

شیمی دوازدهم کنکور سراسری ۹۹

پاسخ‌های تشریحی

فصل اول

۱-۲ معادله یونش اسید ضعیف به صورت



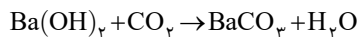
$$[H^+] = [A^-] = 10^{-pH} = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \quad [HA] = M - [H^+]$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{(10^{-2})(10^{-2})}{M - 10^{-2}} \Rightarrow M = 2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

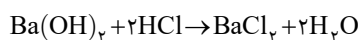
سپس مقدار مول اسید HA حل شده در ۱۰۰ میلی لیتر محلول را محاسبه می کنیم:

$$M = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \frac{\text{مول اولیه اسید HA}}{0.1 \text{ L}} \Rightarrow \text{مول اولیه اسید HA} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{اکنون جرم مولی اسید HA را به دست می آوریم:} \quad \text{جرم مولی HA} = \frac{\text{جرم اسید HA}}{\text{مقدار مول اسید HA}} = \frac{0.258 \text{ g}}{2 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 129 \text{ g mol}^{-1}$$



۲-۳ معادله موازنه شده این دو واکنش به صورت زیر است:



ابتدا مقدار $Ba(OH)_2$ مصرف شده در واکنش دوم را محاسبه می کنیم.

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol } Ba(OH)_2 = 23.6 \text{ mL HCl محلول} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } Ba(OH)_2}{2 \text{ mol HCl}} = 1.18 \times 10^{-5} \text{ mol } Ba(OH)_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مصرفی } Ba(OH)_2}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مصرفی HCl}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1} = \frac{1.18 \times 10^{-5} \text{ mol}}{2} \Rightarrow x = 1.18 \times 10^{-5} \text{ mol } Ba(OH)_2$$

حال به کمک رابطه زیر مقدار $Ba(OH)_2$ مصرف شده در واکنش اول را به دست می آوریم.

$$\text{مول } Ba(OH)_2 \text{ مصرف شده در واکنش اول} + \text{مول } Ba(OH)_2 \text{ مصرف شده در واکنش دوم} = \text{مول اولیه } Ba(OH)_2$$

$$\text{مول } Ba(OH)_2 \text{ مصرف شده در واکنش اول} = 1.18 \times 10^{-5} \text{ mol} + 5.0 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1.18 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \text{مول } Ba(OH)_2 \text{ مصرف شده در واکنش اول} = 1.32 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

در نهایت جرم CO_2 موجود در مخلوط اولیه که در واکنش اول مصرف می شود را به دست می آوریم و غلظت آن را در مخلوط اولیه محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g } CO_2 = 1.32 \times 10^{-5} \text{ mol } Ba(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{1000 \text{ mg } CO_2}{1 \text{ g } CO_2} = 580.8 \text{ mg } CO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول } Ba(OH)_2}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } CO_2}{\text{ضریب جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1.32 \times 10^{-5}}{1} = \frac{x}{44 \times 1} \Rightarrow x = 580.8 \text{ mg } CO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$CO_2 \text{ غلظت} = \frac{580.8 \text{ mg}}{2 \text{ L}} = 290.4 \text{ mg L}^{-1}$$

۳-۴

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/4} = 10^{-0.25} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[H^+] = \alpha \cdot M \Rightarrow 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1} \times M \Rightarrow M = 2 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$$

$$M = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2 \times 10^{-1} = \frac{x \text{ mol HA}}{200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}} \Rightarrow x = 4 \times 10^{-2} \text{ mol HA}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol HA} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol HA}} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{100 \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص}}{80 \text{ g NaHCO}_3 \text{ خالص}} = 4/2 \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص}$$

$$\frac{\text{مول HA}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم NaHCO}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{x \times \frac{80}{100}}{1} = \frac{4 \times 10^{-2}}{84 \times 1} \Rightarrow x = 4/2 \text{ g NaHCO}_3 \text{ ناخالص}$$

روش دوم (تناسب):

۴ عبارتهای اول و دوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با توجه به برابری pH می‌توان گفت که $[H^+]$ در هر دو محلول برابر و غلظت X^- و Y^- نیز در هر دو محلول برابر است. از این رو به علت برابری حجم هر دو محلول، شمار یون‌های هر دو محلول برابر می‌باشد.

$$\text{عبارت دوم: مقدار مول HX و HY را محاسبه می‌کنیم:} \quad \text{mol HX} = \frac{18}{60} = 0/3 \quad \text{mol HY} = \frac{10}{50} = 0/2$$

با توجه به اینکه مول اولیه اسیدها با هم برابر نیست ولی pH هر دو محلول یکسان است، می‌توان نتیجه گرفت که شمار گونه‌های موجود دو محلول نابرابر است. عبارت سوم: مقدار مول HY حل‌شده در آب کمتر از مول HX حل‌شده در آب است ولی pH محلول‌های حاصل با یکدیگر برابر است، پس HY اسید قوی‌تری بوده و K_a بزرگ‌تری دارد.

عبارت‌های چهارم و پنجم: با توجه به برابری PH، داریم:

$$[H^+]_{HX} = [H^+]_{HY} \Rightarrow M_{HX} \alpha_{HX} = M_{HY} \alpha_{HY} \Rightarrow \frac{\alpha_{HY}}{\alpha_{HX}} = \frac{M_{HX}}{M_{HY}} = \frac{\frac{\text{mol HX}}{V}}{\frac{\text{mol HY}}{V}} = \frac{\text{mol HX}}{\text{mol HY}} = \frac{0/3}{0/2} = 1/5$$

درجه یونش HX، $\frac{2}{3}$ برابر درجه یونش HY است.

۵ ابتدا باید محاسبه کنیم که چند گرم آب می‌تواند ۴/۸ میلی‌لیتر از یک محلول را به ۵/۲۵ غلظت اولیه آن برساند.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow M_1 \times 4/8 = 5/25 M_2 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 4/8 \times 4 = 19/2 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow \text{جرم آب اضافه شده} = 19/2 - 4/8 = 14/4 \text{ g}$$

مقدار MOH خالص مصرفی در واکنش با اسید جرب و جرم MOH خالص موجود در نمونه اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g MOH مصرفی} = 14/4 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol MOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{40 \text{ g MOH}}{1 \text{ mol MOH}} = 32 \text{ g MOH مصرفی}$$

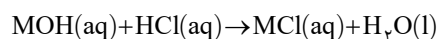
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم MOH مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{14/4}{18 \times 1} = \frac{x}{40 \times 1} \Rightarrow x = 32 \text{ g MOH مصرفی}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{خالص MOH} = 50/25 \text{ g MOH} \times \frac{67 \text{ g MOH خالص}}{100 \text{ g MOH ناخالص}} = 75 \text{ g MOH خالص موجود در نمونه اولیه}$$

$$\text{درصد MOH مصرفی} = \frac{32}{50/25} \times 100 \approx 64\%$$



باقی‌مانده MOH با HCl واکنش می‌دهد:

$$\text{جرم MOH خالص باقی‌مانده} = 50/25 - 32 = 18/25 \text{ g MOH}$$

$$? \text{ g HCl} = 18/25 \text{ g MOH} \times \frac{1 \text{ mol MOH}}{40 \text{ g MOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol MOH}} \times \frac{36/5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 16/65 \text{ g HCl}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم MOH باقی‌مانده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم HCl}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{18/25}{40 \times 1} = \frac{x}{36/5 \times 1} \Rightarrow x = 16/65 \text{ g HCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$C = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم (لیتر)}} = \frac{16/65 \text{ g HCl}}{0/5 \text{ Lit}} = 33 \text{ g.L}^{-1}$$

۶ عبارتهای (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): بعضی بازهای آرنیوس مثل NH_3 در ساختار خود یون هیدروکسید ندارند.

عبارت (پ): معادله واکنش میان سولفوریک اسید و سدیم هیدروکسید به صورت $2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4\text{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$ است. با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد می‌توان نتیجه گرفت که ۵۰٪ مول سولفوریک اسید با یک مول سدیم هیدروکسید خنثی می‌شود.

عبارت (ت): HNO_3 یک اسید قوی و HCN یک اسید ضعیف است. معادله یونش اسیدهای قوی برگشت‌ناپذیر و یک طرفه و معادله یونش اسیدهای ضعیف برگشت‌پذیر و تعادلی است.

۷ با محاسبه $[H^+]$ و M به مقدار K_a و از K_a به درجه یونش می‌رسیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-4/22} = 10^{-4} \times 10^{-2/22} = 10^{-4} \times 10^{-0.09} = 6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{20}{1} = 20\% \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به غلظت اولیه اسید و غلظت بسیار کم H^+ در محلول آن می‌توان نتیجه گرفت که اسید HA بسیار ضعیف است.

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} \Rightarrow 6 \times 10^{-5} = \sqrt{K_a \times 20} \Rightarrow K_a = 3/6 \times 10^{-7}$$

$$K_a = M \cdot \alpha^2 \Rightarrow 3/6 \times 10^{-7} = 10^{-2} \times \alpha^2 \Rightarrow \alpha = 0.006 \Rightarrow \alpha = 0.6\%$$

۸ مقایسه شدت نور و روشنایی لامپ‌ها به صورت $b > d > a > c$ است، البته لامپ c اصلاً روشن نشده است. می‌دانیم هر چه شمار یون‌ها در

محلول بیشتر باشد، رسانایی محلول نیز بیشتر بوده و شدت روشنایی لامپ نیز بیشتر می‌شود. بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): شدت روشنایی در لامپ d بیشتر از لامپ a است؛ بنابراین d الکترولیتی قوی‌تر از a است.

گزینه (۲): محلول b رسانایی بالایی دارد، بنابراین b در محلول به خوبی به یون‌های سازنده خود تفکیک می‌شود.

گزینه (۳): در شکل c ، لامپ روشن نشده است، پس در محلول آن یون وجود ندارد و ماده c در آب به صورت مولکولی حل شده است. از این رو c می‌تواند اتانول باشد که در آب با تشکیل پیوند هیدروژنی حل شود.

گزینه (۴): سدیم کلرید ($NaCl$) و پتاسیم هیدروکسید (KOH) هر دو از الکترولیت‌های قوی هستند که در محلول 1 مولار هر دوی آن‌ها 2 مول یون وجود دارد.

عنصر	A	D	X	Y	Z
عدد اتمی	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

۹ عبارتهای دوم و پنجم نادرست‌اند. با توجه به اینکه عناصر داده شده عناصرهای متوالی در

جدول تناوبی بوده و Y نیز گازی تک‌اتمی (یعنی گاز نجیب) است، همچنین مجموع عدد اتمی این عناصرها برابر 45 است، بنابراین عدد اتمی و شماره گروه این عناصرها مشخص می‌شود:

پس عناصر A, D, X, Y, Z به ترتیب ${}_7N, {}_8O, {}_9F, {}_{10}Ne$ و ${}_{11}Na$ هستند. بررسی گزینه‌ها:

عبارت اول: اسید HX در واقع همان HF است که اسیدی ضعیف بوده و یونش آن در آب تعادلی است.

عبارت دوم: عنصر A ، نیتروژن بوده و اسیدهای اکسیژن‌دار آن HNO_2 و HNO_3 است. HNO_3 اسید قوی بوده و یونش آن در آب کامل است؛ در حالی که HNO_2 اسیدی ضعیف بوده و یونش آن در آب جزئی است.

عبارت سوم: DX_3 در واقع OF_3 است که عدد اکسایش اکسیژن در آن $(+2)$ است. بالاترین عدد اکسایش اتم اکسیژن $(+2)$ است.

عبارت چهارم: ترکیب حاصل از واکنش عنصر Z با D به صورت Z_3D (Na_3O) است. می‌دانیم انرژی شبکه و نقطه ذوب Na_3O بالاتر از LiF است، زیرا مجموع بار آنیون و کاتیون در Na_3O بیشتر از LiF است.

عبارت پنجم: ترکیب هیدروژن‌دار پایدار D ، H_2O است که ساختاری مشابه H_2S دارد، اما ویژگی‌های فیزیکی این دو ترکیب مشابه نیست.

۱۰ عبارتهای اول و سوم درست‌اند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: بیشتر اسیدها و بازهای شناخته شده ضعیف هستند.

عبارت دوم: در محلول 0.1 مولار HCN در دمای اتاق، $[CN^-] < 0.1$ است؛ زیرا HCN اسیدی ضعیف بوده و به میزان جزئی یونش می‌یابد.

عبارت سوم: در غلظت‌های برابر از دو اسید، محلول حاوی اسید قوی‌تر pH کوچک‌تری دارد. فرمیک اسید ($HCOOH$) و استیک اسید (CH_3COOH)

هر دو اسیدهای ضعیفی هستند. در میان این دو اسید قدرت اسیدی فرمیک اسید بیشتر است، پس pH محلول حاوی آن کوچک‌تر است.

عبارت چهارم: آمونیاک در آب بیشتر به صورت مولکولی حل می‌شود، بنابراین الکترولیتی ضعیف است.

۱۱ ابتدا باید ثابت یونش اسید HA را در دمای $25^\circ C$ به دست آوریم:

$$K_a(45^\circ C) = K_a(25^\circ C) + \frac{2 \times 12/5}{100} K_a(25^\circ C) = 1/25 K_a(25^\circ C) \Rightarrow 2 \times 10^{-4} = 1/25 K_a(25^\circ C) \Rightarrow K_a(25^\circ C) = 1/6 \times 10^{-4}$$

با توجه به اینکه $K_a < 10^{-3}$ است، HA اسید بسیار ضعیفی است. بنابراین می‌توانیم از رابطه $[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$ استفاده کنیم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{1/6 \times 10^{-4} \times 6} \Rightarrow [H^+] = 4 \times 10^{-2} \times \sqrt{0.6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-2} \sqrt{0.6}} \text{ mol.L}^{-1}$$

حال $[OH^-]$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-2} \sqrt{0.6}} = \frac{10^{-14}}{(4 \times 10^{-2} \sqrt{0.6})^2} = \frac{10^{-14}}{16 \times 10^{-4} \times 0.6} = 1/1 \times 10^{-11}$$

در انتها داریم:

در مورد قسمت دوم این تست، با توجه به اطلاعات مسئله، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دمای محلول، K_a افزایش یافته و غلظت H^+ افزایش و

غلظت OH^- کاهش می‌یابد. پس در دمای 3°C نسبت به دمای 2°C ، نسبت شمار یون‌های OH^- به شمار یون‌های H^+ کمتر است.

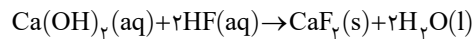
۱۲ **قسمت اول:** طبق الگوی زیر ابتدا درصد یونش HF را به دست می‌آوریم:

$$\text{pH} \xrightarrow{[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}} [\text{H}^+] \xrightarrow{[\text{H}^+] = M \cdot \alpha} \alpha \xrightarrow{\% \alpha = \alpha \times 100} \% \alpha$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.7} = 10^{-3} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = M \cdot \alpha = 2 \times 10^{-3} = 0.1 \times \alpha \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-2} \Rightarrow \% \alpha = 2$$

قسمت دوم: معادله واکنش را موازنه کرده و جرم رسوب CaF_2 را بر حسب میلی گرم به دست می‌آوریم:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mg CaF}_2 = 200 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{0.1 \text{ mol HF}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol CaF}_2}{2 \text{ mol HF}} \times \frac{78 \text{ g CaF}_2}{1 \text{ mol CaF}_2} \times \frac{1000 \text{ mg CaF}_2}{1 \text{ g CaF}_2} = 780 \text{ mg CaF}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{HF غلظت محلول} \times \text{حجم}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{CaF}_2 \text{ جرم}}{\text{ضرب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{0.1 \times 0.2}{2} = \frac{x}{78 \times 1} \Rightarrow x = 0.78 \text{ g} = 780 \text{ mg CaF}_2$$

۱۳ **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: اکسیدهای فلزی مثل CaO ، Na_2O ، Al_2O_3 و ... جامدهای یونی اکسیژن‌دار هستند که بر اثر انحلال در آب یون هیدروکسید تولید می‌کنند و باز آرنیوس به شمار می‌آیند.

عبارت دوم: کلسیم سولفات (CaSO_4) در آب کاملاً به صورت یونی حل می‌شود و الکترولیت قوی است، اما مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است و ترکیب کم محلول به حساب می‌آید. در واقع با وجود اینکه این ترکیب الکترولیت قوی است، اما به علت انحلال‌پذیری اندک، در محلول آن تعداد کمی یون وجود دارد و رسانایی الکتریکی ناچیزی دارند.

عبارت سوم: برخی ترکیبات مولکولی مثل NH_3 و HF در آب به مقدار کمی یونیده می‌شوند و محلول آن‌ها الکترولیت ضعیف است و به مقدار کمی رسانای جریان الکتریسیته می‌باشند.

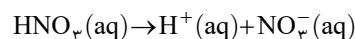
عبارت چهارم: در پایان فرایند یونش اسیدهای ضعیف، غلظت مولکول‌ها بسیار بیشتر از یون‌هاست. این فرایند تا جایی پیش می‌رود که غلظت یون‌ها و مولکول‌های یونش‌نیافته ثابت شود. (نه برابر!)

۱۴ ابتدا باید درجه یونش محلول اسید HA را بیابیم.

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \Rightarrow 0.1 = \frac{0.2 \times \alpha^2}{1-\alpha} \Rightarrow 2\alpha^2 = 1-\alpha \Rightarrow 2\alpha^2 + \alpha - 1 = 0 \Rightarrow \alpha = 0.5$$

$$[\text{H}^+] = M \cdot \alpha = 0.2 \times 0.5 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0.1 = 1$$



با توجه به اینکه نیتریک اسید، اسید قوی است، داریم:

$$[\text{H}^+] = [\text{HNO}_3] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{g}{L} = 0.1 \frac{\text{mol HNO}_3}{L} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 6.3 \text{ g.L}^{-1}$$

۱۵ ابتدا باید جرم NaOH در محلول اولیه و جرم محلول رقیق شده را به دست آوریم:

$$\text{جرم} \frac{1}{\text{mL}} = 4.8 \text{ mL محلول} \times \frac{1.5 \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} = 7.2 \text{ g}$$

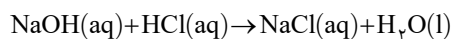
$$\text{جرم} \frac{\text{NaOH}}{\text{mL}} = \frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{\text{جرم NaOH}}{7.2} \times 100 \Rightarrow \text{جرم NaOH} = 3.6 \text{ g}$$

$$\text{جرم} \frac{\text{محلول}}{\text{mL}} = 750 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} = 750 \text{ g}$$

برای به دست آوردن غلظت یون Na^+ ، ابتدا باید جرم این یون را به دست آوریم:

$$? \text{ g Na}^+ = 3.6 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 2.07 \text{ g Na}^+$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم Na}^+}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{2.07}{750} \times 10^6 = 2760$$



معادله واکنش میان NaOH و HCl به صورت مقابل است:

$$? \text{ g HCl} = \frac{3}{6} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 3.285 \text{ g HCl}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{HCl درصد خلوص} = \frac{\text{جرم HCl خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100 = \frac{3.285}{7.3} \times 100 = 45\%$$

$$\frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم مولی NaOH}} = \frac{\text{جرم HCl} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی HCl}} \Rightarrow \frac{3}{40} = \frac{7.3 \times \frac{P}{100}}{36.5} \Rightarrow P = 45\%$$

روش دوم (تناسب):

۱۶ ابتدا باید غلظت یون OH^- را به دست آوریم:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{\text{mol}(\text{H}_3\text{O}^+)}{V} = \frac{2/5 \times 10^{-10}}{25 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] \times 10^{-9} = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = M = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به اینکه MOH یک باز قوی تک عاملی است، داریم:

$$[\text{OH}^-] = M.n.\alpha \Rightarrow 10^{-5} = M \times 2 \times 1 \Rightarrow M = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

باریم هیدروکسید یک باز دو ظرفیتی است. بنابراین:

فصل دوم

۱۷ به بررسی هر ردیف می‌پردازیم.

در عناصر دسته S و d شماره گروه برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی است و در عناصر دسته p، شماره گروه برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی به اضافه ۱۰ است. در ردیف اول شماره گروه ${}^{52}_{24}\text{D}$ اشتباه ذکر شده است.

$${}^{52}_{24}\text{D}:[\text{Ar}]\text{3d}^5\text{4s}^1 \rightarrow \text{شماره گروه} = 5+1=6$$

$${}^{65}_{29}\text{Z}:[\text{Ar}]\text{3d}^{10}\text{4s}^1 \rightarrow \text{شماره گروه} = 11$$

$${}^{48}_{22}\text{X}:[\text{Ar}]\text{3d}^2\text{4s}^2 \rightarrow \text{شماره گروه} = 4$$

$${}^{70}_{31}\text{A}:[\text{Ar}]\text{3d}^{10}\text{4s}^2\text{4p}^1 \rightarrow \text{شماره گروه} = 13$$

در ردیف دوم همه اطلاعات درست است.

$${}^{65}_{29}\text{Z} \begin{cases} e=29 \\ n=65-29=36 \end{cases} \rightarrow \text{اختلاف}=7$$

$${}^{48}_{22}\text{X} \begin{cases} e=22 \\ n=48-22=26 \end{cases} \rightarrow \text{اختلاف}=4$$

$${}^{52}_{24}\text{D} \begin{cases} e=24 \\ n=52-24=28 \end{cases} \rightarrow \text{اختلاف}=4$$

$${}^{70}_{31}\text{A} \begin{cases} e=31 \\ n=70-31=39 \end{cases} \rightarrow \text{اختلاف}=8$$

در ردیف سوم، نسبت برای ${}^{70}_{31}\text{A}$ اشتباه است.

$${}^{65}_{29}\text{Z} \begin{cases} l=0 \rightarrow 1s^2 2s^2 3s^2 4s^1 \rightarrow \text{الکترون } 7 \\ l=2 \rightarrow 3d^{10} \rightarrow \text{الکترون } 10 \end{cases} \rightarrow \text{نسبت} = 0/7$$

$${}^{48}_{22}\text{X} \begin{cases} l=0 \rightarrow 1s^2 2s^2 3s^2 4s^2 \rightarrow \text{الکترون } 8 \\ l=2 \rightarrow 3d^2 \rightarrow \text{الکترون } 2 \end{cases} \rightarrow \text{نسبت} = 4$$

$${}^{52}_{24}\text{D} \begin{cases} l=0 \rightarrow 1s^2 2s^2 3s^2 4s^1 \rightarrow \text{الکترون } 7 \\ l=2 \rightarrow 3d^5 \rightarrow \text{الکترون } 5 \end{cases} \rightarrow \text{نسبت} = 1/4$$

$${}^{70}_{31}\text{A} \begin{cases} l=0 \rightarrow 1s^2 2s^2 3s^2 4s^2 \rightarrow \text{الکترون } 8 \\ l=2 \rightarrow 3d^{10} \rightarrow \text{الکترون } 10 \end{cases} \rightarrow \text{نسبت} = 0/8$$

در ردیف چهارم همه اطلاعات درست است.

بالاترین عدد اکسایش ${}^{70}_{31}\text{A}$ ، ${}^{65}_{29}\text{Z}$ ، ${}^{48}_{22}\text{X}$ و ${}^{52}_{24}\text{D}$ به ترتیب برابر با +۲، +۴، +۶ و +۳ است، در نتیجه فرمول اکسید آن‌ها به ترتیب به صورت ZO ، XO_2 ، DO_3 و A_2O_3 می‌باشد.

۱۸ عبارتهای سوم و چهارم درست هستند. آرایش الکترونی این دو عنصر به صورت زیر می‌باشد:

$${}^{70}_{31}\text{A}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6/4s^2 \quad {}^{65}_{29}\text{Z}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6/3d^{10}/4s^2$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: شمار الکترون‌های لایه سوم در ${}^{70}_{31}\text{A}$ برابر ۸ و در ${}^{65}_{29}\text{Z}$ برابر ۱۸ است.

عبارت دوم: $\text{X}^{2+}:[\text{Ar}]$ $\text{Z}^{2+}:[\text{Ar}]\text{3d}^{10}$

یون Z^{2+} آرایش گاز نجیب ندارد.

عبارت سوم: هر دو عنصر، فقط با عدد اکسایش +۲ در ترکیبات خود شرکت می‌کنند.

عبارت چهارم: ${}^{70}_{31}\text{A}$ ، فلز کلسیم و ${}^{65}_{29}\text{Z}$ ، فلز روی است. کلسیم جزء فلزات قلیایی خاکی است و روی آخرین فلز واسطه تناوب چهارم است.

عبارت پنجم: آرایش الکترونی X^{2+} ، همان آرایش الکترونی آرگون است. در اتم Ar لایه الکترونی سوم به طور کامل از الکترون پر نشده است و زیرلایه $3d$ آن خالی از الکترون است.

آرایش الکترونی Z^{2+} به صورت $[\text{Ar}]\text{3d}^{10}$ است و همه لایه‌ها و زیرلایه‌های آن که حاوی الکترون است، به طور کامل پر شده است.

توجه سازمان سنجش به اشتباه عبارت پنجم را نیز درست در نظر گرفته و کلید را گزینه (۲) اعلام کرده است.

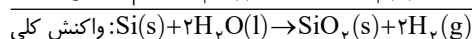
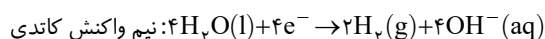
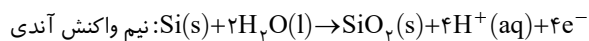
۱۹ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه (۱): در سلول گالوانی آند قطب منفی است.

گزینه (۲): در سلول‌های گالوانی، آند محل اکسایش و تبدیل اتم به یون است.

گزینه (۳): در سلول الکترولیتی، کاتد قطب منفی است.

۲۰ عبارت‌های سوم و چهارم درست هستند. نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی در این سلول به‌صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: محلول پیرامون کاتد خاصیت بازی دارد و رنگ کاغذ pH را آبی می‌کند.

عبارت دوم: با توجه به معادله کلی واکنش، Si(s) آند سلول را تشکیل می‌دهد.

عبارت سوم: در محلول پیرامون آند، H^+ تولید می‌شود که باعث کاهش pH می‌شود.

۲۱ عبارت‌های اول، دوم و چهارم نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: B قدرت کاهندگی کمتری نسبت به Y دارد و به همین علت B نمی‌تواند باعث کاهش یافتن Y^{2+} شود و این واکنش انجام‌پذیر نیست.

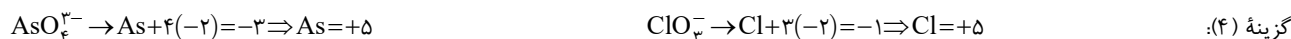
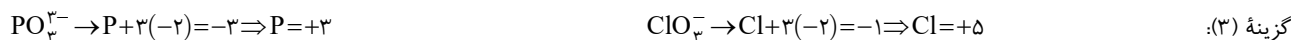
عبارت دوم: با توجه به اینکه پتانسیل استاندارد کاهش همه فلزهای داده شده مثبت است، هیچ کدام از آن‌ها برای حفاظت کاتدی از فلز آهن مناسب نیستند.

عبارت سوم: پتانسیل کاهشی استاندارد A مثبت‌تر از B است و به همین علت emf سلول گالوانی (Mg-A) بزرگ‌تر است.

عبارت چهارم: راجع به مقایسه قدرت کاهندگی M، X و B می‌توان گفت، فلز M کاهنده‌تر از فلزهای X و B است. راجع به مقایسه قدرت کاهندگی B و X اطلاعاتی نداریم و نمی‌توانیم درباره انجام‌پذیر بودن واکنش $\text{B} + \text{XCl}_2 \rightarrow \dots$ اظهار نظر کنیم.

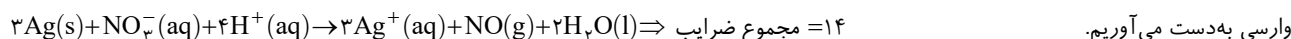
۲۲ عنصر گوگرد با نماد شیمیایی S متعلق به گروه ۱۶ و عناصر فسفر و آرسنیک به ترتیب با نمادهای شیمیایی P و As متعلق به گروه ۱۵ هستند.

عدد اکسایش اتم مرکزی و اتم کلر را در هر گزینه محاسبه می‌کنیم:



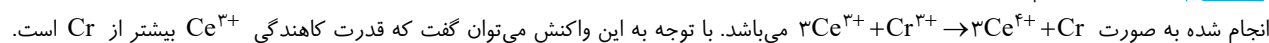
۲۳ گونه کاهنده، Ag است که عدد اکسایش آن از صفر به +۱ رسیده است و گونه اکسنده، NO_3^- است که عدد اکسایش نیتروژن در آن از

+۵ به +۲ در ترکیب NO رسیده است. بنابراین به Ag و Ag^+ ضریب ۳ و به NO_3^- و NO ضریب ۱ می‌دهیم و سایر ضرایب را به کمک روش



وارسی به‌دست می‌آوریم. مجموع ضرایب ۱۴ = تغییر عدد اکسایش گونه اکسنده برابر ۳ است، پس به‌ازای هر مول گونه اکسنده، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

۲۴ با توجه به نیم‌واکنش‌های داده شده و E° آن‌ها، Ce^{3+} اکسید شده (کاهنده) و Cr^{3+} کاهش یافته است (اکسنده). بنابراین معادله واکنش



انجام شده به صورت $3\text{Ce}^{3+} + \text{Cr}^{3+} \rightarrow 3\text{Ce}^{4+} + \text{Cr}$ می‌باشد. با توجه به این واکنش می‌توان گفت که قدرت کاهندگی Ce^{3+} بیشتر از Cr است.

$$\text{E}^\circ(\text{واکنش}) = \text{E}^\circ(\text{کاتد}) - \text{E}^\circ(\text{آند}) = +0.74 - (-1.72) = +0.98\text{V}$$

با توجه به معادله واکنش، مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنه برابر ۸ است و طی واکنش ۳ الکترون مبادله می‌شود.

۲۵ برای حل این سؤال لزومی به بررسی تک‌تک واکنش‌ها نیست، فقط به واکنش دوم توجه کنید. در این واکنش Sn نتوانسته باعث کاهش یافتن

M^{2+} شود، بنابراین قدرت کاهندگی M بیشتر از Sn است و پتانسیل کاهشی ($\text{M}^{2+}(\text{aq})/\text{M(s)}$) منفی‌تر از پتانسیل کاهشی ($\text{Sn}^{2+}(\text{aq})/\text{Sn(s)}$) = -۰/۱۴V می‌باشد. در بین گزینه‌ها فقط عدد -۰/۴ منفی‌تر از -۰/۱۴ است.

۲۶ اگر M یک نافلز باشد، با توجه به اینکه در کدام گروه از جدول دوره‌ای قرار دارد، فرمول آنیون اکسیژن‌دار پایدار آن که در آن یون، M

بالاترین عدد اکسایش را دارد، متفاوت است:

شماره گروه	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
آن‌یون اکسیژن‌دار پایدار با بالاترین عدد اکسایش	MO_3^{2-}	MO_3^-	MO_4^{2-}	MO_4^-
مثال	CO_3^{2-}	NO_3^-	SO_4^{2-}	ClO_4^-

با توجه به توضیحات بالا، عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: A عنصری از گروه ۱۴ است.

عبارت دوم: عنصر A می‌تواند کربن باشد که در دوره دوم جدول تناوبی جای دارد.

عبارت سوم: عنصر X متعلق به گروه ۱۷ است، از طرفی اکسنده‌ترین عنصر جدول تناوبی فلوئور (F) است که متعلق به گروه ۱۷ است.
عبارت چهارم: با توجه به آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌های X و A می‌توان گفت که در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم‌های X و A، به ترتیب ۵ و ۲ الکترون جای دارد:

آخرین زیرلایه np^2 : لایه ظرفیت A
آخرین زیرلایه np^5 : لایه ظرفیت X

۲۷. ۱. عبارات‌های (آ) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): آهن در محیط‌های اسیدی سریع‌تر خورده می‌شود، بنابراین سرعت زنگ زدن آهن به pH محیط وابسته است.
عبارت (ب): نیم‌واکنش کاهش در سلول گالوانی همواره با تشکیل اتم فلزی همراه نیست. به عنوان مثال به نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن توجه نمایید:
$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$$

عبارت (پ): پتانسیل کاهشی استاندارد اغلب فلزها، منفی و اغلب نافلزها مثبت است؛ زیرا فلزها تمایل به از دست دادن الکترون دارند و الکترود دریافت کنند.
عبارت (ت): قدرت یا emf سلول برابر با اختلاف پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌سلول‌ها در سلول گالوانی است و هر چه این اختلاف بیشتر باشد، emf سلول نیز بیشتر است.

عبارت (ث): جدول پتانسیل کاهشی استاندارد فلزها بر مبنای تشکیل مولکول هیدروژن گازی از یون H^+ محلول در آب تنظیم شده است:
$$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) \quad E^\circ = 0 V$$

۲۸. ۱. عبارات‌های (پ) و (ت) درست‌اند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): می‌دانیم هر چه E° یک نیم‌سلول بزرگ‌تر باشد، گونه اکسنده آن قدرت اکسندگی بیشتری دارد. بنابراین با توجه به مقادیر E° داده شده، $Ag^+(aq)$ اکسنده قوی‌تری از $V^{2+}(aq)$ است.

عبارت (ب): هر چه E° یک نیم‌سلول مثبت‌تر باشد، نیم‌واکنش کاهش در شرایط استاندارد ساده‌تر انجام می‌شود.
عبارت (پ):

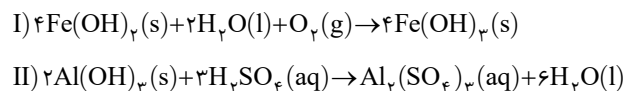
$$E^\circ(\text{آند}) - E^\circ(\text{کاتد}) = E^\circ(\text{سلول})$$

$$E^\circ(\text{نقره - سرب}) = E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = +0.8 - (-0.13) = +0.93 V$$

$$E^\circ(\text{وانادیم - سرب}) = E^\circ(Pb^{2+}/Pb) - E^\circ(V^{2+}/V) = -0.13 - (-1.2) = +1.07 V$$

عبارت (ت): واکنش $2Ag^+(aq) + Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ در یک سلول گالوانی به‌طور طبیعی انجام می‌شود؛ زیرا قدرت الکترونی Pb بیشتر از Ag بوده و Pb می‌تواند به Ag^+ الکترون بدهد.

۲۹. ۳. عبارات‌های دوم، سوم و چهارم درست هستند. معادله موازنه شده این دو واکنش به صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ molecule } H_2O = 1.07 \text{ g } Fe(OH)_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe(OH)_3}{107 \text{ g } Fe(OH)_3} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{4 \text{ mol } Fe(OH)_3} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molecule } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 3 \times 10^{24} \text{ molecule } H_2O$$

$$\frac{\text{جرم } Fe(OH)_3}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{شمار مولکول } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1.07}{107 \times 4} = \frac{x}{6 \times 10^{23} \times 2} \Rightarrow x = 3 \times 10^{24} \text{ molecule } H_2O$$

روش دوم (تناسب):

عبارت دوم: در واکنش (I) عدد اکسایش Fe و اکسیژن تغییر کرده است. بنابراین واکنش (I) از نوع اکسایش-کاهش است. در واکنش (II)، H_2SO_4 یک اسید و $Al(OH)_3$ یک باز است و در این واکنش نمک و آب تشکیل شده است، بنابراین واکنش (II) از نوع خنثی شدن اسید و باز است.
عبارت سوم:

$$? \text{ g } H_2O = 1 \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{6 \text{ mol } H_2O}{3 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 36 \text{ g } H_2O$$

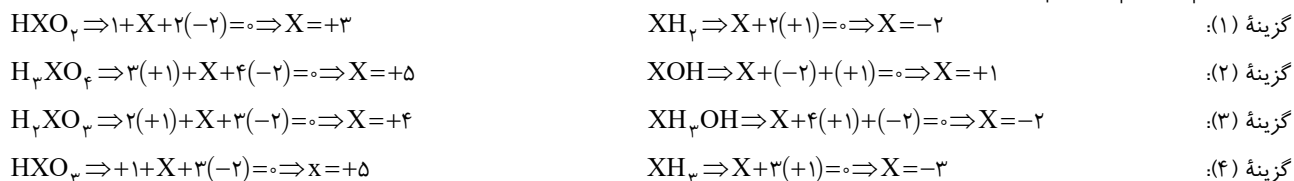
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول } H_2SO_4}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{x}{18 \times 6} \Rightarrow x = 36 \text{ g } H_2O$$

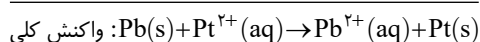
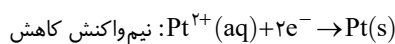
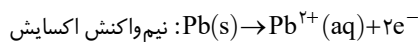
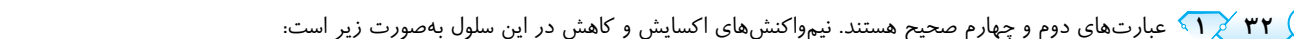
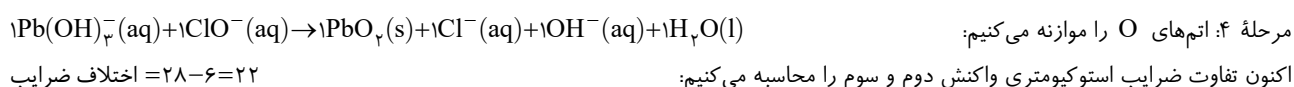
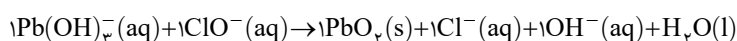
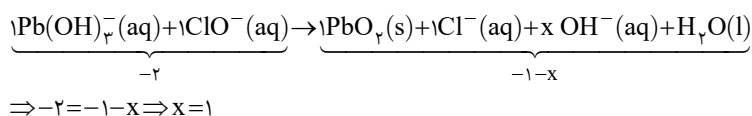
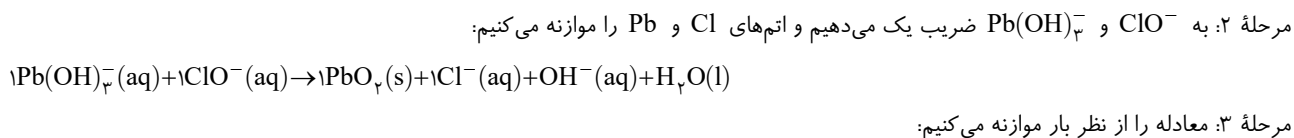
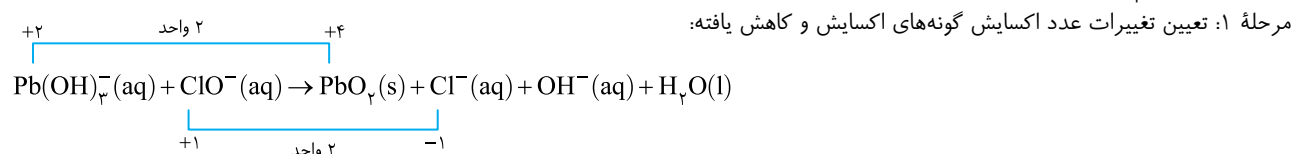
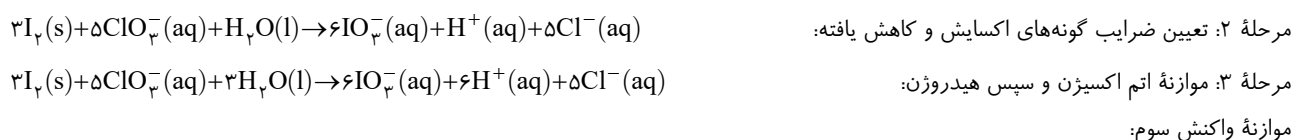
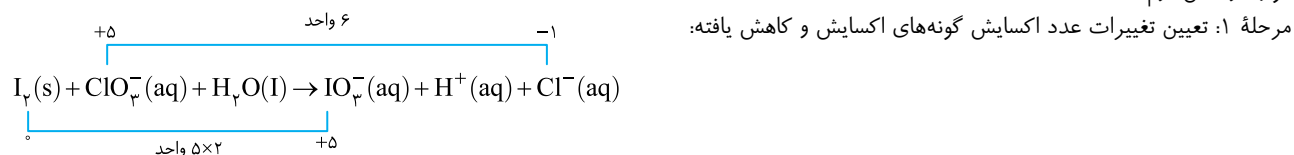
روش دوم (تناسب):

عبارت چهارم:
(I) مجموع ضرایب واکنش دهنده‌های واکنش (I) $= 4 + 2 + 1 = 7$
(II) مجموع ضرایب فراورده‌های واکنش (II) $= 6 + 1 = 7$

۳۰ ۴ دومین عنصر فراوان در پوسته جامد زمین، Si ۱۴ است، بنابراین عنصر X ، عنصر نیتروژن با عدد اتمی ۷ می باشد که در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار گرفته است. بیشترین و کمترین عدد اکسایش عناصر قرار گرفته در گروه ۱۵، به ترتیب +۵ و -۳ می باشد. بنابراین باید تک تک گزینه ها را بررسی کنیم تا ببینیم در کدام گزینه اعداد اکسایش X برابر با +۵ و -۳ است.



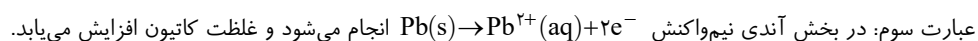
۳۱ ۴ واکنش های دوم و سوم از نوع اکسایش - کاهش هستند، زیرا در آن ها عدد اکسایش اتم ها تغییر کرده است. برای موازنه واکنش ها با روش اکسایش - کاهش، ابتدا عدد اکسایش اتم هایی که عدد اکسایش آن ها تغییر کرده را محاسبه می کنیم و تغییرات عدد اکسایش گونه اکسند را به عنوان ضریب گونه کاهنده و تغییرات عدد اکسایش گونه کاهنده را به عنوان ضریب گونه اکسند قرار می دهیم. در ادامه بار الکتریکی و تعداد اتم ها را موازنه می کنیم. موازنه واکنش دوم:



بررسی عبارت ها:



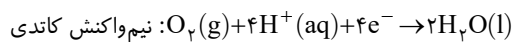
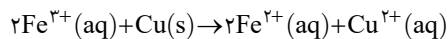
عبارت دوم: هر چه E° یک نیم سلول بیشتر باشد، تمایل بیشتری به دریافت الکترون و کاهش یافتن دارد و قدرت اکسندگی آن بیشتر است. در این سلول گالوانی، نیم سلول پلاتین نسبت به سرب E° بزرگتری دارد و قدرت اکسندگی کاتیون Pt^{2+} بیشتر می باشد. در نیم سلول آندی، نیم واکنش اکسایش رخ می دهد و اتم های فلز الکترون های خود را روی تیغه قرار می دهند و به صورت کاتیون وارد محلول می شوند که این موضوع باعث افزایش نسبی تعداد الکترون در سطح تیغه آند شده و باعث می شود که تیغه آندی دارای بار منفی شود.



عبارت چهارم: با فرض پیشرفت ۱۰۰ درصدی واکنش. ۲ مول الکترون معادل 1.2×10^{23} عدد الکترون میان دو الکتروود مبادله می‌شود. اگر بازده واکنش ۲۵٪ باشد، $\frac{1}{4}$ این مقدار یعنی $3 \times 10^{23} e^-$ (۳/۰۱۰۲۳) میان دو الکتروود مبادله می‌شود.

عبارت پنجم: الکترون‌ها از طریق مدار بیرونی (سیم مسی) از قطب منفی به سمت قطب مثبت جابه‌جا می‌شوند.

معادله موازنه شده واکنش اکسایش - کاهش و معادله نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن:

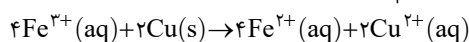


$$? L O_2 = 8.0 g Cu \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 g Cu} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{22.4 L O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 14 L O_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? g H_2O = 8.0 g Cu \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 g Cu} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 22.5 g H_2O$$

روش دوم (تناسب): برای یکسان شدن ضریب الکترون در دو واکنش، معادله واکنش اول را در دو ضرب می‌کنیم تا ضریب الکترون در هر دو واکنش برابر ۴ شود.



$$\frac{\text{جرم مس}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم اکسیژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8.0}{64 \times 2} = \frac{x}{18 \times 2} = \frac{y}{18 \times 2} \Rightarrow x = 14 L O_2, y = 22.5 g H_2O$$

فصل سوم

۳۴ فقط عبارت پنجم نادرست است. هرچه یک ماده نقطه جوش بالاتری داشته باشد، آسان‌تر از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود. گوگرد دی‌اکسید یک مولکول قطبی و کربن دی‌اکسید یک مولکول ناقطبی بوده و جرم مولی گوگرد دی‌اکسید از کربن دی‌اکسید بیشتر است. بنابراین گوگرد دی‌اکسید نقطه جوش بالاتری دارد و آسان‌تر از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود.

بررسی عبارت اول: گشتاور دوقطبی H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1/85D$ و $0/97D$ است.

بررسی عبارت دوم: انحلال‌پذیری گازها در آب گرماده است. از این رو با کاهش دما، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش می‌یابد.

۳۵ ابتدا باید جرم نیم‌مول پتاسیم هیدروکسید را محاسبه کنیم.

$$? g \text{ KOH} = \frac{56 g \text{ KOH}}{1 \text{ mol KOH}} \times \frac{0.2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 11.2 g \text{ KOH}$$

$$\%20 = \frac{\text{جرم پتاسیم هیدروکسید}}{\text{جرم پتاسیم هیدروکسید} + \text{جرم آب}} \times 100 = \frac{28}{28 + 112} \times 100$$

چگالی محلول را همان چگالی آب یعنی $1 g \cdot mL^{-1}$ در نظر می‌گیریم و از تغییر حجم ناشی از اضافه شدن KOH به آب مقطر صرف نظر می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول KOH}}{\text{حجم محلول}} = \frac{0.2}{112 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}} = 1.79 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۳۶ به بررسی هر ماده می‌پردازیم:

ماده (a): با توجه به اینکه این ترکیب در دمای اتاق گاز است، می‌تواند مولکول دو اتمی جور هسته داشته باشد و ساختار آن همانند شکل (آ) باشد. مثل N_2 ، O_2 و F_2 ...

ماده (b): این ماده سیلیس است، جزء جامدهای کووالانسی است و ساختاری همانند شکل (پ) دارد.

ماده (c): این ماده یک ترکیب یونی است و شکل (ت) نشان‌دهنده ساختار یک ترکیب یونی است.

ماده (d): می‌تواند یک ترکیب مولکولی با مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته مانند شکل (ب) باشد.

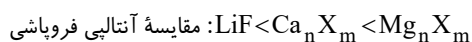
۳۷ عبارات اول، دوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با توجه به اینکه D کاتیون D^{2+} تشکیل می‌دهد، مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در ترکیب D با X قطعاً بیشتر از این مقدار در ترکیب LiF (در LiF مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون برابر ۲ می‌باشد) است. پس ترکیب یونی حاصل از دو عنصر D و X آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگ‌تری دارد.

عبارت دوم: در بین ترکیب‌های میان فلزات گروه ۱ و هالوژن‌ها، LiF بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه را دارد، زیرا Li و F کوچک‌ترین شعاع اتمی را در یون‌های حاصل از عناصر گروه‌های خود دارند.

عبارت سوم: اگر اتم X در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون داشته باشد، جزء نافلزهای گروه ۱۶ است که آنیون با بار الکتریکی (۲-) تشکیل می‌دهد. با توجه به اینکه مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در A_3X برابر ۳ و در LiF برابر ۲ است، پس A_3X آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب بالاتری نسبت به LiF دارد.

عبارت چهارم: نسبت به Ca^{2+} نسبت به Mg^{2+} چگالی بار کمتری دارد و آنتالپی فروپاشی ترکیب Ca و X کوچک‌تر از ترکیب Mg و X است.



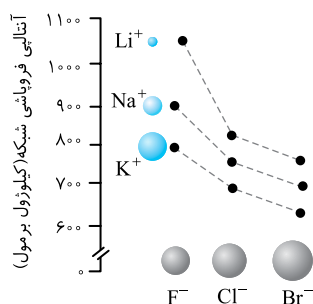
۳۸ عبارات اول و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: گشتاور دوقطبی آب، هیدروژن سولفید و اتین به ترتیب برابر با $1/85D$ ، $0/97D$ و صفر است.

عبارت دوم: باید از شماره‌ای استفاده شود که تفاوت نقطه ذوب و جوش بیشتری دارد و مدت زمان بیشتری به حالت مایع باقی می‌ماند. تفاوت نقطه ذوب و جوش در ترکیبات یونی بسیار بیشتر از ترکیبات مولکولی است.

عبارت سوم: خصلت نافلزی O از S بیشتر است، پس در مولکول SO_3 ، اتم مرکزی (یعنی S) دارای بار جزئی مثبت است.

عبارت چهارم: مقایسه صحیح شعاع یون‌ها به صورت « $Mg^{2+} < Na^+ < F^- < O^{2-}$ » است.



۳۹ برای مقایسه انرژی شبکه دو ترکیب یونی به دو آتم توجه کنید: (۱) مجموع قدرمطلق بار آنیون و کاتیون؛ (۲) شعاع یون‌های سازنده. در گزینه (۳) مجموع بار آنیون و کاتیون برای هر دو ترکیب یکسان است ولی هم شعاع کاتیون و هم شعاع آنیون در ترکیب LiF کوچک‌تر از ترکیب NaCl است و این امر باعث می‌شود که انرژی شبکه این دو ترکیب اختلاف زیادی داشته باشند. در مورد گزینه (۴) هم می‌توان گفت که چون بار کاتیون‌ها و آنیون‌های این دو ترکیب یکسان نیست، انرژی شبکه بلور آن‌ها اختلاف بیشتری دارد. در مورد مقایسه گزینه‌های (۱) و (۲) فقط باید به نمودار کتاب درسی (نمودار مقابل) استناد کرد و راه دیگری برای قضاوت نیست!

۴۰/۲ عبارت‌های اول و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت دوم: فقط الکترون‌های لایه ظرفیت در به وجود آمدن دریای الکترونی شرکت دارند.
عبارت سوم: دریای الکترونی توجیه‌کننده خواص فیزیکی یک فلز مثل رسانایی الکتریکی و گرمایی و چکش‌خواری است، در حالی که تنوع اعداد اکسایش جزء خواص شیمیایی فلز می‌باشد.

عبارت پنجم: جاذبه میان کاتیون‌ها (نه هسته اتم‌ها) و دریای الکترونی سبب می‌شود که هسته اتم‌ها در مکان‌های مشخصی به‌طور ثابت جای بگیرند و تغییر مکان ندهند. البته توجه کنید که این جاذبه به اندازه‌ای قوی نیست که مانع از چکش‌خواری بلور فلزات شود.

۴۱/۴ می‌دانیم هر چه بار یون‌ها بیشتر و شعاع یون‌ها کمتر باشد، انرژی شبکه بیشتر است، پس ترکیب یونی حاصل از M و Z کمترین انرژی شبکه را دارد.
مقایسه انرژی شبکه: $DJ_p > DG > ZM$

توجه ترکیب حاصل از E و J یونی نیست.

در ضمن می‌دانیم در ترکیب‌های مولکولی هر چه جرم و حجم و قطبیت بیشتر باشد، نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی‌تر و نقطه جوش بالاتر است.
 $EA_p(\text{همان } CH_4) > AM(\text{همان } HBr)$: مقایسه نقطه جوش

۴۲/۲ LiF یک ترکیب یونی است و ذرات سازنده شبکه بلوری آن یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) و یون‌های منفی (آنیون‌ها) هستند.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه (۱): این روش نمایش برای ترکیب‌های مولکولی مناسب است، در حالی که LiF ترکیب یونی بوده و فاقد مولکول است.
گزینه (۳): در این شکل نمایش کاتیون‌ها و آنیون‌ها به گونه‌ای است که گویا در شبکه بلوری هر کاتیون فقط با یک آنیون در ارتباط است که این درست نیست.
گزینه (۴): این روش نمایش برای ترکیب‌های کوالانسی که ذرات سازنده آن‌ها اتم‌ها هستند مناسب است.

۴۳/۳ عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند. ابتدا باید رابطه بین بار آنیون D و بار آنیون X را پیدا کنیم:

$$\left. \begin{aligned} \text{بار کاتیون } A &= \frac{\text{بار آنیون } X}{2} \Rightarrow |X| = 2A \\ \text{بار کاتیون } A &= |D| \Rightarrow |D| = A \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{بار آنیون } D = 2 \times (\text{بار آنیون } X)$$

با توجه به اینکه عناصر تک‌اتمی در یک تناوب فقط می‌توانند آنیون‌هایی با بارهای ۳-، ۲- و ۱- تولید کنند، بار آنیون D برابر ۲- و بار آنیون X برابر ۱- است. در نتیجه X و D به ترتیب متعلق به گروه‌های ۱۷ و ۱۶ هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: در یک تناوب از چپ به راست، از شعاع اتمی عناصر کاسته می‌شود، بنابراین شعاع اتمی عنصر گروه ۱۶ (یعنی D) بزرگ‌تر از شعاع اتمی عنصر گروه ۱۷ (یعنی X) است.

عبارت دوم: در میان آنیون‌های عناصر یک دوره هر چه بار آنیون بیشتر باشد، شعاع آن بزرگ‌تر است.

عبارت‌های سوم و چهارم: در ابتدای پاسخ تست به‌طور کامل توضیح داده شده است.

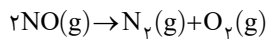
فصل چهارم

۴۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه (۲): واکنش گازهای H_2 و O_2 در مجاورت گرد روی، سریع است نه انفجاری.
گزینه (۳): این واکنش‌ها در دماهای پایین با سرعت کمی انجام می‌شوند.
گزینه (۴): کاتالیزگر تأثیری بر ΔH واکنش‌ها ندارد.

۴۵ عبارتهای (ب) و (پ) درست هستند. با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان دریافت که $E_a = 380 \text{ kJ}$ و $\Delta H = -180 \text{ kJ}$. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): معادله واکنش به صورت مقابل است:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol N}_2 = \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NO}} \times 12 \text{ mol NO} = 6 \text{ mol N}_2$$

$$? \text{ kJ} = \frac{180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} \times 12 \text{ mol NO} = 1080 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول NO}}{\text{مول N}_2} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{12}{x} = \frac{2}{1} \Rightarrow x = 6 \text{ mol N}_2$$

$$\frac{\text{مول NO}}{\text{مول N}_2} = \frac{180}{2} = \frac{|Q|}{1} \Rightarrow |Q| = 180 \text{ kJ}$$

عبارت (ب): در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.
عبارت (ت): تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها همان ΔH واکنش است که کاتالیزگر تأثیری روی مقدار آن ندارد.

۴۶ ابتدا تفاوت مقدار آلاینده‌ها در غیاب و حضور مبدل به‌ازای طی مسافت ۱ km را محاسبه می‌کنیم:

$$1 \text{ km} \text{ مسافت طی مسافت } 1 \text{ km} \Rightarrow \text{تفاوت} = 8/69 - 7/99 = 1/99 \text{ g}$$

$$1 \text{ km} \text{ مسافت طی مسافت } 1 \text{ km} \Rightarrow \text{مجموع مقدار آلاینده‌ها در حضور مبدل به‌ازای طی مسافت } 1 \text{ km} = 6/6 + 1/6 + 1/6 = 1/6 \text{ g}$$

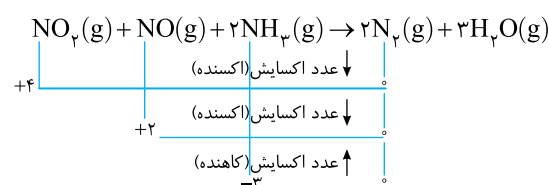
میزان آلاینده‌ای که در یک روز که در صورت حضور مبدل کاتالیستی وارد هواگره نمی‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$8 \times 10^5 \times \frac{1 \text{ km}}{10^6 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{10^3 \text{ g}} = 319/6 \text{ ton}$$

درصد CO در گازهای آلاینده خروجی اگزوز خودروهایی که مبدل کاتالیستی دارند به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{درصد جرمی CO} = \frac{\text{جرم CO}}{\text{مجموع جرم گازها}} \times 100 = \frac{6}{6+1+1} \times 100 = 33/33 = 33\%$$

۴۷ عبارتهای دوم، سوم و چهارم نادرست هستند. ابتدا تغییر عدد اکسایش عناصرها را در واکنش داده شده بررسی می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: عدد اکسایش نیتروژن در اکسیدهای نیتروژن (NO و NO_2) کاهش یافته است، بنابراین اکسیدهای نیتروژن اکسنده هستند؛ در حالی که عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک افزایش یافته و آمونیاک کاهنده است.

عبارت دوم: در این واکنش یک مولکول NO_2 و یک مولکول NO به ترتیب ۴ و ۲ الکترون گرفته‌اند که در مجموع می‌شود ۶ عدد الکترون و هر مولکول NH_3 ۳ الکترون از دست می‌دهد.

عبارت سوم: پس از موازنه مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش برابر ۹ است.

عبارت چهارم: این واکنش برای حذف NO و NO_2 و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

۴۸ عبارتهای (پ) و (ت) درست‌اند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): کمینه انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش همان انرژی فعال‌سازی (E_a) است که مقدار آن با تغییر دما تغییر نمی‌کند.

عبارت (ب): تفاوت سرعت واکنش در دمای T_1 و T_2 به دلیل تفاوت در انرژی جنبشی ذرات است. تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها نشان‌دهنده مقدار ΔH واکنش است که ارتباطی به سرعت واکنش ندارد.

عبارت (پ): همه واکنش‌های شیمیایی در دماهای بالاتر، سریع‌تر انجام می‌شوند.

عبارت (ت): اگر انرژی ذرات در دماهای T_1 و T_2 کمتر از E_a باشد، واکنش انجام نمی‌شود و درصد تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها در این دو دما برابر صفر خواهد بود.

$$E_a = 3akJ, E_{a'} = 2akJ, \Delta H = +akJ$$

۴۹ با توجه به اطلاعات نمودار، داریم:

$$? kJ = \frac{a kJ}{1 \text{ mol A}} = \frac{a kJ}{1 \text{ mol A}}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): با توجه به اینکه مقیاس نمودار مشخص نیست، نمی‌توان درباره کم یا زیاد بودن سرعت واکنش اظهار نظر کرد.

گزینه (۳): گرما و افزایش دما، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش نمی‌دهد؛ بلکه مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین می‌کند.

گزینه (۴): حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش برابر $3akJ$ است که معادل انرژی فعال‌سازی واکنش می‌باشد.

توجه در مورد حداکثر انرژی لازم نمی‌توان صحبت کرد، زیرا با دادن هر مقدار انرژی بیشتر از انرژی فعال‌سازی به واکنش‌دهنده‌ها، واکنش انجام می‌شود.