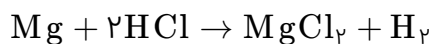




گزینه ۳

۱



$$\frac{2 \text{ g}}{24 \times 1} = \frac{16 \times M}{2} \Rightarrow M = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

چون چگالی محلول 1 g.mL^{-1} است. $\text{ppm} = \text{mg.L}^{-1}$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{36.5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 365 \text{ mg.L}^{-1} \Rightarrow 365 \text{ ppm}$$

گزینه ۳

۲

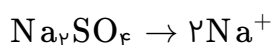
$$10600 \text{ ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{10600}{10^4} = 1.06$$

$$\text{تعداد مول یون سدیم} = \frac{1.06}{23} = 0.046 \text{ mol Na}^+ \Rightarrow \underbrace{100 \text{ g}}_{\text{محلول}} \times 0.046 \text{ mol Na}^+ \times \frac{1}{0.05 \times 1000} = 0.48 \text{ mol.L}^{-1}$$

گزینه ۱

۳



$$\frac{x}{1} = \frac{0.1 \text{ mol.L}^{-1}}{2} \Rightarrow x = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 142 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$0.05 \text{ mol} \times \frac{142 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 7.1 \text{ g}$$

$$1 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1.42 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 1420 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{7.1 \text{ g}}{1420} \times 100 = 0.5\%$$

۱. به طور کلی، خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل‌شونده و مقدار هریک از آن‌ها (غلظت محلول) و دما بستگی دارد.
۲. وزن و حجم محلول تأثیری در خواص یک محلول ندارند.

محلول ۱۰ مولار آمونیاک، یعنی در ۱ لیتر از محلول این ماده، ۱۰ مول آمونیاک به صورت حل شده، وجود دارد.

$$\left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 170 \text{ g NH}_3 \\ 1 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{0.935 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 935 \text{ g محلول} \end{array} \right.$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{170 \text{ g}}{935 \text{ g محلول}} \times 100 \simeq 18.2\%$$

$$\text{Ca(OH)}_2 \text{ مقدار مول} \Rightarrow 1/12 \text{ g CaO} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{56 \text{ g CaO}} \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol CaO}} = 0.02 \text{ mol}$$

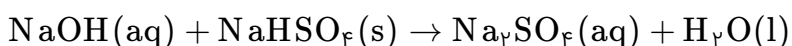
$$\text{OH}^- \text{ مقدار مول} \Rightarrow 0.02 \text{ mol Ca(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = 0.04 \text{ mol OH}^-$$

$$C_M(\text{OH}^-) = \frac{\text{مقدار مول OH}^-}{\text{حجم کل}} \Rightarrow \frac{0.04}{0.5} = 0.08 \text{ مولار}$$

$$? \text{ g NaOH} = \cancel{4 \text{ mg NaOH}} \times \frac{1 \text{ g NaOH}}{1000 \cancel{\text{mg NaOH}}} = 0.004 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{g حل‌شونده}}{\text{g محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 50 = \frac{0.004 \text{ g}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 80 \text{ g} \quad (\text{رد گزینه های ۱ و ۲})$$

معادله واکنش NaOH با سدیم هیدروژن سولفات به صورت زیر است:



$$? \text{ mol NaHSO}_4 = 0.004 \cancel{\text{ g NaOH}} \times \frac{1 \cancel{\text{ mol NaOH}}}{40 \cancel{\text{ g NaOH}}} \times \frac{1 \text{ mol NaHSO}_4}{1 \cancel{\text{ mol NaOH}}} = 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{جرم پتاسیم هیدروکسید} = 0.5 \text{ mol} \times \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 28 \text{ g KOH}$$

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{28}{112 + 28} \times 100 = 20\%$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{0.5 \text{ mol}}{112 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \simeq 4.46 \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا مولاریته محلول حاصل را بدست می آوریم:

$$\text{مول حل شونده} = 0.1391 \text{ g PbCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol PbCl}_2}{278 \text{ g PbCl}_2} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

از آنجا که چگالی آب 1 g.mL^{-1} است، بنابراین ۱۰۰ گرم آب معادل ۱۰۰ میلی لیتر است و با توجه به میزان بسیار کم ماده حل شونده، می توانیم حجم حلال (آب) و حجم محلول را برابر در نظر بگیریم. در این صورت خواهیم داشت:

$$V_{\text{محلول}} = V_{\text{آب}} = 100 \text{ mL} \Rightarrow C_M = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{محلول L}} = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا باتوجه به داده‌های مسئله، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات را در دمای 40°C و 50°C به دست می‌آوریم.
درصد جرمی محلول سیرشده پتاسیم نیترات در دمای 40°C برابر با $37/5\%$ است؛ یعنی در 100 گرم از این محلول سیرشده، $37/5$ گرم پتاسیم نیترات وجود دارد؛ بنابراین:

$$\text{جرم آب} = 100 - 37/5 = 62/5 \text{ g}$$

$$(\text{انحلال‌پذیری نمک در دمای } 40^{\circ}\text{C}) = 60 \text{ g} = \frac{\text{حل‌شونده } 37/5 \text{ g}}{\text{آب } 62/5 \text{ g}} \times \text{آب } 100 \text{ g} = \text{حل‌شونده } 60 \text{ g}?$$

از طرف دیگر در دمای 50°C ، در 360 گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات 162 گرم از این نمک وجود دارد؛ بنابراین:

$$\text{جرم آب} = 360 - 162 = 198 \text{ g}$$

$$(\text{انحلال‌پذیری در دمای } 50^{\circ}\text{C}) = 81/81 \text{ g} = \frac{\text{حل‌شونده } 162 \text{ g}}{\text{آب } 198 \text{ g}} \times \text{آب } 100 \text{ g} = \text{حل‌شونده } 81 \text{ g}?$$

انحلال‌پذیری نمک پتاسیم نیترات در دمای 50°C برابر با $81/81$ گرم است؛ یعنی در 100 گرم آب حداکثر $81/81$ گرم از این نمک حل می‌شود و محلولی به جرم $181/81$ گرم تولید می‌کند. اگر دمای این محلول را از 50°C به 40°C برسانیم، به‌اندازه تفاوت انحلال‌پذیری نمک در این دو دما، نمک به شکل رسوب از محلول جدا می‌شود.

$$\text{جرم رسوب تشکیل‌شده} = 81/81 - 60 = 21/81 \text{ g}$$

اکنون می‌توانیم حساب کنیم به ازای 360 گرم از محلول سیرشده اگر دمای محلول را از 50°C به 40°C برسانیم، چند گرم رسوب تشکیل خواهد شد.

$$\text{رسوب } 43/18 \text{ g} = \frac{\text{رسوب } 21/81 \text{ g}}{\text{محلول } 181/81 \text{ g}} \times \text{محلول } 360 \text{ g} = \text{رسوب } 43 \text{ g}?$$

$$\text{g KNO}_3 = 162 - 43/18 = 118/18 \text{ g} \text{ (باقی‌مانده در محلول)}$$

$$\text{mol KNO}_3 = 43/18 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{100 \text{ g KNO}_3} \simeq 0/43 \text{ mol} \text{ (رسوب‌کرده در محلول)}$$

انحلال اغلب نمک‌ها در آب گرماگیر است. (انحلال لیتیم سولفات در آب، گرماده است)
انحلال گازها در آب، گرماده است.
انحلال اتانول در آب یک فرآیند گرماده است.

ابتدا باید انحلال پذیری نمک را در دماهای 60°C و 40°C محاسبه کنیم:

$$60^{\circ}\text{C} \Rightarrow S = 0/3(60) + 72 = 90$$

$$40^{\circ}\text{C} \Rightarrow S = 0/3(40) + 72 = 84$$

سپس از فرمول زیر برای محاسبه جرم رسوب استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم محلول}} = \frac{\text{اختلاف انحلال پذیری در دو دما}}{\text{انحلال پذیری در دمای آغاز فرآیند} + 100}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم رسوب}}{76} = \frac{90 - 84}{100 + 90}$$

$$\text{جرم رسوب حاصل} = 2/4 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4 = 6 \times 10^5$$

یعنی در یک میلیون گرم محلول 6×10^5 گرم K_2SO_4 وجود دارد.

$$? \text{ g K} = 6 \times 10^5 \text{ g K}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4}{174 \text{ g K}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol K}^+}{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4} \times \frac{39 \text{ g K}^+}{1 \text{ mol K}^+} = 2/68 \times 10^5 \text{ K}^+$$

طبق معادله، عرض از مبدأ برابر با ۲۶ است که مطابق با عرض از مبدأ برای KCl روی نمودار است.

$$\text{مقدار S در } 76^{\circ}\text{C} \text{ از روی معادله} = 0/35 \times 76 + 26 = 52/6 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$$

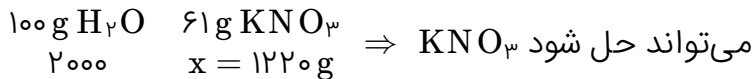
$$\text{مقدار S در } 76^{\circ}\text{C} \text{ از روی نمودار} = 50 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$$

تفاوت مقدار S در 76°C با توجه به معادله و از روی نمودار برابر با $2/6$ گرم $(52/6 - 50)$ در 100 g آب است.

دستگاه اندازه گیری قند خون (گلوکومتر)، میلی گرم های گلوکز را در دسی لیتر (100 mL) از خون نشان می دهد.

$$\frac{1800 \text{ mg گلوکز}}{10^6 \text{ mg خون}} \times \frac{10^3 \text{ mg خون}}{1 \text{ g خون}} \times \frac{1/05 \text{ g خون}}{1 \text{ mL خون}} \times \frac{100 \text{ mL خون}}{1 \text{ dL خون}} = 189 \text{ mg.dL}^{-1}$$

گلوکومتر عدد ۱۸۹ را نشان خواهد داد.



$$? \text{ mol KNO}_3 = 1220 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} = 12/08 \text{ mol KNO}_3$$

در دمای 55°C حدود ۱۰۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب حل شده و ۲۰۰ گرم محلول سیرشده از پتاسیم نیترات ایجاد می‌کند؛ بنابراین:

$$\left. \begin{aligned} n_{\text{KNO}_3} &= 100 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \simeq 1 \text{ mol} \\ V_{\text{محلول}} &= 200 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mL}}{1 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0/2 \text{ L} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M = \frac{n}{V} = \frac{1}{0/2} = 5 \text{ mol.L}^{-1}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$S = a \theta + b$$

$\uparrow$ عرض از مبدأ
 $\downarrow$ شیب خط

$$b = 36, \quad a = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{20 - 36}{100 - 0} = -0/16 \Rightarrow S = -0/16\theta + 36$$

گزینه ۲: نقطه زیر منحنی انحلال‌پذیری، جایگاه یک محلول سیرنشده و بالای منحنی انحلال‌پذیری جایگاه یک محلول فراسیرشده را نشان می‌دهد

گزینه ۴: مطابق نمودار، انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای 35°C برابر با ۱۰۰ گرم و در دمای 10°C برابر با ۸۰ گرم است. جرم محلول سیرشده در دمای 35°C برابر با ۲۰۰ گرم است که اگر دمای آن را به 10°C کاهش دهیم، حدود ۲۰ گرم از ماده حل شده به صورت رسوب از محلول خارج می‌شود؛ بنابراین:

$$20 \text{ g رسوب می‌شود} = 200 \text{ g رسوب} \times \frac{20 \text{ g رسوب}}{200 \text{ g رسوب}} = 20 \text{ g رسوب می‌شود}$$

عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^2 \times 10^4 \Rightarrow \text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی}$$

$$\Rightarrow \text{ppm} = 10^4 \times 0.01 = 100$$

عبارت دوم: نادرست. در محلول سرم فیزیولوژی، آب و نمک وجود دارد. در هوای پاک نیز، آب به صورت رطوبت می‌تواند وجود داشته باشد؛ بنابراین فقط آب از اجزای مشترک موجود در هوای پاک و سرم فیزیولوژی است.

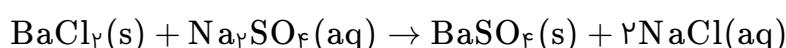
عبارت سوم: درست.

$$\begin{cases} \text{شمار اتم‌های سازنده در } (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 14 \\ \text{شمار اتم‌های سازنده در } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 17 \end{cases} \Rightarrow \frac{14}{17} \simeq 0.8$$

عبارت چهارم: درست.

$$\frac{1}{2} \text{ ton (آب دریا)} \times \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton (آب دریا)}} \times \frac{27 \text{ kg نمک}}{100 \text{ kg (آب دریا)}} = 324 \text{ kg نمک}$$

بنابراین اگر ۱/۲ تن آب دریا با درصد جرمی ۲۷، تبخیر شود، ۳۲۴ کیلوگرم نمک موجود در آن، در مخزن باقی می‌ماند.



$$\text{جرم سدیم سولفات} = 200 \text{ g} \times \frac{10}{100} = 20 \text{ g}$$

$$? \text{ g BaSO}_4 = 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} \simeq 32.8 \text{ g BaSO}_4$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: فرآوردهٔ محلول در آب NaCl است.

$$? \text{ mol NaCl} = 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \simeq 0.28 \text{ mol NaCl}$$

گزینه ۳:

$$\begin{aligned} \text{شمار یون‌های کلرید مصرف‌شده} &= 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \\ &\times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} \simeq 1.7 \times 10^{23} \text{ Cl}^- \end{aligned}$$

گزینه ۴: BaSO₄ در آب حل نمی‌شود و نامحلول است.

ابتدا معادله واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

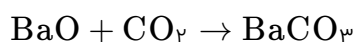


پاسخ بخش اول مسئله:

$$\begin{aligned} ? \text{ g NaHCO}_3 &= 750 \text{ mL H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4(\text{aq})}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4(\text{aq})} \\ &\times \frac{2 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 126 \text{ g NaHCO}_3 \end{aligned}$$

پاسخ بخش دوم مسئله:

ابتدا بر اساس واکنش اول، حساب می‌کنیم به ازای مصرف ۱۲۶ گرم سدیم هیدروژن کربنات چند مول CO_2 به دست می‌آید و سپس بر اساس واکنش دوم، حساب می‌کنیم به ازای مصرف این مقدار CO_2 ، چند گرم باریم کربنات تولید می‌شود:



$$\begin{aligned} 126 \text{ g NaHCO}_3 &\times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol BaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \\ &\times \frac{197 \text{ g BaCO}_3}{1 \text{ mol BaCO}_3} = 294 \text{ g BaCO}_3 \end{aligned}$$