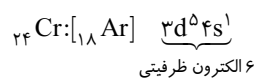


پاسخ‌های تشریحی

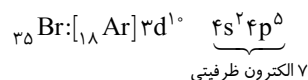
فصل اول

۱ ابتدا باید ببینیم عناصر A، D، E و M چه عنصرهایی هستند. فقط حواستان باشد که در همه اتم‌ها به جز هیدروژن، شمار الکترون‌های موجود در لایه اول الکترونی برابر ۲ است. اکنون با توجه به اصلی و واسطه بودن عناصر، داریم:

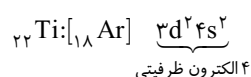
عنصر A: شمار الکترون‌های ظرفیتی در عنصر A برابر ۶ (۳×۲) است. از آنجا که A جزء عناصر واسطه است، پس عنصر A همان  ${}_{24}\text{Cr}$  با آرایش الکترونی مقابل می‌باشد:



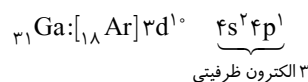
عنصر D: شمار الکترون‌های ظرفیتی در عنصر D برابر ۷ (۳×۵) است. از آنجا که D جزء عناصر اصلی است، پس عنصر D همان  ${}_{35}\text{Br}$  می‌باشد:



عنصر E: شمار الکترون‌های ظرفیتی در عنصر E برابر ۴ (۲×۲) است. از آنجا که E جزء عناصر واسطه است، پس عنصر E همان  ${}_{22}\text{Ti}$  می‌باشد:



عنصر M: شمار الکترون‌های ظرفیتی در عنصر M برابر ۳ (۱×۵×۲) است. از آنجا که M جزء عناصر اصلی است، پس عنصر M همان  ${}_{31}\text{Ga}$  می‌باشد:



بررسی گزینه‌ها: گزینه (۱): محاسبه عدد جرمی عنصر A به صورت زیر است:

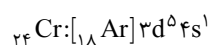
$$A \text{ عنصر } = p + n = 24 + 28 = 52$$

بین دو عنصر  ${}_{22}\text{Ti}$  و  ${}_{31}\text{Ga}$ ، هشت عنصر فلزی  ${}_{23}\text{V}$ ،  ${}_{24}\text{Cr}$ ،  ${}_{25}\text{Mn}$ ،  ${}_{26}\text{Fe}$ ،  ${}_{27}\text{Co}$ ،  ${}_{28}\text{Ni}$  و  ${}_{29}\text{Cu}$  قرار دارد.

گزینه (۲): به طور کلی، در یک تناوب از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد؛ بنابراین شعاع اتمی  ${}_{22}\text{Ti}$  از  ${}_{31}\text{Ga}$  بزرگ‌تر است. در اتم عنصر D، ۳۵ پروتون و ۴۵ نوترون وجود دارد که تفاوت شمار آن‌ها برابر ۱۰ است.

گزینه (۳): کاتیون‌های  $\text{Cr}^{3+}$  و  $\text{Ga}^{3+}$  از جمله کاتیون‌های متداول این دو عنصر هستند. عنصر برم در دمای اتاق با گاز هیدروژن واکنش نمی‌دهد.

گزینه (۴): آرایش الکترونی اتم عنصر  ${}_{24}\text{Cr}$  از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند:

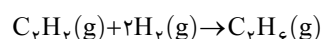
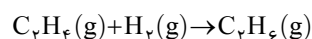


در آرایش الکترونی عنصر D، ۱۰ الکترون در زیرلایه d (با  $l=2$ ) و در آرایش الکترونی عنصر E، ۲ الکترون در زیرلایه d (با  $l=2$ ) وجود دارد.

۲ برای حل این مسئله ابتدا مجموع شمار مول‌های مخلوط گازی که شامل اتان، اتن و اتین است را محاسبه کنیم:

$$\text{مخلوط گازی } 5 \text{ mol} = \frac{\text{مخلوط گازی } 1 \text{ mol} \times \text{مخلوط گازی } 11/2 \text{ L}}{\text{مخلوط گازی } 22/4 \text{ L}}$$

با توجه به اطلاعات مسئله، در این مخلوط X مول اتن، X مول اتین و  $5-2X$  مول اتان وجود دارد. معادله واکنش سیر شدن گازهای اتن و اتین با گاز هیدروژن به صورت زیر است:



حال مقدار مول گاز  $\text{H}_2$  لازم برای سیر شدن اتن و اتین را بر حسب X محاسبه می‌کنیم و مجموع آن را مساوی ۱۵٪ قرار می‌دهیم تا مقدار X به دست آید:

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol H}_2 &= x \text{ mol C}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} = x \text{ mol H}_2 \\ ? \text{ mol H}_2 &= x \text{ mol C}_2\text{H}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} = 2x \text{ mol H}_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{مجموع مول H}_2 \text{ مصرفی} = x + 2x = 5/15 \Rightarrow x = 5/10$$

اکنون درصد مولی گاز اتان را در مخلوط اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد مولی اتان} = \frac{\text{مقدار مول اتان}}{\text{مجموع مول گازی مخلوط}} \times 100 = \frac{5-2x}{5} \times 100 = \frac{5-2(5/10)}{5} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$$

۳ عبارات‌های اول، دوم و سوم درست است. عناصر Z و X به ترتیب  ${}_{22}\text{Ti}$  و  ${}_{32}\text{Ge}$  هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:  $\text{Ti}$  یک فلز است، فلزات رسانای گرما هستند و قابلیت مفتول شدن دارند.

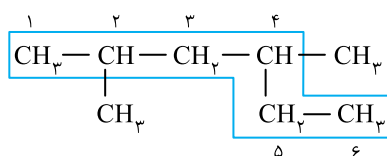
عبارت دوم:  $\text{Ti}$  و  $\text{Ge}$  در واکنش با اکسیژن، اکسیدهای  $\text{TiO}_2$  و  $\text{GeO}_2$  را تشکیل می‌دهند که هر دو دی‌اکسید هستند.

عبارت سوم: عنصر مایع گروه ۱۷، برم ( ${}_{35}\text{Br}$ ) است. به‌طور کلی، در یک تناوب از چپ به راست، شعاع اتمی عناصر کاهش می‌یابد. مقایسه شعاع اتمی این سه عنصر به‌صورت  $\text{Br} > {}_{35}\text{Ge} > {}_{22}\text{Ti}$  است.

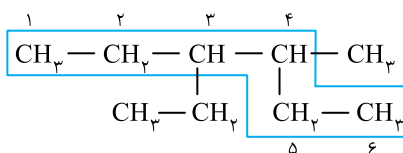
عبارت چهارم: قلع ( $\text{Sn}$ ) و سرب ( $\text{Pb}$ )، دو عنصر فلزی هم‌گروه با  ${}_{32}\text{Ge}$  هستند که در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهند.

۴ آلکان‌های (ب) و (پ) به درستی نام‌گذاری شده‌اند. در موارد (الف) و (ت)، زنجیر اصلی به‌درستی انتخاب نشده است. در نام‌گذاری آلکان‌ها، زنجیر اصلی بیشترین تعداد کربن را دارد و بیشترین شاخه فرعی به آن متصل است. نام درست آلکان‌های (الف) و (ت) براساس قواعد آیوپاک در زیر آمده است:

مورد (الف): نام درست این آلکان «۴-متیل هگزان» است.

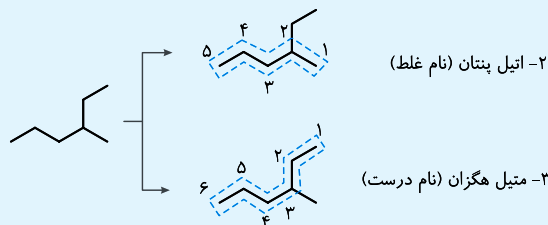


عبارت (ت): نام درست این آلکان «۳-اتیل-۴-متیل هگزان» است.

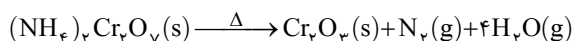


### نکته

برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، گروه‌های اتیل ( $-\text{C}_2\text{H}_5$ )، پروپیل ( $-\text{C}_3\text{H}_7$ ) و ... را به‌صورت گسترده بنویسید تا در شمارش اتم‌های کربن، تعیین زنجیر اصلی و همچنین جهت شماره‌گذاری زنجیر اصلی اشتباه نکنید. همچنین در نام آلکان‌های شاخه‌دار، وجود «۱-متیل» و «۲-اتیل» به معنی اشتباه در تعیین زنجیر اصلی هیدروکربن شاخه‌دار است. به مثال زیر توجه کنید:



۵ معادله موازنه شده واکنش به‌صورت زیر است:



روش اول: با توجه به معادله واکنش، در اثر تجزیه  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، یک فراورده جامد (یعنی  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) و دو فراورده گازی (یعنی  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{N}_2$ ) تولید می‌شود. از آنجا که  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  به میزان ۸۰٪ تجزیه شده است، پس توده جامد باقی‌مانده شامل  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  و  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  است که هر دو دارای اتم کروم هستند. برای حل این تست، ابتدا جرم  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  تولید شده و جرم  $\text{Cr}$  موجود در آن را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Cr}_2\text{O}_3 = 63 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{152 \text{ g Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3} \times \frac{80}{100} = 30/4 \text{ g Cr}_2\text{O}_3 \text{ (تولید شده)}$$

جرم کروم موجود در  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ :

$$? \text{ g Cr} = 30/4 \text{ g Cr}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3}{152 \text{ g Cr}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3} \times \frac{52 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 20/8 \text{ g Cr}$$

سپس جرم  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  باقی‌مانده و جرم  $\text{Cr}$  موجود در آن را به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (باقی‌مانده)} = 63 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{20}{100} = 12/6 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

محاسبه جرم کروم موجود در  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  باقی‌مانده:

$$? \text{ g Cr} = 12/6 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{52 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 5/2 \text{ g Cr}$$

اکنون درصد جرمی کروم موجود در توده جامد باقی مانده در ظرف واکنش را محاسبه می کنیم:

$$\%Cr = \frac{\text{مجموع جرم Cr موجود در دو ترکیب}}{\text{جرم } Cr_2O_3 \text{ تولید شده} + \text{جرم } (NH_4)_2Cr_2O_7 \text{ باقی مانده}} \times 100 = \frac{(20/8 + 5/2)}{(30/4 + 12/6)} \times 100 = 60/4$$

**روش دوم:** جرم مخلوط نهایی به اندازه جرم گازهای  $H_2O$  و  $N_2$  تولید شده از جرم نمونه اولیه کمتر است؛ بنابراین به سادگی می توان جرم نمونه مخلوط نهایی را محاسبه کرد:

$$\text{گاز } 20g = \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7 \times (1 \times 28 + 4 \times 18)g}{252g (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{80}{100} = 20g$$

$$63 - 20 = 43g = \text{جرم گاز تولیدی} - \text{جرم مخلوط اولیه} = \text{جرم مخلوط نهایی}$$

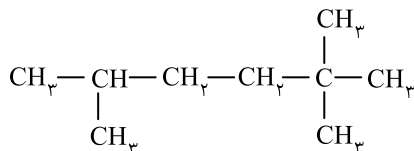
واضح است که جرم Cr در مخلوط اولیه و نهایی یکسان است، پس جرم کروم موجود در نمونه اولیه را به دست می آوریم:

$$? gr Cr = 63g (NH_4)_2Cr_2O_7 \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7}{252g (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{52g Cr}{1 \text{ mol Cr}} = 26g Cr$$

اکنون درصد جرمی کروم در مخلوط نهایی را محاسبه می کنیم:

$$\%Cr = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم مخلوط نهایی}} \times 100 = \frac{26}{43} \times 100 = 60/4$$

عبارت های اول، دوم و چهارم درست است. فرمول ساختاری هیدروکربن صورت تست به صورت زیر بوده و فرمول مولکولی آن  $C_9H_{20}$  است:



**بررسی عبارت ها:**

عبارت اول: فرمول مولکولی «۳- متیل اوکتان» به صورت  $C_9H_{20}$  است و با ترکیب نشان داده شده در صورت تست ایزومر است.

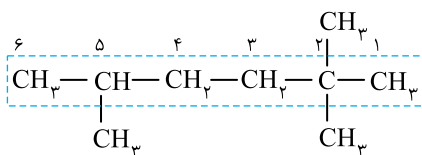
عبارت دوم: جرم مولی دو ترکیب را محاسبه کرده و نسبت آن ها را به دست می آوریم:

$$\left. \begin{array}{l} C_9H_{20}: \text{جرم مولی ترکیب آلی} = 9(12) + 20(1) = 128g.mol^{-1} \\ (CH_3OH): \text{جرم مولی متانول} = 1(12) + 4(1) + 1(16) = 32g.mol^{-1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{C_9H_{20} \text{ جرم مولی}}{CH_3OH \text{ جرم مولی}} = \frac{128}{32} = 4$$

$$\%C = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم آلکان}} \times 100 = \frac{(9 \times 12)}{(9 \times 12) + (20 \times 1)} \times 100 = 84/4$$

عبارت سوم: درصد جرمی کربن در آلکان مورد نظر برابر است با:

عبارت چهارم: نام آیوپاک این آلکان «۲، ۲، ۵- تری متیل هگزان» بوده و مجموع اعداد شاخه های فرعی در آن برابر  $(2+2+5)9$  است.



ابتدا باید عناصر A، D و E را با کمک آرایش الکترونی یون پایدار آن ها پیدا کنیم:

$$A^{2-}: \dots 4p^6 \Rightarrow A: [18Ar] 3d^1 4s^2 4p^6 \Rightarrow \text{همان } {}_{34}Se \text{ است.}$$

$$D^{3+}: \dots 3p^6 \Rightarrow D: [18Ar] 3d^1 4s^2 \Rightarrow \text{همان } {}_{21}Sc \text{ است.}$$

$$E^{3+}: \dots 3d^5 \Rightarrow E: [18Ar] 3d^6 4s^2 \Rightarrow \text{همان } {}_{26}Fe \text{ است.}$$

عنصر A، در گروه ۱۶ جدول دوره ای قرار دارد. یکی از عناصر هم گروه با عنصر A، گوگرد ( $S_{16}$ ) است که عدد اتمی آن برابر ۱۶ است. **بررسی سایر**

**گزینه ها:**

گزینه (۱): عنصر E در گروه ۸ و عنصر D در گروه ۳ جدول دوره ای عنصرها جای دارد.

گزینه (۲): عناصر D و E جزء عناصر واسطه هستند. در هر دوره از جدول، واکنش پذیری فلزهای اصلی از جمله فلزهای قلیایی بیشتر از واکنش پذیری فلزهای واسطه است.

**تذکره** مقایسه واکنش پذیری فلزها در یک دوره به صورت زیر است:

عناصر واسطه > گروه ۱۳ > گروه ۲ > گروه ۱: واکنش پذیری

گزینه (۳): عنصر A، یک نافلز بوده که تمایل به دریافت الکترون و یا تشکیل پیوند اشتراکی با دیگر اتم ها دارد؛ در حالی که عنصر هم دوره A در گروه ۱۸، کریپتون ( $Kr_{36}$ ) است که یک گاز نجیب بوده و تمایلی به شرکت در واکنش های شیمیایی ندارد.

۸-۴ عبارتهای (پ)، (ت) و (ث) درست هستند. عنصر قبل از  ${}_{36}\text{Kr}$  در دوره چهارم، عنصر برم ( ${}_{35}\text{Br}$ ) است که در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای قرار دارد. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): عنصر  ${}_{35}\text{Br}$  در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای قرار دارد. عدد اتمی عناصر گروه ۱۷ جدول دوره‌ای یک عدد کمتر از عدد اتمی عناصر گاز نجیب هم‌دوره آن‌ها است. از آن‌جا که بهتر است عدد اتمی گازهای نجیب را حفظ باشید و اکثر شما عزیزان نیز حفظ هستید، بنابراین عدد اتمی عناصر گروه ۱۷ برابر ۹، ۱۷، ۳۵، ۵۳، ۸۵ و ۱۱۷ است. به این ترتیب، عنصر  ${}_{52}\text{A}$  در گروه ۱۷ قرار ندارد و با  ${}_{35}\text{Br}$  نیز هم‌گروه نیست.

عبارت (ب): به‌طور کلی در هر دوره از جدول دوره‌ای، از چپ به راست از شعاع اتمی عناصر کاسته می‌شود. با توجه به اینکه هر دو عنصر  ${}_{19}\text{X}$  و  ${}_{35}\text{Br}$  در دوره چهارم قرار دارند، شعاع اتمی  ${}_{35}\text{Br}$  کوچک‌تر از  ${}_{19}\text{X}$  است.

عبارت (پ): در گروه هالوژن‌ها از بالا به پایین از خاصیت نافلزی کاسته می‌شود. با توجه به اینکه در جدول دوره‌ای،  ${}_{35}\text{Br}$  پایین‌تر از  ${}_{17}\text{Cl}$  قرار دارد، پس خاصیت نافلزی آن در مقایسه با  ${}_{17}\text{Cl}$  کمتر است.

عبارت (ت): عنصر برم در حالت آزاد و در دمای اتاق به‌صورت مولکول‌های دو اتمی  $\text{Br}_2$  بوده و حالت فیزیکی مایع دارد. این در حالی است که عنصرهای واسطه هم‌دوره آن، حالت فیزیکی جامد دارند.

### نکته

در میان عناصر جدول دوره‌ای، در دمای اتاق و به حالت آزاد:

۱- دو عنصر برم ( ${}_{35}\text{Br}$ ) و جیوه ( $\text{Hg}$ ) به‌صورت مایع هستند.

۲- یازده عنصر هیدروژن ( ${}_{1}\text{H}$ )، نیتروژن ( ${}_{7}\text{N}$ )، اکسیژن ( ${}_{8}\text{O}$ )، فلوئور ( ${}_{9}\text{F}$ )، کلر ( ${}_{17}\text{Cl}$ ) و ۶ عنصر نجیب ( ${}_{2}\text{He}$ ،  ${}_{10}\text{Ne}$ ،  ${}_{18}\text{Ar}$ ، ...) به‌صورت گاز هستند.

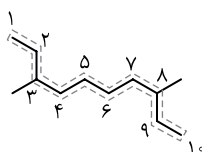
۳- سایر عناصر مانند فلزها (به‌جز جیوه)، شبه‌فلزها و نافلزهایی مانند فسفر و گوگرد به‌صورت جامد هستند.

عبارت (ث): آرایش الکترونی عنصر برم ( ${}_{35}\text{Br}$ ) به‌صورت زیر است:

$${}_{35}\text{Br}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4p^5 \Rightarrow \begin{cases} l=1 \text{ (زیر لایه‌های p)} \\ \text{شمار الکترون‌های } p = 5 + 6 + 6 = 17 \\ \text{شماره گروه عنصر} = 17 \end{cases}$$

۹-۲ عبارتهای (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): نام صحیح این آلکان، «۳، ۸ - دی‌متیل دکان» است.



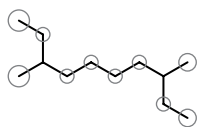
عبارت (ب): فرمول مولکولی آلکان نشان داده شده به‌صورت  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$  و جرم مولی آن برابر  $170 \text{ g.mol}^{-1}$  ( $12 \times 12 + 26 \times 1$ ) است. فرمول مولکولی پروپین

$$\frac{\text{جرم مولی } \text{C}_{12}\text{H}_{26}}{\text{جرم مولی } \text{C}_3\text{H}_4} = \frac{170}{40} = 4.25$$

به‌صورت  $\text{C}_3\text{H}_4$  بوده و جرم مولی آن  $40 \text{ g.mol}^{-1}$  است؛ بنابراین:

عبارت (پ): «۳- اتیل دکان» و ترکیب داده شده در صورت تست هر دو دارای ۱۲ اتم کربن بوده و فرمول مولکولی یکسان به‌صورت  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$  دارند.

عبارت (ت): در شکل مقابل، گروه‌های  $\text{CH}_3$  و  $\text{CH}_2$  به ترتیب با دایره‌های کوچک و بزرگ مشخص شده‌اند. نسبت خواسته



شده برابر  $1/5$  ( $\frac{6}{30}$ ) است.

۱۰-۳ عبارتهای دوم، سوم و چهارم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: گاز اتن ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) سنگ بنای صنایع پتروشیمی است. توجه داشته باشید که از متان ( $\text{CH}_4$ ) بیشتر به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود.

عبارت دوم: معادله کلی واکنش برم‌دار شدن آلکن‌ها به‌صورت:  $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2$  است؛ بنابراین:

$$? \text{ g Br}_2 = 0.25 \text{ mol C}_n\text{H}_{2n} \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol C}_n\text{H}_{2n}} \times \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = 40 \text{ g Br}_2$$

عبارت سوم: در مولکول آلکن‌ها، یک پیوند دوگانه کربن - کربن وجود دارد. دو اتم کربنی که در تشکیل این پیوند دوگانه شرکت دارند، هر یک به سه اتم دیگر متصل هستند.

عبارت چهارم: دومین عضو خانواده آلکان‌ها، اتان ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) با جرم مولی  $30 \text{ g.mol}^{-1}$  و دومین عضو خانواده آلکین‌ها، پروپین ( $\text{C}_3\text{H}_4$ ) با جرم مولی

$40 \text{ g.mol}^{-1}$  است؛ بنابراین نسبت جرم مولی آن‌ها برابر است با:

$$\frac{\text{جرم مولی } \text{C}_3\text{H}_4}{\text{جرم مولی } \text{C}_2\text{H}_6} = \frac{40}{30} = 1.33$$

۱۱- عبارت‌های اول و سوم درست هستند. عناصر A, E, X, D, G و Z به ترتیب Be, Na, Ca, O, S و Br هستند.

### بررسی عبارت‌ها:

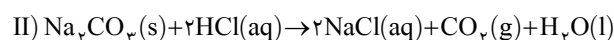
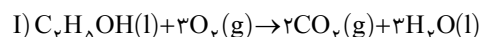
عبارت اول: در یک دوره، از چپ به راست، خصلت فلزی کاهش و در یک گروه از بالا به پایین، خصلت فلزی افزایش می‌یابد. عنصر Na<sub>۱۱</sub> در جدول دوره‌ای سمت چپ‌تر و در دورهٔ پایین‌تری نسبت به Be قرار دارد؛ بنابراین خصلت فلزی Na<sub>۱۱</sub> بیشتر از خصلت فلزی Be است.

عبارت دوم: در یک گروه، از بالا به پایین خصلت نافلزی و تمایل به گرفتن الکترون کاهش می‌یابد. عنصر S<sub>۱۶</sub> در گروه ۱۶ پایین‌تر از O<sub>۸</sub> قرار دارد؛ پس عنصر O<sub>۸</sub> خصلت نافلزی بیشتری داشته و تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون نسبت به S<sub>۱۶</sub> دارد.

عبارت سوم: در جدول دوره‌ای، در یک گروه، از بالا به پایین، شعاع اتمی افزایش و در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. از آنجا که Ca<sub>۲۰</sub> در جدول دوره‌ای سمت چپ‌تر و در دورهٔ پایین‌تری نسبت به O<sub>۸</sub> و S<sub>۱۶</sub> قرار دارد، پس شعاع اتمی بزرگ‌تری نسبت به آن‌ها دارد.

عبارت چهارم: با توجه به توضیحات داده شده در بررسی عبارت سوم، شعاع اتمی Br<sub>۳۵</sub> کمتر از Ca<sub>۲۰</sub> است.

۱۲- همهٔ عبارت‌ها درست هستند. معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این دو واکنش به صورت زیر است:



### بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با توجه به معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش (I)، از سوختن یک مول اتانول، ۲ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. از آنجا که حجم مولی گازها در شرایط STP برابر  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  است، پس حجم گاز CO<sub>۲</sub> تولیدی برابر  $44/8 \text{ L}$  ( $2 \times 22.4 \text{ L}$ ) است.

$$? \text{ L CO}_2 = 1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 44/8 \text{ L CO}_2$$

عبارت دوم: با توجه به معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش (II) داریم:

### روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g H}_2\text{O} = \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{7/5 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 67/5 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{60/75}{67/5} \times 100 = 90\%$$

### روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مقدار مصرفی HCl} \times \frac{R}{100}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آب تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{7/5 \times \frac{R}{100}}{2} = \frac{60/75}{1 \times 18} \Rightarrow R = 90\%$$

عبارت سوم: واکنش‌دهندهٔ کربن‌دار در واکنش‌های (I) و (II) به ترتیب C<sub>۷</sub>H<sub>۵</sub>OH و Na<sub>۲</sub>CO<sub>۳</sub> هستند. فرض می‌کنیم که x گرم از هر کدام از آن‌ها در هر واکنش شرکت کرده است.

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol CO}_2 \text{ (I در واکنش)} &= x \text{ g C}_7\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH}}{94 \text{ g C}_7\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH}} = \frac{x}{23} \text{ mol CO}_2 \\ ? \text{ mol CO}_2 \text{ (II در واکنش)} &= x \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = \frac{x}{106} \text{ mol CO}_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} = \frac{\frac{x}{23}}{\frac{x}{106}} = 4/6$$

### عبارت چهارم: روش اول (کسر تبدیل):

ابتدا از مقدار مول NaCl تولیدشده، جرم Na<sub>۲</sub>CO<sub>۳</sub> خالص مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ (خالص)} = 1/5 \text{ mol NaCl} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol NaCl}} \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 79/5 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ (خالص)}$$

$$\text{سپس درصد خلوص نمونه Na}_2\text{CO}_3 \text{ را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{79/5}{100} \times 100 = 79/5\%$$

### روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Na}_2\text{CO}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول NaCl}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{100 \times \frac{P}{100}}{1 \times 106} = \frac{1/5}{2} \Rightarrow P = 79/5\%$$

### ۱۳ عبارات اول، دوم، سوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: برای تعیین عدد اتمی عنصر X باید به این نکته توجه داشته باشید که در دوره‌های ۶ و ۷ جدول دوره‌ای در میان عناصر دسته s و d، عناصر دسته f قرار دارند. بنابراین عدد اتمی عنصر X، ۱۵ عدد از عنصر هم‌دوره‌اش که در گروه ۲ قرار دارد و عدد اتمی آن برابر ۵۶ است، بیشتر بوده و عدد اتمی آن برابر ۷۱ می‌باشد.

عبارت دوم: عناصر D و E به ترتیب نیتروژن و فسفر هستند و در دمای اتاق، عنصر D، در حالت آزاد به صورت مولکول‌های دو اتمی  $N_2$  با حالت فیزیکی گاز و عنصر E، در حالت آزاد به صورت مولکول‌های  $P_4$  با حالت فیزیکی جامد وجود دارد.

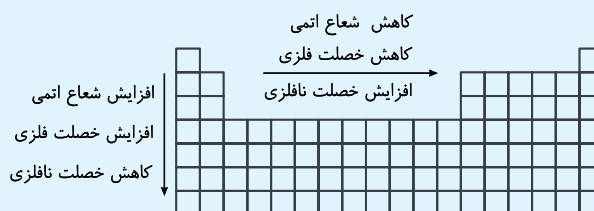
عبارت سوم: در هر دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد؛ بنابراین عنصر D نسبت به عنصر A شعاع اتمی کوچک‌تری دارد. در هر گروه نیز از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می‌یابد، بنابراین عنصر D نسبت به عنصر E شعاع کوچک‌تری دارد.

عبارت چهارم: عناصر G و A، به ترتیب  $Sc$  و B بوده و فرمول اکسید این دو عنصر به ترتیب  $Sc_2O_3$  و  $B_2O_3$  است. شمار اتم‌ها در واحد فرمولی هر دو ترکیب برابر ۵ است.

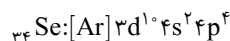
**عبارت پنجم:** عنصر M، همان ژرمانیم ( $Ge$ ) است که در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارد و یک شبه‌فلز است. نخستین عنصر گروه ۱۴، کربن (C) است که یک نافلز است. ژرمانیم نسبت به کربن خاصیت فلزی بیشتری دارد. همچنین عنصر Y، همان برم ( $Br$ ) است که خاصیت نافلزی بیشتری نسبت به ژرمانیم دارد؛ بنابراین ژرمانیم نسبت به هر دو عنصر C و  $Br$ ، خاصیت فلزی بیشتری دارد.

### نکته

در هر دوره از جدول تناوبی، از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش، خصلت فلزی عناصر کاهش و خصلت نافلزی آن‌ها افزایش می‌یابد. در هر گروه از جدول تناوبی، از بالا به پایین، شعاع اتمی افزایش، خصلت فلزی عناصر افزایش و خصلت نافلزی آن‌ها کاهش می‌یابد. نحوه تغییر واکنش‌پذیری عناصر اصلی یک دوره با صرف‌نظر از عناصر گروه ۱۸، ابتدا به صورت نزولی و سپس به صورت صعودی است.



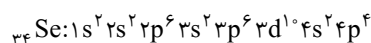
**۱۴ همه عبارات درست است. عنصر مورد نظر، سلنیم ( $Se$ ) است. آرایش الکترونی فشرده این عنصر به صورت مقابل می‌باشد:**



### بررسی عبارت‌ها:

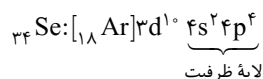
عبارت اول: این عنصر همانند شانزدهمین عنصر جدول تناوبی ( $S$ ) در گروه ۱۶ قرار دارد و هر دو عنصر خواص شیمیایی مشابهی دارند.

عبارت دوم: آرایش الکترونی عنصر سلنیم ( $Se$ )، به صورت مقابل است:

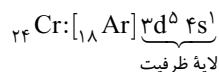


عدد کوانتومی فرعی زیرلایه‌های s و p به ترتیب برابر (صفر) و (۱) است و با توجه به آرایش الکترونی عنصر  $Se$ ، تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه p، دو برابر تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s است.

عبارت سوم: سلنیم عنصری از دسته p است. در عناصر دسته p، الکترون‌های زیرلایه‌های s و p لایه آخر، الکترون‌های ظرفیتی هستند؛ بنابراین:



کروم عنصری از دسته d است. در عناصر دسته d، الکترون‌های s لایه آخر و d ماقبل آخر، الکترون‌های ظرفیتی هستند؛ بنابراین:

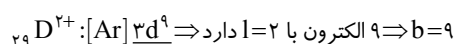
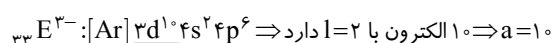


تعداد الکترون‌های ظرفیتی در هر دو عنصر یکسان و برابر ۶ است.

عبارت چهارم: عنصر سلنیم ( $Se$ ) با اکسیژن هم‌گروه و با برم هم‌دوره است. اکسیژن و برم در دمای اتاق و به صورت آزاد به ترتیب حالت گازی و مایع دارند.

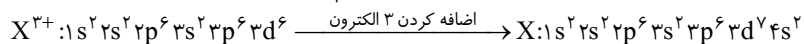
### ۱۵ عبارات اول، دوم و سوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: یون  $A^-$  در آخرین لایه اشغال‌شده خود، یعنی لایه چهارم ۸ الکترون دارد، پس زیرلایه‌های ۴s و ۴p آن کامل پر شده‌اند ( $4s^2 4p^6$ )؛ بنابراین  $A^-$  به آرایش گاز نجیب  $Kr$  رسیده است و عنصر A، همان  $Br$  است. (عدد اتمی A برابر ۳۵ است). حال باید مقادیر a و b را پیدا کنیم. با توجه به آرایش الکترونی  $D^{2+}$  و  $E^{3-}$  داریم:



$$\text{مجموع اعداد ردیف دوم جدول با عدد اتمی عنصر A یکسان و برابر ۳۵ است.}$$

عبارت دوم: گونه  $X^{3+}$  در زیرلایه  $3d$  خود دارای ۶ الکترون است، پس با توجه به آرایش الکترونی  $X^{3+}$ ، داریم:

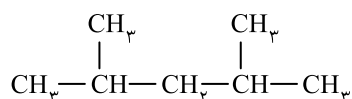


عنصر  $X$ ، همان کبالت ( $Co$ ) بوده و فلز قلیایی هم‌دوره با عنصر کبالت، پتاسیم ( $K$ ) است. اختلاف عدد اتمی دو عنصر  $Co$  و  $K$  ۱۹ برابر ۸ (۲۷-۱۹) می‌باشد.

عبارت سوم: عنصر  $M$ ، همان آلومینیم ( $Al$ ) است که کاتیون پایدار آن به صورت  $Al^{3+}$  است. یون  $E^{3-}$  نیز دارای آرایش هشت‌تایی می‌باشد؛ بنابراین فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از دو عنصر  $M$  و  $E$  به صورت  $ME$  است.

عبارت چهارم:  $D$ ، همان عنصر مس ( $Cu$ ) است که در ترکیب‌هایش دو نوع کاتیون پایدار  $Cu^+$  و  $Cu^{2+}$  را تشکیل می‌دهد، در حالی که عنصر  $31$  جدول،  $Ga$  بوده و تنها یک کاتیون پایدار آن هم  $Ga^{3+}$  تشکیل می‌دهد. بار کاتیون‌های تشکیل‌شده توسط عناصر  $Cu$  و  $Ga$  مشابه نیست.

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. فرمول ساختاری آلکان مورد نظر به صورت زیر است. نام آیوپاک این آلکان «۲، ۴-دی‌متیل پنتان» است و مجموع اعداد در نام آن برابر  $6(4+2)$  می‌باشد:



### بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): فرمول مولکولی این آلکان،  $C_7H_{16}$  و فرمول مولکولی هپتان،  $C_7H_{16}$  است. این دو ترکیب فرمول مولکولی متفاوتی دارند و نمی‌توانند همپار باشند.

عبارت (ب): شاخه اصلی این آلکان، پنتان با ۵ اتم کربن است.

عبارت (پ): این مولکول را نمی‌توان به سه قسمت کاملاً یکسان تقسیم کرد.

عبارت (ت): فرمول مولکولی پروپین،  $C_3H_4$  است.

$$\left. \begin{array}{l} C_7H_{16} \text{ جرم مولی} = 7(12) + 16(1) = 100 \text{ g.mol}^{-1} \\ C_3H_4 \text{ جرم مولی} = 3(12) + 4(1) = 40 \text{ g.mol}^{-1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{C_7H_{16} \text{ جرم مولی}}{C_3H_4 \text{ جرم مولی}} = \frac{100}{40} = \frac{5}{2}$$

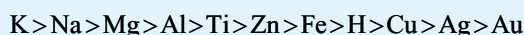
طراح در این سؤال شمارشی، عبارت‌ها را به ترتیب در سؤال قرار نداده است.

تله‌تستی

۱۷

### نکته

برای پیش‌بینی انجام‌پذیر بودن یا نبودن یک واکنش شیمیایی که در هر طرف معادله آن تنها یک گونه عنصری وجود دارد، کافی است واکنش‌پذیری دو عنصر را مقایسه کنید. چنان‌چه واکنش‌پذیری عنصر سمت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر باشد، آن واکنش به‌طور طبیعی انجام‌پذیر است. در غیر این‌صورت واکنش به‌طور طبیعی انجام‌ناپذیر می‌باشد. در زیر مقایسه واکنش‌پذیری تعدادی از عناصر آورده شده است. این مقایسه را به خوبی به خاطر بسپارید. (حفظ کنید!)



مقایسه واکنش‌پذیری:

مس فلزی از عناصر واسطه است. واکنش‌پذیری عناصر واسطه از همه فلزهای اصلی کمتر است؛ بنابراین فلز مس نمی‌تواند یک فلز اصلی را از ترکیب آن با اکسیژن خارج کند، در نتیجه این واکنش به‌طور طبیعی انجام‌ناپذیر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۲): واکنش‌پذیری منیزیم از هیدروژن بیشتر است و منیزیم می‌تواند هیدروژن را از ترکیب آن با هالوژن‌ها خارج کند.

گزینه (۳): این معادله، واکنش فلزهای قلیایی با آب را نشان می‌دهد که منجر به تشکیل محلول قلیایی هیدروکسید فلز و گاز هیدروژن می‌شود.

گزینه (۴): یک واکنش اکسایش-کاهش است که در آن  $Na$  نقش کاهنده و  $X$  نقش اکسنده را دارد و به‌طور طبیعی انجام‌پذیر است.

چنان‌چه گرمای آزاد شده از فلز به اندازه گرمای جذب شده توسط روغن باشد، یعنی «فلز  $-Q = -Q_{\text{روغن}}$ »، مجموع تغییرات گرمایی ورقه فلزی

$$Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{روغن}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{فلز}} = -Q_{\text{روغن}}$$

و روغن صفر خواهد بود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): چون آب ظرفیت گرمایی ویژه بالاتری نسبت به روغن دارد، به ازای دریافت مقدار یکسانی از گرما، دمای آن کمتر افزایش پیدا می‌کند؛ در نتیجه دمای پایانی آب کمتر از روغن خواهد بود.

گزینه‌های (۳) و (۴): در تعادل‌های گرمایی، دمای تعادلی به دمای ماده‌ای نزدیک‌تر است که ظرفیت گرمایی بالاتری دارد:

$$C_{\text{فلز}} = m_{\text{فلز}} \times c_{\text{فلز}} = (40 \times 10^{-3}) \times 0.5 = 2 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$C_{\text{روغن}} = m_{\text{روغن}} \times c_{\text{روغن}} = (150 \times 10^{-3}) \times 2.5 = 3.75 \times 10^{-1} \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$$

از آنجا که ظرفیت گرمایی روغن بیشتر است، پس دمای تعادل به دمای روغن نزدیک‌تر خواهد بود و در این فرایند، تغییرات دمایی ورقه فلزی بیشتر از تغییرات دمایی روغن می‌باشد.



۱۹. عناصر گروه دوم جدول دوره‌ای را فلزهای قلیایی خاکی می‌نامند. فلزات قلیایی خاکی در واکنش با دیگر اتم‌ها یون پایدار  $M^{2+}$  تشکیل می‌دهند؛ از این رو فرمول اکسید این فلزات به صورت MO است.

برای محاسبه تعداد الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل یک ترکیب یونی از عناصر اولیه‌اش می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

اندازه بار آنیون  $\times$  تعداد آنیون = بار کاتیون  $\times$  تعداد کاتیون = شمار الکترون‌های مبادله شده

بنابراین تعداد الکترون‌های مبادله شده برای تولید هر واحد فرمولی از MO برابر  $2(1 \times 2)$  می‌باشد. اکنون از تعداد الکترون مبادله شده به جرم MO می‌رسیم و جرم مولی فلز را به دست می‌آوریم: (جرم مولی فلز را M گرم بر مول در نظر می‌گیریم).

$$1 \text{ mol MO} \sim 2 \text{ mol e}^-$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$18.06 \times 10^{-23} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol MO}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{(M+16) \text{ g MO}}{1 \text{ mol MO}} = 6 \text{ g MO} \Rightarrow M = 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{شمار الکترون‌های مبادله شده}}{N_A \times 2} = \frac{\text{جرم اکسید فلز}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{18.06 \times 10^{-23}}{6.02 \times 10^{23} \times 2} = \frac{6}{(M+16) \times 1} \Rightarrow M = 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

اکنون نسبت جرم اتمی فلز به جرم اتمی اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{M}{O} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم اتمی}} = \frac{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.5$$

۲۰. عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. ابتدا باید ببینیم که عناصر A و X چه عنصرهایی هستند:

A:  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4 \Rightarrow$  عنصر گوگرد ( $_{16}\text{S}$ ) است

X:  $^{2+} \dots 3d^1 \Rightarrow X: [\text{Ar}] 3d^1 4s^2 \Rightarrow$  عنصر روی ( $_{29}\text{Zn}$ ) است

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): X، که همان  $_{29}\text{Zn}$  است، فلزی واسطه از گروه ۱۲ و دوره ۴ جدول تناوبی می‌باشد.

عبارت (ب): عنصر A ( $_{16}\text{S}$ )، ۱۶ الکترون و عنصر X ( $_{29}\text{Zn}$ )، ۳۰ الکترون در اتم خود دارند. ( $30 - 16 = 14$ )

عبارت (پ): یون پایدار عنصر X ( $_{29}\text{Zn}$ ) به صورت  $X^{2+}$  و یون پایدار عنصر A ( $_{16}\text{S}$ )، به صورت  $A^{2-}$  است؛ بنابراین فرمول ترکیب حاصل از این دو عنصر به صورت XA ( $\text{ZnS}$ ) می‌باشد.

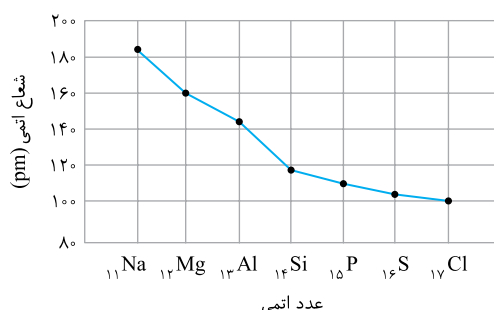
عبارت (ت): A همان عنصر گوگرد است که همانند عنصر  $_{24}\text{D}$  در گروه ۱۶ و همانند عنصر  $_{13}\text{E}$  در دوره سوم جدول تناوبی جای دارد.

۲۱. عبارت‌های (الف) و (پ) درست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): اسکندیم نخستین عنصر واسطه جدول تناوبی است و به سبب فلز بودن، رسانای جریان الکتریکی است و قابلیت مفتول شدن دارد.

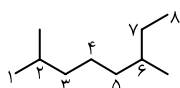
عبارت (ب): در یک گروه با افزایش عدد اتمی خصلت فلزی افزایش و در یک تناوب با افزایش عدد اتمی خصلت فلزی کاهش می‌یابد.

عبارت (پ): با توجه به نمودار زیر که مربوط به شعاع اتمی عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای است، شیب تغییرات شعاع اتم‌های فلزی ( $_{11}\text{Na}$ ،  $_{12}\text{Mg}$  و  $_{13}\text{Al}$ ) بیشتر از شیب تغییرات شعاع اتم‌های نافلزی ( $_{14}\text{Si}$ ،  $_{15}\text{P}$ ،  $_{16}\text{S}$  و  $_{17}\text{Cl}$ ) است.

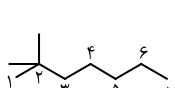


عبارت (ت): هلیوم ( $_{2}\text{He}$ )، یکی از عناصر دسته S است. عنصر  $_{2}\text{He}$  را به دلیل واکنش‌ناپذیر بودن، در گروه گازهای نجیب، یعنی گروه ۱۸ قرار داده‌اند؛ از این رو عنصر هلیوم در سمت راست جدول تناوبی قرار گرفته است.

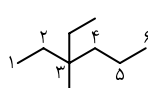
۲۲. فقط نام آلکان اول نادرست ذکر شده است.



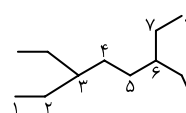
۲، ۶- دی‌متیل اوکتان



۲، ۲- دی‌متیل هپتان



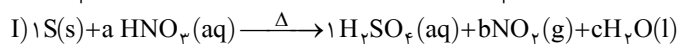
۳- دی‌اتیل هگزان



۳، ۶- دی‌اتیل اوکتان



عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست است. پیش از بررسی عبارت‌ها معادله واکنش‌های داده شده را موازنه می‌کنیم. برای موازنه واکنش (I)، از عنصر گوگرد شروع می‌کنیم ولی ضرایب دیگر مواد را نمی‌توانیم به روش واری تعیین کنیم و باید موازنه واکنش را به روش جبری ادامه دهیم:

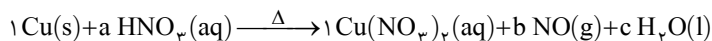


$$\begin{cases} \text{N: } a = b \\ \text{H: } a = 2 + 2c \\ \text{O: } 3a = 4 + 2b + c \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 2 + 2c \\ 3a = 4 + 2a + c \end{cases} \Rightarrow a = b = 6, c = 2$$

پس معادله موازنه شده واکنش (I) به صورت زیر است:

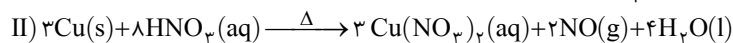


برای موازنه واکنش (II)، از عنصر Cu شروع می‌کنیم، ولی نمی‌توانیم موازنه را به روش واری ادامه دهیم. پس ادامه موازنه را با روش جبری انجام می‌دهیم:



$$\begin{cases} \text{H: } a = 2c \\ \text{N: } a = 2 + b \\ \text{O: } 3a = 6 + b + c \end{cases} \xrightarrow{a=2c} \begin{cases} 2c = 2 + b \\ 6c = 6 + b + c \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2c = 2 + b \\ 5c = 6 + b \end{cases} \Rightarrow 3c = 4 \Rightarrow c = \frac{4}{3}, a = \frac{8}{3}, b = \frac{2}{3}$$

مقادیر مجهول را در معادله قرار داده و کل ضرایب را در عدد ۳ ضرب می‌کنیم:



**تذکره** هر دو معادله را می‌توانستیم به روش اکسایش - کاهش نیز موازنه کنیم. در ادامه به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: روش اول (کسر تبدیل):

$$160 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol S}} \times \frac{R}{100} = 4/5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow R = 90\%$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول اسید} \times \text{بازده درصدی} \times \text{جرم گوگرد}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{160 \times \frac{R}{100}}{1 \times 32} \Rightarrow \frac{5}{1} = \frac{4}{5} \Rightarrow R = 90\%$$

عبارت دوم: فرض می‌کنیم x گرم اسید در هر دو واکنش مصرف شده است. جرم مواد محلول حاصل از هر واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g H}_2\text{SO}_4 = x \text{ g HNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{6 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 0.26x \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ g Cu(NO}_3)_2 = x \text{ g HNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} \times \frac{3 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{8 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{188 \text{ g Cu(NO}_3)_2}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} = 1.1x \text{ g Cu(NO}_3)_2$$

عبارت سوم: فرض می‌کنیم که 4/6x گرم NO<sub>2</sub> و x گرم NO تشکیل شده است. به کمک جرم‌های این دو گاز، جرم گوگرد و مس مصرفی در هر واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g S} = 4/6x \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} \times \frac{1 \text{ mol S}}{6 \text{ mol NO}_2} \times \frac{32 \text{ g S}}{1 \text{ mol S}} = \frac{8}{15} x \text{ g S}$$

$$? \text{ g Cu} = x \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol NO}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = \frac{16}{5} x \text{ g Cu}$$

$$\frac{\text{جرم Cu مصرفی}}{\text{جرم S مصرفی}} = \frac{\frac{16}{5} x}{\frac{8}{15} x} = 6$$

عبارت چهارم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$84 \text{ g Cu} \times \frac{P \text{ g Cu}}{100 \text{ g Cu}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{3 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{3 \text{ mol Cu}} = 1/5 \text{ mol Cu(NO}_3)_2 \Rightarrow P = 80\%$$

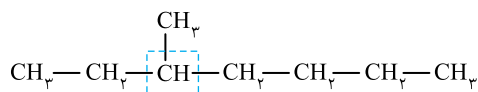
درصد ناخالصی نمونه مس برابر ۲۰٪ (۱۰۰-۸۰) است.

روش دوم (تناسب):

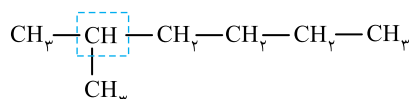
$$\frac{\text{جرم نمونه ناخالص} \times \text{درصد خلوص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{84 \times \frac{P}{100}}{3 \times 64} = \frac{1/5 \times 180}{3} \Rightarrow P = 80\%$$

درصد ناخالصی نمونه مس برابر ۲۰٪ (۱۰۰-۸۰) است.

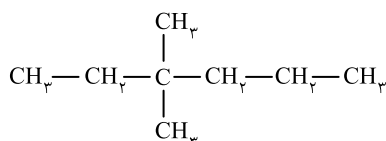
۲۴ ۴ ترکیب‌های (الف)، (پ) و (ت) جزء آلکان‌های ۸ کربنی بوده و فرمول آن‌ها به صورت  $C_8H_{18}$  است. در حالی که مولکول «ب» یک آلکان ۷ کربنی با فرمول  $C_7H_{16}$  می‌باشد. فرمول ساختاری هر کدام از ترکیب‌ها به صورت زیر است: (در هر ترکیب، گروه (های) CH با خط چین مشخص شده است.)  
الف) ۳ - متیل پنتان



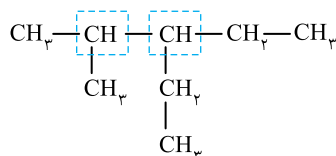
ب) ۲ - متیل هگزان



پ) ۳، ۳ - دی‌متیل هگزان



ت) ۳ - اتیل - ۲ - متیل پنتان



در ساختار «۳ - اتیل - ۲ - متیل پنتان» دو گروه CH وجود دارد.

## فصل دوم

۲۵ ۳ عبارات‌های اول، دوم و چهارم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**  
عبارات‌های اول و چهارم: با توجه به اینکه واکنش  $(2A(s) + D_2O_3(s) \rightarrow \dots)$  برخلاف واکنش  $(2D(s) + A_2O_3(s) \rightarrow \dots)$  گرماده بوده و به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری عنصر A بیشتر از عنصر D است؛ بنابراین عنصر A آسان‌تر از عنصر D اکسید می‌شود.  
عبارت دوم: با توجه به نمودار، گرمای حاصل از اکسایش کامل A(s) و تولید D(s) معادل گرمای حاصل از سه مرحله است که هر سه گرماده هستند؛ بنابراین:

$$-971 = (-852) + 2\Delta H_{\text{انجماد}}(D) + (-91) \Rightarrow 2\Delta H_{\text{انجماد}}(D) = -28kJ \Rightarrow \Delta H_{\text{انجماد}}(D) = -14kJ$$

از آنجا که آنتالپی انجماد یک ماده قرینه آنتالپی ذوب آن است؛ پس آنتالپی ذوب D برابر  $14kJ \cdot mol^{-1}$  است.  
عبارت سوم: واکنش مورد نظر این عبارت،  $2D(s) + A_2O_3(s) \rightarrow D_2O_3(s) + 2A(s)$  است. با توجه به نمودار،  $\Delta H$  این واکنش برابر  $+971kJ$  می‌باشد؛ بنابراین:

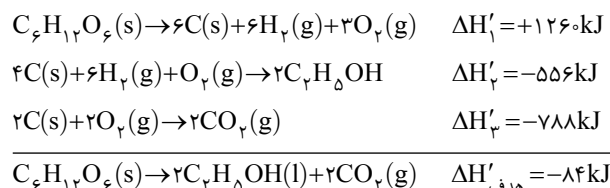
$$? kJ = 1 \text{ mol } A \times \frac{971 kJ}{2 \text{ mol } A} = 485.5 kJ$$

به این ترتیب، با صرف  $485.5kJ$  انرژی، می‌توان یک مول A را از اکسید آن در واکنش با D تهیه کرد.

۲۶ ۲ برای حل این تست به این سه نکته توجه کنید: ۱- افزایش دمای واکنش‌دهنده‌ها، سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.  
۲- افزایش سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها با یکدیگر، سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود. ۳- افزایش مقدار واکنش‌دهنده جامد یا مایع خالص، تأثیری بر سرعت واکنش ندارد.

عبارات‌های اول و سوم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت اول: با توجه به یکسان بودن مقدار و حالت هر دو قرص جوشان و بیشتر بودن دما در آزمایش (۳) نسبت به آزمایش (۱)، سرعت واکنش در آزمایش (۳) از آزمایش (۱) بیشتر است. عبارت دوم: در آزمایش (۲)، حالت قرص به صورت پودر است و به علت افزایش سطح تماس، سرعت واکنش در آزمایش (۲) بیشتر از آزمایش (۱) است. حواستان باشد که افزایش مقدار واکنش‌دهنده جامد، تأثیر چندانی بر سرعت واکنش ندارد. عبارت سوم: هر چه دما و سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر خواهد بود. آزمایش (۴) نسبت به آزمایش‌های (۱) و (۲) در دمای بالاتری انجام می‌شود و نسبت به آزمایش‌های (۱) و (۳)، واکنش‌دهنده‌ها در آن سطح تماس بیشتری دارند. عبارت چهارم: مقدار نهایی فراورده به سرعت واکنش بستگی نداشته و به مقدار واکنش‌دهنده‌ها وابسته است. در نتیجه حجم گاز جمع‌آوری شده در آزمایش‌های (۲) و (۴) یکسان و کمتر از آزمایش‌های (۱) و (۳) است. البته طراح محترم کنکور در طرح این عبارت به تأثیر دما بر انحلال‌پذیری گازها در آب توجه نکرده است.

۲۷ ابتدا با استفاده از قانون هس، آنتالپی واکنش هدف را محاسبه می‌کنیم. به این منظور، واکنش اول بدون تغییر، واکنش دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم و واکنش سوم را ابتدا معکوس کرده و سپس در ۲ ضرب می‌کنیم.



در ادامه، برای محاسبه جرم گلوکز تبدیل شده به اتانول می‌توان به یکی از دو روش زیر عمل کرد:

روش اول (کسر تبدیل):

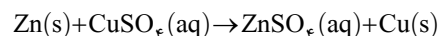
$$? \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 210 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{84 \text{ kJ}} \times \frac{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 450 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم گلوکز مصرف شده}}{\text{جرم مولی گلوکز} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{180} = \frac{210}{84} \Rightarrow x = 450 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

تک‌تستی اگر پس از محاسبه قسمت دوم مسئله که برابر ۴۵۰ است، عجله کنید ممکن است به علت بی‌دقتی گزینه (۲) که عدد دوم آن برابر ۵۴۰ است را انتخاب نمایید.

۲۸ عبارت‌های اول، دوم و پنجم درست هستند. معادله واکنش نشان داده شده در شکل به صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: رنگ محلول مس (II) سولفات، به دلیل وجود یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  در آن آبی‌رنگ است و با گذشت زمان و مصرف شدن یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$ ، رنگ آبی محلول کم‌رنگ‌تر می‌شود.

عبارت دوم: در این واکنش، کاتیون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  با دریافت الکترون تبدیل به اتم فلزی  $\text{Cu}$  می‌شوند؛ به عبارت دیگر فلز مس از یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  آزاد می‌شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$? \text{ g Cu} = \frac{1}{3} \text{ mol CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Cu}^{2+}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu}^{2+}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 19 \frac{1}{3} \text{ g Cu}$$

عبارت سوم: با توجه به شکل داده شده، در مدت زمان ۲ ساعت (یعنی ۱۲۰ دقیقه) محلول بی‌رنگ شده و واکنش به اتمام رسیده است، پس سرعت واکنش برابر است با: (حواستان باشد که سرعت واکنش با سرعت متوسط مواد شرکت‌کننده که ضریب استوکیومتری آن‌ها برابر یک است، مساوی می‌باشد).

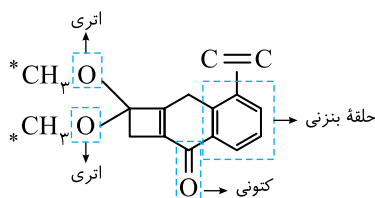
$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{CuSO}_4) = -\frac{\Delta n(\text{CuSO}_4)}{\Delta t} = -\frac{-\frac{1}{3} \text{ mol}}{120 \text{ min}} = \frac{1}{360} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

عبارت چهارم: با توجه به اینکه در ظرف این واکنش، گونه‌های اکسند (Cu<sup>2+</sup>) و کاهنده (Zn) در یک مکان و در تماس مستقیم با یکدیگر هستند، این مجموعه نمی‌تواند یک نیم‌سلول باشد و یا یک سلول گالوانی باشد.

عبارت پنجم: با توجه به برابر بودن ضرایب استوکیومتری گونه کاهنده (اتم‌های Zn) و گونه اکسند (یون‌های Cu<sup>2+</sup>)، سرعت مصرف یون‌های فلزی با سرعت مصرف اتم‌های فلزی برابر است.

۲۹ همه عبارت‌ها درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: گروه‌های عاملی و حلقه بنزن در شکل مقابل مشخص شده است:



عبارت دوم: در ساختار این ماده، به ازای هر اتم اکسیژن، دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. در این ترکیب مجموعاً ۳ اتم اکسیژن و در نتیجه ۶ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. همچنین در ساختار این مولکول تعداد ۶ پیوند دوگانه وجود دارد.

عبارت سوم: در این ترکیب، دو گروه متیل وجود دارد که مجموع جرم آن‌ها برابر ۳۰ g است. اگر به جای این دو گروه متیل، دو اتم هیدروژن که مجموعاً ۲ g جرم دارند را جایگزین کنیم، کاهش جرم مولی این مولکول معادل ۲۸ g.mol<sup>-1</sup> خواهد بود که برابر با جرم مولی اتن (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) است.

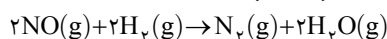
عبارت چهارم: فرمول مولکولی این ترکیب C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>O<sub>3</sub> و فرمول مولکولی بنزن C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> است. در هر دو ترکیب نسبت شمار اتم‌های C به H یکسان بوده و برابر ۱ است.

### ۳۰. عبارتهای اول، دوم و سوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: گرمای ویژه یا همان ظرفیت گرمایی ویژه، مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از یک ماده به اندازه یک درجه سلسیوس است که به نوع و حالت فیزیکی ماده وابسته است و به جرم آن بستگی ندارد؛ بنابراین گرمای ویژه آب در هر دو ظرف یکسان است.  
عبارت دوم: میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های یک ماده، تابع دماست. با توجه به برابر بودن دمای آب در هر دو ظرف، میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های آب در هر دو ظرف با هم برابر است.

عبارت سوم: با توجه به رابطه میان ظرفیت گرمایی (C) و ظرفیت گرمایی ویژه (c) که به صورت  $C = m \cdot c$  است، هر چه جرم یک نمونه ماده بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی آن ماده نیز بیشتر خواهد بود. از آنجاکه جرم آب موجود در ظرف (۲) بیشتر است، پس ظرفیت گرمایی بیشتری دارد.  
عبارت چهارم: با توجه به متفاوت بودن جرم آب در دو ظرف، دمای نهایی آب موجود در دو ظرف متفاوت خواهد بود.

پس از جمع معادله همه واکنش‌های داده شده، به واکنش کلی انجام شده می‌رسیم که معادله آن به صورت زیر است:



اکنون به کمک آنتالپی پیوندهای داده شده،  $\Delta H$  واکنش کلی را محاسبه می‌کنیم:

[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده] - [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده] =  $\Delta H$  واکنش

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\Delta H(\text{N}=\text{O}) + 2\Delta H(\text{H}-\text{H})] - [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 4\Delta H(\text{O}-\text{H})] = [(2 \times 607) + (2 \times 436)] - [944 + (4 \times 463)] = -710 \text{ kJ}$$

اگر در محاسبات، به اشتباه مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها را از فراورده‌ها کم کنید، به قرینه پاسخ، یعنی  $+710 \text{ kJ}$  می‌رسید و به اشتباه گزینه (۳) را انتخاب خواهید کرد.

### ۳۲. ۱

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \Rightarrow 24/6 \times 10^3 = 0.5 \times 10^3 \times c \Rightarrow c = 2/46 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

با توجه به اطلاعات مسئله،  $\Delta H$  واکنش:  $3\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{O}_3(g)$  برابر  $+295 \text{ kJ}$  است. اکنون محاسبه می‌کنیم که با  $24/6 \text{ kJ}$  گرم، چند گرم  $\text{O}_2$  را می‌توان به  $\text{O}_3$  تبدیل نمود:

$$? \text{ g O}_2 = 24/6 \text{ kJ} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{295 \text{ kJ}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 8 \text{ g O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم O}_2 \text{ مصرف شده}}{\text{O}_2 \text{ ضرب در جرم مولی}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{32 \times 3} = \frac{24/6}{295} \Rightarrow x = 8 \text{ g O}_2$$

روش دوم (تناسب):

اگر در محاسبات قسمت اول تست، به اعداد اعشاری و صفرها توجه نکنید، ممکن است به اشتباه گزینه (۲) را انتخاب کنید.

### ۳۳. ۱

پایان واکنش لحظه‌ای است که مقدار  $\text{KClO}_3$  به صفر برسد، بنابراین خواهیم داشت:

$$\bar{R}(\text{KClO}_3) = \frac{|\Delta n(\text{KClO}_3)|}{\Delta t} \Rightarrow 0/1 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{(0-1) \text{ mol}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 10 \text{ s}$$

در مدت ۱۰ ثانیه از واکنش، یک مول  $\text{KClO}_3$  به طور کامل تجزیه شده است. اکنون غلظت مولار  $\text{O}_2$  تولیدی را در انتهای واکنش (یعنی در ثانیه ۱۰)

$$? \text{ mol O}_2 = 1 \text{ mol KClO}_3 \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} = 1/2 \text{ mol O}_2 \Rightarrow [\text{O}_2]_{t=10 \text{ s}} = \frac{n}{V} = \frac{1/2 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0/3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

به دست می‌آوریم:

در مدت ۱۰ ثانیه، غلظت  $\text{O}_2$  از صفر به  $0/3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  رسیده است؛ بنابراین نمودار گزینه (۱) درست است.

### ۳۴. ۴

ابتدا باید غلظت ماده A را در ثانیه‌های صفر، ۱۳ و ۲۰ به دست آوریم:

$$\log[A] = 0/85 \Rightarrow [A] = 10^{-0/85} = 7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\log[A] = 0/48 \Rightarrow [A] = 10^{-0/48} = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\log[A] = 0/3 \Rightarrow [A] = 10^{-0/3} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

سپس سرعت متوسط واکنش را در ۲۰ ثانیه آغازی واکنش محاسبه می‌کنیم:

$$\text{سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی صفر تا ۲۰ ثانیه} = \frac{\bar{R}(A)}{2} = \frac{|\Delta[A]|}{\Delta t \times 2} = \frac{|2-7|}{20 \times 2} = \frac{1}{8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

در ادامه سرعت متوسط مصرف A را در بازه زمانی ۱۳ تا ۲۰ ثانیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{سرعت متوسط مصرف A در بازه زمانی ۱۳ تا ۲۰ ثانیه} = \frac{|\Delta[A]|}{\Delta t} = \frac{|2-3|}{20-13} = \frac{1}{7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

اکنون نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{سرعت واکنش در بازه زمانی صفر تا ۲۰ ثانیه}}{\text{سرعت متوسط مصرف A در بازه زمانی ۱۳ تا ۲۰ ثانیه}} = \frac{1/8}{1/7} = \frac{7}{8} = 0/875$$

اگر در انتخاب گزینه مناسب، عجله کنید، ممکن است به دلیل شباهت زیاد اعداد در گزینه‌های (۳) و (۴) به اشتباه گزینه (۳) را انتخاب کنید.

### تلاش‌تشی

### ۳۵ عبارتهای (الف) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): دو دقیقه دوم، یعنی بازه زمانی  $t=2 \text{ min}$  تا  $t=4 \text{ min}$ ؛ بنابراین:

$$\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5) = -\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = -\frac{0.12 - 0.15}{2} = 1/5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)}{2} = \frac{1/5 \times 10^{-3}}{2} = 1/10 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

عبارت (ب): ابتدا سرعت متوسط تشکیل  $\text{N}_2\text{O}_5$  را در بازه زمانی آزمایش محاسبه کرده و سپس سرعت متوسط  $\text{NO}_2$  را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$$

$$\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5) = -\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = -\frac{0.12 - 0.2}{240} = 3/33 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}(\text{NO}_2)}{4} = \frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)}{2} \Rightarrow \bar{R}(\text{NO}_2) = \frac{4}{2} \bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{4}{2} (3/33 \times 10^{-5}) = 6/67 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

عبارت (پ): ابتدا سرعت متوسط تشکیل  $\text{O}_2$  را بر حسب  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  در بازه زمانی ۰ تا ۴ دقیقه محاسبه می‌کنیم:

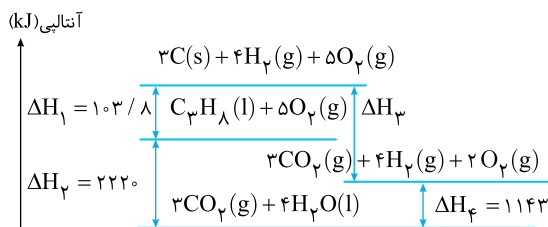
$$\Delta t = 4 \text{ min} = \frac{1}{15} \text{ h} \Rightarrow \bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5) = -\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = -\frac{0.12 - 0.2}{1/15} = 1/12 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{O}_2) = \frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)}{2} = \frac{1/12}{2} = 1/24 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

همان‌طور که می‌دانید، هر چه به انتهای واکنش نزدیک‌تر می‌شویم، از سرعت آن کاسته می‌شود؛ بنابراین ممکن نیست که سرعت متوسط تولید  $\text{O}_2$  در دقایق ۴ تا ۸ (چهار دقیقه دوم) بیشتر از سرعت متوسط تولید  $\text{O}_2$  در دقایق ۰ تا ۴ (چهار دقیقه اول) باشد. عبارت (ت): نیمه اول زمان آزمایش، یعنی دقایق ۰ تا ۲ و نیمه دوم، یعنی دقایق ۲ تا ۴؛ بنابراین:

$$\frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)(t=0 \text{ تا } t=2)}{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)(t=2 \text{ تا } t=4)} = \frac{-\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]_1}{-\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]_2} \xrightarrow{\Delta t_1 = \Delta t_2} \frac{-(0.15 - 0.2)}{-(0.12 - 0.15)} \approx 1/67$$

### ۳۶ عبارتهای دوم، چهارم و پنجم درست هستند. به منظور شرح بهتر حل این قسمت، ابتدا تغییرات آنتالپی را بر روی نمودار شماره‌گذاری می‌کنیم:



### بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با توجه به نمودار، آنتالپی تهیه چهار مول آب از عنصرهای گازی سازنده آن همان  $\Delta H_4$  است و برابر  $-1143 \text{ kJ}$  می‌باشد؛ بنابراین:

$$1 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{-1143 \text{ kJ}}{4 \text{ mol H}_2\text{O}} = -285.75 \text{ kJ}$$

عبارت دوم: با توجه به نمودار، ابتدا انرژی آزاد شده از اکسایش ۳ مول کربن و تشکیل ۳ مول  $\text{CO}_2$ ، که همان  $\Delta H_3$  است را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 \Rightarrow 103/8 + 2220 = \Delta H_3 + 1143 \Rightarrow \Delta H_3 = 1180/8 \text{ kJ}$$

سپس انرژی آزاد شده از اکسایش یک مول کربن و تشکیل گاز  $\text{CO}_2$  را به دست می‌آوریم:

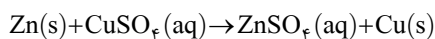
$$1 \text{ mol C} \times \frac{1180/8 \text{ kJ}}{3 \text{ mol C}} = 393/6 \text{ kJ}$$

عبارت سوم: در واکنش مطرح شده در نمودار، حالت فیزیکی آب به صورت مایع است در حالی که در دمای  $12^\circ \text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$ ، آب حالت گازی دارد.

با توجه به اینکه آنتالپی تبخیر مثبت است، پس آنتالپی این واکنش در دمای  $12^\circ \text{C}$  مقداری مثبت‌تر از  $-2220 \text{ kJ}$  دارد.

عبارت چهارم: سه مرحله این واکنش عبارتند از: ۱- تبدیل پروپان به عناصر سازنده‌اش؛ ۲- اکسایش کربن و تولید  $\text{CO}_2$ ؛ ۳- اکسایش هیدروژن و تولید  $\text{H}_2\text{O}$ . توجه داشته باشید که واکنش کلی همان واکنش سوختن کامل پروپان است.

عبارت پنجم: با توجه به اینکه در نمودار،  $\text{H}_2\text{O(l)}$  سطح انرژی پایین‌تری نسبت به  $\text{CO}_2(\text{g})$  دارد، پس  $\text{H}_2\text{O(l)}$  پایدارتر از  $\text{CO}_2(\text{g})$  است.



معادله واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

**قسمت اول:** با توجه به معادله واکنش، به ازای مصرف یک مول فلز روی (۶۵g)، یک مول از یونهای  $\text{Cu}^{2+}$  به اتمهای مس تبدیل می‌شود که ۶۴ گرم جرم دارد و روی تیغه روی قرار می‌گیرد؛ بنابراین طی این فرایند جرم تیغه یک گرم کاهش می‌یابد. اکنون با توجه به این توضیحات داده شده، تغییرات جرم تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{اختلاف جرم } 25g = \frac{\text{اختلاف جرم } 1g}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{1/25 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}}{1000 \text{ mL}} \times 200 \text{ mL CuSO}_4 = \text{اختلاف جرم } 2g ?$$

**قسمت دوم:** با توجه به یکسان بودن ضرایب Zn و  $\text{CuSO}_4$  داریم:

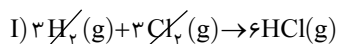
$$\bar{R}(\text{Zn}) = \bar{R}(\text{CuSO}_4) = \frac{-[\text{CuSO}_4]}{\Delta t} = \frac{-\Delta(-1/25)}{50} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

متأسفانه طراح کنکور به این نکته توجه نکرده که سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد جامد و مایع خالص را نمی‌توان برحسب  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  بیان نمود؛ زیرا در دمای ثابت، غلظت این مواد به مقدار آن‌ها وابسته نیست.

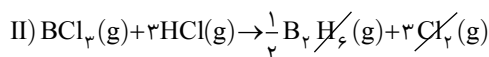
**تلاشی:** در حل این تست، اگر حواستان به این نکته نباشد که طی واکنش بخشی از اتمهای روی از تیغه جدا می‌شوند و به صورت یون وارد محلول می‌شوند، به اشتباه گزینه (۳) را انتخاب می‌کنید.

**قسمت اول:** ابتدا به کمک قانون هس، آنتالپی واکنش هدف را محاسبه می‌کنیم. به این منظور، واکنش اول را در ۳ ضرب، واکنش دوم را معکوس

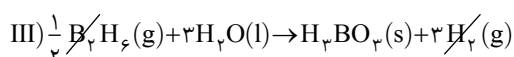
و بر ۲ تقسیم و واکنش سوم را بر ۲ تقسیم نموده و سپس با هم جمع می‌کنیم:



$$\Delta H'_1 = 3\Delta H'_1 = 3(-184/6) = -553/8 \text{ kJ}$$



$$\Delta H'_2 = \frac{-\Delta H_2}{2} = \frac{-(-1374)}{2} = 687 \text{ kJ}$$



$$\Delta H'_3 = \frac{\Delta H_3}{2} = \frac{-493/4}{2} = -246/7 \text{ kJ}$$



$$\Delta H_{\text{هدف}} = \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 = -553/8 - 246/7 + 687 = -113/5 \text{ kJ}$$

**قسمت دوم:** مقدار مول مصرفی  $\text{BCl}_3$  را به یکی از روش‌های زیر محاسبه می‌کنیم:

**روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ mol BCl}_3 = 45/4 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol BCl}_3}{113/5 \text{ kJ}} = 0.4 \text{ mol BCl}_3$$

**روش دوم (تناسب):**

$$\frac{\text{مول مصرفی BCl}_3}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{1} = \frac{45/4}{113/5} \Rightarrow x = 0.4 \text{ mol BCl}_3$$

**قسمت اول:** اگر جرم آب با دمای  $9^\circ\text{C}$  را m گرم در نظر بگیریم، مقدار گرمایی که ۷۵ گرم آب با دمای  $35^\circ\text{C}$  از دست می‌دهد با مقدار گرمایی که

m گرم آب با دمای  $9^\circ\text{C}$  جذب می‌کند برابر است؛ بنابراین:

**قسمت اول:**

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \rightarrow m \times c_{\text{آب}} \times (19-9) = |75 \times c_{\text{آب}} \times (19-35)| \Rightarrow m = \frac{75 \times c_{\text{آب}} \times 16}{c_{\text{آب}} \times 10} = 120 \text{ g}$$

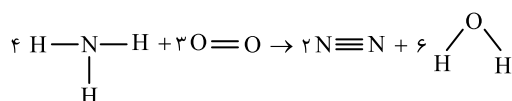
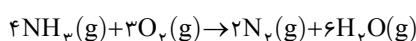
با توجه به این که چگالی آب برابر  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  است، پس حجم آب اضافه شده برابر ۱۲۰ mL می‌باشد.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 195 \times 4/2 \times (44-19) = 20475 \text{ J} = 20/475 \text{ kJ}$$

**قسمت دوم سؤال:** جرم نهایی نمونه آب برابر  $(75+120)195$  است.

**قسمت اول:** ابتدا به کمک آنتالپی‌های پیوند،  $\Delta H$  واکنشی که همه مواد در آن به حالت گازی هستند را محاسبه می‌کنیم. سپس به کمک قانون هس،  $\Delta H$  واکنش مورد نظر سؤال را به دست می‌آوریم:

**مرحله (۱):**

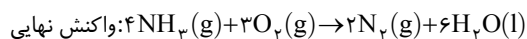
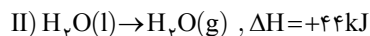
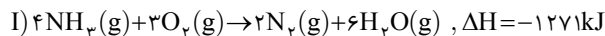


$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش دهنده}]$

$$= [12\Delta H(\text{N}-\text{H}) + 3\Delta H(\text{O}=\text{O})] - [2\Delta H(\text{N}\equiv\text{N}) + 12\Delta H(\text{O}-\text{H})]$$

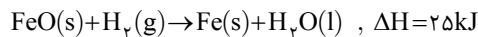
$$= [(12 \times 390) + (3 \times 495)] - [(2 \times 940) + (12 \times 463)] = -1271 \text{ kJ}$$

مرحله (۲): استفاده از قانون هس: طبق این قانون، واکنش اول بدون تغییر، واکنش دوم را معکوس و در عدد ۶ ضرب می‌کنیم.



$$\Delta H = -1271 - 6(44) = -1535 \text{ kJ}$$

قسمت دوم: با توجه به معادله زیر، باید ببینیم  $1535 \text{ kJ}$  چند مول  $\text{FeO}$  را می‌تواند به  $\text{Fe}$  تبدیل کند:



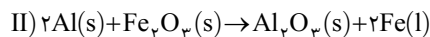
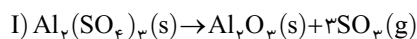
روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol FeO} = 1535 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol FeO}}{25 \text{ kJ}} = 61/4 \text{ mol FeO}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول FeO}}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x \text{ mol FeO}}{1} = \frac{1535}{25} \Rightarrow x \text{ mol Fe} = 61/4 \text{ mol FeO}$$

عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. معادله موازنه شده این دو واکنش به صورت زیر است:



با توجه به عبارت‌ها، بهتر است ابتدا سرعت متوسط تولید  $\text{Al}_2\text{O}_3$  را در دو واکنش بر حسب مول بر دقیقه محاسبه کنیم:

$$\Delta t = 180 \text{ s} = 3 \text{ min}$$

$$\text{(I) در واکنش } \bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{\Delta n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{\Delta t} = \frac{3/2 \text{ mol}}{3 \text{ min}} = \frac{3/2}{3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

با توجه به اینکه سرعت متوسط تولید  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در واکنش (II) سه برابر واکنش (I) است، خواهیم داشت:

$$\text{(II) در واکنش } \bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \times \frac{3/2}{3} = 3/2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

سپس به بررسی هر کدام از عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: با توجه به یکسان بودن ضرایب  $\text{Al}_2\text{O}_3$  و  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  در واکنش (II)، در این واکنش، سرعت متوسط مصرف  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  با سرعت متوسط تولید  $\text{Al}_2\text{O}_3$  برابر است:

$$\bar{R}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3/2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$? \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 = 1/5 \text{ min} \times \frac{3/2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ min}} = 4/8 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

عبارت دوم: سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در واکنش شیمیایی است؛ بنابراین:

$$\text{(I) در واکنش } \frac{\bar{R}(\text{SO}_3)}{\bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{3}{1} \Rightarrow \bar{R}(\text{SO}_3) = 3\bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \times \frac{3/2}{3} = 3/2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

عبارت سوم: با توجه به معادله موازنه شده واکنش (I)، به ازای تولید  $3/2$  مول  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ، مقدار  $3/2$  مول  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  مصرف شده است. از آنجا که  $8/1$  مول  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  هم‌چنان به صورت واکنش نداده باقی مانده است، پس مقدار اولیه  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  برابر  $4 \text{ mol}$  ( $3/2 + 8/1$ ) است. اکنون جرم این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 4 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 1368 \text{ g} = 1/368 \text{ kg Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

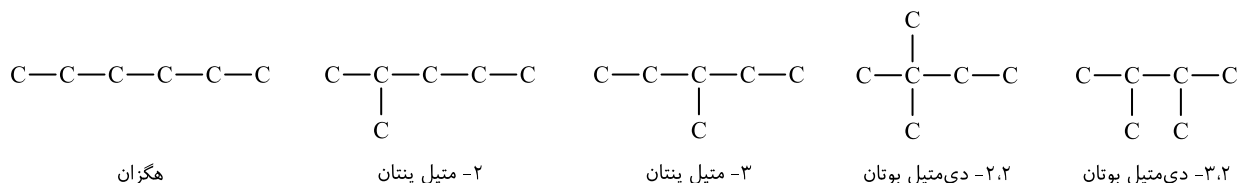
عبارت چهارم:

$$\text{(II) در واکنش } \bar{R}(\text{Al}) = 2 \times \bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \times 3/2 = 6/4 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{(I) در واکنش } \bar{R}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \bar{R}(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{3/2}{3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow \frac{\text{سرعت متوسط Al در واکنش (II)}}{\text{سرعت متوسط Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ در واکنش (I)}} = \frac{6/4}{3/2} = 6$$



۴۲ به ترکیباتی که فرمول مولکولی یکسان ولی فرمول ساختاری متفاوتی دارند، ایزومر (همپار) می‌گویند.  $C_6H_{14}$ ، پنج همپار دارد. اسکلت کربنی و نام آیوپاک این ترکیب‌ها در زیر رسم شده است:

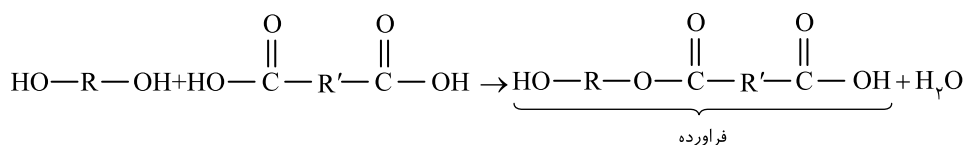


در نام دو همپار، واژه «پنتان» وجود دارد.

۴۳ در یک واکنش شیمیایی، در صورت استفاده از کاتالیزگر، سرعت واکنش و در نتیجه شیب نمودار (مول-زمان) برای فراورده (ها) افزایش یافته و مدت زمان انجام واکنش کوتاه‌تر می‌شود.

## فصل سوم

۴۴ معادله واکنش به صورت زیر است:



در فراورده آلی تولید شده، همچنان گروه‌های عاملی هیدروکسیل و کربوکسیل وجود دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): این ترکیب دارای یک گروه استری است.

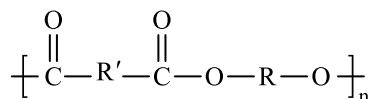
گزینه (۲): به دلیل داشتن گروه‌های عاملی هیدروکسیل و کربوکسیل، این ترکیب می‌تواند با یک الکل و یا یک کربوکسیلیک اسید دیگر واکنش بدهد.

گزینه (۴): چون این مولکول بخش ناقصی بزرگ‌تری نسبت به اجزای سازنده خود دارد، به مقدار کمتری در آب حل می‌شود.

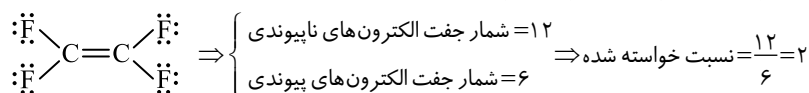
دانش‌آموزان عزیز دقت داشته باشید که بهتر بود در صورت تست به جای واژه‌های «یک مول» از واژه‌های «یک مولکول» استفاده می‌شد؛ چرا که از واکنش یک مول الکل دو عاملی و یک مول کربوکسیلیک اسید دو عاملی، پلی‌استر تولید می‌شود. متأسفانه طراح کنکور سراسری به این نکته توجه نکرده است.

۴۵ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): فرمول عمومی پلی‌استرها به صورت زیر است:



عبارت (ب): مونومر سازنده تفلون، تترافلوئورواتن است. ساختار لوویس این ترکیب به صورت زیر است:

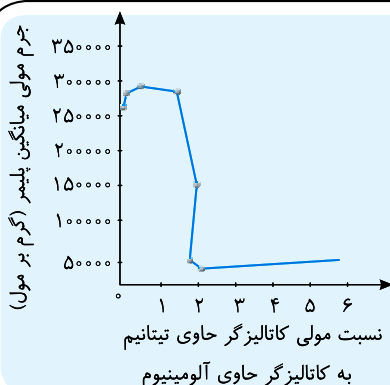


عبارت (پ): ناخن و پوست بدن از پلیمرهای طبیعی با گروه عاملی آمیدی  $\left( -\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-N- \right)$  تشکیل شده‌اند. در ساختار پلی‌آمیدها اتم‌های C، H، O و N وجود دارد.

عبارت (ت): کاتالیزگرهای به کار رفته در فرایند تولید پلی‌اتن بر طول رشته کربنی و میانگین جرم مولی پلی‌اتن تولیدی مؤثر هستند.

## نکته

نمودار زیر، تغییر جرم مولی میانگین پلی‌اتن تولید شده را بر حسب نسبت مولی کاتالیزگر محتوی تیتانیوم به کاتالیزگر حاوی آلومینیم نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌کنید بیشترین میانگین جرم مولی پلیمر تولید شده زمانی است که نسبت مولی کاتالیزگر حاوی تیتانیوم به کاتالیزگر حاوی آلومینیم ۱ به ۳ باشد.



۴۶ ۳ ایزومرها ترکیباتی هستند که فرمول شیمیایی یکسان اما فرمول ساختاری متفاوتی دارند. فقط جفت ترکیب‌های مطرح شده در مورد چهارم ایزومر یکدیگر نیستند. **بررسی جفت ترکیب‌ها:**

**مورد اول:** فرمول شیمیایی هر دو ترکیب به صورت  $C_6H_9Cl$  است.

**مورد دوم:** فرمول شیمیایی هر دو ترکیب به صورت  $C_6H_9N$  است.

**مورد سوم:** فرمول شیمیایی هر دو ترکیب به صورت  $C_8H_{10}$  است. ترکیب سمت راست یک آلکن ۵ کربنی و ترکیب سمت چپ یک سیکلوآلکان ۵ کربنی است. همان‌طور که می‌دانید آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌های هم‌کربن، فرمول مولکولی یکسانی دارند و ایزومر یکدیگر به حساب می‌آیند.

**مورد چهارم:** فرمول شیمیایی ترکیب سمت راست  $C_7H_{10}O_4N$  و فرمول شیمیایی ترکیب سمت چپ  $C_6H_{13}O_4N$  است. این دو ترکیب ایزومر یکدیگر نیستند.

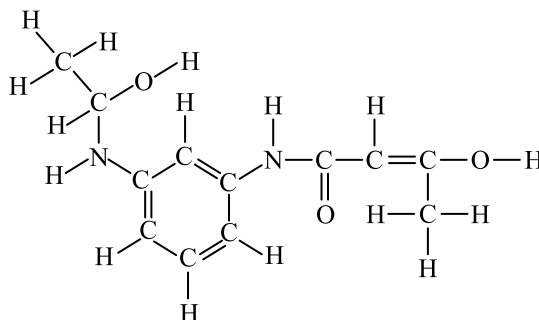
۴۷ ۳

**تذکره** در پاسخنامه کلیدی منتشر شده توسط سازمان سنجش، جواب صحیح این سؤال گزینه (۳) در نظر گرفته شده است. اگر چه طبق توضیحات، محاسبات و جواب تشریحی که در ادامه خواهید دید، عبارت هر چهار گزینه نادرست است.

**بررسی گزینه‌ها:**

گزینه (۱): فرمول شیمیایی این ترکیب  $C_{11}H_{16}O_3N_2$  است؛ بنابراین شمار اتم‌های کربن در آن، ۴ برابر شمار اتم‌های اکسیژن است.  
گزینه (۲): این ترکیب دو گروه عاملی هیدروکسیل، یک گروه آمینی و یک گروه آمیدی دارد. در واحد تکرارشونده پلی‌آمیدها حتماً باید گروه‌های عاملی کربوکسیلی و آمینی وجود داشته باشد که در این ترکیب گروه عاملی کربوکسیلی وجود ندارد؛ پس این ترکیب واحد تکرارشونده پلی‌آمید نیست.  
گزینه (۳): با توجه به فرمول ساختاری ترکیب داده شده، در این ترکیب، ۲۸ پیوند یگانه و ۵ پیوند دوگانه بین اتم‌ها وجود دارد.

$$\frac{\text{شمار پیوندهای یگانه}}{\text{شمار پیوندهای دوگانه}} = \frac{28}{5} = 5.6$$



برای به‌دست آوردن شمار کل پیوندها می‌توان از فرمول زیر نیز استفاده کرد:

$$\text{شمار پیوندهای کووالانسی} = \frac{(4 \times C) + (1 \times H) + (2 \times O) + (3 \times N) + (1 \times \text{هالوژن})}{2} = \frac{(4 \times 12) + (1 \times 16) + (2 \times 3) + (3 \times 2)}{2} = \frac{76}{2} = 38$$

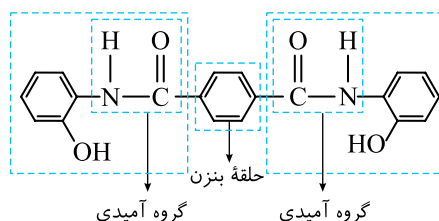
از این ۳۸ پیوند اشتراکی، ۱۰ پیوند به شکل ۵ پیوند دوگانه وجود دارند، پس ۲۸ پیوند یگانه وجود دارد و نسبت شمار پیوندهای یگانه به شمار پیوندهای دوگانه برابر  $5.6$  ( $\frac{28}{5}$ ) است.

گزینه (۴): در ترکیب‌های آلی، به ازای هر اتم اکسیژن، ۲ جفت الکترون ناپیوندی و به ازای هر اتم نیتروژن ۱ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ بنابراین:

$$\frac{\text{شمار اتم‌های هیدروژن}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{16}{8} = 2$$

$$\text{مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = (3 \times 2) + (2 \times 1) = 8$$

۴۸ ۴ به ساختار زیر توجه کنید:



همان‌طور که در شکل بالا مشخص شده است، این مولکول از دو بخش مشابه تشکیل شده است که به یک حلقه بنزنی متصل هستند و این دو بخش مشابه، شامل دو گروه آمیدی هستند. فرمول مولکولی این ترکیب به صورت  $C_{20}H_{16}O_4N_4$  است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۱): در این مولکول ۱۶ اتم هیدروژن وجود دارد که ۲ اتم هیدروژن به اتم اکسیژن متصل و ۲ اتم هیدروژن به اتم نیتروژن متصل هستند، بنابراین ۱۲ اتم هیدروژن وجود دارد که به اتم‌های کربن متصل شده‌اند و در نتیجه ۱۲ پیوند کربن-هیدروژن در این مولکول وجود دارد.  
گزینه (۲): ابتدا به کمک فرمول زیر شمار جفت الکترون‌های پیوندی یا همان شمار پیوندهای کووالانسی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{شمار پیوندهای کووالانسی} = \frac{(\text{شمار اتم‌های N} \times 2) + (\text{شمار اتم‌های O} \times 2) + (\text{شمار اتم‌های H} \times 1) + (\text{شمار اتم‌های C} \times 4)}{2} = \frac{(4 \times 2) + (4 \times 2) + (16 \times 1) + (20 \times 4)}{2} = 55$$

در ساختار این مولکول، ۱۱ پیوند دوگانه وجود دارد؛ بنابراین:

گزینه (۳): در ساختار این مولکول به ازای هر اتم اکسیژن، ۲ جفت الکترون ناپیوندی و به ازای هر اتم نیتروژن، ۱ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ بنابراین:

$$۱۰ = (۲ \times ۱) + (۴ \times ۲) = \text{شمار جفت الکترون های ناپیوندی}$$

با توجه به ساختار داده شده، در این مولکول ۹ پیوند دوگانه کربن-کربن وجود دارد.

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

عبارت (الف): ترکیبی می‌تواند در واکنش تشکیل پلی‌استرها به کار رود که در مولکول خود دارای دو گروه عاملی کربوکسیل یا دو گروه عاملی هیدروکسیل و یا دارای یک گروه عاملی کربوکسیل به همراه یک گروه دارای عاملی استری است و نمی‌تواند در واکنش تشکیل پلی‌استرها کاربرد داشته باشد.

عبارت (ب): این ترکیب دارای یک گروه عاملی استری است.

عبارت (پ): در ساختار ترکیب نشان داده شده، ۲ پیوند دوگانه ( $C=C$ ) وجود دارد؛ بنابراین در شرایط مناسب هر مول از این ترکیب می‌تواند با ۲ مول برم مایع ( $Br_2$ ) وارد واکنش شود.

عبارت (ت): در ساختار این ترکیب ۱۴ پیوند یگانه کربن-کربن و ۴ جفت الکترون ناپیوندی (۲ جفت الکترون ناپیوندی به ازای هر اتم اکسیژن) وجود دارد؛

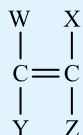
بنابراین نسبت خواسته شده برابر  $\frac{۳}{۵} (\frac{۱۴}{۴})$  است.

**۵۰**

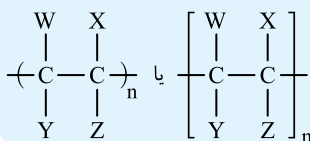
### نکته

در تست‌هایی که در آن‌ها مونومر سازنده یک پلیمر افزایشی داده می‌شود و از شما خواسته می‌شود ساختار پلیمر حاصل را تعیین کنید. به این منظور به صورت زیر عمل می‌کنیم:

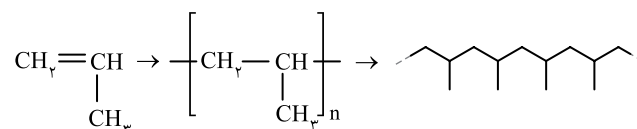
**مرحله (۱):** ابتدا مونومر را به صورت زیر بنویسید.



**مرحله (۲):** سپس پیوند ( $C=C$ ) را به ( $-C-C-$ ) تبدیل کرده و واحد تکرار شونده را درون کروشه یا پرانتز قرار داده و زیروند  $n$  را در پایین و سمت راست آن بنویسید.

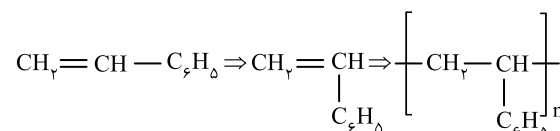


ساختار پلیمر حاصل از پلیمری شدن مونومر داده شده در گزینه (۱) به صورت زیر است.

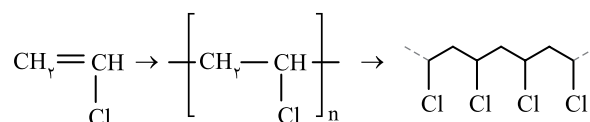


**بررسی سایر گزینه‌ها:**

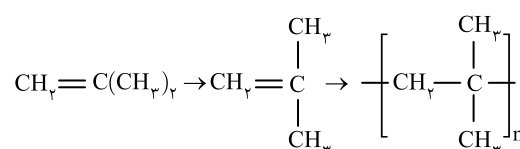
گزینه (۲):



گزینه (۳):



گزینه (۴):



۵۱. فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت  $C_{13}H_{14}N_2O_5$  است. در هر مولکول از این ماده، ۲ اتم نیتروژن و ۵ اتم اکسیژن وجود دارد؛ بنابراین:

$$\left. \begin{array}{l} \text{جرم اتم‌های نیتروژن} = 2 \times 14 = 28 \\ \text{جرم اتم‌های هیدروژن} = 14 \times 1 = 14 \\ \text{جرم اتم‌های اکسیژن} = 5 \times 16 = 80 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\text{اختلاف جرم اتم‌های N و H}}{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}} = \frac{28 - 14}{80} = 0.175$$

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): به ازای هر اتم اکسیژن، ۲ جفت و به ازای هر اتم نیتروژن، ۱ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

$$12 = (5 \times 2) + (2 \times 1) = \text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}$$

در ساختار این ترکیب ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ در حالی که تعداد اتم‌های کربن در این ترکیب برابر ۱۳ عدد است.

گزینه (۳): در ساختار این ترکیب ۴ پیوند دوگانه  $C=C$  و یک گروه عاملی کربوکسیل ( $COOH$ ) وجود دارد.

گزینه (۴): شمار پیوندهای یگانه  $C-C$  برابر ۹ و شمار پیوندهای یگانه  $C-O$  برابر ۴ است.