۱۰۱. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴ amu و ۲۷ amu است که در شکل مقابل باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷ amu باشد، چند دایره در شکل باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟ (ریاضی خارج ۹۸)

۱) ۱۶
۲) ۱۹
۳) ۲۲
۴) ۲۷

۱۰۲. اگر جرم‌های اتمی ایزوتوپ‌های طبیعی کربن برابر ۱۲/۰۰ و ۱۳/۰۰ واحد جرم اتمی و فراوانی آن‌ها به ترتیب ۰/۹۹ و ۰/۰۱ باشد، جرم اتمی میانگین کربن چقدر است؟

۱) ۱۲/۰۱
۲) ۱۲/۰۸
۳) ۱۲/۱۱
۴) ۱۲/۲۱

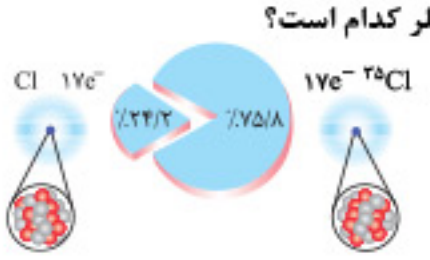
۱۰۳. اگر عنصر X دارای دو ایزوتوپ ^{۶۱}X و ^{۶۶}X باشد، به ازای هر اتم ^{۶۱}X چند اتم ^{۶۶}X باید وجود داشته باشد تا جرم اتمی میانگین عنصر X برابر ۶۵ شود؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۱۰۴. عنصر آهن دو ایزوتوپ دارد و ایزوتوپ سبک‌تر آن، ^{۵۵}Fe است. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر آن، $\frac{۱}{۴}$ فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر بوده و جرم اتمی میانگین آن برابر ۵۵/۸ amu باشد، اختلاف تعداد نوترون دو ایزوتوپ آهن چقدر است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۰۵. با توجه به شکل داده‌شده، اگر جرم اتمی میانگین کلر برابر ۳۵/۵ باشد، تعداد نوترون ایزوتوپ سنگین‌تر کلر کدام است؟



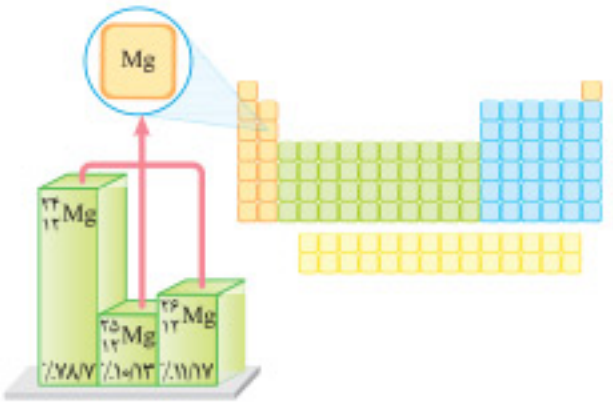
۱) ۱۹
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۲۲

۱۰۶. با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولی ترکیب $A_۴X_۳$، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu درنظر بگیرید.) (ریاضی خارج ۹۵)

ایزوتوپ	^{۴۵}A	^{۴۷}A	^{۳۵}X	^{۳۷}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶
۲) ۲۰۳/۴
۳) ۱۹۸/۵
۴) ۱۸۸/۷

۱۰۷. با توجه به شکل، در خانه‌ای از جدول دوره‌ای که به عنصر منیزیم تعلق دارد، چه عددی به عنوان جرم اتمی منیزیم نوشته می‌شود؟



۱) ۲۴/۰۸
۲) ۲۴/۸۸
۳) ۲۴/۳۲
۴) ۲۵/۱۲

۱۰۸. اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۲۷/۹ amu، ۲۹/۹ amu و ۳۰ amu به‌ترتیب با فراوانی ٪۹۲، ٪۵ و ٪۳ باشد، جرم اتمی میانگین آن، برابر چند amu است؟ (تجربی دی ۱۴۰۱)

۱) ۲۸/۰۶۳
۲) ۲۸/۸۹۲
۳) ۲۹/۰۵۴
۴) ۲۹/۹۵۱

۱۰۹. منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{۲۴}Mg با جرم اتمی ۲۳/۹۹ amu و فراوانی ۷۹ درصد، ^{۲۵}Mg با جرم اتمی ۲۴/۹۹ amu و فراوانی ۱۰٪، ^{۲۶}Mg با جرم اتمی ۲۵/۹۸ amu و فراوانی ۱۱ درصد، و فلوئور تنها به‌صورت ^{۱۹}F با جرم اتمی ۱۸/۹۹ amu وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلوئورید طبیعی برابر چند گرم است؟ (تجربی خارج ۹۹)

۱) ۶۱/۸۶
۲) ۶۲/۲۸
۳) ۶۴/۱۲
۴) ۶۶/۴۵

۱۱۰. عنصر X دارای ۳ ایزوتوپ ^{۵۱}X، ^{۵۲}X و ^{۵۴}X و جرم اتمی میانگین آن برابر ۵۱/۸ amu است. اگر فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ، ۴ برابر فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ باشد، در نمونه‌ای از عنصر X به جرم ۲۵۰ گرم، چند گرم ایزوتوپ ^{۵۲}X وجود دارد؟

۱) ۱۲۵
۲) ۱۲۵/۵
۳) ۵۰
۴) ۵۰/۷۵

۱۱۱. عنصر $_{۱۸}X$ با جرم اتمی میانگین $g.mol^{-۱}$ ۲۶/۸، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر ۱ amu در نظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۰)

۱) ۲۱
۲) ۲۲
۳) ۲۳
۴) ۲۴

۱۱۲. عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A، ^{86}A و ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴ باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرم یک مول از هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۵)

۱) ۲۰ _ ۶۰ ۲) ۴۰ _ ۴۰ ۳) ۵۰ _ ۳۰ ۴) ۶۰ _ ۲۰

۱۱۳. کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵ amu و ۳۷ amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲ amu و ۱۳ amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول CCl_4، چند amu است؟ (ریاضی ۹۴ - با تغییر)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۱۱۴. اگر عنصر A دارای دو ایزوتوپ ^{19}A و ^{20}A و عنصر B دارای سه ایزوتوپ ^{14}B، ^{15}B و ^{16}B باشد، چند ترکیب BA_2 با جرم مولی متفاوت از هم می‌تواند وجود داشته باشد؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۱۵. جرم مولی ترکیب A_2B برابر ۶۲/۲ amu است. اگر عنصر A دارای دو ایزوتوپ ^{22}A و ^{23}A و عنصر B دارای دو ایزوتوپ ^{16}B و ^{17}B بوده و فراوانی ایزوتوپ ^{22}A برابر ۲۱٪ باشد، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر B چقدر است؟

۱) ۱۲ ۲) ۲۲ ۳) ۳۰ ۴) ۳۸

۱۱۶. اگر عنصر A دارای سه ایزوتوپ $^{55}_{26}A$ (با فراوانی ۷۵٪)، $^{58}_{26}A$ (با فراوانی ۲۰٪) و $^{60}_{26}A$ (با فراوانی ۵٪) و عنصر B دارای دو ایزوتوپ $^{126}_{53}A$ و $^{131}_{53}B$ بوده و جرم مولی ترکیب AB_2 برابر ۲۰۹/۸۵ گرم بر مول باشد، ۰/۴ مول B شامل چند مول نوترون است؟ (شبیه‌ساز تجربی خارج ۹۹)

۱) ۱/۲۴ ۲) ۲/۹۶ ۳) ۴/۸۲ ۴) ۷/۲۵

۱۱۷. از آلیاژ عنصر رنیم ($_{75}Re$) در ساخت موتور هواپیماهای جنگی استفاده می‌شود. این عنصر جزو معدود عناصری است که فراوانی ایزوتوپ پایدار آن از فراوانی ایزوتوپ پرتوزای آن (با نیم‌عمر بسیار بالا) کمتر است. جرم اتمی میانگین مخلوطی از دو ایزوتوپ طبیعی این عنصر (^{185}Re و ^{187}Re) برابر ۱۸۶/۲۸ amu می‌باشد. اگر جرم ایزوتوپ سبک‌تر در این مخلوط برابر ۶۶/۶ amu باشد، نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به سنگین‌تر برابر ..... بوده و ایزوتوپ ..... پرتوزا است.

۱) ^{187}Re ، $\frac{9}{16}$ ۲) ^{187}Re ، $\frac{5/5}{10}$ ۳) ^{185}Re ، $\frac{9}{16}$ ۴) ^{185}Re ، $\frac{5/5}{10}$

۱۱۸. عنصر X با جرم اتمی میانگین ۵۱/۸ که در دورهٔ ۴ و گروه ۶ جدول دوره‌ای قرار دارد، دارای ۳ ایزوتوپ ^{51}X، ^{52}X و ^{A}X است. اگر در یک نمونهٔ طبیعی، به ازای هر ۳ اتم از ایزوتوپ ^{51}X، یک اتم از هر یک از دو ایزوتوپ دیگر موجود باشد، تعداد نوترون ^{A}X با تعداد الکترون کدام گونهٔ زیر برابر است؟

۱) $^{31}Ga^{+}$ ۲) $^{31}Ga^{3+}$ ۳) $^{29}Cu^{2+}$ ۴) ^{32}Ge

۱۱۹. در فرایند غنی‌سازی مخلوطی از ایزوتوپ‌های عنصر A(^{20}A و ^{22}A) به جرم ۱۰۴ گرم، اگر ۵۰٪ ایزوتوپ‌های سنگین از مخلوط خارج شوند، جرم اتمی میانگین عنصر A در مخلوط باقی‌مانده به ۲۰/۵ گرم بر مول می‌رسد. فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر در مخلوط اولیه چند بوده و در صورتی که فرایند غنی‌سازی به طور ۱۰۰٪ انجام شود، چند گرم ایزوتوپ ^{20}A به‌جای خواهد ماند؟ (هر دو ایزوتوپ پایدارند)

۱) ۲۵، ۶۰ ۲) ۲۵، ۴۰ ۳) ۴۰، ۶۰ ۴) ۴۰، ۴۰

۱۲۰. عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۹، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر ۵۰/۹۵ amu فرض شود.) (تجربی ۹۹)

۱) ۲۹/۵، ۳۵/۵ ۲) ۱۷/۵، ۴۷/۵ ۳) ۱۵، ۵۰ ۴) ۱۴/۵، ۵۰/۵

۵ شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها، مول، عدد آووگادرو

صفحهٔ ۱۶ تا ۱۹ کتاب درسی

- اتم‌ها بسیار کوچک هستند. به‌طوری‌که نمی‌توان با شمارش تک‌تک آن‌ها، شمار آن‌ها را به‌دست آورد. همچنین، در عمل نمی‌توان با یک اتم کار کرد! برای برطرف کردن این مشکل دانشمندان کمیت مول را معرفی کردند.
- **مول:** به $6/02\times10^{23}$ ذره از هر ماده ، یک مول از آن ماده گفته می‌شود.
- در مورد موادی مانند فلزها یا گازهای نجیب که ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها اتم است، هر $6/02\times10^{23}$ اتم از آن‌ها، معادل یک مول است.
- در مورد موادی مانند آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3)، گاز نیتروژن (N_2) یا گاز متان (CH_4) که از مولکول‌ها تشکیل شده‌اند، به هر $6/02\times10^{23}$ مولکول از آن‌ها، یک مول گفته می‌شود.
- به اقتخار آمدئو آووگادرو به عدد $6/02\times10^{23}$ عدد آووگادرو گفته می‌شود. در واقع عدد آووگادرو نمایانگر تعداد ذرات موجود در یک مول از ماده است.
- عدد آووگادرو را با نماد N_A نشان می‌دهند.
- در مورد موادی که از اتم‌ها تشکیل شده‌اند، جرم اتمی آن‌ها برحسب گرم، معادل یک مول از این مواد است.
- به عنوان مثال، جرم اتمی آهن برابر ۵۶ گرم بر مول است. پس هر مول آهن معادل ۵۶ گرم است.
- در مورد مواد متشکل از مولکول‌ها، جرم مولکولی برحسب گرم، معادل یک مول از این مواد است.
- به عنوان مثال، جرم مولکولی آب (H_2O) برابر ۱۸ گرم بر مول است. پس هر مول آب معادل ۱۸ گرم است.

■ اگرچه لایهٔ پنجم شامل ۵ زیرلایه است، ولی زیرلایهٔ پنجم (g) در هیچ‌یک از عنصرهای شناخته‌شده تا به امروز، الکترونی ندارد. به‌همین دلیل، حداقل در مقطع دبیرستان و همین‌طور کنکور، با بیش از چهار نوع زیرلایه (s، p، d و f) سروکار نداریم.

■ هر زیرلایه با دو نماد مشخص می‌شود: یک عدد (که n را مشخص می‌کند) و یک حرف (که نوع زیرلایه را مشخص می‌کند). مانند:

۳p ⟹ یعنی زیرلایهٔ p از لایهٔ سوم ($n=۳$، $l=۱$)

۲s ⟹ یعنی زیرلایهٔ s از لایهٔ دوم ($n=۲$، $l=۰$)

■ هرچه مقدار l کمتر باشد، نشانگر کمتر بودن انرژی زیرلایهٔ مربوطه است.

به عنوان مثال، از نظر انرژی: $۲s < ۲p$، زیرا با n برابر برای دو زیرلایه، مقدار l برای زیرلایهٔ ۲s کمتر است.

■ انرژی زیرلایه‌ها هم به مقدار n و هم به مقدار l بستگی دارد. در مورد هر دو عدد کوانتومی n و l، هرچه مقدار کمتری داشته باشند، انرژی الکترون مربوطه کمتر خواهد بود.

◂ **قاعده‌ای دقیق برای مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌ها:**

۱ از میان چند زیرلایه، هرکدام از مقدار $(n+l)$ کمتری برخوردار باشد، سطح انرژی کمتری دارد.

۲ از دو زیرلایه با «$n+l$» یکسان، زیرلایهٔ دارای n کوچک‌تر، انرژی کمتری دارد.

مثال: مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌های ۳p، ۳d، ۴s، ۴p، ۴d، ۴f، ۵s، ۵p، ۵d و ۶s:

زیرلایه	۳p	۳d	۴s	۴p	۴d	۴f	۵s	۵p	۵d	۶s
$n+l$	۴	۵	۴	۵	۶	۷	۵	۶	۷	۶
n	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶

مقایسهٔ سطح انرژی: $۳p < ۴s < ۳d < ۴p < ۵s < ۴d < ۵p < ۶s < ۴f < ۵d$

■ در زیرلایهٔ دارای عدد کوانتومی فرعی l، حداکثر « $۲+۴l$ » الکترون می‌تواند وارد شود. به عنوان مثال:

زیرلایه	۴s	۴p	۴d	۴f
l	۰	۱	۲	۳
گنجایش	۲	۶	۱۰	۱۴

قاعدهٔ آفبا

■ ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون مطابق قاعدهٔ آفبا مشخص می‌شود.

■ اگر از قاعده‌ای که در قسمت قبل با استفاده از دو عدد کوانتومی n و l برای مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌ها آموختید، بهره بگیرید، دقیقاً به همان ترتیبی می‌رسید که تحت عنوان قاعدهٔ آفبا برای پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون ارائه می‌شود.

■ با بلد بودن قاعدهٔ آفبا و با توجه به گنجایش زیرلایه‌های s، p، d و f برای الکترون که به‌ترتیب برابر ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ است، می‌توانید آرایش الکترونی کامل عنصرها را بنویسید.

۱s
↓
۲s → ۲p
↓
۳s → ۳p
↓
۴s → ۳d → ۴p
↓
۵s → ۴d → ۵p
↓
۶s → ۴f → ۵d → ۶p
↓
۷s → ۵f → ۶d → ۷p

آرایش الکترونی فشرده

■ به تمام پرسش‌های مطرح شده در کنکورهای گذشته (از زمان حضرت آدم (!) تا حال حاضر) در رابطه با آرایش الکترونی، می‌توان با نوشتن آرایش الکترونی فشرده به راحتی پاسخ داد، البته با بلد بودن یکسری نکات که همه را خواهیم نوشت، بی‌کم و کاست.

◂ **نحوهٔ نوشتن آرایش الکترونی فشرده:** برای این‌کار لازم است گازهای نجیب و عدد اتمی آن‌ها را حفظ باشید و همین‌طور شمارهٔ دورهٔ هریک از آن‌ها را.

شمارهٔ دورهٔ جدول	۱	۲	۳	۴	۵	۶
گاز نجیب	${}_{۲}He$	${}_{۱۰}Ne$	${}_{۱۸}Ar$	${}_{۳۶}Kr$	${}_{۵۴}Xe$	${}_{۸۶}Rn$

پس از نوشتن نماد گاز نجیب دورهٔ قبل، بسته به این‌که گاز نجیب کدام دوره نوشته شده باشد، مطابق یکی از الگوهای زیر ادامهٔ آرایش الکترونی را می‌نویسیم:

گاز نجیب انتخاب شده	${}_{۲}He$	${}_{۱۰}Ne$	${}_{۱۸}Ar$	${}_{۳۶}Kr$	${}_{۵۴}Xe$
شمارهٔ دورهٔ عنصر	۲	۳	۴	۵	۶
الگو	$۲s \to ۲p$	$۳s \to ۳p$	$۴s \to ۳d \to ۴p$	$۵s \to ۴d \to ۵p$	$۶s \to ۴f \to ۵d \to ۶p$

دقت کنید: الگوهای مربوط به عنصرهای دوره‌های ۲ و ۳ مثل هم و دوره‌های ۴ و ۵ مثل هم و همینطور، دوره‌های ۶ و ۷ مثل هم هستند.

شمارهٔ دورهٔ عنصر	۲ و ۳	۴ و ۵	۶ و ۷
الگو	$ns \to np$	$ns \to (n-۱)d \to np$	$ns \to (n-۲)f \to (n-۱)d \to np$

مثال:

$_{35}Br:[_{18}Ar]4s^2 3d^{10} 4p^5$

$_{50}Sn:[_{36}Kr]5s^2 4d^{10} 5p^2$

$_{83}Bi:[_{54}Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$

آرایش غیرعادی $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$

اگر آرایش الکترونی $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ را مطابق قاعدهٔ آفبا بنویسیم، خواهیم داشت:

$_{24}Cr:[_{18}Ar]4s^2 3d^4$

$_{29}Cu:[_{18}Ar]4s^2 3d^9$

لازم است بدانید که آرایش الکترونی $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ به این صورت نیست، بلکه به‌صورت روبه‌رو است:

$_{24}Cr:[_{18}Ar]4s^1 3d^5$

$_{29}Cu:[_{18}Ar]4s^1 3d^{10}$

داده‌های طیف‌سنجی نشان داده است که آرایش الکترونی کروم و مس از قاعدهٔ آفبا تبعیت نکرده و به‌صورتی است که نشان دادیم که بیرونی‌ترین زیرلایهٔ 4s فقط دارای یک الکترون است.

تذکر: در عناصر واسطهٔ واقع در دوره‌های پایین‌تر جدول دوره‌ای ممکن است آرایش d^4 یا d^9 نیز وجود داشته باشد و یا موارد دیگری از عدم تبعیت کامل از قاعدهٔ آفبا وجود داشته باشد. بررسی این موضوع جزء برنامهٔ دبیرستان و کنکور نیست و پرداختن به آن، نادرست است. ولی باید بدانید که اگر آرایش عنصر واسطه‌ای از دوره‌های پنجم یا پایین‌تر در کنکور مطرح شود، لابد قواعد حاکم بر آن‌ها همانند دورهٔ چهارم است وگرنه طراح تست اجازهٔ طرح سؤال از آن عنصرها را نداشت. پس بهتر است شما آرایش عنصرهای واسطهٔ دوره‌های پایین‌تر را هم همانند دورهٔ چهارم جدول درنظر بگیرید.

عنصرهای دستهٔ s، p، d و f

هریک از عنصرهای جدول دوره‌ای به یکی از این چهار دسته تعلق دارد: دستهٔ s، دستهٔ p، دستهٔ d یا دستهٔ f.

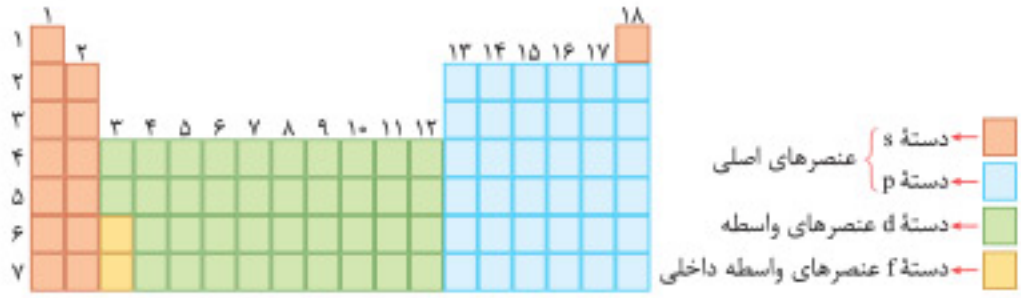
تعیین کنندهٔ دستهٔ عنصر، نوع آخرین زیرلایه‌ای است که الکترون وارد آن شده است (مطابق قاعدهٔ آفبا).

مثال:

$_{26}Fe:[_{18}Ar]4s^2 3d^6$ دستهٔ d — $_{35}Br:[_{18}Ar]4s^2 3d^{10} 4p^5$ دستهٔ p

$_{56}Ba:[_{54}Xe]6s^2$ دستهٔ s — $_{60}Nd:[_{54}Xe]6s^2 4f^4$ دستهٔ f

■ در جدول دوره‌ای، عنصرهای دستهٔ s در دو گروه ۱ و ۲ و عنصر اول گروه ۱۸، عنصرهای دستهٔ d در گروه‌های ۳ تا ۱۲ و عنصرهای دستهٔ p در گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ قرار گرفته‌اند. عنصرهای دستهٔ f در دو خانهٔ انتهایی گروه ۳ قرار داده شده‌اند.



توجه: هلیم در گروه ۱۸ قرار دارد، ولی از دستهٔ s است.

به عنصرهای دسته‌های s و p، عنصرهای اصلی و به عنصرهای دستهٔ d، عنصرهای واسطه می‌گویند. عنصرهای دستهٔ f به عنصرهای واسطهٔ داخلی معروف‌اند.

لایهٔ ظرفیت عنصرها

■ لایهٔ ظرفیت یک عنصر دربردارندهٔ الکترون یا الکترون‌هایی است که در رفتار شیمیایی آن عنصر دخالت دارند.

در عنصرهای اصلی (دسته‌های s و p)، الکترون‌های موجود در آخرین لایهٔ الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر را تشکیل می‌دهند، مثال:

$_{56}Ba:[_{54}Xe]\underbrace{6s^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ — $_{50}Sn:[_{36}Kr]4d^{10}\underbrace{5s^2 5p^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ — $_{17}Cl:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2 3p^5}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$

■ در عنصرهای واسطه (دستهٔ d)، الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ s آخرین لایهٔ الکترونی به اضافهٔ الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ d لایهٔ ماقبل آخر، لایهٔ ظرفیت عنصر را تشکیل می‌دهند.

مثال:

$_{26}Fe:[_{18}Ar]\underbrace{4s^2 3d^6}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$

دقت کنید: ظرفیت یک عنصر را با لایهٔ ظرفیت آن اشتباه نگیرید! به عنوان مثال، آهن در ترکیب‌های خود از دو ظرفیت ۲ و ۳ برخوردار است. درحالی که دارای ۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود است.

آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای

باتوجه به آرایش الکترونی هر عنصر، موقعیت (شمارهٔ دوره و گروه) آن در جدول دوره‌ای را می‌توان مشخص کرد:

■ برای تعیین شمارهٔ دورهٔ عنصری که آرایش الکترونی آن مشخص شده است، کافی است به ضریب عددی مربوط به زیرلایهٔ s یا p در لایهٔ ظرفیت عنصر توجه کنیم:

ضریب عددی زیرلایهٔ s در لایهٔ ظرفیت = شمارهٔ دورهٔ عنصر

ضریب عددی زیرلایهٔ p در لایهٔ بیرونی هر اتم با ضریب عددی زیرلایهٔ s یکسان است.

مثال ۱:

$[_{18}Ar]\,4s^2 3d^5 \Rightarrow$ شمارهٔ دوره $= 4$

$[_{18}Ar]\,4s^2 3d^{10} 4p^2 \Rightarrow$ شمارهٔ دوره $= 4$

■ برای تعیین شمارهٔ گروه عنصرها باتوجه به دسته و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آن‌ها از یکی از قواعد زیر استفاده می‌کنیم:

شمارهٔ گروه : دستهٔ s = تعداد الکترون زیرلایهٔ s در لایهٔ ظرفیت

شمارهٔ گروه : دستهٔ p = ۱۲+ تعداد الکترون زیرلایهٔ p در لایهٔ ظرفیت

شمارهٔ گروه : دستهٔ d = مجموع تعداد الکترون در زیرلایه‌های s و d لایهٔ ظرفیت

شمارهٔ گروه : دستهٔ f = ۳

مثال ۲:

$[_{18}Ar]\,4s^2 \Rightarrow$ دستهٔ s $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2$

$[_{18}Ar]\,4s^2 3d^{10} 4p^2 \Rightarrow$ دستهٔ p $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2+12 = 14$

$[_{18}Ar]\,4s^2 3d^5 \Rightarrow$ دستهٔ d $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2+5 = 7$

$[_{54}Xe]\,6s^2 4f^3 \Rightarrow$ دستهٔ f $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 3$

اگر عدد اتمی عنصری مشخص باشد، برای مشخص کردن شمارهٔ دوره و گروه آن دو روش وجود دارد:

روش ۱ رسم آرایش الکترونی و تعیین شمارهٔ دوره و گروه عنصر باتوجه به قواعدی که گفته شد.

روش ۲ استفاده از گازهای نجیب.

مثال ۳:

$_{56}X \Rightarrow$ دورهٔ ۶ $\Rightarrow$ از $_{54}Xe$ عبور کرده (گاز نجیب دورهٔ پنجم)؛ شمارهٔ گروه $= 56-54 = 2$

$_{50}Y \Rightarrow$ دورهٔ ۵ $\Rightarrow$ از $_{36}Kr$ عبور کرده (گاز نجیب دورهٔ چهارم)؛ شمارهٔ گروه $= 18-(54-50) = 14$

آرایش الکترونی و عددهای کوانتومی اصلی و فرعی

■ در آرایش الکترونی هر عنصر، ضریب عددی هر زیرلایه نشان می‌دهد که آن زیرلایه به کدام لایهٔ الکترونی متعلق است و عدد کوانتومی اصلی الکترون‌های مربوطه را مشخص می‌کند. همینطور یکی از چهار حرف s، p، d یا f در نماد هر زیرلایه، نوع زیرلایه و عدد کوانتومی قرعی الکترون‌های موجود در آن زیرلایه را نشان می‌دهد.

مثال ۱:

$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$ ← عدد کوانتومی اصلی

$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$ ← عدد کوانتومی فرعی: $0, 0, 1$

قطعاً! یادتون نرفته که عدد کوانتومی قرعی (l) مشخص‌کنندهٔ نوع زیرلایه است:

نوع زیرلایه	s	p	d	f
l	۰	۱	۲	۳

■ تعیین عددهای کوانتومی اصلی (n) و قرعی (l) تک تک الکترون‌های یک اتم:

اگر نماد کلی هر زیرلایه را به‌صورت nl نشان دهیم، عدد کوانتومی اصلی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر n و عدد کوانتومی قرعی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر عددی است که مطابق جدول قوق از روی نوع زیرلایه مشخص می‌شود.

مثال ۲:

$3d^8$ — d: یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی فرعی ۲ = l؛ 3: یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی اصلی ۳ = n

مثال ۳: در اتم $_{15}P$ مجموع عددهای کوانتومی اصلی کل الکترون‌ها و مجموع عددهای کوانتومی قرعی کل الکترون‌ها را حساب کنید.

$_{15}P$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^3$	
	۱	۲	۲	۳	۳	مقدار n

مجموع مقادیر n کل الکترون‌ها $\Rightarrow 2(1)+8(2)+5(3) = 33$

$_{15}P$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^3$	
	۰	۰	۱	۰	۱	مقدار l

مجموع مقادیر l کل الکترون‌ها $\Rightarrow 6(1)+3(1) = 9$

سؤالات چهارگزینه‌ای

۷ توزیع الکترون‌ها در اتم ـ اعداد کوانتومی ـ آرایش الکترونی

- لایه و زیرلایه ـ عدد کوانتومی اصلی و فرعی: تست‌های ۱۹۴ تا ۲۰۶
- لایهٔ ظرفیت: تست‌های ۲۲۲ تا ۲۳۸
- آرایش الکترونی و عددهای کوانتومی: تست‌های ۲۵۸ تا ۲۷۲
- ترتیب پرشدن الکترون در زیرلایه‌ها ـ آرایش الکترونی: تست‌های ۲۰۷ تا ۲۲۱
- آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای: تست‌های ۲۳۹ تا ۲۵۷

لایه و زیرلایه ـ عدد کوانتومی اصلی و فرعی

۱۹۴. کدام گزینه نادرست است؟

۱) عدد کوانتومی اصلی (n) نشان می‌دهد که الکترون در کدام لایهٔ الکترونی قرار دارد.

۲) لایهٔ nام شامل n زیرلایه است.

۳) لایهٔ nام گنجایش $2n^2$ الکترون را دارد.

۴) اگر عدد کوانتومی اصلی الکترونی برابر n باشد، عدد کوانتومی فرعی آن یکی از عددهای صحیح از صفر تا حداکثر n است.

۱۹۵. شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l=1$ در اتم $_{36}X$، چند برابر شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l=2$ در اتم $_{29}Z$ است؟ (مجدد ۱۴۰۱)

۱) ۲/۲ ۲) ۲/۰ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۶

۱۹۶. کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ (ریاضی خارج ۹۸)

آ) سومین لایهٔ الکترونی اتم، زیرلایه‌های $3s$، $3p$ و $3d$ را دربردارد.

ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.

پ) در سومین دورهٔ جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر، گازی‌اند.

ت) در اتم عنصرهای دورهٔ سوم جدول دوره‌ای (تناوبی)، زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ از الکترون پر می‌شوند.

۱) آ، ت ۲) ب، پ ۳) آ، پ، ت ۴) آ، ب، ت

۱۹۷. چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)

- **هر زیر لایه با اعداد کوانتومی n و l، مشخص می‌شود.**
- **ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.**
- **از رابطهٔ $a=4l+2$، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان تعیین کرد.**
- **در اتم $_{29}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=0$ به $l=2$، برابر ۰/۷ است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹۸. در لایهٔ چهارم ..... زیرلایه وجود دارد که در مجموع ..... الکترون را می‌توانند در خود جای دهند.

۱) ۴ ـ ۳۲ ۲) ۴ ـ ۱۸ ۳) ۳ ـ ۱۸ ۴) ۳ ـ ۱۶

۱۹۹. با کدام گزینه‌ها، مفهوم علمی جملهٔ زیر به‌درستی کامل می‌شود؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)

«در میان عنصرهای واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی، دو عنصر وجود دارند که در اتم آن‌ها .....».

آ) ده الکترون، عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=2$ دارند.

ب) یک الکترون، عددهای کوانتومی $n=2$ و $l=0$ دارد.

پ) در آخرین لایهٔ الکترونی، تنها یک الکترون وجود دارد.

ت) دوازده الکترون، عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=1$ دارند.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، پ ۴) ب، ت

۲۰۰. الکترونی دارای عدد کوانتومی $l=2$ است. کدام مورد نمی‌تواند دربارهٔ آن درست باشد؟

۱) قرارداشتن در لایهٔ چهارم

۲) قرار داشتن در لایهٔ سوم

۳) داشتن انرژی بیشتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ $4f$

۴) داشتن انرژی کمتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ $3s$

۲۰۱. الکترونی دارای عدد کوانتومی $n=3$ است. کدام مورد نمی‌تواند دربارهٔ آن درست باشد؟

۱) تعلق داشتن به زیرلایه‌ای با $l=2$

۲) داشتن سطح انرژی بالاتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ $4s$

۳) داشتن سطح انرژی پایین‌تر نسبت به الکترونی با عدد کوانتومی $l=2$

۴) تعلق داشتن به زیرلایه‌ای با $l=3$

۲۰۲. در کدام گزینه، درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر به‌ترتیب از راست به چپ، به‌درستی مشخص شده است؟
آ) مطابق قاعدهٔ آفبا، سطح انرژی زیرلایهٔ ۶s کمتر از ۵d و بیشتر از سطح انرژی ۴f می‌باشد.
ب) با استفاده از روش‌های طیف‌سنجی می‌توان آرایش الکترونی همهٔ عناصر را پیش‌بینی کرد.
پ) مطابق قاعدهٔ آفبا، میان هر دو زیرلایه، آن که دارای n کوچک‌تری است، در اشغال شدن از الکترون تقدم دارد.
ت) اولین عنصری که از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند؛ دارای یک الکترون در لایهٔ ظرفیت خود می‌باشد.
ث) آفبا به معنای ساختن یا افزایش گام‌به‌گام است.
۱) نادرست ـ درست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست
۲) نادرست ـ نادرست ـ درست ـ درست ـ نادرست
۳) درست ـ نادرست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست
۴) نادرست ـ درست ـ نادرست ـ درست ـ درست

۲۰۳. از میان عبارت‌های زیر چند مورد درست است؟
آ) گنجایش لایهٔ سوم برای الکترون برابر ۱۸ است.
ب) سطح انرژی زیرلایهٔ ۶d بالاتر از ۵f است.
پ) گنجایش لایهٔ پنجم برای الکترون برابر ۵۰ است.
ت) برای الکترون واقع در لایهٔ پنجم، مقدار l نمی‌تواند بیشتر از ۴ باشد.
ث) سطح انرژی زیرلایهٔ ۵p بالاتر از ۴d است.
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۰۴. در آرایش الکترونی اتم $_{۳۶}Kr$، ..... الکترون با اعداد کوانتومی $n=۳$ و $l=۲$ و ..... الکترون با اعداد کوانتومی $n=۴$ و $l=۱$ وجود دارد. (تجربی خارج ۹۰- با تغییر)
۱) ۱۰ ـ ۶ ۲) ۱۸ ـ ۸ ۳) ۱۰ ـ ۸ ۴) ۱۸ ـ ۶

۲۰۵. در چهارمین لایهٔ الکترونی اتم عنصرها، ..... مقدار برای عدد کوانتومی l و در کل ..... الکترون در آن جای می‌گیرد و عنصرهایی که آخرین الکترون آن‌ها در زیرلایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ..... دورهٔ مختلف جدول تناوبی جای دارند. (تجربی خارج ۹۷ - با تغییر)
۱) ۳، ۱۶، دو ۲) ۳، ۱۶، سه ۳) ۴، ۳۲، دو ۴) ۴، ۳۲، سه

۲۰۶. اگر تعداد نوترون در یون $^{۱۱۹}X^{۴+}$، یک و نیم برابر تعداد الکترون آن باشد، چند الکترون با هدد کوانتومی $l=۱$ در اتم X وجود دارد؟
۱) ۲۰ ۲) ۲۲ ۳) ۲۶ ۴) ۲۸

ترتیب پر شدن الکترون در زیرلایه‌ها - آرایش الکترونی

۲۰۷. ضمن پر شدن زیرلایه‌های یک اتم از الکترون، بعد از زیرلایهٔ ۵s، زیرلایهٔ ..... و قبل از پر شدن زیرلایهٔ ۴f، زیرلایهٔ ..... پر می‌شود.
۱) ۵d ـ ۴d ۲) ۶s ـ ۴d ۳) ۶s ـ ۵p ۴) ۵p ـ ۴d

۲۰۸. در آخرین لایهٔ الکترونی و آخرین زیرلایه از اتم $_{۳۳}X$ به‌ترتیب چند الکترون وجود دارد؟
۱) ۳ ـ ۱۵ ۲) ۵ ـ ۱۵ ۳) ۳ ـ ۵ ۴) ۲ ـ ۵

۲۰۹. در چند اتم عنصرهای واسطهٔ تناوب چهارم، زیرلایهٔ ۳d به ترتیب، نیمه‌پر و پر شده است؟ (ریاضی ۸۸)
۱) ۲، ۲ ۲) ۲، ۳ ۳) ۳، ۲ ۴) ۱، ۱

۲۱۰. اختلاف تعداد الکترون در آخرین لایهٔ الکترونی دو عنصر $_{۴۳}X$ و $_{۳۲}Y$ برابر ..... و مجموع تعداد الکترون در آخرین زیرلایهٔ این دو عنصر برابر ..... است.
۱) ۲ ـ ۷ ۲) ۴ ـ ۷ ۳) ۲ ـ ۴ ۴) ۴ ـ ۴

۲۱۱. در کدام عنصر زیر، تعداد الکترون دو لایهٔ آخر الکترونی تفاوت بیشتری دارد؟
۱) $_{۳۶}Kr$ ۲) $_{۵۳}I$ ۳) $_{۲۵}Mn$ ۴) $_{۲۴}Cr$

۲۱۲. اگر $\frac{۹}{۱۶}$ از عدد جرمی عنصر X به نوترون‌های آن مربوط باشد و در یون $X^{۳+}$ اختلاف تعداد نوترون و الکترون، برابر ۱۵ باشد، اختلاف تعداد الکترون در دو لایهٔ آخر اتم آن چقدر است؟
۱) ۱۲ ۲) ۱۰ ۳) ۱۱ ۴) ۱۳

۲۱۳. اختلاف تعداد الکترون کدام دو عنصر در آخرین لایهٔ الکترونی بیشتر است؟
۱) $_{۲۸}Ni$ ـ $_{۱۷}Cl$ ۲) $_{۳۴}Se$ ـ $_{۲۰}Ca$ ۳) $_{۵۴}Xe$ ـ $_{۴۳}Tc$ ۴) $_{۸۳}Bi$ ـ $_{۵۶}Ba$

۲۱۴. کدام دو عنصر به دستهٔ یکسانی از عنصرها (دستهٔ s، p، d یا f) تعلق ندارند؟
۱) $_{۴۳}B$ ـ $_{۲۱}A$ ۲) $_{۵۳}D$ ـ $_{۳۱}C$ ۳) $_{۵۵}F$ ـ $_{۲۰}E$ ۴) $_{۸۲}H$ ـ $_{۴۸}G$

۲۱۵. کدام دو عنصر از نظر نوع زیرلایه‌ای که آخرین الکترون را گرفته، به دستهٔ یکسانی از عنصرها تعلق ندارند ولی تعداد الکترون موجود در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن‌ها یکسان است؟
۱) $_{۵۰}B$ ـ $_{۲۹}A$ ۲) $_{۴۹}D$ ـ $_{۲۴}C$ ۳) $_{۸۵}F$ ـ $_{۳۵}E$ ۴) $_{۷۵}H$ ـ $_{۲۵}G$

۲۱۶. عنصری از دستهٔ d که تعداد الکترون آن در آخرین زیرلایه از نوع p برابر با تعداد الکترون در آخرین زیرلایه از نوع d است، می‌تواند دارای عدد اتمی ..... یا ..... باشد.
۱) ۲۶ ـ ۴۶ ۲) ۲۸ ـ ۴۶ ۳) ۲۶ ـ ۴۴ ۴) ۲۸ ـ ۴۴

مثال ۳: برای تولید ۱۱ گرم گاز کربن دی‌اکسید، چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP لازم است تا با مقدار کافی گاز اتان در واکنش سوختن کامل وارد شود؟

پاسخ:

$$11\,g\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{44\,g\,CO_2} \times \frac{7\,mol\,O_2}{4\,mol\,CO_2} \times \frac{22400\,mL\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 9800\,mL\,O_2$$

توجه: در برخی از مسائل، حجم گاز در شرایط غیر STP مطرح شده و حجم مولی گازها در آن شرایط، مشخص شده است. در این‌صورت، به جای عددهای ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر، از حجم مولی ارائه شده برای تبدیل مول و حجم گاز به یکدیگر استفاده می‌کنیم.

مثال ۴: با اثر دادن ۱۰/۸ گرم فلز آلومینیم بر هیدروکلریک اسید مطابق واکنش زیر، چند لیتر گاز هیدروژن حاصل می‌شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، ۲۵ لیتر فرض شود.) $(Al = 27\,g.mol^{-1})$

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

پاسخ:

$$10/8\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} \times \frac{25\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 15\,L\,H_2$$

توجه: در برخی از مسائل که حجم گاز مطرح شده است، به جای ارائهٔ حجم مولی گازها، چگالی گاز ارائه می‌شود. در این صورت، به جای تبدیل مستقیم مول و حجم گاز به یکدیگر، از یکی از دو تبدیل زیر استفاده می‌کنیم: (با فرض این‌که چگالی گاز بر حسب $g.L^{-1}$ باشد)

حجم گاز (L) $\xrightarrow{(۲)}$ جرم گاز (g) $\xrightarrow{(۱)}$ تعداد مول گاز

تعداد مول گاز $\xrightarrow{(۴)}$ جرم گاز (g) $\xrightarrow{(۳)}$ حجم گاز (L)

تبدیل	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
کسر تبدیل	$\frac{\text{جرم مولی گاز}}{1}$	$\frac{1}{\text{چگالی گاز}}$	$\frac{\text{چگالی گاز}}{1}$	$\frac{1}{\text{جرم مولی گاز}}$

مثال ۵: برای تولید ۲۰ لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۹ گرم بر لیتر، لازم است چند گرم فلز آلومینیم را با هیدروکلریک اسید وارد واکنش کنیم؟ $(Al = 27, H = 1: g.mol^{-1})$

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

پاسخ:

$$20\,L\,H_2 \times \frac{0/9\,g\,H_2}{1\,L\,H_2} \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,g\,H_2} \times \frac{2\,mol\,Al}{3\,mol\,H_2} \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} = 162\,g\,Al$$

مثال ۶: با اثر دادن ۱۶/۲ گرم فلز Al بر هیدروکلریک اسید، چند لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۶ گرم بر لیتر حاصل می‌شود؟

$(Al = 27, H = 1: g.mol^{-1})$

پاسخ:

$$16/2\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} \times \frac{2\,g\,H_2}{1\,mol\,H_2} \times \frac{1\,L\,H_2}{0/6\,g\,H_2} = 3\,L\,H_2$$

استوکیومتری واکنش‌ها با روش برابری نسبت مول به ضریب مواد

اگر A و B دو ماده از یک واکنش باشد که ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش، به‌ترتیب برابر a و b باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{\text{تعداد مول A}}{a} = \frac{\text{تعداد مول B}}{b}$$

برای استفاده از این رابطه، کافی است بتوانیم مقدار مواد با یکاهای مختلف را به تعداد مول آن‌ها تبدیل کنیم. در جدول زیر چگونگی این تبدیل را در حالت‌های مختلف مشاهده می‌کنید: (البته تا این قسمت از کتاب درسی، فقط موارد ارائه شده در جدول (I) را خوانده‌اید و موارد ذکر شده در جدول (II) را در قسمت‌های بعدی خواهید دید.)

جدول (I): مواردی که تاکنون خوانده‌اید:

داده‌ها	رابطهٔ محاسبهٔ تعداد مول
جرم خالص ماده (به گرم)	$\frac{\text{جرم (خالص) بر حسب گرم}}{\text{جرم مولی}}$
تعداد مولکول (یا اتم)	$\frac{\text{تعداد مولکول (یا اتم)}}{\text{عدد آووگادرو}}$
حجم گاز در شرایط STP (بر حسب لیتر)	$\frac{\text{حجم گاز به لیتر در شرایط STP}}{22/4}$
حجم گاز در شرایط STP (بر حسب میلی‌لیتر)	$\frac{\text{حجم گاز به میلی‌لیتر در شرایط STP}}{22400}$
حجم گاز بر حسب لیتر و چگالی گاز بر حسب $g.L^{-1}$	$\frac{\text{چگالی گاز}(g.L^{-1}) \times \text{حجم گاز به لیتر}}{\text{جرم مولی}}$

جدول (II): مواردی که در فصل یا پایه‌های بعد می‌خوانید:

داده‌ها	رابطهٔ محاسبهٔ تعداد مول
غلظت مولی و حجم محلول (به لیتر)	غلظت مولی × حجم محلول به لیتر
درصد جرمی و جرم محلول	$\frac{\frac{\text{درصد جرمی}}{۱۰۰} \times \text{جرم محلول به گرم}}{\text{جرم مولی}}$
غلظت ppm و جرم محلول	$\frac{\frac{\text{غلظت ppm}}{۱۰^۶} \times \text{جرم محلول به گرم}}{\text{جرم مولی}}$
درصد جرمی و چگالی محلول (به $g.mL^{-1}$)	$\frac{۱۰ \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \times \text{حجم محلول به لیتر}$ a: درصد جرمی محلول (بدون ٪) d: چگالی محلول با یکای گرم بر میلی‌لیتر
جرم ناخالص ماده (به گرم) و درصد خلوص	$\frac{\frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰} \times \text{جرم ناخالص ماده بر حسب گرم}}{\text{جرم مولی}}$
انحلال‌پذیری و جرم محلول سیرشده	$\frac{\frac{\text{انحلال‌پذیری}}{\text{انحلال‌پذیری}+۱۰۰} \times \text{جرم محلول سیرشده به گرم}}{\text{جرم مولی}}$

توجه: در فصل اول شیمی یازدهم، با بازده درصدی آشنا خواهید شد. اما بهتر است از همین الان بدانید که اگر بازده درصدی در مسئله‌ای مطرح شده باشد، باید مقدار $\frac{\text{بازده}}{۱۰۰}$ را در کسر مول به ضریب مربوط به واکنش‌دهنده ضرب کنیم. هرگاه هر دو ماده واکنش‌دهنده بوده و بازده درصدی مطرح شده باشد، مقدار $\frac{\text{بازده}}{۱۰۰}$ را در کسر مول به ضریب مربوط به واکنش‌دهندهٔ مجهول ضرب می‌کنیم.

- در حل هر مسئله به روش برابری مول به ضریب، به جای کمیت مجهول، نماد x را قرار می‌دهیم.

◂ دو کلمه حرف حساب!

برخی از دانش‌آموزان از این‌که یک‌سری فرمول را برای استفاده در حل مسائل حفظ کنند، گارد می‌گیرند! خود من هم که دانش‌آموز بودم، چنین گاردی را در برابر حفظ کردن فرمول‌ها داشتم. چنین فرمول‌هایی از قدیم تا حال حاضر در برخی کتاب‌ها تحت عنوان «کسرهای پیش‌ساخته» ارائه شده‌اند.
راستش این فرمول‌ها قابل حفظ کردن نیستند! و قرار هم نیست که حفظشان کنید، همانند طوطی! در واقع شما باید از طریق مفاهیمی که یاد گرفته‌اید، بتوانید در حالت‌های مختلف، تعداد مول یک ماده را حساب کنید تا $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ دو ماده را برابر هم قرار دهید.
باور کنید من که این فرمول‌ها و روابط را در جدول‌های (I) و (II) براتون ارائه کردم، خودم هم طوطی‌وار آن‌ها را حفظ نیستم، فرقی هم نمی‌کند که حفظ باشم یا نه، چون خودشان بر اساس آموخته‌ها و مفاهیمی که یاد گرفته‌ایم، روی کاغذ می‌آیند.
البته چند بار که بر اساس حساب و کتاب و مفاهیم آموخته‌شده و با تأنّی، فرمول را دربیارید و بسازید، فرمول در ذهن‌تان حک می‌شود و دفعات بعد، با سرعت بیشتری می‌توانید آن را روی کاغذ بیاورید. اما اگر مدتی از فرمول معینی استفاده نکردید و از ذهن‌تان خارج شد، با اندکی تمرکز بر آموخته‌ها و مفاهیم، باز هم قادر به درآوردن فرمول خواهید بود.
به عنوان نمونه، وقتی حجم گاز به لیتر و چگالی آن با یکای گرم بر لیتر داده‌شده و جرم مولی گاز هم مشخص است، برای تعیین تعداد مول این نمونهٔ گاز، کافی است حجم گاز (V L) را در چگالی آن ($d\ (g.L^{-1})$) ضرب کنید تا به جرم گاز برحسب گرم برسید و جرم گاز را به جرم مولی آن ($g.mol^{-1}$) تقسیم کنید تا به تعداد مول گاز برسید.

$$V(L) \times d(g.L^{-1}) \longrightarrow (V \times d)g$$

$$\frac{V \times d(g)}{\text{جرم مولی}\ (g.mol^{-1})} \longrightarrow \boxed{\frac{V \times d}{\text{جرم مولی}}}\ (mol)$$

یکی از فرمول‌های ارائه‌شده در جدول

یکایک فرمول‌های ارائه‌شده در جدول (I) و (II) بر اساس مفاهیمی که بلدید، ساخته می‌شوند و شما خودتان باید آن‌ها را بسازید و در ساختن آن‌ها، مهارت و سرعت عمل لازم را به‌دست آورید، نه این‌که حفظشان کنید، عین طوطی! مگر شما طوطی هستید؟ پس ارائهٔ این فرمول‌ها تحت عنوان «کسرهای پیش‌ساخته» کاری نادرست و دور از شأن شیمی و مغایر با اصول آموزش شیمی است.
برای این‌که متوجه شوید که با استفاده از روش برابری مول به ضریب، چقدر سریع‌تر به پاسخ می‌رسید، بهتر است شش مثال حل‌شده با استفاده از روش تشریحی کسرهای تبدیل را یک بار هم با روش برابری مول به ضریب حل کنیم:

۴ انحلال‌پذیری

صفحهٔ ۱۰۰ تا ۱۰۳ کتاب درسی

انحلال‌پذیری مواد جامد در آب

به مقدار ملاهٔ حل‌شونده بر حسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل شده و محلول سیرشده پدید می‌آورد، انحلال‌پذیری این ماده در دمای آزمایش گفته می‌شود. رابطهٔ مربوط به محاسبهٔ انحلال‌پذیری در کتاب درسی نیامده (!)، ولی از تعریف آن قابل استنباط است. همان‌طور که در کتاب درسی قبلی هم به‌همین صورت بوده است، ولی بارها در کنکور مورد سؤال قرار گرفت.

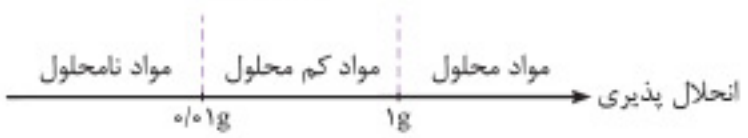
$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم حل‌شونده برحسب گرم}}{\text{جرم حلال برحسب گرم}} \times ۱۰۰$$

مثال ۱: اگر در دمای معینی، ۲۵۰ گرم از محلول سیرشدهٔ یک نمک شامل ۵۰g از آن نمک باشد، انحلال‌پذیری این نمک در این دما برابر چند گرم است؟

پاسخ:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{۵۰}{۲۵۰-۵۰} \times ۱۰۰ = ۲۵\,\text{g}$$

مواد حل‌شونده براساس میزان انحلال‌پذیری در آب، به ۳ دستهٔ محلول، کم‌محلول و نامحلول دسته‌بندی شده‌اند.



مثال ۲: اگر ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سیرشدهٔ کلسیم برمید با چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر دارای ۵۰ گرم $CaBr_2$ باشد، انحلال‌پذیری کلسیم برمید در این شرایط چقدر است؟

پاسخ: در واقع (۱/۲۵×۲۰۰) گرم از محلول سیرشده، دارای ۵۰ گرم $CaBr_2$ است؛ بنابراین:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم نمک حل‌شده}}{\text{جرم حلال}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۰}{(۲۰۰ \times ۱/۲۵) - ۵۰} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵\,\text{g}\,CaBr_2}{۱۰۰\,\text{g}\,H_2O}$$

رابطهٔ میان انحلال‌پذیری و انواع غلظت

- برای هر یک از انواع غلظت می‌توان فرمولی میان آن با انحلال‌پذیری ارائه کرد. امّا این کار موجب تضعیف شیمی شما شده و در نهایت، به نتیجهٔ مطلوبی هم نخواهید رسید. به جای این کار، بهتر است روشی برای رسیدن از انحلال‌پذیری به هر یک از انواع غلظت یا بالعکس ارائه دهیم. این روش هرگز فراموشتان نخواهد شد، به ویژه اگر در حل چند سؤال از آن استفاده کنید.
- **روش رسیدن از انحلال‌پذیری به انواع غلظت یا بالعکس:** از کمیت معلوم، دو عدد، یکی برای مقدار حل‌شونده و دیگری برای مقدار محلول یا حلال، به‌دست می‌آوریم. سپس فرمول مربوط به محاسبهٔ کمیت مجهول (انحلال‌پذیری یا یکی از غلظت‌ها) را نوشته و دو عدد به‌دست آمده از کمیت معلوم را برای محاسبهٔ کمیت مجهول مورد استفاده قرار می‌دهیم.

مثال ۱: اگر در دمای معینی، انحلال‌پذیری NaOH برابر ۶۰g در ۱۰۰g آب باشد، غلظت ppm سدیم هیدروکسید در محلول سیرشدهٔ سود در این دما، چقدر است؟

پاسخ:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \text{کمیت معلوم} \Rightarrow \begin{cases} ۶۰\,\text{g NaOH} \\ ۱۰۰\,\text{g}\,H_2O \end{cases}$$

$$\text{کمیت مجهول} = \text{ppm} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۶۰}{۱۰۰+۶۰} \times ۱۰^۶ = ۳/۷۵ \times ۱۰^۵\,\text{ppm}$$

مثال ۲: اگر درصد جرمی NaOH در محلول سیرشدهٔ آن، برابر ۲۰ باشد، انحلال‌پذیری NaOH در این شرایط چقدر است؟

پاسخ:

$$\text{درصد جرمی} = \text{کمیت معلوم} \Rightarrow \begin{cases} ۲۰\,\text{g NaOH} \\ ۱۰۰\,\text{g (محلول)} \end{cases}$$

$$\text{کمیت مجهول} = \text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم حلال}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۰}{۱۰۰-۲۰} \times ۱۰۰ = ۲۵\,\text{g}$$

مثال ۳: اگر انحلال‌پذیری NaOH در دمای معینی، برابر ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب و چگالی محلول سیرشدهٔ سود در این دما، برابر ۲ گرم بر میلی‌لیتر باشد، غلظت مولی محلول سیرشدهٔ سود در این دما، چند مول بر لیتر است؟ ($NaOH = ۴۰\,g.mol^{-۱}$)

پاسخ:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \text{کمیت معلوم} \Rightarrow \begin{cases} ۶۰\,\text{g NaOH} \\ ۱۰۰\,\text{g (آب)} \end{cases}$$

$$\text{کمیت مجهول} = \text{غلظت مولار} = \frac{\text{تعداد مول NaOH}}{\text{حجم محلول به میلی‌لیتر}} \times ۱۰۰۰$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\frac{۶۰}{۴۰}\,\text{mol}}{\frac{۱۶۰}{۲}\,\text{mL}} \times \frac{۱۰۰۰\,\text{mL}}{۱\,\text{L}} = ۱۸/۷۵\,\text{mol.L}^{-۱}$$

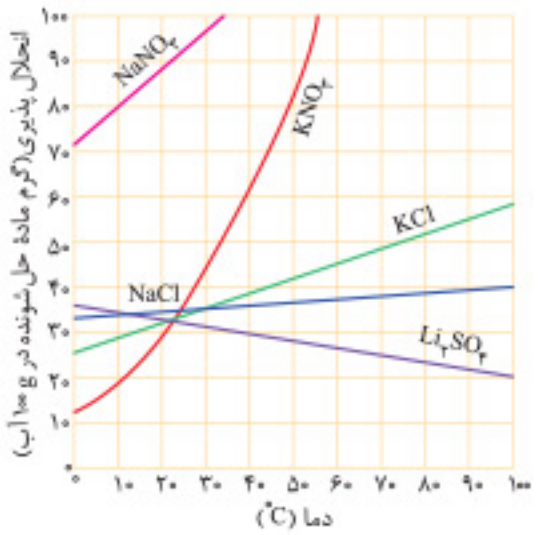
◂ **چند مثال مهم از مواد محلول، کم‌محلول و نامحلول در آب (که باید حفظشون کنید):**

مواد محلول: شکر ـ اتانول ـ استون ـ همهٔ ترکیب‌های یونی حاوی نیترات ـ همهٔ ترکیب‌های فلزهای قلیایی

مواد نامحلول: کلسیم‌فسفات ـ منیزیم قسفات ـ منیزیم هیدروکسید ـ نقره‌کلرید ـ باریم سولفات ـ هگزان ـ ید

موادکم‌محلول: کلسیم سولفات

تغییر انحلال‌پذیری نمک‌ها با تغییر دما



همان‌طور که نمودار روبه‌رو نشان می‌دهد، انحلال‌پذیری نمک‌ها در آب با تغییر دما دچار تغییر می‌شود، البته شدت این تغییرات برای نمک‌های مختلف، متفاوت است. مثلاً در مورد سدیم‌کلرید، با تغییر دما، انحلال‌پذیری آن تغییر چندانی نمی‌کند، اما در مورد پتاسیم نیترات، تغییر انحلال‌پذیری آن نسبت به تغییر دما، بسیار زیاد است.

در ارتباط با نمودار تغییرات انحلال‌پذیری نمک‌ها نسبت به دما، مسائل متنوعی قابل طرح است. پنج تیپ شناخته‌شده و رایج از این مسائل را در این‌جا ارائه می‌کنیم. نظیر تمامی این مسائل به دقعات در کنکورهای گذشته مطرح شده‌اند. یک تیپ جذاب هم در انتها قرار دادیم که مثل آن در کنکورهای قبل هنوز نیومده.

$$S \sim ۱۰۰\,g\,H_2O \sim (۱۰۰+S)g \text{ محلول}$$

مثال ۱: با توجه به نمودار بالا، در دمای $۹۰^\circ C$ حدود چند گرم پتاسیم‌کلرید را باید در ۴۰۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سیرشدهٔ آن حاصل شود؟

پاسخ: انحلال‌پذیری KCl در دمای $۹۰^\circ C$، در حدود ۵۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین:

$$۴۰۰\,g\,H_2O \times \frac{۵۵\,g\,KCl}{۱۰۰\,g\,H_2O} = ۲۲۰\,g\,KCl$$

مثال ۲: با استفاده از نمودار، در دمای $۹۰^\circ C$، ۶۲ گرم محلول سیرشدهٔ KCl شامل چند گرم KCl است؟

پاسخ: به‌ازای هر (۵۵+۱۰۰) یا ۱۵۵ گرم محلول سیرشده، ۵۵ گرم نمک در محلول وجود دارد. بنابراین:

$$۶۲\,g\,(\text{محلول}) \times \frac{۵۵\,g\,KCl}{۱۵۵\,g\,(\text{محلول})} = ۲۲\,g\,KCl$$

مثال ۳: با توجه به نمودار، در دمای $۹۰^\circ C$ با استفاده از ۲۲ گرم KCl چند گرم محلول سیرشدهٔ آن را می‌توان تهیه کرد؟

پاسخ: در این دما، هر ۵۵ گرم KCl در ۱۰۰ گرم آب حل شده و ۱۵۵ گرم محلول سیرشده پدید می‌آورد. بنابراین:

$$۵۵\,g\,(\text{نمک}) \sim ۱۵۵\,g\,(\text{محلول}) \Rightarrow ۲۲\,g\,(\text{نمک}) \times \frac{۱۵۵\,g\,(\text{محلول})}{۵۵\,g\,(\text{نمک})} = ۹۳\,g\,(\text{محلول})$$

◂ **محاسبه رسوب ته‌نشین شده در محلول سیرشده در اثر تغییر دمای محلول:**

اگر انحلال‌پذیری نمک در دماهای θ_1 و θ_2، به ترتیب برابر S_1 و S_2 باشد، به طوری که $\theta_1 > \theta_2$ و $S_1 > S_2$ باشد، در این صورت با تغییر دما از θ_1 به θ_2 ، به ازای هر ۱۰۰ گرم آب، به اندازه $(S_1 - S_2)$ گرم نمک ته‌نشین می‌شود.

اگر جرم آب مشخص شده باشد، جرم رسوب حاصل، از ضرب کردن جرم آب در کسر $\frac{S_1 - S_2}{۱۰۰}$ به دست می‌آید.

اگر جرم محلول مشخص شده باشد، جرم رسوب حاصل، از ضرب کردن جرم محلول در کسر $\frac{S_1 - S_2}{۱۰۰+S_1}$ به دست می‌آید.

مثال ۴: در ۸۰ گرم آب در دمای $۹۰^\circ C$ به‌مقدار کافی نمک KCl حل می‌کنیم تا محلول سیرشدهٔ آن به‌دست آید. آن‌گاه دمای محلول را به $۶۰^\circ C$ می‌رسانیم. چند گرم نمک ته‌نشین می‌شود؟

پاسخ: انحلال‌پذیری KCl در دماهای $۹۰^\circ C$ و $۶۰^\circ C$ به‌ترتیب ۵۵ g و ۴۵ g در ۱۰۰ g آب است. بنابراین، به‌ازای هر ۱۰۰ g آب، به اندازهٔ اختلاف انحلال‌پذیری نمک در دو دما یعنی ۱۰ g رسوب حاصل می‌شود. بنابراین:

$$۱۰۰\,g\,(\text{آب}) \sim ۱۰\,g\,(\text{رسوب}) \Rightarrow ۸۰\,g\,H_2O \times \frac{۱۰\,g\,(\text{رسوب})}{۱۰۰\,g\,H_2O} = ۸\,g\,(\text{رسوب})$$

حل مسئله با استفاده از فرمول:

$$\text{جرم رسوب حاصل} = \text{جرم آب} \times \frac{S_1 - S_2}{۱۰۰} = ۸۰ \times \frac{۵۵-۴۵}{۱۰۰} = ۸\,g$$

مثال ۵: ۶۲g محلول سیرشدهٔ KCl در دمای $۹۰^\circ C$ موجود است. اگر دمای محلول را به $۶۰^\circ C$ برسانیم، چند گرم نمک ته‌نشین می‌شود؟

پاسخ: اگر محلول اولیه (۵۵+۱۰۰) گرم باشد، به‌اندازهٔ اختلاف انحلال‌پذیری نمک در دو دما (یعنی ۱۰ گرم) رسوب پدید می‌آید. بنابراین:

$$۱۵۵\,g\,(\text{محلول}) \sim ۱۰\,g\,(\text{رسوب}) \Rightarrow ۶۲\,g\,(\text{محلول}) \times \frac{۱۰\,g\,(\text{رسوب})}{۱۵۵\,g\,(\text{محلول})} = ۴\,g\,(\text{رسوب})$$

حل مسئله با استفاده از فرمول:

$$\text{جرم رسوب حاصل} = \text{جرم محلول} \times \frac{S_1 - S_2}{۱۰۰+S_1} = ۶۲ \times \frac{۵۵-۴۵}{۱۰۰+۵۵} = ۴\,g$$

مشاوره: آیا در کنکورهای آینده، ممکنه مسائل دیگری با ظاهر متفاوت هم مطرح بشه؟ قطعاً! تنوع این مسائل خیلی زیاده و برای رسیدن به تسلط در حل این مسائل، لازمه مسائل خلاقیت‌آمیز زیادی حل کنین. به یک نمونه در این زمینه توجه کنید:

مثال ۶: **در دمای $۶۰^{\circ}C$ مقدار ۵۸ گرم محلول سیرشدهٔ KCl موجود است. هرگاه ۸۰ گرم آب به محلول اضافه کرده و دمای محلول را به $۹۰^{\circ}C$ برسانیم، چند گرم نمک لازم است در محلول حاصل حل کنیم تا محلول سیرشدهٔ KCl به‌دست آید؟ (انحلال‌پذیری KCl در دماهای $۶۰^{\circ}C$ و $۹۰^{\circ}C$ به‌ترتیب ۴۵ g و ۵۵ g در ۱۰۰ گرم آب است.)**

پاسخ: از ۵۸g محلول اولیه مشخص می‌کنیم که چه مقدار آن آب و چه مقدار آن نمک است:

$$(\text{نمک})\ ۱۸\,g = ۵۸ - ۴۰ \Rightarrow (\text{آب})\ ۴۰\,g = \frac{(\text{آب})\ ۱۰۰\,g}{(\text{محلول})\ ۱۴۵\,g} \times (\text{محلول})\ ۵۸\,g \Rightarrow (\text{آب})\ ۱۰۰\,g \sim (\text{محلول})\ g(۱۰۰+۴۵)$$

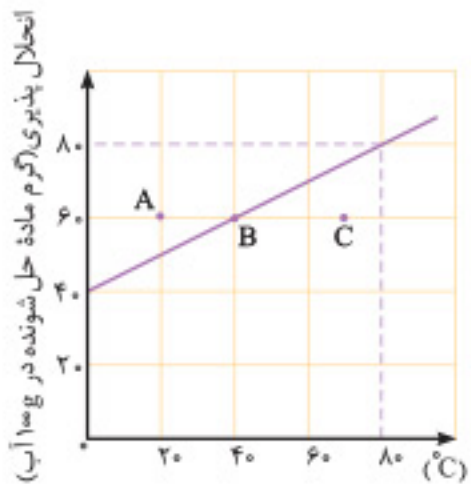
با افزودن ۸۰ گرم آب به محلول، مقدار آب به (۸۰+۴۰) یا ۱۲۰ g می‌رسد. دما هم به $۹۰^{\circ}C$ افزایش داده می‌شود. حالا حساب می‌کنیم در دمای $۹۰^{\circ}C$، چند گرم نمک می‌تواند در ۱۲۰ g آب به‌صورت محلول باشد:

$$۱۲۰\,g\ (\text{آب}) \times \frac{۵۵\,g\ (\text{نمک})}{۱۰۰\,g\ (\text{آب})} = ۶۶\,g\ (\text{نمک})$$

مقدار ۱۸ گرم نمک در محلول وجود داشته است. بنابراین مقدار نمکی که در محلول حاصل باید حل کنیم تا به حالت سیرشده در آید، برابر است با:

$$۶۶ - ۱۸ = ۴۸\,g\ (\text{نمک})$$

◂ نکاتی در مورد نمودار تغییرات انحلال‌پذیری با تغییر دما:



شکل روبه‌رو، نمایانگر تغییرات انحلال‌پذیری مادهٔ حل‌شوندهٔ X در آب نسبت به تغییر دما است.

۱ به انحلال‌پذیری ماده در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، عرض از مبدأ گفته می‌شود.
با توجه به شکل، مقدار عرض از مبدأ برای انحلال‌پذیری X برابر ۴۰ g در ۱۰۰ g آب است.

۲ **معادله انحلال‌پذیری:** این معادله به صورت کلی $S = a + b\,\theta$ نوشته می‌شود که در آن، S انحلال‌پذیری، a عرض از مبدأ و θ دما بر حسب درجه سلسیوس است. b نمایانگر شیب خط یعنی میانگین میزان تغییر انحلال‌پذیری به ازای هر $۱^{\circ}C$ افزایش دماست.
با توجه به شکل، با افزایش دما از صفر به $۸۰^{\circ}C$، انحلال‌پذیری X به‌اندازهٔ ۴۰ g افزایش می‌یابد، پس $b = \frac{۴۰}{۸۰} = ۰/۵$، یعنی به‌ازای هر $۱^{\circ}C$ افزایش دما، میزان افزایش انحلال‌پذیری برابر ۰/۵ گرم است $(b = ۰/۵)$. به این ترتیب، معادلهٔ انحلال‌پذیری مادهٔ X به این صورت خواهد بود: $S = ۴۰ + ۰/۵\,\theta$

توجه: اگر با افزایش دما، انحلال‌پذیری کمتر شود، منحنی نزولی بوده و $b < ۰$ خواهد بود.

۳ در این نمودار، نقاط واقع بر منحنی (مانند نقطهٔ B) نمایانگر حالت سیرشده‌اند. نقاط بالاتر از منحنی (مانند نقطهٔ A) نمایانگر حالت فراسیرشده‌اند و نقاطی که پایین‌تر از منحنی قرار دارند (مانند نقطهٔ C) نمایانگر حالت سیرنشده‌اند.

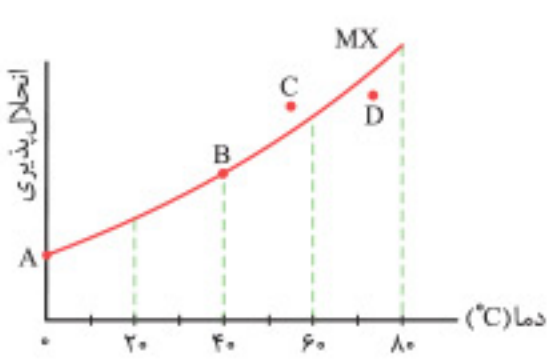
سؤالات چهارگزینه‌ای

۴ انحلال‌پذیری

- مفاهیم انحلال‌پذیری و مسائل مربوط به آن: تست‌های ۷۲۱ تا ۷۳۲
- مسائل انحلال‌پذیری + غلظت مولار: تست‌های ۷۳۸ تا ۷۴۶
- معادلهٔ انحلال‌پذیری: تست‌های ۷۶۷ تا ۷۷۵
- مسائل انحلال‌پذیری + درصد جرمی و ppm: تست‌های ۷۳۳ تا ۷۳۷
- تغییرات انحلال‌پذیری نمک‌ها با تغییر دما: تست‌های ۷۴۷ تا ۷۶۶

مفاهیم انحلال‌پذیری و مسائل مربوط به آن

۷۲۱. با توجه به شکل روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ نمک MX درست است؟ (ریاضی ۹۸)



- در نقطهٔ B، محلول این نمک، حالت سیرشده دارد.
- نقطهٔ A، انحلال‌پذیری این نمک را در دمای $۰^{\circ}C$ نشان می‌دهد.
- در نقطهٔ D، حلال می‌تواند مقدار دیگری از این نمک را در خود حل کند.
- در نقطهٔ C، حلال توانسته است مقدار بیشتر از حد سیر شدن از این نمک را در خود حل کند.

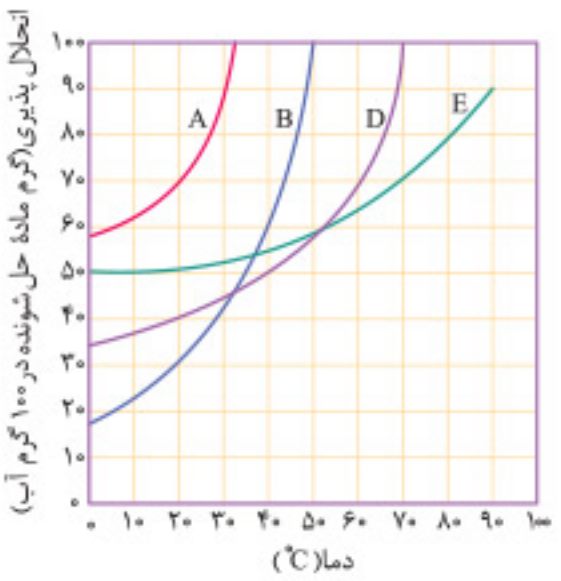
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۷۲۲. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) از نظر چگالی محلول سیرشده: سدیم نیترات > کلسیم سولفات > باریم سولفات
ب) غلظت مولی محلول سیرشدهٔ کلسیم فسفات در مقایسه با محلول سیرشدهٔ پتاسیم‌کلرید بیشتر است.
پ) اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند.
ت) اگر ماده‌ای بتواند در ۱۰۰۰ گرم آب، بیشتر از یک گرم حل شود، آن را محلول در آب می‌نامند.
ث) با افزایش دما، انحلال‌پذیری همه نمک‌ها افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۲۳. ترتیب انحلال‌پذیری چهار مادهٔ A، B، D و E در دمای ۲۰°C به‌صورت ..... و در دمای ۴۰°C به‌صورت ..... است.



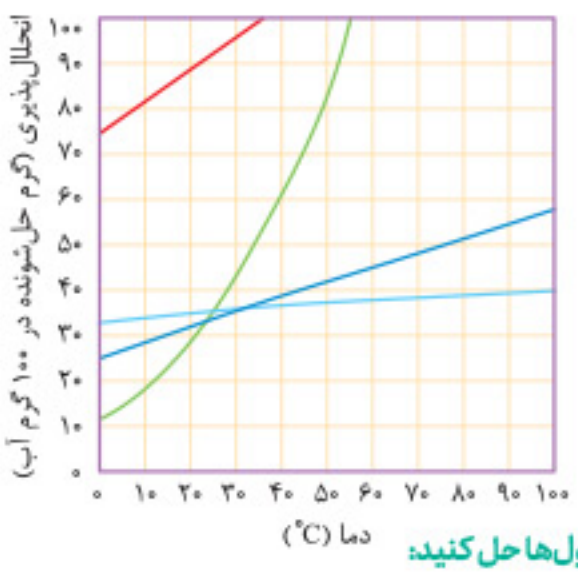
۱) $A>B>E>D$ ، $A>E>D>B$

۲) $A<E<B<D$ ، $A>D>E>B$

۳) $D>B>E>A$ ، $B>D>E<A$

۴) $A>B>D>E$ ، $A>D>B>E$

۷۲۴. با توجه به نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» برای شماری از ترکیب‌های یونی، اگر تفاوت انحلال‌پذیری دو نمکی که به ترتیب، بیشترین و کمترین وابستگی را به تغییرات دما دارند، در ۳۰°C، برابر a و در ۵۵°C برابر b در نظر گرفته شود، b − a به تقریب برابر چند گرم است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)



۱) ۴۲

۲) ۵۵

۳) ۶۸

۴) ۷۴

اگر مفاهیم انحلال‌پذیری براتون خوب جا افتاده، حالا می‌توانید چند مسئله در ارتباط با انحلال‌پذیری محلول‌ها حل کنید:

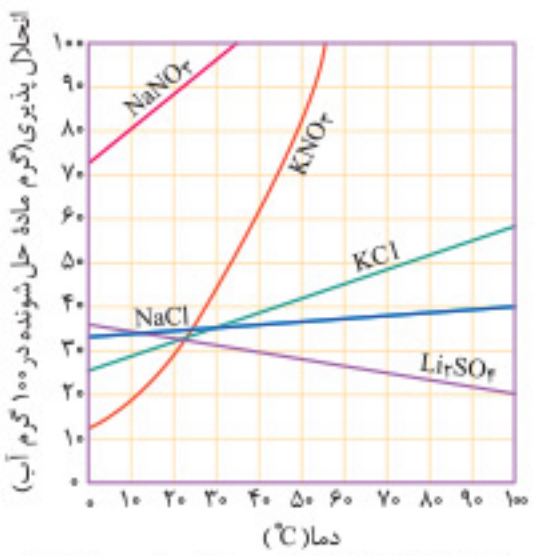
۷۲۵. انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای ۴۲°C برابر ۶۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. به تقریب، چند مول از این نمک را باید در ۲ لیتر آب حل کرد تا محلول سیرشدهٔ آن در این دما به‌دست آید؟ (چگالی آب برابر $1\ g.mL^{-1}$ است: $K=39, O=16, N=14 : g.mol^{-1}$) (ریاضی ۹۷)

۱) ۶/۰۴ ۲) ۱۲/۰۸ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۷۲۶. اگر محلول سیرشدهٔ شکر (ساکارز $C_{12}H_{22}O_{11}$) در ۲۵۰ گرم آب در دمای معین تهیه شود، جرم کل محلول برابر چند گرم و شمار مول‌های ساکارز حل شده به تقریب کدام است؟ (انحلال‌پذیری ساکارز در این دما، برابر ۲۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است: $O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1}$) (ریاضی خارج ۹۸)

۱) ۵۱۲/۵ ، ۲/۴ ۲) ۷۶۲/۵ ، ۲/۴ ۳) ۷۶۲/۵ ، ۱/۵ ۴) ۵۱۲/۵ ، ۱/۵

با توجه به نمودار داده‌شده به سؤالات ۷۲۷ و ۷۲۸ پاسخ دهید.



۷۲۷. در نیم کیلوگرم آب در دمای ۹۰°C، چند گرم پتاسیم‌کلرید می‌توان حل کرد و ۶۲ گرم محلول سیرشدهٔ این نمک در دمای ۹۰°C، شامل چند گرم KCl است؟

۱) ۳۰۰ ، ۲۲ ۲) ۲۷۵ ، ۲۲

۳) ۲۷۵ ، ۲۸ ۴) ۳۰۰ ، ۲۸

۷۲۸. در دمای ۹۰°C با استفاده از ۲۲ g پتاسیم‌کلرید، ..... گرم محلول سیرشده این نمک را می‌توان تهیه کرد و اگر پس از تهیه محلول سیرشده، با افزودن آب (در دمای ثابت) جرم محلول را سه برابر کنیم، ..... گرم دیگر پتاسیم‌کلرید لازم است در محلول حاصل حل کنیم تا به حالت سیرشده در آید.

۱) ۶۲ ، ۶۸/۲ ۲) ۶۲ ، ۹۲/۸

۳) ۴۸ ، ۹۲/۸ ۴) ۴۸ ، ۶۸/۲

۷۲۹. در محلولی از آلومینیم سولفات که با استفاده از نیم کیلوگرم آب تهیه شده است، ۱۳/۵ گرم یون آلومینیم وجود دارد. اگر انحلال‌پذیری آلومینیم سولفات در این شرایط، ۶۸/۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، چند گرم دیگر آلومینیم سولفات می‌توان در این محلول حل کرد؟ $(Al=27, S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۸۴/۶ ۲) ۲۵۶/۵ ۳) ۲۷۴/۵ ۴) ۳۲۸/۵

۷۳۰. در محلولی از مس (II) سولفات که با استفاده از ۴۰۰ g آب تهیه شده است، ۱۶ گرم یون مس (II) به‌صورت محلول وجود دارد. چند گرم دیگر $CuSO_4(s)$ می‌توان در این محلول حل کرد؟ (انحلال‌پذیری $CuSO_4$ در این شرایط، ۴۰ g در ۱۰۰ g آب است.) $(Cu=64, S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۸۴ ۴) ۹۶

۷۳۱. محلولی از $CaSO_4$ در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر $CaSO_4(s)$ در آن حل می‌شود؟ (انحلال‌پذیری $CaSO_4$ در این شرایط برابر ۰/۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.) $(Ca=40, CaSO_4=136 : g.mol^{-1})$ (تجربی ۹۳)

۱) صفر ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۷ ۴) ۴/۱

۷۳۲. انحلال‌پذیری سدیم کلرید در دمای $25^\circ C$، برابر ۳۶ گرم است. اگر ۴۱۶ گرم سدیم‌کلرید را در این دما درون یک کیلوگرم آب بریزیم، چند مورد از مطالب زیر برای تشکیل یک مخلوط سیرشدهٔ همگن، درست است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)

- ۱۵/۵٪ از جرم آغازی حلال، آب اضافه شود.
- ۱۱/۴٪ از جرم محلول موجود، نمک اضافه شود.
- ۱۳/۵٪ از جرم آغازی نمک، از ظرف خارج شود.
- ۷/۵٪ از جرم آغازی نمک، آب از ظرف خارج شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مسائل انحلال‌پذیری ◂ درصد جرمی و ppm

۷۳۳. با توجه به داده‌های جدول زیر، چند مورد از عبارت‌های مطرح‌شده درست است؟

فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری در $10^\circ C$	انحلال‌پذیری در $30^\circ C$
$NaNO_3$	۸۰	۹۶
KCl	۲۸	۳۵
HCl	۷۸	۶۸
KNO_3	۱۸	۴۲

آ) ۳۶۰ گرم محلول سدیم نیترات در دمای $10^\circ C$ که ۵۰٪ جرم آن را آب تشکیل می‌دهد، یک محلول سیرشده است.
ب) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید از سه مادهٔ دیگر کمتر است.
پ) با حل کردن هیدروژن کلرید در آب دمای محلول افزایش می‌یابد.
ت) اگر ۱۴۲ گرم از محلول سیرشده پتاسیم نیترات را از دمای $30^\circ C$ تا $10^\circ C$ سرد کنیم، ۱۸ گرم از جرم محلول کاسته می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

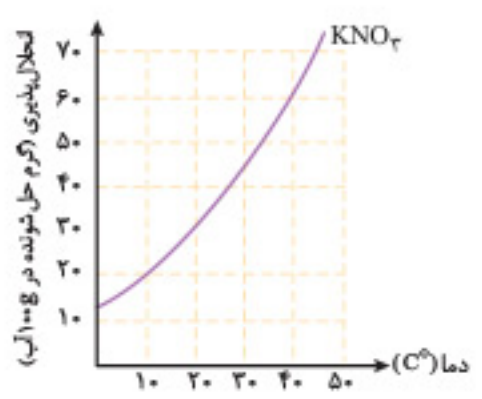
۷۳۴. در دمای معینی، انحلال‌پذیری سدیم هیدروکسید برابر ۵۶/۲۵ گرم است. درصد جرمی محلول سیرشدهٔ سود در این دما چقدر است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۶

۷۳۵. درصد جرمی $NaOH$ در محلول سیرشدهٔ آن در دمای معینی، برابر ۳۲ می‌باشد. انحلال‌پذیری $NaOH$ در این دما به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

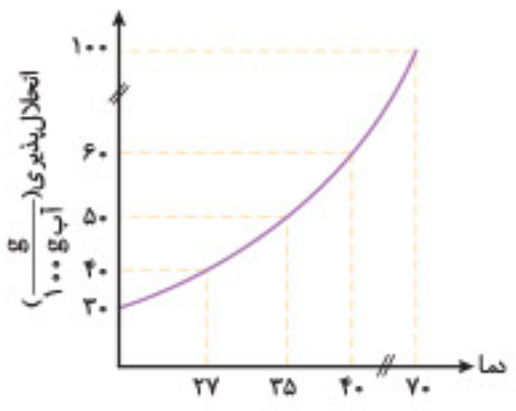
۱) ۴۲ ۲) ۳۸ ۳) ۳۴ ۴) ۴۷

۷۳۶. غلظت یک نمونه محلول سیرشده از پتاسیم نیترات در دمای $a^\circ C$ پس از سرد شدن تا دمای $b^\circ C$، از ۲۷/۵ به ۱۶/۷ درصد جرمی کاهش می‌یابد. با توجه به شکل مقابل، تفاوت a و b، برابر چند $^\circ C$ است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)



۱) ۴۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۷۳۷. نمودار انحلال‌پذیری مادهٔ فرضی A به‌صورت زیر است. اگر محلول سیرشده‌ای با غلظت ۵۰٪ جرمی از این ماده سرد شود، ۵۰٪ از ماده حل‌شده رسوب خواهد کرد. اختلاف دمای اولیه و ثانویه محلول A برابر چند درجه سانتی‌گراد است؟



۱) ۴۳
۲) ۱۳
۳) ۳۵
۴) ۳۰

مسائل انحلال‌پذیری ◂ غلظت مولار

۷۳۸. انحلال‌پذیری سرب (II) کلرید در دمای معینی برابر ۱۳۹۱/۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت محلول سیرشدهٔ این ماده در این دما، برحسب $mol.L^{-1}$ کدام است؟ (چگالی آب $1g.mL^{-1}$ است.) ($Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$ و $Pb = 207/2$) (ریاضی ۹۲)

۱) 5×10^{-3} ۲) 5×10^{-4} ۳) $5/7\times10^{-3}$ ۴) $5/7\times10^{-4}$

۷۳۹. در دمای معینی، انحلال‌پذیری سدیم هیدروکسید برابر ۳۶g در ۱۰۰ گرم آب است. در این دما، غلظت مولی محلول سیرشدهٔ سود با چگالی $1/02\,g.mL^{-1}$ چند مولار است؟ ($NaOH = 40\,g.mol^{-1}$)

۱) ۳/۲۵ ۲) ۴/۷۵ ۳) ۶/۷۵ ۴) ۸/۲۵

۷۴۰. در دمای معینی، غلظت مولار محلول سیرشدهٔ سود با چگالی ۱/۲۸ گرم بر لیتر برابر ۱۲ مول بر لیتر است. انحلال‌پذیری $NaOH$ در این دما چقدر است؟ ($NaOH = 40\,g.mol^{-1}$)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

۱۱۸۳. ۷۲/۵ گرم گاز بوتان، به‌صورت جداگانه یکبار به‌صورت ناقص و یکبار به‌صورت کامل سوزانده می‌شود. تفاوت حجم گاز اکسیژن مصرف شده (پس از تبدیل به شرایط STP) برابر چند لیتر است؟ (از سوختن ناقص هیدروکربن‌ها، گاز کربن مونوکسید و آب تشکیل می‌شود. $(H=1, C=12, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۵۶/۰ ۲) ۶۵/۰ ۳) ۸۶/۹ ۴) ۸۹/۶ (تجربی خارج ۱۴۰۰)

۱۱۸۴. گاز کربن‌دی‌اکسید حاصل از سوختن کامل ۲۶ گرم ۳-اتیل هگزان را جمع‌آوری کرده و با کلسیم اکسید واکنش می‌دهیم تا مطابق معادلهٔ $CaO(s)+CO_2(g)\longrightarrow CaCO_3(s)$ کلسیم‌کربنات تولید شود. اگر در نهایت ۲۴۰ گرم کلسیم‌کربنات به‌دست بیاوریم، با فرض این‌که بازده واکنش اول ۱۰۰٪ باشد، بازده درصدی واکنش دوم چقدر بوده است؟ $(H=1, C=12, O=16, Ca=40: g.mol^{-1})$

۱) ۹۵ ۲) ۹۰ ۳) ۸۵ ۴) ۸۰

۱۱۸۵. برای سوختن کامل مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان به ۸۰ گرم گاز اکسیژن نیاز است و ۲۲/۴ لیتر کربن‌دی‌اکسید در شرایط STP تولید می‌شود. درصد حجمی متان در مخلوط اولیه کدام است؟ $(O=16\ g.mol^{-1})$ (شبیه‌ساز تجربی ۹۹)

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۷۰

۱۱۸۶. ۴۰ مول مخلوط گازهای N_2 و O_2 که ۲۰٪ مولی آن به O_2 تعلق دارد، همراه با یک مول از یک آلکان وارد موتور خودرو می‌شود. اگر گازهای خارج‌شده از موتور، صرفاً شامل CO_2، N_2 و H_2O باشد، تعداد مول N_2 در این گازها چند برابر تعداد مول CO_2 است؟ (شبیه‌ساز ریاضی خارج ۹۴)

۱) ۳/۴ ۲) ۴/۲ ۳) ۵/۲ ۴) ۶/۴

۱۱۸۷. اگر سوختن کامل ۲۰ گرم از یک آلکان با تولید ۴۰ لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید با چگالی ۱/۵۴ گرم بر لیتر همراه باشد، چنانچه بدانیم که در ساختار این آلکان، فقط یک شاخهٔ آلکیل روی زنجیر اصلی وجود دارد، چند ترکیب مختلف را برای این آلکان می‌توان درنظر گرفت؟ $(H=1, C=12: g.mol^{-1})$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۱۸۸. مخلوطی از گازهای پروپان و کربن‌دی‌اکسید موجود است. نیمی از این مخلوط گازی را از روی ۹۲۰ گرم کلسیم اکسید جامد عبور می‌دهیم. در نتیجه ۱۲۵۰ گرم مادهٔ جامد حاصل می‌شود. نیم دیگر مخلوط گازی را با مقدار اضافی گاز اکسیژن وارد واکنش سوختن کامل می‌کنیم. در نتیجه تعداد مول گاز CO_2 در مخلوط، دو برابر می‌شود. در مخلوط گازی اولیه، چند درصد مول‌های گاز به پروپان اختصاص دارد؟ $(C=12, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۵ ۴) ۷۵

۱۱۸۹. ۹۱/۲ گرم ایزواوکتان (C_8H_{18}) را می‌سوزانیم. در اثر سوختن آن، مخلوطی از گازهای CO، CO_2 و H_2O حاصل می‌شود. اگر گاز CO_2 حاصل را از روی ۷۰۰ گرم MgO عبور دهیم، جرم مادهٔ جامد به ۹۱۱/۲ گرم می‌رسد. در این واکنش چند مول O_2 مصرف شده است؟ $(C=12, O=16, H=1: g.mol^{-1})$ $MgO(s)+CO_2(g)\longrightarrow MgCO_3(s)$

۱) ۶/۴ ۲) ۹/۲ ۳) ۱۲/۸ ۴) ۱۸/۴

۱۱۹۰. مخلوط گازی متشکل از یک آلکان، مقداری CO_2 و ۴ مول O_2 موجود است. هرگاه شرایط لازم برای واکنش سوختن کامل آلکان فراهم شود، و همهٔ اکسیژن موجود در مخلوط نیز به‌طور کامل مصرف شود. مخلوط به‌دست آمده شامل ۳/۶ مول CO_2 و ۲/۲ مول H_2O است. مخلوط گازی اولیه شامل چند مول گاز CO_2 است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۲ ۴) ۳/۸

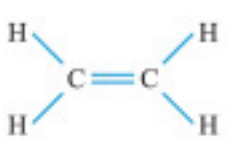
۱۱۹۱. اگر در واکنش سوختن اوکتان، $\frac{3}{8}$ اتم‌های کربن به جای تبدیل شدن به کربن دی‌اکسید، به کربن مونوکسید تبدیل شود، مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها کدام است و به ازای مصرف ۰/۲۷ مول گاز اکسیژن، تفاوت جرم گازهای کربن دی‌اکسید و کربن مونوکسید تشکیل‌شده، به‌تقریب کدام است؟ $(C=12, O=16: g.mol^{-1})$ (تجربی خارج تیر ۱۴۰۱)

۱) ۱۵، ۴/۲۳ ۲) ۱۵، ۳/۳۴ ۳) ۱۷، ۴/۲۲ ۴) ۱۷، ۳/۳۴

۷ هیدروکربن‌ها- آلکن‌ها، آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها

صفحه‌ٔ ۳۹ تا ۴۲ کتاب درسی

◄ **اتن:** فرمول مولکولی آن، C_2H_4 و فرمول ساختاری آن به‌صورت زیر است:



(اتن: C_2H_4)

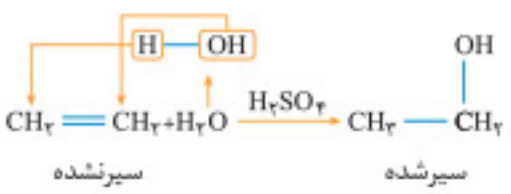
نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها

اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد.

موز و گوجه‌فرنگی رسیده، گاز اتن آزاد می‌کنند. گاز آزاد شده، به توبهٔ خود موجب رسیدن سریع میوه‌های تارس می‌شود. به‌همین دلیل در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می‌شود.

اتن و آلکن‌های دیگر به دلیل داشتن یک پیوند دوگانه ($C=C$)، سیرنشده محسوب می‌شوند. زیرا با تفکیک یکی از دو پیوند مربوط به پیوند دوگانهٔ $C=C$، هریک از دو اتم کربن مربوط به آن می‌توانند یک اتم هیدروژن یا عوامل یک ظرفیتی دیگر همانند اتم هالوژن‌ها یا گروه هیدروکسیل ($-OH$) را جذب کنند که در این‌صورت، مولکول حاصل سیرشده خواهد بود.

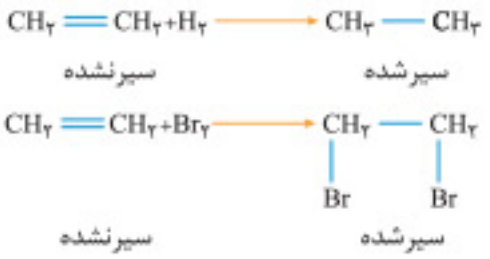
مثال:



سیرنشده سیرشده

برای تولید اتانول در مقیاس صنعتی، از این واکنش استفاده می‌کنند. دقت کنید که سولفوریک اسید (H_2SO_4) در این واکنش، نقش کاتالیزگر را دارد.

◂ **واکنش هیدروژن‌دار شدن آلکن و تبدیل آن به آلکان:**



◂ **واکنش آلکن با برم:**

محلول برم قرمزرنگ است. با انجام واکنش فوق، رنگ قرمز محلول از بین می‌رود از این واکنش می‌توان برای شناسایی آلکن از هیدروکربن‌های سیرشده استفاده کرد.
در صورتی که تکه‌ای از گوشت چرب بتواند در واکنش با بخار برم، موجب جذب برم شده و رنگ آن را از بین ببرد، نتیجه می‌شود که چربی موجود در تکه گوشت، سیرنشده بوده است.

■ از واکنش‌های مهم و مفید آلکن‌ها، می‌توان از پلیمری شدن آن‌ها نام برد که به‌طور مستقل در فصل آخر کتاب شیمی یازدهم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

◂ **اتین:** ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها با فرمول مولکولی $C_۲H_۲$ است که فرمول ساختاری آن به‌صورت روبه‌رو است: H—C≡C—H
برای انجام جوشکاری و برش‌کاری فلزها، از سوزاندن گاز اتین استفاده می‌شود. سوختن اتین موجب تأمین دمای بالایی می‌شود که برای جوش دادن قطعه‌های فلزی لازم است.
آلکین‌ها همانند آلکن‌ها، واکنش‌پذیری زیادی داشته و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می‌دهند.

نام‌گذاری آلکن و آلکین

◂ **مراحل نام‌گذاری آلکن‌ها:**

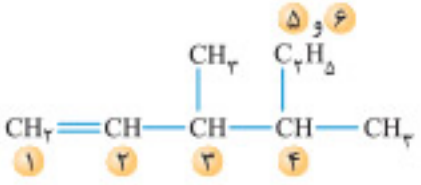
۱ **انتخاب زنجیر اصلی:** به‌طوری است که حتماً شامل هر دو کربنی باشد که پیوند دوگانه بین آن‌ها قرار دارد و تا حد امکان، شامل اتم‌های کربن بیشتری باشد.

۲ **شماره‌گذاری زنجیر اصلی:** از سمتی شروع می‌شود که به پیوند دوگانه نزدیک‌تر است. اگر پیوند دوگانه از دو سر زنجیر اصلی فاصلهٔ یکسانی داشته باشد، سمت شماره‌گذاری با توجه به همان قواعد ذکر شده در مورد آلکان‌ها انتخاب می‌شود.

۳ **نوشتن نام ترکیب:** ابتدا شماره و نام شاخه‌ها به‌ترتیب حرف اول نام آن‌ها در الفبای انگلیسی ذکر می‌شود و در پایان نام زنجیر اصلی می‌آید (همانند آلکان‌ها)، با این تفاوت که قبل از نام زنجیر اصلی، شمارهٔ مشخص کنندهٔ موقعیت پیوند دوگانه را ذکر کرده و پسوند «آن» آلکان را هم به پسوند «ـین» تغییر می‌دهیم.

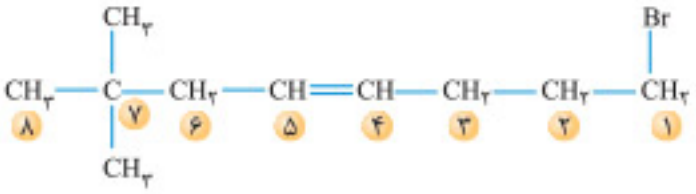
دقت کنید: باید شمارهٔ کربنی از پیوند دوگانه را ذکر کنید که کوچک‌تر است.

مثال ۱:



۳، ۴ـ دی‌متیل ـ ۱ـ هگزن

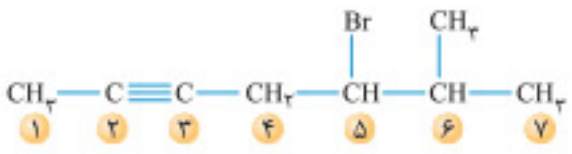
مثال ۲:



۱ـ برمو ـ ۷، ۷ـ دی‌متیل ـ ۴ـ اوکتن

در نام‌گذاری آلکین‌ها، کافی است توجه کنید که قواعد همانند آلکن‌هاست، با این تفاوت که به‌جای پسوند «ـین» از پسوند «ین» استفاده می‌کنیم. همین!

مثال ۳:



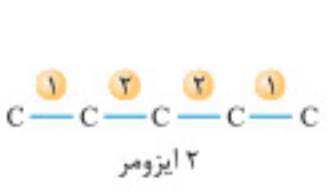
۵ـ برمو ـ ۶ـ متیل ـ ۲ـ هپتین

استراتژی رسم ایزومرها در خانوادهٔ آلکن‌ها و آلکین‌ها

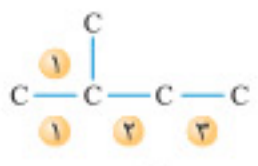
ابتدا با توجه به تعداد کربن و احیاناً شرط عنوان شده، اسکلت‌های کربنی ممکن را (بدون اتم‌های هیدروژن) رسم می‌کنیم و در این مرحله به پیوند دوگانه (یا سه‌گانه) کاری نداریم. سپس ارزیابی می‌کنیم که در هریک از ساختارهای رسم شده، پیوند دوگانه را در چند موقعیت متفاوت از هم می‌توان قرار داد.

مثال ۱: چند ایزومر ساختاری به فرمول مولکولی $C_۵H_{۱۰}$ از خانوادهٔ آلکن‌ها می‌توان رسم کرد؟

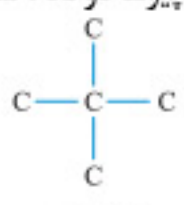
پاسخ: بدون توجه به پیوند دوگانه، سه ساختار کربنی قابل رسم است:



۲ ایزومر



۳ ایزومر



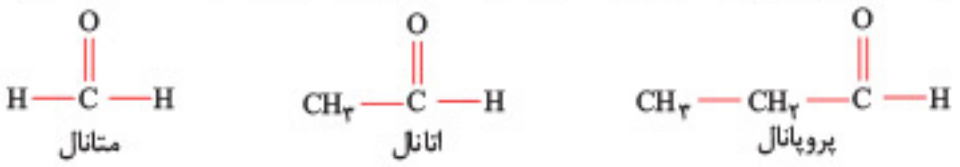
صفر ایزومر

توجه کنید: در ساختار سمت راستی، ظرفیت کربن وسطی تکمیل شده و امکان وجود پیوند دوگانه نیست. ⇒ تعداد ایزومر = ۲ + ۳ = ۵

استراتژی رسم ایزومرها در آلکین‌ها نیز همانند آلکن‌هاست، با این تفاوت که در ساختارهای کربنی رسم شده، قراردادن پیوند سه‌گانه در موقعیت‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. در اینجا باید بیشتر از قبل حواستون به ظرفیت کربن باشه.

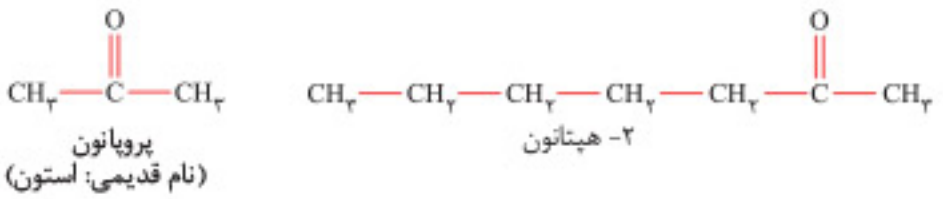
■ **آلدهیدهای یک‌عاملی:** با توجه به تعداد کربن در مولکول آلدهید، نام آلکان هم کربن با آن را نوشته و پسوند «ال» را به انتهای نام اضافه می‌کنیم.

مثال ۲:



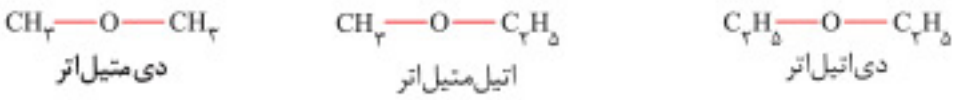
توجه: از آنجا که در هر آلدهیدی، عامل آلدهیدی در ابتدای زنجیر کربنی واقع شده است، در نام آلدهیدها به ذکر شمارهٔ مشخص‌کنندهٔ موقعیت عامل آلدهیدی نیازی نیست.

■ **کتون‌های یک‌عاملی:** کافی است به انتهای نام آلکانی، پسوند «ون» اقزوده شود. مثال:



■ **اترهای یک‌عاملی:** در مورد اترها، صرفاً نام قدیمی آن‌ها که به سادگی قابل تعیین است، مورد توجه است. به این ترتیب که نام آلکیل‌های متصل به اتم اکسیژن را نوشته و آنگاه، پسوند اتر را می‌آوریم. اگر آلکیل‌ها مثل هم باشند، از نام دی‌آلکیل اتر استفاده می‌کنیم.

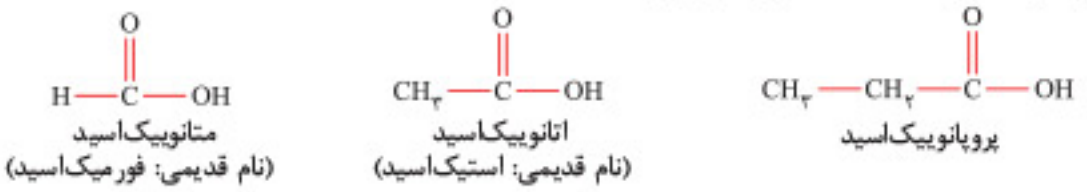
مثال ۳:



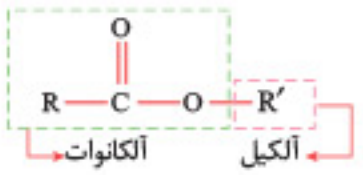
توجه کنید: اگر چه کربوکسیلیک اسیدها و استرها در فصل ۳ شیمی ۲ معرفی می‌شوند، اما بهتر است در همین حد مختصر و مفید، نام‌گذاری آن‌ها را نیز همین‌جا یاد بگیرید: البته فقط موارد یک‌عاملی که زنجیر کربنی سیرشده دارند.

■ **کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی:** به انتهای نام آلکانی، پسوند «ـوییک اسید» اقزوده می‌شود.

مثال ۴:

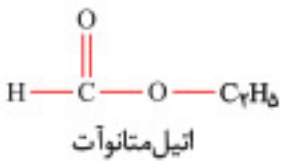


■ **استرهای یک‌عاملی:** در ساختار یک استر، همهٔ کربن‌ها متصل به هم نیستند. بنابراین نام هر استری از دو قسمت مستقل از هم تشکیل می‌شود:



پسوند نام: «ـوآت»

مثال ۵:



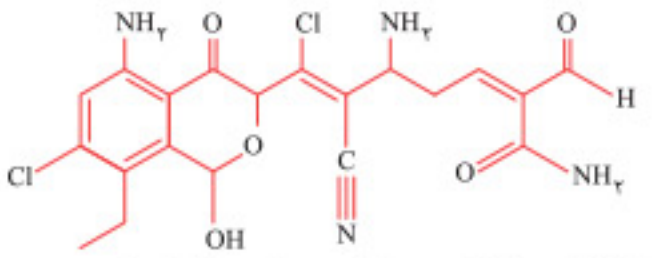
تعیین تعداد اتم هیدروژن در یک ترکیب آلی پیچیده با فرمول نقطه ـ خط معین

برای این منظور، شمردن تک‌تک اتم‌های هیدروژن، نه راه دقیقی است و نه راه سریع. به ویژه اینکه در فرمول نقطه ـ خط یک ترکیب آلی، اتم‌های هیدروژن آن نشان داده نمی‌شوند. پس چکار کنیم؟

راه چاره: از یک فرمول که ضمن سریع بودن، دقیقاً علمی و درست است، استفاده می‌کنیم. اگر تعداد کربن در ترکیب آلی برابر n باشد، می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد اتم } H = 2n + 2 + \text{تعداد اتم نیتروژن} - \text{تعداد اتم هالوژن} - 2(\text{تعداد پیوند دو گانه}) - 4(\text{تعداد پیوند سه گانه}) - 2(\text{تعداد حلقه})$$

مثال: تعیین تعداد اتم هیدروژن در ترکیب روبه‌رو:



پاسخ: اول تعداد کربن را با گذاشتن نقطه روی هر اتم کربن مشخص می‌کنیم: می‌شود ۲۰ اتم کربن.

حالا برای تعیین تعداد اتم هیدروژن، می‌رویم سراغ فرمول:

$$\text{تعداد } H = 2(20) + 2 + 4 - 2 - 2(8) - 4(1) - 2(2) = 20$$

(تعداد حلقه: 2 — تعداد پیوند سه‌گانه: 4 — تعداد Cl: 2 — تعداد پیوند دو گانه: 8 — تعداد N: 4)

بنابراین اگر بخواهیم فرمول مولکولی ترکیب را بنویسیم، خواهیم داشت:

$$C_{20}H_{20}O_5N_4Cl_2$$

تعیین فرمول مولکولی عمومی خانواده‌های آلی

اگر ویژگی ساختار خانوادهٔ مورد نظر (از نظر تعداد اتم‌های غیر از C و H، تعداد پیوند دوگانه و حلقه و...) مشخص باشد، با تعیین تعداد اتم H می‌توانید فرمول عمومی مربوط به خانوادهٔ مورد نظر را تعیین کنید.

مثال ۱: تعیین فرمول مولکولی ترکیب‌های آلی هم خانوادهٔ $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ (یعنی آلدهیدها):

تعداد اتم اکسیژن در آلدهیدها، یک عدد است. اگر تعداد اتم کربن n باشد، تعداد اتم H برابر است با:

$$\text{تعداد } H = 2n + 2 - \underset{\text{تعداد پیوند دوگانه}}{2(1)} = 2n$$

بنابراین فرمول مولکولی عمومی آلدهیدهایی که زنجیر کربنی خطی و سیرشده دارند، به این صورت است: $C_nH_{2n}O$

مثال ۲: تعیین فرمول مولکولی ترکیب‌های آلی هم‌خانوادهٔ $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (یعنی آمیدها):

در اعضای این خانواده، یک اتم اکسیژن و یک اتم نیتروژن وجود دارد. چنانچه تعداد اتم کربن n باشد، تعداد اتم هیدروژن برابر است با:

$$\text{تعداد } H = 2n + 2 + \underset{\text{تعداد اتم } N}{1} - \underset{\text{تعداد پیوند دوگانه}}{2(1)} = 2n+1$$

بنابراین فرمول مولکولی عمومی آمیدهای دارای زنجیر کربنی خطی و سیر شده به این صورت است: $C_nH_{2n+1}NO$

با این حساب، فرمول مولکولی همهٔ خانواده‌های آلی که یک گروه عاملی داشته و زنجیر کربنی سیر شده دارند، به راحتی قابل تعیین است. در عین حال، حفظ بودن این فرمول‌ها، حداقل برای سریع‌تر پاسخ دادن به تست‌ها، جزء واجبات است. در این‌جا فرمول عمومی همهٔ خانواده‌های آلی را می‌آوریم، با این فرض که فقط یک گروه عاملی در ترکیب‌ها وجود دارد و زنجیر کربنی هم سیر شده است:

نام خانواده	فرمول مولکولی عمومی	ساده‌ترین عضو خانواده
آلکان‌ها	C_nH_{2n+2}	CH_4 (متان)
آلکن‌ها	C_nH_{2n}	$CH_2=CH_2$ (اتن)
آلکین‌ها	C_nH_{2n-2}	$CH\equiv CH$ (اتین)
الکل‌ها	$C_nH_{2n+2}O$	CH_3-OH (متانول)
اترها	$C_nH_{2n+2}O$	CH_3-O-CH_3 (دی‌متیل‌اتر)
آلدهیدها	$C_nH_{2n}O$	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ (متانال)
کتون‌ها	$C_nH_{2n}O$	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ (استون)
کربوکسیلیک‌اسیدها	$C_nH_{2n}O_2$	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ (متانوییک‌اسید)
استرها	$C_nH_{2n}O_2$	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ (متیل‌متانوآت)
آمین‌ها	$C_nH_{2n+3}N$	CH_3-NH_2 (متیل‌آمین)
آمیدها	$C_nH_{2n+1}NO$	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (متان‌آمید)

تعیین تعداد پیوند کووالانسی در یک ترکیب آلی

در ترکیب‌های آلی هر اتم کربن، چهار الکترون، هر اتم هیدروژن، یک الکترون، هر اتم اکسیژن، دو الکترون، هر اتم نیتروژن، سه الکترون و هر اتم هالوژن، یک الکترون را برای تشکیل پیوند، مورد استفاده قرار می‌دهد. اگر تعداد کل الکترون‌های پیوندی را حساب کنید، تعداد پیوند کووالانسی برابر نصف آن خواهد بود. به این ترتیب، با توجه به فرمول مولکولی ترکیب آلی، می‌توان تعداد پیوند کووالانسی موجود در هر مولکول از آن را حساب کرد.

سؤالات چهارگزینه‌ای

الکل‌ها، اسیدها و استرها - مسائل

۱۶۶۱. از سوختن کامل الکل حاصل از آبکافت ۹۲/۸ گرم اتیل‌بوتانوآت، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $1/76\ g.L^{-1}$ تولید می‌شود؟
$(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۱۶۶۲. از واکنش ۰/۴ مول پروپانوییک‌اسید با مقدار کافی اتانول، چند گرم استر حاصل می‌شود؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۰/۴ ۲) ۳۰/۶ ۳) ۴۰/۸ ۴) ۵۱/۴

۱۶۶۳. اگر در واکنش استری‌شدن بوتانوییک‌اسید با ۱ـ پروپانول، جرم الکل مصرف شده برابر ۲۴ گرم باشد، چند گرم استر حاصل می‌شود؟ (با فرض این که بازده واکنش ۸۰٪ باشد.) $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۱/۶ ۲) ۵۲/۸ ۳) ۶۵ ۴) ۷۵

۱۶۶۴. در واکنش ۴۰/۸ گرم از یک کربوکسیلیک‌اسید یک عاملی با زنجیر کربنی سیرشده با مقدار کافی ۲ـ پروپانول، ۰/۴ مول استر تولید شده است. تعداد پیوند کووالانسی در هر مولکول از اسید مصرف شده و نیز هر مولکول از استر تولیدشده، به‌ترتیب کدام است؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷، ۲۴ ۲) ۱۷، ۲۶ ۳) ۱۵، ۲۶ ۴) ۱۵، ۲۴

۱۶۶۵. از آبکافت مقداری از یک استر، ۰/۲ مول ۱ـ پروپانول و ۱۷/۶ گرم از یک کربوکسیلیک‌اسید یک‌عاملی با زنجیر کربنی سیرشده به‌دست می‌آید. هر مولکول از این استر شامل چند اتم است؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷ ۲) ۲۰ ۳) ۲۳ ۴) ۲۶

۱۶۶۶. ۰/۴ مول از یک استر به فرمول مولکولی $C_9H_{18}O_2$ را آبکافت می‌کنیم. هر مولکول الکل حاصل دارای ۱۷ پیوند اشتراکی است. اگر اسید تولید شده را بر فلز منیزیم اثر دهیم، چند گرم ترکیب منیزیم‌دار حاصل می‌شود؟ $(H=1, C=12, O=16, Mg=24 : g.mol^{-1})$ (شبیه‌ساز تجربی خارج ۹۹)

۱) ۱۹/۸ ۲) ۳۹/۶ ۳) ۵۹/۴ ۴) ۷۹/۲

۱۶۶۷. حجم گاز CO_2 حاصل از سوختن ۱۱۱g از یک الکل یک عاملی سیرشده در شرایط STP برابر ۱۳۴/۴ لیتر است. فرمول مولکولی این الکل به چند ایزومر الکلی متفاوت از هم می‌تواند نسبت داده شود؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۶۶۸. مقدار ۵۱ گرم پنتانوییک‌اسید را با مقدار کافی متانول در واکنش استری‌شدن شرکت می‌دهیم. اگر بازده واکنش انجام‌شده، ۸۰٪ باشد، اختلاف جرم استر تولیدشده با آب تولیدشده از این واکنش، چند گرم است؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۳/۶ ۳) ۴۵/۸ ۴) ۴۹

۱۶۶۹. در واکنش اتانول و استیک‌اسید در محیط اسیدی، به تقریب چند درصد جرمی از فراورده‌های واکنش را ترکیب آلی تشکیل می‌دهد؟ (ریاضی ۹۴)
$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۰/۴۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵/۲۵ ۴) ۸۳

۱۶۷۰. اگر از آبکافت استری با فرمول مولکولی $C_9H_{12}CO_2$، بوتانول تشکیل شود، فرمول شیمیایی کربوکسیلیک‌اسید تشکیل‌شده کدام است و برای تشکیل ۲۹ گرم از این اسید، چند گرم از این استر باید در شرایط مناسب آبکافت شود؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$ (ریاضی خارج تیر ۱۴۰۱)

۱) C_4H_9COOH، ۳۸ ۲) $C_5H_{11}COOH$، ۳۸ ۳) C_4H_9COOH، ۴۳ ۴) $C_5H_{11}COOH$، ۴۳

۱۶۷۱. ۵/۱ گرم از مادهٔ اصلی تولیدکنندهٔ بوی نوعی میوه در شرایط مناسب در محیط اسیدی با آب واکنش داده و ترکیب A را به همراه ۰/۸ گرم متانول تولید می‌کند. در صورتی‌که بازده واکنش برابر ۵۰ درصد باشد، جرم مولکولی مادهٔ A و فرمول مولکولی مادهٔ اولیه کدام است؟ (تجربی ۹۹)
$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

$$C_nH_{2n}O_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} A + CH_3OH$$

۱) $C_5H_{10}O_2$، ۸۸ ۲) $C_4H_8O_2$، ۸۸ ۳) $C_6H_{12}O_2$، ۱۱۶ ۴) $C_7H_{14}O_2$، ۱۱۶

۱۶۷۲. استری که از آبکافت یک نمونه از آن، ۰/۲ مول اتانول و ۱۷/۶ گرم از یک کربوکسیلیک اسید حاصل می‌شود، با کدام ترکیب زیر ایزومر است؟ $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$ (شبیه‌ساز تجربی ۹۹)

۱) پنتانوییک اسید ۲) متیل پنتانوآت ۳) ۲–هگزانون ۴) اتیل اتانوآت

۱۶۷۳. از اثر آب بر ..... گرم ترکیب آلی به فرمول مولکولی ..... ۱/۲۰ مول اتیلن گلیکول و ۲۱۲ گرم ترکیبی از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها (با زنجیر کربنی سیرشده) حاصل می‌شود؟ (بازده واکنش را ۶۰٪ درنظر بگیرید.) $(H=1, C=12, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۵۷۲، $C_{16}H_{30}O_4$ ۲) ۵۷۲، $C_{15}H_{28}O_4$ ۳) ۲۰۶، $C_{16}H_{30}O_4$ ۴) ۲۰۶، $C_{15}H_{28}O_4$

۱۶۷۴. مقدار گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده از سوختن کامل ۲۵۵ گرم از یک الکل سیرشده یک عاملی با مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید تولیدشده، ضمن استخراج ۵۶۰ گرم فلز آهن مطابق واکنش زیر یکسان است. درصد جرمی عنصر کربن در مولکول این الکل، چند برابر درصد جرمی عنصر اکسیژن در آن است؟ $(Fe=۵۶, O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-1})$

$$Fe_۲O_۳(s)+۳CO(g)\longrightarrow ۲Fe(s)+۳CO_۲(g)$$

۱) ۴ ۲) ۴/۵ ۳) ۶ ۴) ۸/۵

۱۶۷۵. اگر $H_۲O$ حاصل از واکنش سوختن کامل ۵۱ گرم از یک کربوکسیلیک‌اسید (با زنجیر کربنی سیرشده) را بر ۵۵ گرم محلول ۶۰٪ سود اثر دهیم، محلول ۳۲٪ جرمی سود حاصل می‌شود. از اثر دادن ۰/۸ مول از این کربوکسیلیک‌اسید بر مقدار کافی ۱ـ پروپانول، چند گرم استر حاصل می‌شود؟ $(Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-1})$

۱) ۴۲/۴ ۲) ۶۹/۴ ۳) ۹۲/۲ ۴) ۱۱۵/۲

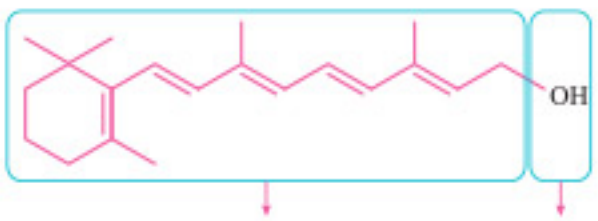
۱۶۷۶. مقداری از یک کربوکسیلیک‌اسید را به‌طور کامل می‌سوزانیم. $H_۲O$ تولیدشده در این واکنش، برابر مقدار آب موجود در ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۵۵٪ جرمی سود با چگالی ۱/۶ گرم بر میلی‌لیتر است. برای جذب گاز کربن‌دی‌اکسید تولیدشده در این واکنش، چند گرم MgO مصرف می‌شود؟ $(Mg=۲۴, Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-1})$

۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۶۰۰

۵ ویتامین سرا

صفحهٔ ۱۱۱ و ۱۱۲ کتاب درسی

◂ **ویتامین A:** فرمول ساختاری ویتامین A به‌صورت مقابل است:



- فرمول مولکولی: $C_۲۰H_۳۰O$
- دارای یک عامل الکلی OH— است.
- بخش ناقطبی مولکول، کاملاً بر بخش قطبی آن غلبه دارد. به همین دلیل، در آب حل نمی‌شود، اما در حلال‌های ناقطبی، چربی و روغن می‌تواند حل شود.
- با خوردن آب هویج، ویتامین A مورد نیاز بدن تأمین می‌شود.
- به دلیل نامحلول بودن ویتامین A در آب، خوردن بیش از اندازهٔ آن برای بدن مشکل ایجاد می‌کند.

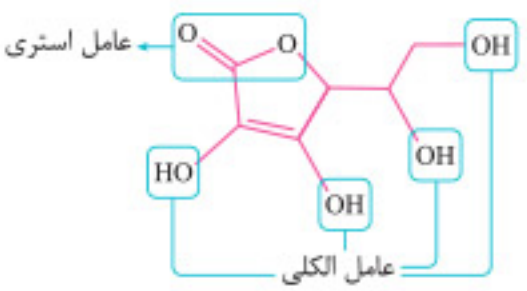
در مورد ویتامین A، با توجه به این‌که ۲۰ اتم کربن دارد، خواهیم داشت:

$$H_{\text{تعداد}}=۲(۲۰)+۲-۲(۱)-۲(۵)=۳۰$$

(۲(۲۰): تعداد کربن، ۲(۱): تعداد حلقه، ۲(۵): تعداد پیوند دوگانه)

پس فرمول مولکولی آن $C_۲۰H_۳۰O$ می‌باشد.

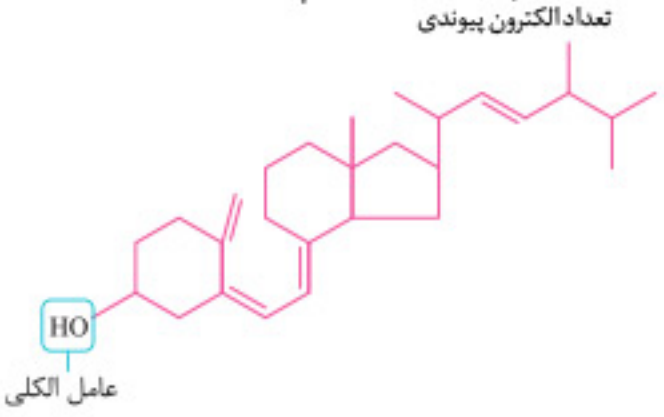
◂ **ویتامین C:** فرمول ساختاری این ویتامین به‌صورت زیر است:



- فرمول مولکولی: $C_۶H_۸O_۶$
- دارای ۴ عامل الکلی و یک عامل استری است.
- بخش قطبی مولکول (عامل‌های الکلی و استری) بر بخش ناقطبی آن، غلبه دارد. به همین دلیل در آب حل می‌شود، اما در حلال‌های ناقطبی، مانند چربی و روغن حل نمی‌شود.
- به دلیل محلول بودن ویتامین C در آب، خوردن بیش از اندازهٔ آن برای بدن مشکل ایجاد نمی‌کند.
- پرتقال و سایر انواع مرکبات، منبعی غنی برای تأمین ویتامین C هستند.
- محاسبهٔ تعداد پیوند کووالانسی در مولکول ویتامین C: تعداد پیوند کووالانسی برابر با نصف تعداد الکترون‌های پیوندی است. هر اتم C، O و H، به‌ترتیب دارای ۴، ۶ و ۱ الکترون پیوندی است. بنابراین:

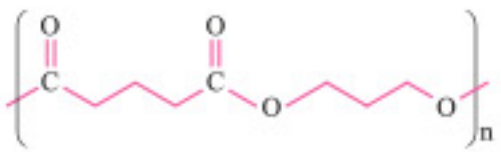
$$\text{تعداد پیوند کووالانسی}=\frac{۱}{۲}\times[\underbrace{(۶\times۴)+(۸\times۱)+(۶\times۲)}_{\text{تعداد الکترون پیوندی}}]=۲۲$$

◂ **ویتامین D:** فرمول ساختاری ویتامین D به‌صورت روبه‌رو است:



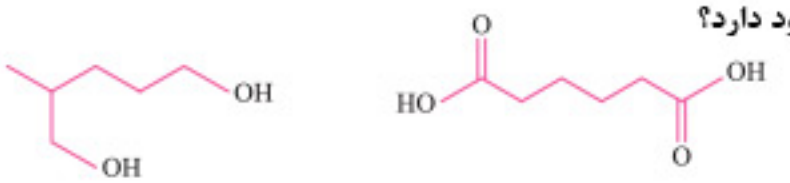
- فرمول مولکولی: $C_{۲۸}H_{۴۴}O$
- دارای یک عامل الکلی (OH—) است.
- بخش قطبی مولکول (عامل OH—) در مقایسه با بخش ناقطبی مولکول (قسمت هیدروکربنی) خیلی کوچک‌تر است. بنابراین بخش ناقطبی بر بخش قطبی کاملاً غلبه داشته و موجب می‌شود قطبیت مولکول نزدیک به صفر باشد. به‌همین دلیل، ویتامین D در آب (حلال قطبی) حل‌نشده و در عوض، در حلال‌های ناقطبی مانند روغن و چربی به خوبی حل می‌شود.
- به دلیل نامحلول بودن ویتامین D در آب، خوردن بیش از اندازهٔ آن برای بدن مشکل ایجاد می‌کند.
- شیر یکی از مواد غذایی است که حاوی ویتامین D است.

۱۷۶۹. اختلاف تعداد پیوند کووالانسی الکل و اسید سازندهٔ پلی‌استر روبه‌رو چقدر است؟



۱) صفر ۲) ۲
۳) ۴ ۴) ۶

۱۷۷۰. در واحد تکرار شوندهٔ پلی‌استر حاصل از واکنش دو ترکیب زیر، چند اتم وجود دارد؟

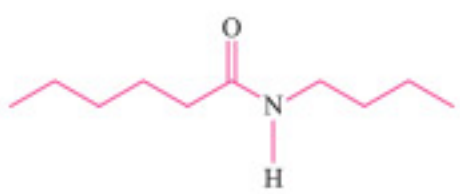


۱) ۳۶ ۲) ۳۸
۳) ۴۰ ۴) ۴۲

۱۷۷۱. کدام گزینه نادرست است؟ (شبیه‌ساز تجربی خارج ۹۹)

۱) انحلال‌پذیری ۱ـ بوتانول در آب، بیشتر از ۱ـ پنتانول و اتان است.
۲) استون همانند اتانول، به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۳) تعداد اتم در ساده‌ترین مولکول خانوادهٔ کتون‌ها، دو برابر تعداد اتم در ساده‌ترین مولکول خانواده کربوکسیلیک اسیدها است.
۴) نیروی جاذبهٔ غالب بین مولکولی در همهٔ الکل‌ها، پیوند هیدروژنی است.

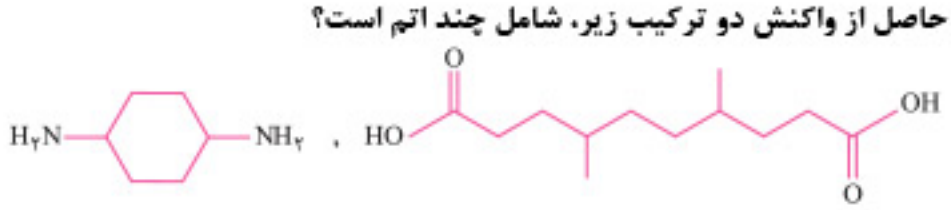
۱۷۷۲. در مورد آمیدی با فرمول ساختاری روبه‌رو، چه تعداد از عبارت‌های ارائه‌شده درست است؟



آ) اسید سازنده آن ایزومر اتیل بوتانوآت است.
ب) آمین سازندهٔ آن ۱۵ پیوندکووالانسی دارد.
پ) در ساختار مولکول آن، ۲۰ پیوند C — H وجود دارد.
ت) در حدود ۷۰٪ از جرم آن را کربن تشکیل می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷۷۳. واحد تکرارشوندهٔ پلی‌آمید حاصل از واکنش دو ترکیب زیر، شامل چند اتم است؟



۱) ۵۰ ۲) ۵۲ ۳) ۵۴ ۴) ۵۶

۱۷۷۴. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) از اتیل بوتانوآت می‌توان در صنعت برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده کرد.
ب) برخی پلیمرهای طبیعی مانند پشم گوسفند و شاخ حیوانات، شامل گروه عاملی آمیدی هستند.
پ) بوی زنندهٔ ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین‌های دیگر است.
ت) کولار پلی‌آمیدی ساختگی است که از فولاد هم جرم خود، پنج برابر مقاوم‌تر است.
ث) پلی‌استرها و پلی‌آمیدها برخلاف پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده، در طبیعت ماندگار بوده و تجزیه نمی‌شوند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

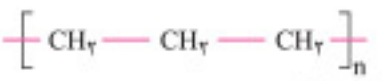
۱۷۷۵. ۰/۲ مول از استری را با مقداری کافی آب در حضور سولفوریک‌اسید آبکافت می‌کنیم. در نتیجه ۰/۲ مول اتانول و ۱۷/۶ گرم از یک کربوکسیلیک‌اسید با زنجیر کربنی سیرشده حاصل می‌شود. هر مولکول از این استر دارای چند اتم هیدروژن است؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۶

آزمون عبارات فصل ۳ یازدهم

از میان عبارت‌های زیر، ۱۶ مورد نادرست است. آن‌ها را بیابید!

۱. سلولز همانند نشاسته از پلیمر شدن گلوکز پدید می‌آید.
۲. در مورد هر پلیمری، جرم مولی‌پلیمر با مجموع جرم مولی‌مونومرهای سازندهٔ پلیمر برابر است.
۳. اتن ترکیبی سیرنشده است، درحالی‌که پلی‌اتن سیرشده به‌شمار می‌آید.
۴. ساختار پلی‌پروپن را می‌توان به‌صورت زیر نمایش داد:



۵. پلی‌سیانواتن در تهیهٔ پتو و پلی‌پروپن در تهیهٔ سرنگ کاربرد دارد.
۶. واحد تکرارشوندهٔ پلیمری که از آن برای تهیهٔ ظروف یک‌بار مصرف استفاده می‌شود، شامل ۱۶ اتم است.
۷. مونومرهای سازندهٔ تفلون و پلی‌وینیل‌کلرید دارای تعداد اتم یکسانی هستند.
۸. پلی‌اتن شاخه‌دار، شفاف بوده و چگالی و استحکام آن در مقایسه با پلی‌اتن بدون شاخه کمتر است.

تغییر pH محلول در اثر رقیق‌شدن آن

در مورد برخی از مباحث مرتبط با pH مانند «تغییر pH محلول در اثر رقیق شدن آن» و «تعیین pH محلول حاصل از مخلوط شدن چند محلول با یکدیگر»، در کتاب درسی نه مطلبی آمده و نه پرسشی مطرح شده است. اما طرح تست در ارتباط با این مباحث در کنکور غیرممکن نیست. به هرحال، ترجیح می‌دهیم که ده دوازده تست از این موضوعات هم ارائه کنیم تا احیاناً در جلسه کنکور، غافلگیر نشوید. علاوه بر آن، حل این تست‌ها یکی از بهترین روش‌ها برای تسلط یافتن بر مبحث pH و مسائل متنوع مربوط به آن است.

۲۰۴۲. اگر حجم یک نمونهٔ محلول HCl با غلظت $0/01\ mol.L^{-1}$ با افزودن آب مقطر به آن، دو برابر شود، pH آن ..... . (ریاضی خارج ۸۷)

۱) نصف می‌شود ۲) دوبرابر می‌شود ۳) ۰/۳۰ واحد افزایش می‌یابد ۴) ۰/۲۰ واحد افزایش می‌یابد

۲۰۴۳. اگر به ۵۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید با pH = ۱، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، pH محلول جدید چقدر خواهد بود؟

۱) ۱/۳ ۲) ۱/۷ ۳) ۲/۳ ۴) ۲/۷

۲۰۴۴. محلولی از هیدروکلریک‌اسید با pH = ۲ موجود است. اگر به اندازهٔ چهار برابر حجم این محلول به آن آب اضافه کنیم، pH محلول رقیق‌شده چقدر خواهد بود؟

۱) ۲/۶ ۲) ۲/۷ ۳) ۲/۹ ۴) ۳/۳

۲۰۴۵. ۴۰ میلی‌لیتر محلول سود با pH = ۱۳ موجود است. اگر با افزودن آب، حجم این محلول را به ۱۶۰ میلی‌لیتر برسانیم، pH محلول رقیق‌شده چقدر خواهد بود؟

۱) ۱۳/۴ ۲) ۱۲/۶ ۳) ۱۲/۴ ۴) ۱۲

۲۰۴۶. ۲۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با pH = ۱/۳ موجود است. چند میلی‌لیتر آب باید به این محلول اضافه کنیم تا pH محلول به ۳ برسد؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۹۸۰ ۴) ۱۰۰۰

۲۰۴۷. به $50\ mL$ محلول نیتریک‌اسید با pH = ۱ چند میلی‌لیتر آب باید افزوده شود تا pH محلول برابر ۲ شود؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۴۵۰۰ ۳) ۴۹۵۰ ۴) ۴۹۵

۲۰۴۸. به ۷۰۰ میلی‌لیتر آب چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با pH = ۱/۷ باید اضافه کنیم تا محلولی با pH = ۲/۶ به دست آید؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۰۴۹. به ۱۵۰ میلی‌لیتر آب، چند میلی‌لیتر محلول سود با pH = ۱۳/۷ باید افزوده شود تا pH = ۱۲/۵ گردد؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۲۰۵۰. به ۱۰ میلی‌لیتر محلول سود با pH = ۱۳ چند میلی‌لیتر آب اضافه کنیم تا pH محلول حاصل برابر ۱۲/۳ گردد؟

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۲۰۵۱. اگر به حجم معینی از محلول ۰/۲ مولار سدیم‌هیدروکسید، همان حجم آب مقطر اضافه شود، pH آن از ..... به ..... می‌رسد که برابر pH محلول ..... مولار آن است. (ریاضی ۸۹)

۱) ۳/۱۳،۱۳/۰ ۲) ۷/۱۳/۱۲/۰ ۳) ۳/۱۳/۱۲/۰۱ ۴) ۷/۱۳/۱۲/۰۱

۲۰۵۲. ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول HCN با غلظت ۰/۱ مولار در دمای اتاق وجود دارد. اگر در دمای ثابت، با افزودن آب حجم محلول را به ۵۰ لیتر برسانیم، pH محلول چند واحد تغییر می‌کند؟ (در دمای اتاق، ثابت یونش HCN را 4×10^{-10} در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۷ ۳) ۱ ۴) ۱/۳

۲۰۵۳. با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر از محلول یک ترکیب با خاصیت اسیدی قوی (HA) به ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، pH محلول به ۲ کاهش می‌یابد. برای خنثی شدن کامل هر لیتر از محلول غلیظ اولیهٔ این ترکیب اسیدی، چند گرم NaOH(s) لازم است؟ $(H=1, O=16, Na=23 : g.mol^{-1})$ (تجربی ۹۷)

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۴۰

۲۰۵۴. اگر به محلول ۰/۰۲ مولار یک اسید قوی تک‌پروتون‌دار، ۹ برابر حجم آن آب‌مقطر اضافه شود، pH آن چند واحد تغییر می‌کند و درصد یونش محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA باید کدام عدد باشد تا pH آن با pH نهایی اسید قوی برابر شود؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (تجربی دی ۱۴۰۱)

۱) ۱، ۲۰ ۲) ۱/۵، ۲۰ ۳) ۱، ۴ ۴) ۱/۵، ۴

۲۰۵۵. به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید HA با $K_a = 10^{-7}$ و pH = ۴، چند میلی‌لیتر آب (در دمای ثابت) لازم است اضافه کنیم تا pH محلول به ۴/۲ برسد؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

۲۰۵۶. در دمای ثابت، اگر غلظت آغازی یک اسید تک پروتون‌دار ($K_a = 2/5\times10^{-8}$) را در آب افزایش دهیم تا غلظت آن در حالت تعادل، ۲۵ برابر شود، تغییر درجهٔ یونش اسید نسبت به حالت آغازی، به تقریب چند درصد بوده و pH محلول، چند واحد نسبت به محلول آغازی، تغییر می‌کند؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)

۱) ۲۰، ۰/۳ ۲) ۲۰، ۰/۷ ۳) ۸۰، ۰/۳ ۴) ۸۰، ۰/۷

مقایسهٔ قدرت کاهندگی یا اکسندگی گونه‌های شیمیایی با توجه به مقدار E°

۲۲۱۲. با توجه به داده‌های زیر، از میان فلزهای Cu ، Cd ، V و Pt، فلز ..... کاهندهٔ قوی‌تر است و ..... می‌تواند ..... را از محلول نمک‌های آن آزاد سازد.

$V^{2+} + 2e^- \longrightarrow V \ , E^\circ = -1/20\ V$,
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni \ , E^\circ = -0/25\ V$,
$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd \ , E^\circ = -0/4\ V$,
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \ , E^\circ = +0/34\ V$

۱) V، کادمیم، نیکل ۲) V، مس، نیکل ۳) Cu، نیکل، مس ۴) Cu، وانادیم، کادمیم

۲۲۱۳. با توجه به اینکه واکنش: $Ni(s) + Mn^{2+}(aq) \longrightarrow Ni^{2+}(aq) + Mn(s)$ انجام‌پذیر نیست، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) E° الکترود منگنز از E° الکترود نیکل بزرگ‌تر است.

ب) فلز نیکل در مقایسه با فلز منگنز، کاهندهٔ قوی‌تری است.

پ) واکنش: $Mn(s) + Ni^{2+}(aq) \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + Ni(s)$ انجام‌پذیر است.

ت) یون Ni^{2+} اکسنده‌تر از یون Mn^{2+} است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۱۴. با توجه به مقادیر E° ارائه شده، از میان گونه‌های شیمیایی Zn^{2+}، Cu^{2+}، Mg^{2+}، I_2 و Ag^+ قوی‌ترین اکسنده و ضعیف‌ترین اکسنده، به ترتیب (از راست به چپ) کدام‌اند؟

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad E^\circ = +0/34\ V$
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \quad E^\circ = -0/76\ V$
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54V$
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg \quad E^\circ = -2/36V$
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag \quad E^\circ = +0/80V$

۱) Cu^{2+}، Mg^{2+} ۲) Mg^{2+}، Ag^+ ۳) Mg^{2+}، I_2 ۴) Zn^{2+}، Ag^+

۲۲۱۵. با توجه به مقادیر E° ارائه شده، از میان گونه‌های A^+، B^{2+} و D^{2+} کدام‌یک قوی‌ترین اکسنده و از میان گونه‌های E و G کدام‌یک قوی‌ترین کاهنده است؟

$B^{2+} + 2e^- \longrightarrow B \quad E^\circ = -2/36V$
$A^+ + e^- \longrightarrow A \quad E^\circ = +0/80V$
$E^{2+} + 2e^- \longrightarrow E \quad E^\circ = -1/66V$
$D^{2+} + 2e^- \longrightarrow D \quad E^\circ = -0/44V$
$G^{2+} + 2e^- \longrightarrow G \quad E^\circ = -2/87V$

۱) D^{2+} ، E ۲) A^+ ، E ۳) B^{2+} ، G ۴) A^+ ، G

۲۲۱۶. با توجه به مقادیر E° داده شده، از میان گونه‌های شیمیایی Ag، Br^-، Mg^{2+} و Fe^{2+}، کدام‌یک اکسندهٔ قوی‌تر و کدام‌یک، کاهندهٔ قوی‌تری است؟ (به ترتیب، از راست به چپ)

$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag \quad E^\circ = +0/80\ V$
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- \quad E^\circ = +1/07\ V$
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg \quad E^\circ = -2/36\ V$
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe \quad E^\circ = -0/44\ V$
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+} \quad E^\circ = +0/77\ V$

۱) Br^- ، Ag ۲) Br^- ، Mg^{2+} ۳) Fe^{2+} ، Fe^{2+} ۴) Mg^{2+} ، Br^-

۲۲۱۷. نیروی الکتروموتوری (E°) واکنش: $M(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$، برابر ۱/۵۶+ ولت و E° الکترود نقره برابر ۰/۸۰+ ولت است. E° الکترود فلز M، برابر ..... ولت است و کاتیون $Ag^+(aq)$، ..... از کاتیون $M^{2+}(aq)$ است. (ریاضی ۹۸)

۱) ۰/۴−، کاهنده‌تر ۲) ۰/۴+، اکسنده‌تر ۳) ۰/۷۶−، کاهنده‌تر ۴) ۰/۷۶−، اکسنده‌تر

تعیین انجام‌پذیر بودن واکنش‌های اکسایش ـ کاهش با توجه به مقادیر E°

۲۲۱۸. در کدام مورد، واکنش خودبه‌خودی انجام می‌گیرد و فراوردهٔ رنگی تولید می‌شود؟ (تجربی دی ۱۴۰۱)

۱) ریختن محلول هیدروکلریک‌اسید روی یک صفحهٔ مسی
۲) واردکردن یک میلهٔ آهنی در محلول پتاسیم نیترات
۳) ریختن گرد روی در محلول نقره سولفات
۴) واردکردن گاز کلر در محلول سدیم برمید

۲۲۱۹. کدام واکنش انجام نمی‌گیرد؟ (با توجه به مقادیر E° ارائه شده)

$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \quad E^\circ = -0/76V$
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad E^\circ = +0/34\ V$
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn \quad E^\circ = -0/14\ V$
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54\ V$
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag \quad E^\circ = +0/80\ V$
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- \quad E^\circ = +1/07\ V$

۱) $Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2Ag$
۲) $Cu^{2+} + Sn \longrightarrow Cu + Sn^{2+}$
۳) $2Ag + I_2 \longrightarrow 2Ag^+ + 2I^-$
۴) $2I^- + Br_2 \longrightarrow I_2 + 2Br^-$

۲۲۲۰. با توجه به مقادیر E° ارائه شده، کدام واکنش می‌تواند انجام گیرد؟

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad E^\circ = +0/34\,V$
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \quad E^\circ = -0/76\,V$
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- \quad E^\circ = +1/07\,V$
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg \quad E^\circ = -2/36\,V$
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54\,V$
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag \quad E^\circ = +0/80\,V$

۱) $Zn^{2+} + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{2+}$
۲) $Mg^{2+} + 2Br^- \longrightarrow Mg + Br_2$
۳) $Cu^{2+} + 2I^- \longrightarrow Cu + I_2$
۴) $2Ag + Br_2 \longrightarrow 2Ag^+ + 2Br^-$

۲۲۲۱. چه تعداد از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش زیر با توجه به مقادیر E° ارائه شده قابل انجام است؟

$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe \quad E^\circ = -0/44\,V$
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad E^\circ = +0/34\,V$
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni \quad E^\circ = -0/25\,V$
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+} \quad E^\circ = +0/77\,V$
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54\,V$

آ) $Fe^{2+} + I_2 \longrightarrow$
ب) $Ni^{2+} + I^- \longrightarrow$
پ) $Fe^{3+} + I^- \longrightarrow$
ت) $Cu^{2+} + I^- \longrightarrow$
ث) $Fe^{2+} + Ni \longrightarrow$
ج) $Fe^{3+} + Fe \longrightarrow$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۲۲. با توجه به مقادیر E° ارائه شده، کدام واکنش انجام نمی‌گیرد؟

$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn \quad E^\circ = -0/14\,V$
$Sn^{4+} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+} \quad E^\circ = +0/15\,V$
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54\,V$
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe \quad E^\circ = -0/44\,V$
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+} \quad E^\circ = +0/77\,V$
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- \quad E^\circ = +1/07\,V$

۱) $Fe^{2+} + Br_2 \longrightarrow$
۲) $Sn^{2+} + I_2 \longrightarrow$
۳) $Fe^{2+} + Sn^{2+} \longrightarrow$
۴) $Sn^{2+} + Fe \longrightarrow$

۲۲۲۳. با توجه به جدول زیر، چه تعداد از عبارت‌های ارائه‌شده درست است؟ (صفحهٔ ۶۴ شیمی ۳ ـ فصل ۲ ـ تمرین دوره‌ای شماره ۷)

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ(V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+۱/۲۲
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	+۰/۸۷
$C^{3+}(aq) + e^- \rightarrow C^{2+}(aq)$	−۰/۱۲
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	−۱/۵۹

آ) قدرت کاهندگی D در مقایسه با A، B و C^{2+}، بیشتر است.
ب) قدرت اکسندگی A^+، در مقایسه با B^{2+}، C^{3+} و D^{3+}، بیشتر است.
پ) C^{2+} را با استفاده از هر یک از گونه‌های A^+ و B^{2+} می‌توان اکسید کرد.
ت) واکنش یون A^+ با D به‌طور طبیعی انجام‌پذیر نیست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۲۴. در چهار ظرف شمارهٔ (۱)، (۲)، (۳) و (۴)، حاوی هیدروکلریک‌اسید ۰/۱ مولار با دمای ۳۰°C، چهار تیغهٔ فلزی به ترتیب A، B، D و E را قرار دادیم. با توجه به مقادیر ارائه شده از E°، پس از گذشت چند دقیقه، کدام ترتیب برای مقایسهٔ دمای محلول‌ها درست است؟

$A^{3+} + 3e^- \longrightarrow A \quad E^\circ = -1/66\,V$
$D^+ + e^- \longrightarrow D \quad E^\circ = +0/80\,V$
$B^{2+} + 2e^- \longrightarrow B \quad E^\circ = -2/36\,V$
$E^{2+} + 2e^- \longrightarrow E \quad E^\circ = +1/2\,V$

۱) (۴) > (۳) > (۱) > (۲)
۲) (۲) > (۱) > (۳) > (۴)
۳) (۴) = (۳) > (۱) > (۲)
۴) (۴) > (۳) > (۱) = (۲)

۲۲۲۵. با توجه به قدرت کاهندگی فلزهای ارائه شده، چه تعداد ازعبارت‌های زیر نادرست است؟ قدرت کاهندگی: $Al > Zn > Fe > Cu$

آ) روی اکسید شونده‌تر (کاهنده‌تر) از آهن است، به همین دلیل می‌توان محلول حاوی $Fe^{2+}(aq)$ را در ظرفی از جنس روی نگهداری کرد.
ب) یون Cu^{2+} اکسندهٔ قوی‌تری نسبت به یون Zn^{2+} است و می‌توان محلول حاوی یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ را در ظرف مسی نگهداری کرد.
پ) $E^\circ_{Al^{3+}/Al}$ کوچکتر از $E^\circ_{Fe^{2+}/Fe}$ است، پس می‌توان محلول حاوی Fe^{2+} را در ظرف آلومینیومی نگهداری کرد.
ت) قدرت کاهندگی آلومینیم بیشتر از مس است، پس می‌توان محلول حاوی Al^{3+} را در ظرف مسی نگهداری کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

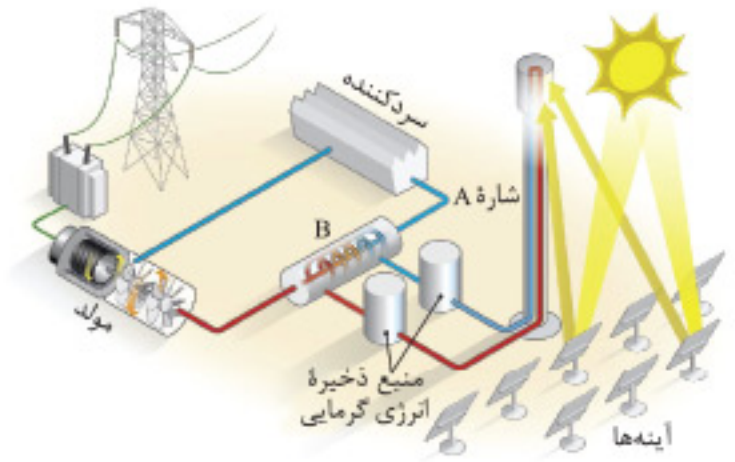
۲۲۲۶. با توجه به مقادیر E° نیم واکنش‌های زیر، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ (شبیه‌ساز تجربی خارج ۹۹)

$B^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow B(s) \quad , \quad E^\circ = -0/44\,V$
$D^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow D(s) \quad , \quad E^\circ = +0/34\,V$
$A^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow A(s) \quad , \quad E^\circ = -0/25\,V$
$B^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow B^{2+}(aq) , \quad E^\circ = +0/77\,V$

آ) B^{2+} در مقایسه با A^{2+} و D^{2+}، اکسندهٔ ضعیف‌تری است.
ب) B^{2+} در مقایسه با B و D، کاهندهٔ ضعیف‌تری است.
پ) واکنش میان A و B^{2+} در یک سلول گالوانی، به‌طور طبیعی قابل انجام است.
ت) E° سلول گالوانی متشکل از دو فلز A و D بیشتر از E° سلول گالوانی متشکل از دو فلز B و D است.

۱) آ، ب ۲) آ، پ ۳) آ، پ، ت ۴) ب، ت

۲۴۶۰. شکل مقابل شمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد. شارهٔ A شامل ..... و محفظهٔ B شامل ..... است.



۱) سدیم‌کلرید مذاب ـ بخار آب داغ
۲) گاز نیتروژن ـ بخار آب داغ
۳) سدیم‌کلرید مذاب ـ گاز نیتروژن
۴) گاز نیتروژن ـ سدیم‌کلرید

۲۴۶۱. گسترهٔ دمایی که در آن، ماده به حالت مایع است، در کدام گزینه درست مقایسه شده است؟ (بر اساس داده‌های صفحهٔ ۷۸ کتاب شیمی ۳)

۱) $NaCl > H_2O > HF > N_2$
۲) $Cu > NaCl > H_2O > O_2$
۳) $Cu > HF > NaCl > N_2$
۴) $NaCl > Cu > HF > H_2O$

۲۴۶۲. کدام ماده در حالت مایع انرژی گرمایی را بیشتر نگه می‌دارد؟ (ریاضی دی ۱۴۰۱)

۱) پتاسیم کلرید ۲) آب ۳) نیتروژن ۴) هیدروژن فلوئورید

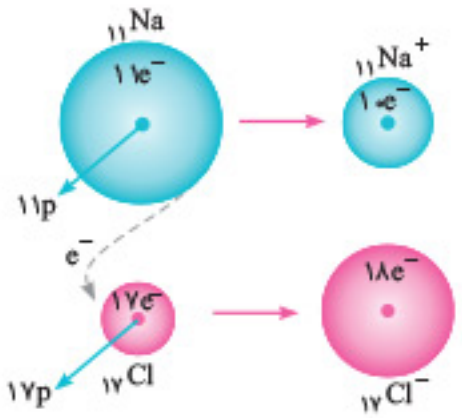
۴ جامد یونی

صفحهٔ ۷۷ تا ۸۱ کتاب درسی

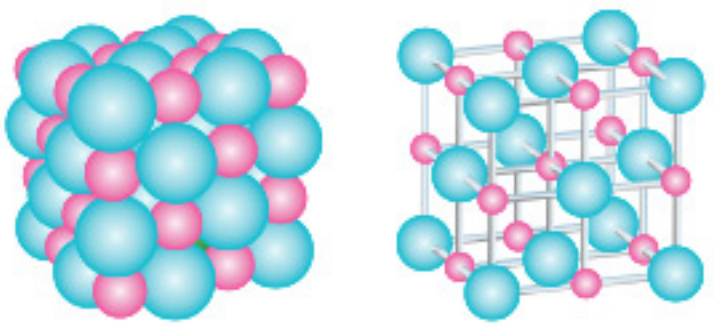
ساختار ذره‌ای جامد یونی

■ جامد یونی از یون‌های مثبت و منفی تشکیل شده است که با نظم خاصی در سه بُعد کنار هم چیده شده‌اند، به‌گونه‌ای که یون‌های ناهمنام کنار هم قرار گیرند و یون‌های همنام تا جای ممکن، از یکدیگر فاصله داشته باشند.

■ اگر یک اتم فلزی مثل Na با یک اتم نافلزی مانند Cl وارد واکنش با یکدیگر شوند، اتم فلزی الکترون از دست داده و به کاتیون تبدیل می‌شود در مقابل، اتم نافلزی با گرفتن الکترون آزاد شده از اتم فلزی، به آنیون تبدیل می‌شود. جاذبه‌ای که میان کاتیون‌ها و آنیون‌ها در شبکهٔ بلور یونی پدید می‌آید، به پیوند یونی موسوم است. این جاذبه میان هر یون با تمام یون‌های واقع در اطراف آن در شبکهٔ یونی برقرار می‌شود.



■ همواره شعاع یونی کاتیون یک عنصر از شعاع اتمی آن عنصر کوچک‌تر و شعاع یونی آنیون یک عنصر از شعاع اتمی همان عنصر بزرگ‌تر است. در شکل زیر این موضوع در واکنش اتم‌های Na و Cl برای تشکیل سدیم کلرید، به وضوح دیده می‌شود.



■ در شبکهٔ یونی، نیروی داقعه میان یون‌های همنام نیز وجود دارد، ولی نیروهای جاذبهٔ میان یون‌های ناهمنام بر نیروهای داقعه بین یون‌های همنام غالب است.

■ به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکهٔ بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. در شبکهٔ بلور یونی سدیم‌کلرید، عدد کوئوردیناسیون هریک از یون‌های Na^+ و Cl^- برابر «۶» است.

همه چیز دربارهٔ سدیم کلرید

■ سدیم‌کلرید ($NaCl$) ترکیب یونی سفید رنگی است که در واقع، همان نمک خوراکی است.

■ سدیم‌کلرید طی یک واکنش شدید و گرماده از واکنش فلز سدیم با گاز کلر حاصل می‌شود.

■ اتم Na با از دست دادن یک الکترون به یون Na^+ تبدیل شده و به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود ($_{10}Ne$) می‌رسد و اتم Cl با گرفتن یک الکترون به یون Cl^- تبدیل شده و به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود ($_{18}Ar$) می‌رسد.

■ شعاع یونی Na^+ کمتر از شعاع اتم Na و شعاع یونی Cl^- بیشتر از شعاع اتم Cl است.

■ سدیم‌کلرید همانند دیگر ترکیب‌های یونی، در گسترهٔ دمایی بزرگی به حالت مایع است (از نقطهٔ ذوب یعنی $801^\circ C$ تا نقطهٔ جوش یعنی $1413^\circ C$). به همین دلیل در فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی، از سدیم کلرید مذاب به‌عنوان شاره‌ای جهت ذخیره کردن انرژی گرمایی استفاده می‌شود.

■ عدد کوئوردیناسیون هریک از یون‌های Na^+ و Cl^- در شبکهٔ بلور یونی سدیم کلرید برابر ۶ است.

■ انرژی فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم‌کلرید، معادل ΔH واکنش روبه‌رو است: $\Delta H = +787 kJ.mol^{-1}$

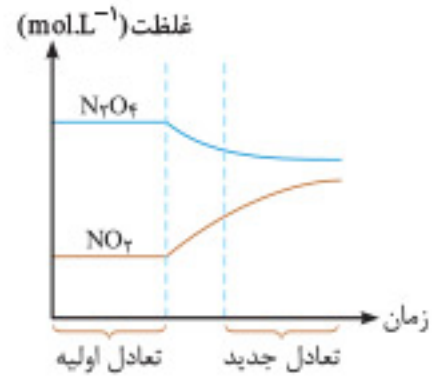
$$NaCl(s) \longrightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

۲۷۰۵. در واکنش تعادلی: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2SO_3(g), \Delta H<0$، کدام موارد سبب جابه‌جا شدن تعادل در جهت رفت می‌شود؟ (تجربی ۹۷)

آ) افزایش فشار
ب) افزایش دما
پ) به کار بردن کاتالیزگر
ت) افزایش حجم واکنش‌گاه
ث) وارد کردن اکسیژن اضافی به واکنش‌گاه

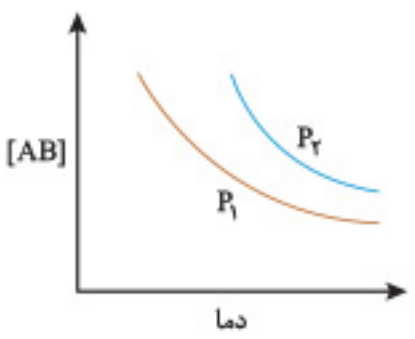
۱) آ، ب ۲) آ، ث ۳) ب، پ، ت ۴) ب، پ، ث

۲۷۰۶. با توجه به نمودار روبه‌رو، در تعادل اولیهٔ مربوط به واکنش: $2NO_2(g)\rightleftharpoons N_2O_4(g)+q$، چه تغییری اعمال شده است؟



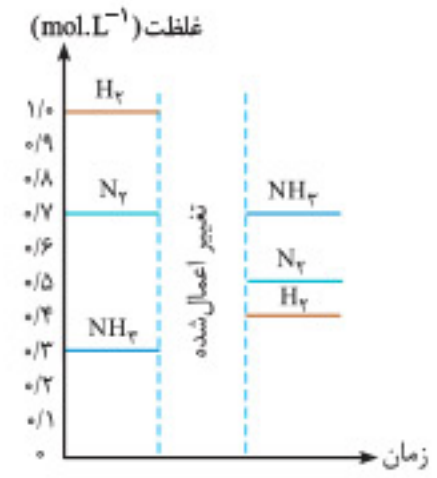
۱) کاهش دما
۲) افزایش دما
۳) کاهش حجم
۴) افزایش حجم

۲۷۰۷. نمودار روبه‌رو تغییر غلظت مولی فراورده را برای واکنش تعادلی $A(g)+B(g)\rightleftharpoons AB(g)$ در دو شرایط مختلف نشان می‌دهد. این واکنش ..... است و فشار P_2 در مقایسه با فشار P_1، ..... است. (صفحهٔ ۱۱۰ کتاب شیمی ۳ ـ فصل ۴ ـ خود را بیازمایید شماره ۲)



۱) گرماگیر ـ بزرگ‌تر
۲) گرماگیر ـ کوچک‌تر
۳) گرماده ـ بزرگ‌تر
۴) گرماده ـ کوچک‌تر

۲۷۰۸. با توجه به نمودار روبه‌رو، تغییر اعمال‌شده بر تعادل: $N_2(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)+q$ کدام است و تعادل در چه جهتی جابه‌جا شده است؟



۱) افزایش فشار ـ رفت
۲) کاهش فشار ـ برگشت
۳) افزایش دما ـ برگشت
۴) کاهش دما ـ رفت

۲۷۰۹. واکنش تعادلی گازی: $aA+bB\rightleftharpoons cC+dD$ در اثر افزایش دما و افزایش حجم به سمت چپ پیشرفت می‌کند. چه رابطه‌ای بین ضریب‌های a، b، c و d وجود دارد و واکنش رفت گرماده است یا گرماگیر؟

۱) $a+b<c+d$، گرماده ۲) $a+b>c+d$، گرماده ۳) $a+b<c+d$، گرماگیر ۴) $a+b>c+d$، گرماگیر

۲۷۱۰. کدام مطلب، دربارهٔ تعادل‌های شیمیایی درست است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۱) اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش بزرگ‌تر شود، آن واکنش گرماگیر است.
۲) در دمای ثابت، تغییر شرایط (غلظت، فشار، حجم) بر میزان پیشرفت واکنش تعادلی بی‌تأثیر است.
۳) افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها و کاهش غلظت فراورده‌ها در دمای ثابت، ثابت تعادل را افزایش می‌دهد.
۴) بر پایهٔ اصل لوشاتلیه، واردکردن گاز بی‌اثر به مخلوط واکنش، تعادل را جابه‌جا کرده و ثابت تعادل را تغییر می‌دهد.

۲۷۱۱. با توجه به واکنش: $2A(g)+D(g)\rightleftharpoons 2X(g), \Delta H<0$، چند مطلب زیر، دربارهٔ آن درست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۱)

- با کاهش دما، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.
- با افزایش دما، ثابت تعادل آن، کوچک‌تر می‌شود.
- افزایش فشار، سبب بزرگ‌تر شدن ثابت تعادل می‌شود.
- کاهش فشار، سبب جابه‌جا شدن آن در جهت برگشت می‌شود.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۲۷۱۲. تعادل: $2NO_2(g)\rightleftharpoons N_2O_4(g)$ در یک ظرف سربستهٔ یک لیتری در دمای $20^\circ C$ برقرار شده است ($\Delta H<0$). چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با این تعادل درست است؟

آ) اگر در دمای ثابت، مقداری گاز N_2O_4 را وارد ظرف کنیم، در تعادل جدید مخلوط گازی کم‌رنگ‌تر از تعادل اولیه خواهد بود.
ب) اگر در دمای ثابت، دو مول گاز NO_2 و یک مول گاز N_2O_4 را وارد ظرف واکنش کنیم، رنگ مخلوط گازی دچار تغییر نمی‌شود.
پ) اگر دمای سامانه را به $80^\circ C$ برسانیم، مخلوط گازی پررنگ تر می‌شود.
ت) اگر در دمای ثابت مقداری گاز هلیم را وارد سامانه کنیم، رنگ مخلوط گازی دچار تغییر نمی‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷۱۳. تعادل: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری برقرار است. درصورتی‌که ..... ، مخلوط گازی در حالت تعادل کم‌رنگ‌تر خواهد بود.

۱) در دمای ثابت، مقداری گاز NO_2 وارد سامانه کنیم
۲) در دمای ثابت مقداری گاز N_2O_4 وارد سامانه کنیم
۳) دمای سامانه را افزایش دهیم
۴) در دمای ثابت، حجم ظرف واکنش را به ۱۰ لیتر برسانیم

۲۷۱۴. کدام گزینه برای کامل کردن عبارت زیر نادرست است؟

«افزایش ..... در سامانهٔ تعادلی ..... موجب ..... می‌شود.»

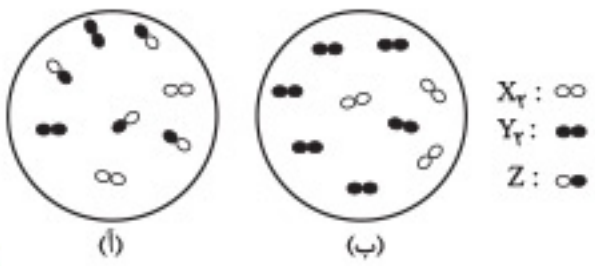
۱) دما ـ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ـ افزایش تعداد کل مولکول‌های گازی
۲) فشار ـ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ـ کاهش غلظت Cl_2
۳) حجم ـ $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ـ کاهش غلظت NO_2
۴) غلظت اکسیژن ـ $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ ـ کاهش غلظت SO_2

۲۷۱۵. با توجه به داده‌های جدول زیر که به واکنش تعادلی: $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ مربوط است، کدام عبارت درست است؟

دما ($^\circ C$)	[A] تعادلی ($mol.L^{-1}$)	[B] تعادلی ($mol.L^{-1}$)
۲۰۰	۰/۰۱	۰/۸۴
۳۰۰	۰/۱۷	۰/۷۶
۴۰۰	۰/۲۵	۰/۷۲

۱) مقدار ثابت تعادل واکنش برگشت در دمای $300^\circ C$ برابر ۳/۸ است.
۲) افزایش دما، موجب افزایش سرعت واکنش‌های رفت و برگشت و افزایش ثابت تعادل می‌شود.
۳) این واکنش تعادلی، گرماده بوده و یکای ثابت تعادل آن $mol.L^{-1}$ است.
۴) هر دو عامل افزایش دما و کاهش فشار، تعادل را در یک جهت جابه‌جا می‌کنند.

۲۷۱۶. شکل (آ) مخلوط در حال تعادل را برای واکنش: $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$، نشان می‌دهد. هنگامی که واکنش در شکل (ب) به تعادل برسد، به‌ترتیب از راست به چپ، چند مول از گازهای X_2، Y_2 و Z در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ (هر ذره، نشان‌دهندهٔ ۰/۱ مول و حجم ظرف‌های واکنش، برابر ۲/۲۵ لیتر و دما ثابت است.) (ریاضی ۱۴۰۰)



۱) ۰/۱، ۰/۴، ۰/۴
۲) ۰/۱، ۰/۴، ۰/۱
۳) ۰/۲، ۰/۳، ۰/۳
۴) ۰/۲، ۰/۳، ۰/۲

۲۷۱۷. تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ در دمای معینی در یک ظرف یک لیتری برقرار است و از هر یک از دو گاز، یک مول در سامانهٔ تعادلی وجود دارد. اگر در دمای ثابت، یک مول گاز NO_2 وارد ظرف کرده و حجم سامانهٔ تعادلی را به ۴ لیتر برسانیم، در تعادل جدید غلظت گاز NO_2 چند مولار است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۲

۲۷۱۸. تعادل: $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ در یک ظرف به حجم ۲ لیتر برقرار است. اگر عاملی باعث به‌هم زدن تعادل شده و پس از برقراری مجدد تعادل، غلظت‌ها به‌صورت داده‌شده در جدول زیر تغییر کرده باشد، عامل به‌هم زدن تعادل کدام بوده است؟

گونه‌های شیمیایی	[A]	[B]	K
غلظت‌های تعادلی در حالت (۱)	۴	۸۰	۵
غلظت‌های تعادلی در حالت (۲)	۲	۸۱	۲۰/۲۵

۱) افزایش فشار ۲) کاهش دما ۳) افزایش دما ۴) افزودن مقداری A

۲۷۱۹. با توجه به داده‌های جدول زیر، که به تعادل گازی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$، مربوط است، کدام مطلب درست است؟ (ریاضی خارج ۸۹)

دما ($^\circ C$)	K ($mol^{-2}.L^2$)	درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی		
		۱۰ atm	۱۰۰ atm	۱۰۰۰ atm
۲۰۹	۶۵۰	۵۱	۸۲	۹۸
۴۶۷	۰/۵	۴	۲۵	۸۰
۷۵۸	۰/۰۱۴	۰/۵	۵	۱۳

۱) مجموع انرژی پیوندی فراورده از مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.
۲) انرژی فعال‌سازی رفت بزرگ‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت می‌باشد.
۳) در دمای ثابت، با افزایش فشار، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک افزایش می‌یابد.
۴) در فشار ثابت، با افزایش دما، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک به یک نسبت کاهش می‌یابد.

۲۷۲۹. درصد مولی آمونیاک در کدام سامانه، پس از برقراری تعادل: $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$، بیشتر است؟

(۱) ۱۰ mol N_2 + ۳۰ mol H_2 | حجم ظرف = ۱۰L | دما = ۳۰۰°C | بدون کاتالیزگر

(۲) ۱۰ mol N_2 + ۳۰ mol H_2 | حجم ظرف = ۱۰L | دما = ۵۰۰°C | حضور کاتالیزگر Fe

(۳) ۱۰ mol N_2 + ۳۰ mol H_2 | حجم ظرف = ۵L | دما = ۳۰۰°C | بدون کاتالیزگر

(۴) ۱۰ mol N_2 + ۳۰ mol H_2 | حجم ظرف = ۵L | دما = ۵۰۰°C | بدون کاتالیزگر

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷۳۰. در ظرف ۲ لیتری دربسته‌ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر $L^2.mol^{-2}$ ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانهٔ واکنش، ثابت تعادل ..... و واکنش در جهت ..... جابه‌جا می‌شود. ($N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ، $\Delta H<0$) (ریاضی ۹۸)

۱) ۰/۲۵، بزرگتر می‌شود، رفت
۲) ۰/۱۶، ثابت می‌ماند، رفت
۳) ۰/۲۵، کوچکتر می‌شود، برگشت
۴) ۰/۱۶، ثابت می‌ماند، برگشت

۲۷۳۱. اگر در یک ظرف ۵ لیتری دربسته در دمای معیّن، ۴ مول گاز هیدروژن و ۳ مول گاز نیتروژن را مطابق فرایند هابر مخلوط و گرم کنیم و در حالت تعادل، ۲ مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۱)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۸۰/۷۵ ۴) ۴۰/۲۵

۲۷۳۲. در واکنش تولید NH_3 از گازهای N_2 و H_2، هر چه دما ..... و فشار ..... باشد، درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی، بیشتر خواهد بود. در فرایند صنعتی هابر، درصد مولی آمونیاک در تعادل: $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$، در حدود ..... درصد است.

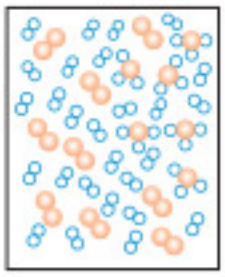
۱) پایین‌تر، بالاتر، ۲۸ ۲) پایین‌تر، پایین‌تر، ۸۸ ۳) بالاتر، بالاتر، ۸۸ ۴) بالاتر، بالاتر، ۲۸

۲۷۳۳. ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یکدیگر واکنش داده شده‌اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ ($N=14, H=1: g.mol^{-1}$)

$$N_2(g)+3H_2(g)\xrightleftharpoons[\text{دما و فشار بهینه}]{\text{کاتالیزگر}}2NH_3(g)$$

۱) ۹۵/۲ ۲) ۱۲۹/۲ ۳) ۱۷۰ ۴) ۳۴۰ (تجربی خارج ۹۸)

۲۷۳۴. با توجه به شکل روبه‌رو، که تعادل فرایند هابر را در یک دما و فشار مشخص نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را هم‌ارز ۰/۲ مول در نظر بگیرید.) (ریاضی دی ۱۴۰۱)



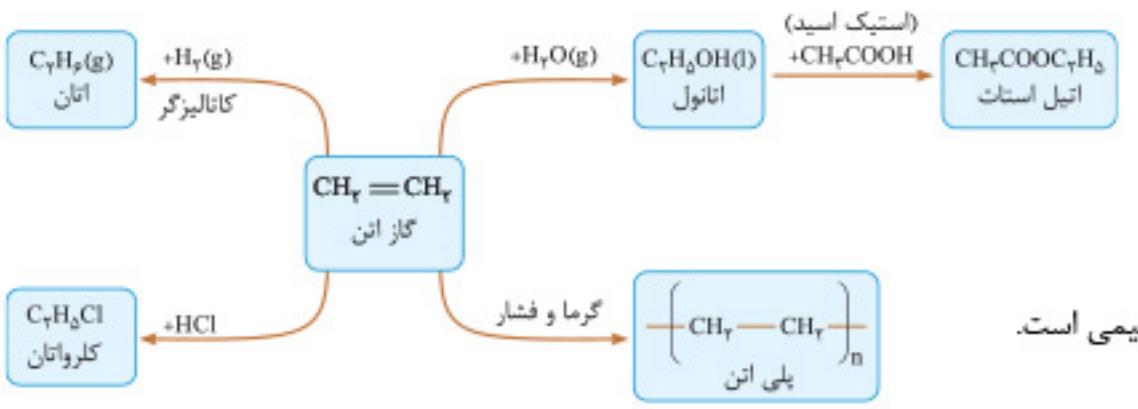
۱) شمار مول‌های آغازی نیتروژن، برابر ۱۲ بوده است.
۲) شمار مول‌های آغازی هیدروژن، برابر ۳۶ بوده است.
۳) اگر واکنش، کامل (برگشت‌ناپذیر) در نظر گرفته شود، در نهایت ۴/۸ مول آمونیاک تشکیل خواهد شد.
۴) اگر دمای واکنش (بدون تغییر فشار) افزایش یابد، شمار مول‌های آمونیاک در تعادل جدید، می‌تواند به ۱/۶ برسد.

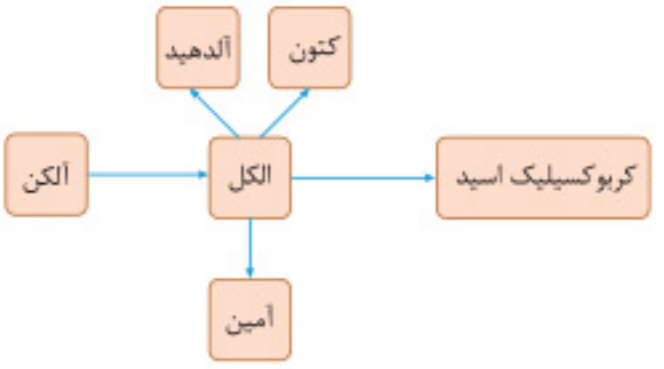
۴ ارزش فناوری‌های شیمیایی

صفحهٔ ۱۰۹ تا ۱۱۹ کتاب درسی

◂ **سنتز:** به فرایند شیمیایی هدف‌مندی گفته می‌شود که طی آن، با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را به دست می‌آورند.

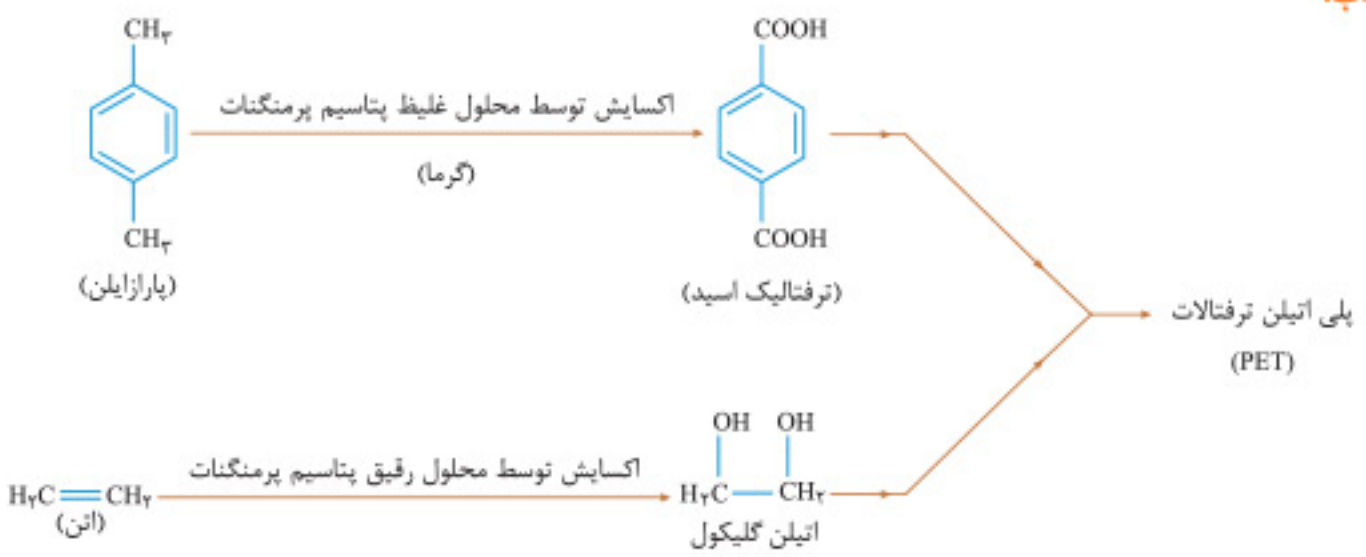
◂ **نمونه‌هایی از فرایند سنتز برخی ترکیب‌ها:**



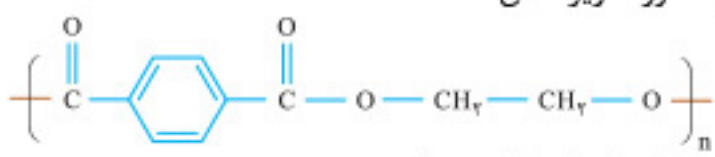


- گاز اتن یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است.
- اتانول به عنوان ضدعفونی‌کننده کاربرد دارد.
- اتانوییک‌اسید همان استیک‌اسید و مادهٔ اصلی تشکیل‌دهندهٔ سرکه است.
- پلی‌اتن جامدی سفید رنگ بوده و سازندهٔ اصلی برخی محصولات پلاستیکی است.
- گاز اتان به عنوان سوخت در برخی کپسول‌های گازی مصرف می‌شود.
- کلرو اتان به عنوان اقشانهٔ بی‌حس‌کنندهٔ موضعی کاربرد دارد.
- اتیل استات به عنوان حلال چسب کاربرد دارد.
- با انجام فرایندهای سنتز، امکان تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر نیز وجود دارد. از جمله این فرایندها می‌توان به موارد روبه‌رو اشاره کرد:

◂ **ساخت بطری آب:**

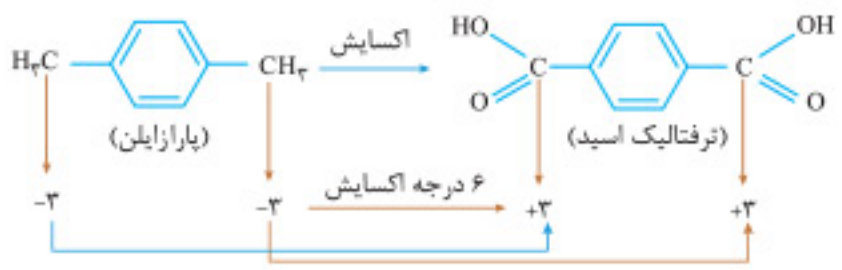


- ساختار پلیمر موسوم به PET را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



- PET پلاستیکی است که از آن برای تولید بطری آب استفاده می‌شود.
- PET نوعی پلی‌استر است که همانند سایر پلی‌استرها، از پلیمرشدن اسید آلی دو عاملی با الکل دو عاملی حاصل می‌شود.
- ضمن تولید PET از واکنش پلیمرشدن اتیلن‌گلیکول با ترفتالیک‌اسید، H_2O نیز تولید می‌شود.
- ترفتالیک‌اسید و اتیلن‌گلیکول در نفت خام وجود ندارند، بنابراین امکان به‌دست آوردن PET از مواد موجود در نفت خام به طور مستقیم، وجود ندارد. اما با استفاده از فرایندهای سنتز، می‌توان از پارازایلن و اتیلن (اتن) استخراج‌شده از نفت خام، به PET رسید.
- ضمن اکسیدکردن پارازایلن توسط محلول گرم و غلیظ پتاسیم پرمنگنات، علاوه بر ترفتالیک‌اسید، MnO_2 (موسوم به منگنز (IV) اکسید) نیز تولید می‌شود.

در این واکنش، عدد اکسایش منگنز از (+۷) به (+۴) کاهش یافته و عدد اکسایش هر یک از دو اتم کربن متعلق به گروه متیل در پارازایلن، از (−۳) به (+۳) می‌رسد.



- تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید دشوار بوده و دارای انرژی فعال‌سازی زیادی است. به همین دلیل، برای انجام واکنش، علاوه بر غلیظ‌بودن محلول پتاسیم پرمنگنات، لازم است گرما نیز داده شود. اما حتی در این شرایط نیز، بازده واکنش مطلوب نیست.
- PET همانند پلیمرهای سنتزی، ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به‌کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل، پسماند آن می‌تواند موجب مشکلات زیست محیطی شود.

◂ **بازیافت PET:**

- پلاستیک‌ها به دلیل ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان‌بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند.
- با توجه به زیست تخریب‌ناپذیر بودن پلاستیک‌ها، بازیافت آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است.
- PET یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت است.
- یکی از راه‌های بازیافت PET، این است که پس از شستشو و تمیزکردن بطری‌ها، آن‌ها را ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزارهای دیگر استفاده شود.
- PET که نوعی پلی‌استر است، در واکنش با آب به مونومرهای سازنده (دی‌اسید+ دی‌الکل) قابل تبدیل است.
- PET در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود.

◂ **همه چیز در مورد متانول:**

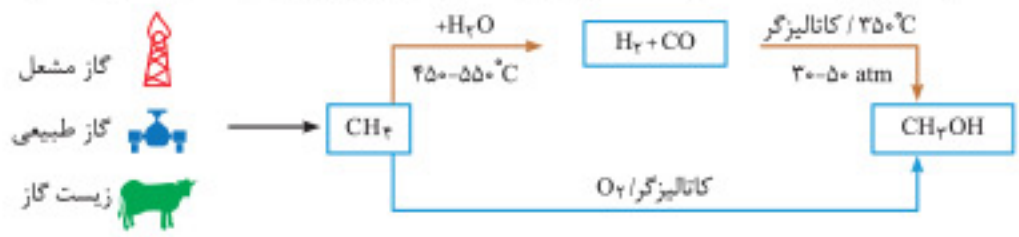
- مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها با فرمول ساختاری CH_3OH است.
- آن را می‌توان از تقطیر چوب تهیه کرد.
- در صنعت، آن را از اثردادن گاز CO برگاز H_2 در حضور کاتالیزگر و در شرایط مناسب به‌دست می‌آورند.

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{کاتالیزگر}]{\text{دما و فشار مناسب}} CH_3OH(g)$$

- این واکنش در دمای $350^\circ C$ و فشار ۳۰ تا ۵۰ اتمسفر، انجام داده می‌شود.
- برای تهیهٔ گازهای CO و H_2 لازم جهت تولید متانول، می‌توان از واکنش مقابل استفاده کرد:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[۴۵۰-۵۵۰^\circ C]{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$$

■ گاز متان مورد استفاده برای انجام این واکنش را می‌توان از گاز طبیعی، گاز مشعل یا زیست‌گاز تهیه کرد.



■ تولیدات صنایع شیمیایی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

■ در شکل روبه‌رو، صنایع مختلفی که از تولیدات صنایع شیمیایی استفاده می‌کنند، نشان داده شده است.

■ به این ترتیب مشخص می‌شود که میزان پیشرفت صنعت و عرصه‌های مختلف اقتصادی در کشور به شدت وابسته به میزان استفاده از علم شیمی و تکنولوژی برآمده از آن می‌باشد.

(شکل صفحهٔ ۱۱۵ کتاب درسی شیمی ۳ - چاپ ۱۴۰۲)

سؤالات چهارگزینه‌ای

ارزش فناوری‌های شیمیایی

۲۷۳۵. سنتز به فرایند شیمیایی هدف‌داری گفته می‌شود که طی آن، .....

۱) یک ترکیب به عنصرهای سازندهٔ آن تجزیه می‌شود.
۲) یک ترکیب از عنصرهای سازندهٔ آن، ساخته می‌شود.
۳) با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را به‌دست می‌آورند.
۴) از یک ترکیب پیچیده‌تر، برای تولید چند مادهٔ ساده‌تر استفاده می‌شود.

۲۷۳۶. کدام گزینه در مورد اتن نادرست است؟

۱) در مجاورت کاتالیزگر با H_2 واکنش‌داده و هیدروکربن سیرشده تولید می‌کند که به‌عنوان سوخت، کاربرد دارد.
۲) در دما و فشار مناسب، به جامد سفیدرنگی تبدیل می‌شود.
۳) در واکنش با H_2O، ماده‌ای تولید می‌کند که به عنوان ضدعفونی‌کننده کاربرد دارد.
۴) در واکنش با گاز کلر، ترکیبی تولید می‌کند که به عنوان حلال چسب، کاربرد دارد.

۲۷۳۷. با توجه به معادله‌های زیر، کدام گزینه در مورد مادهٔ آلی B نادرست است؟

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow A \quad \text{و} \quad A + CH_3COOH \longrightarrow B$$

۱) به عنوان حلال چسب کاربرد دارد.
۲) مولکول آن دارای ۱۴ پیوند کووالانسی است.
۳) ایزومر پروپانوییک‌اسید است.
۴) از آبکافت آن، اتانوییک‌اسید حاصل می‌شود.

۲۷۳۸. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) با استفاده از الکل‌ها می‌توان ترکیب‌هایی از خانوادهٔ آلدهیدها و کتون‌ها به‌دست آورد.
ب) با اکسایش الکل‌ها می‌توان به ترکیب‌هایی از خانوادهٔ کربوکسیلیک‌اسیدها رسید.
پ) برای تهیهٔ PET از ترفتالیک‌اسید و اتیلن‌گلیکول که در نفت خام وجود دارند، استفاده می‌شود.
ت) با اکسایش پارازایلن توسط محلول رقیق پتاسیم‌پرمنگنات، ترفتالیک‌اسید حاصل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

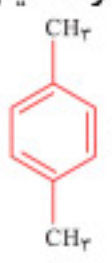
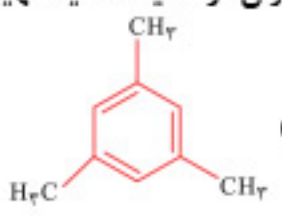
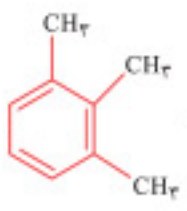
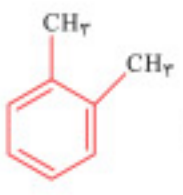
۲۷۳۹. اتیلن گلیکول ترکیبی ..... در آب است که مولکول آن، ..... پیوند کووالانسی داشته و از اکسایش ..... توسط محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات حاصل می‌شود.

۱) محلول، ۹ ، اتن ۲) نامحلول، ۹ ، اتن ۳) محلول، ۱۰ ، اتین ۴) نامحلول، ۱۰ ، اتین

۲۷۴۰. در تبدیل اتن به اتیلن‌گلیکول، عدد اکسایش هر اتم کربن ..... درجه تغییر کرده و ..... پیوند بر تعداد پیوند اشتراکی در مولکول آلی افزوده می‌شود.

۱) یک، ۳ ۲) دو، ۳ ۳) دو، ۲ ۴) یک، ۲

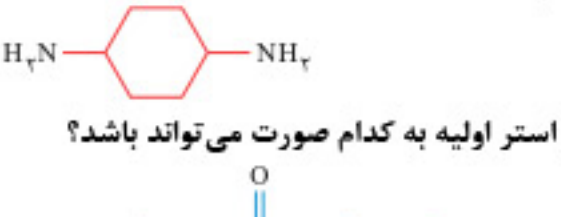
۲۷۴۱. از اکسایش کدام ترکیب می‌توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟ (ریاضی ۹۸)

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۲۷۴۲. اختلاف شمار اتم H در مولکول کدام دو ترکیب بیشتر است؟ (شبیه‌ساز ریاضی ۹۸)

۱) بنزوییک‌اسید و نفتالن ۲) بنزآلدهید و متیل بوتانوآت ۳) ۲–هپتانون و استیرن ۴) پارازایلن و ترفتالیک اسید

۲۷۴۳. با توجه به ساختار مولکول نشان داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟ (تجربی دی ۱۴۰۱)



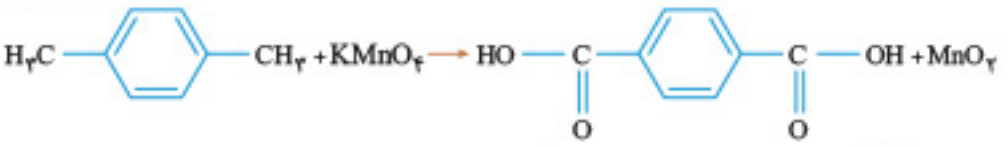
- از دو بخش مشابه متصل به یک حلقهٔ بنزنی تشکیل شده است.
- شمار پیوندهای دوگانه، ۴ برابر شمار پیوندهای دوگانه در مولکول استیرن است.
- شمار پیوندهای یگانهٔ کربن ـ کربن، ۰/۸ شمار پیوندهای کربن ـ هیدروژن است.
- شمار اتم‌های هیدروژن، دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول ترفتالیک‌اسید است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۷۴۴. در واکنش اکسایش پارازایلن توسط محلول گرم و غلیظ پتاسیم پرمنگنات، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن، برابر ..... و تغییر عدد اکسایش منگنز، برابر ..... است.

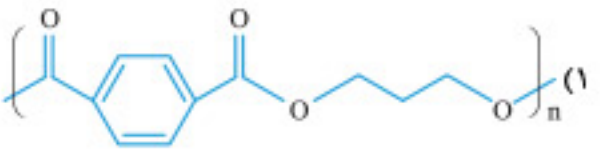
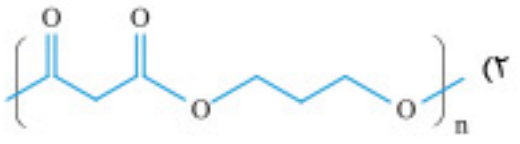
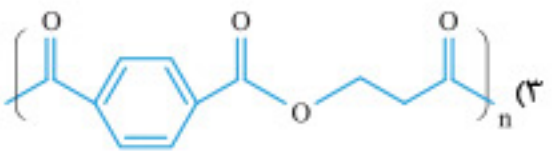
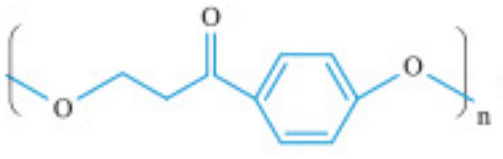
۱) ۶، ۴ ۲) ۱۲، ۴ ۳) ۱۲، ۳ ۴) ۶، ۳

۲۷۴۵. با توجه به معادلهٔ واکنش زیر (که موازنه نشده است)، ضمن تبدیل ۰/۵ مول پارازایلن به ترفتالیک اسید، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (شبیه‌ساز ریاضی ۹۹)

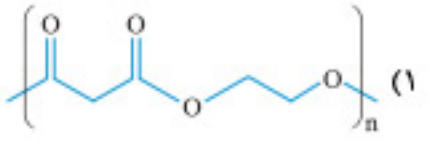
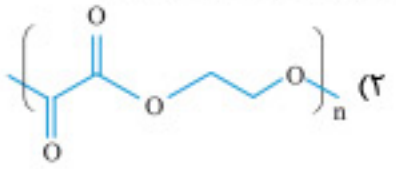
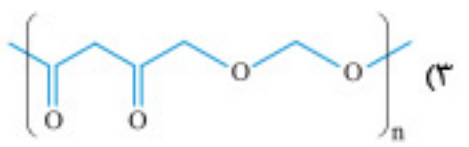
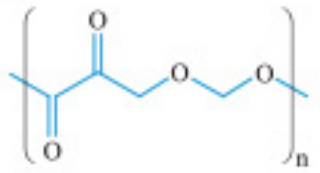


۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۶ ۴) ۱

۲۷۴۶. از ترکیب دی‌اسید سازندهٔ PET با دی الکل **کدام پلی‌استر به‌دست می‌آید؟**

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

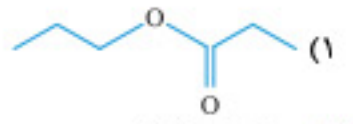
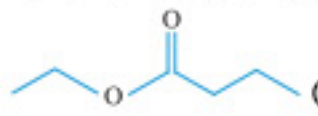
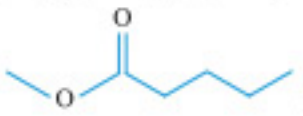
۲۷۴۷. فرمول ساختاری پلی‌استر حاصل از واکنش اگزالیک‌اسید و اتیلن‌گلیکول کدام است؟

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

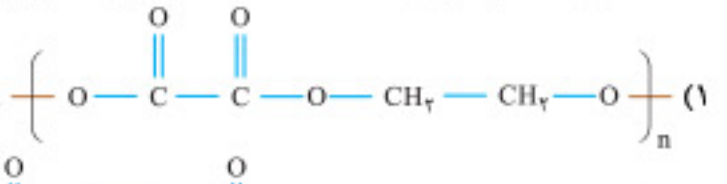
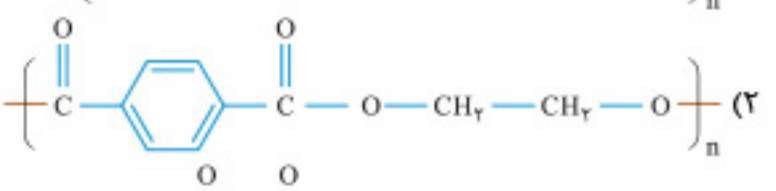
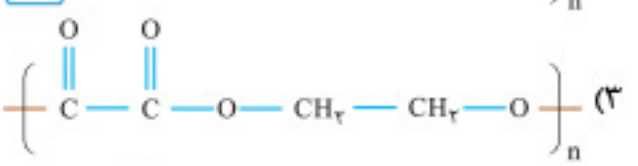
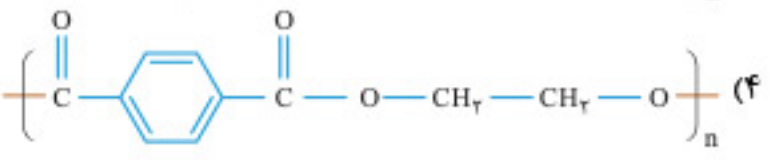
۲۷۴۸. واحد تکرارشوندهٔ پلی آمید حاصل از واکنش ترفتالیک اسید با دی آمین روبه‌رو، شامل چند اتم است؟ (شبیه‌ساز ریاضی ۹۸)

۱) ۳۲ ۲) ۳۳
۳) ۳۴ ۴) ۳۵

۲۷۴۹. اگر یکی از فراورده‌های واکنش استر $C_6H_{12}O_2$ با آب، اتانوییک اسید باشد، فرمول ساختاری استر اولیه به کدام صورت می‌تواند باشد؟

۱) 
۲) 
۳)
۴) 

۲۷۵۰. ساختار PET به‌صورت ..... است و از واکنش آبکافت آن، اتیلن‌گلیکول و ..... حاصل می‌شود.

۱)  ، ترفتالیک‌اسید
۲)  ،تارتاریک‌اسید
۳)  ، تارتاریک‌اسید
۴)  ، ترفتالیک‌اسید