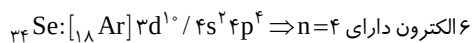
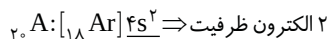
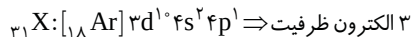


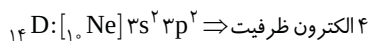
۱ ۲ با توجه به آرایش الکترونی Se، شمار الکترون‌های موجود در لایه چهارم آن برابر ۶ است:



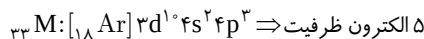
شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم X_{31} نیز برابر ۳ است:



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):



گزینه (۳):



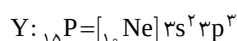
گزینه (۴):

۲ ۴ هنگام بازگشت الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه، هرچه فاصله میان دو لایه الکترونی که انتقال میان آن‌ها صورت می‌گیرد، بیشتر باشد، پرتوی نشر شده، انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری دارد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): کربن و کلر هر دو نافلز هستند و با به اشتراک گذاشتن الکترون (نه مبادله آن!) و تشکیل ترکیب کربن تتراکلرید (CCl_4) به آرایش گاز نجیب می‌رسند. گزینه (۲): شمار مول الکترون‌های مبادله‌شده هنگام تشکیل هر مول ترکیب یونی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

با توجه به نکته بالا، به عنوان مثال، به هنگام تشکیل هر مول از ترکیب‌های یونی MgF_2 و Na_2O ، ۲ مول الکترون میان گونه‌ها مبادله می‌شود، اما بار الکتریکی کاتیون‌ها در این دو ترکیب برابر نیست.

گزینه (۳): با توجه به این که انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته اتم و اختلاف انرژی میان آن‌ها به عدد اتمی وابسته است، پس در بازگشت الکترون از یک لایه به لایه دیگر در اتم دو عنصر متفاوت، به یقین مقدار انرژی آزاد شده متفاوت است.

۳ ۱ نافلز جامد سفیدرنگ همان فسفر سفید است. آرایش الکترونی اتم P_{15} به صورت مقابل است:



پس شمار الکترون‌های موجود در زیرلایه $3d$ در اتم X برابر ۳ بوده و آرایش الکترونی آن به شکل مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم X یعنی زیرلایه $4s$ ، ۲ الکترون جای دارد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): اگر X ، منگنز

(${}_{25}\text{Mn} = [{}_{18}\text{Ar}] 3d^5 4s^2$) باشد، در زیرلایه $3d$ آن ۵ الکترون جای دارد و در نتیجه عنصر Y ، کلر (${}_{17}\text{Cl} = [{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^5$) است که در دمای اتاق به

آرامی با گاز H_2 واکنش می‌دهد. گزینه (۳): اگر Y فسفر (${}_{15}\text{P} = [{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^3$) باشد، در زیرلایه $3p$ آن، ۳ الکترون جای دارد و در نتیجه عنصر X ، وانادیم

(${}_{23}\text{V} = [{}_{18}\text{Ar}] 3d^3 4s^2$) است که در ترکیب‌های خود دارای عددهای اکسایش $+2$ ، $+3$ ، $+4$ و $+5$ است. گزینه (۴): اگر Y گاز نجیب باشد، در زیرلایه

$3p$ آن، ۶ الکترون جای داشته و در نتیجه عنصر X ، آهن (${}_{26}\text{Fe}: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$) است که در لایه سوم خود ۱۴ الکترون دارد.

۴ ۳ قسمت اول: شمار اتم‌ها در $2/1$ مول گاز آمونیاک برابر است با:

$$? \text{ mol atom} = \frac{2}{1} \text{ mol NH}_3 \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{8}{1} N_A$$

پس شمار مولکول‌ها در x گرم CH_4 نیز برابر $8/1 N_A$ است:

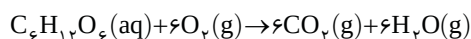
$$? \text{ g CH}_4 = \frac{1 \text{ mol CH}_4}{N_A \text{ مولکول CH}_4} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 16/8 \text{ g CH}_4$$

قسمت دوم: شمار مول‌های CH_4 و NH_3 در این مخلوط به ترتیب برابر با $2/1$ و $8/1$ است، بنابراین حجم مخلوط در شرایط STP برابر است با:

$$? \text{ L گاز} = \left(\frac{2}{1} + \frac{8}{1} \right) \text{ mol گاز} \times \frac{22.4 \text{ L گاز}}{1 \text{ mol گاز}} = 22.4/4 \text{ L گاز}$$

۵ ۱ با توجه به ساختار لوویس گونه‌ها و اطلاعات جدول زیر، در ترکیب‌های گزینه (۱)، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار پیوندهای دوگانه برابر ۶ است:

ساختار لوویس	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی	شمار پیوندهای دوگانه
	۶	۱
	۶	۱
	۸	۱
	۴	۲



۴ ۶ معادله موازنه شده واکنش به شکل روبه‌رو است:

ابتدا مقدار CO_2 تولیدی توسط این فرد در یک شبانه‌روز را محاسبه می‌کنیم:

$$? g CO_2 = 450 \cdot C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 15 \times 44 \text{ g } CO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{C_6H_{12}O_6 \text{ جرم}}{CO_2 \text{ جرم}} = \frac{CO_2 \text{ جرم}}{1 \times 180} \Rightarrow \frac{450}{6 \times 44} = \frac{x}{15 \times 44 \text{ g } CO_2}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{اکنون می‌توان شمار درخت مورد نیاز را محاسبه کرد:}$$

$$\frac{\text{شمار درخت}}{\text{جرم } CO_2 \text{ مصرفی توسط هر درخت}} = \frac{\text{جرم } CO_2 \text{ تولیدی در یک سال}}{22 \times 10^3 \text{ g}} = \frac{365 \times (15 \times 44) \text{ g}}{22 \times 10^3 \text{ g}} = 10/95$$

پس به ۱۱ درخت نیاز است.

۱ ۷ ابتدا باید مقدار انحلال‌پذیری Li_2SO_4 را در دماهای $100^\circ C$ و $10^\circ C$ محاسبه کنیم:

$$S_1 = 100 \text{ g آب} \times \frac{vg Li_2SO_4}{20 \text{ g آب}} = 35 \text{ g } Li_2SO_4$$

$$10^\circ C: \text{جرم آب} = \text{جرم محلول} - \text{جرم حل‌شونده} = 27 - 7 = 20 \text{ g}$$

$$S_2 = 100 \text{ g آب} \times \frac{8g Li_2SO_4}{40 \text{ g آب}} = 20 \text{ g } Li_2SO_4$$

$$100^\circ C: \text{جرم آب} = \text{جرم محلول} - \text{جرم حل‌شونده} = 48 - 8 = 40 \text{ g}$$

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} (\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 35 = \frac{20 - 35}{100 - 0} (\theta - 0) \Rightarrow S = -0.15\theta + 35$$

پس معادله انحلال‌پذیری این نمک برحسب دما به صورت مقابل است:

۳ ۸ عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند. با توجه به شکل، به محلول غلیظ فشار اعمال می‌شود و این یعنی فرایند انجام‌شده، اسمز معکوس است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت‌های (الف) و (ب): غشای نیمه‌تراوا فقط به مولکول‌های آب اجازه عبور می‌دهد، پس هیچ‌یک از یون‌های Na^+ و Cl^- جابه‌جا نشده و شمار یون‌ها در ستون (۱) تغییری نمی‌کند. عبارت (ج): با اعمال فشار، مولکول‌های آب از محلول غلیظ (محلول $NaCl$) به محلول رقیق (آب مقطر) با گذر از غشای نیمه‌تراوا مهاجرت می‌کنند، پس به دلیل کاهش حجم حلال در ستون (۱)، محلول (۱) غلیظ‌تر شده و مقدار آب نیز در ستون (۲) افزایش می‌یابد. عبارت (د): با برداشتن غشای نیمه‌تراوا، محلول‌های (۱) و (۲) با یکدیگر مخلوط می‌شوند؛ با توجه به این که حجم محلول دو برابر شده، پس غلظت مولی نمک در محلول جدید نصف مقدار اولیه آن یعنی $(\frac{1}{2}) \times 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$ است.

۴ ۹ با توجه به اطلاعات سؤال، ماده مورد نظر باید محلول در حلال استفاده شده باشد تا با افزایش دما، مقدار ته‌نشین شده آن نیز حل شود. پس با توجه به این که

$MgSO_4$ محلول در آب است می‌تواند ماده مورد نظر باشد، اما قطعاً این فرایند انحلال نمی‌تواند مربوط به $BaSO_4$ که در آب نامحلول بوده و تشکیل رسوب می‌دهد، باشد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): I_2 یک مولکول ناقطبی است که در حلال قطبی آب نامحلول است. گزینه (۲): در حالت اولیه محلول سیر شده است و مقدار اضافی حل‌شونده ته‌نشین شده است. گزینه (۳): $Ca_3(PO_4)_2$ در آب نامحلول بوده و تشکیل رسوب می‌دهد، پس این فرایند نمی‌تواند مربوط به انحلال $Ca_3(PO_4)_2$ در آب باشد، اما می‌تواند مربوط به انحلال نمک محلول KNO_3 در آب باشد که انحلال‌پذیری آن در آب نیز گرماگیر بوده و با افزایش دما، افزایش می‌یابد.

۱ ۱۰ قسمت اول: با کاهش غلظت محلول ۱ مولار $NaOH$ به میزان ۲۰ درصد، غلظت آن به 0.8 مولار می‌رسد؛ با توجه به این که شمار مول‌های حل‌شونده ثابت

است، می‌توان از رابطه مربوط به رقیق کردن محلول‌ها استفاده کرد:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Rightarrow 1 \times 500 = 0.8 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 625 \text{ mL}$$

$$\text{حجم آب مقطر} = V_2 - V_1 = 625 - 500 = 125 \text{ mL}$$

قسمت دوم: ابتدا غلظت محلول را در هر دو حالت برحسب گرم بر لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$1 \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 40 \text{ g.L}^{-1}$$

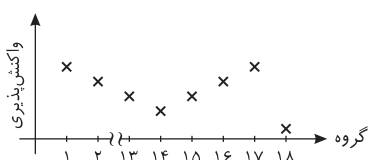
$$0.8 \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 32 \text{ g.L}^{-1}$$

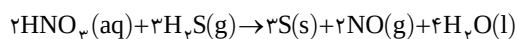
$$\text{پس درصد کاهش غلظت برابر است با:} \quad \frac{\text{مقدار کاهش غلظت}}{\text{غلظت اولیه}} \times 100 = \frac{(40 - 32)}{40} \times 100 = 20\%$$

۳ ۱۱ در هر گروه از جدول تناوبی، از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی، تمایل به جذب الکترون یا همان خاصیت نافلزی می‌یابد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): در هر دوره، از راست به چپ و با کاهش عدد اتمی، شعاع اتمی عناصرها همانند خصلت فلزی (میل به از دست دادن الکترون) افزایش می‌یابد. گزینه (۲): در هر گروه، از پایین به بالا و با کاهش عدد اتمی، خصلت نافلزی (میل به دریافت الکترون) افزایش می‌یابد اما دقت کنید که نمی‌توان در مورد واکنش‌پذیری اظهار نظر کرد؛ زیرا روند آن در گروه‌های فلزی و نافلزی متفاوت است؛ در گروه عناصرهای فلزی برخلاف عناصرهای نافلزی، از پایین به بالا، واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد.

گزینه (۴): در هر دوره از راست به چپ و با افزایش شعاع اتمی، شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها کاهش می‌یابد. در حالی که واکنش‌پذیری روند ثابتی ندارد. به عنوان مثال نمودار روبه‌رو واکنش‌پذیری عناصرهای دوره دوم جدول تناوبی را برحسب شماره گروه آن‌ها نشان می‌دهد:





۱۲ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

با توجه به اطلاعات سؤال، حجم گاز NO تولیدی برابر است با:

$$? \text{ L NO} = 10/2 \text{ g H}_2\text{S} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{34 \text{ g H}_2\text{S}} \times \frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol H}_2\text{S}} \times \frac{24 \text{ L NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{75}{100} = 3/6 \text{ L}$$

بازده

روش اول (کسر تبدیل):

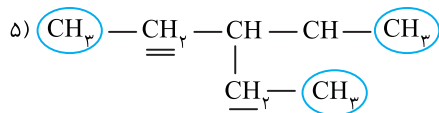
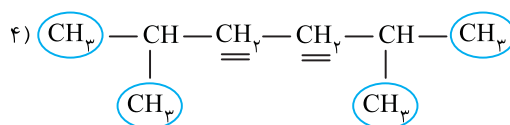
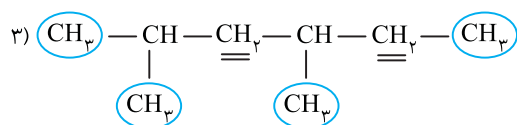
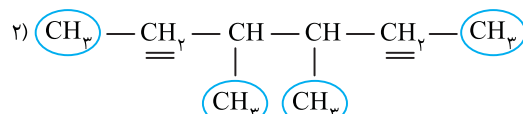
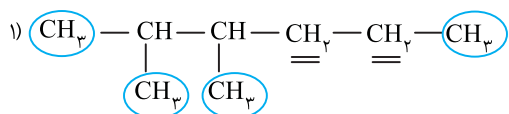
$$\frac{\text{H}_2\text{S جرم} \times \frac{R}{100}}{100} = \frac{\text{لیتر گاز NO}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10/2 \times 75}{3 \times 34} = \frac{V \text{ L NO}}{2 \times 24} \Rightarrow V = 3/6 \text{ L NO}$$

روش دوم (تناسب):

۱۳ با توجه به فرمول عمومی آلکانها که به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است و جرم مولی آلکان موردنظر، ابتدا فرمول مولکولی آن را به دست می آوریم:

$$14n + 2 = 114 \Rightarrow n = 8 \Rightarrow \text{آلکان موردنظر: } \text{C}_8\text{H}_{18}$$

۵ فرمول ساختاری متفاوت به شکل زیر می توان برای این آلکان رسم کرد که در آن شمار گروه های CH_3 دو برابر CH_3 باشد:



متأسفانه کلید سازمان سنجش گزینه (۲) بوده و احتمالاً طراح محترم یکی از ساختارها را در نظر نگرفته است.

۱۴ با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$\begin{cases} C_M = 2C_X \\ m_M = m_X = m \end{cases}$$

نسبت ظرفیت گرمایی ($C = mc$) به ظرفیت گرمایی ویژه (c) برابر جرم ماده است؛ پس با توجه به داده های سؤال، این نسبت در هر دو مایع M و X برابر است. بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۱): اگر Q داده شده به هر دو مایع برابر باشد، داریم:

$$Q_M = Q_X \Rightarrow (mc\Delta\theta)_M = (mc\Delta\theta)_X \Rightarrow 2c_X \times \Delta\theta_M = c_X \times \Delta\theta_X \Rightarrow 2\Delta\theta_M = \Delta\theta_X \Rightarrow \Delta\theta_M = \frac{\Delta\theta_X}{2}$$

پس تغییر دمای M، نصف تغییر دمای X است. گزینه (۲): اگر $\Delta\theta_X = 4\Delta\theta_M$ باشد، داریم:

$$Q_M = mc_M\Delta\theta_M = m \times 2c_X \times \frac{\Delta\theta_X}{4} = \frac{m \times c_X \times \Delta\theta_X}{2} = \frac{Q_X}{2}$$

پس گرمای داده شده به M، نصف گرمای داده شده به X است.

گزینه (۳): با فرض این که دمای اولیه دو مایع برابر باشد، می توان نتیجه گرفت که $\Delta\theta_M = \Delta\theta_X$ است؛ پس داریم:

$$\frac{Q_M}{Q_X} = \frac{mc_M\Delta\theta_M}{mc_X\Delta\theta_X} = \frac{2c_X}{c_X} = 2$$

۱۵ ابتدا با توجه به واکنش های داده شده و به کمک قانون هس، مقدار آنتالپی واکنش مورد نظر را محاسبه می کنیم، برای این کار باید معادله واکنش های (I)،



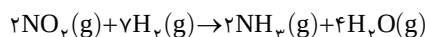
اکنون می توان گرمای آزاد شده به ازای مصرف ۳ گرم اتان در این واکنش را محاسبه کرد:

$$? \text{ kJ} = 3 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{3140 \text{ kJ}}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 157 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم C}_2\text{H}_6}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{3}{2 \times 30} = \frac{Q}{3140} \Rightarrow Q = 157 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):



۲ ۱۶ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

$$? \text{ mol H}_x = 1/2 \text{ L H}_x \times \frac{1 \text{ mol H}_x}{22/4 \text{ L H}_x} = 0.009 \text{ mol H}_x$$

مقدار مول H_x مصرفی برابر است با:

$$\bar{R}(\text{H}_x) = \frac{-\Delta n(\text{H}_x)}{\Delta t} = \frac{0.009}{0.01} = 0.9 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

پس سرعت متوسط مصرف گاز H_x برابر است با:

با توجه به ضریب‌های استوکیومتری مواد در معادله واکنش، $\bar{R}(\text{H}_x\text{O})$ برابر است با:

$$\frac{\bar{R}(\text{H}_x)}{\nu} = \frac{\bar{R}(\text{H}_x\text{O})}{4} \Rightarrow \bar{R}(\text{H}_x\text{O}) = \frac{4}{\nu} \times \bar{R}(\text{H}_x) = \frac{4}{\nu} \times (0.9) = \frac{3.6}{\nu} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{H}_x\text{O}) = \frac{\Delta n(\text{H}_x\text{O})}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta n(\text{H}_x\text{O})}{\bar{R}(\text{H}_x\text{O})} = \frac{0.009}{3.6/\nu} \text{ min} = 0.0025 \nu \text{ min}$$

پس مدت زمان لازم برابر است با:

۳ ۱۷ ابتدا آنتالپی سوختن متانول را که به ازای یک مول از آن به دست می‌آید، محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 \text{ mol CH}_3\text{OH} \times \frac{-144 \text{ kJ}}{0.5 \text{ mol CH}_3\text{OH}} = -72 \text{ kJ}$$

پس آنتالپی سوختن پروپین برابر است با:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 2/7 \times \Delta H_{\text{سوختن}}(\text{CH}_3\text{OH}) = 2/7 \times (-72) = -1944 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

★ نکته با توجه به قانون هس و با داشتن آنتالپی سوختن مواد شرکت‌کننده در واکنش، می‌توان از رابطه زیر برای تعیین ΔH یک واکنش استفاده کرد:

$$\Delta H (\text{واکنش}) = [\text{مجموع آنتالپی سوختن مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن مواد واکنش‌دهنده}]$$

$$-282 = [(-1944) + 2(-286)] - [\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{C}_3\text{H}_8)] \Rightarrow \Delta H_{\text{سوختن}}(\text{C}_3\text{H}_8) = -2234 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

پس داریم:

۳ ۱۸ می‌دانیم که مولکول‌های اتن در ساختار پلی‌اتن می‌توانند پشت سر هم به یکدیگر متصل شده و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد کنند (پلی‌اتن سنگین) و یا مولکول‌های اتن می‌توانند از کناره‌ها به یکدیگر افزوده شده و زنجیرهای شاخه‌دار تولید کنند (پلی‌اتن سبک): در شرایط معین چگالی پلی‌اتن سنگین از چگالی پلی‌اتن سبک بیشتر است اما چگالی هر دو کمتر از چگالی آب ($1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) بوده و در نتیجه هر دو بر روی آب شناور می‌مانند. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): این عبارت فقط

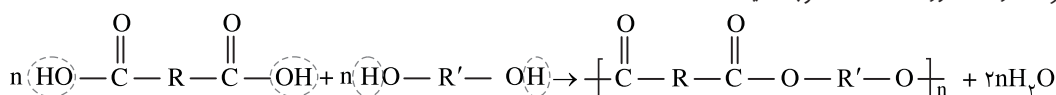
در مورد پلیمرهای افزایشی مانند پلی‌اتن، پلی‌پروپن و ... درست است، در حالی که در پلی‌استرها و پلی‌آمیدها این گونه نیست.

در واکنش تولید پلی‌آمیدها و پلی‌استرها، علاوه بر پلیمر، H_2O نیز تولید می‌شود، پس جرم مولی واحد تکرارشونده از جرم مولی مونومر کمتر است.

گزینه (۲): برای برخی پلیمرها مانند پلی‌اتن، $-(\text{C}_3\text{H}_6)_n-$ ، این عبارت درست است؛ اما در پلیمرهایی مانند پلی‌استیرن، $-(\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5))_n-$ ، مونومر و پلیمر



حاصل هر دو سیر نشده هستند. گزینه (۴): الزاماً این طور نیست، به عنوان مثال در تشکیل پلی‌استرها، اتم اکسیژن موجود در ساختار مونومر اسیدی، حذف می‌شود. به واکنش کلی تشکیل پلی‌استر که در ادامه آورده شده است، توجه کنید:



۳ ۱۹ با توجه به ساختار ترکیب، ۳ اتم کربن در آن دارای عدد اکسایش مثبت بوده و ۲ اتم

کربن عدد اکسایش منفی دارند که تفاوت شمار آن‌ها برابر یک است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): ترکیب مورد نظر گروه عاملی آمیدی $-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-$ ندارد و دارای ۳ گروه

عاملی آمینی و ۲ گروه اتری است. گزینه (۲): این ترکیب در کل دارای ۶ اتم کربن است که ۴ اتم کربن آن (که با علامت * مشخص شده‌اند) با اتم اکسیژن پیوند دارند؛ پس

به تقریب ۶۶٪ ($\frac{4}{6} \times 100$) از اتم‌های کربن آن با اکسیژن پیوند دارند.

گزینه (۳): با توجه به ساختار ترکیب، شمار پیوندهای یگانه و شمار اتم‌های نیتروژن در آن به ترتیب برابر با ۱۷ و ۳ است. ($\frac{17}{3} \neq 5$)

$$K_{a_1} = \frac{M_1 \alpha_1}{1 - \alpha_1} \Rightarrow 10^{-3} = \frac{M_1 (0.1)^2}{1 - 0.1} \Rightarrow M_1 = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

۲ ۲۰ با توجه به اطلاعات داده شده، مولاریته اولیه محلول اسید را محاسبه می‌کنیم:

K_a تنها به دما وابسته است و با تغییر غلظت محلول، تغییر نمی‌کند. اکنون مولاریته اسید را در شرایطی که $\alpha = 0.2$ است، محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{M_2 \alpha_2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow 10^{-3} = \frac{M_2 (0.2)^2}{1 - 0.2} \Rightarrow M_2 = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با اضافه کردن آب به محلول اسید، شمار مول‌های اسید ثابت باقی مانده و می‌توان از رابطهٔ مربوط به رقیق کردن محلول‌ها برای محاسبهٔ حجم نهایی محلول استفاده کرد:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 0.9 \times 250 = 0.2 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 1125 \text{ mL}$$

پس حجم آب اضافه شده برابر است با: $V_2 - V_1 = 1125 - 250 = 875 \text{ mL}$ حجم آب مقطر اضافه شده

۱۲۱ با توجه به این که محلول نهایی اسیدی است، پس نتیجه می‌گیریم که HCl به طور کامل مصرف نشده؛ در حالی که فلز Ca به طور کامل واکنش داده است، پس محاسبات استوکیومتری بر مبنای مقدار فلز Ca انجام می‌شود.

قسمت اول: ابتدا با توجه به مقدار pH، غلظت یون H^+ باقی‌مانده در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 1/7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/7} = 10^{-2+3/7} = 10^{-2} \times 10^{3/7} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون با توجه به جرم Ca مصرفی، مقدار HCl مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$Ca(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2(g)$$

$$? \text{ mol HCl} = \frac{1}{2} \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Ca}} = 0.06 \text{ mol HCl}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول HCl مصرفی}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x \text{ mol HCl}}{2} = \frac{1/2}{1 \times 40} \Rightarrow x = 0.06 \text{ mol HCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{غلظت HCl مصرفی} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{0.06}{2} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس غلظت HCl مصرفی برابر است با:

پس غلظت اولیهٔ HCl شرکت‌کننده در واکنش برابر با 0.05 mol.L^{-1} بوده است: دقت کنید که Cl^- در این واکنش یون ناظر است، یعنی در

واکنش تولید یا مصرف نمی‌شود، پس غلظت آن ثابت بوده و برابر با غلظت اولیهٔ HCl، یعنی همان 0.05 mol.L^{-1} است.

قسمت دوم: با توجه به جرم Ca مصرفی، جرم H_2 تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

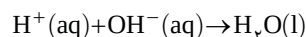
$$? \text{ g H}_2 = \frac{1}{2} \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Ca}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0.06 \text{ g H}_2$$

روش اول (تبدیل):

$$\frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} = \frac{\text{جرم H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{1/2}{1 \times 40} = \frac{x}{2} \Rightarrow \frac{x}{1/2} = \frac{1}{40} \Rightarrow x = 0.06 \text{ g H}_2$$

روش دوم (تناسب):

۱۲۲ در واکنش میان محلول‌های HCl و NaOH، یون‌های H^+ اسید و یون‌های OH^- باز، مطابق معادلهٔ واکنش خنثی شدن، با یکدیگر واکنش می‌دهند:



در حالی که یون‌های Na^+ و Cl^- ناظر بوده و در واکنش شرکت نمی‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): خاصیت اسیدی محلول‌ها علاوه بر قدرت اسیدی (K_a , α) به غلظت اولیهٔ (M) آن‌ها نیز وابسته است و بدون دانستن غلظت

اولیهٔ دو اسید نمی‌توان در مورد pH آن‌ها اظهار نظر کرد.

در محلول اسیده‌ها، $[H^+]$ از رابطهٔ $[H^+] = M\alpha$ به دست می‌آید، پس بدون داشتن مولاریتهٔ دو اسید (M)، نمی‌توان در مورد $[H^+]$ و یا pH محلول آن‌ها اظهار نظر کرد.

گزینه (۳): وقتی pH محلول DOH بزرگ‌تر از محلول AOH است، پس محلول DOH خاصیت بازی بیشتری دارد و غلظت OH^- در آن بیشتر است. گزینه (۴):

هرچه K_b یک باز، بزرگ‌تر باشد، باز قوی‌تر است اما در مورد این که، تعادل آن زمان کوتاه‌تر برقرار می‌شود، نمی‌توان اظهار نظر کرد؛ زیرا زمان برقراری تعادل به

سینتیک واکنش مربوط است و همچنین نمی‌توان گفت هرچه K_b برای یک باز بزرگ‌تر باشد، شمار یون‌ها در محلول آن بیشتر است، زیرا شمار یون‌های موجود در

محلول، افزون بر K_b به حجم و غلظت اولیهٔ محلول باز نیز بستگی دارد.

۱۲۳ ابتدا با توجه به اطلاعات سؤال، مقدار E° نیم‌واکنش‌ها را تعیین کنیم:

• در هر سلول گالوانی، کاتیون‌ها به سمت نیم‌سلول کاتدی مهاجرت می‌کنند، پس در این سلول، نیم‌سلول Y کاند بوده و چون E° نیم‌سلول استاندارد هیدروژن برابر صفر است، مقدار $E^\circ (Y^{2+}/Y)$ باید عددی مثبت باشد، پس:



• با توجه به این که محلول XCl_2 با فلز Y واکنش نمی‌دهد، پس قدرت کاهندگی فلز Y از فلز X کمتر بوده و در نتیجه مقدار $E^\circ (X^{2+}/X)$ باید منفی‌تر از



۰/۳۴V باشد؛ پس:

اکنون می‌توان دریافت که در سلول گالوانی حاصل، نیم‌سلول Y و نیم‌سلول X به ترتیب نقش کاتد و آند را دارند و emf این سلول برابر است با:

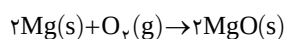
$$emf = E^\circ (\text{کاتد}) - E^\circ (\text{آند}) = E^\circ (Y^{2+}/Y) - E^\circ (X^{2+}/X) = 0.34 - (-0.4) = 0.74V$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): با توجه به معادلهٔ کلی واکنش $Y^{2+} + X \rightarrow Y + X^{2+}$ ، شمار الکترون‌های مبادله‌شده در این واکنش برابر ۲ مول است و از طرفی

گونهٔ کاهنده، X است. گزینه (۳): جهت جریان الکتریکی از نیم‌سلول آندی (X) (آند) به نیم‌سلول کاتدی (Y) است. گزینه (۴): با توجه به این که $E^\circ (Y^{2+}/Y)$

مثبت‌تر از $E^\circ (X^{2+}/X)$ است، پس قدرت اکسندگی Y^{2+} بیشتر از X^{2+} است.

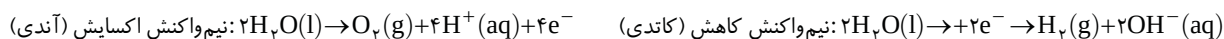
۴ ۲۴ در واکنش سوختن فلز منیزیم که به صورت زیر است، فلز Mg با از دست دادن ۲ الکترون به یون Mg^{2+} تبدیل شده و اکسایش می‌یابد. پس گونه کاهنده است.



۴ ۲۵

نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی انجام‌شده در سلول برقکافت آب و سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» به صورت زیر است:

• سلول برقکافت



• سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»

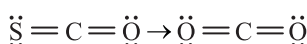


با توجه به نیم‌واکنش‌ها، شمار مول الکترون مبادله‌شده در نیم‌واکنش آندی برقکافت آب و نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی با یکدیگر مساوی و برابر ۴ است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در کاتد برقکافت آب، گاز H_2 و در کاتد سلول سوختی، بخار آب تشکیل می‌شود. گزینه (۲): جهت جریان در هر دو سلول از آند به کاتد است؛ اما توجه داشته باشید که در سلول سوختی که نوعی سلول گالوانی است، آند، قطب منفی و کاتد قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد. گزینه (۳): از واکنش گاز O_2 (فرآورده نیم‌واکنش آندی سلول برقکافت) و گاز H_2 (گاز ورودی به آند سلول سوختی)، آب تشکیل می‌شود.

۴ ۲۶

گرافیت یک جامد کووالانسی است که چگالی آن $(2/27 \text{ g.cm}^{-3})$ بیشتر از چگالی آب (1 g.cm^{-3}) است و در نتیجه در آب فرو می‌رود. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): گرافن تک لایه‌ای از گرافیت بوده و ضخامت آن به اندازه یک اتم کربن (۲ برابر شعاع اتم کربن) است. گزینه (۳): گرافیت نمونه‌ای از یک جامد کووالانسی دویعدی است که پیوندهای اشتراکی آن در یک صفحه قرار دارند. گزینه (۴): سیلیسیم خالص (Si) یک جامد کووالانسی است که در آن اتم‌های Si با پیوندهای اشتراکی در ۳ بعد به یکدیگر متصل شده‌اند.

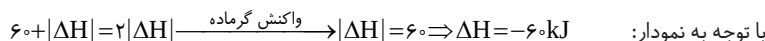
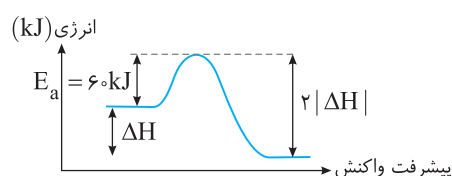
۱ ۲۷ اگر در مولکول کربونیل سولفید (SCO)، به جای اتم گوگرد، اتم اکسیژن قرار گیرد، مولکول کربن دی‌اکسید (CO_2) به دست می‌آید.



مولکول کربونیل سولفید، قطبی است و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد، در حالی که CO_2 ناقطبی است و گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): با توجه به این که خاصیت نافلزی اتم کربن از اتم اکسیژن کمتر است، بار جزئی اتم مرکزی (C) در هر دو ترکیب مثبت است. گزینه (۳): هر دو ترکیب در ساختار خود، ۴ جفت الکترون ناپیوندی دارند. گزینه (۴): در اثر این تغییر، قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی کاهش می‌یابد؛ زیرا مولکول SCO برخلاف CO_2 قطبی است و افزون بر این، SCO جرم مولی بیشتری نیز دارد.

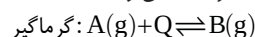
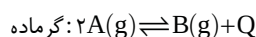
۳ ۲۸

با توجه به اطلاعات داده شده، نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» به صورت زیر است:



با توجه به نمودار:

۴ ۲۹ طبق اصل لوشاتلیه، با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شده و با افزایش دما نیز، تعادل در جهت مصرف گرما جابه‌جا می‌شود. پس در ساده‌ترین حالت، اگر واکنش گرماده یا گرماگیر باشد، می‌توان معادله آن را به شکل زیر نمایش داد:



اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش کوچک‌تر شود، واکنش گرماده است؛ پس با کاهش حجم ظرف، در جهت شمار مول‌های گازی کمتر (رفت) جابه‌جا شده که در اثر این جابه‌جایی مقدار فرآورده‌ها افزایش و مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): اگر منظور سؤال از شمار مول‌های مواد، ضرایب استوکیومتری آن‌هاست، که در واکنش گرماده مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است و اگر منظور مقدار مواد شرکت‌کننده در تعادل است، که بدون داشتن K تعادل نمی‌توان در مورد آن اظهار نظر کرد. گزینه (۲): در واکنش گرماگیر، با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده که در اثر این جابه‌جایی مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد. گزینه (۳): اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش، بزرگ‌تر شود، واکنش مورد نظر گرماگیر بوده و افزایش حجم ظرف در آن باعث جابه‌جایی بیشتر واکنش در جهت رفت می‌شود.

۲ ۳۰ با توجه به جدول تغییرات مول مواد شرکت‌کننده در تعادل داریم:

در تعادل مجموع شمار مول فرآورده‌ها، ۳ برابر شمار مول واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس:

$$2x + x = 3(0/9 - 2x) \Rightarrow 3x = 2/7 - 6x \Rightarrow 9x = 2/7 \Rightarrow x = 0/3 \text{ mol}$$

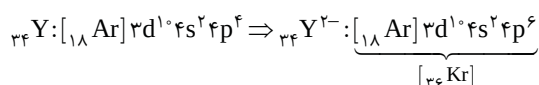
پس ثابت تعادل واکنش برابر است با:

مول اولیه	۰/۹	۰	۰
تغییر مول	-۲x	+۲x	+x
مول تعادلی	۰/۹-۲x	۲x	x

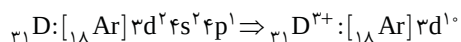
$$\left\{ \begin{array}{l} [O_2] = \frac{0/3}{2} \text{ mol.L}^{-1} \\ [SO_2] = \frac{2 \times 0/3}{2} = \frac{0/6}{2} \text{ mol.L}^{-1} \\ [SO_3] = \frac{0/9 - 2(0/3)}{2} = \frac{0/3}{2} \text{ mol.L}^{-1} \end{array} \right\} \Rightarrow K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(\frac{0/6}{2})^2 (\frac{0/3}{2})}{(\frac{0/3}{2})^2} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$



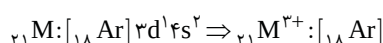
۱ ۱ عنصر Y (یا همان Se) با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود (Kr) می‌رسد.



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): عنصر D (یا همان Ga) با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد.

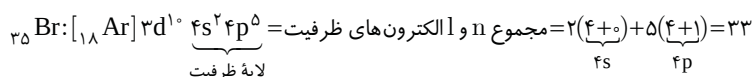


گزینه (۳): عنصر M (یا همان Sc) با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود (Ar) می‌رسد.

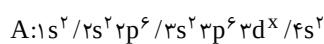


گزینه (۴): عنصر Z (یا همان Ge) یون تک اتمی تشکیل نمی‌دهد.

۲ ۳ عبارتهای (ب) و (د) درست هستند. بررسی عبارتهای (الف): قوی‌ترین نافلز گروه ۱۶، اولین عنصر این گروه یعنی اکسیژن (O) است و قوی‌ترین فلز دوره دوم، نخستین فلز این دوره، یعنی لیتیم (Li) است؛ تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۵ (۳-۸) است. عبارت (ب): قوی‌ترین نافلز جامد دوره سوم، گوگرد (S) و نخستین عنصر واسطه دوره چهارم نیز اسکاندیم (Sc) است؛ تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۵ (۱۶-۲۱) می‌باشد. عبارت (پ): نخستین شبه‌فلز گروه ۱۴، سیلیسیم (Si) بوده و دومین نافلز دوره سوم، گوگرد (S) است؛ میان این دو عنصر تنها یک عنصر (P) جای دارد و یک با عدد اتمی هیچ گاز نجیبی برابر نیست. عبارت (ت): نافلز مایع در دوره چهارم، عنصر برم (Br) با آرایش الکترونی زیر است:



عنصر با عدد اتمی ۳۳، آرسنیک (As) است که در دوره ۴ و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.



۳ ۴ با توجه به اطلاعات داده‌شده، آرایش الکترونی عنصر A به شکل روبه‌رو است:

که X می‌تواند هریک از اعداد ۰ تا ۱۰ به جز ۹ باشد.

در اتم این عنصر، ۸ الکترون در زیرلایه‌های S با $l=0$ قرار دارد، اما شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ نمی‌تواند برابر ۴ باشد، زیرا در این صورت عدد اتمی عنصر مورد نظر برابر ۲۴ است که آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نکرده و به صورت ${}_{24}\text{Cr}: [{}_{18}\text{Ar}] 3d^5 4s^1$ است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): یکی از ویژگی‌های فلزات واسطه، داشتن ترکیب‌های رنگی است؛ به عنوان مثال اگر $x=3$ باشد، عنصر مورد نظر وانادیم است که محلول حاوی نمک‌های آن با عددهای اکسایش مختلف، رنگ‌های متفاوتی دارد. گزینه (۲): در این عنصر ۸ الکترون با $l=0$ وجود دارد و زیرلایه $3d$ در آن نیز می‌تواند دارای ۸ الکترون باشد که در این صورت عنصر مورد نظر ${}_{28}\text{Ni}$ است.

گزینه (۳): به عنوان مثال عنصر مورد نظر می‌تواند آهن با آرایش الکترونی ${}_{26}\text{Fe}: [{}_{18}\text{Ar}] 3d^6 4s^2$ باشد که دارای یون‌های پایدار Fe^{2+} و Fe^{3+} است و در واکنش با کلر می‌تواند ترکیب‌های یونی با فرمول FeCl_2 و یا FeCl_3 را تولید کند.

۲ ۴ در هنگام تشکیل یون پایدار از اتم روبیدیم (Rb)، این عنصر یک الکترون از دست داده و به یون Rb^+ تبدیل می‌شود؛ با توجه به اینکه در هر اتم جرم هر پروتون و نوترون به تقریب برابر ۱ amu بوده، اما جرم هر الکترون ناچیز و حدود $\frac{1}{1836}$ amu است. پس جرم Rb^+ و Rb که تنها در یک الکترون اختلاف دارند، به تقریب با هم برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): ${}_{40}\text{Zn}^{2+}$ و ${}_{29}\text{Cu}^+$ در شمار پروتون‌ها و در نتیجه عدد جرمی با یکدیگر تفاوت دارند، پس جرم مولی آن‌ها با یکدیگر برابر نیست. گزینه (۳): شمار اتم‌ها در یک مول سدیم و یک مول کلسیم، یکسان و برابر عدد آووگادرو (6.02×10^{23}) است. گزینه (۴): جرم این دو

$$? \text{ g Ar} = \frac{1}{\Delta \text{mol Ar}} \times \frac{40 \text{ g Ar}}{1 \text{ mol Ar}} = 60 \text{ g Ar}$$

نمونه برابر است با:

$$? \text{ g Al} = \frac{1}{80.6 \times 10^{-24} \text{ atom Al}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Al}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 81 \text{ g Al}$$

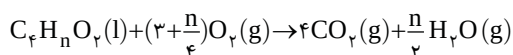
با توجه به محاسبات انجام‌شده، جرم گاز آرگون، کمتر از جرم آلومینیم است.

$$\theta = -\epsilon h + \theta_0$$

۴ ۵ با توجه به اطلاعات داده شده، رابطه میان دمای هوا (θ) و ارتفاع (h) به صورت مقابل است:

$$4/8 = -\epsilon h + 24 \Rightarrow \epsilon h = 19/2 \Rightarrow h = 3/2 \text{ km}$$

در ارتفاع مورد نظر، دمای هوا، ۲۰ درصد مقدار آن در سطح زمین است ($24 \times \frac{20}{100} = 4/8$)، پس داریم:



۳ ۶ معادله موازنه شده واکنش سوختن این ترکیب به شکل مقابل است:

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان n را به دست آورد.

$$? g O_2 = \frac{1}{3} \text{mol } C_4H_nO_2 \times \frac{(3+\frac{n}{2}) \text{mol } O_2}{1 \text{mol } C_4H_nO_2} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{mol } O_2} = 48 g \Rightarrow n=8$$

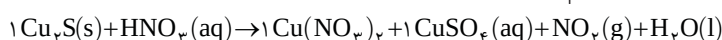
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{C_4H_nO_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{48}{(3+\frac{n}{2}) \times 32} \Rightarrow n=8$$

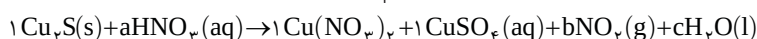
روش دوم (تناسب):

در نتیجه در فرمول این ترکیب، ۸ اتم هیدروژن وجود دارد.

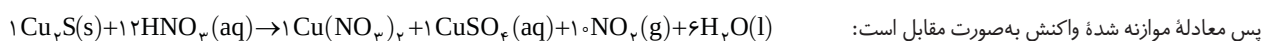
۲ ۷ ابتدا موازنه را به روش واریسی با عنصر S شروع می‌کنیم و با Cu ادامه می‌دهیم:



سپس به جای ضرایب مجهول a, b, c و ... قرار می‌دهیم و با روش تشکیل معادله، دیگر ضرایب را به دست می‌آوریم:



$$\left. \begin{array}{l} H: a=2c \Rightarrow c=\frac{a}{2} \\ N: a=2+b \Rightarrow b=a-2 \\ O: 3a=6+4+2b+c \end{array} \right\} \Rightarrow 3a=6+4+2(a-2)+\frac{a}{2} \Rightarrow 3a=6+2a+\frac{a}{2} \Rightarrow \frac{a}{2}=6 \Rightarrow a=12, \quad b=12-2=10, \quad c=\frac{12}{2}=6$$



پس معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

با توجه به معادله واکنش، جرم $CuSO_4$ تولیدی به ازای مصرف ۷۵٪ مول نمک Cu_2S برابر است با:

$$? g CuSO_4 = \frac{1}{75} \text{mol } Cu_2S \times \frac{1 \text{mol } CuSO_4}{1 \text{mol } Cu_2S} \times \frac{160 g CuSO_4}{1 \text{mol } CuSO_4} = 120 g CuSO_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{Cu_2S \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{CuSO_4 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1}{75} = \frac{x g CuSO_4}{1 \times 160} \Rightarrow x = 120 g CuSO_4$$

روش دوم (تناسب):

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): ضریب استوکیومتری فراورده گازی (NO_2) برابر ۱۰ است. در حالی که ضریب استوکیومتری اسید (HNO_3) برابر ۱۲ است.گزینه (۳): در این واکنش عدد اکسایش Cu از ۱+ در واکنش دهنده به ۲+ در فراورده‌ها افزایش یافته است. در حالی که عدد اکسایش اتم هیدروژن تغییری نکرده و در همه ترکیب‌های آن برابر ۱+ است. گزینه (۴): جرم Cu_2S مصرفی به ازای تشکیل ۳۲٪ مول فراورده غیر گازی (همه فراورده‌ها به جز NO_2) برابر است با:

$$? g Cu_2S = \frac{1}{32} \text{mol } Cu_2S \times \frac{1 \text{mol } Cu_2S}{1 \text{mol } Cu_2S} \times \frac{160 g Cu_2S}{1 \text{mol } Cu_2S} = 64 g Cu_2S$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{Cu_2S \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{x g Cu_2S}{1 \times 160} = \frac{1}{32} \Rightarrow x = 64 g Cu_2S$$

روش دوم (تناسب):

۳ ۸ عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): مولکول‌های آمونیاک (NH_3)، کلروفرم ($CHCl_3$) و دی‌متیل اتر($H_3C-O-CH_3$) قطبی بوده و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند. اما هگزان (C_6H_{14}) ناقطبی است. ولی در کتاب درسی اشاره شده که گشتاور دوقطبی

آن حدود صفر است نه برابر با صفر! عبارت (ب): مولکول‌های کلروفرم و هگزان در دما و فشار اتاق مایع بوده و مولکول‌های آمونیاک و دی‌متیل اتر در دما و فشار اتاق،

به حالت گاز هستند. عبارت (پ): در مولکول NH_3 ، اتم‌های جانبی (H) بار جزئی مثبت دارند و در مولکول کلروفرم، اتم‌های جانبی Cl و H به ترتیب بار جزئی

منفی و مثبت دارند. عبارت (ت): پیوند هیدروژنی که قوی‌ترین نوع نیروی جاذبه بین مولکولی به شمار می‌رود، در میان مولکول‌های سازنده موادی برقرار است که در

ساختار آن‌ها اتم H به یکی از اتم‌های O، F یا N متصل باشد. پس وجود اتم هیدروژن نقش کلیدی در برقراری پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های ماده دارد.

۹ ۱ قسمت اول: با توجه به درصد جرمی محلول سیر شده از این نمک داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب} + \text{جرم نمک}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x}{(200+x)} \times 100 \Rightarrow x = 50 g$$

قسمت دوم: رابطه میان انحلال پذیری یک نمک S با درصد جرمی محلول سیر شده از آن، به صورت زیر است:

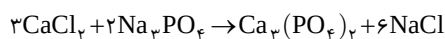
$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{(100+S)} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{S}{100+S} \times 100 \Rightarrow S = 25 g / 100 g H_2O$$

۱۰ ۲ با توجه به اینکه A و D دو لایه مجزا تشکیل می‌دهند، می‌توانند حالت فیزیکی متفاوتی داشته باشند. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): اگر D

حلال خالص محلول A باشد، دو لایه مجزا تشکیل نمی‌شود. گزینه (۳): اگر A و D هر دو محلول آبی باشند، با یکدیگر مخلوط شده و دو لایه مجزا تشکیل نمی‌دهند.

گزینه (۴): با توجه به اینکه D در انتهای لوله و A روی آن قرار دارد، پس چگالی A از D کمتر است؛ در نتیجه در جرم یکسان، حجم A از D بیشتر است.

۱۱ ابتدا با توجه به شمار مولهای NaCl تولیدی، شمار مول CaCl_2 مصرفی را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ mol CaCl}_2 = \frac{0.72 \text{ mol NaCl} \times 3 \text{ mol CaCl}_2}{6 \text{ mol NaCl}} = 0.36 \text{ mol}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{CaCl}_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{NaCl مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ mol CaCl}_2}{3} = \frac{0.72}{6} \Rightarrow x = 0.36 \text{ mol CaCl}_2$$

روش دوم (تناسب):

هر مول CaCl_2 شامل ۳ مول یون است. پس شمار مول یونهای موجود در ۰/۳۶ مول از CaCl_2 برابر است با: $0.36 \times 3 = 1.08 \text{ mol}$ شمار مول یونها

$$\text{پس مجموع غلظت مولی یونها در محلول آغازی CaCl}_2 \text{ برابر است با: } \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{1.08}{0.035} = 31 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۲ وجود هر حلقه و یا پیوند $\text{C}=\text{C}$ در ساختار یک هیدروکربن، سبب می‌شود که شمار اتمهای هیدروژن ترکیب نسبت به آلکان هم کربن آن دو واحد کمتر شود؛ با توجه به اینکه فرمول مولکولی این ترکیب غیرحلقوی مشابه هگزن و به صورت C_6H_{12} است (یعنی دو اتم H نسبت به آلکان هم کربن خود با فرمول C_6H_{14} کمتر دارد)، پس قطعاً در زنجیر کربنی خود دارای یک پیوند $\text{C}=\text{C}$ است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): ترکیب مورد نظر می‌تواند ایزومر شاخه‌دار هگزن باشد. گزینه (۳): شمار پیوندهای یگانه کربن - کربن در زنجیره کربنی هگزن برابر ۴ است که این مقدار، $\frac{1}{3}$ شمار اتمهای هیدروژن این مولکول است. گزینه (۴): شمار پیوندهای کربن - هیدروژن در هگزن برابر با شمار اتمهای هیدروژن (۱۲) است که این مقدار ۳ برابر شمار پیوندهای یگانه کربن - کربن در مولکول که برابر ۴ است، می‌باشد.

۱۳ با توجه به اطلاعات سؤال، مقدار گرمای تولیدشده از سوختن زغالسنگ و چربی با جرم معین را محاسبه می‌کنیم:

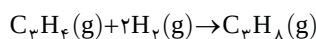
$$Q_{\text{چربی}} = m_{\text{چربی}} \times \frac{39 \text{ kJ}}{100 \text{ g چربی}} = 31/2 m_{\text{چربی}} \quad Q_{\text{زغالسنگ}} = m_{\text{زغالسنگ}} \times \frac{50 \text{ kJ}}{100 \text{ g زغالسنگ}} = 15 m_{\text{زغالسنگ}}$$

حال با توجه به اینکه $Q_{\text{زغالسنگ}} = 2Q_{\text{چربی}}$ ، می‌توان نسبت جرم این دو ماده را محاسبه کرد:

$$Q_{\text{چربی}} = 2Q_{\text{زغالسنگ}} \Rightarrow 31/2 m_{\text{چربی}} = 2 \times 15 m_{\text{زغالسنگ}} \Rightarrow \frac{m_{\text{زغالسنگ}}}{m_{\text{چربی}}} = 1/4$$

۱۴ مقایسه واکنش‌پذیری این فلزات به صورت $\text{Ag} < \text{Cu} < \text{Zn} < \text{K}$ است. از طرفی می‌دانیم هرچه فلزی واکنش‌پذیرتر باشد، تمایل آن برای از دست دادن الکترون، تبدیل شدن به کاتیون و تشکیل ترکیب بیشتر بوده، پس ترکیبهای این فلز از عنصر فلزی پایدارتر بوده و به همین دلیل استخراج این فلز دشوارتر است. با توجه به توضیحات، دشوارترین شرایط استخراج مربوط به فلز پتاسیم (K) است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): فلز Ag کمترین واکنش‌پذیری و کمترین تمایل را برای تبدیل شدن به کاتیون در میان سایر فلزات دارد. گزینه (۲): آسان‌ترین شرایط نگهداری مربوط به فلز Ag است که کمترین واکنش‌پذیری را دارد. گزینه (۴): پایدارترین ترکیبها مربوط به واکنش‌پذیرین فلز، یعنی K است.

۱۵ متان (CH_4) یک آلکان سیرشده است و با گاز H_2 واکنش نمی‌دهد، اما پروپین (C_3H_4) مطابق معادله واکنش زیر با گاز H_2 واکنش داده و به آلکان سیرشده پروپان (C_3H_8) تبدیل می‌شود.



افزایش جرم مخلوط هیدروکربنها مربوط به گاز هیدروژن مصرفی است. پس با توجه به جرم H_2 مصرفی، می‌توان جرم C_3H_4 موجود در مخلوط را محاسبه کرد:

$$\text{جرم H}_2 \text{ مصرفی} = 32 \times \frac{7/5}{100} = 2/4 \text{ g}$$

$$? \text{ g C}_3\text{H}_4 = 2/4 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_4}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{40 \text{ g C}_3\text{H}_4}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_4} = 24 \text{ g C}_3\text{H}_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم C}_3\text{H}_4}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g C}_3\text{H}_4}{1 \times 40} = \frac{2/4}{2 \times 2} \Rightarrow x = 24 \text{ g C}_3\text{H}_4$$

روش دوم (کسر تناسب):

$$\text{CH}_4 \text{ جرم} = 32 - \text{C}_3\text{H}_4 \text{ جرم} = 32 - 24 = 8 \text{ g}$$

پس جرم CH_4 موجود در مخلوط برابر است با:

$$\text{CH}_4 \text{ غلظت مولی} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ g}}}{2 \text{ L}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون می‌توان غلظت مولی CH_4 در مخلوط آغازی را محاسبه کرد:

۱۶ فرمول مولکولی عمومی آلکنها و سیکلوآلکانها به صورت C_nH_{2n} است، پس نسبت اتمهای کربن به اتمهای هیدروژن برابر است با:

$$\text{نسبت جرم اتمهای C به H} = \frac{n \times \text{جرم مولی C}}{2n \times \text{جرم مولی H}} = \frac{n(12)}{2n(1)} = 6$$

در نتیجه نسبت جرم اتمهای C به H در این ترکیبها عددی ثابت بوده و به شمار اتمهای کربن وابسته نیست. در بررسی سایر گزینه‌ها باید توجه کنید که آمینها و آمیدها وابسته به اینکه چند عاملی باشند و یا گروههای هیدروکربنی متصل به گروه عاملی در آنها سیرشده و یا سیرنشده باشد، فرمول مولکولی متفاوتی دارند.

۱۷ ۳ با توجه به معادله فرایند چگالش CO_2 ، گرمای آزاد شده از چگالش ۳ مول CO_2 برابر است با:

$$\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{s}) + 25 \text{ kJ} \quad ? \text{ kJ} = 3 \text{ mol CO}_2 \times \frac{25 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CO}_2} = 75 \text{ kJ}$$

در مرحله بعد، با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش هیدروژن دار شدن اتین را محاسبه می کنیم:

$$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$$

$$\Delta H = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده} \right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده} \right] = [\Delta H(\text{C} \equiv \text{C}) + 2\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 2\Delta H(\text{H}-\text{H})]$$

$$-[\Delta H(\text{C}-\text{C}) + 6\Delta H(\text{C}-\text{H})] = [840 + 2(415) + 2(435)] - [350 + 6(415)] = -300 \text{ kJ}$$

اکنون می توان جرم C_2H_2 مصرفی برای تولید ۷۵ kJ گرما را محاسبه کرد.

$$? \text{ g C}_2\text{H}_2 = 75 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{300 \text{ kJ}} \times \frac{26 \text{ g C}_2\text{H}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} = 6.5 \text{ g C}_2\text{H}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم C}_2\text{H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x \text{ g C}_2\text{H}_2}{1 \times 26} = \frac{75}{300} \Rightarrow x = 6.5 \text{ g C}_2\text{H}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{A}_2(\text{g}) + 3\text{D}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AD}_3(\text{g})$$

۱۸ ۱ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

با توجه به معادله واکنش، نسبت تغییرات غلظت D_2 به A_2 باید برابر ۳ باشد که در نمودار مربوط به گزینه (۱) نیز غلظت D_2 به اندازه ۳/۰ مولار و غلظت A_2 به اندازه ۱/۰ مولار کاهش یافته است.

از طرفی به ازای کاهش غلظت A_2 به مقدار ۱/۰ مولار، غلظت AD_3 به میزان ۲/۰ مولار افزایش می یابد، پس مجموع شمار مول های گازی در طرف برابر است با:

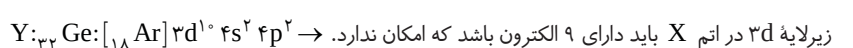
$$([A_2] + [D_2] + [AD_3]) = 2 \times (0/1 + 0/3 + 0/2) = 1/2 \text{ mol}$$

بررسی سایر گزینه ها: **گزینه (۲):** با توجه به معادله واکنش، نسبت تغییرات غلظت D_2 به AD_3 باید برابر ۳ به ۲ باشد، در حالی که در نمودار، غلظت D_2 به اندازه ۲/۰ مولار کاهش و غلظت AD_3 به اندازه ۱/۰ مولار افزایش یافته که نسبت آن ها برابر ۲ به ۱ است. **گزینه (۳):** در $t = 4 \text{ min}$ مقدار A_2 به صفر رسیده و واکنش کامل شده است، در حالی که براساس اطلاعات سؤال، واکنش پس از ۱۰ دقیقه کامل می شود. **گزینه (۴):** نمودار به درستی رسم شده است، اما با توجه به توضیحات بالا، مجموع شمار مول های گازی موجود در طرف برابر ۱/۲ mol است.

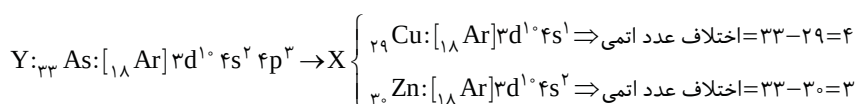
۱۹ ۲ می دانیم که در واکنش، رابطه $\bar{R}(\text{A}) = \frac{\Delta n(\text{A})}{\Delta t}$ واکنش برقرار است، پس اگر $\bar{R}$ واکنش باشد، می توان نتیجه گرفت که ضریب ماده A برابر یک

است؛ از طرفی مقدار Δn آن عددی مثبت است که این یعنی، A فراورده است. **بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۱):** ممکن است واکنش به پایان رسیده باشد که در این صورت نیز شیب نمودار «مول - زمان» برای همه مواد شرکت کننده در واکنش برابر صفر است. **گزینه (۳):** در یک واکنش با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش دهنده ها و سرعت تولید فراورده ها کاهش می یابد؛ پس با گذشت زمان، اندازه شیب نمودار «مول - زمان» در واکنش دهنده ها و فراورده ها کاهش یافته و با توجه به اطلاعات داده شده نمی توان تعیین کرد که A واکنش دهنده و یا فراورده است. **گزینه (۴):** اگر شیب نمودار برای ماده A ، دو برابر ماده D باشد، می توان نتیجه گرفت که ضریب استوکیومتری A دو برابر D است، اما راجع به اینکه این دو ماده فراورده و یا واکنش دهنده اند، نمی توان اظهار نظر کرد.

۲۰ ۴ با توجه به اطلاعات سؤال، شمار الکترون های زیرلایه $3d$ در اتم X باید ۷ واحد بیشتر از شمار الکترون های زیرلایه $4p$ در اتم Y باشد، حالت های ممکن به صورت مقابل است:



زیرلایه $3d$ در اتم X باید دارای ۹ الکترون باشد که امکان ندارد. $\text{Y}_{33} \text{ Ge}: [18 \text{ Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^2 \rightarrow$



پس کمترین اختلاف عدد اتمی دو عنصر، برابر ۳ است.

۲۱ ۱ سرعت مصرف N_2O_5 در بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برابر است با:

$$\frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)}{2} = \frac{\bar{R}(\text{NO}_2)}{4} \Rightarrow \bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{\bar{R}(\text{NO}_2)}{2} = \frac{\Delta/4}{4} = 2/4 \text{ mol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{N}_2\text{O}_5} = \frac{-\Delta n}{V \cdot \Delta t} \Rightarrow 2/4 = \frac{-\Delta n}{2 \times \frac{20}{60}} \Rightarrow -\Delta n = 1/8 \text{ mol} \Rightarrow n_1 - n_2 = 1/8 \text{ mol}$$

پس تغییرات مول N_2O_5 در این بازه زمانی برابر است با:

پس مقدار n_1 و n_2 به ترتیب می تواند برابر ۲/۲ و ۴/۰ مول باشد. **بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۲):** سرعت واکنش در گستره زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر است با:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}(\text{N}_2\text{O}_5)}{2} = \frac{-\Delta n(\text{N}_2\text{O}_5)}{V \times \Delta t} = \frac{1/2}{2 \times 10} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

گزینه (۳): اگر $n_p = 1$ ، از آغاز تا ثانیه ۲۰، ۳ مول N_2O_5 مصرف شده است، پس شمار مول‌های فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$\text{فراورده} = 3 \text{ mol } N_2O_5 \times \frac{\Delta \text{mol فراورده}}{2 \text{ mol } N_2O_5} = 7/5 \text{ mol}$$

$$\text{غلظت فراورده‌ها} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{7/5}{2} = 3/10 \text{ mol.L}^{-1}$$

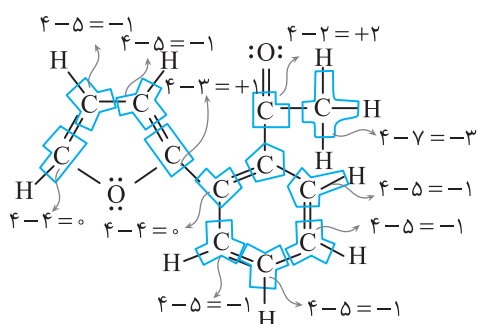
در نتیجه غلظت فراورده‌ها برابر است با:

گزینه (۴): با مصرف ۴ مول N_2O_5 ، واکنش کامل شده و شمار مول فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$\text{فراورده} = 4 \text{ mol } N_2O_5 \times \frac{\Delta \text{mol فراورده}}{2 \text{ mol } N_2O_5} = 10 \text{ mol}$$

$$\frac{\text{شمار مول‌های فراورده}}{\text{شمار مول‌های آغازی } N_2O_5} = \frac{10}{4} = 2/5$$

پس نسبت خواسته شده برابر است با:



۲۲ ۴ با توجه به ساختار این ترکیب، شمار جفت الکترون ناپیوندی روی اتم‌ها برابر ۴ است.

اتم‌های کربن با عدد اکسایش صفر نیز برابر با ۳ عدد است. $(\frac{4}{3} \neq 2)$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): ترکیب مورد نظر دارای یک گروه عاملی کربونیل ($-\text{C}(=\text{O})-$) و یک گروه متیل ($-\text{CH}_3$) است. گزینه (۲): شمار پیوندهای $\text{C}-\text{C}$ و $\text{C}-\text{H}$ در این ترکیب به ترتیب برابر با ۱۰ و ۷ است که تفاوت آن‌ها برابر ۳ است. گزینه (۳): نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}}{\text{جرم اتم‌های هیدروژن}} = \frac{2 \times 16}{1 \times 1} = 3/2$$

۲۳ ۳ با توجه به ساختار پلی‌سیانواتن، که به صورت: $-(\text{CH}_2-\text{CH})_n-$ است، هر واحد تکرارشونده آن دارای یک پیوند سه‌گانه است: اگر n برابر ۱۸۰۰۰



باشد، پس هر زنجیر آن دارای ۱۸۰۰۰ پیوند سه‌گانه بوده و در نتیجه شمار پیوندهای دوگانه در هر زنجیر پلی‌استیرن برابر ۹۰۰۰ است: با توجه به ساختار زیر که مربوط به پلی‌استیرن است، هر واحد تکرارشونده در آن دارای ۳ پیوند دوگانه بوده و بنابراین:

$$-(\text{CH}_2-\text{CH})_{n'}- \Rightarrow 3n' = 9000 \Rightarrow n' = 3000$$



پس میانگین جرم مولی پلی‌استیرن برابر است با: $3000 \times 104 \text{ g.mol}^{-1} = 312000 \text{ g.mol}^{-1}$

۲۴ ۱ قسمت اول: ابتدا با توجه به مقدار pH، غلظت OH^- موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 10/3 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-10/3} = 10^{-3.33} = 4.6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow 4.6 \times 10^{-4} \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2.1 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به رابطه $[\text{OH}^-] = M \cdot \alpha$ می‌توان مولاریته باز DOH حل شده در آب را محاسبه کرد:

$$[\text{OH}^-] = M \cdot \alpha \Rightarrow 2.1 \times 10^{-11} = M \times 10^{-2} \Rightarrow M = 2.1 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{جرم باز DOH در محلول برابر است با: } 2 \text{ L محلول} \times \frac{2.1 \times 10^{-9} \text{ mol DOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{200 \text{ g DOH}}{1 \text{ mol DOH}} = 84 \text{ g DOH}$$

$$\text{درصد DOH حل شده} = \frac{\text{جرم DOH حل شده}}{\text{جرم DOH اولیه}} \times 100 = \frac{84 \text{ g}}{40 \text{ g}} \times 100 = 210\%$$

اکنون می‌توان درصد باز DOH حل شده در آب را محاسبه کرد:

$$[\text{H}^+] = 4.6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow ? \text{ mol H}^+ = \frac{4.6 \times 10^{-4} \text{ mol H}^+}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{2}{5} = 1.84 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

قسمت دوم:

۲۵ ۲ با توجه به معادله‌های زیر، در اثر انحلال هر مول Li_2O و HCl در آب، به ترتیب ۴ و ۲ مول یون تولید می‌شود:

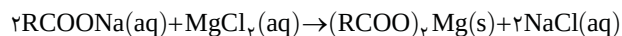


پس در صورتی که شمار مول‌های Li_2O نصف HCl باشد، شمار یون‌های موجود در دو محلول برابر است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): اگر دو اسید قوی باشند، معادله یونش هر دو اسید در آب به صورت کامل (یک‌طرفه) است و در نتیجه غلظت تعادلی برای اسید وجود ندارد، زیرا مولکول‌های اسید به طور کامل یونیده شده‌اند و از طرفی وقتی هر دو اسید قوی باشند، مقایسه قدرت اسیدی آن‌ها به کمک درجه یونش و غلظت تعادلی اسید امکان‌پذیر نیست. گزینه (۳): بدون داشتن درجه یونش باز ضعیف XOH ، نمی‌توان در مورد $[\text{OH}^-]$ و در نتیجه pH محلول آن اظهار نظر کرد.

گزینه (۴): اگر جرم‌های برابر از دو گاز HCl و HI در مقدار معینی آب حل شود، با توجه به این که جرم مولی HI بیشتر از HCl است و طبق رابطه « $\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \text{مول}$ »،

شمار مول‌ها و غلظت اسید در محلول HI کمتر است، پس $[H^+]$ در محلول اسید قوی HI نیز کمتر از محلول اسید قوی HCl بوده و محلول HI مقدار pH بزرگ‌تری دارد.

۲۶ معادله موازنه شده واکنش انجام شده به صورت مقابل است:



قسمت اول: با توجه به اینکه صابون دارای زنجیر هیدروکربنی سیرشده است، فرمول مولکولی آن به صورت $C_nH_{2n+1}COONa$ بوده و فرمول رسوب حاصل از آن به صورت $(C_nH_{2n+1}COO)_2Mg$ است. اکنون با توجه به اطلاعات داده شده، n را به دست می‌آوریم:

$$\text{روش اول (کسر تبدیل):} \quad \frac{\text{رسوب } Mg}{\text{رسوب صابون}} = \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم رسوب}} = \frac{17}{7} \Rightarrow M = 590 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم مولی ضرب}} = \frac{\text{مول صابون}}{\text{مول رسوب}} \Rightarrow \frac{17}{7} = \frac{1}{2} \times M \Rightarrow M = 590 \text{ g.mol}^{-1}$$

پس n برابر است با: $(C_nH_{2n+1}COO)_2Mg = 590 \Rightarrow 2(14n + 1 + 12 + 32) + 24 = 590 \Rightarrow 2(14n + 45) = 566 \Rightarrow 14n + 45 = 283 \Rightarrow n = 17$

پس فرمول این صابون به صورت $C_{17}H_{35}COONa$ بوده و شمار اتم‌های کربن در مولکول آن برابر ۱۸ است.

قسمت دوم: یون‌های Na^+ و Cl^- به حالت محلول باقی مانده‌اند که شمار مول آن‌ها برابر است با:

$$? \text{ mol ion} = \frac{\text{صابون}}{\text{صابون}} \times \frac{\text{mol NaCl}}{\text{mol ion}} = \frac{1}{2} \text{ mol ion}$$

۲۷ در پاک‌کننده‌های صابونی ($RCOONa$) و پاک‌کننده‌های غیرصابونی ($RC_2H_4SO_3Na$)، نسبت شمار آنیون به کاتیون مساوی و برابر یک است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): عسل در ساختار خود شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل (OH) دارد و در آب محلول است؛ در حالی که گریس ($C_{18}H_{38}$) یک ترکیب ناقطبی و نامحلول در آب است. گزینه (۲): مخلوط آب، روغن و صابون نوعی کلوئید است که ناهمگن بوده و نور را پخش می‌کند؛ در حالی که اوره محلول در آب است و مخلوط آن‌ها همگن بوده و نور را عبور می‌دهد. گزینه (۴): پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ کرده و با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} موجود در آب سخت رسوب تشکیل نمی‌دهند.

۲۸ با توجه به مقدار E° های داده شده، معادله واکنش انجام شده در دو سلول به صورت زیر است:

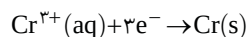
(در هر سلول، نیم‌سلول دارای E° منفی‌تر، آند بوده و اکسایش می‌یابد.)

$3Mn(s) + 2Cr^{3+}(aq) \rightarrow 3Mn^{2+}(aq) + 2Cr(s)$ (سلول (منگنز - کروم) $Mg(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ (سلول (منیزیم - نقره) ابتدا تغییر جرم آند (Mg) در سلول گالوانی (منیزیم - نقره) را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{روش اول (کسر تبدیل):} \quad ? \text{ g Mg} = \frac{3}{2} \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{2 \text{ mol Ag}} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 0.36 \text{ g Mg}$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{جرم Mg}}{\text{جرم مولی ضرب}} = \frac{\text{جرم Ag}}{\text{جرم مولی ضرب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{3}{2 \times 108} \Rightarrow x = 0.36 \text{ g Mg}$$

پس تغییر جرم کاتد (Cr) در سلول گالوانی (منگنز - کروم) دو برابر این مقدار و برابر 0.72 g است؛ در این سلول هر مول Cr^{3+} با دریافت ۳ مول الکترون به فلز Cr کاهش می‌یابد:



$$\text{روش اول (کسر تبدیل):} \quad ? e^- = \frac{0.72 \text{ g Cr}}{52 \text{ g Cr}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{2 \text{ mol Cr}} \times \frac{6 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } e^-} = 2.5 \times 10^{22} e^-$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{جرم Cr}}{\text{جرم مولی ضرب}} = \frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{\text{تعداد الکترون‌ها}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 52} = \frac{3 \times 6 \times 10^{23}}{2 \times 52} \Rightarrow x = 2.5 \times 10^{22} e^-$$

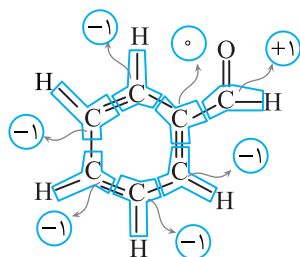
۲۹ نتایج به دست آمده از هریک از عبارات‌ها به صورت زیر است:

- قدرت اکسندگی X^{2+} بیشتر از Z^{2+} است و از این‌رو X در جدول پتانسیل کاهش جایگاه بالاتری نسبت به Z دارد. $Z > X$: مقایسه قدرت کاهندگی
- قدرت کاهندگی سه فلز Z، D و X از فلز Cu بیشتر است؛ یعنی این ۳ فلز نسبت به Cu مقدار E° منفی‌تری دارند و با توجه به اینکه فلز A با محلول $CuCl_2$ واکنش نمی‌دهد، پس E° فلز A نسبت به Cu مثبت‌تر است. $X, D, Z > Cu > A$: مقایسه قدرت کاهندگی

- قدرت کاهندگی فلز D از فلزهای A و X بیشتر و از فلز Z کمتر است؛ یعنی E° فلز D منفی‌تر از فلزات A و X و مثبت‌تر از فلز Z است. $Z > D > A, X$: مقایسه قدرت کاهندگی

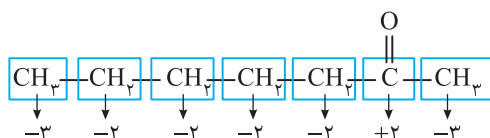
پس مقایسه قدرت کاهندگی به صورت: $Z > D > X > Cu > A$ است.

راه سریع‌تر (با کمک گرفتن از گزینه‌ها): با توجه به عبارت اول، فلز Z از X کاهنده‌تر است (حذف گزینه‌های «۱» و «۳») و با توجه به عبارت دوم هر سه فلز Z، D و X از فلز Cu کاهنده‌تر هستند. (حذف گزینه (۲))

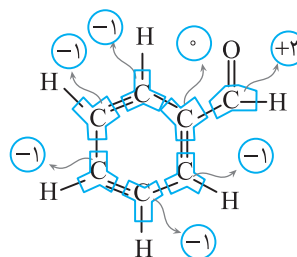


۳۰ ۱ در بنزالدهید با ساختار روبه‌رو، عدد اکسایش ۵ اتم کربن یکسان و برابر ۱- است و مجموع عدد اکسایش دو اتم کربن دیگر برابر $1 + (0 + 1)$ است:

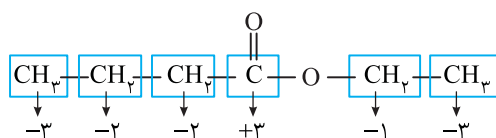
عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترکیب‌های سایر گزینه‌ها به صورت زیر است:



گزینه (۳)



گزینه (۲)

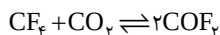


گزینه (۴)

۳۱ ۳ واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم از اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

۳۲ ۲ با توجه به اطلاعات جدول زیر، ساختار لوویس گونه‌های موجود در گزینه (۲) متفاوت است اما اتم مرکزی در هر دو گونه دارای بار جزئی مثبت است.

گونه	ساختار لوویس	علامت بار جزئی اتم مرکزی	توضیحات
H_2S		منفی	خاصیت نافلزی عنصر S از H بیشتر و از O کمتر است، از این رو علامت بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب متفاوت است.
SO_2		مثبت	
PF_3		مثبت	خاصیت نافلزی عنصرهای P و N به ترتیب از F و O کمتر بوده و بار جزئی اتم مرکزی در هر دو ترکیب مثبت است.
NO_3^-		مثبت	
SO_4^{2-}		مثبت	خاصیت نافلزی S از O کمتر بوده و خاصیت نافلزی C از H بیشتر است؛ از این رو بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب متفاوت است.
CH_4		منفی	
CS_2		مثبت	خاصیت نافلزی C از هر دو اتم S و O کمتر است، پس علامت بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب مشابه است، اما این دو ترکیب ساختار لوویس یکسانی دارند.
SCO		مثبت	



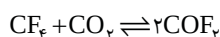
مول اولیه	۱	۱	۰
تغییر مول	-x	-x	-2x
مول تعادلی	۱-x	۱-x	2x

۳۳۳ با باز کردن شیر (I)، میان گونه‌های شرکت‌کننده تعادل برقرار می‌شود؛ با توجه به مقدار اولیه گازها و مقدار K می‌توان شمار مول گونه‌های در تعادل را محاسبه کرد:

$$K = \frac{[\text{COF}_2]^2}{[\text{CF}_4][\text{CO}_2]}$$

از آن‌جا که شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش برابر است، حجم ظرف از صورت و مخرج رابطه K حذف می‌شود، پس در رابطه K همان مول‌های تعادلی را قرار می‌دهیم:

$$\Rightarrow 2/5 \times 10^{-1} = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \Rightarrow 0/5 = \frac{2x}{1-x} \Rightarrow x = 0/2 \text{ mol}$$



تعادل اولیه	۰/۸	۰/۸	۰/۴+۰/۲
جابه‌جایی تعادل	+x	+x	-2x
تعادل جدید	۰/۸+x	۰/۸+x	۰/۶-2x

با باز کردن شیر (II)، غلظت COF_2 افزایش یافته و طبق اصل لوشاتلیه، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده تا به تعادل جدید برسد:

با توجه به اینکه دما ثابت است، مقدار K نیز در تعادل جدید برابر با تعادل اولیه است:

$$K = 2/5 \times 10^{-1} = \frac{(0/6-2x)^2}{(0/8+x)^2} \Rightarrow 0/5 = \frac{0/6-2x}{0/8+x} \Rightarrow x = 0/8 \text{ mol}$$

$$\frac{\text{مجموع شمار مول CF}_4 \text{ و CO}_2}{\text{شمار مول‌های COF}_2} = \frac{0/88+0/88}{0/44} = 4$$

پس نسبت خواسته شده برابر است با:

۳۴۴ گاز NO خروجی از موتور خودروها، در اثر انجام یک واکنش گرماده (تا این‌جا با توجه به این‌که واکنش گرماده است، گزینه‌های «۱» و «۳» حذف می‌شوند.) در میدل کاتالیزستی خودروی بنزینی به گازهای N_2 و O_2 تبدیل می‌شود ($2\text{NO(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$) و از طرفی چون این واکنش انرژی فعال‌سازی بالایی دارد، در دماهای بالا بهتر انجام می‌شود، زیرا با افزایش دما، مقدار E_a آن تأمین می‌شود.

۳۵۵ در تعادل برقرار شده، غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده برابر است با:

$$M_1 = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{1}{2} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش برابر است، با انتقال تعادل به ظرف ۵ لیتری، تعادل جابه‌جا نشده و شمار مول مواد تغییری نمی‌کند، اما با تغییر حجم، غلظت مواد تغییر کرده و غلظت جدید برابر است با:

$$M_2 = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{1}{5} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس بر اثر اعمال تغییر، غلظت مواد شرکت‌کننده ۰/۴ برابر $(\frac{0/2}{0/5})$ می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): تعادل گرماده است و در نتیجه با کاهش دما، مقدار K

افزایش می‌یابد نه کاهش! گزینه (۳): با توجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش برابر است، تعادل با تغییر حجم جابه‌جا نمی‌شود اما با انتقال تعادل به یک ظرف یک لیتری، غلظت همه مواد افزایش می‌یابد. گزینه (۴): تعادل گرماده است؛ از این‌رو با افزایش دما، طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. حواستان باشد که با تغییر دما، سطح انرژی مواد شرکت‌کننده در تعادل تغییر نمی‌کند و فقط انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت به میزان بیشتری تأمین می‌شود.