گزینهٔ «۳»:

$$\begin{cases} {}_{35}E:[{}_{18}Ar]\,4s^2\,3d^{10}4p^5 \\ \text{از دستهٔ p} - 5 \text{ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه} \end{cases}$$

$$\begin{cases} {}_{85}F:[{}_{54}Xe]\,6s^2 4f^{14}5d^{10}6p^5 \\ \text{از دستهٔ p} - 5 \text{ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه} \end{cases}$$

گزینهٔ «۴»:

$$\begin{cases} {}_{25}G:[{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^5 \\ \text{از دستهٔ d} - 2 \text{ الکترون در آخرین زیرلایه} \end{cases}$$

$$\begin{cases} {}_{75}H:[{}_{54}Xe]\,6s^2 4f^{14}5d^5 \\ \text{از دستهٔ d} - 2 \text{ الکترون در آخرین زیرلایه} \end{cases}$$

**توجه:** آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد (مطابق قاعدهٔ آفبا) ممکن است با آخرین یا به عبارتی، بیرونی‌ترین زیرلایه متفاوت باشد.

بیرونی‌ترین زیرلایه در آرایش الکترونی، زیرلایه‌ای است که به آخرین یا بیرونی‌ترین لایه متعلق است و دیرتر از زیرلایه‌های هم‌لایهٔ خود پر می‌شود.

آخرین زیرلایه‌ای که باتوجه به قاعدهٔ آفبا از الکترون پر می‌شود، ممکن است همان بیرونی‌ترین زیرلایه باشد، ولی در عنصرهای واسطه، ممکن است زیرلایه‌ای در لایهٔ ماقبل آخر باشد.

به دو مثال زیر توجه کنید:

$${}_{32}X:[{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^{10}4p^2 \Rightarrow$$

$4p$ = بیرونی‌ترین زیر لایه

از دستهٔ p $\Rightarrow 4p$ = آخرین زیرلایه‌ای که پر می‌شود

$${}_{26}Y:[{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^6 \Rightarrow$$

$4s$ = بیرونی‌ترین زیرلایه

از دستهٔ d $\Rightarrow 3d$ = آخرین زیرلایه‌ای که پر می‌شود

۲۹۸. (گزینه ۳)

اگر آخرین زیرلایه از نوع p و d به‌ترتیب $3p$ و $3d$ باشد، قطعاً $3p$ پر بوده و به‌صورت $3p^6$ است، بنابراین $3d$ هم به‌صورت $3d^6$ خواهد بود:

$$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^6 \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 26$$

لایهٔ ظرفیت این عنصر شامل ۸ الکترون است ($3d^6\,4s^2$).

۲۹۹. (گزینه ۱)

ابتدا با استفاده از رابطهٔ طلایی ۲، عدد اتمی عنصر را به دست می‌آوریم:

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{بار با علامتش + اختلاف شمار نوترون با شمار الکترون} - \text{عدد جرمی}}{2}$$

$$\text{عدد اتمی} = \frac{119 - 23 + 4}{2} = 50$$

پس عدد اتمی عنصر X برابر ۵۰ است. حال با نوشتن آرایش الکترونی فشردهٔ اتم X می‌توان تعداد الکترون X در آخرین لایه و آخرین زیرلایه را مشخص کرد:

$${}_{50}X:[{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10}5p^2 \Rightarrow \begin{cases} \text{آخرین لایه} = 5s^2 5p^2 \Rightarrow 4e^- \\ \text{آخرین زیرلایه} = 5p^2 \Rightarrow 2e^- \end{cases}$$

۳۰۰. (گزینه ۱) در پنج عنصر از ۱۸ عنصر واقع در دورهٔ چهارم، زیرلایهٔ نیمه‌پر وجود دارد. به لایهٔ ظرفیت این ۵ عنصر توجه کنید:

$4s^1$ : عنصر گروه ۱ $\qquad 4s^1 3d^5$ : عنصر گروه ۶

$4s^2 3d^5$ : عنصر گروه ۷ $\qquad 4s^1 3d^{10}$ : عنصر گروه ۱۱

$4s^2 4p^3$ : عنصر گروه ۱۵

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ «۲»: در ۸ عنصر از دورهٔ چهارم، لایهٔ الکترونی سوم پر است: عنصرهای گروه‌های ۱۱ تا ۱۸.

گزینهٔ «۳»: بور براساس نظریهٔ خود، فقط طیف نشری خطی هیدروژن را توانست توجیه کند.

گزینهٔ «۴»: هرچه فاصلهٔ الکترون از هسته بیشتر شود، انرژی آن افزایش می‌یابد.

۳۰۱. (گزینه ۱) با توجه به گزینه‌ها، عنصر موردنظر، فلز واسطه‌ای از دورهٔ ۴ با عدد اتمی ۲۴ یا ۲۹ است.

برای مشخص کردن پاسخ قسمت اول سؤال، یکی از دو عنصر ${}_{24}M$ یا ${}_{28}A$ را بررسی می‌کنیم تا مشخص شود که آیا شرط ذکر شده را دارد یا نه. پس به ${}_{24}M$ حمله می‌کنیم!

$${}_{24}M:[{}_{18}Ar]3d^5\,4s^1 \Rightarrow \begin{cases} l=1: 2p^6\,3p^6 \Rightarrow 12e^- \\ l=0 \Rightarrow 1s^2\,2s^2\,3s^2\,4s^1 \Rightarrow 7e^- \\ l=2: 3d^5 \Rightarrow 5e^- \end{cases}$$

تعداد الکترون ${}_{24}M$ در زیرلایه‌های s و d با تعداد الکترون آن در زیرلایه‌های p برابر است. پس عنصر مورد نظر همینه و گزینهٔ «۱» یا «۲» درست است.

لایهٔ ظرفیت ${}_{24}M$ شامل $3d^5\,4s^1$ بوده و دارای ۶ الکترون است.

${}_{16}X$ هم عنصری از گروه ۱۶ بوده و آن هم در لایهٔ ظرفیت، دارای ۶ الکترون است. پس گزینهٔ «۱» درست است.

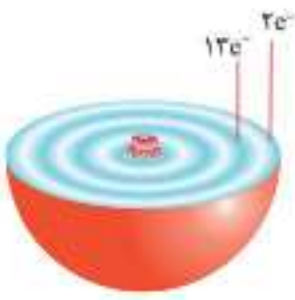
۳۰۲. (گزینه ۲) زیرلایهٔ 4s در اتم A دو برابر اتم B الکترون دارد ⇐ در اتم A، $4s^2$ و در اتم B، $4s^1$ داریم. از طرفی، زیرلایهٔ 3d در اتم A نصف اتم B الکترون دارد ⇐ در اتم A، $3d^5$ و در اتم B، $3d^{10}$ داریم، بنابراین:

$$A:\ldots 4s^2 3d^5 \Rightarrow {}_{25}Mn$$

$$B:\ldots 4s^1 3d^{10} \Rightarrow {}_{29}Cu$$

**دقت کنید:** وقتی اتم B دارای $4s^1$ است، زیرلایهٔ 3d آن قطعاً یکی از دو آرایش $3d^5$ یا $3d^{10}$ را باید داشته باشد. به‌همین دلیل بود که فتوا دادیم که B و A به‌ترتیب، $3d^{10}$ و $3d^5$ دارند.

۳۰۳. (گزینه ۳) عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست‌اند. همان‌طور که می‌دانید لایهٔ الکترونی اول گنجایش ۲ الکترون و لایهٔ الکترونی دوم گنجایش ۸ الکترون دارد. بنابراین، با توجه به شکل، اتم عنصر A، ۲۵ الکترون دارد.




$$(2+8+13+2=25)$$

بررسی همهٔ عبارت‌ها: عبارت اول: شمارهٔ گروه عنصر A برابر است با:

$$\text{شمارهٔ گروه} = 18 - (36-25) = 7$$

عبارت دوم: عنصر A یک عنصر واسطه بوده و دارای ترکیب‌های رنگی است.

عبارت سوم: آرایش الکترونی فشردهٔ A به‌صورت $[{}_{18}Ar]3d^5\,4s^2$ است. بنابراین، ۷ الکترون ظرفیتی دارد و بالاترین عدد اکسایش آن برابر ۷+ است.

عبارت چهارم: سه زیرلایهٔ 3s، 3p و 3d عنصر A از الکترون اشغال شده است.

**تذکر:** ۱ اساس این تست کنکور، مربوط به فصل ۱ شیمی دهم است. امّا یکی از چهار عبارت ارائه‌شده به فصل ۲ شیمی ۳ مربوط می‌شود که در آینده می‌خوانید.

۲ مفهوم عدد اکسایش در فصل ۲ شیمی ۳ مطرح شده است.

۳۰۴. (گزینه ۳) آرایش الکترونی فشردهٔ هریک از چهار عنصر را رسم می‌کنیم:

$${}_{50}A:[{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10}5p^2 \Rightarrow \text{لایهٔ ظرفیت}: 5s^2 5p^2 \Rightarrow 4e^-$$

$${}_{56}B:[{}_{54}Xe]\,6s^2 \Rightarrow \text{لایهٔ ظرفیت}: 6s^2 \Rightarrow 2e^-$$

$${}_{26}C:[{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^6 \Rightarrow \text{لایهٔ ظرفیت}: 4s^2 3d^6 \Rightarrow 8e^- \text{ (بیشتر از بقیه)}$$

$${}_{25}D:[{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^{10}4p^5 \Rightarrow \text{لایهٔ ظرفیت}: 4s^2 4p^5 \Rightarrow 7e^-$$

۳۰۵. (گزینه ۳) آرایش الکترونی کامل ${}_{22}Ti$ را می‌نویسیم:

$${}_{22}Ti:\overbrace{1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^2}^{\text{۷ زیرلایه}}$$

$4s^2$ ← بیرونی‌ترین زیرلایه $\begin{cases} n=4 \\ l=0 \end{cases}$

**توجه:** بیرونی‌ترین زیرلایه را باید در آخرین لایهٔ الکترونی جستجو کنید.

گزینهٔ «۲»: این قاعده حتی در مورد یک عنصر از دستهٔ p هم صادق نیست. زیرا لایهٔ ظرفیت عناصر دستهٔ p بین ۳ تا ۸ عدد و شمارهٔ گروه آن‌ها، بین ۱۳ تا ۱۸ است.

۲۴۴. (گزینه ۲) آرایش الکترونی فشردهٔ عنصر را می‌نویسیم تا تعداد الکترون موجود در زیرلایهٔ p (یعنی $l=1$) را حساب کنیم:

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

پس $2p$، $3p$ و $4p$ هر کدام ۶ الکترون دارند و ۲ الکترون هم در $5p$ وجود دارد. بنابراین:

تعداد الکترون با $l=1$ = $(3\times6)+2=20$

**یادآوری:** عدد کوانتومی فرعی (l) نوع زیرلایه را مشخص می‌کند:

| (l) | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ |
|---|---|---|---|---|
| نوع زیرلایه | s | p | d | f |

۲۴۵. (گزینه ۱) آرایش الکترونی عنصر را رسم می‌کنیم تا مقدار l الکترون‌ها را مشخص کرده و جمع کنیم:

$_{26}X:[_{18}Ar]4s^2 3d^6$

Ar گاز نجیب دورهٔ ۳ است. پس آرایش آن به $3p^6$ ختم می‌شود.

۸ الکترون با $l=0 \Rightarrow s \Rightarrow 1s^2 2s^2 3s^2 4s^2 \Rightarrow l=0$

۱۲ الکترون با $l=1 \Rightarrow p \Rightarrow 2p^6 3p^6 \Rightarrow l=1$

۶ الکترون با $l=2 \Rightarrow d \Rightarrow 3d^6 \Rightarrow l=2$

$\Rightarrow$ مجموع مقادیر $l = (12\times1)+(6\times2)=12+12=24$

**توجه:** باتوجه به این‌که مقدار l برای الکترون‌های واقع در زیرلایهٔ نوع s برابر صفر است، می‌توانستیم از ابتدا الکترون‌های واقع در زیرلایهٔ نوع s را در محاسبات وارد نکنیم.

۲۴۶. (گزینه ۲) آرایش الکترونی فشردهٔ $_{43}X$ را می‌نویسیم تا زیرلایه‌های مربوط به لایهٔ چهارم را مشخص کنیم:

$_{43}X:[_{36}Kr]5s^2 4d^5$

وقتی در یک لایهٔ الکترونی معین، زیرلایهٔ d الکترون داشته باشد، به معنی این است که زیرلایه‌های s و p همان لایه قبلاً پر شده‌اند. بنابراین در این اتم $4s$ و $4p$ پر است.

الکترون‌های واقع در لایهٔ چهارم : $\underbrace{4s^2}_{l=0}\ \underbrace{4p^6}_{l=1}\ \underbrace{4d^5}_{l=2}$

مجموع عددهای کوانتومی فرعی الکترون‌های لایهٔ چهارم $=(6\times1)+(5\times2)=16$

۲۴۷. (گزینه ۳)

$_{24}Cr^{3+}$ آخرین لایه: $3s^2 3p^6 3d^3$

مجموع اعداد کوانتومی فرعی $\Rightarrow (3\times2)+(6\times1)+(2\times0)=12$

**توجه:** برای برداشتن الکترون از $_{24}Cr$، ابتدا یک الکترون را از $4s^1$ و دو الکترون بعدی را از $3d^5$ جدا می‌کنیم.

۲۴۸. (گزینه ۴) آرایش الکترونی عنصر موردنظر به $6p^1$ ختم می‌شود. بنابراین این عنصر دارای آرایش الکترونی مقابل است: $[_{54}Xe]6s^2 4f^{14}5d^{10}6p^1$

$l=1 \Rightarrow 2p^6 3p^6 4p^6 5p^6 6p^1 \Rightarrow 25e^-$

$l=2 \Rightarrow 3d^{10} 4d^{10} 5d^{10} \Rightarrow 30e^-$

$l=3 \Rightarrow 4f^{14} \Rightarrow 14e^-$

مجموع l کل الکترون‌ها $=(25\times1)+(30\times2)+(14\times3)=127$

۲۴۹. (گزینه ۲) در تناوب چهارم ده عنصر واسطه (دستهٔ d) وجود دارد که لایهٔ ظرفیت هر کدام از آن‌ها شامل الکترون‌هایی در دو زیرلایهٔ $4s$ و $3d$ است. از آن‌جا که مقدار l برای الکترون‌های واقع در زیرلایهٔ s برابر صفر است، پس صرفاً الکترون‌های ظرفیتی واقع در زیرلایهٔ $3d$ ده عنصر مذکور را درنظر می‌گیریم که مقدار l هریک از این الکترون‌ها برابر ۲ است.

حواستون باشه! $3d^4$ و $3d^9$ نداریم و به‌جای آن‌ها، $3d^5$ و $3d^{10}$ داریم.

$3d^1 3d^2 3d^3 3d^5 3d^5 3d^6 3d^7 3d^8 3d^{10} 3d^{10} \Rightarrow 57e^- \Rightarrow 57\times2=114$

**دام آموزشی:** اگر حواستون به آرایش غیرعادی Cr و Cu نباشد و از $3d^1$ تا $3d^{10}$ را به‌طور مرتب نوشته و حساب کرده باشید، به عدد ۱۱۰ می‌رسید یعنی در دام گزینهٔ «۱» گرفتار می‌شوید!

۲۵۰. (گزینه ۲) روش ۱ در دورهٔ سوم جدول، ۶ عنصر دستهٔ p وجود دارد که لایهٔ ظرفیت هرکدام از آن‌ها شامل الکترون‌هایی در $3s$ و $3p$ است:

| عنصر | Al | Si | P |
|---|---|---|---|
| لایهٔ ظرفیت | $3s^2 3p^1$ | $3s^2 3p^2$ | $3s^2 3p^3$ |
| مجموع n | $3\times3=9$ | $4\times3=12$ | $5\times3=15$ |

| عنصر | S | Cl | Ar |
|---|---|---|---|
| لایهٔ ظرفیت | $3s^2 3p^4$ | $3s^2 3p^5$ | $3s^2 3p^6$ |
| مجموع n | $6\times3=18$ | $7\times3=21$ | $8\times3=24$ |

$\Rightarrow 9+12+15+18+21+24=99$

روش ۲ دستهٔ p شامل عنصرهای گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ است که لایهٔ ظرفیت آن‌ها به‌ترتیب ۳ تا ۸ الکترون دارد، بنابراین:

مجموع الکترون‌های ظرفیتی : $3+4+5+6+7+8=33$

مقدار n هریک از این الکترون‌ها برابر ۳ است. بنابراین:

مجموع مقادیر n : $33\times3=99$

**دام آموزشی:** اگر باتوجه به عنوان دستهٔ p در صورت سؤال، فقط الکترون‌های زیرلایهٔ p را درنظر گرفته باشید، به عدد ۶۳ رسیده و در دام گزینهٔ «۴» می‌افتید!

۲۵۱. (گزینه ۲) ابتدا عدد اتمی عنصر M را به دست می‌آوریم:

$$Z=\frac{A-(e^- \text{و } n \text{ اختلاف}) + \text{بار}}{2}=\frac{85-12+(+1)}{2}=37$$

آرایش الکترونی اتم عنصر M به‌صورت زیراست:

$_{37}M:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$

اکنون می‌توان نسبت شمار الکترون‌ها با $l=0$ به شمار الکترون‌ها با $n=4$ را به دست آورد.

$$\frac{\text{شمار الکترون‌ها با } l=0}{\text{شمار الکترون‌ها با } n=4}=\frac{9}{8}$$

۲۵۲. (گزینه ۲) ابتدا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را می‌یابیم:

$$\begin{cases} {}^{50}E \rightarrow \%F_1 \\ {}^{54}E \rightarrow \%F_2 \end{cases} \Rightarrow (\bar{M})=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)$$

$$\Rightarrow 52/4=50+\frac{F_2}{100}(54-50) \Rightarrow F_2=60\%$$

$$\Rightarrow F_1=100-60=40\%$$

پس ایزوتوپ $^{54}E$، ایزوتوپ پرفراوانی بیشتر است.

اکنون لازم است، عدد اتمی عنصر E را به‌دست آوریم:

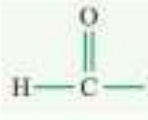
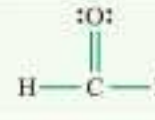
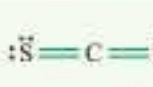
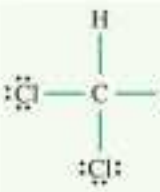
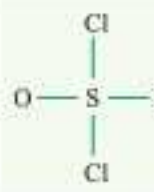
$$Z=\frac{A-(e^- \text{و } n \text{ اختلاف}) + \text{بار}}{2} \Rightarrow Z=\frac{54-8+(+2)}{2}=24$$

آرایش الکترونی اتم عنصر E به‌صورت زیر است:

$_{24}E:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

$$\Rightarrow \text{نسبت مورد نظر}=\frac{\bar{e}_{(n=4)}}{\bar{e}_{(l=2)}}=\frac{1}{5}$$

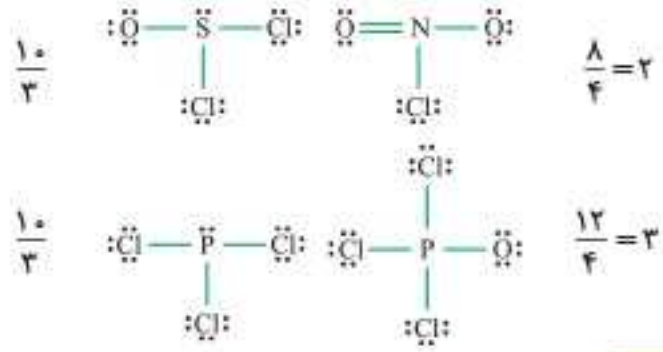
۵.۲ (گزینه ۴)

| ترکیب | تعداد پیوندهای کووالانسی | اتصال اتم‌ها به هم | هشت‌تایی کردن | نسبت |
|---|---|---|---|---|
| $CH_2O$ | $\frac{4+(2\times1)+2}{2}=4$ |  |  | $\frac{4}{2}$ |
| $CSO$ | $\frac{4+2+2}{2}=4$ |  |  | $\frac{4}{4}$ |
| $CHCl_2$ | $\frac{4+1+(3\times1)}{2}=4$ | |  | $\frac{4}{9}$ |
| $SO_2Cl_2$ | $\frac{2+(2\times2)+(2\times1)}{2}=4$ |  | | $\frac{4}{12}$ |

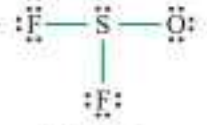
نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در $SO_2Cl_2$ از سایر مولکول‌ها کمتر است.

۵.۳ (گزینه ۱) در هر یک از دو ترکیب ارائه شـده در گزینهٔ «۱»، شمار جفت الکترون ناپیوندی دو برابر شمار جفت الکترون پیوندی است:

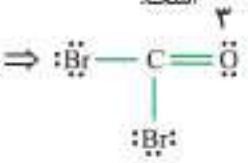
در ترکیب‌های دیگری که ارائه شده‌اند، نیز این نسبت را حساب می‌کنیم:



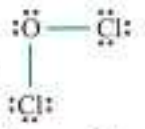
۵.۴ (گزینه ۳) ساختار لوویس هر چهار ترکیب را رسم می‌کنیم:

a) $SOF_2 \Rightarrow \frac{2+2+(2\times1)}{2}=3$ پیوند $\Rightarrow$ 

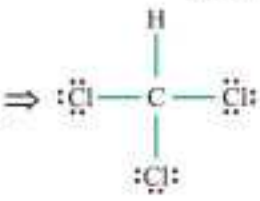
پس نسبت مجموع جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع جفت الکترون‌های پیوندی برابر $\frac{10}{3}$ است.

b) $COBr_2 \Rightarrow \frac{4+2+(2\times1)}{2}=4$ پیوند $\Rightarrow$ 

پس نسـبت مجموع جفت الکترون ناپیوندی به مجموع جفت الکترون پیوندی برابر $\frac{8}{4}$ یا ۲ است.

c) $Cl_2O \Rightarrow \frac{(2\times1)+2}{2}=2$ پیوند $\Rightarrow$ 

پس نسـبت مجموع جفت الکترون ناپیوندی به مجموع جفت الکترون پیوندی برابر $\frac{8}{2}$ یا ۴ است.

d) $CHCl_3 \Rightarrow \frac{4+1+(3\times1)}{2}=4$ پیوند $\Rightarrow$ 

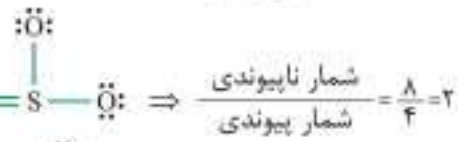
پس نسبت مجموع جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع جفت الکترون‌های پیوندی برابر $\frac{9}{4}$ است.

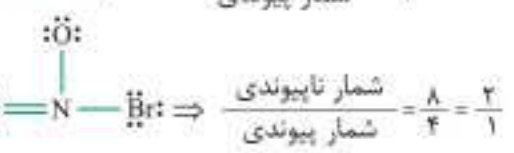
به این ترتیب مشـخص می‌شود که بیشـترین و کمترین نسبت مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع شـمار جفـت الکترون‌های پیوندی به ترتیب به $Cl_2O$ و $COBr_2$ تعلق دارد.

۵.۵ (گزینه ۴) به ساختار لوویس هر چهار ترکیب توجه کنید:

$CO \Rightarrow :C\equiv O: \Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{2}{3}$

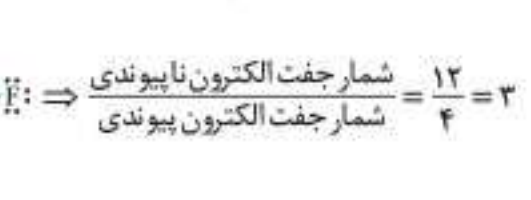
$CS_2 \Rightarrow \ddot{S}=C=\ddot{S} \Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{4}{4}=1$

$SO_2 \Rightarrow$  $\Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{8}{4}=2$

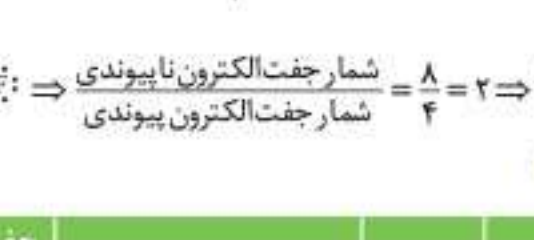
$NO_2Br \Rightarrow$  $\Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{8}{4}=\frac{2}{1}$

۵.۶ (گزینه ۲) ساختار لوویس هر دو ترکیب را رسم می‌کنیم:

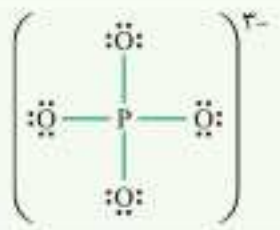
$POF_3 \Rightarrow$ تعداد پیوند $=\frac{3+2+(3\times1)}{2}=4$



$NO_2F \Rightarrow$ تعداد پیوند $=\frac{3+(2\times2)+1}{2}=4$



۵.۷ (گزینه ۱)

| نام ترکیب | فرمول | ساختار لوویس | جفت الکترون پیوندی |
|---|---|---|---|
| اتین | $C_2H_2$ | $H-C\equiv C-H$ | ۵ |
| گوگرد تری‌اکسید | $SO_3$ | | ۴ |
| کربن دی‌سولفید | $CS_2$ | $\ddot{S}=C=\ddot{S}$ | ۴ |
| هیدروژن سیانید | $HCN$ | $H-C\equiv N:$ | ۴ |
| کربن مونوکسید | $CO$ | $:C\equiv O:$ | ۳ |
| یون فسفات | $PO_4^{3-}$ |  | ۴ |

۵.۸ (گزینه ۱) در ساختار واکنش‌دهنده‌ها ($C_2H_4$ و $F_2$) همهٔ اتم‌ها دارای آرایش گاز نجیب هستند. کربن و فلوئور از آرایش گاز نجیب Ne و هیدروژن، از آرایش گاز نجیب He برخوردارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ «۲»: شـمار پیوند در مولکول‌های تولیدشـده با مولکول‌های مصرف‌شده یکسان و برابر ۱۲ است.

$$\frac{۵/۶}{\underbrace{۲۲/۴}_{\text{mol CO}_۲}} \times \frac{۱}{۱} = \frac{۱}{۴} \text{ mol CH}_۴$$

$$\frac{۱}{۴} \times \frac{۲}{۱} \times ۱۸ = ۹ \text{ g H}_۲\text{O} \ (\text{CH}_۴ \text{ حاصل از سوختن})$$

$$۱۱/۲۵ - ۹ = ۲/۲۵ \text{ g H}_۲\text{O}$$

$$\frac{۲/۲۵}{۱۸} \times \frac{۱}{۱} = \frac{۱}{۸} \text{ mol H}_۲$$

درصد مولی متان در مخلوط = درصد حجمی متان در مخلوط

$$= \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۱}{۴} + \frac{۱}{۸}} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۳} \times ۱۰۰ \simeq ۶۶/۶۷٪$$

**۶۵۳** (گزینه ۲)

**استراتژی حل:** معادلهٔ سوختن هر دو هیدروکربن را نوشته و براساس آن‌ها، یک معادلـــه برای تولید $H_۲O$ و معادلهٔ دیگـــری برای تولید $CO_۲$ تشکیل می‌دهیم. اگر شمار مول پروپان را $x$ و شمار مول بنزن را $y$ در نظر بگیریم، با تشکیل و حل دســـتگاه دو معادلهٔ دومجهولی، $x$ و $y$ را حساب کرده و از آن‌جا، شمار مول مصرف‌شده در دو واکنش را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{array}{l} x \text{ مول} \uparrow \\ C_۳H_۸ + ۵O_۲ \longrightarrow ۳CO_۲ + ۴H_۲O \\ C_۶H_۶ + \frac{۱۵}{۲}O_۲ \longrightarrow ۶CO_۲ + ۳H_۲O \\ \downarrow y \text{ مول} \end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l} H_۲O \text{ گرم } ۳/۶ \text{ تولید} \Rightarrow (۴x + ۳y) \times ۱۸ = ۳/۶ \\ CO_۲ \text{ لیتر } ۵/۶ \text{ تولید} \Rightarrow (۳x + ۶y) \times ۲۲/۴ = ۵/۶ \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} x = ۰/۰۳ \text{ mol} \\ y = \frac{۰/۰۸}{۳} \text{ mol} \end{cases}$$

**روش ۱**

$$\Rightarrow \text{تعداد مول } O_۲ \text{ مصرف شده} = \underbrace{(۰/۰۳ \times \frac{۵}{۱})}_{\text{برای سوختن پروپان}} + \underbrace{(\frac{۰/۰۸}{۳} \times \frac{۱۵}{۲})}_{\text{برای سوختن بنزن}} = ۰/۳۵ \text{ mol}$$

**روش ۲** برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{۰/۰۳}{۱} = \frac{x_۱}{۵}$$

$$\frac{\frac{۰/۰۸}{۳}}{۱} = \frac{x_۲}{\frac{۱۵}{۲}} \Rightarrow x_۱ + x_۲ = ۰/۳۵ \text{ mol } O_۲$$

**۶۵۴** (گزینه ۴) **روش ۱**

**قسمت اول:** ابتدا مسئله را از راه متعارف آن حل می‌کنیم: چون در پایان واکنش، چیزی از $N_۲$ و $O_۲$ باقی نمانده؛ پس اگر $N_۲$، $x$ مول بوده، $O_۲$ هم $x$ مول بوده اســـت، از آن‌جا که جرم مولی $O_۲$ و $N_۲$ به‌ترتیب برابر ۳۲ و ۲۸ اســـت، می‌توان نتیجه گرفت:

$$۳۲x - ۲۸x = ۰/۱۲۵ = \frac{۱}{۸} \Rightarrow x = \frac{۱}{۳۲} \text{ mol}$$

پس تعداد مول NO تولیدشـــده برابر $\frac{۱}{۱۶}$ مول است، یعنی $\frac{۳۰}{۱۶}$ گرم، که اندکی کمتر از ۲ گرم است. گزینهٔ ۳ یا «۴» (۱/۸۷۵ گرم).

**قسمت دوم:** برای حل این قسمت، لازم است به معادلهٔ واکنش زیر توجه کنیم:

$$۲NO + O_۲ \longrightarrow ۲NO_۲$$

از هر مول NO، یک مول $NO_۲$ تولید می‌شـــود؛ پس تعداد مول $NO_۲$ حاصل برابر $\frac{۱}{۱۶}$ مول یا $\frac{۲۲/۴}{۱۶}$ لیتر است.

گزینهٔ «۴»: $\frac{۲۲/۴}{۱۶} = \frac{۱۱/۲}{۸} = \frac{۵/۶}{۴} = \frac{۲/۸}{۲} = ۱/۴ \text{ L } NO_۲ \Rightarrow$

**روش ۲** حالا با استفاده از تکنیک «حل مسائل دوقسمتی» مسئله را حل می‌کنیم:

$$\text{NO } ۳۰ \text{ گرم گاز} \begin{cases} \text{مجهول اول: جرم NO} \\ \text{مجهول دوم: حجم‌گاز } NO_۲ \text{ در شرایط STP} \end{cases} \text{ } ۲۲/۴ \text{ لیتر گاز } NO_۲$$

پس نسبت عدد اول به عدد دوم در گزینهٔ درست، ۳۰ به ۲۲/۴ است. نسبت ۳۰ به ۲۲/۴ با نسبت ۱/۸۷۵ به ۱/۴ (گزینهٔ «۴») برابر است.

**توجه:** روش حل ویژهٔ مسائل دوقسمتی با استفاده از تکنیک منحصربه‌فرد تدوین‌شده توسط نگارندهٔ این سطور، در کتاب «مسائل شیمی کنکور» مهروماه همراه با مثال‌های متعدد ارائه شده است. با یادگیری این تکنیک می‌توانید اغلب مسائل دوقسمتی را به‌راحتی و با سرعت حل کنید.

**۶۵۵** (گزینه ۲) واکنـــش ســـوختن ناقص متـــان را می‌نویســـیم و جرم متان مصرف‌شده در این واکنش را با توجه به حجم CO تولیدشده، محاسبه می‌کنیم:

$$۲CH_۴(g) + ۳O_۲(g) \longrightarrow ۲CO(g) + ۴H_۲O(g)$$

**روش ۱** کسرهای تبدیل:

$$?\text{ g } CH_۴ = ۳۳/۶ \text{ L CO} \times \frac{۱ \text{ mol CO}}{۲۲/۴ \text{ L CO}} \times \frac{۲ \text{ mol } CH_۴}{۲ \text{ mol CO}}$$

$$\times \frac{۱۶ \text{ g } CH_۴}{۱ \text{ mol } CH_۴} = ۲۴ \text{ g } CH_۴$$

**روش ۲** برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{x \text{ g } CH_۴}{۲ \times ۱۶} = \frac{۳۳/۶ \text{ L CO}}{۲ \times ۲۲/۴} \Rightarrow x = ۲۴ \text{ g } CH_۴$$

پس ۴۸ گرم از متان (۴۸ = ۲۴ − ۷۲) به‌طور کامل سوخته است.

$$\text{درصد موردنظر} = \frac{۴۸}{۷۲} \times ۱۰۰ \simeq ۶۶/۶۷٪$$

**۶۵۶** (گزینه ۱) **روش ۱**

$$\begin{cases} x + y = ۶۰ \\ \frac{x}{۱ \times ۱۶} = \frac{y}{۲ \times ۳۲} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = ۱۲ \text{ g} \\ y = ۴۸ \text{ g} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_۱ = \text{حجم‌گاز متان} = \frac{۱۲}{۱۶} \times ۲۲/۴ = ۱/۵ \times ۱۱/۲ \text{ L} \\ V_۲ = \text{حجم‌گاز اکسیژن} = \frac{۴۸}{۳۲} \times ۲۲/۴ = ۳ \times ۱۱/۲ \text{ L} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف حجم دو گاز} = V_۲ - V_۱ = (۳ - ۱/۵) \times ۱۱/۲ = ۱۶/۸ \text{ L}$$

**روش ۲** با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش زیر، به‌ازای سوختن یک مول متان (۱۶ گرم)، دو مول اکســـیژن (۶۴ گرم) مصرف می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:

$$CH_۴ + ۲O_۲ \longrightarrow CO_۲ + ۲H_۲O$$

$$\left.\begin{array}{l} ۶۰ \text{ g}(CH_۴, O_۲) \times \frac{۱ \text{ mol } CH_۴}{۸۰ \text{ g}(CH_۴, O_۲)} \times \frac{۲۲/۴ \text{ L } CH_۴}{۱ \text{ mol } CH_۴} = ۱۶/۸ \text{ L } CH_۴ \\ ۶۰ \text{ g}(CH_۴, O_۲) \times \frac{۲ \text{ mol } O_۲}{۸۰ \text{ g}(CH_۴, O_۲)} \times \frac{۲۲/۴ \text{ L } O_۲}{۱ \text{ mol } O_۲} = ۳۳/۶ \text{ L } O_۲ \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow ۳۳/۶ - ۱۶/۸ = ۱۶/۸ \text{ L}$$

**۶۵۷** (گزینه ۲)

**استراتژی حل:** مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

۱ شمار مول $H_۲$ تولید شده

→ جرم Na در مخلوط → شمار مول Na در مخلوط

۲ محاسبهٔ درصد جرمی Na در مخلوط: $\frac{\text{جرم Na}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰$

$$\frac{۰/۲۲۴}{۲۲/۴} \times \frac{۲}{۱} \times ۲۳ = ۰/۴۶ \text{ g Na} \quad (\text{جرم Na در مخلوط})$$

$$\Rightarrow \text{درصد جرمی Na در مخلوط} = \frac{۰/۴۶}{۲} \times ۱۰۰ = ۲۳٪$$

۶۵۸ (گزینه ۱) واکنش‌های انجام‌شده به‌صورت زیر است:

۱) $CaCl_2 \longrightarrow Ca + Cl_2$

۲) $2MCl \longrightarrow 2M + Cl_2$

اگر حجم گاز تولیدشده در واکنش‌های ۱ و ۲ را $V_1$ و $V_2$ فرض کنیم، داریم:

واکنش ۱: $\frac{\text{mol Ca}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{mol } Cl_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10}{40} = \frac{V_1}{25}$

واکنش ۲: $\frac{\text{mol M}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{mol } Cl_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{9/2}{2 \times x} = \frac{V_2}{25}$

(جرم‌مولی M)

$\Rightarrow V_1 - V_2 = 1/25L \Rightarrow \frac{10}{40} - \frac{9/2}{2 \times x} = \frac{1/25}{25} \Rightarrow x = 23 g.mol^{-1}$

۶۵۹ (گزینه ۳) واکنش‌های موردنظر به‌صورت زیر است:

۱) $4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

۲) $2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO$

اگر در واکنش «۱»، x مول آهن و در واکنش «۲»، y مول آهن مصرف شود، مقدار مول $O_2$ مصرفی در واکنش‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب برابر $\frac{3}{4}x$ و $\frac{1}{2}y$ خواهد بود.

مقدار گاز اکسیژن مصرف‌شده برابر است با:

$$\text{mol } O_2 = \frac{11/875}{25} = 0/475 \text{ mol}$$

با تشکیل دستگاه دو معادلهٔ دومجهولی می‌توان به x و y و از آن‌جا به جرم‌های تولیدشده اکسیدهای آهن رسید.

$$\begin{cases} x + y = \frac{39/2}{56} \\ \frac{3}{4}x + \frac{1}{2}y = 0/475 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0/5 \\ y = 0/2 \end{cases}$$

با برابر قرار دادن نسبت مول به ضریب Fe و اکسیدهای آهن در واکنش‌های (۱) و (۲) می‌توان جرم هریک از اکسیدها را محاسبه کرد.

۱) $\frac{\text{mol Fe}}{4} = \frac{\text{mol } Fe_2O_3}{2} \Rightarrow \frac{0/5}{4} = \frac{x \text{ g } Fe_2O_3}{2 \times 160} \Rightarrow x = 40 \text{ g } Fe_2O_3$

۲) $\frac{\text{mol Fe}}{2} = \frac{\text{mol FeO}}{2} \Rightarrow \frac{0/2}{2} = \frac{y \text{ g FeO}}{2 \times 72} \Rightarrow y = 14/4 \text{ g FeO}$

$$\frac{\text{جرم FeO}}{\text{جرم } Fe_2O_3} = \frac{14/4}{40} = 0/36$$

۶۶۰ (گزینه ۱) روش ۱

$$40 \text{ L } O_2 \times \frac{6/4 \text{ g } O_2}{1 \text{ L } O_2} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 70/4 \text{ g } CO_2$$

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{40 \times 6/4}{1 \times 32} = \frac{x}{2 \times 44} \Rightarrow x = 70/4 \text{ g } CO_2$$

۶۶۱ (گزینه ۲) روش ۱

$$7/8 \text{ g K} \times \frac{1 \text{mol K}}{39 \text{ g K}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol K}} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{mol } H_2} \times \frac{1 \text{L } H_2}{0/8 \text{ g } H_2} = 0/25 \text{ L } H_2$$

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{7/8}{2 \times 39} = \frac{x \times 0/8}{1 \times 2} \Rightarrow x = 0/25 \text{ L } H_2$$

۶۶۲ (گزینه ۲) روش ۱

$$7/68 \text{ L } O_2 \times \frac{1/25 \text{ g } O_2}{1 \text{ L } O_2} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } KClO_3}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{122/5 \text{ g } KClO_3}{1 \text{ mol } KClO_3} = 24/5 \text{ g } KClO_3$$

ترفند محاسباتی: گزینه‌ها با یکدیگر اختلاف نسبی زیادی دارند. پس با خیال راحت می توانید از ترفندهایی مانند تقریب و رندانسیون و ... بهره بگیرید:

$$\frac{7/68 \times 1/25 \times 2 \times 122/5}{32 \times 3} \xrightarrow{\text{رندانسیون}} \frac{8 \times 1/25 \times 2 \times 120}{32 \times 3}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{1/25 \times 60}{3} \xrightarrow{\text{دیولاسیون}} 2/5 \times 10 = 25$$

توی گزینه‌ها، ۲۵ که نداریم، ولی خُب! ۲۴/۵ که داریم، یعنی گزینهٔ «۲».

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{x}{2 \times 122/5} = \frac{7/68 \times 1/25}{3 \times 32} \Rightarrow x = 24/5 \text{ g } KClO_3$$

۶۶۳ (گزینه ۴) روش ۱

$$X + 3HCl \longrightarrow XCl_3 + \frac{3}{2}H_2$$

$$5 \text{ g (فلز)} \times \frac{1 \text{ mol (فلز)}}{M \text{ g (فلز)}} \times \frac{\frac{3}{2} \text{mol } H_2}{1 \text{ mol (فلز)}} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{mol } H_2} \times \frac{1000 \text{ mL } H_2}{0/5 \text{ g } H_2}$$

$$= 600 \text{ mL } H_2 \Rightarrow \frac{30000}{M} = 600 \Rightarrow M = 50 g.mol^{-1}$$

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{5}{1 \times M} = \frac{0/6 \times 0/5}{\frac{3}{2} \times 2} \Rightarrow M = 50 g.mol^{-1}$$

۶۶۴ (گزینه ۳) اگر چگالی گاز $CO_2$ را d گرم بر لیتر در نظر بگیریم:

روش ۱

$$22 \text{ L } CO_2 \times \frac{d \text{ g } CO_2}{1 \text{ L } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{2 \text{ mol LiOH}}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{24 \text{ g LiOH}}{1 \text{ mol LiOH}}$$

$$= 60 \text{ g LiOH}$$

$$\Rightarrow \frac{22 \times 2 \times 24 \times d}{44} = 60 \Rightarrow d = 2/5 \text{ g} \Rightarrow \text{چگالی گاز } CO_2 = 2/5 g.L^{-1}$$

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{60}{2 \times 24} = \frac{22 \times d}{1 \times 44} \Rightarrow d = 2/5 g.L^{-1}$$

۶۶۵ (گزینه ۳)

$$X + nHCl \longrightarrow XCl_n + \frac{n}{2}H_2$$

به ازای مصرف n مول HCl، $\frac{n}{2}$ مول گاز $H_2$ تولید می‌شود و یک مول یون $X^{n+}$ هم پدید می‌آید.

در این واکنش، مصرف (۱/۰×۰/۶) یا ۰/۰۶ مول HCl با تولید ۰/۰۲ مول یون $X^{n+}$ همراه است. پس فلز مصرف شده هم معادل ۰/۰۲ مول است.

بنابراین هر ۰/۰۲ مول فلز X با ۰/۰۶ مول HCl واکنش می‌دهد، یا به‌عبارتی، هر مول X با ۳ مول HCl واکنش می‌دهد و می‌توان نوشت:

$$X + 3HCl \longrightarrow XCl_3 + \frac{3}{2}H_2 \Rightarrow \text{ظرفیت فلز } X = 3$$

چون ظرفیت فلز ۳ است، پس فلز Sc است.

ضرایب استوکیومتری نشان می‌دهند که هر مول فلز X موجب تولید ۱/۵ مول $H_2$ می‌شود. پس مصرف ۰/۰۲ مول X با تولید ۰/۰۳ مول $H_2$ همراه است.

$$\Rightarrow \text{چگالی گاز } H_2 = \frac{(0/03 \times 2)g}{0/75L} = 0/08 g.L^{-1}$$

۶۶۶ (گزینه ۱) روش ۱

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$448 \text{ mL } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{22400 \text{ mL } C_3H_8} \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ مولکول } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 6/02 \times 10^{22} \text{ مولکول } O_2$$

۸۶۵. (گزینه ۲)

**استراتژی حل:** می‌توانیم سؤال را از آخر به اول حل کنیم و از جرم $CaCO_3$ به غلظت ppm اسید برسیم. همچنین می‌توانیم طبق مراحل زیر، غلظت ppm اسید را x فرض کنیم و با حل معادله‌ای، آن را پیدا کنیم.

$$100\,mL\ \text{محلول} \times \frac{1/1\,g\ \text{محلول}}{1\,mL\ \text{محلول}} \times \frac{x\,g\ HCl}{10^6\,g\ \text{محلول}} \times \frac{1\,mol\ HCl}{36/5\,g\ HCl}$$
$$\times \frac{1\,mol\ CaCO_3}{2\,mol\ HCl} \times \frac{100\,g\ CaCO_3}{1\,mol\ CaCO_3} \times \frac{1000\,mg\ CaCO_3}{1\,g\ CaCO_3}$$
$$= 10\,mg\ CaCO_3$$

$$\Rightarrow \frac{110\times x\times 10^5}{10^6\times 73} = 10 \Rightarrow x = \frac{10\times 73\times 10^6}{110\times 10^5} = 73\times \underbrace{\frac{10}{11}}_{\text{کمی کمتر از ۱}} \simeq 66/36$$

**برابری نسبت مول به ضریب:** غلظت محلول اسید برحسب ppm را x فرض می‌کنیم:

$$\frac{100\times 1/1\times \frac{x}{10^6}}{2\times 36/5} = \frac{10\times 10^{-3}}{1\times 100} \Rightarrow x \simeq 66/36\ ppm$$

**ترفند محاسباتی:** $\frac{10}{11}\times 73$، به‌اندازهٔ $\underbrace{\frac{1}{11}\times 73}_{\simeq 7}$، کمتر از ۷۳ است.

$x \simeq 73-7=66 \Rightarrow$ گزینهٔ «۲»

۸۶۶. (گزینه ۲) $M_{NaOH}=40\,g.mol^{-1}$ $M_{FeSO_4}=152\,g.mol^{-1}$

**برابری نسبت مول به ضریب:** غلظت محلول سدیم‌هیدروکسید برحسب ppm را x فرض می‌کنیم:

$$\frac{500\times 1/01\times \frac{x}{10^6}}{2\times 40} = \frac{0/076}{1\times 152} \Rightarrow x \simeq 79/2\ ppm$$

**ترفند محاسباتی:** $\frac{1000}{1010}$ کمی‌از ۱ کمتر است، پس مقدار x کمی از ۸۰ کمتر است یعنی گزینهٔ «۲»!

۸۶۷. (گزینه ۱) $1\,mol\,S \sim 1\,mol\,H_2SO_4$

$$1\,ton\ \text{سوخت} \times \frac{10^6\,g\ \text{سوخت}}{1\,ton\ \text{سوخت}} \times \frac{96\,g\,S}{10^6\,g\ \text{سوخت}} \times \frac{98\,g\,H_2SO_4}{32\,g\,S}$$
$$= 294\,g\,H_2SO_4$$

**برابری نسبت مول به ضریب:** جرم سولفوریک‌اسید تولیدشده را x درنظر می‌گیریم:

$$\frac{10^6\times \frac{96}{10^6}}{1\times 32} = \frac{x}{1\times 98} \Rightarrow x = 294\,g\,H_2SO_4$$

۸۶۸. (گزینه ۱) ابتدا مقدار HCl (برحسب گرم) در محلول آن را از روی مقدار گاز تولید شده حساب می‌کنیم:

$$2240\,mL\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{22400\,mL\,CO_2} \times \frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{36/5\,g\,HCl}{1\,mol\,HCl}$$
$$= 7/3\,g\,HCl$$

**برابری نسبت مول به ضریب:** اگر جرم HCl در محلول آن را x گرم بگیریم:

$$\frac{2240}{1\times 22400} = \frac{x}{2\times 36/5} \Rightarrow x = 7/3\,g\,HCl$$

$$ppm = \frac{7/3}{292/00\times 1}\times 10^6 = 250$$

۸۶۹. (گزینه ۲) **روش ۱** موازنهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$I_2(s)+10\,HNO_3(aq) \rightarrow 2HIO_3(aq)+10\,NO_2(g)+4H_2O(l)$$

**قسمت اول:**

$$g\,I_2 = 0/2\,mol\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,I_2}{10\,mol\,NO_2} \times \frac{(2\times 127)\,g}{1\,mol\,I_2} = 5/08\,g\,I_2$$

**قسمت دوم:** (در این‌جا چگالی محلول را $1\,g.mL^{-1}$ درنظر می‌گیریم.)

$$g\,HNO_3 = 0/2\,mol\,NO_2 \times \frac{10\,mol\,HNO_3}{10\,mol\,NO_2} \times \frac{63\,g\,HNO_3}{1\,mol\,HNO_3}$$
$$= 12/6\,g\,HNO_3$$

$$ppm = \frac{g\,HNO_3}{g\ \text{محلول}}\times 10^6 \Rightarrow 5000 = \frac{12/6}{x}\times 10^6 \Rightarrow 2520\,g\ (\text{محلول } HNO_3)$$
$$\Rightarrow 2520\,g = 2520\,mL = 2/52\,L\ (\text{محلول } HNO_3)$$

**روش ۲** **برابری نسبت مول به ضریب:** اگر مقدار ید را x گرم و حجم محلول را y لیتر فرض کنیم، داریم:

$$\frac{mol\,I_2}{1} = \frac{mol\,NO_2}{10} = \frac{mol\,HNO_3}{10}$$

$$\frac{x}{254} = \frac{0/2}{10} = \frac{y\times 5000}{10\times 63\times 10^6} \Rightarrow \begin{cases} x = 5/08\,g\,I_2 \\ y = 2/52\,L\,HNO_3 \end{cases}$$

۸۷۰. (گزینه ۳) ابتدا معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش را می‌نویسیم:

$$2HCl + 1NaClO \longrightarrow 1NaCl + 1Cl_2 + 1H_2O$$

حالا نسبت مول به ضریب HCl و NaClO را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$\frac{x\times 10^{-3}\times 0/8}{2} = \frac{200\times \frac{18625}{10^6}}{1\times 74/5} \Rightarrow x = 125\,mL\ (\text{محلول اسید})$$

۸۷۱. (گزینه ۴)

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

$200\,mL = 200\,g\ Ba(OH)_2$ $\quad ?\,mL = x\,mL\ HCl$

$21375\,ppm\ Ba(OH)_2$ $\quad 0/4\,mol.L^{-1}\ HCl$

کافی است نسبت مول به ضریب $Ba(OH)_2$ و HCl را برابر هم قرار دهیم:

$$\frac{200\times \frac{21375}{10^6}}{1\times 171} = \frac{x\times 10^{-3}\times 0/4}{2} \Rightarrow x = 125\,mL$$

۸۷۲. (گزینه ۲)

**استراتژی حل:** ابتدا حجم گاز $CO_2$ تولید شده در شرایط STP را حساب می‌کنیم. سپس با ضرب‌کردن عدد حاصل در دو کسر تبدیل مناسب، حجم گاز را در فشار و دمای ذکرشده به‌دست می‌آوریم.

$$400\,g\ \text{محلول } HCl \times \frac{730\,g\,HCl}{10^6\,g\ \text{محلول } HCl} \times \frac{1\,mol\,HCl}{36/5\,g\,HCl}$$
$$\times \frac{1\,mol\,CO_2}{2\,mol\,HCl} \times \frac{22400\,mL\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \underbrace{\frac{760}{380}}_{\text{کسر تبدیل مربوط به فشار}} \times \underbrace{\frac{409/5+273}{273}}_{\text{کسر تبدیل مربوط به دما}}$$
$$= 448\,mL\,CO_2$$

**برابری نسبت مول به ضریب:** اگر حجم گاز $CO_2$ تولیدشده در شرایط STP را x میلی‌لیتر بگیریم:

$$\frac{400\times \frac{730}{10^6}}{2\times 36/5} = \frac{x}{1\times 22400} \Rightarrow x = 89/6\,mL$$

حالا حجم گاز در شرایط ذکرشده را حساب می‌کنیم:

$$89/6\times \frac{760}{380}\times \frac{409/5+273}{273} = 448\,mL\,CO_2(g)$$

۸۷۳. (گزینه ۱) **قسمت اول:** با توجه به این‌که ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵۰۰ گرم جرم دارد، جرم محلول حاصل ۵۰۰ گرم بیشتر از محلول اولیه است. بنابراین:

$$\text{درصد جرمی حل‌شونده در محلول جدید} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول جدید}}\times 100$$
$$= \frac{500\times 1/2\times 0/2}{(500\times 1/2)+500}\times 100 \simeq 10/9\%$$

**قسمت دوم:** اگر جرم $FeCl_2$ را برابر x گرم فرض کرده و نسبت مول به ضریب NaOH و $FeCl_2$ را برابر هم قرار دهیم:

$2\,NaOH \sim 1\,FeCl_2$

$$\frac{10\,mL\times 1/2\,g.mL^{-1}\times \frac{20}{100}}{2\times 40} = \frac{x\,g\,FeCl_2}{1\times 127} \Rightarrow x = 3/81\,g\,FeCl_2$$

۱۰۲۷. (گزینه ۲) موارد (ب) و (پ) درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

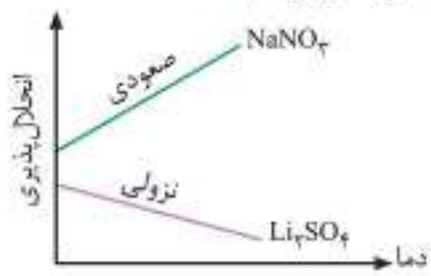
آ) در مـــورد خیلی از نمک‌هـــا (مثل $KOH$ ، $NaOH$ ، $CaCl_2$ ، $Li_2SO_4$) صدق نمی‌کند. گرماده بودن انحلال $CaCl_2$، در فصل ۲ شیمی یازدهم به‌طور ویژه مطرح شده است.

ب) کاملاً درست است.

پ) کاملاً درست است.

ت) باید به‌جای سدیم‌نیترات، مثلاً می‌گفت لیتیم‌سولفات.

نمودار این دو ماده به‌طور کیفی رسم شده است:




۱۰۲۸. (گزینه ۱) ترتیب انحلال‌پذیری در آب:

$$NH_3 \quad > \quad CO_2 \quad > NO$$

$NH_3$: با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.

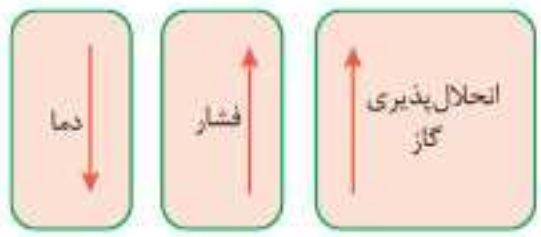
$CO_2$: مقداری از آن در واکنش با آب، $H_2CO_3$ تشکیل می‌دهد که می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.

۱۰۲۹. (گزینه ۲) عبارت‌های اول و دوم درست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:** عبارت سوم: $CO_2$ به دلیل واکنش با آب علی‌رغم ناقطبی بودن انحلال‌پذیری بیشتری از $NO$ دارد.

عبارت چهارم: انحلال‌پذیری گاز $O_2$ بیشتر از $N_2$ می‌باشد.

۱۰۳۰. (گزینه ۳) **قانون هنری:** در دمای ثابت، هرچه فشار گاز بیشتر باشد، انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر است.




۱۰۳۱. (گزینه ۱) از نظر انحلال‌پذیری در دما و فشار معین و یکسان:

$$NO > O_2 > N_2$$

$NO$: قطبی — $O_2$ و $N_2$: ناقطبی

هـــردو مولکـــول $O_2$ و $N_2$ ناقطبی‌اند، اما بـــه دلیل جرم مولی بیشـــتر $O_2$، قطبش‌پذیری آن بیشتر بوده و در نتیجه، انحلال‌پذیری $O_2$ از $N_2$ بیشتر است.

۱۰۳۲. (گزینه ۴) هر چهار عبارت، دقیقاً درست است.

**دقت کنید:** در شرایط مشابه از نظر دما و فشار:

$CO_2 > NO > O_2 > N_2$: انحلال‌پذیری در آب

دلیـــل این‌که انحلال‌پذیری $CO_2$ با وجود ناقطبی بودن آن، از $NO$ که قطبی است، بیشتر است، واکنش برگشت‌پذیر $CO_2$ با آب است:

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

۱۰۳۳. (گزینه ۳) هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم تا مشخص شود کدام گزینه درست است.

گزینهٔ «۱»: فراسیرشده است.

$$0/005\ mol\ Cl_2 \times 71 \frac{g}{mol} = 0/355\ g\ Cl_2 \Rightarrow 0/355 > 0/33$$

گزینهٔ «۲»: ترتیب $Cl_2 > H_2S > CO_2$ درســـت است! (دقت کنید که ۰/۱۶۹ کمتر از ۰/۷۳ است.)

گزینهٔ «۳»: ۰/۰۱۵ مول در ۳۰۰ گرم آب یعنی ۰/۰۰۵ مول در ۱۰۰ گرم آب:

$$0/005\ mol\ H_2S \times 34 \frac{g}{mol} = 0/17\ g\ \frac{H_2S}{100\ g\ H_2O} < 0/24 \Rightarrow$$

پس محلول سیر نشده است.

گزینهٔ «۴»: دقت کنید که از کاهش انحلال‌پذیری گاز $CO_2$ به نســـبت کمتری صحبت شده است. اما محاسبات عکس این را نشان می‌دهد:

$$\left.\begin{array}{l} CO_2 \rightarrow \frac{0/169}{0/058} = \frac{169}{58} \simeq 2/9 \\ H_2S \rightarrow \frac{0/38}{0/15} = \frac{38}{15} \simeq 2/5 \\ Cl_2 \rightarrow \frac{0/73}{0/33} = \frac{73}{33} \simeq 2/2 \end{array}\right\} \rightarrow \underbrace{CO_2}_{\text{بیشتر}} > H_2S > \underbrace{Cl_2}_{\text{کمتر}}$$

۱۰۳۴. (گزینه ۳) از آنجا که غلظت $O_2$ در آب خیلی کم است، با تقریب می‌توان جرم محلـــول را با جرم آب یکســـان در نظر گرفت. در دمای $20^\circ C$ و فشـــار $4/5\ atm$، انحلال‌پذیری $O_2$ در حدود ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین:

$$\text{غلظت } O_2 = \frac{0/02}{100} \times 10^6 = 200\ ppm$$

۱۰۳۵. (گزینه ۱)

اول باید مشخص کنیم کدام نمودار مربوط به آب دریاست. از آن‌جا که حل‌شدن نمک‌ها در آب موجب کاهش انحلال‌پذیری اکسیژن در آب می‌شود؛ پس نمودار با خط پر به آب دریا مربوط می‌شود.

غلظت ppm، میلی‌گرم حل‌شـــونده در یک کیلوگرم محلول را نشان می‌دهد؛ پس $5ppm$ یعنی ۵ میلی‌گرم اکســـیژن در ۱۰۰۰ گرم آب دریا یا همان ۰/۵ میلی‌گرم اکسیژن در ۱۰۰ گرم آب دریا.

اگر روی محور عمودی نمودار، عدد ۰/۵ میلی‌گرم را پیدا کرده و با اســـتفاده از نمودار، دمای مربوطه را پیدا کنید، به دمای $45^\circ C$ می‌رسید.

۱۰۳۶. (گزینه ۲) ابتدا باید حســـاب کنیم وقتی غلظت $NO$ برابر ۰/۰۱ مولار باشـــد، انحلال‌پذیری آن چه‌قدر اســـت. ۰/۰۱ مولار یعنی در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر محلول، ۰/۰۱ مول یا (۰/۰۱×۳۰) گرم $NO$ حل شده است. با تقریب، ۱۰۰۰ میلی‌لیتـــر محلول را معادل ۱۰۰۰ گرم آب در نظر می‌گیریم. بنابراین در ۱۰۰۰ گرم آب، ۰/۳ گرم $NO$ حل شده و خواهیم داشت:

$$\text{انحلال‌پذیری } NO = \frac{0/3}{1000} \times 100 = 0/03\ g\ (\text{در ۱۰۰ گرم آب})$$

حالا می‌رویم ســـراغ نمودار داده شده و روی محور انحلال‌پذیری، ۰/۰۳ را پیدا کرده و فشار مربوط به آن را به‌دست می‌آوریم: حدود ۴/۴ اتمسفر.

۱۰۳۷. (گزینه ۲) در دمای $20^\circ C$ و فشار ۱۰ اتمسفر، انحلال‌پذیری $O_2$ تقریباً برابر با ۰/۰۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین:

$$10^6 g(\text{آب}) \times \frac{0/04\ g\ O_2}{100\ g(\text{آب})} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} = 12/5\ mol\ O_2$$

۱۰۳۸. (گزینه ۲)

**استراتژی حل:** مسیر زیر را طی می‌کنیم:

$$\text{جرم آب} \longrightarrow \text{mol } O_2 \longrightarrow \text{L } O_2$$

شاید تعجب کنید ولی ۱ تُن، ۱۰۰۰ کیلوگرم است! طبق روش کسرهای تبدیل:

$$\text{حجم اکسیژن آزاد شده} = 1000\ kg\ \text{آب} \times \frac{(14/5 - 6/5)\ mg\ O_2\ \text{آزاد شده}}{1\ kg\ \text{آب}}$$

$$\times \frac{1\ g\ O_2}{1000\ mg\ O_2} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} \times \frac{22/4\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2}$$

$$= \frac{1000 \times 8 \times 22/4}{1000 \times 32} = \frac{22/4}{4} = 5/6\ L\ O_2$$

۱۳۲۷. (گزینه ۴) هرچه تعداد کربن آلکان بیشتر باشد، نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

۱۳۲۸. (گزینه ۳) به جز عبارت (آ)، بقیهٔ عبارت‌ها درست است.

**بررسی عبارت نادرست:**

آ) نیروی بین مولکولی آلکان‌ها از نوع نیروی وان‌درووالسی است، در حالی که در اتانول، نیروی بین مولکولی عمده، پیوند هیدروژنی است.

۱۳۲۹. (گزینه ۱) بدون شرح!

۱۳۳۰. (گزینه ۳) آلکان‌ها ترکیباتی ناقطبی هستند و شستن دست‌ها با آلکان‌ها (آلکان‌های مایع) به علت حل‌کردن بافت‌های چربی پوست، در درازمدت باعث آسیب به آن می‌شود.

**بررسی گزینه‌های نادرست:** گزینهٔ «۱»: آلکان‌ها سیرشـــده بوده و به دلیل واکنش‌پذیری ناچیز آن‌ها میزان سمی‌بودنشان کمتر است.

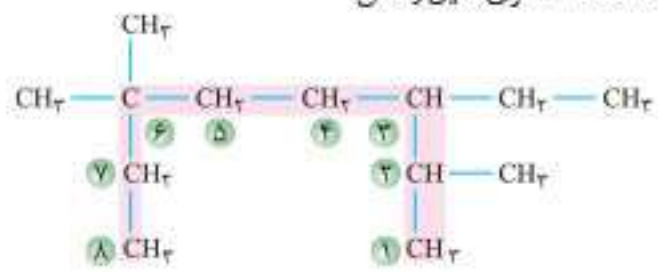
گزینهٔ «۲»: آلکن‌ها سیرنشده بوده و واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آلکان‌ها دارند.

گزینهٔ «۴»: به دلیل کاهش غلظت اکسیژن در هوای دم در اثر استنشاق آلکان‌ها، برداشتن بنزین از باک خودرو با شلنگ خطرناک است.

۱۳۳۱. (گزینه ۴) به نام‌های درست هر دو آلکان توجه کنید:

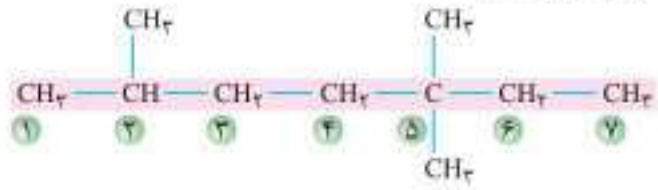
نام درست آلکان (II):

۳ـ اتیل ـ ۲، ۶، ۶ـ تری‌متیل‌اوکتان

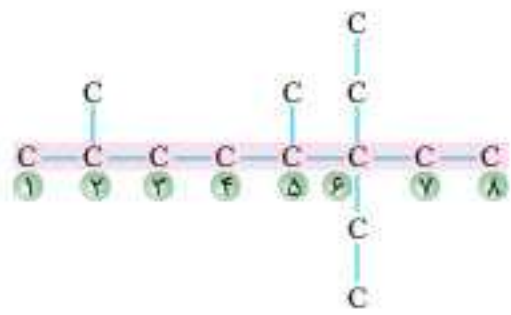


نام درست آلکان (I):

۲، ۵، ۵ـ تری‌متیل‌هپتان



۱۳۳۲. (گزینه ۳) اگر ساختار کربنی ترکیب را بدون نشان‌دادن اتم‌های هیدروژن رسم کنیم:

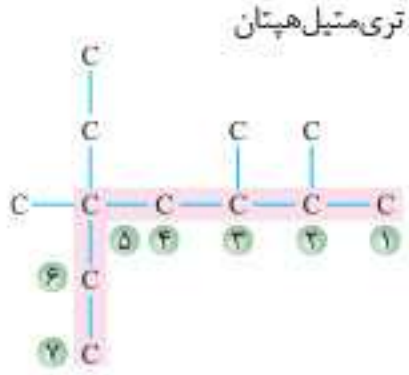


۶، ۶ـ دی‌اتیل ـ ۲، ۵ـ دی‌متیل‌اوکتان

توجه کنید که زنجیر اصلی کربنی را باید از سمتی شماره‌گذاری کنیم که زودتر به اولین شاخه برسیم. در ضمن نام اتیل و متیل به‌ترتیب با حرف E و M شروع می‌شود. پس در هر حال باید نام اتیل قبل از نام متیل ذکر شود.

۱۳۳۳. (گزینه ۴) ساختار مولکول را بدون اتم‌های H رسم و نام‌گذاری می‌کنیم:

۵ـ اتیل ـ ۲، ۳، ۵ـ تری‌متیل‌هپتان

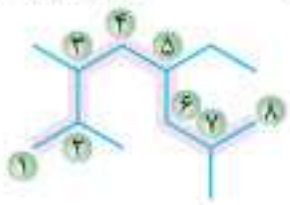


۱۳۳۴. (گزینه ۱)

۷ـ اتیل ـ ۳، ۳، ۶، ۶ـ تترامتیل‌نونان

توجه کنید که از هر دو سمت زنجیر اصلی، اولین شاخه روی کربن سوم زنجیر اصلی قرار دارد. اما روی کربن سوم از سمت راست زنجیر، دو شاخهٔ آلکیل وجود دارد. پس لازم است زنجیر اصلی را از سمت راست شماره‌گذاری کنیم.

۱۳۳۵. (گزینه ۱) ۵ـ اتیل ـ ۲، ۳، ۷ـ تری‌متیل‌اوکتان

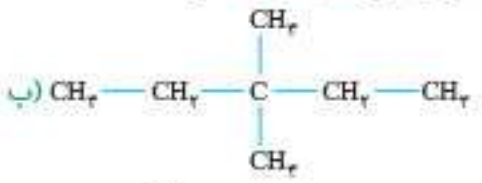


۱۳۳۶. (گزینه ۳) نام ترکیب اول نادرست است، نام درست آن به‌صورت زیر می‌باشد.

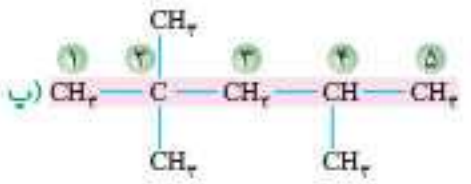
۳، ۶– دی‌اتیل اوکتان

۱۳۳۷. (گزینه ۴) نام‌های ارائه‌شده در دو مورد (ب) و (پ) درست است.

۳، ۳ـ دی‌متیل پنتان (ب)

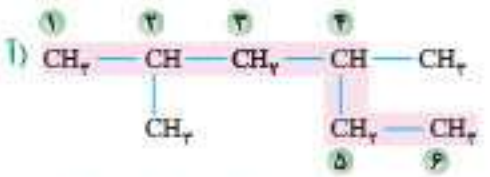


۲، ۲، ۴ـ تری‌متیل‌پنتان (پ)

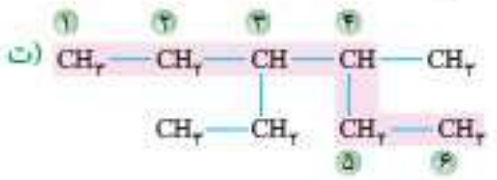


نام درست دو ترکیب دیگر:

۲، ۴ـ دی‌متیل هگزان (آ)

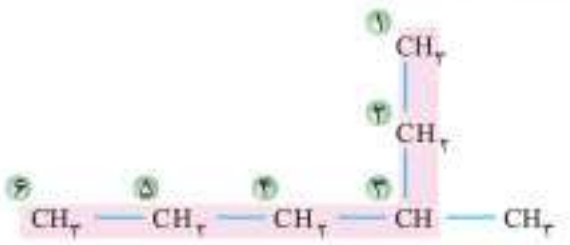


۳–اتیل ـ ۴ـ متیل‌هگزان (ت)

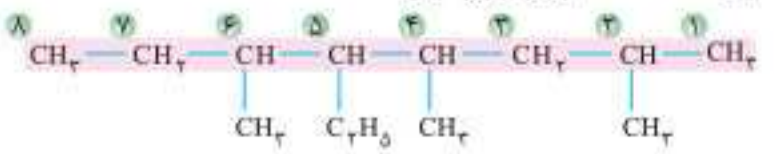


۱۳۳۸. (گزینه ۲) موارد (ب) و (پ) درست هستند.

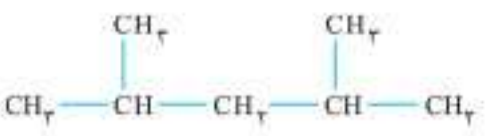
آ) ۳ـ متیل‌هگزان



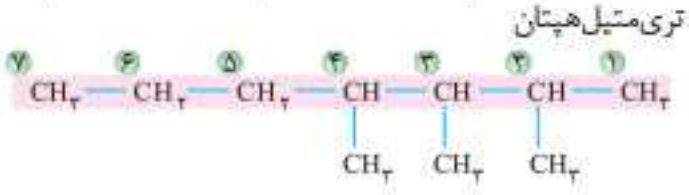
ب) ۵ـ اتیل ـ ۲، ۴، ۶– تری‌متیل‌اوکتان



پ) ۲، ۴ـ دی‌متیل‌پنتان



ت) ۲، ۳، ۴ـ تری‌متیل‌هپتان



## فصل سوم

### پایهٔ یازدهم

۱۸۶۵. (گزینه ۲) حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شوند.

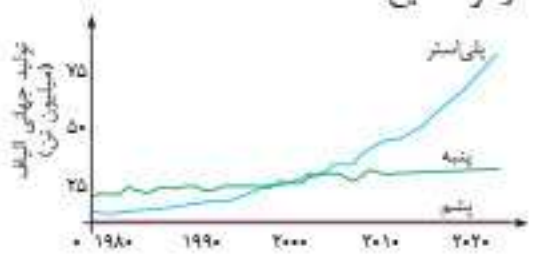
۱۸۶۶. (گزینه ۱) الیاف پنبه از سلولز تشکیل شده، زنجیری بسیار بلند که از اتصال شمار بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته می‌شود.

۱۸۶۷. (گزینه ۲) عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

**بررسی برخی از عبارت‌ها:**

آ) انسولین برخلاف ویتامین (آ) و نفتالن جزو درشت‌مولکول‌ها می‌باشد.

ب) با توجه به نمودار صحیح است.

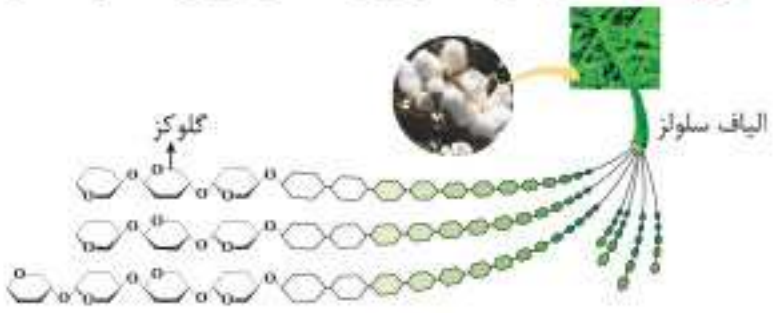



پ) طبق نمودار نادرست است.

ت) ترتیب مراحل تهیهٔ پوشاک به‌صورت زیر است:

الیاف $\xrightarrow{\text{ریسندگی}}$ نخ $\xrightarrow{\text{بافندگی}}$ پارچهٔ خام $\xrightarrow{\text{فراوری}}$ پارچهٔ آمادهٔ استفاده $\xrightarrow{\text{دوزندگی}}$ پوشاک

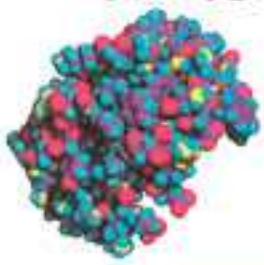
۱۸۶۸. (گزینه ۲) شکلی که در کتاب درسی ارائه‌شده درستی گزینهٔ «۲» را تأیید می‌کند.




۱۸۶۹. (گزینه ۳) عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست است.

**بررسی برخی از عبارت‌ها:** عبارت (ب): در مولکول انسولین، واحدهای تکرارشونده همانند پلیمرها دیده نمی‌شوند.

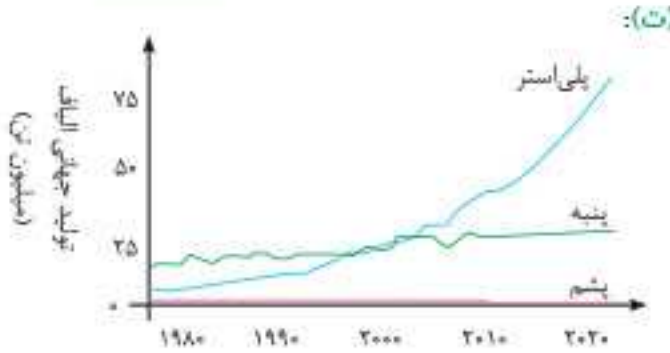
برای ارزیابی درست عبارت‌هایی همانند آنچه در این تست ارائه شده است، لازم است متن، شکل‌ها و نمودارهای ارائه‌شده در کتاب درسی را شخم بزنید! پرسش‌های ارائه‌شده در کتاب درسی را هم فراموش نکنید!



مولکول انسولین

عبارت (آ) و (ب):

عبارت (ت):




۱۸۷۰. (گزینه ۳) در نادرستی عبارت چهارم و درستی عبارت سوم تردیدی نیست. کلید سازمان سنجش برای این تست، مشخص می‌کند که طراح تست یکی از دو عبارت اول یا دوم را نیز نادرست در نظر گرفته است. به جز خداوند بزرگ و طراح این تست، کسی نمی‌تواند، با قطعیت مشخص کند که کدام یک از دو عبارت اول یا دوم از نظر طراح تست، نادرست است.

**بررسی برخی از عبارت‌ها:** عبارت اول: پیوند کووالانسی عامل اتصال مونومرهای هر پلیمر به یکدیگر هست، اما این که پیوند کووالانسی را سنگ‌بنای تشکیل پلیمرها در نظر بگیریم یا نه، خدا می‌داند و خود طراح تست! در کتاب درسی عنوان سنگ بنا فقط در این مورد آمده است که «گاز اتن سنگ‌بنای صنایع پتروشیمی است.» و بر اساس کتاب درسی نمی‌توان درستی یا نادرستی عبارت اول را نتیجه گرفت.

عبارت دوم: ساختار مولکول انسولین و عنصرهای سازندهٔ آن و نیز بودن یا نبودن واحدهای تکرارشونده در مولکول انسولین، در کتاب درسی نیامده و فقط مشخص شده که انسولین نوعی درشت مولکول است. علاوه بر آن، اگرچه واضح است که انسولین دارای C و H می‌باشد، ولی اتم‌های مربوط به عناصر دیگری را هم دارد و بنابراین، معلوم نیست که طراح تست عبارت دوم را درست در نظر گرفته یا نادرست!

۱۸۷۱. (گزینه ۲) فقط عبارت اول درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: در ساختار همهٔ پلی‌استرها و پلی‌آمیدها، پیوند دوگانهٔ کربن با اکسیژن وجود دارد. در برخی پلیمرهای افزایشی (که مونومرها از پیوند $C=C$ برخوردارند) نیز ممکن است پیوند دوگانه وجود داشته باشد، مانند: پلی‌استیرن.

عبارت دوم: در واکنش بسپارش گلوکز که با تولید سلولز یا نشاسته همراه است، مونومر (تک‌پار) که گلوکز است، فاقد پیوند دوگانه است.

عبارت سوم: واحدهای سازندهٔ سلولز به کمک پیوند $C-O-C$ به یکدیگر متصل شده‌اند.

عبارت چهارم: اولاً، شمار مونومرهایی که برای تشکیل هر زنجیر پلیمری مصرف می‌شوند، دقیقاً معیّن نیست. ثانیاً، تعداد فراورده می‌تواند بیش از یک مورد باشد. از جمله در واکنش‌های تشکیل پلی‌استر یا پلی‌آمید، دو نوع فراورده تشکیل می‌شود: پلیمر و آب.

۱۸۷۲. (گزینه ۴) عبارت‌های دوم و سوم درست‌اند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: پیوندهای رایج در ساختار پلیمرها، پیوندهای اشتراکی‌اند. هرچند بسپارش یونی نیز وجود دارد که خارج از محدودهٔ کتاب و کنکور است.

عبارت دوم: پلی‌استیرن از استیرن با فرمول مولکولی $C_8H_8$ تشکیل شده است.

عبارت سوم: نشاسته از واحدهای تکرارشوندهٔ گلوکز ساخته شده است.

عبارت چهارم: همهٔ پلیمرها جزو درشت مولکول‌ها می‌باشند. درشت مولکول‌های (پلیمرهای) زیادی وجود دارند که به‌صورت مصنوعی ساخته می‌شوند.

عبارت پنجم: بسیاری از پلیمرها از واحدهای تکرارشوندهٔ کوچکی ساخته می‌شوند.

۱۸۷۳. (گزینه ۴)

پلی‌اتن $\xrightarrow[\text{گرما، فشار}]{}$ گاز اتن

(جامدی سفیدرنگ)

جرم مولی پلی‌اتن حاصل، اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است.

۱۸۷۴. (گزینه ۴) در اتن و همین‌طور در پلی‌اتن و تمام ترکیب‌های آلی پایدار، هر اتم کربن دارای ۴ پیوند کووالانسی است.

اتن: $CH_2=CH_2$

پلی‌اتن: $+CH_2-CH_2+_n$

از سایر جهات عنوان شده، اتن و پلی‌اتن تفاوت دارند:

| ویژگی / ماده | حالت فیزیکی در دمای معمولی | تعداد اتم متصل به هر اتم کربن | تعداد پیوند هر اتم کربن | پیوند دوگانه |
|---|---|---|---|---|
| اتن | گاز | ۳ | ۴ | دارد |
| پلی‌اتن | جامد | ۴ | ۴ | ندارد |

**۱۸۷۵.** (گزینه ۴) $C_۴H_۸$ از فرمول عمومی $C_nH_{۲n+۲}$ تبعیت کرده و جزو آلکان‌هاست. هیچ آلکانی امکان پلیمر شدن را ندارد.
هر ترکیبی که در ساختار آن پیوند $C=C$ وجود داشته باشد، امکان پلیمرشدن را دارد.

**۱۸۷۶.** (گزینه ۳) شمار مونومرهایی که به‌هم متصل می‌شوند تا پلیمر را تشکیل دهند، عدد معین و ثابتی نیست. بنابراین نوشتن فرمول مولکولی دقیق پلیمر ممکن نیست.

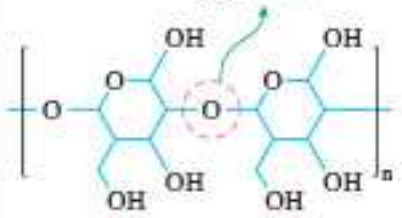
**۱۸۷۷.** (گزینه ۳) در ساختار پلی‌سیانواتن، پلی‌تترافلوئورواتن وپلی‌وینیل کلرید، اتم‌های F ، N و Cl به ترتیب دارای ۱، ۳ و ۳ جفت الکترون ناپیوندی هستند.
بنابراین در واحد تکرارشوندهٔ این سه پلیمر، به‌ترتیب ۱، ۱۲ و ۳ جفت الکترون ناپیوندی مشاهده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: تعداد مونومری که برای تشکیل هر زنجیر پلیمری به‌یکدیگر متصل می‌شوند، متفاوت‌اند.

گزینهٔ «۲»: مولکول روغن زیتون از هر دوی آن‌ها، کوچک‌تر است.

گزینهٔ «۴»: در سلولز و نشاسته که پلیمر طبیعی هستند، مونومرها از طریق پل اکسیژنی به یکدیگر اتصال دارند.

پل اکسیژنی



**۱۸۷۸.** (گزینه ۱) فرمول مولکولی ترکیب را به‌دست می‌آوریم. اگر بشمارید، ۲۱ اتم کربن داریم. حالا تعداد اتم H را حساب می‌کنیم:

$$\text{تعداد H} = ۲(۲۱)+۲-۲(\underbrace{۴}_{\text{حلقه}}+\underbrace{۶}_{\text{پیوند دوگانه}}) = ۲۴$$

پس فرمول مولکولی ترکیب عبارت است از: $C_{۲۱}H_{۲۴}O_۲$

عبارت‌های (ب) و (پ) درست‌اند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** الف) ۸ اتم کربن از ترکیب، پیوندی با هیدروژن ندارند. این کربن‌ها را در شکل با نماد مربع آبی رنگ مشخص کرده‌ایم.

ب) اگر اتم اکسیژنی در این ترکیب وجود نداشت، هر مول از آن با $(\frac{۲۴}{۴}+۲۱)$، یعنی ۲۷ مول $O_۲$ به‌طور کامل می‌سوخت؛ اما با توجه به وجود دو اتم اکسیژن در ساختار آن، هر مول از آن با ۲۶ مول $O_۲$ به‌طور کامل می‌سوزد.

پ) گروه‌های متیل را در شکل با نماد • مشخص کردیم: ۴ گروه متیل. در ساختار مونومر سازندهٔ سرنگ (پروپن)، یک گروه متیل وجود دارد.

$$\underset{\text{متیل}}{CH_۳}-CH=CH_۲ \quad \text{(پروپن)}$$

ت) ترکیب ارائه‌شده، ۵ پیوند دو گانهٔ $C=C$ دارد که هر مول از آن می‌تواند موجب جذب ۵ مول $H_۲$ شود. هر مول پیوند دوگانهٔ $C=O$ نیز می‌تواند با جذب یک مول $H_۲$، موجب تشکیل عامل الکلی شود که البته در متن کتاب درسی اشاره‌ای به این موضوع نشده است.

**تذکر:** معمولاً با تبدیل پیوندهای $C=C$ به $C-C$ در اثر جذب هیدروژن، ترکیب آلی را با وجود داشتن پیوند $C=O$، ترکیبی سیرشده به حساب می‌آورند.

**۱۸۷۹.** (گزینه ۲) برای مشخص کردن ساختار پلیمر، مونومر را به گونه‌ای بنویسید که فقط کربن‌های پیوند دوگانه روی خط افقی قرار گیرند و سایر عوامل، بالا یا پایین آن قرار داده شوند.

(پلی‌پروپن) $n\ CH_۲=CH(CH_۳) \xrightarrow{\text{پلیمرشدن}} -(CH_۲-CH(CH_۳))_n-$

(پلی‌سیانواتن) $n\ CH_۲=CH(CN) \xrightarrow{\text{پلیمرشدن}} -(CH_۲-CH(CN))_n-$

**۱۸۸۰.** (گزینه ۳)

پلی۲- پنتن $n\ CH(CH_۳)=CH-CH_۲-CH_۳ \xrightarrow{\text{پلیمرشدن}} -(CH(CH_۳)-CH-CH_۲-CH_۳)_n-$

**۱۸۸۱.** (گزینه ۱) مونومر مطرح شده در گزینهٔ «۱»، پروپن بوده و پلیمر حاصل از آن (پلی‌پروپن) ساختار زیر را خواهد داشت.



**۱۸۸۲.** (گزینه ۴) همهٔ موارد نمایش داده‌شده، درست است، بی‌عیب و نقص!

**۱۸۸۳.** (گزینه ۴) کاربرد درست موارد اشتباه:

| نوع پلیمر | پلی‌پروپن | پلی‌سیانو اتن | کولار | تفلون |
|---|---|---|---|---|
| کاربرد | سرنگ | پتو | جلیقهٔ ضدگلوله | نخ دندان |

**۱۸۸۴.** (گزینه ۳) در ساختار پلیمرهای تفلون، پلی‌پروپن، سلولز و پلی‌وینیل کلرید همهٔ پیوندهای اشتراکی ساده یا یگانه‌اند. ببینید:

تفلون: $-(CF_۲-CF_۲)_n-$ (همهٔ پیوندها ساده)

پلی‌سیانواتن: $-(CH_۲-CH(C\equiv N))_n-$

پلی‌پروپن: $-(CH_۲-CH(CH_۳))_n-$ (همهٔ پیوندها ساده)

پلی‌استیرن: $-(CH_۲-CH(C_۶H_۵))_n-$

سلولز: $-(C_۶H_۷O_۲(CH_۲OH)(OH)(OH)-O)_n-$ (همهٔ پیوندها ساده)

پلی‌وینیل کلرید: $-(CH_۲-CH(Cl))_n-$ (همهٔ پیوندها ساده)

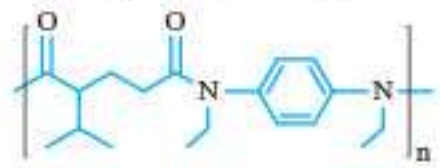
ب) حساب می‌کنیم: $\text{تعداد پیوند} = \frac{۱}{۲}[(۴\times۴)+۸+(۲\times۲)] = ۱۴$

پ) اسید ۴ کربنی با الکل ۳ کربنی، استر ۷ کربنی تشکیل می‌دهند، یعنی $C_۷H_{۱۴}O_۲$

ت) حساب می‌کنیم: $\text{درصد جرمی H} = \frac{۸}{۸۸}\times۱۰۰ \simeq ٪۹$

**۲۰۲۰.** (گزینه ۲) تعداد مول آب تشکیل شده در فرایند تشکیل پلی‌آمید، به اندازهٔ تعداد مونومرهای مصرف‌شده است. بنابراین به ازای مصرف ۱۰ مول دی‌اسید و ۱۰ مول دی‌آمین، ۲۰ مول آب تولید می‌شود.

**۲۰۲۱.** (گزینه ۳) ساختار فراورده حاصل از انجام واکنش به‌صورت زیر است:



$(C_{۱۸}H_{۲۶}O_۲N_۲ = ۳۰۲\ g.mol^{-۱})$

$C_{۱۸}H_{۲۶}O_۲N_۲ = ۳۰۲\ g.mol^{-۱}$

حالا با استفاده از جرم مولی پلی‌آمید حاصل، شمار واحدهای تکرارشوندهٔ (n) آن را به‌دست می‌آوریم: $۳۰۲n = ۳۰۲۰۰۰ \Rightarrow n = ۱۰۰۰$

**۲۰۲۲.** (گزینه ۱) **قسمت اول:** از آبکافت هر مول پلیمر، n مول دی‌اسید تولید می‌شود و هر مول دی‌اسید با ۲ مول متانول می‌تواند واکنش دهد، بنابراین:

$۱\text{(پلیمر)} \sim n\text{(دی‌اسید)} \sim ۲nCH_۳OH$

جرم مولی واحد تکرارشوندهٔ پلیمر برابر ۲۵۴ گرم بر مول است.

**برابری نسبت مول به ضریب:**

$$\frac{۲۵۴۰g\text{(پلیمر)}}{۱\times۲۵۴n} = \frac{x\ g\ CH_۳OH}{۲n\times۳۲} \Rightarrow x = ۶۴۰g\ CH_۳OH$$

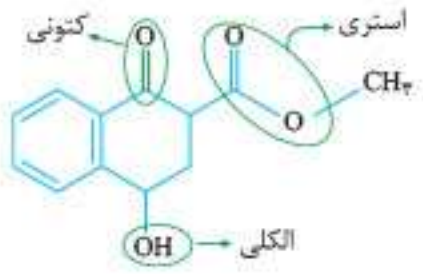
**قسمت دوم:** مصرف هر ۲ مول متانول، با تولید یک مول دی‌استر زیر همراه است:

$(C_{۱۲}H_{۱۰}O_۴ = ۲۴۴g.mol^{-۱})$

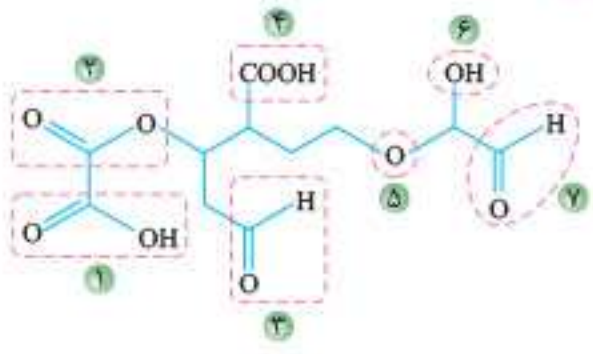
**برابری نسبت مول به ضریب:**

$$\frac{۶۴۰g\ CH_۳OH}{۲\times۳۲} = \frac{xg\text{(دی‌استر)}}{۱\times۲۴۴} \Rightarrow x = ۲۴۴۰g\text{(دی‌استر)}$$

**۲۰۲۳.** (گزینه ۳) گروه‌های عاملی در ساختار مولکول مشخص شده‌اند:

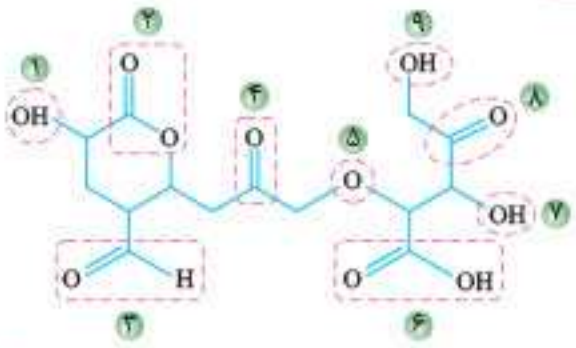



**۲۰۲۴.** (گزینه ۲) در شکل زیر، تمام گروه‌های عاملی مشخص‌اند:

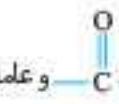


| شماره | ۶ | ۵ | ۴،۸ | ۳ | ۲ | ۱،۷،۹ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع گروه عاملی | کربوکسیلیک‌اسید | اتری | کتونی | آلدهیدی | استری | الکلی |

**۲۰۲۵.** (گزینه ۱) در شکل زیر، تمام گروه‌های عاملی را مشخص کرده‌ایم:



**۲۰۲۶.** (گزینه ۲)

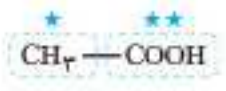
عامل آلدهیدی به صورت  و عامل استری به صورت است.

بنابراین b، آلدهید و a استر است.

دو ترکیب b و c به‌ترتیب آلدهید و کتون با فرمول عمومی یکسان بوده و همپار یکدیگر محسوب می‌شوند.

**۲۰۲۷.** (گزینه ۴) تفاوت جرم مولی ترکیب (II) و استیک‌اسید را حساب می‌کنیم:

ترکیب (II)



استیک اسید

$\Rightarrow$ اختلاف: $C_۶H_۴OH = ۹۲g.mol^{-۱}$

فرمول مولکولی هپتین، $C_۷H_{۱۲}$ و جرم مولی آن برابر ۹۶ گرم بر مول است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ «۱»: فرمول مولکولی ترکیب‌های I و IV، یکسان و با یکدیگر همپارند. فرمول مولکولی ترکیب‌های II و III هم، یکسان و با یکدیگر همپارند.

گزینهٔ «۲»: ترکیب‌های I و II، آروماتیک و دارای گروه کربوکسیل هستند.

گزینهٔ «۳»: تفاوت جرم مولی ترکیب‌های III و IV را حساب می‌کنیم:

ترکیب (III)

ترکیب (IV)

$\Rightarrow$ اختلاف $= (OCH_۳)و(OH) = CH_۲ = ۱۴g.mol^{-۱}$

جرم مولی پنتن $(C_۵H_{۱۰})$ برابر ۷۰ گرم بر مول است و داریم: $۰/۲\times۷۰ = ۱۴$

**۲۰۲۸.** (گزینه ۳) این ترکیب (گلوکز) با تشکیل پیوند هیدروژنی در آب حل می‌شود، اما برخلاف اتانول، به هر نسبتی در آب حل نمی‌شود.

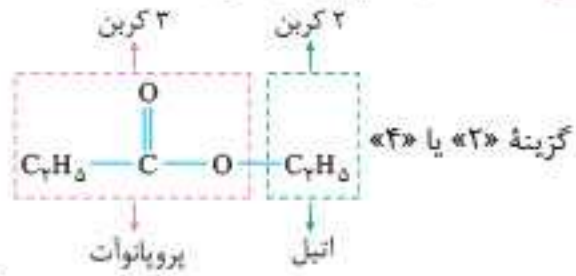
**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: دقیقاً!

گزینهٔ «۲»: دقیقاً ۵ عامل الکلی و یک عامل اتری دارد.

با توجه به شکل مقابل، شماره‌های ۱ تا ۵ نمایانگر عامل الکلی و شمارهٔ ۶ نمایانگر عامل اتری است.

گزینهٔ «۴»: این مولکول ۱۲ اتم H و ۶ اتم C دارد و نسبت تعداد H به تعداد C در آن، برابر $\frac{۱۲}{۶}$ یا ۲ است. هگزن هم همین‌طور.

**۲۰۲۹. (گزینه ۴)** **قسمت اول:** تعیین نام استر




گزینهٔ «۲» یا «۴»

**قسمت دوم:** تعیین فرمول مولکولی ترکیب ارائه‌شده: تعداد کربن آن برابر ۱۴ است و آشکار است که یک اتم N و یک اتم O دارد. مشکل ما فقط تعداد اتم H است که به لحاظ فرد بودن تعداد اتم N در ترکیب، باید یک عدد فرد باشد. بنابراین بدون شمارش تعداد اتم H، درستی گزینهٔ «۴» مشخص می‌شود.

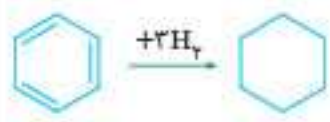
در صورت نیاز به تعیین تعداد دقیق اتم H، می‌توانستیم از رابطهٔ زیر بهره بگیریم:

تعداد اتم H = تعداد اتم N + ۲n + ۲ − (تعداد پیوند دوگانه ×۲) =

$$2(14)+2+1-(2\times3)=25$$

**۲۰۳۰. (گزینه ۳)**

**بررسی همهٔ گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: دارای ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی است.



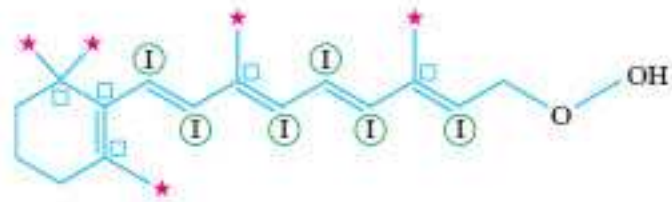

گزینهٔ «۲»: گروه هیدروکسیل ندارد.

گزینهٔ «۳»: بله.

گزینهٔ «۴»: ۱۴ اتم کربن و ۵ اتم اکسیژن دارد.

**۲۰۳۱. (گزینه ۲)** عبارت‌های (الف) و (ب) درست‌اند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** الف) در مولکول بنزن ۶ گروه CH وجود دارد. در ساختار ترکیب ارائه‌شده هم، همین تعداد CH وجود دارد. در شکل زیر کربن‌هایی که به‌صورت CH می‌باشند، با شمارهٔ (I) مشخص شده‌اند:




ب) در ساختار این ترکیب ۵ پیوند دوگانه و ۵ گروه متیل وجود دارد. در شکل نشان داده‌شده گروه‌های متیل ($-CH_3$) را با نماد ★ مشخص کرده‌ایم.

پ) در ساختار این ترکیب، حلقهٔ بنزنی وجود ندارد؛ پس فاقد ساختار آروماتیک است. علاوه برآن، زنجیر کربنی هم شاخه‌دار بوده و راست زنجیر نیست.

ت) در ساختار این ترکیب، ۵ اتم کربن با عدد اکسایش صفر وجود دارد. در شکل نشان داده‌شده، این کربن‌ها را با نماد □ مشخص کرده‌ایم. پنج برابر ۵ می‌شود ۲۵، اما تعداد H این ترکیب نمی‌تواند ۲۵ باشد. زیرا تعداد هیدروژن در مولکول تمام ترکیب‌های آلی که عنصری غیر از C، H و O نداشته باشد، زوج است. با این حال، بهتر است تعداد H در مولکول ارائه‌شده را هم حساب کنیم:

با استفاده از «رابطهٔ طلایی ۱۴»:

$$H=2(20)+2-(1\times2)-(5\times2)=30$$

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

**۲۰۳۲. (گزینه ۱)** عبارت (پ) درست است، فقط!

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

آ) یک عامل آمینی دارد. $NH_2-C(=O)-$ عامل آمیدی است.

ب) تعداد N زوج است. پس تعداد H هم زوج است.

پ) دقیقاً! اگر بشمارید، این ترکیب دارای ۱۲ اتم کربن است و پنجمین آلکین دارای ۶ اتم کربن است.

ت) چهار اتم اکسیژن، هر کدام دو جفت الکترون ناپیوندی و دو اتم نیتروژن، هر کدام یک جفت الکترون ناپیوندی دارد. پس در مجموع ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی دارد.

**۲۰۳۳. (گزینه ۳)** عبارت‌های سوم و چهارم درست‌اند.

ترکیب ارائه شده ۱۴ اتم کربن، ۲ اتم اکسیژن، یک اتم نیتروژن و دو اتم کلر دارد. با استفاده از «رابطهٔ طلایی ۱۴»، شمار هیدروژن آن را به‌دست می‌آوریم:

$$H=\underbrace{2(14)+2}_{2n+2}+\underbrace{1}_{\text{شمار اتم N}}-\underbrace{2}_{\text{شمار اتم‌های هالوژن}}-\underbrace{(2\times2)}_{\text{شمار حلقه}}-\underbrace{(7\times2)}_{\text{شمار پیوند دوگانه}}=11$$

پس فرمول مولکولی ترکیب ارائه‌شده، عبارت است از: $C_{14}H_{11}NO_2Cl_2$

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: دو تا از اتم‌های H به کربن متصل نیستند؛ پس ۹ پیوند H — C داریم. تعداد پیوند N — C هم که به‌طور آشکار، ۲ تا است.

$$\frac{\text{شمار پیوند C — H}}{\text{شمار پیوند C — H}}=\frac{9}{2}=4/5$$

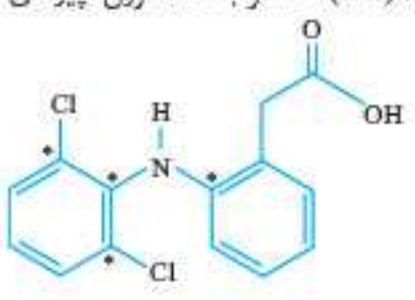
عبارت دوم: حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم اکسیژن‌ها}}{\text{جرم کل}}\times100=\frac{2\times16}{296}\times100\simeq10/8\%$$

عبارت سوم: ۹ پیوند H — C داریم و تعداد پیوند دوگانه برابر ۷ است (توجه کنید که گروه COOH — شامل یک پیوند دوگانه است)؛ بنابراین: ۹ − ۷ = ۲ تعداد اتم کلر هم برابر ۲ تا است.

عبارت چهارم: شمار جفت الکترون ناپیوندی = (۱×۱) + (۲×۲) + (۲×۳) = ۱۱

در شکل مقابل، اتم‌های کربنی را که عدد اکسایش ۱+ دارند، با * مشخص کرده‌ایم: (۴ مورد)




بنابراین: $\frac{11}{4}=\frac{5/5}{2}=2/75$

**۲۰۳۴. (گزینه ۴)**

**بررسی همهٔ گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: گروه استری دارد.

گزینهٔ «۲» و «۴»: ترکیب داده‌شده دارای ۱۵ اتم کربن، ۲ حلقه و ۴ پیوند دوگانه است. بنابراین با استفاده از «رابطهٔ طلایی ۱۴»:

$$H=2(15)+2-2(2+4)=20\Rightarrow\text{فرمول مولکولی}=C_{15}H_{20}O_5$$

حالا می‌توان با استفاده از «رابطهٔ طلایی ۱۵» شمار کل پیوندهای اشتراکی را حساب کرد:

$$\text{تعداد پیوندها}=\frac{15(4)+20(1)+5(2)}{2}=\frac{90}{2}=45$$

گزینهٔ «۳»: گروه عاملی کتونی ندارد.

**۲۰۳۵. (گزینه ۲)** عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** آ) ۱۶ کربن داریم، پس با استفاده از «رابطهٔ طلایی ۱۴»:

$$\text{تعداد اتم H}=(2\times16)+2-(2\times2)-(2\times3)+(1\times1)=25$$

(تعداد اتم کربن: ۲(۱۶)، تعداد پیوند دوگانه: (۲×۳)، تعداد حلقه: (۲×۲)، تعداد N: (۱×۱))

ب) خیر!

پ) بله!

ت) بله، ۱۲ الکترون برای ۳ اکسیژن و ۲ الکترون هم برای نیتروژن

**۲۰۳۶. (گزینه ۲)** عبارت‌های (پ) و (ت) درست‌اند.

**بررسی عبارت‌های نادرست:**

آ و ب) این ترکیب یک عامل آمینی داشته و عامل اتری ندارد.

ث) چون دو اتم N وجود دارد، پس تعداد اتم H زوج است. بر اساس «رابطهٔ طلایی ۱۴»:

$$\text{تعداد H}=2(\boxed{21})+2+\boxed{2}-2(\boxed{4})-2(\boxed{9})=20$$

(تعداد کربن: ۲۱، تعداد N: ۲، تعداد حلقه: ۴، تعداد پیوند دوگانه: ۹)

**نکته:** در تمام ترکیبات آلی که عنصری غیر از C، H و O ندارند، تعداد H زوج است. اگر نیتروژن وجود داشته باشد، چنانچه تعداد N فرد باشد، تعداد H نیز فرد است و اگر تعداد N زوج باشد، تعداد H نیز زوج است.

۲۱۶۲. (گزینه ۴) انحلال NaCl در آب، کاملاً به‌صورت یونی صورت می‌گیرد، در حالی که فقط درصد کمی از انحلال HF در آب، به‌صورت یونی بوده و عمدتاً به‌صورت مولکولی حل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ «۱»: $NH_3$ باز ضعیف بوده و فقط چند درصد یونیده می‌شود، در حالی که KOH باز قوی است و کاملاً به‌صورت یونی حل می‌شود. پس غلظت یون‌ها در محلول KOH (با غلظت مولی یکسان)، خیلی بیشتر از محلول $NH_3$ بوده و رسانایی الکتریکی آن نیز خیلی بیشتر است.

گزینهٔ «۲»: ساکارز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) در آب فقط به‌صورت مولکولی حل می‌شود و محلول آن غیرالکترولیت است. در حالی که قسمتی از انحلال اتانوییک‌اسید، به‌صورت یونی صورت گرفته و رسانایی الکتریکی دارد.

گزینهٔ «۳»: HF اسید ضعیف و HCl اسید قوی است. در نتیجه HCl رسانایی الکتریکی بیشتری نسبت به HF دارد.

۲۱۶۳. (گزینه ۴) رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار KOH همانند محلول ۱ مولار NaCl، زیاد است. پس اگر b به محلول سدیم‌کلرید مربوط باشد، d نمی‌تواند متعلق به محلول پتاسیم‌هیدروکسید باشد و گزینه «۴» به همین دلیل، نادرست است.

با توجه به وضعیت روشنایی لامپ در چهار شکل، مشخص است که b به یک الکترولیت قوی (مانند NaCl یا KOH) و c به یک غیرالکترولیت مانند اتانول یا استون مربوط است. a و d نمایانگر الکترولیت ضعیف (یک اسید یا باز ضعیف) می‌باشند.

۲۱۶۴. (گزینه ۱) تنها عبارت (ب) درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها: آ) NaCl(l)، یعنی سدیم‌کلرید مذاب و NaCl(aq)، یعنی محلول آبی سدیم‌کلرید رسانای یونی هستند؛ اما NaCl(s) اساساً فاقد رسانایی الکتریکی است.

ب) ذرات بارداری که عامل عبور جریان برق هستند، می‌توانند الکترون‌ها یا یون‌هایی باشند که امکان جابه‌جاشدن را دارند.

پ) اگر شمار زیروندها در فرمول شیمیایی دو ترکیب یونی، برابر هم باشد، محلول آن‌ها با غلظت مولی یکسان، دارای رسانایی الکتریکی یکسانی خواهد بود.

به‌عنوان مثال به چند محلول زیر توجه کنید:

۱) محلول ۰/۴ مولار کلسیم‌کلرید

۲) محلول ۰/۴ مولار آلومینیم‌نیترات

۳) محلول ۰/۵ مولار آلومینیم‌نیترات

۴) محلول ۰/۵ مولار آلومینیم‌سولفات

| مورد | (۱) | (۲) | (۳) | (۴) |
|---|---|---|---|---|
| فرمول شیمیایی ترکیب | $CaCl_2$ | $Al(NO_3)_3$ | $Al(NO_3)_3$ | $Al_2(SO_4)_3$ |
| غلظت مولار ($mol.L^{-1}$) | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰/۵ |
| مجموع زیروندها | ۳ | ۴ | ۴ | ۵ |
| غلظت مولی کل یون‌ها ($mol.L^{-1}$) | ۱/۲ | ۱/۶ | ۲ | ۲/۵ |
| مقایسهٔ رسانایی الکتریکی | ۴>۳>۲>۱ | | | |

ت) همهٔ اسیدها مواد مولکولی‌اند، اما در آب که حل می‌شوند، تمام یا بخشی از انحلال آن‌ها به‌صورت یونی است؛ بنابراین محلول آن‌ها بسته به قدرت اسید، از رسانایی الکتریکی برخوردار است. برخی از بازها مانند $NH_3$ و آمین نیز همین‌طور.

ت) معادلهٔ انحلال دو نمک در آب را می‌نویسیم و غلظت یون‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$NaCl(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

غلظت مولی کل یون‌ها $= ۰/۴ \times ۲ = ۰/۸ \, mol.L^{-1}$

$CaCl_2(aq) \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

غلظت مولی کل یون‌ها $= ۰/۳ \times ۳ = ۰/۹ \, mol.L^{-1}$

پس رسانایی محلول کلسیم‌کلرید بیش از محلول سدیم‌کلرید است؛ زیرا غلظت یون‌ها در آن بیشتر است.

۲۱۶۵. (گزینه ۲) عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها: آ) $Na_3PO_4$ , $M = ۰/۵ \, mol.L^{-1}$

$\Rightarrow$ غلظت مولی کل یون‌ها $= ۰/۵ \times ۴ = ۲ \, mol.L^{-1}$

$HNO_3$ , $M = ۰/۷ \, mol.L^{-1}$

$\Rightarrow$ غلظت مولی کل یون‌ها $= ۰/۷ \times ۲ = ۱/۴ \, mol.L^{-1}$

ب) $C_2H_5OH$ (اتانول) در آب به‌صورت مولکولی حل می‌شود و یون تولید نمی‌کند؛ پس رسانایی آن از $CH_3COOH$ (اتانوئیک اسید) کمتر خواهد بود.

پ) $CHF_2COOH$ , $۰/۰۶ \, M \Rightarrow ۲ \times ۰/۳ \times ۰/۰۶ = ۳/۶ \times ۱۰^{-2} \, mol.L^{-1}$ (بیشتر)

$HF$ , $۰/۸ \, M \Rightarrow ۲ \times ۰/۰۲ \times ۰/۸ = ۳/۲ \times ۱۰^{-2} \, mol.L^{-1}$

ت) $N_2O_5 \longrightarrow 2HNO_3$ , $M = \frac{۰/۰۳ \times ۲}{۳} = ۰/۰۲ \, mol.L^{-1}$

$\Rightarrow ۰/۰۲ \times ۲ = ۰/۰۴ \, mol.L^{-1}$ (بیشتر)

$HF$ , $۰/۸ \, M \Rightarrow ۲ \times ۰/۰۲ \times ۰/۸ = ۰/۰۳۲ \, mol.L^{-1}$

ث) $Ca(NO_3)_2$ , $۰/۰۳ \, M \Rightarrow (۳ \times ۰/۰۳) = ۰/۰۹ \, mol.L^{-1}$ (بیشتر)

$HCOOH$ , $۲M \Rightarrow ۲ \times ۰/۰۲ \times ۲ = ۰/۰۸ \, mol.L^{-1}$

۲۱۶۶. (گزینه ۴) pH در محلول‌های بازی به رنگ آبی درمی‌آید.

محلول‌های بازی: متیل‌آمین، سود سوزآور (یعنی ب و ت)

رسانایی الکتریکی محلول KCl و NaOH (با دما و غلظت مولی یکسان) برابر هم است؛ زیرا هر دوی آن‌ها الکترولیت قوی بوده و تعداد مول یون حاصل از انحلال هر مول از آن‌ها برابر هم است: $KCl(s) \longrightarrow K^+(aq) + Cl^-(aq)$

$NaOH(s) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

۲۱۶۷. (گزینه ۳)

**استراتژی حل:** رسانایی الکتریکی دو محلول در صورتی برابر هم می‌شود که غلظت کل یون‌ها در دو محلول، یکسان باشد؛ بنابراین حجم محلول دوم را چنان تعیین می‌کنیم که غلظت یون‌ها در دو محلول برابر هم شود.

**خُب! حل کردین؟ به کدوم گزینه رسیدین؟ گزینهٔ «۴»؟! اگه این‌طوره، با سر رفتین توی دام!**

**دقت کنید:** اکسیدهای فلزی به‌طور کلی با آب واکنش داده و هیدروکسید تولید می‌کنند و در واقع هیدروکسید آن‌ها در آب حل می‌شود.

$K_2O$ با آب واکنش داده و از هر مول آن دو مول KOH تولید می‌شود:

$K_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2KOH(aq) \longrightarrow 2K^+(aq) + 2OH^-(aq)$

پس حل شدن هر مول $K_2O$ در آب، با تولید ۴ مول یون همراه است. از طرفی، هر مول $NaNO_3$ در آب، ۲ مول یون پدید می‌آورد. اگر حجم محلول $NaNO_3$ را x لیتر در نظر بگیریم:

غلظت یون‌ها در محلول (۲) = غلظت یون‌ها در محلول (۱)

$$\Rightarrow \frac{(\frac{۴/۷}{۹۴} \times ۴) \, mol}{۰/۸ \, L} = \frac{(\frac{۱۷}{۸۵} \times ۲) \, mol}{x \, L} \Rightarrow x = ۱/۶ \, L = ۱۶۰۰ \, mL$$

**۲۵۷۸.** (گزینه ۴) در واکنش داده‌شده نیم‌واکنش آندی و کاتدی به‌صورت زیر است:

$M(s) \longrightarrow M^{2+}(aq) + 2e^-$ نیم‌واکنش آندی

$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$ نیم‌واکنش کاتدی

$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$

$1/56 = 0/8 - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ_{\text{آند}} = -0/76V$

می‌توان دریافت که کاتیون $Ag^+$ اکسنده‌تر از کاتیون $M^{2+}$ است. زیرا تمایل $Ag^+$ برای کاهش یافتن $(+0/80V)$ خیلی بیشتر از تمایل $M^{2+}$ برای کاهش یافتن $(-0/76V)$ است.

**۲۵۷۹.** (گزینه ۴) گاز کلر می‌تواند با محلول NaBr واکنش دهد، زیرا واکنش‌پذیری کلر در مقایسه با برم، بیشتر است.

$$Cl_2(g) + 2NaBr(aq) \longrightarrow \underbrace{Br_2(l)}_{\text{به‌رنگ قرمز}} + 2NaCl(aq)$$

واکنش‌های مطرح‌شده در گزینه‌های «۱» و «۲» به‌صورت خودبه‌خودی انجام نمی‌شوند و انجام واکنش گزینهٔ «۳» با تولید فراوردهٔ رنگی همراه نیست:

$$Zn(s) + Ag_2SO_4(aq) \longrightarrow \underbrace{ZnSO_4(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} + \underbrace{2Ag(s)}_{\text{به‌رنگ نقره‌ای}}$$

**تذکر:** لابد طراح این تست رنگ نقره‌ای را «رنگی» به حساب نمی‌آورد!

**۲۵۸۰.** (گزینه ۱) هر چهار عبارت درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: $E^\circ$ واکنش را حساب می‌کنیم. اگر مثبت باشد، یعنی واکنش به‌طور طبیعی پیش می‌رود:

$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/56 - 0/34 = 0/22V > 0$

عبارت دوم: معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$2AuI_4^- + 3Cu \longrightarrow 2Au + 3Cu^{2+} + 8I^-$$

۳ مول مس اکسید می‌شود و هر مول از آن، دو مول الکترون از دست داده و به $Cu^{2+}$ تبدیل می‌شود؛ پس به ازای مصرف ۳ مول مس، ۶ مول الکترون مبادله می‌شود.

عبارت سوم: عدد اکسایش طلا در یون چهارتایی $AuI_4^-$ برابر ۳+ است و کاهش یافته و به صفر می‌رسد؛ پس یون چهارتایی $AuI_4^-$ نقش اکسنده را دارد.

عبارت چهارم: دقیقاً! $2+3+2+3+8=18$

**تذکر:** در مورد عبارت دوم «تجربه + حس ششم» ما را به این نتیجه می‌رساند که طراح تست عبارت دوم را درست درنظر گرفته است؛ اما این عبارت در صورت اندکی موشکافی، مشخص می‌شود که در واقع ایراد دارد. چرا؟

چون تعداد مول الکترون مبادله‌شده وابسته به مقدار موادی است که در واکنش مصرف می‌شود. مثلاً اگر ۶ مول فلز مس در این واکنش مصرف شده باشد، تعداد الکترون مبادله‌شده برابر ۱۲ مول خواهد بود.

پس لازم بود در عبارت دوم ذکر شود که به ازای تشکیل هر مول از ترکیب یونی تولید شده، ۶ مول الکترون مبادله می‌شود تا عبارت دقیقاً درست باشد.

**۲۵۸۱.** (گزینه ۳) واکنشی انجام می‌گیرد که emf یا $E^\circ$ واکنش، مقداری مثبت باشد.

$emf = E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$

$E^\circ$ واکنش ارائه‌شده در گزینهٔ «۳»، منفی بوده و لذا این واکنش، قابل انجام نیست.

$$2Ag + I_2 \longrightarrow 2Ag^+ + 2I^-$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/54 - 0/8 < 0$

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»:

$$Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2Ag$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/8 - (-0/76) > 0$ انجام‌پذیر

گزینهٔ «۲»:

$$Cu^{2+} + Sn \longrightarrow Cu + Sn^{2+}$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/34 - (-0/14) > 0$ انجام‌پذیر

گزینهٔ «۴»:

$$2I^- + Br_2 \longrightarrow I_2 + 2Br^-$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 1/07 - 0/54 > 0$ انجام‌پذیر

**۲۵۸۲.** (گزینه ۴) $E^\circ$ واکنش ارائه‌شده در گزینهٔ «۴» مثبت بوده و لذا این واکنش می‌تواند انجام گیرد:

$$2Ag + Br_2 \longrightarrow 2Ag^+ + 2Br^-$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 1/07 - 0/8 > 0$

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

$$Zn^{2+} + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{2+}$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -0/76 - 0/34 < 0$ انجام نمی‌شود

$$Mg^{2+} + 2Br^- \longrightarrow Mg + Br_2$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -2/36 - 1/07 < 0$ انجام نمی‌شود

$$Cu^{2+} + 2I^- \longrightarrow Cu + I_2$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/34 - 0/54 < 0$ انجام نمی‌شود

**۲۵۸۳.** (گزینه ۲) واکنش‌های (پ) و (ج) قابل انجام‌اند.

**بررسی همهٔ موارد:**

(آ)

$$2Fe^{2+} + I_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2I^-$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/54 - 0/77 < 0$ انجام نمی‌شود

(ب)

$$Ni^{2+} + 2I^- \longrightarrow Ni + I_2$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -0/25 - 0/54 < 0$ انجام نمی‌شود

(پ)

$$2Fe^{3+} + 2I^- \longrightarrow 2Fe^{2+} + I_2$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/77 - 0/54 > 0$ انجام‌پذیر

(ت)

$$Cu^{2+} + 2I^- \longrightarrow Cu + I_2$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/34 - 0/54 < 0$ انجام نمی‌شود

(ت)

$$Fe^{3+} + Ni \longrightarrow Fe + Ni^{2+}$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -0/44 - (-0/25) < 0$ انجام نمی‌شود

(ج)

$$2Fe^{3+} + Fe \longrightarrow 3Fe^{2+}$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 0/77 - (-0/44) > 0$ انجام‌پذیر

**۲۵۸۴.** (گزینه ۳) مقدار $E^\circ$ واکنش گزینهٔ «۳»، منفی بوده و این واکنش قابل انجام نیست. دقت کنید که هر دو گونهٔ $Fe^{2+}$ و $Sn^{2+}$، هم امکان کاهش دارند و هم امکان اکسایش.

$$Fe^{2+} + Sn^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + Sn$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -0/14 - 0/77 < 0$ انجام نمی‌شود

$$Fe^{2+} + Sn^{2+} \longrightarrow Fe + Sn^{4+} \Rightarrow$$

اکسایش در آند / کاهش در کاتد

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = -0/44 - 0/15 < 0$ انجام نمی‌شود

سه واکنش دیگر انجام می‌شوند، به عنوان نمونه واکنش گزینهٔ «۱» را بررسی می‌کنیم:

$$Fe^{2+} + Br_2 \longrightarrow Fe^{3+} + 2Br^-$$

کاهش در کاتد / اکسایش در آند

$\Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} = 1/07 - 0/77 > 0$ انجام می‌شود

$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(Mg^{2+}/Mg) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -۲/۳۸ - (-۰/۴۴)$
$= -۱/۹۴V < ۰$

۳) $Ag^+ + Br^- \longrightarrow$ ($Br^-$ → اکسایش به $Br_2$؛ $Ag^+$ → کاهش به Ag)

$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Br_2/Br^-) = ۰/۸ - ۱/۰۷ = -۰/۲۷V < ۰$

**۲۵۹۲.** **گزینه ۳** با توجه به اینکه واکنش زیر انجام نمی‌شود، می‌توان فهمید که قدرت اکسندگی $M^{2+}$ کمتر از $Sn^{2+}$ و پتانسیل کاهشی آن کمتر از $-۰/۱۴$ ولت خواهد بود. $M^{2+}(aq) + Sn(s) \longrightarrow$ انجام نمی‌شود
در گزینه‌ها $-۰/۴$ می‌تواند پاسخ درست باشد.

**۲۵۹۳.** **گزینه ۱** در واکنش‌های (ب)، (پ) و (ت)، $E^\circ$ واکنش عددی مثبت بوده و واکنش در جهت طبیعی پیش می‌رود. $E^\circ$ همه واکنش‌ها را حساب می‌کنیم:

الف) $E^\circ_{\text{واکنش}} = -۰/۴۴ - (۰/۳۴) < ۰ \Rightarrow$ پیش نمی‌رود

ب) $E^\circ_{\text{واکنش}} = -۰/۴۴ - (-۱/۲) > ۰ \Rightarrow$ پیش می‌رود

پ) $E^\circ_{\text{واکنش}} = ۰/۳۴ - (-۱/۲) > ۰ \Rightarrow$ پیش می‌رود

ت) $E^\circ_{\text{واکنش}} = ۰/۳۴ - (-۰/۷۶) > ۰ \Rightarrow$ پیش می‌رود

آشکار است که $E^\circ$ واکنش (ب)، بیشتر از بقیه است.

**۲۵۹۴.** **گزینه ۳** معادلهٔ داده شده پس از انجام موازنه به صورت زیر است:

$2Al + 3X^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3X$

در این واکنش Al اکسید شده و یون $X^{2+}$ کاهش می‌یابد. این واکنش به شرطی انجام‌پذیر است که فلز Al اکسیدشونده‌تر (کاهنده‌تر) از فلز X باشد. به عبارتی، X در سری الکتروشیمیایی فلزها، بالاتر از Al قرار دارد.

سری الکتروشیمیایی فلزها (تمایل به اکسید شدن ↓): Au، Pt، Ag، Cu، $H_2$، Sn، Fe، Zn، Mn، Al، Mg

سری الکتروشیمیایی فلزهای مهم را باید حفظ باشید. با توجه به گزینه‌ها فلز X منیزیم که نیست، ولی روی می‌تونه باشه.

$۰/۶ \text{ mol X} \times \frac{۲ \text{ mol Al}}{۳ \text{ mol X}} \times \frac{۲۷ \text{ g Al}}{۱ \text{ mol Al}}$
$= ۱۰/۸ \text{ g Al}$

**۲۵۹۵.** **گزینه ۴** در این گونه سؤال‌ها، همیشه مادهٔ موجود در محلول است که می‌تواند به‌طور کامل مصرف شود، یعنی در اینجا $Ag^+$ کامل مصرف می‌شود.

$Zn(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

به ازای کاهش هر دو مول $Ag^+$ در محلول، یک مول Zn از تیغه جدا شده و دو مول Ag به تیغه افزوده می‌شود. $2Ag^+ \sim (2Ag - Zn)$

$۰/۴ \text{ L محلول نقره‌نیترات} \times \frac{۰/۵ \text{ mol } Ag^+}{۱ \text{ L محلول نقره‌نیترات}} \times \frac{\text{افزایش جرم تیغه } (۲(۱۰۸) - ۶۵) \text{ g}}{۲ \text{ mol } Ag^+}$
$= \text{افزایش جرم تیغه } ۱۵/۱ \text{ g}$

$\longrightarrow$ جرم تیغه (پایانی) $= ۳۴/۲ \text{ g} + ۱۵/۱ \text{ g} = ۴۹/۳ \text{ g}$

**۲۵۹۶.** **گزینه ۱** در واکنش انجام شده، Al اکسایش‌یافته و $Al^{3+}(aq)$ تولید می‌کند و $Zn^{2+}(aq)$ کاهش می‌یابد و به صورت Zn(s) به سطح فلز Al(s) می‌چسبد.

$2Al(s) + 3Zn^{2+}(aq) \longrightarrow 3Zn(s) + 2Al^{3+}(aq)$
(۶۵ × ۳) گرم افزایش جرم ↑
(۲۷ × ۲) گرم کاهش جرم ↓

به ازای کاهش هر ۳ مول یون $Zn^{2+}$ موجود در محلول، جرم تیغه به اندازهٔ $[(۳ \times ۶۵) - (۲ \times ۲۷)]$ گرم افزایش می‌یابد.

$Zn^{2+}$ کاهش ۳ مول $\sim [(۳ \times ۶۵) - (۲ \times ۲۷)] \text{ g} = ۱۴۱ \text{ g}$ (افزایش جرم)

با توجه به اینکه تمام $Zn^{2+}$ موجود در محلول می‌تواند کاهش یابد:

$۶۰۰ \text{ mL (محلول)} \times \frac{۱ \text{ L (محلول)}}{۱۰۰۰ \text{ mL (محلول)}} \times \frac{۰/۵ \text{ mol (محلول)}}{۱ \text{ L (محلول)}}$
$\times \frac{۱۴۱ \text{ g Al (افزایش جرم تیغهٔ)}}{۳ \text{ mol } Zn^{2+}} = ۱۴/۱ \text{ g (افزایش جرم تیغهٔ آلومینیم)}$

**۲۵۹۷.** **گزینه ۱** به واکنش انجام شده توجه کنید:

$Al(s) + 3Ag^+(aq) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3Ag(s)$

به ازای مصرف هر سه مول $Ag^+$ در محلول، یک مول Al از تیغه جدا شده و ۳ مول Ag روی آن می‌نشیند. $3Ag^+ \sim (3Ag - Al)$

تغییر جرم تیغه $= ۷۹/۷ - ۵۰ = ۲۹/۷ \text{ g}$

$۲۹/۷ \times \frac{۳}{۳(۱۰۸) - ۲۷} = ۰/۳ \text{ mol } Ag^+$

$\Rightarrow M_{Ag^+} = M_{AgNO_3(aq)} = \frac{۰/۳ \text{ mol}}{۳ \text{ L}} = ۰/۱ \text{ mol.L}^{-1}$

**۲۵۹۸.** **گزینه ۲** واکنش انجام شده:

$Al(s) + 3Ag^+(aq) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3Ag(s)$

کاهش یافتن هر سه مول $Ag^+$ در محلول، با جدا شدن یک مول Al از تیغه و نشستن ۳ مول Ag بر تیغه همراه است. $3Ag^+ \sim 1Al^{3+} \sim (3Ag - Al)$

در ابتدا $Al^{3+}$ در محلول وجود نداشته است. در مدت مورد نظر، غلظت $Al^{3+}$ به ۰/۱ مول بر لیتر رسیده، یعنی $(۰/۱ \times ۰/۶)$ مول آلومینیم از تیغه جدا شده است. پس سه برابر آن یعنی $(۳ \times ۰/۱ \times ۰/۶)$ مول Ag روی تیغه نشسته است.

میزان افزایش جرم تیغه $= (۳ \times ۰/۱ \times ۰/۶ \times ۱۰۸) - (۰/۱ \times ۰/۶ \times ۲۷) = ۱۷/۸۲ \text{ g}$

**۲۵۹۹.** **گزینه ۲** در ازای اکسایش Cu به $Cu^{2+}$، کاهش $Fe^{3+}$ به $Fe^{2+}$ صورت می‌گیرد، ولی کاهش $Fe^{2+}$ به Fe، عمراً!

$2Fe^{3+} + Cu \longrightarrow 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$ , $E^\circ = ۰/۷۷ - ۰/۳۴ > ۰$ (انجام‌پذیر)

$Fe^{2+} + Cu \longrightarrow Fe + Cu^{2+}$ , $E^\circ = -۰/۴۴ - ۰/۳۴ < ۰$ (انجام‌ناپذیر)

۲ لیتر محلول ۰/۱۵ مولار $Fe_2(SO_4)_3$ شامل ۰/۶ مول یون $Fe^{3+}$ و ۰/۹ مول یون $SO_4^{2-}$ است. تعداد مول یون $SO_4^{2-}$ در محلول نهایی نیز همان ۰/۹ است. امّا ۰/۶ مول $Fe^{3+}$ مصرف شده و در مقابل، ۰/۶ مول یون $Fe^{2+}$ و ۰/۳ مول $Cu^{2+}$ پدید می‌آید. پس در محلول نهایی تعداد مول یون برابر است با:

تعداد مول یون در محلول نهایی $= ۰/۹ + ۰/۶ + ۰/۳ = ۱/۸ \text{ mol}$

تعداد مول یون در ۶۰۰ میلی‌لیتر از محلول نهایی، برابر است با:

$۱/۸ \times \frac{۰/۶}{۳/۶} = ۰/۳ \text{ mol (یون)}$

**۲۶۰۰.** **گزینه ۱** معادلهٔ موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$Fe_2(SO_4)_3 + Cu \longrightarrow 2FeSO_4 + CuSO_4$

با مقایسهٔ مولی واکنش‌دهنده‌ها مشخص می‌شود که فلز مس به‌طور کامل مصرف‌شده ولی $Fe_2(SO_4)_3$ به‌طور کامل نه!

$\text{mol Cu} = ۱۶ \text{ g Cu} \times \frac{۱ \text{ mol Cu}}{۶۴ \text{ g Cu}} = ۰/۲۵ \text{ mol Cu}$

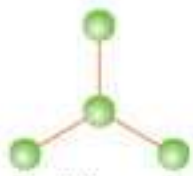
$\text{mol } Fe_2(SO_4)_3 = ۰/۴ \times ۲ = ۰/۸ \text{ mol}$

با توجه به واکنش انجام‌شده می‌توان فهمید که مقداری از یون‌های $Fe^{3+}$ به $Fe^{2+}$ و تمامی فلز مس به کاتیون $Cu^{2+}$ تبدیل شده و مقدار یون‌های سولفات بدون تغییر باقی مانده است.

مقادیر همه یون‌ها در پایان واکنش به‌صورت زیر است:

$[SO_4^{2-}] : Fe_2(SO_4)_3 \sim 3SO_4^{2-} \Rightarrow [SO_4^{2-}] = ۳ \times ۰/۴ = ۱/۲ \text{ mol.L}^{-1}$

مشخص است که برای اتم مرکزی این مولکول:



۰ = ج . ا . ن .  ،  ۳ = ج . ف . ا .

بنابراین آرایش اتم‌ها در این مولکول، به‌صورت روبه‌رو می‌باشد:

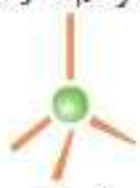
از آن‌جا که خاصیت نافلزی نیتروژن کمتر از اکسیژن و فلوئور است، نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی ارائه‌شده در گزینهٔ «۱» درست است.

**۲۸۱۱. گزینه ۴** اتم اکسیژن ۶ الکترون ظرفیتی دارد. دو الکترون از این ۶ الکترون اکسیژن، صرف تشکیل پیوند با اتم‌های F شده و دو جفت الکترون ناپیوندی برای اتم O باقی مانده است.

به این‌ترتیب، برای اتم مرکزی این ترکیب:

۲ = ج . ا . ن .  ،  ۴ = ج . ف . ا .

در نتیجه، شکل حاصل از اتم O و دو اتم F به‌صورت خمیده خواهد بود:



آرایش جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی اتم مرکزی

آرایش اتم‌ها: خمیده

از طرفی، چون خاصیت نافلزی F بیشتر از O است، برای رنگ‌آمیزی مولکول، اکسیژن را با رنگ آبی (نشان‌دهندهٔ تراکم کمتر بار الکتریکی) و فلوئور را با رنگ قرمز (نشان‌دهندهٔ تراکم بیشتر بار الکتریکی) رنگ‌آمیزی می‌کنیم.

**۲۸۱۲. گزینه ۴** نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی درست هیدروژن‌سیانید (HCN) به این صورت است:

HCN

**دقت کنید:** از نظر خاصیت نافلزی: N > C > H

**۲۸۱۳. گزینه ۲** نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی $SCl_2$ به صورت مقابل ارائه شده است:

**۲۸۱۴. گزینه ۳** به نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی کربونیل‌سولفید و گوگرددی‌اکسید توجه کنید:

**۲۸۱۵. گزینه ۱**

پروپان (ناقطبی) $CH_3CH_2CH_3$  دی متیل اتر (قطبی) $CH_3OCH_3$

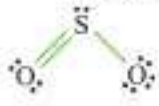
با توجه به قطبی بودن دی‌متیل اتر، جاذبهٔ بین مولکول‌های آن، قوی‌تر بوده و آسان‌تر از حالت گازی به حالت مایع درمی‌آید.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۲»: در دی‌متیل اتر اتم مرکزی بار جزئی منفی دارد و در پروپان، بار جزئی اتم‌های کربن، بسیار کم ولی از نوع منفی است.

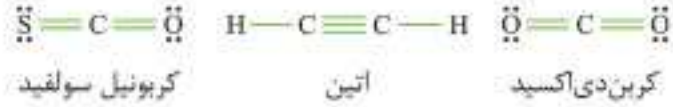
گزینهٔ «۳»: هرگز نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی یک مولکول قطبی، با یک مولکول ناقطبی یکسان نمی‌شود.

گزینهٔ «۴»: دی‌متیل‌اتر برخلاف پروپان، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

**۲۸۱۶. گزینه ۴** گوگرد دی‌اکسید دارای شکل خمیده است:



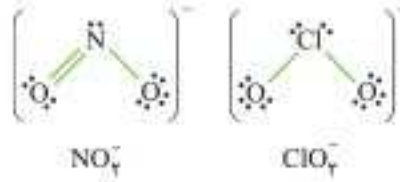
سه مولکول دیگری که ارائه شده است، خطی شکل‌اند:



کربن‌دی‌اکسید  اتین  کربونیل سولفید

**۲۸۱۷. گزینه ۴** $ClO_2^-$ دارای شکل هندسی خمیده است. یون نیتریت ($NO_2^-$) هم همین‌طور:

سه ترکیب دیگری که ارائه شده است، خطی‌شکل‌اند:

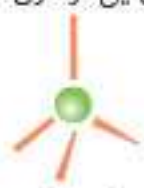


$NO_2^-$  $ClO_2^-$

هیدروژن سیانید  یون سیانید  کربن دی‌سولفید

**۲۸۱۸. گزینه ۲** در مولکول آمونیاک ($NH_3$)، اتم نیتروژن ۳ جفت الکترون پیوندی و یک جفت الکترون ناپیوندی دارد.

بنابراین برای اتم مرکزی این مولکول:  ۱ = ج . ا . ن .  ،  ۴ = ج . ف . ا .



آرایش جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی اتم مرکزی

آرایش اتم‌ها: هرمی‌شکل

**توجه:** کتاب درسی در صفحات ۷۶ و ۷۷ آرایش‌های خطی، خمیده، هرمی و چهار وجهی را با ذکر مثال و رسم ساختار و آرایش اتم‌ها در مولکول ارائه کرده است، البته بی‌آنکه اسمی از عنوان آرایش‌ها ببرد. احتمالاً در پرسش‌های کنکور، در گزینه‌ها به جای عنوان این ساختارها، شکل مربوط به هرکدام ارائه خواهد شد.

**۲۸۱۹. گزینه ۳** $SiH_4$ ساختار چهاروجهی دارد. (مثل b)

$OF_2$ ساختار خمیده دارد. (مثل c)

$NH_3$ ساختار هرمی دارد. (مثل d)

ساختار بقیهٔ مولکول‌های ارائه‌شده:

ساختار مانند a: فقط HF

ساختار مانند b: $SiF_4$ و $CH_4$

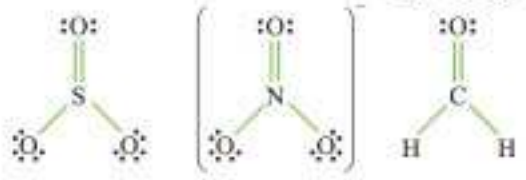
ساختار مانند c: $H_2S$ و $H_2O$

ساختار مانند d: $NH_3$

مولکول‌های SCO و HCN (سه‌اتمی) دارای ساختار خطی هستند. مولکول $SO_2$ دارای ساختار سه‌ضلعی مسطح است.

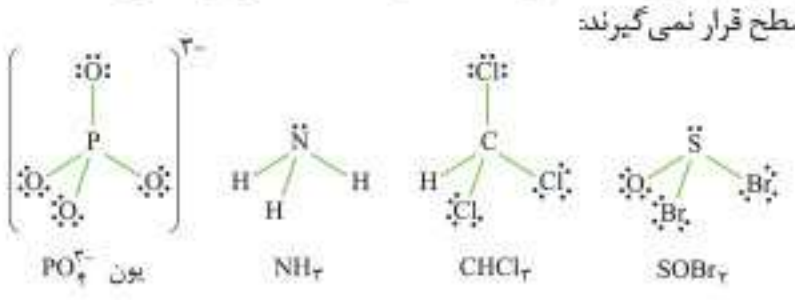
**توجه:** موضوع این تست، در واقع شکل هندسی مولکول‌هاست، پس برخی افراد غیرکارشناس اشتباه می‌کنند در مورد این‌که می‌گویند شکل هندسی در کتاب درسی نیومده و نمی‌تواند مورد سؤال قرار گیرد.

**۲۸۲۰. گزینه ۲** در ترکیب‌های $SO_2$، $NO_2^-$ و $CH_2O$ همهٔ اتم‌ها روی یک صفحهٔ مسطح قرار می‌گیرند:



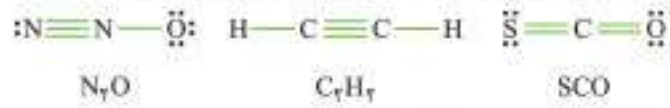
$SO_2$  یون $NO_2^-$  $CH_2O$

در مورد چهار ترکیب دیگر، همهٔ اتم‌های موجود در ترکیب، روی یک صفحه مسطح قرار نمی‌گیرند:



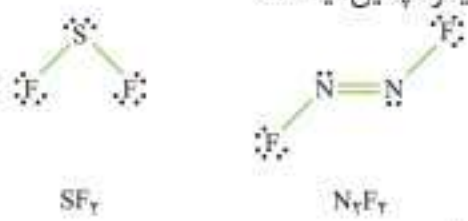
یون $PO_4^{3-}$  $NH_2$  $CHCl_3$  $SOBr_2$

**۲۸۲۱.** **گزینه ۲** در مولکول‌های $SCO$، $C_2H_2$ و $N_2O$، همهٔ اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ مولکول روی یک خط راست قرار می‌گیرند:

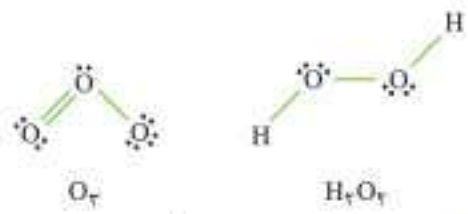


$N_2O$ $C_2H_2$ $SCO$

در چهار مولکول دیگر، چنین نیست:

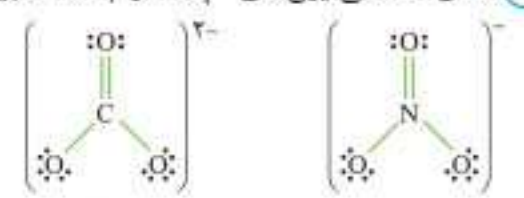


$SF_2$ $N_2F_2$



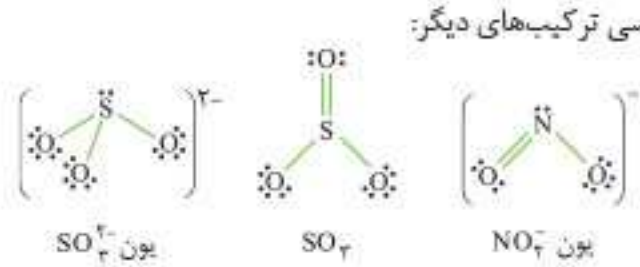
$O_3$ $H_2O_2$

**۲۸۲۲.** **گزینه ۳** شکل هندسی یون‌های $CO_3^{2-}$ و $NO_3^-$ شبیه هم است:

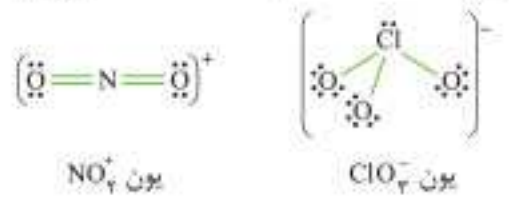


یون $CO_3^{2-}$ یون $NO_3^-$

شکل هندسی ترکیب‌های دیگر:

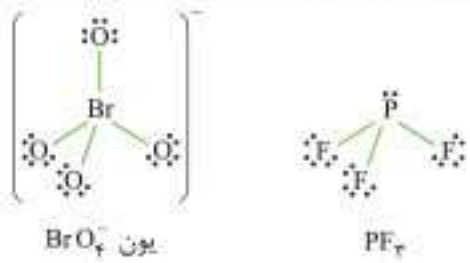


یون $SO_3^{2-}$ $SO_3$ یون $NO_3^-$



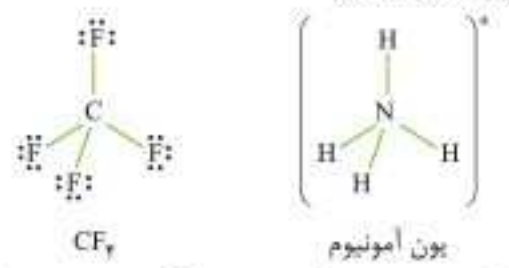
یون $NO_2^+$ یون $ClO_2^-$

**۲۸۲۳.** **گزینه ۴** شکل هندسی $PF_3$ و $BrO_2^-$ متفاوت است:

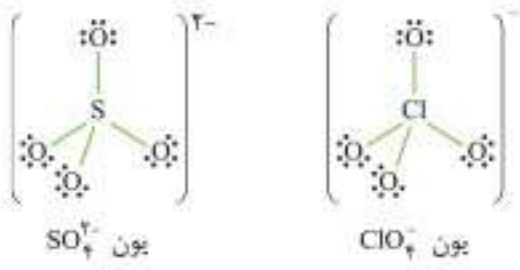


یون $BrO_2^-$ $PF_3$

شکل هندسی ترکیب‌های دیگر:



$CF_4$ یون آمونیوم



یون $SO_4^{2-}$ یون $ClO_4^-$

یون $NH_2^-$ $H_2S$

**۲۸۲۴.** **گزینه ۳** $SF_2$ خمیده است، $H_2O$ هم همینطور پس شکل هندسی آن‌ها مشابه است.

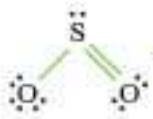
در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی $SF_2$، اتم مرکزی رنگ آبی و در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی $H_2O$، اتم مرکزی رنگ قرمز دارد. پس نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آن‌ها متفاوت است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: هر دو ترکیب، شکل هندسی چهار وجهی داشته و اتم مرکزی هر دو ترکیب در نقشه پتانسیل آن‌ها با رنگ آبی مشخص می‌شود.

گزینهٔ «۲»: هر دو ترکیب، هرمی شکل بوده و در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی هر دو ترکیب، اتم مرکزی رنگ آبی دارد.

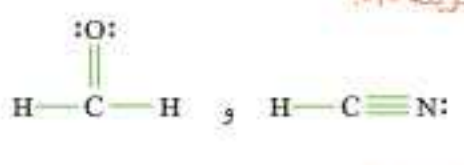
گزینهٔ «۴»: شکل هندسی دو ترکیب متفاوت است: $NO_3^-$ سه ضلعی مسطح و $ClO_3^-$ هرمی شکل است. وقتی شکل هندسی متفاوت باشد، بدیهی است که نقشهٔ پتانسیل دو ترکیب هم متفاوت خواهد بود.

**۲۸۲۵.** **گزینه ۱**

کربونیل‌سولفید:  و گوگرد دی‌اکسید:

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ «۲»:

گزینهٔ «۳»: 

گزینهٔ «۴»: $N_2O_3$ (دی‌نیتروژن تری‌اکسید)، $Fe_2O_3$ (آهن (III) اکسید)

**نکته:** روشی ساده برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بر اساس **رابطهٔ طلایی ۴**، تعداد پیوند در مولکول را حساب کرده و با توجه به آن، به‌راحتی ساختار لوویس مولکول را رسم می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوند} = \frac{\text{مجموع شمار تک‌الکترون در آرایش (الکترون ـ نقطه‌ای) کل اتم‌ها}}{2}$$

**۲۸۲۶.** **گزینه ۴** $SCO$ همانند $HCN$ خطی است: اما شمار جفت الکترون ناپیوندی آن‌ها یکسان نیست:

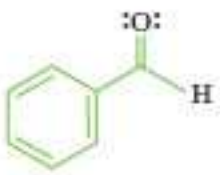
یک جفت الکترون ناپیوندی — چهار جفت الکترون ناپیوندی

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: اتین یک پیوند سه‌گانه دارد. کربن مونواکسید هم همین‌طور.

یک جفت الکترون ناپیوندی — کربن مونواکسید

گزینهٔ «۲»: اوزون، ۳ جفت و گوگرد تری‌اکسید ۴ جفت الکترون پیوندی دارد.

گزینهٔ «۳»: دقیقاً!



بنزآلدهید (دو جفت الکترون ناپیوندی)

کربن دی‌اکسید (چهار جفت الکترون ناپیوندی)

**۲۸۲۷.** **گزینه ۳** مولکول‌های $N_2O$، $SCO$ و $CHCl_3$ به دلیل یکسان نبودن اتم‌های اطراف اتم مرکزی قطبی‌اند.

مولکول‌های $SF_2$ و $O_3$ به دلیل وجود الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی قطبی‌اند.

مولکول‌های ناقطبی: $CS_2$، $C_2F_4$ و $P_4$

**۲۸۲۸.** **گزینه ۴** $CH_4$ مولکولی ناقطبی است که اتم مرکزی آن (کربن) دارای بار جزئی منفی است. زیرا خاصیت نافلزی کربن در مقایسه با هیدروژن، بیشتر است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: $SO_3$ ← مولکولی ناقطبی

گزینهٔ «۲»: $NH_3$ ← مولکولی قطبی که اتم مرکزی آن بار جزئی منفی دارد.

گزینهٔ «۳»: $SiF_4$ ← مولکولی ناقطبی

**۲۸۴۸.** (گزینه ۱) عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** آ) جرم مولی کربونیل سولفید (SCO) و استیک اسید (اتانوییک اسید: $CH_3COOH$) برابر $60\ g.mol^{-1}$ است.

ب) ساختار لوویس $CO_2$ و SCO به‌صورت زیر است:

$$\ddot{S}=C=\ddot{O} \qquad \ddot{O}=C=\ddot{O}$$

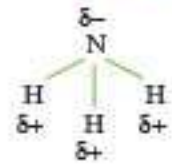
**بررسی عبارت نادرست:** پ) در لایهٔ ظرفیت اتم‌های SCO، چهار جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ت) شمار جفت الکترون‌های پیوندی (یا همان تعداد پیوندهای اشتراکی) در SCO، ۴ و این تعداد در اتین برابر ۵ است.

$$H-C\equiv C-H$$

**۲۸۴۹.** (گزینه ۳) عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول:



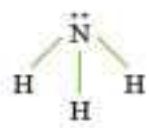

عبارت دوم: ساختار آمونیاک (هرمی) و کربن تتراکلرید (چهاروجهی) متفاوت است.

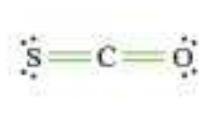
عبارت سوم: در ساختار یک مولکول آمونیاک، ۳ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

$$\frac{۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۴}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=\frac{x}{۳}\Rightarrow x=۲۲/۵$$

( x معادل مول جفت الکترون پیوندی است.)

عبارت چهارم: مجموع جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در ساختار آمونیاک برابر ۴ است و تعداد جفت الکترون پیوندی در ساختار کربونیل‌سولفید نیز ۴ است.



**۲۸۵۰.** (گزینه ۱) آنچه در شکل با شارهٔ A مشخص شده است، شامل سدیم کلرید است. سدیم‌کلرید که یک ترکیب یونی است، در گسترهٔ دمایی بزرگی به حالت مایع است و گرمای زیادی را در خود ذخیره می‌کند. گرمای ذخیره‌شده در شارهٔ «سدیم‌کلرید مذاب» موجب بخارشدن آب می‌شود. محفظهٔ B محفظه‌ای است که بخار آب در آن جمع می‌شود. بخار آب شاره‌ای است که توربین را به حرکت درمی‌آورد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

**۲۸۵۱.** (گزینه ۲) مطابق آنچه در صفحهٔ ۷۸ فصل ۳ کتاب درسی شیمی ۳ آمده است، فلز مس در مقایسه با سدیم‌کلرید، در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع است. مواد مولکولی مانند $H_2O$ و $O_2$ در گسترهٔ دمایی خیلی کوچک‌تری به حالت مایع می‌باشند. هرچه قطبیت مولکول‌های سازندهٔ یک مادهٔ مولکولی، بیشتر باشد، در گسترهٔ دمایی به نسبت بزرگ‌تری به حالت مایع است. اگر همهٔ مواد ارائه‌شده در گزینه‌های مختلف را از این نظر مقایسه کنیم:

$$Cu > NaCl > HF > H_2O > O_2 > N_2$$

**۲۸۵۲.** (گزینه ۱) اختلاف نقطهٔ ذوب و جوش ترکیب‌های یونی زیاد است. بنابراین یک ترکیب یونی در گسترهٔ دمایی بزرگی به حالت مایع است. به همین دلیل ترکیب یونی مذاب می‌تواند انرژی گرمایی زیادی را در خود ذخیره کند، بی‌آن‌که به نقطهٔ جوش برسد.

**۲۸۵۳.** (گزینه ۲) عبارت‌های (ب) و (ت) درست و دو عبارت دیگر، نادرست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:** آ) هر ترکیب یونی دوتایی را می‌توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست.

پ) سدیم به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود می‌رسد.

$$\underset{\text{(دورهٔ سوم)}}{Cl}\xrightarrow{+e^-}Cl^-\qquad (\text{هم‌آرایش با } {}_{18}Ar)$$

$$\underset{\text{(دورهٔ سوم)}}{Na}\xrightarrow{-1e^-}Na^+\qquad (\text{هم‌آرایش با } {}_{10}Ne)$$

**۲۸۵۴.** (گزینه ۲) شکل گزینهٔ «۲»، نمایانگر ساختار شبکه یونی LiF است.

**۲۸۵۵.** (گزینه ۲) در ساختار هر ترکیب یونی، یکی از این دو مورد را حتماً داریم: عنصر فلزی یا یون آمونیوم.

در هر سه ترکیب گزینهٔ «۲»، عنصر فلزی یا آمونیوم وجود دارد.

ترکیبات غیریونی ارائه‌شده در سایر گزینه‌ها: $SF_6$، $CS_2$، $SiO_2$

**۲۸۵۶.** (گزینه ۴) عدد کوئوردیناسیون هریک از دو یون $Na^+$ و $Cl^-$ در سدیم‌کلرید برابر ۶ است.

**۲۸۵۷.** (گزینه ۴) جامدهای یونی، رسانای جریان برق نیستند. در ضمن، اگر ترکیب یونی را ذوب کرده و آن‌گاه جریان برق را از آن عبور دهیم، به عنصرهای سازندهٔ خود تجزیه می‌شود نه به یون‌های تشکیل‌دهنده.

$$2NaCl(l)\xrightarrow{\text{جریان برق}}2Na(l)+Cl_2(g)$$

در فصل ۲ شیمی دوازدهم به این موضوع پرداخته شد. (برقکافت)

**۲۸۵۸.** (گزینه ۲) عبارت‌های (پ) و (ت) درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** آ) ترکیب یونی به حالت جامد نارساناست، ولی در حالت مذاب، رسانایی الکتریکی خوبی دارد.

ب) بلور آن‌ها چکش‌خوار نیست که! اگر ضربهٔ محکمی به بلور یونی وارد شود، با جابه‌جایی یون‌ها در بلور، یون‌های همنام کنار هم قرار گرفته و همدیگر را دفع می‌کنند، در نتیجه بلور یونی خرد می‌شود. پس بلور یونی با وجود داشتن استحکام قابل ملاحظه، چکش‌خوار نیست.

پ) دقیقاً!

ت) با حل شدن جامد یونی در آب، یون‌ها امکان جابه‌جا شدن را پیدا می‌کنند و به این ترتیب، محلول آبی این ترکیب‌ها رسانای خوب جریان برق است.

**۲۸۵۹.** (گزینه ۱) با توجه به ویژگی‌های ذکرشده، a مادهٔ مولکولی، b جامد کووالانسی، c جامد یونی و d ترکیب مولکولی با مولکول‌های قطبی است. پس شکل (آ) به مادهٔ a مربوط است. شکل (ب) به مادهٔ d مربوط است. شکل (پ) به مادهٔ b و شکل (ت) به ماده c مربوط می‌شود.

| شکل | آ | ب | پ | ت |
|---|---|---|---|---|
| ماده | a | d | b | c |

**۲۸۶۰.** (گزینه ۴) **بررسی همهٔ گزینه‌ها:** گزینهٔ «۱»: میان هر دو کاتیون هم الکترون، شعاع یون دارای بار مثبت بیشتر، کوچک‌تر است.

گزینهٔ «۲»: در هر دوره از جدول دوره‌ای، شعاع اتمی عنصرها از چپ به راست کمتر می‌شود. لیتیم و فلوئور هر دو در دورهٔ دوم جدول قرار دارند. بنابراین شعاع اتمی فلوئور کوچک‌تر از لیتیم است.

گزینهٔ «۳»: سدیم و منیزیم هم دوره‌اند. بنابراین شعاع اتمی منیزیم به دلیل بیشتر بودن تعداد پروتون در هستهٔ آن، کوچک‌تر است.

گزینهٔ «۴»: در چارچوب کنکور، مطمئن باشید شعاع هر آنیون از شعاع هر کاتیونی که با هم مقایسه شده‌اند، بزرگ‌تر است.

در ضمن، $F^-$ دو لایهٔ الکترونی و $Li^+$ یک لایهٔ الکترونی دارد. بنابراین آشکار است که $F^-$ کلی بزرگ‌تر از $Li^+$ است.

**۲۸۶۱.** (گزینه ۴) هر ۵ مقایسهٔ انجام‌شده، صحیح است.

**بررسی کلی:** در چارچوب کنکور، مطمئن باشید استفاده از قاعدهٔ زیر در مقایسهٔ شعاع، همیشه شما را به جواب درست می‌رساند:

کاتیون دارای بار مثبت بیشتر > کاتیون دارای بار مثبت کم‌تر > اتم خنثی > آنیون دارای بار منفی کمتر > آنیون دارای بار منفی بیشتر

**۲۸۶۲.** (گزینه ۱) در محدودهٔ کنکور و در میان یون‌های با شمار الکترون‌های برابر، همیشه آنیون‌ها بزرگ‌تر از کاتیون‌ها بوده و با افزایش مقدار بار کاتیون و آنیون، شعاع یونی به‌ترتیب کوچک‌تر و بزرگ‌تر می‌شود؛ پس:

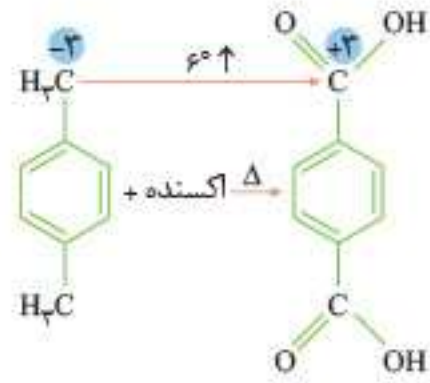
مقایسهٔ شعاع یونی: $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+}$

**توجه:** آرایش الکترونی هر چهار یون $S^{2-}$، $Cl^-$، $K^+$، $Ca^{2+}$ عین هم است؛ اما تعداد پروتون آن‌ها، به‌ترتیب ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۲۰ است. وجود پروتون‌های بیشتر در هسته، موجب کشیده‌شدن لایه‌های الکترونی به سمت هسته و کوچک‌ترشدن شعاع می‌شود.

پس مجموع عدد اکسایش هشت اتم کربن موجود در این ترکیب برابر (۱۰−) است.

ب) عدد اکسایش کربن (**) در این ترکیب برابر (۱−) است و در ترفتالیک‌اسید هم، کربن (**) همین عدد اکسایش را دارد.

پ)




ت) فراوردهٔ حاصل از اکسایش پارازایلن، ترفتالیک‌اسید است. هر مولکول ترفتالیک‌اسید با دو مولکول متانول در واکنش استری‌شدن شرکت می‌کند و یک استر ۲ عاملی پدید می‌آید.

$$\text{تعداد کربن استر ۲ عاملی حاصل} = ۸ + ۲(۱) = ۱۰ \Rightarrow C_{۱۰}H_{۱۰}O_۴$$

ث) در سوختن کامل ترکیب آلی، همهٔ اتم‌های کربن به $CO_۲$ تبدیل می‌شوند.

پارازایلن: $C_۸H_{۱۰} \xrightarrow{\text{سوختن کامل}} ۸CO_۲$

$$\text{مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن} = -۱۰$$

$$\text{مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن} = ۸ \times ۴ = +۳۲$$

$$\text{مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن} = -۱۰ - (+۳۲) = ۴۲$$

**۳۲۰۶. گزینه ۲** عبارت‌های (آ) و (ت) نادرست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:** آ) در دمای اتاق، با وجود یون پرمنگنات نیز واکنش از بازده مطلوبی برخوردار نیست.

ت) PET زیست تخریب‌ناپذیر به شمار می‌آید اما قابل بازیافت است.

**۳۲۰۷. گزینه ۴** در همهٔ صنایع ذکرشده از تولیدات صنایع شیمیایی استفاده می‌شود.

در کتاب درسی شیمی ۳ (صفحه ۱۱۵، فصل ۴)، ۲۰ نوع صنعت مختلف ذکرشده است که در همهٔ آن‌ها از تولیدات صنایع شیمیایی استفاده می‌شود.

**۳۲۰۸. گزینه ۱** عبارت‌های (ب) و (پ) درست‌اند.

**بررسی عبارت‌های نادرست:** آ) بیشتر پلاستیک‌ها زیست تخریب‌پذیر نیستند، مانند پلی‌اتیلن، پلی استیرن، تفلون و P.V.C.

ت) پلاستیک‌ها که عمده‌ترین عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها، C و H است، همانند اکثر مواد آلی، معمولاً چگالی کم‌تری نسبت به آب دارند. در کتاب درسی چگالی هر دو پلیمر «پلی‌اتن سبک» و «پلی‌اتن سنگین» داده شده است که هر دو کم‌تر از $۱ g.mL^{-۱}$ (چگالی آب) هستند.

**۳۲۰۹. گزینه ۴**

- در شرایط مناسب، از اثر متانول بر PET مواد مفیدی حاصل می‌شوند.
- PET همانند سایر پلی‌استرها، می‌تواند آبکافت شود.

اتیلن گلیکول + ترفتالیک‌اسید ⟶ PET + آب

**۳۲۱۰. گزینه ۳** ویژگی‌های عنوان شده در عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) در مورد متانول صدق می‌کنند.

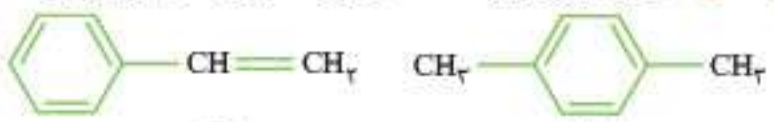
**بررسی عبارت‌های نادرست:** ب) در صنعت، متانول را از اثر دادن گاز CO بر $H_۲$ در شرایط مناسب به‌دست می‌آورند.

**۳۲۱۱. گزینه ۳** عبارت‌های دوم، چهارم و پنجم درست‌اند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: با توجه به فرمول مولکولی پارازایلن ($C_۸H_{۱۰}$)، درصد جرمی کربن در ساختار آن برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{۸(۱۲)}{۸(۱۲)+۱۰} \times ۱۰۰ = \frac{۹۶}{۱۰۶} \times ۱۰۰ \simeq ٪۹۰$$

عبارت دوم: مولکول پارازایلن، همانند مولکول استیرن ۸ اتم کربن دارد.




استیرن — پارازایلن

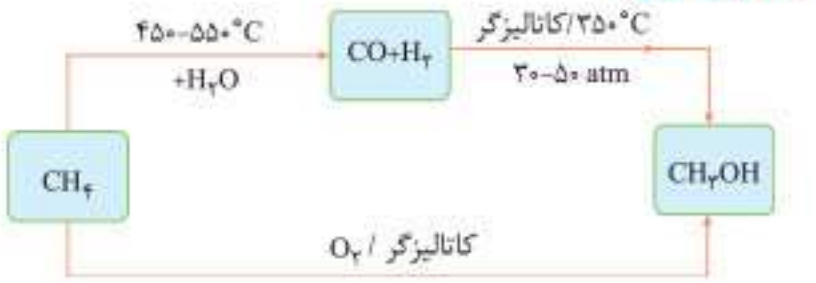
عبارت سوم: اتن در واکنش با آب (در جوار $H_۲SO_۴$) به اتانول تبدیل می‌شود و از اکسایش اتانول می‌توان به اتانوییک‌اسید رسید.

عبارت چهارم: معادلهٔ واکنش انجام‌شده:

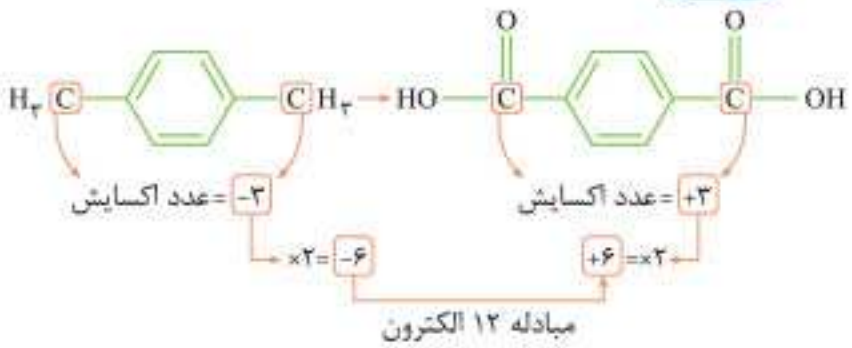
$$۲H_۲(g) + CO(g) \xrightarrow[\text{دما و فشار مناسب}]{\text{کاتالیزگر}} CH_۳OH(l)$$

عبارت پنجم: پلیمر ارائه‌شده PET است که مونومرهای سازندهٔ آن اتیلن گلیکول (الکل دوعاملی) و ترفتالیک‌اسید (کربوکسیلیک‌اسید دو عاملی) می‌باشد.

**۳۲۱۲. گزینه ۲**




**۳۲۱۳. گزینه ۳**




$$\text{(الکترون) mol} = ۰/۰۵ \times ۱۲ = ۰/۶$$

**۳۲۱۴. گزینه ۲** عبارت‌های اول و سوم درست‌اند.

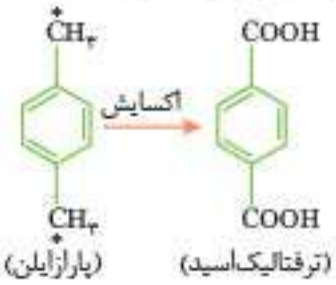
**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** عبارت اول: به‌ازای مصرف هر مول پارازایلن، ۱ مول ترفتالیک‌اسید ($C_۸H_۶O_۴$) تولید می‌شود.

اگر جرم ترفتالیک‌اسید را x در نظر بگیریم:

$$\frac{۰/۱}{۱} = \frac{x}{۱ \times ۱۶۶} \Rightarrow x = ۱۶/۶ g$$ ترفتالیک‌اسید

عبارت دوم: بازده واکنش اکسایش پارازایلن توسط محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات مطلوب نیست، بنابراین شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آن‌ها با پژوهش‌های فراوان دریافتند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد.

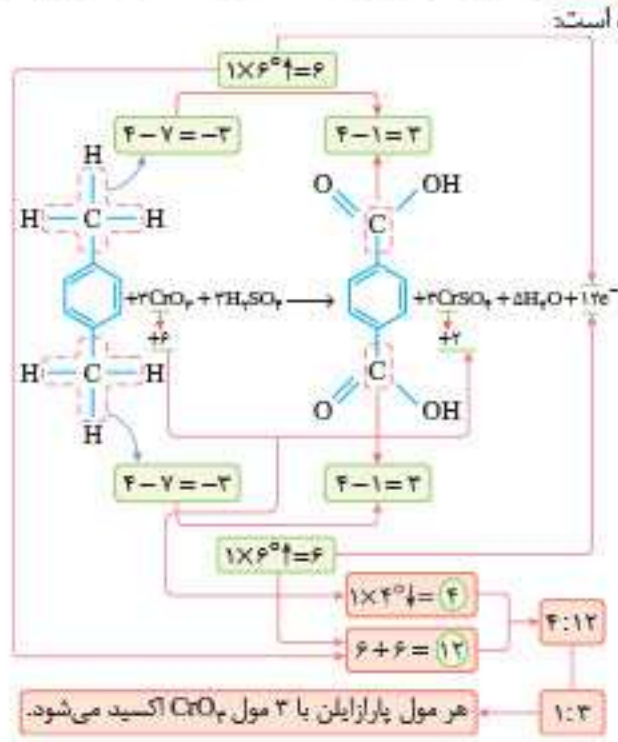
عبارت سوم: عدد اکسایش هریک از کربن‌هایی که با ستاره مشخص شده‌اند، برابر (۳−) است. عدد اکسایش هریک از همین کربن‌ها در ترفتالیک‌اسید، برابر (۳+) است. بنابراین هریک از این دو اتم کربن، ۶ درجه اکسید شده است.




$$\text{کل تغییر درجهٔ عددهای اکسایش} = ۲ \times ۶ = ۱۲$$

عبارت چهارم: مطابق متن کتاب، بازده در این شرایط نامطلوب است.

**۳۲۱۵.** (گزینه ۴) در طرح نموداری زیر، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش و چگونگی موازنهٔ آن ارائه شده است:




با مشخص شدن نسبت مولی بین عوامل اکسنده و کاهنده، سایر عوامل نیز به راحتی موازنه می‌شوند.

**قسمت اول:** روش ۱ کسرهای تبدیل:

$(Ta = \text{ترفتالیک‌اسید}, PX = \text{پارازایلن})$

$$?gTa = 424PX \times \frac{50}{100} \times \frac{80}{100} \times \frac{1molPX}{106gPX}$$

$$\times \frac{1molTa}{1molPX} \times \frac{166gTa}{1molTa} = 265/6gTa$$

روش ۲ برابری نسبت مول به ضریب:

$$\frac{424gPX \times \frac{50}{100} \times \frac{80}{100}}{1 \times 106} = \frac{xgTa}{1 \times 166}$$

$$\Rightarrow x = 265/6gTa$$

**قسمت دوم:** برابری نسبت مول به ضریب:

$$1molTa \sim 12e^-$$

$$\frac{265/6gTa}{1 \times 166} = \frac{xmole^-}{12} \Rightarrow x = 19/2mole^-$$

**۳۲۱۶.** (گزینه ۲) به ازای هر مول پنتیل متانوآت در واکنش با آب، یک مول پنتانول تولید می‌شود.

$$1C_6H_{12}O_2 \sim 1C_5H_{12}O$$
(استر) (الکل)

جرم مولی $= 88\ g.mol^{-1}$ جرم مولی $= 116\ g.mol^{-1}$

$$87g\ C_6H_{12}O_2 \times \frac{1mol\ C_6H_{12}O_2}{116g\ C_6H_{12}O_2} \times \frac{1mol\ C_5H_{12}O}{1mol\ C_6H_{12}O_2} \times \frac{88g\ C_5H_{12}O}{1mol\ C_5H_{12}O}$$

$$\times \frac{75}{100} = 49/5g\ C_5H_{12}O$$

**۳۲۱۷.** (گزینه ۴) فرمول پلی‌استر را می‌توان به‌صورت $(C_6H_8O_4)_n$ نوشت. به ازای هر واحد تکرار شونده در واکنش با آب، یک مولکول اسید آلی حاصل می‌شود. بنابراین:

$$[C_6H_8O_4]_n \sim nC_4H_6O_4$$

$$108 \times \frac{1}{144n} \times \frac{n}{1} \times 118 = 88/5g \quad \text{(اسید آلی)}$$

**۳۲۱۸.** (گزینه ۲) معادلهٔ موازنه‌شدهٔ تهیهٔ ترفتالیک‌اسید و تهیهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات به‌صورت زیر است:

$$C_8H_{10} + 4KMnO_4 \longrightarrow \underset{\text{(ترفتالیک‌اسید)}}{C_8H_6O_4} + 4MnO_2 + 4KOH$$

$$nC_8H_6O_4 + nC_2H_6O_2 \longrightarrow (C_{10}H_8O_4)_n + 2nH_2O$$
(ترفتالیک‌اسید) (اتیلن‌گلیکول)

ترفتالیک‌اسید تولیدشده در واکنش اول، باید به‌طور کامل در واکنش دوم مصرف شود، پس ضریب این ماده را بین دو واکنش یکسان می‌کنیم: برای این منظور واکنش اول را در $n$ ضرب می‌کنیم:

$$nC_8H_{10} + 4nKMnO_4 \longrightarrow nC_8H_6O_4 + 4nMnO_2 + 4nKOH$$

حالا می‌توان $nC_8H_{10}$ را با $(C_{10}H_8O_4)_n$ هم‌ارز قرار داد:

$$nmolC_8H_{10} \sim 1mol(C_{10}H_8O_4)_n$$

اکنون با استفاده از برابری نسبت مول به ضریب می‌توان نوشت:

$$\frac{10/6kgC_8H_{10} \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100}}{n \times 106} = \frac{xkgPET}{1 \times 192n}$$

$$\Rightarrow x = 11/52kgPET$$

**۳۲۱۹.** (گزینه ۳) جرم مولی اتن و پارازایلن به ترتیب برابر ۲۸ و ۱۰۶ گرم بر مول است. پس اتن مورد استفاده و همین‌طور پارازایلن مورد استفاده، هرکدام برابر $4 \times 10^3$ مول است.

$$\frac{112000}{28} = 4000mol(\text{اتن}), \frac{424000}{106} = 4000mol(\text{پارازایلن})$$

از آنجا که هر مول اتن، یک مول اتیلن گلیکول و هر مول پارازایلن، یک مول ترفتالیک‌اسید می‌تواند به وجود آورد و هر مول اتیلن‌گلیکول با یک مول ترفتالیک‌اسید می‌تواند در واکنش بسپارش شرکت کند، بنابراین نسبت مول به ضریب اتن و پارازایلن مورد استفاده، برابر هم بوده و از هر کدام از آن دو، به دلخواه، می‌توان مقدار PET به‌دست آمده را حساب کرد.

برابری نسبت مول به ضریب: اگر جرم PET تولیدشده برابر $x$ گرم در نظر بگیریم: می‌توان نوشت:

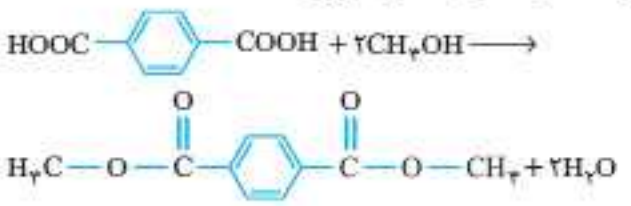
$$\frac{112 \times 10^3 \times \frac{75}{100} \times \frac{80}{100}}{n \times 28} = \frac{xg(PET)}{192n} \Rightarrow x = 46080g(PET)$$

با توجه به بازده ۹۰ درصدی تولید بطری آب ۲۱/۶ گرمی از PET خواهیم داشت:

$$\text{تعداد بطری آب تولیدشده} = \frac{46080 \times \frac{90}{100}}{21/6} = 19200(\text{بطری})$$

**۳۲۲۰.** (گزینه ۲) ترفتالیک‌اسید، یک اسید دو عاملی است و هر مول از آن با دو مول متانول که یک الکل تک عاملی است: واکنش می‌دهد.

معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

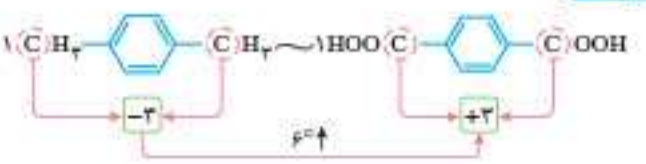



در ادامه با استفاده از روش برابری نسبت مول به ضریب می‌توان نوشت:

$$\frac{xgCH_3OH \times \frac{50}{100} \times \frac{80}{100}}{2 \times 32} = \frac{4/85\ gC_{10}H_{10}O_4}{1 \times 194}$$

$$\Rightarrow x = \frac{2 \times 32}{40} \times \frac{5}{4} \times 2 = 4g\ CH_3OH$$

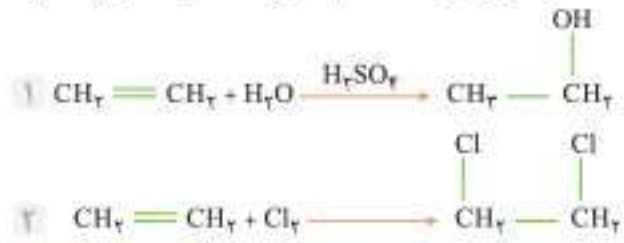
**۳۲۲۱.** (گزینه ۳)




**قسمت اول:** عدد اکسایش هر یک از دو اتم کربن، ۶ واحد افزایش می‌یابد. پس اکسایش هر مول پارازایلن به ترفتالیک‌اسید با مبادلهٔ ۶×۲ یا ۱۲ مول الکترون همراه است. بنابراین:

$$0/25 \times 12 = 3mol(\text{الکترون})$$

**۲۲۴۲.** (گزینه ۳) به معادلهٔ واکنش‌های داده‌شده به صورت کامل‌شده توجه کنید:



| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| نماد | | | |
| فرمول | $CH_3-CH_2-OH$ (اتانول) | $H_2SO_4$ (سولفوریک‌اسید) (کاتالیزگر) | $CH_2Cl-CH_2Cl$ (۱،۲- دی‌کلرواتان) |

پس عبارت‌های (ب) و (ث) نادرست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:** ب) ماده‌ای که به عنوان افشانهٔ بی‌حس‌کننده استفاده می‌شود، کلرو اتان ($CH_3-CH_2Cl$) است که از اثر دادن HCl بر اتن حاصل می‌شود.

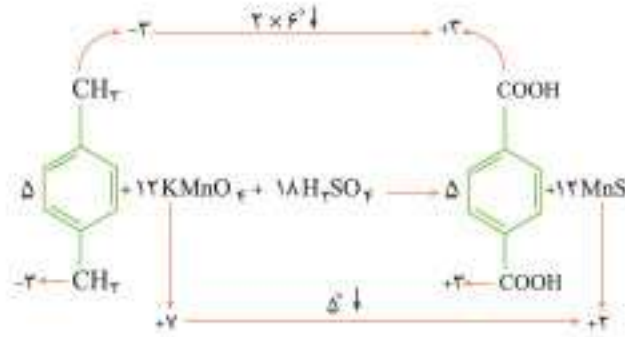
ث) ماده‌ای که از پلیمر شدن اتن به دست می‌آید، پلی‌اتن است، نه اتانول.

**۲۲۴۳.** (گزینه ۴) پتاسیم پرمنگنات، اکسنده است.

ترفتالیک‌اسید $\xrightarrow{\text{محلول قلیایی } KMnO_4}$ پارازایلن

اتیلن گلیکول $\xrightarrow{\text{محلول رقیق } KMnO_4}$ اتن

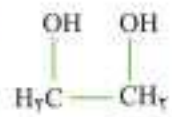
**۲۲۴۴.** (گزینه ۴)



$\Rightarrow$ مجموع ضرایب فراورده‌ها $= 5+12+6+28 = 51$

**۲۲۴۵.** (گزینه ۳) عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ)، درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:** آ) دی‌الکل سازندهٔ PET، اتیلن گلیکول با فرمول روبه‌رو است:



ب) شمار پیوندهای دوگانه در واحد تکرارشوندهٔ پلی‌استر PET با شمار پیوندهای دوگانه در نفتالن برابر است.

(نفتالن)

پ) در ساختار مولکول ترفتالیک‌اسید، دقیقاً ۴ پیوند C — H وجود دارد.

ت) نسبت شمار هیدروژن به تعداد کربن در ترفتالیک‌اسید، برابر $\frac{6}{8}$ یا $\frac{3}{4}$ است.

**۲۲۴۶.** (گزینه ۳) عبارت‌های (پ) و (ث) و (ج) درست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:**

آ) هر کاتالیزگر واکنش ویژه‌ای را سرعت می‌بخشد.

ب) کاتالیزگر در واکنش شرکت می‌کند.

ت) با افزایش فشار، حجم کاهش یافته و غلظت هر دو ماده افزایش خواهد یافت.

## پاسخ‌نامهٔ آزمون عبارات

فصل چهارم

**شمارهٔ عبارت‌های نادرست، ۲، ۳، ۶، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۸ و ۲۹.**

۱. درست

۲. نادرست: میزان انرژی فعال‌سازی ارتباطی با گرماده یا گرماگیر بودن واکنش ندارد.

۳. نادرست: کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک میزان کاهش می‌دهد. کمتر بودن درصد کاهش انرژی فعال‌سازی رفت به دلیل بیشتر بودن مقدار آن نسبت به انرژی فعال‌سازی برگشت می‌باشد. از این‌رو واکنش گرماگیر می‌باشد.

۴. درست

۵. درست

۶. نادرست: انرژی فعال‌سازی می تواند مقدار کمی باشد ولی هرگز صفر نخواهد بود.

۷. نادرست: بسیاری از واکنش‌های خودبخودی به شدت گرماده بوده و اختلاف سطح انرژی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها بسیار زیاد است.

۸. درست

۹. درست

۱۰. درست: آهن در شرایط مناسب می‌تواند در واکنش سوختن شرکت کند. همه واکنش‌های سوختن گرماده هستند. ولی واکنش $N_2+O_2 \rightarrow NO$ گرماگیر بوده و از نوع اکسایش ـ کاهش است.

۱۱. نادرست: در این مبدل‌ها آمونیاک کاتالیزگر نیست بلکه یک واکنش‌دهنده می‌باشد.

۱۲. نادرست: آمونیاک را می‌توان به عنوان کود مستقیم به خاک افزود.

۱۳. درست

۱۴. نادرست: با تغییر غلظت واکنش‌دهنده یا فراورده در دمای ثابت، تعادل جابجا شده و تعادل جدیدی شکل می‌گیرد. در تعادل جدید قطعا غلظت مواد با تعادل آغازین متفاوت خواهد بود ولی ثابت تعادل ثابت بوده و همان ثابت تعادل آغازی است.

۱۵. درست

۱۶. درست: تعادل زمانی جابجا می‌شود که غلظت حداقل یکی از مواد شرکت‌کننده در واکنش تغییر کند.

۱۷. نادرست: در صورت برابری مول گازی در دو سمت معادله تعادل جابه‌جا نخواهد شد. برای مثال تغییر حجم یا فشار در جابه‌جایی تعادل زیر تاثیری ندارد:

$$I_2(g)+H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

۱۸. درست: واکنش گرماده بوده و مول گازی در سمت فراورده کمتر است. کاهش دما و حجم، تعادل را به سمت تولید آمونیاک جابه‌جا می‌کند.

۱۹. درست

۲۰. نادرست: در یک واکنش تعادلی گرماده، مجموع آنتالپی‌های پیوندهای فراورده‌ها از مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است. لذا با افزایش دمای واکنش مقدار واکنش‌دهنده‌ها بیشتر شده و ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

۲۱. نادرست: با افزایش حجم، تعادل به سمت مول گازی کمتر و تولید گاز $NO_2$ جابجا می‌شود. از طرفی افزایش حجم ظرف باعث می‌شود غلظت $NO_2$ و شدت رنگ قهوه‌ای نسبت به تعادل اولیه کمتر شود.

۲۲. نادرست: بازده درصدی برابر ۲۸٪ نیست. بلکه درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش در شرایط بهینه برابر ۲۸٪ می‌باشد.

۲۳. نادرست: افزایش فشار زمانی منجر به جابه‌جایی تعادل خواهد شد که غلظت ماده‌ای یا مواد شرکت‌کننده در تعادل تغییر یابد. آرگون با هیچ یک از مواد وارد واکنش نشده و غلظت مواد ثابت خواهد ماند.

۲۴. درست

۲۵. نادرست: استر اتیل استات از واکنش اتانوییک اسید با اتانول تولید می‌شود.

۲۶. درست

۲۷. درست

۲۸. نادرست: واکنش اشاره شده در دمای اتاق انجام نمی‌شود.

۲۹. نادرست: تولید پرک در فرآیند بازیافت فیزیکی PET برای تولید سایر مواد پلیمری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳۰. درست: ساده‌ترین الکل، متانول است که در بازیافت شیمیایی PET کاربرد دارد.