۹۳. گزینه ۲ می‌دانیم که عدد جرمی، مجموع تعداد نوترون و پروتون‌های یک اتم بوده و به بار یون مربوط به اتم ارتباطی ندارد. (مبادا تو تلهٔ X^{3-} و Y^{2+} گیر بیافتی!) اگر بین دو عنصر X و Y در جدول تناوبی، ۱۴ عنصر قرار داشته باشد، به این معنی است که تعداد پروتون‌های Y، ۱۵ واحد بیشتر از X است. از طرفی نوترون‌های Y نیز ۲۳ واحد از X بیشتر است.

$$\begin{cases} p_Y = p_X + 15 \\ n_Y = n_X + 23 \end{cases} \xrightarrow{A=n+p} A_Y = A_X + 38$$

۹۴. گزینه ۱

$$\frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم } X} = \frac{3\times 16}{2\times X} = \frac{2}{5} \Rightarrow 60\ g.mol^{-1}$$

دورهٔ چهارم جدول $\Rightarrow$ عدد اتمی $X = \frac{60-6}{2} = 27$

توجه: $\frac{2}{7}$ جرم ترکیب را O تشکیل می‌دهد. پس $\frac{5}{7}$ جرم ترکیب هم به X تعلق دارد. بنابراین نسبت جرم O به جرم X در ترکیب، برابر $\frac{2}{5}$ است.

۹۵. گزینه ۲

روش ۱ راه‌حل تشریحی و طولانی که در کتاب درسی و اکثریت مطلق کتاب‌های کمک آموزشی ارائه شده است:

$$M = \frac{M_1\cdot F_1 + M_2\cdot F_2}{100}\ ,\ F_1 = x \Rightarrow F_2 = 100 - x$$

$$\Rightarrow 14/2 = \frac{(14\times x) + [16\times(100-x)]}{100} \Rightarrow 14x + 1600 - 16x = 1420$$

$$\Rightarrow 2x = 180 \Rightarrow x = 90 = F_1 \Rightarrow F_2 = 100 - 90 = 10$$

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین}}{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سبک}} = \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

روش ۲ راه‌حل تستی ویژه‌ای که ابداع مؤلف کتاب است: اگر ایزوتوپ‌های دارای جرم M_1 و M_2 به‌ترتیب دارای فراوانی $\frac{F_1}{100}$ و $\frac{F_2}{100}$ باشند، جرم اتمی میانگین عنصر از رابطهٔ مقابل قابل محاسبه است:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = M = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1)$$

$$\Rightarrow M = 14/2 = 14 + \frac{F_2}{100}(16-14) \Rightarrow 1420 = 1400 + 2F_2 \Rightarrow F_2 = 10$$

$$\Rightarrow F_1 = 100 - 10 = 90 \Rightarrow \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

۹۶. گزینه ۲ مجموع اتم‌های دو ایزوتوپ برابر ۵۰ است که ۳ اتم از نوع ^6Li و ۴۷ اتم دیگر از نوع ^7Li است. با توجه به رابطهٔ ارائه شده، جرم اتمی میانگین لیتیم را می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد:

روش ۱

$$\text{جرم اتمی میانگین لیتیم} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(6\times 3) + (7\times 47)}{50} = 6/94\ amu$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین لیتیم} = M_1 + \frac{F_2}{F_1+F_2}(M_2 - M_1)$$

$$= 6 + \frac{47}{50}(7-6) = 6/94\ amu$$

۹۷. گزینه ۴

روش ۱ با استفاده از رابطهٔ زیر خواهیم داشت:

$$\text{جرم اتمی میانگین گالیم} = \frac{(69\times 60) + (71\times 40)}{100} = 69/8\ amu$$

قطعاً می‌دانید که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است. پس اگر فراوانی یک ایزوتوپ ۶۰٪ باشد، فراوانی ایزوتوپ دیگر ۴۰٪ خواهد بود.

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین گالیم} = 69 + \frac{40}{100}(71-69) = 69/8\ amu$$

۹۸. گزینه ۲

روش ۱ اگر فراوانی ایزوتوپ ^{35}Cl را x٪ در نظر بگیریم، فراوانی ایزوتوپ ^{37}Cl برابر $(100-x)$٪ خواهد بود. بنابراین با استفاده از رابطهٔ ارائه شده می‌توان نوشت:

$$35/5 = \frac{(35\times x) + 37(100-x)}{100} \Rightarrow x = 75$$

پس ۷۵٪ از اتم‌های کلر به ایزوتوپ ^{35}Cl اختصاص دارد.

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) \Rightarrow 35/5 = 35 + \frac{F_2}{100}(37-35)$$

$$\Rightarrow F_2 = 25 \Rightarrow \text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر} = F_1 = 100 - 25 = 75\%$$

۹۹. گزینه ۲ شکل ارائه‌شده به‌طور آشکار نشان می‌دهد که فراوانی ایزوتوپ $^{11}_5B$ بیشتر است. بنابراین پایداری ایزوتوپ $^{11}_5B$ بیشتر است.

برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین بور باید توجه کنیم که از ۳۰ اتم بور، ۶ اتم به $^{10}_5B$ و بقیه یعنی ۲۴ اتم به $^{11}_5B$ اختصاص دارد. بنابراین:

$$\text{جرم اتمی میانگین بور} = 10 + \frac{24}{30}(11-10) = 10/8\ amu$$

تذکر: با توجه به این‌که مقایسه پایداری ایزوتوپ‌های غیر پرتوزا از یک عنصر جایز نیست، فقط در صورتی می‌توان پایداری دو ایزوتوپ از یک عنصر را مورد مقایسه قرار داد که حداقل یکی از آن‌ها ناپایدار و به عبارتی پرتوزا باشد. به دلیل این‌که پرتوزا بودن هیچ یک از دو ایزوتوپ $^{11}_5B$ و $^{10}_5B$ در کتاب درسی مشخّص نشده است، اصولاً مقایسهٔ پایداری آن‌ها در محدودهٔ کتاب درسی ممکن نیست.

۱۰۰. گزینه ۳

روش ۱ اگر جرم اتمی ایزوتوپ‌های قرمز رنگ $x\ amu$ باشد، با توجه به رابطهٔ رایج می‌توان نوشت:

$$79/75 = \frac{(79\times 3) + (x\times 9)}{12} \Rightarrow x = 80\ amu$$

توجه کردید که مطابق شکل، از هر ۱۲ اتم Br، ۳ اتم آبی رنگ و ۹ اتم قرمز رنگ بودند.

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1)$$

$$\Rightarrow 79/75 = 79 + \frac{9}{12}(M_2 - 79) \Rightarrow M_2 = 80\ amu$$

۱۰۱. گزینه ۴ مجموع تعداد ایزوتوپ‌های نشان داده‌شده در شکل برابر ۳۰ است. اگر تعداد ایزوتوپ ^{27}X (سیاه رنگ) را برابر x فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{x}{30}(M_2 - M_1) \Rightarrow 26/7 = 24 + \frac{x}{30}(27-24)$$

$$\Rightarrow x = 27 \Rightarrow \begin{cases} 27 = \text{تعداد دایرهٔ سیاه} \\ 3 = \text{تعداد دایرهٔ سفید} \end{cases}$$

۱۰۲. گزینه ۱

روش ۱ مطابق رابطهٔ زیر، می‌توان نوشت:

$$\text{جرم اتمی میانگین کربن} = \frac{(0/99\times 12) + (0/01\times 13/03)}{0/99 + 0/01} = 12/01\ amu$$

ترفند محاسباتی: انجام ضرب و تقسیم‌های فوق زمان‌بر بوده و حوصله هم می‌خواد. اما خوب که نگاه کنید، بدون انجام ضرب و تقسیم هم می‌توان به درستی گزینهٔ «۱» پی برد؛ زیرا پاسخ عددی بین ۱۲ و ۱۳ است، اما فقط ۱٪ از تفاوت بین ۱۲ و ۱۳ از ۱۲ به سمت ۱۳ نزدیک می‌شود، یعنی پاسخ باید حدود ۱۲/۰۱ باشد. به این ترتیب، با استفاده از ترفند تقریب می‌توان به سرعت به گزینهٔ درست پی برد.

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) = 12 + \frac{1}{100}(13/03 - 12)$$

$$= 12 + 0/0103 = 12/0103 \simeq 12/01\ amu$$

۱۰۳. گزینه ۳

روش ۱ اگر به ازای هر اتم X^{61}، n اتم X^{66} داشته باشیم، فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های X^{61} و X^{66} به ترتیب برابر $\frac{1}{n+1}$ و $\frac{n}{n+1}$ خواهد بود. بنابراین مطابق رابطهٔ روبه‌رو می‌توان نوشت:

$$65=\frac{(61\times 1)+(66\times n)}{1+n}\Rightarrow n=4$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$65=61+\frac{n}{n+1}(66-61)\Rightarrow 4=\frac{5n}{n+1}\Rightarrow n=4$$

۱۰۴. گزینه ۴

روش ۱ فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر، ۱ به ۴ است. اگر عدد جرمی ایزوتوپ سنگین‌تر را x در نظر بگیریم، با توجه به رابطهٔ روبه‌رو می‌توان نوشت:

$$55/8=\frac{(55\times 4)+(x\times 1)}{4+1}\Rightarrow x=59$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$55/8=55+\frac{1}{1+4}(M-55)\Rightarrow M=59$$

بنابراین اختلاف عدد جرمی دو ایزوتوپ که همان اختلاف تعداد نوترون آن‌هاست، برابر است با:

$$\text{اختلاف تعداد نوترون}=59-55=4$$

۱۰۵. گزینه ۲

روش ۱ اگر عدد جرمی ایزوتوپ سنگین‌تر را x در نظر بگیریم، با توجه به رابطهٔ زیر می‌توان نوشت:

$$35/5=\frac{(35\times 75/8)+(x\times 24/2)}{100}\Rightarrow x\simeq 37$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$35/5=35+\frac{24/2}{100}(M-35)\Rightarrow M\simeq 37$$

پس عدد جرمی ایزوتوپ سنگین برابر ۳۷ است. از آنجا که همهٔ ایزوتوپ‌های کلر، تعداد پروتون یکسانی دارند (۱۷ پروتون)، می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد نوترون ایزوتوپ سنگین‌تر}=37-17=20$$

همه می‌دانید که عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون و نوترون است و از این‌رو، با کم کردن تعداد پروتون هر اتم از عدد جرمی آن، تعداد نوترون آن مشخص می‌شود.

۱۰۶. گزینه ۲

استراتژی حل: ابتدا باتوجه به عدد جرمی و درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، جرم اتمی میانگین هریک از دو عنصر A و X را محاسبه می‌کنیم. سپس باتوجه به فرمول A_2X_3 جرم مولی آن را از روی جرم‌های اتمی میانگین A و X حساب می‌کنیم.

روش ۱

$$\text{جرم اتمی میانگین } A=\frac{(45\times 10)+(47\times 90)}{100}=\frac{450+4230}{100}=\frac{4680}{100}=46/8$$

روش ۲ راه کوتاه‌تری برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین هم هست:

$$\text{جرم اتمی میانگین } A=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)=45+\frac{90}{100}(47-45)=46/8$$

جرم اتمی میانگین X را از همین رابطه حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین } X=35+\frac{80}{100}(37-35)=35+1/6=36/6$$

حالا جرم مولی A_2X_3 را از روی جرم‌های اتمی میانگین A و X حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی } A_2X_3=2(46/8)+3(36/6)=93/6+109/8=203/4$$

۱۰۷. گزینه ۳

روش ۱ عددی که به عنوان جرم اتمی در جدول دوره‌ای درج می‌شود، جرم اتمی میانگین عنصرهاست که با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین منیزیم}=\frac{(24\times 78/7)+(25\times 10/13)+(26\times 11/17)}{100}\simeq 24/32$$

ترفند محاسباتی: برای کوتاه‌تر کردن محاسبات وحشتناک مربوط به این مسئله، راه مناسبی وجود ندارد؛ نه تقریب، نه رتداسیون، نه دوبلاسیون و...

به همین دلیل هم طراح تست، گزینه‌ها را جوری تنظیم کرده که به ما کمک کند تا با تدبیر لازم، از ترفند تخمین بهره بگیریم: قطعاً پاسخ به ۲۴ نزدیک است، اما به لحاظ این که درصد جرمی ایزوتوپ‌های دارای جرم اتمی ۲۵ و ۲۶ نیز روی‌هم‌رفته خیلی کم نیست (هر کدام بیش از ۱۰٪) پس پاسخ باید به مقدار قابل ملاحظه‌ای از ۲۴ بیشتر باشد، مثل ۲۴/۳۲ (گزینهٔ «۳»). دقت کنید: ۲۴/۰۸ زیادی کمه و ۲۴/۸۸ هم زیادی به ۲۵ نزدیک شده و زیاده. آشکاره که پاسخ گزینهٔ «۳» است.

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$\text{جرم اتمی میانگین}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$

$$\Rightarrow \text{گزینهٔ «۳»}\quad =24+\frac{10/13}{100}(25-24)+\frac{11/17}{100}(26-24)=24/3247$$

۱۰۸. گزینه ۱

$$\text{جرم اتمی میانگین}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$

$$\text{جرم اتمی میانگین}=27/9+\frac{5}{100}(29/9-27/9)+\frac{3}{100}(30-27/9)$$

$$=27/9+0/1+0/63=28/063$$

تذکر: اگرچه راه‌حل این تست، دشواری خاصی نداشته و نسبتاً به راحتی، به ویژه با بلد بودن فرمول با ارزشی که برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین ارائه کریم، می‌توان به پاسخ رسید امّا از دیدگاه علمی ایراد بزرگی بر تست وارد است: مگر جرم اتمی دو ایزوتوپ می‌تواند این‌قدر به هم نزدیک باشد؟ دو ایزوتوپ از یک عنصر، حداقل در یک نوترون با یکدیگر تفاوت دارند و جرم هر نوترون در حدود $1\,amu$ است. پس خنده‌دار، شاید هم وحشتناک است که طراح کنکور اختلاف جرم اتمی دو ایزوتوپ از یک عنصر را $0/1\,amu$ در نظر بگیرد.

۱۰۹. گزینه ۲ ابتدا باید جرم اتمی میانگین منیزیم را حساب کنیم:

$$M=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$

$$M=24+\frac{10}{100}(25-24)+\frac{11}{100}(26-24)=24/32$$

البته چون به جای جرم اتمی هر ایزوتوپ، عدد جرمی آن را نوشتیم، مقادیر حاصل تقریبی هستند. حالا جرم مولی MgF_2 را (با تقریب) به‌دست می‌آوریم:

$$MgF_2\Rightarrow \text{جرم مولی}\simeq 24/32+2(19)\simeq 62/32$$

واضح است که جواب دقیق‌تر، ۶۲/۲۸ است که در گزینهٔ «۲» آمده است. بهترین عنوان برای شگرد ریاضی که در اینجا استفاده کردیم، شگرد درایت است. هر کس به ذره درایت به خرج بده، به جای عددهای ناجور جرم اتمی، همان عدد جرمی‌ها را مورد استفاده قرار می‌ده که بسیار نزدیک به هم‌اند.

۱۱۰. گزینه ۲

روش ۱ اگر درصد فراوانی ایزوتوپ X^{54} را x در نظر بگیریم، درصد فراوانی ایزوتوپ X^{51} برابر $4x$ است. با توجه به این که مجموع درصد فراوانی سه ایزوتوپ برابر ۱۰۰ است، فراوانی ایزوتوپ X^{52} برابر $(100-5x)$ خواهد بود. به این ترتیب، با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان نوشت:

$$\text{جرم اتمی میانگین } X=\frac{(51\times 4x)+(54\times x)+52(100-5x)}{100}=51/8$$

$$\Rightarrow x=10\Rightarrow \text{فراوانی ایزوتوپ } {}^{52}X=[100-4(20)]=50$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$51/8=51+\frac{x}{100}(54-51)+\frac{100-5x}{100}(52-51)\Rightarrow x=10$$

پس ۵۰٪ از اتم‌های X در نمونهٔ مورد آزمایش به ایزوتوپ X^{52} اختصاص دارد. جرم ایزوتوپ X^{52} در $51/8\,amu$ از مخلوط ایزوتوپ‌ها برابر است با:

$$52\times\frac{50}{100}=26\,amu$$

$$\Rightarrow \text{در ۲۵۰ گرم نمونه جرم } {}^{52}X=250\times\frac{26}{51/8}\simeq 125/5\,g$$

۱۱۱. گزینه ۲ عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون (عدد اتمی) و تعداد نوترون است. بنابراین:

$$\text{فراوانی } {}^{38}_{18}X=20\%$$

$$\text{فراوانی } {}^{36}_{18}X=70\%\ \text{(سبک‌ترین ایزوتوپ)}$$

۱۰

اگر تعداد نوترون ایزوتوپ سوم را x بگیریم، باتوجه به این که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ باید برابر ۱۰۰ باشد، می‌توان نوشت: $\text{فراوانی } {}^{18+x}_{18}X = ٪۱۰$

باتوجه به این که جرم اتمی میانگین عنصر برابر ۳۶/۸ گرم بر مول عنوان شده است، خواهیم داشت: $۳۶/۸ = ۳۶ + \frac{۲۰}{۱۰۰}(۳۸-۳۶) + \frac{۱۰}{۱۰۰}(۱۸+x-۳۶)$

$\Rightarrow x = ۲۲$ تعداد نوترون ایزوتوپ سوم

۱۱۲. (گزینه ۲) یکی از مهم‌ترین کارهایی که در حل چنین تست‌هایی باید بکنید، دسته‌بندی و منظم کردن اطلاعات است تا سردرگم نشوید!

$$\begin{cases} {}^{84}A \ , \ ٪۲۰ \\ {}^{86}A \ , \ ٪x \\ {}^{88}A \ , \ ٪(۸۰-x) \end{cases} \quad \text{جرم اتمی میانگین} = ۸۶/۴$$

راه ویژهٔ کوتاه: $\text{جرم اتمی میانگین} = M_۱ + F_۲(M_۲-M_۱) + F_۳(M_۳-M_۱)$

$$\Rightarrow ۸۶/۴ = ۸۴ + \frac{x}{۱۰۰}(۸۶-۸۴) + \frac{۸۰-x}{۱۰۰}(۸۸-۸۴)$$

$$\Rightarrow x = ۴۰ \Rightarrow ۸۰-x = ۸۰-۴۰ = ۴۰$$

۱۱۳. (گزینه ۴) مولکول $CCl_۴$ دارای یک اتم کربن و چهار اتم کلر است. باتوجه به جرم ایزوتوپ‌ها، یک بار جرم سبک‌ترین و بار دیگر، جرم سنگین‌ترین مولکول $CCl_۴$ را حساب می‌کنیم: $۱۲+۴(۳۵) = ۱۵۲\,amu$: جرم سبک‌ترین

$۱۳+۴(۳۷) = ۱۶۱\,amu$: جرم سنگین‌ترین

خُب! حالا اختلاف جرم دو مولکول را حساب می‌کنیم: $۱۶۱-۱۵۲ = ۹\,amu$

۱۱۴. (گزینه ۲)

روش ۱

$۱۶+(۳\times۱۹) = ۷۳ \quad ۱۵+(۳\times۱۹) = ۷۲ \quad ۱۴+(۳\times۱۹) = ۷۱$

$۱۶+(۳\times۲۰) = ۷۶ \quad ۱۵+(۳\times۲۰) = ۷۵ \quad ۱۴+(۳\times۲۰) = ۷۴$

۶ مولکول با جرم مولی متفاوت وجود دارد.

روش ۲ با توجه به این‌که اختلاف جرم هر ایزوتوپ با ایزوتوپ سنگین‌تر، صرفاً «۱» واحد است، می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد مولکول با جرم مولی متفاوت} = \left[\begin{matrix}\text{جرم سنگین‌ترین} \\ \text{مولکول}\end{matrix} - \begin{matrix}\text{جرم سبک‌ترین} \\ \text{مولکول}\end{matrix}\right] + ۱$$

$$= [۱۶+(۳\times۲۰)] - [۱۴+(۳\times۱۹)] + ۱ = ۶$$

۱۱۵. (گزینه ۴)

استراتژی حل: درصد فراوانی ایزوتوپ‌های A که مشخصه. حالا درصد فراوانی ایزوتوپ ^{16}B را x فرض می‌کنیم و x را چنان تعیین می‌کنیم که جرم مولی $A_۲B$ برابر $۶۲/۲\,amu$ بشه.

روش ۱

$\text{درصد فراوانی } {}^{23}A = ۱۰۰-۲۱ = ۷۹$

$\text{درصد فراوانی } {}^{16}B = (۱۰۰-x) \Rightarrow \text{درصد فراوانی } {}^{17}B = x$

با توجه به رابطهٔ مربوط به جرم اتمی میانگین می‌توان نوشت:

$$\text{جرم مولی } A_۲B = \text{(جرم اتمی میانگین) } B + \text{(جرم اتمی میانگین } A) \times ۲ = ۶۲/۲$$

$$\Rightarrow ۶۲/۲ = ۲\times\frac{(۲۲\times۲۱)+(۲۳\times۷۹)}{۱۰۰} + \frac{(x)(۱۶)+(۱۰۰-x)(۱۷)}{۱۰۰} \Rightarrow x = ۳۸$$

روش ۲ محاسبه به روش فرمول طلایی:

$$۶۲/۲ = ۲[۲۲+\frac{۷۹}{۱۰۰}(۲۳-۲۲)] + [۱۶+\frac{۱۰۰-x}{۱۰۰}(۱۷-۱۶)] \Rightarrow x = ۳۸$$

۱۱۶. (گزینه ۲) اگر جرم اتمی میانگین A را با M_A نشان دهیم:

$$M_A = ۵۵ + \frac{۲۰}{۱۰۰}(۵۸-۵۵) + \frac{۵}{۱۰۰}(۶۰-۵۵) = ۵۶/۸۵$$

اگر جرم اتمی میانگین B را با M_B نشان دهیم:

$$AB_۲ = ۳۰۹/۸۵ = ۵۶/۸۵ + ۲M_B \Rightarrow M_B = ۱۲۷$$

$\text{تعداد مول نوترون در } ۰/۰۴ \text{ مول } B = ۰/۰۴\times(۱۲۷-۵۳) = ۲/۹۶$

۱۱۷. (گزینه ۱) جرم یک ایزوتوپ در مخلوط ایزوتوپ‌ها برابر است با:

$\text{جرم ایزوتوپ در مخلوط} = \text{عدد جرمی} \times \text{درصد فراوانی}$

اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر و سنگین‌تر را به ترتیب $F_۱$ و $F_۲$ فرض کنیم:

$^{185}\text{جرم Re} : ۶۶/۶ = ۱۸۵\times F_۱ \Rightarrow F_۱ = ٪۳۶$

$^{187}\text{جرم Re} : ۱۸۶/۲۸ - ۶۶/۶ = ۱۱۹/۶۸$

$$\Rightarrow ۱۱۹/۶۸ = ۱۸۷\times F_۲ \Rightarrow F_۲ = ٪۶۴$$

$$\frac{F_۱}{F_۲} = \frac{۳۶}{۶۴} = \frac{۹}{۱۶}$$

با توجه به توضیحات سؤال، ^{187}Re به دلیل فراوانی بیشتر، پرتوزاست.

۱۱۸. (گزینه ۱) فراوانی نسبی ^{51}X، ^{52}X و ^{A}X به‌ترتیب برابر $\frac{۳}{۵}$، $\frac{۱}{۵}$ و $\frac{۱}{۵}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$۵۱/۸ = ۵۱ + \frac{۱}{۵}(۵۲-۵۱) + \frac{۱}{۵}(A-۵۱) \Rightarrow A = ۵۴$$

عدد اتمی عنصر X برابر ۲۴ است، زیرا در دورهٔ ۴ و گروه ۶ قرار دارد.

$\Rightarrow \text{تعداد نوترون } {}^{54}X = ۵۴-۲۴ = ۳۰$

تعداد الکترون $^{31}Ga^{+}$ هم برابر ۳۰ است.

۱۱۹. (گزینه ۳) درصد فراوانی ^{22}A $(F_۲)$ بعد از غنی‌سازی ۵۰ درصدی برابر است با:

$$۲۰/۵ = ۲۰ + \frac{F_۲\times(۲۲-۲۰)}{۱۰۰} \Rightarrow F_۲ = ۲۵$$

با توجه به اینکه ۵۰٪ از تعداد ایزوتوپ‌های ^{22}A از مخلوط خارج شده ولی تعداد ایزوتوپ‌های ^{20}A ثابت است، درصد فراوانی ^{22}A در مخلوط اولیه برابر است با:

$\text{مقدار } {}^{22}A \text{ قبل از غنی‌سازی} = ۲۵+۲۵ = ۵۰$

$$\Rightarrow \text{درصد فراوانی } {}^{22}A = \frac{۵۰}{۱۰۰+۲۵}\times۱۰۰ = ٪۴۰$$

فراوانی ^{20}A در نمونه اولیه برابر ۶۰٪ بوده و جرم آن در این مخلوط برابر است با:

$^{20}\text{جرم } A = ۲۰\times۰/۶ = ۱۲\,g$

جرم میانگین A در مخلوط اولیه برابر است با:

$$\bar{A} = ۲۰ + \frac{(۲۲-۲۰)\times۴۰}{۱۰۰} = ۲۰/۸\ g.mol^{-۱}$$

۱۲ گرم از ۲۰/۸ گرم مخلوط دو ایزوتوپ متعلق به ^{20}A بوده و جرم آن در ۱۰۴ گرم مخلوط برابر است با:

جرم ایزوتوپ ^{20}A		جرم مخلوط دو ایزوتوپ
۱۲	⟶	۲۰/۸
x	⟶	۱۰۴

$$\Rightarrow x = \frac{۱۰۴\times۱۲}{۲۰/۸} = ۶۰\,g$$

۱۲۰. (گزینه ۲) فراوانی ایزوتوپ‌ها به قرار زیر می‌باشند:

$$\left.\begin{matrix} {}^{49}A \to x \\ {}^{51}A \to ۶۵-x \end{matrix}\right\} \to \text{جمعاً } ٪۶۵$$

$$\begin{cases} {}^{53}A \to ۱۵ \\ {}^{54}A \to ۲۰ \end{cases}$$

$$\bar{M} = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲-M_۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳-M_۱) + \cdots$$

$$۵۰/۹۵ = ۴۹ + \frac{x}{۱۰۰}(۵۱-۴۹) + \frac{۱۵}{۱۰۰}(۵۳-۴۹) + \frac{۲۰}{۱۰۰}(۵۴-۴۹)$$

$\Rightarrow \text{فراوانی ایزوتوپ } {}^{51}A = x = ٪۱۷/۵$

$\Rightarrow \text{فراوانی ایزوتوپ } {}^{49}A = ۶۵-۱۷/۵ = ٪۴۷/۵$

۱۲۱. (گزینه ۲) از آن‌جا که می‌دانیم هر ۴۲/۹۲ گرم از مهره‌ها شامل ۱۰ عدد مهره است، به راحتی می‌توان تعداد مهرهٔ موجود در جرم معینی از مهره‌ها را حساب کرد: $\text{جرم کل مهره‌ها} = ۱۸۹۵/۷۶\,g - ۴۰۲/۱۴\,g = ۱۴۹۳/۶۲\,g$

$$\text{مهره } ۳۴۸ \simeq \text{مهره } ۱۴۹۳/۶۲\,g \times \frac{\text{مهره } ۱۰}{\text{مهره } ۴۲/۹۲\,g}$$

توجه: اگر عدد آخر کاملاً رُند نیست، چیز عجیبی نیست. زیرا ترازو فقط دو رقم پس از اعشار را نشان می‌دهد و رقم سوم پس از اعشار به نمایش در نمی‌آید.

۱۰

۱۸۹. (گزینه ۳) انتقال الکترون از لایهٔ الکترونی $n=3$ به لایهٔ الکترونی $n=2$ با نشر نور قرمز همراه است. طول موج نور قرمز رنگ خیلی بزرگ‌تر از طول موج نوری است که در نتیجهٔ انتقال الکترون از لایهٔ $n=6$ به $n=1$ اتفاق می‌افتد.

گزینهٔ «۴»: نور نیلی در نتیجهٔ انتقال الکترون از لایهٔ $n=5$ به لایهٔ $n=2$ نشر می‌یابد. اختلاف انرژی دو لایهٔ $n=4$ و $n=1$ بیشتر از اختلاف انرژی دو لایهٔ $n=5$ و $n=2$ است. بنابراین با انتقال الکترون از لایهٔ $n=4$ به لایهٔ $n=1$ نوری با طول موج کمتر از نور نیلی نشر می‌یابد.

۱۹۰. (گزینه ۳) عبارت (ب) درست و سایر عبارت‌ها نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) نور مرئی که شامل امواج الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است، فقط بخشی از پرتوهای خورشیدی را تشکیل می‌دهد.

پ) الکترون موجود در $n=5$ با نشر نور نیلی رنگ، به لایهٔ $n=2$ انتقال می‌یابد. در این‌صورت، هنوز اتم هیدروژن در حالت برانگیخته قرار دارد. برای این‌که اتم هیدروژن به حالت پایه برسد، الکترون آن باید به لایهٔ $n=1$ باز گردد.

ت) دلخواه؟! نخیر! انرژی الکترون کوانتومی است و هر انرژی دلخواهی نمی‌تواند موجب برانگیخته شدن الکترون گردد.

۱۹۱. (گزینه ۳) تنها عبارت (ت) متن را به درستی کامل می‌کند.

طیف نشری هر اتمی هم در محدوده مرئی و هم نامرئی دارای خطوطی است که می‌تواند با تجهیزات لازم دیده شود. طبق متن کتاب درسی، از طیف نشری می‌توان به بررسی تصویر دقیق از انرژی لایه‌ها پرداخت.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) در یون H^+، الکترون از اتم خارج شده و عملاً طیف نشری تولید نمی‌شود.

ب) طیف نشری همه عناصر، در هر محدوده‌ای (مرئی، نامرئی) باشد، به صورت گسسته خواهد بود، نه پیوسته.

پ) طیف نشری عنصرها به دلیل نشر نور تولید می‌شود، نه جذب نور.

۱۹۲. (گزینه ۱) هرگاه الکترون اتم برانگیختهٔ اتم هیدروژن از ترازهای انرژی بالاتر به تراز $n=2$ بازگردد، پرتو الکترومغناطیسی رنگی، نشر می‌یابد. جابه‌جایی الکترون از تراز $n=6$ به تراز $n=2$ با نشر پرتویی به رنگ بنفش همراه است. در ضمن، بازگشت الکترون از تراز $n=6$ به $n=3$ با نشر پرتویی با طول موج بزرگ‌تر همراه است. زیرا اختلاف انرژی تراز $n=6$ و تراز $n=2$، بیشتر از اختلاف انرژی تراز $n=6$ و تراز $n=3$ است.

۱۹۳. (گزینه ۱) فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) آرایش الکترونی دو عنصر کروم ($_{24}X$) و مس ($_{29}Y$) به $4s^2$ ختم می‌شود. داده‌های طیف‌سنجی ثابت کردند که قاعدهٔ آفبا در مورد آرایش الکترونی مس و کروم به درستی جوابگو نیست.

ب) طول موج انتقال الکترون از لایه ۳ به ۱، کوتاه‌تر از طول موج‌های انتقال از لایه‌های ۳ به ۲ یا ۲ به ۱ می‌باشد.

پ) با توجه به طیف نشری خطی لیتیم، می‌توان نتیجه گرفت پرتوهای رنگی متنوعی تولید می‌شود. دلیل قرمز بودن شعلهٔ لیتیم این است که رنگ قرمز نسبت به رنگ‌های دیگر غالب بوده، یا به عبارت دیگر اتم‌های زیادی در اثر برانگیخته شدن پرتوهای قرمز رنگ تولید می‌کنند.

ت) در مورد تعداد زیادی از عنصرهای جدول، از جمله دو عنصر زیر که هم‌گروهند، این قاعده صدق نمی‌کند:

$$\left.\begin{matrix}{}_{12}Mg: \text{دورهٔ ۳ گروه ۲}\\ {}_{38}Sr: \text{دورهٔ ۵ گروه ۲}\end{matrix}\right\} \Rightarrow 38-12=26$$

$$\left.\begin{matrix}{}_{18}Ar: \text{گاز نجیب دورهٔ ۳}\\ {}_{54}Xe: \text{گاز نجیب دورهٔ ۵}\end{matrix}\right\} \Rightarrow 54-18=36$$

۱۹۴. (گزینه ۴) اگر عدد کوانتومی اصلی الکترونی برابر n باشد، عدد کوانتومی فرعی آن یکی از عددهای صحیح از صفر تا حداکثر $(n-1)$ است.

به عنوان مثال، اگر الکترونی در لایهٔ سوم قرار دارد، یعنی عدد کوانتومی اصلی آن، برابر ۳ است، عدد کوانتومی فرعی آن یکی از عددهای صفر، ۱ یا ۲ خواهد بود.

۱۹۵. (گزینه ۳) آرایش الکترونی $_{36}X$ یعنی کریپتون به $4p^6$ ختم می‌شود. پس ۱۸ الکترون از آن دارای عدد کوانتومی $l=1$ است: $2p^6 3p^6 4p^6$

آرایش الکترونی $_{29}Z$ یعنی مس به $3d^{10}4s^1$ ختم می‌شود. پس ۱۰ الکترون از آن دارای عدد کوانتومی $l=2$ است: $3d^{10}$

$$\Rightarrow \frac{18}{10}=1/8$$

۱۹۶. (گزینه ۱) عبارت‌های (آ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، به دو عدد کوانتومی n و l وابسته است: ابتدا زیرلایه‌ای پر می‌شود که $(n+l)$ برای آن، کوچک‌تر است. اگر این مقدار برای دو زیرلایه، یکسان باشد، زیرلایهٔ دارای n کوچک‌تر زودتر پر می‌شود.

پ) در دورهٔ سوم جدول، ۸ عنصر جای دارد که از میان آن‌ها، دو عنصر آرگون (Ar) و کلر (Cl) گازی شکل‌اند.

۱۹۷. (گزینه ۳) عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

عبارت دوم: ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، به دو عدد کوانتومی n و l بستگی دارد.

عبارت چهارم: به آرایش الکترونی $_{29}Cu$ توجه کنید:

$$_{29}Cu:[_{18}Ar]3d^{10}4s^1 \Rightarrow \begin{cases} l=0: 1s^2 2s^2 3s^2 4s^1 \\ l=2: 3d^{10} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون با } l=0}{\text{شمار الکترون با } l=2}=\frac{7}{10}=0/7$$

۱۹۸. (گزینه ۱) لایهٔ چهارم شامل ۴ زیرلایه است که حداکثر $2\times(4)^2$ یا ۳۲ الکترون می‌تواند در آن وارد شود.

۱۹۹. (گزینه ۳) عبارت‌های (آ) و (پ) جملهٔ داده‌شده را به‌درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

آ) عنصرهای گروه ۱۱ و ۱۲، دارای ۱۰ الکترون با عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=2$ (یعنی دارای $3d^{10}$) هستند. اما شش عنصر بعدی هم همین ویژگی را دارند. اما شش عنصر بعدی، جزو عنصرهای واسطه نبوده و عنصر اصلی هستند.

ب) در عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، در دو عنصر ($_{24}Cr$ و $_{29}Cu$)، الکترونی در زیرلایهٔ 3s وجود دارد که دارای $n=3$ و $l=0$ می‌باشند.

پ) از ده عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، دو عنصر متعلق به گروه‌های ۶ و ۱۱ ($_{24}Cr$ و $_{29}Cu$)، که تنها الکترون‌های 3p در آن دارای $n=3$ و $l=1$ هستند.

۲۰۰. (گزینه ۴) این الکترون حتی با کمترین مقدار n ممکن یعنی $n=3$ دارای انرژی بیشتری نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ 3s خواهد بود.

دقت کنید: مقدار l برای یک الکترون هرچه باشد، مقدار n حداقل یک واحد بیشتر است.

پس وقتی $l=2$ است، مقدار n حداقل برابر ۳ خواهد بود.

گزینهٔ «۳»: اگر مقدار n برای این الکترون، برابر ۵ یا ۶ باشد، انرژی آن بیشتر از الکترون واقع در زیرلایهٔ 4f خواهد بود: $6d > 4f$, $5d > 4f$: مقایسهٔ سطح انرژی

۲۰۱. (گزینه ۴) الکترون موردنظر در لایهٔ سوم قرار دارد و دقیقاً به یکی از زیرلایه‌های 3s، 3p یا 3d تعلق دارد. در لایهٔ سوم زیرلایهٔ $l=3$ (یعنی از نوع f) وجود ندارد.

نکته: مقدار n برای یک الکترون، هرچه که باشد، مقدار l آن حداقل یک واحد کمتر از آن است.

پس اگر برای الکترونی $n=3$ باشد، مقدار l آن حداکثر برابر ۲ خواهد بود.

۲۰۲. (گزینه ۱) عبارت‌های (آ) و (پ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌ها به‌صورت روبه‌رو است: $6s < 4f < 5d$

پ) زیرلایهٔ 3d بعد از زیرلایهٔ 4s از الکترون اشغال می‌شود.

ت) $_{24}Cr$ اولین عنصری است که از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند و دارای ۶ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود می‌باشد: $_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5 4s^1$

۲۰۳. (گزینه ۴) هر پنج عبارت درست است.

۲۰۴. (گزینه ۱) آرایش الکترونی $_{36}Kr$ را رسم می‌کنیم تا دو دسته الکترون موردنظر را مشخص کنیم:

$$_{36}Kr: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$$

۱۰ الکترون $\Leftarrow \begin{cases} n=3 \\ l=2 \end{cases}$ ، $\begin{cases} n=4 \\ l=1 \end{cases} \Rightarrow$ ۶ الکترون

یادتون نرفته که $n=4$ یعنی لایهٔ چهارم و $n=3$ یعنی لایهٔ سوم.
قطعاً اینم یادتونه که $l=2$ یعنی زیرلایهٔ d و $l=1$ یعنی زیرلایهٔ p.

۲۰۵. (گزینه ۴) در چهارمین لایهٔ الکترونی اتم عنصرها $n=4$ است. بنابراین:

$l=0,1,2,3$

حداکثر تعداد الکترون که در لایهٔ چهارم جای می‌گیرد: $2(4)^2=32$ الکترون

دورهٔ چهارم $\longrightarrow$ 4s ، 4p

دورهٔ پنجم $\longrightarrow$ 4d

دورهٔ ششم $\longrightarrow$ 4f

۲۰۶. (گزینه ۱) اگر عدد اتمی عنصر X را با نماد Z نشان دهیم:

$$119-Z=\frac{3}{2}(Z-4) \Rightarrow Z=50$$

با داشتن عدد اتمی عنصر X، آرایش الکترونی فشردهٔ آن را رسم می‌کنیم:

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

الکترون‌های زیر لایهٔ p دارای عدد کوانتومی $l=1$ هستند. بنابراین:

$$l=1: 2p^6\ 3p^6\ 4p^6\ 5p^2 \Rightarrow 20e^-$$

۲۰۷. (گزینه ۲) بخشی از قاعدهٔ آفبا را که با بلد بودن آن، می‌توانید به این تست پاسخ درست دهید، می‌آوریم:

... 5s 4d 5p 6s 4f ...

ترتیب پرشدن از الکترون

۲۰۸. (گزینه ۳) با استفاده از قاعدهٔ آفبا، آرایش الکترونی $_{33}X$ را می‌نویسیم:

$$_{33}X: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^3$$

پس آخرین لایهٔ الکترونی، لایهٔ چهارم است: $4s^2\ 4p^3$
در این لایه ۵ الکترون وجود دارد.

آخرین زیرلایهٔ این اتم، 4p است که دارای ۳ الکترون می‌باشد: $4p^3$

۲۰۹. (گزینه ۱) اگر زیرلایهٔ 3d به‌طور مرتب و منظم پر می‌شد، از $3d^1$ تا $3d^{10}$، زیرلایهٔ 3d در یک عنصر نیمه‌پر و در یک عنصر، پر بود. اما عدم تبعیت دو عنصر $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ از قاعدهٔ آفبا، موجب شده است که زیرلایهٔ 3d در دو عنصر، نیمه‌پر و در دو عنصر دیگر، پر باشد.

عنصر	$_{21}Sc$	$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$
لایهٔ ظرفیت	$4s^2 3d^1$	$4s^2 3d^2$	$4s^2 3d^3$	$4s^1 3d^5$	$4s^2 3d^5$

زیرلایهٔ 3d نیمه‌پر

عنصر	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$
لایهٔ ظرفیت	$4s^2 3d^6$	$4s^2 3d^7$	$4s^2 3d^8$	$4s^1 3d^{10}$	$4s^2 3d^{10}$

زیرلایهٔ 3d پر

۲۱۰. (گزینه ۳) آرایش الکترونی عنصرها را می‌نویسیم:

$$_{42}X: [_{36}Kr]5s^2\ 4d^5 \Rightarrow \begin{cases} 5s^2: \text{آخرین لایه} \\ 5s^2: \text{آخرین زیرلایه} \end{cases}$$

$$_{32}Y: [_{18}Ar]4s^2\ 3d^{10}\ 4p^2 \Rightarrow \begin{cases} 4s^2\ 4p^2: \text{آخرین لایه} \\ 4p^2: \text{آخرین زیرلایه} \end{cases}$$

اختلاف تعداد الکترون در آخرین لایه: $2=2-4$
مجموع تعداد الکترون در آخرین زیرلایه: $4=2+2$

نکته: ۱ طرز تعیین آخرین لایه وقتی آرایش الکترونی عنصری نوشته شود، زیرلایه‌هایی که دارای بزرگ‌ترین مقدار n هستند، آخرین لایه را مشخص می‌کنند.
۲ باتوجه به آرایش الکترونی، آخرین زیرلایه را در آخرین لایه جستجو می‌کنیم. اگر بیش از یک زیرلایه در آخرین لایه دارای الکترون است، زیرلایه‌ای را که آخر از همه پر شده، به عنوان آخرین زیرلایه درنظر می‌گیریم.

۲۱۱. (گزینه ۴) آرایش الکترونی فشردهٔ هریک از عنصرها را می‌نویسیم تا تعداد الکترون در لایهٔ آخر و نیز لایهٔ ماقبل آخر اتم هر عنصر را مشخص کنیم:

گزینهٔ «۱»:

$$_{36}Kr: [_{18}Ar]4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6 \Rightarrow \begin{cases} \text{لایهٔ آخر} = 8e^- \\ \text{لایهٔ ماقبل آخر} = 18e^- \end{cases} \Rightarrow 18-8=10e^-$$

گزینهٔ «۲»:

$$_{53}I: [_{36}Kr]5s^2\ 4d^{10}\ 5p^5 \Rightarrow \begin{cases} \text{لایهٔ آخر} = 7e^- \\ \text{لایهٔ ماقبل آخر} = 18e^- \end{cases} \Rightarrow 18-7=11e^-$$

گزینهٔ «۳»:

$$_{25}Mn: [_{18}Ar]4s^2\ 3d^5 \Rightarrow \begin{cases} \text{لایهٔ آخر} = 2e^- \\ \text{لایهٔ ماقبل آخر} = 13e^- \end{cases} \Rightarrow 13-2=11e^-$$

همینجا مشخص می‌شود که باید گزینهٔ «۴» درست باشد. (چرا؟)

گزینهٔ «۴»:

$$_{24}Cr: [_{18}Ar]4s^1\ 3d^5 \Rightarrow \begin{cases} \text{لایهٔ آخر} = 1e^- \\ \text{لایهٔ ماقبل آخر} = 13e^- \end{cases}$$

$\Rightarrow 13-1=12e^-$ (بیشترین اختلاف)

دام آموزشی: اگر حواست به آرایش غیرعادی کروم نبود و آرایش الکترونی کروم را به‌صورت $[_{18}Ar]4s^2\ 3d^4$ می‌نوشتی، توی بد دردسری گرفتار می‌شدی! چون در این صورت برای کروم به پاسخ $12-2=10$ می‌رسیدی و شاید تصور می‌کردی که تست اشکال داره! چرا، چون اختلاف تعداد الکترون در دو لایهٔ آخر چهار عنصر گزینه‌های «۱» تا «۴» به‌ترتیب: ۱۰، ۱۱، ۱۱ و ۱۰ به‌دست می‌یاد که امکان انتخاب گزینهٔ درست وجود ندارد! شایدم اگر این اتفاق براتون پیش اومده، تمایل پیدا کردید «شیر یا خط» (!) کنید تا یکی از دو گزینهٔ «۲» یا «۳» را انتخاب کنید!

۲۱۲. (گزینه ۱) به ازای هر ۹ نوترون، ۷ پروتون وجود دارد.

$$X^{3+}: n-e^-=15\ ,\ e^-=p-3 \Rightarrow n-(p-3)=15 \Rightarrow n-p=12$$

$$\begin{matrix} 7n=9p \\ n=p+12 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} 7n=9p \\ 7n=7p+84 \end{matrix}$$

$\Rightarrow 7p+84=9p \Rightarrow p=42$ (عدد اتمی عنصر) $\Rightarrow {}_{42}X: [_{36}Kr]5s^1\ 4d^5$

در لایهٔ آخر (لایهٔ پنجم)، یک الکترون و در لایهٔ ما قبل آخر (لایه چهارم: $4s^2\ 4p^6\ 4d^5$)، ۱۳ الکترون وجود دارد. $\Rightarrow 13-1=12$

۲۱۳. (گزینه ۳)

روش ۱ **رسم آرایش الکترونی فشرده:** برای هریک از عنصرها آرایش الکترونی فشرده را رسم می‌کنیم تا تعداد الکترون موجود در آخرین لایهٔ الکترونی آن (دارای بزرگ‌ترین ضریب عددی) مشخص شود:

گزینهٔ «۱»:
$$\begin{cases} _{17}Cl: [_{10}Ne]3s^2\ 3p^5 \Rightarrow 7 \text{ الکترون} \\ _{28}Ni: [_{18}Ar]4s^2\ 3d^8 \Rightarrow 2 \text{ الکترون} \end{cases} \Rightarrow 7-2=5$$

گزینهٔ «۲»:
$$\begin{cases} _{20}Ca: [_{18}Ar]4s^2 \Rightarrow 2 \text{ الکترون} \\ _{34}Se: [_{18}Ar]4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4 \Rightarrow 6 \text{ الکترون} \end{cases} \Rightarrow 6-2=4$$

گزینهٔ «۳»:
$$\begin{cases} _{43}Tc: [_{36}Kr]5s^2\ 4d^5 \Rightarrow 2 \text{ الکترون} \\ _{54}Xe: [_{36}Kr]5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6 \Rightarrow 8 \text{ الکترون} \end{cases} \Rightarrow 8-2=6$$

گزینهٔ «۴»:
$$\begin{cases} _{56}Ba: [_{54}Xe]6s^2 \Rightarrow 2 \text{ الکترون} \\ _{83}Bi: [_{54}Xe]6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^3 \Rightarrow 5 \text{ الکترون} \end{cases} \Rightarrow 5-2=3$$

خُب! پس اختلاف تعداد الکترون عنصرهای ارائه شده در گزینهٔ «۳» در آخرین لایهٔ الکترونی، بیشتر از سایر گزینه‌ها است.

۱۰

روش ۲ راه ویژهٔ کوتاه: از طریق تعیین شمارهٔ گروه: تعداد الکترون عنصرهای گروه‌های ۱ تا ۱۸ در آخرین لایه مشخص است:

شمارهٔ گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد الکترون در لایهٔ آخر	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۲

شمارهٔ گروه	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
تعداد الکترون در لایهٔ آخر	۲	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

بنابراین با استفاده از قواعد ارائه شده شمارهٔ گروه هریک از عنصرها را تعیین می‌کنیم تا از این طریق تعداد الکترون در لایهٔ آخر هر عنصر مشخص شود.

گزینهٔ «۱»:

$$\begin{cases} {}_{17}Cl: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۱۸ - ۱۷) = ۱۷ \Rightarrow \text{الکترون در لایهٔ آخر } ۷ \\ {}_{28}Ni: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۳۶ - ۲۸) = ۱۰ \Rightarrow \text{الکترون در لایهٔ آخر } ۲ \end{cases}$$

گزینهٔ «۲»:

$$\begin{cases} {}_{20}Ca: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - ۲۰ = ۲ \Rightarrow \text{الکترون } ۲ \\ {}_{34}Se: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۳۶ - ۳۴) = ۱۶ \Rightarrow \text{الکترون } ۶ \end{cases}$$

گزینهٔ «۳»:

$$\text{بیشترین اختلاف} \Rightarrow \begin{cases} {}_{43}Tc: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۵۴ - ۴۳) = ۷ \Rightarrow \text{الکترون } ۲ \\ {}_{54}Xe: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۵۴ - ۵۴) = ۱۸ \Rightarrow \text{الکترون } ۸ \end{cases}$$

گزینهٔ «۴»:

$$\begin{cases} {}_{56}Ba: \text{شمارهٔ گروه} = ۵۶ - ۵۴ = ۲ \Rightarrow \text{الکترون } ۲ \\ {}_{83}Bi: \text{شمارهٔ گروه} = ۱۸ - (۸۶ - ۸۳) = ۱۵ \Rightarrow \text{الکترون } ۵ \end{cases}$$

۲۱۴. **گزینهٔ ۴** ${}_{48}G$ به دستهٔ d و ${}_{82}H$ به دستهٔ p تعلق دارند:

${}_{48}G: [{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10} \rightarrow$ دستهٔ d

${}_{82}H: [{}_{54}Xe]\,6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2 \rightarrow$ دستهٔ p

بررسی سایر گزینه‌ها:

دو عنصر ارائه شده در گزینهٔ «۱» از دستهٔ d هستند.

دو عنصر ارائه شده در گزینهٔ «۲» از دستهٔ p هستند.

دو عنصر ارائه شده در گزینهٔ «۳» از دستهٔ s هستند.

۲۱۵. **گزینهٔ ۲** اگر آرایش الکترونی فشردهٔ عنصرها را بنویسیم، مشاهده خواهیم کرد که فقط دو عنصر ارائه شده در گزینهٔ «۲» هر دو شرط ذکر شده را دارند:

از دستهٔ d – یک الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{24}C: [{}_{18}Ar]\,4s^1 3d^5$

از دستهٔ p – یک الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{49}D: [{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10} 5p^1$

بررسی سایر گزینه‌ها:

در هریک از گزینه‌ها فقط یکی از دو شرط عنوان‌شده صادق است:

گزینهٔ «۱»:

از دستهٔ d – یک الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{29}A: [{}_{18}Ar]\,4s^1 3d^{10}$

از دستهٔ p – دو الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{5}B: [{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10} 5p^2$

گزینهٔ «۳»:

از دستهٔ p – ۵ الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{35}E: [{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^{10} 4p^5$

از دستهٔ p – ۵ الکترون در بیرونی‌ترین لایه ${}_{85}F: [{}_{54}Xe]\,6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$

گزینهٔ «۴»:

از دستهٔ d – ۲ الکترون در آخرین لایه ${}_{25}G: [{}_{18}Ar]\,4s^2 3d^5$

از دستهٔ d – ۲ الکترون در آخرین لایه ${}_{75}H: [{}_{54}Xe]\,6s^2 4f^{14} 5d^5$

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 زیرلایه

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

۲۱۶. **گزینهٔ 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:

$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^6 \Rightarrow$ عدد اتمی $= ۲۶$

آخرین زیرلایهٔ اتم مورد نظر از نوع d ممکن است 4d باشد، در این صورت آخرین زیرلایهٔ آن از نوع p هم 4p خواهد بود و خواهیم داشت:

$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^{10}\,4p^6\,5s^2\,4d^6 \Rightarrow$ عدد اتمی $= ۴۴$

۲۱۷. **گزینهٔ ۱** باتوجه به اطلاعات داده شده، اگر تعداد پروتون، نوترون و الکترون را به‌ترتیب با p، n و e^- نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} p + n = ۱۱۹ \\ n - e^- = ۲۳ \\ p - e^- = ۴ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p + n = ۱۱۹ \\ p - n = -۱۹ \end{cases} \xrightarrow{+} ۲p = ۱۰۰ \Rightarrow p = ۵۰$$

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:

$${}_{50}X: [{}_{36}Kr]\,5s^2 4d^{10} 5p^2 \Rightarrow \begin{cases} \text{آخرین لایه} = 5s^2 5p^2 \Rightarrow ۴e^- \\ \text{آخرین زیرلایه} = 5p^2 \Rightarrow ۲e^- \end{cases}$$

۲۱۸. **گزینهٔ 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 — $4s^1 3d^5$: عنصر گروه ۶

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

$4s^2 4p^3$: عنصر گروه ۱۵

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در ۸ عنصر از دورهٔ چهارم، لایهٔ الکترونی سوم پر است: عنصرهای گروه‌های ۱۱ تا ۱۸.

۳) بور براساس نظریهٔ خود، فقط طیف نشری خطی هیدروژن را توانست توجیه کند.

۴) هرچه فاصلهٔ الکترون از هسته بیشتر شود، انرژی آن افزایش می‌یابد.

۲۱۹. **گزینهٔ ۱** چون عنصر موردنظر الکترون‌هایی با $l = ۲$ (واقع در زیرلایهٔ d) دارد، پس عنصر موردنظر ${}_{24}M$ یا ${}_{28}A$ 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.

$${}_{24}M: [{}_{18}Ar]\,3d^5 4s^1 \Rightarrow \begin{cases} l = ۱: 2p^6\,3p^6 \Rightarrow ۱۲e^- \\ l = ۰ \Rightarrow 1s^2\,2s^2\,3s^2\,4s^1 \Rightarrow ۷e^- \\ l = ۲: 3d^5 \Rightarrow ۵e^- \end{cases}$$

تعداد الکترون ${}_{24}M$ در زیرلایه‌های s و d با تعداد الکترون آن در زیرلایهٔ 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.

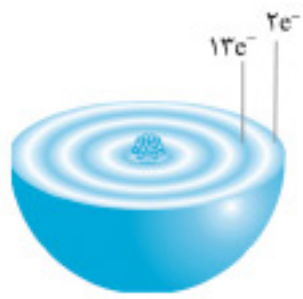
۲۲۰. **گزینهٔ ۲** زیرلایهٔ 4s در اتم A دو برابر اتم B الکترون دارد ⇐ در اتم A، $4s^2$ و در اتم B، $4s^1$ داریم. از طرفی، زیرلایهٔ 3d در اتم A نصف اتم B الکترون دارد ⇐ در اتم A، $3d^5$ و در اتم B، $3d^{10}$ داریم، بنابراین:

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

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

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.

۲۲۱. (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 (۲۵ = ۲ + ۱۳ + ۸ + ۲).



توضیح همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: شمارهٔ گروه عنصر A برابر است با:

شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۳۶ - ۲۵) = ۷$

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

عبارت سوم: آرایش الکترونی فشردهٔ A به‌صورت $[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲}$ است. بنابراین، ۷ الکترون ظرفیتی دارد و بالاترین عدد اکسایش آن برابر ۷+ است.

عبارت چهارم: سه زیرلایهٔ ۳s، ۳p و ۳d عنصر A از الکترون اشغال شده است.

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

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

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

$_{۵۰}A:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۲} \Rightarrow$ لایهٔ ظرفیت: $۵s^{۲}۵p^{۲} \Rightarrow ۴e^{-}$

$_{۵۶}B:[_{۵۴}Xe]۶s^{۲} \Rightarrow$ لایهٔ ظرفیت: $۶s^{۲} \Rightarrow ۲e^{-}$

$_{۲۶}C:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۶} \Rightarrow$ لایهٔ ظرفیت: $۴s^{۲}۳d^{۶} \Rightarrow ۸e^{-}$ (بیشتر از بقیه)

$_{۳۵}D:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۵} \Rightarrow$ لایهٔ ظرفیت: $۴s^{۲}۴p^{۵} \Rightarrow ۷e^{-}$

۲۲۳. (گزینه ۳) آرایش الکترونی کامل $_{۲۲}Ti$ را می‌نویسیم:

$_{۲۲}Ti: \overbrace{۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۴s^{۲}۳d^{۲}}^{\text{۷ زیرلایه}}$

بیرونی‌ترین زیرلایه $\begin{cases} n = ۴ \\ l = ۰ \end{cases}$

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

دام آموزشی: انتخاب گزینهٔ «۴» به معنی افتادن در دام آموزشی است و نشانگر وجود این تصور نادرست در ذهن شماست که بیرونی‌ترین زیرلایه، آن است که در نوشتن آرایش الکترونی، آخر از همه به آن الکترون داده می‌شود.

۲۲۴. (گزینه ۴) عنصر A همان اسکاندیم ($_{۲۱}Sc$) است که ۸ الکترون در زیرلایه‌های نوع s داشته و همانند گالیم ($_{۳۱}Ga$)، سه الکترون ظرفیتی دارد: $۴s^{۲}۳d^{۱}$.

$_{۲۱}Sc$ در گروه ۳ جدول قرار دارد. $_{۳۹}Y$ هم همین‌طور.

۲۲۵. (گزینه ۱) با توجه به گزینه‌های سؤال، احتمالاً مدنظر طراح محترم آخرین زیرلایه آرایش الکترونی با یک الکترون می‌باشد. چرا که بین آخرین زیرلایه در آرایش الکترونی و آخرین زیرلایه اشغال‌شده تفاوت وجود دارد. آخرین زیرلایه اشغال‌شده با آخرین زیرلایه الکترونی در آرایش الکترونی عناصر دسته d متفاوت است. با توجه به ذهنیت طراح عناصری که در آخرین زیرلایه الکترونی خود یک الکترون دارند، عبارت‌اند از:

$_{۱}H:\underline{۱s^{۱}}$ ، $_{۳}Li:[_{۲}He]\underline{۲s^{۱}}$ ، $_{۵}B:[_{۲}He]\underline{۲s^{۲}۲p^{۱}}$

$_{۱۱}Na:[_{۱۰}Ne]\underline{۳s^{۱}}$ ، $_{۱۳}Al:[_{۱۰}Ne]\underline{۳s^{۲}۳p^{۱}}$ ، $_{۱۹}K:[_{۱۸}Ar]\underline{۴s^{۱}}$

$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]\underline{۳d^{۵}۴s^{۱}}$ ، $_{۲۹}Cu:[_{۱۸}Ar]\underline{۳d^{۱۰}۴s^{۱}}$

$_{۳۱}Ga:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}\underline{۴p^{۱}}$

۲۲۶. (گزینه ۲) به آرایش الکترونی فشردهٔ $_{۲۶}Fe$ توجه کنید:

$_{۲۶}Fe:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۶} \Rightarrow \begin{cases} \text{بیرونی‌ترین زیرلایه} = ۴s^{۲} \Rightarrow ۲e^{-} \\ \text{لایهٔ ظرفیت} = ۴s^{۲}۳d^{۶} \Rightarrow ۸e^{-} \end{cases}$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: Ni شامل ۱۰ الکترون ظرفیتی و ۲ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه است ($۴s^{۲}$).

گزینهٔ «۳»: Se دارای ۶ الکترون در لایهٔ ظرفیت و چهار الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه است ($۴p^{۴}$).

گزینهٔ «۴»: Cr دارای ۶ الکترون در لایهٔ ظرفیت و یک الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه است ($۴s^{۱}$).

۲۲۷. (گزینه ۱)

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

ابتدا آرایش الکترونی اتم‌ها را رسم می‌کنیم:

$_{۲۷}A:[_{۱۸}Ar]۳d^{۷}۴s^{۲}$

$_{۳۰}X:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}$

$_{۳۹}G:[_{۳۶}Kr]۴d^{۱}۵s^{۲}$

$_{۳۱}Z:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۱}$

$_{۲۱}M:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱}۴s^{۲}$

$_{۳۶}E:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۶}$

۲۲۸. (گزینه ۴) همهٔ عبارت‌های داده شده در مورد $_{۵۰}Sn$ درست است.

$_{۵۰}Sn:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۲} \Rightarrow$

آ) دستهٔ $p \Rightarrow$ آخرین زیرلایه‌ای که الکترون گرفته $= ۵p^{۲}$

ب) آخرین لایه $= ۵s^{۲}۵p^{۲} \Rightarrow ۴e^{-}$

پ) بیرونی‌ترین زیرلایه $= ۵p^{۲} \Rightarrow ۲e^{-}$

ت) لایهٔ ظرفیت $= ۵s^{۲}۵p^{۲} \Rightarrow ۴e^{-}$

ث) لایهٔ ماقبل آخر $= ۴s^{۲}۴p^{۶}۴d^{۱۰} \Rightarrow ۱۸e^{-}$

۲۲۹. (گزینه ۳) عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

عبارت دوم: مقایسهٔ سطح انرژی:

$۴f \quad < ۵d \quad < ۶p$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$

$n = ۴ \quad n = ۵ \quad n = ۶$

$l = ۳ \quad l = ۲ \quad l = ۱$

توجه: از چند زیرلایه که مقدار $(n+l)$ آن‌ها یکسان است، زیرلایهٔ دارای n کمتر از انرژی کمتری برخوردار است.

عبارت سوم: در مورد عنصرهای فلزی این قاعده درست نیست. به عنوان مثال، سدیم و منیزیم به‌ترتیب یک و دو الکترون در لایهٔ ظرفیت دارند و واکنش‌پذیری سدیم بیشتر است.

عبارت چهارم: گنجایش هر زیرلایه با l معین، از رابطهٔ $(۴l+۲)$ مشخص می‌شود. بنابراین زیرلایهٔ $l = ۴$ (یعنی زیرلایهٔ نوع g) می‌تواند $۴ \times ۴ + ۲$ الکترون (یعنی ۱۸ الکترون) در خود جای دهد. شمار عنصرهای دورهٔ پنجم جدول تناوبی هم برابر ۱۸ است.

عبارت پنجم: با توجه به گزینهٔ اعلام شده توسط سازمان سنجش، به نظر می‌رسد طراح تست این عبارت را درست در نظر گرفته است. اما عنصرهای زیادی در جدول تناوبی وجود دارند که تعداد الکترون ظرفیتی اتم آن‌ها، یکسان است، ولی هم‌گروه نیستند. **مثال:** $_{۲۵}Mn:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲} \Rightarrow$ ۷ الکترون ظرفیتی

$_{۳۵}Br:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۵} \Rightarrow$ ۷ الکترون ظرفیتی

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

استراتژی حل: با استفاده از رابطهٔ زیر عدد اتمی عنصر را به‌دست می‌آوریم تا با نوشتن آرایش الکترونی فشردهٔ عنصر، یکایک عبارت‌ها را ارزیابی کنیم.

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{عدد جرمی} - \text{اختلاف شمار نوترون و پروتون}}{۲} = \frac{۶۴ - ۶}{۲} = ۲۹$$

$\Rightarrow$ آرایش الکترونی فشرده: $[_{۱۸}Ar]۴s^{۱}۳d^{۱۰}$

۳۹۵. (گزینه ۲) نام‌های ارائه شده در (آ)، (ت) و (ج) درست است.

نام درست سه ترکیب دیگر:

فرمول	VO_2	N_2O	NO
نام	وانادیم (IV) اکسید	دی نیتروژن مونوکسید	نیتروژن مونوکسید

دقت کنید: VO_2 برخلاف پنج ترکیب دیگر، ترکیب مولکولی نیست! وانادیم فلز بوده و لذا VO_2 ترکیب یونی است و باید مطابق قواعد ترکیب‌های یونی، نام‌گذاری شود.

$VO_2(V^{4+}, O^{2-})$ وانادیم (IV) اکسید

نشانگر عدد اکسایش وانادیم

در فصل ۲ شیمی دوازدهم، در مورد عدد اکسایش با تفصیل بیشتری آشنا خواهید شد.

۳۹۶. (گزینه ۱) به جز موارد (ب) و (ت)، بقیهٔ نام‌ها درست است.

نام درست دو ترکیب ارائه شده در قسمت‌های (ب) و (ت):

ترکیب	TiO_2	MnN
نام	تیتانیم (IV) اکسید	منگنز (III) نیترید

دقت کنید: TiO_2 و MnN ترکیب یونی هستند در نام ترکیب یونی، هرگز تعداد یون با پیشوند ذکر نمی‌شود و به‌جای آن، اگر عنصر فلزی امکان تشکیل بیش از یک نوع را داشته باشد، باید عدد اکسایش عنصر فلزی با عدد رومی مشخص شود.

بازهم دقت کنید: MgH_2 ترکیب یونی و H_2S ترکیب مولکولی است.

۳۹۷. (گزینه ۴) از آن‌جا که مس از دو ظرفیت مختلف برخوردار است (۱ و ۲)، لازم است بار کاتیون مربوط به آن با عدد رومی ذکر شود. بنابراین:

Cu_2S ⇒ سولفید مس (I)

نام درست و دقیق سه ترکیب دیگر: N_2O ⇒ (ترکیب مولکولی) دی‌نیتروژن مونوکسید

BaO ⇒ باریم اکسید

PCl_3 ⇒ (ترکیب مولکولی) فسفر تری‌کلرید

۳۹۸. (گزینه ۳) Mg_3N_2 منیزیم نیترید

Cu_2O مس (I) اکسید — NF_3 نیتروژن تری‌فلوئورید

Cr_2O_3 کروم (III) اکسید — N_2O_3 دی‌نیتروژن تری‌اکسید

۳۹۹. (گزینه ۱)

قسمت اول: هر مول Al_2S_3 شامل ۵ مول یون است؛ بنابراین:

تعداد یون در ۱۰ گرم $Al_2S_3 = \frac{۱۰}{۱۵۰} \times ۵ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \simeq ۲ \times ۱۰^{۲۳}$ یون

قسمت دوم: $\frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم آلومینیم}} = \frac{۳ \times ۳۲}{۲ \times ۲۷} = \frac{۱۶}{۹}$

۴۰۰. (گزینه ۱) در مولکول O_2 پیوند دوگانه وجود دارد، نه سه‌گانه:

ساختار لوویس O_2: $\ddot{O}=\ddot{O}$

در ساختار مولکولی هریک از سه ترکیب دیگر، پیوند سه‌گانه وجود دارد:

$:C \equiv O:$ $H-C \equiv N:$ $:N \equiv N:$

۴۰۱. (گزینه ۴) مولکول ارائه شده در گزینهٔ «۴» دارای ۳ پیوند کووالانسی است، در حالی‌که هر یک از سه مولکول دیگر، ۴ پیوند کووالانسی دارند.

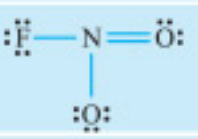
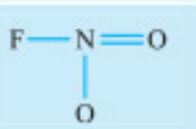
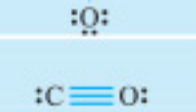
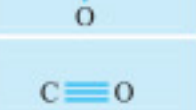
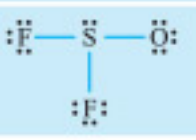
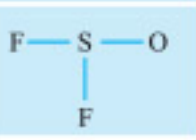
ترکیب	n_{val}	n_{oct}	تعداد پیوندهای کووالانسی
CH_2O	$۴+۲(۱)+۶=۱۲$	$۲(۸)+۲(۲)=۲۰$	$\frac{۲۰-۱۲}{۲}=۴$
HCN	$۱+۴+۵=۱۰$	$۲+۲(۸)=۱۸$	$\frac{۱۸-۱۰}{۲}=۴$
SO_3	$۶+۳(۶)=۲۴$	$۴(۸)=۳۲$	$\frac{۳۲-۲۴}{۲}=۴$
$SOBr_2$	$۶+۶+۲(۷)=۲۶$	$۴(۸)=۳۲$	$\frac{۳۲-۲۶}{۲}=۳$

۴۰۲. (گزینه ۴) تعداد کل الکترون ظرفیتی (n_{val}) را حساب می‌کنیم. سپس تعداد الکترون پیوندی را به‌دست آورده و از n_{val} کم می‌کنیم تا تعداد الکترون ناپیوندی مشخص شود.

ترکیب	n_{val}	n_{oct}	تعداد الکترون‌های پیوندی	تعداد الکترون‌های ناپیوندی
SO_2	$۶+۲(۶)=۱۸$	$۳(۸)=۲۴$	$۲۴-۱۸=۶$	$۱۸-۶=۱۲$
O_3	$۳(۶)=۱۸$	$۳(۸)=۲۴$	$۲۴-۱۸=۶$	$۱۸-۶=۱۲$
COF_2	$۴+۶+۲(۷)=۲۴$	$۴(۸)=۳۲$	$۳۲-۲۴=۸$	$۲۴-۸=۱۶$
$SOCl_2$	$۶+۶+۲(۷)=۲۶$	$۴(۸)=۳۲$	$۳۲-۲۶=۶$	$۲۶-۶=۲۰$

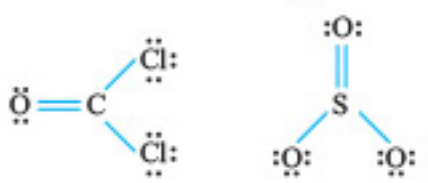
۴۰۳. (گزینه ۲) محاسبات نمایانگر وجود ۴ پیوند اشتراکی در NO_2F است:

ترکیب	n_{val}	n_{oct}
POF_3	$۵+۶+۳(۷)=۳۲$	$۵(۸)=۴۰$
NO_2F	$۵+۲(۶)+۷=۲۴$	$۴(۸)=۳۲$
CO	$۴+۶=۱۰$	$۲(۸)=۱۶$
SOF_2	$۶+۶+۲(۷)=۲۶$	$۴(۸)=۳۲$

هشت‌تایی کردن اتم‌ها	اتصال اتم‌ها به هم	تعداد پیوندهای کووالانسی
		$\frac{۴۰-۳۲}{۲}=۴$
		$\frac{۳۲-۲۴}{۲}=۴$
		$\frac{۱۶-۱۰}{۲}=۳$
		$\frac{۳۲-۲۶}{۲}=۳$

۴۰۴. (گزینه ۳) ساختار لوویس ترکیبات (آ) و (ت) درست‌اند.

ساختار لوویس درست (ب) و (پ) به‌صورت زیر است:



دقت داشته باشید در ترکیب SO_2، گوگرد با داشتن ۳ جفت الکترون پیوندی و در ترکیب $COCl_2$، اکسیژن با داشتن ۳ جفت الکترون ناپیوندی و دو جفت الکترون پیوندی از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کردند و به این دلیل ساختار لوویس آن‌ها نادرست بود.

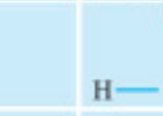
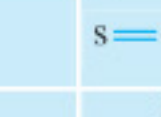
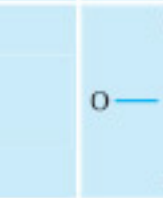
۴۰۵. (گزینه ۴) کافی است مشخص کنیم که N_2O دارای ۴ پیوند و NOCl دارای ۳ پیوند است:

ترکیب	n_{val}	n_{oct}
N_2O	$۲(۵)+۶=۱۶$	$۳(۸)=۲۴$
NOCl	$۵+۶+۷=۱۸$	$۳(۸)=۲۴$

هشت‌تایی کردن اتم‌ها	اتصال اتم‌ها به هم	تعداد پیوندهای کووالانسی
$:N \equiv N-\ddot{O}:$	$N \equiv N-O$	$\frac{۲۴-۱۶}{۲}=۴$
$:\ddot{Cl}-\ddot{N}=\ddot{O}:$	$Cl-N=O$	$\frac{۲۴-۱۸}{۲}=۳$

۴۰۶. (گزینه ۴)

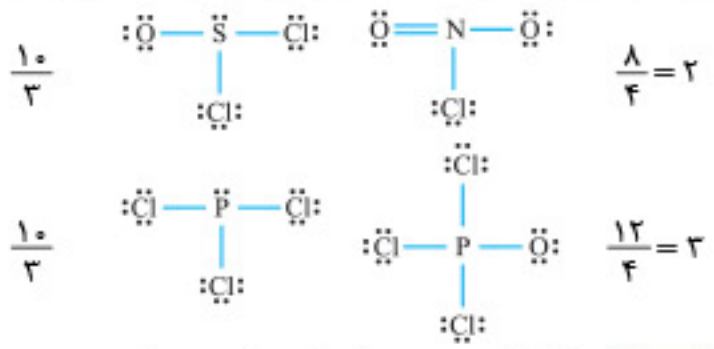
ترکیب	n_{val}	n_{oct}	تعداد پیوندهای کووالانسی
CH_2O	$4+2(1)+6=12$	$2(2)+2(8)=20$	$\frac{20-12}{2}=4$
CSO	$4+6+6=16$	$3(8)=24$	$\frac{24-16}{2}=4$
$CHCl_3$	$4+1+3(7)=26$	$2+4(8)=34$	$\frac{34-26}{2}=4$
SO_2Cl_2	$6+2(6)+2(7)=32$	$5(8)=40$	$\frac{40-32}{2}=4$

نسبت	هشت‌تایی کردن	اتصال اتم‌ها به هم	تعداد پیوندهای کووالانسی
$\frac{4}{2}$			$\frac{20-12}{2}=4$
$\frac{4}{4}$			$\frac{24-16}{2}=4$
$\frac{4}{9}$			$\frac{34-26}{2}=4$
$\frac{4}{12}$			$\frac{40-32}{2}=4$

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

۴۰۷. (گزینه ۱) در هر یک از دو ترکیب ارائه شده در گزینهٔ «۱»، تعداد جفت الکترون ناپیوندی دو برابر تعداد جفت الکترون پیوندی است:

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



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

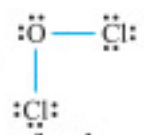
$$a)\ SOF_2 \Rightarrow \begin{cases} n_{val}=6+6+2(7)=26 \\ n_{oct}=4\times 8=32 \end{cases} \Rightarrow \frac{32-26}{2}=3 \text{ پیوند} \Rightarrow$$

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

$$b)\ COBr_2 \Rightarrow \begin{cases} n_{val}=4+6+2(7)=24 \\ n_{oct}=4\times 8=32 \end{cases} \Rightarrow \frac{32-24}{2}=4 \text{ پیوند} \Rightarrow$$

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

$$c)\ Cl_2O \Rightarrow \begin{cases} n_{val}=6+2(7)=20 \\ n_{oct}=3\times 8=24 \end{cases} \Rightarrow \frac{24-20}{2}=2 \text{ پیوند} \Rightarrow$$



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

$$d)\ CHCl_3 \Rightarrow \begin{cases} n_{val}=4+1+3(7)=26 \\ n_{oct}=4(8)+2=34 \end{cases} \Rightarrow \frac{34-26}{2}=4 \text{ پیوند} \Rightarrow$$

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

به این ترتیب مشخص می‌شود که بیشترین و کمترین نسبت مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ترتیب به Cl_2O و $COBr_2$ تعلق دارد.

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

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

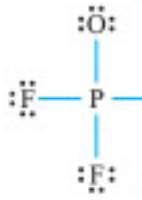
$$NO_2^+ \Rightarrow \left(\ddot{O}=N=\ddot{O}\right)^+ \Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{4}{4}=1$$

$$SO_2 \Rightarrow \ddot{O}=S(:\ddot{O}:)-\ddot{O}: \Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{8}{4}=2$$

$$SO_3^{2-} \Rightarrow \left[:\ddot{O}-S(:\ddot{O}:)-\ddot{O}:\right]^{2-} \Rightarrow \frac{\text{شمار ناپیوندی}}{\text{شمار پیوندی}}=\frac{10}{3}$$

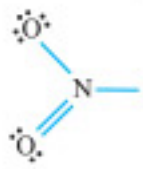
۴۱۰. (گزینه ۲) ساختار لوویس هر دو ترکیب را رسم می‌کنیم:

$$POF_3 \Rightarrow \begin{cases} n_V=5+6+3(7)=32 \\ n_O=5\times 8=40 \end{cases} \Rightarrow \text{تعداد پیوند}=\frac{40-32}{2}=4$$



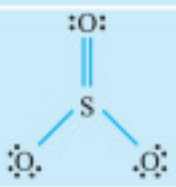
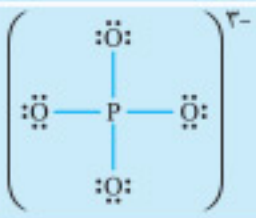
$$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون پیوندی}}=\frac{12}{4}=3$$

$$NO_2F \Rightarrow \begin{cases} n_V=5+2(6)+7=24 \\ n_O=4\times 8=32 \end{cases} \Rightarrow \text{تعداد پیوند}=\frac{32-24}{2}=4$$



$$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون پیوندی}}=\frac{8}{4}=2 \Rightarrow \frac{3}{2}=1/5$$

۴۱۱. (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

۴۱۲. (گزینه ۳) تعداد پیوند اشتراکی در هر مولکولی که اتم‌های آن از آرایش هشت‌تایی برخوردارند، از رابطهٔ زیر قابل تعیین است:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = \frac{\text{مجموع تعداد الکترون‌های تکی در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌ها}}{۲}$$

اگر فرمول ترکیب را X_mO_n در نظر بگیریم و تعداد الکترون تکی اتم X در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن را x فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$۸ = \frac{mx + ۲n}{۲} \Rightarrow mx + ۲n = ۱۶ \ (I)$$

تعداد جفت الکترون ناپیوندی هر مولکول (با آرایش هشت‌تایی برای اتم‌ها)، برابر تعداد جفت الکترون ناپیوندی سازنده آن قبل از تشکیل پیوند است. اگر تعداد جفت الکترون ناپیوندی هر اتم نافلزی موردنظر برابر y باشد، خواهیم داشت:

$$X_mO_n \Rightarrow ۱۲ = my + ۲n \ (II)$$

در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هر اتم نافلزی (غیر از هیدروژن و هلیم)، مجموع تعداد الکترون تکی و جفت الکترون در آن برابر ۴ است. بنابراین برای اتم نافلزی X خواهیم داشت:

$$x + y = ۴ \Rightarrow y = ۴ - x \ (III)$$

$$(II), (III) \Rightarrow ۱۲ = m(۴ - x) + ۲n \Rightarrow ۴m + ۲n - mx = ۱۲ \ (IV)$$

$$(I), (IV) \Rightarrow \begin{cases} mx = ۱۶ - ۲n \\ mx = ۴, + ۲m - ۱۲ \end{cases} \Rightarrow m + n = ۷ \ (V)$$

پس مجموع تعداد اتم در مولکول X_mO_n برابر ۷ است و فقط یکی از گزینه‌های ۱ یا ۳ می‌تواند درست باشد، یعنی $Cl_۲O_۵$ یا $N_۲O_۵$ و لاغیر!

از آن‌جا که در هر دو فرمول $C_۲O_۵$ و $N_۲O_۵$ مقدار m برابر ۲ و مقدار n برابر ۵ است، بنابراین از رابطهٔ IV مقدار x را که برابر تعداد الکترون تکی اتم نافلزی است، حساب می‌کنیم:

$$۴m + ۲n - mx = ۱۲ \Rightarrow (۴ \times ۲) + (۲ \times ۵) - (۲x) = ۱۲ \Rightarrow x = ۳$$

پس در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم نافلزی موردنظر، ۳ تا تک‌الکترون وجود دارد. پس اکسید موردنظر $N_۲O_۵$ است.

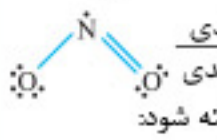
۴۱۳. (گزینه ۴) در مولکول هیدروژن سیانید (HCN):

$$\frac{\text{۴ جفت پیوندی}}{\text{۱ جفت ناپیوندی}} = ۴$$

در مولکول سیلیسیم تترافلوئورید ($SiF_۴$):

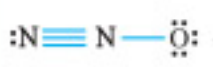
$$\frac{\text{۴ جفت پیوندی}}{\text{۱۲ جفت ناپیوندی}} = \frac{۱}{۳}$$

در مولکول نیتروژن دی‌اکسید ($NO_۲$):



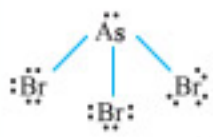
$$\frac{\text{۳ جفت پیوندی}}{\text{۵ جفت ناپیوندی}} = ۰/۶$$

و اگر مولکول $N_۲O$ یعنی دی‌نیتروژن مونوکسید درنظر گرفته شود:



$$\frac{\text{۴ جفت پیوندی}}{\text{۴ جفت ناپیوندی}} = ۱$$

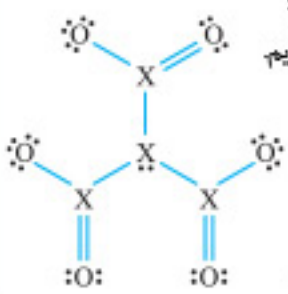
در مولکول آرسنیک تری‌برمید ($AsBr_۳$):



$$\frac{\text{۳ جفت پیوندی}}{\text{۱۰ جفت ناپیوندی}} = \frac{۳}{۱۰}$$

در نتیجه داده‌های ارائه‌شده در ردیف‌های ۱ و ۴ درست است.

۴۱۴. (گزینه ۲) ابتدا همهٔ اتم‌ها را هشت‌تایی می‌کنیم:



تعداد الکترون‌های ظرفیتی عنصر X را برابر x در نظر می‌گیریم.

$$\text{تعداد پیوندهای کووالانسی} = \frac{n_{oct} - n_{val}}{۲}$$

$$\Rightarrow ۱۲ = \frac{۱۰(۸) - [۶(۶) + ۴x]}{۲} \Rightarrow x = ۵$$

پس عنصر X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۴۱۵. (گزینه ۴) اگر تعداد الکترون ظرفیتی عنصر X را با x نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{n_o - n_v}{۲} \Rightarrow ۴ = \frac{(۵ \times ۸) - [x + ۶ + ۳(۷)]}{۲} \Rightarrow x = ۵$$

پس عنصر X در گروه ۱۵ قرار داشته و یون $X^{۳-}$ تشکیل می‌دهد. $_{۵۶}Ba$ هم با از دست دادن ۲ الکترون به آرایش $_{۵۴}Xe$ رسیده و یون $Ba^{۲+}$ به‌وجود می‌آورد. بنابراین فرمول شیمیایی ترکیب عنصر X با فلز باریم به‌صورت $Ba_۳X_۲$ خواهد بود.

۴۱۶. (گزینه ۳) به‌جز عبارت (آ) بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

آ) برخی از اکسیدهای فلزی مانند $Al_۲O_۳$ و MgO را اگر وارد آب کنید، قشنگ می‌رن ته‌آب، نه واکنش می‌دن با آب و نه حل می‌شن در آن. برخی از اکسیدهای نافلزی هم همین‌طور، مثل گازهای CO و NO، که اگه یه اپسیلن هم حل بشن، واکنشی با آب نمی‌دن و یون OH^- یا H^+ به‌وجود نمیارن. وارد کردن این‌ها موجب تغییر در pH آب نشده و محلول بازی یا اسیدی به وجود نمی‌آورد.

پ) $CO_۲$ خاصیت اسیدی دارد و می‌تواند موجب از بین رفتن اسکلت آهکی مرجان (که خاصیت بازی دارد) شده و آن را نابود کند.

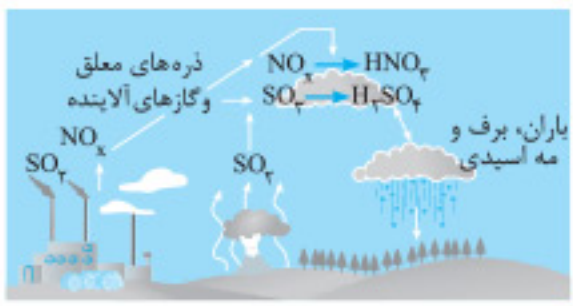
۴۱۷. (گزینه ۱) اکسیدهای نافلزی خاصیت اسیدی داشته و محلول آبی آن‌ها، کاغذ pH را به رنگ سرخ درمی‌آورد. مانند: $SO_۳$، $CO_۲$ و $P_۴O_{۱۰}$.

اکسیدهای فلزی خاصیت بازی داشته و محلول آبی آن‌ها، کاغذ pH را به رنگ آبی درمی‌آورد. مانند: $Li_۲O$، $Na_۲O$ و BaO

۴۱۸. (گزینه ۲) عنصرهای فلزی (که اکسید آن‌ها خاصیت بازی دارند)، عبارت‌اند از: Mg، K، Ba، Li و Na.

۴۱۹. (گزینه ۱) $_{۳۶}Kr$ ⇐ (گاز نجیب دورهٔ ۴ جدول دوره‌ای) در گروه ۱۸ قرار دارد. پس $_{۳۴}X$ در گروه ۱۶ واقع شده و یک نافلز است که اکسید آن، خاصیت اسیدی داشته و محلول حاصل از واکنش آن با آب، کاغذ pH را به رنگ سرخ درمی‌آورد.

۴۲۰. (گزینه ۱)



۴۲۱. (گزینه ۳) عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) نادرست‌اند.

توضیح عبارت‌های نادرست:

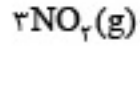
آ) هر بارانی دارای $pH < ۷$ است، ولی به همهٔ آن‌ها باران اسیدی گفته نمی‌شود. اگر مقداری گاز $CO_۲$ در آب باران حل شود، pH باران اندکی کمتر از ۷ بوده و باران را باران معمولی درنظر می‌گیریم.

اگر علاوه بر گاز $CO_۲$، اکسیدهای نافلزی مثل $SO_۲$، $SO_۳$ و $NO_۲$ نیز در آب باران حل شوند، pH باران خیلی کمتر از ۷ شده و باران را باران اسیدی درنظر می‌گیریم. در واقع باران معمولی صرفاً حاوی مقداری کربنیک‌اسید ($H_۲CO_۳$) است، اما در باران اسیدی، مقداری اسیدهای قوی مانند نیتریک‌اسید ($HNO_۳$) و سولفوریک‌اسید ($H_۲SO_۴$) نیز وجود دارد.

پ) گاز خروجی از دهانهٔ آتشفشان، $SO_۲$ است. این گاز در واکنش با گاز اکسیژن به $SO_۳$ تبدیل می‌شود. از اثر $SO_۳$ بر بخار آب موجود در هوا، $H_۲SO_۴$ (سولفوریک‌اسید) پدید می‌آید که یکی از اسیدهای موجود در باران اسیدی است.

ت) آثار زیان‌بار باران اسیدی بر بدن، به‌سرعت (در مدت زمان کوتاه) نمایان می‌شود.

۴۲۲. (گزینه ۴) عبارت‌های اول، سوم و چهارم و احتمالاً عبارت دوم درست‌اند.



عبارت اول: بدیهی است!

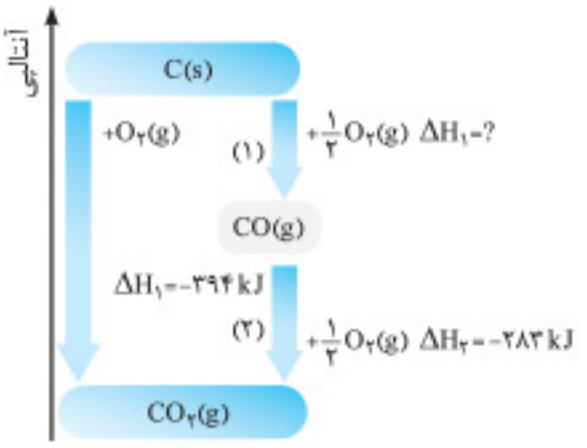
عبارت دوم: به واکنش‌های زیر توجه کنید:

$$۳NO_۲(g) + H_۲O(l) \longrightarrow ۲HNO_۳(aq) + NO(g)$$

۱۳۰۵. **گزینه ۳** طبق شکل داده شده:

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \Rightarrow -۳۹۴ = \Delta H_1 + (-۲۸۳)$$

$$\Delta H_1 = -۳۹۴ + ۲۸۳ = -۱۱۱\,kJ$$



پس گرمای تشکیل گاز CO طبق واکنش:

$$C(s\text{, گرافیت}) + \frac{۱}{۲}O_2(g) \longrightarrow CO(g)$$

برابر $-۱۱۱\,kJ$ است.

درستی گزینه‌های «۱» و «۴» نیز واضح است اما واکنش:

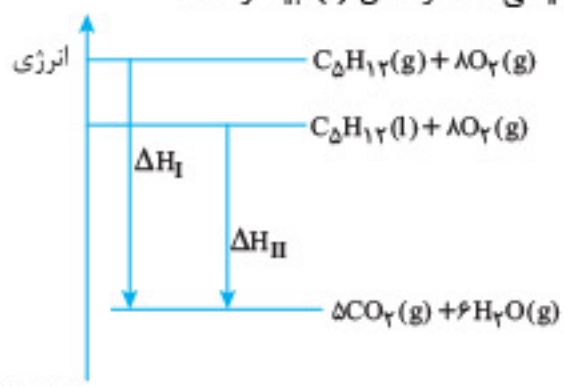
$$C(s\text{, گرافیت}) + \frac{۱}{۲}O_2(g) \longrightarrow CO(g)$$

را نمی‌توان به روش تجربی و به آسانی انجام داد، از این رو آنتالپی آن را باید به روش غیرمستقیم محاسبه کرد.

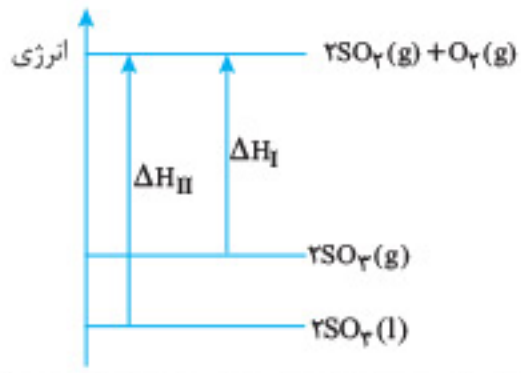
۱۳۰۶. **گزینه ۳** در سه مورد (آ)، (پ) و (ت)، ΔH_I بیشتر از ΔH_{II} است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

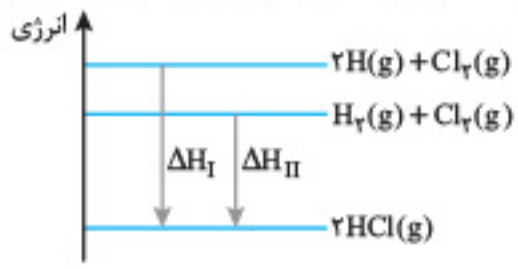
آ) هر دو واکنش گرماده و فراورده‌های آن‌ها، عین هم است. از آن‌جا که حالت مایع هر ماده‌ای از حالت گازی آن سطح انرژی پایین‌تری دارد، پس واکنش (I) گرماده‌تر است، یعنی ΔH واکنش (I) بیشتر است.



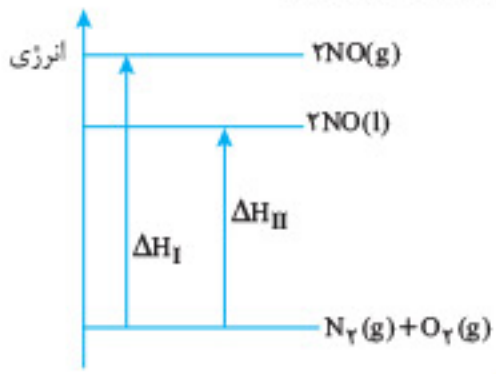
ب) هر دو واکنش گرماگیر است. اما چون سطح انرژی $SO_2(s)$ در مقایسه با $SO_2(g)$ پایین‌تر است، پس تغییر آنتالپی یا ΔH واکنش (II) بیشتر از واکنش (I) است.



پ) هر دو واکنش گرماده است. اما چون سطح انرژی $2H(g)$ در مقایسه با $H_2(g)$ بیشتر است؛ پس ΔH واکنش (I) بیشتر از واکنش (II) می‌باشد.



ت) با توجه به گرماگیربودن واکنش ارائه‌شده، هرچه سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر باشد، ΔH واکنش بیشتر خواهد بود.



۱۳۰۷. **گزینه ۴**

میعان: تبدیل حالت بخار به مایع را می‌گویند و فرایندی گرماده است. (b)

فرازش: تبدیل حالت جامد به گاز به‌طور مستقیم را می‌گویند (تصعید) و فرایندی گرماگیر است. (f)

چگالش: تبدیل گاز به جامد را می‌گویند و فرایندی گرماده است. (a)

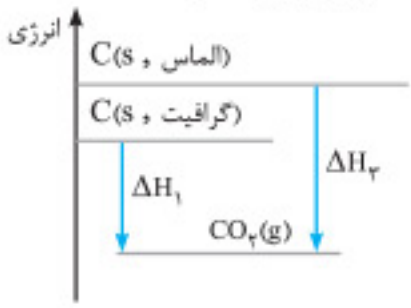
انجماد: تبدیل مایع به جامد را می‌نامند و فرایندی گرماده است. (d)

b، f، a و d به‌ترتیب، فرایندهای میعان، فرازش، چگالش و انجماد را نشان می‌دهد.

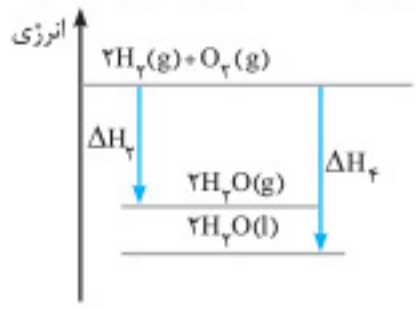
۱۳۰۸. **گزینه ۱** الماس ناپایدارتر و دارای سطح انرژی بالاتری از گرافیت است. بنابراین گرمای حاصل از سوختن کامل یک مول الماس در مقایسه با یک مول گرافیت، بیشتر است.

پس ΔH_3 می‌تواند $-۳۹۵/۵\,kJ$ باشد. به نمودار (۱) توجه کنید.

$H_2O(l)$ نسبت به $H_2O(g)$ سطح انرژی پایین‌تری دارد. بنابراین در واکنش سوختن گاز هیدروژن، اگر فراورده $H_2O(l)$ باشد، گرمای آزادشده بیشتر از زمانی است که فراورده $H_2O(g)$ باشد. به نمودار(۲) توجه کنید.



نمودار (۱)



نمودار (۲)

۱۳۰۹. **گزینه ۲** ضرایب معادلهٔ (۲)، دو برابر ضرایب معادلهٔ (۱) است. پس ΔH معادلهٔ (۲)، دو برابر ΔH معادلهٔ (۱) است.

$$\Delta H_2 = ۲ \times (-۲۴۲) = -۴۸۴\,kJ$$

ضرایب معادلهٔ (۳)، دوبرابر ضرایب معادلهٔ (۲) بوده و طرف اول و دوم معادله هم جابه‌جا شده است. بنابراین ΔH معادلهٔ (۳)، (۲−) برابر ΔH معادلهٔ (۲) است:

$$\Delta H_3 = (-۲)(-۴۸۴) = +۹۶۸\,kJ$$

۱۳۱۰. **گزینه ۱** ضرایب معادلهٔ دارای ΔH مجهول دو برابر ضرایب معادلهٔ دارای $\Delta H = +۸۴$ بوده و طرف اول و دوم معادله نیز جابه‌جا شده است. بنابراین ΔH معادلهٔ موردنظر، (۲−) برابر ΔH معادلهٔ داده‌شده است.

$$\Delta H = (-۲) \times (۸۴\,kJ) = -۱۶۸\,kJ$$

کافی است با استفاده از رابطهٔ $۱\,cal = ۴/۲\,J$، ΔH را برحسب کالری به‌دست آوریم:

$$\Delta H = -۱۶۸\,kJ \times \frac{۱\,kcal}{۴/۲\,kJ} = -۴۰\,kcal$$

۱۳۱۱. **گزینه ۱** در یک واکنش گرماده، هرچه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای بیشتری آزاد می‌شود؛ یعنی آنتالپی واکنش بیشتر است. بنابراین آنتالپی واکنش (II) در مقایسه با واکنش (I)، بیشتر است.

دقت کنید که سطح انرژی هر ماده به حالت گازی، بالاتر از سطح انرژی آن به حالت مایع است.

در یک واکنش گرماگیر، با کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و افزایش سطح انرژی فراورده‌ها، آنتالپی واکنش بیشتر می‌شود. بنابراین آنتالپی واکنش (IV) در مقایسه با واکنش (III)، بیشتر است.

۱۳۱۲. **گزینه ۲** چون هر چهار واکنش گرماده است، گرمای آزادشده در واکنشی بیشتر است که واکنش‌دهنده‌ها به حالت گاز (دارای سطح انرژی بالاتر) و فراورده‌ها به حالت مایع (دارای سطح انرژی پایین‌تر) باشند.

با توجه به این موضوع، آشکار است که گرمای آزادشده در واکنش D بیشتر از همه و واکنش C کمتر از همه است. پس یکی از گزینه‌های «۱» یا «۲» باید درست باشد.

بنابراین، لازم است گرمای آزادشده در دو واکنش A و B را با یکدیگر مقایسه کنیم.

در واکنش B، هم واکنش‌دهنده‌ها گازی‌اند، هم فراورده‌ها. در واکنش A، متانول با ضریب مولی ۲ مایع است (موجب کمتر شدن انرژی آزادشده) و آب نیز مایع است (موجب بیشترشدن انرژی آزادشده). از آنجا که اختلاف انرژی ۴ مول $H_2O(l)$ با ۴ مول $H_2O(g)$، بیشتر از اختلاف انرژی میان ۲ مول $CH_3OH(l)$ با ۲ مول $CH_3OH(g)$ است، پس گرمای آزادشده در واکنش (A) بیشتر از گرمای آزادشده در واکنش (B) است.

مقایسهٔ گرمای آزادشده: $D > A > B > C$

۱۳۱۳. **گزینه ۳** عبارت‌های (آ)، (پ) و (ث) نادرست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) فرایند هم‌دماشدن بستنی در بدن گرماگیر می‌باشد:

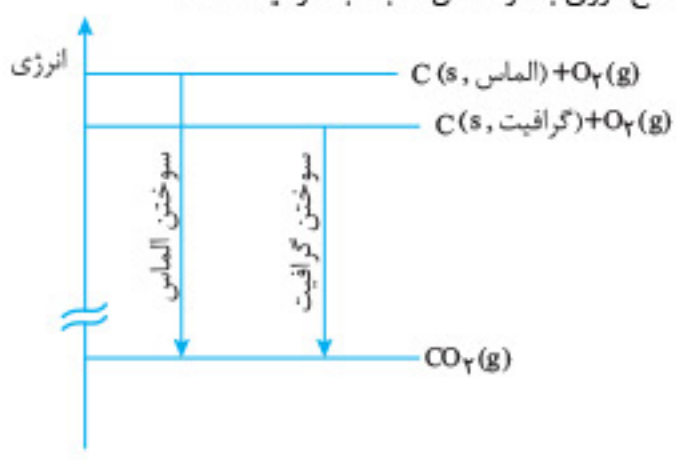
$$\text{بستنی}\ -۳۷^\circ C \longrightarrow \text{بستنی}\ ۰^\circ C \quad q$$

ب) در استخراج آهن، یکی از واکنش‌دهنده‌ها، زغال کک (C) است. ضمناً، گرمای تولیدشده از واکنش زغال کک با Fe_2O_3، انرژی لازم برای افزایش دمای کوره را فراهم می‌کند.

$$۲Fe_2O_3(s) + ۳C(s) \longrightarrow ۴Fe(s) + ۳CO_2(g) + \text{انرژی}$$

پ) بخش عمدهٔ گرمای آزادشده در یک واکنش، ناشی از تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.

ت) سوختن گرافیت در مقایسه با الماس، با تولید انرژی کمتری همراه است که نمایانگر سطح انرژی بالاتر الماس نسبت به گرافیت است.



ث) در سطح سفال بیرونی فرایند تبخیر آب یعنی $H_2O(l) \longrightarrow H_2O(g)$ انجام می‌شود که فرایندی گرماگیر است و باعث خنک‌شدن محتوای داخل پخچال صحرایی می‌شود.

۱۳۱۴. **گزینه ۲** عبارت‌های (آ) و (ب) درست و دو عبارت دیگر، نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

پ) فتوسنتز فرایندی گرماگیر بوده و طی آن، مواد با آنتالپی کمتر به موادی با آنتالپی بیشتر تبدیل می‌شوند:

$$۶CO_2(g) + ۶H_2O(l) \longrightarrow C_6H_{12}O_6(s) + ۶O_2(g) \quad , \quad \Delta H > ۰$$

ت) تغییر آنتالپی که همان Q_p است. اما ΔH با کم‌کردن مجموع آنتالپی مواد واکنش‌دهنده از مجموع آنتالپی مواد فراورده محاسبه می‌شود.

$$\Delta H = [\Sigma \Delta H_{(\text{مواد فراورده})}] - [\Sigma \Delta H_{(\text{مواد واکنش‌دهنده})}]$$

۱۳۱۵. **گزینه ۳** فرایندهای گرماگیر ($\Delta H > ۰$): (آ)، (ت)، (ث) و (ج).

توجه کنید:

■ فرایند تصعید (تبدیل جامد به گاز) همانند فرایند ذوب (تبدیل جامد به مایع) و فرایند تبخیر (تبدیل مایع به گاز) گرماگیر است.

آ) تصعید CO_2 جامد را نشان می‌دهد.

■ فرایند انجماد همانند میعان، گرماده است.

پ) انجماد آب را نشان می‌دهد.

■ معمولاً واکنش O_2، با عنصرهای مختلف، گرماده است، اما واکنش N_2 با O_2 گرماگیر است:

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow ۲NO(g) \quad \Delta H > ۰$$

۱۳۱۶. **گزینه ۴** همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: چون ظرفیت گرمایی ویژهٔ اتانول از آب کمتر است، پس سریع‌تر تبخیر می‌شود.

عبارت دوم:

$$?kJ = ۰/۵\,mol\,C_2H_5OH \times \frac{۴۶\,g\,C_2H_5OH}{۱\,mol\,C_2H_5OH} \times \frac{۸۴۰\,J}{۱\,g\,C_2H_5OH}$$

$$= ۱۹۳۲۰\,J = ۱۹/۳۲\,kJ$$

عبارت سوم: تبخیر مایع فرایندی گرماگیر است. بنابراین مایع با جذب گرما از سامانه، موجب کاهش دمای آن می‌شود.

دقت کنید: دمای یک مایع خالص در مدت تبخیر آن، تغییر نمی‌کند. زیرا گرمای جذب‌شده صرف جداشدن مولکول‌های مایع از یکدیگر و تبخیر آن می‌شود، نه صرف افزایش انرژی جنبشی مولکول‌های مایع.

عبارت چهارم:

$$?kJ = ۱\,mol\,C_2H_5OH \times \frac{۴۶\,g\,C_2H_5OH}{۱\,mol\,C_2H_5OH} \times \frac{۸۴۰\,J}{۱\,g\,C_2H_5OH}$$

$$= ۳۸۶۴۰\,J = ۳۸/۶۴\,kJ$$

$$?kJ = ۱\,mol \times \frac{۱۸\,g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} \times \frac{۲۲۸۰\,J}{۱\,g\,H_2O} = ۴۱۰۴۰\,J = ۴۱/۰۴\,kJ$$

$$۴۱/۰۴ - ۳۸/۶ = ۲/۴۴\,kJ$$

۱۳۱۷. **گزینه ۱** با توجه به اطلاعات داده‌شده، مقدار گرمای آزادشده به هنگام حل‌شدن یک مول $CaCl_2$ برابر ۸۳ کیلوژول و مقدار گرمای جذب‌شده به هنگام حل‌شدن یک مول NH_4NO_3 برابر ۲۶ کیلوژول است، بنابراین فرایند انحلال این دو نمک با نسبت مولی برابر، فرایندی گرماده است.

۱۳۱۸. **گزینه ۳** عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: اکسایش عنصر A با آزاد کردن انرژی (۸۵۲ kJ) و واکنش اکسایش D با گرفتن انرژی (۹۷۱kJ) همراه است بدیهی است اکسایش A آسان‌تر انجام می‌شود.

عبارت دوم:

$$\text{آنتالپی ذوب D} = \frac{۹۷۱ - (۸۵۲ + ۹۱)}{۲} = +۱۴$$

آنتالپی واکنش کلی برابر ۹۷۱− کیلوژول است و منظور طراح سوال از مقدار a، مقدار تغییر آنتالپی است که برابر ۹۷۱ کیلوژول است.

عبارت سوم: به‌ازای ۲ مول A، مقدار ۹۷۱kJ انرژی و به ازای یک مول از آن باید ۴۸۵/۵ kJ انرژی مصرف شود.

عبارت چهارم: با توجه به نمودار آنتالپی واکنش زیر می‌توان دریافت که پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها و در نتیجه واکنش‌پذیری A بیشتر از D می‌باشد.

$$۲A + D_2O_3 \rightarrow ۲D + A_2O_3 + ۹۷۱\,kJ$$

۱۳۱۹. **گزینه ۲**

عبارت دوم و چهارم درست است و احتمالاً عبارت آخر نیز درست در نظر گرفته شده است.

روش برابری مول به ضریب: بعد از محاسبه q و با فرض x به عنوان جرم متانول مصرفی:

$$\frac{x}{۳۲}=\frac{\overbrace{۴۷/۲۵\,kJ}^{q}}{۷۰۰}\Rightarrow x=۲/۱۶\,g\,CH_۳OH$$

ترفند محاسباتی: از فیتیلاسیون و ساده کردن به نحو مناسب بهره می‌بریم:

$$\frac{۱۲۵\times۴/۲\times۹۰\times۳۲}{۱۰۰۰\times۷۰۰}=\frac{۱\times(۶\times۰/۷)\times۹۰\times۳۲}{۸\times۷۰۰}=\frac{۱\times۶\times۱\times۹۰\times۴}{۱\times۱۰۰۰}=۲/۱۶$$

۱۴۲۶. **گزینه ۲** ابتدا گرمای تولیدشده از سوختن ۰/۶ مول هیدروکربن را حساب می‌کنیم:

$$Q=m.c\Delta\theta=۲۰\,kg\times۴/۲\,J.g^{-۱}.{}^\circ C^{-۱}\times۱۰\,{}^\circ C=۸۴۰\,kJ$$

آنتالپی سوختن یعنی گرمای حاصل از سوختن یک مول مادهٔ سوختنی. بنابراین:

$$\text{آنتالپی سوختن هیدروکربن}=\frac{-۸۴۰\,kJ}{۰/۶\,mol}=-۱۴۰۰\,kJ.mol^{-۱}$$

حالا برای پیداکردن ارزش سوختی هیدروکربن لازم است جرم مولی آن را محاسبه کنیم. در شرایط STP، یک مول از هر گازی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. بنابراین:

$$\text{جرم مولی هیدروکربن}=\text{جرم ۲۲/۴ لیتر هیدروکربن در شرایط STP}=۲۲/۴\times۱/۲۵=۲۸\,g.mol^{-۱}$$

حالا می‌توان ارزش سوختی هیدروکربن را حساب کرد:

$$\text{ارزش سوختی}=\frac{|\Delta H_{\text{سوختن}}|}{\text{جرم مولی}}=\frac{۱۴۰۰}{۲۸}=۵۰\,kJ.g^{-۱}$$

۱۴۲۷. **گزینه ۳**

$$Q=۱۰۰\times۴/۲\times(۱۰۰-۲۰)=۳۳۶۰۰\,J=۳۳/۶\,kJ$$

این گرما از سوختن ۱ گرم پروپانول حاصل شده است، بنابراین از سوختن ۱ مول یعنی ۶۰ گرم پروپانول، ($۶۰\times۳۳/۶=۲۰۱۶\,kJ$) انرژی آزاد می‌شود.

$$\Delta H=-۲۰۱۶\,\frac{kJ}{mol}$$

روش برابری مول به ضریب:

$$\frac{۱}{۶۰}=\frac{۳۳/۶}{|\Delta H|}\Rightarrow|\Delta H|=۲۰۱۶\,kJ\Rightarrow\Delta H=-۲۰۱۶\,kJ.mol^{-۱}$$

۱۴۲۸. **گزینه ۴** گرماسنج برای اندازه‌گیری آنتالپی انحلال و همین‌طور، اندازه‌گیری واکنش‌های انجام‌شده در حالت محلول مناسب است.

۱۴۲۹. **گزینه ۱** تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد.

ب) نخستین‌بار هنری هس دریافت که گرمای واکنش به راهی که برای انجام آن واکنش در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست.

پ) بیان علمی قانون هس بر اساس مفهوم ΔH: اگر معادلهٔ واکنشی را بتوان از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.

ث) از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن آب به دست می‌آید.

۱۴۳۰. **گزینه ۳** ΔH این واکنش منفی است. زیرا نوعی واکنش سوختن (سوختن ناقص) محسوب شده و از طرفی واکنش‌های سوختن گرماده هستند. بنابراین سطح انرژی مواد فراورده از مواد واکنش‌دهنده پایین‌تر است.

۱۴۳۱. **گزینه ۱** تنها عبارت (پ) نادرست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

ب) واکنش گرماده است، پس فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند، ضمناً آلایندگی $N_۲$، $CO_۲$ به مراتب کمتر از NO و CO می‌باشد.

پ) مرحلهٔ اول واکنش سوختن کامل گرافیت برخلاف مرحلهٔ اول واکنش تهیهٔ آمونیاک به روش هابر، واکنشی گرماده می‌باشد:

$$\text{مرحلهٔ اول سوختن گرافیت}: C(s)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\longrightarrow CO(g)+۱۱۰/۵\,kJ$$

$$\text{مرحلهٔ اول تهیهٔ آمونیاک}: N_۲(g)+۲H_۲(g)+۹۱\,kJ\longrightarrow N_۲H_۴(g)$$

ت) نسبت شمار الکترون پیوندی به ناپیوندی در ساختار لوویس آمونیاک ($NH_۳$) و هیدرازین ($N_۲H_۴$) به‌ترتیب برابر ۳ و ۲/۵ است.

۱۴۳۲. **گزینه ۱** عبارت‌های (آ) و (ب) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

پ) واکنش گرافیت با گاز هیدروژن، گرماده است، اما به دلیل انرژی فعال‌سازی زیاد واکنش، انجام آن دشوار است.

ت) تغییر آنتالپی هر واکنش در فشار ثابت اندازه‌گیری می‌شود.

۱۴۳۳. **گزینه ۴** ابتدا با استفاده از رابطهٔ $Q=m.c\Delta\theta$ گرمای حاصل از انحلال را محاسبه می‌کنیم:

$$Q=۰/۲\,kg\times۴/۲\,J.g^{-۱}.{}^\circ C^{-۱}\times(۴۵-۲۰)\,{}^\circ C=۲۱\,kJ$$

پس حل‌شدن ۲۰ گرم NaOH (معادل نیم‌مول) در آب، با آزادشدن ۲۱ کیلوژول گرما همراه بوده است. بنابراین حل‌شدن هر مول NaOH در آب، با آزادشدن ۴۲ کیلوژول گرما همراه است.

$$\Rightarrow\Delta H_{\text{انحلال}}NaOH=-۴۲\,kJ.mol^{-۱}$$

۱۴۳۴. **گزینه ۳**

استراتژی حل: ابتدا مقدار گرمای تولید شده را با فرمول $Q=m\cdot c\cdot\Delta\theta$ به‌دست آورده سپس با یک تناسب ساده و یا تقسیم گرما بر شمار مول‌ها، آنتالپی انحلال به‌دست می‌آید.

در انجام محاسبات از ترفندهای اعشارزدایی و ساده کردن به‌طرز مناسبی استفاده می‌کنیم.

$$Q=((۱۵۰\times۴/۲)+(۸/۴\times۱))\times(۴۰-۲۵)=(۶۳۰+۸/۴)\times۱۵=۹۵۷۶\,J$$

از انحلال ۸/۴ g پتاسیم‌هیدروکسید، ۹۵۷۶ J گرما آزاد شده است:

$$\text{مقدار آنتالپی انحلال KOH}=\frac{۹/۵۷۶\,kJ}{\frac{۸/۴}{۵۶}\,mol}=\frac{۹/۵۷۶\times۵۶}{۸/۴}$$

$$=\frac{۹/۵۷۶\times۵۶۰}{۸۴}=\frac{۹/۵۷۶\times۲۰}{۳}$$

$$=(\frac{۹+۰/۵۷۶}{۳})\times۲۰=۳/۱۹۲\times۲۰=۲\times۳۱/۹۲=۶۳/۸۴\,\frac{kJ}{mol}$$

$$\Rightarrow\Delta H_{\text{انحلال}}=-۶۳/۸۴\,kJ.mol^{-۱}$$

روش برابری مول به ضریب:

$$\frac{۸/۴}{۵۶}=\frac{۹/۵۷۶}{|\Delta H|}\Rightarrow|\Delta H|=۶۳/۸۴\,kJ$$

۱۴۳۵. **گزینه ۳**

$$Q=(۵۰+۲۵)\times۴/۲\times(۲۷-۲۵)=۷۵\times۴/۲\times۲=۶۳۰\,J=۰/۶۳\,kJ$$

$$\text{شمار مول‌های HCl}=۲۵\times۱۰^{-۳}\,L\times۰/۵\,\frac{mol}{L}=۱۲/۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,HCl$$

$$\frac{۰/۶۳\,kJ}{۱۲/۵\times۱۰^{-۳}\,mol}=\frac{۶۳۰}{۱۲/۵}=\frac{۱۲۶۰}{۲۵}=\frac{۲۵۲}{۵}=۵۰/۴\,kJ.mol^{-۱}$$

با تناسبی ساده فهمیدیم که به‌ازای مصرف یک مول HCl، ۵۰/۴ کیلوژول گرما تولید می‌شود، پس:

$$\Delta H=-۵۰/۴\,kJ$$

روش برابری مول به ضریب:

$$\frac{۰/۵\times۲۵\times۱۰^{-۳}}{۱}=\frac{\overbrace{۰/۶۳\,kJ}^{q}}{|\Delta H|}\Rightarrow|\Delta H|=۵۰/۴\Rightarrow\Delta H=-۵۰/۴\,kJ$$

۱۴۳۶. **گزینه ۴**

$$Q=(۵۰+۱۵۰)\times۴/۲\times۵=۴۲۰۰\,J=۴/۲\,kJ$$

شمار مول‌های $H_۲SO_۴$ که واکنش داده‌اند برابر $۱۵۰\times۱۰^{-۳}\,L\times۰/۱\,\frac{mol}{L}$ یعنی ۰/۰۱۵ مول است و ۴/۲ kJ گرما از انحلال ۰/۰۱۵ مول $H_۲SO_۴$ حاصل شده است.

$$\text{آنتالپی واکنش}=۱\,mol\,H_۲SO_۴\times\frac{-۴/۲\,kJ}{۰/۰۱۵\,mol\,H_۲SO_۴}=-۲۸۰\,kJ$$

واکنش گرماده است و ΔH آن منفی است.

روش برابری مول به ضریب:

$$\frac{۰/۱\times۱۵۰\times۱۰^{-۳}}{۱}=\frac{\overbrace{۴/۲\,kJ}^{q}}{|\Delta H|}\Rightarrow|\Delta H|=۲۸۰\Rightarrow\Delta H=-۲۸۰\,kJ$$

۱۴۳۷. (گزینه ۱)

$$Q=(۱۰۰+۱۵۰)\times ۴/۲\times(۲۷-۲۵)=۲۵۰\times ۴/۲\times ۲=۲۱۰۰\,J=۲/۱\,kJ$$

$$mol\,X_۲=۱۰۰\times ۱۰^{-۳}\,L\times ۰/۵\,mol.L^{-۱}=۰/۰۵\,mol\,X_۲$$

از واکنش ۰/۰۵ مول $X_۲$، ۲/۱ kJ گرما آزاد می‌شود:

$$\text{آنتالپی واکنش}=۱\,mol\,X_۲\times\frac{-۲/۱\,kJ}{۰/۰۵\,mol\,X_۲}=-۴۲\,kJ$$

پس آنتالپی واکنش $-۴۲\,kJ$ است.

روش برابری مول به ضریب:

$$\frac{۰/۵\times ۱۰۰\times ۱۰^{-۳}}{۱}=\frac{\overbrace{q}^{۲/۱\,kJ}}{|\Delta H|}\Rightarrow|\Delta H|=۴۲\Rightarrow\Delta H=-۴۲\,kJ$$

۱۴۳۸. (گزینه ۱) ابتدا تعداد مول NaOH و $H_۲SO_۴$ مصرف‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{تعداد مول NaOH}=۱۰۰\times\frac{۲}{۱۰۰}\times\frac{۱}{۴۰}=۰/۰۵\,mol$$

$$\text{تعداد مول }H_۲SO_۴=۱۰۰\times\frac{۲/۴۵}{۱۰۰}\times\frac{۱}{۹۸}=۰/۰۲۵\,mol$$

هر مول $H_۲SO_۴$ با دو مول NaOH واکنش می‌دهد. پس هر دو ترکیب به‌طور کامل مصرف می‌شوند و گرمای تولیدشده را از روی هرکدام می‌توان محاسبه نمود.

اگر نسبت مول به ضریب NaOH با نسبت $\frac{Q}{|\Delta H|}$ را برابر هم قرار دهیم:

$$۲NaOH\sim\Delta H\Rightarrow\frac{۰/۰۵}{۲}=\frac{Q}{۱۶۸}\Rightarrow Q=۴/۲\,kJ$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $Q=mc\Delta\theta$ میزان تغییر دمای محلول را حساب می‌کنیم:

$$۴/۲=۰/۲\times ۴/۲\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۵^\circ C$$

$$\Rightarrow\text{دمای پایانی محلول}=۳۰^\circ C+۵^\circ C=۳۵^\circ C$$

۱۴۳۹. (گزینه ۲) با توجه به $C_۲H_۴$ در معادلهٔ اول، باید طرف اول و دوم این معادله را جابه‌جا و ضرایب آن را در $\frac{۱}{۲}$ ضرب کنیم.

- با توجه به $CH_۴$ در معادلهٔ دوم، باید ضرایب این معادله را در ۲ ضرب کنیم.
- با توجه به $H_۲$ در معادلهٔ سوم، باید طرف اول و دوم این معادله را جابه‌جا و ضرایب آن را در $\frac{۱}{۲}$ ضرب کنیم.

به این ترتیب ΔH واکنش مجهول را با استفاده از قانون هس می‌توان به‌دست آورد:

$$\Delta H_{\text{مجهول}}=-\frac{۱}{۲}(-۳۱۲۰)+۲(-۸۹۰)-\frac{۱}{۲}(-۵۷۲)=+۶۶\,kJ$$

۱۴۴۰. (گزینه ۱) با استفاده از قانون هس به‌راحتی مجهول را به‌دست می‌آوریم.

- مقایسهٔ معادلهٔ (۱) و معادلهٔ مجهول براساس مادهٔ مشترک $Ca(OH)_۲$: معادلهٔ (۱) را معکوس و ضرایب مولی آن را در ۳ ضرب می‌کنیم:

$$\Delta H_۱'=(-۳)(-۶۰)=+۱۸۰\,kJ$$

- مقایسهٔ معادلهٔ (۲) و معادلهٔ مجهول براساس مادهٔ مشترک $H_۳PO_۴$: معادلهٔ (۲) را معکوس و ضرایب مولی آن را در $\frac{۱}{۲}$ ضرب می‌کنیم:

$$\Delta H_۲'=(-\frac{۱}{۲})(-۲۵۰)=+۱۲۵\,kJ$$

- مقایسهٔ معادلهٔ (۳) و معادلهٔ مجهول براساس مادهٔ مشترک $Ca_۳(PO_۴)_۲$: ضرایب مولی معادلهٔ (۳) را در $\frac{۱}{۲}$ ضرب می‌کنیم. $\Delta H_۳'=(\frac{۱}{۲})(-۸۴۰)=-۴۲۰\,kJ$

اکنون با جمع‌کردن ΔHهای معلوم تغییر یافته، می‌توانیم به ΔH مجهول برسیم:

$$\Delta H_{\text{مجهول}}=۱۸۰+۱۲۵+(-۴۲۰)=-۱۱۵\,kJ$$

۱۴۴۱. (گزینه ۴)

معکوس و ضرب در $\frac{۱}{۳}\Rightarrow$ مقایسهٔ واکنش ۳ و مجهول براساس $H_۲O$

$$\Rightarrow\Delta H_۴'=(-\frac{۱}{۳})(۱۲۵۷)=-۴۱۹\,kJ$$

چون معادلهٔ (۳) به‌صورت $\frac{۴}{۳}NH_۳+O_۲\longrightarrow\frac{۲}{۳}N_۲+۲H_۲O$ درآمد، برای حذف $N_۲$ (که در معادلهٔ مجهول وجود ندارد)، لازم است معادلهٔ (۱) را معکوس و ضرایب مولی آن را در $\frac{۲}{۳}$ ضرب کنیم $\Leftarrow\Delta H_۱'=(-\frac{۲}{۳})(-۹۰)=+۶۰\,kJ$

برای حذف $N_۲H_۴$، ضرایب مولی معادلهٔ (۲) را در $\frac{۲}{۳}$ ضرب می‌کنیم:

$$\Delta H_۲'=(\frac{۲}{۳})(-۱۸۳)=-۱۲۲\,kJ$$

$$\Rightarrow\Delta H_{\text{مجهول}}=\Delta H_۱'+\Delta H_۲'+\Delta H_۳'=۶۰+(-۱۲۲)+(-۴۱۹)=-۴۸۱\,kJ$$

۱۴۴۲. (گزینه ۴)

ضرب ضرایب ۱ در $\frac{۱}{۴}\Rightarrow$ مقایسهٔ واکنش ۱ و واکنش مجهول براساس $NH_۳$

$$\Rightarrow\Delta H_۱'=(\frac{۱}{۴})(-۱۲۰)=-۳۰\,kJ$$

معکوس و ضرب در $\frac{۱}{۲}\Rightarrow$ مقایسهٔ واکنش ۳ و واکنش مجهول براساس $HNO_۳$

$$\Rightarrow\Delta H_۳'=(-\frac{۱}{۲})(۶۵)=-۳۲/۵\,kJ$$

چون در معادله، مجهول $NO_۲$ وجود ندارد، برای حذف $NO_۲$، با مقایسهٔ معادله‌های ۲ و ۳، مشخص شود که در معادلهٔ ۲، باید $NO_۲$ در سمت راست و دارای ضریب مولی $\frac{۳}{۲}$ باشد. پس: $\Delta H_۲'=(-\frac{۳}{۴})(-۴۵)=۳۳/۷۵\,kJ$

$$\Rightarrow\Delta H_{\text{مجهول}}=(-۳۰)+(-۳۲/۵)+(۳۳/۷۵)=-۲۸/۷۵\,kJ$$

۱۴۴۳. (گزینه ۱) ضرایب معادلهٔ اول را در ۳ ضرب می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{جدید}}=-۳۹۴\times ۳=-۱۱۸۲\,kJ$$

طرف اول و دوم معادلهٔ دوم را جابه‌جا می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{جدید}}=-(-۲۰۵۶)=+۲۰۵۶\,kJ$$

طرف اول و دوم معادلهٔ سوم را جابه‌جا کرده و ضرایب را در ۴ ضرب می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{جدید}}=-۴(۲۴۵)=-۹۸۰\,kJ$$

حالا مطابق قانون هس، با جمع‌کردن جبری ΔHهای جدید به ΔH واکنش هدف می‌رسیم: $\Delta H_{\text{هدف}}=(-۱۱۸۲)+(۲۰۵۶)+(-۹۸۰)=-۱۰۶\,kJ$

۱۴۴۴. (گزینه ۴) با توجه به واکنش‌های داده‌شده و با استفاده از قانون هس، خواهیم داشت:

$$۲H_۲O(l)\longrightarrow ۲H_۲(g)+\frac{۳}{۲}O_۲(g)\qquad\Delta H=+۸۵۸\,kJ$$

$$۲N_۲O(g)+۲H_۲(g)\longrightarrow ۲N_۲(g)+۲H_۲O(l)\qquad\Delta H=-۱۱۰۱\,kJ$$

$$۲NH_۳(g)+\frac{۳}{۲}O_۲(g)\longrightarrow N_۲(g)+۳H_۲O(l)\qquad\Delta H=-۷۶۵\,kJ$$

$$۲NH_۳(g)+۳N_۲O(g)\longrightarrow ۴N_۲(g)+۳H_۲O(l)\qquad\Delta H=-۱۰۰۸\,kJ$$

۱۴۴۵. (گزینه ۲) $\frac{۱}{۴}$ معادلهٔ (A) $+\frac{۳}{۴}$ عکس معادلهٔ (B) $+\frac{۱}{۴}$ عکس معادلهٔ (C) $+\frac{۹}{۴}$ معادلهٔ (D) $\Leftarrow$ معادلهٔ دارای ΔH مجهول. بنابراین:

$$\Delta H_{\text{مجهول}}=\frac{۱}{۴}(-۱۰۱۰)+\frac{۳}{۴}(۳۱۷)+\frac{۱}{۴}(۱۴۳)+\frac{۹}{۴}(-۲۸۶)=-۶۲۲/۵\,kJ$$

۱۴۴۶. (گزینه ۲) برای رسیدن به پاسخ، باید ΔH واکنش $Cl_۲(g)\longrightarrow ۲Cl(g)$ را حساب کنیم.

نصف معادلهٔ (۱) + نصف معادلهٔ (۴) + نصف معادلهٔ (۳) + نصف عکس معادلهٔ (۲) $\Leftarrow$ معادلهٔ دارای ΔH مجهول. بنابراین:

$$\Delta H_{\text{مجهول}}=\frac{۱}{۲}(-۱۳۶)+\frac{۱}{۲}(۱۳۰۸)+\frac{۱}{۲}(۲۷)+\frac{۱}{۲}(-۷۱۵)=۲۴۲\,kJ$$

۱۴۴۷. (گزینه ۴) لازم است بر اساس قانون هس، ΔH واکنش زیر را حساب کنیم:

$$Cl^-(aq)\longrightarrow\frac{۱}{۲}Cl_۲(g)\qquad\Delta H=?kJ$$

۱۵۹۲. (گزینه ۳)

$$2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2 \quad , \quad \bar{R}_{N_2O_5} = 0/01\ mol.s^{-1}$$

نسبت ضریب مولی NO_2 به N_2O_5 برابر ۴ به ۲ است. بنابراین:

$$\bar{R}_{NO_2} = \frac{4}{2} \times \bar{R}_{N_2O_5} = \frac{4}{2} \times 0/01\ mol.s^{-1} = \frac{0/02\ mol}{\frac{1}{60}\ min} = 1/2\ mol.min^{-1}$$

۱۵۹۳. (گزینه ۲)

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

$$\bar{R}_{Al} = \frac{2}{3}\bar{R}_{H_2} = \frac{2}{3} \times 0/001 = \frac{0/002}{3}\ mol.s^{-1}$$

$$= \frac{0/002}{3} \times 60\ mol.min^{-1} = 0/04\ mol.min^{-1}$$

$$\Rightarrow 0/04\ mol.min^{-1} = \frac{\frac{5/4}{27}\ mol}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 5\ min$$

۱۵۹۴. (گزینه ۱)

$$\bar{R}_{NO} = 0/6\ mol.L^{-1}.min^{-1} = \frac{\frac{54}{30}\ mol}{20\ L \times \Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0/15\ min$$

۱۵۹۵. (گزینه ۴)

$$\bar{R}_{O_2} = \frac{2\ mol.L^{-1}}{\frac{50}{60}\ min} \times 5\ L = 12\ mol.min^{-1}$$

$$\bar{R}_{NO_2} = 2\bar{R}_{O_2} = 2 \times 12 = 24\ mol.min^{-1}$$

۱۵۹۶. (گزینه ۱) اگر در مدت ۲۰s، x مول O_2 تولید شده باشد، در همین مدت، 2x مول NO تولید شده و 2x مول NO_2 مصرف شده است.

$$\Rightarrow -2x + 2x + x = 3/8 - 2/6 \Rightarrow x = 1/2\ mol$$

$$\Rightarrow \bar{R}_{O_2} = \frac{\frac{1/2\ mol}{10\ L}}{\frac{20}{60}\ min} = 0/36\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{O_2}}{\text{ضریب استوکیومتری}} = \frac{0/36}{1} = 0/36\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

پاسخ‌نامهٔ آزمون عبارات

شمارهٔ عبارت‌های نادرست: ۱، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۶ و ۳۰.

۱. نادرست؛ از میان هر دو نمونه از مواد، میانگین انرژی جنبشی ذرات تشکیل دهندهٔ ماده‌ای بیشتر است که دمای بالاتری دارد.

مجموع انرژی جنبشی مواد علاوه بر دمای ماده، به جرم آن و همین‌طور، ظرفیت گرمایی ویژهٔ آن نیز وابسته است.

۲. درست؛ دقیقاً! دلیل آن بیشتر بودن ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب است.

۳. درست

۴. درست

۵. نادرست؛ گرمای مبادله‌شده در هر واکنش شیمیایی، به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد و واکنش‌دهنده و فراورده است.

۶. نادرست؛ تبدیل $H_2O(g)$ به $H_2O(l)$ با آزاد شدن مقداری گرما همراه است. بنابراین اگر فراوردهٔ سوختن، $H_2O(l)$ باشد، گرمای بیشتری تولید می‌شود.

۷. درست؛ برای انجام واکنش (۱) لازم است مقداری گرما جذب شود تا یک مول $C_5H_{12}(l)$ به یک مول $C_5H_{12}(g)$ تبدیل شود. در عوض گرمای آزاد شده به خاطر تشکیل ۶ مول $H_2O(l)$ به اندازهٔ ۶ برابر آنتالپی تبخیر $H_2O(l)$، بیشتر از واکنش (۲) است. پس گرمای آزادشده از واکنش زیر به اندازهٔ زیر بیشتر است:

$$\text{تفاوت گرمای آزادشده} = 6 \times |\Delta H_{\text{تبخیر}}(H_2O)| - |\Delta H_{\text{تبخیر}}(C_5H_{12})|$$

این را هم می‌دانید که آنتالپی تبخیر آب، بیشتر از آنتالپی تبخیر C_5H_{12} است.

۸. درست

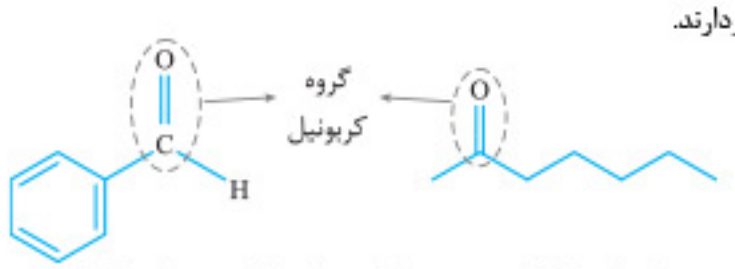
۹. نادرست؛ در فرایند ارائه‌شده، پیوند نمی‌شکند، بلکه تشکیل می‌شود:

$$2H(g) + O(g) \longrightarrow 2H_2O(g)\ ,\ \Delta H = -926\ kJ$$

۱۰. نادرست؛

$$\Delta H = \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندهای}\\ \text{واکنش‌دهنده‌ها}\end{matrix}\right] - \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی}\\ \text{پیوندهای فراورده‌ها}\end{matrix}\right]$$

۱۱. درست؛ هر دو مولکول، ۷ کربن داشته و از گروه عاملی کربونیل برخوردارند.



۱۲. درست؛ فرمول مولکولی هر سه ترکیب یکسان است: $C_7H_{14}O$

۱۳. درست

۱۴. نادرست؛ تعداد کربن مهم‌تر است. اگر تعداد کربن دو هیدروکربن، یکسان باشد، آنتالپی سوختن هیدروکربن دارای هیدروژن بیشتر، از هیدروکربن دیگر بیشتر است.

مثال: آنتالپی سوختن: $C_3H_8 > C_3H_6 > C_2H_4 > C_2H_6$

۱۵. درست؛ صدور چنین فتوایی با تقریب بلامانع است:

(به ازای افزایش هر کربن) $1560 - 890 = 670\ kJ$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{سوختن}}\ C_3H_8 = -(1560 + 670) = -2230\ kJ$$

۱۶. نادرست؛ جرم مولی پروپین (C_3H_4) برابر ۴۰ گرم بر مول است. بنابراین:

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{سوختن}} = -(\text{ارزش سوختی} \times \text{جرم مولی}) = -40 \times 48/5 = -1940\ kJ$$

۱۷. نادرست؛ فاز مایع

۱۸. نادرست؛ استفاده از آنتالپی پیوندها برای واکنش‌های گازی مناسب است.

۱۹. درست

۲۰. نادرست؛ واکنش‌های گرماده در صورتی انفجاری‌اند که علاوه بر تولید گرمای زیاد در زمان بسیار کم، تعداد مول زیادی گاز از مواد واکنش جامد یا مایع پدید آید. مثل واکنش زیر:

$$4C_3H_5N_3O_9(l) \xrightarrow{\text{انفجار}} 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g) + q$$

۲۱. نادرست؛ در همهٔ واکنش‌ها با افزایش دما، انرژی جنبشی مولکول‌ها بیشتر شده و تعداد شدت برخوردها بیشتر شده و موجب افزایش سرعت واکنش می‌شود.

۲۲. نادرست؛ سدیم و پتاسیم حتی با آب سرد نیز به شدت واکنش می‌دهند.

۲۳. درست

۲۴. درست

۲۵. درست؛ ضریب استوکیومتری N_2O_5، دو برابر O_2 و نصف NO_2 است.

۲۶. نادرست؛ برعکس! R_{H_2} سه برابر سرعت واکنش است.

$$\text{ضریب استوکیومتری } H_2 = 3 \Rightarrow \text{سرعت واکنش} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3}$$

۲۷. درست؛ میانگین بازهٔ «دقیقه ۲ تا ۱۰» برابر ۸ و میانگین بازهٔ «دقیقه ۵ تا ۲۵» برابر ۲۰ است. پس سرعت واکنش در بازهٔ «دقیقه ۲ تا ۱۰» بیشتر است.

۲۸. درست؛ اگر طرفین را در یک علامت منفی ضرب کنیم، رابطه‌ای به‌دست می‌آید که کسی در درستی آن تردیدی وجود ندارد.

$$-\frac{\Delta n(N_2)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(NH_3)}{2\Delta t} = \bar{R}_{\text{واکنش}}$$

در رابطهٔ ارائه‌شده، مقدار هر دو طرف تساوی، منفی است و لذا نمی‌توان آن را با $\bar{R}_{\text{واکنش}}$ برابر هم قرار داد.

۲۹. درست؛ دقیقاً! چون ضریب استوکیومتری H_2 بیشتر از N_2 است.

۳۰. نادرست؛ به دو دلیل نمی‌توان چنین فتوایی داد:

اول این‌که کاتالیزگر سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، ولی میزان فراوردهٔ تولیدشده در کل واکنش، تغییر نمی‌یابد.

دوم این‌که کاتالیزگر شیب منحنی را افزایش می‌دهد، نه کاهش!

پ) در این ترکیب، هم O وجود دارد و هم H، ولی H متصل به O وجود ندارد، پس پیوند هیدروژنی ندارد.

ث) این ترکیب ناقطبی محسوب شده و در آب حل نمی‌شود.

۱۷۸۷. (گزینه ۲) صابون ترکیبی با فرمول کلی $R-COONa$ یا $R-COOK$ است که در آن، گروه R بیانگر زنجیر هیدروکربنی بلند است و در روغن مایع و همین‌طور در آب، حل می‌شود.

۱۷۸۸. (گزینه ۱) عبارت‌های (آ)، (ب) و (ث) نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) این که اسید چرب نیست و اساساً اسید نیست! این ترکیب چیزی جزء صابون نیست!

ب) در روغن مایع هم حل می‌شود.

ث) قسمت (A) یعنی زنجیر کربنی، آب‌گریز و بقیهٔ ترکیب، آب‌دوست است.

۱۷۸۹. (گزینه ۱) صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های **گیاهی** یا **جانوری** با **سدیم‌هیدروکسید** تهیه می‌کنند. صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا **آمونیوم** اسیدهای چرب هستند.

خلاصهٔ کلام:

صابون جامد: نمک سدیم اسیدهای چرب

صابون مایع: نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب

۱۷۹۰. (گزینه ۳) تنها عبارت (ث) نادرست است.

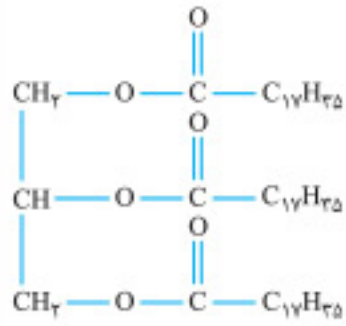
دقت کنید: حجم و اندازهٔ قسمت A خیلی بیشتر از قسمت B است. بنابراین، نیروی جاذبهٔ بین مولکولی و همین‌طور، خواص چربی کاملاً متأثر از قسمت A است. به عبارت دیگر، در چربی، بخش ناقطبی (A) بر بخش قطبی (B) غلبه دارد. به همین دلیل، چربی از هر لحاظ شبیه مواد ناقطبی مثل گریس و وازلین است.

۱۷۹۱. (گزینه ۴) فرمول کلی صابون سدیم را می‌توان به‌صورت $R-COONa$ نوشت. گروه R یک آلکیل به فرمول $(C_{14}H_{29})$ است. پس فرمول شیمیایی این صابون به صورت $C_{14}H_{29}COONa$ خواهد بود.

$$C_{14}H_{29}COONa \longrightarrow 15\times(12)+29\times(1)+2\times(16)+23=264$$

۱۷۹۲. (گزینه ۲) عبارت‌های (پ) و (ت)، درست و دو عبارت دیگر، نادرست است.

فرمول ساختاری چربی مورد نظر به‌صورت زیر است:



فرمول مولکولی این چربی $C_{57}H_{110}O_6$ است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) مشخص شد که درست نیست.

ب) نه! در ساختار آن هیدروژنی وجود ندارد که به اتم اکسیژن متصل باشد. پس عبارت (ب) نادرسته.

پ) تعداد پیوند کووالانسی نصف تعداد الکترون پیوندی است.

$$\Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی}=\frac{1}{2}[(57\times4)+(110\times1)+(6\times2)]=175$$

پس عبارت (پ) درسته.

ت) $1(\text{چربی})+3NaOH \longrightarrow \underset{\text{(گلیسرول)}}{C_3H_8O_3}+3\underset{\text{(صابون)}}{C_{17}H_{35}COO^-Na^+}$

پس عبارت (ت) هم درسته.

۱۷۹۳. (گزینه ۱) فرمول عمومی استر ۳ عاملی بلند زنجیر با زنجیرهای کربنی سیرشده به‌صورت مقابل است: $C_nH_{2n-4}O_6$

اگر استر ۶۰ کربنی و سیرشده باشد، فرمول مولکولی آن به‌صورت زیر است:

$C_{60}H_{116}O_6$

اما فرمول مولکولی استر ارائه‌شده به‌صورت $C_{60}H_{98}O_6$ است، یعنی ۱۸ اتم H کمتر از حالت سیرشده دارد. بنابراین همهٔ پیوندهای کربن ـ کربن موجود در زنجیرهای کربنی استر، از نوع یگانه نیستند و ممکن است تعدادی از آن‌ها، دوگانه ($C=C$) یا سه‌گانه ($C\equiv C$) باشد. کمترین پیوند یگانه زمانی خواهد بود که پیوند سه‌گانه‌ای وجود نداشته و پیوندهای غیریگانه، از نوع دوگانه ($C=C$) باشند.

به ازای هر پیوند دوگانه، تعداد اتم H نسبت به حالت سیرشده، دو تا کمتر می‌شود. پس در زنجیرهای کربنی این استر، مجموعاً $\frac{18}{2}$ یا ۹ پیوند دوگانهٔ $C=C$ وجود دارد.

هر عامل استری هم یک پیوند دوگانهٔ $C=O$ دارد. در نتیجه (۳+۹) یا ۱۲ پیوند از کل پیوندهای موجود در این استر، دوگانه و بقیه، یگانه هستند.

$$C_{60}H_{98}O_6 \Rightarrow \text{تعداد کل پیوندها}=\frac{(60\times4)+98+(6\times2)}{2}=175$$

از این ۱۷۵ پیوند، ۲۴ پیوند مربوط به ۱۲ پیوند دوگانه و بقیه یگانه‌اند.

$$\Rightarrow \text{تعداد پیوند یگانه}=175-24=151$$

۱۷۹۴. (گزینه ۳) با توجه به این که استر ۳ عاملی و زنجیرهای کربنی آن، سیرشده است، فرمول عمومی آن را می‌توان به‌صورت روبه‌رو نوشت: $C_nH_{2n-4}O_6$

تعداد پیوندهای موجود در هر مولکول از این چربی را برحسب n حساب کرده و برابر ۱۴۸ قرار می‌دهیم:

$$\frac{4n+2n-4+(6\times2)}{2}=148 \Rightarrow n=48 \Rightarrow C_{48}H_{92}O_6$$

پس مولکول این چربی، ۴۸ اتم کربن دارد. بنابراین:

$$\text{تعداد کربن صابون}=\frac{48-3}{3}=15$$

$$\text{تعداد هیدروژن در آنیون صابون}=\frac{92-5}{3}=29$$

از آنجا که صابون مایع است، کاتیون آن Na^+ نیست، بلکه K^+ یا NH_4^+ است. اگر صابون مورد نظر، صابون آمونیوم باشد، فرمول شیمیایی آن عبارت است از: $C_{15}H_{29}O_2^-NH_4^+$ یا $C_{15}H_{33}O_2N \Rightarrow$ گزینهٔ «۳»

اگر صابون پتاسیم مورد نظر بود، فرمول شیمیایی آن می‌شد: $C_{15}H_{29}O_2K$

۱۷۹۵. (گزینه ۳) عبارت (ب)، درست و سه عبارت دیگر، نادرست است.

در شکل (ب)، A نمایانگر آب و B نمایانگر روغن است.

در شکل (آ)، کلوییدِ «آب – صابون – روغن مایع» وجود دارد. دقت کنید که مایع موجود در لولهٔ آزمایش شکل (آ)، اساساً محلول نیست، بلکه کلوییدِ است.

۱۷۹۶. (گزینه ۲) کلوییدِ نوعی مخلوط **ناهمگن پایدار** است که اندازهٔ ذرات پخش شده در آن در مقایسه با محلول، **بزرگ‌تر** است.

۱۷۹۷. (گزینه ۲) عبارت‌های (ب) و (پ) درست است.

مخلوط به‌دست آمده نوعی کلوییدِ است.

کلوییدها به‌طور کلی:

- مخلوط ناهمگن هستند.
- پایدارند.
- مسیر عبور نور را به‌دلیل پخش نور، مشخص می‌کنند.

۱۷۹۸. (گزینه ۳) عبارت‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) شربت معده، سوسپانسیون و شیر کلوییدِ است.

پ) کلوییدِ برخلاف سوسپانسیون، ته‌نشین نمی‌شود.

۱۷۹۹. (گزینه ۱) تنها عبارت (آ) نادرست است.

کلوییدها رفتاری بین سوسپانسیون‌ها و محلول‌ها دارند.

۱۸۰۰. (گزینه ۱) موارد نادرست به فرم درست آن‌ها:
- کلوئید مخلوطی ناهمگن است.
- کلوئید پایدار است.

۱۸۰۱. (گزینه ۲) عبارت‌های دوم و سوم درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: نور در محلول و کلوئید رفتار متفاوتی دارد. برخلاف محلول، مسیر عبور نور از کلوئید مشخص می‌شود.

عبارت چهارم: آب گل‌آلود یک مخلوط سوسپانسیون می‌باشد و بعد از مدتی برخی از ذرات آن ته‌نشین می‌شود نه ذرات محلول در آن!

۱۸۰۲. (گزینه ۴) عبارت‌های (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) c پاک‌کنندهٔ صابونی است در حالی که a اسید چرب و از اجزای سازندهٔ چربی یعنی ترکیب b می‌باشد.

ب) a اسید چرب است که در آب نامحلول می‌باشد، ولی c که صابون است هم در چربی و هم در آب حل می‌شود.

پ) صابون را می‌توان هم از اسید چرب و هم از چربی تهیه نمود.

ت) مخلوط چربی و آب و صابون یک مخلوط کلوئید است.

ث) c یک پاک‌کنندهٔ صابونی است.

۱۸۰۳. (گزینه ۱) در آب سخت، حضور یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} موجب کاهش کف صابون می‌شود. زیرا با جایگزینی یون Na^+ صابون با Mg^{2+} یا Ca^{2+}، ترکیب نامحلول $(RCOO)_2Mg$ یا $(RCOO)_2Ca$ حاصل می‌شود که در آب حل نشده و موجب کاهش کف تولید شده می‌گردند.

توجه کنید که هرچه مقدار صابون حل شده در آب بیشتر باشد، کف بیشتری ایجاد می‌شود.

$$\underbrace{2RCOONa(aq)}_{\text{صابون محلول در آب}} + CaCl_2(aq) \longrightarrow \underbrace{(RCOO)_2Ca(s)}_{\text{نامحلول}} + 2NaCl(aq)$$

$$2RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$$

۱۸۰۴. (گزینه ۱) عبارت‌های (الف) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) RCOONa یعنی صابون جامد، در آب حل می‌شود، اگر آب سخت باشد، واکنشی انجام شده و ترکیبی تشکیل می‌شود که در آب حل نمی‌شود:

$$\underbrace{2RCOONa(aq)}_{\text{محلول}} + Mg^{2+}(aq) \longrightarrow \underbrace{(RCOO)_2Mg(s)}_{\text{نامحلول}} + 2Na^+(aq)$$

در ضمن، اگر آب سخت باشد، از قدرت پاک‌کنندگی صابون، متناسب با درجهٔ سختی آب، کاسته می‌شود؛ نه این‌که قدرت پاک‌کنندگی آب به صفر برسد.

پ) آب سخت به آب دارای یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} گفته می‌شود. وجود K^+ هیچ ربطی به سختی آب ندارد.

۱۸۰۵. (گزینه ۲) عبارت‌های (آ) و (ب) درست و دو عبارت دیگر، نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

پ) صابون در آب سخت، خوب کف نمی‌کند و اساساً به همین دلیل است که صابون در آب سخت، پاک‌کنندگی مناسبی ندارد.

ت) صابون از طریق بخش ناقطبی مولکول خود، موجب جذب مولکول‌های چربی می‌شود.

۱۸۰۶. (گزینه ۱)
- صابون دارای آنزیم، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون معمولی دارد.
- زدودن لکهٔ چربی از پارچهٔ نخی، آسان‌تر از پارچهٔ پلی‌استر است.
- قدرت پاک‌کنندگی صابون در دماهای بالاتر، بیشتر است.

۱۸۰۷. (گزینه ۱) میزان چسبندگی چربی به پارچهٔ پلی‌استر، بیشتر از پارچهٔ نخی است. بنابراین با یکسان بودن سایر شرایط، پارچهٔ نخی بهتر از پارچهٔ پلی‌استر تمیز می‌شود.

۱۸۰۸. (گزینه ۲) شیمی‌دان‌ها برای تولید پاک کننده‌های غیرصابونی، از فراورده‌های صنایع پتروشیمی استفاده کردند.

هشدار: چربی در تولید صابون مصرف می‌شود نه در تولید پاک‌کنندهٔ غیرصابونی.

۱۸۰۹. (گزینه ۳) عبارت‌های (آ)، (پ) و (ث) درست و بقیهٔ عبارت‌ها نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) در شکل زیر، بخش ناقطبی جزء آنیونی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی نشان داده شده است:

ت) **فرق داره!** بخش قطبی جزء آنیونی در صابون و پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، به‌ترتیب ($-COO^-$) و ($-SO_3^-$) است.

۱۸۱۰. (گزینه ۲) عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

عبارت سوم: ایجاد کف نمایانگر تشکیل مخلوط کلوئیدی و نقش پاک‌کنندگی صابون است.

با افزایش درجهٔ سختی آب، باز هم کف ایجاد می‌شود اما میزان کف کمتر می‌شود. پس برای درست‌بودن عبارت، باید به جای «ایجاد کف» گفته می‌شد: «میزان کف».

عبارت چهارم: بخش قطبی جزء آنیونی صابون، ($-COO^-$) و بخش قطبی جزء آنیونی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، ($-SO_3^-$) است.

۱۸۱۱. (گزینه ۱) در موارد (آ) و (ث) شباهت دارند. صابون و پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، هردو جزء ترکیب‌های یونی بوده و جزء آنیونی هردوی آن‌ها، دارای دو بخش آب‌دوست و آب‌گریز است.

صابون:

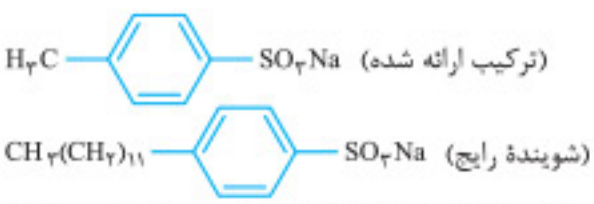
پاک‌کنندهٔ غیرصابونی:

بررسی سایر عبارت‌ها:

ب و ت) صابون از چهار عنصر C، H، O و Na و پاک‌کنندهٔ غیرصابونی از پنج عنصر C، H، O، S و Na تشکیل شده است.

پ) پاک‌کنندهٔ غیرصابونی برخلاف صابون، از حلقهٔ بنزنی برخوردار است.

۱۸۱۲. (گزینه ۴)



به دلیل کوتاه بودن زنجیر کربنی ترکیب ارائه شده، لکهٔ چربی روی لباس جاذبهٔ کمتری با آن دارد. به همین دلیل، خاصیت پاک‌کنندگی خوبی ندارد. درحالی که زنجیر کربنی شوینده‌های رایج، از تعداد کربن قابل توجهی برخوردارند، در نتیجه مواد ناقطبی همانند لکهٔ چربی، به خوبی جذب زنجیر کربنی آن‌ها می‌شوند و خاصیت پاک‌کنندگی خوب آن‌ها نیز به همین دلیل است.

در سه گزینهٔ دیگری که ارائه شده است، قدرت اسیدی (آ) از (ب) کمتر است.

(ب) (آ)

۱۸۹۵. **گزینه ۴** همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

توضیح همهٔ عبارت‌ها:

آ) با توجه به این‌که درجهٔ یونش HA خیلی کوچک و درجهٔ یونش HB نسبتاً بزرگ است، برای اسید HB از رابطهٔ $K_a = \alpha^2 \cdot M$ و برای اسید HA از رابطهٔ $K_b \simeq \alpha^2 \cdot M$ استفاده می‌کنیم.

$$HB: K_a = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1-\alpha} \Rightarrow ./۳۲ = \frac{(./۸)^2 \times M}{1-./۸}$$

$$\Rightarrow M_{HB} = ./۱ \, mol.L^{-1}$$

$$HA: K_a \simeq \alpha^2 \cdot M \Rightarrow ۸\times۱۰^{-5} = (./۰۱)^2 \times M$$

$$\Rightarrow M_{HA} = ./۸ \, mol.L^{-1}$$

پس غلظت مولی محلول (۲) در حدود ۸ برابر محلول (۱) است.

ب) $[H_3O^+]$ در محلول(۱) $= \alpha \cdot M = ./۸ \times ./۱ = ./۰۸ \, mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]$ در محلول (۲) $= ./۰۱ \times ./۸ = ./۰۰۸ \, mol.L^{-1}$

پس $[H_3O^+]$ در محلول (۱)، ده برابر محلول (۲) است.

پ) $[HA]$ در محلول (۲) $= M - \alpha \cdot M \simeq M = ./۸ \, mol.L^{-1}$

$[HB]$ در محلول (۱) $= ./۱ - (./۸ \times ./۱) = ./۰۲ \, mol.L^{-1} \Rightarrow \frac{./۸}{./۰۲} = ۴۰$

ت) با افزودن ۱۵ لیتر آب به یک لیتر محلول (۲)، حجم محلول ۱۶ برابر شده و M به $\frac{./۸}{۱۶}$ یا $\frac{۱}{۲۰}$ مولار می‌رسد؛ پس α چهار برابر شده و به ۰/۰۴ می‌رسد.

در محلول جدید: $[H_3O^+] = ./۰۴ \times \frac{۱}{۲۰} = ./۰۰۲ \, mol.L^{-1}$

۱۸۹۶. **گزینه ۲** باران اسیدی شامل H_2CO_3، H_2SO_4 و HNO_3 است درحالی که باران معمولی فقط شامل اسید ضعیف H_2CO_3 است. بنابراین $[H_3O^+]$ در باران اسیدی بیشتر است.

۱۸۹۷. **گزینه ۲** بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) NH_3 باز آرنیوس بوده ولی در ساختار خود یون هیدروکسید (OH^-) ندارد.

ب) بدون شرح!

پ) $۲NaOH + H_2SO_4 \rightarrow \cdots$

نسبت مولی باز دو برابر اسید است، یعنی برای خنثی شدن ۰/۵ مول اسید، ۱ مول باز موردنیاز خواهد بود.

ت) HNO_3 اسید قوی است و کاملاً تفکیک می‌شود. HCN اسید ضعیف بوده و معادلهٔ یونش آن تعادلی است.

۱۸۹۸. **گزینه ۱** برای پاسخ‌دادن به این سؤال غیرحرفه‌ای باید ثابت یونش اسیدها را در هر ۴ گزینه با هم مقایسه کنیم. هرچه ثابت‌های یونش سه اسید اختلاف زیادی داشته باشند، شمار مولکول‌های باقی‌مانده در محلول اسیدها نیز تفاوت زیادی دارد.

هر چه ثابت یونش اسیدی بیشتر باشد، مقدار مولکول اسید یونیده‌شده بیشتر و مولکول‌های یونیده‌نشده کمتر است.

در گزینهٔ «۱» HBr اسید قوی بوده و کاملاً یونیده می‌شود و مولکول‌های یونیده‌نشده به‌تقریب برابر صفر است. اختلاف ثابت یونش دو اسید ضعیف H_2CO_3 و HCN با اسید بسیار قوی HBr بسیار زیاد است.

۱۸۹۹. **گزینه ۴** ابتدا از روش تشریحی به حل مسئله می‌پردازیم. با توجه به مقادیر غلظت مولی و ثابت یونش که داده شده‌اند، می‌توان نوشت:

$$[H^+] = [A^-] = x \, mol.L^{-1} \, , \, [HA] = ./۰۹ - x$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{x^2}{./۰۹ - x} = ۱۰^{-3} \Rightarrow x = ./۰۰۹ \, mol.L^{-1}$$

حالا از راه کوتاه‌تر یعنی روش تستی مسئله را حل می‌کنیم:

داده‌ها را در رابطهٔ $K_a = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1-\alpha}$ جایگذاری می‌کنیم:

$$K_a = ۱۰^{-3} = \frac{\alpha^2 \times ./۰۹}{1-\alpha} \Rightarrow ۹۰\alpha^2 + \alpha - ۱ = ۰$$

با حل معادلهٔ درجهٔ ۲ مشخص می‌شود که $\alpha = ./۱$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$[H^+] = \alpha \cdot M = ./۱ \times ./۰۹ = ./۰۰۹ \, mol.L^{-1}$$

۱۹۰۰. **گزینه ۴** با توجه به اینکه مقدار K_a کمتر از ۱۰^{-3} است، از رابطهٔ تقریبی $K_a \simeq \alpha^2 \cdot M$ استفاده می‌کنیم:

$$K_a = ۴\times۱۰^{-4} = \alpha^2 \times ۱ \Rightarrow \alpha = ./۰۲$$

$$[A^-] = \alpha \cdot M = ./۰۲ \times ۱ = ./۰۲ \, mol.L^{-1}$$

۱۹۰۱. **گزینه ۳** ابتدا $[H_3O^+]$ و $[HA]$ را حساب می‌کنیم:

$$[H_3O^+] = \frac{./۰۲ \, mol}{۲۰ \, L} = ۱۰^{-3} \, mol.L^{-1}$$

$$[HA] = \frac{./۵ \, mol}{۲۰ \, L} = ۲/۵\times۱۰^{-2} \, mol.L^{-1}$$

می‌دانید که در محلول اسید HA، $[A^-]$ با $[H_3O^+]$ برابر است. بنابراین:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{۱۰^{-3}\times۱۰^{-3}}{۲/۵\times۱۰^{-2}} = ۴\times۱۰^{-5} \, mol.L^{-1}$$

۱۹۰۲. **گزینه ۲** در محلول اسید HA، غلظت H^+ و A^- یکسان است. بنابراین:

$$[A^-] = [H^+] = ۵\times۱۰^{-4} \, mol.L^{-1}$$

غلظت مولی اسید در محلول برابر ۰/۰۵ مولار است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$[HA] = ./۰۵ - (۵\times۱۰^{-4}) \simeq ./۰۵ \, mol.L^{-1}$$

حالا رابطه ثابت یونش اسید را نوشته و آن را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]} \simeq \frac{(۵\times۱۰^{-4})^2}{./۰۵} = ۵\times۱۰^{-6}$$

۱۹۰۳. **گزینه ۱** ابتدا غلظت مولار HF در محلول را حساب می‌کنیم. باتوجه به این‌که جرم مولی HF برابر ۲۰ گرم بر مول است، خواهیم داشت:

$$M = \frac{\frac{۴}{۲۰} \, mol}{./۵ \, L} = ./۴ \, mol.L^{-1}$$

می‌توان نتیجه گرفت که از ۰/۴ مول HF حل شده، ۰/۰۲ مول آن یونیده شده است. بنابراین خواهیم داشت:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]} = \frac{./۰۲\times./۰۲}{./۴-./۰۲} \simeq ۱۰^{-3} \, mol.L^{-1}$$

حتماً توجه کردید که در محلول هیدروفلوئوریک‌اسید، $[F^-]$ با $[H_3O^+]$ یکسان است.

راه حل تستی: غلظت مولی (M) اسید در محلول را به همان صورت مذکور حساب می‌کنیم. در نتیجه خواهیم داشت:

$$M = ./۴ \, mol.L^{-1} \quad , \quad [H_3O^+] = ./۰۲ \, mol.L^{-1} = \alpha \cdot M$$

$$\Rightarrow ./۰۲ = \alpha \times ./۴ \Rightarrow \alpha = ./۰۵$$

$$\Rightarrow K_a = \alpha^2 \cdot M = (./۰۵)^2 \times ./۴ = ۱۰^{-3} \, mol.L^{-1}$$

تأکید مجدد: غلظت مولی اسید در محلول (M)، نمایانگر کل مول‌های حل شدهٔ اسید در یک لیتر از محلول است. اگر α نمایانگر نسبت مول‌های یونیده شده به کل مول‌های حل شده باشد، آشکار است که با ضرب کردن α در M، عددی به دست می‌آید که تعداد مول یونیده شدهٔ اسید در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد و می‌دانید که مول‌های یونیده شدهٔ HA با مول‌های H_3O^+ تولید شده یکسان است. پس می‌توان نوشت: $[H_3O^+]=\alpha\cdot M$

۱۹۰۴. گزینه ۳ در محلول اسید HA، مقدار K_a از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$K_a=\frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}\ ,\ [H^+]=[A^-]=۵/۵\times۱۰^{-۴}\ ,[HA]=۲/۵\times۱۰^{-۲}$$

کافی است جاگذاری لازم را انجام دهیم. خواهیم داشت:

$$K_a=\frac{(۵/۵\times۱۰^{-۴})^۲}{۲/۵\times۱۰^{-۲}}=\frac{۵/۵\times۵/۵}{۲/۵}\times۱۰^{-۶}=۱/۱\times۱۱\times۱۰^{-۶}$$

$$=۱/۲۱\times۱۰^{-۵}$$

۱۹۰۵. گزینه ۲ $[A^-]$ که معلومه. غلظت مولی محلول (M) هم معلومه. پس به راحتی α را به‌دست می‌آوریم: $\alpha=\frac{[A^-]}{M}=\frac{۰/۰۴}{۰/۸}=۰/۰۵$

مقدار α کمه، از طرفی هم دو مقدار پیشنهاد شده در گزینه‌ها برای K_a، یکی دو برابر دیگری است. پس با خیال راحت تقریب می‌زنیم: $K_a\simeq\alpha^۲\cdot M$

$$K_a\simeq(۰/۰۵)^۲\times۰/۸=۲\times۱۰^{-۳}$$

در واقع، مقدار دقیق K_a، حاصل تقسیم ۲×۱۰^{-۳} به $(۱-۰/۰۵)$ یا ۰/۹۵ است.

پس معلوم می‌شود که: $K_a=۲/۱\times۱۰^{-۳}$

حل قسمت دوم مسئله:

$$[HA]=M(۱-\alpha)=۰/۸\times(۱-۰/۰۵)=۰/۸\times۰/۹۵=۰/۷۶$$

۱۹۰۶. گزینه ۳ قبل از هر چیز، مقدار α را محاسبه می‌کنیم. به‌ازای هر یون A^-، ۴ مولکول HA در محلول وجود دارد، یعنی از هر ۵ مولکول اسید، یک مولکول آن یونیده شده. $\alpha=\frac{۱}{۵}=۰/۲$

با توجه به اینکه مقدار M معلومه (۰/۰۴ مولار)، ضربهٔ آخر را وارد می‌کنیم!

$$K_a=\frac{\alpha^۲\cdot M}{۱-\alpha}=\frac{(۰/۲)^۲\times۰/۰۴}{۱-۰/۲}=۰/۰۰۲$$

$$[H_3O^+]=\alpha\cdot M=۰/۲\times۰/۰۴=۰/۰۰۸$$

۱۹۰۷. گزینه ۴ اگر مقدار اسید یونیده شده را برابر ۱ فرض کنیم. مقدار اولیهٔ اسید برابر است با ۵۰:

۵۰ = ۴۹ + ۱ = مقدار اولیه ⇒ مقدار یونیده‌شده + مقدار یونیده‌نشده = مقدار اولیه

می‌توان در یک جسم ثابت، مقدار مولکول یا مول اسید را معادل غلظت آن در نظر گرفت. اگر غلظت اولیهٔ اسید را M فرض کنیم، غلظت یون هیدرونیوم معادل غلظت اسید یونیده شده است.

$$\begin{matrix}M=۵۰\,mol.L^{-۱}\\ [H^+]=۱\,mol.L^{-۱}\end{matrix}\Rightarrow K_a=\frac{[H^+]^۲}{[HA]}\Rightarrow K_a=\frac{۱}{۴۹}\simeq۰/۰۲$$

$$[HA]=۴۹\,mol.L^{-۱}\Rightarrow\frac{K_a}{M}=\frac{۰/۰۲}{۵۰}=۴\times۱۰^{-۴}$$

۱۹۰۸. گزینه ۱

با توجه به اینکه: غلظت مولی اسید $=M=[CF_3COOH]+[H_3O^+]$

می‌توان نوشت: $M=۱+۰/۲۵=۱/۲۵\,mol.L^{-۱}$

از طرفی، غلظت مولی اسید، تعداد مول حل شدهٔ آن در هر لیتر از محلول است. بنابراین:

$$\Rightarrow M=۱/۲۵=\frac{\frac{۲۸/۵}{۱۱۴}(mol)}{V(L)}\Rightarrow V=۰/۲\,L=۲۰۰\,mL$$

۱۹۰۹. گزینه ۲

استراتژی حل: برای پاسخ به این‌که ۵ لیتر محلول اسید شامل چند مول اسید HA است، لازم است غلظت مولی اسید در محلول آن را حساب کنیم. در ضمن، اگر غلظت مولی اسید HA در محلول آن، M مول بر لیتر باشد، ۲۰٪ مول‌های حل شده، یونیده شده و به همان اندازه، H_3O^+ و A^- تولید شده است.

$$[HA]=\frac{۸۰}{۱۰۰}\times M=۰/۸\,M$$

$$[H_3O^+]=[A^-]=\frac{۲۰}{۱۰۰}\times M=۰/۲\,M$$

$$K_a=۱/۲۵\times۱۰^{-۲}=\frac{(۰/۲M)\times(۰/۲M)}{۰/۸M}\Rightarrow M=۰/۲۵\,mol.L^{-۱}$$

حالا می‌توان تعداد مول اسید حل شده در ۵ لیتر از محلول را محاسبه کرد:

$$۵\,L\times۰/۲۵\,mol.L^{-۱}=۱/۲۵\,mol$$

راه حل دوم کوتاه‌تر (روش تستی): ۲۰٪ اسید یونیده شده $\Rightarrow\alpha=۰/۲$

غلظت مولی اسید در محلول $=M=?$

$$K_a=\frac{\alpha^۲\cdot M}{۱-\alpha}\Rightarrow۱/۲۵\times۱۰^{-۲}=\frac{(۰/۲)^۲\times M}{۱-۰/۲}\Rightarrow M=۰/۲۵\,mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow\text{تعداد مول اسید در ۵ لیتر محلول}=۵\,L\times۰/۲۵\,mol.L^{-۱}=۱/۲۵\,mol$$

۱۹۱۰. گزینه ۳ $\alpha=۰/۲۵,M=۰/۸\,mol.L^{-۱}$

$$[H_3O^+]=\alpha\cdot M=۰/۲۵\times۰/۸=۰/۲\,mol.L^{-۱}$$

$$K_a=\frac{\alpha^۲\cdot M}{۱-\alpha}=\frac{(۰/۲۵)^۲\times۰/۸}{۱-۰/۲۵}=\frac{\frac{۱}{۴}\times\frac{۱}{۴}\times\frac{۸}{۱۰}}{\frac{۷۵}{۱۰۰}}$$

$$\Rightarrow K_a=\frac{۸\times۱۰۰}{۴\times۴\times۱۰\times۷۵}=\frac{۱}{۱۵}\,mol.L^{-۱}$$

۱۹۱۱. گزینه ۱ ۹۹/۸ درصد از مولکول‌های اسید، یونیده نشده و به‌صورت مولکولی حل شده است. پس ۰/۲٪ از مولکول‌های اسید، یونیده شده‌اند. بنابراین: $\alpha=۰/۲\times۱۰^{-۲}=۲\times۱۰^{-۳}\ ,M=۰/۲۵\,mol.L^{-۱}$

مطابق آن‌چه که گفته شد، در مورد اسیدهای خیلی ضعیف (که مقدار K_a عدد خیلی کوچکی است) می‌توان با استفاده از رابطهٔ تقریبی $K_a\simeq\alpha^۲\cdot M$ مقدار ثابت یونش را حساب کرد:

$$K_a\simeq\alpha^۲\cdot M\Rightarrow K_a\simeq(۲\times۱۰^{-۳})^۲\times۰/۲۵\simeq۱۰^{-۶}$$

۱۹۱۲. گزینه ۲ باتوجه به کوچک بودن K_a و ضعیف بودن اسید، از رابطهٔ تقریبی $K_a\simeq\alpha^۲\cdot M$ استفاده می‌کنیم.

$$\begin{matrix}K_a=۱/۶\times۱۰^{-۴}\\ M=۰/۴\,mol.L^{-۱}\end{matrix}\Rightarrow۱/۶\times۱۰^{-۴}=\alpha^۲\times۰/۴\Rightarrow\alpha=۰/۰۲$$

پس ۲ درصد از مولکول‌های اسید یونیده می‌شوند.

۱۹۱۳. گزینه ۲ کافی است داده‌ها را در رابطهٔ K_a جایگذاری کنیم.

کدوم رابطه؟ $K_a=\frac{\alpha^۲\cdot M}{۱-\alpha}$ یا $K_a\simeq\alpha^۲\cdot M$؟

خُب! مقدار K_a از $۱۰^{-۳}$ و حتی $۱۰^{-۲}$ هم بزرگ‌تره. پس باید از رابطهٔ $K_a=\frac{\alpha^۲\cdot M}{۱-\alpha}$ استفاده کنیم، یعنی تقریب ممنوع!

$$K_a=۲/۵\times۱۰^{-۲}=\frac{\alpha^۲\times۰/۵}{۱-\alpha}\Rightarrow\alpha^۲+۰/۰۵\alpha-۰/۰۵=۰$$

اگه همهٔ ضرایب را در عدد ۲۰ ضرب کنیم، خیلی بهتر می‌شه: $۲۰\alpha^۲+\alpha-۱=۰$

$$\Delta=۱^۲-۴(۲۰)(-۱)=۸۱$$

$$\Rightarrow\alpha=\frac{-۱\pm۹}{۴۰}\Rightarrow\alpha_{\text{قابل قبول}}=۰/۲$$

$$\Rightarrow\text{درصد یونش}=\alpha\times۱۰۰=۰/۲\times۱۰۰=٪۲۰$$

دقت کنید: فلوئور در ترکیب‌های خود، عدد اکسایشی غیر از (−۱) ندارد.

دقت کنید: بزرگ‌ترین عدد اکسایش اکسیژن برابر (+۲) است (در OF_2) و کوچک‌ترین عدد اکسایش آن، برابر (−۲) است (در اکثریت مطلق ترکیب‌های اکسیژن مثل MgO، H_2O، OCl_2 و N_2O_5)

۲۱۳۸. **گزینه ۱** موارد دوم و ششم درست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول:

$$\underset{\downarrow}{Sn}O_2 \longrightarrow \underset{\downarrow}{Sn}O_4^{2-}$$

$Sn+(2\times-2)=0$ $\quad$ $Sn+(4\times-2)=-2$

$Sn=+4$ $\quad$ $Sn=+4$

عدد اکسایش فلز تغییری نکرده است.

مورد دوم:

$$\underset{\downarrow}{Mn}O_4^- \longrightarrow \underset{\downarrow}{Mn}O_4^{2-}$$

$Mn+(4\times-2)=-1$ $\quad$ $Mn+(4\times-2)=-2$

$Mn=+7$ $\quad$ $Mn=+6$

عدد اکسایش فلز از (+۷) به (+۶) تغییر کرده است.

مورد سوم:

$$\underset{\downarrow}{Cr}O_4^{2-} \longrightarrow \underset{\downarrow}{Cr}O_3$$

$Cr+(4\times-2)=-2$ $\quad$ $Cr+(3\times-2)=0$

$Cr=+6$ $\quad$ $Cr=+6$

عدد اکسایش فلز تغییری نکرده است.

مورد چهارم:

$$\underset{\downarrow}{Cr_2}O_7^{2-} \longrightarrow \underset{\downarrow}{Cr}O_4^{2-}$$

$2Cr+(7\times-2)=-2$ $\quad$ $Cr+(4\times-2)=-2$

$Cr=+6$ $\quad$ $Cr=+6$

عدد اکسایش فلز تغییری نکرده است.

مورد پنجم:

$$\underset{\downarrow}{Cu(OH)_2} \longrightarrow \underset{\downarrow}{CuO}$$

$Cu+(2\times-1)=0$ $\quad$ $Cu+(-2)=0$

$Cr=+2$ $\quad$ $Cr=+2$

عدد اکسایش فلز تغییری نکرده است.

مورد ششم:

$$\underset{\downarrow}{Mn}O_2 \longrightarrow \underset{\downarrow}{Mn^{2+}}$$

$Mn+(2\times-2)=0$ $\quad$ $+2$

$Mn=+4$

عدد اکسایش فلز از (+۴) به (+۲) تغییر کرده است.

۲۱۳۹. **گزینه ۴** فسفر از گروه ۱۵ است. پس ۵ الکترون ظرفیتی داشته و بالاترین عدد اکسایش آن (+۵) است.

۲۱۴۰. **گزینه ۳** **بررسی همهٔ گزینه‌ها:**

«گزینهٔ ۱»:
$$\begin{cases} \overset{+1}{H}\overset{x}{N}\overset{-2}{O_3} \Rightarrow x=+5 \\ \overset{+1}{Na}\overset{x}{N}\overset{-2}{O_2} \Rightarrow x=+3 \end{cases}$$

«گزینهٔ ۲»:
$$\begin{cases} \overset{x}{N}\overset{-2}{O} \Rightarrow x=+2 \\ \overset{x}{N_2}\overset{-2}{O_5} \Rightarrow x=+5 \end{cases}$$

«گزینهٔ ۳»:
$$\begin{cases} \overset{x}{N}\overset{-2}{H_4}\overset{}{O}\overset{+1}{H} \Rightarrow x=-3 \\ \overset{+1}{Na}\overset{x}{N}\overset{-2}{O_2} \Rightarrow x=+5 \end{cases}$$

«گزینهٔ ۴»:
$$\begin{cases} \overset{x}{N}\overset{-2}{O} \Rightarrow x=+2 \\ \overset{x}{N}\overset{+1}{H_4}\overset{-1}{Cl} \Rightarrow x=-3 \end{cases}$$

نکته: در مورد همهٔ عنصرهای نافلزی، با فرض این‌که تعداد الکترون ظرفیتی اتم آن‌ها با n نشان داده شود، بزرگ‌ترین عدد اکسایش برابر $(+n)$ و کوچک‌ترین عدد اکسایش، برابر $(n-8)$ است، غیر از F و O و H.

شمارهٔ گروه عنصر	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
تعداد الکترون ظرفیتی	۴	۵	۶	۷
بزرگ‌ترین عدد اکسایش	+۴	+۵	+۶	+۷
کوچک‌ترین عدد اکسایش	−۴	−۳	−۲	−۱

در مورد سه عنصر اکسیژن، فلوئور و هیدروژن:

عنصر	O	F	H
بزرگ‌ترین عدد اکسایش	+۲	−۱	+۱
کوچک‌ترین عدد اکسایش	−۲	−۱	−۱

در واقع، فلوئور تنها نافلزی است که عدد اکسایش مثبت ندارد و تنها عدد اکسایش آن، (−۱) است.

۲۱۴۱. **گزینه ۳** E که در گروه ۱۷ قرار دارد، بالاترین عدد اکسایش آن (+۷) است.

۲۱۴۲. **گزینه ۴** دومین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد، سیلیسیم ($_{14}Si$) است. عنصر X که عدد اتمی آن ۷ واحد کمتر از ۱۴ است، یعنی عدد اتمی عنصر X، هفت می‌باشد که همان عنصر نیتروژن است.

بالاترین عدد اکسایش نیتروژن +۵ و پایین عدد اکسایش نیتروژن −۳ است.

در حالت اکسایش +۵ ⇐ HNO_3 نیتریک‌اسید

در حالت اکسایش −۳ ⇐ NH_3 آمونیاک (باز)

۲۱۴۳. **گزینه ۲** آمونیوم سولفات و آمونیوم نیترات در دو مورد (آ) و (ب) تفاوت دارند.

آمونیوم سولفات $(NH_4)_2SO_4$	• کاتیون NH_4^+، آنیون: SO_4^{2-} • عدد اکسایش اتم مرکزی آنیون: +۶ • شمار اتم‌های H در فرمول شیمیایی: ۸ • شمار اتم‌های نیتروژن در فرمول شیمیایی: ۲ • شمار جفت الکترون پیوندی در اتم مرکزی آنیون: ۴	یون سولفات (SO_4^{2-})
آمونیوم نیترات NH_4NO_3	• کاتیون NH_4^+، آنیون: NO_3^- - عدد اکسایش اتم مرکزی آنیون: +۵ • شمار اتم‌های H در فرمول شیمیایی: ۴ • شمار اتم‌های N در فرمول شیمیایی: ۲ • شمار جفت الکترون پیوندی در اتم مرکزی آنیون: ۴	یون نیترات (NO_3^-)

۲۱۴۴. **گزینه ۲** از فرمول شیمیایی D_2SiO_4 می‌توان فهمید که کاتیون آن D^{2+} است. زیرا یون SiO_4^{4-} یعنی سیلیکات دارای بار −۴ است.

از فرمول شیمیایی MO_2 می‌توان به عدد اکسایش +۴ برای M پی برد. پس عنصر M عنصری مثل گوگرد است که می‌تواند عدد اکسایش +۶ داشته باشد.

با توجه به این، فرمول‌های شیمیایی زیر می‌تواند درست باشد:

$K_2MO_4 \Rightarrow$ عدد اکسایش $M=+6$

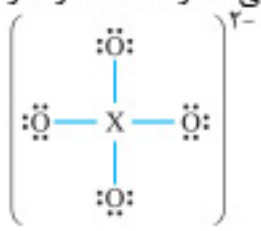
$MF_6 \Rightarrow$ عدد اکسایش $M=+6$

$D(NO_3)_2 \Rightarrow D^{2+}$

$DO \Rightarrow D^{2+}$

$DBr_2 \Rightarrow D^{2+}$

۲۱۴۵. (گزینه ۳) برای تعیین عدد اکسایش X، نیاز به دانستن شمارهٔ گروه X داریم. از آن‌جا که هر اتم O در لایهٔ ظرفیت خود ۶ الکترون دارد، می‌توان نوشت (تعداد الکترون ظرفیتی X را x عدد در نظر می‌گیریم):



$$\text{تعداد الکترون ظرفیتی} = x + 4(6) + 2 = x + 26$$

$$\text{تعداد الکترون لازم برای هشت‌تایی شدن} = 5 \times 8 = 40$$

$$\Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی} = 4 = \frac{40 - (x+26)}{2} \Rightarrow x = 6$$

پس x در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارد. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اکسیژن، بعد از فلوئور از همهٔ عناصر دیگر بیشتر است، برای محاسبهٔ عدد اکسایش، فرض را بر انتقال الکترون‌های پیوندی به اتم‌های O می‌گذاریم:

$$\text{عدد اکسایش } X \Rightarrow 6 - 0 = +6$$

۲۱۴۶. (گزینه ۳) عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست‌اند. عدد اکسایش X در یون XO_4^- برابر (+۷) است. پس X به گروه ۷ یا ۱۷ می‌تواند تعلق داشته باشد و چون X عنصری نافلزی است، پس متعلق به گروه ۱۷ یعنی هالوژن‌هاست.

عدد اکسایش عنصر نافلزی A در یون AO_4^{2-} برابر (+۴) است. پس A به گروه ۱۴ تعلق دارد. از آنجا که تنها عنصر نافلزی گروه ۱۴، کربن است که در دورهٔ دوم قرار دارد، پس A قطعاً عنصر کربن است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: A در گروه ۱۴ قرار دارد.

عبارت دوم: A در گروه دوم قرار دارد.

عبارت سوم: عنصر X با فلوئور (اکسنده‌ترین عنصر در جدول تناوبی) هم‌گروه است (گروه ۱۷).

عبارت چهارم: آخرین زیرلایه اشغال شده اتم X و A به‌ترتیب به‌صورت np^5 و $2p^2$ است.

۲۱۴۷. (گزینه ۴) در واکنش گزینهٔ «۴»، عدد اکسایش هیچ‌یک از عنصرها تغییر نکرده است. در واکنش‌های گزینهٔ «۲» و «۳»، عنصر آزاد دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ وجود تغییر عدد اکسایش در این واکنش‌هاست. پس نباید وقتتون رو صرف بررسی آن‌ها کنید. از دو واکنش «۱» و «۴»، در واکنش «۱» هم تغییر عدد اکسایش به‌طور آشکار دیده می‌شود: آهن از ۳+ به ۲+ و قلع از ۲+ به ۴+ رسیده است. پس گزینهٔ مورد نظر، گزینهٔ «۴» است که در آن، عدد اکسایش هیچ عنصری دچار تغییر نشده است.

نکته: اگر در معادلهٔ واکنشی عنصر آزاد وجود داشته باشد (مثل Cl_2، Fe و...)، قطعاً جزء واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است.

۲۱۴۸. (گزینه ۳) در واکنش گزینهٔ «۳»، عدد اکسایش هیچ عنصری تغییر نکرده است. بنابراین جزء واکنش‌های اکسایش ـ کاهش به شمار نمی‌آید.

بررسی برخی از گزینه‌ها:

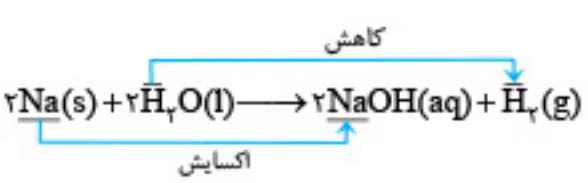
گزینهٔ «۱»: در این واکنش، کروم کاهش و کلر اکسایش یافته است.

گزینهٔ «۲»: در این واکنش، مس اکسید شده و نیتروژن کاهش یافته است.

گزینهٔ «۴»: در این واکنش، آهن کاهش یافته و قلع اکسید شده است.

۲۱۴۹. (گزینه ۲) **بررسی همهٔ گزینه‌ها:**

گزینهٔ «۱»:



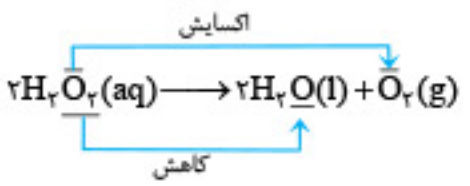
گزینهٔ «۲»: عدد اکسایش تغییری نمی‌کند؛

$$Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

عدد اکسایش Al تغییری نکرده و برابر «۳+» است، عدد اکسایش اکسیژن و هیدروژن هم به‌ترتیب برابر «۲−» و «۱+» است.

گزینهٔ «۳»:

گزینهٔ «۴»:



دقت کنید: با توجه با وجود عنصر آزاد در هر یک از واکنش‌های گزینه‌های «۱» و «۳» و «۴»، به‌راحتی می‌توان فهمید که در این واکنش‌ها، اکسایش- کاهش وجود دارد.

۲۱۵۰. (گزینه ۱) تنها عبارت (آ) درست است، H_2 اکسید شده و نقش کاهنده را دارد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) در این واکنش عدد اکسایش اکسیژن تغییر نمی‌کند. قبلاً (۲−) بوده و بعدش هم، همان (۲−) است. آنچه در این واکنش کاهش می‌یابد، کربن است که عدد اکسایش آن از (۴+) به (۲+) می‌رسد.

پ) بدون شرح!

ت) عدد اکسایش هیدروژن از صفر به (۱+) می‌رسد و اکسید می‌شود، اما الکترون از دست نداده و به کاتیون تبدیل نمی‌شود.

در واقع در واکنش داده شده، هیدروژن به کاتیون تبدیل نمی‌شود، همان‌طور که آنیونی هم در این واکنش پدید نمی‌آید. بلکه هیدروژن به عدد اکسایش (۱+) می‌رسد. در ضمن، دقت کنید که اگر اتم هیدروژن تنها الکترون خود را از دست دهد، به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد که! به همین دلیل است که هیدروژن جزء اتم‌های فلزی نیست.

هیدروژن را درست بشناسید: اگر با یک عنصر فلزی مثل سدیم طرف باشد، با دریافت الکترون به آنیون H^- تبدیل می‌شود که دوتایی بوده و از آرایش He برخوردار است و اگر با نافلز طرف باشد، با به اشتراک گذاشتن تنها الکترون خود، باز هم دوتایی و مثل He می‌شود.

۲۱۵۱. (گزینه ۱) عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست است.

بررسی عبارت نادرست:

(ب): در واکنش (II) عدد اکسایش قلع از (۲+) به (۴+) می‌رسد، یعنی Sn^{2+} اکسید شده و نقش کاهنده را دارد.

۲۱۵۲. (گزینه ۲) عبارت‌های (آ) و (ب) درست و دو عبارت دیگر، نادرست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) عدد اکسایش منگنز در یون‌های MnO_4^- و MnO_4^{2-} به ترتیب برابر (۷+) و (۶+) است.

ب) عدد اکسایش کروم در هر دو ترکیب $Cr_2O_7^{2-}$ و CrO_4^{2-} برابر (۶+) است.

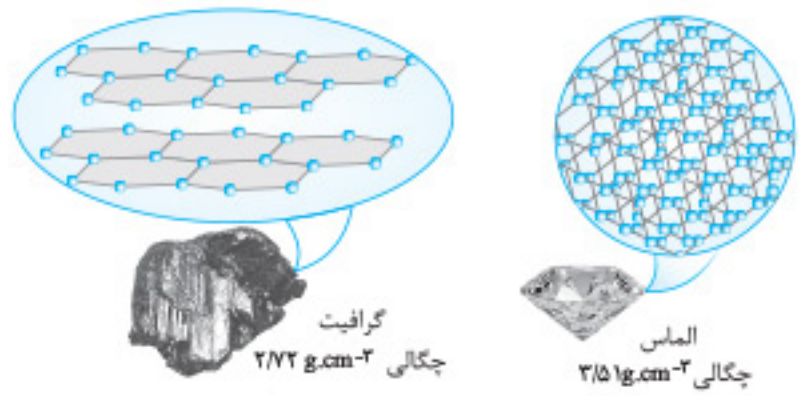
پ) کروم در واکنش (ب) نقش کاهنده یا اکسنده ندارد؛ زیرا عدد اکسایش آن دچار تغییر نشده است.

ت) منگنز در واکنش (آ)، کاهش یافته و اکسنده است و کروم در واکنش (ب) نقش کاهنده یا اکسنده ندارد.

۲۱۵۳. (گزینه ۱) در این واکنش عدد اکسایش منگنز از (۴+) به (۲+) می‌رسد، یعنی با دریافت ۲ الکترون، کاهش یافته و نقش اکسنده را دارد. آنچه در این واکنش اکسید می‌شود، کلر است که عدد اکسایش آن از (۱−) به صفر می‌رسد.

دقت کنید که فقط بخشی از یون‌های Cl^- در این واکنش اکسید می‌شود و تعدادی از آن‌ها، بدون تغییر عدد اکسایش باقی می‌مانند.

۲۴۰۸. (گزینه ۴) **گرافیت** جامد کووالانسی با چینش دو بُعدی و الماس جامد کووالانسی با چینش سه بُعدی اتم‌ها است. چگالی الماس بیشتر از گرافیت است.



۲۴۰۹. (گزینه ۲) عبارت‌های (پ) و (ت) درست و عبارت‌های (آ) و (ب) نادرست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) سیلیسیم بعد از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است.

ب) کوارتز نمونه‌ای خالص از SiO_2 است.

پ) دقیقاً!

ت) سیلیسیم شبه‌فلز بوده و نیمه‌رساناست.

۲۴۱۰. (گزینه ۲) عبارت‌های (آ) و (پ) درست و دو عبارت دیگر، نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) با توجه به شعاع اتمی کربن در مقایسه با سیلیسیم، طول پیوند Si — Si بیشتر از پیوند C — C و در نتیجه، آنتالپی پیوند Si — Si کمتر از پیوند C — C است.

ت) سیلیس در طبیعت به‌صورت خالص (کوارتز) و همین‌طور به‌صورت ناخالص (شن و ماسه) یافت می‌شود، اما سیلیسیم، خیر زیرا سیلیس به‌مراتب پایدارتر از سیلیسیم است. چرا؟ چون پیوند Si — O به‌مراتب محکم‌تر از پیوند Si — Si است.

۲۴۱۱. (گزینه ۳) به‌جز عبارت (آ)، بقیهٔ عبارت‌ها درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

کربن دی‌اکسید در حالت جامد به یخ خشک موسوم است که همانند یخ (آب در حالت جامد)، نوعی جامد مولکولی به‌شمار می‌آید. در این دو ترکیب، مولکول‌های جدا از هم وجود دارند که به‌ترتیب با نیروهای وان‌دروالسی و پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل شده‌اند و با از بین رفتن این جاذبه‌های ضعیف، مولکول‌های مجزای آن‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند.

۲۴۱۲. (گزینه ۴) عبارت‌های اول تا چهارم، درست و عبارت پنجم، نادرست است.

بررسی برخی از عبارت‌ها:

عبارت سوم: شعاع اتمی O کمتر از Si است. پس طول پیوند Si — O کمتر از Si — Si بوده و آنتالپی پیوند Si — O بیشتر است.

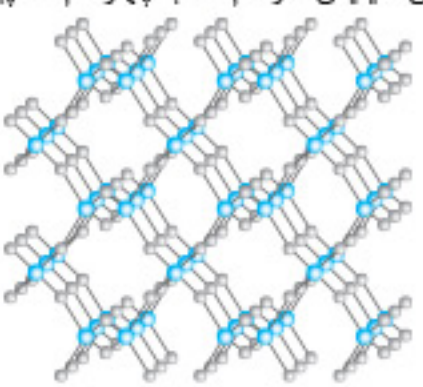
عبارت پنجم: سیلیسیم در طبیعت به‌صورت خالص یافت نمی‌شود و عمدتاً به‌صورت سیلیس (SiO_2) یافت می‌شود.

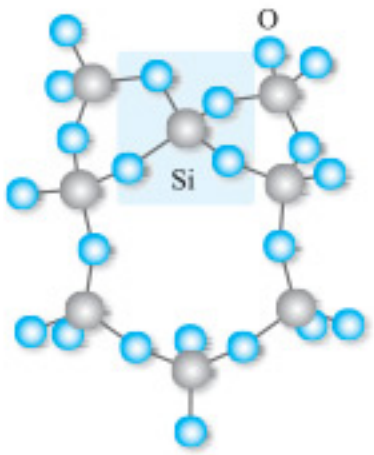
۲۴۱۳. (گزینه ۲) عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

پ) CO_2 به حالت جامد، جزء جامدهای مولکولی است، در حالی‌که سیلیس، جزء جامدهای کووالانسی بوده و ساختار بلوری شبیه به الماس را دارد.

ت) در ساختار ذره‌ای سیلیس، هر اتم Si با چهار اتم O پیوند کووالانسی دارد.





۲۴۱۴. (گزینه ۴) SiO_2 (سیلیس) جامد کووالانسی با ساختاری مستحکم است، در حالی‌که گرافیت به دلیل لغزیدن لایه‌های مسطح آن روی یکدیگر، جامدی کووالانسی با نرمی منحصر به فرد بوده و اصلاً سخت نیست.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ «۱»: در ساختار SiO_2، صرفاً پیوند کووالانسی Si — O وجود دارد.

گزینهٔ «۲»: سیلیس خالص به کوارتز موسوم است.

گزینهٔ «۳»: سیلیس از جمله جامدهای کووالانسی است.

۲۴۱۵. (گزینه ۴) هر چهار عبارت، درست است.

بعضی از این عبارت‌ها به‌صورت مستقیم در کتاب درسی یافت نمی‌شوند، اما می‌توان آن‌ها را در شکلی از کتاب دید.

۲۴۱۶. (گزینه ۴) عبارت‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) کربن عنصری نافلزی است، در حالی که سیلیسیم جزء شبه فلزها به شمار می‌آید.

ب) فرمول شیمیایی سیلیس، SiO_2 است. با توجه به این فرمول، ممکن است تصور کنید که هر اتم Si به دو اتم اکسیژن متصل است. ولی در واقع، هر اتم Si به ۴ اتم O متصل است و SiO_2 دارای شبکهٔ عظیمی از یک جامد کووالانسی است.

پ) ساختار بلور سیلیسیم‌دی‌اکسید یا سیلیس به صورت جامد کووالانسی بوده و فاقد مولکول‌های مستقل از یکدیگر است. در حالی‌که کربن‌دی‌اکسید از مولکول‌های مستقل از هم CO_2 تشکیل می‌شود.

ت) اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است و سیلیسیم پس از آن، در ردهٔ دوم قرار دارد.

۲۴۱۷. (گزینه ۱) فقط عبارت چهارم درست است.

لایهٔ ظرفیت عنصر X به ns^2np^2 می‌رسد. (عنصر X در گروه ۱۴ قرار دارد.)

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: قلع و سرب باشد، رسانا است ولی اگر کربن باشد نارساناست.

عبارت دوم: فقط قلع و سرب یون پایدار دارند.

عبارت سوم: قلع و سرب فلزند و الکترون از دست می‌دهند.

عبارت چهارم: دقیقاً!

عبارت پنجم: می‌تواند شبه فلز یا فلز هم باشد.

عناصر گروه ۱۴:

- دورهٔ ۲ ← C ← نافلز
- شبه‌فلز:
  - دورهٔ ۳ ← Si
  - دورهٔ ۴ ← Ge
- فلز:
  - دورهٔ ۵ ← Sn
  - دورهٔ ۶ ← Pb

■ لایهٔ ظرفیت: ns^2np^2 ■ بالاتر عدد اکسایش: +۴

◄ **رسانایی الکتریکی:**

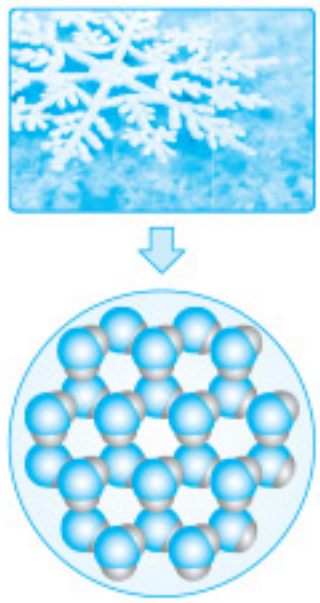
۱ عنصر کربن:

■ گرافیت ← رسانا ■ الماس ← نارسانا

۲ عنصرهای Si و Ge ← کم رسانا

۳ عنصرهای Sn و Pb ← رسانا

۲۴۱۸. **گزینه ۳** در ساختار یخ، مولکول‌های آب با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه، شبکه‌ای به وجود می‌آورند که در آن، هر اتم اکسیژن با چهار اتم هیدروژن پیوند دارد: دو تا از این پیوندها، پیوند اشتراکی و دو پیوند دیگر، پیوند هیدروژنی است.



۲۴۱۹. **گزینه ۴** در یک جامد **کووالانسی** میان **همهٔ اتم‌ها**، پیوند کووالانسی (اشتراکی) وجود دارد. به همین دلیل، چنین موادی دمای **ذوب بالایی** دارند و دیرگداز هستند.

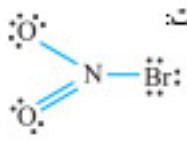
۲۴۲۰. **گزینه ۴** جامدهای مولکولی: CO_2 ، H_2O ، I_2 ، HF، C_6H_{14}

جامدهای کووالانسی: SiO_2، (گرافیت) C

جامد یونی: BaO

۲۴۲۱. **گزینه ۱** CO_2 مادهٔ مولکولی، SiO_2 مادهٔ کووالانسی، $NaNO_3$ جامد یونی و HF دارای پیوند هیدروژنی است.

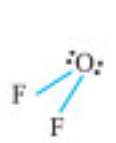
۲۴۲۲. **گزینه ۱** ساختار لوویس NO_2Br به‌صورت مقابل است:



اتم مرکزی سه قلمرو دارد که هر سه قلمرو به جفت الکترون‌های پیوندی تعلق دارد. بنابراین آرایش اتم‌ها در این مولکول، به‌صورت روبه‌رو می‌باشد:

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

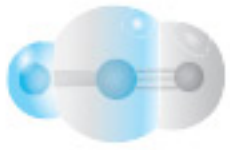
۲۴۲۳. **گزینه ۴** اتم اکسیژن ۶ الکترون ظرفیتی دارد. دو الکترون از این ۶ الکترون اکسیژن، صرف تشکیل پیوند با اتم‌های F شده و دو جفت الکترون ناپیوندی برای اتم O باقی مانده است. پس اتم O در مولکول OF_2 دارای چهار قلمرو است که به سمت رئوس یک چهاروجهی جهت‌گیری می‌کنند تا فاصلهٔ بیشتری از هم بگیرند. از این چهار قلمرو، دو قلمرو به جفت الکترون‌های ناپیوندی اختصاص دارد. به این ترتیب، شکل حاصل از اتم O و دو اتم F به‌صورت خمیده خواهد بود:



آرایش چهار قلمرو الکترونی: چهار وجهی 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.

۲۴۲۴. **گزینه ۴** نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی درست هیدروژن‌سیانید (HCN) به این صورت است:



HCN

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

۲۴۲۵. **گزینه ۲** نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی SCl_2 به صورت مقابل ارائه شده است:

۲۴۲۶. **گزینه ۳** به نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی کربونیل‌سولفید و گوگرددی‌اکسید توجه کنید:

۲۴۲۷. **گزینه ۱**

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

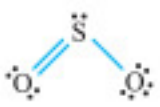
با توجه به قطبی بودن دی‌متیل اتر، جاذبهٔ بین مولکول‌های آن، قوی‌تر بوده و آسان‌تر از حالت گازی به حالت مایع درمی‌آید.

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.

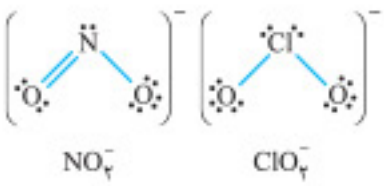
۲۴۲۸. **گزینه ۴** گوگرد دی‌اکسید دارای شکل خمیده است:



سه مولکول دیگری که ارائه شده است، خطی شکل‌اند:

کربن‌دی‌اکسید اتین کربونیل سولفید

۲۴۲۹. **گزینه ۴** ClO_2^- دارای شکل هندسی خمیده است. یون نیتریت (NO_2^-) هم همین‌طور:

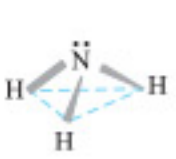


NO_2^- ClO_2^-

سه ترکیب دیگری که ارائه شده است، خطی‌شکل‌اند:

هیدروژن سیانید یون سیانید کربن دی‌سولفید

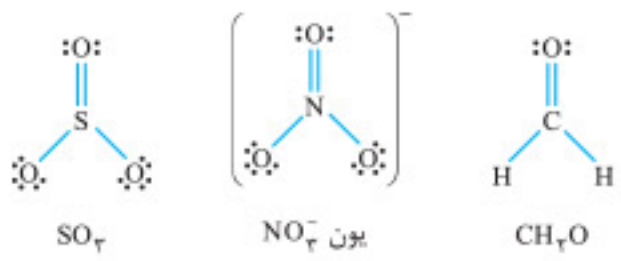
۲۴۳۰. **گزینه ۲** در مولکول آمونیاک (NH_3)، اتم نیتروژن ۳ جفت الکترون پیوندی و یک جفت الکترون ناپیوندی دارد. اگر هریک از این جفت الکترون‌ها را یک قلمرو الکترونی در نظر بگیریم، اتم نیتروژن از چهار قلمرو الکترونی برخوردار است که برای پیدا کردن بیشترین فاصله از یکدیگر، این چهار قلمرو، آرایش چهار وجهی به خود می‌گیرند:



آرایش چهار قلمرو الکترونی: چهار وجهی آرایش اتم‌ها: هرمی شکل

توجه: کتاب درسی در صفحات ۷۴ و ۷۵ 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.

۲۴۳۱. **گزینه ۲** در ترکیب‌های SO_3، NO_3^- و CH_2O همهٔ اتم‌ها روی یک صفحهٔ مسطح قرار می‌گیرند:



SO_3 یون NO_3^- CH_2O

اتن با فرمول مولکولی $C_۲H_۴$ دارای ۶ پیوند کووالانسی است و عدد اکسایش هر کدام از دو کربن آن، برابر (۲−) است.
اتیلن‌گلیکول با فرمول مولکولی $C_۲H_۶O_۲$ دارای ۹ پیوند کووالانسی است و عدد اکسایش هریک از دو کربن آن، برابر (۱−) است.
پس عدد اکسایش هریک از اتم‌های کربن در اکسایش اتن، یک درجه تغییر می‌کند (از ۲− به ۱−) و ۳ پیوند به مجموع تعداد پیوندهای کووالانسی افزوده می‌شود.

۲۷۴۱. **گزینه ۱** در اثر اکسایش پارازایلن در حضور اکسنده و گرما، ترفتالیک‌اسید به‌دست می‌آید:

۲۷۴۲. **گزینه ۳** فرمول مولکولی همهٔ ترکیب‌ها را می‌نویسیم تا مشخص شود:

۱) $C_۶H_۵COOH, C_۱۰H_۸ \Rightarrow ۸-۶=۲$

۲) $C_۶H_۵CHO, C_۵H_{۱۰}O_۲ \Rightarrow ۱۰-۶=۴$

۳) $C_۷H_{۱۴}O, C_۶H_۵-CH=CH_۲ \Rightarrow ۱۴-۸=۶$ (اختلاف بیشتر)

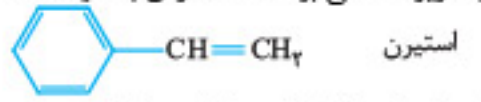
۴) $CH_۳-C_۶H_۴-CH_۳$ و $HOOC-C_۶H_۴-COOH \Rightarrow ۱۰-۶=۴$

۲۷۴۳. **گزینه ۳** عبارت‌های دوم و سوم نادرست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

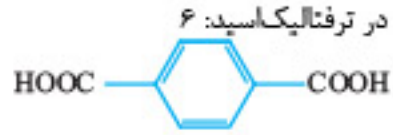
عبارت اول: با یک نگاه و حتی شاید با نیم‌نگاه هم می‌توان به درستی این عبارت پی برد.

عبارت دوم: این ترکیب ۱۱ پیوند دوگانه دارد. پس حتی اگر ندانیم که استیرن کلاً چی هست، می‌توانیم متوجه نادرستی این عبارت بشویم، زیرا ۱۱ چهار برابر هیچ عددی نیست! آها! شاید این عبارت ویژهٔ کسانی بوده که شمارش بلد نیستند!



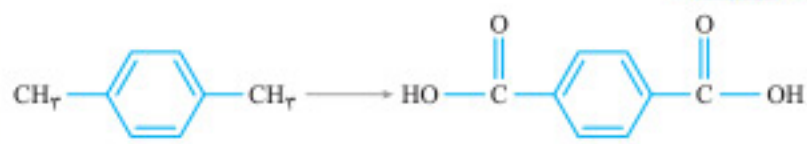
استیرن

عبارت سوم: شمار پیوندهای یگانهٔ کربن ـ کربن: ۱۱
شمار پیوندهای C—H: ۱۲
عبارت چهارم: شمار اتم‌های هیدروژن: ۱۲
شمار اتم‌های هیدروژن در ترفتالیک‌اسید: ۶



ترفتالیک اسید $(C_۸H_۶O_۴)$

۲۷۴۴. **گزینه ۳**



$(C_۸H_{۱۰})$ $(C_۸H_۶O_۴)$

+۲ = مجموع عدد اکسایش کربن‌ها −۱۰ = مجموع عدد اکسایش کربن‌ها

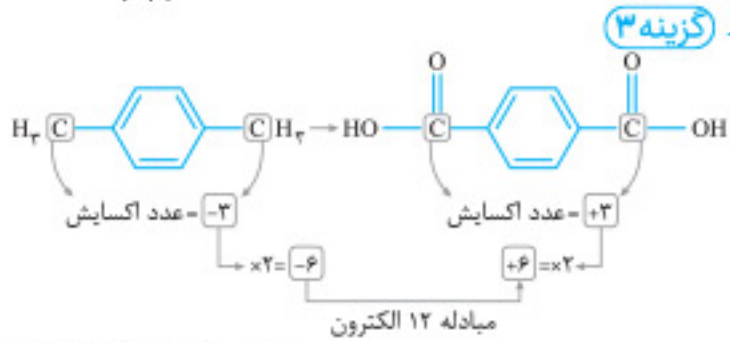
(اکسایش) ۱۲+

در این واکنش، $MnO_۴^-$ به عنوان اکسنده مصرف شده و $MnO_۲$ حاصل می‌شود.

$\underline{Mn}O_۴^- \longrightarrow \underline{Mn}O_۲$

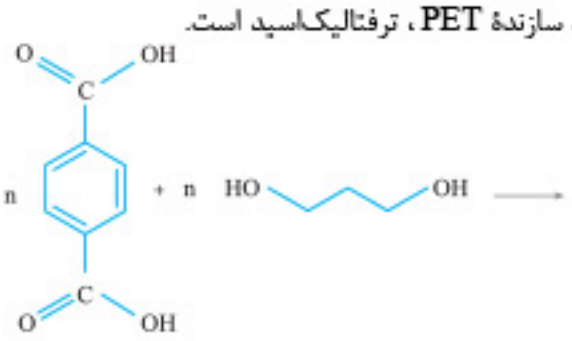
$+۷ \xrightarrow{۳+\ (\text{کاهش})} +۴$

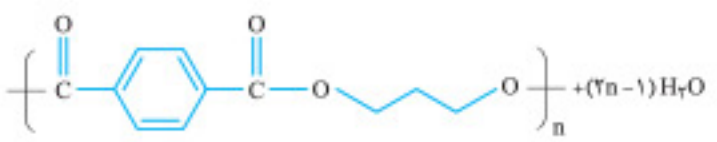
۲۷۴۵. **گزینه ۳**



(الکترون) $۰/۵ \times ۱۲ = ۰/۶\ mol$

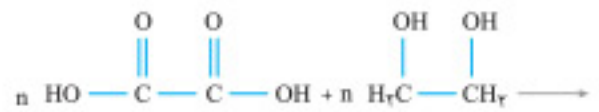
۲۷۴۶. **گزینه ۱** دی‌اسید سازندهٔ PET، ترفتالیک‌اسید است.

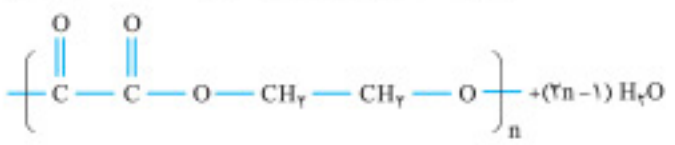




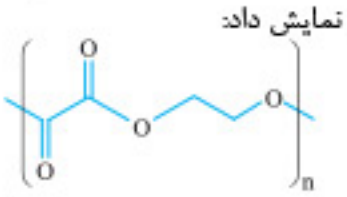
البته $(۲n-۱)$ مولکول $H_۲O$ هم تولید می‌شود.

۲۷۴۷. **گزینه ۲**





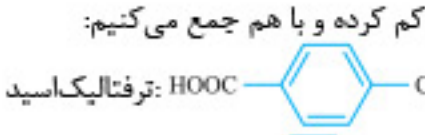
ساختار پلیمر حاصل را به‌صورت زیر هم می‌توان نمایش داد:



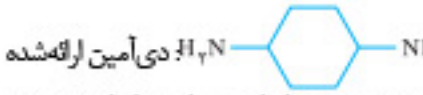
دقت کنید: برای رسم ساختار پلی‌استر، باید از دو سر دی‌اسید، OH— ها و از دوسر دی‌الکل، H ها را از O جدا کنید و مابقی را به هم وصل کنید، تمام!

۲۷۴۸. **گزینه ۳**

از دی اسید، ۴ اتم و از دی آمین، ۲ اتم کم کرده و با هم جمع می‌کنیم:

ترفتالیک‌اسید: 

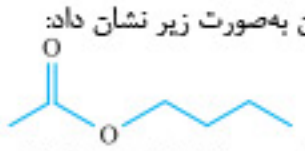
یا $C_۸H_۶O_۴ \Rightarrow ۱۸-۴=۱۴$

دی‌آمین ارائه‌شده: 

یا $C_۶H_{۱۴}N_۲ \Rightarrow ۲۲-۲=۲۰$

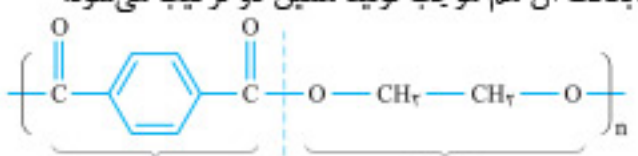
$\Rightarrow$ تعداد اتم در واحد تکرارشده $= ۱۴+۲۰=۳۴$

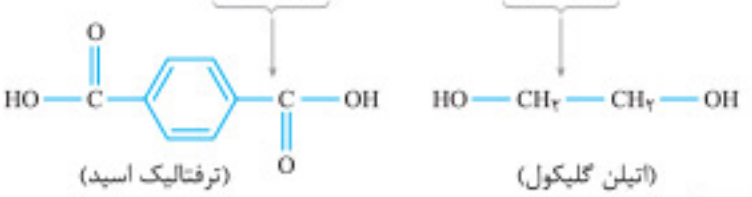
۲۷۴۹. **گزینه ۳** استر ۶ کربن دارد. پس مجموع تعداد کربن الکل و اسید سازندهٔ آن نیز برابر ۶ است. چون اتانوییک‌اسید دارای ۲ اتم کربن است، پس الکل سازندهٔ استر مورد نظر، ۴ اتم کربن خواهد داشت.
فرمول ساختاری این استر را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد:



(بوتیل اتانوآت)

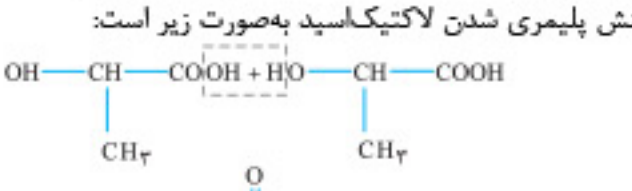
۲۷۵۰. **گزینه ۴** PET از پلیمرشدن ترفتالیک‌اسید با اتیلن‌گلیکول حاصل می‌شود و آبکافت آن هم موجب تولید همین دو ترکیب می‌شود.

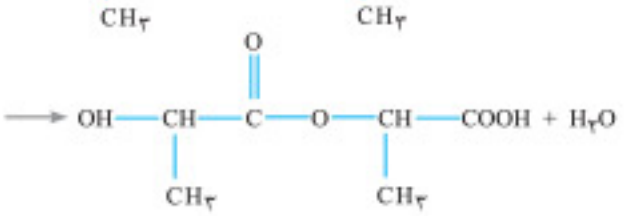




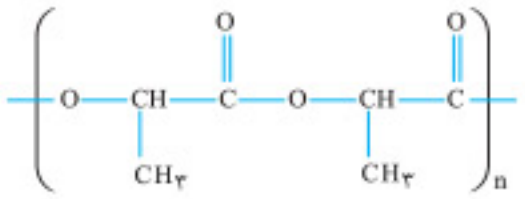
(ترفتالیک اسید) (اتیلن گلیکول)

۲۷۵۱. **گزینه ۴** واکنش پلیمری شدن لاکتیک‌اسید به‌صورت زیر است:





با ادامهٔ این فرایند پلیمر زیر تشکیل می‌شود:



گروه عاملی استری در پلی‌لاکتیک‌اسید، با گروه عاملی موجود در پلی‌اتیلن ترفتالات مشابه است و هر دوی آن‌ها پلی‌استر به‌شمار می‌آیند.

۲۷۵۲. (گزینه ۳) عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: اتیل هپتانوآت و پنتیل‌بوتانوآت، هر دو استر ۹ کربنی‌اند. پس ایزومر یکدیگرند.

عبارت دوم: اتیل هپتانوآت منشأ بوی انگور و متیل بوتانوآت منشأ بوی سیب است.

عبارت سوم: PET نوعی پلی‌استر است و همانند اتیل هپتانوآت دارای عامل استری است.

عبارت چهارم: آبکافت اتیل هپتانوآت با تولید اتانول همراه است. از هر مول استر که آبکافت شود، یک مول الکل پدید می‌آید. بنابراین:

$$\text{جرم اتانول حاصل} = ۱ \times ۴۶ \times ۰/۶ = ۲۷/۶\,g$$

۲۷۵۳. (گزینه ۴) واحد تکرارشوندهٔ پلی‌استر، ۱۳ اتم کربن و دی‌اسید سازندهٔ آن، ۵ اتم کربن دارد. پس دی‌الکل سازندهٔ این پلی‌استر، ۸ اتم کربن خواهد داشت.

$C_۸H_{۱۸}O_۲$: دی‌الکل ۷ کربنی

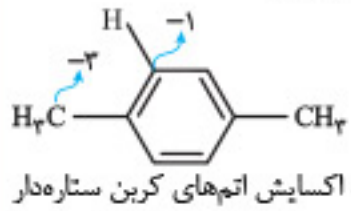
توجه کنید: فرمول مولکولی عمومی یک الکل n کربنی با x عامل الکلی و زنجیر کربنی سیرشده را می‌توان به این صورت نوشت: $C_nH_{۲n+۲}O_x$

۲۷۵۴. (گزینه ۴) عبارت‌های (ب) و (پ) درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

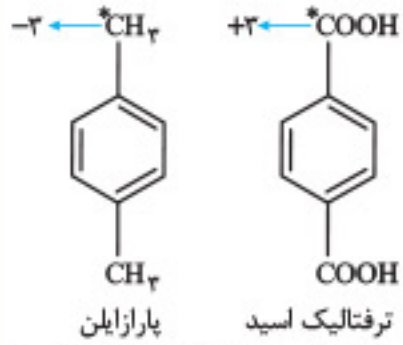
الف) فرمول مولکولی ترکیب داده‌شده، $C_۸H_{۱۰}$ و فرمول مولکولی نفتالن $C_{۱۰}H_۸$ است.

ب) عدد اکسایش اتم‌های مشخص‌شده به‌صورت زیر است:



$$\text{مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ستاره‌دار} = -۴ - ۱ - ۳ = -۳$$

پ)



پارازایلن — ترفتالیک اسید

عدد اکسایش اتم کربن ستاره‌دار از (-۳) در پارازایلن به $(+۳)$ در ترفتالیک‌اسید می‌رسد در نتیجه ۶ واحد افزایش یافته است.

ت) اتن کجا، این کجا؟؟ این ترکیب همان پارازایلن است که در مجاورت محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات به ترفتالیک‌اسید تبدیل می‌شود.

۲۷۵۵. (گزینه ۲) عبارت‌های اول و سوم درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

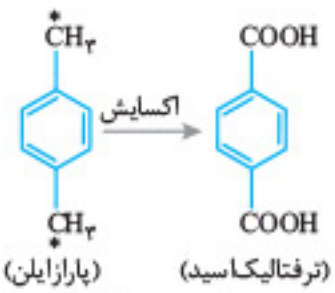
عبارت اول: به‌ازای مصرف هر مول پارازایلن، ۱ مول ترفتالیک‌اسید $(C_۸H_۶O_۴)$ تولید می‌شود.

اگر جرم ترفتالیک‌اسید را x در نظر بگیریم:

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

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.



(پارازایلن) (ترفتالیک‌اسید)

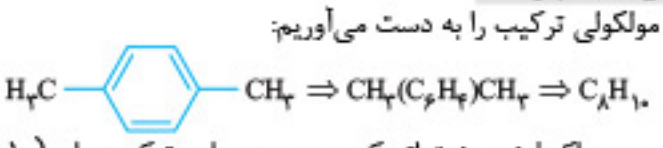
$$\text{کل تغییر درجهٔ عددهای اکسایش} = ۲ \times ۶ = ۱۲$$

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

۲۷۵۶. (گزینه ۳) تنها، عبارت (ت) نادرست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) فرمول مولکولی ترکیب را به دست می‌آوریم:

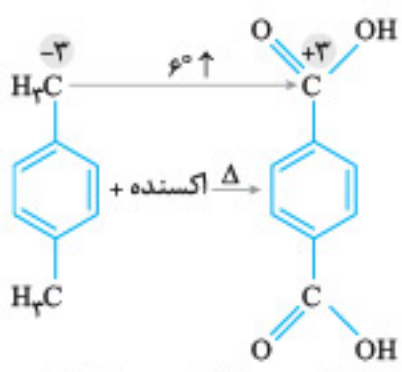


$$\Rightarrow CH_۳(C_۶H_۴)CH_۳ \Rightarrow C_۸H_{۱۰}$$

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

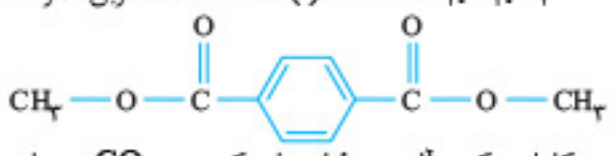
ب) عدد اکسایش کربن $(**)$ در این ترکیب برابر (-۱) است و در ترفتالیک‌اسید هم، کربن $(**)$ همین عدد اکسایش را دارد.

پ)



ت) فراورده 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.

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



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

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

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

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

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

۲۷۵۷. (گزینه ۲) به ازای هر مول پنتیل متانوآت در واکنش با آب، یک مول پنتانول تولید می‌شود.

$$\underset{\text{(استر)}}{۱C_۶H_{۱۲}O_۲} \sim \underset{\text{(الکل)}}{۱C_۵H_{۱۲}O}$$

$$\text{جرم مولی} = ۸۸\,g.mol^{-۱} \quad \text{جرم مولی} = ۱۱۶\,g.mol^{-۱}$$

$$۸۷\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۲ \times \frac{۱mol\,C_۶H_{۱۲}O_۲}{۱۱۶\,g} \times \frac{۱mol\,C_۵H_{۱۲}O}{۱mol\,C_۶H_{۱۲}O_۲} \times \frac{۸۸\,g\,C_۵H_{۱۲}O}{۱mol\,C_۵H_{۱۲}O}$$

$$\times \frac{۷۵}{۱۰۰} = ۴۹/۵\,g\,C_۵H_{۱۲}O$$

۲۷۵۸. (گزینه ۴) فرمول پلی‌استر را می‌توان به‌صورت $(C_۶H_۸O_۴)_n$ نوشت. به ازای هر واحد تکرار شونده در واکنش با آب، یک مولکول اسید آلی حاصل می‌شود. بنابراین:

$$۱C_۶H_۸O_۴ \sim ۱C_۶H_۶O_۴$$

$$۱۰۸ \times \frac{۱}{۱۴۴} \times \frac{۱}{۱} \times ۱۱۸ = ۸۸/۵\,g \quad \text{(اسید آلی)}$$

۲۷۵۹. (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.