درس‌نامه + آزمون‌های مبحثی و جامع + پاسخ‌های تشریحی

موج آزمون شیمی پایه

ویراست دوم

مسعود جعفری

نشر الگو

فهرست

پاسخ تشریحی سؤال‌های مشابه در پاسخ

فصل ۱ ..... ۱
فصل ۲ ..... ۴
فصل ۳ ..... ۶
فصل ۴ ..... ۹
فصل ۵ ..... ۱۱
فصل ۶ ..... ۱۳
فصل ۷ ..... ۱۶
فصل ۸ ..... ۱۸
فصل ۹ ..... ۱۹

پاسخ تشریحی سؤال‌های سطح دوم

فصل ۱ (آزمون ۷) ۲۰
فصل ۲ (آزمون ۱۵) ۲۵
فصل ۳ (آزمون ۲۳) ۳۰
فصل ۴ (آزمون ۲۸) ۳۵
فصل ۵ (آزمون ۳۶) ۴۰
فصل ۶ (آزمون ۴۵) ۴۵
فصل ۷ (آزمون ۵۰) ۴۹

نشر الگو

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۱

تست ۱ اگر در اتم ^{۱۱۸}X، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱۸ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ عدد اتمی و شمار نوترون‌ها در کدام گزینه به درستی آمده است؟

مربوط به تست ۹ – آزمون ۱

۱) ۵۰ - ۶۸ ۲) ۵۲ - ۶۸ ۳) ۵۰ - ۶۶ ۴) ۵۲ - ۶۶

پاسخ: در همهٔ اتم‌ها به‌جز ^{۱}H، شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار پروتون‌ها است؛ بنابراین:

$$\begin{cases} n+p=۱۱۸ \\ n-p=۱۸ \end{cases} \Rightarrow ۲n=۱۱۸+۱۸=۱۳۶ \Rightarrow n=۶۸, Z=۱۱۸-۶۸=۵۰$$

مسیر ابتکاری برای حل سریع‌تر این تست می‌توانید از فرمول زیر استفاده نمایید:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{۲}=\frac{۱۱۸-۱۸}{۲}=۵۰ \quad \text{و} \quad n=A-Z=۱۱۸-۵۰=۶۸$$

گزینهٔ (۱)

تست ۲ جرم اتمی میانگین عنصری با دو ایزوتوپ طبیعی برابر ۶۳/۵۵ amu است. چنانچه جرم و درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به‌ترتیب برابر ۶۲/۹۸ amu و ۶۹٪ باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر به‌تقریب چند amu است؟

مربوط به تست ۶ – آزمون ۲

۱) ۶۴/۸۲ ۲) ۶۴/۹۵ ۳) ۶۳/۹۲ ۴) ۶۳/۸۸

پاسخ: با توجه به اینکه درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۶۹٪ است، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۳۱٪ (۶۹−۱۰۰) می‌باشد؛ پس:

$$\bar{M}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲}{F_۱+F_۲} \Rightarrow ۶۳/۵۵=\frac{(۶۲/۹۸\times۶۹)+(M_۲\times۳۱)}{۱۰۰} \Rightarrow M_۲ \simeq ۶۴/۸۲ \text{amu}$$

مسیر ابتکاری برای حل سریع‌تر این مسئله می‌توانید از فرمول زیر استفاده نمایید:

$$\bar{M}=M_۱+\frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲-M_۱) \Rightarrow ۶۳/۵۵=۶۲/۹۸+\frac{۳۱}{۱۰۰}(M_۲-۶۲/۹۸) \Rightarrow M_۲ \simeq ۶۴/۸۲ \text{ amu}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۳ تعداد اتم‌های موجود در ۲/۳ گرم گاز $N_۲O_۴$، ۱/۵ برابر تعداد اتم‌های موجود در ۱/۶ گرم گاز سه اتمی A است. جرم مولی گاز A کدام است؟ $(N=۱۴, O=۱۶: g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۲

۱) ۳۶ ۲) ۶۴ ۳) ۹۶ ۴) ۴۸

پاسخ: در هر مول مولکول $N_۲O_۴$، شش مول اتم وجود دارد. N_A، عدد آووگادرو است. جرم مولی A را M گرم بر مول فرض می‌کنیم.

$$?\,\text{atom}\ (\text{در مولکول } N_۲O_۴)=۲/۳\text{g } N_۲O_۴\times\frac{۱\text{mol } N_۲O_۴}{۹۲\text{g } N_۲O_۴}\times\frac{۶\text{mol atom}}{۱\text{mol } N_۲O_۴}\times\frac{N_A\text{atom}}{۱\text{mol atom}}=۰/۱۵\times N_A\text{atom}$$

$$?\,\text{atom}\ (\text{در گاز سه اتمی A})=۱/۶\text{g A}\times\frac{۱\text{mol A}}{M\text{g A}}\times\frac{۳\text{mol atom}}{۱\text{mol A}}\times\frac{N_A\text{atom}}{۱\text{mol atom}}=\frac{۴/۸}{M}\times N_A\text{atom}$$

$$\frac{\text{تعداد اتم‌ها در ۲/۳ گرم } N_۲O_۴}{\text{تعداد اتم‌ها در ۱/۶ گرم گاز A}}=۱/۵ \Rightarrow \frac{۰/۱۵\times N_A}{\frac{۴/۸}{M}\times N_A}=۱/۵ \Rightarrow \frac{۱}{۳۲}\times M=۱/۵ \Rightarrow M=۳۲\times۱/۵=۴۸ g.mol^{-۱}$$

گزینهٔ (۴)

تست ۴ کدام مطلب دربارهٔ عنصر $_{۲۲}A$ نادرست است؟

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۳

۱) در لایهٔ سوم آن ۱۰ الکترون وجود دارد.
۲) دارای ۵ زیرلایهٔ ۲ الکترونی است.
۳) در دورهٔ ۴ و گروه ۴ جدول دوره‌ای قرار دارد.
۴) در لایهٔ ظرفیت آن ۲ الکترون وجود دارد.

پاسخ: آرایش الکترونی اتم عنصر $_{۲۲}A$ به‌صورت مقابل است: $_{۲۲}A: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۲ ۴s^۲$

این عنصر جزء عناصر دستهٔ d بوده و لایهٔ ظرفیت آن شامل الکترون‌های زیرلایه‌های ۴s و ۳d است، پس این عنصر دارای ۴ الکترون ظرفیتی است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): لایهٔ سوم این عنصر دارای ۱۰ الکترون است. $(۳s^۲, ۳p^۶, ۳d^۲)$ گزینهٔ (۲): این عنصر دارای ۵ زیرلایهٔ ۲ الکترونی است. $(۱s^۲, ۲s^۲, ۳s^۲, ۳d^۲, ۴s^۲)$ گزینهٔ (۳): بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی این عنصر برابر ۴ است، بنابراین این عنصر در دورهٔ ۴ جدول دوره‌ای قرار دارد. همچنین این عنصر دارای ۴ الکترون ظرفیتی است و جزء عناصر دستهٔ d است، پس این عنصر در گروه ۴ جدول دوره‌ای قرار دارد.

گزینهٔ (۴)

تست ۵ یون M^{3+} دارای آرایش الکترونی $[{}_{18}Ar]\,3d^{10}4s^{2}4p^{6}$ است. چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ اتم M درست است؟ مربوط به تست ۴ – آزمون ۴

الف) عدد اتمی آن برابر ۳۶ است.
ب) آرایش الکترونی آن به‌صورت $[{}_{36}Kr]\,4d^{10}5s^{2}$ است.
پ) با عنصر ${}_{31}Ga$ هم‌گروه است.
ت) دارای دو الکترون ظرفیتی است.
ث) با عنصر ${}_{35}Br$ هم‌دوره است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: فقط عبارت (ب) درست است. **بررسی سایر عبارت‌ها:** عبارت (الف): عدد اتمی M = (عدد اتمی مربوط به Kr) + ۳ = ۳۶ + ۳ = ۳۹

عبارت (پ): با توجه به آرایش الکترونی $4d^{10}5s^{2}$، عنصر M، در دستهٔ d قرار داشته و شمارهٔ گروه آن، برابر ۳ می‌باشد، اما ${}_{31}Ga$، در **گروه ۱۳** جدول دوره‌ای قرار دارد.

${}_{31}Ga:[{}_{18}Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{1} \Rightarrow$ دورهٔ ۴، گروه ۱۳

عبارت (ت): در دو زیرلایهٔ 5s و 4d، الکترون‌های ظرفیتی قرار دارند، بنابراین اتم M، دارای **سه الکترون** ظرفیتی است. عبارت (ث): آخرین زیرلایهٔ اتم M، زیرلایهٔ $5s^{2}$ است. بنابراین در دورهٔ پنجم قرار دارد اما آخرین زیرلایهٔ اتم Br، $4p^{5}$ است و در دورهٔ چهارم جدول جای دارد. ${}_{35}Br:[{}_{18}Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{5}$

گزینهٔ (۱)

تست ۶ اگر یک نمونهٔ ۲/۳ لیتری از گاز دی‌نیتروژن تترااکسید (N_2O_4)، در دما و فشار معین، حاوی $2/4008\times10^{23}$ اتم اکسیژن باشد، چگالی آن چند گرم بر میلی‌لیتر است و این نمونه چند گرم اتم نیتروژن دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) مربوط به تست ۸ – آزمون ۵

$(N=14, O=16: g.mol^{-1})$

۱) $2/8 - 4\times10^{-3}$ ۲) $2/8 - 2\times10^{-3}$ ۳) $1/4 - 2\times10^{-3}$ ۴) $1/4 - 4\times10^{-3}$

پاسخ: قسمت اول: برای محاسبهٔ چگالی N_2O_4، ابتدا جرم گاز N_2O_4 را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,N_2O_4 = 2/4008\times10^{23}\,atom\,O \times \frac{1\,mol\,O}{6/02\times10^{23}\,atom\,O} \times \frac{1\,mol\,N_2O_4}{4\,mol\,O} \times \frac{92\,g\,N_2O_4}{1\,mol\,N_2O_4} = 9/2\,g\,N_2O_4$$

سپس از جرم و حجم نمونهٔ گاز، چگالی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی } N_2O_4 = \frac{\text{جرم } N_2O_4}{\text{حجم } N_2O_4} = \frac{9/2\,g}{2/3\times10^{3}\,mL} = 4\times10^{-3}\,g.mL^{-1}$$

قسمت دوم: از تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در نمونهٔ N_2O_4، جرم اتم‌های نیتروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,N = 2/4008\times10^{23}\,atom\,O \times \frac{1\,mol\,O}{6/02\times10^{23}\,atom\,O} \times \frac{2\,mol\,N}{4\,mol\,O} \times \frac{14\,g\,N}{1\,mol\,N} = 2/8\,g\,N$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{2/4008\times10^{23}\times2\times14}{6/02\times10^{23}\times4} = ? \xrightarrow[\text{به جای ۲/۴۰۸ و ۶/۰۲، اعداد ۲/۴ و ۶ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}} \frac{2/4\times10^{23}\times2\times14}{6\times10^{23}\times4} \xrightarrow[\text{کردن}]{\text{ساده}} \frac{\overset{0/4}{\cancel{2/4}}\times\cancel{10^{23}}\times\overset{7}{\cancel{2\times14}}}{\cancel{6}\times\cancel{10^{23}}\times\cancel{4}} = 0/4\times7 = 2/8$$

گزینهٔ (۱)

تست ۷ با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب BCl_3، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) مربوط به تست ۶ – آزمون ۶

ایزوتوپ	${}^{10}B$	${}^{11}_{1}B$	${}^{35}Cl$	${}^{37}Cl$
درصد فراوانی	۲۰	۸۰	۷۵	۲۵

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۱۱۷/۳ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

پاسخ: هر یک از اتم‌های B و Cl، دارای دو ایزوتوپ هستند. از این‌رو، ابتدا باید **جرم اتمی میانگین** هر دو اتم را محاسبه کنیم.

$$\text{جرم اتمی میانگین B} = \frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2} = \frac{(10\times20)+(11\times80)}{100} = 10/8\,amu$$

$$\text{جرم اتمی میانگین Cl} = \frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2} = \frac{(35\times75)+(37\times25)}{100} = 35/5\,amu$$

$$\text{جرم مولکولی } BCl_3 = (1\times\text{جرم اتمی B}) + (3\times\text{جرم اتمی Cl}) = (1\times10/8) + (3\times35/5) = 117/3\,amu$$

گزینهٔ (۲)

تست ۸ کلمات کدام گزینه، جای خالی سه عبارت زیر را در مورد عنصر $_{۳۷}X$ به درستی کامل می‌کند؟ مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۷

الف) عنصری از دستهٔ ..... است.

ب) با عنصر $_{۸}^{۱۶}Y$ می‌تواند ترکیبی ..... تولید کند.

پ) برای رسم آرایش الکترونی فشردهٔ آن باید از گاز نجیب ..... استفاده نمود.

۱) s – یونی – کریپتون **۲)** s – مولکولی – آرگون **۳)** p – مولکولی – آرگون **۴)** p – یونی – کریپتون

پاسخ: آرایش الکترونی عنصر $_{۳۷}X$: $_{۳۷}X:۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۶}۵s^{۱}$

بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): با توجه به آرایش الکترونی این عنصر، آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ s شده است، پس عنصر $_{۳۷}X$ جزء عناصر دستهٔ s است.

عبارت (ب): عنصر $_{۸}^{۱۶}Y$ همان عنصر نافلزی اکسیژن $(_{۸}^{۱۶}O)$ است. از طرفی X عنصری فلزی از گروه ۱ جدول دوره‌ای است، پس این دو عنصر ترکیب یونی تشکیل می‌دهند.

عبارت (پ): در آرایش الکترونی عنصر $_{۳۷}X$ ، آرایش الکترونی گاز نجیب کریپتون $(_{۳۶}Kr)$ مشاهده می‌شود، پس برای رسم آرایش الکترونی فشردهٔ این عنصر باید از نماد شیمیایی گاز نجیب کریپتون استفاده نمود. آرایش الکترونی فشردهٔ عنصر $_{۳۷}X$ به صورت مقابل است: $_{۳۷}X:[_{۳۶}Kr]۵s^{۱}$

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۲

تست ۹ نام چه تعداد از ترکیب‌های زیر نادرست نوشته شده است؟ مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۸

- CaS: کلسیم سولفات
- CS_2: مونوکربن دی‌سولفید
- Al_2O_3: دی‌آلومینیم تری‌اکسید
- PCl_3: فسفر تری‌کلرید
- $ZnCl_2$: روی (II) کلرید
- N_2O_4: دی‌نیتروژن تترااکسید

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: نام چهار مورد از ترکیب‌های داده شده نادرست است. نام درست آن‌ها در زیر آمده است:

CaS: کلسیم سولفید CS_2: کربن دی‌سولفید Al_2O_3: آلومینیم اکسید $ZnCl_2$: روی کلرید

گزینهٔ (۲)

تست ۱۰ اختلاف مول اکسیژن مصرفی در سوختن کامل یک مول پنتانوئیک اسید $(C_5H_{10}O_2)$ و سوختن ناقص یک مول بوتان (C_4H_{10}) کدام است؟ (فراوردهٔ کربن‌دار سوختن ناقص را گاز کربن مونواکسید در نظر بگیرید.) مربوط به تست ۲۰ – آزمون ۹

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۰/۵

پاسخ: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش سوختن کامل یک مول پنتانوئیک اسید و سوختن ناقص یک مول بوتان به‌صورت زیر است:

$$C_5H_{10}O_2(l)+\frac{13}{2}O_2(g)\rightarrow 5CO_2(g)+5H_2O(l)$$

$$C_4H_{10}(g)+\frac{9}{2}O_2(g)\rightarrow 4CO(g)+5H_2O(l)$$

بنابراین اختلاف تعداد مول O_2 مصرفی در این دو واکنش برابر $2\left(\frac{13}{2}-\frac{9}{2}\right)$ مول است.

گزینهٔ (۱)

تست ۱۱ میزان مصرف روزانهٔ انرژی الکتریکی یک خانواده به‌طور متوسط برابر ۵۰ کیلووات ساعت است. اگر این خانواده برای تولید ۴۰٪ الکتریسیتهٔ مصرفی خود از نفت خام، برای تولید ۲۰٪ آن از انرژی خورشید و برای تولید مابقی از زغال‌سنگ استفاده کنند، در مدت یک ماه چند کیلوگرم کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌شود؟ مربوط به تست ۴ – آزمون ۱۰

منبع تولید برق	انرژی خورشیدی	نفت خام	زغال‌سنگ
مقدار CO_2 تولید شده برحسب kg به ازای یک کیلووات ساعت	۰/۰۵	۰/۷	۰/۹

۱) ۹۷۵ ۲) ۱۰۲۴ ۳) ۵۴۲ ۴) ۷۸۵

پاسخ: ابتدا جرم CO_2 حاصل از تولید برق روزانهٔ خانواده به کمک هر منبع تولید الکتریسیته را جداگانه محاسبه می‌کنیم:

انرژی خورشیدی: $50kwh\times\frac{20}{100}\times\frac{0/05kg\ CO_2}{1kwh}=0/5kg\ CO_2$

نفت خام: $50kwh\times\frac{40}{100}\times\frac{0/7kg\ CO_2}{1kwh}=14kg\ CO_2$

زغال‌سنگ: $50kwh\times\frac{40}{100}\times\frac{0/9kg\ CO_2}{1kwh}=18kg\ CO_2$

سپس جرم CO_2 تولیدی در مدت یک ماه را محاسبه می‌کنیم:

$$?kg\ CO_2(\text{تولیدی در یک ماه})=1\text{ ماه}\times\frac{30\text{ روز}}{1\text{ ماه}}\times\frac{(14+0/5+18)kg\ CO_2}{1\text{ روز}}=975kg\ CO_2$$

گزینهٔ (۱)

تست ۱۲ از تجزیهٔ ۴۵/۴ گرم نیتروگلیسیرین $(C_3H_5N_3O_9)$ مطابق معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش زیر، در شرایط STP، به‌ترتیب از راست به چپ چند گرم آب و چند لیتر گاز اکسیژن تولید می‌شود؟ مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۱۱

$$C_3H_5N_3O_9(l)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(l)+N_2(g)+O_2(g)$$

$(C=12, H=1, N=14, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۹ - ۲/۲۴ ۲) ۹ - ۱/۱۲ ۳) ۱۸ - ۲/۲۴ ۴) ۱۸ - ۱/۱۲

پاسخ: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش:

$$4C_3H_5N_3O_9(l)\rightarrow 12CO_2(g)+10H_2O(l)+6N_2(g)+O_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?g\ H_2O=45/4g\ C_3H_5N_3O_9\times\frac{1mol\ C_3H_5N_3O_9}{227g\ C_3H_5N_3O_9}\times\frac{10mol\ H_2O}{4mol\ C_3H_5N_3O_9}\times\frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O}=9g\ H_2O$$

$$?L\ O_2=45/4g\ C_3H_5N_3O_9\times\frac{1mol\ C_3H_5N_3O_9}{227g\ C_3H_5N_3O_9}\times\frac{1mol\ O_2}{4mol\ C_3H_5N_3O_9}\times\frac{22/4L\ O_2}{1mol\ O_2}=1/12L\ O_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم نیتروگلیسیرین مصرفی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم آب تولیدی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم }O_2\text{ تولیدی}}{22/4\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{45/4}{4\times227}=\frac{x\ g\ H_2}{10\times18}=\frac{y\ L\ O_2}{1\times22/4}\Rightarrow x=9g\ H_2O\ ,\ y=1/12L\ O_2$$

گزینهٔ (۲)

تست ۱۳ اگر برای حذف یون‌های X^{n+} موجود در یک محلول که حاوی ۲/۵۴ گرم XCl_n اســت، به ۱/۶ گرم سـدیم هیدروکسید جامد نیاز باشد، نسبت جرم مولی فلز X به بار یون آن کدام است؟ (معادلهٔ داده شده موازنه نشده است.) مربوط به تست ۱۸ – آزمون ۱۳

$(Cl=۳۵/۵, Na=۲۳, O=۱۶, H=۱:g.mol^{-1})$

$XCl_n(aq)+NaOH(s)\rightarrow X(OH)_n(s)+NaCl(aq)$

۱) ۱۸ ۲) ۲۱ ۳) ۲۸ ۴) ۳۲

پاسخ: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش برحسب n به‌صورت روبه‌رو است:

$XCl_n(aq)+n\ NaOH(s)\rightarrow X(OH)_n(s)+n\ NaCl(aq)$

جرم مولی فلز را M گرم بر مول در نظر گرفته و نسبت $\frac{M}{n}$ را به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$۲/۵۴g\ XCl_n\times\frac{۱\ mol\ XCl_n}{(M+n\times۳۵/۵)}\times\frac{n\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ XCl_n}\times\frac{۴۰g\ NaOH}{۱\ mol\ NaOH}=۱/۶g\ NaOH$$

$$\Rightarrow\frac{۲/۵۴n\times۴۰}{M+۳۵/۵n}=۱/۶\Rightarrow۱۰۱/۶n=۱/۶M+۵۶/۸n\Rightarrow۴۴/۸n=۱/۶M\Rightarrow\frac{M}{n}=۲۸$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم } XCl_n \text{ مصرفی}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم } NaOH \text{ مصرفی}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{۲/۵۴}{۱\times(M+n\times۳۵/۵)}=\frac{۱/۶}{n\times۴۰}\Rightarrow۲/۵۴\times n\times۴۰=۱/۶(M+۳۵/۵n)\Rightarrow۱۰۱/۶n=۱/۶M+۵۶/۸n$$

$$\Rightarrow۴۴/۸n=۱/۶M\Rightarrow\frac{M}{n}=۲۸$$

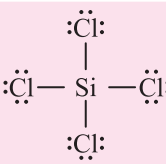
گزینهٔ (۳)

تست ۱۴ اطلاعات ذکر شده در کدام ردیف(های) جدول زیر تماماً صحیح است؟ مربوط به تست ۶ – آزمون ۱۵

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار پیوندهای کووالانسی	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی / شمار جفت الکترون‌های پیوندی
۱	اکسیژن دی‌فلوئورید	$OF_۲$	۲	۳
۲	کربن دی‌سولفید	$CS_۲$	۲	۱
۳	دی‌نیتروژن اکسید	$N_۲O$	۴	۱
۴	سیلیسیم تتراکلرید	$SiCl_۴$	۴	۳

۱) فقط ۴ ۲) ۳ و ۴ ۳) ۱، ۳ و ۴ ۴) ۲ و ۳

پاسخ: فقط اطلاعات ذکر شده در ردیف ۴ کاملاً درست هستند. **بررسی ردیف‌ها:**

ردیف	نام ترکیب و فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	شمار جفت الکترون‌های پیوندی (پیوند کووالانسی)	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی / شمار جفت الکترون‌های پیوندی
۱	اکسیژن دی‌فلوئورید $OF_۲$	:F—Ö—F:	۲	۸	$\frac{۸}{۲}=۴$
۲	کربن دی‌سولفید $CS_۲$	S=C=S	۴	۴	$\frac{۴}{۴}=۱$
۳	دی‌نیتروژن مونوکسید $N_۲O$	:N≡N—Ö:	۴	۴	$\frac{۴}{۴}=۱$
۴	سیلیسیم تتراکلرید $SiCl_۴$		۴	۱۲	$\frac{۱۲}{۴}=۳$

خانه‌هایی از جدول بالا که متن‌شان رنگی شده‌اند، اصلاح شدهٔ موارد نادرست جدول صورت سؤال هستند.

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۳

تست ۱۵ **انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دماهای $75^\circ C$ و $15^\circ C$ به‌ترتیب برابر ۵۰ و ۳۰ گرم است. اگر ۲۲۵ گرم محلول سیرشدهٔ پتاسیم کلرید را از دمای $75^\circ C$ به $15^\circ C$ سرد کنیم، چند گرم رسوب حاصل می‌شود و در محلول حاصل چند مول KCl باقی می‌ماند؟ $(KCl=75g.mol^{-1})$**

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۱۷

۱) ۲۰ – ۰/۴ ۲) ۲۰ – ۰/۶ ۳) ۳۰ – ۰/۶ ۴) ۳۰ – ۰/۴

پاسخ: با توجه به اطلاعات مسئله، به ازای سرد کردن ۱۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ پتاسیم کلرید از دمای $75^\circ C$ به $15^\circ C$، ۲۰ گرم رسوب ایجاد می‌شود.

محلول سیرشده $75^\circ C$ = ۱۵۰g KCl + ۱۰۰g آب = جرم محلول سیرشده در دمای

محلول سیرشده $15^\circ C$ = ۱۳۰g KCl + ۱۰۰g آب = جرم محلول سیرشده در دمای

رسوب = ۲۰g KCl = ۱۵۰ − ۱۳۰ = جرم رسوب حاصل از سرد کردن ۱۵۰ گرم محلول سیرشده

حال جرمی از KCl که در اثر سرد کردن ۲۲۵ گرم محلول سیرشدهٔ آن از دمای $75^\circ C$ به دمای $15^\circ C$ رسوب می‌کند و مقدار مولی از KCl که در محلول باقی می‌ماند را محاسبه می‌کنیم:

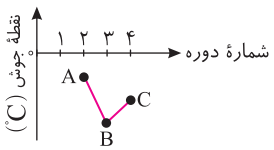
$$?\,g\ KCl\ \text{رسوب} = 225g\ \text{محلول} \times \frac{20g\ KCl\ \text{رسوب}}{150g\ \text{محلول}} = 30g\ KCl\ \text{رسوب}$$

$$?\,mol\ KCl\ \text{باقی‌مانده} = 225g\ \text{محلول} \times \frac{30g\ KCl\ \text{باقی‌مانده}}{150g\ \text{محلول}} \times \frac{1mol\ KCl\ \text{باقی‌مانده}}{75g\ KCl\ \text{باقی‌مانده}} = 0/6mol\ KCl\ \text{باقی‌مانده}$$

گزینهٔ (۳)

تست ۱۶ **نمودار زیر، نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست یکی از گروه‌های جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد. با توجه به آن، عبارت کدام گزینه نادرست است؟**

مربوط به تست ۸ – آزمون ۱۸



۱) نمودار، مربوط به ترکیبات هیدروژن‌دار گروه ۱۷ جدول دوره‌ای است.
۲) هر سه ترکیب قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
۳) نیروی وان‌دروالسی میان مولکول‌های C قوی‌تر از B است.
۴) نیروی وان‌دروالسی در ترکیب A ضعیف‌تر از دو ترکیب دیگر است.

پاسخ: نمودار نمایش داده شده مربوط به ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۵ جدول دوره‌ای یعنی NH_3، PH_3 و ASH_3 است. توجه داشته باشید که این نمودار را نمی‌توان به ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۶ و ۱۷ نسبت داد؛ زیرا نقطهٔ جوش H_2O و HF بالای صفر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): ترکیب‌های NH_3، PH_3 و ASH_3 قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. گزینهٔ (۳): به دلیل بالاتر بودن نقطهٔ جوش ASH_3 از PH_3 می‌توان نتیجه گرفت که نیروی وان‌دروالسی در ASH_3 قوی‌تر از PH_3 است. گزینهٔ (۴): در ترکیب NH_3 به دلیل جرم مولی کمتر، نیروهای وان‌دروالسی ضعیف‌تر از دو ترکیب دیگر است ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های NH_3، نیروهای بین مولکولی و در نتیجه نقطهٔ جوش NH_3 از دو ترکیب دیگر بالاتر است.

گزینهٔ (۱)

تست ۱۷ **در چه تعداد از مخلوط‌های زیر، میانگین نیروی پیوند یونی در ترکیب یونی و نیروی جاذبهٔ بین مولکولی در حلال ضعیف‌تر از نیروی جاذبهٔ میان یون‌ها و مولکول‌ها در حلال است؟**

مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۱۸

- سدیم کلرید در هگزان
- منیزیم سولفات در آب
- نقره کلرید در آب
- باریم سولفات در آب

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: شرط انحلال یک ترکیب یونی در یک حلال این است که میانگین نیروی پیوند یونی در ترکیب یونی و نیروی جاذبهٔ بین مولکولی در حلال ضعیف‌تر از نیروی جاذبهٔ میان یون‌ها و مولکول‌ها در حلال است؛ بنابراین ما باید به دنبال مواردی باشیم که ترکیب یونی در حلال حل می‌شود. در میان موارد داده شده فقط منیزیم سولفات در آب محلول است. نقره کلرید و باریم سولفات در آب نامحلول و سدیم کلرید در هگزان نامحلول می‌باشند.

گزینهٔ (۱)

تست ۱۸ **اگر در فشار معین، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب در دماهای $5^\circ C$ و $25^\circ C$ به‌ترتیب برابر ۷/۵ و ۲/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، در اثر افزایش دمای یک آکواریوم که حاوی ۲۰ کیلوگرم آب است از دمای $5^\circ C$ به $25^\circ C$، چند میلی‌لیتر گاز O_2 در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(1mol\ O=16g)$**

مربوط به تست ۸ – آزمون ۱۹

۱) ۴۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۷۰۰

پاسخ: با توجه به اطلاعات مسئله، با افزایش دمای ۱۰۰ گرم آب از دمای $5^\circ C$ به $25^\circ C$، ۵ میلی‌گرم O_2 آزاد می‌شود. حال محاسبه می‌کنیم که با گرم کردن ۲۰ کیلوگرم آب آکواریوم چند گرم O_2 آزاد می‌شود:

$$\text{جرم } O_2 \text{ آزاد شده} = 20\times10^3\,g\ \text{آب} \times \frac{5\times10^{-3}\,g\ O_2}{100g\ \text{آب}} = 1g\ O_2$$

اکنون حجم یک گرم گاز O_2 را در شرایط استاندارد محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم } O_2 \text{ آزاد شده} = 1g\ O_2 \times \frac{1mol\ O_2}{32g\ O_2} \times \frac{22400mL\ O_2}{1mol\ O_2} = 700mL\ O_2$$

گزینهٔ (۴)

تست ۱۹ **با توجه به نمودار مقابل، اگر دمای ۶۸۰ گرم محلول سیرشده‌ای از پتاسیم نیترات را از $45^\circ C$ به $13^\circ C$ برسانیم، به تقریب چند مول پتاسیم نیترات رسوب می‌کند؟**

$(K=39, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

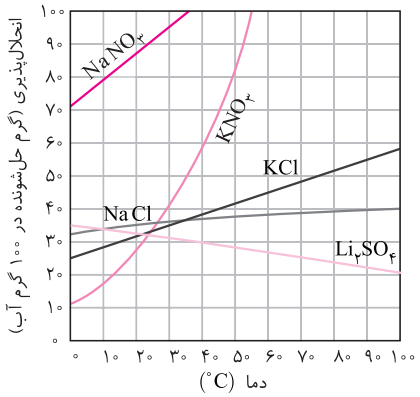
مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۲۰

۱) ۱/۴۲

۲) ۱/۹۸

۳) ۳/۳۶

۴) ۲/۸



پاسخ: با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دماهای $45^\circ C$ و $13^\circ C$ به‌ترتیب برابر ۷۰ و ۲۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب است، بنابراین:

محلول سیرشده KNO_3 در دمای $45^\circ C$ = ۱۷۰g محلول سیرشده = ۱۰۰g آب + ۷۰g KNO_3

محلول سیرشده KNO_3 در دمای $13^\circ C$ = ۱۲۰g محلول سیرشده = ۱۰۰g آب + ۲۰g KNO_3

جرم رسوب حاصل از کاهش دمای ۱۷۰ گرم محلول سیرشده = ۱۷۰ − ۱۲۰ = ۵۰g KNO_3

با توجه به محاسبات بالا دریافتیم که با کاهش دمای ۱۷۰ گرم محلول سیرشده از دمای $45^\circ C$ به $13^\circ C$، ۵۰ گرم KNO_3 رسوب می‌کند. اکنون محاسبه می‌کنیم که با کاهش دمای ۶۸۰ گرم محلول سیرشدهٔ آن، چند گرم رسوب KNO_3 تولید می‌شود:

$$?\,g\,KNO_3 \text{ رسوب} = 680\,g \text{ محلول} \times \frac{50\,g\,KNO_3}{170\,g \text{ محلول}} = 200\,g\,KNO_3 \text{ رسوب}$$

اکنون مقدار مول رسوب را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,KNO_3 = 200\,g\,KNO_3 \times \frac{1\,mol\,KNO_3}{101\,g\,KNO_3} \simeq 1/98\,mol\,KNO_3$$

میانبر محاسباتی

پاسخ باید اندکی از عدد ۲ کمتر باشد. (پاسخ: ۱/۹۸)

$\frac{200}{101} = ? \xrightarrow[\text{به جای ۱۰۱، عدد ۱۰۰ را قرار می‌دهیم}]{\text{تخمین زدن}} \frac{200}{100} = 2$

گزینهٔ (۲)

تست ۲۰ **به ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار پتاسیم سولفات مقدار کافی کلسیم کلرید جامد اضافه می‌کنیم تا واکنش کامل شود. در پایان واکنش به‌ترتیب از راست به چپ، چند مول رسوب تولید می‌شود و پس از جدا کردن رسوب، درصد جرمی یون کلرید در محلول به‌دست آمده کدام است؟ (از تغییر حجم محلول صرف‌نظر کنید و چگالی محلول را برابر چگالی آب در نظر بگیرید.) (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)**

مربوط به تست ۶ – آزمون ۲۱

$(K=39, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$

$$K_2SO_4(aq) + CaCl_2(s) \rightarrow CaSO_4(s) + KCl(aq)$$

۱) ۱/۴۲ – ۰/۰۸

۲) ۱/۴۲ – ۰/۰۴

۳) ۲/۸۴ – ۰/۰۸

۴) ۲/۸۴ – ۰/۰۴

پاسخ: ابتدا شمار مول‌های K_2SO_4 موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,K_2SO_4 = 400\,mL \text{ محلول} \times \frac{1\,L}{1000\,mL} \times \frac{0/2\,mol\,K_2SO_4}{1\,L \text{ محلول}} = 0/08\,mol\,K_2SO_4$$

قسمت اول: مطابق واکنش موازنه شدهٔ زیر، ۰/۰۸ مول K_2SO_4 با ۰/۰۸ مول $CaCl_2$ واکنش داده و ۰/۰۸ مول $CaSO_4$ و ۰/۱۶ مول KCl تولید می‌کند.

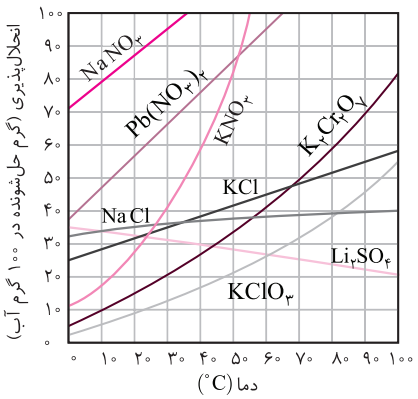
$$K_2SO_4(aq) + CaCl_2(s) \rightarrow CaSO_4(s) + 2KCl(aq)$$

قسمت دوم: پس محلول نهایی پس از جدا کردن رسوب، شامل ۰/۱۶ مول KCl بوده و با صرف‌نظر از تغییرات حجم، حجمی معادل ۴۰۰mL دارد.

$$\text{درصد جرمی یون } Cl^- \text{ در محلول نهایی} = \frac{\text{جرم یون } Cl^-}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0/16\,mol\,KCl \times \frac{1\,mol\,Cl^-}{1\,mol\,KCl} \times \frac{35/5\,g\,Cl^-}{1\,mol\,Cl^-}}{400\,mL \text{ محلول} \times \frac{1\,g \text{ محلول}}{1\,mL \text{ محلول}}} \times 100 = 1/42$$

گزینهٔ (۱)

تست ۲۱ **با توجه به نمودار انحلال‌پذیری مقابل، در اثر سرد کردن ۷۵۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید از دمای $75^\circ C$ تا دمای $15^\circ C$، ..... گرم رسوب تولید می‌شود و غلظت مولی محلول سیرشدهٔ KCl در دمای $0^\circ C$، ..... مول بر لیتر است. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید و چگالی محلول سیرشدهٔ KCl را در دمای $0^\circ C$ برابر ۱/۱۱ گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.)** $(K=39, Cl=35 : g.mol^{-1})$



مربوط به تست ۱۸ – آزمون ۲۲

۱) ۱۵۰ - ۳
۲) ۱۰۰ - ۳
۳) ۱۵۰ - ۳/۷۵
۴) ۱۰۰ - ۳/۷۵

پاسخ: **قسمت اول:** با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری KCl در دماهای $75^\circ C$ و $15^\circ C$ به‌ترتیب برابر ۵۰ و ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین با سرد کردن ۱۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ KCl از دمای $75^\circ C$ تا دمای $15^\circ C$، ۲۰g (۵۰−۳۰) رسوب KCl تولید می‌شود. اکنون محاسبه می‌کنیم که در اثر سرد کردن ۷۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ آن، چند گرم رسوب KCl تولید می‌شود:

$$?\,g\ KCl\ \text{رسوب} = 750g\ \text{محلول} \times \frac{20g\ KCl}{150g\ \text{محلول}} = 100g\ KCl\ \text{رسوب}$$

قسمت دوم: انحلال‌پذیری KCl در دمای $0^\circ C$ برابر ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین:

محاسبهٔ درصد جرمی محلول:

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{25}{125} \times 100 = \%20$$

محاسبهٔ غلظت مولی محلول:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 20 \times 1/11}{74} = 3 mol.L^{-1}$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{10\times20\times1/11}{74} = ? \xrightarrow[\text{به‌جای ۱/۱۱ و ۷۴ به‌ترتیب اعداد ۱/۱ و ۷۷ را قرار دهید}]{\text{تخمین زدن}} \frac{10\times1/1\times20}{77} = \frac{20}{7} \xrightarrow[\text{به‌جای عدد ۲۰، عدد ۲۱ قرار گیرد}]{\text{تخمین زدن}} \frac{21}{7} = 3$$

جواب کسر اولیه به روش تخمین زدن با پاسخ دقیق آن یکسان است.

گزینهٔ (۲)

تست ۲۲ **اگر ۸ گرم سدیم هیدروکسید جامد با نمونه‌ای از محلول ۱/۴۹ درصد جرمی سولفوریک اسید به‌طور کامل مطابق معادلهٔ زیر واکنش دهد و واکنش در ظرف در بسته انجام شود، جرم آب موجود در ظرف در پایان واکنش چند گرم خواهد بود؟** $(S=32, Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۵ – آزمون ۲۳

$$2NaOH(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

۱) ۳/۶ ۲) ۱۰/۴ ۳) ۱۳/۸ ۴) ۲۶/۲

پاسخ: جرم آب موجود در ظرف واکنش در انتهای فرایند برابر مجموع جرم آب تولیدی و جرم آب موجود در محلول سولفوریک اسید است؛ بنابراین:

$$\text{جرم آب تولیدی} = 8g\ NaOH \times \frac{1mol\ NaOH}{40g\ NaOH} \times \frac{2mol\ H_2O}{2mol\ NaOH} \times \frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O} = 3/6g\ H_2O\ (\text{تولیدی})$$

$$\text{جرم آب موجود در محلول} = 8g\ NaOH \times \frac{1mol\ NaOH}{40g\ NaOH} \times \frac{1mol\ H_2SO_4}{2mol\ NaOH} \times \frac{98g\ H_2SO_4}{1mol\ H_2SO_4} \times \frac{(100-49)g\ H_2O}{49g\ H_2SO_4} = 10/2g\ H_2O(\text{موجود در محلول})$$

$$\text{جرم موجود در ظرف واکنش در انتهای فرایند} = 3/6 + 10/2 = 13/8g$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{8\times98\times(100-49)}{40\times2\times49} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{\overset{2}{\cancel{8}}\times\overset{10}{\cancel{98}}\times51}{\underset{10}{\cancel{40}}\times\cancel{2}\times\cancel{49}} = \frac{2\times51}{10} = 10/2$$

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۴

تست ۲۳ **اگر در اثر حل شدن ۶۸۴ گرم ساکارز با فرمول شیمیایی $C_{12}H_{22}O_{11}$ در ۳۰۰ گرم آب در دمای معین، یک محلول سیرشده تشکیل شود، غلظت مولی ساکارز در محلول سیرشدهٔ آن $(d=2/46g.mL^{-1})$ و انحلال‌پذیری این ترکیب در آب به‌ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟** $(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۸ – آزمون ۲۴

۱) ۵ - ۴۵۲
۲) ۳ - ۴۵۲
۳) ۵ - ۲۲۸
۴) ۳ - ۲۲۸

پاسخ: **قسمت اول:** ابتدا مول ساکارز حل شده در ۳۰۰ گرم آب را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,C_{12}H_{22}O_{11}=684g\,C_{12}H_{22}O_{11}\times\frac{1\,mol\,C_{12}H_{22}O_{11}}{342g\,C_{12}H_{22}O_{11}}=2mol\,C_{12}H_{22}O_{11}$$

سپس حجم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,L\ محلول=(684+300)g\ محلول\times\frac{1mL\ محلول}{2/46g\ محلول}\times\frac{1L\ محلول}{10^3mL\ محلول}=0/4L\ محلول$$

اکنون غلظت مولی محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$غلظت\ مولی=\frac{مول\ حل‌شونده}{لیتر\ محلول}=\frac{2mol}{0/4L}=5mol.L^{-1}$$

قسمت دوم: طبق تعریف، برای محاسبهٔ انحلال‌پذیری ساکارز در آب، کافی است جرمی از $C_{12}H_{22}O_{11}$ را که در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، به‌دست آوریم:

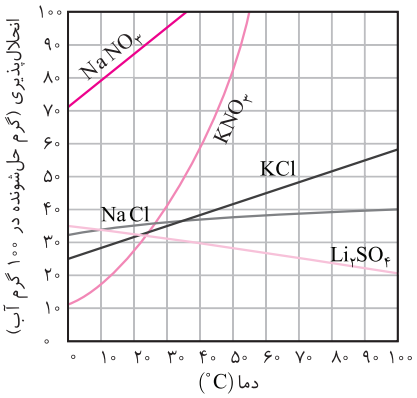
$$انحلال‌پذیری\ ساکارز=100g\ آب\times\frac{684g\,C_{12}H_{22}O_{11}}{300g\ آب}=228g$$

گزینهٔ (۳)

تست ۲۴ **با توجه به نمودار داده شده، با کاهش دمای ۶۸ گرم محلول سیرشدهٔ پتاسیم نیترات از دمای ۴۶°C تا دمای ۱۲°C چند گرم رسوب ایجاد می‌شود و برای حل کردن این مقدار رسوب، حداقل چند گرم آب ۱۲°C لازم است؟**

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۲۵

۱) ۲۰ - ۱۰۰
۲) ۲۰ - ۱۷۰
۳) ۳۴ - ۱۰۰
۴) ۳۴ - ۱۷۰



پاسخ: انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دماهای ۴۶°C و ۱۲°C به‌ترتیب برابر ۷۰g و ۲۰g در ۱۰۰ گرم آب است؛ درنتیجه:

$$در\ دمای\ 46^\circ C\Rightarrow جرم\ محلول=جرم\ KNO_3+جرم\ آب=70+100=170g$$

$$در\ دمای\ 12^\circ C\Rightarrow جرم\ محلول=جرم\ KNO_3+جرم\ آب=20+100=120g$$

اگر ۱۷۰ گرم محلول سیرشدهٔ KNO_3 را از دمای ۴۶°C به ۱۲°C برسانیم، ۵۰ گرم KNO_3 رسوب می‌کند؛ بنابراین:

$$?\,g\,KNO_3\ رسوب=68g\ محلول\times\frac{50g\,KNO_3}{170g\ محلول}=20g\,KNO_3\ رسوب$$

با توجه به اینکه انحلال‌پذیری KNO_3 در دمای ۱۲°C برابر ۲۰g حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب است، پس برای حل کردن ۲۰ گرم KNO_3، حداقل به ۱۰۰ گرم آب ۱۲°C نیاز است.

گزینهٔ (۱)

تست ۲۵ **از واکنش ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول چند مول بر لیتر هیدروکلریک اسید با مقدار کافی کلسیم کربنات، ۴ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $1/32 g.L^{-1}$ تولید می‌شود؟** مربوط به تست ۱۹ – آزمون ۲۶

$(C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

$CaCO_3(s)+2HCl(aq)\rightarrow CaCl_2(aq)+H_2O(l)+CO_2(g)$

۱) ۰/۸۴ ۲) ۰/۹۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۵

پاسخ: روش اول (کسر تبدیل): ابتدا مقدار مول HCl موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,HCl=4L\,CO_2\times\frac{1/32g\,CO_2}{1L\,CO_2}\times\frac{1mol\,CO_2}{44g\,CO_2}\times\frac{2mol\,HCl}{1mol\,CO_2}=0/24mol\,HCl$$

سپس غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/24mol}{250\times10^{-3}L}=0/96mol.L^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی}\times\text{لیتر محلول}\,HCl\,\text{مصرفی}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{چگالی}\times\text{لیتر گاز}\,CO_2\,\text{تولیدی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{0/25\times M}{2}=\frac{4\times1/32}{1\times44}\Rightarrow M=\frac{2\times4\times1/32}{0/25\times44}=0/96mol.L^{-1}$$

میانبر مداسازی

$$\frac{2\times4\times1/32}{0/25\times44}=?\xrightarrow{\text{دسته‌بندی کردن}}\frac{2\times4\times132}{25\times44}\times\frac{10^{-2}}{10^{-2}}\xrightarrow{\text{ساده کردن}}\frac{2\times4\times132}{25\times44}\times\frac{10^{-3}}{10^{-2}}=\frac{2\times4\times3}{25}=\frac{24}{25}=0/96$$

گزینهٔ (۲)

تست ۲۶ **در اثر سوختن کامل ۲۹ گرم استون (C_3H_6O) چند لیتر گاز در شرایطی که فشار و دمای محیط به‌ترتیب برابر ۲atm و $91^\circ C$ است، تولید می‌شود؟** مربوط به تست ۱۲ – آزمون ۲۷

$(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۳/۶ ۲) ۲۲/۴ ۳) ۶۷/۲ ۴) ۴۴/۸

پاسخ: در فشار ۱atm و بالاتر و دماهای پایین‌تر از $100^\circ C$، حالت فیزیکی آب به‌صورت مایع است. معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$C_3H_6O(l)+4O_2(g)\rightarrow3CO_2(g)+3H_2O(l)$$

ابتدا مقدار مول گاز CO_2 تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,CO_2=29g\,C_3H_6O\times\frac{1mol\,C_3H_6O}{58g\,C_3H_6O}\times\frac{3mol\,CO_2}{1mol\,C_3H_6O}=1/5mol\,CO_2$$

سپس با توجه به اینکه می‌دانیم حجم یک مول از گازها در شرایط STP برابر ۲۲/۴ لیتر است، حجم ۱/۵ مول گاز CO_2 را در فشار ۲atm و دمای $91^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

$$T_2=91+273=364K$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{1\times273}=\frac{2\times V_2}{1/5\times364}\Rightarrow V_2=22/4L$$

گزینهٔ (۲)

تست ۲۷ **برای تهیهٔ نیم کیلوگرم محلول سدیم کلرید که غلظت یون کلرید در آن ۷۲۰ppm باشد، به چند میلی‌گرم سدیم کلرید نیاز است و این محلول در واکنش با مقدار کافی محلول نقره نیترات، چند مول رسوب تولید می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)** مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۲۸

$(Na=23, Cl=36 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۹۵ – ۰/۰۱ ۲) ۲۹۵ – ۰/۰۲ ۳) ۵۹۰ – ۰/۰۱ ۴) ۵۹۰ – ۰/۰۲

پاسخ: روش اول (کسر تبدیل):

قسمت اول: از غلظت یون کلرید موجود در محلول، جرم سدیم کلرید موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,NaCl=0/5\times10^3\,g\,\text{محلول}\times\frac{720g\,Cl^-}{10^6\,g\,\text{محلول}}\times\frac{1mol\,Cl^-}{36g\,Cl^-}\times\frac{1mol\,NaCl}{1mol\,Cl^-}\times\frac{59g\,NaCl}{1mol\,NaCl}\times\frac{10^3mg\,NaCl}{1g\,NaCl}=590mg\,NaCl$$

قسمت دوم: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$AgNO_3(aq)+NaCl(aq)\rightarrow AgCl(s)+NaNO_3(aq)$$

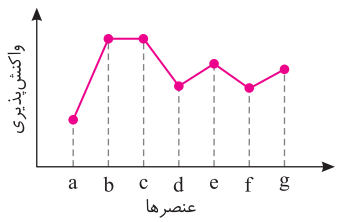
$$?\,mol\,AgCl=0/5\times10^3\,g\,\text{محلول}\times\frac{720g\,Cl^-}{10^6\,g\,\text{محلول}}\times\frac{1mol\,Cl^-}{36g\,Cl^-}\times\frac{1mol\,NaCl}{1mol\,Cl^-}\times\frac{1mol\,AgCl}{1mol\,NaCl}=0/01mol\,AgCl$$

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۵

تست ۲۸ **نمودار روبه‌رو، واکنش‌پذیری شـماری از عناصـر دورهٔ دوم جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد. با توجه به آن، اگر عناصر ..... جزء ..... باشند، خصلت ..... عنصر ..... بیشتر است.**

مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۲۹



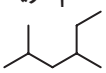
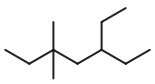
۱) b و f – فلزها – فلزی – f
۲) d و g – نافلزها – نافلزی – d
۳) c و e – فلزها – فلزی – c
۴) a و f – نافلزها – نافلزی – a

پاسخ: در عناصر یک دوره از جدول دوره‌ای، هر چه واکنش‌پذیری یک فلز بیشتر باشد، خصلت فلزی آن نیز بیشتر است و هر چه واکنش‌پذیری یک نافلز بیشتر باشد، خصلت نافلزی آن نیز بیشـتر اسـت. بنابراین از میان موارد داده شـده، اگر b و f هر دو فلز باشـند، خصلت فلزی b بیشـتر اسـت. اگر d و g هر دو نافلز باشند، خصلت نافلزی g بیشتر است و اگر a و f هر دو نافلز باشند، خصلت نافلزی f بیشتر است.

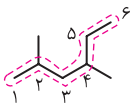
گزینهٔ (۳)

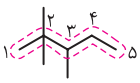
تست ۲۹ **در کدام گزینه، نام آیوپاک و ساختار آلکان با هم مطابقت ندارد؟**

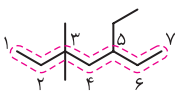
مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۳۱

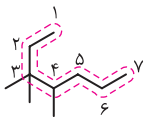
۱)  : ۲، ۴- دی‌متیل هگزان
۲) $(CH_3)_3CCH(CH_3)CH_2CH_3$: ۲، ۲، ۳- تری‌متیل پنتان
۳)  : ۳- اتیل - ۵، ۵- دی‌متیل هپتان
۴) $(CH_3)_2C(C_2H_5)CH(CH_3)(CH_2)_2CH_3$: ۳، ۳، ۴- تری‌متیل هپتان

پاسخ: بررسی نام آیوپاک ترکیب‌های داده شده:

گزینهٔ (۱):  ⇒ ۲، ۴- دی‌متیل هگزان

گزینهٔ (۲): $(CH_3)_3CCH(CH_3)CH_2CH_3$ ⇒  ⇒ ۲، ۲، ۳- تری‌متیل پنتان

گزینهٔ (۳):  ⇒ ۵- اتیل - ۳، ۳- دی‌متیل هپتان

گزینهٔ (۴): $(CH_3)_2C(C_2H_5)CH(CH_3)(CH_2)_2CH_3$ ⇒  ⇒ ۳، ۳، ۴- تری‌متیل هپتان

گزینهٔ (۳)

تست ۳۰ **اگر از واکنش کامل ۴/۲ گرم از یک آلکن با مقدار کافی گاز کلر، ۷/۷۵ گرم ترکیب کلردار تشکیل شده باشد، این ترکیب ..... عضو خانوادهٔ آلکن‌هاست و در هر مولکول آن ..... پیوند اشتراکی وجود دارد.** $(C=12, H=1, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۳۲

۱) ششمین – ۱۸
۲) پنجمین – ۱۵
۳) ششمین – ۱۵
۴) پنجمین – ۱۸

پاسخ: فرمول عمومی آلکن‌ها به‌صورت C_nH_{2n} بوده و معادلهٔ کلردار شدن آن‌ها به‌صورت روبه‌رو است: $C_nH_{2n}+Cl_2 \rightarrow C_nH_{2n}Cl_2$

ابتدا با استفاده از جرم آلکن مصرفی و فراوردهٔ تولیدی، فرمول آلکن را به‌دست می‌آوریم:

$$4/2g\,C_nH_{2n} \times \frac{1mol\,C_nH_{2n}}{14n\,g\,C_nH_{2n}} \times \frac{1mol\,C_nH_{2n}Cl_2}{1mol\,C_nH_{2n}} \times \frac{(14n+2\times35/5)g\,C_nH_{2n}Cl_2}{1mol\,C_nH_{2n}Cl_2} = 7/75g\,C_nH_{2n}Cl_2 \Rightarrow n=6$$

پس فرمول شـیمیایی آلکن مصرفی C_6H_{12} بوده و این ترکیب پنجمین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها اسـت. شـمار پیوندهای اشـتراکی در یک آلکن از فرمول $3n$ که n معادل تعداد اتم‌های کربن است، محاسبه می‌شود. پس آلکن C_6H_{12} دارای $18\,(3\times6)$ پیوند اشتراکی می‌باشد.

گزینهٔ (۴)

تست ۳۱ **اگر حجم گازهای حاصل از تجزیهٔ مقداری پتاسیم نیترات مطابق واکنش زیر، در شرایط STP برابر ۷۸/۴ لیتر باشد، در انتهای واکنش چند گرم مادهٔ جامد در ظرف باقی مانده است؟ (بازده درصدی واکنش را ۸۰ در نظر بگیرید.)**

مربوط به تست ۸ – آزمون ۳۴

$$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g) \qquad (K=39, O=16, N=14 : g.mol^{-1})$$

۱) ۸۴/۵ ۲) ۱۲۴/۸ ۳) ۱۴۴/۵ ۴) ۲۲۵/۴

پاسخ: برای حل این تست ابتدا جرم اولیهٔ پتاسیم نیترات را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,KNO_3 = 78/4\,L\ \text{گاز} \times \frac{1\,mol\ \text{گاز}}{22/4\,L\ \text{گاز}} \times \frac{4\,mol\,KNO_3}{7\,mol\ \text{گاز}} \times \frac{101\,g\,KNO_3}{1\,mol\,KNO_3} \times \frac{100}{80} = 252/5\,g\,KNO_3$$

سپس جرم گازهای تولید شده را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\ \text{گاز} = 78/4\,L\ \text{گاز} \times \frac{1\,mol\ \text{گاز}}{22/4\,L\ \text{گاز}} \times \frac{[(2\times28)+(5\times32)]g\ \text{گاز}}{7\,mol\ \text{گاز}} = 108\,g\ \text{گاز}$$

اکنون جرم گاز تولید شده را از جرم اولیهٔ پتاسیم نیترات کم می‌کنیم تا جرم مادهٔ جامد باقی‌مانده در واکنش را محاسبه کنیم:

$$\text{جرم مادهٔ جامد باقی‌مانده} = 252/5 - 108 = 144/5\,g$$

گزینهٔ (۳)

تست ۳۲ **فولاد مبارکهٔ اصفهان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی تولیدکنندهٔ آهن است. اگر در این واحد صنعتی، برای تهیهٔ آهن از سنگ معدن آن، واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر انجام شود و با مصرف ۸ تن هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) ۱۶۸۰ کیلوگرم آهن تولید شود، درصد خلوص Fe_2O_3 در هماتیت کدام است و چند مترمکعب گاز CO_2 در شرایطی که حجم مولی گازها برابر $32L.mol^{-1}$ است، تولید می‌شود؟**

$$Fe_2O_3(s) + C(s) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g) \qquad (Fe=56, O=16, C=12 : g.mol^{-1})$$

مربوط به تست ۱۲ – آزمون ۳۵

۱) ۳۰ - ۴۸۰ ۲) ۴۵ - ۷۲۰ ۳) ۳۰ - ۷۲۰ ۴) ۴۵ - ۴۸۰

پاسخ: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$8\times10^6\,g\ \text{هماتیت} \times \frac{P\,g\,Fe_2O_3}{100\,g\ \text{هماتیت}} \times \frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{160\,g\,Fe_2O_3} \times \frac{4\,mol\,Fe}{2\,mol\,Fe_2O_3} \times \frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe} \times \frac{1\,kg\,Fe}{10^3\,g\,Fe} = 1680\,kg\,Fe \Rightarrow P=\%30$$

$$?\,m^3\,CO_2 = 1680\times10^3\,g\,Fe \times \frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe} \times \frac{3\,mol\,CO_2}{4\,mol\,Fe} \times \frac{32\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{1\,m^3\,CO_2}{10^3\,L\,CO_2} = 720\,m^3\,CO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم هماتیت مصرفی} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آهن تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم } CO_2 \text{ تولیدی}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8\times10^6 \times \frac{P}{100}}{2\times160} = \frac{1680\times10^3}{4\times56} = \frac{x\,m^3\,CO_2\times10^3}{3\times32} \Rightarrow P=\%30\ ,\ x=720\,m^3CO_2$$

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۶

تست ۳۳ برای افزایش دمای نمونه‌ای حاوی ۵۰ گرم آب و ۱۰۰ گرم اتیلن گلیکول به اندازهٔ $25^\circ C$، چند کیلوژول گرما لازم است؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب و اتیلن گلیکول به‌ترتیب برابر ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است.)

مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۳۷

۱) ۸/۲۵ ۲) ۱۱/۲۵
۳) ۱۳/۵ ۴) ۱۸/۵

پاسخ:

$$Q_{کل}=Q_{آب}+Q_{\text{اتیلن گلیکول}}=\underbrace{m.c.\Delta\theta}_{آب}+\underbrace{m.c.\Delta\theta}_{\text{اتیلن گلیکول}}=(\underbrace{m.c}_{آب}+\underbrace{m.c}_{\text{اتیلن گلیکول}})\Delta\theta=(50\times4/2+100\times2/4)\times25=11250J=11/25kJ$$

گزینهٔ (۲)

تست ۳۴ در صورتی‌که برای تبخیر ۰/۲۵ مول آب به ۱۰/۲۵ kJ انرژی نیاز داشته باشیم، ΔH واکنش زیر چند کیلوژول است؟

مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۳۸

$$C_2H_6(g)+3/5O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(l) \qquad (O=16\ ,H=1:g.mol^{-1})$$

پیوند	C—C	C—H	O=O	C=O	O—H
میانگین آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-1})$	۳۴۸	۴۱۵	۴۹۵	۸۰۰	۴۶۳

۱) $-1407/5$ ۲) $-1284/5$
۳) $-1366/5$ ۴) $-1530/5$

پاسخ: با توجه به اینکه در واکنش داده شده، آب به‌صورت **مایع** است، ابتدا آن را به‌صورت گازی فرض کرده و آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم، سپس با استفاده از آنتالپی تبخیر آب، آنتالپی واکنش خواسته شده را محاسبه می‌نماییم. ابتدا آنتالپی واکنش با فرض گازی بودن آب را محاسبه می‌کنیم، بنابراین داریم:

$$\Delta H=(\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده})-(\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده})$$

$$\Rightarrow\Delta H=((6\times415)+348+(3/5\times495))-((4\times800)+(6\times463))=-1407/5kJ$$

با توجه به دادهٔ سؤال، برای تبخیر ۰/۲۵ مول آب، نیاز به ۱۰/۲۵ کیلوژول انرژی داریم؛ در این واکنش، ۳ مول آب باید تبخیر شود؛

$$\text{گرمای آزاد شده از میعان آب}=3mol\ \text{آب}\times\frac{10/25kJ}{0/25mol\ \text{آب}}=123kJ$$

اکنون، با استفاده از آنتالپی تبخیر آب، آنتالپی واکنش سؤال را می‌یابیم. توجه داشته باشید که با مایع شدن بخار آب موجود در فراورده‌های واکنش، اندازهٔ آنتالپی واکنش افزایش می‌یابد، یعنی بر اثر انجام واکنش، گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

$$\Delta H_{\text{نهایی}}=(-1407/5)+(-123)=-1530/5kJ$$

بنابراین مجموع انرژی مبادله شده در این فرایند برابر با $-1530/5$ کیلوژول است.

مسیریابی کاری با محاسبهٔ آنتالپی واکنش با فرض اینکه حالت فیزیکی H_2O گاز است، به عدد $-1407/5$ رسیدیم. اکنون با توجه به اینکه با مایع شدن بخار آب که در فراورده‌ها قرار دارد، گرمای بیشتری آزاد می‌شود و آنتالپی منفی‌تر می‌شود، بدون انجام محاسبه، می‌توان گزینهٔ (۴) را انتخاب نمود.

گزینهٔ (۴)

تست ۳۵ گرمای لازم برای افزایش دمای یک قطعهٔ آلومینیمی به جرم ۳/۸ کیلوگرم از $15^\circ C$ به $215^\circ C$ را از سوختن کامل چند میلی‌لیتر اتانول می‌توان تأمین کرد؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ آلومینیم را برابر $0/9J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ و چگالی اتانول را برابر $0/8g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید.)

$$C_2H_5OH(l)+3O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(l) \qquad \Delta H=-1368kJ \qquad (O=16,C=12,H=1:g.mol^{-1})$$

مربوط به تست ۴ – آزمون ۳۹

۱) ۱۸/۷۵ ۲) ۲۸/۷۵
۳) ۱۸۷/۵ ۴) ۲۸۷/۵

پاسخ:

$$Q=m.c.\Delta\theta\Rightarrow Q=3/8\times0/9\times(215-15)=684kJ$$

$$?mL\ C_2H_5OH=-684kJ\times\frac{1mol\ C_2H_5OH}{-1368kJ}\times\frac{46g\ C_2H_5OH}{1mol\ C_2H_5OH}\times\frac{1mol\ C_2H_5OH}{0/8g\ C_2H_5OH}=28/75mL\ C_2H_5OH$$

گزینهٔ (۲)

تست ۳۶ **داده‌های زیر برای واکنش $2A(g)\rightarrow 3B(g)+D(g)$ به دست آمده است. سرعت متوسط مصرف مادهٔ A در ۴۰ ثانیهٔ نخست واکنش برابر ..... $mol.L^{-1}.s^{-1}$ است و اگر واکنش پس از ۲۰ ثانیهٔ نخست با سرعت متوسط ثابتی انجام بگیرد، زمان کل انجام این واکنش، ..... ثانیه است.**

مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۴۰

زمان (s)	۰	۲۰	۴۰
$[A](mol.L^{-1})$	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۳۰

۱) $160-8\times10^{-2}$
۲) $160-5\times10^{-3}$
۳) $140-8\times10^{-2}$
۴) $140-5\times10^{-3}$

پاسخ: با استفاده از اطلاعات جدول، می‌توانیم سرعت متوسط مصرف مادهٔ A را در ۴۰ ثانیهٔ نخست واکنش به‌دست آوریم.

$$\bar{R}(A)=\frac{-\Delta[A]}{\Delta t}=\frac{-(0/3-0/5)}{40-0}=5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

پس از ثانیهٔ ۲۰، واکنش با سرعت **ثابتی** انجام می‌شود؛ بنابراین سرعت واکنش، پس از ثانیهٔ ۴۰، با سرعت واکنش در بازهٔ زمانی ۲۰ تا ۴۰ ثانیه برابر است. در نتیجه، ابتدا باید سرعت متوسط مصرف A را در این بازهٔ زمانی به دست آوریم.

$$\bar{R}(A)=\frac{-\Delta[A]}{\Delta t}=\frac{-(0/3-0/36)}{40-20}=3\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

اکنون که سرعت ثابت واکنش را به دست آوردیم، می‌توانیم مدت زمان لازم برای اینکه غلظت A از $0/3 mol.L^{-1}$ به صفر برسد را تعیین کنیم. اگر این زمان را با ۴۰ ثانیه‌ای که تا این لحظه از آغاز واکنش گذشته است، جمع کنیم، زمان کل انجام واکنش مشخص می‌شود:

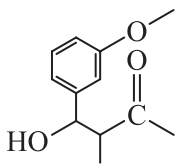
$$\bar{R}(A)=\frac{-\Delta[A]}{\Delta t}\Rightarrow 3\times10^{-3}=\frac{-(0-0/3)}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=100\ s$$

زمان انجام واکنش $=40+100=140\ s$

گزینهٔ (۴)

تست ۳۷ **با توجه به جدول زیر، چند مورد از عبارت‌های داده شده دربارهٔ ترکیبی با ساختار زیر، درست است؟**

مربوط به تست ۸ – آزمون ۴۱



پیوند	O—H	C—O	C—C	C—H
میانگین آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-1})$	۴۶۳	۳۸۰	۳۴۸	۴۱۸

الف) گروه عاملی موجود در دارچین، در آن یافت می‌شود.
ب) فرمول مولکولی آن به صورت $C_{12}H_{17}O_3$ است.
پ) ترکیبی آروماتیک است که دارای دوازده الکترون ناپیوندی است.
ت) در حالت گازی در میان پیوندهای یگانه، برای شکستن پیوند یگانهٔ گروه عاملی هیدروکسیل، انرژی بیشتری نیاز است.

۱) ۴
۲) ۲
۳) ۱
۴) ۳

پاسخ: عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): دارچین دارای گروه عاملی **آلدهیدی** است، در حالی که این گروه در ترکیب مورد نظر وجود ندارد.

عبارت (ب): فرمول مولکولی ترکیب داده شده به صورت $C_{12}H_{16}O_3$ است.

عبارت (پ): این ترکیب دارای حلقهٔ بنزن است؛ بنابراین **آروماتیک** می‌باشد و دارای دوازده الکترون ناپیوندی روی اتم‌های اکسیژن خود است.

عبارت (ت): گروه هیدروکسیل، دارای پیوند O—H است و با توجه به جدول داده شده، در حالت گازی در میان پیوندهای یگانه، برای شکستن پیوند یگانهٔ O—H، انرژی بیشتری نیاز است.

گزینهٔ (۲)

تست ۳۸ با توجه به داده‌های جدول زیر، می‌توان دریافت که معادلهٔ واکنش به صورت ..... می‌باشد و سرعت متوسط واکنش در ۵ ثانیهٔ چهارم، برابر ..... مول بر لیتر بر ثانیه است.

مربوط به تست ۱۹ – آزمون ۴۲

زمان (s) / غلظت ($mol.L^{-1}$)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
[A(g)]	۹	۶/۸	۴/۸	۳	۱/۵
[B(g)]	۰	۲/۲	۴/۲	۶	۷/۵
[C(g)]	۴/۱	۳	۲	۱/۱	۰/۳۵

۱) $1/8\times10^{-1}$ - $2A(g)+C(g)\rightarrow 2B(g)$

۲) $1/5\times10^{-1}$ - $2B(g)\rightarrow 2A(g)+C(g)$

۳) $1/5\times10^{-1}$ - $2A(g)+C(g)\rightarrow 2B(g)$

۴) $1/8\times10^{-1}$ - $2B(g)\rightarrow 2A(g)+C(g)$

پاسخ: همان‌طور که مشاهده می‌شود، با گذشت زمان، غلظت مادهٔ B افزایش و غلظت مادهٔ A و C کاهش می‌یابد، پس B فراورده و A و C واکنش‌دهنده هستند. برای به دست آوردن ضریب استوکیومتری هر یک از مواد، باید توجه داشت که Δn هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری همان ماده تغییر می‌کند. پس با توجه به جدول، یک بازهٔ زمانی را به دلخواه مشخص کرده و تغییرات غلظت هر سه ماده را در آن بازهٔ زمانی به دست آورده و مقایسه می‌کنیم. برای مثال، ۵ ثانیهٔ اول واکنش را در نظر می‌گیریم. تغییرات غلظت ماده‌های A و B با هم یکسان و برابر با $2/2 mol.L^{-1}$ و تغییرات غلظت مادهٔ C، برابر با $1/1 mol.L^{-1}$ می‌باشد؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم ضریب استوکیومتری A و B با هم یکسان و برابر با ۲ و ضریب استوکیومتری C برابر با ۱ است. با توجه به اطلاعات بالا، در می‌یابیم که معادلهٔ واکنش موردنظر به صورت $2A(g)+C(g)\rightarrow 2B(g)$ است. ۵ ثانیهٔ چهارم یعنی از ثانیهٔ ۱۵ تا ثانیهٔ ۲۰، پس می‌توان نوشت:

$$\bar{R}(\text{واکنش})=\frac{\bar{R}(C)}{\text{ضریب C}}=\frac{\bar{R}(C)}{1}=\frac{-(0/35-1/1)mol.L^{-1}}{5s}=0/15=1/5\times10^{-1}mol.L^{-1}.s^{-1}$$

گزینهٔ (۳)

تست ۳۹ با استفاده از اطلاعات زیر، آنتالپی واکنش $CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$ چند کیلوژول است؟

مربوط به تست ۹ – آزمون ۴۴

$C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1=-393/5kJ$

$2H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2=-571/7kJ$

$C(s)+2H_2(g)\rightarrow CH_4(g)$ $\quad \Delta H_3=-74/8kJ$

۱) $-890/4$

۲) $+890/4$

۳) -1040

۴) $+1040$

پاسخ: مرحلهٔ (۱): $CH_4(g)$ فقط در معادلهٔ واکنش (۳) وجود دارد، پس واکنش (۳) را معکوس می‌کنیم.

مرحلهٔ (۲): $CO_2(g)$ فقط در معادلهٔ واکنش (۱) وجود دارد، پس واکنش (۱) را بدون تغییر می‌نویسیم.

مرحلهٔ (۳): $H_2O(l)$ فقط در معادلهٔ واکنش (۲) وجود دارد، پس واکنش (۲) را بدون تغییر می‌نویسیم.

۱) $C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H'_1=-393/5kJ$

۲) $2H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad \Delta H'_2=-571/7kJ$

۳) $CH_4(g)\rightarrow C(s)+2H_2(g)$ $\quad \Delta H'_3=+74/8kJ$

$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$ $\quad \Delta H_{\text{کل}}=-890/4kJ$

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۷

تست ۴۰ از واکنش چند لیتر گاز اتن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر $15 L.mol^{-1}$ است، ۷ کیلوگرم پلی‌اتن تولید می‌شود؟ مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۴۶

$n\ C_2H_4(g) \rightarrow -(C_2H_4)_n-(s)$ $(C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۷۵۰ ۲) ۴۵۶۰
۳) ۵۶۰۰ ۴) ۱۲۵۰

پاسخ: جرم پلیمر تولید شده با مجموع جرم مونومرهای سازندهٔ آن برابر است، پس در این سؤال، جرم پلیمر تولید شده را برابر با مجموع جرم مونومرهایی که در واکنش مصرف می‌شود، در نظر می‌گیریم و ابتدا تعداد مول و سپس حجم آن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\ C_2H_4 = 7kg\ \text{مونومر} \times \frac{10^3 g\ \text{مونومر}}{1 kg\ \text{مونومر}} \times \frac{1 mol\ \text{مونومر}}{28 g\ \text{مونومر}} \times \frac{15 L\ \text{مونومر}}{1 mol\ \text{مونومر}} = 3750 L\ \text{مونومر}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۴۱ ۲۹ گرم هگزانوئیک اسید با مقدار کافی اتانول وارد واکنش می‌شود. اگر بازده درصدی واکنش برابر ۶۰ درصد باشد، چند گرم استر تولید می‌شود؟ $(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$ مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۴۷

۱) ۶۰ ۲) ۴۸/۴
۳) ۳۶ ۴) ۲۱/۶

پاسخ: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$C_6H_{12}O_2 + C_2H_6O \rightarrow C_8H_{16}O_2 + H_2O$$

$$?\,g\ C_8H_{16}O_2 = 29 g\ C_6H_{12}O_2 \times \frac{1 mol\ C_6H_{12}O_2}{116 g\ C_6H_{12}O_2} \times \frac{1 mol\ C_8H_{16}O_2}{1 mol\ C_6H_{12}O_2} \times \frac{144 g\ C_8H_{16}O_2}{1 mol\ C_8H_{16}O_2} \times \frac{60}{100} = 21/6 g\ C_8H_{16}O_2$$

گزینهٔ (۴)

تست ۴۲ چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ ترکیب داده شده، نادرست است؟ مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۴۷

الف) فرمول مولکولی ترکیب روبه‌رو به صورت $C_5H_{13}N$ است.

ب) میان مولکول‌های این ماده در حالت خالص، پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

پ) گروه عاملی موجود در ساختار داده شده، در ساختار مو و ناخن نیز وجود دارد.

ت) در ترکیب مورد نظر، دو اتم کربن وجود دارد که به یک اتم کربن دیگر متصل شده‌اند.

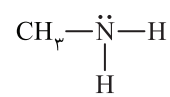
۱) صفر ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: فقط عبارت (پ) نادرست است. گروه عاملی موجود در ساختار مو و ناخن، گروه عاملی **آمیدی** است در حالی که مولکول نشان داده‌شده در شکل، یک آمین است.

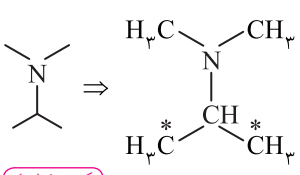
بررسی سایر عبارت‌ها:

عبارت (الف): از آنجا که فرمول مولکولی عمومی آمین‌ها به‌صورت $C_nH_{2n+3}N$ می‌باشد؛ بنابراین فرمول مولکولی این آمین به‌صورت $C_5H_{13}N$ است. البته می‌توانستید با شمارش اتم‌های موجود در ساختار هم به این فرمول مولکولی برسید.

عبارت (ب): عامل بوی بد ماهی، **متیل‌آمین** و برخی آمین‌های دیگر است که با توجه به ساختار آن که در روبه‌رو مشاهده می‌کنید، توانایی برقراری پیوند هیدروژنی را **دارد**. (چون هیدروژن متصل به اتم نیتروژن دارد.) اما آمین مورد سؤال، دارای هیدروژن متصل به نیتروژن نیست و **نمی‌تواند** پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.



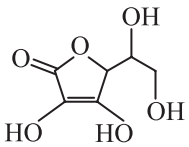
عبارت (ت): در ترکیب مورد نظر، دو اتم کربن وجود دارد که به یک اتم کربن دیگر متصل هستند. در شکل مقابل، این اتم‌های کربن با علامت ستاره مشخص شده‌اند.



گزینهٔ (۲)

تست ۴۳ **در مورد ساختار ویتامین C، کدام گزینه نادرست است؟**

مربوط به تست ۸ – آزمون ۴۸



۱) فرمول مولکولی آن $C_6H_8O_6$ است.

۲) دارای گروه‌های عاملی هیدروکسیل و کربوکسیل می‌باشد.

۳) در ساختار آن، ۲۲ پیوند کووالانسی وجود دارد.

۴) به دلیل تعداد زیاد گروه قطبی در خود، آب‌دوست است.

پاسخ: برخلاف نام این ویتامین که آسکوربیک اسید است، ویتامین C، یک **استر حلقوی** است و گروه عاملی کربوکسیل ندارد. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه‌های (۱) و (۳): در این مولکول تعداد اتم‌های کربن و اکسیژن برابر ۶ است؛ بنابراین تعداد هیدروژن و پیوند کوالانسی در آن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد هیدروژن}=((2\times C)+2)-(2\times 6)+2)-(2\times 3)=8=(\text{مجموع تعداد پیوندهای دوگانه و حلقه}\times 2)$$

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی}=\frac{(4\times C)+(H\times 1)+(2\times O)}{2}=\frac{(4\times 6)+(8\times 1)+(6\times 2)}{2}=22$$

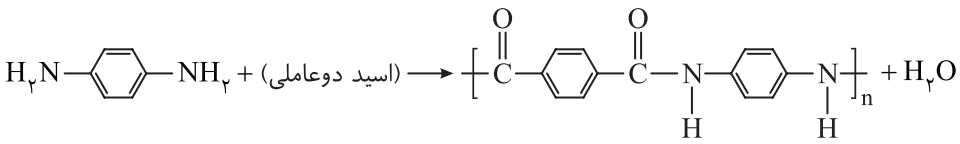
گزینهٔ (۴): در این مولکول، ۴ گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی استری وجود دارد که همگی قطبی بوده و باعث می‌شوند این ویتامین به میزان زیادی **آب‌دوست** و محلول در آب باشد.

گزینهٔ (۲)

تست ۴۴ **در واکنش تولید پلی‌آمید زیر، چند گرم اسید دوعاملی با درصد خلوص ۸۳ با ۱۳/۵g آمین دوعاملی واکنش می‌دهد و چند گرم آب تولید می‌شود؟**

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) $(H=1, C=12, N=14, O=16: g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۴۹



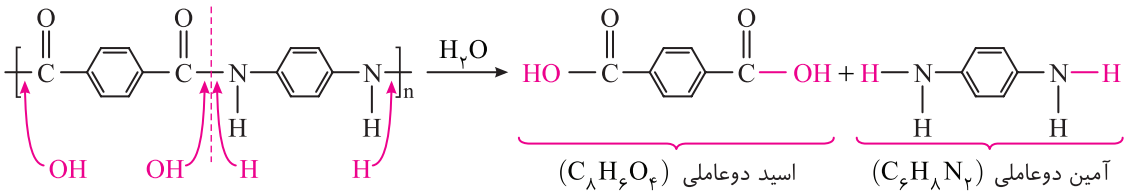
۱) ۴/۵ - ۲۱/۴

۲) ۱/۸۵ - ۲۱/۴

۳) ۴/۵ - ۲۵

۴) ۱/۸۵ - ۲۵

پاسخ: ابتدا اسید مورد نظر را مشخص کرده و سپس مقدار آن را محاسبه می‌نماییم.



$$?\,g\ \text{اسید}=13/5\,g\ \text{آمین}\times\frac{1\ \text{mol آمین}}{108\,g\ \text{آمین}}\times\frac{n\ \text{mol اسید}}{n\ \text{mol آمین}}\times\frac{166\,g\ \text{اسید}}{1\ \text{mol اسید}}\times\frac{100}{83}=25\,g\ \text{اسید}$$

$$?\,g\ H_2O=13/5\,g\ \text{آمین}\times\frac{1\ \text{mol آمین}}{108\,g\ \text{آمین}}\times\frac{2n\ \text{mol}\ H_2O}{n\ \text{mol آمین}}\times\frac{18\,g\ H_2O}{1\ \text{mol}\ H_2O}=4/5\,g\ H_2O$$

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۸

تست ۴۵ واکنش تجزیهٔ سدیم نیترات به‌صورت $2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s)+O_2(g)$ است. اگر در ۵ دقیقهٔ نخست واکنش، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در ظرفی به حجم ۵ لیتر برابر $2\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، در این مدت زمان، چند گرم سدیم نیترات با خلوص ٪۶۸ مصرف شده است؟ $(Na=23, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۵۱

۱) ۱۲۵
۲) ۲۵۲
۳) ۱۵۷
۴) ۸۵

پاسخ: ابتدا مقدار مول O_2 تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(O_2)=\frac{\Delta n(O_2)}{V\times\Delta t}\Rightarrow 2\times10^{-2}=\frac{\Delta n(O_2)}{5\times5}\Rightarrow\Delta n(O_2)=0/5mol$$

در ۵ دقیقهٔ نخست واکنش، ۰/۵ مول O_2 تولید شده است، اکنون جرم سدیم نیترات ناخالص مصرفی را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\ NaNO_3\ \text{ناخالص}=0/5mol\,O_2\times\frac{2mol\ NaNO_3}{1mol\ O_2}\times\frac{85g\ NaNO_3}{1mol\ NaNO_3}\times\underbrace{\frac{100g\ NaNO_3\ \text{ناخالص}}{68g\ NaNO_3\ \text{خالص}}}_{\text{درصد خلوص}}=125g\ NaNO_3\ \text{ناخالص}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۴۶ با توجه به مقادیر آنتالپی پیوندهای زیر، ΔH این واکنش چند کیلوژول است؟

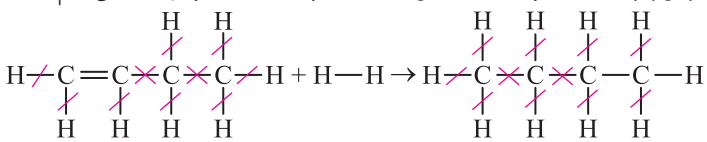
$$C_4H_8(g)+H_2(g)\rightarrow C_4H_{10}(g)$$

مربوط به تست ۱۲ – آزمون ۵۲

پیوند	C—C	C=C	C—H	H—H
انرژی	۳۴۸	۶۱۴	۴۱۵	۴۳۶

۱) −۴۷۶
۲) −۱۲۸
۳) +۱۲۸
۴) +۴۷۶

پاسخ: ابتدا فرمول ساختاری مواد شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌کنیم. سپس پیوندهای مشترک میان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را از طرفین ساده می‌کنیم:



$$\Delta H=[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد فراورده}]-[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده}]$$

$$\Delta H=[\Delta H(C=C)+\Delta H(H-H)]-[2\Delta H(C-H)+\Delta H(C-C)]$$

$$\Delta H=(614+436)-(2\times415+348)=-128kJ$$

گزینهٔ (۲)

تست ۴۷ اگر دمای آهن تولید شده در واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر در اثر جذب ۱۰۰/۸ kJ گرما، به میزان $16^\circ C$ افزایش یابد، چند لیتر گاز CO در این واکنش در شرایط STP مصرف می‌شود؟ $(c_{Fe}=0/45\ J.g^{-1}.K^{-1}, Fe=56\ g.mol^{-1})$

$$Fe_2O_3(s)+CO(g)\rightarrow CO_2(g)+Fe(s)$$

مربوط به تست ۹ – آزمون ۵۴

۱) ۵۰۴۰
۲) ۲۸۰۰
۳) ۸۴۰۰
۴) ۵۶۰۰

پاسخ: ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$Fe_2O_3(s)+3CO(g)\rightarrow 3CO_2(g)+2Fe(s)$$

اکنون جرم آهن تولید شده در واکنش را تعیین می‌کنیم و سپس از طریق آن، حجم گاز کربن مونوکسید مصرفی را محاسبه می‌نماییم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow100800=m\times0/45\times16\Rightarrow m=14000g\ Fe$$

$$?\,L\ CO=14000g\ Fe\times\frac{1mol\ Fe}{56g\ Fe}\times\frac{3mol\ CO}{2mol\ Fe}\times\frac{22/4L\ CO}{1mol\ CO}=8400L\ CO$$

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۹

تست ۴۸ واکنش گازی $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$ در یک ظرف سربسته در حال انجام است. اگر پس از گذشت ۳ دقیقه از آغاز واکنش، ۲۸/۸ گرم گاز اکسیژن تولید شود و سرعت متوسط تولید گاز NO_2 برابر $0/04\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، حجم ظرف واکنش برابر چند لیتر است؟

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۵۶

$(O=16\ g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵
۲) ۱
۳) ۰/۵
۴) ۲

پاسخ: ابتدا مقدار مولی از گاز NO_2 که در این مدت (۳ دقیقه یا ۱۸۰ ثانیه) تولید شده را محاسبه کرده و سپس با استفاده از آن، حجم ظرف واکنش را محاسبه می‌نماییم:

$$?\,mol\ NO_2 = 28/8\,g\ O_2 \times \frac{1\,mol\ O_2}{32\,g\ O_2} \times \frac{4\,mol\ NO_2}{1\,mol\ O_2} = 3/6\,mol\ NO_2$$

$$\bar{R}(NO_2) = \frac{n(NO_2)}{V_{ظرف} \times t} \Rightarrow 0/04\,mol.\,L^{-1}.s^{-1} = \frac{3/6\,mol}{V_{ظرف} \times 180\,s} \Rightarrow V_{ظرف} = 0/5\,L$$

گزینهٔ (۳)

تست ۴۹ اگر غلظت یون سولفات در یک نمونه آب برابر ۷۶۸ppm باشد، برای رسوب دادن یون‌های سولفات ۵ کیلوگرم از این آب، به چند گرم باریم کلرید نیاز است؟

مربوط به تست ۸ – آزمون ۵۸

$(Ba=137, S=32, Cl=35/5, O=16 : g.mol^{-1})$

$SO_4^{2-}(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2Cl^-(aq)$

۱) ۸/۳۲
۲) ۷/۲۵
۳) ۶/۶۷
۴) ۱۰/۳۳

پاسخ: روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,g\ BaCl_2 = 5kg\ آب \times \frac{10^3\,g\ آب}{1\,kg\ آب} \times \frac{768\ SO_4^{2-}}{10^6\,g\ آب} \times \frac{1\,mol\ SO_4^{2-}}{96\,g\ SO_4^{2-}} \times \frac{1\,mol\ BaCl_2}{1\,mol SO_4^{2-}} \times \frac{208\,g\ BaCl_2}{1\,mol\ BaCl_2} = 8/32\,g\ BaCl_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت ppm یون سولفات} \times \text{گرم نمونه آب}}{10^6 \times \text{ضریب} \times \text{جرم مولی یون سولفات}} = \frac{\text{جرم باریم کلرید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5 \times 10^3 \times 768}{96 \times 1 \times 10^6} = \frac{x\ g\ BaCl_2}{1 \times 208} \Rightarrow x = 8/32\,g\ BaCl_2$$

گزینهٔ (۱)

تست ۵۰ نام استر حاصل از واکنش کامل ۳۷ گرم پروپانوئیک اسید و ۲۳ گرم از یک الکل سیرشدهٔ تک‌عاملی در کدام گزینه آمده و برای سوختن کامل یک مول از استر حاصل، به چند لیتر هوا نیاز است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید و ۲۰ درصد حجم هوا را گاز اکسیژن تشکیل می‌دهد.)

مربوط به تست ۱۹ – آزمون ۵۹

$(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) پروپیل پروپانوات – ۶۲۵
۲) اتیل پروپانوات – ۱۴۵
۳) پروپیل پروپانوات – ۵۲۵
۴) اتیل پروپانوات – ۷۲۸

پاسخ: هر مول کربوکسیلیک اسید یک‌عاملی با یک مول الکل یک‌عاملی به‌طور کامل واکنش می‌دهد؛ بنابراین داریم:

$$C_3H_6O_2 + C_nH_{2n+2}O \rightarrow C_{n+3}H_{2n+8}O_2 + H_2O$$

$$37g\ C_3H_6O_2 \times \frac{1\,mol\ C_3H_6O_2}{74g\ C_3H_6O_2} \times \frac{1\,mol\ C_nH_{2n+2}O}{1\,mol\ C_3H_6O} = \frac{(14n+18)g\ C_nH_{2n+2}O}{1\,mol\ C_nH_{2n+2}O} = 23g\ C_nH_{2n+2}O \Rightarrow n=2$$

بنابراین الکل مورد نظر اتانول (C_2H_6O) است و استر تولید شده «اتیل پروپانوات» نام دارد. معادلهٔ سوختن کامل اتیل پروپانوات $(C_5H_{10}O_2)$ به‌صورت زیر است:

$$2C_5H_{10}O_2 + 13O_2 \rightarrow 10CO_2 + 10H_2O$$

$$?\,L\ هوا = 1\,mol\ استر \times \frac{13\,mol\ O_2}{2\,mol\ استر} \times \frac{22/4\,L\ O_2}{1\,mol\ O_2} \times \frac{100\,L\ هوا}{20\,L\ O_2} = 728\,L\ هوا$$

گزینهٔ (۴)

پاسخ تشریحی آزمون ۷

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۵۰ درصد	۲ - ۷ - ۱۴ - ۱۸ - ۲۰	۱- تست ۲ از جمله تست‌های محاسباتی، وقت‌گیر و دشوار است، بهتر است آن را در دور دوم حل کنید. ۲- تست ۷ مشابه یکی از تست‌های دشوار کنکور است ولی می‌توان آن را از مسیر ابتکاری به سرعت حل نمود.

۱ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): مقایسه **عدد اتمی** گازهای نجیب داده شده به‌صورت $_{2}He > _{10}Ne > _{18}Ar$ است، اما مقایسهٔ **فراوانی** این سه گاز نجیب در سیارهٔ مشتری، به‌صورت $_{10}Ne > _{18}Ar > _{2}He$ می‌باشد. این دو مقایسه، یکسان نیستند. عبارت (ب): عنصرهای **اکسیژن** و **گوگرد**، در میان عنصرهای فراوان دو سیارهٔ زمین و مشتری، مشترک هستند. رتبهٔ فراوانی اکسیژن در زمین برابر ۲ و در مشتری، برابر ۴ است، اما رتبهٔ فراوانی گوگرد در هر دو سیاره، **برابر ۶** می‌باشد. عبارت (پ): رتبه‌های اول و دوم فراوانی در سیارهٔ مشتری، برای عنصرهای هیدروژن و هلیم و در سیارهٔ زمین، برای عنصرهای آهن و اکسیژن است. اختلاف درصد فراوانی H و He، بسیار **بیشتر** از اختلاف درصد فراوانی Fe و O می‌باشد. عبارت (ت): در میان هشت عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری، فقط گوگرد به حالت **جامد** است، اما در میان هشت عنصر فراوان در سیارهٔ زمین، هفت عنصر جامد وجود دارد، از این رو چگالی سیارهٔ زمین از سیارهٔ مشتری **بیشتر** است.

۲ ۳ ابتدا جرم اتمی ایزوتوپ سوم A و ایزوتوپ دوم B را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم اتمی میانگین A} = \frac{M_1a_1+M_2a_2+M_3a_3}{a_1+a_2+a_3} \Rightarrow ۵۷/۷ = \frac{(۵۷\times۵۰)+(۵۸\times۳۰)+(M_3\times۲۰)}{۱۰۰} \Rightarrow M_3 = ۵۹\ amu$$

$$\text{جرم اتمی میانگین B} = \frac{M_1a_1+M_2a_2}{a_1+a_2} \Rightarrow ۲۷/۸ = \frac{(۲۸\times۹۰)+(M_2\times۱۰)}{۱۰۰} \Rightarrow M_2 = ۲۶\ amu$$

سبک‌ترین مولکول A_3B_2 از سبک‌ترین ایزوتوپ‌ها تشکیل می‌شود. پس:

$$\text{جرم سبک‌ترین مولکول } A_3B_2 = (۵۷\times۳)+(۲۶\times۲) = ۲۲۳\ amu$$

به همین ترتیب جرم سنگین‌ترین مولکول A_3B_2 برابر است با:

$$\text{جرم سنگین‌ترین مولکول } A_3B_2 = (۵۹\times۳)+(۲۸\times۲) = ۲۳۳\ amu$$

مجموع تعداد ذرات زیراتمی درون هسته (نوترون و پروتون) در سنگین‌ترین مولکول A_3B_2 برابر ۲۳۳ است، پس خواهیم داشت:

$$\text{مجموع تعداد P و N} = ۷\times۱۰^{-۱۸}\ mg\ A_3B_2 \times \frac{۱۰^{-۳}\ g}{۱\ mg} \times \frac{۱\ mol\ A_3B_2}{۲۳۳\ g\ A_3B_2} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ molecule}{۱\ mol\ A_3B_2} \times \frac{۲۳۳\ (N,P\ \text{ذره})}{۱\ molecule} = ۴۲۱۴$$

۲ ۳ عبارت‌های (الف) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن $_{1}^{1}H$ می‌باشد که دارای نوترون نیست و ناپایدارترین ایزوتوپ آن $_{1}^{7}H$ می‌باشد که دارای ۶ نوترون می‌باشد. بنابراین اختلاف نوترون‌ها برابر ۶ است. عبارت (ب): با توجه به اینکه پایداری رادیوایزوتوپ‌ها به **نیم‌عمر** آن‌ها بستگی دارد، ترتیب پایداری رادیوایزوتوپ‌ها به‌صورت روبه‌رو است:

$$_{1}^{3}H > _{1}^{5}H > _{1}^{6}H > _{1}^{4}H > _{1}^{7}H$$
$$\text{تعداد نوترون}: \quad ۲ \quad ۴ \quad ۵ \quad ۳ \quad ۶$$

عبارت (پ): از ۵ رادیوایزوتوپ هیدروژن یک ایزوتوپ در طبیعت یافت می‌شود که نیم‌عمر آن حدوداً برابر ۱۲ سال بوده و نیم‌عمر ۴ رادیوایزوتوپ دیگر کمتر از یک ثانیه است. عبارت (ت): ایزوتوپ‌های **پایدار** هیدروژن $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ می‌باشند که به ترتیب دارای صفر و ۱ نوترون می‌باشند. بنابراین مجموع نوترون‌های این دو ایزوتوپ، کمتر از تعداد نوترون‌های ناپایدارترین ایزوتوپ ($_{1}^{7}H$، با ۶ نوترون) است.

۴ ۳ با توجه به اینکه A_A عدد جرمی A و A_B عدد جرمی B است، می‌توان نوشت:

$$^{۸۰}A^{۲-}: A_A = N+P = ۸۰ \xrightarrow{P=e-۲} N+(e-۲) = ۸۰ \Rightarrow ۸۲ = N+e$$

$$B^{۳+}: A_B = N+P \xrightarrow{P=e+۳} A_B = N+(e+۳) = N+e+۳$$

با توجه به اینکه شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این دو ذره با هم برابر است، داریم:

$$A_B = ۸۲+۳ = ۸۵$$

۴ ۵ فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی به منظور افزایش درصد یک ایزوتوپ خاص در نمونهٔ خالص آن صورت می‌گیرد و طی این فرایند انرژی الکتریکی تولید نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱):

$$\begin{cases} _{20}Ca: [_{18}Ar]4s^2 \Rightarrow \text{گروه } ۲ \\ _{88}Ra: [_{86}Rn]7s^2 \Rightarrow \text{گروه } ۲ \end{cases} \quad \begin{cases} _{27}Co: [_{18}Ar]3d^7 4s^2 \Rightarrow \text{گروه } ۹ \\ _{45}Rh: [_{36}Kr]4d^7 5s^2 \Rightarrow \text{گروه } ۹ \end{cases} \quad \begin{cases} _{6}C: [_{2}He]2s^2 2p^2 \Rightarrow \text{گروه } ۱۴ \\ _{32}Ge: [_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2 \Rightarrow \text{گروه } ۱۴ \end{cases}$$

هر سه جفت عنصر داده شده در یک گروه هستند و خواص شیمیایی مشابهی دارند.

توجه با استفاده از عددهای اتمی **گازهای نجیب**، می‌توانستیم با سرعت بیشتری به این گزینه جواب دهیم. برای مثال، عدد اتمی دو عنصر $_{6}C$ و $_{32}Ge$، چهار واحد از عددهای ۱۰ و ۳۶ که مربوط به گازهای نجیب $_{10}Ne$ و $_{36}Kr$ است، کوچک‌تر هستند، در نتیجه دو عنصر $_{6}C$ و $_{32}Ge$، در یک گروه از جدول دوره‌ای قرار دارند.

گزینهٔ (۲): هر دو ذرهٔ بیان شده، **رادیوایزوتوپ** هستند و با گذشت زمان، هستهٔ آن‌ها متلاشی می‌شود.

گزینهٔ (۳): نماد عنصرهای گروه ۱۸، به‌صورت He، Ne، Ar، Kr، Xe، Rn و Og است. ملاحظه می‌کنید که نماد همهٔ این عناصر، **دوحرفی** می‌باشد.

۶ ۴ فرمول تمام مولکول‌های اوزون و جرم مولکولی آن‌ها به‌صورت زیر است:

جرم مولکولی	ساختار مولکول	جرم مولکولی	ساختار مولکول	جرم مولکولی	ساختار مولکول
۵۴*	$^{18}O-^{18}O-^{18}O$	۵۱*	$^{17}O-^{17}O-^{17}O$	۴۸*	$^{16}O-^{16}O-^{16}O$
۵۲	$^{17}O-^{18}O-^{17}O$	۴۹	$^{16}O-^{17}O-^{16}O$	۵۰*	$^{17}O-^{16}O-^{17}O$
۵۰	$^{16}O-^{18}O-^{16}O$	۵۳*	$^{18}O-^{17}O-^{18}O$	۵۲*	$^{18}O-^{16}O-^{18}O$
۵۳	$^{18}O-^{18}O-^{17}O$	۵۰	$^{17}O-^{17}O-^{16}O$	۴۹*	$^{16}O-^{16}O-^{17}O$
۵۲	$^{18}O-^{18}O-^{16}O$	۵۲	$^{17}O-^{17}O-^{18}O$	۵۰	$^{16}O-^{16}O-^{18}O$
۵۱	$^{17}O-^{16}O-^{18}O$	۵۱	$^{16}O-^{17}O-^{18}O$	۵۰	$^{16}O-^{18}O-^{16}O$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید با ۳ ایزوتوپ اکسیژن، امکان تشکیل ۱۸ مولکول مختلف وجود دارد که در بین آن‌ها ۷ مولکول، جرم مولکولی متفاوتی دارند. (این ۷ مولکول با * مشخص شده‌اند.)

مسیر اندیشه‌ی اگر عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، به‌صورت واحد به واحد تغییر کند (مانند ۱۶، ۱۷، ۱۸) می‌توانیم از فرمول زیر برای مشخص کردن تعداد مولکول‌های با جرم مولکولی متفاوت استفاده کنیم:

تعداد مولکول‌های با جرم متفاوت = (جرم سنگین‌ترین مولکول ممکن) − (جرم سبک‌ترین مولکول ممکن) + ۱

$$= (\text{جرم } {}^{18}_{18}O\,{}^{18}_{18}O) - (\text{جرم } {}^{16}_{16}O\,{}^{16}_{16}O) \quad +1 = ۵۴ - ۴۸ + ۱ = ۷$$

۷ ۱ *شبیه‌ساز کنکور*

$$\text{جرم یک اتم } {}^{2}_{1}H = (\text{جرم یک الکترون} \times ۱) + (\text{جرم یک پروتون} \times ۱) + (\text{جرم یک نوترون} \times ۱) = m_e + m_p + m_N = m_e + ۱۸۴۰m_e + ۱۸۵۰m_e \simeq ۳۶۹۰m_e$$

$$\Rightarrow \text{جرم یک اتم } {}^{2}_{1}H = ۳۶۹۰m_e \times \frac{۰/۰۰۰۵۴amu}{۱m_e} \times \frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g}{۱amu} \simeq ۳/۳۱\times۱۰^{-۲۴}g$$

بنابراین جرم هزار اتم ${}^{2}_{1}H$ برابر $۳/۳۱\times۱۰^{-۲۱}$ گرم است.

مسیر اندیشه‌ی جرم تقریبی یک اتم ${}^{2}_{1}H$، برابر ۲amu است؛ پس جرم این اتم را برحسب گرم، محاسبه کنیم:

$$?g = ۲amu \times \frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g}{۱amu} \simeq ۳/۳۱\times۱۰^{-۲۴}g$$

بنابراین جرم هزار اتم ${}^{2}_{1}H$ برابر $۳/۳۱\times۱۰^{-۲۱}$ گرم است.

۸ ۳ ابتدا شمار مول‌های اوکتان و اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$?mol\,C_8H_{18} = ۱۴۲۵mL\,C_8H_{18} \times \frac{۰/۸g\,C_8H_{18}}{۱mL\,C_8H_{18}} \times \frac{۱mol\,C_8H_{18}}{۱۱۴g\,C_8H_{18}} = ۱۰mol\,C_8H_{18}$$

$$?mol\,C_2H_6O = ۱۳۸g\,C_2H_6O \times \frac{۱mol\,C_2H_6O}{۴۶g\,C_2H_6O} = ۳mol\,C_2H_6O$$

میانبر محاسباتی برای محاسبهٔ مول C_8H_{18} داریم:

$$\frac{۱۴۲۵\times۰/۸}{۱۱۴} = ? \xrightarrow[\text{به جای ۱۴۲۵ و ۱۱۴، اعداد ۱۴۰۰ و ۱۱۰ قرار گیرد}]{\text{تخمین زدن}} \frac{۱۴۰۰\times۰/۸}{۱۱۰} \xrightarrow{\text{دسته‌بندی}} \frac{\overset{۱۱۲}{۱۴\times۸}}{۱۱} \times \frac{۱۰^{۲}\times۱۰^{-۱}}{۱۰} = \frac{۱۱۲}{۱۱} \simeq ۱۰$$

اکنون تعداد کل مول‌های موجود در مخلوط ناخالص را از روی تعداد ذرات آن به‌دست می‌آوریم:

$$?mol\,molecule = ۹/۳۳۱\times۱۰^{۲۴}\,molecule \times \frac{۱mol\,molecule}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,molecule} = ۱۵/۵mol\,molecule$$

بنابراین در مخلوط ناخالص، (۱۵/۵−۱۰−۳=۲/۵) مول ناخالصی وجود دارد.

$$?g\,\text{ناخالصی} = ۲/۵mol\,\text{ناخالصی} \times \frac{۲۸g\,\text{ناخالصی}}{۱mol\,\text{ناخالصی}} = ۷۰g\,\text{ناخالصی}$$

برای حل قسمت دوم سؤال، جرم هیدروژن موجود در اوکتان و اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$C_8H_{18}: ?g\,H = ۱۰mol\,C_8H_{18} \times \frac{۱۸mol\,H}{۱mol\,C_8H_{18}} \times \frac{۱g\,H}{۱mol\,H} = ۱۸۰g\,H$$

$$C_2H_6O: ?g\,H = ۳mol\,C_2H_6O \times \frac{۶mol\,H}{۱mol\,C_2H_6O} \times \frac{۱g\,H}{۱mol\,H} = ۱۸g\,H$$

$$\Rightarrow \text{جرم کل هیدروژن} = ۱۸۰ + ۱۸ = ۱۹۸g$$

۹ **۲** عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): پرتو خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود، اما در ناحیهٔ طول موج مرئی، بیشترین انحراف مربوط به نور **بنفش** رنگ است که کمترین طول موج را دارا می‌باشد. عبارت (ب): طول موج پرتوهای گاما از طول موج پرتوهای فرابنفش کوتاه‌تر است. عبارت (پ): پرتوهای الکترومغناطیسی تولید شده در کنترل تلویزیون از نوع **فروسرخ** هستند. این پرتوها انرژی کمتری نسبت به نور مرئی دارند.

۱۰ **۴** در اتم هیدروژن برانگیخته، ۴ انتقال منجر به تولید نور مرئی می‌شوند، اما انتقال‌هایی نیز وجود دارند که نتیجهٔ آن‌ها نشر نور مرئی نیست و انتقال الکترون از $n=۳$ به $n=۲$، نور **قرمز** تولید می‌کند.

نکته اطراف اتم هیدروژن، حداکثر هفت لایه الکترونی وجود دارد. اگر بخواهیم حداکثر تعداد انتقال‌های الکترونی ممکن بین همهٔ لایه‌های اتم هیدروژن برانگیخته را حساب کنیم، می‌توانیم این طور فرض کنیم که بین هر دو لایه‌ای که انتخاب می‌کنیم، یک انتقال الکترونی از لایهٔ الکترونی با n بیشتر به سمت لایهٔ الکترونی با n کمتر انجام می‌شود، بنابراین تعداد انتقال‌های الکترونی برابر است با تعداد انتخاب‌های دوتایی که می‌توانیم انجام دهیم. می‌توانیم از رابطهٔ ریاضی $\binom{۷}{۲}$ استفاده کنیم که حاصل آن، برابر ۲۱ می‌شود. یعنی در اتم هیدروژن ۲۱ انتقال الکترونی می‌تواند انجام شود که از میان آن‌ها، ۴ انتقال الکترونی در ناحیهٔ طول موج مرئی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): نور آبی با طول موج ۴۳۴ نانومتر بر اثر بازگشت الکترون از $n=۵$ به $n=۲$ در اتم هیدروژن تولید می‌شود.
گزینهٔ (۲): بر خلاف مدل اتمی بور هیدروژن، در مدل اتمی کوانتومی بیان شده بود که الکترون در همهٔ نقاط پیرامون هسته می‌تواند حضور یابد.
گزینهٔ (۳): انرژی همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی **پیوسته** و در نگاه میکروسکوپی، **گسسته** است.

۱۱ **۲** عبارت‌های (الف) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): زیر لایهٔ d در واقع زیرلایهٔ f است که لایهٔ الکترونی سوم $(n=۳)$ دارای چنین زیرلایه‌ای نیست. عبارت (ب): زیرلایهٔ a، زیرلایهٔ p است که اگر در لایهٔ $n=۲$ باشد، حداکثر گنجایش این لایه برابر با ۸ است. $(۲+۶=۸)$ و اگر در لایهٔ $n=۳$ باشد، حداکثر گنجایش الکترون این لایه برابر با ۱۸ می‌شود. $(۲+۶+۱۰=۱۸)$ عبارت (پ): زیرلایهٔ a با $n=۲$ در واقع $۲p$ است که حداکثر ظرفیت پذیرش ۶ الکترون را داراست. بنابراین **۶ عنصر** در جدول، به ترتیب، این زیرلایه را اشغال می‌کنند. توجه داشته باشید که در عناصر اول و دوم تناوب دوم، زیرلایهٔ $۲s$ الکترون می‌گیرد.
عبارت (ت): در لایهٔ الکترونی اول $(n=۱)$ زیرلایهٔ b که همان زیرلایهٔ s است وجود دارد، اما زیرلایهٔ c که زیرلایهٔ d است، موجود نمی‌باشد.

۱۲ **۳** مطابق قاعدهٔ آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، به‌صورت $۶s \to ۴f \to ۵d \to ۶p$ است. زیرلایه‌ای که قبل از $۶p$ و بعد از $۴f$ پر می‌شود، **زیرلایهٔ** $۵d$ می‌باشد. مقدار $n+l$ برای این زیرلایه، برابر ۷ می‌باشد $(۵+۲=۷)$.

$$n+l \begin{cases} ۴f: ۴+۳=۷ \\ ۷s: ۷+۰=۷ \end{cases}$$

در زیرلایه‌های $۷s$ و $۴f$ هم، حاصل $n+l$، برابر ۷ است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): در زیرلایهٔ $۵d$، حداکثر **ده الکترون** می‌تواند وارد شود. گزینهٔ (۲): در لایهٔ پنجم، بعد از زیرلایهٔ $۵d$، دو زیرلایهٔ دیگر هم وجود دارند که نسبت به $۵d$، سطح انرژی بالاتری دارند. برای مثال، زیرلایهٔ $۵f$، انرژی بیشتری نسبت به زیرلایهٔ $۵d$ دارد.
گزینهٔ (۴): در لایهٔ پنجم، حداکثر **۵۰ الکترون** می‌تواند وارد شود. $۲n^۲ = ۲\times(۵)^۲ = ۵۰$

۱۳ **۲** عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نخستین عنصر ساخت بشر، $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ است:

$$_{۴۳}Tc: [_{۳۶}Kr]۴d^۵۵s^۲ \Rightarrow \begin{cases} n=۵ \text{ با تعداد الکترون‌های} \to ۵s^۲ \to \text{دو الکترون} \\ n=۴ \text{ با تعداد الکترون‌های} \to ۴s^۲, ۴p^۶, ۴d^۵ \to \text{سیزده الکترون} \end{cases} \Rightarrow ۱۳-۲=۱۱$$

$$_{۲۹}Cu: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \underbrace{۳d^{۱۰} ۴s^۱}_{\text{لایه ظرفیت}} \Rightarrow ۱۱ \text{ الکترون ظرفیتی}$$

عبارت (ب): در **۵ عنصر** $_{۱۹}K$، $_{۲۴}Cr$، $_{۲۵}Mn$، $_{۲۹}Cu$ و $_{۳۳}As$، حداقل یک زیرلایهٔ نیمه‌پر در لایهٔ ظرفیت وجود دارد.
عبارت (پ): طیف نشری خطی نئون، دارای خطوط طیفی با طول موج بیشتر از ۷۰۰ نانومتر نیز می‌باشد، بنابراین همهٔ خطوط طیف نشری خطی این اتم، در ناحیهٔ مرئی $(۴۰۰-۷۰۰nm)$ قرار ندارند. عبارت (ت): زیر لایهٔ d، دارای $l=۲$ است. اگر بخواهیم در زیرلایه‌های d، پانزده الکترون داشته باشیم، باید ده الکترون در $۳d^{۱۰}$ و پنج الکترون در $۴d^۵$ وجود داشته باشد. اکنون می‌توانیم آرایش الکترونی این اتم را نوشته و تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های f و s که به ترتیب دارای $l=۱$ و $l=۰$ هستند را شمارش کنیم.

$$A: \underbrace{۱s^۲}_{l=۰} \underbrace{۲s^۲}_{l=۰} \underbrace{۲p^۶}_{l=۱} \underbrace{۳s^۲}_{l=۰} \underbrace{۳p^۶}_{l=۱} ۳d^{۱۰} \underbrace{۴s^۲}_{l=۰} \underbrace{۴p^۶}_{l=۱} ۴d^۵ \underbrace{۵s^۱}_{l=۰} \Rightarrow \begin{cases} l=۱ \text{ تعداد الکترون‌های با} = ۶+۶+۶=۱۸ \\ l=۰ \text{ تعداد الکترون‌های با} = ۲+۲+۲+۲+۱=۹ \end{cases} \Rightarrow \frac{۱۸}{۹}=۲$$

توجه زیرلایهٔ $۴d^۵$ در هر دو آرایش الکترونی $[Kr]۴d^۵۵s^۱$ و $[Kr]۴d^۵۵s^۲$ وجود دارد. با توجه به این که در صورت سؤال از عبارت «ممکن است» استفاده شده، بنابراین حالت $۴d^۵۵s^۱$ را بررسی کردیم.

۱۴ **۲** آرایش الکترونی اتم‌های $_{۳۸}A$ و $_{۳۵}X$ به‌صورت روبه‌رو است:

$$_{۳۵}X: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۵ \quad (\text{گروه ۱۷}) \qquad _{۳۸}A: [_{۳۶}Kr]۵s^۲ \quad (\text{گروه ۲})$$

A یک عنصر **فلزی** از گروه ۲ و X، یک عنصر **نافلزی** از گروه ۱۷ است، بنابراین ترکیب این دو عنصر، یک ترکیب **یونی** می‌باشد.

$$A^{۲+}: [_{۳۶}Kr], \; X^-: [_{۳۶}Kr] \xrightarrow{\text{بار هر یون را زیروند یون دیگر قرار می‌دهیم}} AX_۲$$

تست ۸ کلمات کدام گزینه، جای خالی سه عبارت زیر را در مورد عنصر ${}_{۳۷}X$ به درستی کامل می‌کند؟

الف) عنصری از دستهٔ ..... است.

ب) با عنصر ${}^{۱۶}_{۸}Y$ می‌تواند ترکیبی ..... تولید کند.

پ) برای رسم آرایش الکترونی فشردهٔ آن باید از گاز نجیب ..... استفاده نمود.

۱) s - یونی - کریپتون
۲) s - مولکولی - آرگون
۳) p - مولکولی - آرگون
۴) p - یونی - کریپتون

گزینهٔ (۱)

۱۵ ۳ بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): هر دو یون ${}_{۱۵}X^{۳-}$ و ${}_{۲۰}Y^{۲+}$، دارای هجده الکترون بوده و به آرایش الکترونی گاز نجیب **آرگون** می‌رسند.

عبارت (ب): آرایش الکترونی عنصر ${}_{۱۵}X$، به‌صورت $[{}_{۱۰}Ne]۳s^{۲}۳p^{۳}$ است. زیرلایهٔ $۳p$، در حالت **نیمه‌پر** قرار دارد.

عبارت (پ): $l=۱$، زیرلایهٔ p و $l=۰$، زیرلایهٔ s را نشان می‌دهد.

$${}_{۱۵}X^{۳-}: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶} \begin{cases} l=۱ \rightarrow ۲p^{۶}, ۳p^{۶} \Rightarrow \text{دوازده الکترون} \\ l=۰ \rightarrow ۱s^{۲}, ۲s^{۲}, ۳s^{۲} \Rightarrow \text{شش الکترون} \end{cases} \Rightarrow \frac{۱۲}{۶}=۲$$

۱۶ ۳ مولکول مذکور متان است $(CH_۴: ۱۲+۴=۱۶)$. در این مولکول، اتم‌های هیدروژن به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسند. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): مدل فضا پرکن HCl را نشان می‌دهد که اتم بزرگ‌تر، **کلر** است که در گاز $Cl_۲$ با خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی وجود دارد و اتم کوچک‌تر، هیدروژن است که در آمونیاک $(NH_۳)$ نیز یافت می‌شود. گزینهٔ (۲): عنصر X در گروه ۱۴ و دورهٔ ۲ قرار دارد (کربن). عنصر Y در گروه ۱۶ و دورهٔ ۲ قرار دارد (اکسیژن). مولکول $XY_۲$ ساختاری به‌صورت زیر دارد که دارای چهار پیوند کووالانسی است.

$$:\ddot{Y}=X=\ddot{Y}:$$

گزینهٔ (۴): هیدروژن کلرید و متان به ترتیب دارای یک و چهار اتم هیدروژن هستند. اختلاف این دو عدد برابر ۳ می‌باشد. در ساختار دو مولکول $Cl_۲$ و $O_۲$، مجموعاً ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد.

$$:\ddot{Cl}-\ddot{Cl}: \qquad :\ddot{O}=\ddot{O}:$$

۱۷ ۴ هر یک از اتم‌های نیتروژن، دارای ۷ الکترون هستند، بنابراین مولکول $N_۲$ که دارای دو اتم نیتروژن است، دارای ۱۴ الکترون می‌باشد. در مولکول $N_۲$ $(:N\equiv N:)$ **سه پیوند** اشتراکی بین دو اتم نیتروژن وجود دارد که نشان‌دهندهٔ شش الکترون اشتراکی می‌باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): گازهای نجیب واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری **بسیار کمی** دارند. برای مثال از زنون (Xe)، ترکیب‌هایی مانند $XeF_۲$ و $XeF_۶$ ساخته شده است.

گزینهٔ (۲): اگر یک عنصر دستهٔ d، مانند ${}_{۲۳}V$ را در نظر بگیریم، دارای پنج الکترون ظرفیتی می‌باشد. این عنصر تمایلی به جذب الکترون ندارد.

$${}_{۲۳}V: [{}_{۱۸}Ar]۳d^{۳}۴s^{۲}$$

گزینهٔ (۳): در مولکول $XBr_۴$، در اطراف اتم X، شش الکترون وجود دارد. این الکترون‌ها در شکل با علامت (×) مشخص شده‌اند، بنابراین اتم X نمی‌تواند در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای باشد و در **گروه** ۱۶ قرار دارد.

$$:\ddot{Br}-\overset{\times\times}{\underset{\times\times}{\times X\times}}-\ddot{Br}:$$

۱۸ ۱ عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): به فرایندی که در آن مقدار یک ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند. عبارت (ب): فراوانی ${}^{۱}H$، برابر ۹۹/۹۸۸ درصد و فراوانی ${}^{۲}H$، برابر ۰/۰۱۱ درصد است، بنابراین می‌توانیم از فراوانی ${}^{۲}H$ در برابر فراوانی ${}^{۱}H$ صرف‌نظر کنیم. عبارت (پ): در گونه‌های CaO و $Mg_۳N_۲$ پیوند یونی و در گونه‌های $SiF_۴$، $H_۲S$، HCN و $C_۲H_۴$ پیوند کووالانسی وجود دارد. عبارت (ت): عنصر Mg برای تولید هر مول $Mg_۳N_۲$، ۶ مول الکترون و برای تولید هر مول $MgCl_۲$، ۲ مول الکترون از دست می‌دهد.

$$Mg^{۲+}, ۲Cl^{-} \rightarrow MgCl_۲ \qquad ۳Mg^{۲+}, ۲N^{۳-} \rightarrow Mg_۳N_۲$$

حال با فرض برابر بودن تعداد الکترون‌های مبادله شده در هر واکنش، نسبت جرم ترکیب‌های یونی تولیدی را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{g\ Mg_۳N_۲}{g\ MgCl_۲}=\frac{n\ mol\ e^{-}\times\frac{۱\ mol\ Mg_۳N_۲}{۶ mol\ e^{-}}\times\frac{۱۰۰ g\ Mg_۳N_۲}{۱\ mol\ Mg_۳N_۲}}{n\ mol\ e^{-}\times\frac{۱\ mol\ MgCl_۲}{۲ mol\ e^{-}}\times\frac{۹۵ g\ MgCl_۲}{۱\ mol\ MgCl_۲}}=۰/۳۵$$

میانبر محاسباتی

جواب درست باید کمی بزرگ‌تر از ۰/۳۳ باشد. (پاسخ: ۰/۳۵)

$$\frac{۱۰۰\times۲}{۹۵\times۶}=?\xrightarrow[\text{به جای ۹۵، عدد ۱۰۰ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{۱۰۰\times۲}{۱۰۰\times۶}\xrightarrow{\text{ساده کردن}}\frac{\cancel{۱۰۰}\times۲}{\cancel{۱۰۰}\times\cancel{۶}_{۳}}=\frac{۱}{۳}\simeq ۰/۳۳$$

عبارت (ث): پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم که عنصرهای اول و دوم جدول دوره‌ای هستند، پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذر زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها، سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

۱۹ **۱** هیدروژن، دارای **هفت** ایزوتوپ است که **پنج** ایزوتوپ آن ناپایدار هستند. $(\frac{۵}{۷}\times ۱۰۰=٪۷۱/۴)$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): فراوان‌ترین ایزوتوپ لیتیم، $^{۷}_{۳}Li$ است که دارای ۴ نوترون می‌باشد. سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است که دارای ۱۴ نوترون می‌باشد. حاصل جمع این دو عدد، برابر ۱۸ است. گزینهٔ (۳): با پیشرفت علم شیمی و **فیزیک**، انسان می‌تواند طلا تولید کند، اما هزینهٔ تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد. گزینهٔ (۴): عناصری که در یک **گروه** از جدول دوره‌ای قرار دارند، خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی دارند.

۲۰ **۳** عبارت‌های (الف) و (ب) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): عنصر B، عنصر ^{۲۹}Cu است. آرایش الکترونی این اتم به‌صورت $[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱}$ و آرایش الکترونی یون Cu^{+} به‌صورت $[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$ می‌باشد. آرایش الکترونی یون Cu^{+} به زیر لایهٔ $۳d^{۱۰}$ ختم می‌شود که دارای **ده الکترون** است. اتم A، سدیم $(_{۱۱}Na)$ است، در یون Na^{+} هم مانند زیر لایهٔ $۳d^{۱۰}$، ده الکترون وجود دارد. عبارت (ب): عنصر C، در گروه ۱۶ قرار داشته و دارای **شش** الکترون ظرفیتی است. آرایش الکترون - نقطه‌ای این عنصر به‌صورت $(\cdot\ddot{\underset{\cdot}{C}}:)$ بوده و دارای دو جفت الکترون می‌باشد. عنصر D، در گروه ۱۵ است. این عنصر، در لایهٔ ظرفیت خود **پنج** الکترون دارد و آرایش الکترون - نقطه‌ای آن به‌صورت $(\cdot\ddot{\underset{\cdot}{D}}\cdot)$ است. ملاحظه می‌کنید که در آرایش الکترون - نقطه‌ای D، فقط یک جفت الکترون وجود دارد.

عبارت (پ): عنصر B، **مس** است. رنگ شعلهٔ فلز مس و ترکیب‌های آن، **سبز** است. در اتم هیدروژن، انتقال الکترونی $n=۵$ به $n=۲$، نور **نیلی** تولید می‌کند.

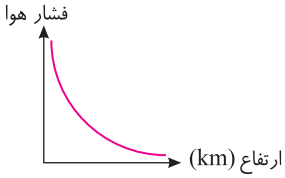
عبارت (ت): عدد اتم عنصر C، **دو واحد** کمتر از عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ پنجم $(_{۵۴}Xe)$ است، بنابراین عدد اتمی عنصر C، برابر ۵۲ می‌باشد. عنصر B، دارای عدد اتمی ۲۹ است. اگر ۳۵ نوترون در هستهٔ این عنصر وجود داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۶۴ می‌شود. اختلاف دو عدد ۶۴ و ۵۲، برابر ۱۲ است.

پاسخ تشریحی آزمون ۱۵

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۵۰ درصد	۲ - ۶ - ۷ - ۱۴ - ۱۷	۱- در تست‌های مفهومی به قیدها دقت نمایید. برای نمونه در گزینهٔ (۱) تست ۲ آزمون، به واژهٔ «کاملاً خالص» دقت نمایید. ۲- تست ۱۶ وقت‌گیر است ولی با روش‌های ابتکاری می‌توانید در زمان کوتاه‌تری حل کنید. پاسخ این تست را بررسی نمایید.

۱ ۴ همهٔ عبارت‌ها نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): با افزایش ارتفاع از سطح زمین، تغییرات فشار هوا کاهش می‌یابد. بنابراین نمودار آن به‌صورت مقابل است:



عبارت (ب): این نکته که با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6^\circ C$ افت می‌کند، فقط در مورد لایهٔ **تروپوسفر** به‌کار می‌رود و نمی‌توان از آن برای بررسی تغییرات دما برحسب ارتفاع در لایه‌های دیگر هواکره استفاده کرد.

عبارت (پ): با افزایش ارتفاع، روند تغییرات چگالی هوا، **همانند** روند تغییرات فشار هوا، به‌صورت **کاهشی** است.

عبارت (ت): مقایسهٔ میانگین دمای هوا در سه لایهٔ اول هواکره به‌صورت «**لایهٔ اول** < **لایهٔ دوم** > **لایهٔ سوم**» است.

۲ ۱ ابتدا نقطهٔ جوش گازها را طبق نمودار برحسب درجهٔ سلسیوس به‌دست می‌آوریم. با توجه به نقطهٔ جوش ماده‌ها، گازهای A ، B ، C و D به ترتیب نیتروژن، اکسیژن، آرگون و هلیم می‌باشند که دارای نقطهٔ جوش (-۱۹۶)، (-۱۸۳)، (-۱۸۶) و (-۲۶۹) درجهٔ سلسیوس هستند.

تهیهٔ گاز B (اکسیژن) به دلیل نزدیک بودن نقطهٔ جوش آن به گاز آرگون به شکل ۱۰۰ درصد خالص در این فرایند، کار دشواری است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۲): گاز A ، نیتروژن است که دارای نقطهٔ جوش $(-۱۹۶^\circ C)$ است و در حالت (۲)، دمای ظرف به $(-۱۹۵^\circ C)$ رسیده است. بنابراین این گاز تبخیر می‌شود، اما چون اکسیژن دارای نقطهٔ جوش $(-۱۸۳^\circ C)$ است، در این دما هنوز به حالت **مایع** باقی می‌ماند. گزینهٔ (۳): گاز D (هلیم) و گاز C (آرگون) به **گازهای کمیاب** شهرت دارند و مقدار آن‌ها در هواکره بسیار کم است، چون گاز هلیم دارای نقطهٔ جوش $(-۲۶۹^\circ C)$ می‌باشد، در دمای $(-۲۰۰^\circ C)$ مایع نمی‌باشد، اما گاز C (آرگون) در این دما مایع می‌باشد. گزینهٔ (۴): در حالت (۱)، یکی از گازهای تبخیر شده، **آرگون** است که به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و هم‌چنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به‌کار می‌رود.

۳ ۱ فقط عبارت (ت) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نماد $\xrightarrow{۴۵۰^\circ C}$ بیان می‌کند که واکنش موردنظر در دمای $۴۵۰^\circ C$ انجام می‌شود نه اینکه واکنش‌دهنده‌ها در حین انجام واکنش باید به این دما برسند. عبارت (ب): نماد $\xrightarrow{۲۰۰\ atm}$ بیان می‌کند که واکنش موردنظر در فشار ۲۰۰ atm **انجام می‌شود.**

عبارت (پ): نماد $\xrightarrow{\Delta}$ بیان می‌کند که در واکنش موردنظر، واکنش‌دهنده‌ها بر اثر **گرم شدن** واکنش می‌دهند و به معنای **گرماگیر** بودن واکنش نیست، بلکه انرژی لازم برای شروع یک واکنش را نشان می‌دهد. به‌طور مثال در واکنش‌های سوختن، برای شروع واکنش، مقداری گرما به مواد واکنش‌دهنده داده می‌شود، اما با شروع واکنش، گرمای زیادی آزاد می‌شود که نشان‌دهندهٔ گرماده بودن فرایند است.

۴ ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت روبه‌رو است: $(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s)\rightarrow Cr_۲O_۳(s)+N_۲(g)+۴H_۲O(g)$

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌های بیان شده درگزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): $C_۳H_۸(g)+۵O_۲(g)\rightarrow ۳CO_۲(g)+۴H_۲O(g)$

گزینهٔ (۲): $۳Ca(OH)_۲(aq)+۲H_۳PO_۴(aq)\rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲(s)+۶H_۲O(l)$

گزینهٔ (۳): $۲NaHCO_۳(s)\rightarrow Na_۲CO_۳(s)+CO_۲(g)+H_۲O(g)$

گزینهٔ (۴): $۲CH_۳OH(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲H_۲CO(g)+۲H_۲O(g)$

بنابراین ضریب $H_۲O$ در واکنش گزینهٔ (۴) نصف ضریب این ماده در واکنش مطرح شده در صورت سؤال است.

۵ ۱ معادلهٔ واکنش اکسایش گلوکز در بدن انسان به‌صورت روبه‌رو است: $C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)+۶O_۲(g)\rightarrow ۶CO_۲(g)+۶H_۲O(l)$

با توجه به این‌که بدن انسان در هر شبانه روز (۲۴ h) به‌طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند، حجم گاز اکسیژن مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$?L\,O_۲=۱h\times\frac{۲/۵mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۲۴h}\times\frac{۶\,mol\,O_۲}{۱mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۲۲/۴\,L\,O_۲}{۱mol\,O_۲}=۱۴\,L\,O_۲$$

اکنون می‌توانیم درصد حجمی گاز اکسیژن را محاسبه کنیم:

$$O_۲\ \text{درصد حجمی}=\frac{O_۲\ \text{حجم}}{\text{حجم هوا}}\times۱۰۰=\frac{۱۴}{۷۲}\times۱۰۰\simeq٪۱۹/۴$$

میانبر محاسباتی

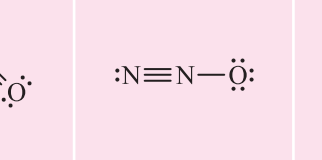
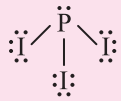
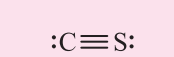
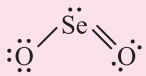
پاسخ کمی کوچک‌تر از ۲۰ است. (پاسخ: ۱۹/۴)

$$\frac{۱۴\times۱۰۰}{۷۲}=?\xrightarrow[\text{به جای ۷۲، عدد ۷۰ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{۱۴\times۱۰۰}{۷۰}\xrightarrow{\text{ساده کردن}}\frac{۱۴\times۱۰۰}{\underset{۱۰}{\overset{۲}{۷۰}}}=\frac{۲\times۱۰۰}{۱۰}=۲۰$$

برای محاسبهٔ حجم آب تولیدی در یک شبانه‌روز داریم:

$$?L\,H_۲O=۲/۵mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶\times\frac{۶mol\,H_۲O}{۱mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O}\times\frac{۱mL\,H_۲O}{۱g\,H_۲O}\times\frac{۱۰^{-۳}L\,H_۲O}{۱mL\,H_۲O}=۰/۲۷L\,H_۲O$$

۶ **۱** ساختار لوویس ترکیب‌ها و داده‌های درست مربوط به آن‌ها به‌صورت زیر است: شبیه‌ساز کنکور

ردیف	۱	۲	۳	۴	۵
ساختار لوویس					
شمار p.e	۴	۳	۳	۴	۳
$\frac{\text{p.e}}{\text{n.e}}$	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۳}{۱۰}$	$\frac{۳}{۲}$	۱	$\frac{۱}{۲}$

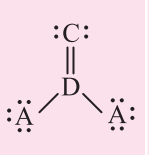
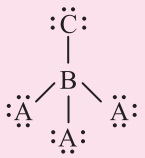
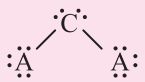
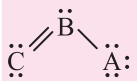
تست ۱۴ اطلاعات ذکر شده در کدام ردیف(های) جدول زیر تماماً صحیح است؟

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار پیوندهای کووالانسی	$\frac{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}$
۱	اکسیژن دی‌فلوئورید	$OF_۲$	۲	۳
۲	کربن دی‌سولفید	$CS_۲$	۲	۱
۳	دی‌نیتروژن اکسید	$N_۲O$	۴	۱
۴	سیلیسیم تتراکلرید	$SiCl_۴$	۴	۳

۱) فقط ۴ **۲)** ۳ و ۴ **۳)** ۱، ۳ و ۴ **۴)** ۲ و ۳

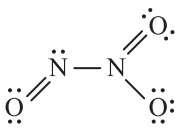
گزینهٔ (۱)

۷ **۲** عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند. با توجه به نمودار، عناصر A ، B ، C و D به ترتیب در گروه‌های ۱۷، ۱۵، ۱۶ و ۱۴ جدول تناوبی قرار دارند. (توجه داشته باشید که ستون عمودی نمودار، نشان‌دهندهٔ شمار الکترون‌های **جفت نشده** در آرایش الکترون - نقطه‌ای است و الکترون‌های ظرفیتی را نشان نمی‌دهد.)
ساختارهای لوویس مولکول‌ها به‌صورت زیر می‌باشد:

$DCA_۲$	$BCA_۳$	$CA_۲$	BCA
			

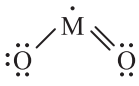
بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): $DCA_۲$ ، دارای یک پیوند دوگانه و ۱۶ الکترون ناپیوندی در ساختار الکترون - نقطه‌ای خود می‌باشد. عبارت (ب): با توجه به ساختار $BCA_۳$ ، هیچ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی، وجود ندارد. عبارت (پ): در $CA_۲$ ، ۲ جفت الکترون پیوندی و ۱۶ الکترون ناپیوندی وجود دارد که نسبت این دو عدد، برابر ۰/۱۲۵ می‌باشد. عبارت (ت): همان‌طور که در بالا ملاحظه می‌کنید، BCA هم پیوند یگانه و هم پیوند دوگانه در ساختار خود دارد و جفت الکترون‌های ناپیوندی نیز به‌طور یکسان بین اتم‌ها، تقسیم نشده است.

۸ **۱** با توجه به ساختار $N_۲O_۳$ ، نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به جفت الکترون‌های ناپیوندی، برابر $\frac{۳}{۴}\left(\frac{۶}{۸}\right)$ است.



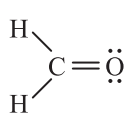
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): در ترکیب $MO_۲$ در صورتی که همهٔ اتم‌ها از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند، M می‌تواند متعلق به گروه‌های ۱۴ و ۱۶ جدول تناوبی باشد.



توجه در صورتی که M متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی باشد ساختار لوویس این ترکیب به‌صورت مقابل است که در آن اتم مرکزی از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نکرده است:

گزینهٔ (۳): با توجه به ساختار لوویس $CH_۲O$ ، اتم‌های H از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نکرده‌اند.



گزینهٔ (۴): شمار الکترون‌های ظرفیتی یک ترکیب از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

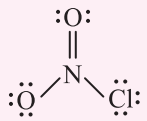
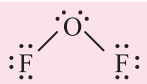
$$\text{شمار الکترون‌های ظرفیتی}=\text{(مجموع شماره یکان گروه عناصر)}-\text{(بار الکتریکی)}\Rightarrow ۲۶=(X+۳(۶))-(-۱)\Rightarrow X=۷$$

بنابراین عنصر X در این ترکیب، عنصری از گروه ۱۷ جدول تناوبی است.

۹ ۴ بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف): حجم ۰/۸۸ گرم از گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP برابر ۴۴۸ میلی‌لیتر است.

$$?\,mL\,CO_2 = 0/88\,g\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{44\,g\,CO_2} \times \frac{22400\,mL\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 448\,mL\,CO_2$$

پرسش (ب):

اختلاف = ۸ − ۸ = ۰	۸ = جفت الکترون ناپیوندی		NO_2Cl
	۸ = جفت الکترون ناپیوندی		OF_2

پرسش (پ): واکنش اکسایش گلوکز به‌صورت روبه‌رو است: $C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)\rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$

با توجه به واکنش موازنه شده، مجموع ضریب‌های مواد شرکت‌کنندهٔ **گازی** ($O_2(g)$ و $CO_2(g)$) برابر ۱۲ است. $(6+6=12)$

۱۰ ۲ بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): ذره‌های سازندهٔ هسته، نوترون‌ها و پروتون‌ها هستند که از میان آن‌ها، فقط پروتون دارای بار الکتریکی است. بنابراین منظور از عنصری که در هستهٔ خود ۱۹ ذرهٔ باردار دارد، $_{19}K$ است که یک فلز بوده و اکسید آن خاصیت بازی دارد. در نتیجه، رنگ کاغذ pH در محلول آن، **آبی** می‌شود.

عبارت (ب): عنصر مورد نظر $_6C$ با آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^2$ است که اکسیدی از آن مانند CO_2 خاصیت **اسیدی** داشته و رنگ کاغذ pH را **قرمز** می‌کند.

عبارت (پ): عنصر $_{12}Mg$ با از دست دادن دو الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون می‌رسد که اکسید آن خاصیت **بازی** داشته و رنگ کاغذ pH را **آبی** می‌کند.

عبارت (ت): عنصر $_{16}S$ **نافلزی** از گروه ۱۶ و تناوب ۳ است که هم‌گروه با عنصر $_{34}Se$ و هم‌تناوب با عنصر $_{13}Al$ است که اکسید آن خاصیت **اسیدی** داشته و رنگ کاغذ pH را **قرمز** می‌کند.

۱۱ ۴ عبارت‌های (ب) و (ث) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ترکیب مورد نظر، CO_2 است که اسکلت آهکی مرجان‌ها را به هنگام حل‌شدن در آب دریا و افزایش خاصیت **اسیدی** آب، تخریب می‌کند. عبارت (ب): با توجه به قانون آووگادرو، حجم ۰/۳ مول گاز، نصف حجم ۰/۶ مول از همان گاز یا گازهای دیگر در دما و فشار یکسان است. اما توجه کنید که اگر شرایط دما و فشار متفاوت باشد نمی‌توان حجم گازها را مقایسه کرد. عبارت (پ): اکسیدهای اسیدی، ترکیب‌های SO_2 و NO_x هستند و سایر اکسیدها، بازی می‌باشند. عبارت (ت): NO_x و SO_2 (که یکی از منابع آن‌ها، آتشفشان‌ها می‌باشد) با آب و اکسیژن موجود در هواکره واکنش داده و به ترتیب HNO_3 و H_2SO_4 را تولید می‌کنند که اسیدهای قوی هستند و می‌توانند به شکل **مه اسیدی**، سبب نابودی بسیاری از جانداران شوند.

عبارت (ث): آلوتروپ‌های یک عنصر هم در خواص فیزیکی و هم در خواص شیمیایی متفاوت‌اند. برای مثال، اکسیژن و اوزون در نقطهٔ جوش (خاصیت فیزیکی) و میزان واکنش‌پذیری (خاصیت شیمیایی) با هم متفاوت‌اند.

۱۲ ۴ عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): دمای هوای داخل گلخانه به‌صورت متناوب بین حداکثر دما و حداقل دما، تغییر می‌کند.

عبارت (ب): **بیشتر** پرتوهای خورشیدی، به‌وسیلهٔ زمین جذب می‌شوند و **بخش کوچکی** هم توسط هواکره جذب می‌شود. عبارت (ت): پرتوهای فروسرخ بازتاب شده از زمین، **همانند** پرتوهای خورشیدی تابیده به زمین و **برخلاف** پرتوهای فروسرخ عبور کرده از گازهای گلخانه‌ای، همگی به‌صورت دسته‌های امواج **موازی** با هم هستند.

۱۳ ۲ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): اتانول و روغن‌های گیاهی، هر دو جزء سوخت‌های **سبز** هستند که علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارند و در پلاستیک سبز به دلیل وجود نشاسته، اکسیژن موجود است و فراورده‌های سوختن زغال‌سنگ، CO، CO_2، H_2O و SO_2 هستند که در همهٔ آن‌ها عنصر **اکسیژن** وجود دارد. عبارت (ب): فراوان‌ترین عنصر جهان، **هیدروژن** است و مادهٔ مورد نظر آب (H_2O) می‌باشد که در فراورده‌های سوختن هر چهار ماده وجود دارد. عبارت (پ): **توسعهٔ پایدار** یعنی این‌که در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود و به خاطر همین اصل است که برخی از کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی می‌کنند.

عبارت (ت): ترتیب گرمای آزاد شدهٔ این چهار ماده به‌صورت روبه‌رو است: زغال‌سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

۱۴ ۴ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): لایهٔ اوزون، منطقه‌ای از استراتوسفر است که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد و مانع ورود **بیشتر** (نه همه!) تابش‌های فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود. عبارت (ب): با توجه به ساختارهای الکترون - نقطه‌ای دو آلوتروپ اکسیژن یعنی اوزون و اکسیژن، اوزون دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی در ساختار خود است و دارای نقطهٔ جوش بالاتر و رنگ آبی پررنگ‌تری در حالت مایع نسبت به اکسیژن می‌باشد. عبارت (پ): هنگام واکنش رفت واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$، اکسیژن تبدیل به اوزون می‌شود به این صورت که یک اتم اکسیژن با یک پیوند اشتراکی به مولکول اکسیژن می‌پیوندد و با انجام این واکنش، تابش‌های الکترومغناطیس **فروسرخ** گسیل می‌شود اما در هنگام واکنش برگشت، یعنی تبدیل اوزون به مولکول اکسیژن با تابش پرتوهای **فرابنفش**، پیوند اشتراکی بین اتم اکسیژن و مولکول اکسیژن گسسته می‌شود.

عبارت (ت): ترتیب و علت واکنش‌های تشکیل اوزون تروپوسفری به شکل زیر می‌باشد.

۱) $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)$ رعد و برق + خودروها:

۲) $NO(g)+O_2(g)\rightarrow NO_2(g)$ رعد و برق + خودروها:

۳) $NO_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+O_3(g)$ نور خورشید:

۱۵ ۴ با توجه به اینکه حجم گاز درون سیلندر در فشار ثابت افزایش یافته است و در صورت سؤال، بیان شده است که این افزایش حجم، فقط مربوط به افزایش دما می‌باشد، بنابراین باید به دنبال واکنشی باشیم که در آن، تعداد مول گازی واکنش‌دهنده و فراورده، برابر باشد. در نتیجه، یکی از گزینه‌های (۳) و (۴) را باید انتخاب کنیم. اکنون دمای اولیهٔ گاز را در فشار ثابت با توجه به رابطهٔ زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\xrightarrow[T=۲۰۷+۲۷۳=۴۸۰K]{T(K)=\theta(^\circ C)+۲۷۳}\frac{V}{T_1}=\frac{۱/۵V}{۴۸۰}\Rightarrow T_1=۳۲۰K=۴۷^\circ C$$

۱۶ ۱ محاسبهٔ حجم CO_2 در شرایط STP: ۱۰ ذرهٔ CO_2 در ظرف موجود است که مجموعاً $۲۶/۴\ g$ $(۱۰\times ۲/۶۴=۲۶/۴)$ گاز CO_2 در اختیار داریم و چون شرایط STP است (دمای $۰^\circ C$ $(۲۷۳K)$ و فشار $۱\ atm$) حجم گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,CO_2=۲۶/۴\,g\,CO_2\times\frac{۱\,mol\,CO_2}{۴۴\,g\,CO_2}\times\frac{۲۲/۴\,L\,CO_2}{۱\,mol\,CO_2}=۱۳/۴۴\,L\,CO_2$$

محاسبهٔ حجم ثانویهٔ گاز:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{۱۳/۴۴\,L}{۲۷۳\,K}=\frac{V_2}{۲۰۴/۷۵\,K}\Rightarrow V_2=۱۰/۰۸L$$

محاسبهٔ حجم نهایی گاز (فشار اولیه برابر $۱\ atm$ است.):

$$P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow ۱\,atm\times ۱۰/۰۸\,L=۰/۲۵\,atm\times V_2\Rightarrow V_2=۴۰/۳۲\,L$$

اختلاف حجم نهایی با حجم اولیه برابر است با:

$$\underbrace{۴۰/۳۲}_{\text{حجم نهایی}}-\underbrace{۱۳/۴۴}_{\text{حجم اولیه}}=۲۶/۸۸L$$

مسیر ابتکاری برای حل ساده‌تر این تست می‌توان حجم نهایی گاز را در یک مرحله به‌دست آورد.

اختلاف حجم نهایی با حجم اولیه برابر $۲۶/۸۸L$ $(۴۰/۳۲-۱۳/۴۴)$ است.

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{۱\times ۱۳/۴۴}{۲۷۳}=\frac{۰/۲۵\times V_2}{۲۰۴/۷۵}\Rightarrow V_2=۴۰/۳۲L$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{۲۰۴/۷۵\times ۱۳/۴۴}{۲۷۳\times ۰/۲۵}=?\xrightarrow[\text{به جای اعداد ۲۰۴/۷۵، ۱۳/۴۴ و ۲۷۳، اعداد ۲۰۰، ۱۳ و ۲۷۰ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{۲۰۰\times ۱۳}{۲۷۰\times ۰/۲۵}\xrightarrow[\text{کردن}]{\text{دسته‌بندی}}\frac{۲\times ۱۳}{۲۷\times ۲۵}\times\frac{۱۰^۲}{۱۰\times ۱۰^{-۲}}=\frac{۲۶}{۲۷\times ۲۵}\times ۱۰^۳$$

پاسخ نزدیک به ۴۰ است.(پاسخ: ۴۰/۳۲)

$$\xrightarrow[\text{کردن}]{\text{ساده}}\frac{۲۶}{\underbrace{۲۷}_{\simeq ۱}\times ۲۵}\times ۱۰۰۰=\frac{۱۰۰۰}{۲۵}=۴۰$$

۱۷ ۴ **قسمت اول:** شبیه‌ساز کنکور

برای موازنه کردن معادلهٔ واکنش داده شده، با عنصر پتاسیم شروع می‌کنیم؛ زیرا در هر طرف در ساختار یک ماده وجود دارد و در ساختار ماده پیچیده‌تر قرار گرفته است.

$$N_2O_4(l)+۱KI(s)\rightarrow ۱KNO_3(s)+NO(g)+I_2(s)$$

سپس عنصر I را موازنه می‌کنیم و برای از بین بردن ضریب کسری I_2 همهٔ ضرایب معلوم را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$N_2O_4(l)+۲KI(s)\rightarrow ۲KNO_3(s)+NO(g)+۱I_2(s)$$

برای موازنهٔ N و O دیگر نمی‌توان با روش وارسی ادامه داد؛ از این‌رو برای گونه‌های N_2O_4 و NO به‌ترتیب ضرایب a و b در نظر می‌گیریم و a و b را به‌دست می‌آوریم:

$$a\,N_2O_4(l)+۲KI(s)\rightarrow ۲KNO_3(s)+b\,NO(g)+۱I_2(s)$$

$$\begin{cases}O:۴a=(۲\times ۳)+b\\N:۲a=(۲\times ۱)+b\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}۴a=۶+b\\۲a=۲+b\end{cases}\Rightarrow a=۲,b=۲$$

پس معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش داده شده به‌صورت زیر است:

$$۲N_2O_4(l)+۲KI(s)\rightarrow ۲KNO_3(s)+۲NO(g)+۱I_2(s)$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، ضریب استوکیومتری چهار ماده، برابر ۲ است.

قسمت دوم:

$$?\,mmol\,I_2=۳/۶۸g\,N_2O_4\times\frac{۱\,mol\,N_2O_4}{۹۲g\,N_2O_4}\times\frac{۱\,mol\,I_2}{۲mol\,N_2O_4}\times\frac{۱۰^۳\,mmol\,I_2}{۱\,mol\,I_2}=۲۰mmol\,I_2$$

۱۸ **۱** ابتدا واکنش‌های داده شده را موازنه می‌کنیم، سپس با توجه به این‌که واکنش‌دهندهٔ واکنش بعدی از فراوردهٔ واکنش قبلی تأمین می‌شود، تعداد مول تمام مواد مورد نیاز و در نهایت حجم CO_2 و H_2O را که گازهای مصرف شده در این واکنش هستند را محاسبه می‌کنیم:

$$۶Na(s)+Fe_2O_3(s)\rightarrow ۳Na_2O(s)+۲Fe(s)$$

$$۲NaN_3(s)\rightarrow ۲Na(s)+۳N_2(g)$$

$$?\,mol\,Na=۱۹۵g\,NaN_3\times\frac{۱\,mol\,NaN_3}{۶۵g\,NaN_3}\times\frac{۲mol\,Na}{۲mol\,NaN_3}=۳mol\,Na$$

$$Na_2O(s)+۲CO_2(g)+H_2O(g)\rightarrow ۲NaHCO_3(s)$$

$$?\,mol\,CO_2=۱/۵\,mol\,Na_2O\times\frac{۲\,mol\,CO_2}{۱\,mol\,Na_2O}=۳\,molCO_2$$

$$?\,mol\,Na_2O=۳mol\,Na\times\frac{۳mol\,N_2O}{۶mol\,Na}=۱/۵mol\,Na_2O$$

$$?\,mol\,H_2O=۱/۵mol\,Na_2O\times\frac{۱\,mol\,H_2O}{۱\,mol\,Na_2O}=۱/۵mol\,H_2O$$

اکنون، حجم CO_2 و H_2O را در شرایطی که حجم مولی گازها، برابر ۲۲ لیتر است، STP به‌دست می‌آوریم:

$$?\,L\,H_2O=۱/۵mol\,H_2O\times\frac{۲۲L\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O}=۳۳L\,H_2O$$

$$?\,L\,CO_2=۳mol\,CO_2\times\frac{۲۲L\,CO_2}{۱\,mol\,CO_2}=۶۶LCO_2$$

مجموع حجم مجموع گازهای مصرف‌شده $=۶۶+۳۳=۹۹L$

۱۹ **۱** معادلهٔ موازنه شدهٔ هر یک از واکنش‌های مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$I)\ ۲C_2H_6(g)+۷O_2(g)\rightarrow ۴CO_2(g)+۶H_2O(g)$$

$$II)\ ۲C_4H_{10}(g)+۱۳O_2(g)\rightarrow ۸CO_2(g)+۱۰H_2O(g)$$

جرم گازهای اتان و بوتان را در مخلوط به ترتیب m و m' فرض می‌کنیم. با توجه به این‌که دما و فشار ثابت است می‌توان نسبت‌های حجمی گازها را با نسبت‌های مولی آن‌ها برابر گرفت، بنابراین داریم:

$$?\,mol\,CO_2=m'\,g\,C_4H_{10}\times\frac{۱\,mol\,C_4H_{10}}{۵۸g\,C_4H_{10}}\times\frac{۸mol\,CO_2}{۲mol\,C_4H_{10}}=\frac{۲}{۲۹}m'\,mol\,CO_2\Rightarrow \text{مقدار مول } CO_2 \text{ تولیدی در واکنش (II)}$$

$$?\,mol\,H_2O=m\,g\,C_2H_6\times\frac{۱\,mol\,C_2H_6}{۳۰\,g\,C_2H_6}\times\frac{۶mol\,H_2O}{۲mol\,C_2H_6}=\frac{m}{۱۰}mol\,H_2O\Rightarrow \text{مقدار مول } H_2O \text{ تولیدی در واکنش (I)}$$

$$\frac{mol\,CO_2}{mol\,H_2O}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow\frac{\frac{۲}{۲۹}m'}{\frac{m}{۱۰}}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow m'=\frac{۵۸}{۳۰}m\Rightarrow \text{درصد جرمی اتان در مخلوط گازی}=\frac{\text{جرم اتان}}{\text{جرم کل}}\times۱۰۰=\frac{m}{m+\frac{۵۸}{۳۰}m}\times۱۰۰\simeq ٪۳۴/۱$$

مسیر تفکری ابتدا مول اتان و بوتان را به‌ترتیب x و y در نظر می‌گیریم و نسبت مول بوتان به مول اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{حجم } CO_2 \text{ تولیدی در واکنش (II)}}{\text{حجم } H_2O \text{ تولیدی در واکنش (I)}}=\frac{\text{مول } CO_2 \text{ تولیدی در واکنش (II)}}{\text{مول } H_2O \text{ تولیدی در واکنش (I)}}=\frac{y\,mol\,C_4H_{10}\times\frac{۸mol\,CO_2}{۲mol\,C_4H_{10}}}{x\,mol\,C_2H_6\times\frac{۶mol\,H_2O}{۲mol\,C_2H_6}}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow\frac{y}{x}=\frac{۲\times۶\times۴}{۸\times۲\times۳}=۱\Rightarrow y=x$$

بنابراین تعداد مول اتان و بوتان با یکدیگر برابر است؛ اکنون درصد جرمی اتان را در مخلوط اولیه به‌دست می‌آوریم:

$$٪C_2H_6=\frac{x\times۳۰}{(x\times۳۰)+(y\times۵۸)}\times۱۰۰\xrightarrow{x=y}\frac{۳۰x}{۳۰x+۵۸x}\times۱۰۰=\frac{۳۰x}{۸۸x}\times۱۰۰\simeq ٪۳۴/۱$$

میانبر محاسباتی

پاسخ کمی بزرگ‌تر از ۳۳/۳ است. (پاسخ: ۳۴/۱)

$$\frac{۳۰\times۱۰۰}{۸۸}=?\xrightarrow[\text{به جای عدد ۸۸، عدد ۹۰ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{۳۰\times۱۰۰}{۹۰}\xrightarrow{\text{ساده کردن}}\frac{\overset{۱}{\cancel{۳۰}}\times۱۰۰}{\underset{۳}{\cancel{۹۰}}}\simeq ۳۳/۳$$

۲۰ **۲** در واکنش سوختن زغال‌سنگ گاز SO_2 تولید می‌شود که در تولید **باران اسیدی** نقش دارد، از طرفی در این واکنش، گازهای H_2O و CO_2 تولید می‌شوند که نقش مهمی در گرم شدن کرهٔ زمین و **اثر گلخانه‌ای** دارند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): واکنش‌دهنده‌های فرایند هابر، گازهای N_2 و H_2 هستند و هواکره منبعی برای تأمین گاز N_2 است. گزینهٔ (۳): لایهٔ اوزون، در دومین لایهٔ هواکره (**لایهٔ استراتوسفر**) قرار دارد که شامل گازهایی مثل O_3، CO_2، O_2 و N_2 است. گزینهٔ (۴): تعداد اتم‌ها در ۰/۳ مول N_2O_5 با تعداد یون‌ها در ۰/۷ مول CrO برابر **نیست**.

$$?\,\text{یون}=۰/۷mol\,CrO\times\frac{۲\times N_A\,\text{یون}}{۱\,mol\,CrO}=۱/۴N_A\,\text{یون}$$

$$?\,atom=۰/۳mol\,N_2O_5\times\frac{۷\times N_A\,atom}{۱\,mol\,N_2O_5}=۲/۱N_A\,atom$$

پاسخ تشریحی آزمون ۲۳

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۵۰ درصد	۳ - ۵ - ۱۰ - ۱۱ - ۱۵ - ۱۶	۱- تست ۴ را حتماً بررسی نمایید؛ زیرا پتانسیل مطرح شدن در کنکور سراسری را دارد. ۲- تست ۱۰ جزء تست‌های شمارشی و محاسباتی بوده و دشوار است. بهتر است این تست را در دور دوم حل نمایید. ۳- برای تعیین درستی یا نادرستی عبارت (ت) تست ۱۳ و تست‌های مشابه آن، لازم است نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ تا ۱۷ را به خوبی بررسی کنید.

۱ ۱ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): با توجه به مقدار یون‌ها در نمودار، یون‌های D، B و C به ترتیب می‌توانند Na^+، Mg^{2+} و CO_3^{2-} (کربنات) باشند، اما دقت کنید که یون‌ها نمی‌توانند **مولکول** تشکیل دهند. ترکیب یونی دارای یون‌های D و C در آب دریا به‌صورت Na_2CO_3 است. عبارت‌های (ب) و (ت): کمتر از ۳٪ از آب‌های روی زمین را **منابع غیراقیانوسی** تشکیل می‌دهد، اما به تقریب، ۷۷٪ از آن‌ها را **کوه‌های یخ** تشکیل می‌دهند که در دسترس بشر نیستند. عبارت (پ): در این عبارت توجه به این نکته مهم است که ممکن است جای دایره‌ها در شکل این عبارت نسبت به دایره‌های شکل کتاب درسی جابه‌جا شده باشد، اما دقت کنید که هیچ تفاوتی بین این دو شکل نیست.

۲ ۳ در جدول (I)، ترکیب‌های A، B، C و D به ترتیب NaCl، $CaCO_3$، $Fe(NO_3)_3$ و $Cu(OH)_2$ هستند. به همین ترتیب در جدول (II) ترکیب‌های E، F، G و H به ترتیب $CrSO_4$، $Ba_3(PO_4)_2$، Al_2O_3 و Cs_2CO_3 می‌باشند.

$$F: Ba_3(PO_4)_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{2}{3} \qquad C: Fe(NO_3)_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{3}$$

۳ ۱ ابتدا مقدار یون سدیم را در هر نمونه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{نمونهٔ A}: ?\,g\,Na^+ = 71\times10^{-3}\,g\,Na_2SO_4 \times \frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{142\,g\,Na_2SO_4} \times \frac{2\,mol\,Na^+}{1\,mol\,Na_2SO_4} \times \frac{23\,g\,Na^+}{1\,mol\,Na^+} = 23\times10^{-3}\,g\,Na^+$$

$$\text{نمونهٔ B}: ?\,g\,Na^+ = 200\,g\,NaNO_3 \text{ محلول} \times \frac{170\,g\,NaNO_3}{10^6\,g\,NaNO_3 \text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaNO_3}{85\,g\,NaNO_3} \times \frac{1\,mol\,Na^+}{1\,mol\,NaNO_3} \times \frac{23\,g\,Na^+}{1\,mol\,Na^+} = 9/2\times10^{-3}\,g\,Na^+$$

سپس غلظت ppm یون سدیم را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{(23\times10^{-3} + 9/2\times10^{-3})g}{(200 + 0/071)g} \times 10^6 \simeq 161\,ppm$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{(23\times10^{-3}+9/2\times10^{-3})}{(200+0/071)}\times10^6 \xrightarrow[\text{را محاسبه می‌کنیم}]{\text{ابتدا حاصل‌جمع صورت و مخرج}} \frac{32/2\times10^{-3}}{200/071}\times10^6$$

$$\xrightarrow[\text{به جای عدد ۲۰۰/۰۷۱، عدد ۲۰۰ قرار گیرد}]{\text{تخمین زدن}} \frac{32/2\times10^{-3}}{200}\times10^6 \xrightarrow[\text{و ساده کردن}]{\text{دسته‌بندی}} \frac{322}{2}\times\frac{10^{-1}\times10^{-3}\times10^6}{10^2} = 161$$

۴ ۴ ابتدا غلظت مولی نیتریک اسید رقیق شده را محاسبه می‌کنیم:

شبیه‌ساز کنکور

$$?\,mol\,HNO_3 = 1\,L\,HNO_3 \times \frac{1000\,mL\,HNO_3}{1\,L\,HNO_3} \times \frac{200\,mL\,NaOH}{100\,mL\,HNO_3} \times \frac{1\,L\,NaOH}{1000\,mL\,NaOH} \times \frac{2\,mol\,NaOH}{1\,L\,NaOH} \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{1\,mol\,NaOH} = 4\,mol\,HNO_3$$

در هر لیتر محلول رقیق HNO_3، ۴ مول HNO_3 وجود دارد. پس غلظت محلول رقیق HNO_3 برابر $4\,mol.L^{-1}$ است. اکنون می‌توان غلظت مولی محلول غلیظ را محاسبه نمود.

$$?\,mol\,HNO_3 = 1\,L \text{ محلول غلیظ} \times \frac{10^3\,mL \text{ محلول غلیظ}}{1\,L \text{ محلول غلیظ}} \times \frac{400\,mL \text{ محلول رقیق}}{200\,mL \text{ محلول غلیظ}} \times \frac{1\,L \text{ محلول رقیق}}{10^3\,mL \text{ محلول رقیق}} \times \frac{4\,mol\,HNO_3}{1\,L \text{ محلول رقیق}} = 8\,mol\,HNO_3$$

در هر لیتر محلول غلیظ HNO_3، ۸ مول نیتریک اسید وجود دارد. پس غلظت محلول آن $8\,mol.L^{-1}$ است. برای محاسبهٔ غلظت NO_3^- در پایان واکنش، ابتدا تعداد مول NO_3^- را محاسبه نموده و سپس آن را بر حجم کل محلول تقسیم می‌کنیم.

$$?\,mol\,NO_3^- = 100\,mL\,HNO_3 \text{ محلول رقیق} \times \frac{1\,L\,HNO_3 \text{ محلول رقیق}}{1000\,mL\,HNO_3 \text{ محلول رقیق}} \times \frac{4\,mol\,HNO_3}{1\,L\,HNO_3 \text{ محلول رقیق}} \times \frac{1\,mol\,NO_3^-}{1\,mol\,HNO_3} = 0/4\,mol\,NO_3^-$$

حجم محلول برابر است با مجموع حجم نیتریک اسید (۱۰۰mL) و سدیم هیدروکسید (۲۰۰mL):

$$\text{حجم محلول نهایی} = 200+100 = 300\,mL = 0/3\,L \qquad \text{مولاریته} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/4\,mol}{0/3\,L} = 1/33\,mol.L^{-1}$$

۵ ۴ جرم آب موجود در پایان واکنش برابر با **مجموع** جرم آب تولیدی در واکنش و جرم آب موجود در محلول نیتریک اسید است.

$$?\,g\,H_2O(l)=۲۳/۵g\,K_2O\times\frac{۱\,mol\,K_2O}{۹۴g\,K_2O}\times\frac{۱\,mol\,H_2O}{۱\,mol\,K_2O}\times\frac{۱۸g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O}=۴/۵g\,H_2O$$

$$?\,g\,\text{آب در محلول نیتریک اسید}=۲۳/۵g\,K_2O\times\frac{۱\,mol\,K_2O}{۹۴g\,K_2O}\times\frac{۲mol\,HNO_3}{۱\,mol\,K_2O}\times\frac{۶۳g\,HNO_3}{۱\,mol\,HNO_3}\times\frac{۱۰۰g\,HNO_3(aq)}{۳۰g\,HNO_3}\times\frac{۷۰g\,H_2O}{۱۰۰g\,HNO_3(aq)}=۷۳/۵g\,H_2O$$

$$\text{مجموع جرم آب در محلول در پایان واکنش}=۷۳/۵g+۴/۵g=۷۸g$$

تست ۲۲ **اگر ۸ گرم سدیم هیدروکسید جامد با نمونه‌ای از محلول ۱/۴۹ درصد جرمی سولفوریک اسید به‌طور کامل مطابق معادلهٔ زیر واکنش دهد و واکنش در ظرف در بسته انجام شود، جرم آب موجود در ظرف در پایان واکنش چند گرم خواهد بود؟**

$$۲NaOH(s)+H_2SO_4(aq)\rightarrow Na_2SO_4(aq)+۲H_2O(l)\qquad (S=۳۲,Na=۲۳,O=۱۶,H=۱:g.mol^{-1})$$

۱) ۳/۶ **۲)** ۱۰/۴ **۳)** ۱۳/۸ **۴)** ۲۶/۲

گزینهٔ (۳)

۶ ۲ ابتدا مقدار گلوکز جذب شده و وارد شده به خون را حساب می‌کنیم، سپس غلظت خواسته شده را تعیین می‌کنیم.

$$\text{گلوکز}\,?\,mol=۳۰۰g\,\text{شیرینی}\times\frac{۴/۴g\,\text{گلوکز}}{۱۰g\,\text{شیرینی}}\times\frac{۴۵g\,\text{گلوکز جذب شده}}{۱۰۰g\,\text{گلوکز}}\times\frac{۱\,mol\,\text{گلوکز}}{۱۸۰g\,\text{گلوکز}}=۰/۳۳mol\,\text{گلوکز}$$

$$\text{خون}\,?\,L=۶۶۰g\,\text{خون}\times\frac{۱\,mL\,\text{خون}}{۰/۳g\,\text{خون}}=۲۲۰۰mL\,\text{خون}=۲/۲L\,\text{خون}$$

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}}=\frac{۰/۳۳mol}{۲/۲L}=۰/۱۵mol.L^{-1}$$

۷ ۳ پس از مخلوط شدن کامل دو محلول، حجم محلول جدید برابر ۲۰۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد. ابتدا تعداد مول Na^+ را در محلول جدید محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,Na^+=۲۰۰۰mL\,\text{محلول}\times\frac{۱/۵g\,\text{محلول}}{۱mL\,\text{محلول}}\times\frac{۱۱۵۰g\,Na^+}{۱۰^6g}\times\frac{۱\,mol\,Na^+}{۲۳g\,Na^+}=۰/۱۵mol\,Na^+$$

برای محاسبهٔ غلظت محلول NaOH ، ابتدا تعداد مول Na^+ موجود در ۱۰۰۰mL محلول NaCl را محاسبه کرده و از کل مول Na^+ (۰/۱۵) کم می‌کنیم و سپس آن را به حجم محلول NaOH تقسیم می‌کنیم:

$$\text{تعداد مول}\,Na^+\,\text{در محلول NaCl}=۱۰۰۰mL\,NaCl\times\frac{۱\,L\,NaCl}{۱۰۰۰mL\,NaCl}\times\frac{۰/۰۱mol\,NaCl}{۱\,L\,NaCl}\times\frac{۱\,mol\,Na^+}{۱\,mol\,NaCl}=۰/۰۱mol\,Na^+$$

$$\text{تعداد مول}\,Na^+=۰/۱۵-۰/۰۱=۰/۱۴\,mol\,Na^+=\text{کل مول}\,Na^+-\text{موجود در محلول NaCl}\,Na^+\,\text{تعداد مول}$$

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۱۴mol}{۱L}=۰/۱۴mol.L^{-1}$$

در ترکیب NaOH به ازای هر یون Na^+ ، یک یون OH^- وجود دارد؛ بنابراین تعداد مول یون OH^- موجود در محلول نهایی نیز برابر ۰/۱۴ مول خواهد بود. برای محاسبهٔ غلظت ppm یون هیدروکسید داریم:

$$\text{غلظت ppm}=\frac{\text{جرم یون}\,OH^-}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^6=\frac{۰/۱۴mol\,OH^-\times\frac{۱۷g\,OH^-}{۱\,mol\,OH^-}}{۲۰۰۰mL\,\text{محلول}\times\frac{۱/۵g\,\text{محلول}}{۱mL\,\text{محلول}}}\times۱۰^6\simeq۷۹۳ppm$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{۰/۱۴\times۱۷\times۱۰^6}{۲۰۰۰\times۱/۵}=?\xrightarrow[\text{کردن}]{\text{دسته‌بندی}}\frac{۱۴\times۱۷}{۲\times۱۵}\times\frac{۱۰^{-2}\times۱۰^6}{۱۰^3\times۱۰^{-1}}=\frac{۱۴\times۱۷}{۲\times۱۵}\times۱۰^2\xrightarrow[\text{ضرب دو عدد}]{\text{تخمین زدن}}\frac{۱۴\times۱۷}{۲\times۱۵}\times۱۰^2=\frac{(۱۵\times۱۶)}{(۲\times۱۵)}\times۱۰^2=۸۰۰$$

(کوچک کردن ۸ بزرگ کردن)

نزدیک‌ترین عدد در گزینه‌ها به ۸۰۰، عدد ۷۹۳ است.

۸ ۳ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (ب): ممکن است مخلوط غیرآبی اتیلن گلیکول یک محلول نباشد و خواص بیان شده فقط در **محلول‌ها** برقرار است. عبارت (پ): حالت فیزیکی هگزان در دمای اتاق، **مایع** و حالت فیزیکی HBr **گاز** است. بنابراین، هگزان که حالت فیزیکی متراکمتر و جرم و حجم بیشتری دارد، دارای نقطهٔ جوش **بالاتری** است.

۹ ۲

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{مجموع جرم آب دو محلول} = 200+150 = 350\,g \\ \text{مجموع جرم نمک دو محلول} = 140+60 = 200\,g \end{cases}$$

$T=90^\circ C:\ ?\,g\ \text{نمک} = 340\,g\ \text{محلول} \times \frac{70\,g\ \text{نمک}}{170\,g\ \text{محلول}} = 140\,g\ \text{نمک} \Rightarrow \text{جرم آب} = 340-140 = 200\,g$

$T=60^\circ C:\ ?\,g\ \text{نمک} = 210\,g\ \text{محلول} \times \frac{40\,g\ \text{نمک}}{140\,g\ \text{محلول}} = 60\,g\ \text{نمک} \Rightarrow \text{جرم آب} = 210-60 = 150\,g$

اکنون، باید جرم نمک حل‌شده را در ۱۰۰ گرم آب پیدا کنیم تا آن را با انحلال‌پذیری محلول سیرشده در دمای $80^\circ C$ مقایسه کنیم.

$$?\,g\ \text{نمک} = 100\,g\ \text{آب} \times \frac{200\,g\ \text{نمک}}{350\,g\ \text{آب}} \simeq 57/14\,g\ \text{نمک}$$

با توجه به اینکه جرم نمک حل شده $(57/14\,g)$، کمتر از جرم لازم برای سیر شدن محلول $(60\,g)$ است، این محلول، سیر نشده است.

۱۰ ۴ همه عبارت‌ها درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): تأثیر دما بر انحلال‌پذیری یک ترکیب توسط **شیب** معادلهٔ انحلال‌پذیری آن ترکیب مشخص می‌شود. شیب معادلهٔ انحلال‌پذیری ترکیب A $(0/6)$ بیشتر از ترکیب B $(-\frac{1}{6})$ است و به همین دلیل تأثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری ترکیب A بیشتر است. از طرفی چون شیب معادلهٔ ترکیب B **منفی** است، نمودار انحلال‌پذیری آن به‌صورت **نزولی** می‌باشد. عبارت (ب): درصد جرمی دو محلول را در دمای $0^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

$$A \to S = 0/6(0)+70 = 70\,g \Rightarrow \text{جرم محلول} = 70\,g\ A + 100\,g\ H_2O = 170\,g \Rightarrow A\ \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{70}{170} \times 100 \simeq \%41/17$$

$$B \to S = (-\frac{1}{6})(0)+36 = 36\,g \Rightarrow \text{جرم محلول} = 36\,g\ B + 100\,g\ H_2O = 136\,g \Rightarrow B\ \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{36}{136} \times 100 \simeq \%26/47$$

عبارت (پ): ابتدا باید محاسبه کنیم که در چه دمایی میزان انحلال‌پذیری مادهٔ B برابر ۳۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است:

$$S_B = -\frac{1}{6}\theta+36 \Rightarrow 31 = -\frac{1}{6}\theta+36 \Rightarrow \theta = 30^\circ C$$

$$S_A = 0/6\theta+70 = 0/6(30)+70 = 88\,g \xrightarrow[\text{در } 150\,g\ \text{آب}]{\text{میزان انحلال‌پذیری}} 1/5 \times 88 = 132\,g$$

عبارت (ت): ابتدا باید محاسبه کنیم که در دمایی که انحلال‌پذیری مادهٔ A برابر ۱۰۶ گرم است، انحلال‌پذیری مادهٔ B برابر چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است:

$$S_A = 0/6\theta+70 \Rightarrow 106 = 0/6\theta+70 \Rightarrow \theta = 60^\circ C \qquad S_B = -\frac{1}{6}\theta+36 \Rightarrow S_B = -\frac{1}{6}(60)+36 = 26\,g$$

درصد جرمی B در دمای $60^\circ C$ برابر است با:

$$B\ \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم B}}{\text{جرم آب} + \text{جرم B}} \times 100 = \frac{26}{26+100} \times 100 = \frac{2600}{126}$$

$$M = \frac{10\,ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 2 = \frac{10 \times 2600 \times d}{126 \times 10^4} \Rightarrow d = 1/008\,g.mL^{-1}$$

چگالی محلول در دمای $60^\circ C$ برابر $1/008\,g.mL^{-1}$ است. با کمک این عدد چگالی ترکیب B را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL\ \text{محلول} = 126\,g\ \text{محلول} \times \frac{1\,mL\ \text{محلول}}{1/008\,g\ \text{محلول}} = 125\,mL\ \text{محلول}$$

با توجه به این‌که محلول از ۱۰۰ گرم آب تشکیل شده و چگالی آب برابر $1\,g.mL^{-1}$ است، حجم آب موجود در محلول برابر ۱۰۰ میلی‌لیتر است. در نتیجه حجم مادهٔ B برابر ۲۵ میلی‌لیتر $(125-100)$ می‌شود و می‌دانیم که جرم این محلول سیرشده‌ای از آن در دمای $60^\circ C$ برابر ۲۶ گرم است. از این رو، چگالی ترکیب B برابر است با:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{26\,g}{25\,mL} = 1/04\,g.mL^{-1}$$

۱۱ ۳ ابتدا باید حساب کنیم که برای محلول نهایی، **انحلال‌پذیری** چقدر است. محلول ۲۸/۵۵ درصد جرمی $K_2Cr_2O_7$ یعنی به ازای ۷۱/۴۵ گرم آب، ۲۸/۵۵ گرم پتاسیم دی کرومات $(K_2Cr_2O_7)$ وجود دارد. اکنون باید انحلال‌پذیری پتاسیم دی کرومات را در این محلول محاسبه کنیم:

$$?\,g\ K_2Cr_2O_7 = 100\,g\ H_2O \times \frac{28/55\,g\ K_2Cr_2O_7}{71/45\,g\ H_2O} \simeq 40\,g\ K_2Cr_2O_7$$

میانبر مهاسازی

$$\frac{100 \times 28/55}{71/45} = ? \xrightarrow{\text{تخمین زدن}} \frac{100 \times 28}{70} = \frac{100 \times 4}{10} = 40$$

با توجه به نمودار انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$، انحلال‌پذیری این نمک در دمای $60^\circ C$ برابر ۴۰ گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب است. برای محاسبهٔ جرم رسوب حاصل از سرد کردن ۶۴۰ گرم محلول سیرشدهٔ پتاسیم دی‌کرومات از دمای $80^\circ C$ به $60^\circ C$ به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

محلول $160\,g$ = نمک $60\,g$ + آب $100\,g$ = جرم محلول در دمای $80^\circ C \Rightarrow 60\,g$ = انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$ در دمای $80^\circ C$ (از نمودار)

$20\,g$ = تفاوت انحلال‌پذیری در دو دمای داده شده $\Rightarrow 40\,g$ = انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$ در دمای $60^\circ C$ (از قسمت قبل)

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، تفاوت انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$ در دماهای $80^\circ C$ و $60^\circ C$ برابر $20\,g$ می‌باشد. پس اگر ۱۶۰ گرم محلول سیرشده را از دمای $80^\circ C$ به $60^\circ C$ سرد کنیم، مقدار ۲۰ گرم نمک از محلول خارج می‌شود. اکنون همین عمل را با ۶۴۰ گرم محلول سیرشده انجام می‌دهیم.

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,g\,K_2Cr_2O_7 = 640\,g \text{ محلول} \times \frac{20\,g\,K_2Cr_2O_7}{160\,g \text{ محلول}} = 80\,g\,K_2Cr_2O_7$$

روش دوم (تناسب):

$$\begin{cases} 160\,g \text{ محلول} \sim 20\,g\,K_2Cr_2O_7 \\ 640\,g \text{ محلول} \sim x\,g\,K_2Cr_2O_7 \end{cases} \Rightarrow x = 80\,g\,K_2Cr_2O_7$$

۱۲ ۴ فقط عبارت (ب) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در این انحراف، مولکول‌های آب از سر مثبت خود یعنی اتم‌های **هیدروژن** که در انتهای شکل V مولکول‌های آب قرار دارند، به سمت میلهٔ شیشه‌ای جهت‌گیری می‌کنند. عبارت (ب): بین دو گازی که جرم مولی یکسانی دارند، گازی زودتر و آسان‌تر به حالت مایع تبدیل می‌شود که **قطبی** باشد، یعنی در میدان الکتریکی جهت‌گیری کند. عبارت (پ): نقطهٔ جوش HCl به دلیل **قطبی** بودن آن از نقطهٔ جوش F_2 بیشتر است، اما نقطهٔ جوش I_2 به دلیل داشتن **جرم مولی** بیشتر، از نقطهٔ جوش Br_2 و Cl_2 بیشتر است. عبارت (ت): ممکن است مولکولی ناقطبی مانند I_2 نقطهٔ جوش بیشتری نسبت به مولکولی قطبی مانند HCl داشته باشد. دقت کنید که در مولکول‌هایی که جرم مولی **مشابهی** دارند، مولکول‌های قطبی، نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به مولکول‌های ناقطبی دارند.

۱۳ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): با توجه به شکل، مولکول مورد نظر در میدان الکتریکی جهت‌گیری کرده است، بنابراین مولکولی قطبی بوده و مولکول‌های قطبی نیز گشتاور دو قطبی **بزرگ‌تر از صفر** دارند. عبارت (پ): C_3H_6O می‌تواند **استون** باشد که برخلاف ویتامین «ث» (دارای H متصل به O) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را ندارد. عبارت (ت): با توجه به نمودار، نقطهٔ جوش هیدروژن برمید (HBr) از نقطهٔ جوش هیدروژن کلرید (HCl) **بیشتر** است. از این رو، قدرت نیروهای بین مولکولی در HBr از HCl بیشتر است؛ بنابراین نسبت خواسته شده بزرگ‌تر از یک می‌باشد.

۱۴ ۱ شکل A انحلال اتانول در آب را نشان می‌دهد، در حالی که شکل B مخلوط **ناهمگن** یک مولکول ناقطبی مانند هگزان در آب را نشان می‌دهد. مولکول‌های آب و اتانول، به ترتیب دارای دو و یک اتم هیدروژن هستند که می‌تواند در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت کنند. بنابراین تعداد پیوندهای هیدروژنی در آب از اتانول **بیشتر** است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): بین مولکول‌های آب و اتانول در شکل A پیوند هیدروژنی موجود است ولی در شکل B نیروهای بین مولکولی از نوع **وان‌دروالسی** می‌باشد. گزینهٔ (۴): با توجه به این‌که هگزان در آب حل نمی‌شود، می‌توان گفت جاذبهٔ بین مولکول‌های حل‌شونده و مولکول‌های حلال در محلول، **کمتر** از میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص است.

۱۵ ۲ فقط عبارت (الف) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** *شبیه‌ساز کنکور*

عبارت (الف): باریم سولفات ترکیبی **نامحلول** در آب است. عبارت (ب): آلومینیم نیترات در آب محلول است؛ بنابراین:

«میانگین قدرت پیوند یونی ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی آب > نیروهای جاذبهٔ یون- دوقطبی در محلول»

عبارت (پ): انحلال استون در آب، اتانول در آب و ید در هگزان به صورت **مولکولی** بوده و دو انحلال باریم کلرید و منیزیم سولفات در آب، به صورت **یونی** انجام می‌شود. در انحلال‌های یونی، **تفکیک یونی** مشاهده می‌شود. عبارت (ت): با توجه به این‌که مولکول‌های آب از سر اکسیژن خود به طرف یون A جهت‌گیری کرده‌اند و سر اکسیژن مولکول آب در واقع، قطب **منفی** این مولکول است، نتیجه می‌شود که یون A یک **کاتیون** است.

۱۶ ۲ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): اگر جرم مولی گاز B با گاز C برابر باشد، با صرف نظر از سایر عوامل، گازی بیشتر از آب خارج می‌شود که انحلال‌پذیری **کمتری** داشته باشد، یعنی دارای قطبیت و گشتاور دوقطبی پایین‌تری باشد. عبارت (ب): زمانی می‌توان از قانون هنری استفاده کرد که گاز هنگام انحلال در آب، با آب **واکنش ندهد**. عبارت (پ): گاز CO_2 در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی از گاز NO انحلال‌پذیری بیشتری دارد.

۱۷ ۳ با توجه به ساختار استون $(CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3)$، این ترکیب فاقد اتم هیدروژن متصل به O، F یا N می‌باشد. بنابراین نمی‌تواند بین مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): در ساختار آب در حالت گاز (بخار آب)، پیوند هیدروژنی یافت نمی‌شود. گزینهٔ (۲): در ساختار یخ، هر اتم H با یک پیوند کووالانسی و یک پیوند هیدروژنی به دو اتم اکسیژن متصل است و هر اتم O با دو پیوند کووالانسی و دو پیوند هیدروژنی به چهار اتم هیدروژن اتصال دارد. گزینهٔ (۴): چهار عنصر نخست گروه ۱۷ جدول تناوبی به‌صورت مولکول‌های دو اتمی $F_2(g)$، $Cl_2(g)$، $Br_2(l)$ و $I_2(s)$ یافت می‌شوند. هر چهار مولکول، ناقطبی هستند و از این رو در این گروه با افزایش جرم و حجم مولکول از بالا به پایین، نقطهٔ جوش افزایش می‌یابد.

۱۸ ۲ اگر یک قطعه خیارشور درون آب قرار گیرد، آب از محیط **رقیق‌تر** به محیط **غلیظ‌تر** وارد شده و موجب باد کردن خیارشور می‌شود. هنگامی که میوه‌های خشک درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خودبه‌خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوهٔ آبدار و متورم می‌شود. این فرایند، **گذرندگی (اسمز)** نام دارد که در این فرایند برخی نمک‌ها و ویتامین‌ها، از بافت میوه به آب راه می‌یابند.

۱۹ **۴** ابتدا غلظت مولی هر دو محلول را محاسبه می‌کنیم. **روش اول:**

$$\text{غلظت مولی محلول گلوکز}: M=\frac{\text{مول}}{V}=\frac{۱۸g\ C_۶H_{۱۲}O_۶\times\frac{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰g\ C_۶H_{۱۲}O_۶}}{۱L}=۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولی محلول } MgSO_۴=۱L\ \text{محلول}\times\frac{۱۰۰۰mL}{۱L\ \text{محلول}}\times\frac{۲/۵g\ \text{محلول}}{۱mL\ \text{محلول}}\times\frac{۴/۸g\ MgSO_۴}{۱۰۰g\ \text{محلول}}\times\frac{۱\ mol\ MgO_۴}{۱۲۰g\ MgSO_۴}=۱\ mol.L^{-۱}$$

محلول حاوی منیزیم سولفات، **غلیظ‌تر** از محلول حاوی گلوکز است. برای برابر شدن غلظت‌ها، آب از محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر جریان می‌یابد. در این فرایند تعداد مول حل‌شونده در هر دو محلول، **ثابت** است. تعداد مول حل‌شونده در هر دو محلول را محاسبه می‌کنیم. دقت کنید که در محلول گلوکز به ازای هر ۱ لیتر محلول، ۱ مول حل‌شونده و در محلول منیزیم سولفات، ۲ مول حل‌شونده $(Mg^{۲+}, SO_۴^{۲-})$ مشاهده می‌شود:

$$\text{محلول گلوکز}\Rightarrow ?\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶=۶۰۰mL\ \text{محلول}\times\frac{۱L}{۱۰۰۰mL}\times\frac{۰/۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱L\ \text{محلول}}=۰/۰۶mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶$$

$$\text{محلول منیزیم سولفات}\Rightarrow ?\ mol\ \text{یون}=۴۰۰mL\ \text{محلول}\times\frac{۱L}{۱۰۰۰mL}\times\frac{۱\ mol\ MgSO_۴}{۱L\ \text{محلول}}\times\frac{۲mol\ \text{یون}}{۱\ mol\ MgSO_۴}=۰/۸mol\ \text{یون}$$

فرض می‌کنیم که در این فرایند، x میلی‌لیتر آب از محلول گلوکز به سمت محلول منیزیم سولفات جاری می‌شود. در نتیجه:

$$\text{منیزیم سولفات } M=\text{گلوکز } M\Rightarrow\frac{۶\times۱۰^{-۲}}{۶۰۰-x}=\frac{۸\times۱۰^{-۱}}{۴۰۰+x}\Rightarrow\frac{۴۰۰+x}{۶۰۰-x}=\frac{۴۰}{۳}$$

$$\Rightarrow x\simeq۵۳۰mL\Rightarrow\begin{cases}\text{حجم محلول گلوکز}=۶۰۰-۵۳۰=۷۰mL\\ \text{حجم محلول منیزیم سولفات}=۴۰۰+۵۳۰=۹۳۰mL\end{cases}\Rightarrow\text{اختلاف حجم}=۸۶۰mL$$

۲۰ **۱** عبارت‌های (پ) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب **قابل استفاده و در دسترس** (نه تمام آب‌های جهان!) را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب، کاسته می‌شود. عبارت (ب): با افزایش دما، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن $(O_۲)$ در آب کاهش می‌یابد، اما شیب نمودار انحلال‌پذیری در دماهای مختلف، **متفاوت** بوده و خطی نیست. عبارت (ت): غلظت مولار بستگی به جرم مولی نمک دارد و این عبارت الزاماً درست نیست. عبارت (ث): با توجه به نمودار انحلال‌پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما در کتاب درسی، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ در هر دمایی از KCl بیشتر است.

پاسخ تشریحی آزمون ۲۸

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۴۵ درصد	۹ - ۱۴ - ۱۷ - ۱۸ - ۱۹ - ۲۰	۱- تست‌های ۷ و ۲۰ هر دو شمارشی و دارای عبارت‌های محاسباتی هستند و بهتر است این تست‌ها را دور دوم حل کنید. ۲- در تست‌های درست/ نادرست، مانند تست ۱۴ که دارای دو یا تعداد بیشتری عبارت محاسباتی هستند، ابتدا گزینه‌های غیرمحاسباتی را بررسی نمایید.

۱ ۲ با توجه به اینکه مقدار جرم یک پروتون و جرم یک نوترون دقیقاً برابر با ۱amu نیست، جرم اتمی یک عنصر، به‌طور دقیق برابر با مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های درون هستهٔ اتم عنصر **نمی‌باشد**.

توجه مجموع جرم ذرات زیراتمی درون هستهٔ اتم، اندکی بیشتر از جرم اتمی آن عنصر است، زیرا جرم یک پروتون و یک نوترون به‌ترتیب برابر با ۱/۰۰۷۳amu و ۱/۰۰۸۷amu و اندکی **بیشتر** از ۱amu است. در هنگام تشکیل هستهٔ یک اتم، مقداری از جرم ذرات زیراتمی به انرژی تبدیل می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): از تکنسیم برای تصویربرداری **غدهٔ تیروئید** استفاده می‌شود و به کمک گلوکز نشان‌دار، شناسایی **سلول‌های سرطانی** انجام می‌شود.

گزینهٔ (۳): جرم اتم کربن-۱۲، برابر با ۱۲amu است. درنتیجه، جرم Br، Ca و O به‌ترتیب برابر با ۸۰amu، ۴۰amu و ۱۶amu است. جرم $CaBr_2$ و CO_2 برابر است با:

$$CO_2: 12+2(16)=44amu \Rightarrow 200-44=156amu \quad , \quad CaBr_2: 40+2(80)=200amu$$

گزینهٔ (۴): اتم‌های $^{99}_{43}Tc$ و $^{4}_{1}H$ در طبیعت یافت نمی‌شوند و تنها در راکتورهای هسته‌ای ساخته می‌شوند.

۲ ۴ هر چهار عبارت نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): طول موج پرتوهای X، مرئی و ریزموج، به‌ترتیب در محدودهٔ $10^{-1}nm$، $10^{3}nm$ و $10^{6}nm$ است. واضح است که اختلاف «10^{3} و 10^{6}»، **بیشتر** از اختلاف «10^{-1} و 10^{3}» است. عبارت (ب): هلیم، جزء عناصر دستهٔ s است که در گروه **هجدهم** جدول دوره‌ای قرار گرفته است. عبارت (پ): درصد فراوانی هر دو عنصر در سیارهٔ **زمین** بیشتر است. عبارت (ت): درونی‌ترین لایهٔ الکترونی، لایهٔ اول است که **دو الکترون** دارد. درنتیجه در این عبارت، تعداد عنصرهایی از تناوب چهارم را باید در نظر بگیریم که در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی آن‌ها، یعنی لایهٔ الکترونی چهارم، یک الکترون وجود داشته باشد. K، Cu و Cr، **سه عنصر** از تناوب چهارم هستند که در لایهٔ چهارم آن‌ها، یک الکترون وجود دارد. (زیرلایهٔ $4s^1$ دارند.)

۳ ۳ تعداد مول اتم‌های گالیم، برم و گوگرد را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ atom\ Ga=1/505\times10^{22}\,atom\ Ga\times\frac{1\,mol\ atom\ Ga}{6/02\times10^{23}\,atom\ Ga}=\frac{1}{40}\,mol\ atom\ Ga$$

$$?\,mol\ atom\ Br=40g\ Br_2\times\frac{1\,mol\ Br_2}{160g\ Br_2}\times\frac{2mol\ atom\ Br}{1\,mol\ Br_2}=\frac{1}{2}\,mol\ atom\ Br$$

$$?\,mol\ atom\ S=10g\ S_8\times\frac{1\,mol\ S_8}{256g\ S_8}\times\frac{8mol\ atom\ S}{1\,mol\ S_8}=\frac{5}{16}\,mol\ atom\ S$$

تعداد مول اتم‌ها در دو ظرف A و B با هم برابر است. درنتیجه:

$$\text{تعداد اتم اکسیژن}\Rightarrow\frac{34}{160}mol\ atom\ O=\text{تعداد اتم اکسیژن}+\text{تعداد اتم گوگرد}=\text{تعداد اتم برم}+\text{تعداد اتم گالیم}$$

$$?\,mol\ O_2=\frac{34}{160}\,mol\ atom\ O\times\frac{1\,mol\ O_2}{2mol\ atom\ O}=\frac{17}{160}\,mol\ O_2$$

۴ ۳ در یک اتم، هرچه مقدار n برای یک لایهٔ الکترونی بیشتر باشد، اختلاف مقدار انرژی دو لایهٔ n و $(n-1)$ **کمتر** است. b انتقال الکترونی از «$n=6$ به $n=2$»، c انتقال الکترونی از «$n=7$ به $n=6$» و e انتقال الکترونی از «$n=4$ به $n=2$» را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقایسهٔ مقدار انرژی آزاد شده در اثر این سه انتقال الکترونی به‌صورت «$c<e<b$» است و مقدار طول موج با مقدار انرژی آن رابطهٔ **عکس** دارد، مقایسهٔ طول موج نور آزاد شده در اثر این سه انتقال الکترونی به‌صورت «$c>e>b$» است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): در اثر انتقال الکترونی a، انرژی آزاد نمی‌شود، بلکه الکترون با گرفتن انرژی به اندازهٔ a **برانگیخته** شده و از لایهٔ $n=1$ به لایهٔ $n=4$ منتقل می‌شود. گزینهٔ (۲): در اتم هیدروژن، انتقال‌های الکترونی انجام شده از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=2$، در ناحیهٔ **مرئی** قرار دارند، بنابراین انتقال‌های b و e، در ناحیهٔ مرئی هستند. گزینهٔ (۴): انتقال e، باعث انتشار نوری به رنگ **آبی** می‌شود.

۵ ۴ هر چهار عبارت نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در دو گونه برابر است با:

$$^{A_1}_{Z_1}X^{2+}:\begin{cases}\text{نوترون}=n_1\\ \text{الکترون}=Z_1-2\end{cases}\quad,\quad ^{A_2}_{Z_1}X:\begin{cases}\text{نوترون}=n_2\\ \text{الکترون}=Z_1\end{cases}\quad,\quad n_1-(Z_1-2)=3+n_2-Z_1\Rightarrow n_1-Z_1+2=3+n_2-Z_1\Rightarrow n_2+1=n_1$$

با توجه به اینکه تعداد پروتون‌ها در هر دو گونه با هم برابر و تعداد نوترون‌ها در $^{A_1}_{Z_1}X$، **یک واحد بیشتر** از تعداد نوترون‌ها در $^{A_2}_{Z_1}X$ است، اختلاف تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{A_1}_{Z_1}X$، یک واحد بیشتر از این اختلاف در $^{A_2}_{Z_1}X$ است.

عبارت (ب): در میان ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، بیشترین نیم‌عمر متعلق به ${}_{1}^{5}H$ است که در آن، نسبت عدد اتمی به عدد جرمی برابر ۰/۲ است.

عبارت (پ): شیمی‌دان‌ها در راکتورهای هسته‌ای، تاکنون موفق به تولید **۲۶ عنصر** مختلف شده‌اند، اما تعداد رادیوایزوتوپ‌های ساختگی **بیشتر** از ۲۶ است. به‌عنوان مثال، در راکتورهای هسته‌ای، برای عنصرهای **مس** و **فسفر** رادیوایزوتوپ تولید شده است.

عبارت (ت): **اغلب** هسته‌هایی که نسبت عدد اتمی به عدد جرمی در آن‌ها، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۴ است، ناپایدار هستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

توجه به رابطهٔ زیر توجه کنید:

$$\frac{n}{p}\geq ۱/۵\Rightarrow ۱+\frac{n}{p}\geq ۲/۵\Rightarrow \frac{p+n}{p}\geq ۲/۵\Rightarrow \frac{A}{Z}\geq ۲/۵\Rightarrow \frac{Z}{A}\leq \frac{۱}{۲/۵}\Rightarrow \frac{Z}{A}\leq ۰/۴$$

۶ **۳** در معادلهٔ نوشتاری، **حالت فیزیکی** مواد نباید مشخص شود. بنابراین صورت صحیح معادلهٔ مطرح شده به‌صورت زیر است:

کربن مونوکسید + آب ⟶ اکسیژن + متان

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): با افزایش ارتفاع در هواکره، تعداد ذره‌ها در واحد حجم **کاهش** می‌یابد و به همین دلیل، چگالی هوا و تعداد برخوردهای بین ذره‌ها کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۲): عمدهٔ آلاینده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی شامل اکسیدهای اسیدی $NO_۲$ و $SO_۲$ هستند که با انحلال در آب، باران اسیدی ایجاد می‌کنند.

۷ **۲** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نخستین عنصری از جدول تناوبی که ۱۰ الکترون با $l=۲$ دارد، ${}_{۲۹}Cu$ است.

آرایش الکترونی یون‌های ${}_{۳۱}Ga^{۳+}$ و ${}_{۲۹}Cu^{۲+}$ به‌صورت زیر است:

$${}_{۳۱}Ga:[{}_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۱} \xrightarrow{\text{حذف الکترون از زیرلایه‌های } ۴s^{۲} \text{ و } ۴p^{۱}} {}_{۳۱}Ga^{۳+}:[{}_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

$${}_{۲۹}Cu:[{}_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱} \xrightarrow{\text{حذف الکترون از زیرلایه‌های } ۳d^{۱۰} \text{ و } ۴s^{۱}} {}_{۲۹}Cu^{۲+}:[{}_{۱۸}Ar]۳d^{۹}$$

عبارت (ب): اگر آرایش الکترونی $A^{۴+}$ به $5d^{10}$ ختم شود، آرایش الکترونی عنصر A به‌صورت $5d^{10}6s^{2}6p^{2}$ است. در این عنصر، زیرلایهٔ 4f به‌طور کامل از الکترون پر شده است؛ درنتیجه تعداد الکترون‌هایی با $l=۳$ برابر ۱۴ است. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت زیر می‌باشد که در آن ۱۴ زیرلایه، به‌طور کامل از الکترون پر شده است:

$$A:(۱s^{۲})/(۲s^{۲})(۲p^{۶})/(۳s^{۲})(۳p^{۶})(۳d^{۱۰})/(۴s^{۲})(۴p^{۶})(۴d^{۱۰})(۴f^{۱۴})/(۵s^{۲})(۵p^{۶})(۵d^{۱۰})/(۶s^{۲})\,۶p^{۲}$$

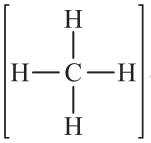
عبارت (پ): اگر یون $X^{۲+}$ دارای ۴۰ الکترون باشد، در عنصر X، ۴۲ الکترون وجود دارد. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت زیر است:

$${}_{۴۲}X:[{}_{۳۶}Kr]۴d^{۵}۵s^{۱} \xrightarrow{\text{حذف الکترون از زیرلایه‌های } ۴d^{۵},۵s^{۱}} X^{۲+}:[{}_{۳۶}Kr]۴d^{۴}$$

لایهٔ چهارم این یون، دارای زیرلایه‌های $4s^{2}$، $4p^{6}$ و $4d^{4}$ است که در مجموع ۱۲ الکترون دارند. عبارت (ت): آرایش الکترونی ${}_{۳۷}Rb$ به‌صورت $[{}_{۳۶}Kr]5s^{1}$ است. در این عنصر ۹ الکترون با $l=۰$ در زیرلایه‌های s، وجود دارند. در یون $Cu^{۲+}$، ۹ الکترون با $l=۲$ در زیرلایهٔ d وجود دارد.

۸ **۳** مطابق قانون آووگادرو، در **دما و فشار** یکسان، **حجم** یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): اتانول، جزء **سوخت‌های سبز** محسوب می‌شود و می‌تواند به‌جای سوخت‌های فسیلی مورد استفاده قرار گیرد.

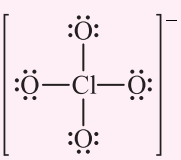
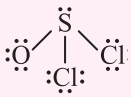
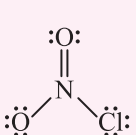
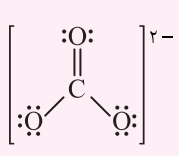
گزینهٔ (۲): گاز شهری، به‌طور عمده از گاز **متان** $(CH_۴)$ تشکیل شده است که در ساختار آن  جفت الکترون ناپیوندی وجود ندارد.

گزینهٔ (۴): در صنعت، برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات، از گاز **اوزون** استفاده می‌شود که وجود این گاز در تروپوسفر، خطرناک است و نقش یک **آلاینده** را دارد.

۹ **۱** فقط عبارت (الف) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نام‌گذاری صحیح ترکیب‌ها به صورت «نقره کلرید و آهن (III) فلوئورید» می‌باشد.

عبارت (ب): بار یون‌های اتم ${}_{۲۹}Cu$ برابر ۱+ و ۲+ و بار یون‌های اتم آهن برابر ۲+ و ۳+ است. عبارت (پ): رنگ شعله در واکنش سوختن **ناقص** سوخت‌های فسیلی، **زرد**رنگ است که مشابه رنگ شعله در واکنش سوختن **سدیم** است. فلز سدیم در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، یک الکترون در زیر لایهٔ $3s^{1}$ دارد.

عبارت (ت): ساختار لوویس ترکیب‌های مطرح‌شده به‌صورت زیر است:

			
$ClO_۴^-$	$SOCl_۲$	$NO_۲Cl$	$CO_۳^{۲-}$

ملاحظه می‌کنید که فقط در ساختار لوویس $SOCl_۲$ اتم مرکزی الکترون ناپیوندی دارد.

۱۰ **۴** نسبت‌های مطرح‌شده در هر چهار گزینه به‌صورت زیر است:

گزینهٔ (۱): ساختار لوویس N_3^- به‌صورت $[:\ddot{N}=N=\ddot{N}:]^-$ است. نسبت تعداد اتم‌های نیتروژن به تعداد جفت الکترون‌های پیوندی برابر $\frac{۳}{۴}$ است.

گزینهٔ (۲): فرمول مولکولی دی‌کلر هپتا اکسید به‌صورت Cl_2O_7 است. نسبت تعداد اتم‌های اکسیژن به تعداد کل اتم‌ها در این ترکیب، برابر $\frac{۷}{۹}$ است.

گزینهٔ (۳): ساختار لوویس کربن دی‌سولفید (CS_2) به‌صورت $[\ddot{S}=C=\ddot{S}]$ است. نسبت تعداد کل اتم‌ها به تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر $\frac{۳}{۴}$ است.

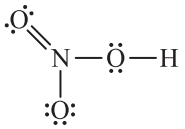
گزینهٔ (۴): ساختار لوویس یون C_2^{2-} به‌صورت $[:C\equiv C:]^{2-}$ است. نسبت اندازهٔ بار یون به تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر یک $(\frac{۲}{۲})$ است.

۱۱ **۴** عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش اکسایش چربی موجود در کوهان شتر به‌صورت زیر است:

$$۲C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶(s)+۱۶۳O_۲(g)\rightarrow ۱۱۴\,CO_۲(g)+۱۱۰\,H_۲O(l)$$

عبارت (ب): گاز هلیم حدود ۷٪ **حجمی** از مخلوط گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد و در ژرفای زمین در جریان **واکنش‌های هسته‌ای** تولید می‌شود.

عبارت (پ): ساختار لوویس HNO_3 به‌صورت مقابل است. در این مولکول، دو اتم با دو جفت الکترون ناپیوندی و یک اتم با سه جفت الکترون ناپیوندی دیده می‌شود. فرمول شیمیایی ترکیب کروم (II) کلرید به‌صورت $CrCl_2$ است که در آن، نسبت تعداد آنیون به کاتیون برابر ۲ است.



عبارت (ت): واکنش‌های انجام شده برای تولید اوزون تروپوسفری به‌صورت زیر است:

$$۱)\ N_۲(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO(g)\quad ,\quad ۲)\ ۲NO(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO_۲(g)\quad ,\quad ۳)\ NO_۲(g)+O_۲(g)\rightarrow O_۳(g)+NO(g)$$

در واکنش‌های (۱) و (۳) گاز NO تولید می‌شود، اما ضریب استوکیومتری این ترکیب در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش (۳) برابر یک است.

۱۲ **۴**

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{P_۱=P_۲}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}\xrightarrow[T_۱=۱۲۷^\circ C=۴۰۰K]{V_۲=۲V_۱}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{۲V_۱}{۴۰۰}\Rightarrow T_۱=۲۰۰\,K=-۷۳^\circ C$$

۱۳ **۱** ابتدا باید حجم گاز O_2 را در دمای اتاق و همچنین در شرایط استاندارد (STP) محاسبه نمود.

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,L\,O_۲(STP)=۶۰۰g\,C_۶H_{۱۲}O_۶\times\frac{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰g\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۶mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۱\,mol\,O_۲}{۲mol\,CO_۲}\times\frac{۲۲/۴L\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲}=۲۲۴L\,O_۲(STP)$$

$$?\,L\,O_۲(\text{در دمای اتاق})=۶۰۰g\,C_۶H_{۱۲}O_۶\times\frac{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰g\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۶mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}\times\frac{۱\,mol\,O_۲}{۲mol\,CO_۲}\times\frac{۳۲g\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲}\times\frac{۱\,L\,O_۲}{۱/۴g\,O_۲}\simeq ۲۲۸/۶L\,O_۲$$

اکنون می‌توان **تفاوت** حجم گاز O_2 را در دو شرایط استاندارد و دمای اتاق محاسبه نمود:

تفاوت حجم گاز $O_۲=۲۲۸/۶-۲۲۴=۴/۶L$

روش دوم (تناسب): با توجه به واکنش‌های (۱) و (۲)، ضریب مادهٔ مشترک (CO_2) در دو واکنش را یکسان می‌کنیم و به این ترتیب تناسب زیر را در نظر می‌گیریم:

$$۱C_۶H_{۱۲}O_۶\sim ۶CO_۲\sim ۳O_۲$$

ابتدا حجم O_2 را در شرایط استاندارد محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم گلوکز مصرفی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم }O_۲\text{ تولیدی}}{\text{ضریب}\times ۲۲/۴}\Rightarrow\frac{۶۰۰}{۱\times ۱۸۰}=\frac{xL\,O_۲(STP)}{۳\times ۲۲/۴}\Rightarrow x=۲۲۴L\,O_۲$$

سپس حجم O_2 را در دمای اتاق محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم گلوکز مصرفی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم }O_۲\text{ تولیدی}\,(L)\times\text{چگالی}(\frac{g}{L})}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۶۰۰}{۱\times ۱۸۰}=\frac{x\times ۱/۴}{۳\times ۳۲}\Rightarrow x\simeq ۲۲۸/۶L\,O_۲$$

اکنون می‌توان تفاوت حجم O_2 را در دو حالت مختلف محاسبه نمود:

تفاوت حجم گاز $O_۲=۲۲۸/۶-۲۲۴=۴/۶L\,O_۲$

میانبر محاسباتی

$$\frac{۶۰۰\times ۳\times ۳۲}{۱۸۰\times ۱/۴}=?\xrightarrow[\text{و ساده کردن}]{\text{دسته‌بندی}}\frac{\overset{۱۶}{\cancel{۶}\times ۳\times\cancel{۳۲}}}{\underset{۷}{\cancel{۱۸}\times\cancel{۱۴}}}\times\frac{۱۰۰}{۱۰\times ۱۰^{-۱}}=\frac{۱۶}{۷}\times ۱۰۰\xrightarrow{\text{تقسیم پلکانی}}\frac{\overset{۲}{(۱۴}+\overset{\simeq ۰/۲۸}{\underset{۷}{۲}})}{}\times ۱۰۰=(۲+۰/۲۸)\times ۱۰۰=۲۲۸$$

پاسخ نزدیک به عدد ۲۲۸ است. (پاسخ: ۲۲۸/۶)

۱۴ **۲**

شبیه‌ساز کنکور

معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$2Na_3PO_4(aq)+3CaCl_2(aq)\rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)+6NaCl(aq)$$

شرط انحلال‌پذیری یک ترکیب یونی در آب این است که «میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوند هیدروژنی در آب > نیروی جاذبهٔ یون - دوقطبی» باشد. ترکیب کلسیم فسفات برخلاف سدیم کلرید در آب نامحلول است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): ابتدا جرم سدیم فسفات موجود در ۲۰۰ گرم محلول را از جرم کلسیم کلرید محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Na_3PO_4=33/3\,g\,CaCl_2\times\frac{1\,mol\,CaCl_2}{111\,g\,CaCl_2}\times\frac{2\,mol\,Na_3PO_4}{3\,mol\,CaCl_2}\times\frac{164\,g\,Na_3PO_4}{1\,mol\,Na_3PO_4}=32/8\,g\,Na_3PO_4$$

سپس درصد جرمی Na_3PO_4 را در محلول آن به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times100=\frac{32/8g}{200g}\times100=\%16/4$$

گزینهٔ (۳): با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد فراورده از واکنش‌دهنده بیشتر است.

گزینهٔ (۴): در این واکنش ۳۳/۳ گرم کلسیم کلرید $(CaCl_2)$ که حاوی یون کلرید است، مصرف می‌شود؛ پس:

$$?\,ion\,Cl^-=33/3\,g\,CaCl_2\times\frac{1\,mol\,CaCl_2}{111\,g\,CaCl_2}\times\frac{2\,mol\,Cl^-}{1\,mol\,CaCl_2}\times\frac{6/02\times10^{23}\,ion\,Cl^-}{1\,mol\,Cl^-}\simeq3/6\times10^{23}\,ion\,Cl^-$$

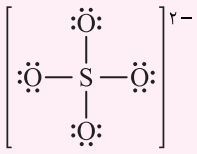
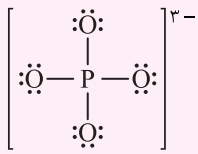
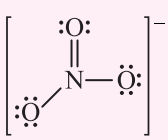
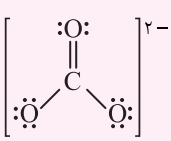
۱۵ **۳** یونی که برای تنظیم و عملکرد مناسب **دستگاه عصبی** بسیار ضروری است، یون **پتاسیم** است. این یون در جایگاه **چهارم** فراوان‌ترین کاتیون‌های موجود در آب اقیانوس‌ها قرار دارد.

توجه فراوان‌ترین کاتیون‌های حل‌شده در آب دریا و اقیانوس‌ها برحسب میزان فراوانی به‌ترتیب عبارت است از Na^+، Mg^{2+}، Ca^{2+} و K^+.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): بنزین، ید در هگزان و چربی در استون، هر سه مخلوط‌هایی **همگن** هستند که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سراسر هر سه مخلوط **یکنواخت** است.

گزینهٔ (۲): اعمال فشار به آب از طریق یک پیستون، روش **اسمز معکوس** برای تصفیهٔ آب را بیان می‌کند که با این روش فلزهای سمی، نافلزها و ترکیب‌های آلی فرّار، قابل جداسازی هستند، اما **میکروب‌ها** را نمی‌توان با این روش از آب جدا کرد. گزینهٔ (۴): ساختار لوویس هر چهار یون به‌صورت زیر است:

سولفات	فسفات	نیترات	کربنات
			

شمار جفت الکترون‌های پیوندی در ساختار هر چهار یون، برابر ۴ است.

۱۶ **۴** عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): هلیم **سبک‌ترین** گاز نجیب است و **کمترین** نقطهٔ جوش را در میان گازهای نجیب دارد و به همین علت، **دشوارتر** از همه به مایع تبدیل می‌شود. عبارت (پ): اکسیدهای فلزی که با آب وارد واکنش می‌شوند، در آب تولید یک ترکیب با **خاصیت بازی** می‌کنند که اغلب این اکسیدهای فلزی، انحلال‌پذیری **نسبتاً خوبی** در آب دارند. عبارت (ت): در بین ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۶، پس از H_2O که به علت وجود پیوند هیدروژنی نقطهٔ جوش بسیار بالایی دارد، H_2S **کمترین** جرم مولی را دارد و به همین علت نقطهٔ جوش آن از سایر ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۶، **پایین‌تر** است.

۱۷ **۲**

شبیه‌ساز کنکور

$$?\,mol\,Na_2CO_3=21/2\,g\,Na_2CO_3\times\frac{\overbrace{230\,g\,Na^+}^{\text{غلظت ppm}}}{10^6\,g\,\text{محلول}\,Na_2CO_3}\times\frac{1\,mol\,Na^+}{23\,g\,Na^+}\times\frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{2\,mol\,Na^+}=1/06\times10^{-4}\,mol\,Na_2CO_3$$

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت مقابل است:

$$Na_2CO_3(aq)+2HNO_3(aq)\rightarrow2NaNO_3(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

$$?\,mL\,CO_2=1/06\times10^{-4}\,mol\,Na_2CO_3\times\frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,Na_2CO_3}\times\frac{20\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}\times\frac{1000\,mL}{1\,L}=2/12\,mL\,CO_2$$

تست ۲۷ **برای تهیهٔ نیم کیلوگرم محلول سدیم کلرید که غلظت یون کلرید در آن ۷۲۰ppm باشد، به چند میلی‌گرم سدیم کلرید نیاز است و این محلول در واکنش با مقدار کافی محلول نقره نیترات، چند مول رسوب تولید می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)**

$(Na=23, Cl=36: g.mol^{-1})$

۱) ۲۹۵ - ۰/۰۱
۲) ۲۹۵ - ۰/۰۲
۳) ۵۹۰ - ۰/۰۱
۴) ۵۹۰ - ۰/۰۲

گزینهٔ (۳)

۱۸ **۱** غلظت محلول اولیه را برابر $\frac{n}{V}$ در نظر می‌گیریم. درنتیجه:

$$\text{غلظت محلول اولیه}=\frac{n}{V}\xrightarrow[\text{محلول می‌افزاییم}]{V\text{ لیتر آب به}}\text{غلظت محلول در مرحلهٔ اول}=\frac{n}{۲V}\xrightarrow[\text{محلول می‌افزاییم}]{۲V\text{ لیتر آب به}}\text{غلظت محلول در مرحلهٔ دوم}=\frac{n}{۴V}$$

$$\xrightarrow[\text{محلول می‌افزاییم}]{۴V\text{ لیتر آب به}}\text{غلظت محلول در مرحلهٔ سوم}=\frac{n}{۸V}$$

غلظت محلول نهایی برابر $۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$ است. درنتیجه:

$$\frac{n}{۸V}=۰/۰۵\Rightarrow\frac{n}{V}=۸\times۰/۰۵=۰/۴mol.L^{-۱}$$

تعداد کاتیون فلزی در ۱۵۰ میلی‌لیتر از محلول اولیه برابر است با:

$$?\,ion\ Li^{+}=۱۵۰mL\ \text{محلول}\times\frac{۱\ L}{۱۰۰۰\ mL}\times\frac{۰/۴mol\ Li_۲SO_۴}{۱\ L\ \text{محلول}}\times\frac{۲mol\ Li^{+}}{۱\ mol\ Li_۲SO_۴}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}ion\ Li^{+}}{۱\ mol\ Li^{+}}=۷/۲۲۴\times۱۰^{۲۲}ion\ Li^{+}$$

۱۹ **۱** ابتدا باید محاسبه کنیم که در ۶۶ گرم محلول سیرشدهٔ سدیم نیترات، چند گرم حل‌شونده و چند گرم آب وجود دارد. *شبیه‌ساز کنکور*

$$?\,g\ NaNO_۳=۶۶g\ \text{محلول سیرشده}\times\frac{۶۵g\ NaNO_۳}{۱۶۵g\ \text{محلول سیرشده}}=۲۶g\ NaNO_۳$$

محلول سدیم نیترات اولیه، از ۴۰ گرم آب و ۲۶ گرم حل‌شونده تشکیل شده است. جرم آب در محلول ۲۰۰ گرمی سدیم نیترات با درصد جرمی ۳۰٪ برابر است با:

$$?\,g\ H_۲O=۲۰۰g\ \text{محلول سدیم نیترات}\times\frac{۷۰g\ \text{آب}}{۱۰۰g\ \text{محلول سدیم نیترات}}=۱۴۰g\ \text{آب}\Rightarrow\text{جرم آب در محلول ثانویه}=۴۰+۱۴۰=۱۸۰g\ \text{آب}$$

جرم سدیم نیترات در ۱۸۰ گرم آب برابر است با:

$$?\,g\ NaNO_۳=۱۸۰g\ \text{آب}\times\frac{۶۵g\ NaNO_۳}{۱۰۰g\ \text{آب}}=۱۱۷g\ NaNO_۳$$

$$\text{جرم نهایی محلول}=\text{جرم حل‌شونده}+\text{جرم حلال}=۱۱۷g+۱۸۰g=۲۹۷g$$

۲۰ **۲** فقط عبارت (ب) و (ت) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): میزان انحلال‌پذیری گاز در فشار ۱/۵atm در ۱۰۰ گرم آب و در دمای $۳۰^{\circ}C$ برابر است با:

$$۱۰۰g\ \text{آب}\times\frac{۱/۵atm}{۴atm}\times\frac{۳۲g\ \text{گاز}}{۴۰g\ \text{آب}}=۳۰g\ \text{گاز}$$

با توجه به اینکه با افزایش دما، میزان انحلال‌پذیری گازها **کاهش** می‌یابد، در دمای $۵۰^{\circ}C$ و با فرض اینکه فشار ثابت بماند، باید انحلال‌پذیری گاز مورد نظر در ۱۰۰ گرم آب، کمتر از ۳۰ گرم باشد که این مقدار می‌تواند برابر ۱۶ گرم در هر ۱۰۰ گرم آب باشد. عبارت (ب): انحلال‌پذیری $N_۲(g)$ ، $Li_۲SO_۴(s)$ و $HCl(g)$ با افزایش دما، کاهش می‌یابد. عبارت (پ): با اعمال فشار و طبق فرایند **اسمز معکوس**، آب از محلولی با غلظت **بیشتر** به سمت محلول با غلظت **کمتر** حرکت می‌کند. عبارت (ت): ممکن است **گشتاور دوقطبی** گاز A ، اندکی بیشتر از گاز B باشد، اما با وجود جرم مولی یکسان A با B و یا جرم مولی کمتر A نسبت به B ، باز هم شاهد انحلال‌پذیری بیشتر گاز A در آب، نسبت به گاز B باشیم. یکی از مثال‌های این پدیده، می‌تواند این باشد که گاز A ، با وجود جرم مولی کمتر، به‌دلیل اینکه می‌تواند با آب وارد و واکنش شود، در آب بیشتر حل می‌شود.

پاسخ تشریحی آزمون ۳۶

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۴۵ درصد	۲ - ۴ - ۱۱ - ۱۳ - ۱۹	۱- تست‌های شمارشی که دارای عبارت محاسباتی هستند، به دلیل وقت‌گیر بودن، بهتر است دور دوم حل شوند. ۲- تست ۴ وقت‌گیر است ولی چون مشابه آن در کنکور سراسری آمده است، حتماً پاسخ آن را بررسی کنید.

۱ ۴ عنصری با عدد اتمی ۱۴، **سیلیسیم** است که همانند عنصری با عدد اتمی ۶ که **کربن** می‌باشد، رسانای جریان الکتریسیته است، اما برخلاف آن، رسانای جریان گرما می‌باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): عنصر سوم گروه ۱۴، **ژرمانیم** است که رسانای جریان الکتریسیته می‌باشد و عناصر سدیم، منیزیم، آلومینیم و سیلیسیم از دورهٔ سوم، رسانای جریان الکتریسیته هستند. گزینهٔ (۲): عنصری با عدد اتمی ۸۲، **سرب** است که همانند **کلسیم** که آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آن به صورت $4s^2$ است، فلز بوده و خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری دارد. گزینهٔ (۳): عنصر گروه ۱۷ دورهٔ سوم، **کلر** است و همانند عناصر کربن، سیلیسیم و ژرمانیم، تمایل به اشتراک گذاشتن الکترون در واکنش با دیگر اتم‌ها دارد.

۲ ۳ عبارت (ت) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در یک گروه از جدول دوره‌ای، از بالا به پایین، شعاع اتمی **افزایش** می‌یابد، در نتیجه تمایل اتم‌ها به جذب الکترون کاهش یافته و خصلت نافلزی نیز، دچار **کاهش** می‌شود. عبارت (ب): گازهایی که در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودرو به‌کار برده می‌شوند، **هالوژن‌ها** هستند که با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی تبدیل می‌شوند و به آرایش هشت‌تایی پایدار گازهای نجیب می‌رسند. عبارت (پ): واکنش پتاسیم با کلر، نسبت به واکنش سدیم با کلر، شدیدتر انجام شده و نوری به رنگ **بنفش** نشر می‌دهد که نسبت به نور **زرد** منتشر شده در واکنش سدیم، دارای طول موج کمتر و انرژی بیشتری است. عبارت (ت): در دمای ۷۳ کلوین $(-۲۰۰^\circ C)$، فلوئور **به سرعت** با گاز هیدروژن وارد واکنش می‌شود؛ بنابراین نمی‌توان دمای ۷۳ کلوین را حداقل دمای لازم برای واکنش تولید HF در نظر گرفت، چون در دماهای پایین‌تر هم این واکنش انجام می‌شود. (البته با سرعت کمتر) حداقل دما برای تولید HBr، برابر $200^\circ C$ و حداقل دما برای تولید HI، برابر $400^\circ C$ است؛ بنابراین در دمای $200^\circ C$ **نمی‌توان** HI را تهیه کرد. عبارت (ث): محلول $CuSO_4$ آبی‌رنگ است. با قرار دادن میخ آهنی در این محلول، واکنش $Fe(s)+CuSO_4(aq)\rightarrow Cu(s)+FeSO_4(aq)$ انجام شده و با مصرف Cu^{2+}، رنگ آبی محلول به تدریج کم‌رنگ می‌شود.

۳ ۴ عبارت (الف) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): عنصر B می‌تواند **کروم** $(_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5 4s^1)$ یا **منگنز** $(_{25}Mn:[_{18}Ar]3d^5 4s^2)$ باشد که هیچ کدام از آن‌ها، توانایی تشکیل کاتیون پایدار با آرایش الکترونی گاز نجیب هم‌دورهٔ خود را ندارند.

توجه کاتیون‌ها، همیشه در صورت رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب، به آرایش الکترونی گاز نجیب دورهٔ **قبل از خود** می‌رسند. اما **آنیون‌ها**، با تشکیل یون پایدار به آرایش الکترونی گاز نجیب **هم‌دورهٔ** خود می‌رسند.

عبارت (ب): Fe دارای آرایش الکترونی $[_{18}Ar]3d^6 4s^2$ است. بنابراین عنصر C می‌تواند **آهن** باشد و در نتیجه، دارای ۲۶ پروتون است. در ضمن، Fe دارای **دو اکسید** طبیعی FeO و Fe_2O_3 می‌باشد. عبارت (پ): عنصر D می‌تواند **مس** $(_{29}Cu=[_{18}Ar]3d^{10}4s^1)$ و یا **روی** $(_{30}Zn=[_{18}Ar]3d^{10}4s^2)$ باشد که همان‌طور که مشاهده می‌کنید، تفاوت آرایش الکترونی آن‌ها، فقط در یک الکترون موجود در زیرلایهٔ 4s است. عبارت (ت): با توجه به اینکه عنصر A دارای یک الکترون در زیرلایهٔ d است، می‌تواند کاتیون پایدار $(+3)$ تشکیل دهد که به آرایش الکترونی گاز نجیب **آرگون** می‌رسد؛ بنابراین آرایش الکترونی کاتیون حاصل از عنصر A می‌تواند دارای **سه حالت** باشد. ۱) خود عنصر آرگون که عنصری از دورهٔ سوم است. ۲) کاتیون‌هایی مانند یون پتاسیم و یون کلسیم. ۳) آنیون‌هایی مثل یون سولفید و کلرید.

توجه آرایش الکترونی گاز نجیب، می‌تواند مربوط به کاتیونی از دورهٔ بعد از آن گاز نجیب، آنیونی از همان دورهٔ گاز نجیب و همچنین خود آن گاز نجیب باشد.

۴ ۲ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن کامل اتانول و استون به‌صورت زیر است: *شبیه‌ساز کنکور*

۱) $C_2H_5OH+3O_2\rightarrow 2CO_2+3H_2O$ ۲) $C_3H_6O+4O_2\rightarrow 3CO_2+3H_2O$

برای حل این مسئله، مقدار مول اتانول و استون را به‌ترتیب x و y در نظر می‌گیریم و به کمک جرم آب و مول کربن دی‌اکسید تولیدی، x و y را به‌دست می‌آوریم؛ با توجه به معادلهٔ (۱)، به ازای سوختن x مول C_2H_5OH، 2x مول CO_2 و 3x مول H_2O تولید می‌شود و با توجه به معادلهٔ (۲)، به ازای سوختن y مول C_3H_6O، 3y مول CO_2 و 3y مول آب تولید می‌شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{مجموع مقدار مول آب تولیدی} = 64/8\,g\,H_2O\times\frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O}=3/6\,mol\,H_2O$$

$$\begin{cases}\text{مجموع مقدار مول آب تولیدی} = 3x+3y=3/6\\ \text{مجموع مقدار مول کربن دی‌اکسید تولیدی} = 2x+3y=2/8\end{cases}\Rightarrow x=0/8\ ,\ y=0/4$$

حال جرم اتانول و استون موجود در مخلوط اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\ \text{اتانول} = 0/8\,mol\,C_2H_5OH\times\frac{46\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH}=36/8\,g\,C_2H_5OH$$

$$?\,g\ \text{استون} = 0/4\,mol\,C_3H_6O\times\frac{58\,g\,C_3H_6O}{1\,mol\,C_3H_6O}=23/2\,g\,C_3H_6O$$

اکنون درصد خلوص اتانول را در مخلوط اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد خلوص اتانول}=\frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم مخلوط اولیه}}\times 100=\frac{36/8}{36/8+23/2+20}\times 100=\frac{36/8}{80}\times 100=\%46$$

۵ ۲ ابتدا با استفاده از مقدار گاز کلر تولید شده، مقدار MnO_2 خالص را پیدا می‌کنیم:

$$?\,g\,MnO_2\text{خالص}=142\,g\,Cl_2\times\frac{1\,mol\,Cl_2}{71\,g\,Cl_2}\times\frac{1\,mol\,MnO_2}{1\,mol\,Cl_2}\times\frac{87\,g\,MnO_2\text{خالص}}{1\,mol\,MnO_2}=174\,g\,MnO_2\text{ خالص}$$

$$\text{جرم ناخالصی‌ها}=\text{(جرم کل نمونه)}-\text{(جرم }MnO_2\text{ خالص)}\Rightarrow\text{جرم ناخالصی}=348-174=174\,g$$

اکنون با استفاده از مقدار MnO_2 خالص، مقدار Mn را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\,Mn=174\,g\,MnO_2\times\frac{55\,g\,Mn}{87\,g\,MnO_2}=110\,g\,Mn$$

$$\frac{\text{جرم ناخالصی در جامد اولیه}}{\text{جرم منگنز در جامد اولیه}}=\frac{174\,g}{110\,g}\simeq1/58$$

۶ ۴ ابتدا باید حجم مولی گازها در شرایط واکنش را به‌دست آوریم. با توجه به دما و فشار داده شده و شرایط STP داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{273}=\frac{3/2\times V_2}{341/25}\Rightarrow V_2=8/75\,L$$

روش اول (کسرهای تبدیل):

$$?\,g\,CaCO_3=35\,L\,CO_2\times\frac{1\,mol\,CO_2}{8/75\,L\,CO_2}\times\frac{1\,mol\,CaCO_3}{1\,mol\,CO_2}\times\frac{100\,g\,CaCO_3}{1\,mol\,CaCO_3}=400\,g\,CaCO_3\text{ خالص}$$

حال می‌توانیم مقدار ناخالص $CaCO_3$ را محاسبه کنیم:

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}}\times100\Rightarrow96=\frac{400}{x}\times100\Rightarrow x=400\times\frac{100}{96}=416/67\,g\,CaCO_3\text{ ناخالص}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم کلسیم کربنات}\times\frac{\text{درصد خلوص}}{100}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم کربن دی‌اکسید}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{x\times\frac{96}{100}}{1\times100}=\frac{35}{1\times8/75}\Rightarrow x\simeq416/67\,g\,CaCO_3$$

۷ ۳ ابتدا از روی جرم پتاسیم کلرید تولید شده، جرم پتاسیم در مخلوط اولیه و همچنین جرم هیدروکلریک اسید مصرفی در واکنش (II) را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\,K=59/6\,g\,KCl\times\frac{1\,mol\,KCl}{74/5\,g\,KCl}\times\frac{2\,mol\,K}{2\,mol\,KCl}\times\frac{39\,g\,K}{1\,mol\,K}=31/2\,g\,K$$

$$?\,g\,HCl=59/6\,g\,KCl\times\frac{1\,mol\,KCl}{74/5\,g\,KCl}\times\frac{2\,mol\,HCl}{2\,mol\,KCl}\times\frac{36/5\,g\,HCl}{1\,mol\,HCl}=29/2\,g\,HCl$$

اکنون، مقدار هیدروکلریک اسید مصرفی در واکنش اول، مقدار آهن و همچنین مقدار ناخالصی که برابر با جرم آهن (II) کلرید تولید شده در واکنش است را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,HCl=109/5-29/2=80/3\,g\,HCl$$

$$?\,g\,Fe=80/3\,g\,HCl\times\frac{1\,mol\,HCl}{36/5\,g\,HCl}\times\frac{1\,mol\,Fe}{2\,mol\,HCl}\times\frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe}=61/6\,g\,Fe$$

$$?\,g\,FeCl_2=80/3\,gHCl\times\frac{1\,mol\,HCl}{36/5\,g\,HCl}\times\frac{1\,mol\,FeCl_2}{2\,mol\,HCl}\times\frac{127\,g\,FeCl_2}{1\,mol\,FeCl_2}=139/7\,g\,FeCl_2$$

مقدار ناخالصی نیز برابر با جرم آهن (II) کلرید است. اکنون، مقدار تمام اجزای نمونهٔ اولیه را داریم و می‌توانیم درصد خلوص آهن را در آن محاسبه نماییم:

$$\text{درصد خلوص آهن}=\frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم کل نمونه}}\times100\Rightarrow\text{درصد خلوص آهن}=\frac{61/6}{61/6+139/7+31/2}\times100=\frac{61/6}{232/5}\times100\simeq\%26/5$$

میانبر محاسباتی در محاسبات مربوط به K و HCl، حاصل کسر $\frac{59/6}{74/5}$ برابر $\frac{4}{5}$ و در محاسبات مربوط به Fe و $FeCl_2$، حاصل کسر $\frac{80/3}{36/5}$ تقریباً برابر $\frac{20}{9}$ است.

$$\frac{80/3}{36/5}=?\xrightarrow[\text{به جای }80/3\text{ و }36/5\text{، اعداد }80\text{ و }36\text{ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{80}{36}=\frac{20}{9}$$

$$\frac{59/6}{74/5}=?\xrightarrow[\text{به جای }59/6\text{ و }74/5\text{، اعداد }60\text{ و }75\text{ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{60}{75}=\frac{4}{5}$$

و در آخر برای محاسبهٔ درصد خلوص آهن خواهیم داشت:

$$\frac{61/6\times100}{232/5}=?\xrightarrow[\text{به جای }61/6\text{ و }232/5\text{، اعداد }60\text{ و }240\text{ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن}}\frac{60\times100}{240}=\frac{100}{4}=25$$

پاسخ به عدد ۲۵ نزدیک است. (پاسخ: ۲۶/۵)

۸ **۲** کاهش جرم (۳/۲ گرم)، مربوط به تولید گاز SO_3 است.

روش اول (کسرهای تبدیل):

$$?\,g\ Al_2(SO_4)_3 = 3/2\,g\ SO_3 \times \frac{1\,mol\ SO_3}{80\,g\ SO_3} \times \frac{1\,mol\ Al_2(SO_4)_3}{3\,mol\ SO_3} \times \frac{342\,g\ Al_2(SO_4)_3}{1\,mol\ Al_2(SO_4)_3} \times \frac{100}{75} = 6/08\,g\ Al_2(SO_4)_3$$

(ناخالص) — مقدار خالص $Al_2(SO_4)_3$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم گاز گوگرد تری اکسید}}{\text{جرم‌مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آلومینیم سولفات مصرفی}}{\text{جرم‌مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/2\,g\ SO_3}{3 \times 80} = \frac{x\,g\ Al_2(SO_4)_3 \times \frac{75}{100}}{1 \times 342} \Rightarrow x = 6/08\,g\ Al_2(SO_4)_3$$

اکنون قسمت دوم سؤال را حل می‌کنیم:

$$?\,L\ NaAlO_2 = 3/2\,g\ SO_3 \times \frac{1\,mol\ SO_3}{80\,g\ SO_3} \times \frac{1\,mol\ Al_2O_3}{3\,mol\ SO_3} \times \frac{2\,mol\ NaAlO_2}{1\,mol\ Al_2O_3} \times \frac{1\,L\ NaAlO_2(aq)}{0/06\,mol\ NaAlO_2} \simeq 0/445\,L\ NaAlO_2(aq)$$

۹ **۲** در میان فلزهای نام برده شده، بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه، متعلق به **روی** است، ولی استخراج فلزهای **روی** و **نیکل** به روش گیاه‌پالایی، مقرون به صرفه **نیست**. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): سیلیسیم تولید شده در واکنش بین سیلیسیم اکسید (SiO_2) و کربن (C)، همانند آهن تولید شده در واکنش ترمیت، **مذاب** (l) است. گزینهٔ (۳): در یون هیدروکسید، ۱۰ الکترون وجود دارد و در مجموع در تمام آنیون‌های ترکیب، $10x$ الکترون وجود دارد. از طرفی، کاتیون موجود در ترکیب، $x-26$ الکترون دارد. با توجه به اختلاف الکترون داده شده داریم:

$$10x - 7 = 26 - x \Rightarrow x = 3$$

بنابراین این کاتیون Fe^{3+} می‌باشد که همان کاتیون موجود در زنگ آهن (Fe_2O_3) است. گزینهٔ (۴): واکنش‌پذیری عنصر مورد نظر، نسبت به آهن بیشتر ولی نسبت به منیزیم کمتر است. یکی از عناصری که می‌تواند این ویژگی را داشته باشد، عنصر **تیتانیم** با عدد اتمی ۲۲ است که دارای ۵ زیرلایهٔ دو الکترونی $(1s, 2s, 3s, 4s, 3d)$ است.

۱۰ **۲** عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در بحث توسعه و پیشرفت پایدار، علاوه بر ملاحظه‌های اقتصادی و زیست محیطی، باید **ملاحظات اجتماعی** نیز در نظر گرفته شود. عبارت (ب): بازیافت یک فلز، **قبل از** خوردگی و فرسایش آن امکان‌پذیر است. عبارت (پ): بازیافت باعث کاهش سرعت گرمایش جهانی، کاهش رد پای کربن دی‌اکسید و از بین رفتن گونه‌های زیستی کمتر می‌شود. عبارت (ت): از محلول سدیم هیدروکسید می‌توان برای شناسایی محلول‌های حاوی یون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} استفاده کرد و با این محلول نمی‌توان این یون‌ها را از مخلوط آن‌ها جداسازی نمود.

۱۱ **۳** عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ساختار نقطه - خط رسم شده برای آلکان مورد نظر درست است. برای بررسی قسمت دوم این عبارت، ابتدا شکل راست زنجیر این آلکان را رسم می‌کنیم و سپس تعداد پیوندها را مقایسه می‌کنیم:

$$\underset{3}{CH_3}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{2}{CH_2}-\underset{3}{CH_3}$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، هم در آلکان شاخه‌دار و هم در آلکان راست زنجیر، **۲۰ پیوند** بین اتم‌های کربن و هیدروژن وجود دارد.

توجه استدلال دیگر این است که در ساختار هر دو فرم راست زنجیر و شاخه‌دار، ۸ پیوند (کربن - کربن) دیده می‌شود و با توجه به برابر بودن مجموع تعداد پیوندها در هر دو فرم، تعداد پیوندهای $(C-H)$ با هم برابر است.

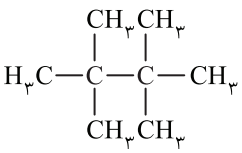
عبارت (ب): در شرایط STP (فشار $1\,atm$ و دمای $0^\circ C$) چهار آلکان اول حالت **گازی** دارند. آلکانی با چهار اتم هیدروژن، همان متان است که با آلکان بعد از آن، اختلاف نقطهٔ جوش **بیشتری** نسبت به اختلاف نقطهٔ جوش آلکان‌هایی با سه و چهار اتم کربن دارد؛ بنابراین این نسبت، بزرگ‌تر از یک است.

توجه اختلاف بین نقطهٔ جوش متان و اتان، از اختلاف نقطهٔ جوش سایر آلکان‌های متوالی، بیشتر است. هر چه تعداد اتم‌های کربن یک آلکان بیشتر باشد، اختلاف نقطه جوش آن با آلکان بعد از خود، **کمتر** است.

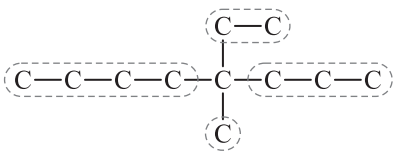
عبارت (پ): گریس $(C_{18}H_{38})$ نسبت به وازلین $(C_{25}H_{52})$ تعداد کربن کمتری دارد؛ بنابراین تعداد پیوندهای کمتری نیز بین اتم‌های کربن و هیدروژن خود دارد. اگر در نمودار، متغیر x، فرّار بودن باشد، A فرّاریت بیشتری نسبت به B دارد، یعنی تعداد کربن‌های آن **کمتر** است، به همین دلیل، نمی‌تواند نقطهٔ جوش بیشتری نسبت به B داشته باشد. عبارت (ت): اتانول در مقیاس صنعتی، از واکنش **اتن** با مخلوط آب و اسید تهیه می‌شود.

۱۲ **۴** همهٔ عبارت‌ها درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): ساده‌ترین آلکانی که می‌تواند چهار شاخهٔ فرعی متیل داشته باشد، ۲، ۲، ۳، ۳- تترامتیل بوتان می‌باشد که دارای ۲۵ پیوند اشتراکی است.



عبارت (ب): اتم کربن **شمارهٔ ۴** در این ساختار به چهار گروه آلکیل متفاوت متصل می‌باشد که عبارت‌اند از متیل، اتیل، پروپیل و بوتیل. شکل زیر، همان آلکان مورد سؤال است.



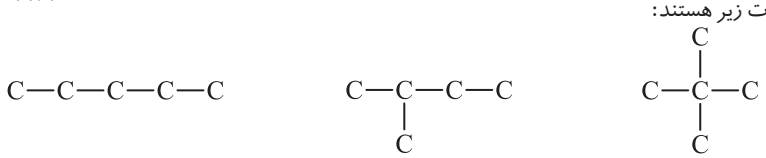
عبارت (پ): دقت کنید که در این عبارت، مقایسهٔ درصد جرمی هیدروژن را در میان هیدروکربن‌های آلکان، آلکن و آلکین انجام داده که در آن **اتین**، کمترین درصد را به خود اختصاص می‌دهد، چرا که در این مولکول به ازای هر ۱۲ گرم کربن، فقط ۱ گرم هیدروژن وجود دارد. در واقع، فقط در اتین، تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن با هم برابر است و در سایر آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها، تعداد اتم‌های هیدروژن بیشتر از تعداد اتم‌های کربن است.

$$\text{درصد جرمی هیدروژن در اتین} = \frac{\text{جرم هیدروژن}}{\text{جرم‌مولکول}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{2}{24} \times 100 \simeq \%8/33$$

عبارت (ت): آلکانی که چگالی آن در شرایط STP برابر ۳/۲۱ گرم بر لیتر باشد، **پنتان** است که می‌توان سه ساختار متفاوت برای آن رسم کرد.

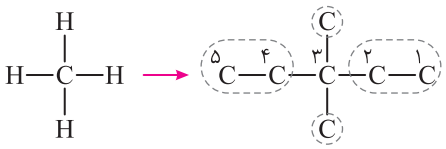
$$\text{چگالی}=\frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}}\Rightarrow ۳/۲۱=\frac{\text{جرم مولی}}{۲۲/۴}\Rightarrow \text{جرم مولی}\simeq ۷۲\,g.mol^{-۱}$$

ساختارهای متفاوت پنتان به صورت زیر هستند:



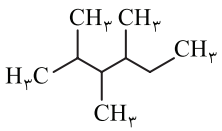
۱۳ ۴ اگر در مولکول «۳- اتیل- ۵- متیل نونان»، به جای گروه متیل، اتم برم قرار دهیم، مولکول «۵- برمو- ۳- اتیل نونان» به‌دست می‌آید که **برخلاف** «۴، ۴- دی‌اتیل- ۲، ۳- دی‌متیل هگزان» که دارای ۱۲ کربن است، دارای **۱۱ کربن** در ساختار خود می‌باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): ساختار حاصل به صورت زیر است. نام آیوپاک این ترکیب «۳، ۳- دی‌متیل پنتان» می‌باشد.



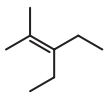
گزینهٔ (۲): از آنجا که جرم مولی کلر، بیشتر از فلوئور است، با جایگزینی اتم فلوئور با اتم کلر، در حالی که جرم کربن ثابت است، جرم مولکول **کاهش** می‌یابد؛ بنابراین درصد جرمی کربن در ترکیب جدید نسبت به ترکیب اولیه، **افزایش** می‌یابد.

گزینهٔ (۳): ترکیب حاصل به صورت روبه‌رو است، که در آن گروه‌های متیل نمایش داده شده‌اند.



توجه تعداد شاخه‌های فرعی متیل در این ساختار برابر ۳ می‌باشد، اما تعداد گروه‌های متیل موجود در این ساختار برابر ۵ است.

۱۴ ۱ ساختار ترکیب ایجاد شده به صورت روبه‌رو است. همانطور که مشاهده می‌کنید، در ساختار این هیدروکربن، **۸ اتم کربن** وجود دارد که با تعداد اتم‌ها در هر واحد فرمولی دومین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها (اتان با فرمول مولکولی $C_۲H_۶$) برابر است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): برای این ترکیب، با جابه‌جایی پیوند دوگانه روی زنجیر اصلی کربنی، می‌توان **۴ فرمول ساختاری** راست زنجیر متفاوت رسم کرد.

گزینهٔ (۳): در الکل تولید شده، **۲۶ پیوند** اشتراکی داریم.

گزینهٔ (۴): ترکیب تولید شده در اثر واکنش این هیدروکربن با گاز فلوئور، «۳- اتیل- ۲، ۳- دی‌فلوئورو- ۲- متیل پنتان» است.

۱۵ ۲ معادلهٔ کلی سوختن آلکان‌ها به صورت روبه‌رو است:

$$C_nH_{۲n+۲}+\frac{۳n+۱}{۲}O_۲\rightarrow nCO_۲+(n+۱)H_۲O$$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,g\,H_۲O=۳/۶g\,C_nH_{۲n+۲}\times\frac{۱mol\,C_nH_{۲n+۲}}{(۱۴n+۲)g\,C_nH_{۲n+۲}}\times\frac{(n+۱)mol\,H_۲O}{۱mol\,C_nH_{۲n+۲}}\times\frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O}=۵/۴g\,H_۲O$$

با حل معادلهٔ بالا به $n=۵$ می‌رسیم که نشان می‌دهد آلکان صورت سؤال همان پنتان است.

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم آلکان}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۳/۶}{۱\times(۱۴n+۲)}=\frac{۵/۴}{(n+۱)\times۱۸}\Rightarrow n=۵$$

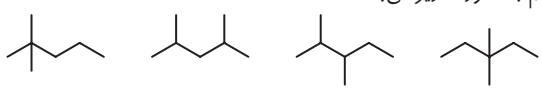
در پنتان، تعداد پیوند اشتراکی برابر ۱۶ است و مجموع ضریب‌های استوکیومتری در معادلهٔ موازنه شدهٔ سوختن آن برابر ۲۰ است؛ بنابراین اختلاف این دو عدد، ۴ می‌باشد.

$$C_۵H_{۱۲}+۸O_۲\rightarrow ۵CO_۲+۶H_۲O$$

۱۶ ۲ آلکان‌ها، ترکیب‌هایی **ناقطبی** هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری **نمی‌کنند**.

توجه از آنجا که بنزین، کمترین تعداد اتم کربن را در میان سایر ترکیب‌های ذکر شده دارد، نقطهٔ جوش **کمتری** داشته و از قسمت‌های **بالاتر** برج خارج می‌شود.

۱۷ ۲ پرسش (الف): ساختارهای قابل رسم به صورت زیر می‌باشند:



پرسش (ب): علاوه بر چهار ساختار بالا، ۳- اتیل پنتان را هم می‌توان به عنوان ساختاری از این هیدروکربن که نام آن به پنتان ختم می‌شود، نام برد.

پرسش (پ): ترکیب ۲، ۲، ۳- تری‌متیل بوتان، آلکانی ۷ کربنه است که زنجیر کربنی اصلی آن، دارای ۴ اتم کربن است.

۱۸ ۲ **نیتروژن دی‌اکسید** و **گوگرد دی‌اکسید**، فراورده‌هایی هستند که برخلاف بنزین، از سوختن زغال‌سنگ، تولید می‌شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): برای بهبود کارایی زغال‌سنگ راه‌های زیر وجود دارد:

الف) **شست‌وشوی** زغال‌سنگ، به‌منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر

ب) به دام انداختن گاز **گوگرد دی‌اکسید** خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی **کلسیم اکسید**

گزینهٔ (۳): متان گازی سبک، بی‌بو و **بی‌رنگ** است که در هر واحد فرمولی آن یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن وجود دارد.

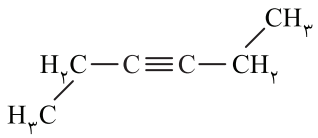
گزینهٔ (۴): برآوردها نشان می‌دهد که طول عمر ذخایر زغال‌سنگ به **۵۰۰ سال** می‌رسد.

۱۹ **۲** عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): با توجه به معادله‌های موازنه شدهٔ سوختن ترکیب‌های «۲- هگزن» و «۳- نونین»، تعداد مول اکسیژن مورد نیاز برای سوختن یک مول «۲- هگزن» و تعداد مول کربن دی‌اکسید تولید شده در اثر سوختن یک مول «۳- نونین»، باهم برابر و برابر **۹ مول** می‌باشد.

$$I)\ C_6H_{12}+9O_2 \rightarrow 6CO_2+6H_2O \qquad II)\ C_9H_{16}+13O_2 \rightarrow 9CO_2+8H_2O$$

عبارت (ب): ساختار ترکیب تولید شده به صورت روبه‌رو می‌باشد که نام آن ۳- هگزین است.



عبارت (پ): شمار اتم‌های کربن در سیکلوهگزان و نفتالن، به ترتیب برابر با ۶ و ۱۰ اتم کربن است. شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار چهارمین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها (پنتین) و چهارمین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها (پنتن) به ترتیب برابر ۸ و ۱۰ اتم هیدروژن می‌باشد.

عبارت (ت): بنزن دارای **۳ پیوند** دوگانه است که برای سیر شدن، نیاز به ترکیب شدن با ۳ مول از مولکول‌های دواتمی هالوژن یا هیدروژن دارد. ۱۶۰ گرم برم مایع، معادل ۱ مول برم و ۲ گرم هیدروژن نیز معادل ۱ مول گاز هیدروژن می‌باشد که **نمی‌تواند** بنزن را به طور کامل سیر کند؛ بنابراین ساختار رسم شده اشتباه است و باید در آن یک پیوند دوگانهٔ «کربن - کربن» داشته باشیم.

عبارت (ث): فراوردهٔ نهایی این واکنش، ۱، ۱، ۲، ۲- تتراکلرو پروپان است که در ساختار خود مجموعاً ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم‌های کلر دارد.

$$C_3H_4(g)+2Cl_2(g) \rightarrow C_3H_4Cl_4(g)$$

۲۰ **۳** فقط عبارت (پ) درست است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): گازی که در کشاورزی به عنوان عمل‌آورنده استفاده می‌شود، نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها یا همان **اتن** است.

عبارت (ب): در سیستم نام‌گذاری آیوپاک، ما هرگز شاخهٔ فرعی «**۲- اتیل**»، برای یک آلکان **نداریم** و نام درست آلکان مطرح شده به صورت «۳، ۳، ۴- تری‌متیل هگزان» است.

عبارت (پ): تعداد هیدروژن سرگروه خانوادهٔ آروماتیک‌ها (**بنزن** با فرمول مولکولی C_6H_6)، ۶ عدد می‌باشد که با تعداد هیدروژن سومین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها (**بوتین** با فرمول مولکولی C_4H_6) که این ترکیب نیز دارای ۶ اتم هیدروژن است، **برابر** است.

عبارت (ت): فرمول مولکولی ترکیب داده شده در سؤال به صورت $C_{10}H_{10}$ است که در آن دو اتم هیدروژن بیشتر از **نفتالن** $(C_{10}H_8)$ که به عنوان ضد بید کاربرد دارد، وجود دارد.

پاسخ تشریحی آزمون ۴۵

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۵۰ درصد	۴ - ۸ - ۱۰ - ۱۵ - ۱۷ - ۱۸	۱- در دشوارترین آزمون‌ها نیز تست‌های ساده و متوسط وجود دارد، پس در چنین آزمون‌ها، به دنبال تست‌های ساده‌تر باشید و ابتدا آن‌ها را حل کنید. ۲- تست ۱۷ سؤالی شمارشی است که همهٔ عبارت‌های آن محاسباتی می‌باشد. توصیه می‌کنیم که این تست‌ها را دور دوم حل کنید.

۱ ۲ سرانهٔ مصرف مادهٔ غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گسترهٔ **زمانی معین** نشان می‌دهد.

۲ ۱ پاسخ صحیح پرسش‌ها، به ترتیب سیب‌زمینی، ۸/۶ و $A>C>B$ است. **بررسی پرسش‌ها:**

پرسش (الف): از آنجا که درصد آب در سیب‌زمینی، بیشتر از این مقدار در نان است، پس، ظرفیت گرمایی جرم یکسانی از سیب‌زمینی، بیشتر از نان است.

پرسش (ب): $C_{Au}=C_{\text{گرافیت}}\Rightarrow ۸۰\times ۰/۹=m\times ۰/۷\Rightarrow m\simeq ۱۰۲/۸۶g\ C\Rightarrow ?\,mol\ C=۱۰۲/۸۶g\ C\times\frac{۱\,mol\ C}{۱۲g\ C}\simeq ۸/۶mol\ C$

پرسش (پ): جرم و دمای اولیهٔ سه بشر با هم برابر است؛ بنابراین، هرچه تغییر دمای یک بشر بیشتر باشد، مقدار ظرفیت گرمایی ویژهٔ آن **کمتر** خواهد بود. در نتیجه، ترتیب ظرفیت گرمایی ویژهٔ این سه بشر به صورت $A>C>B$ است.

۲ ۳ عبارت (الف) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب بیشتر از ظرفیت گرمایی ویژهٔ آلومینیم است؛ بنابراین در شرایط یکسان، در ازای دریافت مقدار مشخصی گرما توسط مقادیر یکسان آب و آلومینیم، آب نسبت به آلومینیم، تغییر دمای **کمتری** را دارد. عبارت (ب): ۲ کالری، معادل ۸/۳۶ ژول است. عبارت (پ): مقایسهٔ میان ظرفیت گرمایی ویژهٔ مواد به شرایط مختلفی بستگی دارد و قابل پیش‌بینی نیست، مثلاً اکسیژن با اینکه یک گاز است، ظرفیت گرمایی بیشتری نسبت به بسیاری از فلزات دارد. عبارت (ت): از آنجا که «$\Delta\theta=\Delta T$» است؛ بنابراین در رابطهٔ محاسبهٔ گرما می‌توان از تغییرات دما بر حسب **کلوین** هم استفاده نمود.

۲ ۴ شبیه‌ساز کنکور

طی این فرایند فلزها گرما از دست داده و دمای آن‌ها به اندازهٔ $۲۱^\circ C$ $(۷۱-۵۰)$ کاهش یافته و دمای آب نیز بر اثر جذب گرما، به اندازهٔ $۵^\circ C$ $(۵۰-۴۵)$ افزایش می‌یابد. اکنون طبق رابطهٔ زیر، جرم قطعهٔ آلومینیم را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{Al}+Q_{Ag}+Q_{\text{آب}}=۰\Rightarrow(m\times ۰/۹\times(-۲۱))+(۴۰\times ۰/۲۵\times(-۲۱))+(۱۱۸\times ۴/۲\times ۵)=۰\Rightarrow ۲۱(۰/۹m+۴۰\times ۰/۲۵)=۱۱۸\times ۴/۲\times ۵$$

$$\Rightarrow ۰/۹m+۱۰=\frac{۱۱۸\times ۴/۲\times ۵}{۲۱}=۱۱۸\times ۰/۲\times ۵\Rightarrow ۰/۹m+۱۰=۱۱۸\Rightarrow ۰/۹m=۱۰۸\Rightarrow m=۱۲۰g$$

۲ ۵ ابتدا فرض می‌کنیم x مول پتاسیم نیترات و y مول سدیم نیترات در مخلوط داشته باشیم. با توجه به اطلاعات مسئله داریم:

$$\begin{cases}\text{جرم اکسیژن}:((x\ mol\ KNO_۳\times\frac{۵mol\ O_۲}{۴mol\ KNO_۳})+(y\ mol\ NaNO_۳\times\frac{۱\,mol\ O_۲}{۲mol\ NaNO_۳}))\times\frac{۳۲g\ O_۲}{۱\,mol\ O_۲}=۳۸۴g\ O_۲\\ \text{درصد مولی پتاسیم نیترات}:\frac{x}{x+y}\times ۱۰۰=۶۶/۶۶\end{cases}$$

$$\Rightarrow x=۸mol\ KNO_۳,\ y=۴mol\ NaNO_۳$$

$$?\,g\ NaNO_۲=۴mol\ NaNO_۳\times\frac{۲mol\ NaNO_۲}{۲mol\ NaNO_۳}\times\frac{۶۹g\ NaNO_۲}{۱\,mol\ NaNO_۲}=۲۷۶g\ NaNO_۲$$

اکنون، با توجه به مقدار مول پتاسیم نیترات به‌دست آمده، ابتدا مقدار گاز نیتروژن تولید شده را محاسبه کرده و سپس ظرفیت گرمایی ویژهٔ آن را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\ N_۲=۸mol\ KNO_۳\times\frac{۲mol\ N_۲}{۴mol\ KNO_۳}\times\frac{۲۸g\ N_۲}{۱\,mol\ N_۲}=۱۱۲g\ N_۲\ ,\ Q=mc\Delta\theta\Rightarrow ۲۹۱۲=۱۱۲\times c\times ۲۵\Rightarrow c=۱/۰۴J.g^{-۱}.{}^\circ C^{-۱}$$

۶ ۳ پاسخ صحیح پرسش‌ها به ترتیب الماس، فراورده‌ها و ۵ مورد می‌باشد. **بررسی پرسش‌ها:** پرسش (الف): **گرافیت**، آلوتروپ پایدارتر کربن در طبیعت است. در یک واکنش گرماده، هرچه یک آلوتروپ پایدارتر باشد، گرمای کمتری آزاد می‌کند؛ بنابراین در شرایط یکسان از سوختن الماس، گرمای **بیشتری** آزاد می‌شود.

پرسش (ب): واکنش تولید گاز هیدروژن کلرید از گازهای هیدروژن و کلر، واکنشی **گرماده** است؛ بنابراین فراورده‌های این واکنش، **پایدارتر** از واکنش‌دهنده‌های آن هستند.

پرسش (پ): هر ۵ مورد ذکر شده در صورت پرسش، می‌تواند به نوعی بر آنتالپی یک واکنش که همان گرمای مبادله شده در دما و فشار ثابت است، تأثیر داشته باشند.

۲ ۷ در واکنش‌دهنده‌های این واکنش، یک مول گاز متان و دو مول گاز اکسیژن وجود دارد. بنابراین بر اثر واکنش کامل ۳ مول از واکنش‌دهنده‌ها، ۸۹۰ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

$$?\,kJ=۱۳/۴۴L\ \text{مخلوط گازها}\times\frac{۱\ mol\ \text{مخلوط گازها}}{۲۲/۴L\ \text{مخلوط گازها}}\times\frac{۸۹۰kJ}{۳mol\ \text{مخلوط گازها}}=۱۷۸kJ$$

۸ ۱ عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (ب): فرمول مولکولی ترکیب داده شده به صورت $C_{۱۲}H_{۱۲}O_{۴}$ می‌باشد.

عبارت (پ): $\text{ارزش سوختی لوبیا سبز}=(\frac{۷}{۱۰۰}\times ۱۷+\frac{۰}{۱۰۰}\times ۳۸+\frac{x}{۱۰۰}\times ۱۷)=۱/۵۳kJ.g^{-۱}\Rightarrow x\simeq ۲$

عبارت (ت): در واکنش‌های گرماگیر، فراورده‌ها، ناپایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. در میان واکنش‌های ذکر شده، تنها **فتوسنتز** واکنشی گرماگیر است؛ بنابراین فقط در یک واکنش، فراورده‌ها، ناپایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. عبارت (ث): کربن مونوکسید، ناپایدارتر از کربن دی‌اکسید است؛ به همین دلیل در هنگام سوختن، در صورتی که به جای کربن دی‌اکسید، کربن مونوکسید تولید شود، گرمای حاصل از سوختن، کاهش می‌یابد.

۹ ۳ ابتدا فرض می‌کنیم درصد چربی در برگهٔ زردآلو و درصد کربوهیدرات در بادام، به‌ترتیب ۵۰x و x باشد. با توجه به اطلاعات مسئله داریم:

$\text{انرژی مورد نیاز پیاده‌روی}=۹h\times\frac{۷۵۳kJ}{۱h}=۶۷۷۷kJ$

اکنون، به محاسبهٔ انرژی هر یک از مواد می‌پردازیم: $\text{انرژی مورد نیاز پیاده‌روی}=\text{انرژی زردآلو}+\text{انرژی بادام}$

$$\Rightarrow ۶۷۷۷=۱۰۰\times(\frac{۷۸/۵}{۱۰۰}\times ۱۷+\frac{۳/۵}{۱۰۰}\times ۱۷+\frac{x}{۱۰۰}\times ۳۸)+۲۰۰\times(\frac{۵۰x}{۱۰۰}\times ۱۷+\frac{۲۱}{۱۰۰}\times ۱۷+\frac{۵۰}{۱۰۰}\times ۳۸)\Rightarrow x=۰/۵$$

در نتیجه درصد چربی در برگهٔ زردآلو و درصد کربوهیدرات در بادام، به ترتیب برابر ۰/۵ و ۲۵ درصد است.

۱۰ ۲ ابتدا با توجه به واکنش‌های داده شده، آنتالپی واکنش مورد سؤال را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{I) } ClF(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightarrow\frac{۱}{۲}OF_۲(g)+\frac{۱}{۲}Cl_۲O(g) \qquad \Delta H'_۱=۸۳/۷۵kJ$$

$$\text{II) } F_۲(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightarrow OF_۲(g) \qquad \Delta H'_۲=-۲۱/۷۵kJ$$

$$\text{III) } \frac{۱}{۲}Cl_۲O(g)+\frac{۳}{۲}OF_۲(g)\rightarrow O_۲(g)+ClF_۳(g) \qquad \Delta H'_۳=-۱۹۷kJ$$

$$\text{واکنش نهایی: } ClF(g)+F_۲(g)\rightarrow ClF_۳(g) \qquad \Delta H_{\text{نهایی}}=\Delta H'_۱+\Delta H'_۲+\Delta H'_۳=-۱۳۵kJ$$

اکنون، با توجه به آنتالپی محاسبه شده، مقدار بنزنی که می‌توان تبخیر کرد را محاسبه می‌کنیم: $?\,g\ \text{بنزن}=۱۳۵kJ\times\frac{۱\,mol\ \text{بنزن}}{۳۰kJ}\times\frac{۷۸g\ \text{بنزن}}{۱\,mol\ \text{بنزن}}=۳۵۱g\ \text{بنزن}$

در چنین مسائلی که بازده درصدی واکنش گرماشیمیایی مطرح شده است، گرمای مبادله شده در واکنش را باید بر مبنای مقدار فراورده‌های تولید شده محاسبه کرد. توجه داشته باشید که در حل این مسئله، زمانی که یک مول فراورده تولید شود، بازده درصدی تأثیری نخواهد داشت و صرفاً در اینجا واکنش‌دهندهٔ بیشتری مصرف شده است و گرمای آزاد شده صرفاً به ازای همان یک مول $ClF_۳$ محاسبه می‌شود.

۱۱ ۱ ابتدا گرمای شکستن یک مول از هر یک از پیوندهای $H_۲$، $Cl_۲$ و HCl را محاسبه می‌نماییم:

$$\Delta H(H-H)=۱\,mol\,H_۲\times\frac{۲g\,H_۲}{۱\,mol\,H_۲}\times\frac{۲۱۸kJ}{۱g\,H_۲}=۴۳۶kJ$$

$$\Delta H(Cl-Cl)=۱\,mol\,Cl_۲\times\frac{۷۱g\,Cl_۲}{۱\,mol\,Cl_۲}\times\frac{۳/۴kJ}{۱g\,Cl_۲}=۲۴۱/۴kJ$$

$$\Delta H(H-Cl)=۱\,mol\,HCl\times\frac{۳۶/۵g\,HCl}{۱\,mol\,HCl}\times\frac{۱۱/۸kJ}{۱g\,HCl}=۴۳۰/۷kJ$$

اکنون، گرمای تولید شده در واکنش را می‌یابیم: $\Delta H=(\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده})-(\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده})$

$$\Rightarrow\Delta H=(\Delta H(H-H)+\Delta H(Cl-Cl))-(۲\times\Delta H(H-Cl))=(۴۳۶+۲۴۱/۴)-(۲\times۴۳۰/۷)=-۱۸۴kJ$$

در نهایت با استفاده از گرمای محاسبه شده، مقدار مول آبی که دمای آن به اندازهٔ $۴۶^{\circ}C$ افزایش داد را می‌یابیم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow ۱۸۴۰۰۰=m\times۴/۲\times۴۶\Rightarrow m\simeq۹۵۲/۳۸g\ \text{آب}\simeq۵۲/۹۱mol\ \text{آب}$$

میانبر محاسباتی برای انجام محاسبات مربوط به محاسبهٔ آنتالپی پیوند $(Cl-Cl)$ و $(H-Cl)$ به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\Delta H(Cl-Cl)=۷۱\times۳/۴=?\xrightarrow[\text{با تخمین}]{\text{ضرب کردن}}۷۰\times۳/۵\xrightarrow{\text{ضرب پلکانی}}۷۰\times(۳+۰/۵)=۲۱۰+۳۵=۲۴۵$$

(کوچک کردن / بزرگ کردن)

$$\Delta H(H-Cl)=۳۶/۵\times۱۱/۸=?\xrightarrow[\text{با تخمین}]{\text{ضرب کردن}}۳۶\times۱۲\xrightarrow{\text{ضرب پلکانی}}۳۶\times(۱۰+۲)=۳۶۰+۷۲=۴۳۲$$

(کوچک کردن / بزرگ کردن)

از همین اعداد می‌توانید برای انجام ادامهٔ محاسبات استفاده کنید.

۱۲ **۳** پاسخ صحیح پرسش‌ها به ترتیب (۱۲۸−)، (۱۲۲−) و (ب) می‌باشد. **بررسی پرسش‌ها:**

پرسش (الف): $\Delta H=(\Delta H(C=C)+\Delta H(C-C)+۶\Delta H(C-H))+\Delta H(H-H)-(۲\Delta H(C-C)+۸\Delta H(C-H))$

$\Rightarrow \Delta H=(۶۱۴+۳۴۸+(۶\times ۴۱۵)+۴۳۶)-((۲\times ۳۴۸)+(۸\times ۴۱۵))=-۱۲۸kJ$

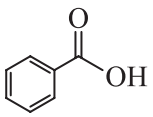
پرسش (ب): با توجه به نکته‌ای که قبلاً ذکر کرده بودیم، آنتالپی یک واکنش، حاصل تفاضل مجموع آنتالپی سوختن فراورده‌ها از مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها است.

$\Delta H=$(مجموع آنتالپی سوختن مواد فراورده)−(مجموع آنتالپی سوختن مواد واکنش‌دهنده)

$\Rightarrow \Delta H=(\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{پروپن})+\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{هیدروژن}))-(\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{پروپان}))=((-۲۰۵۸)+(-۲۸۶))-(-۲۲۲۲)=-۱۲۲kJ$

پرسش (پ): با توجه به اینکه در محاسبهٔ آنتالپی واکنش از طریق آنتالپی پیوند، از **میانگین** آنتالپی پیوندها استفاده می‌کنیم؛ بنابراین آنتالپی محاسبه شده از طریق آنتالپی‌های **سوختن**، دقیق‌تر است.

۱۳ **۱** عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**



عبارت (الف): نخستین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها، **متانوئیک اسید** یا فورمیک اسید است. در صورتی که به جای اتم هیدروژن متصل به اتم کربن در ساختار آن، یک حلقه بنزن قرار دهیم به ساختار بنزوئیک اسید می‌رسیم: $HCOOH \xrightarrow[\text{با حلقهٔ بنزن}]{\text{جایگزینی هیدروژن}} C_۶H_۵COOH$

عبارت (ب): فقط در واکنش‌هایی که همهٔ واکنش‌دهنده‌های آن‌ها جامد یا مایع خالص باشند، نمی‌توان از تغییر فشار و تغییر غلظت بهره برد. در میان واکنش‌های ذکر شده، واکنش **ترمیت** و واکنش تهیهٔ Si از کربن و $SiO_۲$ واکنش‌هایی هستند که نمی‌توان برای هیچ یک از مواد واکنش‌دهندهٔ آن‌ها از تغییر فشار و یا تغییر غلظت استفاده کرد.

واکنش ترمیت: $Fe_۲O_۳(s)+۲Al(s)\rightarrow Al_۲O_۳(s)+۲Fe(l)$

واکنش کربن و $SiO_۲$: $SiO_۲(s)+۲C(s)\xrightarrow{۳۰۰۰^\circ C} Si(l)+۲CO(g)$

عبارت (پ): هر دو واکنش بیان شده **گرماده** هستند؛ بنابراین فراورده‌های این واکنش‌ها، پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

عبارت (ت): هنگامی که در یک واکنش گازی، پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها باشد، آن واکنش **گرماده** است. در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها، **بیشتر** از مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها است.

۱۴ **۱** عبارت های (الف) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:** عبارت (ب): در واکنش‌هایی با مواد اولیه جامد یا مایع خالص، **غلظت** مواد اولیه ضمن انجام واکنش تغییر **نمی‌کند**، اما تعداد **مول** آن‌ها کاهش می‌یابد. عبارت (ت): شیمی‌دان‌ها از یک سو به دنبال یافتن راه‌هایی برای **کاهش** یا **توقف** واکنش‌های ناخواسته و از سوی دیگر به دنبال سرعت بخشیدن به برخی واکنش‌های دیگر هستند. عبارت (ث): ترموشیمی به بررسی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می‌پردازد.

۱۵ **۳** عبارت‌های (ب) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): با گذشت زمان، به دلیل مصرف واکنش‌دهنده‌ها، سرعت تولید این گاز، **کاهش** می‌یابد.

عبارت (ب): ضریب استوکیومتری $SO_۳$ با ضریب گاز $SO_۲$ برابر است؛ بنابراین سرعت تولید $SO_۳$ با سرعت مصرف $SO_۲$، **برابر** است.

عبارت (پ): با توجه به ضریب‌های استوکیومتری، در هر لحظه، مقدار گاز $SO_۳$ تولیدشده، **دو برابر** مقدار گاز اکسیژن **مصرف شده** است.

عبارت (ت): چون ضریب استوکیومتری $SO_۲$ کمتر از مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها است، پس تغییرات مول گاز $SO_۳$، کمتر از مجموع اندازه تغییرات مول واکنش‌دهنده‌ها است. عبارت (ث): در یک واکنش، در شرایط یکسان، سرعت متوسط واکنش با گذشت زمان، **کاهش** می‌یابد؛ بنابراین پس از زمان شروع یکسان واکنش، هرچه بازهٔ زمانی بزرگ‌تری را در نظر بگیریم، سرعت متوسط واکنش به میزان بیشتری، کاهش می‌یابد.

۱۶ **۱** به طور کلی، رادیکال‌ها، دارای ویژگی‌های (ب) و (ت) هستند. **رادیکال‌ها**، گونه‌هایی ناپایدار، با سطح انرژی بالا و تمایل زیاد به انجام واکنش می‌باشند. در ساختار آن‌ها، **برخی** اتم‌ها از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نکرده و در حالت کلی، مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی آن‌ها عددی **فرد** می‌باشد.

۱۷ **۳** *شبیه‌ساز کنکور*

فقط عبارت (پ) نادرست است. معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت روبه‌رو است: $۴NH_۳(g)+۵O_۲(g)\rightarrow ۴NO(g)+۶H_۲O(g)$

با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ بالا، عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

عبارت (الف): ابتدا سرعت متوسط مصرف $NH_۳$ را محاسبه می‌کنیم: $\frac{\bar{R}(NH_۳)}{\bar{R}(O_۲)}=\frac{۴}{۵}\Rightarrow \bar{R}(NH_۳)=\frac{۴}{۵}\times ۴/۵\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}=۳/۶\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}$

با توجه به سرعت متوسط $NH_۳$، می‌توان نتیجه گرفت که در هر ثانیه $۳/۶\times ۱۰^{-۲}$ مول $NH_۳$ مصرف می‌شود.

عبارت (ب): ابتدا سرعت متوسط تولید $H_۲O$ را محاسبه می‌کنیم: $\frac{\bar{R}(H_۲O)}{\bar{R}(O_۲)}=\frac{۶}{۵}\Rightarrow \bar{R}(H_۲O)=\frac{۶}{۵}\times ۴/۵\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}=۵/۴\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}$

سپس جرم $H_۲O$ تولید شده در مدت یک دقیقه را محاسبه می‌کنیم: $?\,g\,H_۲O=۱\,min\times\frac{۶۰s}{۱\,min}\times\frac{۵/۴\times ۱۰^{-۲}\,mol\,H_۲O}{۱s}\times\frac{۱۸g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O}=۵۸/۳۲g\,H_۲O$

عبارت (پ): ابتدا سرعت متوسط تولید NO را برحسب $mol.s^{-۱}$ به‌دست آورده و سپس آن را برحسب $mol.\,min^{-۱}$ می‌نویسیم:

$\frac{\bar{R}(NO)}{\bar{R}(O_۲)}=\frac{۴}{۵}\Rightarrow \bar{R}(NO)=\frac{۴}{۵}\times ۴/۵\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}=۳/۶\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}$

$\bar{R}(NO)=۳/۶\times ۱۰^{-۲}\,mol.s^{-۱}\times\frac{۶۰s}{۱\,min}=۲/۱۶mol.\,min^{-۱}$

عبارت (ت): ابتدا میزان مول O_2 مصرفی در مدت زمان ۸ ثانیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(O_2)=\frac{|\Delta n(O_2)|}{\Delta t}\Rightarrow ۴/۵\times ۱۰^{-۲}=\frac{|\Delta n(O_2)|}{۸s}\Rightarrow |\Delta n(O_2)|=۰/۳۶mol\,O_2$$

سپس حجم O_2 مصرفی را در شرایط STP از روی مقدار مول آن محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\,O_2(STP)=۰/۳۶mol\,O_2\times\frac{۲۲۴۰۰mL\,O_2}{۱\,mol\,O_2}=۸۰۶۴mL\,O_2$$

۱۸ **۴** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$$Zn(s)+CuSO_4(aq)\rightarrow Cu(s)+ZnSO_4(aq)$$

رنگ آبی محلول، مربوط به یون‌های Cu^{2+} محلول در آب می‌باشد. با توجه به اینکه مسئله از ما زمان لازم برای بی‌رنگ شدن محلول را می‌خواهد؛ بنابراین $CuSO_4$ به طور **کامل** مصرف می‌شود.

$$?\,mol\,CuSO_4=۲L\,\text{محلول}\times\frac{۰/۰۲mol\,CuSO_4}{۱\,L\,\text{محلول}}=۰/۰۴mol\,CuSO_4\ \text{(مقدار اولیه)}$$

با توجه به اینکه ضریب استوکیومتری $CuSO_4$ با ضریب استوکیومتری Zn^{2+} حاصل از تفکیک یونی ترکیب $ZnSO_4$ برابر است؛ بنابراین سرعت تولید Zn^{2+} با سرعت مصرف $CuSO_4$ برابر است:

$$\bar{R}(CuSO_4)=\bar{R}(Zn^{2+})=۰/۰۱\,mol.\,min^{-1}$$

$$\bar{R}(CuSO_4)=-\frac{\Delta n}{\Delta t}\Rightarrow ۰/۰۱mol.\,min^{-1}=-\frac{۰-۰/۰۴(mol)}{\Delta t\ (min)}\Rightarrow \Delta t=۴\,min=۲۴۰s$$

باید توجه داشته باشیم که سؤال از ما Δt را برحسب ثانیه می‌خواهد، نه بر حسب دقیقه (گزینهٔ (۳) نادرست است).

برای محاسبهٔ تغییر جرم محلول با توجه به معادلهٔ واکنش، به ازای مصرف یک مول $CuSO_4$، یک مول $ZnSO_4$ تولید و یک گرم بر جرم محلول افزوده می‌شود.

پس خواهیم داشت:

$$?\,g\ \text{افزایش جرم}=۰/۰۴mol\,CuSO_4\times\frac{۱\,g\ \text{افزایش جرم}}{۱\,mol\,CuSO_4}=۰/۰۴g\ \text{افزایش جرم}$$

۱۹ **۳** مقدار اولیهٔ O_2 را a در نظر می‌گیریم. از آنجا که مقدار مصرفی واکنش‌دهنده‌ها در واکنش را نمی‌دانیم، از پارامتر x استفاده می‌کنیم. از آنجا که واکنش‌دهنده‌ها به نسبت ضریب استوکیومتری با هم واکنش می‌دهند، اگر فرض کنیم x مول از O_2 در واکنش مصرف شود، هم‌زمان ۲x مول از SO_2 هم در واکنش مصرف خواهد شد، پس می‌توان نوشت:

	$۲SO_2(g)$	$+\ O_2(g)$	$\rightarrow\ ۲SO_3(g)$
مول اولیه	۲۰	a	۰
مول تولید یا مصرف شده	−۲x	−x	+۲x
مول نهایی	۲۰−۲x	a−x	۲x

مقدار x را با استفاده از سرعت واکنش (که در صورت سؤال داده شده) به دست می‌آوریم:

$$\bar{R}(SO_3)=۰/۱\frac{mol}{L.s}\times\frac{۱}{۲}L=۰/۰۵mol.s^{-۱}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش})=\frac{\bar{R}(SO_3)}{۲}\Rightarrow \bar{R}(SO_3)=۲\times\bar{R}(\text{واکنش})=۲\times۰/۰۵=۰/۱\,mol.L^{-۱}.s^{-۱}$$

$$\bar{R}(SO_3)=\frac{\Delta n(SO_3)}{\Delta t}=\frac{\text{تعداد مول } SO_3 \text{ تولید شده}}{\Delta t}\Rightarrow ۰/۰۵=\frac{۲x}{۶۰s}\Rightarrow ۲x=۶۰\times۰/۰۵=۳\Rightarrow x=۱/۵mol$$

اکنون با داشتن پارامتر x و با استفاده از معادلهٔ روبه‌رو مقدار a را به‌دست می‌آوریم:

$$۳۰/۵=۲۰-۲x+a-x+۲x=۲۰-x+a\Rightarrow a=۱۲mol$$

با اطلاع از مقادیر x و a، درصد مصرف O_2 در واکنش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد مصرف } O_2=\frac{\text{تعداد مول } O_2 \text{ مصرف شده}}{\text{تعداد مول } O_2 \text{ اولیه}}\times ۱۰۰=\frac{x}{a}\times ۱۰۰=\frac{۱/۵}{۱۲}\times ۱۰۰=٪۱۲/۵$$

۲۰ **۴** $\bar{R}(A)=-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ و $\bar{R}(\text{واکنش})=\frac{\bar{R}(A)}{a}$، پس عبارت $-\frac{\Delta[A]}{a\times\Delta t}$، سرعت واکنش را مشخص می‌کند، بنابراین:

$$\bar{R}(\text{واکنش})=-\frac{\Delta[A]}{a\times\Delta t}=۰/۴۵mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش})=\frac{\bar{R}(B)}{۲}\Rightarrow \bar{R}(B)=۰/۴۵\times۲=۰/۹mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

اکنون می‌توان x را با استفاده از سرعت متوسط تولید مادهٔ B، به دست آورد:

$$\bar{R}(B)=+\frac{\Delta[B]}{\Delta t}=۰/۹=\frac{x-۱/۴}{۶-۲}\Rightarrow x=۵mol.L^{-۱}$$

با توجه به اینکه سرعت واکنش و همچنین تغییرات غلظت مادهٔ A را داریم، می‌توان ضریب استوکیومتری آن یعنی a را محاسبه نمود:

$$\bar{R}(A)=-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}=-\frac{۰/۸-۶/۲}{۶-۲}=\frac{۵/۴}{۴}=۱/۳۵mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

$$\frac{\bar{R}(A)}{a}=۰/۴۵\Rightarrow\frac{۱/۳۵}{a}=۰/۴۵\Rightarrow a=۳$$

پاسخ تشریحی آزمون ۵۰

درصد قابل قبول برای آزمون	شماره سؤال‌های دوره نکات	توضیحات مؤلف
بیشتر از ۵۰ درصد	۵ - ۱۱ - ۱۴ - ۱۷ - ۲۰	۱- در تست‌های مفهومی مانند تست ۶ که دارای عبارت‌های محاسباتی هستند، ابتدا عبارت‌های غیر محاسباتی را بررسی نمایید. ۲- تست‌های ۱۷ و ۲۰ وقت‌گیر هستند و بهتر است آن‌ها را دور دوم حل کنید.

۱ ۲ در واکنش تولید پلی‌اتن، واکنش‌دهنده، گاز اتن و فراورده، پلی‌اتن **جامد** است، اما در واکنش سوختن متان در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس، واکنش‌دهنده‌ها گازهای متان و اکسیژن و فراورده‌ها، گاز کربن دی‌اکسید و آب **مایع** می‌باشند.

۲ ۲ پرسش (الف): کیسهٔ خون از جنس پلی‌وینیل کلرید است که مونومر آن، **وینیل کلرید** با فرمول مولکولی (C_2H_3Cl) است؛ بنابراین اگر در پلیمر مورد نظر، n مولکول مونومر مصرف شده باشد، تعداد اتم هیدروژن که سبک‌ترین اتم در ساختار آن است، برابر $3n$ می‌باشد. پرسش (ب): پلیمر سازندهٔ کیسهٔ پلاستیکی، ظروف یکبار مصرف و سرنگ به ترتیب پلی‌اتن سبک، پلی‌استیرن و پلی‌پروپن هستند که همگی **هیدروکربن** می‌باشند، اما پلیمر سازندهٔ نخ دندان، تفلون است که مونومر سازندهٔ آن تترافلوئورواتن می‌باشد که هیدروکربن **نیست**. زیرا دارای اتم فلوئور است. پرسش (پ): این ویژگی‌ها، ویژگی‌های **تفلون** می‌باشد که در ساخت کف اتو، تهیهٔ نخ دندان و ساخت ظروف نچسب کاربرد دارد.

۳ ۳ پروپان یک **مولکول کوچک** است و واحد تکرارشونده ندارد، اما خود یک هیدروکربن است. واحدهای تکرارشونده در الیاف پنبه، گلوکز است که نوعی **کربوهیدرات** می‌باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): مولکول‌هایی مانند پلی‌اتن، نشاستهٔ گندم، انسولین و سلولز، **درشت مولکول** هستند.
گزینهٔ (۴): مونومر سازندهٔ نشاسته، مولکول **حلقوی** گلوکز است. مونومر سازندهٔ پلی‌وینیل کلرید، مولکول وینیل کلرید است که یک مولکول خطی می‌باشد.

۴ ۲ فقط عبارت (ت) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): مونومر پلیمر سازندهٔ پتو، سیانواتن می‌باشد که در آن ۳ اتم کربن وجود دارد. مونومر پلیمر موجود در کیسهٔ خون نیز وینیل کلرید است که دارای ۳ اتم هیدروژن است. عبارت (ب): نیروی بین مولکولی در پلیمر تفلون که برای ساخت نخ دندان استفاده می‌شود، همانند نیروی بین مولکولی در پلیمر پلی‌اتن که برای تولید کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌شود، **وان‌درووالسی** است. عبارت (پ): در ساختار گوگرد تری‌اکسید، ۴ اتم حضور دارد. تعداد اتم هیدروژن به کار رفته در مونومر پلی‌اتن سنگین (C_2H_4) که در ساخت دبهٔ آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیز ۴ عدد است.
عبارت (ت): پلی‌اتن سنگین بدون شاخه است، به همین دلیل چگالی آن **بیشتر** بوده و برای مصرف‌هایی همچون تولید لوله‌های پلاستیکی استفاده می‌شود.
عبارت (ث): تجربه نشان می‌دهد که به طور کلی واکنش آبکافت پلی‌استرها و پلی‌آمیدها بسیار کند است.

۵ ۱ در این سؤال، ابتدا با استفاده از انرژی مصرف شده، مقدار مول مونومر اولیه را محاسبه می‌کنیم، زیرا به ازای شکستن هر مول پیوند دوگانه، همان مقدار مونومر وارد واکنش شده است و سپس با استفاده از جرم فراورده تولید شده، بازده درصدی واکنش را می‌یابیم:

$$?\,g\ \text{پلیمر} = ۷۳۸۰kJ \times \frac{۱\,mol\ \text{مونومر}}{۶۱۵kJ} \times \frac{۱\,mol\ \text{پلیمر}}{n\,mol\ \text{مونومر}} \times \frac{۵۳n\,g\ \text{پلیمر}}{۱\,mol\ \text{پلیمر}} \times \frac{x}{۱۰۰} = ۵۳۰ \Rightarrow x = \frac{۶۱۵\times۵۳۰\times n\times۱۰۰}{۷۳۸۰\times۵۳n} \simeq ٪۸۳/۳۳$$

میانبر محاسباتی محاسبهٔ بازده درصدی واکنش (x):

$$\frac{۶۱۵\times۵۳۰\times n\times۱۰۰}{۷۳۸۰\times۵۳n} = ? \xrightarrow[\text{در نظر گرفتن صفر و اعشار}]{\text{ساده کردن بدون}} \frac{۶۱۵\times۵۳}{۷۳۸\times۵۳} = \frac{۶۱۵}{۷۳۸} \xrightarrow[\text{پلکانی}]{\text{تقسیم}} \frac{۶۱۵}{۶۱۵+۱۲۳} = \frac{۱}{۱/۲} = \frac{۱۰}{۱۲} \simeq ۰/۸۳۳۳$$

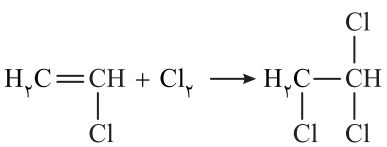
(۱ و ۰/۲)

پاسخ از جنس ۰/۸۳۳۳ است. (پاسخ: ۸۳/۳۳)

اکنون برای محاسبهٔ شمار اتم‌های N خواهیم داشت:

$$?\,atom\ N = ۵۳۰g\ \text{پلیمر} \times \frac{۱\,mol\ \text{پلیمر}}{۵۳n\,g\ \text{پلیمر}} \times \frac{n\,mol\ \text{مونومر}}{۱\,mol\ \text{پلیمر}} \times \frac{۱\,mol\ N}{۱\,mol\ \text{مونومر}} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\ N}{۱\,mol\ N} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۴}\,atom\ N$$

۶ ۲ ترکیب‌های A و B به ترتیب پلی‌وینیل کلرید و پلی‌پروپن هستند که مونومر سازندهٔ آن‌ها به ترتیب وینیل کلرید و پروپن می‌باشند. از واکنش وینیل کلرید (مونومر A) با گاز کلر، ترکیبی با نام «۱، ۱ و ۲- تری‌کلرو اتان» تولید می‌شود.



بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینهٔ (۱): در واکنش سوختن پروپن، به ازای ۲ مول پروپن مصرف شده، ۶ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

$$۲C_3H_6(g) + ۹O_2(g) \rightarrow ۶CO_2(g) + ۶H_2O(g)$$

$$?\,g\ CO_2 = ۲۸\,g\ \text{پروپن} \times \frac{۱\,mol\ \text{پروپن}}{۴۲g\ \text{پروپن}} \times \frac{۶\,mol\ CO_2}{۲\,mol\ \text{پروپن}} \times \frac{۴۴g\ CO_2}{۱\,mol\ CO_2} = ۸۸g\ CO_2$$

گزینهٔ (۳): اگر در وینیل کلرید (CH_2CHCl)، اتم کلر را با گروه سیانید جابه‌جا کنیم، مولکول سیانواتن (CH_2CHCN) تولید می‌شود که درصد جرمی کربن در هر یک از این ترکیب‌ها برابر است با:

$$\begin{cases} \text{درصد جرمی کربن در وینیل کلرید} = \frac{۲۴}{۶۲/۵} \times ۱۰۰ = ٪۳۸/۴ \\ \text{درصد جرمی کربن در سیانواتن} = \frac{۳۶}{۵۳} \times ۱۰۰ \simeq ٪۶۷/۹ \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف} = ٪۲۹/۵$$

گزینهٔ (۴):
$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(C\times۴)+(H\times۱)}{۲} = \frac{(۳\times۴)+(۶\times۱)}{۲} = ۹$$

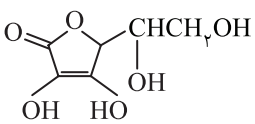
از طرفی جفت الکترون‌های ناپیوندی در وینیل‌کلرید، تنها بر روی اتم کلر وجود دارند که تعداد آن‌ها برابر ۳ می‌باشد؛ بنابراین تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در مونومر ترکیب B، **سه برابر** تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در مونومر ترکیب A است.

۷ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ماده‌ای که دلیل بوی خوش گل و شکوفه است، یک **استر** می‌باشد. پروپانوئیک اسید نیز یک کربوکسیلیک اسید است؛ بنابراین هر دو ترکیب در ساختار خود پیوند دوگانهٔ «کربن- اکسیژن» دارند. عبارت (ب): نیروهای بین مولکولی در متانول و اسید مورچه (فورمیک اسید یا متانوییک اسید)، هر دو از جنس پیوند **هیدروژنی** است. عبارت (پ): انحلال‌پذیری الکل‌های دارای ۷ اتم کربن یا بیشتر تقریباً یکسان است و همگی به میزان ناچیزی در آب حل می‌شوند. عبارت (ت): در دمای اتاق، متانول، اتانول و پروپانول به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و برای آن‌ها انحلال‌پذیری تعریف نمی‌شود که بخواهیم آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

۸ ۳ دومین عضو خانوادهٔ الکل‌ها، **اتانول** ($C_۲H_۵OH$) می‌باشد که اگر به جای گروه هیدروکسیل در آن، گروه کربوکسیل جایگزین کنیم، پروپانوییک اسید ($C_۲H_۵COOH$) به‌دست می‌آید که تعداد اتم‌های هیدروژن در آن، برابر با تعداد اتم‌های هیدروژن در بنزوئیک اسید ($C_۶H_۵COOH$) است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**
گزینهٔ (۱): پروپانوئیک اسید، سومین عضو از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها است که تعداد هیدروژن‌های موجود در هر واحد فرمولی آن برابر ۶ عدد می‌باشد.
گزینهٔ (۲): در کربوکسیلیک اسیدها، با افزایش تعداد اتم‌های کربن، انحلال‌پذیری در آب کاهش می‌یابد؛ بنابراین فورمیک اسید انحلال‌پذیری بیشتری نسبت به پروپانوئیک اسید دارد.
گزینهٔ (۴):
$$C_۳H_۶O_۲ \text{ تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(C\times۴)+(H\times۱)+(O\times۲)}{۲} = \frac{(۳\times۴)+(۶\times۱)+(۲\times۲)}{۲} = ۱۱$$

در ساختار الکل‌های تک عاملی با n اتم کربن، $۲n+۱$ پیوند «کربن - هیدروژن» وجود دارد؛ بنابراین در ساختار ۱- هگزانول، $۱۳(۱+(۲\times۶))$ پیوند «کربن - هیدروژن» موجود است.

۹ ۳ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در بین ویتامین‌های نام برده شده، تنها ویتامین «کا»، در ساختار خود حلقهٔ بنزن دارد.
عبارت (ب): ویتامین موجود در شیر، **ویتامین D** می‌باشد که در ساختار خود دارای یک گروه قطبی هیدروکسیل است. عبارت (پ): منتول دارای فرمول مولکولی ($C_{۱۰}H_{۲۰}O$) است، یعنی در ساختار آن، ۳۱ اتم وجود دارد. تعداد اتم‌های موجود در ساختار اتانول با فرمول مولکولی ($C_۲H_۶O$) برابر ۹ اتم است؛ بنابراین تعداد اتم‌های به‌کار رفته در ساختار منتول، حدود ۳/۴ برابر این تعداد در ساختار اتانول است.
عبارت (ت): با توجه به شکل روبه‌رو که ساختار ویتامین «ث» را نشان می‌دهد و این ویتامین، در مرکبات به فراوانی یافت می‌شود، در ساختار آن، ۴ گروه هیدروکسیل و یک گروه استری وجود دارد.



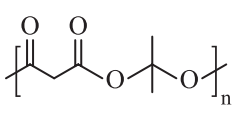
۱۰ ۱ استر موجود در انگور، اتیل هپتانوات می‌باشد که فرمول مولکولی آن $C_۹H_{۱۸}O_۲$ است. کربوکسیلیک اسیدها و استرهای هم‌کربن، ایزومر یکدیگر محسوب می‌شوند؛ بنابراین، این استر می‌تواند با یک کربوکسیلیک اسید نه‌کربنه، ایزومر باشد. الکل و اسید سازندهٔ این استر به ترتیب اتانول و هپتانوییک اسید می‌باشد که الکل سازندهٔ استر موجود در آناناس (اتیل بوتانوات) نیز اتانول است.

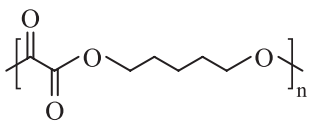
۱۱ ۲ *شبیه‌ساز کنکور*
از واکنش آبکافت استرها، کربوکسیلیک اسید و الکل تولید می‌شود:
$$C_nH_{۲n+۱}COOC_۳H_۷ + H_۲O \rightarrow \underbrace{C_nH_{۲n+۱}COOH}_{A} + C_۳H_۷OH$$

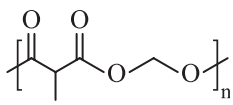
ابتدا با توجه به جرم استر مصرفی و پروپانول تولیدی، n را محاسبه می‌کنیم:
$$۱۷g \text{ استر} \times \frac{۱mol \text{ استر}}{(۱۴n+۸۸)g \text{ استر}} \times \frac{۱mol \text{ پروپانول}}{۱mol \text{ استر}} \times \frac{۶۰g \text{ پروپانول}}{۱mol \text{ پروپانول}} \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۲g \text{ پروپانول} \Rightarrow ۱۴n+۸۸=۱۰۲ \Rightarrow ۱۴n=۱۴ \Rightarrow n=۱$$

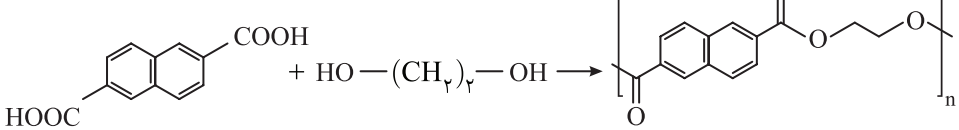
پس فرمول استر اولیه به‌صورت $CH_۳COOC_۳H_۷$ بوده و فرمول اسید آلی حاصل از آبکافت آن به‌صورت $CH_۳COOH$ یا $C_۲H_۴O_۲$ است.

۱۲ ۲ ساختار پلی‌استر با دی اسید و دی الکل سازنده در گزینهٔ (۲) کاملاً مطابقت دارد. ساختار صحیح پلی‌استرهای سؤال به صورت زیر است:

۱) $HOOC-CH_۲-COOH + HO-C(CH_۳)_۲-OH \rightarrow$ 

۲) $HOOC-COOH + HO-(CH_۲)_۵-OH \rightarrow$ 

۳) $HOOC-CH(CH_۳)-COOH + HO-CH_۲-OH \rightarrow$ 

۴) 

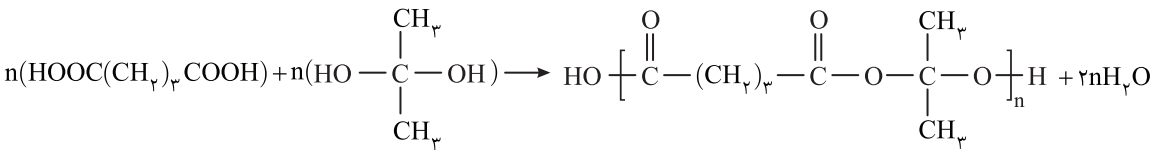
۱۳ ۴ از واکنش n مول اسید دوعاملی با n مول الکل دوعاملی، ۲n مول آب تولید می‌شود؛ بنابراین برای حل راحت‌تر این مسئله می‌توانیم ابتدا جرم آب را محاسبه کرده و از جرم کل کم کنیم تا جرم پلی‌استر مورد نظر در صورتیکه بازده درصدی ۱۰۰ باشد را محاسبه نماییم:

$$?\,g\ \text{آب} = 4\,mol\ \text{اسید} \times \frac{8\,mol\ \text{آب}}{4\,mol\ \text{اسید}} \times \frac{18\,g\ \text{آب}}{1\,mol\ \text{آب}} = 144\,g\ \text{آب}$$

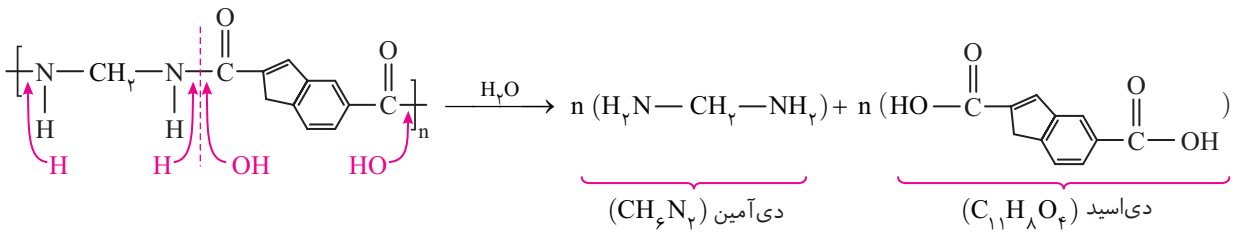
اکنون، با توجه به اینکه فرمول مولکولی اسید و الکل واکنش‌دهنده به ترتیب $(C_5H_8O_4)$ و $(C_3H_8O_2)$ می‌باشند، جرم ۴ مول از آن‌ها به ترتیب ۵۲۸ و ۳۰۴ گرم است، در نتیجه، طبق قانون پایستگی جرم، از طریق محاسبهٔ «۱۴۴−(۵۲۸+۳۰۴)» جرم پلی‌استر تولیدشده برابر ۶۸۸ گرم می‌باشد. حال با داشتن جرم نظری پلی‌استر و جرم عملی آن، می‌توانیم بازده واکنش را بیابیم:

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{جرم عملی}}{\text{جرم نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده واکنش} = \frac{172}{688} \times 100 = \%25$$

برای حل این مسئله، می‌توانستیم مستقیماً از فرمول پلی‌استر هم استفاده کنیم. اما در این روش، معمولاً دچار خطای محاسباتی می‌شوید، زیرا از آنجا که پلیمر تولید شده دارای تعداد زیادی اتم است؛ بنابراین جرم آب و جرم مولی پلی‌استر تولید شده را باید به طور دقیق حساب کنید. واکنش تولید پلیمر مورد نظر به صورت زیر است:

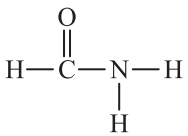


۱۴ ۴ بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف): فرمول مولکولی کربوکسیلیک اسید و دی آمین سازندهٔ پلی‌آمید مورد نظر به صورت زیر است:



پرسش (ب): در این پلی‌آمید، ۴ پیوند دوگانهٔ «کربن - کربن» داریم و برای از بین بردن هر مول پیوند دوگانه و تبدیل آن به پیوند یگانه، یک مول گاز هیدروژن یا دو گرم گاز هیدروژن نیاز داریم؛ بنابراین پاسخ صحیح پرسش، ۸n گرم گاز هیدروژن است.

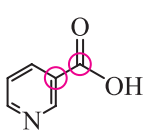
پرسش (پ): جرم مولی دی‌آمین سازندهٔ این پلیمر، ۴۶ گرم بر مول و جرم مولی ساده‌ترین آمید که ساختار آن را در روبه‌رو مشاهده می‌کنید، ۴۵ گرم بر مول است؛ بنابراین اختلاف جرم مولی این دو ساختار برابر ۱ گرم بر مول است.


(فرمامید یا متانامید)

۱۵ ۲ عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): استر موجود در آناناس، **اتیل بوتانوات** است؛ بنابراین از آبکافت این استر، اتانول و بوتانوئیک اسید به‌دست می‌آید. عبارت (ب): استر موجود در موز، **پنتیل اتانوات** می‌باشد؛ بنابراین اسید سازندهٔ آن استیک اسید (اتانوئیک اسید) است که یک اسید دوکربنه و یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه است. عبارت (پ): در ساختار ویتامین «ث»، یک حلقهٔ پنج‌ضلعی چهارکربنه وجود دارد. دقت کنید رأس پنجم در ساختار این حلقه، اتم **اکسیژن** گروه عاملی استری است. عبارت (ت): استر موجود در سیب، **متیل بوتانوات** با فرمول مولکولی $C_5H_{10}O_2$ می‌باشد که درصد جرمی اکسیژن در آن حدوداً ۳۱/۳۷ $(\frac{32}{102} \times 100)$ است. ساده‌ترین آمید، **متانامید** یا فرمامید نام دارد که با آن در سؤال ۱۴ آشنا شدید، درصد جرمی اکسیژن در این ترکیب حدوداً ۳۵/۵۶ $(\frac{16}{45} \times 100)$ است؛ بنابراین درصد جرمی اکسیژن در ساده‌ترین آمید، $\frac{17}{15}$ درصد جرمی اکسیژن در استر موجود در سیب است.

۱۶ ۴ فقط عبارت (ت) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): فرمول مولکولی این ترکیب $(C_6H_5O_2N)$ می‌باشد. عبارت (ب): در ساختار ویتامین D یک اتم اکسیژن وجود دارد، اما این ویتامین، دارای **۵ جفت** الکترون ناپیوندی است. عبارت (پ): در این مولکول، بخش‌های **قطبی**، مانند اتم نیتروژن و گروه کربوکسیل وجود دارند که باعث می‌شوند که در آن، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه کرده و این ویتامین محلول در آب باشد.

عبارت (ت): در ساختار ویتامین B_3 اتم‌های کربنی که با دایره مشخص شده‌اند با هیچ اتم هیدروژنی پیوند اشتراکی برقرار نکرده‌اند.



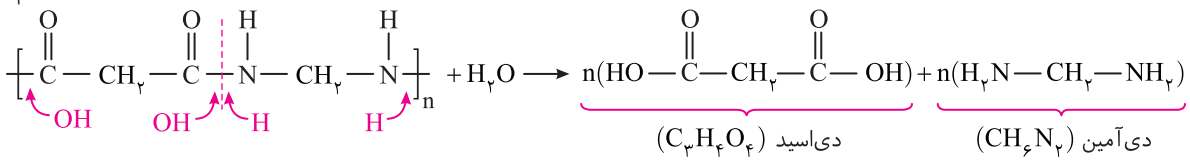
۱۷ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): با توجه به درصد جرمی کربن، کربوکسیلیک اسید مورد نظر را شناسایی می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم مولی کربوکسیلیک اسید}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی کربن} = \frac{12n}{14n+32} \times 100 = 58/82 \Rightarrow n = 5$$

در پنتانوییک اسید $(C_5H_{10}O_2)$، تعداد جفت الکترون‌های پیوندی برابر است با:

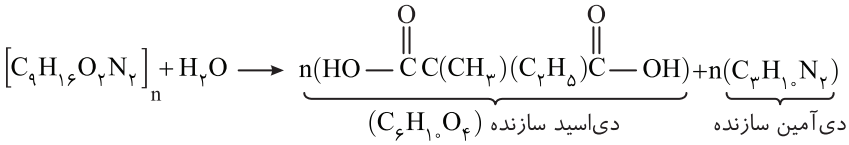
$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(C\times4)+(H\times1)+(O\times2)}{2} = \frac{(5\times4)+(10\times1)+(2\times2)}{2} = 17$$

در همهٔ کربوکسیلیک اسیدهای تک‌عاملی، به دلیل وجود دو اتم اکسیژن، تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی، برابر ۴ است؛ بنابراین نسبت جفت الکترون پیوندی به جفت الکترون ناپیوندی، برابر ۴/۲۵ است. عبارت (ب): بر اثر آبکافت این پلی‌آمید، تنها در عامل اسیدی آن پیوند یگانه «کربن- اکسیژن» تشکیل می‌شود؛ بنابراین در این پلیمر، $2n$ پیوند یگانه «کربن- اکسیژن» باید تشکیل شود. همچنین در این پلیمر، $6n$ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ بنابراین نسبت این دو کمیت برابر $\frac{1}{3}$ است.



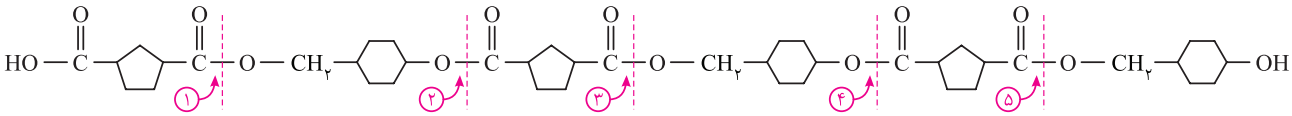
عبارت (پ): دو پیوند دوگانهٔ «کربن - اکسیژن» در ساختار ویتامین K وجود دارد، اما در ساختار ویتامین A هیچ پیوند دوگانهٔ کربن - اکسیژنی وجود ندارد.

عبارت (ت): با توجه به معادلهٔ زیر، فرمول دی‌آمین سازندهٔ پلیمر، $(C_3H_{10}N_2)$ است.



۱۸ **۳** فرمول عمومی آلکان‌ها، C_nH_{2n+2} و فرمول عمومی استرها $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشد؛ بنابراین در تعداد اتم کربن برابر (اوکتان هشت اتم کربن دارد)، تعداد اتم هیدروژن استر و آلکان نمی‌تواند برابر باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): پلیمر نشان داده‌شده در شکل، **پلی‌پروپن** است که در تولید سرنگ به کار می‌رود. فرمول مولکولی واحد سازندهٔ آن (پروپن) به صورت C_3H_6 است. گزینهٔ (۲): فرمول مولکولی استرها و کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی هم‌کربن، یکسان و به صورت $C_nH_{2n}O_2$ بوده و به همین دلیل این ترکیب‌ها، در صورت داشتن تعداد اتم کربن برابر، **ایزومر** یکدیگر محسوب می‌شوند. جفت ترکیب‌های داده‌شده، به ترتیب دارای ۷ و ۶ اتم کربن هستند که با توجه به فرمول مولکولی یکسان، درصد جرمی کربن در هر یک از جفت‌ها با هم برابر و به ترتیب تقریباً برابر ۶۴/۶۲ و ۶۲/۰۷ درصد می‌باشد.

۱۹ **۲** در واکنش آبکافت پلی‌استرها، در هنگام تولید هر کربوکسیلیک اسید دوعاملی، دو پیوند $(C-O)$ تشکیل می‌شود، پس هنگامی که ۵ مول پیوند $(C-O)$ تشکیل شده است، باید ۳ مول واحد تکرارشونده در این مولکول وجود داشته باشد. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر توجه کنید:

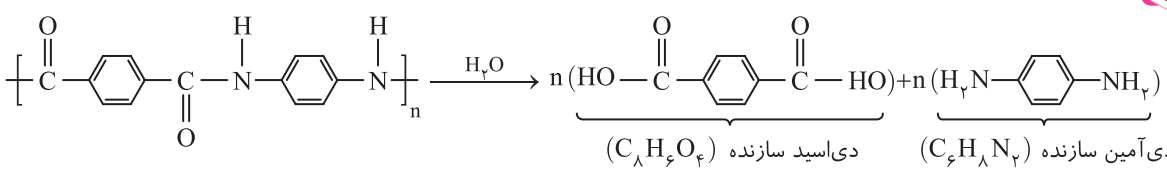


همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، مکان‌های تشکیل پیوند «کربن - اکسیژن» در آن مشخص شده است. با توجه به این موضوع، ابتدا جرم مورد انتظار از فراورده‌های واکنش را می‌یابیم و سپس با استفاده از جرم به‌دست آمده در واکنش، بازده درصدی آن را تعیین می‌کنیم. فرمول مولکولی دی اسید و دی الکل تولیدشده به‌ترتیب $C_7H_{10}O_4$ و $C_7H_{14}O_2$ می‌باشد.

$$\text{فراورده } 864\,g = \left(3\,mol\ \text{اسید} \times \frac{158\,g\ \text{اسید}}{1\,mol\ \text{اسید}}\right) + \left(3\,mol\ \text{الکل} \times \frac{130\,g\ \text{الکل}}{1\,mol\ \text{الکل}}\right) = \text{فراورده } ?\,g$$

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{جرم علمی}}{\text{جرم نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده واکنش} = \frac{480}{864} \times 100 \simeq \%55/55$$

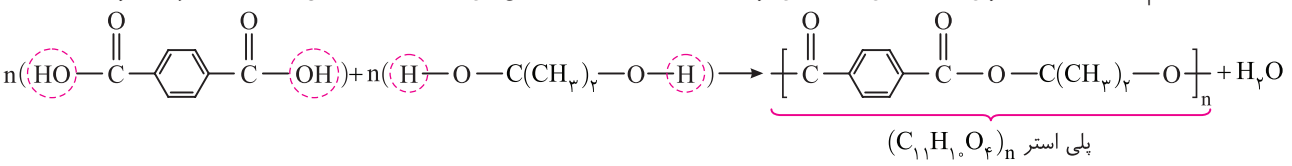
۲۰ **۲**



با توجه به شکل بالا که معادلهٔ آبکافت این پلی‌آمید را نشان می‌دهد، عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): این پلیمر، قادر به تشکیل **پیوند هیدروژنی** می‌باشند که قوی‌ترین نوع نیروهای بین مولکولی است. عبارت (ب): در یک مول از این پلیمر، $6n$ پیوند دوگانهٔ کربن-کربن وجود دارد؛ بنابراین این پلیمر با $12n$ گرم گاز هیدروژن برای تبدیل همهٔ پیوندهای دوگانهٔ «کربن-کربن» به پیوند یگانه، وارد واکنش می‌شود.

عبارت (پ): با توجه به فرمول مولکولی دی اسید و دی آمین سازندهٔ پلی‌آمید، نسبت تعداد اتم‌های کربن به هیدروژن در دی اسید سازندهٔ آن برابر $\frac{8}{6}$ است که برابر با نسبت تعداد اتم‌های هیدروژن به کربن در دی آمین سازندهٔ این ترکیب است. عبارت (ت): واکنش بین دی اسید و دی الکل داده‌شده به صورت زیر است:



عبارت (ث): مطلب ارائه شده در مورد پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده درست است اما توجه کنید که پلی‌آمیدها بسته به ساختار مونومرهای سازنده، آهنگ تجزیهٔ متفاوتی دارند و همچنین تولید و استفاده از آن‌ها در صورت بازیافت صحیح، با پیشرفت پایدار تعارضی ندارد.