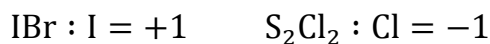


پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت
۱-گزینه د



۲-گزینه ب

عنصر D می تواند به گروه ۱۵ یا ۱۷ تعلق داشته باشد. پس عناصر A تا E به یک دوره از جدول تناوبی تعلق دارند.

۳-گزینه الف

بر اساس معادله واکنش سرعت واکنش $\frac{1}{3}$ سرعت مصرف A می باشد. با توجه به جدول ارائه شده سرعت واکنش از رابطه زیر بدست می آید:

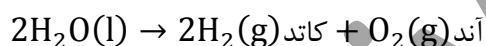
$$R = k[A]^2[B] \rightarrow \frac{1.44 \times 10^{-4}}{3} = k \times 0.2^2 \times 0.1 \rightarrow k = 0.012$$

۴-گزینه ب

هر چقدر مقدار pK_a افزایش یابد مقدار قدرت اسیدی کاهش می یابد. در حالیکه به دلیل الکترونگاتیوی بیشتر کلر نسبت به برم قدرت اسیدی هیپو کلرو از هیپو برم می باشد

۵-گزینه ب

واکنش الکترولیز آب:



همان طور که از واکنش پیداست. حجم گاز هیدروژن تولیدی در قطب منفی (کاتد) دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدی در قطب مثبت (آند) می باشد

۶-گزینه الف

۷-گزینه ج

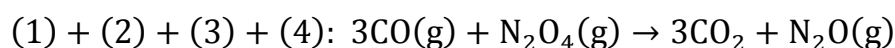
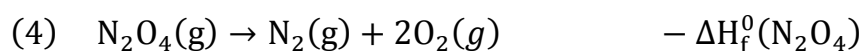
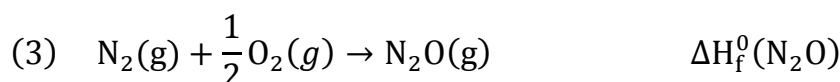
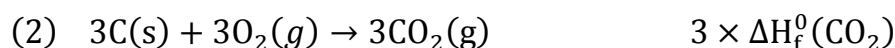
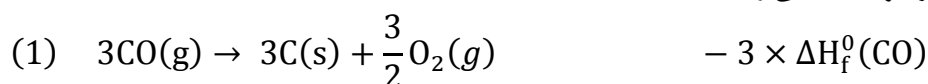
آند همان قطب مثبت و کاتد قطب منفی می باشد. در محلول غلیظ NaCl در آند گاز کلر و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول رقیق NaCl در آند گاز اکسیژن و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول آبی CuI_2 در کاتد مس و در آند ید تولید می شود. در محلول AgNO_3 در کاتد نقره و در آند گاز اکسیژن تولید می شود. در محلول آلومین در کریولیت مذاب در کاتد آلومینیوم و در آند گاز دی اکسید کربن تولید می شود

۸-گزینه ج

اولین بار فلوئور از الکترولیز مخلوط HF و KF بدست آمد

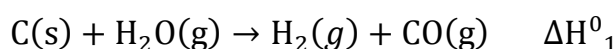
۹-گزینه الف

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت



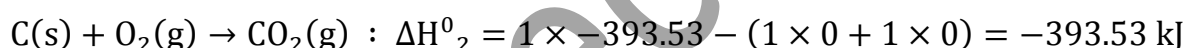
$$\begin{aligned} \rightarrow \Delta H^0 &= -3 \times (\Delta H_f^0(\text{CO}) - \Delta H_f^0(\text{CO}_2)) + (\Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}) - \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}_4)) \\ &= -3 \times 282.98 + 71.3 = -777.64 \text{ kJ} \end{aligned}$$

۱۰- گزینه الف



$$\Delta H^0_1 = \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآورده‌ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده‌ها}$$

$$\rightarrow \Delta H^0_1 = (1 \times 0 + 1 \times -110.53) - (1 \times 0 + 1 \times -241.81) = 131.28 \text{ kJ}$$



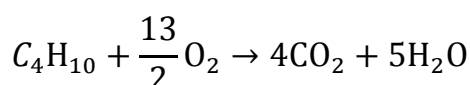
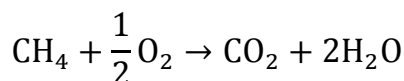
$$x \text{ g C} \times \frac{-393.53 \text{ kJ}}{12 \text{ g C}} = 131.28 \text{ kJ} \rightarrow x = 4 \text{ g C}$$

۱۱- گزینه د

$$x = \text{مول متان} \quad y = \text{مول بوتان} \rightarrow x + y = 1 \quad (\text{I})$$

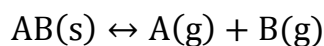
$$x \text{ mol متان} \times \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 890x \text{ kJ} \quad y \text{ mol بوتان} \times \frac{2877 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 2877y \text{ kJ}$$

$$\rightarrow 890 \times x + 2877 \times y = 1386.75 \quad (\text{II}) \rightarrow (\text{I}), (\text{II}): x = 0.75 \quad y = 0.25$$



$$\begin{aligned} \rightarrow \text{mol H}_2\text{O} &= 0.75 \times 2 + 5 \times 0.25 = 2.75 \rightarrow 2.75 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 49.5 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

۱۲- گزینه د



$$1 - x \quad x \quad x$$

$$K = [A] \times [B], [A] = [B] \rightarrow [A] = \sqrt{0.09} = 0.3 \text{ مولار}$$

$$0.3 \frac{\text{mol A}}{\text{L}} \times 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol A} \rightarrow 1 - x = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ mol AB(s)}$$

۱۳- گزینه ب

$$23 = \Delta H_{\text{P-P}}^0 + \Delta H_{\text{H-H}}^0 - \Delta H_{\text{P-H}}^0 = \frac{1}{4} \times 1334 + \frac{3}{2} \times 435 - 3 \times \Delta H_{\text{P-H}}^0 \rightarrow \Delta H_{\text{P-H}}^0 \\ = 321 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

۱۴- گزینه د

$$100 \times C_{\text{Ag}} \times (12.6 - 40) + 60 \times 4.18 \times (12.6 - 10) = 0 \rightarrow C_{\text{Ag}} \\ = 0.238 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

۱۵- گزینه الف

$$\Delta H^0_{\text{سوختن}} = \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ ها واکنش دهند ه} \\ -1297.89 = 2 \times -393.51 - 285.49 - (\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) + 0) \rightarrow \Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) \\ = +225.38 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

۱۶- گزینه ج

سرعت تولید نیتروژن بر اساس معادله واکنش نصف سرعت مصرف هیدروژن می باشد پس خواهیم داشت:

$$\overline{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \rightarrow \Delta[\text{N}_2] = 0.5 \text{ min} \times \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با در نظر گرفتن شرایط STP :

$$\rightarrow 0.25 = \frac{16.8 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2}}{V} \rightarrow V = 3 \text{ L}$$

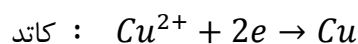
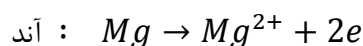
۱۷- گزینه الف

هر گاه محلولی شامل اسید ضعیف HA را به میزان 10^n مرتبه رقیق نماییم. pH محلول به میزان $\frac{n}{2}$ افزایش می یابد.

۱۸- گزینه ج

در گونه ای که در آن اتم مرکزی بالاترین درجه اکسایش ممکن را دارا می باشد. آن گونه تنها نقش اکسند را خواهد داشت. عدد اکسایش گوگرد در ترکیب SO_3 ماکزیمم مقدار خود یعنی ۶+ می باشد.

۱۹- گزینه ب



$$1.28 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{24 \text{ g Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = 0.48 \text{ g Mg}^{2+} \rightarrow \frac{0.48}{48} \times 100 = 1\%$$

۲۰- گزینه ج

به دلیل کاهش شدید انرژی نخستین یونش از E به F می توان نتیجه گرفت که F به گروه اول جدول تناوبی تعلق دارد. پس عناصر به ترتیب به گروه ۴ تا ۱ اصلی تعلق دارند. AD_4 دارای ساختار چهاروجهی بوده در نتیجه ناقطبی می باشد.

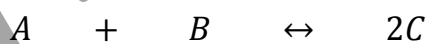
۲۱- گزینه ب

پرمنگنات یک اکسند قوی می باشد و سبب کاهش یون Cr^{2+} می شود.

۲۲- گزینه ب

B: $[B]_0$ غلظت اولیه

بعد از برقراری تعادل:

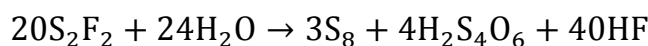


$$2x = 0.1[B]_0 \rightarrow x = 0.05[B]_0$$

$$\rightarrow K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{0.1^2[B]_0^2}{(2.95[B]_0)(0.95[B]_0)} = 0.0035$$

۲۳-گزینه الف

۲۴-گزینه د



۲۵-گزینه ب

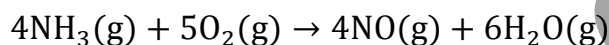
تعداد مول گاز هلیوم و نئون را به ترتیب برابر با X و Y در نظر می گیریم و فرض می کنیم ۱ لیتر از مخلوط مورد نظر داریم. خواهیم داشت:

$$1L \text{ مخلوط} \times 0.423 \frac{g}{L} \text{ مخلوط} = 0.423 g \text{ مخلوط} \rightarrow 4x + 28y = 0.423$$

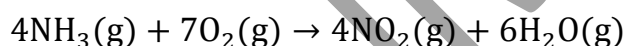
$$1 L \text{ مخلوط} \times \frac{1 \text{ mol مخلوط}}{22.4 L \text{ مخلوط}} = 0.0446 \text{ mol مخلوط} \rightarrow x + y = 0.0446$$

$$\rightarrow x = 0.0344, \quad y = 0.0101 \rightarrow \%He = \frac{0.0344 \times 4}{0.423} \times 100 = 32.5\%$$

۲۶-گزینه د



$$x \text{ mol } NH_3 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.25x \text{ mol } O_2$$

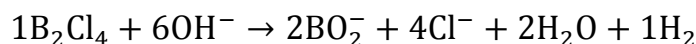


$$y \text{ mol } NH_3 \times \frac{7 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.75y \text{ mol } O_2$$

$$\rightarrow (x + y) \times 17 = 6.8 \quad (1.25x + 1.75y) \times 32 = 20.8 \rightarrow x = 0.1 \quad y = 0.3$$

$$\begin{aligned} \rightarrow 0.1 \text{ mol } NH_3 \times \frac{4 \text{ mol } NO}{4 \text{ mol } NH_3} &= 0.1 \text{ mol } NO \rightarrow 0.1 \times 30 = 3 g \text{ NO} \rightarrow \%NO \\ &= \frac{3}{50 + 6.8} \times 100 = 5.3\% \end{aligned}$$

۲۷-گزینه الف



۲۸-گزینه ج

$$\text{HNO}_3, \text{pH} = 2.5, V = 40 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2.5} \rightarrow \text{mol H}^+ = 10^{-2.5} \times 0.04 \\ = 1.26 \times 10^{-4}$$

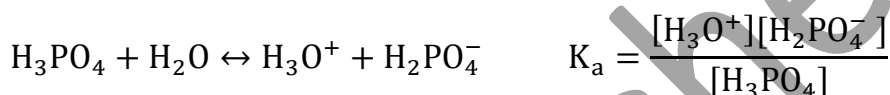
$$\text{H}_2\text{SO}_4, [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.001, V = 30 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 0.001 \rightarrow \text{mol H}^+ \\ = 0.002 \times 0.03 = 6 \times 10^{-5}$$

$$\text{KOH}, [\text{KOH}] = 0.01, V = 20 \text{ ml} \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01 \rightarrow \text{mol OH}^- = 0.01 \times 0.02 \\ = 2 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{\text{mol OH}^-}{V} = \frac{2 \times 10^{-4} - (6 \times 10^{-5} + 1.26 \times 10^{-4})}{0.03 + 0.02 + 0.04} = 1.55 \times 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = -\log(1.55 \times 10^{-4}) = 3.8 \rightarrow \text{pH} = 14 - 3.8 = 10.18$$

۲۹-گزینه ج



به دلیل ضعیف بودن اسید از تفکیک بیشتر اسید صرف نظر می شود و می توان نوشت:

$$[\text{H}_3\text{PO}_4] = 0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+] \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \rightarrow 7.08 \times 10^{-3} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0088 \rightarrow \text{pH} \\ = 2.055$$

۳۰-گزینه الف

تعداد مول NO_2 و N_2O_4 را به ترتیب برابر x و y در نظر می گیریم

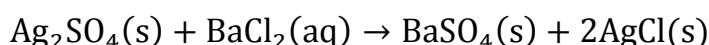
$$\text{STP: } (x + y) \times 22.4 = 8.96$$

$$92 \times x + 46 \times y = 34.5$$

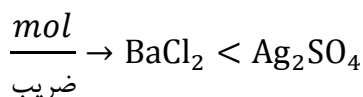
$$\rightarrow x = 0.35 \quad y = 0.05 \rightarrow [\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0.35}{8.96} = 0.04 \quad [\text{NO}_2] = \frac{0.05}{8.96} = 5.58 \times 10^{-3}$$

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 7.98 \times 10^{-4} \approx 8 \times 10^{-4}$$

۳۱-گزینه ب



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت
از آنجائیکه:



نتیجه می گیریم که $BaCl_2$ محدود کننده می باشد

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{233 \text{ g } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.0485 \text{ g } BaSO_4$$

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{2 \text{ mol } AgCl}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.2915 \text{ g } AgCl$$

$$جرم رسوب: 1.2915 + 1.0485 = 2.34 \text{ g}$$

۳۲- گزینه د



$$(1): (x + y) \times (2x)^2 = 1.6 \times 10^{-5}$$

$$(2): (x + y) \times (2y)^2 = 4 \times 10^{-5}$$

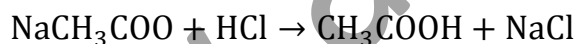
$$\rightarrow \frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{y^2}{x^2} = 2.5, \quad y = 1.58x$$

$$\rightarrow (2): (x + y) \times (2y)^2 = (x + 1.58x) \times (2 \times 1.58x)^2 = 4 \times 10^{-5} \rightarrow x$$

$$= 0.01158, y = 0.0183$$

$$\rightarrow [M^{2+}] = x + y \approx 0.03$$

۳۳- گزینه ج



$$mmol \text{ NaCH}_3\text{COO} = 0.1 \times 250 = 25 \quad mmol \text{ HCl} = 0.25 \times 100 = 25$$

واکنش به طور کامل انجام می شود و محدود کننده نداریم.

$$25 \text{ mmol HCl} \times \frac{1 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mmol HCl}} = 25 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{25}{100 + 250} = 0.0714 \rightarrow pC_a = 1.146$$

pH اسید های ضعیف را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pC_a) = \frac{1}{2}(4.76 + 1.146) = 2.96$$

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی

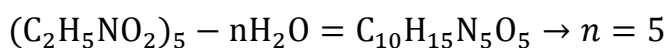
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت

۳۴-گزینه ج

در آمیدها گروه کربونیل مجاور نیتروژن خاصیت الکترون کشندگی دارد و از طرفی پیوند دوگانه گروه کربونیل با الکترون های منفرد نیتروژن در رزونانس می باشند. در نتیجه قدرت بازی آمیدها کمتر از آمین ها می باشد.

۳۵-گزینه ب

به ازای تشکیل هر پیوند پپتیدی یک مولکول آب از ساختار مولکول حذف می شود. از طرفی فرمول مولکولی گلیسین به صورت $C_2H_5NO_2$ می باشد. در صورتی که تعداد پیوند پپتیدی را با n نشان دهیم خواهیم داشت:



در صورتی که پنتاپپتید مورد نظر به صورتی خطی می بود باید ۴ پیوند پپتیدی می داشتیم. وجود ۵ پیوند پپتیدی بیانگر حلقوی بودن پنتاپپتید مورد نظر می باشد. در ساختار حلقوی نیز با جایگزین کردن یک آمینو اسید تنها یک ساختار خواهیم داشت.

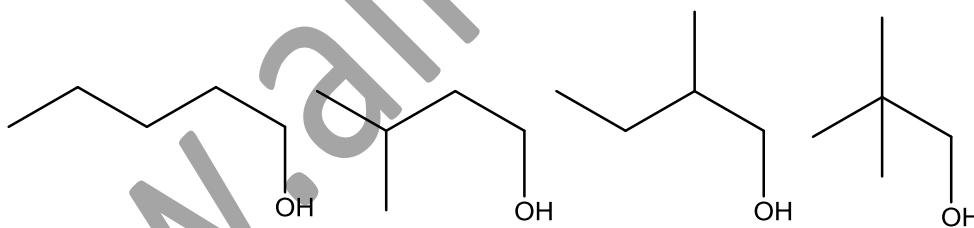
۳۶-گزینه ج

وجود گروه های الکترون دهنده مانند آلکیل ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را کاهش می دهد و وجود گروه های الکترون کشنده مانند هالوژن ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را افزایش می دهد.

۳۷-گزینه ب

تنها الکل های نوع اول در اثر اکسایش به آلدهید تبدیل می شوند

ساختار های محتمل برای A



۳۸-گزینه الف

۳۹-گزینه د

آمین ها خاصیت بازی دارند و در واکنش با اسید های آلی تشکیل نمک می دهند

۴۰-گزینه د

در طی واکنش H^+ از آنزیم دریافت می شود و تنها در تبدیل گزینه ۴ آنزیم H^+ آزاد می کند