند تولید همیشه ضایعاتی وجود دارد.
۳- ☑ همهٔ مواد مستقیم یا غیرمستقیم از کرهٔ زمین به‌دست می‌آیند.
۴- ☒ روند بازگشت منابع به طبیعت مانند روند استفادهٔ آن‌ها نیست. چرا که برخی از مواد تجدیدناپذیرند و سرعت تولید و مصرف آن‌ها یکسان نیست، همانند سوخت‌های فسیلی
۵- ☒ همهٔ مواد طبیعی و مواد ساختگی از کرهٔ زمین به‌دست می‌آیند.
۶- ☒ پیشرفت صنایع الکترونیک مبتنی بر اجزایی است که از مواد نیمه‌رسانا ساخته شده‌اند.
۷- ☒ هرچه میزان بهره‌برداری اصولی بیشتر باشد آن کشور توسعه یافته‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱» درست؛ پلیمرها از مولکول‌هایی با جرم مولی زیاد (دارای یک واحد تکرارشونده) ، تشکیل شده‌اند.

گزینهٔ «۲» درست؛ هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم جامد سفید رنگی به‌دست می‌آید که پلی‌اتن نام دارد.

گزینهٔ «۳» درست؛ با دقت در ساختار پلی‌اتن در می‌یابید که هیدروکربنی سیر شده است زیرا هر اتم کربن در آن با چهار پیوند اشتراکی یگانه به چهار اتم دیگر متصل است.



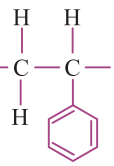
۸ **کدام مطلب دربارهٔ پلی‌استیرن، نادرست است؟** (ریاضی خارج ۹۸)

۱) ترکیبی، سیرشده است.

۲) مونومر آن، $H_2C=CH(C_6H_5)$ است.

۳) واحد تکرار شوندهٔ آن، $-CH_2-C(C_6H_5)(H)-$ است.

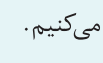
۴) در ساخت ظرف‌های یکبار مصرف به‌کار می‌رود.

گزینه ۱ • پلی‌استیرن با واحد تکرارشونده  به‌دلیل داشتن پیوندهای دوگانه در ساختار خود یک ترکیب سیرنشده به‌شمار می‌رود.

از این پلیمر در ساخت ظروف یک‌بار مصرف استفاده می‌شود. مونومر سازندهٔ این ترکیب به‌صورت $CH_2=CH(C_6H_5)$ می‌باشد.

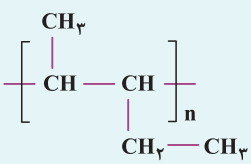
۴ نوشتن فرمول ساختاری مونومر با استفاده از فرمول پلیمر

برای تعیین فرمول ساختاری مونومر با استفاده از فرمول ساختاری پلیمر مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

۱ پیوندهای یگانهٔ موجود در سمت چپ و راست نماد  را حذف می‌کنیم.

۲ بین دو کربنی که از طرفین آن‌ها پیوند یگانه را حذف کرده بودیم، پیوند دوگانه قرار می‌دهیم.

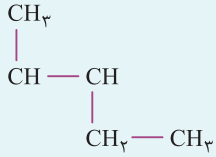
۳ گروه‌های موجود در بالا و پایین کربن‌های دارای پیوند دوگانه را به‌صورت خطی و افقی درمی‌آوریم و در پایان حالت فیزیکی را از جامد به گاز تبدیل می‌کنیم.

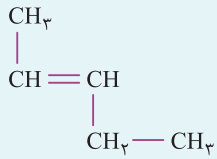
مثال **با توجه به ساختار پلیمر**  **، ساختار مونومر آن را رسم کنید.**

پاسخ با انجام مراحل سه‌گانهٔ ذکر شده به فرمول ساختاری مونومر می‌رسیم:

مرحلهٔ (۱): حذف نماد و پیوند یگانه از طرفین

مرحلهٔ (۲): قرار دادن پیوند دوگانه بین دو کربنی که از طرفین آن‌ها پیوند یگانه را حذف کرده بودیم

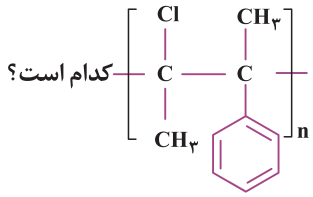


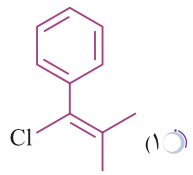


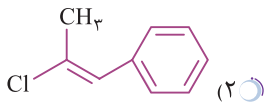
مرحلهٔ (۳): افقی کردن ترکیب و قرار دادن حالت گاز (g)

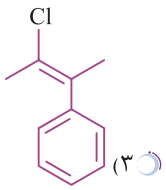
$(CH_3CH=CHCH_2CH_3)(g)$

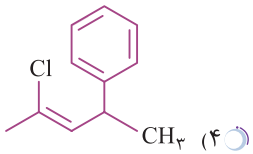
تست‌کده

۹ مونومر سازندهٔ پلیمری با فرمول  کدام است؟

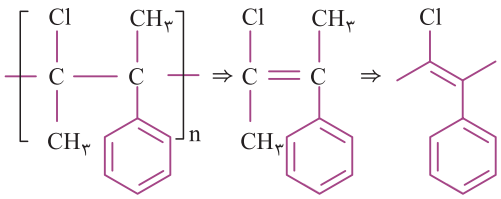
۱) 

۲) 

۳) 

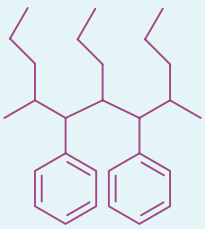
۴) 

گزینه ۳ ● برای پیدا کردن مونومر طبق مراحل سه‌گانهٔ گفته شده عمل می‌کنیم.

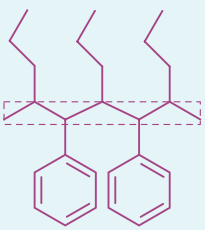


۵ پیدا کردن ساختار مونومر با استفاده از زنجیرهٔ پلیمر

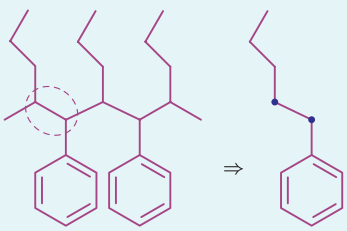
در برخی مسائل، زنجیرهٔ پلیمر را می‌دهند و ساختار مونومر را می‌خواهند. در این مسائل به‌صورت زیر عمل نمایید:



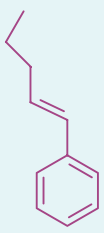
۱ ابتدا زنجیرهٔ اصلی پلیمر را می‌یابیم.



۲ دو کربن کنار هم در زنجیرهٔ اصلی هیدروکربنی، که مربوط به اتصال دو واحد تکرارشونده است را شناسایی کرده، سپس پیوندشان را با دیگر کربن‌های زنجیرهٔ اصلی قطع می‌کنیم.

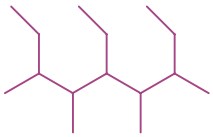


۳ سپس پیوند یگانهٔ کربن - کربن (C—C) شناسایی شده را به پیوند دوگانهٔ کربن - کربن (C=C) تبدیل می‌کنیم. در نتیجه ساختار مونومر به‌دست می‌آید.



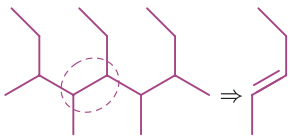
تست‌کده

۱۰ **مونومر پلیمر داده شده کدام است؟**



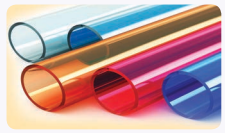
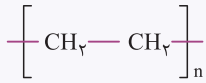
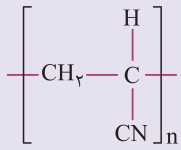
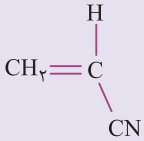
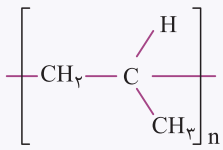
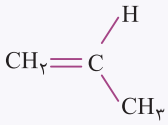
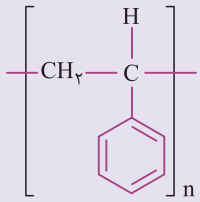
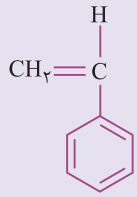
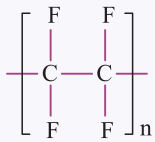
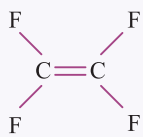
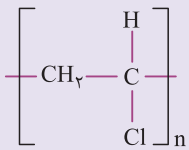
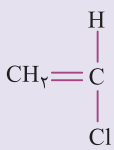
۱) متیل بوتن
۲) ۳ - پنتن
۳) متیل ۲ - بوتن
۴) ۲ - پنتن

گزینه ۴ ● نام این آلکن ۲ - پنتن می‌باشد.



$\Rightarrow CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$

نکته جدول زیر کلکسیون پلیمرهای ساختگی که مونومر آن‌ها پیوند دوگانهٔ کربن - کربن دارند را نشان می‌دهد:

کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر	نام و ساختار مونومر
 تولید کیسه، دبهٔ آب، بطری و لوله‌های پلاستیکی	 پلی‌اتن	اتن
تولید فرش، پارچه و پتو	 پلی‌سیانو اتن	 سیانو اتن
تولید قطعات پلاستیکی لوازم پزشکی مانند سرنگ	 پلی پروپن	 پروپن
تولید ظروف یک‌بار مصرف	 پلی اِستیرن	 اِستیرن
تولید ظروف نچسب، کف اتو، نخ دندان و نوار آب‌بندی لوله‌ها	 تفلون (پلی ترا فلوئورو اتن)	 ترا فلوئورو اتن
تولید کیسهٔ خون	 پلی وینیل کلرید	 وینیل کلرید

فصل سوم:

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

۱ مقدمه

۱ انسان‌ها با تلاشی آگاهانه و هدفمند برای آفریدن آثاری جاودانه، پیوسته به کشف اسرار می‌پردازند، پویندگان چنین راهی به این نکته پی‌برده‌اند که؛ چگونه شمار بسیاری ماده با رفتارهای گوناگون، تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند.

۲ شیمی، دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم. انسان از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از خوان نعمت‌های الهی گسترده شده در جای جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده است.

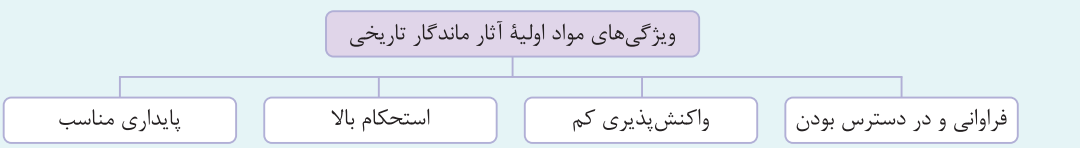
۳ پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در تغییر مواد، افزون بر محیط و شیوهٔ زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته‌اند. با این توصیف، هر یک از آثار به‌جای مانده از گذشتگان در جهان را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست که افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به‌شمار می‌رود.

تنگ آبخوری دورهٔ ساسانی

سفالینه‌ای از ایران باستان

مجسمهٔ موآی در جزیرهٔ ایستر

۴ مواد اولیه برای ساخت آثار ماندگار افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. توجه کنید که عمر طولانی این آثار، تأییدی بر این ویژگی‌ها است و هر چه عمر یادگار به‌جا مانده بیشتر باشد، گفتنی‌های بیشتری با خود دارد، گفتنی‌هایی که اسرار هنر، زیبایی و ماندگاری را فاش می‌کند.



۵ شیمی‌دان‌ها برای پی بردن به اسرار مواد تاریخی به‌جای مانده در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به‌جا مانده را بررسی کردند، سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند که خواص ویژه و کاربردهای معینی داشتند. برخی براین باورند که چنین موادی را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

دیدمفهومی

درصد جرمی

درصد جرمی هر ماده در نمونه، مقدار گرم آن ماده را در ۱۰۰ گرم از نمونه نشان می‌دهد.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمونهٔ موردنظر}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰$$

نکته

درصد جرمی یکا ندارد.

مثال **مخلوطی شامل ۵۰۰ گرم از پودر فلزات آهن و طلا در اختیار داریم. پیش‌بینی می‌شود که ۱۰ درصد جرمی از این مخلوط دارای طلا باشد.**

آ) با این توصیف چند گرم طلا در مخلوط وجود دارد؟

ب) برای اطمینان از پیش‌بینی، مخلوط را با هیدروکلریک اسید غلیظ واکنش می‌دهیم. اگر در اثر واکنش کامل در شرایط STP، ۲۶۸/۸ لیتر گاز هیدروژن آزاد شود، درصد جرمی طلا در این مخلوط چه‌قدر است؟ $(Fe = ۵۶ : g\,mol^{-1})$ $Fe + HCl \longrightarrow FeCl_۳ + H_۲$

پ) در ۱۰ تن از مخلوط ذکر شده، چند کیلوگرم طلا وجود دارد؟

پاسخ آ) $۱۰ = \frac{m_{Au}}{۵۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow m_{Au} = ۵۰g$ $\qquad$ $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمونهٔ موردنظر (طلا)}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰$

ب) می‌دانیم که طلا با اسیدها واکنش نمی‌دهد، بنابراین هیدروژن آزاد شده، حاصل واکنش آهن با هیدروکلریک اسید است، بنابراین با استفاده از حجم هیدروژن تولید شده مقدار جرم آهن را حساب کرده و از این طریق، درصد جرمی طلا در مخلوط را می‌یابیم.

روش اول: کسر تبدیل $\qquad 2Fe + 6HCl \rightarrow 3H_۲ + 2FeCl_۳$

$$?gFe = ۲۶۸/۸LH_۲ \times \frac{۱molH_۲}{۲۲/۴LH_۲} \times \frac{۲molFe}{۳molH_۲} \times \frac{۵۶gFe}{۱molFe} = ۴۴۸gFe$$

$$۵۰۰ - ۴۴۸ = ۵۲gAu \Rightarrow \text{درصد جرمی Au} = \frac{۵۲}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۰/۴٪$$

روش دوم: تناسب $\qquad$ هیدروژن $۳(H_۲) \sim$ آهن $۲(Fe)$

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{حجم}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی گازها در شرایط STP}}$$

$$\frac{\text{جرم آهن}(Fe)}{۵۶ \times ۲} = \frac{۲۶۸/۸}{۲۲/۴ \times ۳} \Rightarrow \text{جرم آهن}(Fe) = \frac{۱۲ \times ۵۶ \times ۲}{۳} = ۴۴۸gFe$$

$$۵۰۰ - ۴۴۸ = ۵۲gAu \Rightarrow \text{درصد جرمی طلا} = \frac{\text{جرم طلا}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۲}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۰/۴٪$$

درصد جرمی طلا، ۱۰/۴ درصد در مخلوط بوده است.

پ) ۱۰ تن معادل $۱۰^۷$ گرم می‌باشد، پس داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمونهٔ مورد نظر}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۰/۴ = \frac{m_{(Au)}g}{۱۰^۷g} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow m_{(Au)} = ۱۰۴۰۰۰۰(g) = ۱۰۴۰kg$$

نکات

۱) در رابطهٔ درصد جرمی لزومی ندارد که جرم مواد برحسب گرم (g) باشد، بلکه صورت و مخرج رابطه می‌توانند هر یکایی داشته باشند، به شرط اینکه هر دو یک یکای مشابه داشته باشند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمونهٔ مورد نظر (g)}}{\text{جرم کل (g)}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم نمونهٔ مورد نظر (kg)}}{\text{جرم کل (kg)}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم نمونهٔ مورد نظر (ton)}}{\text{جرم کل (ton)}} \times ۱۰۰$$

(۲) برای یک عنصر در یک ترکیب نیز می‌توان درصد جرمی محاسبه کرد، برای نمونه درصد جرمی سدیم در نمک طعام ($NaCl$) حدوداً برابر ۳۹/۳ درصد می‌باشد. برای اینکه درصد جرمی یک عنصر (اتم) را در یک ترکیب بیابیم از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم عنصر در ۱ مول از ترکیب}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم مولی عنصر} \times \text{تعداد عنصر در ترکیب (زیروند آن عنصر در ترکیب)}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰$$

برای نمونه در ترکیب $NaCl$ داریم: $\text{درصد جرمی Na} = \frac{\text{جرم سدیم در ۱ مول NaCl}}{\text{جرم مولی NaCl}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۳}{۵۸/۵} \times ۱۰۰ = ۳۹/۳٪$

(۳) هرگاه چند نمونه با درصد جرمی‌های مختلف با هم مخلوط شوند درصد جرمی مادهٔ موردنظر در مخلوط حاصل را می‌توان از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$$a_{\text{جدید}} = \frac{m_۱a_۱ + m_۲a_۲ + \cdots}{m_۱ + m_۲ + \cdots} \qquad \begin{cases} m = \text{جرم نمونه} \\ a = \text{درصد جرمی مادهٔ موردنظر در نمونه} \end{cases}$$

تست‌کده

۱ چند درصد از جرم آهن (III) سولفات به اکسیژن مربوط است؟ $(Fe = ۵۶, S = ۳۲, O = ۱۶ : gmol^{-۱})$

۱) ۱۶ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۸

گزینه ۴ ـ فرمول مولکولی ترکیب برابر $Fe_۲(SO_۴)_۳$ است.

$$\text{جرم مولی کل ترکیب} = (۲ \times ۵۶) + (۳ \times ۳۲) + (۱۲ \times ۱۶) = ۴۰۰ gmol^{-۱}$$

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در ترکیب} = \frac{\text{جرم اکسیژن در ۱ مول ترکیب}}{\text{جرم مولی ماده}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۹۲}{۴۰۰} \times ۱۰۰ = ۴۸٪ \Rightarrow \text{جرم اکسیژن موجود در یک مول ترکیب} = ۱۲ \times ۱۶ = ۱۹۲$$

۲ اگر ترکیبی از فسفر و سدیم دارای ۶۹ درصد سدیم باشد، فرمول شیمیایی آن کدام است؟ $(Na = ۲۳, P = ۳۱ : gmol^{-۱})$ (ریاضی داخل ۸۴ - با تغییر)

۱) $Na_۳P$ ۲) NaP ۳) $NaP_۳$ ۴) $Na_۲P$

گزینه ۱ ـ در مسائلی که درصد جرمی عنصری را در ترکیبی داریم، فرض می‌کنیم ۱۰۰ گرم از آن ترکیب داریم:

$$\begin{cases} Na = ۶۹٪ \Rightarrow \text{جرم سدیم} = ۶۹g \Rightarrow \text{تعداد مول سدیم} = \frac{۶۹g}{۲۳g} = ۳\ molNa \\ P = ۳۱٪ \Rightarrow \text{جرم فسفر} = ۳۱g \Rightarrow \text{تعداد مول فسفر} = \frac{۳۱g}{۳۱g} = ۱molP \end{cases} \Rightarrow \text{فرمول ترکیب: } Na_۳P$$

۳ نسبت درصد جرمی هیدروژن در پلی‌وینیل‌کلرید به درصد جرمی آن در پروپین کدام است؟ $(Cl = ۳۵/۵, C = ۱۲, H = ۱ : gmol^{-۱})$ (تجربی خارج ۹۵)

۱) ۰/۳۲ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

گزینه ۲ ـ وینیل کلرید مونومر پلی وینیل کلرید است و فرمول مولکولی آن $CH_۲ = CHCl$ است. فرمول مولکولی پروپین نیز $C_۳H_۴$ است.

$$\left.\begin{aligned} \text{درصد جرمی H در } CH_۲ = CHCl &= \frac{\text{(جرم هیدروژن‌ها) } ۳ \times ۱g}{\text{(جرم مولی وینیل کلرید)}(۲ \times ۱۲ + ۳ + ۳۵/۵)} \times ۱۰۰ = \frac{۳g}{۶۲/۵g} \times ۱۰۰ = ۴/۸٪ \\ \text{درصد جرمی H در } C_۳H_۴ &= \frac{\text{(جرم هیدروژن‌ها) } ۴ \times ۱g}{\text{(جرم مولی پروپین)}(۳ \times ۱۲ + ۴)} \times ۱۰۰ = \frac{۴}{۴۰} \times ۱۰۰ = ۱۰٪ \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{۴/۸}{۱۰} = ۰/۴۸$$

۴ اگر ترکیب حاصل از واکنش آلومینیم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶، دارای ۳۶ درصد جرمی آلومینیم باشد، این عنصر کدام است؟ $(Al = ۲۷ : gmol^{-۱})$

۱) گوگرد $(_{۱۶}S)$ ۲) تلوریم $(_{۵۲}Te)$ ۳) اکسیژن $(_{۸}O)$ ۴) سلنیم $(_{۳۴}Se)$ (تجربی خارج ۸۹)

گزینه ۱ ـ فرمول ترکیب حاصل از آلومینیم با عناصر گروه ۱۶ به‌صورت $Al_۲X_۳$ می‌باشد. مطابق صورت تست ۳۶٪ جرم ترکیب را Al تشکیل داده است. پس داریم:

$$\frac{۲Al}{Al_۲X_۳} = \frac{۳۶}{۱۰۰} \xrightarrow{Al=۲۷} \frac{۲(۲۷)}{۲(۲۷) + ۳x} = \frac{۳۶}{۱۰۰} \Rightarrow X = ۳۲ gmol^{-۱}$$

باید در گزینه‌ها به‌دنبال عنصری بگردیم که جرم مولی آن ۳۲ باشد. باتوجه به گزینه‌ها، تنها گزینهٔ ممکن، گوگرد می‌باشد. زیرا در جدول دوره‌ای عنصرها معمولاً جرم مولی اغلب عناصر تقریباً ۲ برابر عدد اتمی آن‌ها می‌باشد. بنابراین این عنصر $_{۸}O$ نمی‌تواند باشد؛ زیرا جرم مولی آن نزدیک به $۱۶ gmol^{-۱}$ است. هم‌چنین عناصر $_{۳۴}Se$ و $_{۵۲}Te$ دارای عدد جرمی بیشتر از ۳۲ هستند؛ پس تنها گزینهٔ ممکن، گزینهٔ «۱» است.

۵ یک مادهٔ شیمیایی، سه اتم کروم در فرمول شیمیایی خود دارد. اگر ۳۱/۲ درصد جرم این ماده را کروم تشکیل داده باشد، جرم مولی آن چند گرم است؟ $(Cr = 52 : g.mol^{-1})$ (ریاضی داخل ۹۷)

۱) ۱۶۶/۷ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۳۳/۳ ۴) ۵۰۰

گزینه ۴.

$$\text{درصد جرمی کروم} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow 31/2 = \frac{3 \times 52}{M} \times 100 \Rightarrow M = 500$$

۶ درصد جرمی مواد در دو نمونه خاک در جدول زیر آمده است. اگر ۲۰۰ گرم از نمونهٔ A و ۳۰۰ گرم از نمونه B با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی آلومینیم اکسید در خاک حاصل چند درصد می‌باشد؟

درصد جرمی / ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	MgO
نمونهٔ A	۱۲	۲۰	۴۹	۱۹
نمونهٔ B	۳۵	۳۰	۳۱	۵

۱) ۲۲ ۲) ۲۵ ۳) ۲۶ ۴) ۲۸

گزینه ۳.

$$\text{درصد جرمی جدید} = \frac{(\text{درصد جرمی ماده در نمونهٔ B} \times \text{جرم نمونهٔ B}) + (\text{درصد جرمی ماده در نمونهٔ A} \times \text{جرم نمونهٔ A})}{\text{جرم نمونهٔ B} + \text{جرم نمونهٔ A}}$$

$$a_{Al_2O_3} = \frac{200 \times 20 + 300 \times 30}{200 + 300} = \frac{4000 + 9000}{500} = \frac{13000}{500} = 26\%$$

۷ عنصر M دارای عددهای اکسایش پایدار ۱+ و ۴+ و عنصر X دارای عددهای اکسایش ۱- و ۲- است. اگر جرم اتمی X، دو برابر جرم اتمی M باشد، با کدام عددهای اکسایش عنصرهای M و X، درصد جرمی M در ترکیب‌های آن‌ها بیشتر است؟ (ریاضی داخل ۹۴)

۱) ۴+ ، ۱- ۲) ۱+ ، ۲- ۳) ۴+ ، ۲- ۴) ۱+ ، ۱-

گزینه ۲. چون جرم اتمی X^-، دو برابر جرم اتمی M است. جرم اتمی X را با 2M نشان می‌دهیم:

$$M^+X^- \Rightarrow MX \Rightarrow \text{درصد جرمی M} = \frac{M}{M + 2M} \times 100 \approx 33/33\%$$

$$M^+X^{2-} \Rightarrow M_2X \Rightarrow \text{درصد جرمی M} = \frac{2M}{2M + 2M} \times 100 \approx 50\%$$

$$M^{4+}X^- \Rightarrow MX_4 \Rightarrow \text{درصد جرمی M} = \frac{M}{M + 8M} \times 100 \approx 11/11\%$$

$$M^{4+}X^{2-} \Rightarrow MX_2 \Rightarrow \text{درصد جرمی M} = \frac{M}{M + 4M} \times 100 = 20\%$$

۸ درصد جرمی نیتروژن در کدام ترکیب، کمتر است؟ $(O = 16, N = 14 : g.mol^{-1})$ (تجربی داخل ۹۴)

۱) دی‌نیتروژن اکسید ۲) دی‌نیتروژن تری‌اکسید

۳) نیتروژن مونوکسید ۴) نیتروژن دی‌اکسید

گزینه ۴. بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: $\text{درصد } N : N_2O = \frac{2 \times 14}{2(14) + 16} \times 100 = 63/6\%$

گزینهٔ «۲»: $\text{درصد } N : N_2O_3 = \frac{2 \times 14}{2(14) + 3(16)} \times 100 = 36/8\%$

گزینهٔ «۳»: $\text{درصد } N : NO = \frac{14}{14 + 16} \times 100 = 46/6\%$

گزینهٔ «۴»: $\text{درصد } N : NO_2 = \frac{14}{14 + 2(16)} \times 100 = 30/4\%$