



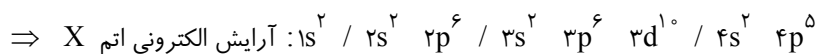
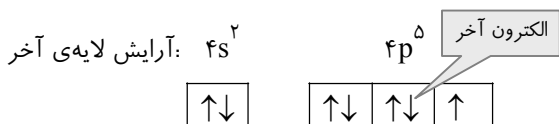
«پاسخ تشریحی و تحلیلی شیمی (ریاضی)»

«دکتر رضا بابایی»

«مهندس علی‌رضا علمداری»

«مهندس محمدرضا مصلائی»

۲۰۱- پاسخ گزینه‌ی ۳ براساس اعداد کوانتومی داده‌شده برای آخرین الکترون اتم X می‌توان گفت، که این الکترون در لایه‌ی چهارم و در زیرلایه‌ی P و در اوربیتال وسطی P و با اسپین $-\frac{1}{2}$ قرار دارد و بر اساس اصل هوند می‌توان نوشت:



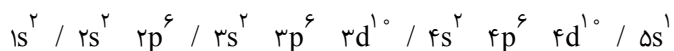
بررسی گزینه‌ها:

- با توجه به آرایش الکترونی، این عنصر در دوره‌ی ۴ و گروه ۱۷ قرار دارد و بالاترین عدد اکسایش گروه ۱۷ برابر +۷ است.
- با توجه به آرایش الکترونی، اتم X دارای ۱۰ الکترون در زیرلایه‌ی d (l=۲) می‌باشد.
- در هر دوره جدول تناوبی بیش‌ترین الکترونگاتیوی مربوط به عناصر گروه ۱۷ است، زیرا در هر دوره از چپ به راست الکترونگاتیوی افزایش می‌یابد.
- عنصر موردنظر در دوره‌ی ۴ و گروه ۱۷، بُرم می‌باشد که ترکیب هیدروژن‌دار آن HBr بوده و قدرت اسیدی آن از HF بیش‌تر است. زیرا در هیدرواسیدها در یک گروه از بالا به پایین با افزایش شعاع قدرت اسیدی افزایش می‌یابد.

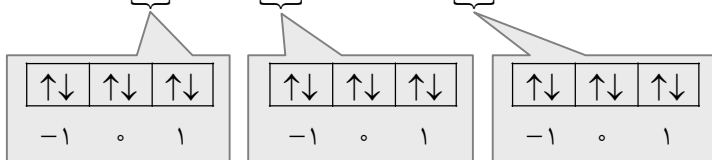
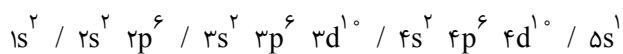
۲۰۲- پاسخ گزینه‌ی ۱ پله‌ی اول: ابتدا مشخص می‌کنیم گروه IB در شماره‌گذاری جدید در چه گروهی قرار دارد:

عنصری واسطه \Rightarrow گروه ۱۱ \Rightarrow گروه IB

پله‌ی دوم: آرایش الکترونی عنصر گروه ۱۱ در دوره‌ی پنجم را رسم می‌کنیم:



پله‌ی آخر: بر اساس آرایش الکترونی می‌توان گفت که عنصر موردنظر دارای یک الکترون جفت‌نشده (در ۵s) و در آن ۶ الکترون دارای عددهای کوانتومی l=۱ (زیرلایه‌ی p) و $m_l=0$ (اوربیتال وسط) می‌باشد:

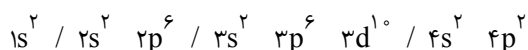


۲۰۳- پاسخ گزینه‌ی ۲ همان‌طور که می‌دانیم هر نانومتر معادل 10^{-9} سانتی‌متر است. بنابراین در یک ردیف به طول یک نانومتر

می‌توان ۱۰ اتم طلا جای داد. (قطر هر اتم طلا معادل 10^{-8} سانتی‌متر است.) از طرفی می‌دانیم قطر اتم 10^5 برابر قطر هسته‌ی اتم است، پس می‌توان در یک ردیف یک نانومتری 10^6 هسته‌ی اتم طلا را جای داد.

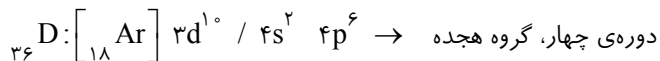
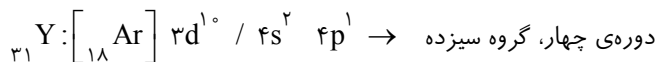
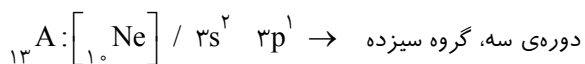
۲۰۴- پاسخ گزینه‌ی ۳ با توجه به جدول پیشنهادشده توسط مندلیف، فرمول اکسید عنصری که وی آن را اکاسیلیسیم (Es) نامید،

به‌صورت EsO_4 بوده و آن عنصر بعدها ژرمانیوم نامیده‌شد. همان‌طور که می‌دانید این عنصر در گروه ۱۴ و دوره‌ی ۴ قرار دارد. بنابراین آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر خواهد بود:



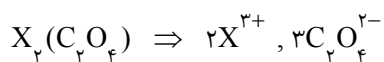


۲۰۵- پاسخ گزینه ی ۴ همان طور که از صورت تست مشخص است، باید شماره ی گروه و دوره ی چهار عنصر را مشخص کنیم:

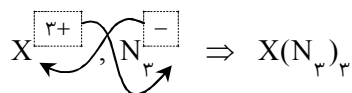


همان طور که می بینید عناصر X و D در یک دوره و عناصر A و Y در یک گروه قرار دارند.

۲۰۶- پاسخ گزینه ی ۴ پله ی اول: با توجه به فرمول اگزالات عنصر X می توان فهمید بار یون X، +۳ می باشد، زیرا:



پله ی دوم: در این مرحله فرمول آزید فلز X را می نویسیم:



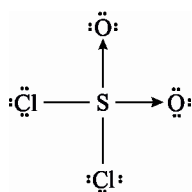
پله ی آخر: درصد نیتروژن در آزید فلز را محاسبه می کنیم:

$$X(N_3)_3: \text{درصد نیتروژن در ترکیب} = \frac{\text{تعداد N} \times \text{جرم اتمی N}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{14 \times 9}{182} \times 100 = 69/23$$

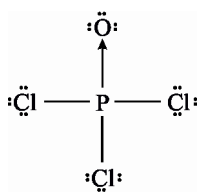
۲۰۷- پاسخ گزینه ی ۱ جای خالی اول: اتم مرکزی معمولاً عنصری است که یک اتم از آن در ترکیب مورد نظر وجود دارد. بنابراین

در SO_2Cl_2 ، اتم S اتم مرکزی است. پس یا گزینه ی (۱) و یا گزینه ی (۲) جواب تست خواهند بود.

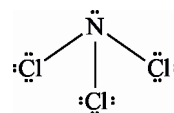
جای خالی دوم: ساختار لوویس SO_2Cl_2 و همچنین مولکول های $POCl_3$ (در گزینه ی ۱) و NCl_3 (در گزینه ی ۲) را رسم می کنیم:



(عدد قلمرو = ۴)



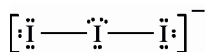
(عدد قلمرو = ۴)



(عدد قلمرو = ۴)

بر طبق ساختار و عدد قلمروهای هر کدام از ساختارها به نظر می رسد که تا این جا هم چنان گزینه های (۱) و (۲) جواب درست هستند.

جای خالی سوم: برای پر کردن این جای خالی کافی است ساختار لوویس I_3^- را رسم کنیم:



همان طور که از ساختار لوویس SO_2Cl_2 و I_3^- پیداست، مجموع شمار جفت الکترون های ناپیوندی لایه ی ظرفیت اتم ها در I_3^- (۹ جفت)

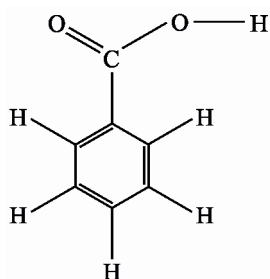
کم تر از مجموع شمار جفت الکترون های ناپیوندی لایه ی ظرفیت اتم ها در مولکول SO_2Cl_2 (۱۲ جفت) است.

۲۰۸- پاسخ گزینه ی ۳ بررسی گزینه ها:

(۱) مدل الکترون - نقطه ای مولکول (یا یون) را ساختار لوویس آن می گویند.

(۲) تفاوت الکترونگاتیوی بین دو اتم تشکیل دهنده ی پیوند کم تر از $(2/8 - 2/5 = 0/3) \times 0/4$ است، بنابراین پیوند بین S و Br

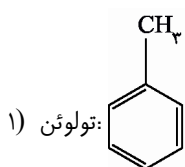
ناقطبی است.



۳) در مولکول بنزوئیک اسید نسبت شمار پیوندهای دوگانه به شمار پیوندهای یگانه برابر $\frac{4}{11}$ است:

۴) مولکول‌هایی که اتم مرکزی آن‌ها بور (B) است، از قاعده‌ی هشتایی پیروی نمی‌کنند.

۲۰۹- پاسخ گزینه‌ی ۲ تک تک ساختارها را رسم می‌کنیم:



۱) تولوئن: C_7H_8 فرمول تجربی C_7H_8 فرمول مولکولی C_7H_8

۲) اوکتان: C_8H_{16} فرمول تجربی CH_2 فرمول مولکولی C_8H_{16}

۳) گلوکوز: $C_6H_{12}O_6$ فرمول تجربی CH_2O فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$

۴) متیل استات: CH_3COOCH_3 فرمول تجربی $C_3H_6O_2$ فرمول مولکولی $C_3H_6O_2$

بهره دیگر چیزی نگم!

۲۱۰- پاسخ گزینه‌ی ۲ سیکوآلکان‌ها با آلکن‌های هم‌کربن ایزومرند. (تأیید گزینه‌های ۱ و ۲)

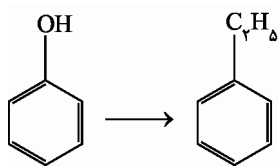
اما نام آلکن گزینه‌ی (۱) نادرست است و نام درست آن ۳- هگزن می‌باشد.

۲۱۱- پاسخ گزینه‌ی ۲ بررسی گزینه‌ها:

(۱) اتین را می‌توان از واکنش آب با کلسیم کاربید در مجاورت آلیاژ کلسیم و روی تهیه کرد.

(۲)

$$C_{17}H_{35}COOH \Rightarrow \text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{تعداد C} \times \text{جرم اتمی C}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{12 \times 18}{284} \times 100 = 76/05$$

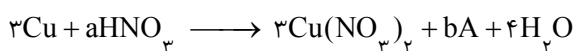


۳) گرافیت یکی از دگرشکل‌های کربن است که ساختار لایه‌ای دارد و برخلاف الماس رسانای جریان برق است.

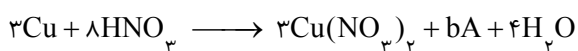
۴) اگر به‌جای گروه هیدروکسیل در مولکول فنول، گروه اتیل قرار گیرد، حدود ۱۲/۸ درصد افزایش جرم پیدا می‌کند.

$$\begin{cases} \text{جرم OH} = 17 \\ \text{جرم } C_6H_5 = 77 \end{cases} \Rightarrow \text{درصد افزایش جرم} = \frac{77 - 17}{77} \times 100 = \frac{60}{77} \times 100 \approx 78/05$$

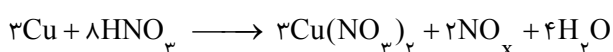
۲۱۲- پاسخ گزینه‌ی ۱



پله‌ی اول: ابتدا اتم H را موازنه می‌کنیم:



پله‌ی دوم: در مرحله‌ی بعد اتم N را موازنه می‌کنیم:

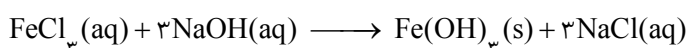




۲۱۳- پاسخ گزینهی ۳ پلهی اول: ابتدا جرم سدیم هیدروکسید را در محلول محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم مادهی حل شده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 120 = \frac{m}{10} \times 10^6 \Rightarrow m = 0.0012 \text{ g}$$

پلهی دوم: واکنش سدیم هیدروکسید و فریک کلرید را می‌نویسیم:

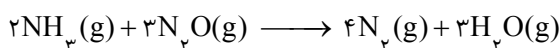


پلهی آخر: تعداد مول فریک کلرید را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{(\text{FeCl}_3)}{\left[\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} \right]} = \frac{(\text{NaOH})}{\left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right]} \Rightarrow \left[\frac{? \text{ mol}}{1} \right] = \left[\frac{0.0012 \text{ g}}{3 \times 40} \right] \Rightarrow ? \text{ mol} = 1 \times 10^{-5} \text{ FeCl}_3$$

۲۱۴- پاسخ گزینهی ۲ پلهی اول: ابتدا بر اساس واکنش، حجم گازهای اولیه برای تولید ۲/۸ لیتر فرآوردهی گازی را محاسبه

می‌کنیم:



$$\frac{(\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{O})}{\left[\frac{? \text{ L(g)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \right]} = \frac{(\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O})}{\left[\frac{\text{L(g)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \right]} \Rightarrow \frac{? \text{ L(g)}}{5 \times 22/4} = \frac{2/8}{7 \times 22/4} \Rightarrow ? \text{ L(g)} = \frac{2/8 \times 5 \times 22/4}{7 \times 22/4} = 2$$

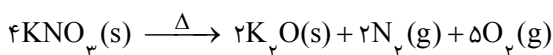
پلهی دوم: برای محاسبه‌ی درصد حجمی NH_3 ، ابتدا باید حجم NH_3 در مخلوط اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{(\text{NH}_3)}{\left[\frac{? \text{ L(g)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \right]} = \frac{(\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O})}{\left[\frac{\text{L(g)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \right]} \Rightarrow \frac{? \text{ L(g)}}{2 \times 22/4} = \frac{2/8}{7 \times 22/4} \Rightarrow ? \text{ L(g)} = \text{NH}_3 = 0.8$$

پلهی آخر: در این مرحله درصد حجمی NH_3 را در مخلوط اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{NH}_3 \text{ درصد حجمی} = \frac{\text{حجم NH}_3}{\text{حجم N}_2\text{O} + \text{حجم NH}_3} \times 100 = \frac{0.8}{2} \times 100 = 40\%$$

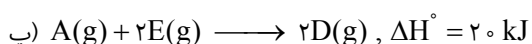
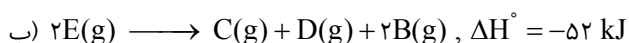
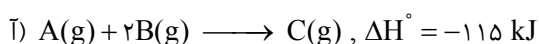
۲۱۵- پاسخ گزینهی ۳ به روش زیر درصد خلوص پتاسیم نیترات را محاسبه می‌کنیم:



$$\frac{(\text{KNO}_3)}{\left[\frac{\text{گرم (g)} \times \frac{p}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right]} = \frac{(\text{N}_2 + \text{O}_2)}{\left[\frac{\text{گاز (L)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \right]} \Rightarrow \frac{5/05 \text{ g} \times \frac{p}{100}}{4 \times 101} = \frac{1/568 \text{ L}}{7 \times 22/4} \Rightarrow p = 80\%$$

۲۱۶- پاسخ گزینهی ۲ پلهی اول: برای این که ΔH واکنش $2\text{A}(\text{g}) + 4\text{E}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{C}(\text{g}) + 3\text{D}(\text{g})$ را محاسبه کنیم، باید

واکنش «ب» و «پ» را معکوس کرده و با واکنش «آ» جمع کنیم:

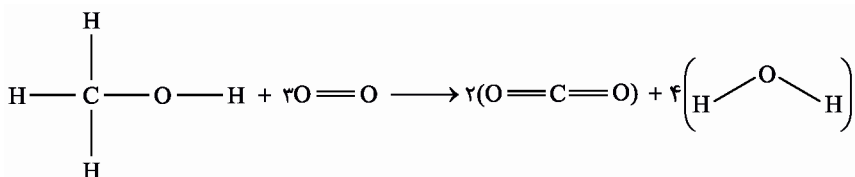
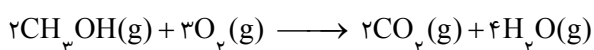




گرمای آزاد شده به ازای تشکیل ۳ مول D، برابر -147 kJ است، پس به ازای تشکیل ۱ مول D، 49 kJ $\left(\frac{147 \text{ kJ}}{3}\right)$ انرژی آزاد می شود. **پلهی دوم:** حال باید ببینیم 49 kJ انرژی چند گرم آب 3°C را به آب 100°C تبدیل می کند:

$$Q = mC\Delta T \Rightarrow 49000 \text{ J} \Rightarrow m \times 4/2 \text{ J.g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times (100 - 30) \Rightarrow m = 166/7 \text{ g}$$

۲۱۷- پاسخ گزینهی ۴ **پلهی اول:** ابتدا واکنش سوختن متانول را نوشته و پیوندها را در آن مشخص می کنیم:



پلهی دوم: در مرحلهی دوم با کمک انرژیهای پیوند، ΔH واکنش را حساب می کنیم:

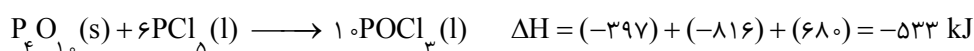
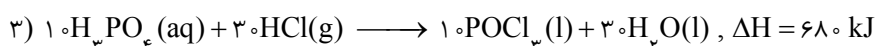
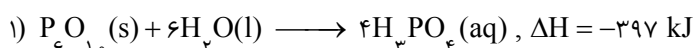
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{واکنش}} &= [\text{مجموع انرژیهای پیوندی فرآوردهها}] - [\text{مجموع انرژیهای پیوندی واکنش دهندهها}] \\ \Delta H_{\text{واکنش}} &= [2\{(3\text{C}-\text{H}) + (\text{C}-\text{O}) + (\text{O}-\text{H})\} + 3(\text{O}=\text{O})] - [4(\text{C}=\text{O}) + 8(\text{O}-\text{H})] \\ &= [2\{(3 \times 412) + 360 + 463\} + 3(496)] - [4(805) + 8(463)] \\ &\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = 5606 - 6924 = -1318 \text{ kJ} \end{aligned}$$

پلهی آخر: در مرحلهی آخر گرمای آزاد شده به ازای سوختن ۸ گرم متانول را محاسبه می کنیم:

$$\left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] = \left[\frac{\text{گرما}}{|\Delta H|}\right] \Rightarrow \frac{8 \text{ g}}{2 \times 32} = \frac{? \text{ kJ}}{1318 \text{ kJ}} \Rightarrow ? \text{ kJ} = \frac{1318 \times 8}{2 \times 32} \Rightarrow ? \text{ kJ} = 164/75$$

۲۱۸- پاسخ گزینهی ۱ **پلهی اول:** برای این که ΔH واکنش $10\text{POCl}_3(\text{l})$ از $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + 6\text{PCl}_5(\text{l})$ محاسبه کنیم،

باید واکنش (۲) را در ۶، واکنش (۳) را معکوس کرده و در ۱۰ ضرب کرده و با واکنش (۱) جمع کنیم:



پلهی دوم: در این مرحله، تعداد مول POCl_3 به ازای آزاد شدن $266/5 \text{ kJ}$ انرژی محاسبه می کنیم:

$$\left[\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}}\right] = \left[\frac{\text{گرما}}{|\Delta H|}\right] \Rightarrow \frac{? \text{ mol}}{10} = \frac{266/5}{533} \Rightarrow ? \text{ mol} = 5 \text{ POCl}_3$$

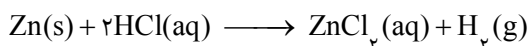
۲۱۹- پاسخ گزینهی ۴ واکنشهایی که آنتالپی نامساعد ($\Delta H > 0$) و آنتروپی مساعد ($\Delta S > 0$) دارند، فقط در دمای بالا خودبه خودی اند.

۲۲۰- پاسخ گزینهی ۱ **پلهی اول:** برای یافتن گرم محلول با کمک مولالیتته از رابطهی زیر استفاده می کنیم:

$$\text{مولالیتته} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال (Kg)}} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حل شونده} - \text{جرم محلول}} \Rightarrow 4 = \frac{7/3 \text{ g}}{36/5 - 7/3} \Rightarrow \text{جرم محلول} = 57/3 \text{ g}$$

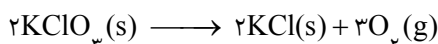


پلهی دوم: در این مرحله تعداد گرم فلز روی که در واکنش با $\frac{7}{3}$ گرم HCl شرکت می کند را محاسبه می کنیم:



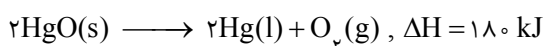
$$\left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{گرم (g)}} \right]_{\text{(Zn)}} = \left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{گرم (g)}} \right]_{\text{(HCl)}} \Rightarrow \frac{? \text{ g} \times \frac{100}{1 \times 65}}{100} = \frac{7/3}{2 \times 36/5} \Rightarrow ? \text{ g Zn} = 8/125$$

۲۲۱- پاسخ گزینهی ۲ **پلهی اول:** ابتدا گرمای آزاد شده از تجزیهی ۴۹ گرم پتاسیم کلرات را محاسبه می کنیم:



$$\left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{گرم (g)}} \right]_{\text{(KClO}_3\text{)}} = \left[\frac{\text{گرم}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{49}{2 \times 122/5} = \frac{? \text{ گرما}}{90 \text{ kJ}} \Rightarrow ? \text{ گرما} = 18 \text{ kJ}$$

پلهی دوم: در مرحلهی بعد، می خواهیم ببینیم به ازای آزاد شدن ۱۸ kJ انرژی چند گرم جیوه در واکنش زیر به دست می آید:



$$\left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{گرم (g)}} \right]_{\text{(Hg)}} = \left[\frac{\text{گرم}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{? \text{ g}}{2 \times 200} = \frac{18}{180} \Rightarrow ? \text{ g Hg} = 40$$

۲۲۲- پاسخ گزینهی ۳ **بررسی گزینهها:**

(۱) ابتدا مقدار گرم Cl_2 حل شده در ۱۰۰ گرم آب را به دست می آوریم:

$$? \text{ g Cl}_2 = 0/005 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 0/355 \text{ g Cl}_2$$

همان طور که مشاهده می کنید مقدار Cl_2 حل شده در دمای 60°C بیش تر از انحلال پذیری Cl_2 در این دماست، بنابراین محلول

فراسیر شده است.

(۲) بر اساس جدول انحلال پذیری داده شده، ترتیب انحلال پذیری گازهای داده شده در دماهای معین به صورت $\text{Cl}_2 > \text{H}_2\text{S} > \text{CO}_2$ است.

(۳) ابتدا مقدار گرم H_2S حل شده در ۱۰۰ گرم آب را به دست می آوریم:

$$? \text{ g H}_2\text{S} = 0/015 \text{ mol H}_2\text{S} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} = 0/51$$

این مقدار H_2S در ۳۰۰ گرم آب حل شده است. بنابراین مقدار H_2S حل شده در ۱۰۰ گرم آب $0/17$ گرم می شود که این

مقدار H_2S حل شده در دمای 40°C کم تر از انحلال پذیری آن در این دماست، پس محلول حاصل در این دما **سیر نشده است.**

(۴) اثر دما بر انحلال پذیری CO_2 بیش تر از بقیه است. زیرا هر چه نسبت اختلاف انحلال پذیری یک ماده در دو دمای داده شده به

انحلال پذیری اولیه **بیش تر** باشد، اثر دما بر انحلال پذیری آن ماده **بیش تر** است.

$$\text{CO}_2: \frac{0/169 - 0/058}{0/169} = 0/66$$

$$\text{H}_2\text{S}: \frac{0/38 - 0/15}{0/38} = 0/6$$

$$\text{Cl}_2: \frac{0/73 - 0/33}{0/73} = 0/55$$



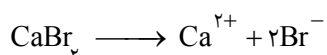
۲۲۳- پاسخ گزینه‌ی ۴ بررسی گزینه‌ها:

(۱) ابتدا تعداد مول کلسیم برمید (CaBr_2) در محلول ۲ مولال آن را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم ماده‌ی حل شده} = \frac{\text{جرم ماده‌ی حل شده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم ماده‌ی حل شده}}{\text{جرم ماده‌ی حل شده} - \text{جرم محلول}} \Rightarrow 2 = \frac{200}{140 - \frac{\text{جرم ماده‌ی حل شده}}{1000}} \Rightarrow 40 \text{ g جرم ماده‌ی حل شده}$$

$$? \text{ mol CaBr}_2 = 40 \text{ g CaBr}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaBr}_2}{200 \text{ g CaBr}_2} = 0.2$$

پس داریم:



همان‌طور که در تفکیک CaBr_2 می‌بینیم، به ازای تفکیک ۱ مول CaBr_2 ، ۲ مول یون برمید به دست می‌آید. پس در انحلال ۰/۲

مول CaBr_2 ، ۰/۴ مول یون Br^- به دست می‌آید.

(۲) ویتامین A (رتینول) در آب نامحلول ولی در چربی حل می‌شود و مصرف بیش از اندازه‌ی آن برای بدن زیان‌آور است.

(۳) خواصی از محلول‌ها که به شماره‌ی ذره‌های حل شده بستگی دارد و نه به نوع آن‌ها، خواص کولیگاتیو گویند.

(۴) ابتدا به کمک رابطه‌ی درصد حجمی، حجم اتانول را به دست آورده، سپس از رابطه‌ی چگالی، جرم اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد حجمی اتانول} = \frac{\text{حجم اتانول}}{\text{حجم اتانول} + \text{حجم آب}} \times 100$$

$$96 = \frac{\text{حجم اتانول}}{20} \times 100 \Rightarrow \text{حجم اتانول} = 19.2 \text{ ml}$$

$$d\left(\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right) = \frac{m(\text{g})}{V(\text{ml})} \Rightarrow 0.8 = \frac{m}{19.2} \Rightarrow m = 15.36 \text{ g اتانول}$$

۲۲۴- پاسخ گزینه‌ی ۳ پله‌ی اول: با توجه به اطلاعات تست می‌توان معادله‌ی سرعت را نوشت:

$$R = k[A]^2[B]^2$$

پله‌ی دوم: با قراردادن اعداد داده شده در معادله‌ی سرعت می‌توان ثابت سرعت را محاسبه کرد:

$$4 \times 10^{-4} = k[0.2]^2[0.4]^2 \Rightarrow k = 0.0625 \text{ L}^3 \cdot \text{mol}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$$

پله‌ی آخر: در مرحله‌ی آخر با توجه به معادله‌ی سرعت داریم:

$$\text{سرعت برابر شدن B} \times 2 = \text{سرعت برابر شدن A}$$

$$36 = (2)^2 \times (3)^2 = \text{سرعت برابر شدن A}$$

۲۲۵- پاسخ گزینه‌ی ۳ پله‌ی اول: ابتدا سرعت واکنش را در فاصله‌ی زمانی t_1 و t_2 محاسبه می‌کنیم:

تذکر: چون ضریب A یا B برابر یک است، می‌توان گفت سرعت متوسط واکنش برابر سرعت مصرف A یا سرعت تولید B است.

$$\text{بنابراین} \Rightarrow R_{\text{واکنش}} = R_A = R_B$$

t_1 در A	\Rightarrow	تعداد ذره‌های A در t_1	$= 22 \Rightarrow$	تعداد مول A در t_1	$= 22 \times 0.2 = 4.4 \text{ mol}$
t_2 در A	\Rightarrow	تعداد ذره‌های A در t_2	$= 14 \Rightarrow$	تعداد مول A در t_2	$= 14 \times 0.2 = 2.8 \text{ mol}$
t_3 در A	\Rightarrow	تعداد ذره‌های A در t_3	$= 9 \Rightarrow$	تعداد مول A در t_3	$= 9 \times 0.2 = 1.8 \text{ mol}$

$$R_{\text{واکنش}} = R_A = -\frac{(2.8 - 4.4) \text{ mol}}{10 \text{ min}} = \frac{1.6 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0.16 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$



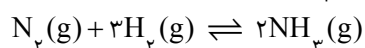
پلهی دوم: در مرحلهی بعد سرعت واکنش را در فاصلهی زمانی t_1 و t_3 محاسبه می‌کنیم:

$$R_{\text{واکنش}} = R_A = -\frac{(1/8 - 4/4) \text{ mol}}{20 \text{ min}} = \frac{2/6 \text{ mol}}{20 \text{ min}} = 0/13 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

پلهی آخر: در مرحلهی آخر نسبت سرعت متوسط واکنش در فاصلهی زمانی t_1 و t_3 به سرعت متوسط واکنش در فاصلهی زمانی t_3 و t_1 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{سرعت متوسط واکنش در فاصلهی زمانی } t_3 \text{ و } t_1}{\text{سرعت متوسط واکنش در فاصلهی زمانی } t_1 \text{ و } t_3} = \frac{0/16}{0/13} = 1/23$$

۲۲۶- پاسخ گزینهی ۱ بر اساس اطلاعات داده شده، مقدار Q (خارج قسمت) را به دست می‌آوریم:



$$[N_2] = \frac{0/2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2] = 0/2 \text{ gH}_2 \times \frac{1 \text{ molH}_2}{2 \text{ gH}_2} \times \frac{1}{1 \text{ L}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[NH_3] = 17 \text{ gNH}_3 \times \frac{1 \text{ molNH}_3}{17 \text{ gNH}_3} \times \frac{1}{1 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(1)^2}{(0/2)(0/1)^3} = 5 \times 10^7$$

چون $Q > K$ برای رسیدن به تعادل باید مقدار Q کاهش یافته (واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شود) تا این‌که به مقدار K برسد. بنابراین واکنش در جهت تجزیهی آمونیاک پیش می‌رود تا به تعادل برسد.

۲۲۷- پاسخ گزینهی ۱ با توجه به داده‌های تست می‌توان جدول محاسباتی زیر را تشکیل داد:

$$[CH_4]_{\text{اولیه}} = \frac{4 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2O]_{\text{اولیه}} = \frac{2/2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CH_4]_{\text{تعادل}} = \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

	$CH_4(g)$	$+ H_2O \rightleftharpoons$	$Co(g) +$	$3H_2(g)$
غلظت اولیه	۴		۰	۰
تغییر غلظت	-x		+x	+3x
غلظت تعادلی	۴-x		x	3x

$$غلظت تعادلی متان = 4 - x = 2 \Rightarrow x = 2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} [H_2O]_{\text{تعادلی}} = 2/2 - x = 2/2 - 2 = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \\ [CO]_{\text{تعادلی}} = x = 2 \text{ mol.L}^{-1} \\ [H_2]_{\text{تعادلی}} = 3x = 6 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

در انتها ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

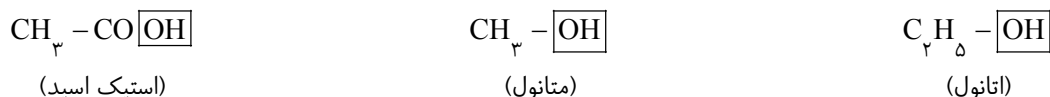
$$K = \frac{[CO][H_2]^3}{[CH_4][H_2O]} = \frac{(2) \times (6)^3}{(2) \times (0/2)} = 1080$$



۲۲۸- پاسخ گزینه‌ی ۴ بررسی گزینه‌ها:

(۱) K_W را ثابت یونش آب می‌گویند و مقدار آن به دما بستگی دارد.

(۲) بر طبق نظریه‌ی دیوی در ترکیبات اکسیژن‌دار، هیدروژن‌هایی اسیدی هستند که به اکسیژن متصل باشند. بنابراین:

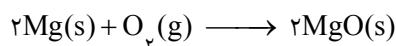


(۳) ترتیب قدرت بازی آمین‌ها به صورت زیر است:

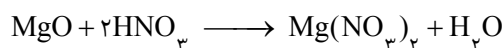
آمونیاک > آمین نوع سوم > آمین نوع اول > آمین نوع دوم: قدرت بازی

بنابراین قدرت بازی متیل آمین (آمین نوع اول) از آمونیاک بیش‌تر است. پس pH محلول متیل آمین از آمونیاک بیش‌تر خواهد بود.

(۴) واکنش سوختن منیزیم به صورت زیر است:

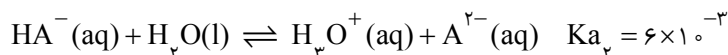
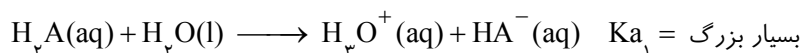


و واکنش منیزیم اکسید با نیتریک اسید به صورت زیر است:



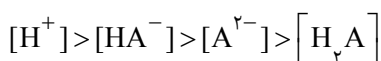
که هر مول از آن می‌تواند ۲ مول نیتریک اسید را خنثی کند.

۲۲۹- پاسخ گزینه‌ی ۲ ابتدا مراحل تفکیک اسید دو پروتونی H_2A رامی‌نویسیم:



تفکیک مرحله‌ی اول به صورت یک‌طرفه است، زیرا K_{a1} آن بسیار بزرگ است.

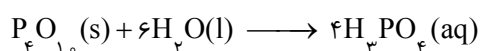
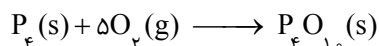
ترتیب غلظت همه‌ی گونه‌های موجود در ظرف به صورت زیر است:



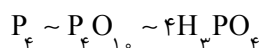
غلظت $[\text{H}_2\text{A}]$ برخلاف انتظار از همه کم‌تر است. به دلیل قوی بودن اسید (بسیار بزرگ K_{a1}) تفکیک مرحله‌ی اول به صورت کامل

انجام می‌شود و غلظت $[\text{H}_2\text{A}]$ تقریباً به صفر می‌رسد.

۲۳۰- پاسخ گزینه‌ی ۳ پله‌ی اول: ابتدا واکنش سوختن فسفر سفید و انحلال فرآورده‌ی حاصل را در آب می‌نویسیم:



پله‌ی دوم: در این مرحله مشخص می‌کنیم که از سوختن $37/2 \times 10^{-3} \text{ g}$ فسفر سفید در نهایت چند مول فسفریک اسید طبق معادله‌های بالا حاصل می‌شود:



$$\frac{\overbrace{(\text{P}_4)}^{\text{گرم (g)}}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\overbrace{(\text{H}_3\text{PO}_4)}^{\text{mol}}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{37/2 \times 10^{-3}}{1 \times 124} = \frac{? \text{ mol}}{4} \Rightarrow ? \text{ mol H}_3\text{PO}_4 = 0.0012$$

پله‌ی سوم: غلظت H_3PO_4 را که در یک لیتر آب حل شده به دست می‌آوریم:

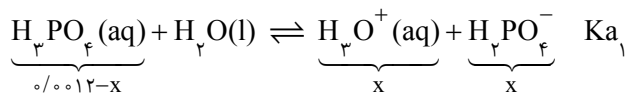


$$[H_3PO_4] = \frac{\text{mol}}{V(l)} = \frac{0.0012}{1} = 0.0012 \text{ mol.L}^{-1}$$

پلهی آخر: در این مرحله ثابت تفکیک مرحلهی اول اسید چند پروتونی H_3PO_4 را به دست می آوریم:

$$PH = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

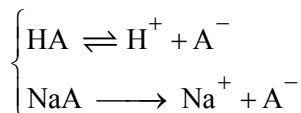
$$[H_3PO_4] = 0.0012 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$\text{چون } [H_3O^+] = x = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [H_2PO_4^-] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow K_{a1} = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = \frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{1/2 \times 10^{-3} - 10^{-3}} = 5 \times 10^{-3}$$

۲۳۱- پاسخ گزینهی ۴ محلول بافر شامل یک اسید ضعیف و نمک آن با باز قوی (مثلاً NaOH) است که در آن تعادل زیر برقرار



است:

با افزودن مقداری NaOH (OH^-) با بافر فوق، OH^- افزوده شده با HA (اسید) واکنش داده و تعادل در جهت رفت جابه جا می شود. افزودن ۱/۶ گرم به ۲۰۰ میلی لیتر محلول بافر به معنای افزودن ۰.۰۴ mol OH^- است:

$$? \text{ mol NaOH} = 1/6 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.04$$

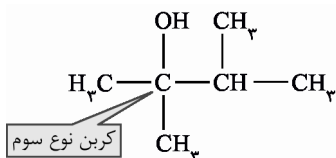
با افزودن ۰.۰۴ مول OH^- به ۰.۰۲ مول HA، $(? \text{ mol HA} = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.2 \text{ L} = 0.02)$ در نهایت ۰.۰۲ مول OH^- در محلول

باقی می ماند. برای محاسبه ی غلظت OH^- می توان نوشت:

$$[OH^-] = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-1} = 1$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH + 1 - 14 \Rightarrow PH = 13$$



کربن نوع سوم

۲، ۳ - دی متیل - ۲ - بوتانول یک الکل نوع سوم است:

۲۳۲- پاسخ گزینهی ۲

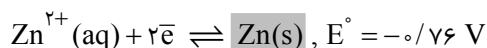
اگر شماره ی کربن شاخه ی فرعی آلکیلی با شماره کربن گروه عاملی یکسان باشد، الکل

نوع سوم است.

۲، ۳ - دی متیل - ۲ - بوتانول با ۳ - متیل - ۲ - پنتانول ایزومر است (تعداد کربن برابر دارند)، ولی الکل های نوع سوم در برابر اکسایش مقاومت می کنند.

پلهی اول: ابتدا نیم واکنش ها را به ترتیب جدول پتانسیل کاهش مرتب می کنیم:

۲۳۳- پاسخ گزینهی ۴





در جدول پتانسیل الکترودی همیشه گونه‌ی سمت راست بالایی با گونه‌ی سمت چپ پایینی واکنش می‌دهد. در غیر این صورت واکنشی انجام نمی‌شود. بنابراین واکنش: $(Zn(s) + M^{2+}(aq) \longrightarrow)$ انجام‌پذیر و واکنش: $(Zn^{2+}(aq) + M \longrightarrow)$ انجام‌ناپذیر یا غیر خودبه‌خودی است.

پله‌ی دوم: در این مرحله، E° واکنش $M(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow M^{2+}(aq) + Zn(s)$ را محاسبه می‌کنیم:

گونه‌ی اکسایش‌یافته

گونه‌ی کاهش‌یافته

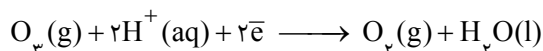
$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{گونه‌ی کاهش‌یافته}} - E^\circ_{\text{گونه‌ی اکسایش‌یافته}}$$

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = -0.76 - (0.13) = -0.63 \text{ V}$$

نتیجه‌گیری: در سلول‌های الکترولیتی یک واکنش اکسایش-کاهش غیر خودبه‌خودی با صرف انرژی الکتریکی از یک منبع بیرونی انجام می‌گیرد.

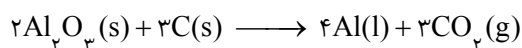
۲۳۴- پاسخ گزینه‌ی ۳ بررسی گزینه‌ها:

(۱) در موازنه‌ی بار واکنش داده‌شده، ضریب e^- برابر ۲ می‌شود:



(۲) در سلول‌های الکترولیتی، آند قطب مثبت بوده ولی اصولاً الکترودها در سلول‌های الکترولیتی در واکنش‌های اکسایش-کاهش شرکت نمی‌کنند. بنابراین با پیشرفت واکنش معمولاً تغییر جرم نمی‌دهند.

(۳) واکنش کلی فرایند هال به‌صورت زیر است:



در این قسمت می‌خواهیم ببینیم به‌ازای تولید ۱۳۵ گرم Al در کاند چند مول گاز CO_2 در آند تشکیل می‌شود.

$$\frac{\overbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}^{(Al) \text{ گرم (g)}}}{\text{ضریب}} = \frac{\overbrace{\text{مول}}^{(CO_2) \text{ مول}}}{\text{ضریب}}$$

$$\frac{135}{4 \times 27} = \frac{? \text{ mol}}{3} \Rightarrow ? \text{ mol } CO_2 = 3/75$$

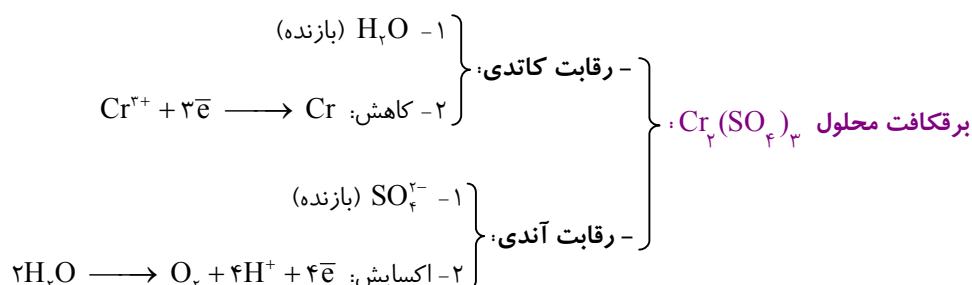
(۴) در فرایند اکسایش الکل نوع اول به آلدهید، کربن متصل به گروه عاملی $-OH$ ، ۲ درجه اکسایش می‌یابد و در فرایند اکسایش

آلدهید به کربوکسیلیک اسید، کربن گروه عاملی آلدهید ۲ درجه اکسایش می‌یابد. بنابراین در کل در فرایند اکسایش الکل نوع اول به کربوکسیلیک اسید، عدد اکسایش اتم کربن متصل به OH ، ۴ واحد افزایش می‌یابد.

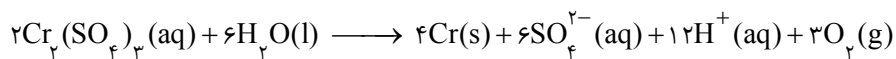
۲۳۵- پاسخ گزینه‌ی ۲ اگر در آبکاری هر قطعه حدود ۰.۰۴٪ گرم فلز کروم، روی قطعه قرار می‌گیرد، پس به‌ازای آبکاری هزار

نمونه از همان قطعه حدود ۱۰/۴ گرم فلز کروم به‌دست می‌آید.

پله‌ی اول: در این مرحله، فرایند برقافت $Cr_2(SO_4)_3$ را نوشته و معادله‌ی کلی آن را به‌دست می‌آوریم:



معادله‌ی کلی واکنش را پس از موازنه‌ی بار به‌صورت زیر می‌نویسیم:



پلهی دوم: در این مرحله می‌خواهیم ببینیم به‌ازای تولید ۱۰/۴ گرم فلز کروم چند گرم کروم III سولفات با خلوص ۸۰ درصد نیاز است:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم} \times \frac{P}{100}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم} \times \frac{P}{100}}$$

$$\frac{? \text{ g} \times \frac{80}{100}}{2 \times 392} = \frac{10/4}{4 \times 52} \Rightarrow ? \text{ gCr}_3(\text{SO}_4)_3 = 49$$

دکتر رضا بابایی

مهندس علی‌رضا علمداری

مهندس محمدرضا مصالایی