

۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

فرایند نشان داده شده در شکل، اسمز نام دارد. برای نمکزدایی آب دریا و تهیه‌ی آب شیرین از فرایند اسمز معکوس استفاده می‌شود.

۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا جرم نمک و جرم محلول ۱۰ مولار NaNO_3 در یک لیتر از آن را محاسبه می‌کنیم:

$$10 \text{ mol NaNO}_3 \times \frac{85 \text{ g NaNO}_3}{1 \text{ mol NaNO}_3} = 850 \text{ g NaNO}_3$$

$$1 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1/85 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 1850 \text{ g محلول}$$

$$1000 \text{ g} = 1850 \text{ g} - 850 \text{ g} = \text{جرم حل‌شونده} - \text{جرم محلول} = \text{جرم حلال}$$

$$\left[\begin{array}{cc} \text{آب} & \text{NaNO}_3 \\ 1000 \text{ g} & \sim 850 \text{ g} \\ 100 \text{ g} & \sim x \end{array} \right] \Rightarrow x = 85 \text{ g} \Rightarrow \text{انحلال‌پذیری}$$

$$S = 0/8\theta + 72 \rightarrow 85 = 0/8\theta + 72$$

$$0/8\theta = 13 \rightarrow \theta = 16/25^\circ \text{C}$$

۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه زیر داریم:

$$M = \frac{\text{چگالی محلول} \times \text{درصد جرمی}}{\text{غلظت مولی}} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}}$$

$$2/5 = \frac{10 \times a \times 1/25}{40} \Rightarrow a = 8\%$$

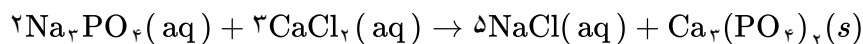
۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. موارد دوم، سوم و چهارم نادرست هستند. بررسی موارد:

۱) فراوان‌ترین یون موجود در آب دریا Cl^- بوده که در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای جای دارد.

۲) BaCl_2 یک ترکیب محلول در آب است. برای شناسایی یون باریم می‌توان از یون سولفات استفاده کرد.

۳) واکنش انجام شده به صورت زیر است:



مجموع ضرایب مواد محلول در آب برابر ۱۱ است.

۴) در یون‌های چنداتمی بار یون متعلق به کل یون بوده و به اتم خاصی تعلق ندارد.

در دمای 50°C ، 30g Li_2SO_4 می‌تواند در 100g آب حل شود و محلول سیرشده‌ای به جرم 130g ایجاد می‌شود. بنابراین در $162/5\text{g}$ محلول سیرشده، $37/5\text{g}$ گرم حل شونده وجود دارد:

$$\text{حل شونده } 30\text{g} \times \frac{\text{محلول } 162/5\text{g}}{\text{محلول } 130\text{g}} = \text{حل شونده } 37/5\text{g}$$

$$\text{آب } 125\text{g} = 162/5 - 37/5$$

همچنین در دمای 75°C ، انحلال‌پذیری Li_2SO_4 برابر 24g در 100g آب است و بنابراین 124g گرم محلول سیرشده به دست می‌آید. پس اگر 125g آب داشته باشیم، حداکثر 30g گرم حل شونده می‌تواند در آب حل شود.

$$\text{حل شونده } 30\text{g} \times \frac{24\text{g}}{100\text{g آب}} = \text{آب } 125\text{g}$$

بنابراین از $37/5\text{g}$ گرم حل شونده در محلول ابتدایی 30g آن در آب باقی مانده و تنها $7/5\text{g}$ گرم آن رسوب می‌کند. پس مقدار آبی که باید به این $7/5\text{g}$ رسوب در دمای 75°C بیافزاییم تا به حالت محلول در بیاید، برابر است با:

$$\text{آب } 100\text{g} \times \frac{7/5\text{g Li}_2\text{SO}_4}{24\text{g Li}_2\text{SO}_4} = \text{آب } 31/25\text{g}$$

برای به دست آوردن غلظت مولار یون K^+ ، ابتدا باید شمار مول‌های K^+ را به دست آوریم:

$$\text{جرم ترکیب} \times 100 = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x\text{gKCl}}{89/4} \times 100 \Rightarrow x = 17/88\text{gKCl}$$

$$\text{?mol K}^+ = 17/88\text{gKCl} \times \frac{1\text{molKCl}}{74/5\text{gKCl}} \times \frac{1\text{molK}^+}{1\text{molKCl}} = 0/24\text{molK}^+$$

سپس باید حجم محلول اولیه را حساب کرده و با حجم آب ($75/5\text{mL}$) جمع کرده تا حجم محلول جدید به دست آید.

$$\text{محلول } 74/5\text{mL} = \frac{\text{محلول } 1\text{mL}}{\text{محلول } 1/2\text{g}} \times \text{محلول } 89/4\text{g} \times \text{حجم محلول اولیه}$$

$$\text{حجم آب} + \text{حجم محلول اولیه} = \text{حجم محلول جدید} = 74/5 + 75/5 = 150\text{mL}$$

در نهایت می‌توانیم غلظت مولار یون K^+ را به دست آوریم:

$$M = \frac{\text{شمار مول های } \text{K}^+}{\text{حجم محلول}} = \frac{0/24\text{mol}}{0/15\text{L}} = 1/6\text{mol. L}^{-1}$$

مقدار املاح حل شده در دو محلول A و B تقریباً یکسان است اما محلول A پس از ورود به دستگاه، مقداری از آب خود را از دست داده تا به وسیله‌ی غشای نیمه‌تراوا به قسمت پایینی دستگاه برسد. بنابراین غلظت مواد حل شده در محلول B بیشتر از محلول A است. بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) به کمک روش اسمز معکوس، تنها میکروب‌های موجود در آب باقی می‌ماند و ترکیب‌های آلی فرار از آن جدا می‌شوند.
 (۳) هر سه روش اسمز معکوس، تقطیر و صافی کربن، روش‌های فیزیکی برای تهیه‌ی آب شیرین محسوب می‌شوند.
 (۴) هرچه زمان بیشتری بگذرد، غلظت مواد موجود در بالای ظرف بیشتر شده و برای ایجاد فرایند اسمز معکوس به فشار بیشتری نیاز است.

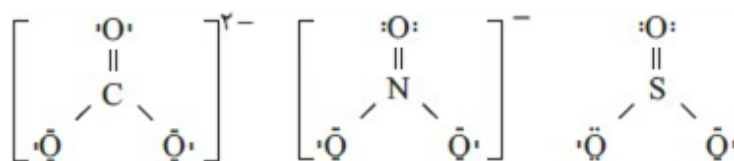
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

(آ) درست

(ب) درست - فرمول فسفات فلز M به صورت $M_3(PO_4)_2$ است.

(پ) نادرست - در یون آمونیوم، تنها اتم‌های هیدروژن به آرایش هشتایی نرسیده‌اند.

(ت) درست



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «آ» و «پ» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

(آ) استون (C_3H_6O) مولکولی قطبی است که به عنوان حلال چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها کاربرد دارد.

(ب) هگزان ناقطبی است و بنابراین در آب حل نمی‌شود اما استون و اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

(پ) در مولکول‌های استون H متصل به اتم‌های F ، O و N وجود ندارد و بنابراین میان آنها پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

(ت) اتانول (C_2H_5O) حلال در تهیه‌ی مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «آ» و «پ» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

(ب) استون حلال برخی چربی‌ها، لاک‌ها و رنگ‌ها بوده و گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر از صفر است.

(ت) اتانول به هر نسبتی در آب حل شده و نمی‌توان از آن محلول سیرشده در آب تهیه کرد.

(ث) گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:
گزینه (۱): معادله انحلال پذیری به صورت زیر است:

$$S - 61 = \frac{75 - 61}{20 - 0}(\theta - 0) \Rightarrow S = 0.7\theta + 61$$

گزینه (۲): ابتدا انحلال پذیری نمک در دمای $40^\circ C$ را با استفاده از معادله انحلال پذیری تعیین می‌کنیم:

$$S = 0.7(40) + 61 = 89$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{89}{100 + 89} \times 100 \cong \%47$$

گزینه (۳): ابتدا انحلال پذیری در دمای $25^\circ C$ را محاسبه می‌کنیم:

$$S = 0.7(25) + 61 = 78.5$$

مقدار نمک مورد نیاز برابر است با:

$$40g \text{ آب} \times \frac{78.5g \text{ نمک}}{100g \text{ آب}} = 31.4g$$

گزینه (۴): با توجه به انحلال پذیری نمک در دو دمای $40^\circ C$ و $20^\circ C$ می‌توان نوشت:

$$200g \text{ محلول} \times \frac{(89 - 75)g \text{ رسوب}}{189g \text{ محلول}} \cong 14.81g \text{ رسوب}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد اول و سوم درست است.

بررسی موارد:

مورد اول: اتم هیدروژن در HF دارای بار جزئی مثبت بوده و در میدان الکتریکی به سمت قطب منفی جهت‌گیری می‌کند.
مورد دوم: نقطه جوش HCl بیش‌تر F_2 است زیرا جرم مولی دو مولکول نزدیک به هم است اما HCl قطبی بوده و نیروی بین مولکولی در آن قوی‌تر است، بنابراین هنگام سرد کردن مخلوطی از دو گاز F_2 و HCl، مولکول‌های HCl زودتر به حالت مایع درمی‌آید.

مورد سوم: مولکول‌های O_2 و CO_2 هر دو ناقطبی بوده و نیروی بین مولکولی در آن‌ها از نوع واندروالس است.
مورد چهارم: مولکول‌های NO قطبی هستند، اما نیروی بین مولکولی در آن از نوع واندروالس است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد دوم و پنجم درست است.

بررسی موارد نادرست:

مورد اول: با عبور آب از صافی کربن، تنها میکروب‌ها حذف نمی‌شوند و فلزات سمی حذف می‌شود.

مورد سوم: خیار در آب شور چروکیده می‌شود (نه متورم). هم‌چنین دیواره سلولی نقش غشای نیمه‌تراوا را ایفا می‌کند.

مورد چهارم: نیاز بدن به یون K^+ دو برابر یون Na^+ است و از آن‌جا که بیش‌تر مواد غذایی حاوی یون K^+ است، نیاز به آن به ندرت احساس می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه (۱): در ساختار یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسب ثابتی قرار دارند و هر اتم اکسیژن با دو پیوند اشتراکی به دو اتم هیدروژن در یک مولکول و با دو پیوند هیدروژنی به دو اتم هیدروژن از دو مولکول دیگر متصل است.

گزینه (۲): در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای سه‌بعدی و منظم را به وجود می‌آورند.

گزینه (۴): در حالت مایع بین مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی کم‌تری نسبت به یخ وجود دارد و مولکول‌های آن روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

تنها مقایسه اول درست است. بین مولکول‌های NH_3 پیوند هیدروژنی برقرار شده و نقطه جوش بالاتری دارد.

مقایسه درست موارد داده شده به صورت زیر است:

مورد دوم: قدرت نیروهای بین مولکولی: $\text{HF} > \text{HBr} > \text{HCl}$

مورد سوم: گشتاور دوقطبی: $I_{\text{F}} = \text{Br}_{\text{F}} = \text{F}_{\text{F}} = 0$

مورد چهارم: اختلاف نقطه جوش با آب: $\text{H}_2\text{S} > \text{NH}_3 > \text{HF}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ابتدا انحلال‌پذیری نمک در دمای 25°C را محاسبه می‌کنیم. درصد جرمی محلول سیرشده در این دما ۲۰٪ است یعنی در

هر ۸۰ گرم آب (۱۰۰ - ۲۰)، ۲۰ گرم نمک حل شده است، پس داریم:

$$S_2 = \frac{20}{80} \times 100 = 25$$

حال با توجه به مقدار رسوب تشکیل شده و آب موجود در محلول می‌توان نوشت:

$$30 \text{ g رسوب} \times \frac{100 \text{ g آب}}{(S_1 - 25) \text{ g رسوب}} = 60 \text{ g آب} \Rightarrow S_1 = 75$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط عبارت «ب» نادرست است.

ب) میله شیشه‌ای مالش داده شده به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی بوده و باریکه آب را از راستای طبیعی خود منحرف می‌کند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دستگاه گلوکومتر میلی‌گرم‌های گلوکز در دسی‌لیتر (dL) از خون را نشان می‌دهد.

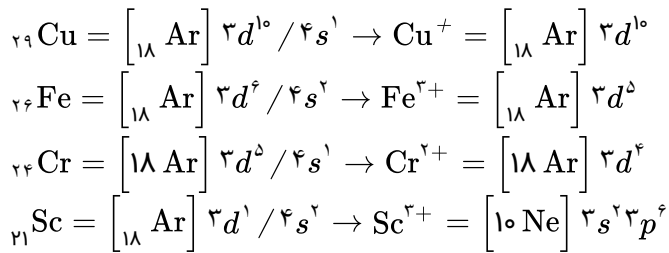
$$\frac{\frac{1/5 \times 10^{-2}}{100 \text{ g}} \times 10^6}{\frac{0/9 \text{ g}}{300}} = 0/35 \quad (1 \text{ dL} = 100 \text{ mL و چگالی} = 1)$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\theta = \frac{66 - 50}{10} = 1/1 \Rightarrow s = 1/1\theta + 33$$

$$s = 1/1 \times 66 + 33 = 103/4$$

انحلال‌پذیری در ۱۰۰ گرم آب برابر $103/4$ گرم است پس در ۲۰۰ گرم آب دو برابر این مقدار خواهد بود.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. میزان انحلال پذیری اکسیژن در آب دریا به علت وجود املاح مختلف، کمتر است و با توجه به نمودار مشاهده می شود با افزایش دما تغییرات انحلال پذیری اکسیژن در آب آشامیدنی برابر $(\frac{1}{6} - \frac{0}{6})$ است ولی برای انحلال پذیری اکسیژن در آب دریا حدوداً برابر $(\frac{1}{3} - \frac{0}{5})$ است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. انحلال پذیری گاز O_2 در فشار ۳ atm در دمای $20^\circ C$ و برابر 0.013 گرم در 100 گرم آب است. از طرفی چون در شرایط یکسان انحلال پذیری O_2 در آب بیشتر از N_2 است، گزینه ی (۲) می تواند پاسخ باشد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نقطه ی جوش H_2O بیشتر از HF و نقطه ی جوش HF نیز بیشتر از NH_3 است. (حذف موارد d ، a) هر مولکول H_2O با ۴ مولکول مجاور و هر مولکول HF با ۲ مولکول مجاور، پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۴

$$80^\circ C : 100g \text{ محلول } \begin{cases} 33/33g A \\ 100 - 33/33 = 66/67g H_2O \end{cases}$$

با فرض این که جرم آب برابر $100g$ باشد، انحلال پذیری نمک A در دمای $80^\circ C$ برابر است با:

$$100g H_2O \times \frac{33/33g A}{66/67g H_2O} = 50g A$$

به ازای $100g$ آب، میزان رسوب تولید شده برابر $40a - 80a = 40a$ است.

جرم نمک A و همین طور جرم آب در 60 گرم محلول سیر شده آن در دمای $80^\circ C$ برابر است با:

$$33/33 = \frac{x}{60} \times 100 \Rightarrow x = 20g A \Rightarrow \text{جرم آب} = 40g$$

$$\begin{bmatrix} \text{آب} & \text{رسوب} \\ 100g & 40a \\ 40g & 6/4 \end{bmatrix} \Rightarrow a = 0/4 \Rightarrow (1) \text{ و } (2) \text{ حذف گزینه های}$$

مقدار S در دمای $80^\circ C$ در معادله های گزینه های (۳) و (۴) به ترتیب برابر 50 و 64 گرم به دست می آید.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نخست جرم برمید موجود در محلول اولیه را به دست می آوریم:

$$? g Br^- = 0/2 L CaBr_2(aq) \times \frac{1 \text{ mol } CaBr_2}{1 L CaBr_2(aq)} \times \frac{2 \text{ mol } Br^-}{1 \text{ mol } CaBr_2} \times \frac{80g Br^-}{1 \text{ mol } Br^-} = 32g Br^-$$

اکنون می توان نوشت:

$$10 = \frac{32g}{\left(200mL \times 1/1 \frac{g}{mL}\right) + x} \times 100 \Rightarrow x = 100g H_2O$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 560 = \frac{x}{800} \times 10^6 \Rightarrow x = 0.448 \text{ g نمک}$$

$$\text{جرم مولی نمک} = \frac{0.448 \text{ g}}{2 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 224 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{Cu}_2\text{SO}_4 : 224 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{پتاسیم فسفات} = \text{K}_3\text{PO}_4$$

$$\text{گالیم نیترات} = \text{Ga}(\text{NO}_3)_3$$

$$\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10 = \frac{\text{غلظت مولی}}{\text{جرم مولی}}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{غلظت مولی پتاسیم فسفات} &= \frac{10 \times 80 \times 4/24}{212} = 16 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ \text{غلظت مولی گالیم نیترات} &= \frac{10 \times 40 \times 1/28}{256} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{16}{2} = 8$$

$$\text{محلول} = 200 \text{ mL} = \frac{1000 \text{ mL محلول}}{16 \text{ mol فسفات}} \times \frac{\text{پتاسیم فسفات } 1 \text{ mol}}{4 \text{ mol یون}} \times 12/8 \text{ mol یون}$$

می‌دانیم غلظت نهایی Na^+ برابر 0.2 مول بر لیتر است، پس داریم:

$$\text{NaOH} = a \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 4 \text{ L} = 4a \text{ mol NaOH}$$

$$\Rightarrow 4a \text{ mol NaOH} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}} = 4a \text{ mol Na}^+$$

$$\text{NaNO}_3 = 0.3 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol NaNO}_3$$

$$\Rightarrow 0.6 \text{ mol NaNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaNO}_3} = 0.6 \text{ mol Na}^+$$

$$\text{غلظت نهایی Na}^+ = \frac{0.6 \text{ mol} + 4a \text{ mol}}{4 \text{ L} + 2 \text{ L}} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow a = 0.15 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{چگالی} (g. \text{mL}^{-1}) \times \text{درصد جرمی} = 10 \times \frac{\text{غلظت مولار}}{\text{جرم مولی}}$$

$$\Rightarrow 0.15 = \frac{10 \times 2/5 \times d}{40} \Rightarrow d = 0.24 \text{ g. mL}^{-1}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با سرد کردن ۱۷۰g محلول سیرشده‌ی KNO_3 از دمای $45^\circ C$ به $35^\circ C$ مقدار ۲۰g پتاسیم نیترات رسوب می‌کند:

$$?gKNO_3 = 850g \text{ محلول} \times \frac{20gKNO_3}{170g \text{ محلول}} = 100gKNO_3$$



$$?LO_2 = 100gKNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } KNO_3}{101gKNO_3} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KNO_3} \times \frac{22.4L O_2}{1 \text{ mol } O_2} \approx 11.2LO_2$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{محلول } 105g = 100 \times 1.05g \cdot mL^{-1} = 105g \text{ محلول}$$

$$ppm = \frac{\text{جرم } Ca^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 800 = \frac{\text{جرم } Ca^{2+}}{105g \text{ محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } Ca^{2+} = 840 \times 10^{-4} gCa^{2+}$$

$$?gCaCO_3 \text{ خالص} = 840 \times 10^{-4} gCa^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } Ca^{2+}}{40gCa^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100gCaCO_3}$$

$$= 2100 \times 10^{-4} gCaCO_3 = 21 \times 10^{-2} gCaCO_3$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 = 84 = \frac{21 \times 10^{-2}}{x} \times 100 \Rightarrow 84x = 21 \Rightarrow x = 0.25g = \frac{1}{4}g$$