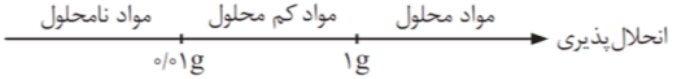
۱ به حداکثر جرمی از یک ماده که می‌توان بدون تشکیل رسوب در ۱۰۰ گرم آب حل کرد، انحلال‌پذیری آن ماده گفته می‌شود. مواد بر اساس مقدار انحلال‌پذیری خود به سه دسته‌ی محلول، کم‌محلول و نامحلول طبقه‌بندی می‌شوند. در این رابطه، به نمودار زیر توجه کنید:




مقدار انحلال‌پذیری نمک‌های مختلف در آب، بر حسب تغییر دمای محلول، دچار تغییر می‌شود. برای نمک‌هایی که تغییر مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در دماهای مختلف به صورت خطی است، می‌توان با استفاده از رابطه زیر، معادله انحلال‌پذیری را به‌دست آورد:

$$S = \left(\frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}\right)\theta + b$$

در این رابطه، مولفه $S$ مقدار انحلال‌پذیری را در دماهای مختلف نشان داده و $\theta$ نیز دما را نشان می‌دهد. توجه داریم که در دمای ۲۰°C، ۱۵ گرم نمک در ۵۰ گرم آب حل شده و ۶۵ گرم محلول سیرشده بدست آمده است. ابتدا براساس اطلاعات داده شده از محلول‌های سیرشده، انحلال‌پذیری نمک را در دماهای ذکر شده محاسبه می‌کنیم:

$$\text{انحلال پذیری دمای ۴۰°C} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵}{۱۲۵} \times ۱۰۰ = ۲۰\,{}^{g}/_{۱۰۰ g H_۲O}$$

$$\text{انحلال پذیری دمای ۲۰°C} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۳۰\,{}^{g}/_{۱۰۰ g H_۲O}$$

$$\text{انحلال پذیری دمای مجهول} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۸۰} \times ۱۰۰ = ۱۵\,{}^{g}/_{۱۰۰ g H_۲O}$$

حال با استفاده از انحلال پذیری نمک در دماهای ۲۰ و ۴۰ درجه، معادله انحلال‌پذیری نمک را بدست می‌آوریم:

$$S = \left(\frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}\right)\theta + b \Longrightarrow S = \frac{۳۰ - ۲۰}{۲۰ - ۴۰}\theta + b \Longrightarrow S = -۰/۵\theta + b$$

در قدم بعد، انحلال‌پذیری نمک در یکی از دماهای داده شده را در رابطه بالا قرار می‌دهیم تا مقدار $b$ بدست بیاید.

$$S_۱ = ۲۰ = -۰/۵ \times ۴۰ + b \Rightarrow b = ۴۰$$

پس می‌توان گفت معادله انحلال‌پذیری نمک مورد نظر به صورت $S = -۰/۵\theta + ۴۰$ است. در پایان باتوجه به انحلال‌پذیری نمک در حالت سوم، انحلال‌پذیری آن را بدست می‌آوریم:

$$S = -۰/۵\theta + ۴۰ \Rightarrow ۱۵ = -۰/۵ \times \theta + ۴۰ \Rightarrow \theta = ۵۰°C$$

با توجه به محاسبات بالا، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، با حل کردن ۱۲ گرم نمک در ۸۰ گرم آب، محلول سیرشده تشکیل می‌شود.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲ فرمول شیمیایی لیتیم سولفات به صورت $Li_۲SO_۴$ است. توجه داریم که با افزایش دما، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در آب کاهش پیدا می‌کند. در دمای ۳۰ °C، مقدار ۲۵ گرم نمک لیتیم سولفات در ۷۵ = ۲۵ − ۱۰۰ گرم آب حل شده است. ابتدا حساب می‌کنیم در محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات در دمای ۴۰ °C، به ازای ۷۵ گرم آب چند گرم لیتیم سولفات وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\,Li_۲SO_۴ = ۷۵\,g\,H_۲O \times \frac{۳۰\,g\,Li_۲SO_۴}{۱۰۰\,g\,H_۲O} = ۲۲/۵\,g\,Li_۲SO_۴$$

بنابراین جرم رسوب تشکیل شده برابر است با:

$$\text{جرم رسوب} = ۳۰\ °C \text{ جرم نمک محلول در دمای } ۴۰\ °C - \text{جرم نمک محلول در دمای } ۲۵ - ۲۲/۵ = ۲/۵\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، از ۲۵ گرم نمک اولیه، ۲/۵ گرم به صورت رسوب درآمده و ۲۲/۵ گرم به صورت محلول باقی مانده است. در نهایت، درصد نمک باقیمانده در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد نمک باقیمانده در محلول} = \frac{۲۲/۵}{۲۵} \times ۱۰۰ = ۹۰٪$$

در قدم بعد، شمار مول‌های نمک رسوب کرده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مول نمک رسوب کرده} = ۲/۵\,g \times \frac{۱\,mol\,Li_۲SO_۴}{۱۱۰\,g\,Li_۲SO_۴} \simeq ۰/۰۲۳\,mol$$

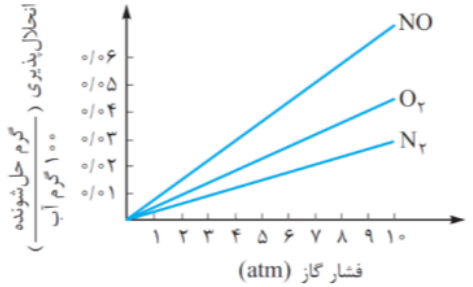
با توجه به محاسبات بالا، مقدار لیتیم سولفات رسوب کرده تقریبا برابر با ۰/۰۲۳ مول است.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳** قانون هنری، تاثیر فشار بر انحلال‌پذیری گازها در آب را بررسی می‌کند. مطابق این قانون، نمودار انحلال‌پذیری-فشار برای هر گاز به صورت یک خط مبداگذر است. تغییر فشار بر گازی که انحلال‌پذیری بیشتری داشته باشد، تأثیر بیشتری می‌گذارد. در واقع، طبق قانون هنری در دمای ثابت، با افزایش فشار گاز، انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد، پس تأثیر تغییر فشار بر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن بیشتر از گاز متان است. نمودار زیر، بیانی از این قانون برای سه گاز مختلف را نشان می‌دهد:




بر اساس قانون هنری، در دمای ثابت، انحلال‌پذیری یک گاز معین در آب با فشار آن گاز در محیط اطراف محلول، رابطهٔ مستقیم و خطی دارد. قانون هنری را به صورت زیر می‌نویسند:

$S = k_H \times P$

در این رابطه S انحلال‌پذیری گاز در ۱۰۰ گرم آب، P فشار برحسب اتمسفر(atm) و در نهایت $k_H$ ثابت هنری است که برای هر گاز مقدار ویژه‌ای دارد. رابطهٔ انحلال‌پذیری بالا یک معادلهٔ خط راست با شیب $k_H$ و عرض از مبدأ صفر است. بر این اساس، در فشار صفر اتمسفر گازها اصلا در یک نمونه از آب حل نمی‌شوند. با توجه به رابطهٔ قانون هنری، در دمای ثابت(که در آن مقدار $k_H$ ثابت است)، با $n$ برابر کردن فشار گاز($P$)، انحلال‌پذیری گاز($S$) نیز $n$ برابر می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده، اگر فشار گاز اکسیژن از ۲ اتمسفر به ۴ اتمسفر برسد، انحلال‌پذیری این گاز در محلول ۲ برابر شده و از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب به ۰/۰۲ گرم در هر ۱۰۰ گرم آب می‌رسد. محلول سیرشده‌ای از این گاز را در ۱۰۰ گرم آب در نظر می‌گیریم. جرم این محلول آبی برابر با ۱۰۰/۰۲ گرم می‌شود. از آنجا که انحلال‌پذیری این گاز در آب بسیار کم است، بنابراین می‌توان گفت حل شدن گاز اکسیژن در آب به تقریب تأثیری بر حجم و چگالی آب نخواهد داشت و حجم محلول سیرشده برابر ۱۰۰ میلی‌لیتر یا ۰/۱ لیتر خواهد بود. در قدم اول، تعداد مول گاز اکسیژن را در ۰/۱ $L$ از محلول سیرشده آن محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ O_2 = ۰/۲\ g\ O_2 \times \frac{۱\ mol\ O_2}{۳۲\ g\ O_2} = \frac{۰/۲}{۳۲}\ mol\ O_2$$

همانطور که گفتیم، حجم محلول تقریبا برابر با ۰/۱ $L$(معادل با ۱۰۰ گرم یا ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول) است. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\frac{۰/۰۲}{۳۲}\ mol}{۰/۱\ L} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{-۳}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴** فرمول مولکولی استون به صورت $C_3H_6O$ است. در هر مول استون، ۱ مول اتم اکسیژن(معادل با ۱۶ گرم اکسیژن) و ۶ مول اتم هیدروژن(معادل با ۶ گرم هیدروژن) وجود دارد، پس می‌توان گفت به ازای هر مول استون، تفاوت جرم اتم‌های اکسیژن و هیدروژن برابر با ۱۰ گرم می‌شود. طبق فرض سوال، در نمونه‌ای از استون تفاوت جرم اتم‌های هیدروژن و اکسیژن برابر با ۸ گرم است، پس مقدار مول‌های این نمونه از استون را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\ C_3H_6O = ۸\ g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{۱\ mol\ C_3H_6O}{۱۰\ g\ \text{تفاوت جرم}} = ۰/۸\ mol$$

در قدم بعد، جرم اتم‌های کربن موجود در این نمونه از استون را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ C = ۰/۸\ mol\ C_3H_6O \times \frac{۳\ mol\ C}{۱\ mol\ C_3H_6O} \times \frac{۱۲\ g\ C}{۱\ mol\ C} = ۲۸/۸\ g$$

در نهایت، مقدار محلول ۰/۲ مولار که با استفاده از ۰/۸ مول استون می‌توان تهیه کرد را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\ \text{محلول} = ۰/۸\ mol\ C_3H_6O \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۲\ mol\ C_3H_6O} = ۴\ L$$

همانطور که مشخص است، حجم محلول ایجاد شده برابر با ۴ لیتر می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۵** در قدم اول، غلظت مولی یون نیترات را در محلول نقره نیترات محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times ppm}{\text{جرم مولی} \times ۱۰۰۰} = \frac{۶۲۰۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰۰ \times ۶۲} = ۰/۱۲۵\ mol.L^{-۱}$$

غلظت مولی یون نیترات در محلول مورد نظر برابر با ۰/۱۲۵ مول بر لیتر بوده و زیروند این یون در واحد فرمول نقره نیترات($AgNO_۳$) نیز برابر با ۱ است، پس می‌توان گفت غلظت مولی نقره نیترات در محلول مورد نظر برابر با ۰/۱۲۵ مول بر لیتر می‌شود. یون نقره موجود در محلول نقره نیترات، با یون کلرید موجود در محلول هیدروکلریک اسید واکنش داده و نمک نامحلول نقره کلرید را ایجاد می‌کند. معادله این واکنش به صورت زیر است:

$$AgNO_۳(aq) + HCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + H^+(aq) + NO_۳^-(aq)$$

با توجه به معادله نوشته شده، حجم محلول ۰/۵ مولار هیدروکلریک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ L\ \text{محلول هیدروکلریک اسید} = ۴\ L\ \text{محلول نقره نیترات} \times \frac{۰/۱۲۵\ mol\ AgNO_۳}{۱\ L\ \text{محلول نقره نیترات}} \times \frac{۱\ mol\ HCl}{۱\ mol\ AgNO_۳} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول هیدروکلریک اسید}}{۰/۵\ mol\ HCl} = ۱\ L$$

در واکنش مورد نظر، ۴ لیتر محلول نقره نیترات و ۱ لیتر محلول هیدروکلریک اسید مصرف شده و ۵ لیتر محلول ایجاد شده است. بر این اساس، غلظت یون نیترات را در محلول نهایی ایجاد شده محاسبه می‌کنیم. برای این منظور، ابتدا شمار مول‌های یون نیترات وارد شده به محلول را محاسبه کرده و در نهایت، با توجه به حجم محلول غلظت مولی یون نیترات را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ NO_۳^- = ۴\ L\ \text{محلول نقره نیترات} \times \frac{۰/۱۲۵\ mol\ AgNO_۳}{۱\ L\ \text{محلول نقره نیترات}} \times \frac{۱\ mol\ NO_۳^-}{۱\ mol\ AgNO_۳} = ۰/۵\ mol$$

$$[NO_۳^-] = \frac{\text{مول } NO_۳^-}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۵\ mol\ NO_۳^-}{۵\ L\ \text{محلول}} = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶** در قدم اول، جرم منیزیم سولفات($MgSO_۴$) موجود در محلول ۸۰۰ گرمی اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ MgSO_۴ = ۸۰۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۱۰\ g\ MgSO_۴}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} = ۸۰\ g$$

در قدم بعد، محاسبه می‌کنیم که با استفاده از این ۸۰ گرم منیزیم سولفات، چند گرم محلول ۲ مولار از این نمک قابل تهیه است. بر این اساس، داریم:

$$?\ g\ \text{محلول} = ۸۰\ g\ MgSO_۴ \times \frac{۱\ mol\ MgSO_۴}{۱۲۰\ g\ MgSO_۴} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۲\ mol\ MgSO_۴} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱/۲\ g\ \text{محلول}}{۱\ mL\ \text{محلول}} = ۴۰۰\ g$$

جرم محلول اولیه برابر با ۸۰۰ گرم بوده و درصد جرمی منیزیم سولفات در آن برابر با ۱۰٪ بوده است. جرم محلول ۲ مولار نهایی ایجاد شده طی این فرایند نیز برابر با ۴۰۰ گرم است. بر این اساس، می‌توان گفت که اگر ۴۰۰ گرم از آب موجود در محلول اولیه را تبخیر کنیم، محلول ۴۰۰ گرمی نهایی ایجاد شده و غلظت منیزیم سولفات در محلول به ۲ مول بر لیتر می‌رسد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۷** اتم‌های منیزیم در ساختار منیزیم سولفات($MgSO_4$) وجود دارند، اما در ساختار آمونیوم نیترات($NH_4NO_3$) یافت نمی‌شوند. همانطور که مشخص است، در واحد فرمولی نمک آمونیوم نیترات، ۲ اتم نیتروژن در کنار سایر اتم‌ها وجود دارد. با توجه به جرم اتم‌های نیتروژن، جرم آمونیوم نیترات موجود در نمونه داده شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,NH_4NO_3 = ۵/۶\,g\,N \times \frac{۱\,mol\,N}{۱۴\,g\,N} \times \frac{۱\,mol\,NH_4NO_3}{۲\,mol\,N} \times \frac{۸۰\,g\,NH_4NO_3}{۱\,mol\,NH_4NO_3} = ۱۶\,g$$

در مرحله بعد، جرم منیزیم سولفات موجود در نمونه اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم } MgSO_4 = \text{جرم نمونه‌ی اولیه} - \text{جرم } NH_4NO_3 = ۲۲\,g - ۱۶\,g = ۶\,g\,MgSO_4$$

در مرحله بعد، شمار مول‌های یون منیزیم موجود در ۶ گرم منیزیم سولفات را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، غلظت مولی این یون را در محلول نهایی بدست می‌آوریم.

$$?\,mol\,Mg^{2+} = ۶\,g\,MgSO_4 \times \frac{۱\,mol\,MgSO_4}{۱۲۰\,g\,MgSO_4} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{2+}}{۱\,mol\,MgSO_4} = ۰/۰۵\,mol$$

برای محاسبه غلظت یون منیزیم در محلول مورد نظر، داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۰۵\,mol}{۲/۵\,L} = ۰/۰۲\,mol.L^{-1}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، غلظت مولی یون منیزیم در محلول نهایی برابر با ۰/۰۲ مول بر لیتر می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸** واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

$$Ca(HCO_3)_2(s) + ۲HNO_3(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + ۲CO_2(g) + ۲H_2O(l)$$

ابتدا جرم کلسیم هیدروژن کربنات ناخالص مصرف شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Ca(HCO_3)_2\ \text{ناخالص} = \underbrace{۴/۴\,L\,CO_2 \times \frac{۲\,g\,CO_2}{۱\,L\,CO_2} \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۴۴\,g\,CO_2}}_{۰/۲\,mol\,CO_2} \times \frac{۱\,mol\,Ca(HCO_3)_2}{۲\,mol\,CO_2} \times \frac{۱۶۲\,g\,Ca(HCO_3)_2}{۱\,mol\,Ca(HCO_3)_2}$$

$$\times \frac{۱۰۰\,g\,Ca(HCO_3)_2\ \text{ناخالص}}{۸۰\,g\,Ca(HCO_3)_2} = ۲۰/۲۵\,g$$

در ادامه حساب می‌کنیم چند میلی‌گرم نیتریک اسید در این واکنش مصرف شده است:

$$?\,mg\,HNO_3 = ۰/۲\,mol\,CO_2 \times \frac{۲\,mol\,HNO_3}{۲\,mol\,CO_2} \times \frac{۶۳\,g\,HNO_3}{۱\,mol\,HNO_3} \times \frac{۱۰۰۰\,mg}{۱\,g} = ۱۲۶۰۰\,mg$$

از آن جا که چگالی محلول نیتریک اسید $۱g.mL^{-1}$ است، غلظت آن برابر با $۳۱۵۰mg$ در یک لیتر محلول است. بنابراین نیتریک اسید مصرف شده، هم‌ارز با ۴ لیتر از نیتریک اسید موردنظر(با غلظت $۳۱۵۰ppm$) است. در این رابطه، داریم:

$$?\,L = \frac{\text{جرم } HNO_3 \text{ مصرف شده}(mg)}{\text{غلظت } HNO_3 \text{ موردنظر}\left(\frac{mg}{L}\right)} = \frac{۱۲۶۰۰\,mg}{۳۱۵۰\,\frac{mg}{L}} = ۴L$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۹** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$CuSO_۴(aq) + ۲NaOH(s) \longrightarrow Cu(OH)_۲(s) + Na_۲SO_۴(aq)$$

ابتدا جرم مس$(II)$ سولفات موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Longrightarrow \text{جرم مس}(II)\text{ سولفات} = \frac{۴۰۰۰ \times ۷۵۰۰}{۱۰^۶} = ۳۰\ g$$

توجه داریم که در رابطه $ppm$ باید واحد جرم حل‌شونده و جرم محلول یکسان باشد. با توجه به محاسبات انجام شده، جرم آب موجود در محلول ۴ کیلوگرمی اولیه برابر خواهد بود با:

$$\text{جرم آب} = \text{جرم محلول} - \text{جرم حل‌شونده} = ۴۰۰۰ - ۳۰ = ۳۹۷۰\ g$$

در قدم بعدی، جرم سدیم سولفات و یون‌های سولفات موجود در محلول نهایی را حساب می‌کنیم:

$$?\,g Na_۲SO_۴ = ۳۰\ g\ CuSO_۴ \times \frac{۱\ mol\ CuSO_۴}{۱۶۰\ g\ CuSO_۴} \times \frac{۱\ mol\ Na_۲SO_۴}{۱\ mol\ CuSO_۴} \times \frac{۱۴۲\ g\ Na_۲SO_۴}{۱\ mol\ Na_۲SO_۴} = ۲۶/۶۲۵\ g$$

$$?\,g\ SO_۴^{۲-} = ۳۰\ g\ CuSO_۴ \times \frac{۱\ mol\ CuSO_۴}{۱۶۰\ g\ CuSO_۴} \times \frac{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ CuSO_۴} \times \frac{۹۶\ g\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}} = ۱۸\ g$$

طی این فرایند، عملا مقداری مس$(II)$ سولفات از محلول خارج شده و بجای آن، مقداری سدیم سولفات به محلول وارد شده است. به عبارت دیگر، جرم محلول بخاطر کم شدن مس$(II)$ سولفات به اندازه ۳۰ گرم کاهش یافته و بخاطر اضافه شدن سدیم سولفات، به اندازه ۲۶/۶۲۵ گرم افزایش یافته است. بر این اساس می‌توان گفت جرم محلول نهایی برابر با ۳۹۹۶/۶۲۵ گرم می‌شود. البته، چون مقادیر داده شده در گزینه‌ها خیلی به هم نزدیک نیستند، می‌توانیم از تقریب استفاده کنیم. در نهایت درصد جرمی یون‌های سولفات را در محلول نهایی به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی یون‌های سولفات} = \frac{\text{جرم یون سولفات}}{\text{جرم آب} + \text{جرم سدیم سولفات}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۸}{۲۶/۶۲۵ + ۳۹۷۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱۸۰۰}{۳۹۹۶/۶۲۵} \simeq \frac{۱۸۰۰}{۴۰۰۰} \simeq ۰/۴۵ \text{ درصد}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۰** معادله واکنش میان لیتیم اکسید و گوگرد تری‌اکسید به صورت زیر است:

$$Li_۲O(s) + SO_۳(g) \rightarrow Li_۲SO_۴(s)$$

با توجه به فرض سوال، لیتیم سولفات حاصل از این واکنش در ۵ لیتر آب حل شده و غلظت یون لیتیم در محلول ایجاد شده به ۰/۶ مول بر لیتر رسیده است. بر این اساس، مقدار عملی لیتیم سولفات تولید شده را با توجه به غلظت مولی یون لیتیم در محلول محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ Li_۲SO_۴ = ۵\ L \text{ محلول} \times \frac{۰/۶\ mol\ Li^+}{۱\ L \text{ محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Li_۲SO_۴}{۲\ mol\ Li^+} = ۱/۵\ mol$$

در قدم بعد، مقدار نظری لیتیم سولفات که با استفاده از ۶۰ گرم لیتیم اکسید تولید می‌شود را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\ Li_۲SO_۴ = ۶۰\ g\ Li_۲O \times \frac{۱\ mol\ Li_۲O}{۳۰\ g\ Li_۲O} \times \frac{۱\ mol\ Li_۲SO_۴}{۱\ mol\ Li_۲O} = ۲\ mol$$

در مرحله بعد، بازده درصدی واکنش انجام شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۵\ mol\ Li_۲SO_۴ \text{ عملی}}{۲\ mol\ Li_۲SO_۴ \text{ نظری}} \times ۱۰۰ = ۷۵ \text{ درصد}$$

در قدم آخر، حجم گاز گوگرد تری‌اکسید مصرف شده در واکنش با لیتیم اکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\ SO_۳ = ۶۰\ g\ Li_۲O \times \frac{۱\ mol\ Li_۲O}{۳۰\ g\ Li_۲O} \times \frac{۱\ mol\ SO_۳}{۱\ mol\ Li_۲O} \times \frac{۲۲/۴\ L\ SO_۳}{۱\ mol\ SO_۳} = ۴۴/۸\ L$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۱** برای محاسبه غلظت مولی(مولاریته) یک محلول از روی درصد جرمی و چگالی آن محلول، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}$$

توجه داریم که در این رابطه، مولفه $a$ مقدار عددی درصد جرمی(برای مثال اگر درصد جرمی ۳۰٪ باشد، به جای $a$ عدد ۳۰ می‌گذاریم) و $d$ چگالی بر حسب گرم بر میلی‌لیتر است. در قدم اول، درصد جرمی محلول را تعیین می‌کنیم. می‌دانیم در محلولی از سدیم نیترات، نمک سدیم نیترات به عنوان حل‌شونده و آب به عنوان حلال در محلول وجود دارد. در هر مول سدیم نیترات($NaNO_۳$)، تعداد اتم‌های اکسیژن ۳ برابر تعداد اتم‌های سدیم است، بنابراین با توجه به اینکه تعداد اتم‌های اکسیژن در کل این محلول ۸ برابر تعداد اتم‌های سدیم است، نتیجه می‌گیریم که به ازای هر مول سدیم نیترات(معادل با ۸۵ گرم سدیم نیترات)، ۵ مول $H_۲O$(معادل با ۹۰ گرم آب) در محلول وجود دارد. اکنون می‌توانیم درصد جرمی محلول را بدست بیاوریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال + جرم حل‌شونده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۱ \times ۸۵}{(۱ \times ۸۵) + (۵ \times ۱۸)} \times ۱۰۰ = \frac{۸۵۰۰}{۱۷۵}$$

اکنون مقادیر بدست آمده را در فرمول اولیه جای‌گذاری می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times \frac{۸۵۰۰}{۱۷۵} \times ۱/۷۵}{۸۵} = ۱۰mol.L^{-۱}$$

توجه داریم که در مراحل به‌دست آوردن مولاریته محلول، درصد جرمی را به صورت کسری نوشتیم تا به راحتی در کسر نهایی ساده شود. در نتیجه محاسبات انجام شده، غلظت مولی نمک حل شده در این محلول برابر با $۱۰mol.L^{-۱}$ خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲** در قدم اول، مولاریته محلول منیزیم‌کلرید را به کمک چگالی و درصد جرمی آن تعیین می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۱۰ \times ۱/۹ \times ۱/۲۵}{۹۵} = ۰/۲۵mol.L^{-۱}$$

با توجه به اینکه هر مول منیزیم‌کلرید($MgCl_۲$) دارای دو مول یون کلرید است، پس غلظت مولی یون کلرید در این محلول، ۲ برابر غلظت مولی منیزیم کلرید خواهد بود. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار غلظت مولی یون کلرید در این محلول برابر با ۰/۵ مول بر لیتر می‌شود. توجه داریم که چگالی محلول مورد نظر برابر با ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر است. برای حل قسمت دوم این سوال، مقدار آب موجود در ۰/۴ لیتر از این محلول(معادل با ۵۰۰ گرم از محلول مورد نظر) را به‌دست می‌آوریم. همانطور که می‌دانیم، درصد جرمی منیزیم کلرید در این محلول برابر با ۱/۹ درصد است. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{چگالی} \times \text{حجم محلول}} \times ۱۰۰ = ۱/۹ = \frac{x}{۴۰۰ \times ۱/۲۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۹/۵\,g$$

با توجه به اینکه ۰/۴ لیتر از این محلول ۵۰۰ گرم جرم دارد، برای محاسبه جرم آب موجود در محلول، جرم حل‌شونده(منیزیم‌کلرید) را از کل جرم محلول کم می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم آب} = ۵۰۰ - ۹/۵ = ۴۹۰/۵\,g$$

در قدم نهایی، باید مشخص کنیم این مقدار آب از تجزیه‌ی چند گرم هیدروژن پراکسید(آب‌اکسیژنه یا همان $H_۲O_۲$) به‌دست می‌آید. معادله موازنه‌شده واکنش تجزیه هیدروژن‌پراکسید به صورت مقابل است:

$$۲H_۲O_۲(aq) \longrightarrow ۲H_۲O(l) + O_۲(g)$$

بر اساس معادله موازنه‌شده این واکنش شیمیایی، داریم:

$$?\,g\,H_۲O_۲ = ۴۹۰/۵\,g\,H_۲O \times \frac{۱\,mol\,H_۲O}{۱۸\,g\,H_۲O} \times \frac{۲\,mol\,H_۲O_۲}{۲\,mol\,H_۲O} \times \frac{۳۴\,g\,H_۲O_۲}{۱\,mol\,H_۲O_۲} = ۹۲۶/۵\,g$$

بنابراین آب موجود در ۰/۴ لیتر محلول منیزیم‌کلرید را با تجزیه ۹۲۶/۵ گرم $H_۲O_۲$ می‌توان به‌دست آورد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳ ابتدا معادلهٔ واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$۲C_۶H_۶O_۶(aq) + ۵O_۲(g) \rightarrow ۸CO_۲(g) + ۶H_۲O(l)$$

سپس تعداد مول تارتاریک اسید مصرف شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,mol\ C_۶H_۶O_۶ = ۴۰\,g\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} \times \frac{۲\ mol\ C_۶H_۶O_۶}{۵\ mol\ O_۲} = ۰/۵\ mol$$

طی این فرایند، مقدار ۰/۵ مول تارتاریک اسید مصرف شده است. تعداد مول پایانی تارتاریک اسید را $x$ در نظر می‌گیریم. بنابراین تعداد مول آغازی این ماده در محلول اولیه برابر با $x + ۰/۵$ مول است. در این فرایند مقداری آب تولید شده است، برای محاسبه غلظت نهایی، جرم آب تولید شده در واکنش اکسایش تارتاریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ H_۲O = ۴۰\,g\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} \times \frac{۶\ mol\ H_۲O}{۵\ mol\ O_۲} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۲۷\ g\ H_۲O$$

بنابراین حجم پایانی محلول برابر با ۰/۲۲۷ لیتر است. با توجه به اینکه غلظت مولی آغازی، ۳/۴ برابر غلظت مولی نهایی است، داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} \Longrightarrow \text{غلظت اولیه} = ۳/۴ \times \text{غلظت نهایی} \Longrightarrow \frac{x + ۰/۵}{۰/۲} = ۳/۴ \times \frac{x}{۰/۲۲۷} \Longrightarrow x \simeq ۰/۲۵$$

بنابراین در ابتدا تقریبا ۰/۷۵ مول تارتاریک اسید در محلول وجود داشته است که ۰/۵ مول از آن مصرف شده است. در قدم بعد، درصد تقریبی تارتاریک اسید مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۰/۵}{۰/۷۵} \times ۱۰۰ \simeq ۶۶/۷ \text{ درصد}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۴** نمودار انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید به صورت خطی است، پس معادله انحلال‌پذیری آن به صورت $S = a\theta + b$ خواهد بود. انحلال‌پذیری این نمک در دمای ۱۵°C، معادل با ۰/۸۷۵ برابر انحلال‌پذیری آن در دمای ۳۰°C است. بنابراین می‌توان گفت:

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۱۵^\circ C = ۱۵a + b$$

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۳۰^\circ C = ۳۰a + b$$

$$\frac{\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۱۵^\circ C}{\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۳۰^\circ C} = \frac{۱۵a + b}{۳۰a + b} = ۰/۸۷۵ \Longrightarrow b = ۹۰a$$

بنابراین می‌توان معادله انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید را به صورت $S = a\theta + ۹۰a$ نوشت. در قدم بعد، با استفاده از معادله انحلال‌پذیری این نمک و با توجه به اینکه نسبت درصد جرمی محلول سیرشده آن در دمای ۳۵°C به درصد جرمی محلول سیرشده آن در دمای ۱۰°C برابر ۱/۱۲۵ است، محاسبات را ادامه می‌دهیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۳۵^\circ C = ۳۵a + ۹۰a = ۱۲۵a$$

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۱۰^\circ C = ۱۰a + ۹۰a = ۱۰۰a$$

$$\frac{\text{درصد جرمی در دمای } ۳۵^\circ C}{\text{درصد جرمی در دمای } ۱۰^\circ C} = \frac{\frac{۱۲۵a}{۱۰۰ + ۱۲۵a} \times ۱۰۰}{\frac{۱۰۰a}{۱۰۰ + ۱۰۰a} \times ۱۰۰} = ۱/۱۲۵ = \frac{\frac{۵}{۱۰۰ + ۱۲۵a}}{\frac{۴}{۱۰۰ + ۱۰۰a}} = \frac{۹}{۸} \Longrightarrow a = ۰/۸$$

بنابراین معادله انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در آب به صورت $S = ۰/۸\theta + ۷۲$ است. در دمای ۶۰°C انحلال‌پذیری این نمک برابر با ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در ۳۰ گرم آب در این دما، ۳۶ گرم نمک حل می‌شود. بر این اساس، موارد اول، دوم و سوم درست است.

**بررسی موارد:**

• با توجه به اینکه انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دمای ۶۰°C برابر ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، مقدار آب مورد نیاز برای انحلال ۵۱ گرم از این نمک را محاسبه می‌کنیم.

در این رابطه، داریم:

$$?\,g \text{ آب} = ۵۱\,g \text{ نمک} \times \frac{۱۰۰\,g \text{ آب}}{۱۲۰\,g \text{ نمک}} = ۴۲/۵\,g$$

بنابراین باید ۱۲/۵ گرم آب به مخلوط اضافه شود. درصد آب اضافه شده نسبت به مقدار آب اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱۲/۵}{۳۰} \times ۱۰۰ \simeq ۴۱/۶ \text{ درصد}$$

• در ۳۰ گرم آب، مقدار ۳۶ گرم نمک حل می‌شود؛ پس جرم محلول اولیه ۶۶ گرم بوده است. طبق محاسبات بالا، ۱۲/۵ گرم آب باید به مخلوط اولیه اضافه شود تا کل نمک حل شود. درصد آب اضافه شده نسبت به جرم کل محلول را محاسبه می‌کنیم:

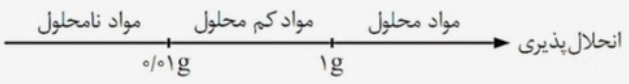
$$\frac{۱۲/۵}{۶۶} \times ۱۰۰ \simeq ۱۸/۹ \text{ درصد}$$

• از ۵۱ گرم نمک اولیه وارد شده به ظرف، ۳۶ گرم حل شده و ۱۵ گرم رسوب کرده است. برای تبدیل این مخلوط به یک محلول همگن، باید ۱۵ گرم نمک اضافی از ظرف خارج شود. درصد نمک خارج شده نسبت به نمک اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱۵}{۵۱} \times ۱۰۰ \simeq ۲۹/۴ \text{ درصد}$$

• برای اینکه ۵۱ گرم نمک در ۳۰ گرم آب حل شود، انحلال‌پذیری نمک باید برابر با ۱۷۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد. توجه داریم که با افزایش دما به ۸۰°C، انحلال‌پذیری نمک به ۱۳۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب می‌رسد. در این حالت، باز هم مقداری از نمک به صورت رسوب باقی می‌ماند.

بیشترین مقدار از یک حل شونده که در ۱۰۰ گرم حلال و در دمای معین حل می‌شود، معادل با مقدار انحلال‌پذیری آن ماده است. طبیعی است که در چنین حالتی، یک محلول سیرشده ایجاد می‌شود که توانایی حل کردن مقدار بیشتری از حل‌شونده را ندارد. تغییر دما، از جمله عوامل موثر بر تغییر مقدار انحلال‌پذیری مواد مختلف در آب است. افزایش دما، می‌تواند موجب افزایش مقدار انحلال‌پذیری برخی از مواد(مواد با انحلال گرماگیر) شده و در نقطه مقابل، می‌تواند موجب کاهش مقدار انحلال‌پذیری برخی از مواد(مواد با انحلال گرماده) دیگر شود. با توجه به مقدار انحلال‌پذیری مواد در آب، این مواد را مطابق نمودار زیر در سه گروه مختلف قرار می‌دهند:

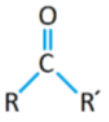



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

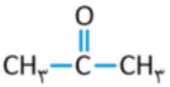


SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۵ ساختار گروه عاملی کتونی به صورت مقابل است:



همانطور که مشخص است، در ساختار این گروه عاملی یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده است. این اتم کربن نیز از دو طرف به دو زنجیره‌ی هیدروکربنی(گروه‌های $R$ و $R'$) متصل شده است. ساده‌ترین ترکیب کتونی، با جایگزین کردن گروه‌های $R$ و $R'$ با شاخه‌های متیل($-CH_3$) بدست آمده و فرمول شیمیایی آن به صورت $C_3H_6O$ است. این ترکیب استون نام داشته و به هر نسبتی در آب حل می‌شود. از استون به عنوان حلال رنگ‌ها، انواع لاک‌ها و چربی‌ها استفاده می‌شود. ساختار این ماده به صورت زیر است:



بوتان نیز چهارمین عضو از خانواده‌ی آلکان‌های راست‌زنجیر است. فرمول مولکولی این ماده به صورت $C_4H_{10}$ بوده و از آن برای پر کردن فندک‌ها استفاده می‌شود. ساختار مولکولی بوتان به صورت زیر است:



در هر مولکول بوتان، ۱۳ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است، درحالی که در هر مولکول استون، ۱۰ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) استون از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است، درحالی که مولکول‌های بوتان ناقطبی هستند. چربی نیز یک حلال ناقطبی است؛ پس انحلال‌پذیری یک ماده‌ی ناقطبی مثل بوتان در آن، بیشتر از انحلال‌پذیری استون در آن است.

۲) نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در استون برابر با ۲ و مقدار این نسبت در بوتان برابر با ۲/۵ است.

۳) جرم مولی بوتان و استون برابر با هم و معادل با ۵۸ گرم بر مول است. بوتان یک ماده‌ی ناقطبی بوده و در شرایط اتاق، به حالت گاز یافت می‌شود؛ درحالی که استون یک ترکیب قطبی بوده و در شرایط اتاق، به حالت مایع یافت می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۶** آهن، فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره زمین بوده و در دمای اتاق، حالت جامد دارد. کاتالیزگر، ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد. از فلز آهن به عنوان کاتالیزگر در فرایند هابر(واکنش تولید آمونیاک با استفاده از عناصر گازی سازنده آن) استفاده می‌شود.

**شرایط بهینه تولید آمونیاک:**

در فرایند هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن، مولکول آمونیاک($NH_3$) حاصل می‌شود. آمونیاک، بازی ضعیف بوده و با یونش جزئی در آب، یون آمونیوم و هیدروکسید تولید می‌کند. توجه داریم که فرآیند هابر، طی یک واکنش برگشت پذیر انجام می‌شود؛ درنتیجه کل واکنش‌دهنده‌ها در این فرآیند مصرف نمی‌شوند و مقداری از آن‌ها به صورت دست نخورده باقی می‌مانند. واکنش میان گازهای هیدروژن با نیتروژن، در شرایط بهینه انجام می‌شود. منظور از شرایط بهینه، دمای ۴۵۰°C، فشار ۲۰۰ $atm$ و استفاده از کاتالیزگر آهن است.

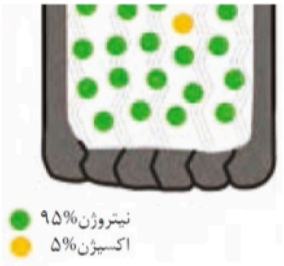
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۲** کرهٔ زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. نمودار زیر، نمایی از این چهار بخش مختلف را نشان می‌دهد:

۴ بخش اصلی زمین:
- **زیست‌کره:** شامل جانداران روی کرهٔ زمین است که در واکنش‌های آن‌ها، درشت مولکول‌ها، نقش اساسی ایفا می‌کنند.
- **هواکره:** از مولکول‌های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و ... تشکیل شده است.
- **آب‌کره:** از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ... تشکیل شده است.
- **سنگ‌کره:** از مواد جامد مانند ماسه، نمک‌ها و ... تشکیل شده است.

درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود. برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و به صورت بارش در آب‌کره(دریاها) یا سنگ‌کره(خشکی) فرود می‌آید. جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید را وارد هواکره کرده و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند.

**۳** تصویر مقابل، نمایی از تایر یک خودرو را نشان می‌دهد که با گاز نیتروژن پر شده است:




همانطور که مشخص است، مقداری گاز اکسیژن نیز در میان مواد موجود در داخل تایر وجود دارد. در واقع با استفاده از گاز نیتروژن، مقدار بخار آب موجود در تایر خودرو به صفر می‌رسد؛ اما مقدار گاز اکسیژن موجود به صفر نمی‌رسد و فقط درصد آن کاهش پیدا می‌کند.

**۴** جرم آب‌کره تقریبا برابر با $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن(معادل $۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$ کیلوگرم) و مجموع جرم نمک‌های حل شده در این آب‌ها نیز تقریبا برابر با $۵ \times ۱۰^{۱۶}$ تن است. بر این اساس، می‌توان گفت به طور میانگین درصد جرمی نمک‌های حل شده در آب‌کره تقریبا برابر با ۳٪ است. توجه داریم که سیاره زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵٪ از سطح آن توسط آب موجود در اقیانوس‌ها، دریاها و ... پوشیده شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷** ابتدا جرم منیزیم نیترات را در محلول اولیه بدست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی منیزیم نیترات} = \frac{\text{جرم منیزیم نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم منیزیم نیترات} = \frac{۲۰}{۱۰۰} \times ۳۷۰ = ۷۴\ g$$

فرض می‌کنیم با افزودن $M$ گرم منیزیم نیترات، درصد جرمی این نمک در محلول مورد نظر به ۵۰٪ برسد. بر این اساس، داریم:

$$۵۰ = \frac{۷۴ + M}{۳۷۰ + M} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۸۵۰۰ + ۵۰M = ۷۴۰۰ + ۱۰۰M \Rightarrow ۵۰M = ۱۱۱۰۰ \Rightarrow M = ۲۲۲\ g$$

و در نهایت تعداد مول منیزیم نیترات موردنیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ Mg(NO_3)_2 = ۲۲۲\ g\ Mg(NO_3)_2 \times \frac{۱\ mol\ Mg(NO_3)_2}{۱۴۸\ g\ Mg(NO_3)_2} = ۱/۵\ mol$$

طی این فرایند، $۲۲۲ + ۳۷۰ = ۵۹۲g$ محلول منیزیم نیترات با درصد جرمی ۵۰٪ ایجاد شده است. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ NO_3^- = ۵۹۲\ g\ \text{محلول} \times \frac{۵۰\ g\ Mg(NO_3)_2}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Mg(NO_3)_2}{۱۴۸\ g\ Mg(NO_3)_2} \times \frac{۲\ mol\ NO_3^-}{۱\ mol\ Mg(NO_3)_2} = ۴\ mol$$

با توجه به محاسبات بالا، در محلول نهایی ایجاد شده ۴ مول یون نیترات(معادل با $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۴}$ عدد یون نیترات) وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۸ فقط عبارت (ت) درست است.

**بررسی موارد:**

**آ:** آمونیوم کربنات با فرمول شیمیایی $(NH_4)_2CO_3$، یک ترکیب یونی چندتایی (انواعی از ترکیب‌های یونی که در ساختار آن‌ها اتم‌هایی از بیشتر از ۲ عنصر مختلف وجود داشته باشد) است. ساختار یون‌های سازنده این ماده به صورت زیر خواهد بود:




با توجه به تصویر بالا، اتم‌های سازنده یون کربنات، همگی در یک صفحه قرار می‌گیرند در حالی که اتم‌های سازنده یون آمونیوم، همگی در یک صفحه قرار نداشته و این یون، یک ساختار برآمده(هرمی‌شکل) دارد.

**ب:** تبلور، از جمله روش‌های فیزیکی است که با استفاده از آن، سدیم کلرید موجود در آب دریا را می‌توان استخراج کرد. در این روش، نمونه‌ای از آب دریا را جمع‌آوری کرده و در محل‌هایی نگهداری می‌کنند تا بر اثر گرما، آب موجود در آن تبخیر شود. با تبخیر آب، نمک موجود در محلول متبلور شده و باقی می‌ماند. نمک باقیمانده را استخراج کرده و در جاهای مختلفی از آن استفاده می‌کنند. کابردهای گوناگون سدیم کلرید را در شکل زیر می‌بینید:




همانطور که مشخص است، بیشترین مصرف نمک خوراکی در تهیه گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور و گاز هیدروژن است.

**پ:** با دو برابر شدن جرم حل‌شونده موجود در یک محلول، درصد جرمی آن محلول کمتر از ۲ برابر حالت اولیه می‌شود. به عنوان مثال، اگر ۵۰ گرم نمک را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، محلولی با درصد جرمی ۳۳/۳٪ ایجاد می‌شود. اگر جرم حل‌شونده(نمک) موجود در این محلول را دو برابر کنیم، درصد جرمی آن محلول ۱/۵ برابر شده و به ۵۰٪ می‌رسد.

**ت:** آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده و حاوی مقدار کمی از آنیون‌ها و کاتیون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده است، اما برخی دیگر از این یون‌ها در مراکز تأمین آب آشامیدنی به آن افزوده می‌شوند. به عنوان مثال، به آب آشامیدنی مقدار بسیار کمی یون فلوئورید(یون تک‌اتمی با نماد $F^-$) می‌افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

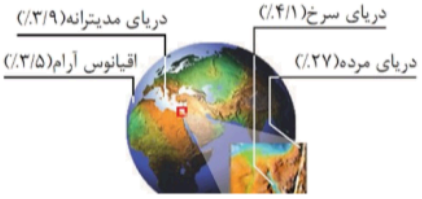
(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹** درصد جرمی نمک‌های آب دریای سرخ بیشتر از مدیترانه است. تصویر مقابل، نمایی از موقعیت چهار منبع آبی مهم کره زمین و درصد جرمی نمک موجود در آن‌ها را نشان می‌دهد:

با توجه به اطلاعات موجود در این تصویر، آب دریای مرده محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند.




## بررسی سایر گزینه‌ها:

**۱** یکی از منابع تولید منیزیم، استفاده از آب دریا است. برای استخراج آن از آب دریا، ابتدا منیزیم را با استفاده از یک ترکیب بازی مثل سدیم هیدروکسید به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند و سپس با اضافه کردن محلول $HCl$ به رسوب ایجاد شده، آن را به منیزیم کلرید($MgCl_2$) تبدیل می‌کنند. منیزیم کلرید تولید شده را خشک کرده و در مرحله بعد، ذوب می‌کنند. در پایان با استفاده از جریان برق(برقکافت)، توسط واکنش زیر منیزیم کلرید مذاب را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنند.

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

**۲** ترکیب یونی آمونیوم سولفات($(NH_4)_2SO_4$)، یک نوع کود شیمیایی است که می تواند دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار دهد و نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر با $\frac{1}{2}$ است.

**۳** برخی از کاتیون‌های تک‌اتمی موجود در یک نمونه از آب آشامیدنی به آرایش الکترونی یک گاز نجیب نرسیده‌اند. به عنوان مثال، یون $Fe^{2+}$ از جمله کاتیون‌های موجود در آب آشامیدنی است که به آرایش یک گاز نجیب نرسیده است. آرایش الکترونی این یون به صورت زیر است:

$$Fe^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$$

همانطور که مشخص است، آرایش الکترونی این یون به یک زیرلایه با $l = 2$ ختم می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰** معادله واکنش انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:

$$2CoA_2(aq) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Co_2(SO_4)_3(s) + 6HA(aq)$$

با توجه به معادله موازنه شده واکنش، مقدار $CoA_2$ مصرف شده را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ CoA_2 = 300\ mL\ \text{محلول} \times \frac{1\ g\ \text{محلول}}{1\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{0/98\ g\ H_2SO_4}{100\ g\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{98\ g\ H_2SO_4} \times \frac{2\ mol\ CoA_2}{3\ mol\ H_2SO_4} = 0/02\ mol$$

جرم ۰/۰۲ مول $CoA_2$ مصرف شده در این واکنش برابر با ۴/۹ گرم است، پس داریم:

$$\text{شمار مول } CoA_2 = \frac{\text{جرم } CoA_2}{\text{جرم مولی } CoA_2} \Longrightarrow 0/02 = \frac{4/9}{\text{جرم مولی } CoA_2} \Longrightarrow \text{جرم مولی } CoA_2 = 245$$

بنابراین جرم هر مول از ترکیب $CoA_2$ برابر با ۲۴۵ گرم بوده و جرم آنیون $A^-$ نیز باید برابر با ۶۲ گرم باشد. آنیون نیترات($NO_3^-$)، یون چند اتمی است که جرم مولی آن برابر با ۶۲ گرم است. در پایان، جرم کبالت(III) سولفات($Co_2(SO_4)_3$) تولید شده در این واکنش شیمیایی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ Co_2(SO_4)_3 = 300\ mL\ \text{محلول} \times \frac{1\ g\ \text{محلول}}{1\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{0/98\ g\ H_2SO_4}{100\ g\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{98\ g\ H_2SO_4} \times \frac{1\ mol\ Co_2(SO_4)_3}{3\ mol\ H_2SO_4} \times \frac{406\ g\ Co_2(SO_4)_3}{1\ mol\ Co_2(SO_4)_3} = 4/06\ g$$

با توجه به محاسبات انجام شده، طی این فرایند ۴/۰۶ گرم $Co_2(SO_4)_3$ تولید شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۱** نزدیک به ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است؛ به گونه‌ای که جرم کل آب‌های روی کره زمین در حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن برآورد می‌شود. بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است. اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم آب، همه سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند. این آب، مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی($۵ \times ۱۰^{۱۶}$ تن) از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. بر این اساس، می‌توان گفت بیش از ۳ درصد از جرم آب‌کره را نمک‌ها تشکیل می‌دهند. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد جرمی نمک‌ها در آب‌کره} = \frac{۵ \times ۱۰^{۱۶}}{۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}} \times ۱۰۰ \simeq ۳/۳٪$$

## بررسی سایر گزینه‌ها:

**۲** در حدود ۹۷/۲٪ آب‌کره در اقیانوس‌های مختلف و در حدود ۲/۸٪ آن در خارج از اقیانوس‌ها قرار دارد. تقسیم‌بندی انواع اجزای سازنده منابع غیراقیانوسی آب‌کره به صورت زیر است:




آب دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب>آب نهرها و جوی‌ها>آب‌های زیرزمینی>کوه‌های یخ

در حدود ۲/۱۵ درصد از ۲/۸ درصد منابع غیراقیانوسی آب‌کره، مربوط به کوه‌های یخ است که این نسبت تقریبا برابر با ۷۵ درصد می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد آب موجود در کوه‌های یخ} = \frac{۲/۱۵}{۲/۸} \times ۱۰۰ \approx ۷۵٪$$

**۳** گلاب دوآتشه و محلول ۷۰ درصد جرمی نیتریک اسید(محلولی از نیتریک اسید که در هر ۱۰۰ گرم از آن، ۷۰ گرم اسید و ۳۰ گرم آب وجود دارد)، از جمله محلول‌های غلیظ هستند.

**۴** ترتیب مقدار یون‌های موجود در آب دریا(هم کاتیون و هم آنیون) به صورت زیر است:

$$Cl^- > Na^+ > SO_4^{۲-} > Mg^{۲+} > Ca^{۲+} > K^+ > CO_3^{۲-} > Br^-$$

مقایسه کاتیون‌ها و آنیون‌ها، به صورت جداگانه نیز در زیر آمده‌است:

$$Na^+ > Mg^{۲+} > Ca^{۲+} > K^+ \qquad Cl^- > SO_4^{۲-} > CO_3^{۲-} > Br^-$$

پس فراوان‌ترین آنیون چنداتمی، یون سولفات و فراوان‌ترین کاتیون آب دریا نیز یون سدیم است. از واکنش میان این دو یون، سدیم سولفات بدست می‌آید. سدیم سولفات یک نمک محلول در آب محسوب شده و مقدار زیادی از آن در یک نمونه از آب حل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲ فرمول شیمیایی منیزیم نیترات و سدیم نیترات به ترتیب معادل با $Mg(NO_3)_2$ و $NaNO_3$ است. اگر شمار مول‌های منیزیم نیترات و سدیم نیترات حل شده در محلول را به ترتیب معادل با $x$ و $y$ مول در نظر بگیریم، تعداد ذرات ایجاد در محلول، به صورت زیر می‌شود:

انحلال $x$ مول منیزیم نیترات در محلول $\Rightarrow \begin{cases} x\ mol\ Mg^{2+} \\ 2x\ mol\ NO_3^- \end{cases}$

انحلال $y$ مول سدیم نیترات در محلول $\Rightarrow \begin{cases} y\ mol\ Na^+ \\ y\ mol\ NO_3^- \end{cases}$

بر این اساس، می‌توان گفت در محلول مورد نظر مجموعا $2x + y$ مول یون نیترات وجود دارد. با توجه به مقدار یون‌های آزاد شده در محلول و اطلاعات داده شده در صورت سوال، داریم:

$$\frac{\text{غلظت یون نیترات}}{\text{غلظت یون منیزیم}} = 3/2 \Longrightarrow \frac{\text{مقدار مول یون نیترات موجود در محلول}}{\text{مقدار مول یون منیزیم موجود در محلول}} = \frac{2x+y}{x} = 3/2 \Longrightarrow 3/2x = 2x + y \Rightarrow \frac{y}{x} = 1/2$$

با توجه به نسبت محاسبه شده، می‌توان گفت تعداد مول‌های سدیم نیترات موجود در مخلوط اولیه ۱/۲ برابر تعداد مول‌های منیزیم نیترات موجود در این مخلوط بوده است. بر این اساس، تعداد مول‌های سدیم نیترات و منیزیم نیترات را به ترتیب معادل با $1/2m$ و $m$ مول در نظر می‌گیریم و جرم هر ماده را در مخلوط اولیه محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ NaNO_3 = 1/2m\ mol\ NaNO_3 \times \frac{85\ g\ NaNO_3}{1\ mol\ NaNO_3} = 102m\ g$$

$$?\ g\ Mg(NO_3)_2 = m\ mol\ Mg(NO_3)_2 \times \frac{148\ g\ Mg(NO_3)_2}{1\ mol\ Mg(NO_3)_2} = 148m\ g$$

در قدم بعد، جرم منیزیم موجود در مخلوط اولیه را بدست آورده و سپس درصد جرمی این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Mg = m\ mol\ Mg(NO_3)_2 \times \frac{1\ mol\ Mg}{1\ mol\ Mg(NO_3)_2} \times \frac{24\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24m\ g$$

$$\text{درصد جرمی منیزیم} = \frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{24m\ g}{102m\ g + 148m\ g} \times 100 = \frac{24}{250} \times 100 = 9/6 \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، درصد جرمی منیزیم در مخلوط اولیه برابر با ۹/۶٪ بوده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳ نمونه‌ای از محلول منیزیم کلرید($MgCl_2$) به حجم ۱ لیتر را در نظر می‌گیریم که $x$ مول منیزیم کلرید در آن حل شده است. جرم این محلول برابر با ۱۲۰۰ گرم بوده و شمار مول یون‌های منیزیم و کلرید موجود در این محلول نیز به ترتیب برابر با $x$ و $2x$ مول می‌شود. بر این اساس، غلظت $ppm$ هریک از یون‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{یون منیزیم}: \begin{cases} ?\,g\,Mg^{2+} = x\,mol\,Mg^{2+} \times \dfrac{24\,g\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg^{2+}} = 24x\,g \\ ppm\ \text{غلظت} = \dfrac{\text{جرم یون منیزیم}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \dfrac{24x}{1200} \times 10^6 = 2x \times 10^4 \end{cases}$$

$$\text{یون کلرید}: \begin{cases} ?\,g\,Cl^- = 2x\,mol\,Cl^- \times \dfrac{35/5\,g\,Cl^-}{1\,mol\,Cl^-} = 71x\,g \\ ppm\ \text{غلظت} = \dfrac{\text{جرم یون کلرید}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \dfrac{71x}{1200} \times 10^6 = \dfrac{71x \times 10^4}{12} \end{cases}$$

تفاوت غلظت $ppm$ یون‌های داده شده برابر با ۲۳۵۰ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت یون منیزیم} - \text{غلظت یون کلرید} = \left(\frac{71x \times 10^4}{12}\right) - (2x \times 10^4) = \frac{47x \times 10^4}{12} = 2350\ ppm \Longrightarrow x = 0/06\ mol$$

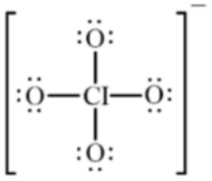
با توجه به مقدار $x$، می‌توان گفت در هر لیتر از محلول اولیه ۰/۰۶ مول منیزیم کلرید وجود داشته است، پس غلظت مولی محلول اولیه برابر با ۰/۰۶ مول بر لیتر می‌شود. فرمول شیمیایی نقره پرکلرات به صورت $AgClO_4$ است. محلول منیزیم کلرید بر اساس معادله زیر با محلول نقره پرکلرات واکنش می‌دهد:

$$MgCl_2(aq) + 2AgClO_4(aq) \rightarrow Mg(ClO_4)_2(aq) + 2AgCl(s)$$

با توجه به معادله واکنش نوشته شده، حجم محلول نقره پرکلرات را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\ \text{محلول نقره پرکلرات} = 1\ L\ \text{محلول منیزیم کلرید} \times \frac{0/06\,mol\,MgCl_2}{1\ L\ \text{محلول منیزیم کلرید}} \times \frac{2\,mol\,AgClO_4}{1\,mol\,MgCl_2} \times \frac{1\ L\ \text{محلول نقره پرکلرات}}{0/2\,mol\,AgClO_4} = 0/6\ L$$

بر این اساس، می‌توان گفت در فرایند مورد نظر مقدار ۰/۶ لیتر(معادل با ۶۰۰ میلی‌لیتر) محلول آبی نقره پرکلرات مصرف شده است. ساختار یون پرکلرات به صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴** بجز عبارت (ب)، همهٔ عبارت‌های داده شده درست‌اند.

**بررسی موارد:**

**آ:** غلظت مولی را در دو محلول حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی : محلول (۱)} = \frac{۴ \times ۰/۰۳\ mol}{۰/۰۵۰\ L} = ۲/۴\ mol.L^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولی : محلول (۳)} = \frac{۴ \times ۰/۰۳\ mol}{۰/۰۲۵\ L} = ۴/۸\ mol.L^{-۱}$$

البته، توجه داریم که نیاز به انجام این محاسبات نبود. تعداد ذرات دو محلول مساوی ولی حجم محلول (۳)، نصف حجم محلول (۱) است؛ بنابراین می‌توان فهمید که غلظت مولی محلول (۱)، نصف غلظت مولی محلول (۳) است.

**ب:** تعداد مول ذرات و حجم محلول در ظرف (۲)، نصف این مقادیر در ظرف (۱) است؛ بنابراین غلظت مولی دو محلول (۱) و (۲) با هم برابر است. امّا از آنجا که این دو محلول از دو مولکول متفاوت تشکیل شده‌اند که به احتمال زیاد جرم مولی متفاوتی نیز دارند، نمی‌توان گفت که همواره درصد جرمی حل شونده در این دو محلول با هم برابر است.

**پ:** در محلول اولیه، ۰/۱۲ مول حل‌شونده وجود داشته است. با توجه به اطلاعات داده شده، غلظت مولی محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی نهایی محلول (۱)} = \frac{(۴ \times ۰/۰۳ + ۰/۰۸)}{۰/۰۵\ L} = ۴\ mol.L^{-۱}$$

**ت:** با مخلوط کردن دو محلول (۲) و (۳) با یکدیگر، شمار ذرات سازنده هر یک از گونه‌ها ثابت باقی می‌ماند، امّا حجم محلول ۲ برابر می‌شود؛ در نتیجه غلظت مولی هر دو گونه نصف می‌شود.

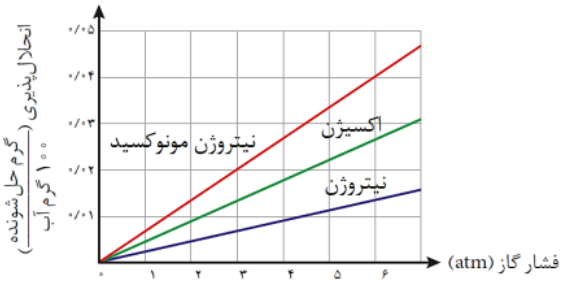
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵** واکنش دادن گازهای مختلف با آب، منجر به افزایش مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب در مقایسه با سایر مواد گازی می‌شود. چون گاز کربن دی‌اکسید بر اساس معادله $CO_۲(g) + H_۲O(l) \rightarrow H_۲CO_۳(aq)$ با آب واکنش داده و کربنیک اسید تولید می‌کند، انحلال‌پذیری این ترکیب در مقایسه با انحلال‌پذیری گاز $NO$ در آب بیشتر می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۲** طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب، با فشار این گازها رابطه مستقیم دارد. در واقع، اگر گاز $X$ با آب واکنش ندهد، با $n$ برابر شدن فشار این گاز، انحلال‌پذیری آن نیز در آب $n$ برابر می‌شود. بر اساس این قانون، اگر در شرایط یکسان انحلال‌پذیری یک گاز از گاز دیگر در آب بیشتر باشد، تاثیر تغییر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز نیز بیشتر می‌شود.

نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را در رابطه با چند گاز مختلف نشان می‌دهد:




**۳** یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم($K^+$) است. نیاز روزانه بدن ما به یون پتاسیم، دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون به ندرت در بدن احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون از خلال غشای سلول‌های عصبی، مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

**۴** هگزان با فرمول شیمیایی $C_۶H_{۱۴}$، یک مایع بی‌رنگ بوده و بخاطر ناقطبی بودن، به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ کاربرد دارد. چون هگزان در مقایسه با آب چگالی کمتری دارد، درصورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد. توجه داریم که علاوه بر هگزان، گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۶ عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

آ: چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از خاصیت نافلزی گوگرد است، گشتاور دو قطبی مولکول‌های آب، نزدیک به دو برابر گشتاور دو قطبی مولکول‌های هیدروژن سولفید($H_2S$) می‌شود.

ذرات سازنده مواد قطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند اما شدت این جهت‌گیری در مواد مختلف، متفاوت از یکدیگر است. شدت جهت‌گیری مولکول‌های سازنده یک ماده در حضور میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی($\mu$) است. گشتاور دوقطبی مواد مختلف، با یکای دبای($D$) نشان داده می‌شود. طبیعی است که با افزایش میزان قطبیت مواد، مقدار گشتاور دوقطبی آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. برای مثال، چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از خاصیت نافلزی گوگرد است، گشتاور دوقطبی ذرات آب و هیدروژن سولفید به ترتیب برابر با ۱/۸۵ و ۰/۹۷ دبای می‌شود.

ب: بنزین، همانند محلول ید در هگزان، نوعی محلول غیرآبی همگن به شمار می‌رود. در محلول‌های همگن، ویژگی‌های فیزیکی(مثل رنگ، دمای جوش و غلظت) و شیمیایی(مثل ترکیب شیمیایی) در سرتاسر محلول یکسان است. برخلاف محلول‌های همگن، در ساختار کلوئیدها(مثل رنگ‌های پوششی)، سوسپانسیون‌ها(مثل خاکشیر) و مخلوط‌های ناهمگن(مثل سالاد)، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر محلول یکسان نیست.

پ: پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نوع نیروی بین مولکولی به شمار می‌رود. چون در ساختار مولکولی هیدروژن فلوئورید، اتم فلوئور متصل به هیدروژن وجود دارد، بین ذرات سازنده این ماده پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. این در حالی است که بین ذرات سازنده هیدروژن کلرید، پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت بین نمونه‌هایی از $HF$ و $HCl$ مایع، نمونه هیدروژن فلوئورید قدرت نیروهای بین مولکولی بیشتر و به دنبال آن، دمای جوش بالاتری خواهد داشت. توجه داریم که هیدروژن فلوئورید یک اسید ضعیف بوده و هیدروژن کلرید، یک اسید قوی به شمار می‌رود.

ت: اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. محلول‌هایی که بیشتر واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس و جلوگیری از خشکی پوست در آن‌ها انجام می‌شود. با این توصیف بخش عمدهٔ جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کند. آب موجود در بدن، با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷** نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی(ژنتیکی) می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند. مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آن‌ها کمتر است، پس در ادرار این افراد رسوب تشکیل نمی‌شود. در نقطه مقابل، در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آن‌ها بیشتر است و به همین خاطر، در ادرار این افراد سنگ کلیه بر اثر رسوب نمک‌ها ایجاد می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۲ در دمای ۲۵°C، سدیم نیترات($NaNO_3$) یک نمک محلول در آب(مقدار انحلال‌پذیری ۹۲ گرم در هر ۱۰۰ گرم آب) بوده و کلسیم سولفات($CaSO_4$) یک نمک کم‌محلول در آب(مقدار انحلال‌پذیری ۰/۲۳ گرم در هر ۱۰۰ گرم آب) است. چون در این شرایط، انحلال‌پذیری سدیم نیترات بیشتر از کلسیم سولفات است، پس می‌توان گفت درصد جرمی محلول سیرشده‌ای از سدیم نیترات در آب، حتما بیشتر از محلول سیرشده کلسیم سولفات است. توجه داریم، نمک‌هایی که انحلال‌پذیری آن‌ها بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، در دسته نمک‌های کم‌محلول در آب قرار می‌گیرند. طبق مطالب ارائه شده در کتاب درسی، کلسیم سولفات یک نمک کم‌محلول در آب بوده و کلسیم فسفات، نقره کلرید، منیزیم هیدروکسید، آهن(II) هیدروکسید، آهن(III) هیدروکسید، منیزیم فسفات و باریم سولفات، از جمله نمک‌های نامحلول در آب به شمار می‌روند.

۳ مولکول گوگرد دی‌اکسید، یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود دارد و به همین خاطر، گشتاور دو قطبی این مولکول بزرگ‌تر از صفر می‌شود. در نقطه مقابل، مولکول کربن دی‌اکسید دارای یک ساختار متقارن بوده و گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر می‌شود. ساختار لوویس این دو ترکیب مولکولی به صورت زیر است:



۴ در مولکول‌ها، صرف نظر از قطبی یا ناقطبی بودن آن‌ها، اتمی که تمایل بیشتری برای جذب الکترون داشته باشد، دارای بار جزئی منفی و اتمی که تمایل کمتری برای جذب الکترون داشته باشد، دارای بار جزئی مثبت می‌شود. به عنوان مثال، در ترکیب $CF_4$ که ناقطبی است، اتم‌های فلوئور دارای بار جزئی منفی و اتم‌های کربن، دارای بار جزئی مثبت هستند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸** ابتدا با توجه به مقادیر انحلال‌پذیری این ترکیب یونی، جرم رسوب تشکیل شده را حساب می‌کنیم. اگر در دمای ۹۰ °C، مقدار ۷۰ $g$ از این ترکیب را در ۱۰۰ $g$ آب خالص حل کنیم، یک محلول سیرشده به جرم ۱۷۰ $g$ بدست می‌آید و اگر این محلول را تا دمای ۶۰ °C سرد کنیم، جرم محلول سیرشده به ۱۴۰ $g$ رسیده و طی این فرایند، مقدار ۳۰ $g$ = ۱۴۰ − ۱۷۰ رسوب تشکیل می‌شود.

بنابراین داریم:

$$?\,g \text{ رسوب} = ۲۱۲/۵\,g \text{ محلول سیرشده در دمای اولیه} \times \frac{۳۰\,g \text{ رسوب}}{۱۷۰\,g \text{ محلول سیرشده در دمای اولیه}} = ۳۷/۵\,g \text{ رسوب}$$

از بین فراورده‌های تولید شده در این واکنش، تنها کلر به حالت گاز است. طبق فرض سوال، هر مول گاز کلر در شرایط آزمایش ۲۹/۴ لیتر حجم اشغال می‌کند. با توجه به معادله واکنش داده شده، خواهیم داشت:

$$?\,L \text{ گاز} = ۳۷/۵\,g\,K_2Cr_2O_7 \times \frac{۱\,mol\,K_2Cr_2O_7}{۲۹۴\,g\,K_2Cr_2O_7} \times \frac{۳\,mol\,Cl_2}{۱\,mol\,K_2Cr_2O_7} \times \frac{۲۹/۴\,L\,Cl_2}{۱\,mol\,Cl_2} = ۱۱/۲۵\,L$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹** با توجه به اطلاعات داده شده در هر $۱۰^۶$ گرم از محلول نهایی، ۶۰۰ گرم یون کلسیم وجود دارد. در قدم اول، شمار مول‌های یون کلسیم موجود در محلول ۱۵ لیتری را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ Ca^{۲+} = ۱۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱/۲\ g\ \text{محلول}}{۱\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۶۰۰\ g\ Ca^{۲+}}{۱۰^۶\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Ca^{۲+}}{۴۰\ g\ Ca^{۲+}} = ۰/۲۷\ mol$$

در قدم بعد، حجم محلول ۴/۵ مولار کلسیم نیترات مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mL\ \text{محلول} = ۰/۲۷\ mol\ Ca^{۲+} \times \frac{۱\ mol\ Ca(NO_۳)_۲}{۱\ mol\ Ca^{۲+}} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۴/۵\ mol\ Ca(NO_۳)_۲} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۶۰\ mL$$

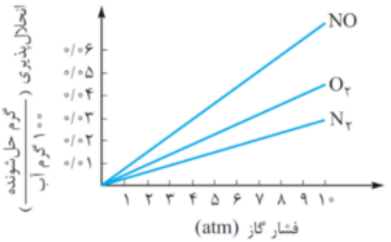
با توجه به محاسبات انجام شده، می‌توان گفت برای انجام شدن این فرایند به ۶۰ میلی‌لیتر محلول کلسیم نیترات نیاز است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰** بر اساس قانون هنری، به شرط ثابت بودن دمای محلول، مقدار انحلال‌پذیری یک گاز معین با فشار آن گاز رابطه مستقیم دارد. رابطه کلی قانون هنری به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$S = K_H \times P$$

در این رابطه، مولفه $S$ مقدار انحلال‌پذیری گاز در ۱۰۰ گرم آب، $P$ فشار گاز بر حسب اتمسفر$(atm)$ و $K_H$ ثابت هنری است که برای هر گاز در دمای معین، مقدار ویژه‌ای دارد. توجه داریم که رابطه انحلال‌پذیری بالا یک معادله خطی با شیب $K_H$ و عرض از مبدأ صفر است. با توجه به رابطه قانون هنری، در دمای ثابت(که در آن مقدار $K_H$ ثابت است)، با $n$ برابر کردن فشار گاز$(P)$، انحلال‌پذیری گاز$(S)$ در محلول مورد نظر نیز $n$ برابر می‌شود. نمودار زیر، بیانی از این قانون برای سه گاز مختلف را نشان می‌دهد:




با توجه به مفهوم انحلال‌پذیری، در فشار ۹ اتمسفر در هر ۱۰۰ گرم آب، ۰/۰۴ گرم گاز اکسیژن حل شده و محلولی به جرم ۱۰۰/۰۴ گرم بدست می‌آید. ابتدا تعیین می‌کنیم که در ۹۰ کیلوگرم محلول سیرشده از این گاز در دمای ۲۵°C و فشار ۹ اتمسفر، چند گرم گاز اکسیژن وجود دارد. در این رابطه، داریم:

$$?\ g\ O_۲ = ۹۰ kg\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰ g\ \text{محلول}}{۱ kg\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۰۴ g\ O_۲}{۱۰۰/۰۴ g\ \text{محلول}} \simeq ۳۶ g$$

حال انحلال‌پذیری گاز اکسیژن را در دمای ۲۵°C و فشار ۶ اتمسفر به‌دست می‌آوریم. با توجه به قانون هنری، می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{S_۲}{S_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \Longrightarrow S_۲ = S_۱ \times \frac{P_۲}{P_۱} = ۳۶ \times \frac{۶}{۹} = ۲۴$$

اکنون به محاسبه انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در دمای ۲۵°C و فشار ۳ اتمسفر می‌پردازیم:

$$\frac{S_۲}{S_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \Longrightarrow S_۲ = S_۱ \times \frac{P_۲}{P_۱} = ۳۶ \times \frac{۳}{۹} = ۱۲$$

تفاوت انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار ۶ اتمسفر و ۳ اتمسفر برابر با ۱۲ گرم در ۹۰ کیلوگرم محلول است، لذا می‌توان گفت اگر فشار گاز اکسیژن بر روی یک محلول سیرشده ۹۰ کیلوگرمی از این گاز را از $۶atm$ به $۳atm$ برسانیم، ۱۲ گرم گاز اکسیژن از محلول آزاد می‌شود. این گاز اکسیژن آزاد شده از محلول، در واکنش سوختن متان مصرف شده است.

معادله موازنه‌شده سوختن گاز متان در دمای اتاق به صورت زیر است:

$$CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$$

بر اساس معادله موازنه‌شده سوختن گاز متان، مقداری از گاز متان را که در واکنش با ۱۲ گرم اکسیژن می‌سوزد، محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ CH_۴ = ۱۲\ g\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} \times \frac{۱\ mol\ CH_۴}{۲\ mol\ O_۲} \times \frac{۱۶\ g\ CH_۴}{۱\ mol\ CH_۴} = ۳\ g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، با استفاده از گاز اکسیژن آزاد شده از محلول، ۳ گرم گاز متان را می‌توانیم به طور کامل بسوزانیم.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

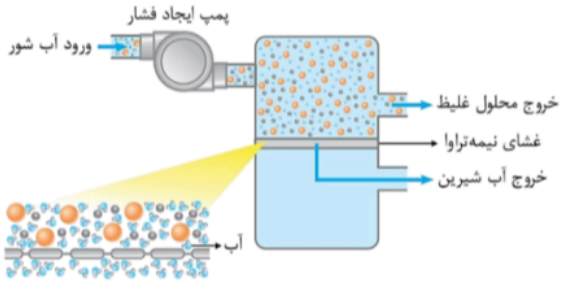
**۳۱** در دستگاه اسمز معکوس، یک محلول با غلظت مشخص از طریق یک ورودی و با استفاده از یک پمپ، وارد دستگاه می‌شود. در واقع، پمپ نیروی مورد نیاز برای انجام شدن فرایند اسمز معکوس را تامین می‌کند. با ورود آب تصفیه نشده به دستگاه، این محلول با استفاده از یک غشای نیمه‌تراوا به دو محلول مختلف تفکیک شده و با استفاده از خروجی‌های دستگاه خارج می‌شود. یکی از این محلول‌های خروجی آب تصفیه شده است و محلول دیگر نیز حاوی غلظت بالایی از مواد حل‌شونده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن و انجام واکنش سوخت و ساز در بدن خود به گاز اکسیژن نیاز دارند. ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. طبق داده‌های موجود در کتاب درسی، ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از $5ppm$ باشد. توجه داریم که در هوای گرم، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب کاهش یافته و به همین خاطر، در چنین شرایطی ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند تا بتوانند گاز اکسیژن مورد نیاز خود را از قسمت‌های سطحی‌تر آب که غلظت گاز اکسیژن بیشتری دارد، دریافت کنند.

۳) دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا نامیده می‌شوند. بخاطر وجود همین غشای نیمه‌تراوا است که وقتی میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود.

۴) اسمز معکوس، با استفاده از یک دستگاه ویژه و یک پمپ ایجاد فشار انجام می‌شود. در فرایند اسمز معکوس، همانند روش صافی کربن، نافلزهای سمی، آلاینده‌ها، حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و ترکیب‌های آلی فرار از آب جداسازی می‌شوند. توجه داریم که در این روش‌ها، میکروب‌ها از آب جدا نشده در آن باقی می‌مانند. تصویر زیر، نمایی از دستگاه اسمز معکوس را نشان می‌دهد:

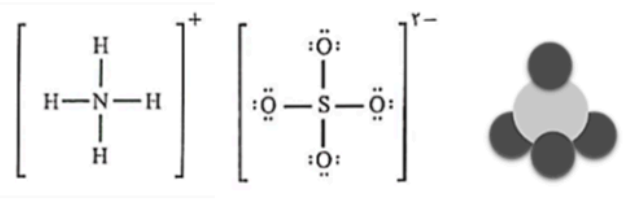



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۲ آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دارای کاتیون و آنیون با مدل فضایی مشابه(چهار وجهی) است. ساختار یون‌های موجود در بلور این ماده به صورت زیر است:





**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است. بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است، به گونه‌ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب همهٔ سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند. آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند. بر این اساس، می‌توان تساوی زیر را نوشت:

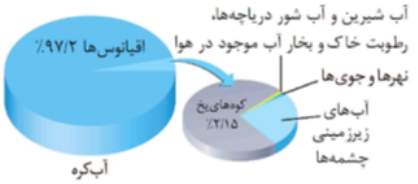
مجموع جرم مواد خارج شده از آب دریاها = جرم مواد جدید وارد شده به آب دریاها

۲) اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. البته، توجه داریم که این آب‌ها شامل برخی از انواع ناخالصی‌ها شده و در آن‌ها مقدار اندکی از یون‌های محلول وجود دارد. همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون از منابع آب شیرین تأمین می‌شوند. در واقع تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز ، خانه، مدرسه و دانشگاه، از آب‌های سطحی(آب موجود در رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی(آب موجود در چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند.

۳) آب‌های کره زمین را در یک تقسیم‌بندی کلی در دو گروه اقیانوسی و غیراقیانوسی قرار می‌دهند. در حدود ۹۷/۲ درصد آب‌کره در اقیانوس‌ها و ۲/۸٪ آن به صورت‌های دیگر وجود دارد. عمده منابع غیراقیانوسی را کوه‌های یخ و سپس آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. در این رابطه، داریم:

آب دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب>آب نهرها و جوی‌ها>آب‌های زیرزمینی>کوه‌های یخ مجموعهٔ

تصویر زیر، نمایی از تقسیم‌بندی منابع آبی کره زمین را نشان می‌دهد:




همانطور که مشخص است، آب شور موجود در برخی از دریاچه‌ها نیز در دسته منابع غیراقیانوسی آب قرار می‌گیرد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۳ با توجه به رابطه $ppm = \frac{\text{حل‌شونده } mg}{\text{محلول } kg}$، کافی است جرم کلی یون فسفات($PO_4^{3-}$) موجود در محلول نهایی را بر حسب میلی‌گرم حساب کنیم. توجه داریم که جرم محلول نهایی برابر با $۰/۴\ kg = ۴۰۰\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g}$ است. در قدم اول، جرم یون فسفات موجود در محلول اولیه را حساب می‌کنیم. با توجه به فرمول شیمیایی نمک آمونیوم فسفات که به صورت $(NH_4)_3PO_4$ است، در هر مول از این ترکیب ۳ مول کاتیون و یک مول آنیون وجود دارد. در نتیجه می‌توان گفت تفاوت تعداد مول آنیون‌ها و کاتیون‌ها در هر مول از این ترکیب یونی برابر با ۲ مول یا معادل با $۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۴}$ عدد است. بر این اساس، داریم:

$$?\,mg\ PO_4^{3-} = ۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}\ \text{اختلاف شمار یون‌ها} \times \frac{۱\ mol\ (NH_4)_3PO_4}{۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۴}\ \text{اختلاف شمار یون‌ها}} \times \frac{۱\ mol\ PO_4^{3-}}{۱\ mol\ (NH_4)_3PO_4} \times \frac{۹۵\ g\ PO_4^{3-}}{۱\ mol\ PO_4^{3-}} \times \frac{۱۰۰۰\ mg}{۱\ g}$$

$$= ۱۱۸۷/۵\ mg$$

از طرف دیگر، از حل شدن یک مول سدیم فسفات با فرمول $Na_3PO_4$ در محلول، یک مول یون $PO_4^{3-}$ آزاد می‌شود. بر این اساس داریم:

$$?\,mg\ PO_4^{3-} = ۷۱۲/۱\ mg\ Na_3PO_4 \times \frac{۱\ g\ Na_3PO_4}{۱۰۰۰\ mg\ Na_3PO_4} \times \frac{۱\ mol\ Na_3PO_4}{۱۶۴\ g\ Na_3PO_4} \times \frac{۱\ mol\ PO_4^{3-}}{۱\ mol\ Na_3PO_4} \times \frac{۹۵\ g\ PO_4^{3-}}{۱\ mol\ PO_4^{3-}} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\ PO_4^{3-}}{۱\ g\ PO_4^{3-}}$$

$$\simeq ۴۱۲/۵\ mg$$

بنابراین در محلول نهایی $۱۱۸۷/۵ + ۴۱۲/۵ = ۱۶۰۰\ mg$ یون فسفات وجود داشته و غلظت این یون بر حسب $ppm$ برابر خواهد بود با:

$$ppm = \frac{\text{حل‌شونده } mg}{\text{محلول } kg} = \frac{۱۶۰۰}{۰/۴} = ۴۰۰۰ \text{ واحد}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۴** با افزایش جرم مولی مولکول هالوژن‌ها، نیروی بین مولکولی در این مواد افزایش یافته و به دنبال آن، دمای جوش این مواد نیز بیشتر می‌شود. این در حالی است که با افزایش جرم مولی مولکول هالوژن‌ها، حجم مولکولی آن‌ها بیشتر می‌شود، از واکنش‌پذیری این مواد کاسته شده، مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد آن‌ها کاهش پیدا می‌کند و قدرت پیوند اشتراکی یگانه بین اتم‌ها در این مولکول‌ها کاهش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۱** مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم‌کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. کاربردهای گوناگون سدیم کلرید را در شکل زیر می‌بینید:

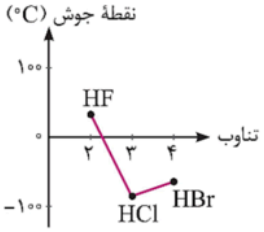



با توجه به نمودار رسم شده، نیمی از $NaCl$ جداسازی شده در تهیه گاز $Cl_2$، فلز $Na$، سود سوزآور و گاز $H_2$ به کار می‌رود. توجه داریم که برای تهیهٔ فلز سدیم و گاز کلر، از یک سلول الکترولیتی استفاده می‌شود.

**۳** از جمله کاربردهای $NaCl$، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ، پلاستیک و هم‌چنین در صنعت نفت است.

**۴** بین ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷ جدول دوره‌ای، هیدروژن کلرید دارای حداقل دمای جوش است، درحالی که هیدروژن فلوئورید یک اسید ضعیف به شمار می‌رود و در مقایسه با هیدروژن کلرید دمای جوش بالاتری دارد.

نمودار زیر، روند تغییر دمای جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۷ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:




چون بین مولکول‌های $HF$ پیوند قوی هیدروژنی برقرار می‌شود، این ماده در مقایسه با سایر مواد موجود در نمودار دمای جوش بالاتری دارد. توجه داریم که ثابت یونش اسیدی هیدروفلوئوریک اسید یک عدد کوچک بوده و ثابت یونش اسیدی سایر ترکیب‌های نشان داده شده، اعدادی بزرگ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۵** فرمول شیمیایی منیزیم سولفات و آمونیوم نیترات، به ترتیب به صورت $MgSO_4$ و $NH_4NO_3$ بوده و جرم مولی این دو ترکیب نیز به ترتیب برابر با ۱۲۰ و ۸۰ گرم بر مول می‌شود. برای محاسبه غلظت مولی یک محلول، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی ترکیب}}$$

محلول‌های مجزایی از منیزیم سولفات و آمونیوم نیترات با درصد جرمی و چگالی برابر در اختیار داریم. از طرفی، جرم مولی منیزیم سولفات ۱/۵ برابر جرم مولی آمونیوم نیترات است، پس می‌توان گفت اگر غلظت مولی محلول منیزیم سولفات برابر با $x$ مول بر لیتر باشد، غلظت مولی محلول آمونیوم نیترات برابر با $۱/۵x$ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به اینکه زیروند کاتیون در واحد فرمولی هر دو ترکیب برابر با یک است، پس می‌توان گفت غلظت یون منیزیم در محلول منیزیم سولفات و غلظت یون آمونیوم در محلول آمونیوم نیترات به ترتیب برابر با $x$ و $۱/۵x$ مول بر لیتر خواهد شد. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی یون آمونیوم} - \text{غلظت مولی یون منیزیم} = ۱/۵x - x = ۰/۲\ mol.L^{-۱} \Longrightarrow x = ۰/۴\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات بالا، غلظت مولی منیزیم سولفات در محلول این ماده برابر با ۰/۴ مول بر لیتر است. معادله واکنش میان منیزیم سولفات با محلول سدیم هیدروکسید به صورت زیر است:

$$MgSO_4(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + Na_2SO_4(aq)$$

در قدم آخر، با توجه به معادله واکنش نوشته شده، حجم محلول سود استفاده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ L \text{ محلول سود} = ۱\ L \text{ محلول منیزیم سولفات} \times \frac{۰/۴\ mol\ MgSO_4}{۱\ L \text{ محلول منیزیم سولفات}} \times \frac{۲\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ MgSO_4} \times \frac{۱\ L \text{ محلول سود}}{۲\ mol\ NaOH} = ۰/۴\ L \approx ۴۰۰mL$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۶** عبارت‌های (ب) و (ث) درست هستند.

**بررسی موارد:**

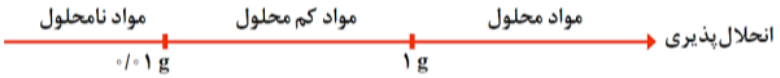
آ: فرمول شیمیایی پتاسیم فسفات به صورت $K_3PO_4$ است. در واحد فرمولی این ترکیب یونی، ۳ اتم فلزی پتاسیم و ۵ اتم نافلزی اکسیژن و فسفر وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت شمار اتم‌های نافلزی در واحد فرمولی این ماده، کمتر از دو برابر شمار اتم‌های فلزی است.

ب: بر اساس آمارها، نزدیک به ۳ درصد از کل جمعیت ایران سنگ کلیه دارند. بیماری سنگ کلیه افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی(ژنتیکی)، می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف بیش از حد پروتئین‌های حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. در ساختار اغلب سنگ‌های کلیه، کلسیم یافت می‌شود.

ادرار فرد مبتلا به سنگ کلیه، اغلب محلول فراسیرشده‌ای از نمک‌های کلسیم است که در آن نمک‌های کلسیم با غلظت بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها وجود دارد. توجه داریم که مقدار نمک‌های کلسیم‌دار، در ادرار افراد سالم از مقدار انحلال‌پذیری آنها کمتر است و به همین خاطر، در ادرار چنین افرادی نمک‌های کلسیم‌دار رسوب نکرده و سنگ تشکیل نمی‌شود.

پ: با ریختن مقداری باریم سولفات در آب، نیروی جاذبه یون-دوقطبی ایجاد شده توانایی جدا کردن و غلبه بر نیروهای موجود در بین یون‌های سازنده شبکه بلور را ندارد و به همین خاطر، این ترکیب یونی در آب حل نمی‌شود.

ت: کلسیم سولفات با فرمول شیمیایی $CaSO_4$، از جمله نمک‌های کم‌محلول در آب است. از این ترکیب یونی برای ساختن گچ پا در پزشکی استفاده می‌شود. تصویر زیر، تفاوت انحلال‌پذیری نمک‌های محلول، کم‌محلول و نامحلول را نشان می‌دهد:




کلسیم فسفات، نقره کلرید و باریم سولفات، از جمله نمک‌های نامحلول در آب بوده و در دمای ۲۵°C، مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب خالص است.

ث: ذرات سازنده اتانول، هنگام مخلوط شدن با آب، به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند؛ درحالی که سدیم کلرید(نمک خوراکی) پس از انحلال در آب به یون‌های سازندهٔ خود تفکیک شده و ویژگی‌های ساختاری خود را از دست می‌دهد. بر این اساس، می‌توان گفت ذرات سازنده اتانول برخلاف ذرات سازنده سدیم کلرید، به هنگام انحلال در آب ویژگی ساختار خود را حفظ می‌کنند. انحلال استون، متانول، گلوکز، مالتوز و ... در آب، مشابه به اتانول است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



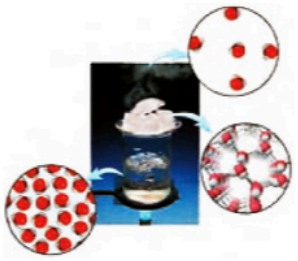
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۷** جرم مولی گازهای فلوئور و هیدروژن کلرید تقریبا با هم برابر است، اما چون گاز هیدروژن کلرید در مقایسه با گاز فلوئور گشتاور دوقطبی بیشتری دارد، دمای جوش این گاز بیشتر از دمای جوش فلوئور بوده و بر این اساس، یک نمونه از گاز فلوئور، در مقایسه با نمونه‌ای از گاز هیدروژن‌کلرید، در دمای پایین‌تری از حالت گاز میعان یافته و به حالت مایع در می‌آید.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۲** یون پتاسیم از یک فلز مربوط به تناوب چهارم ایجاد شده است، پس در آرایش الکترونی خود تعداد ۶ الکترون با $l = 0$ در زیرلایه‌های $s$ خواهد داشت. توجه داریم که انتقال پیام عصبی در بدن بدون وجود یون پتاسیم، ناممکن است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود. اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

**۳** در فرایند انجماد، آرایش و چینش مولکول‌ها به صورت منظم در آمده و بخاطر فضای خالی ایجاد شده بین مولکول‌های آب، حجم افزایش پیدا می‌کند. طی این فرایند، شمار پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها نیز افزایش یافته و از ۲ الی ۳ عدد، به ۴ عدد به ازای هر مولکول آب می‌رسد. در واقع در حالت گاز، به نظر می‌رسد که بین مولکول‌های آب هیچ پیوند هیدروژنی وجود ندارد؛ اما در حالت مایع، به طور میانگین هر مولکول تقریبا توسط ۲ الی ۳ پیوند هیدروژنی و در حالت جامد نیز هر مولکول توسط ۴ پیوند هیدروژنی به سایر مولکول‌های آب موجود در اطراف خود متصل است. تصویر مقابل، نشان‌دهنده وضعیت مولکول‌های آب در سه حالت فیزیکی مختلف است:



**۴** جرم مولی گازهای نیتروژن مونوکسید و اکسیژن تقریبا نزدیک به هم است، اما گاز نیتروژن مونوکسید از مولکول‌های قطبی و گاز اکسیژن از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است و به همین خاطر، انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید در آب، در مقایسه با انحلال‌پذیری اکسیژن بیشتر است. مقایسه کلی انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب، به صورت زیر است:

انحلال‌پذیری بیشتر > کربن دی‌اکسید > نیتروژن مونوکسید > اکسیژن > نیتروژن > انحلال‌پذیری کمتر

چون گاز کربن دی‌اکسید برخلاف سایر گازهای داده شده با مولکول‌های آب واکنش داده و کربنیک اسید را تولید می‌کند، این گاز در مقایسه با سایر گازها به مقدار بیشتری در آب حل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۸ بیشترین مقدار از یک ماده حل شونده که در ۱۰۰ گرم حلال و در دمای معین حل می‌شود، معادل با مقدار انحلال‌پذیری آن ماده است. طبیعی است که در چنین حالتی، یک محلول سیرشده ایجاد می‌شود که توانایی حل کردن مقدار بیشتری از حل‌شونده را ندارد. به عنوان مثالی دیگر، اگر انحلال‌پذیری منیزیم سولفات در دمای مشخص برابر با ۳۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، می‌توان گفت در این شرایط حداکثر ۳۶ گرم نمک(معادل با ۰/۳ مول نمک) در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده به جرم ۱۳۶ گرم را ایجاد می‌کند. برای محاسبه مقدار انحلال‌پذیری یک ماده حل‌شونده در یک محلول آبی سیرشده، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم نمک حل شده در محلول}}{\text{جرم آب(حلال) موجود در محلول}} \times ۱۰۰ \quad \text{یا} \quad \text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم نمک حل شده در محلول}}{\frac{۱}{۱۰۰} \times \text{جرم آب(حلال) موجود در محلول}}$$

عدد بدست آمده از روابط بالا، به ما نشان می‌دهد که در هر ۱۰۰ گرم از حلال، چند گرم حل‌شونده حل شده است. روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری یک نمک بر حسب تغییر دما را می‌توان با استفاده از نمودارهای انحلال‌پذیری نشان داد. علاوه بر نمودار انحلال‌پذیری، از معادله انحلال‌پذیری نیز می‌توان برای نشان دادن روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری یک نمک بر حسب تغییر دما استفاده کرد. در این معادله، مولفه دما را قرار داده و مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر را در آن دما بدست می‌آوریم. توجه داریم که معادله انحلال‌پذیری برخی از نمک‌ها به صورت خطی بوده و برخی از آن‌ها نیز به صورت غیرخطی است. طبق فرض سوال، در دمای $\theta_۱$ انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید ۳ گرم بیشتر از پتاسیم نیترات است. بنابراین داریم:

$$S_{KCl} = ۰/۳\theta_۱ + ۲۷$$
$$S_{KNO_۳} = ۰/۰۱۵\theta_۱^{۲} + ۰/۶\theta_۱ + ۱۲$$
$$S_{KCl} - S_{KNO_۳} = (۰/۳\theta_۱ + ۲۷) - (۰/۰۱۵\theta_۱^{۲} + ۰/۶\theta_۱ + ۱۲) = ۳ \Longrightarrow -۰/۰۱۵\theta_۱^{۲} - ۰/۳\theta_۱ + ۱۲ = ۰$$
$$\Longrightarrow \theta_۱ = ۲۰^{\circ}C \quad \text{و} \quad -۴۰^{\circ}C$$

با حل معادله درجه دو بالا، دو دمای $-۴۰^{\circ}C$ و $۲۰^{\circ}C$ بدست می‌آید که در آن‌ها انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در آب به اندازه ۳ گرم بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در آب است. توجه داریم که دمای $-۴۰^{\circ}C$ مقدار منفی داشته و چون در آن دما محلول منجمد می‌شود، پس این عدد برای ما غیرقابل قبول است. با توجه به توضیحات داده شده، دمای محلول مورد نظر در شرایط داده شده برابر با $۲۰^{\circ}C$ است. در قدم بعد مقدار انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای $۲\theta_۱ = ۴۰^{\circ}C$ را محاسبه می‌کنیم:

$$S_{KNO_۳} = ۰/۰۱۵\theta_۱^{۲} + ۰/۶\theta_۱ + ۱۲ = ۰/۰۱۵ \times ۴۰^{۲} + ۰/۶ \times ۴۰ + ۱۲ = ۶۰\ g$$

در ۱۰۰ گرم آب ۶۰ گرم پتاسیم نیترات حل می‌شود. بر این اساس، درصد جرمی این محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۶۰}{۱۶۰} \times ۱۰۰ = ۳۷/۵ \text{ درصد}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۹ دمای ۳۱۳ کلوین، معادل با دمای ۴۰ درجه سلسیوس است. با توجه به نمودار داده شده، در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد برای تهیه محلول‌های آبی سیرشده از نمک‌های $K_2Cr_2O_7$ و $Pb(NO_3)_2$، به ترتیب باید ۲۵ و ۷۵ گرم از این نمک‌ها را در ۱۰۰ گرم از آب خالص حل کنیم تا محلول‌های سیرشده‌ای ایجاد شوند که جرم آن‌ها برابر با ۱۲۵ گرم و ۱۷۵ گرم است. اگر دمای این دو محلول آبی را به اندازه ۲۵ درجه کاهش داده و به ۱۵ درجه سلسیوس برسانیم، انحلال‌پذیری این دو نمک به ترتیب به ۱۰ و ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب می‌رسد. به عبارت دیگر، طی این فرایند به ترتیب ۱۵ گرم و ۲۵ گرم نمک از محلول‌های اولیه ته‌نشین می‌شود. جدول زیر، فرایند انجام شده در طول تغییر دمای این محلول‌ها را نشان می‌دهد:

| نمک | دمای ۴۰ درجه | | | دمای ۱۵ درجه | | | مقدار رسوب ایجاد شده |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | جرم آب | جرم نمک | جرم محلول | جرم آب | جرم نمک | جرم محلول | |
| $K_2Cr_2O_7$ | ۱۰۰ | ۲۵ | ۱۲۵ | ۱۰۰ | ۱۰ | ۱۱۰ | ۱۵ |
| $Pb(NO_3)_2$ | ۱۰۰ | ۷۵ | ۱۷۵ | ۱۰۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۲۵ |

دو محلول سیرشده از نمک‌های $K_2Cr_2O_7$ و $Pb(NO_3)_2$ در دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر می‌گیریم که جرم آن‌ها به ترتیب برابر با ۳۵۰ و ۱۷۵ گرم است. جرم رسوبی که با کاهش دما در آن‌ها ایجاد می‌شود را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$K_2Cr_2O_7 : ?\ g\ \text{رسوب} = ۳۵۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۱۵\ g\ \text{رسوب}}{۱۲۵\ g\ \text{محلول}} = ۴۲\ g$$

$$Pb(NO_3)_2 : ?\ g\ \text{رسوب} = ۱۷۵\ g\ \text{محلول} \times \frac{۲۵\ g\ \text{رسوب}}{۱۷۵\ g\ \text{محلول}} = ۲۵\ g$$

در قدم آخر، مقدار نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\text{جرم رسوب } K_2Cr_2O_7}{\text{جرم رسوب } Pb(NO_3)_2} = \frac{۴۲}{۲۵} = \text{برابر } ۱/۶۸$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۰** فقط عبارت (پ) درست است.

**بررسی موارد:**

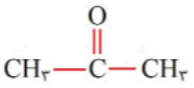
**آ:** با افزایش جرم مولی مولکول‌ها، نیروی بین مولکولی و نقطه‌جوش آن‌ها الزاما افزایش نمی‌یابد، چراکه قدرت نیروهای بین مولکولی به عوامل مختلفی مثل قطبی یا ناقطبی بودن مولکول و یا توانایی آن برای تشکیل پیوند هیدروژنی بستگی دارد. به عنوان مثال، گاز $H_2S$ در مقایسه با $H_2O$ جرم مولی بیشتری دارد اما چون قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست، نقطه‌جوش پایین‌تری(۶۰ °C−) نسبت به آب دارد. گاز $HCl$ نیز در مقایسه با $HF$ جرم مولی بیشتری دارد اما چون قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست، نقطه‌جوش پایین‌تری دارد.

**ب:** صافی کربن، اسمز معکوس و تقطیر، از جمله روش‌های تصفیهٔ آب به شمار می‌روند. نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که با استفاده از همه این روش‌ها از آب جدا می‌شوند؛ در حالی که میکروب‌های موجود در آب، از جمله موادی هستند که با استفاده از هیچ روشی نمی‌توان آن‌ها را از آب جدا کرد. برای از بین بردن میکروب‌های موجود در آب، محلول حاصل از فرایند تصفیه را کلرزنی می‌کنند. ترکیب‌های آلی فرار نیز یکی دیگر از آلاینده‌های موجود در آب هستند که آن‌ها را با استفاده از صافی کربن و اسمز معکوس می‌توان جدا کرد؛ اما فرایند تقطیر توانایی جدا کردن آن‌ها از آب را ندارد. مراحل انجام شده در فرایند تقطیر که منجر به تولید آب شیرین می‌شود، به شرح زیر است:

جمع‌آوری آب شیرین ← میعان آب در مجاورت سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← برخورد بخار آب به سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← تبخیر آب و مواد فرار موجود در محلول ← تاباندن نور خورشید به محلول تصفیه نشده

توجه داریم که انرژی مورد نیاز برای انجام شدن تقطیر، با استفاده از نور خورشید تامین می‌شود.

**پ:** استون، یک ترکیب آلی از خانواده کتون‌ها با فرمول مولکولی $C_3H_6O$ است. این ترکیب ساده‌ترین عضو خانواده کتون‌ها بوده و به هر نسبتی در آب حل می‌شود. انحلال استون در آب به صورت مولکولی بوده و به همین خاطر، مولکول‌های حل‌شونده در این فرایند ماهیت خود را حفظ می‌کنند. فرمول ساختار استون به صورت زیر است:



استون، حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها است.

**ت:** ردپای آب ایجاد شده برای تولید یک بلوز نخی، کمتر از ردپای آب ایجاد شده برای تولید یک کیلوگرم چرم است. مقایسه ردپای آب ایجاد شده برای تولید مواد مختلف به صورت زیر است:

بیشترین ردپای آب ← ۱ کیلوگرم چرم ← ۱ عدد بلوز نخی ← ۱۰۰ گرم شکلات ← ۱ کیلوگرم گوجه فرنگی ← کمترین ردپای آب

**ث:** با قرار دادن میوه‌های خشک شده در آب، فرایند اسمز(نه اسمز معکوس!) انجام شده و مولکول‌های آب از محیط رقیق(آب) به سمت محیط غلیظ(سلول‌های میوه) حرکت می‌کنند. بر این اساس، انجام شدن فرایند اسمز موجب آبدار شدن و تورم میوه‌های خشک شده می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۱** واکنش موازنه شده به صورت مقابل است:

$$FeSO_4(aq) + H_2S(aq) \rightarrow FeS(s) + H_2SO_4(aq)$$

ابتدا انحلال‌پذیری گاز $H_2S$ را در دمای ۲۵°C و فشار $1atm$ بدست می‌آوریم. مطابق قانون هنری، انحلال‌پذیری یک گاز در دمای ثابت با فشار گاز متناسب است، پس داریم:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow S_2 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \times S_1 = \left(\frac{1}{1/5}\right) \times 0/51 = 0/34\ g$$

طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب، با فشار این گازها رابطه مستقیم دارد. در واقع، اگر گاز $X$ با آب واکنش ندهد، با $n$ برابر شدن فشار این گاز، انحلال‌پذیری آن نیز در آب نیز $n$ برابر می‌شود. بر اساس این قانون، اگر در شرایط یکسان انحلال‌پذیری یک گاز از گاز دیگر در آب بیشتر باشد، تاثیر تغییر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز نیز بیشتر می‌شود.

بنابراین انحلال‌پذیری گاز $H_2S$ در این شرایط، $0/34g$ در $100g$ آب است. در قدم بعدی، مقدار لیتر محلول $FeSO_4$ مورد نیاز را بدست می‌آوریم:

$$?\,L\ FeSO_4\ \text{محلول} = 400g\ \text{محلول} \times \frac{0/34g\ H_2S}{100\ g\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ H_2S}{34\ g\ H_2S} \times \frac{1\ mol\ FeSO_4}{1\ mol\ H_2S} \times \frac{1\ L\ FeSO_4\ \text{محلول}}{0/2\ mol\ FeSO_4} = 0/2\ L\ \text{محلول}$$

در نهایت حجم محلول $FeSO_4$ را بر حسب میلی‌لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mL\ \text{محلول} = 0/2\ L\ \text{محلول} \times \frac{1000\ mL\ \text{محلول}}{1\ L\ \text{محلول}} = 200\ mL$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۲** عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

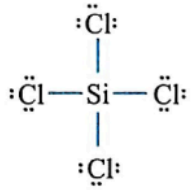
**بررسی موارد:**

آ: با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب کمتر می‌شود، پس می‌توان گفت انحلال‌پذیری همه گازها از جمله گاز نیتروژن مونوکسید در آب، گرماده است.

ب: محلول آبی برخی از مواد آلی مثل اسیدهای آلی و یا ترکیب‌های آمینی، رسانای جریان برق است.

پ: با افزایش دمای محلول، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در آب برخلاف انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم نیترات، کاهش می‌یابد.

ت: ساختار مولکولی سیلیسیم تتراکلرید با فرمول شیمیایی $SiCl_4$، به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، سیلیسیم تتراکلرید در ساختار خود ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی دارد. دمای جوش مواد مولکولی، به میزان قطبیت و جرم مولی آن‌ها وابسته است. چون جرم مولی سیلیسیم تتراکلرید در مقایسه با گاز متان بیشتر بوده و این دو ماده از ذرات ناقطبی ساخته شده‌اند، پس می‌توان گفت سیلیسیم تتراکلرید نسبت به متان دمای جوش بالاتری دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۳** دمای ۳۲۳ کلوین، معادل با دمای ۵۰ درجه سلسیوس است. ابتدا با استفاده از رابطه داده شده در صورت سؤال، انحلال‌پذیری نمک موردنظر را در دماهای ۲۰°C و ۵۰°C بدست می‌آوریم:

$S = -۰/۲(۲۰) + ۴۴ = ۴۰$ : انحلال‌پذیری در دمای ۲۰ °C

$S = -۰/۲(۵۰) + ۴۴ = ۳۴$ : انحلال‌پذیری در دمای ۵۰ °C

برای موادی که نمودار انحلال‌پذیری – دما برای آن‌ها خطی است، می‌توان معادلهٔ انحلال‌پذیری را به صورت زیر نوشت:

$S = a\theta + b$

در این معادله $\theta$ و $S$ به ترتیب بیانگر دما و انحلال‌پذیری هستند و $a$ و $b$ به ترتیب شیب خط و عرض از مبدأ آن را نشان می‌دهند. بر این اساس، داریم:

$a = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}$

بنابراین اگر دمای ۱۴۰ = ۴۰ + ۱۰۰ گرم محلول را از ۲۰ °C به ۵۰ °C برسانیم، مقدار ۶ = ۳۴ − ۴۰ گرم رسوب تشکیل می‌شود. حالا حساب می‌کنیم بر اثر گرم کردن ۸۴۰ $g$ محلول، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود:

$$?\,g \text{ رسوب} = ۸۴۰\,g \text{ محلول} \times \frac{۶\,g \text{ رسوب}}{۱۴۰\,g \text{ محلول}} = ۳۶\,g \text{ رسوب}$$

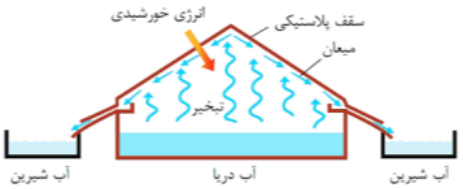
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴** همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

**بررسی موارد:**

آ: برای بررسی وجود یون کلرید موجود در یک نمونه آب آشامیدنی، می‌توان از محلول نقره نیترات استفاده کرد. اگر با ریختن محلول نقره نیترات بر روی محلول مورد نظر، رسوب سفیدرنگ نقره کلرید ایجاد شود، یعنی در آن محلول یون کلرید وجود داشته است.

ب: آب باران در هوای پاک، تقریباً خالص است زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همهٔ مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شوند. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که به تقطیر معروف بوده و فراوردهٔ آن آب مقطر نام دارد. تصویر زیر، نمایی از فرایند تقطیر آب به منظور تهیه آب شیرین را نشان می‌دهد:




مراحل انجام شده در فرایند تقطیر، به شرح نمودار زیر هستند:

جمع‌آوری آب شیرین ← میعان آب در مجاورت سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← برخورد بخار آب به سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← تبخیر آب و مواد فرار موجود در محلول ← تاباندن نور خورشید به محلول تصفیه نشده

پ: لاشهٔ جانوران و گیاهان بر اثر واکنش‌های شیمیایی، تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب‌کره، هواکره و یا حتی سنگ‌کره می‌شوند، پس می‌توان گفت به این طریق، زیست‌کره مواد مختلف را وارد سایر قسمت‌های سازنده کره زمین می‌کند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار(ترکیب‌های آلی) را وارد بخش‌های گوناگون کرهٔ زمین می‌کنند.

ت: بیشتر آب‌های روی زمین شور بوده و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... از جمله آب‌های شور هستند. این ذخایر آبی، منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون(مثل سدیم کلرید و فلز منیزیم)، تولید فراورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی، تهیهٔ داروهای گوناگون و ... هستند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۵** ابتدا معادله واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$S(s) + ۶HNO_۳(aq) \rightarrow H_۲SO_۴(aq) + ۶NO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$$

سپس جرم گوگرد و نیتریک اسید مصرف شده در این واکنش شیمیایی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,S = ۶/۷۲\,L\,NO_۲ \times \frac{۱\,mol\,NO_۲}{۲۲/۴\,L\,NO_۲} \times \frac{۱\,mol\,S}{۶\,mol\,NO_۲} \times \frac{۳۲\,g\,S}{۱\,mol\,S} = ۱/۶\,g$$

$$?\,g\,HNO_۳ = ۶/۷۲\,L\,NO_۲ \times \frac{۱\,mol\,NO_۲}{۲۲/۴\,L\,NO_۲} \times \frac{۶\,mol\,HNO_۳}{۶\,mol\,NO_۲} \times \frac{۶۳\,g\,HNO_۳}{۱\,mol\,HNO_۳} = ۱۸/۹\,g$$

در نهایت با در نظر گرفتن $d = ۱kg.L^{-۱}$، جرمی از محلول نیتریک اسید با غلظت $۵۰۰۰ppm$ را حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{غلظت}(ppm) = \frac{\text{جرم حل شونده}(g)}{\text{جرم محلول}(g)} \times ۱۰^۶ \longrightarrow ۵۰۰۰ppm = \frac{۱۸/۹\,g\,HNO_۳}{x} \times ۱۰^۶ \rightarrow x = ۳۷۸۰g$$

با توجه به محاسبات بالا، در این فرایند ۳۷۸۰ گرم محلول نیتریک اسید(معادل با ۳/۷۸ لیتر محلول نیتریک اسید) مصرف شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

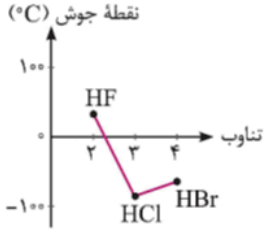
**۴۶** به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازندهٔ یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند. نمودار زیر، نمایی از انواع نیروهای بین ذره‌ای و نیروهای برقرار شده بین اتم‌ها را نشان می‌دهد:




طبق حاشیه‌نویسی متن کتاب درسی، نیروهایی که ذره‌های سازندهٔ گاز به یکدیگر وارد می‌کنند و یا نیروهایی که مولکول‌های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند(نیروهای وان‌دروالسی و یا پیوندهای هیدروژنی)، از جمله انواع نیروهای بین مولکولی هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) بین ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷ جدول دوره‌ای، هیدروژن کلرید دارای حداقل دمای جوش است، درحالی که هیدروژن فلوئورید یک اسید ضعیف به شمار می‌رود. نمودار زیر، روند تغییر دمای جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:




چون بین مولکول‌های $HF$ پیوند قوی هیدروژنی برقرار می‌شود، این ماده در مقایسه با سایر مواد موجود در نمودار دمای جوش بالاتری دارد.

۳) چون گوگرد در خانه زیرین اکسیژن در جدول دوره‌ای قرار گرفته است، شعاع اتمی این عنصر بیشتر از شعاع اتمی اکسیژن خواهد بود. بر این اساس، می‌توان گفت بین ذرات آب و هیدروژن سولفید، اتم مرکزی در گاز $H_۲S$ شعاع بزرگ‌تری دارد. توجه داریم که خاصیت نافلزی اکسیژن در مقایسه با گوگرد بیشتر بوده و به همین خاطر، گشتاور دوقطبی مولکول آب، در حدود ۲ برابر گشتاور دوقطبی مولکول هیدروژن سولفید خواهد بود.

۴) با توجه به قطبی بودن مولکول‌های نیتروژن مونوکسید، انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب است. چون انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید در آب بیشتر است، برای ایجاد محلول‌های سیرشده‌ای از گازهای $O_۲$ و $NO$ با استفاده از جرم برابر این گازها، مقدار آب مورد نیاز برای تهیه محلول نیتروژن مونوکسید کمتر خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۷** در ابتدا ۴۰۰ میلی‌گرم (۰/۴ گرم) کلسیم برمید در $V_1$ لیتر آب حل‌شده و سپس با $V_2$ لیتر آب رقیق شده‌است و به حجم $V_1 + V_2 = V_3$ می‌رسد. پس مقدار گرم حل‌شونده ثابت است و فقط غلظت آن در محلول مورد نظر تغییر می‌کند. از آن‌جا که جرم هر مول $CaBr_2$، برابر با ۲۰۰ گرم است و ۱۶۰ گرم آن مربوط به یون‌های برمید است، می‌توان گفت که در ۴۰۰ میلی‌گرم $CaBr_2$ نیز ۳۲۰ میلی‌گرم یون برمید وجود دارد. پس با استفاده از درصد جرمی آن، جرم محلول نهایی را می‌توان به دست آورد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰/۰۳۲ = \frac{۳۲۰ \times ۱۰^{-۳} g}{x\ g} \times ۱۰۰ \quad \Rightarrow \quad x = ۱۰۰۰\ g$$

پس جرم محلول نهایی برابر با ۱۰۰۰ گرم یا ۱ کیلوگرم است. برای محاسبه غلظت یک ماده بر حسب $ppm$، اگر جرم حل شونده بر حسب میلی‌گرم و جرم محلول بر حسب کیلوگرم باشد، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$$

چگالی محلول برابر با ۱ گرم بر میلی‌لیتر است، پس حجم آن برحسب لیتر با جرم آن برحسب کیلوگرم برابر است. با رقیق کردن محلول، غلظت آن کاهش می‌یابد. پس تفاوت غلظت $ppm$ دو محلول را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{۴۰۰\ mg}{V_1\ L} - \frac{۴۰۰\ mg}{V_2\ L} = ۱۰۰\ ppm \xrightarrow{V_2=۱} \frac{۴۰۰\ mg}{V_1\ L} - \frac{۴۰۰\ mg}{۱\ L} = ۱۰۰ \quad \Rightarrow \quad V_1 = ۰/۸\ L$$

حجم اولیه محلول برابر با ۰/۸ لیتر بوده است، پس $V_2$ نیز برابر با ۰/۲ لیتر معادل با ۲۰۰ میلی‌لیتر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۸** با توجه به اطلاعات داده شده، در هر $۱۰^۶$ گرم از محلول نهایی، ۶۰۰ گرم یون کلسیم وجود دارد. در قدم اول، شمار مول‌های یون کلسیم موجود در محلول ۲۵ لیتری را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ Ca^{۲+} = ۲۵\ L \text{ محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL \text{ محلول}}{۱\ L \text{ محلول}} \times \frac{۱/۱۲\ g \text{ محلول}}{۱\ mL \text{ محلول}} \times \frac{۶۰۰\ g\ Ca^{۲+}}{۱۰^۶\ g \text{ محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Ca^{۲+}}{۴۰\ g\ Ca^{۲+}} = ۰/۴۲\ mol$$

واحد فرمول کلسیم کلرید به صورت $CaCl_2$ است. در واحد فرمولی این ماده، تفاوت شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها برابر با یک عدد است، پس می‌توان گفت در محلول $m$ مولار از این ماده، تفاوت غلظت مولی آنیون و کاتیون برابر با $m$ مولار می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$m\ mol\ CaCl_2 \Rightarrow \begin{cases} m\ mol\ Ca^{۲+} \\ ۲m\ mol\ Cl^- \end{cases} \Longrightarrow \text{تفاوت مقدار آنیون و کاتیون} = m\ mol$$

طبق فرض سوال، می‌خواهیم محلول نهایی را به کمک محلولی از کلسیم کلرید ایجاد کنیم که تفاوت غلظت مولی آنیون و کاتیون در آن برابر با ۱/۵ مول بر لیتر است. در واقع، طی این فرایند از محلولی استفاده می‌کنیم که غلظت مولی کلسیم کلرید در آن برابر با ۱/۵ مول بر لیتر است. بر این اساس، حجم محلول ۱/۵ مولار کلسیم کلرید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mL \text{ محلول} = ۰/۴۲\ mol\ Ca^{۲+} \times \frac{۱\ mol\ CaCl_2}{۱\ mol\ Ca^{۲+}} \times \frac{۱\ L \text{ محلول}}{۱/۵\ mol\ CaCl_2} \times \frac{۱۰۰۰\ mL \text{ محلول}}{۱\ L \text{ محلول}} = ۲۸۰\ mL$$

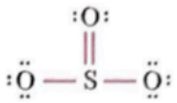
با توجه به محاسبات انجام شده، می‌توان گفت برای انجام شدن این فرایند به ۲۸۰ میلی‌لیتر محلول کلسیم کلرید نیاز است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۹** گازهای هیدروژن، متان و گوگرد تری‌اکسید همگی جزو مواد ناقطبی طبقه‌بندی شده و جرم مولی آن‌ها به ترتیب برابر ۲، ۱۶ و ۸۰ گرم بر مول است. گوگرد تری‌اکسید نسبت به باقی مولکول‌ها، جرم مولی بیشتر و درنتیجه نقطه جوش بالاتری دارد و در دمای بالاتری دچار میعان می‌شود. ساختار لوویس این ترکیب به‌صورت زیر است:



نقطه جوش و نقطه ذوب در ترکیب‌های مولکولی، نشان‌دهنده قدرت نیروی بین مولکولی در آن‌ها است. هرچه در گونه‌ای، نیروی بین مولکولی قوی‌تر باشد، نقطه جوش آن بالاتر خواهد بود. در ترکیب‌های مولکولی، قدرت نیروی بین مولکولی به سه عامل بستگی دارد:

پیوند هیدروژنی: اگر بین مولکول‌های یک ترکیب، پیوندی هیدروژنی حضور داشته باشد، نیروی بین مولکولی قوی‌تر خواهد بود. برای مثال نقطه جوش آب($H_2O$) بالاتر از هیدروژن سولفید($H_2S$) است.

قطبیت: در مولکول‌هایی که جرم مولی آن‌ها به یکدیگر نزدیک است، گونه‌ای که قطبیت بیشتری داشته باشد، نقطه جوش بالاتری خواهد داشت. برای مثال کربن مونوکسید($CO$) نسبت به نیتروژن($N_2$) در دمای بالاتری به جوش می‌آید.

جرم مولی: با افزایش جرم مولی، نیروی واندروالسی بین مولکول‌ها قوی‌تر شده و آن نمونه در دمای بالاتری تبخیر می‌شود. برای مثال اکسیژن($O_2$) نسبت به نیتروژن($N_2$) نقطه جوش بالاتری دارد.

در شرایط یکسان، نسبت چگالی گازها به یکدیگر، برابر با نسبت جرم مولی آن‌ها نسبت به هم است. در طی این فرایند، مولکولی با جرم مولی بالاتر(که در مقایسه با سایر مواد موجود در مخلوط، چگالی بیشتری دارد) را از مخلوط جدا کرده‌ایم، پس می‌توان گفت چگالی مخلوط کاهش پیدا کرده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۰** ابتدا تعداد مول منیزیم کلرید موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,MgCl_2 = ۸\times10^{۲۲}\,\text{ذره}\times\frac{۳/۰۱\times10^{۲۲}\,ion\,Cl^-}{۱\,\text{ذره}}\times\frac{۱\,mol\,Cl^-}{۶/۰۲\times10^{۲۳}\,ion\,Cl^-}\times\frac{۱\,mol\,MgCl_2}{۲\,mol\,Cl^-}=۰/۲\,mol$$

در مرحله بعد، غلظت منیزیم کلرید را در محلول بدست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولار}=\frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم}}=\frac{۰/۲\,mol}{۰/۲\,L}=۱\,mol.L^{-۱}$$

نقره نیترات طبق معادله موازنه شده زیر، با منیزیم کلرید واکنش می‌دهد:

$$MgCl_2(aq)+2AgNO_3(aq)\rightarrow Mg(NO_3)_2(aq)+2AgCl(s)$$

در مرحله بعد، جرم نقره نیترات خالص مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,AgNO_3 = ۵۰\,ml\,\text{محلول}\times\frac{۰/۲\,mol\,MgCl_2}{۲۰۰\,ml\,\text{محلول}}\times\frac{۲\,mol\,AgNO_3}{۱\,mol\,MgCl_2}\times\frac{۱۷۰\,g\,AgNO_3}{۱\,mol\,AgNO_3}=۱۷\,g$$

در پایان، باتوجه به فرمول، جرم نقره نیترات ناخالص مصرف شده را بدست می‌آوریم:

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}}\times۱۰۰\Rightarrow ۸۰=\frac{۱۷}{\text{جرم ماده ناخالص}}\times۱۰۰\Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص}=۲۱/۲۵\,g$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵۱ فقط عبارت (ب) نادرست است.

**بررسی موارد:**

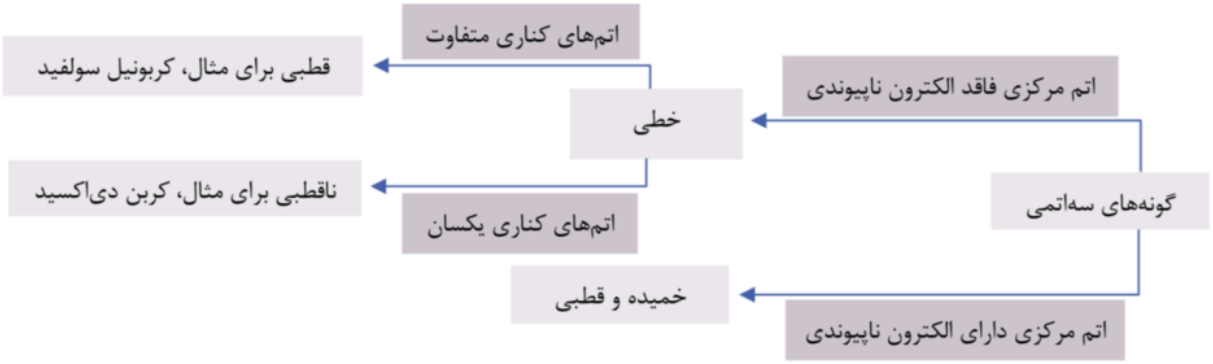
**آ:** آب آشامیدنی مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقداری از یون‌های مختلف است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی نیز در مراکز تامین آب آشامیدنی به آن افزوده می‌شود. برای نمونه، یون فلوئورید برای حفظ سلامت دندان‌ها به آب آشامیدنی افزاوده می‌شود. از طرفی غلظت برخی از یون‌ها از جمله یون نیترات باید کمترین حد ممکن باشد، پس اگر مقدار آن در آب از حدی بالاتر باشد، آن را از طریق روش‌های مختلف جداسازی می‌کنند. توجه داریم که فلوئور اولین عضو خانواده هالوژن‌ها در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای بوده و بین عناصر دوره دوم و همچنین کل عناصر جدول دوره‌ای، بیشترین خاصیت نافلزی را دارد.

**ب:** نقطه جوش به عوامل مختلفی از جمله جرم مولی، قطبیت و داشتن یا نداشتن پیوند هیدروژنی بستگی دارد. اگر نقطه جوش ماده $A$ نسبت به ماده $B$ بیشتر باشد، نمی‌توان گفت به طور حتم قطبیت آن نیز بالاتر است، بلکه ممکن است جرم مولی این ماده در مقایسه با ماده دیگر خیلی بیشتر باشد. برای مثال، با اینکه ید ناقطبی است، در مقایسه با آمونیاک دمای جوش بالاتری دارد.

**پ:** ترکیب‌های یونی از نظر بار الکتریکی خنثی هستند، به این معنی که مجموع بار الکتریکی یون‌های موجود در آن‌ها برابر صفر است. به همین دلیل یونی که قدرمطلق بار آن بزرگ‌تر باشد، تعداد کمتری در ترکیب یونی خواهد داشت. برای مثال در ترکیب منیزیم کلرید($MgCl_2$)، اندازه بار یون منیزیم دو برابر اندازه بار یون کلرید است، پس برای اینکه مجموع بار یون‌ها برابر صفر شود، تعداد یون‌های کلرید باید دو برابر یون‌های منیزیم باشد.

**ت:** جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دو قطبی است. در واقع مولکول‌های قطبی، در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا کرده و مولکول‌های ناقطبی، جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. مولکول‌های سه‌اتمی با ساختار خمیده، قطعا روی اتم مرکزی خود دارای جفت الکترون ناپیوندی بوده و در حضور میدان الکتریکی، جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

در رابطه با انواع گونه‌های سه‌اتمی، داریم:




**مولکول‌های ناقطبی شرایط زیر را دارند:**

مولکول‌های دارای دو اتم یکسان مانند $N_2$ و $F_2$

مولکول‌هایی با اتم‌های مشابه پیرامون اتم مرکزی و فاقد جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی مانند $CO_2$ و $CH_4$

**مولکول‌های قطبی شرایط زیر را دارند:**

مولکول‌های دارای جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی مانند $NH_3$ و $SO_2$

مولکول‌های دواتمی با دو اتم متفاوت مانند $HCl$ و $CO$

مولکول‌های دارای اتم‌های متفاوت پیرامون اتم مرکزی مانند $CH_3Cl$

**عوامل موثر بر نیروی بین مولکولی (وان‌دروالسی)، به شرح زیر هستند:**

۱) قطبیت مولکول: هر چه قطبیت بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه‌ی جوش بیشتر است

مثال: $HCl$ قطبی و $N_2$ ناقطبی است. بنابراین نیروی بین مولکولی و نقطه‌جوش $HCl$ بیشتر است.

۲) جرم و حجم مولکول: هر چه جرم و حجم بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه‌ی جوش بیشتر است

مثال: $I_2$ جرم و حجم بیشتری نسبت به $Br_2$ دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطه‌جوش بالاتری دارد.

نکته: هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد(به صفر نزدیک‌تر باشد)، آن ماده راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود. به عبارتی هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، مایع کردن آن در دماهای بالاتری انجام می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



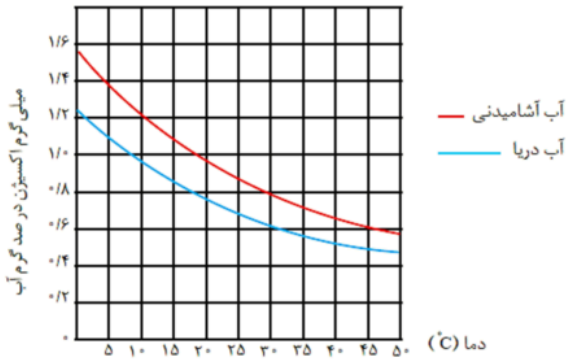
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۲ عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

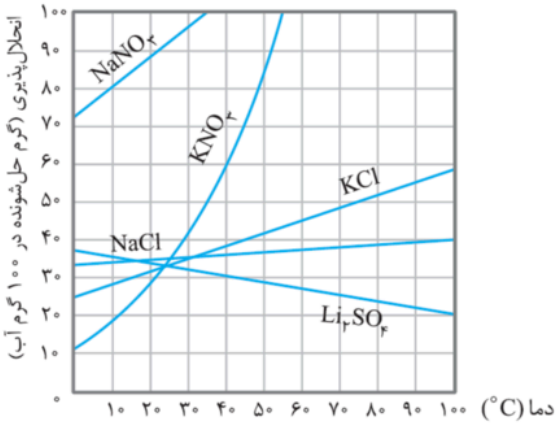
**آ:** انحلال‌پذیری گازها در آب به عوامل مختلفی بستگی دارد. از جمله این عوامل، واکنش دادن آن گاز با آب است. آمونیاک در هنگام حل شدن در آب، با آن واکنش داده و یون‌های آمونیوم($NH_4^+$) و هیدروکسید($OH^-$) را تولید می‌کند اما گاز نیتروژن با آب واکنش نمی‌دهد. به طور کلی انحلال‌پذیری گازهایی که با آب واکنش می‌دهند، نسبت به انحلال‌پذیری گازهایی که با آن واکنش نمی‌دهند، بیشتر است.

**ب:** طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازها با فشار، رابطه مستقیم و خطی دارد. توجه داریم که این قانون، ارتباط بین دما و انحلال‌پذیری گازها در آب را مقایسه نمی‌کند. به طور کلی، با افزایش دمای محلول، انحلال‌پذیری گازها در محلول کاهش پیدا می‌کند. تصویر زیر، مقایسه انحلال‌پذیری گاز اکسیژن را در آب آشامیدنی و آب دریا در دماهای مختلف مقایسه می‌کند:




همانطور که مشخص است، با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آن کاهش پیدا کرده است. از طرفی، با افزایش دما نیز انحلال‌پذیری این گاز در آب کاهش پیدا می‌کند پس می‌توان گفت انحلال گازها در آب، فرایندی گرماده است.

**پ:** جدول زیر، انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها را در آب در دماهای متفاوت مقایسه می‌کند.




انحلال‌پذیری نمک پتاسیم نیترات($KNO_3$) در دمای ۲۰°C کمی کمتر از ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، درحالیکه انحلال‌پذیری این نمک در دمای ۴۰°C، بیش از ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بر این اساس، می‌توان گفت انحلال‌پذیری نمک مورد نظر بیشتر از ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرده‌است.

**ت:** انحلال‌پذیری نمک لیتیم سولفات با دما رابطه عکس و انحلال‌پذیری نمک پتاسیم کلرید با دما رابطه مستقیم دارد. اگر در دمای $\theta_1$ انحلال‌پذیری این دو ترکیب یکسان باشد، در دماهای بالاتر، انحلال‌پذیری و درنتیجه درصد جرمی محلول سیرشده پتاسیم کلرید بالاتر خواهد بود.

(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۵۳** برای تبدیل درصد جرمی محلول($W/W$) نمک سیرشده به انحلال‌پذیری($S$) نمک، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{S}{S+۱۰۰} \times ۱۰۰ = W/W$$

توجه داریم که در این رابطه، $S$ نشان دهنده مقدار انحلال‌پذیری نمک در ۱۰۰ گرم آب است. حال مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر را در دو دمای ذکر شده محاسبه می‌کنیم:

$$۱۰^\circ C: \frac{S}{S+۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۰ \Rightarrow S = ۲۵ \qquad ۶۰^\circ C: \frac{S}{S+۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۵۰ \Rightarrow S = ۱۰۰$$

برای بدست آوردن شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما برای یک نمک با معادله انحلال‌پذیری خطی(معادل با مقدار تغییر انحلال‌پذیری آن نمک به ازای افزایش دمایی معادل $۱^\circ C$)، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$m = \frac{S_x - S_y}{\theta_x - \theta_y} \Rightarrow m = \frac{۱۰۰ - ۲۵}{۶۰ - ۱۰} = \frac{۷۵}{۵۰} = ۱/۵$$

بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت به ازای افزایش دمایی معادل $۱^\circ C$، انحلال‌پذیری نمک ۱/۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب افزایش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، به ازای کاهش دمایی معادل $۱^\circ C$، انحلال‌پذیری به اندازه ۱/۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب کاهش پیدا می‌کند؛ پس به‌ازای کاهش دما به اندازه $۱۰^\circ C$، انحلال‌پذیری نمک به اندازه ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب کاهش پیدا خواهد کرد باتوجه به چگالی ذکرشده در صورت سوال، ۱ لیتر از محلول جرمی برابر ۱۰۵۰ گرم دارد که ۳۰۰ گرم آن مربوط به نمک و ۷۵۰ گرم باقی آن متعلق به آب است. حال انحلال‌پذیری نمک را در این دما محاسبه می‌کنیم:

$$S = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۰۰}{۷۵۰} \times ۱۰۰ = ۴۰\ g/۱۰۰\ g\ H_۲O$$

صورت سوال اشاره کرده که با تغییر دما، مقداری رسوب تشکیل شده‌است؛ پس درنظر می‌گیریم که با تغییر دمای محلول، انحلال‌پذیری به اندازه ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب کاهش پیدا کرده و به ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب رسیده است. در مرحله بعد، مقدار نمک محلول در آب را در شرایط دوم بدست می‌آوریم:

$$S = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۵ = \frac{\text{جرم نمک}}{۷۵۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم نمک} = ۱۸۷/۵\ g$$

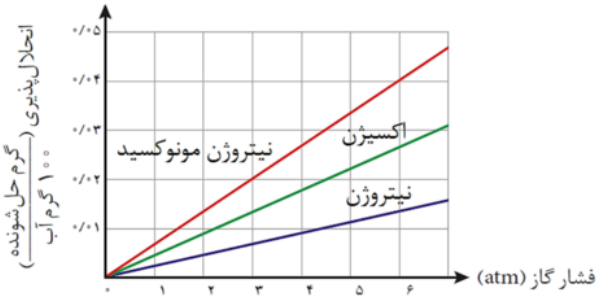
باتوجه به محاسبات انجام‌شده می‌توان نتیجه گرفت که با این تغییر دما، ۱۱۲/۵ گرم از نمک(معادل با $\frac{۱۱۲/۵}{۳۰۰} \times ۱۰۰ = ۳۷/۵٪$ از کل نمک) به‌صورت رسوب در کف ظرف ته‌نشین شده‌است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۵۴** طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهایی که با آب واکنش نمی‌دهند، با فشار رابطه مستقیم و خطی دارد. نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را در رابطه با چند گاز مختلف نشان می‌دهد:




انحلال‌پذیری گازها در آب با قطبیت آن‌ها و همچنین جرم مولی آن‌ها رابطه مستقیم دارد. نیتروژن مونوکسید و اکسیژن، جرم مولی نزدیک به همی دارند درحالی که نیتروژن مونوکسید قطبی و گاز اکسیژن ناقطبی است. پس انحلال‌پذیری نیتروژن مونوکسید در آب، بیشتر از انحلال‌پذیری اکسیژن است. از طرفی هر دو گاز نیتروژن و اکسیژن ناقطبی هستند. در این بین، جرم مولی گاز اکسیژن بالاتر از جرم مولی گاز نیتروژن بوده و انحلال‌پذیری آن در آب نیز بیشتر است، پس می‌توان گفت مقایسه انحلال‌پذیری این سه گاز در شرایط یکسان، به‌صورت زیر است:

$$S_{NO} > S_{O_2} > S_{N_2}$$

طبق نمودار، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار $۴/۵atm$ برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. می‌توان نتیجه گرفت انحلال‌پذیری آن در فشار $۳۶\ atm$ برابر با ۰/۱۶ گرم$(۰/۰۲ \times \frac{۳۶}{۴/۵})$ در ۱۰۰ گرم آب خواهد بود.

حال مقدار عددی غلظت مولی گاز اکسیژن را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ O_2 = ۱\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ g\ \text{محلول}}{۱\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۱۶\ g\ O_2}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ O_2}{۳۲\ g\ O_2} = ۰/۰۵\ mol$$

حال باید فشاری را پیدا کنیم که در آن، تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز نیتروژن و نیتروژن مونوکسید برابر ۰/۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مقدار تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز، با اندازه فشار رابطه مستقیم و خطی دارد. در فشار $۴/۵atm$، تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز در آب تقریبا برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. حال با یک تناسب ساده، به فشار مدنظر طراح می‌رسیم. در این رابطه، داریم:

| فشار | تفاوت انحلال‌پذیری |
|---|---|
| ۴/۵ | ۰/۰۲ |
| $x$ | ۰/۰۵ |

$$x = \frac{۰/۰۵ \times ۴/۵}{۰/۰۲} \approx ۱۱/۲۵\ atm$$

در رابطه با مقدار انحلال‌پذیری گازها در آب، داریم:

انحلال‌پذیری
- با فشار، قطبیت گاز و جرم مولی آن رابطه مستقیم و خطی دارد
- با دما رابطه عکس و غیرخطی دارد
  - با افزایش دما اندازه شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما کاهش پیدا می‌کند
- با انحلال نمک در آب، انحلال‌پذیری گازها کاهش پیدا می‌کند
  - گازها در آب آشامیدنی بهتر از آب دریا حل می‌شوند

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۵۵** هر واحد از ترکیب یونی $X_2SO_4$، از دو کاتیون $X^+$ و یک آنیون $SO_4^{2-}$ تشکیل شده‌است. بر این اساس، می‌توان گفت اگر در این محلول $2/5 \times 10^{-5}$ مول نمک حل کنیم، نهایتا $5 \times 10^{-5}$ مول کاتیون و $2/5 \times 10^{-5}$ مول آنیون در محلول خواهیم داشت. حال غلظت هرکدام از یون‌ها را محاسبه می‌کنیم. توجه کنید که جرم مولی عنصر $X$ را معادل با $X$ گرم فرض می‌کنیم.

بر این اساس، داریم:

$$X^+ \text{ غلظت } ppm = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{5 \times 10^{-5} X}{250} \times 10^6 = \frac{X}{5}$$

$$SO_4^{2-} \text{ غلظت } ppm = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{2/5 \times 10^{-5} \times 96}{250} \times 10^6 = 9/6$$

طبق صورت سوال، تفاوت غلظت آنیون و کاتیون برابر $1/8\ ppm$ بوده ولی اشاره نشده که کدام یون غلظت بالاتری دارد، پس باید هردو حالت آن را درنظر بگیریم. در این شرایط، داریم:

حالت اول: $\frac{X}{5} - 9/6 = 1/8 \Rightarrow X = 57$ حالت دوم: $9/6 - \frac{X}{5} = 1/8 \Rightarrow X = 39$

باتوجه به محاسبات انجام‌شده، جرم مولی عنصر $X$ برابر ۳۹ یا ۵۷ گرم بر مول است که بین این دو مقدار، فقط عدد ۳۹ در بین گزینه‌ها قرار دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۶** در هر ۴ مورد، شمار یون‌های سازندهٔ یک واحد از هر دو ترکیب، یکسان است.

الف) $\begin{cases} CaSO_4 \\ LiBr \end{cases} \Rightarrow$ ۲ یون

ب) $\begin{cases} Na_3N \\ AlF_3 \end{cases} \Rightarrow$ ۴ یون

پ) $\begin{cases} CaI_2 \\ K_2S \end{cases} \Rightarrow$ ۳ یون

ت) $\begin{cases} Mg_3(PO_4)_2 \\ Ca_3P_2 \end{cases} \Rightarrow$ ۵ یون

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۷** مقایسهٔ مقادیر برخی آنیون‌ها و کاتیون‌های حل شده در آب دریا به‌صورت زیر است:

$$Cl^- > Na^+ > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+ > CO_3^{2-} > Br^-$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۸**

$$\text{غلظت } Na^+ \text{ در مخلوط برحسب ppm} = \frac{\text{جرم } Na^+ \text{ در محلول } NaCl + \text{جرم } Na^+ \text{ در محلول } Na_2SO_4}{\text{جرم مخلوط}} \times 10^6$$

$$= \frac{(400 \times \frac{117}{10^6} \times \frac{23}{58/5}) + (600 \times \frac{71}{10^6} \times \frac{2 \times 23}{142})}{1000} \times 10^6 = 32/2$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۵۹**

$$H_3PO_4 + 3KOH \rightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$$

$$\frac{M.V_{(H_3PO_4)}}{1} = \frac{M.V_{(KOH)}}{3} \Rightarrow \frac{150 \times 0/1}{1} = \frac{V \times 0/2}{3} \Rightarrow V = \frac{150 \times 0/1 \times 3}{0/2} = 225\ mL$$

(ضریب)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۰** موارد دوم، چهارم و پنجم درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: گشتاور دوقطبی مولکول آب از مولکول $H_2S$ بیشتر است.

عبارت سوم: برخی ترکیب‌های یونی در آب نامحلول هستند، مانند $AgCl$ و $BaSO_4$.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۱

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$$

$$1ppm = \frac{1mg\ Cl^-}{1kg}$$

$$\text{گرم محلول} = 70m^3 \times \frac{1000L}{1m^3} \times \frac{1kg}{1L} \times \frac{1mg\ Cl^-}{1kg} \times \frac{1g\ Cl^-}{1000mg\ Cl^-} \times \frac{100g\ \text{محلول}}{0/7g\ Cl^-} \times \frac{1kg}{1000g} = 10kg$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۲

$$\text{آمونیوم فسفات}، (NH_4)_3PO_4 = \frac{20\text{اتم}}{4\text{ یون}} = 5$$

$$\text{باریم سولفات}، BaSO_4 = \frac{6\text{اتم}}{2\text{ یون}} = 3$$

$$\text{منیزیم هیدروکسید}، Mg(OH)_2 = \frac{5\text{اتم}}{3\text{ یون}} = \frac{5}{3}$$

$$\text{کلسیم کربنات}، CaCO_3 = \frac{5\text{اتم}}{2\text{ یون}} = \frac{5}{2}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۳

با توجه به اینکه انحلال‌پذیری مواد کم‌محلول بین ۰/۰۱ تا ۱ می‌باشد؛ تنها مادهٔ کم‌محلول موجود در این جدول، کلسیم سولفات است.
همچنین در این جدول، سه مادهٔ محلول در آب (شکر، سدیم نیترات و سدیم کلرید) وجود دارد که در میان آن‌ها، تنها دو ماده (سدیم نیترات و سدیم کلرید) جزء ترکیب‌های یونی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۴

راه‌حل اول:

$$CaBr_2 = 40 + (2 \times 80) = 200g \cdot mol^{-1}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 40 = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{150} \times 100 \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده} = 60gCaBr_2$$

$$?molCaBr_2 = 60gCaBr_2 \times \frac{1molCaBr_2}{200gCaBr_2} = 0/3\ molCaBr_2$$

با استفاده از چگالی داده شده، حجم محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 0/25\frac{g}{mL} = \frac{150g}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = 600mL = 0/6L$$

$$\text{مولاریته (غلظت مولی)} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/3mol}{0/6L} = 0/5\frac{mol}{L}$$

راه‌حل دوم:

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} = \frac{10 \times 40 \times 0/25}{200} = 0/5\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۵

با توجه به اینکه چگالی آب دریا برابر $(1\frac{kg}{L})$ است بنابراین یک لیتر آب دریا معادل یک کیلوگرم جرم دارد.

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم مادهٔ حل‌شده}}{\text{جرم کل محلول}} \times 10^6 = \frac{0/1}{4 \times 10^{15}} \times 10^6 = 2/5 \times 10^{-11}ppm$$

$$4 \times 10^{12}\text{ لیتر} = 4 \times 10^{12}\text{ کیلوگرم} = 4 \times 10^{15}g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۶۶** راه‌حل اول:

$$NH_3 = (1\times 14)+(3\times 1) = 17\ g.mol^{-1}$$

$$17\ g \times \frac{1\ mol}{17\ g} = 1\ mol\ NH_3$$

$$100\ g\ \text{محلول} \times \frac{1\ mL}{0/98\ g} \times \frac{1\ L}{1000\ mL} = \frac{1}{9/8}\ L$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1\ mol}{\frac{1}{9/8}\ L} = 9/8\ \frac{mol}{L}$$

$$50\ mL \times \frac{1\ L}{1000\ mL} \times \frac{9/8\ mol}{1\ L} = 0/49\ mol$$

راه‌حل دوم:

$$M = \frac{10\ ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10\times 17\times 0/98}{17} = 9/8\ \frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۶۷**

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

هر مول سدیم هیدروکسید، ۴۰ گرم جرم دارد؛ بنابراین:

$$\text{درصد جرمی حل‌شونده در محلول (I)} = \frac{2\times 40}{220} \times 100 = \frac{4}{11} \times 100$$

وقتی ۴۰ گرم سدیم نیترات به آب افزوده می‌شود، ۱۱۰ گرم محلول به‌وجود می‌آید؛ بنابراین:

$$\text{درصد جرمی حل‌شونده در محلول (II)} = \frac{40}{40+70} \times 100 = \frac{4}{11} \times 100 \Rightarrow \frac{\text{درصد جرمی حل‌شونده در محلول «I»}}{\text{درصد جرمی حل‌شونده در محلول «II»}} = \frac{\frac{4\times 100}{11}}{\frac{4\times 100}{11}} = 1$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۸** می‌توان ابتدا تعداد مول فسفریک اسید را محاسبه و سپس جرم کلسیم هیدروکسید را بدست آورد و یا در یک خط محاسبه را نوشت.

$$?\ g\ Ca(OH)_2 = 0/4\ L\ H_3PO_4 \times \frac{2\ mol\ H_3PO_4}{1\ L\ H_3PO_4} \times \frac{3\ mol\ Ca(OH)_2}{2\ mol\ H_3PO_4} \times \frac{74\ g\ Ca(OH)_2}{1\ mol\ Ca(OH)_2} = 88/8\ g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۹** راه‌حل اول:

$$\left.\begin{array}{l} \text{مول اسید اولیه} = 2\times 0/1 = 0/2 \\ \text{مول اسید باقی‌مانده} = 0/5\times 0/1 = 0/05 \end{array}\right\} \Rightarrow \text{مول اسید خنثی شده} = 0/15$$

$$0/15\ mol\ HNO_3 \times \frac{1\ mol\ CaO}{2\ mol\ HNO_3} \times \frac{56\ g\ CaO}{1\ mol\ CaO} = 4/2\ g$$

راه‌حل دوم:

$$2HNO_3 + CaO \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

$$\frac{0/15}{2} = \frac{x}{56} \Rightarrow x = 4/2\ g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۰** راه‌حل اول:

انحلال‌پذیری $KNO_3$ در دمای $50^\circ C$ تقریباً $80g$ است؛ به عبارت دیگر ۸۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود؛ حالا که جرم محلول ۴۵۰ گرم است، داریم:

$$\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب + جرم نک}} = \frac{80}{100+80} = \frac{x}{450} \Rightarrow x = 200g\,KNO_3$$

در دمای $20^\circ C$ انحلال‌پذیری $KNO_3$، ۲۰ گرم است، پس داریم:

$$450 - 200 = 250g \text{ آب} \Rightarrow \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب + جرم نمک}} = \frac{20}{120} = \frac{y}{250+y} \Rightarrow y = 50g\,KNO_3$$

حال جرم نمک ته‌نشین شده را به‌دست می‌آوریم:

$$200 - 50 = 150g\,KNO_3$$

راه‌حل دوم:

| رسوب ناشی از سرد شدن | جرم محول در ۵۰ درجه |
|---|---|
| (انحلال‌پذیری دمای ۲۰ − انحلال‌پذیری دمای ۵۰) ۸۰ − ۲۰ | (انحلال دمای ۵۰) ۸۰ + (جرم آب) ۱۰۰ |
| x | ۴۵۰ |

$$x = 450 \times \frac{(80-20)}{100+80} = 150$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۷۱** نقطهٔ D مانند نقطهٔ B محلول سیرشده را نشان می‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۲** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$I_2 + 10HNO_3 \rightarrow 2HIO_3 + 10NO_2 + 4H_2O$$

$$\text{جرم } I_2 \text{ مصرفی} : 0/2\,mol\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,I_2}{10\,mol\,NO_2} \times \frac{254\,g\,I_2}{1\,mol\,I_2} = 5/08\,g\,I_2$$

$$\text{جرم } HNO_3 \text{ مصرفی} : 0/2\,mol\,NO_2 \times \frac{10\,mol\,HNO_3}{10\,mol\,NO_2} \times \frac{63\,g\,HNO_3}{1\,mol\,HNO_3} = 12/6\,g\,HNO_3$$

$$ppm = 5000\frac{mg}{L} \Rightarrow 5000 = \frac{12/6 \times 1000}{V} \Rightarrow V = 2/52L$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۳** راه‌حل اول:

ابتدا محلول سیرشده را در هر دما حساب و سپس جرم محلول را در دمای ۲۰° به‌دست می‌آوریم و از اختلاف این جرم با جرم محلول اولیه جرم رسوب مشخص می‌شود.

$$۸۰^\circ C \text{ در } ۱۰۰+۸۰=۱۸۰\,g$$

$$۲۰^\circ C \text{ در } ۱۰۰+۳۵=۱۳۵\,g$$

$$\frac{۱۸۰}{۲۰۰}\left|\frac{۱۳۵}{x}\right. \Rightarrow x=\frac{۲۰۰\times ۱۳۵}{۱۸۰}=۱۵۰\,g \text{ جرم محلول}$$

$$۲۰۰\,g-۱۵۰\,g=۵۰\,g \text{ جرم رسوب}$$

راه‌حل دوم:

| رسوب ناشی از سرد کردن | جرم محلول |
|---|---|
| ۸۰ − ۳۵ | ۱۸۰ |
| x | ۲۰۰ |

$$x=۲۰۰\times\frac{۸۰-۳۵}{۱۸۰}=۵۰\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۷۴** ابتدا جرم یون‌های منیزیم موجود در ۲/۳۲ کیلوگرم منیزیم هیدروکسید را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم یون‌های منیزیم}=۲/۳۲\,kg\ Mg(OH)_۲\times\frac{۱\,mol\ Mg(OH)_۲}{۵۸\,g\ Mg(OH)_۲}\times\frac{۱\,mol\ Mg^{۲+}}{۱\,mol\ Mg(OH)_۲}\times\frac{۲۴\,g\ Mg^{۲+}}{۱\,mol\ Mg^{۲+}}=۰/۹۶\,kg$$

$$\text{درصد جرمی یون منیزیم در آب دریا}=\frac{۰/۹۶\,kg\ Mg^{۲+}}{۸۰۰\,kg\ \text{آب دریا}}\times ۱۰۰=۰/۱۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۵** دلیل نادرستی عبارت‌ها:

ب) در میدان الکتریکی، اتم Cl در مولکول‌های HCl به‌سمت قطب مثبت قرار می‌گیرد.

پ) نقطهٔ جوش $F_۲$ کمتر از HCl است و به‌همین دلیل سخت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

ت) گشتاور دو قطبی $F_۲$ برابر با صفر است، ولی HCl قطبی است و گشتاور دوقطبی آن بیشتر از صفر است. بنابراین جمع گشتاور دو قطبی این دو مولکول نمی‌تواند صفر باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۶** به‌دلیل انجام فرایند اسمز، مولکول‌های آب بیشتر از سمت آب خالص به‌سمت محلول جابه‌جا می‌شوند؛ در نتیجه ارتفاع مایع در سمت محلول (سمت راست) افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از فرایند اسمز نمی‌توان برای شیرین کردن آب دریا استفاده کرد؛ زیرا به‌جای اینکه آب خالص از آب دریا خارج شود و نمک‌ها باقی بمانند، آب خالص به آب دریا اضافه می‌شود.

۲) با توجه به اینکه در یک طرف آب خالص وجود دارد، هیچ‌وقت غلظت نمک در دو سمت لوله برابر نمی‌شود.

۴) همواره، مولکول‌های آب در هر دو جهت (۱) و (۲) حرکت می‌کنند، اما در شروع فرایند، حرکت مولکول‌های آب در جهت (۱) بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۷۷**

$$(\frac{mol}{L})\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول اسید}}{\text{حجم محلول (L)}} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{n}{۰/۲} \Rightarrow ۰/۱ mol HCl \text{ (مصرفی)}$$

$$۰/۱ mol HCl \times \frac{۲ mol\ Al}{۶ mol\ HCl} \times \frac{۲۷ g\ Al}{۱ mol\ Al} = ۰/۹ g\ Al$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۷۸**

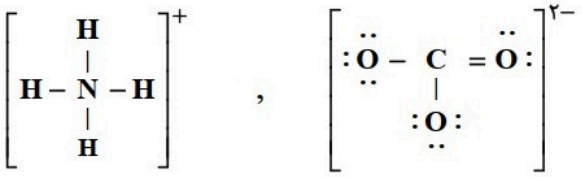
الف)

$$Ag_۲SO_۴ : \frac{\text{آنیون}}{\text{کاتیون}} = \frac{۱}{۲} \qquad (NH_۴)_۲CO_۳ : \frac{\text{آنیون}}{\text{کاتیون}} = \frac{۱}{۲}$$

ب) ترکیب $(NH_۴)_۲CO_۳$ دارای ۴ عنصر N، H، C و O است و ترکیب $FeCl_۲$ دارای دو عنصر Fe و Cl است.

پ) یک مول $(NH_۴)_۲CO_۳$ حاوی ۱۴ مول اتم است.

ت) تعداد پیوندهای کووالانسی آنیون و کاتیون آن برابر است.





(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۷۹**

توضیح عبارت اول (درست):

محلول $\frac{۳}{۱۰۰}$ درصد جرمی شامل $\frac{۳}{۱۰۰}$ گرم $Ca^{۲+}$ در ۱۰۰ گرم محلول می‌باشد. $(ppm = \frac{\frac{۳}{۱۰۰}}{۱۰۰} \times ۱۰^۶ = ۳۰۰)$

فقط مورد «سوم» نادرست است.

$Mg(OH)_۲$ به صورت رسوب و جامد بوده که در مرحلهٔ اول جداسازی می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۰**

با توجه به واکنش انجام شده داریم:

$$۲Al(s) + ۶HCl(aq) \rightarrow ۲AlCl_۳(aq) + ۳H_۲(g)$$

$$۲۰۰ mL\ HCl \times \frac{۱ L}{۱۰۰۰ mL} \times \frac{۰/۵ mol\ HCl}{۱ L\ HCl} \times \frac{۳ mol\ H_۲}{۶ mol\ HCl} \times \frac{۲ g\ H_۲}{۱ mol\ H_۲} \times \frac{۱ mL\ H_۲}{۰/۰۸ g\ H_۲} = ۱/۲۵ mL\ H_۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۱**

محلول $NaNO_۳$ محلول

$$\begin{cases} ۷ mol \times \frac{۸۵ g\ NaNO_۳}{۱ mol} = ۵۹۵ g\ NaNO_۳ \\ ۱ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰ mL}{۱ L} \times \frac{۱/۲ g}{۱ mL} = ۱۲۰۰ g\ \text{محلول} \end{cases}$$

$$\text{جرم آب} = ۱۲۰۰ - ۵۹۵ = ۶۰۵ g\ H_۲O$$

$$g\ NaNO_۳ = ۱۰۰ g\ H_۲O \times \frac{۵۹۵ NaNO_۳}{۶۰۵ g\ H_۲O} \simeq ۹۸/۳۵$$

دمایی که انحلال‌پذیری سدیم نیترات در آن حدود ۹۸ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، به‌طور تقریبی $۳۲^\circ C$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۸۲** HF برخلاف دیگر ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷، پیوند هیدروژنی دارد و نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی آن قوی‌تر است.

دلیل نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های ۱ و ۲: افزایش نقطهٔ جوش از HCl تا HI به‌دلیل افزایش جرم مولی آن‌هاست.

گزینهٔ ۳: HF دارای پیوند هیدروژنی است و به همین دلیل نقطهٔ جوش بالاتری از HCl دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۳** بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) بر طبق قانون هنری، در دمای ثابت میزان انحلال‌پذیری یک گاز در آب با فشار رابطهٔ مستقیم دارد.

۲) هگزان ($C_6H_{14}$) یک هیدروکربن است و در ساختار آن، اتم اکسیژن وجود ندارد.

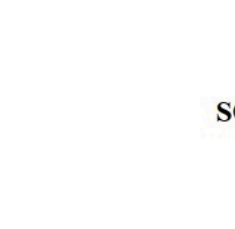
۳) انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی بیشتر از آب دریا است، زیرا مقدار نمک‌های حل‌شده در آب آشامیدنی کمتر است.

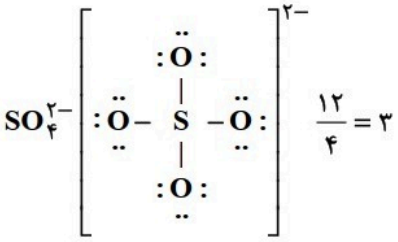
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

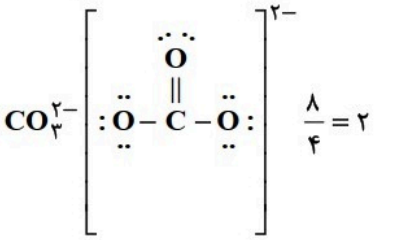
**۸۴** مس می‌تواند به‌صورت یون‌های $Cu^+$ و $Cu^{2+}$ در ترکیب حضور داشته باشد. بنابراین بار آنیون X، ۱− یا ۲− است. پس فسفات ($PO_4^{3-}$) نمی‌تواند باشد. برای بررسی سایر آنیون‌ها باید ساختار لوویس را رسم کنیم:

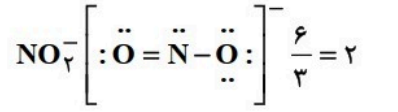
$NO_3^-$  $\frac{8}{4}=2$

$OH^-$  $\frac{3}{1}=3$

$SO_3^{2-}$  $\frac{10}{3}$

$SO_4^{2-}$  $\frac{12}{4}=3$

$CO_3^{2-}$  $\frac{8}{4}=2$

$NO_2^-$  $\frac{6}{3}=2$

پس آنیون X می‌تواند، نیترات، نیتریت یا کربنات باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۵** عبارت اول: درست

عبارت دوم: درست

$$۰/۰۲\frac{g}{L}=\frac{۲۰g}{mL}=۲۰ppm$$

$$۱L\ \text{محلول} \equiv ۱۰۰۰g\ \text{محلول} (\rho_{\text{محلول}} \simeq \rho_{H_2O})$$

عبارت سوم: درست؛ استخراج و جداسازی NaCl از آب دریا به روش تبلور است.

عبارت چهارم: نادرست؛ جریان برق از منیزیم‌کلرید مذاب عبور داده می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۶** بررسی عبارت نادرست:

سوم: جرم حل‌شونده موجود در محلول علاوه بر غلظت محلول به مقدار محلول هم بستگی دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۸۷** درصد جرمی در محلول سیرنشده اولیه را $X$ در نظر بگیریم، ۲۵۰ گرم از این محلول حاوی $2/5X$ گرم حل‌شونده و $(250-2/5X)$ گرم آب است:

انحلال‌پذیری از نسبت جرم حل‌شونده به جرم آب در محلول سیرشده ضرب در ۱۰۰ محاسبه می‌شود:

$$\frac{2/5X+130}{250-2/5X}\times 100=90 \Rightarrow 2/5X+130=225-2/25X \Rightarrow 4/75X=95 \Rightarrow X=20$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۸۸** ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3MOH(aq)+FeCl_3(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s)+3MCl(aq)$$

$$0/5\,L\,MOH\times\frac{1000\,mL}{1\,L}\times\frac{1/12\,g\,MOH(aq)}{1\,mL\,MOH(aq)}\times\frac{20}{100}\times\frac{1\,mol\,MOH}{(x+17)\,g\,MOH}\times\frac{1\,mol\,Fe(OH)_3}{3\,mol\,MOH}\times\frac{107\,g\,Fe(OH)_3}{1\,mol\,Fe(OH)_3}=71/33\,g$$

$$\Rightarrow x=39\,g\cdot mol^{-1} \Rightarrow {}^{39}K$$

$$71/33\,g\,Fe(OH)_3\times\frac{1\,mol\,Fe(OH)_3}{107\,g\,Fe(OH)_3}\times\frac{1\,mol\,FeCl_3}{1\,mol\,Fe(OH)_3}=\frac{2}{3}\,mol\,FeCl_3$$

$$[FeCl_3]=\frac{\frac{2}{3}\,mol}{2\,L}=\frac{1}{3}\,\frac{mol}{L}=0/33\,\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۸۹**

$$5h\times\frac{10\,L}{1\,h}\times\frac{10^{-3}\,g}{1\,L}\times\frac{x\,g\,HNO_3}{10^{6}\,g}\times\frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,g\,HNO_3}=\frac{5x}{63}\times10^{-2}\,mol\,HNO_3$$

$$\text{حجم کل } V=\underbrace{5\times10\,L}_{\text{پساب}}+\underbrace{200\,L}_{\text{آب}}=250\,L$$

$$10^{-3}\,\frac{mol}{L}=\frac{\frac{5x}{63}\times10^{-2}\,mol}{250\,L} \Rightarrow x=5\times63=315\,ppm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۹۰** ابتدا انحلال‌پذیری در دمای $30^\circ C$ را از درصد جرمی آن به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{100}{6}=\frac{S_2}{100+S_2}\times100 \Rightarrow \frac{S_2}{100+S_2}=\frac{1}{6} \Rightarrow S_2=\frac{20\,g}{100\,g\,H_2O}$$

حالا براساس میزان رسوب، می‌توان $S_1$ را نیز محاسبه کرد، دقت کنیم که با افزایش دما رسوب ایجاده شده است و این یعنی معادلهٔ انحلال‌پذیری خطی با شیب منفی است. $(S_1>S_2)$

$$244\,g\,\text{محلول}\times\frac{(S_1-S_2)\,g\,\text{رسوب}}{(100+S_1)\,g\,\text{محلول}}=4 \Rightarrow \overset{61}{\cancel{244}}\times\frac{S_1-20}{100+S_1}=\cancel{4} \Rightarrow S_1=22\,\frac{g}{100\,g\,H_2O}$$

حال معادلهٔ خط را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\theta_1=10\\ S_1=22\end{cases}$$

$$\begin{cases}\theta_2=30\\ S_2=20\end{cases}$$

$$a=\frac{\Delta S}{\Delta\theta}=\frac{-2}{20}=-0/1$$

$$(S-22)=-0/1(\theta-10) \Rightarrow S-22=(-0/1\theta)+1 \Rightarrow S=-0/1\theta+23$$

$$a\cdot b=-0/1\times23=-2/3$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۹۱**

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2NaCl(aq)$$

۱) $5/85\,g\,NaCl \times \frac{1\,mol\,NaCl}{58/5\,g\,NaCl} \times \frac{1\,mol\,BaCl_2}{2\,mol\,NaCl} = 0/05\,mol\,BaCl_2$

۲) $5/85\,NaCl \times \frac{1\,mol\,NaCl}{58/5\,g\,NaCl} \times \frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{2\,mol\,NaCl} \times \frac{142\,g\,Na_2SO_4}{1\,mol\,Na_2SO_4} = 7/1\,g\,Na_2SO_4$

$$\%Na_2SO_4 = \frac{7/1}{57/1} \times 100 \neq 14/2\%$$

۳) $BaSO_4$ در آب نامحلول است و $S < \frac{10^{-2}\,g}{100\,g\,H_2O}$. ضمناً محلول پایانی نیز دارای $100\,g$ آب است.

۴) به دلیل تشکیل رسوب $BaSO_4$ مخلوط ناهمگن است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۲**

$(C_6H_{12}O_6 = 180\,g \cdot mol^{-1})$

با توجه به مقدار انحلال‌پذیری می‌توان گفت ۲۲۰ گرم از این قند در ۱۰۰ گرم آب حل شده است و به این ترتیب جرم محلول $100 + 220 = 320\,g$ خواهد بود.

حجم محلول:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/5 = \frac{320}{V} \Rightarrow V = 213/33\,mL = 0/213\,L$$

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{تعداد مول‌های حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{\frac{220}{180}\,mol}{0/213\,L} = 5/73 \text{ مولار}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۳**

برای حل این سؤال می‌توان تعداد مول حل‌شونده در هر مخلوط را به‌طور جدا حساب کرد و مجموع آن‌ها را بر حجم نهایی محلول (۸۰۰ میلی‌لیتر) برحسب لیتر تقسیم کرد.

ضمناً برای راحتی کار می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$M\,(\text{مولاریتهٔ نهایی}) = \frac{M_1V_1 + M_2V_2 + \cdots}{V_1 + V_2 + \cdots}$$

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{(200 \times 0/03) + (600 \times 4)}{200 + 600} = 3 \text{ مولار}$$

(یکای حجم در این فرمول باید برای همهٔ محلول‌ها یکسان باشد.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۴**

ابتدا جرم $Mg^{2+}$ موجود در محلول را حساب می‌کنیم:

$$x\,g\,Mg^{2+} = 0/004\,mol\,Mg_3(PO_4)_2 \times \frac{3\,mol\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg_3(PO_4)_2} \times \frac{24\,g\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg^{2+}} = 0/288\,g\,Mg^{2+}$$

$$ppm = \frac{\text{جرم } Mg^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$ppm = \frac{0/288}{960} \times 10^6 = 300$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۹۵** در دمای $۴۰^{\circ}C$ می‌توان گفت:

$$\frac{\text{محلول } (۱۰۰+۳۰)g}{\text{محلول } ۳۹g} = \frac{\text{نمک } ۳۰g}{x} \Rightarrow x = ۹g$$

پس در این دما در ۳۹ گرم محلول ۹ گرم نمک و ۳۰ گرم آب وجود دارد. با گرم کردن این نمک تا دمای $۱۰۰^{\circ}C$، ۳ گرم از این ۹ گرم رسوب می‌کند، پس حداکثر ۶ گرم از این نمک در ۳۰ گرم آب حل می‌شود:

$$\frac{\text{آب } ۳۰g}{۱۰۰g} = \frac{\text{نمک } ۶g}{x} \Rightarrow x = ۲۰g$$

پس انحلال‌پذیری این نمک ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب در دمای $۱۰۰^{\circ}C$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۹۶** بررسی مقایسه‌های نادرست:

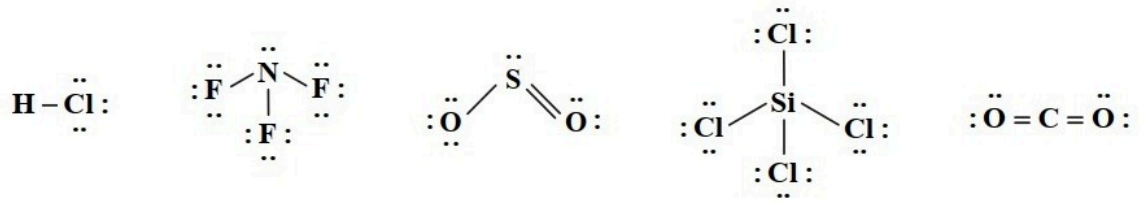
اول: نقطهٔ جوش: $HBr < HF$؛ به این دلیل که بین مولکول‌های HF جاذبهٔ پیوند هیدروژنی برقرار است.

دوم: انحلال‌پذیری در آب: $N_۲ < O_۲$؛ هر دو انحلال مولکولی و مولکول‌های ناقطبی داشته و به‌دلیل جرم مولی بزرگ‌تر گاز اکسیژن، بیشتر در آب حل می‌شود.

چهارم: گشتاور دو قطبی: $H_۲O > H_۲S > CO_۲$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

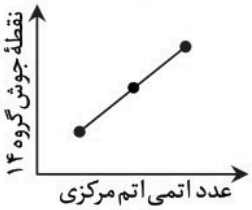
**۹۷** الف) درست؛ $CO_۲$ و $SiCl_۴$ ناقطبی و $SO_۲$، $NF_۳$ و HCl قطبی هستند و در میدان جهت‌گیری می‌کنند.

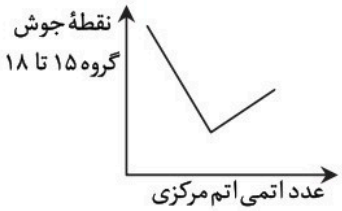


ب) نادرست؛ اتانول دارای پیوند هیدروژنی است و نسبت به استون نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

پ) درست؛ جرم مولی دو گاز نزدیک به یکدیگر است، اما دی‌متیل‌اتر قطبی است، پس نقطهٔ جوش بالاتری دارد و آسان‌تر مایع می‌شود.

ت) نادرست؛ در گروه ۱۴ $CH_۴$، $SiH_۴$ و $GeH_۴$ هیچ‌کدام امکان برقراری پیوند هیدروژنی ندارند.




ث) درست؛ جرم مولی هر دو برابر است، اما CO قطبی و $N_۲$ ناقطبی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۸** عبارت اول: درست

$Al(NO_3)_3 \rightarrow Al^{3+} + 3NO_3^-$ (۴ یون)

$BaCl_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2Cl^-$ (۳ یون)

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ (۲ یون)

عبارت دوم: نادرست؛ وجود نمک در آب باعث کاهش انحلال‌پذیری گازها می‌شود.

عبارت سوم: نادرست؛ به جای $Ca^{2+}$ در عبارت باید $K^+$ قرار گیرد.

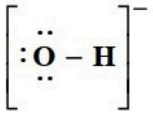
عبارت چهارم: نادرست؛ فرایند اسمز

عبارت پنجم: نادرست؛ برخلاف روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن امکان جداسازی ترکیب‌های آلی فرار با تقطیر وجود ندارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۹** بررسی گزینه‌ها:

۱) یون چند اتمی هیدروکسید $(OH^-)$ دارای حداقل تعداد پیوند کووالانسی، یعنی یک پیوند کووالانسی است و قدرمطلق بار نیترات هم برابر با یک می‌باشد.



۲) تعداد اتم‌ها در یک واحد از $FeSO_4$ و $FePO_4$، با هم برابر است.

۳) مدل فضاپرکن یون‌های کربنات و نیترات شبیه به هم است و بار آن‌ها به‌ترتیب ۲− و ۱− می‌باشد.

۴) $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 2NH_4^+ + SO_4^{2-}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۰** حجم محلول ثانویه (رقیق شده) $= 1 + 99 = 100\,L$

$H_2SO_4 = (2\times1) + 32 + (4\times16) = 98\,g\cdot mol^{-1}$

$\text{چگالی محلول رقیق} = 1\frac{g}{mL} \Rightarrow 1 = \frac{x\,g}{100000\,mL} \Rightarrow x = 100000\,g$

$?\,g\,H_2SO_4 = 0/03\,mol\,H_2SO_4 \times \frac{98\,g\,H_2SO_4}{1\,mol\,H_2SO_4} = 2/94\,g\,H_2SO_4$

$\text{غلظت محلول برحسب ppm} = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 = \frac{2/94}{100000} \times 10^6 = 29/4\,ppm$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۰۱** عدد دستگاه اندازه‌گیری قند خون، میلی‌گرم‌های گلوکز را در ۱۰۰ میلی‌لیتر یا $1dL$ خون نشان می‌دهد.

$?\,mg\,\text{گلوکز} = 100\,mL \times \frac{1\,L}{1000\,mL} \times \frac{0/012\,mol\,\text{گلوکز}}{1\,L\,\text{خون}} \times \frac{180\,g\,\text{گلوکز}}{1\,mol\,\text{گلوکز}} \times \frac{1000\,mg}{1\,g} = 216$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۲** $AgNO_3(aq) + NaBr(aq) \rightarrow AgBr(s) + NaNO_3(aq)$

$\text{حجم محلول NaBr} = 0/025\,L\,AgNO_3 \times \frac{0/115\,mol\,AgNO_3}{1\,L\,AgNO_3\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaBr}{1\,mol\,AgNO_3} \times \frac{1\,L\,NaBr\,\text{محلول}}{0/125\,mol} = 0/023\,L = 23\,mL$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۰۳**

$$۱۰۰\,mL\,KOH \times \frac{۱/۱۲\,g\,KOH\ \text{محلول}}{۱\,mL\,KOH\ \text{محلول}} \times \frac{۵۶\,g\,KOH}{۱۰۰\,g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,KOH}{۵۶\,g\,KOH} \times \frac{۱\,mol\,H_۲SO_۴}{۲\,mol\,KOH} \times \frac{۱\,L\,H_۲SO_۴}{۲/۸\,mol\,H_۲SO_۴} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,H_۲SO_۴}{۱\,L\,H_۲SO_۴}$$

$$= ۲۰۰\,mL\,H_۲SO_۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۴** انحلال‌پذیری $KNO_۳$، $KCl$، $NaCl$ و $Li_۲SO_۴$ در دمای $۴۵^\circ C$ به‌ترتیب برابر با ۷۰، ۴۱، ۳۷ و ۲۹ گرم است. اگر این اعداد را بر جرم مولی تقسیم کنیم، شمار مول آن‌ها در محلول به‌دست می‌آید:

$$\underbrace{\frac{۷۰}{۱۰۱}}_{KNO_۳} \quad , \quad \underbrace{\frac{۴۱}{۷۴/۵}}_{KCl} \quad , \quad \underbrace{\frac{۳۷}{۵۸/۵}}_{NaCl} \quad , \quad \underbrace{\frac{۲۹}{۱۱۰}}_{Li_۲SO_۴}$$

حاصل کسرِ مربوط به $Li_۲SO_۴$ از بقیهٔ ترکیب‌ها کمتر است؛ زیرا کوچک‌ترین صورت و بزرگ‌ترین مخرج را دارد.

انحلال‌پذیری $Li_۲SO_۴$ با دما رابطهٔ وارونه دارد (با کاهش دما، انحلال‌پذیری آن افزایش می‌یابد)؛ بنابراین با کاهش دما در محلول این ماده، رسوب تشکیل نمی‌شود و جرم مادهٔ حل‌شونده ثابت باقی می‌ماند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۰۵** نوع نیروی بین مولکولی $AsH_۳$ و $PH_۳$ مشابه است؛ بنابراین با توجه به بیشتر بودن جرم مولی $AsH_۳$، نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) مولکول‌های $HF$ توانایی برقراری پیوند هیدروژنی دارند و این ماده نسبت به $HBr$ نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

۲) $NH_۳$ نیز همانند $HF$ قطبی است و هر دو توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند. با توجه به بیشتر بودن جرم مولی $HF$، نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

۴) $HBr$ توانایی برقراری پیوند هیدروژنی ندارد. (ضمناً نقطهٔ جوش $AsH_۳$ از $HBr$ بالاتر است.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

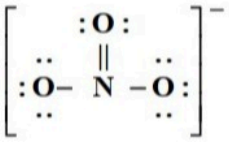
**۱۰۶** عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) برای مواد یونی محلول در آب، رابطهٔ زیر برقرار است:

میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبهٔ یون- دوقطبی در محلول

ب) در یک واحد فرمولی از این نمک ($NaNO_۳$)، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.



ث) با افزایش دما انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ افزایش می‌یابد، ولی با گرم کردن محلول، نمی‌توان محلولی فراسیرشده تهیه کرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۷** فرایند اسمز معکوس با اعمال فشار خارجی انجام می‌شود و خودبه‌خود صورت نمی‌گیرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۰۸** موارد اول، سوم و پنجم نادرست هستند.

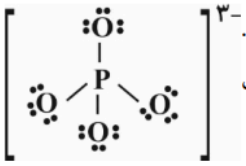
**بررسی عبارت‌ها:**

**عبارت اول:** نزدیک به ۷۵ درصد سطح (نه جرم) زمین را آب پوشانده است به همین دلیل زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود.

**عبارت دوم:** مقایسه مقدار آنیون‌های موجود در آب دریا به صورت داده شده درست است.

**عبارت سوم:** ترکیب یونی حاصل از واکنش یون‌های باریم و کلرید در آب حل می‌شود.

**عبارت چهارم:** فرمول شیمیایی آمونیوم $NH_4^+$، استرانسیم $Sr^{2+}$، سولفات $SO_4^{2-}$ و نیترات $NO_3^-$ است.



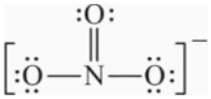
بنابراین جمع جبری بار این یون‌ها برابر صفر است. در ساختار لوویس یون فسفات ($PO_4^{3-}$) اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی ندارد. ساختار لوویس فسفات به صورت مقابل است:

**عبارت پنجم:** نام ترکیب $NaN_3$، سدیم آزید است. فرمول شیمیایی سدیم نیترید، $Na_3N$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۹** موارد اول، دوم و چهارم درست هستند.

**مورد اول:** فرمول شیمیایی یون نیترات $NO_3^-$ و ساختار لوویس آن به صورت زیر است:



$$\rightarrow \begin{cases} \text{ظرفیتی } e^- \text{ تعداد} = 5 + 3(6) + 1 = 24 \\ \text{پیوندی } e^- \text{ تعداد} = 4 \times 2 = 8 \end{cases} \rightarrow \frac{8}{24} = \frac{1}{3}$$

$HNO_3$ یک اسید قوی با $K_a$ بزرگ است و معادلهٔ یونش آن در آب به صورت زیر است:

$$HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

**مورد دوم:** نام $CN^-$، یون سیانید و ساختار لوویس آن به صورت $[:C \equiv N:]^-$ است.

فرمول روی سیانید $Zn(CN)_2$ می‌باشد و برای تشکیل هر مول از این ترکیب یونی سه‌تایی (شامل سه عنصر روی، کربن و نیتروژن)، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$6\,mole^- \times \frac{1\,mol\,Zn(CN)_2}{2\,mole^-} = 3\,mol$$

**مورد سوم:** فرمول شیمیایی یون سولفات $SO_4^{2-}$ است. بنابراین $a + b = 4 + (-2) = 2$ است

فرمول شیمیایی یون کربنات $CO_3^{2-}$ و فرمول شیمیایی یون سولفات $SO_4^{2-}$ است که ساختار آنها متفاوت است بنابراین مدل فضاپرکن آنها نیز تفاوت دارد.

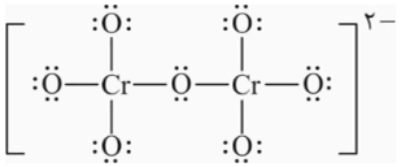
**مورد چهارم:**

کبالت (III) دی‌کرومات $\rightarrow Co_2(Cr_mO_n)_3$

در این ترکیب شمار عنصرها و اتم‌ها و اختلاف آنها برابر است با:

$$\begin{matrix} \text{شمار اتم‌ها}: 2 + 3(m+n) \\ \text{شمار عنصرها}: 3(\text{Co, Cr, O عناصر}) \end{matrix} \Rightarrow 26 = [2 + 3(m+n)] - 3 \rightarrow m + n = 9$$

با توجه به محاسبات بالا و توجه به این نکته که هر اتم کروم در ساختار این یون به ۴ اتم اکسیژن اتصال دارد، فرمول شیمیایی دی کرومات $Cr_2O_7^{2-}$ و ساختار لوویس آن به شکل زیر است:



$$\rightarrow \frac{n}{m} = \frac{7}{2} = 3/5$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۰ اگر جرم محلول (مورد نیاز از) NaF با غلظت ۸۴ppm را برابر با x گرم در نظر بگیریم، جرم یون $F^-$ موجود در آن برابر است با :

$$x\,g\,NaF_{محلول}\times\frac{84\,g\,NaF}{10^6\,g\,NaF_{محلول}}\times\frac{1\,mol\,NaF}{42\,g\,NaF}\times\frac{1\,mol\,F^-}{1\,mol\,NaF}\times\frac{19\,g\,F^-}{1\,mol\,F^-}$$

$$=3/8\times10^{-5}\,x\,g\,F^-$$

جرم یون $F^-$ در ۷۰۰ گرم از محلول $MgF_2$ با غلظت ۳۱۰ppm نیز به صورت زیر به دست می‌آید:

$$700\,g\,MgF_{2\,محلول}\times\frac{310\,g\,MgF_2}{10^6\,g\,MgF_{2\,محلول}}\times\frac{1\,mol\,MgF_2}{62\,g\,MgF_2}\times\frac{2\,mol\,F^-}{1\,mol\,MgF_2}\times\frac{19\,g\,F^-}{1\,mol\,F^-}=1/33\times10^{-1}\,g\,F^-$$

به این ترتیب مقدار کل یون $F^-$ در مخلوط نهایی برابر خواهد بود با:

$$F^-\,کل\,جرم=(3/8\times10^{-5}\,x+1/33\times10^{-1})\,g$$

از آنجا که جرم کلی مخلوط نهایی $700+x$ گرم خواهد بود، در مورد آن می‌توان گفت:

$$ppm=\frac{جرم\,حل\,شونده}{جرم\,محلول}\times10^6\Rightarrow127=\frac{3/8\times10^{-5}x+1/33\times10^{-1}}{700+x}\times10^6$$

$$\Rightarrow88900+127x=(3/8\times10^{-5}x+1/33\times10^{-1})\times10^6\Rightarrow127x-38x=133000-88900$$

$$\Rightarrow89x=44100\Rightarrow x\simeq495g$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۱ معادله موازنه شده واکنش یون نقره با منیزیم کلرید به‌صورت مقابل است:

$$۲Ag^{+}(aq) + MgCl_{۲}(aq) \rightarrow ۲AgCl(s) + Mg^{۲+}(aq)$$

ابتدا با توجه به غلظت یون نقره $(Ag^{+})$ و حجم محلول، مقدار یون نقره موجود در این نمونه را محاسبه میکنیم.

| | | |
|---|---|---|
| روش محاسبه ppm | (۱) $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$ | (برای همهٔ محلول‌ها) |
| | (۲) $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ | (برای همهٔ محلول‌ها) |
| | (۳) $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ | (برای محلول‌های بسیار رقیق) |
| | (۴) $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$ | (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است) |

اگر جرم محلول مشخص باشد، از روابط (۱) و (۲) استفاده می‌کنیم و در پرسش‌هایی که محلول بسیار رقیق است می‌توان از جرم حل‌شونده چشم‌پوشی کرد و، استفاده از رابطهٔ (۳) توصیه می‌شود؛ توجه داشته باشید که رابطه‌های (۱) و (۲) برای همهٔ محلول‌ها ولی رابطه های (۳) و (۴) فقط برای محلول‌های آبی بسیار رقیق کاربرد دارد.

**روش (۱)**

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰^{۶} \rightarrow ۳۶۰ = \frac{x\,g\,Ag^{+}}{۱۵۰۰\,g\,\text{آب}} \times ۱۰^{۶} \rightarrow x = ۰/۵۴\,g\,Ag^{+}$$

**روش (۲)**

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \rightarrow ۳۶۰ = \frac{x\,mg\,Ag^{+}}{\text{محلول}\ ۱/۵L} \rightarrow x = ۵۴۰\,mg\,Ag^{+} = ۰/۵۴g\,Ag^{+}$$

محلول های آبی بسیار رقیق

مطابق معادله موازنه شده واکنش و ضرایب استوکیومتری مواد، محاسبه می‌کنیم که به ازای مصرف ۰/۵۴ گرم یون نقره $(Ag^{+})$ در این واکنش، چند میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۵ مولار منیزیم کلرید $(MgCl_{۲})$ مصرف می‌شود:

$$\frac{۰/۵۴g\,Ag^{+}}{۲\times۱۰۸} = \frac{V\,L\,MgCl_{۲} \times ۰/۰۰۵\,\frac{mol}{L}}{۱} \rightarrow V = ۰/۵L \text{ محلول} = ۵۰۰mL \text{ محلول}$$

**حل قسمت دوم تست:**

ابتدا جرم یون $Mg^{۲+}$ موجود در محلول را بر حسب گرم و با توجه به حجم محلول $MgCl_{۲}$ و غلظت آن حساب می‌کنیم، زیرا مقدار یون $Mg^{۲+}$ موجود در محلول برابر با مقدار آن در محلول $MgCl_{۲}$ اضافه‌شده است:

**سرنخ** به ازای هر مول $MgCl_{۲}$ در محلول آن ۱ مول یون $Mg^{۲+}$ وجود دارد؛ یعنی در واقع غلظت مولی $MgCl_{۲}$ موجود در محلول، برابر با غلظت مولی یون $Mg^{۲+}$ است؛ در نتیجه غلظت مولی یون $Mg^{۲+}$ در محلول، برابر ۰/۰۰۵ مول بر لیتر می‌باشد.

$$۰/۵L\,Mg^{۲+}\ \text{محلول} \times \frac{۰/۰۰۵mol\,Mg^{۲+}}{۱L\,Mg^{۲+}\ \text{محلول}} \times \frac{۲۴g\,Mg^{۲+}}{۱mol\,Mg^{۲+}} = ۰/۰۶g\,Mg^{۲+}$$

پس جرم $Mg^{۲+}$ موجود در محلول نهایی نیز ۰/۰۶g است اما حواستان باشد که حجم محلول نهایی برابر مجموع حجم محلول اولیه و محلول منیزیم کلرید اضافه‌شده است؛ یعنی داریم:

$$Mg^{۲+}\ \text{غلظت} = \frac{\text{جرم یون}\ Mg^{۲+}\,(g)}{\text{حجم محلول}\,(L)} = \frac{۰/۰۶}{(۱/۵L + ۰/۵L)} = \frac{۰/۰۶}{۲} = ۰/۰۳g.L^{-۱}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۲ با استفاده از علامت شیب می‌توان صعودی یا نزولی بودن نمودار انحلال‌پذیری – دمای مادهٔ موردنظر را مشخص کرد؛ علامت مثبت شیب $(a>0)$ نشان دهندهٔ صعودی بودن نمودار و گرماگیر بودن انحلال آن حل‌شونده و علامت منفی شیب $(a<0)$ نشان دهندهٔ نزولی بودن نمودار و گرماده بودن انحلال آن ماده در آب است.

ابتدا انحلال‌پذیری نمک KCl در دمای $۳۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$S=۰/۳\theta+۲۷\xrightarrow{\theta=۳۰^\circ C}S=۰/۳(۳۰)+۲۷=۳۶g\,KCl$$

در گام بعد، جرم نمک حل‌شونده در ۹۰۰g محلول ۵ درصد جرمی KCl و درنتیجه مقدار حلال (آب) موجود در این محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\rightarrow ۵=\frac{x}{۹۰۰}\times۱۰۰\rightarrow x=۴۵g\,KCl$$

$$\text{جرم محلول}=\text{جرم حل‌شونده}+\text{جرم آب}\rightarrow ۹۰۰g=۴۵g\,KCl+xg\rightarrow x=۸۵۵g\ \text{آب}$$

**سرنخ** به به‌صورت دیگر هم می‌شد گفت که وقتی ۵٪ جرمی محلول را KCl به عنوان حل‌شونده تشکیل داده، پس ۹۵٪ بقیه را آب تشکیل داده و بنابراین جرم آب موجود در محلول برابر است با:

$$۹۰۰g\ \text{محلول}\times\frac{۹۵g\ \text{آب}}{۱۰۰g\ \text{محلول}}=۸۵۵g\ \text{آب}$$

هر چند تو حل این تست ، عدد ۴۵ بعداً لازممون قراره بشه ☺

حال مقدار KCl موردنیاز برای حل شدن در ۸۵۵g آب و تولید محلول سیرنشده از آن را حساب می‌کنیم:

$$۸۵۵g\,H_۲O\times\frac{۳۶g\,KCl}{۱۰۰g\,H_۲O}=۳۰۷/۸g\,KCl$$

در نتیجه مقدار KCl اضافی موردنیاز برابر است با:

$$۳۰۷/۸-۴۵=۲۶۲/۸g\,KCl$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۳ عبارت‌های الف، پ و ت درست اند.

**بررسی عبارت‌ها:**

**مـــورد الف:** معادلـــه انحلال‌پذیری: $S = ۰/۳\theta + ۲۶$، با توجه به عـــرض از مبدأ یا انحلال‌پذیری نمک در دمای $۰^\circ C$ و شـــیب مثبت، مربوط به نمک پتاســـیم کلرید (KCl) اســـت. طبق نمودار، انحلال‌پذیری نمک KCl در دمای $۷۵^\circ C$ برابر ۵۰ گرم است در حالی که اگر انحلال‌پذیری KCl را طبق معادلهٔ داده شده حساب کنیم، مقدار آن به‌صورت زیر خواهد بود:

$$S = ۰/۳\theta + ۲۶ \xrightarrow{\theta = ۷۵^\circ C} S = ۰/۳(۷۵) + ۲۶ = ۴۸/۵$$

در نتیجه مقدار انحلال‌پذیری KCl به‌دست آمده از معادله با مقدار به‌دست آمده از نمودار، به اندازه $۵۰ - ۴۸/۵ = ۱/۵$ گرم تفاوت دارد.

**مورد ب:** به درسنامه زیر توجه کنید:

## درسنامه

### تأثیر افزایش یا کاهش دما بر انحلال‌پذیری مواد:

| | | | |
|---|---|---|---|
| محلول سیرشده شامل حل‌شونده با انحلال: | گرماگیر (انحلال با نمودار صعودی) | با افزایش دما | محلول به حالت سیرنشده تبدیل می‌شود. |
| | | با کاهش دما | کاهش آهستهٔ دما ← محلول به حالت فراسیرشده تبدیل می‌شود. |
| | | | کاهش سریع دما ← مقداری از حل شونده رسوب می‌کند و محلول باقی‌مانده سیرشده است. |
| | گرماده (انحلال با نمودار نزولی) | با افزایش دما | افزایش آهستهٔ دما ← محلول به حالت فراسیر شده تبدیل می‌شود. |
| | | | افزایش سریع دما ← مقداری از حل شونده رسوب کرده و محلول باقی‌مانده سیرشده است. |
| | | با کاهش دما | محلول به حالت سیر نشده تبدیل می شود. |

نمودار انحلال‌پذیری $Li_۲SO_۴$ بر حسب دما نزولی است؛ لذا با کاهش دما، محلول سیرشده این نمک به حالت سیرنشده تبدیل می‌شود، به طوری که محلول حاصل قادر است مقدار حل‌شونده بیشتری در خود حل کند!

**مورد پ:** انحلال‌پذیری دو نمک سدیم کلرید (NaCl) و پتاسیم کلرید (KCl) در دمای $۳۰^\circ C$ با هم برابر است؛ در نتیجه درصد جرمی محلول‌های سیرشده این دو نمک در دمای $۳۰^\circ C$ با یکدیگر برابر خواهد بود.

**مورد ت:** در نمودار بالا، نمک‌های نیترات‌دار $KNO_۳$ و $NaNO_۳$ هستند که انحلال‌پذیری آن‌ها در دمای $۱۰^\circ C$ به ترتیب حدود ۲۰ و ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. همچنین نمک‌های کلردار، KCl و NaCl هستند که انحلال‌پذیری آنها در دمای $۱۰^\circ C$، به ترتیب حدود ۳۰ و ۳۵ گرم آب است؛ در نتیجه نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{۸۰+۲۰}{۳۵+۳۰} = \frac{۱۰۰}{۶۵} \simeq ۱/۵$$

**نگاهی دیگر:** منحنی انحلال‌پذیری مواد گوناگون بر حسب دما به صورت زیر است:

| ماده | نمودار انحلال‌پذیری | شرایط مناسب برای انحلال‌پذیری بیشتر در آب |
|---|---|---|
| لیتیم سولفات ($Li_۲SO_۴$) | خطی، نزولی | دمای پایین |
| سدیم نیترات ($NaNO_۳$) | خطی، صعودی | دمای بالا |
| پتاسیم نیترات ($KNO_۳$) | منحنی (با شیب زیاد)، صعودی | دمای بالا |
| پتاسیم کلرید (KCl) | خطی، صعودی | دمای بالا |
| سدیم کلرید (NaCl) | خطی (با شیب کم)، صعودی | دمای بالا |

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

www.MrKonkor.com
SanjeshCloud

**۱۱۴** انحلال‌پذیری گاز $N_2$ (پایین‌ترین نمودار یا نمودار A) با توجه به نمودار در فشار $4/5\,atm$، تقریباً برابر $0/01g$ است؛ در نتیجه در فشار P اتمسفر، غلظت مولی محلول گاز NO، برابر $0/01mol.L^{-1}$ است. حال باید محاسبه می‌کنیم که در فشار P اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز NO چقدر است تا با توجه به نمودار، فشار P را بیابیم:

$$0/01\frac{mol\,NO}{1L\,محلول}\times\frac{30g\,NO}{1mol\,NO}=0/3\frac{g\,NO}{1L\,محلول}$$

پس با توجه به جرم محلول و چگالی آن $(1g.mL^{-1})$، باید محاسبه کنیم که در هر ۱۰۰ گرم محلول، چند گرم گاز **NO** حل شده است:

$$100g\,محلول\times\frac{1mL\,محلول}{1g\,محلول}\times\frac{1L\,محلول}{10^3mL\,محلول}\times\frac{0/3g\,NO}{1L\,محلول}=0/03g\,NO$$

**سرنخ** با توجه به انحلال‌پذیری ناچیز گازها در آب، می‌توان در جرم حل‌شونده در مقابل جرم حلال صرف‌نظر کرد و جرم محلول را به تقریب برابر جرم حلال در نظر گرفت؛ پس می شه گفت انحلال‌پذیری گاز NO در فشار P اتمسفر، برابر ۰/۰۳ است. بنابراین با توجه به نمودار، در فشار $4/5\,atm$، انحلال‌پذیری گاز NO برابر ۰/۰۳ است.

در نهایت باید از روی نمودار، انحلال‌پذیری گاز $O_2$ (نمودار میانی) در فشار $2P$ یا $2\times4/5=9$ اتمسفر را بیابیم که برابر ۰/۰۴ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۱۵** عبارت‌های ب ، پ و ت نادرست‌اند.

**آفرود** با توجه به ثابت بودن جرم آب و افزایش حجم آن به هنگام یخ زدن، چگالی یخ نسبت به آب مایع کاهش و حجم آن افزایش می یابد.

**بررسی عبارت‌ها:**

مورد الف: در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن هشت‌تایی می‌شوند و همانطور که گفته شد در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار می‌گیرند. هر اتم اکسیژن در ساختار یخ، به دو اتم هیدروژن مولکول خود با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از دو مولکول $H_2O$ دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.

**جمع‌بندی:** دو نکته زیر از ساختار یخ را با هم مرور کنیم:

۱- در ساختار یخ، در حلقه‌های شش‌ضلعی، هر ضلع شامل یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی است.

۲- در این ساختار هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن، پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر، پیوند هیدروژنی دارند.

**تذکر** در ساختار یخ، اتم‌های هیدروژن به آرایش دوتایی (آرایش گاز نجیب هلیم) می‌رسند؛ نه هشت‌تایی!

**مورد ب:** دیواره یاخته‌ها در بافت کلم در اثر یخ زدن، به دلیل تشکیل فضاهای خالی و منظم سه بعدی (نه دو بعدی) و در نتیجه افزایش حجم آب و حجم یاخته های دارای آب، تخریب می‌شوند.

**مورد پ:** همان طور که گفته شد در دمای $0^\circ C$ و فشار $1atm$، چگالی آب از یخ بیشتر است. در حالت فیزیکی مایع، مولکول‌های آب به‌صورت آزادانه و نامنظم روی هم می لغزند در حالی که در حالت فیزیکی جامد، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

**مورد ت:** در ساختار یخ، هر مولکول آب به ۴ مولکول آب دیگر، تنها از طریق تشکیل پیوندهای هیدروژنی اتصال دارد، نه پیوندهای اشتراکی!

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۱۶** مقایسه‌های الف و ت درست هستند.

ترکیب a اتانول (الکل)، ترکیب b دی متیل اتر (اتر)، ترکیب c اتانوییک اسید (کربوکسیلیک اسید) و ترکیب d متیل متانوات (استر) می‌باشد.

**بررسی موارد:**

**مورد الف:** فرمول شیمیایی هر دو ترکیب c و d، $C_2H_4O_2$ می‌باشد. جرم مولی این دو ماده با هم برابر است و هر دو ترکیب قطبی‌اند اما c برخلاف d دارای اتم هیدروژنی است که مستقیماً به اتم اکسیژن متصل شده است. بنابراین c برخلاف d قادر است میان مولکول‌های خود جاذبه‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. پس قدرت نیروهای بین‌مولکولی و در نتیجه نقطه جوش c از d بیش‌تر است.

**مورد ب:** میان مولکول‌های a برخلاف b پیوند هیدروژنی وجود دارد. وجود پیوندهای هیدروژنی در ساختار شبکه‌ای اتانول برخلاف دی متیل اتر، باعث ایجاد فضاهای خالی می‌شود و در نتیجه حجم اشغال شده توسط اتانول بیشتر است. از طرفی فرمول شیمیایی هر دو ترکیب، $C_2H_6O$ است و جرم مولی برابر دارند. پس می‌توان فهمید چگالی (نسبت جرم به حجم) ترکیب a (اتانول) از ترکیب b (دی متیل اتر) کمتر است.

**مورد پ:** فرمول شیمیایی ترکیب a، $C_2H_6O$ و فرمول شیمیایی ترکیب d، $C_2H_4O_2$ است.

بنابراین شمار پیوندهای اشتراکی در هر دو مولکول برابر ۸ است و مقایسه به صورت: $a = d$ درست است.

**مورد ت:** همانطور که بالاتر گفته شد، هر دو ترکیب a و b قطبی‌اند اما a برخلاف b دارای اتم هیدروژنی است که مستقیماً به اتم اکسیژن متصل شده است. بنابراین a برخلاف b قادر است میان مولکول‌های خود جاذبه‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. وجود پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های a باعث می‌شود قطبیت و در نتیجه میزان گشتاور دوقطبی آن از b بیش‌تر باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۱۷** عبارت‌های اول، دوم و پنجم درست‌اند.

**بررسی گزاره‌ها:**

۱ تصفیه آب به روش تقطیر، تنها میکروب‌ها و ترکیبات آلی فرار را نمی‌تواند از آب حذف کند اما قادر است آلاینده‌ها، فلزات سمی، نافلزها و حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها را از آب جدا کند.

۲ از آن‌جا که به کمک هیچ یک از این سه روش تصفیه آب، نمی‌توانیم میکروب‌های موجود در آب را از بین ببریم، لازم است که آب تصفیه شده در این روش‌ها را پیش از مصرف کلرزنی کرد.

۳ خیار در آب شور چروکیده می شود زیرا آب طی فرایند اسمز (گذرندگی) به طور خودبه‌خودی از درون خیار (محیط رقیق) به بیرون (محیط غلیظ) انتقال می‌یابد.

۴ دقت کنید که در فرایند اسمز، در نهایت لزوماً نمی‌توان گفت که غلظت حل‌شونده در دو محیط جدا شده با غشای نیمه‌تراوا با یکدیگر برابر خواهد شد. برای مثال، اگر در یک سمت غشای نیمه‌تراوا، آب خالص و در سمت دیگر یک محلول غلیظ وجود داشته باشد، از آنجا که غشای نیمه‌تراوا دارای نفوذپذیری انتخابی است، فقط به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها اجازه عبور می‌دهد. با عبور مولکول‌های آب، محلول غلیظ رقیق‌تر می‌شود اما چون دارای حل‌شونده است، هیچ‌گاه غلظت آن با آب خالص برابر نخواهد شد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۸ **گام اول)** به منظور مبادله کردن $Mg^{2+}$ با $Na^+$، یک کاتیون با بار ۲+ با یک کاتیون با بار ۱+ معاوضه شـــده اســـت. در این حالت باید تعداد $Na^+$ مبادله شده، ۲ برابر تعداد $Mg^{2+}$ باشد. در نتیجه: $Mg^{2+} \sim 2Na^+$

اکنون مقدار سدیم را محاسبه می‌کنیم.

**روش اول:**

$$20\,L_{\text{آب دریاچه}} \times \frac{1000\,mL}{1\,L} \times \frac{1\,g}{1\,mL} \times \frac{576\,g\,Mg^{2+}}{10^6\,g_{\text{آب دریاچه}}} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{24\,g\,Mg^{2+}} \times \frac{2\,mol\,Na^+}{1\,mol\,Mg^{2+}} \times \frac{23\,g\,Na^+}{1\,mol\,Na^+} = 22/08\,g\,Na^+$$

**روش دوم:**

$$\frac{ppm \times 10^{-6} \times \text{جرم محلول}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{g}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \rightarrow \frac{576 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^3}{1 \times 24} = \frac{x\,g}{2 \times 23} \rightarrow x = 22/08\,g\,Na^+$$

**گام دوم)** واکنش برقکافت $MgCl_2$ به صورت مقابل می‌باشد: $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

به منظور محاسبه حجم گاز کلی خواهیم داشت:

**روش اول:**

$$20\,L_{\text{آب دریاچه}} \times \frac{1000\,mol}{1\,L} \times \frac{1\,gr}{1\,mol} \times \frac{576\,g\,Mg^{2+}}{10^6\,g_{\text{آب دریاچه}}} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{24\,g\,Mg^{2+}} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{1\,mol\,Mg^{2+}} \times \frac{22/4\,L}{1\,mol\,Cl_2} = 10/75\,L\,Cl_2$$

**روش دوم:**

$$\frac{ppm \times 10^{-6} \times \text{جرم محلول}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{L}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} \rightarrow \frac{\overbrace{576 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^3}^{Mg^{2+}}}{1 \times 24} = \frac{\overbrace{98\,L}^{Na^+}}{1 \times 22/4\,L} \rightarrow x = 10/75\,L\,Cl_2$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۹ **گام اول)** واکنش انجام شده به صورت زیر بوده است. مطابق با این واکنش غلظت یون‌های فلوئورید باید کاهش یابد تا به مقدار مجاز برسد.

$$CaCl_2(aq) + 2F^-(aq) \rightarrow CaF_2(s) + 2Cl^-(aq)$$

**گام دوم)** با استفاده از داده‌های مربوط به $CaCl_2$، مقدار تغییرات یون $F^-$ را محاسبه می‌کنیم:

روش اول:

$$46/25\,L\,CaCl_2\,\text{محلول} \times \frac{1000\,mL}{1\,L} \times \frac{1/2\,g\,\text{محلول}}{1\,mL} \times \frac{20\,g\,CaCl_2}{100\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,CaCl_2}{111\,g\,CaCl_2} \times \frac{2\,mol\,F^-}{1\,mol\,CaCl_2} \times \frac{19\,g\,F^-}{1\,mol\,F^-} = 3800\,g\,F^-$$

این میزان مقدار فلوئورید مصرف شده، این عدد را ppm تبدیل می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \rightarrow ppm(F^-) = \frac{3800}{1/14 \times 10^8} \times 10^6 \rightarrow ppm(F^-) = 33/3$$

مقدار $F^-$ ppm، $33/3$ کاهش یافته تا به مقدار مجاز $(28/5)$ برسد، پس مقدار اولیه برابر بوده با:

مقدار اولیه برحسب $F^-$ ppm: $28/5 + 33/3 = 61/8$

روش دوم:

$$\frac{\text{درصد جرمی} \times 10^{-2} \times \overbrace{\text{جرم محلول}}^{d \times V}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{ppm \times 10^{-6} \times \overbrace{\text{جرم محلول}}^{d \times V}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \rightarrow \frac{20 \times 10^{-2} \times 55/5 \times 10^{-3}}{1 \times 111} = \frac{ppm \times 10^{-6} \times 10^8 \times 1/14}{2 \times 19}$$

$$\Rightarrow ppm = 33/3$$

با کاهش ppm یون فلوئورید به میزان ۳۳/۳ واحد، به میزان مجاز خود ۲۸/۵ رسیده است، پس مقدار غلظت برابر بوده با:

مقدار اولیه برحسب $F^-$ ppm $= 28/5 + 33/3 = 61/8$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

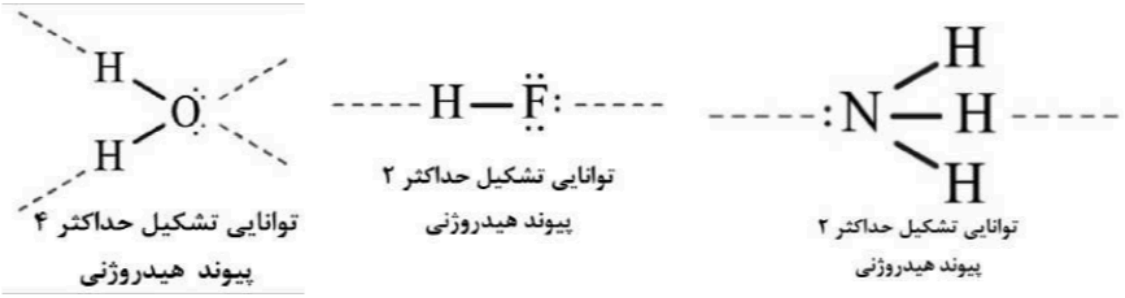
**۱۲۰** قدرت پیوند کووالانسی در HF از $H_2O$ بیشتر است زیرا آنتالپی پیوند HF بیشتر می‌باشد. از طرفی از آنجا که در HF اختلاف خصلت نافلزی عناصر از $H_2O$ بیشتر است، قدرت پیوند هیدروژنی در HF از $H_2O$ بیشتر است.

**نکته** به منظور تعیین نقطهٔ ذوب و جوش مواد مولکولی دارای توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی نمی‌توان صرفاً قدرت پیوند هیدروژنی را ملاک قرار داد. بلکه تعداد این پیوندها نیز حائز اهمیت است.

ترتیب قدرت پیوند هیدروژنی: $HF > H_2O > NH_3$

ترتیب نقطه جوش مواد: $H_2O > HF > NH_3$

**آفرود** تعداد پیوندهای هیدروژنی مواد فوق به صورت زیر می‌باشد.




## بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ حلال به کار رفته در تهیه مواد دارویی و بهداشتی اتانول است و حلال رنگ‌ها و لاک ناخن، استون می‌باشد. اتانول به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی نقطه جوش بالاتری از استون دارد.

۳ دقت کنید که گاز فسفین، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد. (فاقد اتم هیدروژن متصل به F، O و N در یک مولکول خود می‌باشد)

۴ دقت کنید که $MgSO_4$ یک نمک محلول در آب می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۲۱ برای حل این سوال طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم:

**مرحلهٔ اول:** محاسبهٔ جرم سولفات در ۸۵۲ میلی‌گرم $Na_2SO_4$

$$?gSO_4^{2-}=۸۵۲\times۱۰^{-۳}gNa_2SO_4\times\frac{۱molNa_2SO_4}{۱۴۲gNa_2SO_4}\times\frac{(۱\times۹۶)gSO_4^{2-}}{۱molNa_2SO_4}=۰/۵۷۶g$$

**مرحلهٔ دوم:** محاسبهٔ جرم سولفات در محلول $MgSO_4$

$$?gSO_4^{2-}=۶Lمحلول\times\frac{۱۰۰۰gمحلول}{۱Lمحلول}\times\underbrace{\frac{۲۰gMgSO_4}{۱۰^۶gمحلول}}_{\text{تعریف ppm}}\times\frac{۱molMgSO_4}{۱۲۰gMgSO_4}\times\frac{(۱\times۹۶)gSO_4^{2-}}{۱molMgSO_4}=۰/۰۹۶g$$

**مرحلهٔ سوم:** محاسبهٔ غلظت سولفات در محلول نهایی برحسب ppm

$$ppm_{\text{سولفات}}=\frac{\text{مجموع جرم یون‌های سولفات}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^۶=\frac{۰/۵۷۶+۰/۰۹۶}{۶L\times\frac{۱۰۰۰g}{۱L}}\times۱۰^۶=۱۱۲ppm$$

**تکنیک (۱):** اگر $m_۱$ گرم از محلول (۱) با غلظت $ppm_۱$، $m_۲$ گرم از محلول (۲) با غلظت $ppm_۲$ و ... با هم مخلوط شوند، غلظت محلول نهایی حاصل برحسب ppm برابر است با:

$$ppm_{\text{نهایی}}=\frac{[m_۱\times ppm_۱]+[m_۲\times ppm_۲]+\dots}{m_۱+m_۲+\dots}$$

**تکنیک (۲):** در ترکیب محلول $A_aB_b$ بین غلظت A و B نسبت زیر برقرار است:

$$\frac{\text{درصد جرمی یا ppm}(B)}{\text{جرم مولی B}\times b}=\frac{\text{درصد جرمی یا ppm}(A)}{\text{جرم مولی A}\times a}=\frac{\text{درصد جرمی یا ppm}(A_aB_b)}{\text{جرم مولی }A_aB_b}\quad,\quad\frac{\text{مولاریته }A}{a}=\frac{\text{مولاریته }B}{b}=\frac{\text{مولاریته }A_aB_b}{۱}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

## ۱۲۲ بررسی گزینه‌ها:

۱ درست- با دانستن مقداری ریاضی! به این نتیجه می‌رسیم که خطی که شیب و عرض از مبدأ بیشتری از خط دیگر داشته باشد، همواره بالاتر از آن قرار خواهد گرفت. به این ترتیب انحلال‌پذیری نمک (۱) در هر دمایی از انحلال‌پذیری نمک (۲) بالاتر است.

۲ درست – همانطور که ذکر شد، انحلال گازها، اسیدها و بازها و دو نمک $Li_2SO_4$ و $CaCl_2$ گرماده است و شیب نمودار آنها منفی می‌باشد.

**نکته** به دلیل همین موضوع، از $CaCl_2$ جامد در بسته‌های گرمازا استفاده می‌شود.

**آفرود** اگر درصد جرمی حل شونده در یک محلول سیرشده $a\%$ و انحلال‌پذیری آن برابر S باشد، بین a و S داریم:

$$S=\frac{a}{100-a}\times 100\ ,\qquad a=\frac{S}{100+S}\times 100$$

ابتدا دما را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم، سپس S را از روی آن درصد جرمی (a) را به دست می‌آوریم:

$$T=\theta+273\rightarrow\theta=323-273=50^\circ C\rightarrow S=(0/3\times 50)+40=25g$$

$$\rightarrow a=\frac{S}{100+S}\times 100=\frac{25g}{125g}\times 100=20\%$$

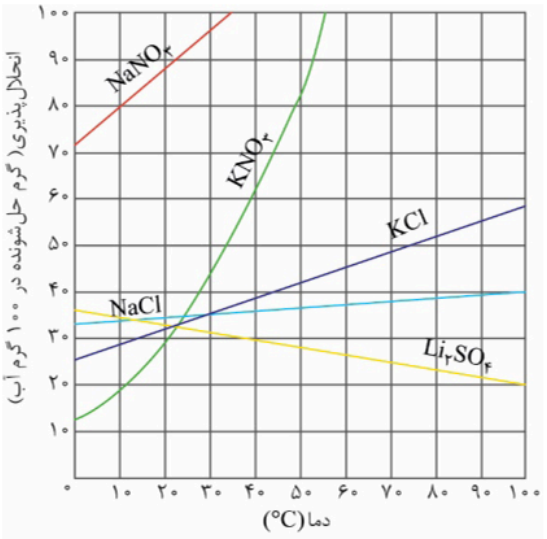
۳ نادرست- توجه به دو نکته باعث نادرست بودن قطعی این گزاره می‌شود،

۱) شیب نمودار NaCl از KCl کمتر است، درواقع انحلال NaCl وابستگی کمتری به دما دارد و انحلال‌پذیری آن با تغییر دما کمتر تغییر می‌کند.

۲) عرض از مبدا نمودار انحلال NaCl برابر ۷۲ نیست.

نمودار انحلال‌پذیری NaCl یک خط تقریباً افقی است که انحلال‌پذیری آن در دماهای مختلف، صعودی و بین ۳۰ تا ۴۰ گرم می‌باشد.

حال به نمودار زیر از کتاب درسی توجه کنید.




مقایسه شیب نمودار انحلال‌پذیری : $NaCl<Li_2SO_4<KCl<NaNO_3<KNO_3$

مقایسه عرض از مبدأ منحنی‌ها : $KNO_3<KCl<NaCl<Li_2SO_4<NaNO_3$

۴ درست – ابتدا دمای موردنظر را پیدا می‌کنیم، سپس انحلال‌پذیری نمک (۱) را در آن دما می‌یابیم:

$$S_2=S_3\Rightarrow 0/1\theta+35=-0/3\theta+40\rightarrow\theta=12/5^\circ C\rightarrow S_1=(0/8\times 12/5)+72=82g$$

باتوجه به تعریف انحلال‌پذیری در ۱۰۰g از حلال، جرم نمک (۱) در محلول سیر شدهٔ حاوی ۵۰g آب برابر نصف انحلال‌پذیری نمک (۱) در این دما، یعنی $\frac{82}{2}=41g$ می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

۱۲۳ موارد الف، ب و ت نادرست هستند.

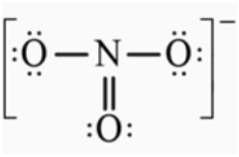
## بررسی جملات داده شده:

**عبارت (الف):** مواد یونی و فلزی در حالت مذاب $(\ell)$ رسانای الکتریسیته هستند. برخی از ترکیب‌های یونی مثل AgCl، از آنجایی که قدرت جاذبهٔ یون – دو قطبی میان یون‌های آنها و مولکول‌های آب، از میانگین قدرت پیوندهای یونی در بلور جامد یونی و پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب کمتر است، در آب حل نمی‌شوند و در نتیجه به حالت آب‌پوشیده (aq) درنمی‌آیند.

$$\text{نامحلول در آب} \Rightarrow \text{قدرت جاذبه} < \frac{[\text{قدرت پیوند هیدروژنی مولکول آب با یکدیگر}] + [\text{قدرت پیوند یونی Ag} - \text{Cl}]}{۲}$$

**عبارت (ب):** $MgSO_4$ و $BaCl_2$ دو نمک محلول در آب هستند، درحالی که $Mg(OH)_2$ در آب حل نمی‌شود.

**عبارت (پ):** در تهیهٔ گچ پا از کلسیم سولفات $(CaSO_4)$ استفاده می‌شود. همچنین باتوجه به نیاز گیاهان به عنصرهایی مثل نیتروژن، برای رشد از آمونیوم نیترات $(NH_4NO_3)$ به عنوان کود شیمیایی بهره می‌برند.

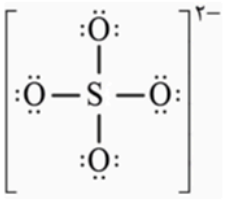


اتم مرکزی ← N ← دارای بار جزئی $+\delta^+$

۴ جفت الکترون پیوندی

۸ جفت الکترون ناپیوندی

مثلث مسطح / ناقطبی



اتم مرکزی ← S ← دارای بار جزئی $+\delta^+$

۴ جفت الکترون پیوندی

۱۲ جفت الکترون ناپیوندی

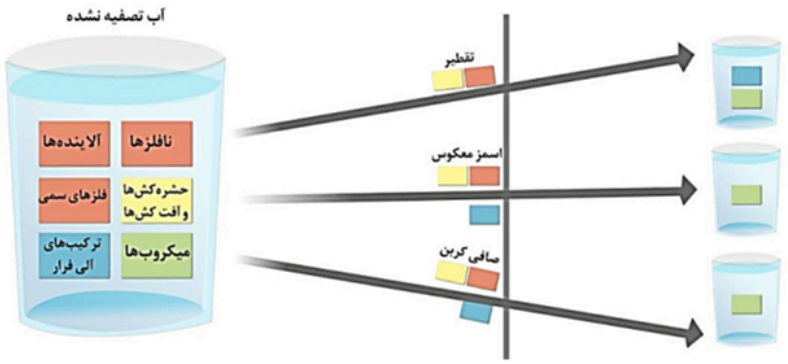
چهاروجهی / سه بعدی / ناقطبی

**عبارت (ت):** مطابق شکل زیر که سه روش تصفیهٔ آب را نشان می‌دهد، در روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن برخلاف روش تقطیر، ترکیب‌های آلی فرار نیز جدا می‌شوند. پس این ۲ روش:

بازدهی بالاتری دارند، چون آلاینده کمتری برجای می‌گذارند.

به منظور حذف آلایندهٔ بیشتر، در مقایسه با روش تقطیر، از تعداد مراحل بیشتری برای تولید آب شیرین برخوردار هستند.

علی‌رغم نکات ذکر شده، همچنان توانایی جداسازی میکروب‌ها را نداشته و ناچار به کلرزنی برای حذف میکروب‌ها در هر سه روش هستیم.




(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۴ مرحله به مرحله به سراغ حل یک سوال رایج و مهم از قسمت محاسبات غلظت در محلول‌ها می‌رویم:

**گام (۱):** برای خواسته سوال! تعریف ppm را می‌نویسیم:

$$ppm = \frac{\text{مقدار حل‌شونده (g)}}{\text{مقدار محلول (g)}} \times ۱۰^۶ = \frac{\text{جرم } Cl^-}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{\text{جرم } Cl^-}{۷ \times ۱۰^۳ g} \times ۱۰^۶$$

پس باید جرم $Cl^-$ را محاسبه و در رابطه جایگذاری کنیم.

**گام (۲):** محاسبهٔ جرم یون کلرید $(Cl^-)$ از شمار یون منیزیم:

$$MgCl_۲ \rightarrow Mg^{۲+} + ۲Cl^-$$

$$\frac{۴۲/۱۴ \times ۱۰^{۲۱} \text{ یون } Mg^{۲+}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۱} = \frac{x\, g\, Cl^-}{۳۵/۵ \times ۲} \rightarrow x = ۴/۹۷ g$$

**گام آخر:** جایگذاری!

$$ppm = \frac{۴/۹۷ g\, Cl^-}{\text{محلول } ۷ \times ۱۰^۳ g} \times ۱۰^۶ = ۷۱۰$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۲۵** انحلال‌پذیری نمک A در دمای $۴۰^\circ C$ را به روش پایین محاسبه می‌کنیم:

$$\text{محلول سیرشده } ۱۰۰g \times \frac{\text{حل‌شونده } ۲۰g}{\underbrace{\text{محلول } ۱۰۰g}_{\text{تعریف درصد جرمی}}} = ۲۰g\,A \rightarrow \text{جرم حلال} = ۱۰۰ - ۲۰ = ۸۰g$$

$$\xrightarrow{\text{تعریف انحلال‌پذیری}} \frac{\text{نمک } ۲۰g}{\text{آب } ۸۰g} = \frac{\text{نمک } Sg}{\text{آب } ۱۰۰g} \Rightarrow S = ۲۵g$$

با کاهش دما به $۱۰^\circ C$، جرم حلال تغییری نمی‌کند اما جرم حل شوندهٔ محلول سیرشده به ۵۶ گرم می‌رسد. پس انحلال‌پذیری نمک A در این دما برابر است با:

$$\xrightarrow{\text{تعریف انحلال‌پذیری}} \frac{\text{نمک } ۵۶g}{\text{آب } ۸۰g} = \frac{\text{نمک } Sg}{\text{آب } ۱۰۰g} \Rightarrow S = ۷۰g$$

باتوجه به مقادیر به دست آمده می‌توان معادله انحلال‌پذیری نمک A را به دست آورد:

$$S = m\theta + S_۰$$

$$\begin{cases} m = \dfrac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱} = \dfrac{۷۰ - ۲۵}{۱۰ - ۴۰} = -۱/۵ \\ \dfrac{۷۰ - S_۰}{۱۰ - ۰} = -۱/۵ \rightarrow S_۰ = ۸۵ \end{cases} \rightarrow S = -۱/۵\theta + ۸۵$$

پس انحلال‌پذیری نمک A در دمای $۵۰^\circ C$ برابر $S = (-۱/۵) \times (۵۰) + ۸۵ = ۱۰g$ می‌باشد. پس جرم رسوب حاصل از رساندن دمای محلول موردنظر از $۱۰^\circ C$ به $۵۰^\circ C$ برابر است با:

$$\text{جرم رسوب} = \frac{\Delta S}{۱۰۰} \times \underbrace{\text{جرم حلال در دمای اولیه}}_{(۱۰^\circ C)} = \frac{(۷۰ - ۱۰)}{۱۰۰} \times ۸۰ = ۴۸g$$

$$\text{جرم حل‌شونده در محلول در دمای } ۵۰^\circ C - \text{جرم حل‌شونده در محلول در دمای } ۱۰^\circ C = \text{جرم رسوب حاصل} \Rightarrow \frac{\text{نمک } ۱۰g}{\text{آب } ۱۰۰g} = \frac{\text{نمک } ?g}{\text{آب } ۸۰g} \Rightarrow ? = ۸g$$

$$= ۵۶ - ۸ = ۴۸g$$

**روش سریع پیشنهادی:** چون معادله انحلال‌پذیری نمک A خطی است، شیب خط ثابت بوده و حاصل $\frac{\Delta S}{\Delta \theta}$ همواره ثابت است. باتوجه به اینکه با کاهش دما از $۴۰^\circ C$ به $۱۰^\circ C$، ۳۶g نمک به جرم حل شوندهٔ محلول سیرشده افزوده می‌شود، می‌توان نوشت:

$$۴۰^\circ C \xrightarrow[\Delta\theta = ۳۰]{۳۶g} ۱۰^\circ C \xrightarrow[\Delta\theta = ۴۰]{xg} ۵۰^\circ C$$

$$m = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \text{ثابت} \rightarrow \frac{۳۶g}{۳۰^\circ C} = \frac{xg}{۴۰^\circ C} \rightarrow x = ۴۸g$$

پس با افزایش دما به میزان $۴۰^\circ C$، مقدار ۴۸ گرم از نمک A رسوب می‌کند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

در موارد اول، سوم و پنجم مقایسه‌ها به درستی انجام شده است.

## بررسی موارد:

**مورد اول:** باتوجه به قوی‌تر بودن پیوند یونی نسبت به نیروهای بین مولکولی، نقطهٔ جوش ترکیب‌های یونی از ترکیب‌های مولکولی بالاتر است. پس نقطه جوش کلسیم کلرید ($CaCl_2$) از دو ترکیب مولکولی دیگر بیشتر است.

کربن تتراکلرید ($CCl_4$) و کربن دی سولفید ($CS_2$) هر دو ناقطبی هستند ولی اندازه و جرم مولی $CCl_4$ از $CS_2$ بزرگتر است. پس قدرت جاذبهٔ وان دروالسی و نقطه جوش $CCl_4$ از $CS_2$ بیشتر می‌باشد. $\xleftarrow{\text{نقطه جوش}}$ $CS_2 < CCl_4 < CaCl_2$.

**نکته** در مولکول‌های با جرم مولی مشابه، قدرت نیروهای وان دروالسی در مواد قطبی بیشتر است.

**مورد دوم:** آنتالپی فروپاشی شبکه بلور یونی به چگالی بار یون‌های سازندهٔ ان بستگی دارد و مقدار چگالی بار یون با افزایش بار یون‌ها بیشتر می‌شود $\xleftarrow{\text{نتیجه}}$ هرچه مقدار بار یون‌ها بیشتر باشد، $\Delta H$ فروپاشی شبکه بلور بیشتر خواهد بود.

**نکته** آنتالپی فروپاشی شبکه متناسب است با: مجموع زیروندها × بار آنیون × بار کاتیون

$$\left.\begin{array}{l} Fe_2O_3\,(Fe^{3+},O^{2-}) \rightarrow 5\times3\times2=30 \\ AlF_3\,(Al^{3+},F^{-}) \rightarrow 4\times3\times1=12 \\ MgO\,(Mg^{2+},O^{2-}) \rightarrow 2\times2\times2=8 \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{آنتالپی فروپاشی}} Fe_2O_3 > AF_3 > MgO$$

**توجه:** در مقایسهٔ میان آنتالپی فروپاشی شبکه چند بلور یونی، فقط در صورت تساوی حاصل‌ضرب، «مجموع شمار یون‌ها × بار کاتیون × بار آنیون» به سراغ مقایسه مقدار شعاع یون‌های آنها با یکدیگر می‌رویم. در این حالت، هرچه شعاع یون‌های سازندهٔ یک ترکیب یونی کمتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطهٔ ذوب و جوش آن بالاتر است.

**مورد سوم:** $MgSO_4$ در آب محلول است اما $CaSO_4$ و $BaSO_4$ در دمای اتاق به ترتیب کم محلول و نامحلول‌اند.

یادآوری:




**مورد چهارم:** عنصر منیزیم سه ایزوتوپ طبیعی $^{24}Mg$، $^{25}Mg$ و $^{26}Mg$ دارد، درحالی که هریک از عناصر لیتیم و کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی $(^{6}Li, ^{7}Li)(^{35}Cl, ^{37}Cl)$ هستند.

**آفرود** مقایسه فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌های این سه عنصر به صورت زیر است:

$$\left.\begin{array}{l} {}^{25}Mg < {}^{26}Mg < {}^{24}Mg \\ {}^{37}Cl < {}^{35}Cl \\ {}^{6}Li < {}^{7}Li \end{array}\right. \rightarrow$$ میان درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها رابطهٔ مشخصی وجود ندارد.

**مورد پنجم:** مقدار آنتالپی پیوند به سه عامل بستگی دارد:

۱) مرتبه پیوند: آنتالپی پیوند سه‌گانه > آنتالپی پیوند دوگانه > آنتالپی پیوند یگانه

۲) نوع پیوند: هرچه یک پیوند شامل اتم‌هایی باشد که تفاوت قدرت الکترون‌گیری (خصلت نافلزی) بیشتری داشته باشد، آن پیوند قطبی‌تر و آنتالپی بیشتری دارد.

۳) طول پیوند: آنتالپی پیوند با طول پیوند نسبت معکوس دارد.

براساس توضیحات فوق، آنتالپی پیوند $H-H$ از سایر پیوندها بیشتر است چون طول پیوند $H-H$ از طول پیوند $H-Cl$ و $Cl-Cl$ کم‌تر است و آنتالپی پیوند $H-Cl$ از آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ بزرگتر است، چون پیوند $H-Cl$ در مقایسه با پیوند $Cl-Cl$ قطبی‌تر بوده و طول پیوند کمتری دارد.

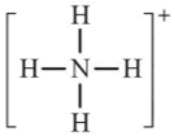
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

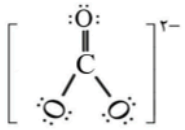
www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۲۷** موارد ب و ت درست است.

**عبارت اول:** یک ترکیب یونی نیز می‌تواند پیوند کووالانسی در ساختار آنیون و یا کاتیون چند اتمی خود داشته باشد.

$(NH_4)_2CO_3$ یک واحد فرمولی آمونیوم کربنات $\rightarrow$ $NH_4^+$ کاتیون آمونیوم $\rightarrow$  $\rightarrow$ ۴ پیوند کووالانسی $\times ۲ = ۸$

 $\rightarrow$ آنیون کربنات $CO_3^{2-}$ $\rightarrow$ ۴ پیوند کووالانسی  تعداد پیوندهای کوالانسی در هر واحد آمونیوم‌کربنات: $۸ + ۴ = ۱۲$

**عبارت دوم:** در جدول زیر، نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون‌های حل شده در آب دریا نشان داده شده است.

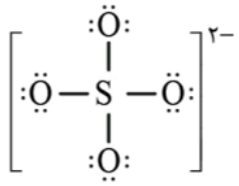
| نام یون | کلرید | سدیم | سولفات | منیزیم | کلسیم | پتاسیم | کربنات | برمید |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نماد یون | $Cl^-$ | $Na^+$ | $SO_4^{2-}$ | $Mg^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $K^+$ | $CO_3^{2-}$ | $Br^-$ |
| مقدار یون(میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا) | ۱۹۰۰۰ | ۱۰۵۰۰ | ۲۶۵۵ | ۱۳۵۰ | ۴۰۰ | ۳۸۰ | ۱۴۰ | ۶۵ |

باتوجه به جدول فوق فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها $Na^+$ می‌باشد که می‌توان طی فرآیند برقکافت آن را از آب دریا بدست آورد.

**عبارت سوم:** در بین یون‌های فراوان موجود در آب دریاها $Cl^-$ بیشترین و $Br^-$ کمترین غلظت را داراست.

دومین هالید [ یون هالوژن ] موجود در آب دریا همان یون برمید ($Br^-$) است، که با گرفتن یک الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب $_{36}Kr$ رسیده. (گاز تنبل، ارگون است.)

**عبارت چهارم:** طبق جدول فوق، فراوان‌ترین آنیون چنداتمی موجود در آب دریا یون سولفات ($SO_4^{2-}$) بوده



که ساختار لوئیس آن به شکل مقابل است:

مطابق با ساختار رسم شده؛ ۴ پیوند کووالانسی در ساختار آنیون سولفات مشاهده می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

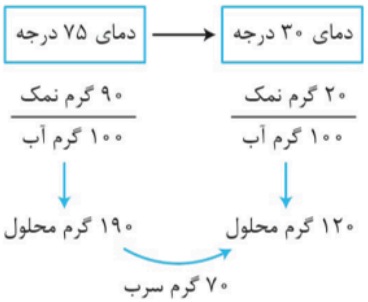


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۲۸** باتوجه به نمودار انحلال‌پذیری برحسب دمای داده شده، مقدار انحلال‌پذیری نمک موردنظر در دمای ۷۵ درجه برابر با ۹۰ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب و در دمای ۳۰ درجه ۲۰ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب می‌باشد؛ پس:

طبق محاسبات فوق، با سرد کردن ۱۹۰ گرم از محلول نمک موردنظر از دمای ۷۵ درجه تا دمای ۳۰ درجه، ۷۰ گرم رسوب [ماده نامحلول] بدست می‌آید. پس داریم:

$$\frac{\text{۱۹۰ گرم محلول}}{\text{۷۶۰ گرم محلول}} = \frac{\text{۷۰ گرم رسوب}}{\text{؟ گرم رسوب}} \Rightarrow \text{۲۸۰ gr رسوب}$$




پس با سرد کردن ۷۶۰ گرم محلول نمک موردنظر، ۲۸۰ گرم از نمک حل شده در این محلول به صورت رسوب ته‌نشین می‌گردد و جرم محلول باقی‌مانده برابر ۴۸۰ گرم خواهد بود.

نامحلول ← رسوب ۲۸۰gr
محلول ۴۸۰gr

۷۶۰ گرم محلول پس از سرد کردن از ۷۵ درجه تا ۳۰ درجه

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲۹**

**آ** مطابق با نمودار داده شده، گشتاور دوقطبی ماده C از مادهٔ A بیشتر بوده یعنی قطبیت ماده C از ماده A بیشتر است پس انحلال‌پذیری آن در آب نسبت به ماده A بیشتر خواهد بود.

**ب** مطابق با درسنامه فوق، باتوجه به اینکه ماده A گشتاور دوقطبی [قطبیت] کمتری نسبت به ماده C داشته ولی نقطه جوش بیشتری دارد، پس قاعدتاً می‌توان نتیجه گرفت که جرم مولی ترکیب A از ترکیب C بیشتر می‌باشد.

**پ** گشتاور دو قطبی مولکول‌های ۲ اتمی جور هسته به فرم $A_2$ مثل $I_2$، $Br_2$، ... دقیقاً برابر صفر بوده این در حالیست که گشتاور دوقطبی هیدروکربن‌ها در حدود صفر می‌باشد.

$C_xH_y \simeq$ صفر و $I_2 =$ صفر

**ت** در گازها به هنگام کاهش دما هنگام انجام فرآیند میعان، گازی که نقطه جوش بالاتری دارد، زودتر و آسان‌تر از سایر گازها به مایع تبدیل می‌گردد. از آنجا که نقطه جوش گاز A از سایرین بیشتر است، پس می‌توان بیان داشت که نسبت به آنها آسان‌تر مایع می‌گردد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۰

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

مطابق با واکنش موازنه شده فوق؛ اگر مولاریته یون $Ca^{2+}$ را برابر با x در نظر بگیریم، مولاریته یون $Cl^-$ برابر با 2x خواهد بود، پس داریم:

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی}} \xrightarrow{\text{درصد جرمی} = \frac{ppm}{10^4}} \text{مولاریته} = \frac{\text{چگالی} \times \frac{ppm}{10^4} \times 10}{\text{جرم مولی}}$$

$$\text{مولاریته } Ca^{2+} = x = \frac{10 \times \frac{ppm_{Ca^{2+}}}{10^4} \times 1}{40} \Rightarrow ppm_{Ca^{2+}} = 4 \times 10^4 x$$

$$\text{مولاریته } Cl^- = 2x = \frac{10 \times \frac{ppm\,Cl^-}{10^4} \times 1}{35/5} \Rightarrow ppmCl^- = 7/1 \times 10^4 x$$

چون اختلاف غلظت $Ca^{2+}$ و $Cl^-$ برحسب ppm برابر است با: ۱۵۵۰۰، پس داریم:

$$\underbrace{7/1 \times 10^4 x}_{ppmCl^-} - \underbrace{4 \times 10^4 x}_{ppmCa^{2+}} = 15500 \Rightarrow x = 0/5 \frac{mol}{lit}$$

پس طبق محاسبات فوق می‌توان گفت غلظت HCl مصرفی برابر با ۱ مولار بوده است. [$2 \times 0/5 = 1$]

$$80gr\,CaCO_3 \times \frac{P}{100} \times \frac{1mol\,CaCO_3}{100gr\,CaCO_3} \times \frac{2mol\,HCl}{1mol\,CaCO_3} \times \frac{1lit\,HCl}{1mol\,HCl} = 0/24lit$$

$$\Rightarrow \text{درصد خلوص } CaCO_3 = P = 15 \text{ درصد}$$

روش دوم: $\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر} \times \text{مولاریته}}{\text{ضریب}}$

$$\frac{P}{100} \times \frac{80gr}{1 \times 100} = \frac{1\frac{mol}{lit} \times 0/24lit}{2} \Rightarrow P = 15 \text{ درصد}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۱ **عبارت اول:** در فرآیند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل شونده با مولکول‌های حلال جاذبه مناسب برقرار کنند، حل شونده در حلال حل می‌شود در غیر این صورت ذره‌های حل شونده کنار هم باقی می‌مانند و انحلال صورت نمی‌گیرد.

به عبارت دیگر فرآیند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص < جاذبه‌های حل شونده با حلال در محلول

ماده مطرح شـــده در صورت سؤال منیزیم هیدروکسید $Mg(OH)_2$ بوده که یک ماده نامحلول در آب است؛ پس در ارتباط با این ماده و سایر مواد نامحلول در آب می‌توان گفت:

جاذبه‌های حل شونده با حلال در محلول < میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص

در جدول زیر، رسوب‌های مطرح شده در کتاب درسی را مشاهده می‌کنید:

| نام ترکیب | فرمول شیمیایی | توضیحات |
|---|---|---|
| نقره کلرید | $AgCl$ | سفیدرنگ |
| کلسیم فسفات | $Ca_3(PO_4)_2$ | سفید رنگ<br>اغلب سنگ‌های کلیه |
| باریم سولفات | $BaSO_4$ | سفیدرنگ |
| منیزیم هیدروکسید | $Mg(OH)_2$ | در آب دریا |
| آهن (II) هیدروکسید | $Fe(OH)_2$ | رنگ سبز لجنی |
| آهن (III) هیدروکسید | $Fe(OH)_3$ | رنگ قرمز - قهوه‌ای |
| رسوب‌های صابون در آب – سخت | $(RCOO)_2Mg$<br>$(RCOO)_2Ca$ | واکنش صابون با یون‌های آب سخت به شکل لکه‌های سفید رنگ |

**عبارت دوم:**

| | |
|---|---|
| **مخلوط‌ها** | همگن: حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر مخلوط یکنواخت ← محلول‌ها |
| | ناهمگن: حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سر تا سر مخلوط غیریکنواخت ← سوسپانسیون، کلوئید |

مخلوط آب (حلال قطبی) و هگزان (حلال ناقطبی) یک مخلوط ناهمگن بوده که در آن هگزان به دلیل چگالی کمتر روی سطح آب شناور می‌ماند و آب به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی، نقطه جوش بالاتری نسبت به هگزان داراست.

**عبارت سوم:** به دنبال یخ زدن آب، به علت افزایش شمار پیوندهای هیدروژنی و تشکیل شبکه بلوری متشکل از حلقه‌های ۶ گوشه، حجم آب افزایش یافته و در نتیجه آن چگالی آب کاهش می‌یابد.

**عبارت چهارم:** مولکول‌هایی با ســـاختار خمیده به دلیل حضور جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، مولکول‌هایی قطبی بوده که گشتاور دوقطبی بیشتر از صفر داشته ($\mu > 0$) و در میدان الکتریکی به سمت قطب‌های مثبت و منفی جهت‌گیری می‌کنند.

به عنوان مثال به ساختارهای $SO_2$، $O_3$ و $H_2O$ و $H_2S$ توجه کنید.



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۱۳۲** ۱ در تناوب سوم جدول، چهار عنصر $_{11}Na, _{12}Mg, _{13}Al, _{14}Si$ سطح صیقلی و براق دارند.

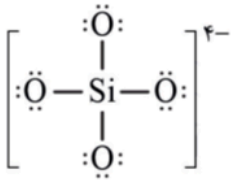
۲ در دوره سوم جدول تناوبی ۶ عنصر به حالت جامد یافت می‌شوند که ۳ عنصر $_{14}Si, _{15}P, _{16}S$ در اثر ضربه خرد می‌شوند و چکش‌خوار نیستند.

۳ به جز ۲ عنصر $Si, Ar$ سایر عناصر در تناوب سوم جدول دوره‌ای، توانایی تشکیل یون پایدار تک اتمی را دارا هستند.

$$\underbrace{Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}}_{\text{کاتیون‌ها}}, \underbrace{P^{3-}, S^{2-}, Cl^-}_{\text{آنیون‌ها}}$$

از عنصر Si از عناصر این دوره یون تک اتمی پایدار در طبیعت شناخته نشده ولی در یون‌های چند اتمی مثل یون سیلیکات $SiO_4^{4-}$ می‌توان این عنصر را یافت.

یون سیلیکات $\rightarrow SiO_4^{4-}$ :



۴ عناصر $_{11}Na, _{12}Mg, _{13}Al, _{14}Si, _{17}Cl$ به دلیل واکنش‌پذیری بالایی که دارند در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شوند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۳**

$$2H_3PO_4 + 3CaO \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O$$

$$\frac{400}{1000}L \times \frac{0/2\,mol\,H_3PO_4}{1L} \times \frac{1mol\,Ca_3(PO_4)_2}{2mol\,H_3PO_4} \times \frac{310g\,Ca_3(PO_4)_2}{1mol\,Ca_3(PO_4)_2} = 12/4g \quad \text{(جرم کل کلسیم فسفات حاصل)}$$

$$\text{بر اساس انحلال‌پذیری : } 0/05 = \frac{x}{400} \times 100 \Rightarrow x = 0/2g \quad \text{(این مقدار از کلسیم فسفات حل می‌شود.)}$$

$$\text{جرم بلور حاصل} = 12/4 - 0/2 = 12/2g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۳۴**

$$50gKNO_3 \times \frac{80}{100} = 40g \text{ نمک حل‌نشده} \Rightarrow 50 - 40 = 10g\,KNO_3 \text{ حل‌شده}$$

$$?gKNO_3 = 100gH_2O \times \frac{10gKNO_3}{25gH_2O} = 40g \Rightarrow KNO_3 \text{ انحلال‌پذیری} = 40\frac{gKNO_3}{100gH_2O}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم مادهٔ حل‌شده}}{\text{جرم کل محلول}} \times 100 = \frac{10}{25+10} \times 100 \simeq \%28/5$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۳۵** فقط عبارت «چهارم» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: مقایسهٔ $HBr > HCl > HF$ را می‌توان به جرم مولی نسبت داد، ولی مقایسهٔ نقطهٔ جوش این مواد به‌صورت $HF > HBr > HCl$ است.

عبارت دوم: پیوند هیدروژنی را می‌توان قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در نظر گرفت. (پیوند هیدروژنی جزء نیروهای وان‌دروالس نیست.)

عبارت سوم: نیروی جاذبهٔ بین مولکولی استون، از نوع وان‌دروالس و نیروی جاذبهٔ بین مولکولی اتانول و آب، از نوع پیوند هیدروژنی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۱۳۶**

$$?gO_2 = 2000gH_2O \times \frac{0/03gO_2}{100gH_2O} = 0/6gO_2$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0/6gO_2}{2000gH_2O} \times 10^6 = 300ppm$$

با کاهش فشار تا 1atm، به‌تقریب 0/025 گرم اکسیژن به‌ازای هر ۱۰۰ گرم محلول، از آن خارج می‌شود.

$$?gO_2\text{خارج‌شده} = 2000gH_2O \times \frac{0/025gO_2}{100gH_2O} = 0/5g$$

$$?LO_2 = 0/5gO_2 \times \frac{1molO_2}{32gO_2} \times \frac{24LO_2}{1molO_2} = 0/375L$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۳۷**

عبارت‌های «سوم» و «چهارم» درست هستند.

عبارت سوم: شیب نمودار انحلال‌پذیری منفی است و در نتیجه نمودار انحلال‌پذیری نزولی می‌باشد.

عبارت چهارم: با a برابر کردن فشار در دمای ثابت، انحلال‌پذیری گازها در آب a برابر می‌شود.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: فقط مولکول‌های آب قابلیت عبور از غشای نیمه‌تراوا را دارند و ذرات حل‌شونده از غشا عبور نمی‌کنند.

عبارت دوم: صافی کربنی و اسمز معکوس در تصفیهٔ آب، باعث جداسازی یا حذف میکروب‌ها نمی‌شوند؛ بنابراین همهٔ آلاینده‌های آب حذف نمی‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۸**

ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3H_2S + HIO_3 \rightarrow 3S + HI + 3H_2O$$

$$9/6gS \times \frac{1molS}{32gS} \times \frac{1molHIO_3}{3molS} \times \frac{176gHIO_3}{1molHIO_3} \times \frac{10^6g\text{محلول}}{352gHIO_3} \times \frac{1kg\text{محلول}}{10^3g\text{محلول}} = \frac{100}{2} = 50kg\text{محلول}$$

$$9/6gS \times \frac{1molS}{32gS} \times \frac{3molH_2S}{3molS} \times \frac{1LH_2S}{2molH_2S} \times \frac{10^3mLH_2S}{1LH_2S} = 150mLH_2S$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۹**

$$\theta = 0 \Rightarrow S = \frac{12/5}{50gH_2O} = \frac{25g}{100gH_2O} \qquad \theta = 20 \Rightarrow S = 31\frac{g}{100gH_2O}$$

عرض از مبدأ $= 25$

$$\frac{\Delta S}{\Delta\theta} = \frac{6}{20} = 0/3 \qquad S = 0/3\theta + 25 \qquad \theta = 50 \Rightarrow S = 0/3 \times 50 + 25 = \frac{40g}{100gH_2O}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{40}{140} \times 100 \simeq \%28/5$$

$$\theta = 30 \Rightarrow S = 0/3 \times 30 + 25 = \frac{34g}{100gH_2O}$$

$$\left.\begin{array}{l} 34g \times \frac{1mol}{68g} = 0/5mol \\ 134g \times \frac{1mL}{1/34g} \times \frac{1L}{1000mL} = 0/1L \end{array}\right\} \Rightarrow \text{غلظت} = \frac{0/5}{0/1} = 5\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۱۴۰** ۱) نادرست؛ انحلال گازها در آب گرماده است.

۲) نادرست؛ افزودن نمک باعث کاهش انحلال‌پذیری گازها می‌شود اما انحلال‌پذیری گازها با فشار رابطه مستقیم دارد.

۳) درست؛ زیرا $NH_3$ در آب محلول است.

۴) نادرست؛ علت هر دو پدیده وجود پیوند هیدروژنی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۱**

$$NaBr(aq) + AgNO_3(s) \rightarrow AgBr(s) + NaNO_3(aq)$$

$$\frac{M_1V_1}{\text{ضریب}} = \frac{M_2V_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow ۰/۵ \times V_1 = ۱۵۰ \times ۰/۴ \Rightarrow V_1 = ۱۲۰mL$$

$$n = MV = ۰/۴ \times ۰/۱۵۰ = ۰/۰۶mol \quad \text{نقره نیترات}$$

$$?gAgBr = ۰/۰۶mol\,AgNO_3 \times \frac{1mol\,AgBr}{1mol\,AgNO_3} \times \frac{۱۸۸g\,AgBr}{1mol\,AgBr} = ۱۱/۲۸g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۲** تنها مورد «b» درست است و شکل درست سایر موارد، به‌صورت زیر است:

a : 

c : قطبی

d : گاز

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۳**

$$\theta_1 = ۲۰ \Rightarrow S_1 = ۲۹$$

$$\theta_2 = ۴۰ \Rightarrow S_2 = ۳۲$$

$$S - ۲۹ = \frac{۳۲-۲۹}{۲۰}(\theta - ۲۰) \Rightarrow S = +۰/۱۵\theta + ۲۶$$

$$a + b = +۰/۱۵ + ۲۶ = ۲۶/۱۵$$

$$۴\frac{mol}{L} \Rightarrow \begin{cases} ۴mol \times \frac{۹۵g}{1mol} = ۳۸۰g & \text{حل‌شونده} \\ 1L \times \frac{۱۰۰۰mL}{1L} \times \frac{۱/۳۸g}{1mL} = ۱۳۸۰g & \text{محلول} \end{cases}$$

$$۱۳۸۰ - ۳۸۰ = ۱۰۰۰g\,H_2O$$

$$S = \frac{۳۸۰g}{۱۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۳۸\frac{g}{۱۰۰g\,H_2O}$$

$$۰/۱۵\theta + ۲۶ = ۳۸$$

$$\theta = \frac{۱۲}{۰/۱۵} = ۸۰°C$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۴۴** عبارت اول: درست؛ هر دو ناقطبی هستند و جرم مولی $I_2$ از $Br_2$ بیشتر است.

عبارت دوم: درست؛ جرم مولی استون (قطبی) > دی‌متیل‌اتر (قطبی) > پروپان (ناقطبی)

عبارت سوم: نادرست؛ $HCl$ قطبی و $F_2$ ناقطبی است. نقطه جوش $HCl$ از $F_2$ بیشتر است و آسان‌تر مایع می‌شود.

عبارت چهارم: درست؛ چون $HF$ پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

عبارت پنجم: درست

نقطه جوش $CH_4 < NH_3 < HF < H_2O$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۵**

$$\text{جرم مخلوط اولیه} = 100\,g\,CaCO_3 + 100\,mL \times \frac{1\,g}{1\,mL} = 200\,g$$

$$0/1\,L\,H_2SO_4 \times \frac{0/2\,mol\,H_2SO_4}{1\,L\,H_2SO_4} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 88 \times 10^{-2}\,g\,CO_2$$

$$\text{جامد باقی‌مانده } 200 - 0/88 = 199/12\,g$$

$$\text{تولید شده } 0/1\,L\,H_2SO_4 \times \frac{0/2\,mol\,H_2SO_4}{1\,L\,H_2SO_4} \times \frac{1\,mol\,CaSO_4}{1\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{136\,g\,CaSO_4}{1\,mol\,CaSO_4} = 2/72\,g\,CaSO_4$$

به‌تقریب با $100\,g$ آب مسأله را حل می‌کنیم. $\underbrace{100\,g - (0/02 \times 98)}_{\text{مقدار آب در محلول اولیه}} + \underbrace{(0/02 \times 18)}_{\text{آب تولیدشده در واکنش}} = 98/4\,g \simeq 100\,g$

$$100\,mL \times \frac{1\,g}{1\,mL} \times \frac{0/23\,g\,CaSO_4}{100\,g\,H_2O} = 0/23\,g\,CaSO_4$$

$$\text{رسوب } 2/72 - 0/23 = 2/49\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

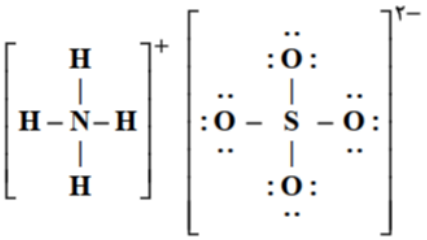
**۱۴۶** ۱) درست

$$AlPO_4 \Rightarrow \frac{PO_4^{3-}}{Al^{3+}} = \frac{95}{27} \simeq 3/5 \qquad CaCO_3 \Rightarrow \frac{CO_3^{2-}}{Ca^{2+}} = \frac{60}{40} = 1/5$$

۲) نادرست؛ هر دو یک‌به‌یک هستند.

$$MgSO_4 \ , \ CuNO_3$$

۳) درست



۴) درست

$$Sn(C_2O_4)_2 \Rightarrow Sn^{4+} \ , \ C_2O_4^{2-}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۴۷**

$$۲NaOH + H_۲SO_۴ \rightarrow Na_۲SO_۴ + ۲H_۲O$$

$$۱۰۰۰mL\,NaOH \times \frac{۱g\,NaOH(aq)}{۱mL\,NaOH} \times \frac{۴۰g\,NaOH}{۱۰^۶g\,NaOH(aq)} \times \frac{۱mol\,NaOH}{۴۰g\,NaOH} \times \frac{۱mol\,H_۲SO_۴}{۲mol\,NaOH} = ۵ \times ۱۰^{-۳}\,mol\,H_۲SO_۴$$

$$[H_۲SO_۴]_{\text{اولیه}} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}\,mol}{۲۰ \times ۱۰^{-۳}\,L} = ۰/۲۵\,\frac{mol}{L}$$

$$۵ \times ۱۰^{-۳}\,mol\,H_۲SO_۴ \times \frac{۱mol\,NaSO_۴}{۱mol\,H_۲SO_۴} = ۵ \times ۱۰^{-۳}\,\frac{mol}{L}$$

حجم محلول پایانی : $۱۰۰۰ + ۴۰۰ = ۱۴۰۰mL = ۱/۴L$

$$[Na_۲SO_۴] = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}}{۱/۴L} \simeq ۳/۵۷ \times ۱۰^{-۳}\,\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۴۸**

$$Na_۲CO_۳ \rightarrow ۲Na^+ + CO_۳^{۲-}$$

$$۵/۴ \times ۱۰^{۲۱}\,\text{یون} \times \frac{۱mol\,\text{یون}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,\text{یون}} \times \frac{۱mol\,CO_۳^{۲-}}{۳mol\,\text{یون}} \times \frac{۶۰g\,CO_۳^{۲-}}{۱mol\,CO_۳^{۲-}} \simeq ۰/۱۸g\,CO_۳^{۲-}$$

$$۳L \times \frac{۱۰^۳mL}{۱L} \times \frac{۱g}{۱mL} = ۳۰۰۰g\,\text{محلول}$$

$$ppm = \frac{۰/۱۸}{۳ \times ۱۰^۳} \times ۱۰^۶ = ۶۰$$

$$۵/۴۱۸ \times ۱۰^{۲۱} \times \frac{۱mol\,\text{یون}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \times \frac{۱mol\,Na_۲CO_۳}{۳mol\,\text{یون}} = ۳ \times ۱۰^{-۳}\,mol\,Na_۲CO_۳$$

$$[Na_۲CO_۳] = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳}}{۳} = ۱۰^{-۳}\,\frac{mol}{L}$$

$$۰/۵L \times \frac{۱۰^{-۳}mol\,Na_۲CO_۳}{۱L} \times \frac{۱۰۶g\,Na_۲CO_۳}{۱mol\,Na_۲CO_۳} = ۵۳ \times ۱۰^{-۳}g\,Na_۲CO_۳$$

از آنجا که محلول رقیق است، جرم محلول به‌تقریب با جرم آب برابر است:

$$۵۰۰mL \times \frac{۱g}{۱mL} \times \frac{۳۰g\,Na_۲CO_۳}{۱۰۰g} = ۱۵۰g\,Na_۲CO_۳ \qquad ۱۵۰ - ۰/۰۵۳ = ۱۴۹/۹۴۷g\,Na_۲CO_۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۴۹**

عبارت اول: نادرست؛ نقطه جوش اتانول از استون بیشتر است.

عبارت دوم: درست؛ جرم مولی دو ماده به هم نزدیک است اما به‌دلیل قطبیت، نیروی واندروالسی دی متیل اتر نسبت به پروپان قوی‌تر است.

عبارت سوم: درست؛ فقط اتانول با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی دارد.

عبارت چهارم: نادرست؛ اتانول و استون به هر نسبت در آب حل می‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۵۰** الف) نادرست

$$\text{درصد جرمی} = \frac{۳۸}{۱۳۸} \times ۱۰۰ \neq ٪۳۸$$

$$\theta = ۲۰ \Rightarrow S = (۰/۴ \times ۲۰) + ۳۰ = \frac{۳۸\,g}{۱۰۰\,g\,H_۲O}$$

ب) درست

$$\frac{۵۰\,g \times \frac{۱\,mol}{۵۰\,g}}{۱۵۰\,g \times \frac{۱\,mL}{۱/۵\,g} \times \frac{۱\,L}{۱۰۰۰\,mL}} = \frac{۱}{۰/۱} = ۱۰\,\frac{mol}{L}$$

$$\theta = ۵۰ \Rightarrow S = (۰/۴ \times ۵۰) + ۳۰ = \frac{۵۰\,g}{۱۰۰\,g\,H_۲O}$$

پ) درست

$$\theta_۱ = ۳۰ \Rightarrow S_۱ = ۴۲$$

$$\theta_۲ = ۱۰ \Rightarrow S_۲ = ۳۴$$

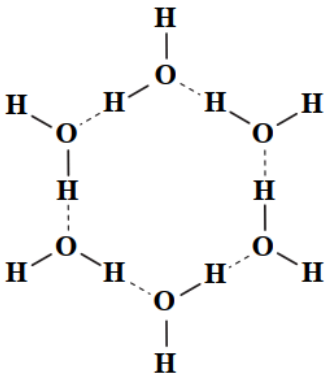
$$۷۱۰\,g\,\text{محلول} \times \frac{(۴۲-۳۴)\,g\,\text{رسوب}}{۱۴۲\,g\,\text{محلول}} = ۴۰\,g\,\text{رسوب}$$

ت) نادرست؛ انحلال‌پذیری با دما رابطهٔ مستقیم دارد، پس انحلال گرماگیر است و باعث کاهش دمای محلول می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۱** عبارت اول: نادرست؛ ۲ پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها و ۲ پیوند اشتراکی در داخل مولکول

عبارت دوم: درست



عبارت سوم: درست

عبارت چهارم: نادرست؛ $H_۲O > H_۲Se > H_۲S$

عبارت پنجم: نادرست؛ با توجه به شکل کتاب درسی، برای مثال $KNO_۳$ رفتار خطی ندارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۲** انحلال‌پذیری گازها با فشار رابطهٔ مستقیم و با دما رابطهٔ عکس دارد:

$$\theta = ۲۵^\circ C\ ,\ P = ۴atm \Rightarrow S_{O_۲} = ۲ \times ۰/۰۱ = ۰/۰۲ \Rightarrow \theta = ۵۰^\circ C\ ,\ P = ۴\,atm : S_{O_۲} < ۰/۰۲$$

$$\theta = ۲۵^\circ C\ ,\ P = ۶\,atm \Rightarrow S_{O_۲} = ۳ \times ۰/۰۱ = ۰/۰۳ \Rightarrow S_{NO} > S_{O_۲} > ۰/۰۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۳** بررسی گزینه‌ها:

۱) $NH_۴Cl$ (نسبت شمار کاتیون به آنیون ۱ به ۱) - $K_۲CO_۳$ (نسبت شمار آنیون به کاتیون ۱ به ۲)

۲) $(NH_۴)_۲SO_۴$ (نسبت شمار کاتیون به آنیون ۲ به ۱) - $Ca(NO_۳)_۲$ (نسبت شمار آنیون به کاتیون ۲ به ۱)

۳) $Al_۲(CO_۳)_۳$ (نسبت شمار کاتیون به آنیون ۲ به ۳) - $NH_۴OH$ (نسبت شمار آنیون به کاتیون ۱ به ۱)

۴) $Li_۲SO_۴$ (نسبت شمار کاتیون به آنیون ۲ به ۱) - $MgCO_۳$ (نسبت شمار آنیون به کاتیون ۱ به ۱)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۵۴** ابتدا جرم کلسیم کلرید حل‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$۵۰۰\,mL \times \frac{۰/۰۸\,mol\,Cl^-}{۱۰۰۰\,mL} \times \frac{۱\,mol\,CaCl_۲}{۲\,mol\,Cl^-} \times \frac{۱۱۱\,g\,CaCl_۲}{۱\,mol\,CaCl_۲} = ۲/۲۲\,g\,CaCl_۲$$

با توجه به چگالی محلول، حجم آن را به جرم تبدیل می‌کنیم و سپس درصد جرمی حل‌شونده را محاسبه می‌کنیم:

$$۵۰۰\,mL \times \frac{۱/۱۱\,g}{۱\,mL} = ۵۵۵\,g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{۲/۲۲}{۵۵۵} \times ۱۰۰ = ۰/۴$$

راه‌حل دوم:

$$\left[CaCl_۲\right] = \frac{\left[Cl^-\right]}{۲} = ۰/۰۴\,\frac{mol}{L}$$

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow ۰/۰۴ = \frac{۱۰ \times a \times ۱/۱}{۱۱۱} \Rightarrow a = ۰/۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۵** راه‌حل اول:

جرمی از مادهٔ A که به ۴۰ گرم آب اضافه شده است را x گرم در نظر بگیریم و با توجه به رابطه محاسبه درصد جرمی مقدار x را می‌توان محاسبه کرد:

$$\frac{x-۲}{۴۰+(x-۲)} \times ۱۰۰ = ۲۰ \Rightarrow \frac{x-۲}{۳۸+x} = ۰/۲ \Rightarrow x = ۱۲g$$

با توجه به درصد جرمی A در محلول نهایی می‌توان جرم آن را محاسبه کرد:

$$\frac{۱۲}{m} \times ۱۰۰ = ۲۰ \Rightarrow m = ۶۰g$$

راه‌حل دوم:

$$\text{محلول‌های سیرشده}: \frac{x-۲}{۴۰} = \frac{x}{m+۴۰} = \frac{۲۰}{۸۰} \Rightarrow \begin{cases} x = ۱۲ \\ m = ۸ \end{cases}$$

$$\text{محلول نهایی} = x + ۴۰ + m = ۶۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۵۶** فقط عبارت اول درست است؛ زیرا $H_۲O$ توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را دارد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

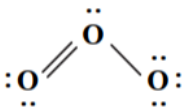
عبارت دوم: در شرایط معین، انحلال‌پذیری کربن دی‌اکسید در مقایسه با نیتروژن مونوکسید در آب بیشتر است. (به‌دلیل انجام واکنش با آب)

عبارت سوم: قانون هنری تأثیر فشار گاز بر انحلال‌پذیری گازها در آب را در دمایی معین نشان می‌دهد.

عبارت چهارم: مقایسه $HF > HBr > HCl$ را می‌توان به نقطه جوش این مواد در فشار $۱atm$ نسبت داد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۷** اوزون مولکولی قطبی است و انحلال‌پذیری در آب، نقطهٔ جوش و گشتاور دوقطبی آن بیشتر از اکسیژن است.





(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۸

$$?\,g\,Li_2S = ۰/۰۲\,mol \times \frac{۴۶\,g}{۱\,mol} = ۰/۹۲\,g$$

$$\text{غلظت ppm لیتیم سولفید} = \frac{۰/۹۲\,g}{۴۰۰۰\,g} \times ۱۰^۶ = ۲۳۰\,ppm$$

مجموع غلظت یون‌های $Li^+$ و $S^{2-}$ با غلظت محلول $Li_2S$ بر حسب ppm برابر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۹

درصد جرمی سدیم کلرید در محلول ۰/۹ است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$۵۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,g\,\text{محلول}}{۱\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۰/۹\,g\,NaCl}{۱۰۰\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,NaCl}{۵۸/۵\,g\,NaCl} = \frac{۴/۵}{۵۸/۵} = \frac{۱}{۱۳} \simeq ۰/۰۷۷\,mol\,NaCl$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۰

$$\theta_۲ = ۲۰^\circ C \Rightarrow S_۲ = ۰/۸(۲۰) + ۱۵ = ۳۱ \Rightarrow \text{جرم محلول} = ۱۰۰ + ۳۱ = ۱۳۱\,g$$

$$\theta_۱ = ۴۰^\circ C \Rightarrow S_۱ = ۰/۸(۴۰) + ۱۵ = ۴۷ \Rightarrow \text{جرم محلول} = ۱۰۰ + ۴۷ = ۱۴۷\,g$$

با کاهش دمای ۱۴۷ g محلول سیرشده، ۱۶ g رسوب $(۴۷ - ۳۱ = ۱۶)$ تشکیل می‌شود.

$$\text{رسوب}\,g = ۹/۶\,g\,\text{محلول} \times \frac{۱۴۷\,g\,\text{محلول}}{۱۶\,g\,\text{رسوب}} = ۸۸/۲\,g$$

$$\text{جرم محلول باقی‌مانده} = ۸۸/۲ - ۹/۶ = ۷۸/۶\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۱

بررسی فرمول شیمیایی ترکیب‌ها:

آمونیوم سولفات $(NH_4)_2SO_4$: آنیون و کاتیون هر دو چند اتمی هستند.

پتاسیم نیترات $KNO_3$: کاتیون تک اتمی و آنیون چند اتمی، شمار یون‌ها برابر است.

کلسیم هیدروکسید $Ca(OH)_2$: کاتیون تک اتمی دارد؛ شمار آنیون‌ها ۲ برابر شمار کاتیون‌ها است.

آمونیوم کربنات $(NH_4)_2CO_3$: آنیون و کاتیون چند اتمی هستند.

ترکیب درست:

منیزیم فسفات $Mg_3(PO_4)_2$: کاتیون تک اتمی و شمار کاتیون‌ها ۱/۵ برابر شمار آنیون‌ها است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۲

با استفاده از چگالی، حجم ۵۴۰ گرم محلول برابر ۵۰۰ میلی‌لیتر محاسبه می‌شود. این حجم از محلول دارای ۰/۰۱ مول سولفات است که جرم آن برابر ۰/۹۶ گرم است:

$$۵۴۰\,g \times \frac{۱\,mL}{۱/۰۸\,g} \times \frac{۰/۰۲\,mol\,SO_4^{2-}}{۱۰۰۰\,mL} \times \frac{۹۶\,g\,SO_4^{2-}}{۱\,mol\,SO_4^{2-}} = ۰/۹۶\,g\,SO_4^{2-}$$

$$\text{غلظت سولفات بر حسب ppm} = \frac{۰/۹۶}{m} \times ۱۰^۶ = ۴۸۰ \Rightarrow m = ۲۰۰۰\,g$$

جرم محلول اولیه ۵۴۰ گرم بود، پس با افزودن ۱۴۶۰ گرم آب به محلول می‌توان غلظت یون سولفات را به ۴۸۰ ppm رساند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۳

با توجه به معادلهٔ انحلال‌پذیری، در دمای ۴۰ درجهٔ سلسیوس انحلال‌پذیری ماده مورد نظر ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. پس ۱۵۰ گرم محلول سیرشده دارای ۵۰ گرم از ماده مورد نظر است:

$$۷۵۰\,g \times \frac{۵۰\,g}{۱۵۰\,g} = ۲۵۰\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۶۴** **بررسی عبارت‌های نادرست:**

**عبارت اول: اگر یک مخلوط گازی حاوی $F_2$ و HCl را سرد کنیم، گاز HCl به‌دلیل داشتن نقطه جوش بیشتر، راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.**

**عبارت دوم: به‌دلیل قطبی بودن، جاذبه‌های بین مولکول‌های HCl قوی‌تر از جاذبه‌های بین مولکول‌های $F_2$ است.**

**بررسی عبارت‌های درست:**

**عبارت‌های سوم و چهارم: HCl قطبی و $F_2$ ناقطبی است.**

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶۵** **پاسخ تشریحی** NO مولکولی قطبی و $CO_2$ مولکولی ناقطبی است. بین این دو مولکول، $CO_2$ انحلال‌پذیری بیشتری دارد، زیرا برخلاف NO با آب واکنش می‌دهد. بین دو مولکول ناقطبی دیگر ($N_2$ و $O_2$)، مولکول $O_2$، جرم مولی بیشتر و در نتیجه انحلال‌پذیری بیشتری دارد؛ پس مقایسهٔ انحلال‌پذیری این گازها به صورت زیر است:

مقایسهٔ انحلال‌پذیری: $CO_2$ > NO > $O_2$ > $N_2$

- $CO_2$: مولکول ناقطبی که با آب واکنش می‌دهد. (۰/۳۳۸)
- NO: مولکول قطبی (۰/۰۱۴)
- $O_2$: مولکول ناقطبی با جرم مولی بیشتر (۰/۰۰۹)
- $N_2$: مولکول ناقطبی با جرم مولی کم‌تر (۰/۰۰۴)

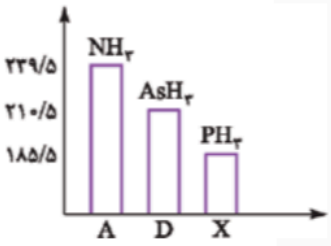
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶۶** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

برای بررسی گزینه‌ها، ابتدا باید نقطهٔ جوش ۳ ترکیب را با هم مقایسه کنیم. بین این ۳ ترکیب، $NH_3$ به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، بیشترین نقطهٔ جوش را دارد. بین $PH_3$ و $AsH_3$، چون جرم مولی $AsH_3$ از $PH_3$ بیشتر است، نقطهٔ جوش $AsH_3$ بالاتر است.

نقطهٔ جوش: $NH_3$ > $AsH_3$ > $PH_3$

- $NH_3$: دارای پیوند هیدروژنی
- $AsH_3$: جرم مولی بیشتر
- $PH_3$: جرم مولی کم‌تر




بررسی موارد:

الف) دلیل بالاتربودن نقطهٔ جوش A نسبت به D و X، وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن است.

ب) هر چه نقطهٔ جوش یک ماده بالاتر باشد، در شرایط یکسان، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. در این‌جا D نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به X دارد و آسان‌تر به مایع تبدیل خواهد شد.

پ) $NH_3$ فراوردهٔ فرایند هابر ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$) می‌باشد که به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

ت) ترکیب D، $AsH_3$ است و اتم مرکزی آن As ۳۳ بوده که در دورهٔ چهارم و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۶۷** **پاسخ تشریحی** از ابتدایی‌ترین زیرلایه شروع به نوشتن می‌کنیم تا ۵ زیرلایهٔ الکترونی پر شوند: $1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6$

در آرایش الکترونی اتم X، ۵ الکترون با $n+l=5$ وجود دارد: زیرلایه‌های $4p$، $5s$ و $3d$، $n+l$ برابر ۵ دارند که در این اتم، فقط زیرلایهٔ $3d$ با ۵ الکترون را می‌توانیم داشته باشیم، *اما هواستون باشه* برای این‌که ۵ زیرلایهٔ پرشده داشته باشیم، آرایش الکترونی اتم مورد نظر باید به $3d^5\ 4s^1$ ختم شود و نه $3d^5\ 4s^2$:

$$X = 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 / 4s^1 \Rightarrow {}_{24}Cr \begin{cases} Cr^{2+} \\ Cr^{3+} \end{cases}$$

با توجه به بار آنیون‌های $SO_4^{2-}$، $CO_3^{2-}$، $PO_4^{3-}$ و $NO_3^-$ داریم:

$$\begin{cases} X^{2+}SO_4^{2-} \Rightarrow XSO_4 \\ X^{3+}SO_4^{2-} \Rightarrow X_2(SO_4)_3 \end{cases} \quad \begin{cases} X^{2+}CO_3^{2-} \Rightarrow XCO_3 \\ X^{3+}CO_3^{2-} \Rightarrow X_2(CO_3)_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X^{2+}PO_4^{3-} \Rightarrow X_3(PO_4)_2 \\ X^{3+}PO_4^{3-} \Rightarrow XPO_4 \end{cases} \quad \begin{cases} X^{2+}NO_3^- \Rightarrow X(NO_3)_2 \\ X^{3+}NO_3^- \Rightarrow X(NO_3)_3 \end{cases}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۶۸** **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) اگر انحلال‌پذیری دو نمک در دمای $5^\circ C$ با هم برابر باشد، درصد جرمی محلول سیرشدهٔ آن‌ها نیز با هم برابر خواهد بود:

$$\left.\begin{matrix} S(\text{نمک A}) = (-0/4 \times 5) + 34 = 32 \\ S(\text{نمک B}) = (0/8 \times 5) + 28 = 32 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{با هم برابر هستند.}$$

۲) ابتدا باید انحلال‌پذیری نمک B در دمای $10^\circ C$ را محاسبه کنیم، سپس مقدار نمک B در ۵۰ گرم آب:

$$S_B(10) = 0/8 \times 10 + 28 = 36$$

برای این‌که محلول سیرشده باشد، باید ۱۸ گرم نمک در ۵۰ گرم آب حل شود؛ پس محلول با ۱۵ گرم نمک، سیرنشده است.

۳) با کاهش دما، انحلال‌پذیری نمک B در آب کاهش می‌یابد و مقداری نمک رسوب می‌کند.

۴) با توجه به نمودارهای انحلال‌پذیری نمک‌ها در کتاب درسی، نمودار انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات ($KNO_3$) خطی نیست؛ پس نمک B نمی‌تواند پتاسیم نیترات باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** معادلهٔ واکنش اول را موازنه می‌کنیم:

$$BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2HCl(aq)$$

**گام دوم:** با استفاده از کسر تناسب، غلظت مولی محلول باریم کلرید و مول HCl را به دست می‌آوریم:

$$\underbrace{\frac{\text{حجم}(L) \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب} \times 1}}_{BaCl_2} = \underbrace{\frac{\text{جرم}(g)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{BaSO_4} = \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب} \times 1}}_{HCl}$$

$$\frac{x \times 0/01}{1} = \frac{9/32 \times 10^{-3}}{233} = \frac{y}{2 \times 1} \Rightarrow \begin{cases} x = 0/4\ mol.L^{-1} \\ y = 8 \times 10^{-3}\ mol\ HCl \end{cases}$$

**گام سوم:** معادلهٔ واکنش دوم را موازنه می‌کنیم:

$$MnO_2(s) + 4HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O\ (l)$$

**گام چهارم:** با استفاده از مول HCl، جرم $MnO_2$ را به دست می‌آوریم:

$$\underbrace{\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{MnO_2} = \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب} \times 1}}_{HCl} \Rightarrow \frac{z}{1 \times 87} = \frac{8 \times 10^{-3}}{4} \Rightarrow z = 0/174g\ MnO_2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول، دوم و سوم درست‌اند.

شکل نشان داده‌شده، همان فرایند اسمز معکوس است.

*بریم سراغ عبارت‌ها:*

- در فرایند اسمز معکوس، با اعمال یک فشار خارجی، جهت حرکت مولکول‌های آب نسبت به فرایند اسمز، برعکس می‌شود. در این‌جا مولکول‌های آب از سمت محلول (آب دریا) به سمت حلال خالص می‌روند؛ در نتیجه ارتفاع مایع در لولهٔ سمت چپ بالا می‌رود.
- در فرایند تقطیر، میکروب‌ها و ترکیب‌های آلی فرّار در آب باقی می‌مانند؛ در حالی که در فرایند اسمز معکوس، تنها میکروب‌ها باقی می‌مانند.
- با گذشت زمان و جابه‌جایی مولکول‌های آب، محلول سمت راست به مرور غلیظ‌تر می‌شود؛ از این‌رو فشار بیشتری لازم است تا فرایند جابه‌جایی مولکول‌های آب انجام شود.
- آب به‌دست‌آمده از هر سه روش «تقطیر، اسمز معکوس و صافی کربن» حاوی میکروب است و نیاز به کلرزنی دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۱ **پاسخ تشریحی** فقط عبارت دوم درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: سدیم (فراوان‌ترین کاتیون در آب دریا)، در دورهٔ سوم جدول تناوبی قرار دارد.

عبارت دوم: ترکیب شیمیایی حاصل از واکنش $Mg^{2+}$ (فراوان‌ترین کاتیون گروه دوم در آب دریا) و $SO_4^{2-}$ (فراوان‌ترین آنیون چندتایی در آب دریا)، منیزیم سولفات نام دارد.

عبارت سوم: سدیم نیترات ($NaNO_3$) از سه عنصر Na، N و O تشکیل شده و ترکیب یونی سه‌تایی است، نه دوتایی!

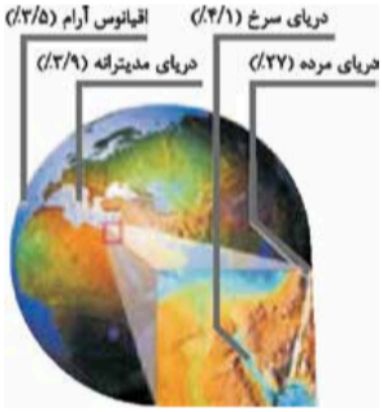
عبارت چهارم: در مراکز تأمین آب آشامیدنی، برای حفظ سلامت دندان‌ها، یون فلوئورید ($F^-$) به آب افزوده می‌شود که در این جدول وجود ندارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۱۷۲** **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.



مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاهای گوناگون

بررسی برخی عبارت‌ها:

عبارت اول: به دلیل وجود برخی یون‌ها و نمک‌ها در آب دریا، چگالی آن از آب‌مقطر بیشتر است.

عبارت سوم: فراوان‌ترین یون‌های حل‌شده در آب دریا به ترتیب یون کلرید $(Cl^-)$ و یون سدیم $(Na^+)$ هستند.

عبارت پنجم: یکی از شورترین آب‌ها، مربوط به دریای مرده (بحرالمیت) است که در هر ۱۰۰ گرم آب آن، حدود ۲۷ گرم حل‌شونده وجود دارد. در اغلب دریاهای دیگر، مقدار نمک‌های حل‌شده کم‌تر از این مقدار است.

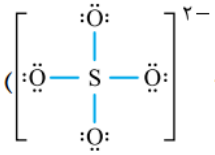
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۳** **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:




۱) اغلب یون‌های موجود در آب آشامیدنی، یون‌های تک‌اتمی مثل $Cl^-$، $Ca^{2+}$، $Na^+$، $Mg^{2+}$ و $Fe^{2+}$ هستند و یون‌های چندتایی مثل $NO_3^-$ و $OH^-$ کم‌تر در آب آشامیدنی یافت می‌شوند.

۲) اتم‌های موجود در یون‌های چندتایی با به اشتراک گذاشتن الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند.

(مثل $SO_4^{2-}$ ⇐ 

۳) در هر واحد کلسیم نیترات، یک یون تک‌اتمی کلسیم $(Ca^{2+})$ و دو یون چندتایی نیترات $(NO_3^-)$ وجود دارد.

۴) دقیقاً همینه.

$$Ca^{2+}NO_3^- \Rightarrow Ca(NO_3)_2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



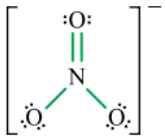
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۷۴** **پاسخ تشریحی** با توجه به شکل، معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) در محلول A، نقره نیترات ($AgNO_3$) وجود دارد که ساختار لوویس آنیون آن به صورت زیر است:



$$\frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}} = \frac{8}{4} = 2$$

۲) ترکیب سه‌تایی موجود در واکنش‌دهنده‌ها، $AgNO_3$ و ترکیب دوتایی موجود در فراورده‌ها، $AgCl$ است:

$$0/5\ mol\ AgNO_3 \times \frac{1\ mol\ AgCl}{1\ mol\ AgNO_3} \times \frac{143/5\ g\ AgCl}{1\ mol\ AgCl} = 71/75\ g\ AgCl$$

۳) نقره کلرید ($AgCl$) همان ترکیب X است که رسوبی سفیدرنگ بوده و از دو عنصر تشکیل شده؛ بنابراین ترکیب یونی دوتایی محسوب می‌شود؛ هم‌چنین یون‌های نقره ($Ag^+$) و کلرید ($Cl^-$) در آن هر دو تک‌اتمی هستند.

۴) درسته؛ زیرا دو یون نقره و کلرید با هم رسوب تشکیل داده و به این روش می‌توانند شناسایی شوند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۵** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) ضدیخ و گلاب از مواد آلی تشکیل شده‌اند اما سرم فیزیولوژی، محلول نمک (ترکیب یونی) در آب است.

ب) خواص محلول‌ها، هم به خواص حلال و هم به خواص حل‌شونده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد.

پ) معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$2Na_3PO_4(aq) + 3CaCl_2(aq) \rightarrow 6\,NaCl(aq) + Ca_3(PO_4)_2(s)$$

شمار مول‌های $Cl^-$ ثابت است اما با تشکیل رسوب $Ca_3(PO_4)_2$، شمار مول‌های یون فسفات، در حال کاهش بوده و در نتیجه نسبت مول $Cl^-$ به $PO_4^{3-}$ به مرور افزایش می‌یابد.

ت) با توجه به معادلات زیر، از تفکیک یونی هر واحد پتاسیم سولفات و آهن (II) نیترات در آب، ۳ یون تولید می‌شود.

$$K_2SO_4(aq) \rightarrow 2K^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

$$Fe(NO_3)_2(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

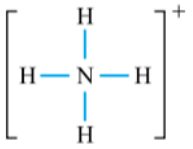
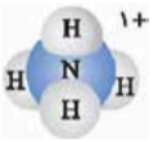
**۱۷۶** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و دوم، نادرست و عبارت‌های سوم و چهارم، درست هستند.

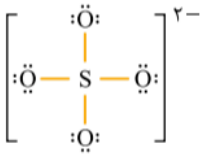
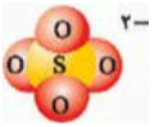
بررسی عبارت‌ها:

الف) مجموع شمار اتم‌های اکسیژن در $OH^-$، $NO_3^-$ و $SO_4^{2-}$ برابر $۱+۳+۴=۸$ است.

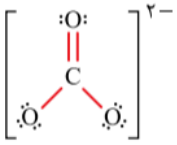
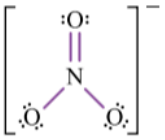
ب) در یون‌های چنداتمی، بار الکتریکی به اتم خاصی تعلق ندارد، بلکه متعلق به کل یون است.

پ) با توجه به شباهت در ساختار لوویس این یون‌ها، انتظار می‌رود مدل فضاپرکن آن‌ها نیز مشابه باشد.

$NH_4^+ \Rightarrow$  $\Rightarrow$ 

$SO_4^{2-} \Rightarrow$  $\Rightarrow$ 

ت) در ساختار لوویس هر دو یون، پیوند دوگانه وجود دارد.

$CO_3^{2-} \Rightarrow$  $NO_3^- \Rightarrow$ 

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۷** **پاسخ تشریحی** ابتدا با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب هر ردیف، کاتیون و آنیون سازندهٔ آن را مشخص می‌کنیم:

| ردیف | فرمول شیمیایی | کاتیون | آنیون |
|---|---|---|---|
| ۱ | $Na_2SiO_3$ | $Na^+$ | $SiO_3^{2-}$ |
| ۲ | $CaMnO_4$ | $Ca^{2+}$ | $MnO_4^{2-}$ |
| ۳ | $Ba_2SiO_4$ | $Ba^{2+}$ | $SiO_4^{4-}$ |
| ۴ | $Al_2Se_3$ | $Al^{3+}$ | $Se^{2-}$ |

حال هر یک از گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱) $Ba^{2+}SiO_3^{2-} \Rightarrow BaSiO_3$ ✓

۲) $Ca^{2+}Se^{2-} \Rightarrow CaSe$ ✓

۳) $Al^{3+}MnO_4^{2-} \Rightarrow Al_2(MnO_4)_3$ ✓

۴) $Na^+SiO_4^{4-} \Rightarrow Na_4SiO_4$ ×

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۸ **پاسخ تشریحی** روش اول: **گام اول:** هر مول سدیم فسفید $(Na_3P)$ شامل ۳ مول کاتیون $(Na^+)$ است؛ پس شمار مول‌های $Na^+$ در ۵۰ گرم سدیم فسفید برابر است با:

$$\text{جرم مولی } Na_3P = 3(23) + 31 = 100\,g.mol^{-1}$$

$$50\,g\,Na_3P \times \frac{1\,mol\,Na_3P}{100\,g\,Na_3P} \times \frac{3\,mol\,Na^+}{1\,mol\,Na_3P} = 1/5\,mol\,Na^+$$

بنابراین در نمونهٔ موجود از آمونیوم فسفات هم باید ۱/۵ مول اتم هیدروژن وجود داشته باشد.

**توجه** برای راحتی در محاسبات، به جای شمار کاتیون‌ها و شمار اتم‌های هیدروژن، مول آن‌ها را برابر قرار دهید.

**گام دوم:** هر مول آمونیوم فسفات $((NH_4)_3PO_4)$ شامل ۱۲ مول اتم هیدروژن است. از طرفی مطابق ساختارهای لوویس رسم‌شده، شمار پیوندهای اشتراکی آن را به دست می‌آوریم.

$$(NH_4)_3PO_4 \Rightarrow 3 \left[\begin{array}{c} H \\ | \\ H-N-H \\ | \\ H \end{array}\right]^+ , \left[\begin{array}{c} :\ddot{O}: \\ | \\ :\ddot{O}-P-\ddot{O}: \\ | \\ :\ddot{O}: \end{array}\right]^{3-}$$

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی در هر واحد آمونیوم فسفات} = 3(4) + 4 = 16$$

**گام سوم:** حالا باید از ۱/۵ مول اتم هیدروژن در آمونیوم فسفات به تعداد پیوندهای اشتراکی در آن برسیم.

$$1/5\,mol\,H \times \frac{1\,mol\,(NH_4)_3PO_4}{12\,mol\,H} \times \frac{16\,mol\,\text{پیوند اشتراکی}}{1\,mol\,(NH_4)_3PO_4} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{پیوند اشتراکی}}{1\,mol\,\text{پیوند اشتراکی}} = 1/204\times10^{24}\,\text{پیوند اشتراکی}$$

روش دوم: با استفاده از کسر تناسب می‌توانیم بنویسیم:

$$Na_3P \sim 3Na^+$$

$$\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{50}{1\times100} = \frac{x\,mol}{3} \Rightarrow x = 1/5\,mol$$

$$(NH_4)_3PO_4 \sim 12H \sim 16\,\text{پیوند اشتراکی}$$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد پیوند}}{\text{عدد آووگادرو} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/5}{12} = \frac{x\,\text{پیوند}}{16\times6/02\times10^{23}} \Rightarrow x = 1/204\times10^{24}\,\text{پیوند}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۷۹** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های دوم و سوم نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)} \times ۱۰^{۳}}{\text{جرم محلول (g)} \times ۱۰^{-۳}} = \underbrace{\frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}}}_{\text{رابطهٔ اصلی ppm}} \times ۱۰^{۶}$$

عبارت دوم: با اضافه‌کردن حلال، جرم محلول افزایش می‌یابد و طبق رابطهٔ $\text{درصد جرمی حل‌شونده} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$ با ثابت‌ماندن جرم حل‌شونده، درصد جرمی آن کاهش می‌یابد.

عبارت سوم:

$$\text{درصد جرمی (a)} = ppm \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow a = ۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۰/۰۰۲$$

عبارت چهارم: با توجه به تعریف درصد جرمی، در محلول ۲۵ درصد جرمی $CaCl_۲$ به ازای ۱۰۰ گرم محلول، ۲۵ گرم $CaCl_۲$ و ۷۵ گرم آب $(۱۰۰ - ۲۵ = ۷۵)$ وجود دارد:

$$mol H_۲O ? = ۱ mol CaCl_۲ \times \frac{۱۱۱ g CaCl_۲}{۱ mol CaCl_۲} \times \frac{۷۵ g H_۲O}{۲۵ g CaCl_۲} \times \frac{۱ mol H_۲O}{۱۸ g H_۲O} = \frac{۱۱۱ \times \overset{۱}{\cancel{۷۵}}^{۳}}{\underset{۶}{\cancel{۱۸}} \times \underset{۱}{\cancel{۲۵}}} = \frac{۱۱۱}{۶} = ۱۸/۵ mol H_۲O$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۰** **پاسخ تشریحی**

**گام اول:** ابتدا حجم مخزن و مقدار جرم آب آشامیدنی که در آن قرار می‌گیرد را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم مکعب} = a^۳ \Rightarrow \text{حجم مخزن} = ۲^۳ = ۸ m^۳$$

$$\text{جرم آب آشامیدنی} = ۸ m^۳ \times \frac{۱۰۰۰ L}{۱ m^۳} \times \frac{۱ kg}{۱ L} \times \frac{۱۰۰۰ g}{۱ kg} = ۸ \times ۱۰^۶ g$$

**گام دوم:** بیشترین غلظت مجاز برای یون فلوئورید، برابر ۱/۲ ppm است. با استفاده از فرمول ppm، جرم مجاز یون فلوئورید در مخزن را به دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

$$۱/۲ = \frac{x}{۸ \times ۱۰^۶} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x = ۹/۶ g F^-$$

**گام سوم:** حال می‌توان هم با کسر تبدیل و هم با تناسب، به جرم NaF رسید:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$NaF \sim F^- \Rightarrow ۹/۶ g F^- \times \frac{۱ mol F^-}{۱۹ g F^-} \times \frac{۱ mol NaF}{۱ mol F^-} \times \frac{۴۲ g NaF}{۱ mol NaF} \simeq ۲۱ g NaF$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NaF}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{F^-}} \Rightarrow \frac{x}{۴۲} = \frac{\overset{۱}{\cancel{۹/۶}}}{\underset{=۲}{\cancel{۱۹}}} \Rightarrow x \simeq ۲۱ g NaF$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۸۱** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- با توجه به فرمول نیترات فلز ($MNO_3$) می‌توان نتیجه گرفت که کاتیون فلز M به صورت $M^+$ است و از طرفی دیگر، اگر فلز M همانند فلز مس دوظرفیتی باشد ($Cu^+, Cu^{2+}$)، فرمول سولفات M می‌تواند به صورت $MSO_4$ باشد.
- در روش تبلور از فرایند تبخیر که یک فرایند فیزیکی است، استفاده می‌شود تا بلورهای جامد حل‌شونده از محلول جدا شوند.
- در محلول آبی کلسیم کلرید ($CaCl_2$) شمار یون‌های کلرید دو برابر شمار یون‌های کلسیم است، اما این موضوع به این معنی نیست که غلظت ppm یون کلرید نیز دو برابر غلظت ppm یون کلسیم است، چون جرم این دو یون در محلول با هم تفاوت دارد.

**نکته** درصد جرمی و غلظت ppm یون‌های سازندهٔ یک نمک در یک محلول معین از آن‌ها، علاوه بر تعداد به جرم مولی آن‌ها (حاصل‌ضرب تعداد در جرم مولی) بستگی دارد؛ برای مثال در محلولی از کلسیم برمید، درصد جرمی و غلظت ppm یون برمید، ۴ برابر درصد جرمی و غلظت ppm یون کلسیم است. $(Ca = 40, Br = 80 : g.mol^{-1})$

$$CaBr_2 \Rightarrow \frac{\text{درصد جرمی } Br^- \text{ (ppm)}}{\text{درصد جرمی } Ca^{2+} \text{ (ppm)}} = \frac{2 \times 80}{40} = 4$$

- *چه ربطی داره؟!* بعضی محلول‌ها *فودشون* بی‌رنگ هستند؛ مثل محلول NaCl، $AgNO_3$ و ... .

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۲** **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) محلول مس (II) سولفات، آبی‌رنگ است و نه سبزرنگ! برای قسمت دوم گزینه هم داریم:

$$mol H_2O = \frac{99/5}{18} \simeq 5/5$$

۲) غلظت اولیه و نهایی محلول را برحسب ppm حساب می‌کنیم. در ۱۰۰ گرم محلول اولیه، ۰/۵ گرم حل‌شونده وجود دارد؛ پس در ۵ گرم از این محلول، مقدار حل‌شونده برابر است با:

$$5\,g \text{ محلول} \times \frac{0/5\,g \text{ حل‌شونده}}{100\,g \text{ محلول}} = 2/5 \times 10^{-2}\,g \text{ حل‌شونده}$$

$$\text{جرم محلول اولیه} = 0/5 + 99/5 = 100\,g$$

$$\text{جرم محلول نهایی} = 5 + 995 = 1000\,g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \begin{cases} \text{محلول اولیه } ppm = \frac{0/5}{100} \times 10^6 = 5000 \\ \text{محلول نهایی } ppm = \frac{2/5 \times 10^{-2}}{1000} \times 10^6 = 25 \end{cases} \Rightarrow 5000 - 25 = 4975$$

۳) روش اول:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{2/5 \times 10^{-2}}{1000} \times 100 = 2/5 \times 10^{-3} \Rightarrow \%0/0025$$

روش دوم:

$$\text{درصد جرمی} = ppm \times 10^{-4} = 25 \times 10^{-4} = \%0/0025$$

۴) در ۱۰۰۰ گرم از محلول نهایی، $2/5 \times 10^{-2}$ گرم مس (II) سولفات وجود دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$640\,g \text{ محلول} \times \frac{2/5 \times 10^{-2}\,g\,CuSO_4}{1000\,g \text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,CuSO_4}{160\,g\,CuSO_4} \times \frac{1000\,mmol\,CuSO_4}{1\,mol\,CuSO_4} = \frac{640 \times 2/5 \times 10^{-2}}{160} = 0/1\,mmol\,CuSO_4$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۳ پاسخ تشریحی روش اول: **گام اول**: ابتدا با استفاده از فرمول ppm، جرم یون نیترات موجود در محلول را به دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow ۹۹۲ = \frac{\text{جرم نیترات}}{۲۵۰} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow \text{جرم نیترات} = ۲۴۸ \times ۱۰^{-۳}\, g NO_۳^-$$

**گام دوم**: حالا باید از جرم نیترات به جرم نمک موجود در محلول $Fe(NO_۳)_n$ برسیم:

$$\frac{۱}{۴} \times \frac{۱}{۱۰^{۳}}\, g NO_۳^- \times \frac{۱\,mol\,NO_۳^-}{۶۲\,g\,NO_۳^-} \times \frac{۱\,mol\,Fe(NO_۳)_n}{n\,mol\,NO_۳^-} \times \frac{(۵۶+۶۲n)Fe(NO_۳)_n}{۱\,mol\,Fe(NO_۳)_n} = \frac{۹۰}{۰/۰۹} g\,Fe(NO_۳)_n$$

$$\Rightarrow ۵۶+۶۲n = ۹۰n \Rightarrow ۵۶ = ۲۸n \Rightarrow n = ۲ \Rightarrow Fe(NO_۳)_۲ \Rightarrow \text{نیترات آهن (II)}$$

**گام سوم**: برای حل قسمت دوم سؤال، با استفاده از کسر تبدیل مناسب می‌نویسیم:

$$۱\,g\,\text{محلول} \times \frac{۰/۳۶\,g\,Fe(NO_۳)_۲}{۲۵۰\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,Fe(NO_۳)_۲}{۱۸۰\,Fe(NO_۳)_۲} \times \frac{۱\,mol\,Fe^{۲+}}{۱\,mol\,Fe(NO_۳)_۲} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,Fe^{۲+}}{۱\,mol\,Fe^{۲+}}$$

$$= ۸\times۱۰^{-۶} \times ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} = ۴/۸۱۶\times۱۰^{۱۸}\,Fe^{۲+}$$

روش دوم: با استفاده از کسر تناسب می‌توانیم بنویسیم:

$$Fe(NO_۳)_n \sim nNO_۳^-$$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe(NO_۳)_n}} = \frac{\text{جرم محلول} \times ppm \times ۱۰^{-۶}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NO_۳^-}} \Rightarrow \frac{۰/۳۶}{۵۶+۶۲n} = \frac{۲۵۰ \times ۹۹۲ \times ۱۰^{-۶}}{n \times ۶۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۰/۳۶}{۵۶+۶۲n} = \frac{۴}{۱۰۰۰n} \Rightarrow \frac{۳۶}{۵۶+۶۲n} = \frac{۴}{۱۰n} \Rightarrow ۵۶+۶۲n = ۹۰n \Rightarrow ۲۸n = ۵۶ \Rightarrow n = ۲$$

$$Fe(NO_۳)_۲ \sim ۲NO_۳^- \sim Fe^{۲+}$$

$$\frac{\text{جرم محلول} \times ppm \times ۱۰^{-۶}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{ضریب} \times N_A} \Rightarrow \frac{۱ \times ۹۹۲ \times ۱۰^{-۶}}{۲ \times ۶۲} = \frac{Fe^{۲+}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$$

$$\Rightarrow Fe^{۲+} = ۸\times۱۰^{-۶} \times ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} = ۴/۸۱۶\times۱۰^{۱۸}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۸۴** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

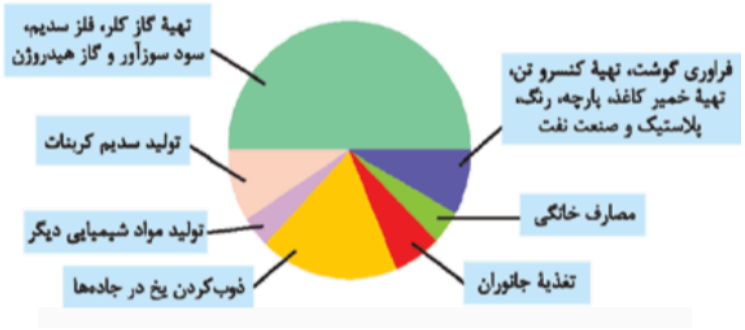
الف) منیزیم هیدروکسید $Mg(OH)_2$ در آب نامحلول است.

ب) نام درست $(NH_4)_2SO_4$، آمونیوم سولفات است.

پ) آمونیوم سولفات، کودی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را برای گیاه تأمین می‌کند. مطابق ساختارهای لوویس زیر، در هر واحد فرمولی از این ترکیب، ۱۲ پیوند اشتراکی وجود دارد.

$$(NH_4)_2SO_4 \Rightarrow 2 \left[ H-\underset{H}{\overset{H}{N}}-H \right]^+ , \left[ :\ddot{O}-\underset{:\ddot{O}:}{\overset{:\ddot{O}:}{S}}-\ddot{O}: \right]^{2-} \Rightarrow \text{شمار پیوندهای اشتراکی} = 2(4)+4=12$$

ت) کاربردهای NaCl در نمودار زیر آمده است:




(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** نخست باید جرم ید موجود در محلول را محاسبه کنیم.

$$\text{درصد جرمی ید} = \frac{\text{جرم ید}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 2 = \frac{\text{جرم ید}}{50} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ید} = 1\,g$$

**گام دوم:** با اضافه‌کردن کربن تتراکلرید به محلول، جرم ید تغییری نمی‌کند، اما جرم محلول افزایش می‌یابد. اگر جرم کربن تتراکلرید اضافه‌شده را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{جرم محلول جدید} = 50 + x$$

(جرم محلول اولیه ↑، جرم $CCl_4$ اضافه‌شده ↓)

$$ppm = \frac{\text{جرم ید}}{\text{جرم محلول جدید}} \times 10^6 \Rightarrow \frac{800}{} = \frac{1}{50+x} \times 10^6 \Rightarrow 400+8x=10000 \Rightarrow 8x=9600 \Rightarrow x=1200\,g$$

**گام سوم:** با استفاده از چگالی، حجم $CCl_4$ اضافه‌شده را به دست می‌آوریم:

$$1200\,g\,CCl_4 \times \frac{1\,mL\,CCl_4}{1/6\,g\,CCl_4} = 750\,mL\,CCl_4$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۶ **پاسخ تشریحی** با استفاده از فرمول ppm، جرم NaOH موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم و سپس با استفاده از کسر تبدیل به مول NaOH می‌رسیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۸۰۰ = \frac{\text{جرم NaOH}}{۲۰ \times ۱۰^۳} \times ۱۰^۶ \Rightarrow \text{جرم NaOH} = ۱۶\,g$$

$$۱۶\,g\ NaOH \times \frac{۱\,mol\ NaOH}{۴۰\,g\ NaOH} = ۰/۴\,mol\ NaOH$$

برای قسمت دوم سؤال، ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم، سپس لیتر گاز هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$۲Al(s) + ۲NaOH(s) + ۶H_۲O(l) \rightarrow ۲NaAl(OH)_۴(aq) + ۳H_۲(g)$$

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$۰/۴\,mol\ NaOH \times \frac{۳\,mol\ H_۲}{۲\,mol\ NaOH} \times \frac{۲۲/۴\ LH_۲}{۱\,mol\ H_۲} = ۱۳/۴۴\ LH_۲$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$۲\,NaOH \sim ۳H_۲$$

$$\frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب} \times ۱}_{NaOH}} = \frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{H_۲}} \Rightarrow \frac{۰/۴}{۲} = \frac{x}{۳ \times ۲۲/۴} \Rightarrow x = ۱۳/۴۴\,L\,H_۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۷ **پاسخ تشریحی** در فرایند استخراج منیزیم از آب دریا، با استفاده از واکنش شیمیایی $Mg^{۲+}(aq)$ را به $Mg(OH)_۲(s)$ و سپس به $MgCl_۲(aq)$ تبدیل می‌کنند و در ادامه با تبخیر آب موجود در محلول منیزیم کلرید (که یک فرایند فیزیکی است)، آن را به منیزیم کلرید مذاب تبدیل می‌کنند (درستی ۳) و در پایان با عبور جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به عناصر سازندهٔ آن تجزیه می‌کنند (نادرستی ۴).

**نکته** مراحل تهیهٔ منیزیم از آب دریا به صورت زیر است:

$$Mg^{۲+}(aq) \xrightarrow{+OH^-} Mg(OH)_۲(s) \xrightarrow{+HCl} MgCl_۲(aq) \xrightarrow{\text{ذوب و خشک کردن}} MgCl_۲(l) \xrightarrow{\text{جریان برق}} Mg(l) + Cl_۲(g)$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۸ **پاسخ تشریحی** روش اول: **گام اول**: در هر مول از سدیم سولفات، دو مول یون سدیم (معادل ۴۶ g) و یک مول یون سولفات (معادل ۹۶ g) وجود دارد؛ بنابراین به ازای ۱ مول از سدیم سولفات داریم:

$$1\,mol\ Na_2SO_4 \begin{cases} 2\,mol\,Na^+ = 2\times 23 = 46\,g \\ 1\,mol\,SO_4^{2-} = 96\,g \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف جرم یون‌های سدیم و سولفات} = 96 - 46 = 50\,g$$

**گام دوم**: حال از روی ۴ گرم اختلاف جرم یون‌های موجود در محلول، مقدار سولفات را به دست می‌آوریم:

$$4\,g \text{ اختلاف جرم} \times \frac{96\,g\ SO_4^{2-}}{50\,g \text{ اختلاف جرم}} = 0/08 \times 96 = 7/68\,g\ SO_4^{2-}$$

بنابراین، جرم سولفات برابر است با: $96 \times 0/08 = 7/68\,g$

**گام سوم**: با اضافه‌کردن آب به محلول، جرم یون سولفات تغییری نمی‌کند، اما جرم محلول افزایش می‌یابد. چگالی محلول برابر $1\,g.mL^{-1}$ است، پس جرم محلول اولیه همان ۴۰۰ گرم بوده است. جرم محلول نهایی را محاسبه کرده، سپس درصد جرمی خواسته‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم محلول نهایی} = \overbrace{400}^{\text{جرم محلول اولیه}} + \underbrace{200}_{\text{جرم آب اضافه‌شده}} = 600\,g$$

$$SO_4^{2-} \text{ درصد جرمی} = \frac{SO_4^{2-} \text{ جرم}}{\text{جرم محلول نهایی}} \times 100 \Rightarrow \frac{7/68}{600} \times 100 = \frac{600}{600} + \frac{168}{600} = \%1/28$$

روش دوم: با استفاده از کسر تناسب داریم:

$$Na_2SO_4 \sim 2Na^+ \sim SO_4^{2-}$$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم‌مولی} \times \text{ضریب}}_{SO_4^{2-}}} = \frac{\text{تفاوت جرم}}{\underbrace{\text{جرم‌مولی} \times \text{ضریب}}_{SO_4^{2-}-Na}} \Rightarrow \frac{x}{1\times 96} = \frac{4}{(1\times 96)-(2\times 23)} \Rightarrow x = 7/68\,g\ SO_4^{2-}$$

$$SO_4^{2-} \text{ درصد جرمی} = \frac{7/68}{400+200} \times 100 = \%1/28$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۹ همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده در یک لیتر محلول را **غلظت مولی** و یا **غلظت مولار** می‌نامند:

$$\text{غلظت مولی}(M) = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده}\ (n)}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}\ (V)}$$

وقتی می‌گوییم غلظت مادهٔ x برابر یک مولار است؛ یعنی در یک لیتر محلول، یک مول مادهٔ x (معادل با M گرم از آن) وجود دارد.

عبارت دوم: یکی از روش‌های بیان غلظت، **قسمت در میلیون** یا ppm است:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$$

در صورت و مخرج این رابطه باید از یک نوع یکای اندازه‌گیری جرم (مانند میلی‌گرم، گرم یا کیلوگرم) استفاده کرد. در ضمن می‌توان برای جرم حل‌شونده از یکای میلی‌گرم و برای محلول از یکای کیلوگرم استفاده کرد و رابطهٔ ppm را به صورت زیر هم نوشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}\ (mg)}{\text{جرم محلول}\ (kg)}$$

بنابراین وقتی می‌گوییم غلظت مادهٔ x برابر ۱ppm است، یعنی در $۱۰^{۶}$ گرم محلول، ۱ گرم حل‌شونده و یا در ۱ کیلوگرم محلول، ۱ میلی‌گرم حل‌شونده وجود دارد.

عبارت سوم: **انحلال‌پذیری**، بیشترین مقدار یک ماده برحسب گرم است که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول) حل می‌شود.

انحلال‌پذیری = a در دمای $۲۵^{\circ}C$، یعنی a گرم از مادهٔ x در ۱۰۰ گرم آب $۲۵^{\circ}C$ حل شده است.

عبارت چهارم: **درصد جرمی** برابر با جرم مادهٔ حل‌شونده برحسب گرم، در ۱۰۰ گرم محلول است و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلّال} + \text{جرم حل‌شونده}} \times ۱۰۰$$

منظور از محلول ۱ درصد جرمی مادهٔ x، این است که در هر ۱۰۰ گرم از محلول آن، ۱ گرم x (حل‌شونده) و ۹۹ گرم آب (حلال) وجود دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۰ عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت‌ها:

الف) غلظت مولی محلول (I) و (II) را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی ظرف (I)} = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۳}\ \text{mol}}{۵۰ \times ۱۰^{-۳}\ \text{L}} = ۰/۲\ \text{mol.L}^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولی ظرف (II)} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}\ \text{mol}}{۵۰ \times ۱۰^{-۳}\ \text{L}} = ۰/۱\ \text{mol.L}^{-۱}$$

با افزودن ۵۰ mL آب به محلول (I)، حجم محلول ۲ برابر شده و غلظت محلول با توجه به رابطهٔ $\left(\text{غلظت} = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}}\right)$ نصف و برابر با $۰/۱\ \text{mol.L}^{-۱}$ می‌شود.

ب) اگر محتویات ظرف (I) را به ظرف (II) منتقل کنیم، در ظرف (II) در مجموع ۰/۰۱۵ mol ذرهٔ گلوکز $(۱۵ \times ۰/۰۰۱ = ۰/۰۱۵)$ و ۱۰۰ mL محلول $(۵۰ + ۵۰ = ۱۰۰)$ خواهیم داشت. غلظت محلول در این حالت برابر است با:

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده (n)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر (V)}} \Rightarrow M = \frac{۰/۰۱۵\ \text{mol}}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۳}\ \text{L}} = ۰/۱۵\ \text{mol.L}^{-۱} \Rightarrow \frac{۰/۱۵}{۰/۱} \neq ۲$$

پ)

**نکته** اگر درصد جرمی محلول برابر «a» و چگالی محلول برحسب $\text{g.mL}^{-۱}$ برابر «d» باشد، غلظت مولی (M) این محلول برحسب $(\text{mol.L}^{-۱})$ برابر است با:

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}}$$

با توجه به رابطهٔ قبل، برای پیداکردن درصد جرمی این محلول، خواهیم داشت:

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۱۰ \times a \times ۱}{۱۸۰} \Rightarrow a = ٪۱/۸$$

ت) در اثر جایگزین‌کردن حل‌شوندهٔ ظرف (II) یعنی گلوکز با استیک اسید، نوع مادهٔ حل‌شونده تغییر می‌کند، اما شمار مول حل‌شونده، حجم محلول و در نتیجه، غلظت مولی محلول ثابت باقی می‌ماند؛ یعنی $M_۱ = M_۲$.

$$M_۱ = M_۲ \Rightarrow \frac{۱۰a_۱d_۱}{\text{جرم مولی گلوکز}} = \frac{۱۰a_۲d_۲}{\text{جرم مولی } C_۲H_۴O_۲} \xrightarrow{d_۱ = d_۲} \frac{۱۰ \times a_۱}{۱۸۰} = \frac{۱۰ \times a_۲}{۶۰} \Rightarrow \frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱}{۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۱ پاسخ تشریحی الف)

**نکته** روابط مختلف ppm:

فرمول‌های ppm:

(۱) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$ (برای همهٔ محلول‌ها)

(۲) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ (برای همهٔ محلول‌ها)

(۳) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)

(۴) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (L)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است.)

در نمک کلسیم کلرید ($CaCl_۲$) به ازای ۱ مول $CaCl_۲$، ۲ مول $Cl^-$ وجود دارد؛ یعنی غلظت مولی $Cl^-$، ۲ برابر غلظت مولی کلسیم کلرید است، پس در ۱ لیتر محلول، $۱۰^{-۲} = ۲ \times ۵ \times ۱۰^{-۳}$ مول $Cl^-$ وجود دارد.

روش اول:

$$۱۰^{-۲}\,mol\,Cl^- \times \frac{۳۵/۵\,g\,Cl^-}{۱\,mol\,Cl^-} \times \frac{۱۰^{۳}\,mg\,Cl^-}{۱\,g\,Cl^-} = ۳۵۵\,mg\,Cl^-$$

غلظت یون کلرید را برحسب ppm به دست می‌آوریم. چون محلول رقیق است، خواهیم داشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \Rightarrow ppm = \frac{۳۵۵}{۱} = ۳۵۵$$

روش دوم:

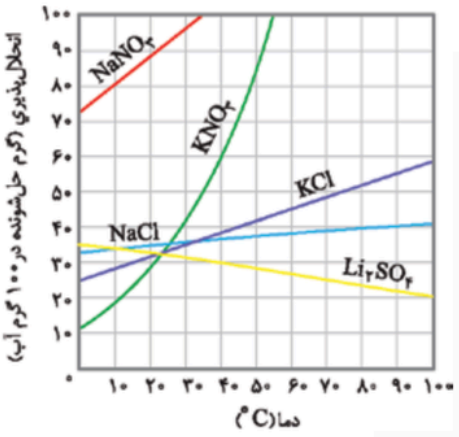
چگالی محلول بسیار رقیق، تقریباً برابر با آب یعنی $۱\,g.mL^{-۱}$ است:

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{۱۰ \times a \times ۱}{۳۵/۵} \Rightarrow a = ۳۵۵ \times ۱۰^{-۴}$$

با توجه به روابط درصد جرمی و ppm، می‌توان فهمید که اگر مقدار درصد جرمی یک حل‌شونده در محلول را به ما دادند، کافی است آن را در $۱۰^{۴}$ ضرب کنیم تا غلظت آن برحسب ppm به دست آید:

$$ppm = a \times ۱۰^{۴} \xrightarrow{a = ۳۵۵ \times ۱۰^{-۴}} ppm = ۳۵۵$$

ب) براساس نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» نمک‌ها، در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ بیشتر از $Li_۲SO_۴$ است.




(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹۲** **پاسخ تشریحی** ابتدا غلظت مولار گلوکز در خون فرد را (برحسب $mol/L$) پیدا می‌کنیم:

$$۴/۹۵\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱\,mol}{۱۸۰\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۶} = ۲/۷۵ \times ۱۰^{-۲}\,mol$$

$$\text{غلظت مولی}(M) = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده}(n)}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}(v)} \Rightarrow M = \frac{۲/۷۵ \times ۱۰^{-۲}\,mol}{۵\,L} = ۵/۵ \times ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

دستگاه گلوکومتر، میلی‌گرم‌های گلوکز را در دسی‌لیتر $(dL)$ از خون نشان می‌دهد.

$$\text{عدد دستگاه گلوکومتر} = \frac{\text{میلی‌گرم گلوکز}}{\text{دسی‌لیتر خون}} = \frac{۴/۹۵ \times ۱۰^{۳}\,mg}{۵ \times ۱۰\,dL} = ۹۹\,mg.dL^{-۱}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۳** **پاسخ تشریحی**

**گام اول:** انحلال‌پذیری گاز $O_۲$ و $N_۲$ در فشار $۲\,atm$ را به دست می‌آوریم. با $n$ برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری گاز هم $n$ برابر می‌شود. در این سؤال، فشار گاز از $۷\,atm$ به $۲\,atm$ رسیده است؛ پس انحلال‌پذیری گاز نیز $\frac{۲}{۷}$ برابر خواهد شد:

$$\text{انحلال پذیری } O_۲ \text{ در فشار } ۲\,atm = a\,g \times \frac{۲}{۷} = \frac{۲a}{۷}\,g$$

$$\text{انحلال‌پذیری } N_۲ \text{ در فشار } ۲\,atm = \frac{a}{۲}\,g \times \frac{۲}{۷} = \frac{a}{۷}\,g$$

تفاوت انحلال‌پذیری گاز اکسیژن و نیتروژن در فشار $۲\,atm$ برابر $\frac{a}{۷}$ گرم در ۱۰۰ گرم آب در دمای $۲۰^\circ C$ است. $\frac{۲a}{۷} - \frac{a}{۷} = \frac{a}{۷}$

**گام دوم:** تفاوت انحلال‌پذیری این دو گاز به ازای ۳/۵ لیتر (۳۵۰۰ گرم) آب، در دمای $۲۰^\circ C$ را به دست می‌آوریم:

| تفاوت انحلال‌پذیری | گرم آب |
|---|---|
| $\frac{a}{۷}$ | ۱۰۰ |
| $x$ | ۳۵۰۰ |

$$\Rightarrow x = \frac{۳۵۰۰ \times a}{۱۰۰ \times ۷} = ۵a\,g$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۴ عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی

بررسی عبارت‌ها:

الف) ابتدا معادلهٔ انحلال‌پذیری ترکیب یونی $X$ را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1) \Rightarrow S-80=\frac{96-80}{30-10}(\theta-10) \Rightarrow S=0/8\theta+72$$

سپس انحلال‌پذیری ترکیب $X$ در دمای $40^\circ C$ را به دست می‌آوریم:

$$S=0/8(40)+72=104\,g$$

**توجه** نیازی به نوشتن معادله انحلال‌پذیری هم نیست. با توجه به جدول به ازای $20^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری نمک $X$، ۱۶ گرم $(96-80=16)$ افزایش یافته است؛ بنابراین به ازای $10^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری آن ۸ گرم افزایش می‌یابد؛ در نتیجه انحلال‌پذیری آن در دمای $40^\circ C$ برابر با $96+8=104$ است.

اکنون باید ببینیم برای تشکیل یک محلول سیرشده از نمک $X$ در ۱۵۰ گرم آب $40^\circ C$، چند گرم حل‌شونده $(X)$ نیاز است.

| گرم آب | انحلال‌پذیری |
|---|---|
| ۱۰۰ | ۱۰۴ |
| ۱۵۰ | x |

$$\Rightarrow x=\frac{150\times104}{100}=156\,g$$

ب) معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک $Z$ را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1) \Rightarrow S-29=\frac{35-29}{30-10}(\theta-10) \Rightarrow S=0/3\theta+26$$

معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک $X$ به صورت $S=0/8\theta+72$ و معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک $Z$ به صورت $S=0/3\theta+26$ است. از آن‌جا که شیب معادلهٔ انحلال‌پذیری $X$ $(0/8)$ بیشتر از $Z$ $(0/3)$ است، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن بیشتر است.

برای قسمت دوم سؤال، ابتدا باید انحلال‌پذیری نمک $Z$ در دمای $0^\circ C$ را پیدا کنیم:

$$S=0/3(0)+26=26\,g$$

یعنی انحلال‌پذیری نمک $Z$ در دمای صفر درجه، برابر ۲۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس در ۲۰۰ گرم آب صفر درجه، می‌توان ۵۲ گرم $(2\times26=52)$ از نمک $Z$ را حل کرد.

پ)

$$\begin{cases}30^\circ C: \text{جرم محلول سیرشده}=100+44=144\\ 10^\circ C: \text{جرم محلول سیرشده}=100+18=118\end{cases} \Rightarrow 144-118=26\,g \text{ رسوب}$$

تا این‌جا فهمیدیم اگر ۱۴۴ گرم محلول سیرشدهٔ نمک $Y$ در دمای $30^\circ C$ را تا $10^\circ C$ سرد کنیم، ۲۶ گرم رسوب حاصل می‌شود؛ بنابراین مقدار رسوب حاصل (نمک خارج‌شده از محلول) به ازای ۳۶۰ گرم محلول سیرشده برابر است با:

$$\text{رسوب}\,65\,g=\frac{26\,g\ \text{رسوب}}{144\,g\ \text{محلول سیرشده}}\times 360\,g\ \text{محلول سیرشده}$$

ت) منظور از سولفات اولین فلز دستهٔ s جدول تناوبی، $Li_2SO_4$ است. نمودار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما نزولی است؛ یعنی با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن کاهش می‌یابد. با نگاهی به انحلال‌پذیری ترکیب $M$ برحسب دما، می‌بینیم که انحلال‌پذیری ترکیب یونی $M$ نیز نزولی است (از ۳۴ گرم در دمای $10^\circ C$، به ۳۲ گرم در دمای $30^\circ C$)؛ پس $M$ می‌تواند $Li_2SO_4$ باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۱۹۵** **پاسخ تشریحی** بخش اول:

**گام اول:** ابتدا باید حجم محلول را به دست آوریم:

$$\text{چگالی}\,(g.mL^{-1})=\frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{حجم}\,(mL)}\Rightarrow ۱/۰۲=\frac{۲۵۰+۵}{\text{حجم}}\Rightarrow \text{حجم}=\frac{۲۵۵}{۱/۰۲}=۲۵۰mL=۰/۲۵L$$

**گام دوم:** حالا شمار مول نمک $MBr_n$ را پیدا کرده و سپس جرم مولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مول}=\text{غلظت}\,(mol.L^{-1})\times\text{حجم}\,(L)\Rightarrow \text{مول}\,MBr_n=۰/۱mol.L^{-1}\times۰/۲۵L=۲/۵\times۱۰^{-۲}mol$$

$$\text{مول}\,(mol)=\frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{جرم مولی}\,(g.mol^{-1})}\Rightarrow ۲/۵\times۱۰^{-۲}=\frac{۵g}{x}\Rightarrow x=۲۰۰g.mol^{-1}$$

**گام سوم:** برای این‌که جرم مولی نمک $MBr_n$ برابر ۲۰۰ گرم بر مول باشد، دوتا حالت داریم:

$$۲۰۰=M+۸۰n\Rightarrow\begin{cases}(۱)\text{حالت}: n=۱, M=۱۲۰\Rightarrow \frac{M}{n}=۱۲۰\times\Rightarrow \text{تو گزینه‌ها نیست.}\\ (۲)\text{حالت}: n=۲, M=۴۰\Rightarrow \frac{M}{n}=۲۰\checkmark\end{cases}$$

دقت کنید که $n$ نمی‌تواند اعداد ۳ به بالاتر باشد، زیرا حاصل $۸۰n$ بیشتر از ۲۰۰ خواهد شد.

بخش دوم: **گام اول:** ابتدا جرم یون برمید $(Br^-)$ موجود در محلول را می‌یابیم:

$$۲/۵\times۱۰^{-۲}mol\,MBr_۲\times\frac{۲mol\,Br^-}{۱mol\,MBr_۲}\times\frac{۸۰g\,Br^-}{۱mol\,Br^-}=۴g\,Br^-$$

**گام دوم:** درصد جرمی یون برمید را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی}\,Br^-=\frac{\text{جرم}\,Br^-}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰=\frac{۴}{۲۵۵}\times۱۰۰\approx٪۱/۵۶$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۹۶** عبارت‌های دوم و پنجم درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی موارد نادرست:

عبارت اول: بخش اول درسته، اما بخش دوم *نه!* گشتاور دوقطبی مولکول‌های $H_۲O$ و $H_۲S$ به ترتیب برابر با ۱/۸۵D و ۰/۹۷D است؛ بنابراین میزان قطبیت آب کم‌تر از دو برابر قطبیت مولکول‌های $H_۲S$ است: $(D)$گشتاور دوقطبی: $۱/۸۵ < ۱/۹۴(۲\times۰/۹۷)$

عبارت سوم: در ساختار یخ، حلقه‌های شش‌ضلعی وجود دارد نه شش‌وجهی!

عبارت چهارم: آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلّال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری *(نه همه!)* از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹۷** عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت‌ها:

الف) ابتدا معادلهٔ انحلال‌پذیری سدیم نیترات برحسب دما را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1) \Rightarrow S-80=\frac{88-80}{20-10}(\theta-10) \Rightarrow S=0/8\theta+72$$

انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $0^\circ C$ برابر ۷۲ گرم است؛ در حالی که این عدد برای نمک مجهول، ۲۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب $(S=0/3\theta+27)$ می‌باشد. از طرفی شیب نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» برای $NaNO_3$ $(0/8)$ بیشتر از نمک مورد نظر $(0/3)$ است؛ یعنی انحلال‌پذیری سدیم نیترات در هر دمایی بیشتر از نمک مجهول است.

ب) انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $85^\circ C$ برابر است با: $S=0/8(85)+72=140\,g$

یعنی در دمای $85^\circ C$، ۱۴۰ گرم $NaNO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده تشکیل می‌دهد.

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}+\text{جرم حل‌شونده}}\times 100=\frac{140}{140+100}\times 100\approx \%58/3$$

پ) ۳/۲ مول از نمک سدیم نیترات در ۲۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده ایجاد کرده است؛ پس برای سیرشدن ۱۰۰ گرم آب در دمای $\theta^\circ C$، به ۱/۶ مول نمک نیاز است. ابتدا جرم ۱/۶ مول نمک $NaNO_3$ را حساب می‌کنیم:

$$1/6\,mol\,NaNO_3\times\frac{85\,g\,NaNO_3}{1\,mol\,NaNO_3}=136\,g\,NaNO_3$$

اکنون باید ببینیم انحلال‌پذیری سدیم نیترات در کدام دما برابر ۱۳۶ گرم است:

$$0/8\theta+72=136 \Rightarrow 0/8\theta=64 \Rightarrow \theta=80^\circ C$$

ت) انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $5^\circ C$ برابر است با: $S=0/8(5)+72=76\,g$

یعنی در دمای $5^\circ C$، ۷۶ گرم $NaNO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده تشکیل می‌دهد.

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}+\text{جرم حل‌شونده}}\times 100=\frac{76}{76+100}\times 100\approx \%43$$

از فرمول *معروفمون* استفاده می‌کنیم تا چگالی محلول را حساب کنیم:

$$M=\frac{10ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow 6=\frac{10\times 43\times d}{85} \Rightarrow d=1/18\,g.mL^{-1}\simeq 1/2\,g.mL^{-1}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۹۸** **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) همهٔ مولکول‌های دواتمی با اتم‌های یکسان *(اصطلاحاً هورهسته!)* مثل $F_2$، $O_2$ و ... ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۲) *کاملاً درسته!* به طور کلی نقطهٔ جوش مواد با حالت فیزیکی جامد، بیشتر از مواد مایع و نقطهٔ جوش مواد مایع نیز بیشتر از گازهاست و این موضوع *سوای* قطبیت و جرم مولی ترکیب‌هاست.

۳) *نادرسته!* مثلاً مولکول IF یا ClF با وجود این‌که دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند، اما اتم‌های سازنده‌شان در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند.

۴) مثلاً با وجود این‌که جرم مولی $H_2O$ کم‌تر از $H_2S$ است؛ به دلیل گشتاور دوقطبی بالای مولکول‌های آب، حالت فیزیکی آب برخلاف $H_2S$ مایع بوده و نقطهٔ جوش بالاتری نیز دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

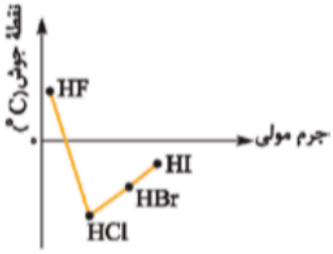


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹۹** فقط عبارت دوم درست است.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت‌ها:

- ترکیب هیدروژن‌دار دومین عنصر گروه ۱۷ همان $HCl$ است. دو ترکیب $HCl$ و $F_2$ دارای جرم مولی نزدیک به یکدیگرند، اما $HCl$ برخلاف $F_2$ یک مولکول قطبی است و نقطهٔ جوش بالاتری دارد.
- از بین چهار عنصر نخست گروه ۱۷، $F_2$ و $Cl_2$ به حالت گاز، $Br_2$ به حالت مایع و $I_2$ جامد می‌باشد.
- نمودار نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷ به صورت روبه‌رو است:




*هواستون باشه* نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار این گروه (به‌جز $HF$) کم‌تر از صفر درجه است.

- گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی آن‌ها ($F_2$، $Cl_2$، $Br_2$ و $I_2$) برابر صفر است و این مولکول‌ها ناقطبی‌اند، در حالی که مولکول‌های $HF$، $HCl$، $HBr$ و $HI$ قطبی بوده و دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۰** به‌جز عبارت دوم، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت نادرست:

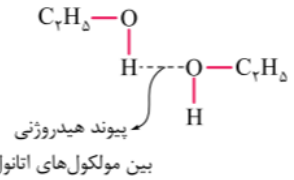
عبارت دوم: نیروهای بین مولکولی **به طور عمده** به میزان قطبی‌بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها بستگی دارد، اما *نه فقط این دو تا عامل!* عوامل دیگری مانند شکل هندسی مولکول‌ها و سطح تماس بین آن‌ها نیز بر نیروهای بین مولکولی تأثیر می‌گذارند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۱** عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) بین مولکول‌های برخی مواد آلی مثل اتانول ($C_2H_5OH$) نیز پیوند هیدروژنی شکل می‌گیرد.



بین مولکول‌های اتانول

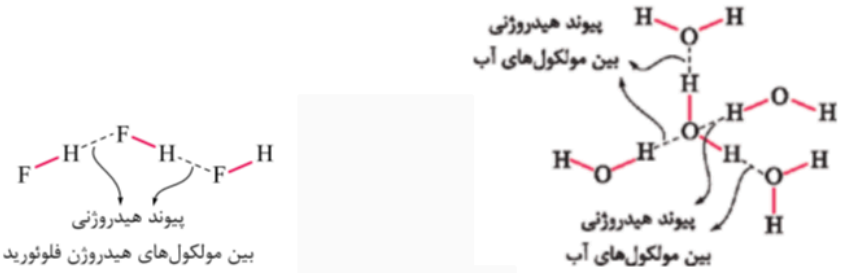
پ) هر چند پیوند هیدروژنی از دیگر جاذبه‌های بین مولکولی قوی‌تر است، اما از پیوند اشتراکی (کووالانسی) بین اتم‌ها و پیوند یونی (بین یون‌ها) ضعیف‌تر می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۲** **پاسخ تشریحی**

همهٔ حلال‌های آلی ناقطبی نیستند، مثلاً استون ($C_3H_6O$) یک حلال آلی قطبی است.

۴ کاملاً درسته؛ هر مولکول $HF$، حداکثر ۲ پیوند هیدروژنی و هر مولکول آب، حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.




(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۰۳** **پاسخ تشریحی** ابتدا ببینیم از هر داده چه نتیجه‌ای می‌گیریم:

- مادهٔ A در آب حل می‌شود؛ بنابراین مادهٔ A مانند آب، مولکولی قطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر از صفر است.
- گشتاور حلّال X، حدود صفر است. با توجه به این‌که مادهٔ B در این حلال حل می‌شود، نتیجه می‌گیریم که مادهٔ B نیز یک مادهٔ ناقطبی می‌باشد.

بنابراین، نتیجه می‌گیریم که گشتاور دوقطبی مادهٔ A از B بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) لزوماً نقطهٔ جوش هر مادهٔ قطبی از مادهٔ ناقطبی بیشتر نیست؛ مثلاً متانول $(CH_3OH)$ در دمای اتاق مایع است و نقطهٔ جوش پایین‌تری نسبت به ید جامد $(I_2)$ دارد!

۲) مادهٔ B ناقطبی است و علاوه بر هیدروکربن‌ها می‌تواند مواد ناقطبی دیگر مانند $I_2$، $CCl_4$ و ... باشد.

۴) *چه ربطی داره؟!* با این‌که جرم مولی گلوکز، ۱۰ برابر جرم مولی آب است، به راحتی در آن حل شده و مخلوطی همگن تشکیل می‌دهد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۰۴** همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

**پاسخ تشریحی** عبارت اول: به انتشار (حرکت) مولکول‌های آب از درون یک غشای نیمه‌تراوا از سمت محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر و یا از سمت حلال خالص به سمت محلول را اسمز (گذرندگی) می‌گویند که بدون صرف انرژی انجام می‌شود.

عبارت دوم: قانون هنری اثر فشار بر انحلال‌پذیری گازها را بررسی می‌کند و دربارهٔ گازهایی مانند $CO_2$، $SO_2$ و $SO_3$ که می‌توانند با آب واکنش دهند، کارایی ندارد.

عبارت سوم: غشای نیمه‌تراوا غشایی است که فقط اجازهٔ عبور برخی از مولکول‌ها (در این‌جا آب) و بعضی از یون‌ها را می‌دهد. طبیعتاً در اثر تغییر قطر روزنه‌های غشاء و نیز ضخامت آن، موادی که اجازهٔ عبور دارند، دستخوش تغییر خواهند شد.

عبارت چهارم: *درسته! اینم بدونین* که تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون، از منابع آب شیرین تأمین می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۰۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

**گام دوم:** جرم گاز NO تولیدشده در اثر واکنش ۲۵/۶ گرم فلز مس با مقدار کافی $HNO_3$ را می‌یابیم:

$$25/6\,g\,Cu \times \frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu} \times \frac{2\,mol\,NO}{3\,mol\,Cu} \times \frac{30\,g\,NO}{1\,mol\,NO} = 8\,g\,NO$$

**گام سوم:** انحلال‌پذیری گاز NO در فشار ۱۲atm را به دست می‌آوریم. فشار ۴ برابر $(\frac{12}{3} = 4)$ شده است؛ پس مطابق قانون هنری، انحلال‌پذیری گاز NO نیز ۴ برابر خواهد شد:

$$S = 0/02 \times 4 = 0/08\,g \quad (\text{انحلال‌پذیری})$$

در دمای $20^\circ C$ و فشار ۱۲atm، ۰/۰۸ گرم نیتروژن مونوکسید در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده ایجاد می‌کند. الان باید ببینیم برای انحلال ۸ گرم NO در این شرایط، چند کیلوگرم آب نیاز است:

$$8\,g\,NO \times \frac{100\,g\,\text{آب}}{0/08\,g\,NO} \times \frac{1\,kg\,\text{آب}}{1000\,g\,\text{آب}} = 10\,kg\,\text{آب}$$

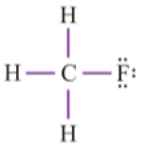
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۰۶** **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول، دوم و پنجم امکان‌پذیر هستند.

بررسی عبارت‌ها:



عبارت اول: در صورتی میان مولکول‌های یک ماده می‌تواند پیوند هیدروژنی برقرار شود که در ساختار مولکول‌های آن ماده، اتم $H$ به یکی از اتم‌های $F$ یا $O$ یا $N$ متصل باشد، در غیر این‌صورت مولکول‌های آن ماده توانایی برقراری پیوند هیدروژنی بین خودشان را نخواهند داشت؛ برای مثال در بین مولکول‌های $CH_3F$ پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

عبارت دوم: اگر جرم مولی دو ماده نزدیک به هم باشد، هر چه گشتاور دو قطبی مولکول‌های سازندهٔ یک ماده بزرگ‌تر باشد، نقطهٔ‌جوش آن نیز بیشتر خواهد بود. اما ممکن است جرم مولی مادهٔ ناقطبی به اندازه‌ای بیشتر باشد که بر عامل قطبیت غلبه کند و نقطهٔ جوش مادهٔ ناقطبی بیشتر از مادهٔ قطبی شود. مثلاً مادهٔ ناقطبی ید $(I_2)$ نقطهٔ جوش بیشتری نسبت به آب دارد.

عبارت سوم: در ترکیب‌های یونی واحدهای مجزای مولکول وجود ندارد و استفاده از واژهٔ جاذبهٔ بین مولکولی برای ترکیب‌های یونی نادرست است. البته ماده‌های یونی جاذبه‌های قوی‌تری (پیوند یونی) نسبت به ماده‌های مولکولی (نیروی بین مولکولی) دارند.

عبارت چهارم: گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است. یک هیدروکربن هرگز نمی‌تواند به هر نسبتی در آب حل شود.

عبارت پنجم: ترکیب‌های یونی که کاتیون سازندهٔ آن‌ها آمونیوم است، فاقد اتم فلزی هستند. مانند آمونیوم کلرید $(NH_4Cl)$.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۷** **پاسخ تشریحی**

روش اول:

**گام اول:** مول حل‌شوندهٔ محلول‌های (I) و (II) را حساب می‌کنیم.

$$n_I = ۸ \times ۰/۰۵ = ۰/۴\,mol \quad n_{II} = ۵ \times ۰/۰۵ = ۰/۲۵\,mol$$

**گام دوم:** درصد جرمی دو محلول را برابر هم قرار می‌دهیم تا نسبت جرم مولی حل‌شوندهٔ محلول I $(M_I)$ به جرم مولی حل‌شوندهٔ محلول II $(M_{II})$ به دست آید.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\overbrace{\text{جرم مولی} \times \text{مول}}^{\text{جرم حل شونده}}}{\underbrace{\text{چگالی محلول} \times \text{حجم محلول (mL)}}_{\text{جرم محلول}}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۰/۴ \times M_I}{۲۵۰ \times ۱/۶} = \frac{۰/۲۵ \times M_{II}}{۱۵۰ \times ۱/۲} \Rightarrow \frac{M_{II}}{M_I} = ۰/۷۲$$

روش دوم: از فرمول «$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}$» استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{غلظت مولی محلول (I)}}{\text{غلظت مولی محلول (II)}} = \frac{\frac{۸ \times ۰/۰۵}{۲۵۰}}{\frac{۵ \times ۰/۰۵}{۱۵۰}} = \frac{۱۵ \times ۸}{۵ \times ۲۵} = \frac{۲۴}{۲۵}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{۱۰ \times a_I d_I}{\text{I جرم مولی}}}{\frac{۱۰ \times a_{II} d_{II}}{\text{II جرم مولی}}} = \frac{۲۴}{۲۵} \Rightarrow \frac{\text{II جرم مولی}}{\text{I جرم مولی}} \times \frac{d_I}{d_{II}} = \frac{۲۴}{۲۵}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{II جرم مولی}}{\text{I جرم مولی}} = \frac{۲۴}{۲۵} \times \frac{۱/۲}{۱/۶} = \frac{۱۸}{۲۵} = ۰/۷۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

۲۰۸

**نکته** در یک دما و فشار معین، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا کم‌تر از آب آشامیدنی است، به عبارت دیگر **با افزایش مقدار نمک حل‌شده در آب، انحلال‌پذیری گازهای ناقطبی مانند اکسیژن، در آب کاهش می‌یابد.**

**دلیل:** بین یون‌های یک نمک حل‌شده در آب (مانند یون‌های $Na^+$ و $Cl^-$) و مولکول‌های آب، نیروی جاذبهٔ قوی یون ـ دوقطبی برقرار می‌شود؛ از این‌رو تمایل مولکول‌های قطبی آب به مولکول‌های ناقطبی اکسیژن کاهش یافته و گاز اکسیژن از محلول پا به *فرار می‌ذاره!* (انحلال‌پذیری آن کم می‌شود.)

**پاسخ تشریحی**

قسمت اول:

**گام اول:** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن کامل متان را می‌نویسیم و جرم $O_2$ لازم برای سوختن ۰/۱۲۵ مول متان را حساب می‌کنیم.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$?gO_2 = 0/125\,molCH_4 \times \frac{2\,molO_2}{1\,molCH_4} \times \frac{32\,gO_2}{1\,molO_2} = 8\,gO_2$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم‌مولی} \times \text{ضریب}}_{O_2}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{CH_4}} \Rightarrow \frac{xg}{2 \times 32} = \frac{0/125}{1} \Rightarrow x = 8\,gO_2$$

**گام دوم:** به ازای حرارت‌دادن ۲ تُن آب، ۸ گرم (۸۰۰۰ میلی‌گرم) گاز اکسیژن آزاد شده است، حال مقدار گاز اکسیژن آزادشده از حرارت‌دادن ۱۰۰ گرم آب را حساب می‌کنیم.

$$?mgO_2 = 100\,g\,\text{آب} \times \frac{8000\,mgO_2}{2 \times 10^6\,g\,\text{آب}} = 0/4\,mgO_2$$

با توجه به نمودارهای داده‌شده، اگر دمای ۱۰۰ گرم آب آشامیدنی (منحنی بالایی) را از $18^\circ C$ به $45^\circ C$ بالا ببریم، ۰/۴ میلی‌گرم گاز اکسیژن از آب آزاد می‌شود.

قسمت دوم:

**گام اول:** با توجه به نمودار، در دمای اتاق $(25^\circ C)$ در ۱۰۰ گرم آب آشامیدنی، حداکثر ۰/۹ میلی‌گرم گاز اکسیژن حل می‌شود، حال مقدار گاز اکسیژن در ۳۰۰ گرم آب را حساب می‌کنیم.

$$?mgO_2 = 300\,g\,\text{آب} \times \frac{0/9\,mgO_2}{100\,g\,\text{آب}} = 2/7\,mgO_2$$

**گام دوم:** شمار مولکول‌های اکسیژن در ۲/۷mg از آن را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,\text{مولکول}\ O_2 = 2/7 \times 10^{-3}\,gO_2 \times \frac{1\,molO_2}{32\,gO_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,\text{مولکول}\ O_2}{1\,molO_2} \simeq 5 \times 10^{19}\ \text{مولکول}\ O_2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۰۹** **آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است** که اغلب **مزه‌ای شور** دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده‌است. برآوردها نشان می‌دهند که $۵ \times ۱۰^{۱۶}$ تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره نیز وارد آب‌کره می‌شوند. از آنجا که **جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است**، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند. توجه داریم که زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به **۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده** است؛ به گونه‌ای که جرم کل آب‌های روی کرهٔ زمین در حدود $۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن برآورد می‌شود. بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۲ فراوان‌ترین یون چندتایی موجود در آب دریاها، یون سولفات با نماد $SO_۴^{۲-}$ است. ساختار لوویس این یون و یون $SO_۳^{۲-}$ به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، در ساختار این یون چند اتمی ۴ پیوند اشتراکی و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. این یون چند اتمی در ترکیب با یون باریم، یک ماده نامحلول در آب و در ترکیب با یون کلسیم، یک ماده کم‌محلول در آب را ایجاد می‌کند.

۳ **آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده** و حاوی مقدار **کمی از یون‌های گوناگون** از جمله یون‌های کلرید، منیزیم، کلسیم، نیترات، هیدروکسید، سدیم و آهن$(II)$ است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه، به آب آشامیدنی مقدار **بسیار کمی یون فلوئورید می‌افزایند**، زیرا وجود این یون سبب **حفظ سلامت دندان‌ها** می‌شود. در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل‌شده به قدری زیاد است که مزهٔ آب را تغییر می‌دهد. آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیه آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. این ویژگی نشان می‌دهد که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است.

۴ گیاهان برای رشد مناسب خود افزون بر آب و کربن دی‌اکسید، به عناصر **نیتروژن، فسفر، گوگرد، پتاسیم** و ... نیز نیاز دارند. **آمونیوم سولفات** با فرمول شیمیایی $(NH_۴)_۲SO_۴$ یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر **نیتروژن و گوگرد** را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۱۰** با توجه به اطلاعات داده شده، تعداد مول‌های یون آمونیوم(یون $NH_۴^+$) را در یک لیتر از محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NH_۴^+ = ۱\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱/۲\,g\,\text{محلول}}{۱\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۷۵۰\,g\,NH_۴^+}{۱۰^۶\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,NH_۴^+}{۱۸\,g\,NH_۴^+} = ۰/۰۵\,mol$$

نمک حل شده در این محلول، آمونیوم سولفات با فرمول شیمیایی $(NH_۴)_۲SO_۴$ است. با توجه به فرمول شیمیایی نمک حل شده، می‌توان گفت به ازای هر یون سولفات$(SO_۴^{۲-})$ که در ساختار خود حاوی یک اتم گوگرد است، ۲ یون آمونیوم$(NH_۴^+)$ در محلول وجود دارد. در مرحله بعد، شمار اتم‌های گوگرد$(S)$ موجود در یک لیتر از این محلول همگن را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,atom\,S = ۰/۰۵\,mol\,NH_۴^+ \times \frac{۱\,mol\,SO_۴^{۲-}}{۲\,mol\,NH_۴^+} \times \frac{۱\,mol\,S}{۱\,mol\,SO_۴^{۲-}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,S}{۱\,mol\,S} = ۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}\,atom$$

علاوه بر راه‌حل گفته شده، می‌توانستیم اول غلظت $ppm$ یون سولفات را بدست بیاوریم و در ادامه، تعداد اتم‌های گوگرد را محاسبه کنیم. برای محاسبه غلظت $ppm$ یون سولفات با توجه به غلظت یون آمونیوم، به روش زیر عمل می‌کنیم.

$$\text{غلظت } ppm \text{ یون } SO_۴^{۲-} = \frac{\text{جرم مولی یون } SO_۴^{۲-} \text{ در واحد فرمولی نمک}}{\text{مجموع جرم مولی یون‌های } NH_۴^+ \text{ در واحد فرمولی نمک}} \times \text{غلظت } ppm \text{ یون } NH_۴^+ = \frac{۹۶}{۲ \times ۱۸} \times ۷۵۰ = ۲۰۰۰\,ppm$$

با داشتن غلظت $ppm$ یون سولفات، به راحتی می‌توانیم تعداد اتم‌های گوگرد موجود در ۱ لیتر از محلول را محاسبه کنیم.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۱** فراوان‌ترین آنیون موجود در آب دریاها، یون کلرید است. یون کلرید، در بسیاری از محلول‌ها از جمله سرم فیزیولوژی(محلول رقیق آب نمک) وجود داشته و در ساختار خود مجموعا ۱۸ الکترون دارد. آرایش الکترونی یون کلرید به صورت زیر است:

$$_{17}Cl^- : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

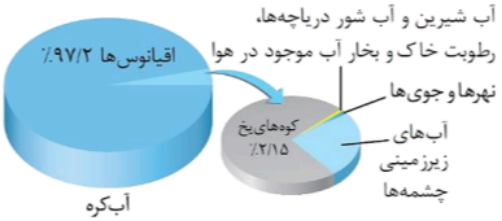
آرایش الکترونی این یون، مشابه آرایش الکترونی یون $Sc^{3+}$ است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) آب‌های کره زمین را در یک تقسیم‌بندی کلی در دو گروه اقیانوسی و غیراقیانوسی قرار می‌دهند. **در حدود ۹۷/۲ درصد آب‌کره در اقیانوس‌ها و ۲/۸٪ آن به صورت‌های دیگر وجود دارد.** عمده منابع غیراقیانوسی را کوه‌های یخ و سپس آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. در این رابطه، داریم:

مجموعهٔ آب دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب< آب نهرها و جوی‌ها< آب‌های زیرزمینی< کوه‌های یخ

تصویر زیر، نمایی از تقسیم‌بندی منابع آبی کره زمین را نشان می‌دهد:




همانطور که مشخص است، **در حدود ۷۵٪ منابع غیراقیانوسی آب‌کره، در ساختار کوه‌های یخ قرار گرفته** و حالت جامد دارند.

۳) برای بررسی وجود یون کلرید موجود در یک نمونه آب آشامیدنی، می‌توان از محلول نقره نیترات استفاده کرد. اگر با ریختن محلول نقره نیترات بر روی محلول مورد نظر، رسوب سفیدرنگ ایجاد شود، یعنی در آن محلول یون کلر وجود داشته است.

۴) اگرچه **۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است**، اما **۵۰ درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج** می‌برند و به احتمال زیاد، در حدود ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو خواهند شد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۱۲** با توجه به اطلاعات داده شده، شمار مول‌های سدیم نیترات را در محلول نمک اولیه محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NaNO_3 = 250\,g\ \text{محلول} \times \frac{17\,g\,NaNO_3}{100\,g\ \text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaNO_3}{85\,g\,NaNO_3} = 0/5\,mol$$

سدیم نیترات موجود در این محلول، بر اساس معادله زیر تجزیه می‌شود:

$$4NaNO_3(s) \rightarrow 2Na_2O(s) + 5O_2(g) + 2N_2(g)$$

به ازای تجزیه شدن ۴ مول سدیم نیترات در این واکنش، ۵ مول گاز اکسیژن(معادل با ۱۶۰ گرم گاز اکسیژن) و ۲ مول گاز نیتروژن(معادل با ۵۶ گرم گاز نیتروژن) تولید می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای مصرف شدن ۴ مول سدیم نیترات در این واکنش، تفاوت جرم فراورده‌های گازی تولید شده برابر با ۱۰۴ گرم می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\ \text{تفاوت جرم فراورده‌های گازی} = 0/5\,mol\,NaNO_3 \times \frac{104\,g\ \text{تفاوت جرم فراورده‌های گازی}}{4\,mol\,NaNO_3} = 13\,g$$

در واقع، طی این فرایند ۲۰ گرم گاز اکسیژن و ۷ گرم گاز نیتروژن تولید شده است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۳** واکنش میان محلول‌های نقره نیترات و سدیم کلرید به صورت زیر است:

$$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

با توجه به اطلاعات داده شده از محلول سدیم کلرید، جرم نقره نیترات مصرف شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,AgNO_3 = 1\,L \text{ محلول سدیم کلرید} \times \frac{0/2\,mol\,NaCl}{1\,L \text{ محلول سدیم کلرید}} \times \frac{1\,mol\,AgNO_3}{1\,mol\,NaCl} \times \frac{170\,g\,AgNO_3}{1\,mol\,AgNO_3} = 34\,g$$

با توجه به جرم نقره نیترات موجود در محلول دوم، غلظت این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم محلول} = \text{حجم محلول} \times \text{چگالی محلول} = 8000\,mL \times 1/25\,\frac{g}{mL} = 10000\,g$$

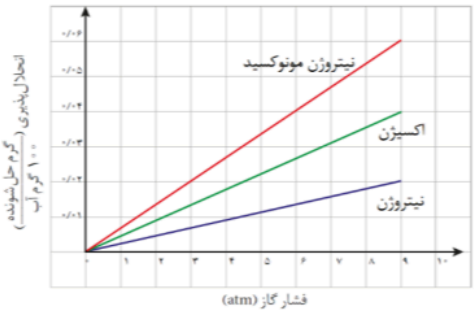
$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 10^6 = \frac{34}{10000} \times 10^6 = 3400$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۱۴** ذرات سازنده اتانول، هنگام مخلوط شدن با آب، به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند درحالی که سدیم کلرید پس از انحلال در آب، به یون‌های سازنده خود تفکیک شده و ویژگی‌های ساختاری خود را از دست می‌دهد. بر این اساس، می‌توان گفت ذرات سازنده اتانول برخلاف ذرات سازنده سدیم کلرید، به هنگام انحلال در آب ویژگی ساختار خود را حفظ می‌کنند.

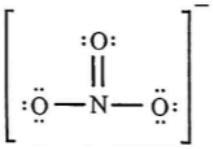
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) چون جرم مولی اکسیژن بیشتر از جرم مولی نیتروژن است، در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز نیتروژن است. نمودار زیر انحلال‌پذیری این گازها را در فشارهای مختلف نشان می‌دهد:

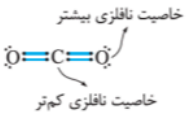


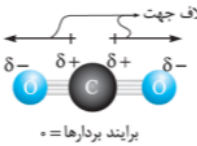

۳) یون نیترات، یکی از یون‌های چند اتمی موجود در آب آشامیدنی است. بار الکتریکی یون‌های چند اتمی، فقط متعلق به یکی از اتم‌های موجود در این یون‌ها نبوده و به کل اتم‌های موجود در آن یون تعلق دارد.

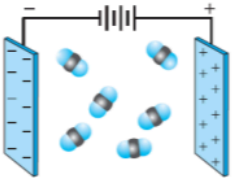
ساختار یون نیترات به صورت زیر است:



۴) مولکول‌های کربن دی‌اکسید، برخلاف مولکول‌های آب و $H_2S$، ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. تصاویر زیر، نمایی از توزیع بار الکتریکی در مولکول‌های کربن دی‌اکسید را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud

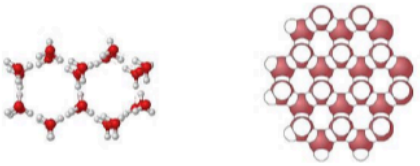
۲۱۵ **آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز(بخار) در طبیعت یافت می‌شود.** آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جمله آن‌ها توانایی حل‌کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه‌جوش بالا و غیرعادی است. در رابطه با آب، عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

آ: **مولکول‌های آب در حالت بخار جدا از هم هستند؛ گویی پیوندهای هیدروژنی میان آن‌ها وجود ندارد.** در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. برخلاف حالت بخار و مایع، ساختار یخ منظم است و در آن مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

ب: **یکی از ویژگی های آب، افزایش حجم هنگام انجماد بوده که باعث می‌شود جرم یکسانی از مولکول‌های $H_2O$ در حالت جامد حجم بیشتری اشغال کند.** در واقع می‌توان گفت طی فرایند انجماد، چگالی آب کاهش می‌یابد.

پ: یخ، از جمله جامدهای بلوری به شمار رفته و چینش مولکول‌ها در ساختار آن از یک الگوی منظم پیروی می‌کند. **در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به ۲ اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به ۲ اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.** هر اتم هیدروژن نیز به ۱ اتم اکسیژن با پیوند اشتراکی و به ۱ اتم هیدروژن با پیوند هیدروژنی متصل است. بر این اساس، می‌توان گفت در یخ هر مولکول آب با ۴ مولکول آب دیگر از طریق پیوندهای هیدروژنی در ارتباط است و در حالت مایع این عدد کاهش پیدا می‌کند. تصویر زیر، نمایی از ساختار یخ را نشان می‌دهد:



ت: در ساختار یخ، مولکول‌های آب به‌گونه‌ای قرار گرفته‌اند که اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی و اتم‌های هیدروژن در وسط اضلاع جای دارند. در ساختار هر یک از اضلاع سازنده نیز یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی وجود دارد.

ث: در ساختار یخ، به‌دلیل وجود فضاهای خالی منظم بین مولکول‌ها، ذرات سازنده نسبت به یکدیگر با فاصله بیشتری قرار گرفته و درنتیجه چگالی این ماده نسبت به آب مایع کم‌تر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۶ با توجه به جرم سدیم موجود در این مخلوط، جرم سدیم سولفات و منیزیم سولفات را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی سدیم} = \frac{\text{جرم سدیم}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۱۸/۴ = \frac{x\ g}{۱۲۵\ g} \times ۱۰۰ \Longrightarrow x = ۲۳\ g$$

$$?\ g\ Na_2SO_4 = ۲۳\ g\ Na \times \frac{۱\ mol\ Na}{۲۳\ g\ Na} \times \frac{۱\ mol\ Na_2SO_4}{۲\ mol\ Na} \times \frac{۱۴۲\ g\ Na_2SO_4}{۱\ mol\ Na_2SO_4} = ۷۱\ g$$

بر این اساس، می‌توان گفت در مخلوط مورد نظر ۷۱ گرم سدیم سولفات و ۵۴ گرم منیزیم سولفات وجود دارد، پس داریم:

$$?\ mol\ Na_2SO_4 = ۷۱\ g\ Na_2SO_4 \times \frac{۱\ mol\ Na_2SO_4}{۱۴۲\ g\ Na_2SO_4} = ۰/۵\ mol$$

$$?\ mol\ MgSO_4 = ۵۴\ g\ MgSO_4 \times \frac{۱\ mol\ MgSO_4}{۱۲۰\ g\ MgSO_4} = ۰/۴۵\ mol$$

با توجه به محاسبات فوق، ۰/۴۵ مول منیزیم سولفات و ۰/۵ مول سدیم سولفات در مخلوط مورد نظر وجود دارد، پس با انحلال این مخلوط در آب، ۰/۹۵ مول یون سولفات در محلول ایجاد می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Longrightarrow ۰/۵ = \frac{۰/۹۵\ mol}{x\ L} \Longrightarrow x = ۱/۹\ L$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud

**۲۱۷** عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

**آ:** فرمول شیمیایی کلسیم فسفات و دی‌نیتروژن پنتاکسید به ترتیب به صورت $Ca_3(PO_4)_2$ و $N_2O_5$ است. همانطور که مشخص است، در واحد فرمولی ترکیب کلسیم فسفات، ۱۳ اتم وجود دارد.

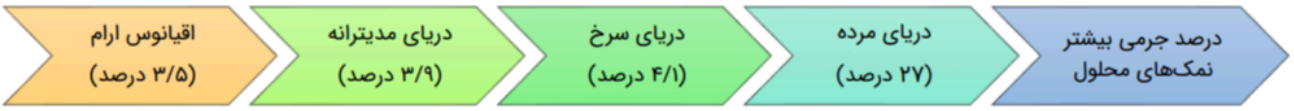
**ب:** معادله واکنش محلول باریم کلرید و محلول سدیم سولفات به صورت زیر است:

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)$$

باریم سولفات تولید شده در این واکنش، یک رسوب سفیدرنگ بوده و در کف ظرف ته‌نشین می‌شود. توجه داریم که سرم فیزیولوژی، محلول رقیقی از سدیم کلرید($NaCl$) است. **بین این محلول و محلول رقیق باریم سولفات، هیچ واکنشی انجام نمی‌شود.**

**پ:** آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشور سنگ کلیه دارند. **این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی(ژنتیکی)، می‌تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود.**

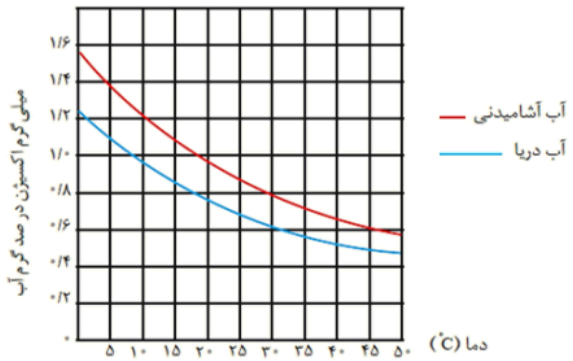
**ت:** ترتیب درصد جرمی نمک‌های حل شده در آب‌های گوناگون به صورت زیر است:




مطابق نمودار فوق، در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای سرخ، ۴/۱ گرم نمک به صورت حل شده وجود دارد. آب دریای مرده نیز محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیا است که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می‌آید.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۱۸** طبق نمودار زیر که انحلال‌پذیری گاز اکسیژن را در دماهای مختلف در آب آشامیدنی و آب دریا مقایسه می‌کند، در فشار ثابت و با افزایش دما، میزان جنب و جوش ذرات سازنده مواد افزایش پیدا کرده و بر این اساس، مقدار انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش پیدا می‌کند. همچنین شیب این نمودار با افزایش دما، کاهش پیدا می‌کند.




**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۱** **طبق قانون هنری، با دو برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری گازها نیز دو برابر می‌شود.** بر این اساس، می‌توان گفت مقدار مولفه $x$ برابر ۲ است. با توجه به توضیحات داده شده، $3x$ برابر شدن فشار به معنای ۶ برابر شدن آن بوده و در این شرایط، انحلال‌پذیری گاز نسبت به حالت اول ۶ برابر شده و یا می‌توان گفت طی این فرایند، مقدار انحلال‌پذیری گاز به اندازه ۵۰۰ درصد افزایش پیدا می‌کند.

**۳** آب دریا در مقایسه با آب آشامیدنی مقدار حل‌شونده بسیار بیشتری داشته و مزه آن اغلب شور است. **از آنجا که با افزودن حل‌شونده به آب، انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آن کاهش پیدا می‌کند، پس می‌توان گفت انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی از آب دریا بیشتر است.**

**۴** آمونیاک، توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با ذرات آب را داشته و بر این اساس، برخلاف متان که نوعی ترکیب ناقطبی است، از جمله مواد محلول در آب به شمار می‌رود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۹** درصد جرمی نمک حل‌شده در یک محلول را با استفاده از رابطه زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{انحلال‌پذیری}}{\text{انحلال‌پذیری} + ۱۰۰} \times ۱۰۰$$

اگر انحلال‌پذیری و درصد جرمی محلول سیرشده نمک مورد نظر در شرایط اولیه را به ترتیب معادل با $S_۱$ و $W_۱$ در نظر بگیریم، انحلال‌پذیری و درصد جرمی محلول سیرشده این نمک در شرایط ثانویه به ترتیب معادل با $S_۲$ و $W_۲$ می‌شود؛ پس داریم:

$$\begin{cases} S_۲ = ۰/۲۵ \times S_۱ \\ W_۲ = ۰/۴ \times W_۱ \end{cases}$$

با توجه به نسبت‌های فوق، مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$W_۲ = \frac{۴}{۱۰} \times W_۱ \Longrightarrow \frac{S_۲}{۱۰۰ + S_۲} \times ۱۰۰ = \frac{۴}{۱۰} \times \frac{S_۱}{۱۰۰ + S_۱} \times ۱۰۰ \xrightarrow{S_۲ = ۰/۲۵ \times S_۱} \frac{۰/۲۵ \times S_۱}{۱۰۰ + ۰/۲۵ \times S_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۴}{۱۰} \times \frac{S_۱}{۱۰۰ + S_۱} \times ۱۰۰$$

$$\frac{۵}{۱۰۰ + ۰/۲۵ \times S_۱} = \frac{۸}{۱۰۰ + S_۱} \Longrightarrow ۸۰۰ + ۲ \times S_۱ = ۵۰۰ + ۵ \times S_۱ \Longrightarrow ۳۰۰ = ۳ \times S_۱ \Longrightarrow S_۱ = ۱۰۰ \text{ گرم}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، انحلال‌پذیری نمک مورد نظر برابر با ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب بوده است که پس از کاهش دما، مقدار آن به ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب رسیده است. بر این اساس، داریم:

$$W_۲ = \frac{S_۲}{۱۰۰ + S_۲} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵}{۱۰۰ + ۲۵} \times ۱۰۰ = ۲۰ \text{ درصد}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۰** عبارت‌های (آ)، (ت) و (ث) درست‌اند.

**بررسی موارد:**

**آ:** **فراوان‌ترین کاتیون و آنیون موجود در آب دریا به ترتیب معادل با یون سدیم($Na^+$) و یون کلرید($Cl^-$) هستند** و همانطور که می‌دانیم، شعاع یون سدیم از یون کلرید کوچک‌تر است.

**ب:** اگر به محلول حاوی یون $Ca^{2+}$ مانند محلول بی‌رنگ کلسیم کلرید، مقداری محلول بی رنگ سدیم فسفات اضافه کنیم، یون $Ca^{2+}$ با یون $PO_4^{3-}$ رسوب سفید رنگ کلسیم فسفات را تشکیل می‌دهد.

معادله این واکنش به صورت زیر است:

$$2Na_3PO_4(aq) + 3CaCl_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6NaCl(aq)$$

نسبت شمار اتم‌ها به عنصرها در کلسیم فسفات $\frac{13}{3} \simeq 4/3$ است. توجه داریم که از این واکنش می‌توان برای شناسایی یون $Ca^{2+}$ در محلول استفاده کرد.

**پ:** **در فرایند اسمز، جابه‌جایی مولکول‌های حلال از محلول رقیق به غلیظ و در فرایند اسمز معکوس، جابه‌جایی مولکول‌های حلال از محلول غلیظ به رقیق است.** در نتیجه در فرایند اسمز، محلول غلیظ، رقیق‌تر می‌شود؛ در حالی که در فرایند اسمز معکوس، محلول غلیظ، غلیظ‌تر می‌شود. توجه داریم که در فرایند تبخیر آب از یک محلول مانند سرم فیزیولوژی(محلول آب نمک)، با کاسته شدن از مقدار آب موجود در محلول، غلظت آن محلول افزایش می‌یابد.

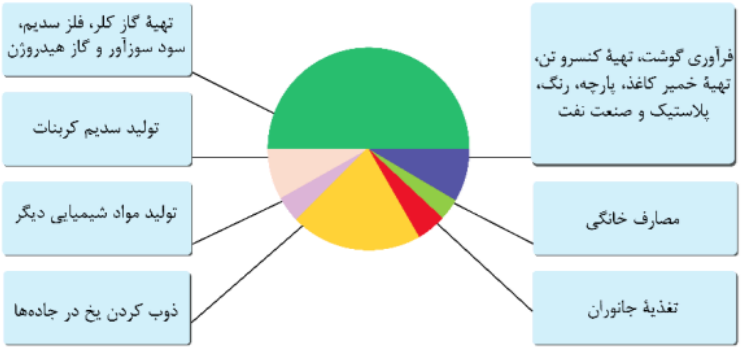
**ت:** غلظت مولی هر محلول، نشان می‌دهد که در هر لیتر از محلول مورد نظر، چند مول حل‌شونده وجود دارد. غلظت مولی یک محلول با غلظت $ppm$ و چگالی مشخص($d$) را به کمک رابطهٔ زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{10ad}{M} = \frac{10\left(\frac{ppm}{10^4}\right)d}{M} = \frac{ppm \times d}{1000M}$$

بنابراین برای محلول هیدروکلریک اسید داریم:

$$\text{غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید} = \frac{ppm \times d}{1000M} = \frac{2190 \times 1/1}{1000 \times 36/5} = 0/066\ mol.L^{-1}$$

**ث:** مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی و استخراج کرد. تبلور یک روش فیزیکی است که برای جداسازی و استخراج نمک‌هایی مانند سدیم کلرید استفاده می‌شود. توجه داریم که جداسازی حل شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند. سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. کاربردهای سدیم کلرید خارج شده از آب دریا به شرح زیر است:




(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۱** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

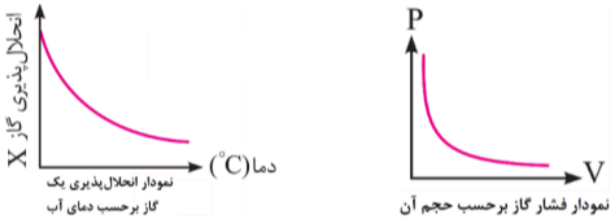
**بررسی موارد:**

**الف:** **ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، یون‌های اکسید را جذب نمی‌کنند.** همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن($O_2$) نیازمند هستند. آن‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای ادامه زندگی آبزیان ضروری است.

**ب:** مولکول اکسیژن($O_2$) و اوزون($O_3$)، آلوتروپ‌های عنصر اکسیژن هستند. اوزون، مولکولی قطبی با ساختار خمیده بوده و اکسیژن، مولکولی ناقطبی است که از اتصال دو اتم یکسان به هم تشکیل شده است. همچنین جرم مولی اوزون بیشتر از جرم مولی گاز اکسیژن است. بر این اساس، با حل شدن این دو ماده در آب، گاز اوزون به میزان بیشتری حل می‌شود.

**پ:** **در آب دریا، غلظت یون کلسیم($Ca^{2+}$) از یون پتاسیم($K^+$) بیشتر است.** از طرفی، انحلال‌پذیری کلسیم سولفات در آب، کمتر از انحلال‌پذیری پتاسیم فسفات در آب است. درنتیجه با تبخیر آب دریا، احتمال تشکیل نمک کلسیم سولفات، بیشتر از احتمال تشکیل نمک پتاسیم سولفات است.

**ت:** **با افزایش فشار یک گاز در دمای ثابت، حجم آن گاز کاهش می‌یابد. با افزایش دمای آب نیز، انحلال‌پذیری گاز در آب، کاهش می‌یابد.** درنتیجه هر دو نمودار ذکر شده، نزولی هستند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها، خطی نیستند. نمودارهای ذکر شده به صورت زیر رسم می‌شوند:




(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۲۲** انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای ۲۰ °C برابر با $S = -۰/۲(۲۰) + ۳۶ = ۳۲$ گرم در ۱۰۰ $g$ آب است؛ بنابراین داریم:

$$?\,g\,Li_2SO_4 = ۹۹۰\,g \text{ محلول سیرشده} \times \frac{۳۲\,g\,Li_2SO_4}{۱۳۲\,g \text{ محلول سیرشده}} = ۲۴۰\,g\,Li_2SO_4 \rightarrow \text{جرم آب} = ۹۹۰ - ۲۴۰ = ۷۵۰\,g \text{ آب}$$

از طرفی در دمای ۳۰ °C، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برابر با $S = -۰/۲(۳۰) + ۳۶ = ۳۰$ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس داریم:

$$?\,g\,Li_2SO_4 = ۷۵۰\,g\,H_2O \times \frac{۳۰\,g\,Li_2SO_4}{۱۰۰\,g\,H_2O} = ۲۲۵\,g\,Li_2SO_4$$

بنابراین جرم رسوب تشکیل شده برابر است با:

$$\text{جرم رسوب} = ۲۰\,°C \text{ جرم نمک محلول در دمای } - ۳۰\,°C \text{ جرم نمک محلول در دمای } = ۲۴۰ - ۲۲۵ = ۱۵\,g$$

در نهایت خواسته‌های مسأله را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد نمک باقیمانده در محلول} = \frac{\text{مقدار نمک باقیمانده در محلول}}{\text{مقدار اولیه نمک}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۲۵}{۲۴۰} \times ۱۰۰ = ۹۳/۷۵ \text{ درصد}$$

$$\text{تعداد مول نمک رسوب کرده} = ۱۵\,g\ Li_2SO_4 \times \frac{۱\,mol\,Li_2SO_4}{۱۱۰\,g\,Li_2SO_4} \simeq ۰/۱۳۶\,mol$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۳** ابتدا انحلال‌پذیری گاز $NO$ را در دمای $۲۵^{\circ}C$ و فشار $۴/۵\ atm$ بدست می‌آوریم.

مطابق قانون هنری، انحلال‌پذیری یک گاز در دمای ثابت با فشار گاز متناسب است، پس داریم:

$$\frac{S_۲}{S_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\rightarrow S_۲=\left(\frac{P_۲}{P_۱}\right)\times S_۱=\left(\frac{۴/۵}{۱/۵}\right)\times ۰/۰۱=۰/۰۳\ g$$

بنابراین انحلال‌پذیری گاز $NO$ در این شرایط، برابر با $۰/۰۳\ g$ در $۱۰۰ g$ آب است. از آنجا که چگالی آب $۱kg.L^{-۱}$ است، محلول نهایی حاوی $۱۰۰۰\ g$ آب است، پس داریم:

$$?\,mol\ NO=۱۰۰۰\ g\ H_۲O\times\frac{۰/۰۳\ g\ NO}{۱۰۰\ g\ H_۲O}\times\frac{۱\ mol\ NO}{۳۰\ g\ NO}=۰/۰۱\ mol$$

معادله واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

$$۲FeS+۶HNO_۳+H_۲SO_۴\rightarrow Fe_۲(SO_۴)_۳+۶NO+۴H_۲O$$

در نهایت جرم یون $SO_۴^{۲-}$ تولید شده را حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,g\ SO_۴^{۲-}=۰/۰۱\ mol\ NO\times\frac{۳\ mol\ SO_۴^{۲-}}{۶\ mol\ NO}\times\frac{۹۶\ g\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}}=۰/۴۸\ g$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۴** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

**بررسی موارد:**

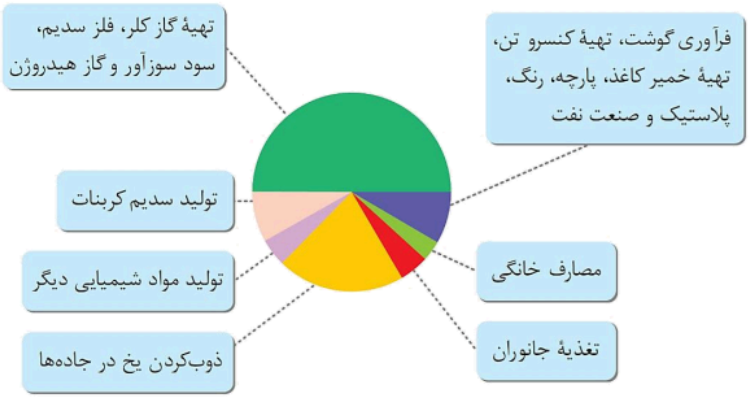
**آ:** کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل **چهار** بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود. نمودار زیر، نمایی از این چهار بخش مختلف را نشان می‌دهد:

۴ بخش اصلی زمین

- زیست‌کره: شامل جانداران روی کرهٔ زمین است که در واکنش‌های آن‌ها، درشت مولکول‌ها، نقش اساسی ایفا می‌کنند.
- هواکره: از مولکول‌های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و ... تشکیل شده است.
- سنگ‌کره: از مواد جامد مانند ماسه، نمک‌ها و ... تشکیل شده است.
- آب‌کره: از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ... تشکیل شده است.

هواکره از مولکول‌های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و ... تشکیل شده است و آب کره از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ... تشکیل شده است. دقت کنید **در آب کره یون‌ها و ترکیب‌های یونی یافت می‌شوند.**

**ب:** مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش **تبلور** از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند. شکل زیر کاربرد نمک خوراکی و سهم هر یک از این کاربردها را نمایش می‌دهد:




همان‌طور که از نمودار مشخص است، کمترین مقدار سهم نمک خوراکی مربوط به مصارف خانگی است.

**پ:** هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد، از این رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن، از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

**ت:** برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های **بسیار رقیق** مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا، از کمیتی به نام قسمت در میلیون($ppm$) استفاده می‌شود. دقت کنید که برخی محلول‌ها مانند گلاب دو آتشه، **غلیظ** هستند و این نوع غلظت برای توصیف ویژگی‌های آن‌ها کاربرد ندارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۵** ابتدا جرم سدیم را در محلول اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow \text{جرم سدیم} = \frac{۲۷۶۰ \times ۲۰۰}{۱۰^۶} = ۰/۵۵۲\ g$$

در قدم بعد، به جرم یون سولفات موجود در محلول اولیه می‌رسیم:

$$?\ g\ SO_۴^{۲-} = ۰/۵۵۲\ g\ Na^+ \times \frac{۱\ mol\ Na^+}{۲۳\ g\ Na^+} \times \frac{۱\ mol\ Na_۲SO_۴}{۲\ mol\ Na^+} \times \frac{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ Na_۲SO_۴} \times \frac{۹۶\ g\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}} = ۱/۱۵۲\ g$$

حال جرم یون سولفات اضافه شده از محلول کروم(III) سولفات را محاسبه می‌کنیم. جرم نهایی یون سولفات موجود در محلول مورد نظر، برابر با مجموع جرم یون سولفات اولیه و جرم یون سولفات اضافه شده از کروم(III) سولفات است. بر این اساس، داریم:

$$?\ g\ SO_۴^{۲-}\text{ اضافه شده} = ۱۹۶\ mg\ Cr_۲(SO_۴)_۳ \times \frac{۱\ g\ Cr_۲(SO_۴)_۳}{۱۰۰۰ mg\ Cr_۲(SO_۴)_۳} \times \frac{۱\ mol\ Cr_۲(SO_۴)_۳}{۳۹۲\ g\ Cr_۲(SO_۴)_۳} \times \frac{۳\ mol\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ Cr_۲(SO_۴)_۳} \times \frac{۹۶\ g\ SO_۴^{۲-}}{۱\ mol\ SO_۴^{۲-}}$$

$$= ۰/۱۴۴\ g$$

$$\text{جرم یون سولفات نهایی} = ۰/۱۴۴ + ۱/۱۵۲ = ۱/۲۹۶\ g$$

با داشتن جرم حل شونده و جرم محلول، می‌توانیم غلظت نهایی یون سولفات را بر حسب $ppm$ محاسبه کنیم:

$$ppm\ SO_۴^{۲-} = \frac{\text{جرم } SO_۴^{۲-}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۱/۲۹۶\ g\ SO_۴^{۲-}}{\text{محلول } ۲۰۰\ g} \times ۱۰^۶ = ۶۴۸۰\ ppm$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

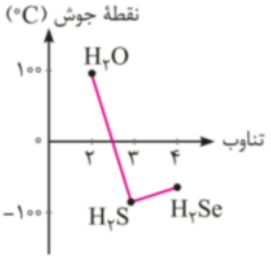
**۲۲۶** فقط مورد (ث) درست است.

**بررسی موارد:**

آ: آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جملهٔ آن‌ها توانایی حل کردن اغلب مواد، **افزایش** حجم هنگام انجماد و داشتن نقطهٔ جوش بالا و غیرعادی است. دقت کنید حجم آب هنگام انجماد افزایش می‌یابد.

ب: **نیروی یون-دوقطبی ویژه انحلال مواد یونی مثل سدیم کلرید و منیزیم سولفات در آب است.** اتانول نوعی ماده مولکولی است و در ساختار خود یون ندارد. انحلال اتانول در آب به واسطه پیوند هیدروژنی است.

پ: آب و هیدروژن سولفید، هر دو دارای مولکول‌های قطبی با ساختار خمیده هستند. علت تفاوت ۱۶۰°C نقطه جوش این دو ماده، **نوع نیروهای بین‌مولکولی در این دو ماده است.** نیروی بین مولکولی در آب از نوع پیوند هیدروژنی بوده و این ماده قطبیت بیشتری دارد. نمودار زیر، مقایسه دمای جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار حاصل از عناصر گروه ۱۶ را نشان می‌دهد:




ت: آب **تنها** ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز(بخار) **در طبیعت** یافت می‌شود. دقت کنید مولکول‌های آب در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود **ندارد**.

ث: در مقایسه گازهای $CO_۲$ و $NO$، اکسید با گشتاور دوقطبی بیشتر، معادل با $NO$ است. دقت کنید چون گاز $CO_۲$ با آب واکنش شیمیایی می‌دهد و جرم و حجم آن بیشتر از $NO$ است، نسبت به $NO$ انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۷** در قدم اول، باید مقدار آب و مقدار نمک موجود در محلول اولیه که غلظت مولی آن برابر با ۲/۵ مول بر لیتر است را محاسبه کنیم. با توجه به چگالی آب($۱\ g.mL^{-۱}$)، حجم محلول اولیه برابر $۲۵۰mL$ است. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی نمک} = \frac{\text{مول نمک}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۲/۵ = \frac{\text{مول نمک}}{۰/۲۵\ L} \Rightarrow \text{مول نمک} = ۰/۶۲۵\ mol$$

$$\text{نمک}\ g = ۰/۶۲۵\ mol\ \text{نمک} \times \frac{۸۰\ g\ \text{نمک}}{۱\ mol\ \text{نمک}} = ۵۰\ g\ \text{نمک}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم نمک} - \text{جرم آب} = ۲۵۰ - ۵۰ = ۲۰۰ g\ \text{آب}$$

حال بررسی می‌کنیم در دمای $۵^{\circ}C$، مقدار ۲۰۰ گرم آب حداکثر چند گرم نمک می‌تواند در خود حل کند:

$$\text{جرم نمک} = ۲۰۰\ g\ \text{آب} \times \frac{۱۲/۵\ g\ \text{نمک}}{۱۰۰\ g\ \text{آب}} = ۲۵\ g$$

با توجه به اینکه در دمای $۵^{\circ}C$، مقدار ۲۰۰ گرم آب حداکثر ۲۵ گرم نمک می‌تواند در خود حل کند، پس می‌توان گفت طی این فرایند $۵۰ - ۲۵ = ۲۵$ گرم نمک رسوب می‌کند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۲۲۸** ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$FeSO_۴(s) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_۲(s) + Na_۲SO_۴(aq)$$

اکنون غلظت محلول سدیم هیدروکسید مصرف شده در واکنش را محاسبه و با سایر گزینه‌ها مقایسه می‌کنیم. در قدم اول، مقدار مول سدیم هیدروکسید مصرف شده در واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ NaOH = ۱۱/۴\ g\ FeSO_۴ \times \frac{۱\ mol\ FeSO_۴}{۱۵۲\ g\ FeSO_۴} \times \frac{۲\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ FeSO_۴} = ۰/۱۵\ mol$$

بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی}\ NaOH = \frac{\text{مول}\ NaOH}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۱۵\ mol}{۰/۲\ L} = ۰/۷۵\ mol.L^{-۱}$$

**بررسی گزینه‌ها:**

۱) در رابطه با این محلول، داریم:

$$\text{مولاریته نهایی}\ NaOH = \frac{\text{مول نهایی}\ NaOH}{\text{حجم نهایی محلول}} = \frac{۰/۱\ L \times ۰/۵\ mol.L^{-۱} + ۰/۲\ L \times ۰/۷۵\ mol.L^{-۱}}{۰/۱\ L + ۰/۲\ L} = \frac{۲}{۳} mol.L^{-۱}$$

۲) در رابطه با این محلول، داریم:

$$\text{مولاریته}\ NaOH = \frac{\text{مول}\ NaOH}{\text{حجم محلول}} = \frac{۶۰\ g\ NaOH \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH}}{۲\ L} = ۰/۷۵\ mol.L^{-۱}$$

در این گزینه غلظت محلول با غلظت اولیه سود برابر است.

۳) دقت کنید این گزینه نیاز به محاسبه ندارد. کاهش حجم محلول باعث افزایش غلظت آن می‌شود و غلظت محلول اولیه، بیشتر از محلول مورد نیاز ما است.

۴) در رابطه با این محلول، داریم:

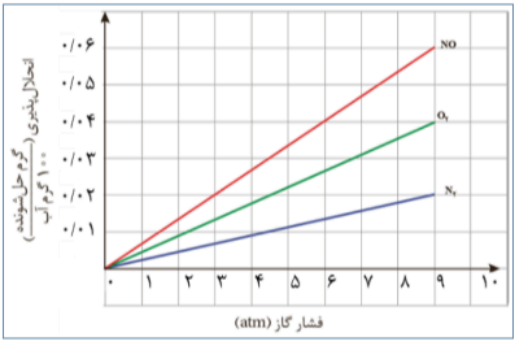
$$\text{مولاریته نهایی}\ NaOH = \frac{\text{مول نهایی}\ NaOH}{\text{حجم نهایی محلول}} = \frac{(۰/۰۵\ mol\ NaOH) + (۰/۱\ L\ \text{محلول} \times ۰/۲\ mol.L^{-۱})}{۰/۱\ L} = ۰/۷\ mol.L^{-۱}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۹** انحلال‌پذیری گازها در آب بر حسب تغییر فشار گازها، از رابطه کلی $S = aP$ پیروی می‌کند. به عبارتی انحلال‌پذیری گازها با **فشار رابطه مستقیم دارد** و با $n$ برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری نیز $n$ برابر می‌شود. نمودار انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار به‌صورت زیر است:




**بررسی گزینه‌ها:**

۱) هنگامی که انحلال‌پذیری اکسیژن در فشار معین، دو برابر نیتروژن است، بدین معنا است که شیب نمودار انحلال‌پذیری آن، دو برابر نیتروژن است و این نسبت در سایر فشارها نیز حفظ می‌شود.

۲) برای تفهیم این عبارت کافی است مثالی عددی زده شود. به‌عنوان مثال در فشار ۹ اتمسفر، انحلال‌پذیری اکسیژن برابر با ۰/۰۴ و انحلال‌پذیری نیتروژن برابر با ۰/۰۲ گرم است. اختلاف این دو مقدار برابر با ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب بوده و برابر با مقدار انحلال‌پذیری نیتروژن در این فشار است؛ پس عبارت داده‌شده درست است.

۳) با نصف کردن فشار، مقدار گاز $O_2$ خارج شده از محلول برابر با $S_1 - S_2 = 2a(P - \frac{P}{2})$ است. هم‌چنین برای گاز نیتروژن نیز می‌توان گفت که مقدار گاز خارج شده برابر با $S_1 - S_2 = a(P - \frac{P}{2})$ است. از آن‌جا که شیب معادلهٔ انحلال‌پذیری گاز اکسیژن ۲ برابر نیتروژن است، پس مقدار گاز $O_2$ خارج شده نیز ۲ برابر است.

۴) با ۵ برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری هر دو گاز ۵ برابر می‌شود، پس مقدار انحلال‌پذیری گاز اکسیژن باز هم ۲ برابر گاز نیتروژن خواهد بود. در چنین شرایطی، درصد جرمی اکسیژن در محلول خود ۵ برابر نیتروژن نمی‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۲۳۰** ابتدا مولاریته محلول اولیه را به‌دست می‌آوریم. اگر درصد جرمی محلولی برابر $a$ و چگالی محلول برابر $d$(برحسب گرم بر میلی‌لیتر) باشد، غلظت مولی($M$) این محلول(برحسب مول بر لیتر) برابر است با:

$$M = \frac{\text{درصد جرمی} \times \text{چگالی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} \quad \Rightarrow \quad M = \frac{۱۰ \times ۱/۴ \times ۸۰}{۵۶} = ۲۰ \frac{mol}{L}$$

اکنون باید حجمی از آب که برای رقیق کردن محلول پتاسیم هیدروکسید لازم داریم را محاسبه کنیم. برای این منظور، ابتدا غلظت مولی به‌دست آمده از رابطه بالا را در رابطه $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ قرار می‌دهیم. بر این اساس، داریم:

$$۲۰ \times ۱۲۵ = ۴ \times V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = ۶۲۵\, ml$$

پس حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر($۵۰۰ - ۱۲۵ = ۶۲۵$) آب باید به محلول افزوده شود تا غلظت آن به ۴ مول بر لیتر برسد. توجه داریم که حجم محلول نهایی حاصل از این فرایند برابر با ۶۲۵ میلی‌لیتر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۳۱ **پاسخ تشریحی** ابتدا معادلهٔ انحلال‌پذیری سدیم نیترات برحسب دما را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1) \Rightarrow S-80=\frac{88-80}{20-10}(\theta-10) \Rightarrow S=0/8\theta+72$$

انحلال‌پذیری $NaNO_3$ را در دمای $97/5^\circ C$ حساب می‌کنیم:

$$\theta=97/5 \Rightarrow S=0/8\times97/5+72=150$$

بنابراین در دمای $97/5^\circ C$، به ازای ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۱۵۰ گرم $NaNO_3$ حل می‌شود و ۲۵۰ گرم محلول را ایجاد می‌کند؛ پس خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی محلول سیر شده } NaNO_3=\frac{\text{جرم } NaNO_3}{\text{جرم محلول}}\times100=\frac{150g}{250g}\times100=\%60$$

درصد جرمی محلول سیرشدهٔ $NaNO_3$ در دمای $97/5^\circ C$ برابر ۶۰ درصد است؛ بنابراین محلول ۵۶ درصد جرمی آن در این دما، یک محلول سیرنشده می‌باشد، زیرا به ازای جرم معینی محلول، مقدار کم‌تری حل‌شونده در آن وجود دارد.

برای قسمت دوم سؤال، ابتدا باید جرم نمک و آب موجود در ۳۰۰ گرم محلول ۵۶ درصد جرمی را حساب کنیم:

$$\text{جرم نمک}=300\times\frac{56}{100}=168g \Rightarrow \text{جرم آب}=300-168=132g$$

انحلال‌پذیری نمک در دمای $10^\circ C$ برابر $80g$ در $100g$ آب است؛ بنابراین حداکثر جرم نمکی که می‌توان در ۱۳۲ گرم آب در دمای $10^\circ C$ حل کرد، برابر است با:

$$132g \text{ آب}\times\frac{80g \text{ نمک}}{100g \text{ آب}}=105/6g \text{ نمک}$$

پس، از ۱۶۸ گرم نمک اولیه، $168-105/6=62/4$ گرم آن رسوب می‌کند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

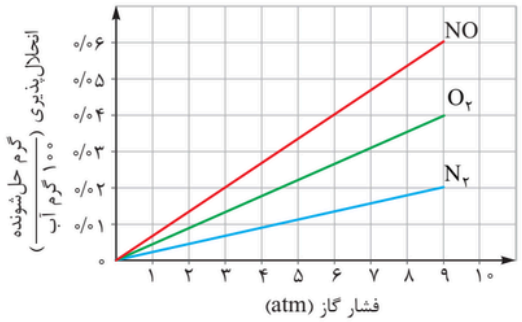
۲۳۲

- مطابق قانون هنری، با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.
- معادلهٔ انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار را می‌توان به صورت روبه‌رو نشان داد:

$$S = K \times P$$

(S: انحلال‌پذیری، K: شیب خط، P: فشار)

- هر گازی که انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری آن بیشتر است؛ یعنی شیب نمودار انحلال‌پذیری برحسب فشار برای آن بیشتر (تندتر) می‌باشد؛ مثلاً:




تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری: $NO > O_2 > N_2$

($NO$: مولکول قطبی؛ $O_2$: مولکول ناقطبی با جرم مولی بیشتر؛ $N_2$: مولکول ناقطبی با جرم مولی کم‌تر)

**پاسخ تشریحی** ابتدا باید گازی را پیدا کنیم که شیب نمودار آن $۶/۶۶\times۱۰^{-۳}\ g/atm$ است:

شیب نمودار سه گاز $NO, O_2, N_2$ $(۰-۹\ atm)$ ⇒

$$\begin{cases} NO: \frac{۰/۰۶-۰}{۹-۰}=\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۲}\simeq ۶/۶۶\times۱۰^{-۳}\ g/atm \ \checkmark \\ O_2=\frac{۰/۰۴-۰}{۹-۰}=\frac{۴}{۹}\times۱۰^{-۲}\simeq ۴/۴۴\times۱۰^{-۳}\ g/atm \\ N_2=\frac{۰/۰۲-۰}{۹-۰}=\frac{۲}{۹}\times۱۰^{-۲}\simeq ۲/۲۲\times۱۰^{-۳}\ g/atm \end{cases}$$

*خب تا این‌جا فهمیدیم که گاز مورد نظر، گاز $NO$ می‌باشد. حالا چون سؤال از ما تعداد مولکول‌های $NO$ رو در فشار $۰/۶\ atm$ رو می‌خواد! با توجه به نمودار*

و یک تناسب ساده حساب می‌کنیم که در $۰/۶\ atm$، انحلال‌پذیری $NO$ چه‌قدر است:

$$\frac{S_2}{S_1}=\frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \frac{S_2}{۰/۰۶}=\frac{۰/۶}{۹} \Rightarrow S_2=۴\times۱۰^{-۳}\frac{g\ NO}{۱۰۰\ g\ آب}$$ (انحلال‌پذیری در فشار $۰/۶\ atm$)

($S_2$: انحلال‌پذیری در فشار $۰/۶\ atm$؛ $S_1$: انحلال‌پذیری در فشار $۹\ atm$؛ $P_2$: فشار $۰/۶\ atm$؛ $P_1$: فشار $۹\ atm$)

و در نهایت تعداد مولکول‌های $NO$ را در این مخزن ۳۰۰۰ لیتری محاسبه می‌کنیم: (چگالی آب را $۱\ g.ml^{-۱}$ در نظر می‌گیریم.)

$$۳۰۰۰\ L\times\frac{۱۰۰۰\ mL}{۱\ L}\times\frac{۱\ g\ آب}{۱\ mL}\times\frac{۴\times۱۰^{-۳}\ g\ NO}{۱۰۰\ g\ آب}\times\frac{۱\ mol\ NO}{۳۰\ g\ NO}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ مولکول\ NO}{۱\ mol\ NO}=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۴}\ مولکول\ NO$$

(کسر تبدیل یکا؛ کسر چگالی؛ کسر انحلال‌پذیری؛ کسر جرم مولی؛ کسر تعداد ذره)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۳۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم: $Zr(OH)_4(aq)+2H_2SO_4(aq)\rightarrow Zr(SO_4)_2(aq)+4H_2O(l)$

**گام دوم:** جرم محلول‌ها را مشخص می‌کنیم: با توجه به فرضیات سؤال (چشم‌پوشی‌کردن از حجم آب تولیدشده و در نظر گرفتن چگالی همهٔ محلول‌ها برابر با: $1g.mL^{-1}$)، از واکنش کامل ۱۲۰g (یا همان ۱۲۰mL) محلول $Zr(OH)_4$ با ۳۰g (یا همان ۳۰mL) محلول $H_2SO_4$، ۱۵۰g (۱۲۰+۳۰=۱۵۰) محلول $Zr(SO_4)_2$ تولید می‌شود.

**گام سوم:** با داشتن جرم محلول‌ها و درصد جرمی حل‌شونده در آن‌ها، روابط استوکیومتری بین دو مادهٔ $Zr(OH)_4$ و $Zr(SO_4)_2$ را نوشته و جرم مولی Zr را به دست می‌آوریم.

$$1mol\,Zr(OH)_4 \sim 1mol\,Zr(SO_4)_2$$

روش اول: **استفاده از کسر تبدیل:**

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 100$$

$$120g\ Zr(OH)_4\ \text{محلول}\times\underbrace{\frac{2g\,Zr(OH)_4}{100g\,Zr(OH)_4\ \text{محلول}}}_{\substack{\text{درصد جرمی}\ Zr(OH)_4\\ \text{در محلول}}}\times\underbrace{\frac{1mol\,Zr(OH)_4}{(M+68)g\,Zr(OH)_4}}_{\substack{\text{جرم مولی}\\ Zr(OH)_4}}\times\frac{1mol\,Zr(SO_4)_2}{1mol\,Zr(OH)_4}\times\frac{\overbrace{(M+192)g}^{\text{جرم مولی}\ Zr(SO_4)_2}\ Zr(SO_4)_2}{1mol\,Zr(SO_4)_2}$$

$$\times\underbrace{\frac{100g\,Zr(SO_4)_2\ \text{محلول}}{2/84g\,Zr(SO_4)_2}}_{\text{درصد جرمی}\ Zr(SO_4)_2\ \text{در محلول}}=150g\Rightarrow\frac{2\times(M+192)\times\cancel{100}^{2}}{(M+68)\times 2/84}=\cancel{150}^{3}\Rightarrow\frac{M+192}{M+68}=\frac{7/1}{4}$$

**نکته** **(تکنیک محاسباتی تفاضل نسبت در صورت یا مخرج کسر):**

در درس ریاضی خوانده‌اید که اگر دو کسر با هم برابر باشند، می‌توان صورت‌های هر کدام را از مخرج‌های آن‌ها، کم کرده و به جای صورت یا مخرج کسر اولیه نوشت و کسرهایی برابر با هم را به دست آورد؛ *یعنی این‌طوری:*

$$\frac{a}{b}=\frac{c}{d}\Rightarrow\frac{a-b}{b}=\frac{c-d}{d}\ \text{یا}\ \frac{a}{a-b}=\frac{c}{c-d}$$

**مثال:** $\frac{2}{3}=\frac{6}{9}\Rightarrow\underbrace{\frac{2-3}{3}}_{-\frac{1}{3}}=\underbrace{\frac{6-9}{9}}_{-\frac{3}{9}}\ \text{یا}\ \underbrace{\frac{2}{2-3}}_{\frac{2}{-1}=\frac{6}{-3}}=\frac{6}{6-9}$

برای راحت‌تر به دست آوردن M می‌توانیم از تکنیک بالا استفاده کنیم:

$$\frac{M+192}{M+68}=\frac{7/1}{4}\Rightarrow\frac{(M+192)-(M+68)}{M+68}=\frac{7/1-4}{4}$$

$$\Rightarrow\frac{\cancel{124}^{40}}{M+68}=\frac{\cancel{3/1}^{1}}{4}\Rightarrow M=92g.mol^{-1}$$

روش دوم: **استفاده از کسر تناسب:**

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 100\Rightarrow\text{جرم حل‌شونده}=\text{جرم محلول}\times\frac{\text{درصد جرمی}}{100}$$

$$1mol\,Zr(OH)_4 \sim 1mol\,Zr(SO_4)_2$$

$$\underbrace{\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}}_{Zr(OH)_4}=\underbrace{\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}}_{Zr(SO_4)_2}\Rightarrow\frac{120\times\frac{2}{100}}{1\times(M+68)}=\frac{150\times\frac{2/84}{100}}{1\times(M+192)}\Rightarrow\frac{M+192}{M+68}=\frac{\cancel{15}^{5}\times 2/84}{\cancel{12}^{4}\times 2}=\frac{7/1}{4}$$

(جرم محلول: جرم محلول × درصد جرمی / 100؛ جرم محلول: جرم محلول × درصد جرمی / 100)

$$\Rightarrow\frac{(M+192)-(M+68)}{M+68}=\frac{7/1-4}{4}\Rightarrow\frac{\cancel{124}^{40}}{M+68}=\frac{\cancel{3/1}^{1}}{4}\Rightarrow M=160-68=92g.mol^{-1}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۴ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱ از واکنش محلول‌های کلسیم کلرید $(X)$ و سدیم فسفات $(Y)$، رسوب کلسیم فسفات $(A)$ و محلول سدیم کلرید $(E)$ به دست می‌آید: (سدیم کلرید، ترکیب یونی محلول در آب است، نه نامحلول در آب!)

$$۳CaCl_۲(aq) + ۲Na_۳PO_۴(aq) \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲(s) + ۶NaCl(aq)$$

۲ باریم سولفات $(BaSO_۴)$ یک ترکیب یونی نامحلول در آب $(A)$ است و می‌توان آن را از واکنش محلول‌های باریم نیترات $(X)$ و سدیم سولفات $(Y)$ به دست آورد، ولی مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش ۵ است، نه ۴!

$$Ba(NO_۳)_۲(aq) + Na_۲SO_۴(aq) \rightarrow BaSO_۴(s) + ۲NaNO_۳(aq)$$

۳ از واکنش محلول‌های سدیم کلرید $(X)$ و نقره نیترات $(Y)$، رسوب نقره کلرید $(A)$ و محلول سدیم نیترات $(E)$ به دست می‌آید:

$$NaCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_۳(aq)$$

با انجام واکنش و تشکیل رسوب $AgCl$، از غلظت یون $Cl^-(aq)$ در محلول، کاسته می‌شود؛ بنابراین نسبت غلظت آنیون چنداتمی $NO_۳^-(aq)$ به غلظت آنیون تک‌اتمی $Cl^-(aq)$، در محلول افزایش می‌یابد.

$$\uparrow \left(\frac{\text{غلظت آنیون چنداتمی}}{\text{غلظت آنیون تک‌اتمی}}\right) = \frac{[NO_۳^-(aq)] \rightarrow \text{ثابت}}{[Cl^-(aq)]\downarrow}$$

۴ از واکنش محلول‌های سدیم هیدروکسید $(X)$ و آهن (III) کلرید $(Y)$، رسوب آهن (III) هیدروکسید $(A)$ و محلول سدیم کلرید $(E)$ به دست می‌آید. می‌دانیم که در محلول‌های آبی، غلظت یون هیدروکسید با pH رابطهٔ مستقیم دارد؛ بنابراین در این واکنش با تشکیل رسوب $Fe(OH)_۳$، از غلظت یون هیدروکسید $(OH^-(aq))$ در محلول کاسته شده و pH محلول کاهش می‌یابد.

$$۳NaOH(aq) + FeCl_۳(aq) \rightarrow Fe(OH)_۳(s) + ۳NaCl(aq)$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۳۵** **پاسخ تشریحی** ابتدا باید موازنهٔ معادلهٔ واکنش را کامل کنیم.

$$۲KMnO_۴ + ۳H_۲SO_۴ + ۵H_۲O_۲ \rightarrow aK_۲SO_۴ + bMnSO_۴ + cO_۲ + dH_۲O$$

موازنه K: $۲ = ۲a \Rightarrow a = ۱$

موازنه Mn: $۲ = b$

موازنه H: $(۳ \times ۲) + (۵ \times ۲) = ۲d \Rightarrow d = ۸$

موازنه O: $(۲ \times ۴) + (۳ \times ۴) + (۵ \times ۲) = ۴ + (۲ \times ۴) + ۲c + ۸ \Rightarrow c = ۵$

پس معادلهٔ موازنه‌شدهٔ کامل به صورت زیر است:

$$۲KMnO_۴ + ۳H_۲SO_۴ + ۵H_۲O_۲ \rightarrow \underbrace{K_۲SO_۴ + ۲MnSO_۴}_{\text{فراورده‌های یونی}} + ۵O_۲ + ۸H_۲O$$

حالا تفاوت جرم $(A)K_۲SO_۴$ و $(B)MnSO_۴$ و هم‌چنین حجم گاز تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم محلول} \times \frac{\text{درصد جرمی}}{۱۰۰}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{H_۲O_۲}} = \frac{\text{تفاوت جرم}}{\underbrace{|(A\ \text{ضریب} \times A\ \text{جرم مولی}) - (B\ \text{ضریب} \times B\ \text{جرم مولی})|}_{K_۲SO_۴ - MnSO_۴}} = \frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{O_۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{\overset{۱}{\cancel{۱۷}} \times \frac{۵۰}{۱۰۰}}{۵ \times \underset{۲}{\cancel{۳۴}}} = \frac{x}{|(۱ \times ۱۷۴) - (۲ \times ۱۵۱)|} = \frac{y}{۵ \times ۲۲/۴} \Rightarrow \frac{۱}{۲۰} = \frac{x}{۱۲۸} = \frac{y}{۱۱۲} \Rightarrow \begin{cases} x = ۶/۴g \\ y = ۵/۶L \end{cases}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۶** **پاسخ تشریحی** با ۲/۵ برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری گاز نیز ۲/۵ برابر می‌شود:

$$S = ۲/۵a$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰S}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \overset{۱}{\cancel{۱/۲۵}} \times ۱۰^{-۲} = \frac{۱۰ \times \overset{۲}{\cancel{۲/۵}}\ a}{۳۲} \Rightarrow ۲۰a = ۰/۳۲ \Rightarrow a = \frac{۳۲}{۲} \times ۱۰^{-۳} = ۰/۰۱۶g$$

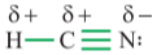
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



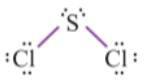
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۳۷** **پاسخ تشریحی** در هیچ‌یک از ردیف‌های جدول، همهٔ داده‌ها درست نیستند. حالا یکی یکی همهٔ ردیف‌ها رو بررسی کنیم.

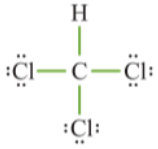
ردیف ۱) در هیدروژن سیانید $(HCN)$، شعاع اتمی کربن از دو عنصر دیگر بزرگ‌تر است، اما خصلت نافلزی کربن از نیتروژن کم‌تر است؛ در نتیجه بار جزئی آن، مثبت $(\delta+)$ است:



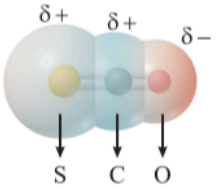

ردیف ۲) گوگرد دی‌کلرید $(SCl_2)$، به دلیل داشتن جفت‌الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی، مولکولی قطبی به حساب می‌آید و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. در ضمن بین گوگرد $(_{16}S)$ و کلر $(_{17}Cl)$، شعاع گوگرد بزرگ‌تر، اما خصلت نافلزی کلر بیشتر است؛ بنابراین در این مولکول، بار جزئی گوگرد، مثبت $(\delta+)$ می‌باشد.




ردیف ۳) فرمول شیمیایی کلروفرم به صورت $CHCl_3$ است. هم‌چنین $\frac{p.e}{n.e}$ برای آن $\frac{۴}{۹}$ است.




ردیف ۴) فرمول شیمیایی کربونیل سولفید به صورت SCO است (حرف O باید به صورت بزرگ نوشته شود.) توجه کنید که در این مولکول، گوگرد بزرگ‌ترین شعاع اتمی را دارد و با توجه به این‌که خاصیت نافلزی S و C تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند، تراکم بار الکتریکی روی این دو اتم تقریباً یکسان است.

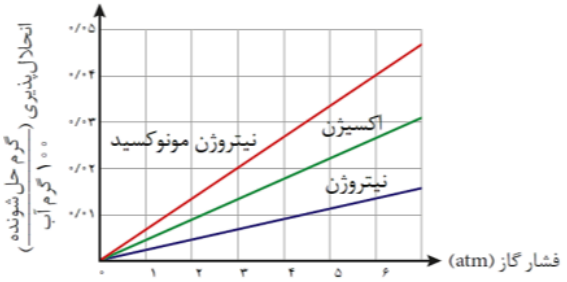



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۸** واکنش دادن گازهای مختلف با آب، منجر به افزایش مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب در مقایسه با سایر مواد گازی می‌شود. چون گاز کربن دی‌اکسید بر اساس معادله $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$ با آب واکنش داده و کربنیک اسید تولید می‌کند، انحلال‌پذیری این ترکیب در مقایسه با انحلال‌پذیری گاز $NO$ در آب بیشتر می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۲** طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب، با فشار این گازها رابطه مستقیم دارد. در واقع، اگر گاز $X$ با آب واکنش ندهد، با $n$ برابر شدن فشار این گاز، انحلال‌پذیری آن نیز در آب $n$ برابر می‌شود. بر اساس این قانون، اگر در شرایط یکسان انحلال‌پذیری یک گاز از گاز دیگر در آب بیشتر باشد، تاثیر تغییر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز نیز بیشتر می‌شود. نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را در رابطه با چند گاز مختلف نشان می‌دهد:




**۳** یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم$(K^+)$ است. نیاز روزانه بدن ما به یون پتاسیم، دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون به ندرت در بدن احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون از خلال غشای سلول‌های عصبی، مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

**۴** هگزان با فرمول شیمیایی $C_6H_{14}$، یک مایع بی‌رنگ بوده و بخاطر ناقطبی بودن، به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ کاربرد دارد. چون هگزان در مقایسه با آب چگالی کمتری دارد، درصورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد. توجه داریم که علاوه بر هگزان، گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۲۳۹** ابتدا با توجه به مقادیر انحلال‌پذیری این ترکیب یونی، جرم رسوب تشکیل شده را حساب می‌کنیم. اگر در دمای $۹۰\ ^\circ C$، مقدار $۷۰\ g$ از این ترکیب را در $۱۰۰\ g$ آب خالص حل کنیم، یک محلول سیرشده به جرم $۱۷۰\ g$ بدست می‌آید و اگر این محلول را تا دمای $۶۰\ ^\circ C$ سرد کنیم، جرم محلول سیرشده به $۱۴۰\ g$ رسیده و طی این فرایند، مقدار $۳۰\ g = ۱۴۰ - ۱۷۰$ رسوب تشکیل می‌شود. بنابراین داریم:

$$\text{رسوب } ?\ g = \text{محلول سیرشده در دمای اولیه } ۲۱۲/۵\ g \times \frac{\text{رسوب } ۳۰\ g}{\text{محلول سیرشده در دمای اولیه } ۱۷۰\ g} = \text{رسوب } ۳۷/۵\ g$$

از بین فراورده‌های تولید شده در این واکنش، تنها کلر به حالت گاز است. طبق فرض سوال، هر مول گاز کلر در شرایط آزمایش ۲۹/۴ لیتر حجم اشغال می‌کند. با توجه به معادله واکنش داده شده، خواهیم داشت:

$$?\ L \text{ گاز} = ۳۷/۵\ g\ K_۲Cr_۲O_۷ \times \frac{۱\ mol\ K_۲Cr_۲O_۷}{۲۹۴\ g\ K_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۳\ mol\ Cl_۲}{۱\ mol\ K_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۲۹/۴\ L\ Cl_۲}{۱\ mol\ Cl_۲} = ۱۱/۲۵\ L$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۰** کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش ۱) هواکره ۲) سنگ‌کره ۳) زیست کره و ۴) آب‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش به طور پیوسته مواد گوناگون مبادله می‌شود؛ درنتیجه زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش‌های گوناگون آن برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند. لاشه جانوران و گیاهان، بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تر مانند آب، متان و ...، وارد هواکره، آب‌کره و سنگ‌کره می‌شوند.

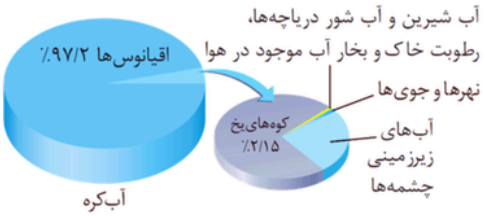
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۲) درصد جرمی نمک‌ها در یک نمونه از آب دریای سرخ بیشتر از درصد جرمی نمک‌ها در آب دریای مدیترانه است. مقایسه درصد جرمی نمک‌ها در آب دریاهای مختلف به صورت زیر است:

بیشترین درصد جرمی ← دریای مرده ← دریای سرخ ← دریای مدیترانه ← اقیانوس آرام ← کمترین درصد جرمی

برای به خاطر سپردن ترتیب درصد جرمی نمک در آب دریاهای مختلف، می‌توان از رمز (مرده، در سرخی مدیترانه آرام گرفت) استفاده کرد.

۳) آب‌کره را می‌توان به دو منبع اقیانوسی و غیراقیانوسی دسته‌بندی کرد. بیشترین مقدار آب موجود در کره زمین در دریاها و اقیانوس‌ها جای دارد. در حدود ۹۷/۲ درصد از آب‌کره را منابع اقیانوسی تشکیل می‌دهند؛ درنتیجه حدود ۲/۸ درصد از منابع آب موجود در زمین، غیراقیانوسی هستند. بیشترین سهم منابع غیراقیانوسی مربوط به کوه‌های یخ است که حدود ۲/۱۵ درصد از کل منابع آب را شامل می‌شود. سهم منابع اقیانوسی، به‌تقریب ۴۵ برابر سهم کوه‌های یخ از میان منابع آب است. تصویر زیر درصد منابع اقیانوسی و غیر اقیانوسی را در آب‌کره زمین نمایش می‌دهد:




۴) شکل زیر کاربرد نمک خوراکی و سهم هریک از این کاربردها را نمایش می‌دهد:




همانطور که از نمودار مشخص است، کمترین مقدار سهم نمک خوراکی مربوط به مصارف خانگی است. سهم نمک خوراکی برای ذوب کردن جاده‌ها، بیشتر از سهم آن برای تغذیه جانوران است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۱** معادله واکنش بین محلول سود و منیزیم کلرید جامد به صورت زیر است:

$$۲NaOH(aq) + MgCl_۲(aq) \rightarrow Mg(OH)_۲(s) + ۲NaCl(aq)$$

طی این فرایند، منیزیم هیدروکسید تولید می‌شود که یک نمک نامحلول در آب بوده و به صورت رسوب است. ابتدا جرم سدیم هیدروکسید مصرف شده در واکنش را به دست می‌آوریم:

$$?\,g\,NaOH = ۹۹/۷۵\,g\,MgCl_۲ \times \frac{۱\,mol\,MgCl_۲}{۹۵\,g\,MgCl_۲} \times \frac{۲\,mol\,NaOH}{۱\,mol\,MgCl_۲} \times \frac{۴۰\,g\,NaOH}{۱\,mol\,NaOH} = ۸۴\,g$$

اکنون می‌توان جرم محلول سود را محاسبه کرد:

$$\text{چگالی محلول}(g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول}(g)}{\text{حجم محلول}(mL)} \Rightarrow ۱/۴ = \frac{x}{۷۵} \Rightarrow x = ۱۰۵\,g$$

درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول سود برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow a = \frac{۸۴}{۱۰۵} \times ۱۰۰ = ۸۰٪$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول سود برابر با ۸۰٪ است. نمودار زیر، تعدادی از نمک‌های نامحلول در آب در دمای ۲۵°C که در کتاب درسی معرفی شده‌اند را نشان می‌دهد:




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۲** ترتیب یون‌های موجود در آب دریا را برحسب مقایسه غلظت آن‌ها در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

| رتبه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نام یون | کلرید | سدیم | سولفات | منیزیم | کلسیم | پتاسیم | کربنات | برمید |
| نماد شیمیایی | $Cl^-$ | $Na^+$ | $SO_۴^{۲-}$ | $Mg^{۲+}$ | $Ca^{۲+}$ | $K^+$ | $CO_۳^{۲-}$ | $Br^-$ |
| توضیحات | ۱) فراوان‌ترین یون<br>۲) فراوان‌ترین آنیون | فراوان‌ترین کاتیون | فراوان‌ترین یون چند اتمی | - | - | - | - | - |

بر این اساس، عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

**بررسی موارد:**

آ: آنیونی با بیشترین غلظت در یک نمونه از آب دریا، معادل با یون کلرید است. سرم فیزیولوژی محلول رقیقی از نمک خوراکی در آب است. در سرم فیزیولوژی، یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ وجود دارند.

ب: در یون‌هایی که تعداد الکترون برابری دارند، یونی که عدد اتمی کمتری دارد، شعاع بزرگ‌تری دارد. هر دو یون کلرید ($_{۱۷}Cl^-$) و سولفید ($_{۱۶}S^{۲-}$)، در ساختار خود ۱۸ الکترون دارند و بار الکتریکی یون سولفید، منفی‌تر است؛ درنتیجه شعاع آن بزرگتر از شعاع یون کلرید است.

پ: گوگرد تری‌اکسید($SO_۳$)، یک اکسید نافلزی بوده و با انحلال آن در آب، اسیدی به نام سولفوریک اسید و با فرمول مولکولی $H_۲SO_۴$ تولید می‌شود. از یونش سولفوریک اسید در یک نمونه از آب، یون‌های هیدروژن($H^+$) و سولفات($SO_۴^{۲-}$) ایجاد می‌شوند. یون سولفات، بیشترین غلظت را بین یون‌های چنداتمی موجود در آب دریا دارد.

ت: کاتیونی با بیشترین غلظت در آب دریا، یون سدیم است. کلر، بین عناصر موجود در تناوب سوم بیشترین خاصیت نافلزی را داشته و به یون کلرید تبدیل می‌شود. یون $Na^+$، به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون و یون $Cl^-$، به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون می‌رسد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۲۴۳** اولین عنصری که در آرایش الکترونی اتم خود، تعداد الکترون‌های برابری در زیرلایه‌های $s$ و $p$ دارد، اکسیژن است و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$_{8}O : 1s^2 2s^2 2p^4$

دومین عنصر با این ویژگی، منیزیم است و آرایش الکترونی آن نیز به صورت زیر است:

$_{12}Mg : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

برای تولید منیزیم از آب دریا، منیزیم کلرید مذاب را بر اساس واکنش زیر برقکافت می‌کنند:

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

دقت کنید که در این فرآیند، محلول نمک‌های منیزیم برقکافت نشده و یک نمونه مذاب از این ماده برقکافت می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

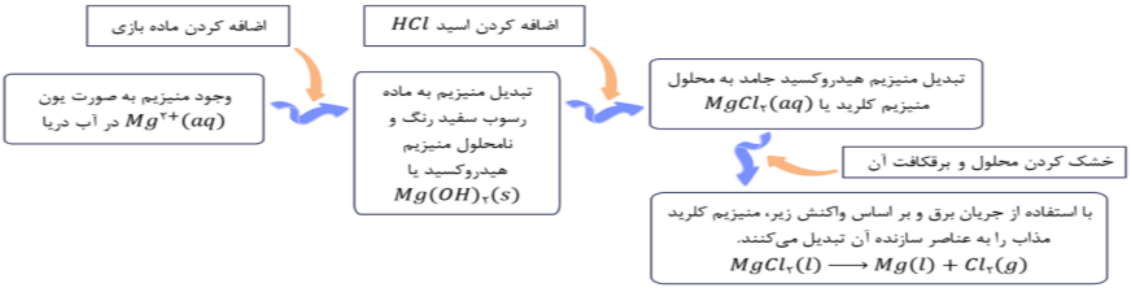
۱) منیزیم با تبدیل شدن به $Mg^{2+}$ و برم با تبدیل شدن به $Br^-$، می‌توانند ترکیب یونی به نام منیزیم برمید و با فرمول شیمیایی $MgBr_2$ تولید کنند.

۲) نیترید عنصر منیزیم، منیزیم نیترید($Mg_3N_2$) نام داشته و ازای تشکیل ۱ مول از آن، ۶ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله شده است. واکنش تولید این ماده از عناصر سازنده آن به صورت زیر است:

$$3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$$

۴) برای استخراج و جداسازی منیزیم، ابتدا منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید با فرمول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند.

روند تهیه منیزیم از آب دریا را در نمودار زیر مشاهده می‌کنید:




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۴** معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:

$$2KI(aq) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2(s)$$

برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب دریا و ... می‌توان از کمیتی به نام قسمت در میلیون($ppm$) استفاده کرد. این نوع از غلظت، با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در فرمول بالا باید یکای صورت و مخرج یکسان باشد. برای محلول‌های بسیار رقیق که چگالی محلول برابر با یک گرم بر میلی‌لیتر است، می‌توان از فرمول زیر نیز برای به دست آوردن غلظت $ppm$ استفاده کرد:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول یا کیلوگرم محلول}}$$

ابتدا جرم یون پتاسیم($K^+$) را در محلول پتاسیم یدید محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 7800 = \frac{x}{250} \times 10^6 \Rightarrow x = 19/5\ g$$

اکنون می‌توان حجم گاز کلر مصرف شده را در شرایط استاندارد به دست آورد:

$$?L\ Cl_2 = 19/5\ g\ K^+ \times \frac{1\ mol\ K^+}{39\ g\ K^+} \times \frac{1\ mol\ Cl_2}{2\ mol\ K^+} \times \frac{22/4\ L\ Cl_2}{1\ mol\ Cl_2} = 5/6\ L$$

مقدار مول تولید شده ید نیز برابر است با:

$$?mol\ I_2 = 19/5\ g\ K^+ \times \frac{1\ mol\ K^+}{39\ g\ K^+} \times \frac{1\ mol\ I_2}{2\ mol\ K^+} = 0/25\ mol$$

البته می‌توانستیم بگوییم چون ضرایب استوکیومتری کلر و ید با هم برابر است، پس اگر ۵/۶ لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد(معادل با ۰/۲۵ مول گاز کلر) مصرف شود، مقدار ۰/۲۵ مول ید نیز تولید می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



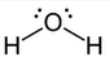
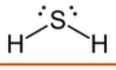
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۵** فقط عبارت (آ) نادرست است.

**بررسی موارد:**

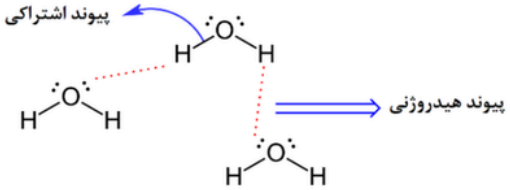
آ: در بین مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی وجود دارد؛ به‌طوری‌که قدرت پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های $H_2O$ در حالت جامد(یخ) بیشتر از حالت مایع و در حالت مایع نیز بیشتر از حالت بخار است. همچنین مولکول‌های $H_2O$ در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی بین آن‌ها وجود ندارد.

ب: در دمای اتاق، مولکول‌های $H_2O$ به حالت مایع هستند، درحالی‌که مولکول‌های هیدروژن سولفید($H_2S$) در دمای اتاق، به شکل گاز هستند. آب به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، نقطه جوش بیشتری نسبت به هیدروژن سولفید دارد. نقطه جوش آب، برابر با ۱۰۰°C و نقطه جوش هیدروژن سولفید برابر با ۶۰°C− است. در جدول زیر اطلاعاتی در رابطه با آب و هیدروژن سولفید آورده شده است:

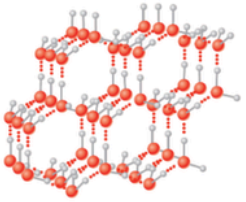
| ماده | فرمول شیمیایی | ساختار لوویس | شکل فضایی | شمار جفت الکترون پیوندی | شمار جفت الکترون ناپیوندی | قطبیت مولکول | جرم مولی | حالت فیزیکی | نقطه جوش | نیروی بین مولکولی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آب | $H_2O$ |  | $V$ شکل (خمیده) | ۲ | ۲ | قطبی | ۱۸ | مایع | ۱۰۰°C | هیدروژنی |
| هیدروژن سولفید | $H_2S$ |  | $V$ شکل (خمیده) | ۲ | ۲ | قطبی | ۳۴ | گاز | ۶۰°C− | واندروالس |

پ: در حالت بخار، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. اما در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با هم پیوند هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.

ت: چون قدرت نافلزی اکسیژن بیشتر از هیدروژن است، آب مولکولی قطبی بوده و اکسیژن، سر منفی مولکول آن را تشکیل می‌دهد. در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است. تصویر زیر این موضوع را نمایش می‌دهد:




ث: یخ ساختاری منظم و سه‌بعدی داشته و از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل می‌شود، به‌طوری‌که در راس حلقه‌های شش ضلعی، اتم اکسیژن قرار دارد. اکسیژن در دوره دوم و گروه ۱۶ جدول تناوبی جای داشته و شعاع اتمی بیشتری نسبت به اتم فلوئور دارد، پس خاصیت نافلزی آن در مقایسه با فلوئور کمتر است. شکل زیر حلقه‌های شش ضلعی موجود در ساختار بلوری یخ را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۶** ابتدا مقدار انحلال‌پذیری نمک $B$ را در دمای $0^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

$$S_B = ۰/۵\theta + ۱۰ \Rightarrow (۰/۵ \times ۰) + ۱۰ \Rightarrow S_B = ۱۰\ g$$

با توجه به جدول، نسبت انحلال‌پذیری نمک $A$ به $B$ در دمای $0^\circ C$ برابر با ۱ است، درنتیجه در دمای $0^\circ C$، انحلال‌پذیری نمک $A$ نیز برابر با ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب خواهد بود. به عبارتی دیگر، عرض از مبدا نمودار انحلال‌پذیری-دما برای نمک $A$ نیز برابر با ۱۰ است. اکنون با همین روش، انحلال‌پذیری دو نمک را در دمای $20^\circ C$ محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$S_B = ۰/۵\theta + ۱۰ = (۰/۵ \times ۲۰) + ۱۰ = ۲۰\ g$$

با توجه به جدول، نسبت انحلال‌پذیری نمک $A$ به $B$ در دمای $20^\circ C$ برابر با ۲/۵ است، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{S_A}{S_B} = ۲/۵ \Rightarrow \frac{S_A}{۲۰} = ۲/۵ \Rightarrow S_A = ۵۰\ g$$

انحلال‌پذیری نمک $A$ در دمای $20^\circ C$ برابر با ۵۰ گرم است. اکنون می‌توان شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما را برای نمک $A$ با داشتن انحلال‌پذیری در دو دمای ۲۰ و ۰ درجه سانتی‌گراد به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{شیب } (m) = \frac{\text{اختلاف مقدار انحلال‌پذیری}}{\text{اختلاف دما}} \Rightarrow m = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱} \Rightarrow m = \frac{۵۰ - ۱۰}{۲۰ - ۰} = ۲$$

بر این اساس معادله انحلال‌پذیری-دما برای نمک $A$ به صورت $S_A = ۲\theta + ۱۰$ است. مقدار انحلال‌پذیری نمک $A$ در دمای $25^\circ C$ برابر با ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اکنون می‌توان با استفاده از چگالی و حجم محلول، جرم محلول سیرشده نمک $A$ را محاسبه کرد:

$$\text{چگالی محلول } (g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول } (g)}{\text{حجم محلول } (mL)} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{x}{۵۰۰} \Rightarrow x = ۶۰۰\ g$$

در دمای $25^\circ C$، مقدار ۶۰ گرم نمک $A$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده است، درنتیجه ۱۶۰ گرم محلول سیرشده از نمک $A$ در آب خواهیم داشت. بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$?\ mol\ A = ۶۰۰\ g \text{ محلول} \times \frac{۶۰\ g\ A}{۱۶۰\ g \text{ محلول}} \times \frac{۱\ mol\ A}{۱۵۰\ g\ A} = ۱/۵\ mol$$

در ۶۰۰ گرم محلول سیرشده از نمک $A$ در آب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، مقدار ۱/۵ مول نمک $A$ در محلول داریم.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

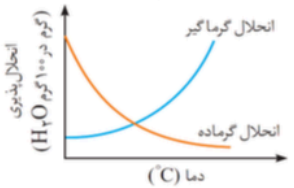


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۷ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

**الف:** لیتیم سولفات با فرمول شیمیایی $Li_2SO_4$، یک ترکیب یونی چندتایی است، چون در ساختار آن یون چنداتمی سولفات($SO_4^{2-}$) وجود دارد. با افزایش دمای آب، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در آب کاهش می‌یابد و شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما برای این نمک، منفی است؛ درنتیجه انحلال آن در آب گرماده بوده و با حل شدن این نمک در آب، دمای محلول افزایش می‌یابد. نمودارهای زیر، روند مبادله انرژی طی انحلال نمک‌های مختلف را نشان می‌دهد:



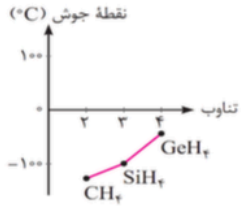

**ب:** گلاب، مخلوطی همگن از حل شدن چند ماده آلی در آب است. گلاب دو آتشه جزو محلول‌های غلیظ به شمار می‌آید. محلول‌ها، مخلوط‌هایی همگن و پایدار به حساب می‌آیند و به مرور زمان، ته‌نشین نمی‌شوند.

**پ:** ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. نمودار زیر، مقدار آب مصرفی را در فرایند ساخت و تهیه برخی وسایل و خوراکی‌های گوناگون نمایش می‌دهد:




همانطور که در نمودار مشاهده می‌کنید، ردپای آب ایجاد شده برای تولید یک بلوز نخی، بیشتر از ردپای آب ایجاد شده برای تولید ۱۰۰ گرم شکلات است.

**ت:** ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۴ به ترتیب به صورت $CH_4$، $SiH_4$، $GeH_4$ هستند. نیروی بین مولکولی بین هریک از این مولکول‌های ناقطبی، از نوع واندروالسی است. نمودار زیر نقطه جوش این مواد مولکولی را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:




با توجه به اینکه جرم مولی متان کمتر از جرم مولی دو مولکول دیگر است؛ لذا نقطه جوش متان کمتر از نقطه جوش دو ماده مولکولی دیگر است. گاز متان برای اولین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شد، به همین دلیل به گاز مرداب شهرت دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۸** تصویر داده شده مربوط به فرآیند اسمز یا گذرندگی است. به حرکت خودبه‌خودی آب از محیط رقیق به سمت محیط غلیظ در خلال یک دیواره یا غشا با خاصیت تراوایی نسبی، اسمز گفته می‌شود. برای مثال، متورم شدن میوه‌ها پس از قرار گرفتن در آب، به دلیل فرآیند اسمز است. در شکل، بازوی سمت چپ محیط غلیظ را نشان می‌دهد و بازوی سمت راست، محیط رقیق است. با گذشت زمان، آب از بازوی سمت راست به بازوی سمت چپ حرکت می‌کند. با انجام این‌کار، محلول در بازوی سمت چپ، رقیق‌تر شده و غلظت یون‌ها در آن کاهش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) با گذشت زمان، آب از بازوی سمت راست به بازوی سمت چپ حرکت می‌کند؛ درنتیجه ارتفاع آب در بازوی سمت چپ افزایش می‌یابد. توجه داریم که در نهایت، غلظت دو محلول هرگز با هم یکسان نمی‌شود، چراکه در بازوی سمت راست این ظرف، یک نمونه از آب مقطر قرار گرفته است.

۳) با روش اسمز نمی‌توان از یک نمونه آب دریا، آب شیرین تهیه کرد. یکی از راه‌های تبدیل آب شور به آب شیرین، استفاده از روش اسمز معکوس است. در جدول زیر اطلاعاتی در رابطه با این دو فرآیند آورده شده است:

| اسمز | اسمز معکوس |
|---|---|
| ✓ عبور آب از محلول رقیق به غلیظ از غشای نیمه تراوا به صورت خودبه‌خودی است. | ✓ عبور آب از محلول غلیظ به رقیق از غشای نیمه تراوا به صورت غیر خودبه‌خودی(با اعمال نیروی خارجی) است. |
| ✓ غشای نیمه تراوا فقط به آب اجازه عبور میدهد. | ✓ غشای نیمه تراوا فقط به آب اجازه عبور میدهد. |
| ✓ هرچه اختلاف غلظت مولی ذره‌ها در دو طرف لوله $U$ شکل بیشتر باشد(تعداد یون‌های محلول در آب در انحلال یونی و تعداد مولکول های حل شده در آب در انحلال مولکولی بیشتر باشد) ⟸ فشار اسمزی بیشتر است ⟸ اختلاف ارتفاع دو ستون بیشتر می‌شود | ✓ در اسمز معکوس، باید فشار خارجی اعمال شده بیشتر از فشار اسمزی(فشار ناشی از افزایش حجم محلول) باشد تا آب از سمت محیط غلیظ به سمت محیط رقیق جابه‌جا شود. |
| ✓ اختلاف ارتفاع ایجاد شده در ستون‌ها به نوع حل‌شونده بستگی ندارد و به اختلاف غلظت محلول‌ها وابسته است و با آن رابطهٔ مستقیم دارد. | ✓ مقدار نیروی خارجی لازم، به نوع حل شونده‌ها بستگی ندارد و به اختلاف غلظت محلول‌ها وابسته است و با آن رابطهٔ مستقیم دارد. |
| ✓ پس از انداختن حبوبات در آب، ذرات آب از سمت محلول(محیط رقیق) به سمت داخل سلول‌ها(محیط غلیظ) حرکت می‌کنند و در نتیجه، حبوبات متورم می‌شوند، ولی در رابطه با تولید خیارشور، آب از سلول خیار(محیط رقیق) به محیط غلیظ(محلول آب نمک موجود در اطراف سلول) حرکت می‌کند و خیار چروکیده می‌شود. | ✓ یکی از روش‌های تصفیه‌ای آب است و مثل صافی کربنی می‌تواند آلاینده‌ها، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها، فلزات سمی، نافلزها و ترکیبات آلی فرار را بزداید ولی توان جداکردن میکروب‌ها از آب را ندارد. |
| ✓ به مرور زمان ارتفاع ستون حاوی محلول رقیق کم و ارتفاع ستون حاوی محلول غلیظ افزایش می‌یابد ⟸ محلول غلیظ، رقیق‌تر می‌شود ⟸ به شرطی که ماده حل‌شونده، به صورت یونی در محلول حل شده باشد، رسانایی آن محلول کمتر می‌شود. | ✓ به مرور زمان ارتفاع ستون حاوی محلول رقیق بیشتر و ارتفاع ستون حاوی محلول غلیظ کمتر می‌شود ⟸ محلول غلیظ، غلیظ‌تر می‌شود ⟸ به شرطی که ماده حل‌شونده، به صورت یونی در محلول حل شده باشد، رسانایی آن محلول بیشتر می‌شود. |
| ✓ مولکول‌های آب از هر دو سمت از غشای نیمه تراوا عبور می‌کنند ولی سرعت عبور آن به طرف محلول غلیظ بیشتر است. | ✓ مولکول‌های آب از هر دو سمت از غشای نیمه تراوا عبور می‌کنند ولی سرعت عبور آن به طرف محلول رقیق بیشتر است. |
| ✓ توان نمک‌زدایی و تولید آب شیرین را ندارد. | ✓ توان نمک‌زدایی و تولید آب شیرین را دارد و حتی با استفاده از آن، می‌توان یک ماده مثل شیر را تغلیظ کرد. |

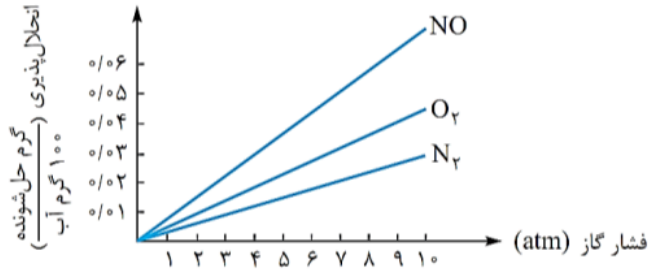
۴) با اعمال فشار خارجی به بازوی سمت چپ(غلیظ)، پدیده اسمز معکوس اتفاق می‌افتد. در روش اسمز معکوس، میکروب‌ها از آب زدوده نمی‌شوند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۹** طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری یک گاز در دمای مشخص، با افزایش فشار، به صورت خطی افزایش می‌یابد. نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را نشان می‌دهد:




اگر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار ۹ اتمسفر را با $S_1$ و انحلال‌پذیری آن در فشار ۳ اتمسفر را با $S_2$ نمایش دهیم، داریم:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \frac{۳}{۹} = \frac{S_2}{۴۵} \Rightarrow S_2 = ۱۵\ mg$$

انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در دمای ۲۰°C و فشار ۳ اتمسفر برابر با ۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب است. با توجه به اینکه گازها به مقدار ناچیزی در آب حل می‌شوند؛ لذا جرم محلول حاوی آن‌ها با جرم آب(حلال) به‌تقریب برابر است. در فشار ۳ اتمسفر و در ۱۰۰ گرم آب، ۱۵ میلی‌گرم گاز اکسیژن حل شده است، درنتیجه در ۸۰۰ گرم آب، ۱۲۰ میلی‌گرم گاز که معادل با ۰/۱۲ گرم گاز اکسیژن است، حل می‌شود. واکنش سوختن کامل اتان به صورت زیر است:

$$۲C_۲H_۶ + ۷O_۲ \rightarrow ۴CO_۲ + ۶H_۲O$$

حجم گاز اتان مصرف شده برابر است با:

$$?\,g\ C_۲H_۶ = ۰/۱۲\ g\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} \times \frac{۲\ mol\ C_۲H_۶}{۷\ mol\ O_۲} \times \frac{۲۲۴۰۰\ mL\ C_۲H_۶}{۱\ mol\ C_۲H_۶} = ۲۴\ mL$$

با توجه به محاسبات فوق، در این واکنش ۲۴ میلی‌لیتر گاز اتان در شرایط استاندارد می‌سوزد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۰** ابتدا باید حجم محلول را محاسبه کرد:

$$\text{چگالی محلول}(g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول}(g)}{\text{حجم محلول}(mL)} \Rightarrow ۱/۲۵ = \frac{۵۰۰}{x} \Rightarrow x = ۴۰۰\ mL = ۰/۴\ L$$

اکنون می‌توان جرم $Na^+$ موجود در این محلول را برحسب گرم بدست آورد:

$$?\,g\ Na^+ = ۰/۴\ L\ \text{محلول} \times \frac{۵\ mol\ NaCl}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Na^+}{۱\ mol\ NaCl} \times \frac{۲۳\ g\ Na^+}{۱\ mol\ Na^+} = ۴۶\ g$$

غلظت یون سدیم برحسب $ppm$ برابر است با:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ppm = \frac{۴۶}{۵۰۰} \times ۱۰^۶ = ۹۲۰۰۰ \text{ واحد}$$

اکنون کافیست بدانیم که در ۵۰۰ گرم محلول(معادل با ۴۰۰ میلی‌لیتر یا ۰/۴ لیتر محلول)، چند گرم حل‌شونده(نمک خوراکی) وجود دارد تا بتوان به جرم حلال رسید:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}\ (L)} \Rightarrow ۵ = \frac{x}{۰/۴} \Rightarrow x = ۲\ mol$$

در محلول مورد نظر، مقدار ۲ مول نمک خوراکی$(NaCl)$ حل شده است که جرمی معادل با ۱۱۷ گرم دارد. یعنی در ۵۰۰ گرم از محلول مورد نظر، ۱۱۷ گرم حل‌شونده وجود دارد، درنتیجه ۳۸۳ گرم$(۵۰۰ - ۱۱۷\ g)$ از جرم محلول را آب تشکیل می‌دهد. با توجه به اینکه جرم مولی آب برابر با ۱۸ گرم بر مول است، لذا ۳۸۳ گرم آب، به‌تقریب معادل با ۲۱/۲ مول آب است. در نمونه‌ای با مقدار ۲ مول $NaCl$ نیز ۲ مول یون کلرید$(Cl^-)$ وجود دارد؛ درنتیجه نسبت خواسته شده$(A)$ در سوال برابر است با:

$$A = \frac{\text{مقدار مول آب}}{\text{مقدار مول یون کلرید}} = \frac{۲۱/۲}{۲} = ۱۰/۶ \text{ برابر}$$

با توجه به محاسبات فوق، مقدار نسبت خواسته شده برابر با ۱۰/۶ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۱** فقط عبارت (آ) درست است.

**بررسی موارد:**

آ: هردو ماده استون و شکر در آب حل می‌شوند و از جمله مواد محلول در آب به شمار می‌روند. اگر قدرت نیروی بین مولکولی بین حلال و حل‌شونده، بیشتر از میانگین قدرت نیروی بین مولکولی بین حلال خالص و حل‌شونده خالص باشد، حل شونده در حلال، حل می‌شود و اگر مقدار نیروی ذکر شده کمتر باشد، ماده در حلال، حل نمی‌شود و دو ماده به صورت جدا از هم باقی می‌مانند. در این عبارت، جاذبه بین حل‌شونده و حلال، بیشتر از میانگین جاذبه بین حلال و حل‌شونده خالص است.

ب: در محلول‌هایی که حلال و حل شونده هر دو به حالت مایع هستند، نمونه‌ای که مقدار مول بیشتری داشته باشد، حلال است. بر این اساس، ابتدا باید مول آب و اتانول را بدست آورد. ۳۶ گرم آب($H_2O$)، معادل با ۲ مول آب بوده و ۱۱۵ گرم اتانول($C_2H_5OH$)، معادل با ۲/۵ مول اتانول است؛ درنتیجه در مخلوط دو نمونه آب و اتانول، اتانول در نقش حلال و آب، در نقش حل‌شونده است. چون جاذبه بین حلال خالص را با $A \ldots A$ و جاذبه بین حل‌شونده خالص را با $B \ldots B$ نمایش می‌دادیم؛ لذا جاذبه بین مولکول‌های آب به عنوان حل‌شونده به صورت $B \ldots B$ خواهد بود.

پ: سدیم هیدروکسید، جزو مواد محلول و کلسیم سولفات، جزو مواد کم‌محلول در آب است؛ بنابراین به ازای ریختن ۴ گرم از هریک از این دو ماده در مقدار مشخصی آب، نمونه سدیم هیدروکسید به مقدار بیشتری حل می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که جاذبه بین حلال و حل‌شونده در مخلوط سدیم هیدروکسید و آب، بیشتر از این جاذبه در مخلوط کلسیم سولفات و آب است.

ت: مخلوطی که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان باشد، مخلوطی همگن بوده و محلول نامیده می‌شود. در فرآیند انحلال، نمی‌توان گفت که لزوما جاذبه بین حلال و حل‌شونده، بیشتر از جاذبه بین حلال خالص یا حل شونده خالص است. فقط می‌دانیم در فرآیند انحلال، جاذبه بین حلال و حل‌شونده از میانگین جاذبه بین حلال خالص و حل شونده خالص بیشتر است نه از هرکدام از آن‌ها به تنهایی!

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۵۲** هرچه گشتاور دوقطبی یک ماده بیشتر باشد، قطبیت ماده بیشتر بوده و جهت‌گیری آن در میدان الکتریکی محسوس‌تر است. مقدار گشتاور دوقطبی مولکول $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز بیشتر از مولکول $A$ است. بر این اساس، همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

**بررسی موارد:**

الف: مولکول‌های آب، قطبی هستند و تمایل دارند مواد قطبی را در خود حل کنند. در واقع با افزایش گشتاور دوقطبی مواد، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش پیدا می‌کند. چون گشتاور دوقطبی مولکول‌های $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول‌های $B$ نیز بیشتر از $A$ است؛ درنتیجه میزان انحلال‌پذیری آن‌ها در آب به درستی مقایسه شده است.

ب: مقدار گشتاور دوقطبی مولکول‌های $H_2O$ و $H_2S$ در متن کتاب درسی آمده است و به ترتیب برابر با $1/85\,D$ و $0/97\,D$ است. گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز طبق نمودار برابر با $1/30\,D$ بوده و بیشتر از مقدار گشتاور دوقطبی مولکول $H_2S$ است.

پ: گشتاور دوقطبی مولکول $A$ کم بوده و عملا مولکولی ناقطبی به‌حساب می‌آید. در نقطه مقابل، مولکول $C$ قطبی است. می‌دانیم که شبیه، شبیه را حل می‌کند؛ یعنی مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی و مواد قطبی نیز در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت که دو ماده $A$ و $C$ انحلال‌پذیری زیادی در همدیگر ندارند. کربن تتراکلرید با فرمول $CCl_4$، ناقطبی بوده و آب نیز قطبی است؛ درنتیجه این دو ماده نیز قطبیت شبیه به هم ندارند و مخلوط آن‌ها نمی‌تواند محلول بسازد.

ت: نقطه جوش مواد موجود در نمودار، برحسب کلوین داده شده است. نقطه جوش ماده مولکولی $A$ به تقریب برابر با ۲۳۰ کلوین است. برای تبدیل دما برحسب کلوین به درجه سانتی‌گراد، کافی است که از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + 273 \Rightarrow 230 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = -43^\circ C$$

نقطه جوش گاز $A$ برابر با $-43^\circ C$ و نقطه جوش گاز اکسیژن نیز برابر با $-183^\circ C$ است. می‌دانیم که با سرد کردن گازها، هرچه نقطه جوش یک گاز بیشتر باشد، آن گاز آسان‌تر و زودتر به حالت مایع درمی‌آید. بر این اساس، گاز $A$ زودتر از گاز $O_2$ مایع می‌شود؛ چون نقطه جوش بیشتری نسبت به اکسیژن دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۳** فرایند انحلال باریم کلرید در آب به صورت زیر است:

$$BaCl_2(s) \xrightarrow{\text{در آب}} Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

ابتدا می‌توان میلی‌گرم یون کلرید موجود در محلول نهایی ایجاد شده را بدست آورد:

$$ppm_{Cl^-} = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 177/5 = \frac{x}{50} \Rightarrow x = 8875\,mg = 8/875\,g$$

اکنون می‌توان جرم باریم کلرید لازم برای ضدعفونی کردن آب استخر را بدست آورد:

$$?\,g\,BaCl_2 = 8/875\,g\,Cl^- \times \frac{1\,mol\,Cl^-}{35/5\,g\,Cl^-} \times \frac{1\,mol\,BaCl_2}{2\,mol\,Cl^-} \times \frac{208\,g\,BaCl_2}{1\,mol\,BaCl_2} = 26\,g$$

با آزاد شدن دو مول یون کلرید در محلول، ۱ مول یون باریم در محلول آزاد می‌شود. با داشتن $ppm$ یون کلرید، به راحتی و بدون استفاده از حجم محلول، می‌توان $ppm$ یون باریم را به صورت زیر محاسبه کرد.

$$ppm_{Ba^{2+}} = ppm_{Cl^-} \times \frac{\text{جرم مولی یون باریم}}{2 \times \text{جرم مولی یون کلرید}} \Rightarrow ppm_{Ba^{2+}} = 177/5 \times \frac{137}{2 \times 35/5} \Rightarrow ppm_{Ba^{2+}} = 342/5$$

با توجه به محاسبات انجام شده، غلظت یون باریم در محلول برابر با $342/5\,ppm$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۴** انحلال‌پذیری گازها در آب با افزایش فشار، افزایش می‌یابد. مولکول‌های دواتمی جور هسته مانند $O_2$، $N_2$ و ...، ناقطبی هستند و هرچه جرم مولی آن‌ها بیشتر باشد، قدرت نیروی بین مولکولی در آن‌ها افزایش یافته و به مقدار بیشتری در آب حل می‌شوند. چون جرم مولی مولکول‌های $F_2$، بیشتر از مولکول‌های $O_2$ است، درنتیجه در شرایط یکسان، مقدار انحلال‌پذیری گاز فلوئور در آب بیشتر از گاز اکسیژن بوده و شیب نمودار انحلال‌پذیری-فشار برای گاز فلوئور، بیشتر از گاز اکسیژن است. بر این اساس، با افزایش فشار گازها، مقدار انحلال‌پذیری فلوئور بیشتر از اکسیژن افزایش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) با مالش دادن میله شیشه‌ای به موی سر، میله دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. با نزدیک کردن مولکول‌های آب به میله‌ای که دارای بار الکتریکی منفی است، مولکول‌های آب از سمت سر مثبت خود یعنی از سمت اتم‌های هیدروژن به سوی میله جذب می‌شوند و جهت‌گیری می‌کنند. با انجام این فرایند، باریکه مایع از مسیر خود منحرف شده و به سمت میله شیشه‌ای حرکت می‌کند.

۲) فرآیند عبور آب از سمت محیط غلیظ به سمت محیط رقیق از خلال یک دیواره با خاصیت تراوایی نسبی و با اعمال فشار بیرونی، اسمز معکوس نامیده می‌شود. اسمز معکوس، فرآیندی غیرخودبه‌خود به حساب می‌آید. اگر پمپ ایجاد فشار در دستگاه از کار بیفتد، فرآیند به حالت طبیعی و خودبه‌خودی بازمی‌گردد و اسمز اتفاق خواهد افتاد. در فرآیند اسمز، آب از سمت محیط رقیق به سمت محیط غلیظ حرکت می‌کند؛ درنتیجه با از کار افتادن پمپ، برآیند جهت حرکت مولکول‌های آب تغییر می‌کند.

۳) انحلال شکر در آب به صورت کاملا مولکولی بوده و در انحلال مولکولی، ماهیت ذرات حل‌شونده تغییری نمی‌کند. انحلال الکل‌ها، استون و شکر در آب، همگی به صورت مولکولی است.

مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. برای مثال، ید ($I_2$) که ماده‌ای ناقطبی است در هگزان ($C_6H_{14}$) که حلالی ناقطبی است، به راحتی حل می‌شود. همچنین اغلب ترکیبات یونی (نمک‌ها) و مواد مولکولی مثل اتانول و استون نیز در آب حل می‌شوند. بسیاری از ترکیبات مولکولی مثل اتانول، شکر، استون و ... در آب به صورت مولکولی حل می‌شوند؛ یعنی با حل شدن در آب، یونی تولید نمی‌کنند؛ درنتیجه انحلال آن‌ها در آب رسانایی الکتریکی ایجاد نمی‌کند و اصطلاحا به آن‌ها غیر الکترولیت و به محلول آن‌ها در آب، محلول غیرالکترولیت گفته می‌شود. برای انحلال این دسته از مواد می‌توان نوشت:

میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص ≥ جاذبه‌های بین حل شونده و حلال در محلول

واکنش زیر، فرایند انحلال یک نمونه از اتانول در آب را نمایش می‌دهد:

$$C_2H_5OH(l) \xrightarrow{\text{در آب}} C_2H_5OH(aq)$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۵** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

**بررسی موارد:**

**الف:** ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، یون‌های اکسید را جذب نمی‌کنند. همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن($O_2$) نیازمند هستند. آن‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای ادامه زندگی آبزیان ضروری است.

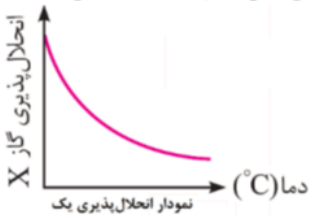
**ب:** مولکول اکسیژن($O_2$) و اوزون($O_3$)، آلوتروپ‌های عنصر اکسیژن هستند. اوزون، مولکولی قطبی با ساختار خمیده بوده و اکسیژن، مولکولی ناقطبی است که از اتصال دو اتم یکسان به هم تشکیل شده است. همچنین جرم مولی اوزون بیشتر از جرم مولی گاز اکسیژن است. بر این اساس، با حل شدن این دو ماده در آب، گاز اوزون به میزان بیشتری حل می‌شود.

**پ:** در آب دریا، غلظت یون کلسیم($Ca^{2+}$) از یون پتاسیم($K^+$) بیشتر است. از طرفی، انحلال‌پذیری کلسیم سولفات در آب، کمتر از انحلال‌پذیری پتاسیم فسفات در آب است. درنتیجه با تبخیر آب دریا، احتمال تشکیل نمک کلسیم سولفات، بیشتر از احتمال تشکیل نمک پتاسیم سولفات است.

**ت:** با افزایش فشار یک گاز در دمای ثابت، حجم آن گاز کاهش می‌یابد. با افزایش دمای آب نیز، انحلال‌پذیری گاز در آب، کاهش می‌یابد. درنتیجه هر دو نمودار ذکر شده، نزولی هستند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها، خطی نیست. نمودارهای ذکر شده به صورت زیر رسم می‌شوند:



نمودار فشار گاز برحسب حجم آن



نمودار انحلال‌پذیری یک گاز برحسب دمای آب

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۶** در ظرف نشان داده شده، ۸ ذره از یون کلسیم وجود دارد. با توجه به اینکه هر ذره معادل با ۰/۰۱ مول یون کلسیم است؛ نتیجه می‌گیریم که در محلول، ۰/۰۸ مول یون کلسیم وجود دارد. چون در واحد فرمولی کلسیم نیترات($Ca(NO_3)_2$)، فقط یک یون کلسیم وجود دارد، پس یعنی در محلول مورد نظر، ۰/۰۸ مول کلسیم نیترات داریم. معادله انحلال کلسیم نیترات در آب به صورت زیر است:

$$Ca(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{آب}} Ca^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

ضریب استوکیومتری کلسیم نیترات برابر با ۱ و ضریب استوکیومتری یون نیترات برابر با ۲ است؛ درنتیجه با انحلال کامل ۰/۰۸ مول کلسیم نیترات در آب، ۰/۱۶ مول یون نیترات ایجاد می‌شود. بر این اساس، غلظت مولی یون نیترات برابر است با:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow \text{غلظت مولار} = \frac{0/16}{0/05} = 3/2\ mol.L^{-1}$$

با انحلال کامل ۰/۰۸ مول کلسیم نیترات در آب، ۰/۰۸ مول یون کلسیم که معادل با ۳/۲ گرم یون کلسیم است، در محلول آزاد می‌شود. با اضافه کردن ۱۵۰ میلی‌لیتر آب به محلول، حجم محلول به ۲۰۰ میلی‌لیتر می‌رسد و رقیق‌تر می‌شود، ولی مقدار مول حل‌شونده تغییری نمی‌کند. چون چگالی محلول، ۱ گرم بر میلی‌لیتر است؛ لذا ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول، جرمی معادل با ۲۰۰ گرم دارد. بر این اساس غلظت یون کلسیم برحسب $ppm$ در محلول نهایی برابر است با:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{3/2}{200} \times 10^6 = 16000$$

غلظت یون کلسیم در محلول نهایی برابر با $16000\ ppm$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

## ۲۵۷ بررسی موارد

**الف:** اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند. مقدار نمک کلسیم‌دار در ادرار افرادی که دارای سنگ کلیه هستند (افراد بیمار)، بیشتر از انحلال‌پذیری آن‌ها است. طبیعتا این روند در افرادی که سنگ کلیه ندارند، برعکس است.

نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی(ژنتیکی) می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم دار درکلیه‌ها تشکیل می‌شوند. مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است، پس در ادرار این افراد رسوب تشکیل نمی‌شود. در نقطه مقابل، در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آنها بیشتر است و به همین خاطر، در ادرار این افراد سنگ کلیه بر اثر رسوب نمک‌ها ایجاد می‌شود.

**ب:** آب آشامیدنی مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب وجود دارد و برخی دیگر در مراکز تامین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای مثال، به آب آشامیدنی مقدار بسیار کمی یون فلوئورید($F^-$) می‌افزایند، زیرا این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. البته، توجه داریم که این آب‌ها شامل برخی از انواع ناخالصی‌ها شده و در آن‌ها مقدار اندکی از یون‌های محلول وجود دارد. برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، از جمله یون نیترات و یون هیدروکسید، به طور طبیعی در آن حل شده‌اند؛ در حالی که برخی از یون‌های دیگر که در این آب‌ها وجود دارند، به طور مصنوعی به آب اضافه شده است. به عنوان مثال، یون فلوئورید به طور مصنوعی و به منظور محافظت از دندان‌ها در تصفیه خانه‌ها به آب افزوده می‌شوند. توجه داریم که همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون از منابع آب شیرین تأمین می‌شوند. در واقع تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز ، خانه، مدرسه و دانشگاه، از آب‌های سطحی(آب موجود در رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی(آب موجود در چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند.

**پ:** گیاهان برای رشد مناسب علاوه بر $H_2O$ و $CO_2$ به عناصری مانند گوگرد، فسفر، نیتروژن و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای مناسب برای رشد گیاه است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات به صورت $(NH_4)_2SO_4$ بوده و یک ترکیب یونی چندتایی است.

**ت:** با افزودن حل شونده‌های دیگر در آب، انحلال‌پذیری یک گاز در آب کاهش می‌یابد ولی این قضیه، ربطی به قانون هنری ندارد. بر اساس قانون هنری، انحلال‌پذیری یک گاز در آب با افزایش فشار گاز، افزایش می‌یابد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۸** عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) نادرست هستند.

**بررسی موارد:**

آ: گوگرد دارای دو نوع اکسید با فرمول‌های شیمیایی $SO_2$ و $SO_3$ است. $SO_2$، اکسید قطبی گوگرد به حساب می‌آید و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. ساختار این ماده به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=\ddot{S}-\ddot{O}:$$

اتم اکسیژن خصلت نافلزی بیشتری نسبت به گوگرد دارد و سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهد. در حضور یک میدان الکتریکی، سر منفی مولکول‌ها باید به طرف قطب مثبت جهت‌گیری پیدا کند. در شکل داده شده، اتم‌های اکسیژن به سمت قطب منفی جهت‌گیری کرده‌اند؛ درنتیجه جهت‌گیری آن در میدان الکتریکی به نادرستی نشان داده شده است.

ب: گالیم، یک عنصر فلزی از گروه ۱۳ بوده و در خانه زیرین آلومینیم قرار گرفته است. هر اتم گالیم، ۳ الکترون از دست داده و کاتیونی با بار الکتریکی ۳+ را ایجاد می‌کند. فرمول شیمیایی گالیم سولفید به صورت $Ga_2S_3$ بوده و نسبت شمار کاتیون به آنیون در آن برابر با $\frac{2}{3}$ است. فرمول شیمیایی منیزیم اکسید نیز به صورت $MgO$ بوده و نسبت شمار کاتیون به آنیون در آن برابر با ۱ است.

پ: در ترکیب‌های یونی دوتایی، هر دو یون کاتیون و آنیون تک‌اتمی هستند. در ترکیب‌هایی مانند $MgCl_2$، زیروند $Cl$، برابر با ۲ بوده و نشان‌دهنده بار یون منیزیم($Mg^{2+}$) است. اما در ترکیب‌هایی که بار آنیون و کاتیون برابر است مانند $MgO$، این قاعده درست نیست. برای مثال در منیزیم اکسید، زیروند $O$ برابر با ۱ است ولی قدر مطلق بار یون منیزیم برابر با ۲ است.

ت: در آب آشامیدنی مقدار کمی از یون‌های مختلف وجود دارد. شکل زیر برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی را نشان می‌دهد:

کلرید ($Cl^-$) ـ منیزیم ($Mg^{2+}$) ـ آهن (II) ($Fe^{2+}$) ـ هیدروکسید ($OH^-$) ـ نیترات ($NO_3^-$) ـ سدیم ($Na^+$) ـ کلسیم ($Ca^{2+}$)

در آب آشامیدنی یون $Fe^{2+}$ وجود دارد که به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نمی‌رسد. آرایش الکترونی $Fe^{2+}$ به صورت زیر است:

$$_{26}Fe^{2+}: [Ar]3d^6$$

ث: منیزیم کلرید یک ترکیب یونی دوتایی بوده و معادله انحلال آن در آب به صورت زیر است:

$$MgCl_2(s) \xrightarrow{\text{در آب}} Mg^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

با انحلال هر مول منیزیم کلرید در آب، ۳ مول یون در محلول مورد نظر آزاد می‌شود؛ درنتیجه با انحلال نیم مول از آن در آب، ۱/۵ مول یون در محلول آزاد شده و بین ذرات آب قرار می‌گیرد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۹** گلوکومتر دستگاهی برای اندازه‌گیری قند خون(گلوکز با فرمول شیمیایی $C_6H_{12}O_6$) بوده که می‌تواند میلی‌گرم‌های گلوکز را در یک دسی‌لیتر (۰/۱ لیتر) از خون نشان دهد. برای بدست آوردن غلظت مولار(غلظت مولی) گلوکز در خون کافیست که عدد گلوکومتر را بر ۱۸۰۰۰ تقسیم کنیم. عددی که نمایشگر گلوکومتر نشان می‌دهد برابر است با:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{عدد گلوکومتر}}{18000} \Rightarrow 0/009 = \frac{x}{18000} \Rightarrow x = 162$$

مقدار مول گلوکز حل شده در خون فرد برابر است با:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow 0/009 = \frac{x}{5} \Rightarrow x = 0/045\ mol$$

اکنون می‌توان شمار اتم‌های کربن موجود در نمونه گلوکز را بدست آورد:

$$?\,atom\ C = 0/045\ mol\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{6\ mol\ C}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{6/02 \times 10^{23} atom\ C}{1\ mol\ C} = 16/254 \times 10^{22} atom$$

با توجه به محاسبات انجام شده، شمار اتم‌های کربن در نمونه گلوکز برابر با $16/254 \times 10^{22}$ عدد است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۰** گازی که از واکنش مواد سازنده قرص جوشان با آب ایجاد می‌شود، کربن دی‌اکسید است. ساختار لوویس کربن دی‌اکسید به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=C=\ddot{O}$$

کربن دی‌اکسید، ساختاری خطی داشته و هسته اتم‌ها در هر مولکول از آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) هنگامی بدن ما می‌تواند پیام‌های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل کند که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگونی مانند $K^+$، $Na^+$، $Cl^-$ و ... است. احساس خستگی در بدن پس از انجام فعالیت‌های سنگین، به دلیل کاهش این یون‌ها در مایعات بدن است؛ از این رو نوشیدن محلول‌هایی حاوی این یون‌ها می‌تواند باعث کاهش خستگی شود.

یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم($K^+$) است. نیاز روزانه بدن ما به یون پتاسیم، دو برابر بیشتر از یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون به ندرت در بدن احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون از خلال غشای سلول‌های عصبی، مانع از انتقال پیام های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

۲) می‌دانیم که هرچه مقدار حل‌شونده‌ها در یک نمونه آب بیشتر باشد، انحلال‌پذیری گازها در آن نمونه آب کاهش می‌یابد. در آب دریا نسبت به آب آشامیدنی حل‌شونده‌های بیشتری حل شده است؛ درنتیجه در آب آشامیدنی مقدار بیشتری گاز اکسیژن حل می‌شود.

۴) نقره کلرید، رسوبی سفید رنگ بوده و جزو مواد نامحلول در آب به حساب می‌آید، درحالی‌که سدیم کلرید در آب حل می‌شود و به یون‌های $Na^+$ و $Cl^-$ تبدیل می‌شود. در واقع، در صورت ریختن مول برابر $NaCl$ و $AgCl$ در دو نمونه آب، نمونه سدیم کلرید تعداد یون‌های بسیار بیشتری را در محلول آزاد می‌کند. در شرایط یکسان غلظت و دما، هرچه مقدار یون‌های موجود در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی محلول بیشتر است و لامپ قرار گرفته در مدار آن، روشنایی بیشتری دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶۱** در قدم اول، جرم یون پتاسیم موجود در ۳۰/۳ گرم پتاسیم نیترات را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,K^+ = ۳۰/۳\,KNO_۳ \times \frac{۱\,mol\;KNO_۳}{۱۰۱\,g\;KNO_۳} \times \frac{۱\,mol\,K^+}{۱\,mol\;KNO_۳} \times \frac{۳۹\,g\,K^+}{۱\,mol\,K^+} = ۱۱/۷\,g$$

برای محاسبه غلظت یک ماده بر حسب $ppm$، اگر مقیاس جرمی محلول و حل شونده یکسان باشد(به‌عنوان مثال، هر دو مورد در مقیاس گرم یا کیلوگرم بیان شده باشند)، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

برای محاسبه غلظت یک ماده بر حسب $ppm$، اگر جرم حل شونده بر حسب میلی‌گرم و جرم محلول بر حسب کیلوگرم باشد، کار راحت‌تر است و از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$ppm = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{کیلو گرم محلول}}$$

با توجه به روابط بالا، غلظت یون پتاسیم را به‌دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{۱۱/۷\,g\,K^+}{۱۵۰۰۰\,g\ \text{محلول}} \times ۱۰^۶ = ۷۸۰$$

با توجه به محاسبات انجام شده، غلظت یون پتاسیم در محلول مورد نظر برابر با $۷۸۰ppm$ می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۲** ابتدا با توجه به اطلاعات داده شده، جرم نمک(سولفات فلز) موجود در محلول نهایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی نمک} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۰ = \frac{x}{(۱۰۸/۸ + x)} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۱۷۶ + ۲۰x = ۱۰۰x \Rightarrow x = \frac{۲۱۷۶}{۸۰} = ۲۷/۲\ g$$

طبق فرض سؤال، در این فرایند ۲۷/۲ گرم نمک مصرف شده و ۲۷/۲ گرم از نمک مورد نظر، معادل با جرم ۰/۲ مول از این نمک است؛ بنابراین جرم مولی این نمک برابر خواهد بود با:

$$\text{جرم مولی نمک} = \frac{۲۷/۲\ g}{۰/۲\ mol} = ۱۳۶\ g.mol^{-۱}$$

حالا باید جرم مولی سولفات تک تک گزینه‌ها را به‌دست آوریم و با عدد بالا مقایسه کنیم:

۱) $MgSO_۴ : ۲۴ + ۹۶ = ۱۲۰\ g.mol^{-۱}$ ×

۲) $K_۲SO_۴ : ۲ \times ۳۹ + ۹۶ = ۱۷۴\ g.mol^{-۱}$ ×

۳) $CaSO_۴ : ۴۰ + ۹۶ = ۱۳۶\ g.mol^{-۱}$ ✓

۴) $SrSO_۴ : ۸۸ + ۹۶ = ۱۸۴\ g.mol^{-۱}$ ×

همانطور که مشخص است، جرم مولی کلسیم سولفات برابر با ۱۳۶ گرم بر مول می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۶۳** با توجه به رابطه $ppm = \frac{\text{mg حل‌شونده}}{\text{kg محلول}}$، کافی است جرم کلی یون فسفات($PO_۴^{۳-}$) موجود در محلول نهایی را بر حسب میلی‌گرم حساب کنیم. توجه داریم که جرم محلول نهایی برابر با $۰/۴\ kg$ است. در قدم اول، جرم یون فسفات موجود در محلول اولیه را حساب می‌کنیم. با توجه به فرمول شیمیایی نمک آمونیوم فسفات که به‌صورت $(NH_۴)_۳PO_۴$ است، در هر مول از این ترکیب ۳ مول کاتیون و یک مول آنیون وجود دارد. در نتیجه می‌توان گفت تفاوت تعداد مول آنیون‌ها و کاتیون‌ها در هر مول از این ترکیب یونی برابر با ۲ مول یا معادل با $۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۴}$ عدد است.

$$۴۰۰\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} = ۰/۴\ kg$$

بر این اساس داریم:

$$?\ mg\ PO_۴^{۳-} = ۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲} \times \frac{\text{اختلاف شمار یون‌ها}}{۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۴}} \times \frac{۱\ mol\ (NH_۴)_۳PO_۴}{\text{اختلاف شمار یون‌ها}} \times \frac{۱\ mol\ PO_۴^{۳-}}{۱\ mol\ (NH_۴)_۳PO_۴} \times \frac{۹۵\ g\ PO_۴^{۳-}}{۱\ mol\ PO_۴^{۳-}}$$

$$\times \frac{۱۰۰۰\ mg}{۱\ g} = ۱۱۸۷/۵\ mg$$

از طرف دیگر، از حل شدن یک مول سدیم فسفات با فرمول $Na_۳PO_۴$ در محلول، یک مول یون $PO_۴^{۳-}$ در محلول آزاد می‌شود. بر این اساس داریم:

$$?\ mg\ PO_۴^{۳-} = ۵۳۹/۵\ mg\ Na_۳PO_۴ \times \frac{۱\ g\ Na_۳PO_۴}{۱۰۰۰\ mg\ Na_۳PO_۴} \times \frac{۱\ mol\ Na_۳PO_۴}{۱۶۴\ g\ Na_۳PO_۴} \times \frac{۱\ mol\ PO_۴^{۳-}}{۱\ mol\ Na_۳PO_۴} \times \frac{۹۵\ g\ PO_۴^{۳-}}{۱\ mol\ PO_۴^{۳-}}$$

$$\times \frac{۱۰۰۰\ mg\ PO_۴^{۳-}}{۱\ g\ PO_۴^{۳-}} \simeq ۳۱۲/۵\ mg$$

بنابراین در محلول نهایی تقریبا $۱۱۸۷/۵ + ۳۱۲/۵ = ۱۵۰۰\ mg$ یون فسفات وجود داشته و غلظت این یون بر حسب $ppm$ برابر خواهد بود با:

$$ppm = \frac{\text{mg حل‌شونده}}{\text{kg محلول}} = \frac{۱۵۰۰}{۰/۴} = ۳۷۵۰$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۴** آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی **همگن** است که **اغلب مزه‌ای شور دارد**، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده‌است. **جرم کل مواد حل شده** در آب‌های کره زمین **تقریبا ثابت** است؛ زیرا همان مقدار موادی که از سنگ‌کره به آب‌کره وارد می‌شود، از آب‌کره نیز به سنگ‌کره وارد می‌شود. بر این اساس، کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. نمودار زیر، نمایی از این چهار بخش مختلف را نشان می‌دهد:

۴ بخش اصلی زمین
- زیست‌کره: شامل جانداران روی کرهٔ زمین است که در واکنش‌های آن‌ها، درشت مولکول‌ها، نقش اساسی ایفا می‌کنند.
- هواکره: از مولکول‌های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و ... تشکیل شده است.
- سنگ‌کره: از مواد جامد مانند ماسه، نمک‌ها و ... تشکیل شده است.
- آب‌کره: از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ... تشکیل شده است.

درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود. برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و به‌صورت بارش در آب‌کره یا سنگ‌کره فرود می‌آید. جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند. فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به‌صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند. لاشهٔ جانوران و گیاهان براثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به‌صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب‌کره، هواکره یا سنگ‌کره می‌شوند.

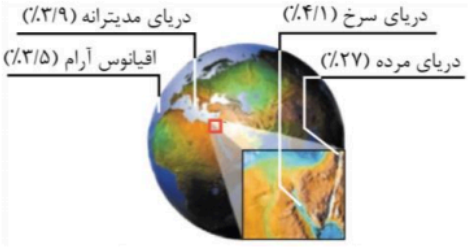
### بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ فراوان‌ترین آنیون موجود در آب دریاها، **یون کلرید** است. یون کلرید، در سرم فیزیولوژی(محلول رقیق آب نمک) وجود داشته و در ساختار خود ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های $p$(الکترون‌هایی با $l = ۱$) دارد. آرایش الکترونی یون کلرید به‌صورت زیر است:

$$_{۱۷}Cl^- : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶$$

۳ آب شیرین و آب شور دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب موجود در هوا، آب‌های زیرزمینی و آب موجود در کوه‌های یخ، از جمله منابع غیراقیانوسی آب به‌شمار می‌روند. این منابع آبی، تقریبا ۲/۸ درصد از کل آب‌های موجود در زمین را تشکیل می‌دهند.

۴ تصویر زیر، درصد جرمی نمک در آب دریاهای مختلف را نشان می‌دهد:




چون آب دریای مدیترانه در مقایسه با آب دریای سرخ درصد جرمی نمک‌های کمتری دارد، با افزودن مقداری از آب دریای مدیترانه به آب دریای سرخ، مقداری از غلظت نمک‌ها در آب دریای سرخ کاسته شده و **درصد جرمی** نمک در این نمونه از آب **کاهش** می‌یابد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۶۵** ساختار ترکیب مورد نظر، هیچ نقشی در حل سؤال نداشته و اصلا نیاز به پیدا کردن فرمول شیمیایی این ماده نداریم. ابتدا جرم محلول تولید شده در هر روز را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم محلول تولید شده در یک روز} = ۸۰۰۰۰۰ \text{ قوطی} \times \frac{۴۰۰\ mL \text{ محلول}}{۱ \text{ قوطی}} \times \frac{۱/۰۸\ g \text{ محلول}}{۱\ mL \text{ محلول}} = ۳۴۵۶۰۰۰۰۰\ g$$

در قدم بعد، جرم ترکیب آلی مصرفی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم ترکیب آلی} = \text{جرم محلول} \times \text{درصد جرمی ترکیب آلی} = ۳۴۵۶۰۰۰۰۰ \times \frac{۹}{۱۰۰} = ۳۱۱۰۴۰۰۰\ g$$

در نهایت حجم ترکیب آلی مصرفی را بر حسب لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$?\ L \text{ ترکیب آلی} = ۳۱۱۰۴۰۰۰\ g \text{ ترکیب آلی} \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} \times \frac{۱\ m^۳}{۸۰۰\ kg} \times \frac{۱۰۰۰\ L}{۱\ m^۳} = ۳۸۸۸۰\ L$$

بنابراین روزانه $۳۸۸۸۰ L$ ترکیب آلی در این کارخانه مصرف می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

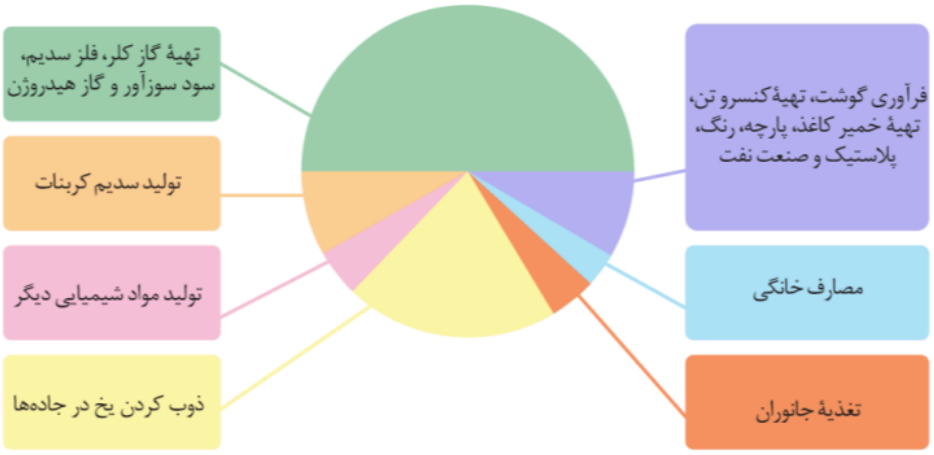


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۶ با افزایش جرم مولی مولکول هالوژن‌ها، نیروی بین مولکولی در این مواد **افزایش** یافته و به دنبال آن، دمای جوش این مواد نیز **بیشتر** می‌شود. این در حالی است که با افزایش جرم مولی مولکول هالوژن‌ها، **قدرت پیوند اشتراکی** بین اتم‌ها در این مولکول‌ها **کاهش** می‌یابد. برای مثال، برم در مقایسه با فلوئور دمای جوش بالاتری دارد اما آنتالپی پیوند بین اتم‌های آن کمتر از آنتالپی پیوند بین اتم‌ها در مولکول فلوئور است.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش **تبلور** از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. کاربردهای گوناگون سدیم کلرید را در شکل زیر می‌بینید:




با توجه به نمودار رسم شده، نیمی از $NaCl$ جداسازی شده در **تهیه گاز** $Cl_2$، **فلز** $Na$، **سود سوزآور و گاز** $H_2$ به کار می‌رود. توجه داریم که برای تهیه فلز سدیم و گاز کلر، از یک سلول **الکترولیتی** استفاده می‌شود.

۳ از جمله کاربردهای $NaCl$، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ، پلاستیک و هم‌چنین در صنعت نفت است.

۴ هالوژنی که در دمای اتاق حالت فیزیکی مایع دارد، معادل با برم است. عنصر **برم**، در سومین خانه از گروه ۱۷ جای گرفته و در دمای ۲۰۰°C با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد. طی این واکنش، گاز هیدروژن برمید تولید می‌شود که یک اسید قوی با **ثابت یونش بسیار بزرگ است**. جدول زیر، شرایط مورد نیاز برای واکنش هالوژن‌ها با گاز هیدروژن را نشان می‌دهد:

کاهش واکنش‌پذیری ↓

| نام هالوژن | شرایط واکنش با گاز هیدروژن |
|---|---|
| فلوئور | حتی در دمای −۲۰۰°C به سرعت واکنش می‌دهد. |
| کلر | در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد. |
| برم | در دمای ۲۰۰°C واکنش می‌دهد. |
| ید | در دمای بالاتر از ۴۰۰°C واکنش می‌دهد. |

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۷** در رابطه با مواد داده شده، عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

«الف»: هر دو ماده آب($H_2O$) و هیدروژن سولفید($H_2S$)، روی **اتم مرکزی** خود دارای **جفت الکترون ناپیوندی بوده** و به همین خاطر، از مولکول‌هایی با ساختار **خمیده** یا همان **Vشکل** تشکیل شده‌اند.

«ب»: ذرات سازنده مواد **قطبی** در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند اما شدت این جهت‌گیری در مواد مختلف، متفاوت از یکدیگر است. شدت جهت‌گیری مولکول‌های سازنده یک ماده در حضور میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام **گشتاور دوقطبی(μ)** است. گشتاور دوقطبی مواد مختلف، با یکای **دبای(D)** نشان داده می‌شود. طبیعی است که با افزایش میزان قطبیت مواد، مقدار گشتاور دوقطبی آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. برای مثال، چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از خاصیت نافلزی گوگرد است، گشتاور دوقطبی ذرات آب و هیدروژن سولفید به ترتیب برابر با ۱/۸۵ و ۰/۹۷ دبای می‌شود. چون آب گشتاور دوقطبی **بیشتری** دارد، قدرت نیروهای بین مولکولی در این ماده **قوی‌تر** خواهد بود.

«پ»: در ساختار مولکولی هر دو ماده، دو اتم هیدروژن وجود دارد اما چون جرم مولی هیدروژن سولفید در مقایسه با جرم مولی آب بیشتر است، پس درصد جرمی هیدروژن در ساختار این ماده کمتر از درصد جرمی هیدروژن در ساختار آب خواهد بود.

«ت»: جدول زیر، ویژگی‌های آب و هیدروژن سولفید را در مقایسه با یکدیگر نشان داده است:

| ماده | فرمول | ساختار | قطبیت | گشتاور دوقطبی | جرم مولی | حالت فیزیکی(۲۵°C) | نقطه جوش |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آب | $H_2O$ |  | قطبی | ۱/۸۵ دبای | ۱۸ | مایع | ۱۰۰°C |
| هیدروژن سولفید | $H_2S$ |  | قطبی | ۰/۹۷ دبای | ۳۴ | گاز | −۶۰°C |

مطابق جدول فوق، آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، **دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد**. در واقع با توجه به گشتاور دوقطبی بسیار بالای آب(نزدیک به دو برابر گشتاور دوقطبی هیدروژن سولفید)، بین ذرات این ماده پیوند هیدروژنی برقرار شده و بر این اساس، می‌توان گفت نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از نیروی جاذبه میان ذرات هیدروژن سولفید **بسیار قوی‌تر** است. اگر در شرایط مشخص، آب به حالت **بخار** باشد، می‌توان گفت دما بالاتر از ۱۰۰ درجه سلسیوس است. در چنین دمایی، هیدروژن سولفید به یقین **حالت گاز** دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۶۸** فرمول شیمیایی منیزیم سولفات و آمونیوم نیترات، به ترتیب به‌صورت $MgSO_4$ و $NH_4NO_3$ بوده و جرم مولی این دو ترکیب نیز به ترتیب برابر با ۱۲۰ و ۸۰ گرم بر مول می‌شود. برای محاسبه غلظت مولی یک محلول، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی ترکیب}}$$

محلول‌های مجزایی از منیزیم سولفات و آمونیوم نیترات با درصد جرمی و چگالی برابر در اختیار داریم. از طرفی، جرم مولی منیزیم سولفات ۱/۵ برابر جرم مولی آمونیوم نیترات است، پس می‌توان گفت اگر غلظت مولی محلول منیزیم سولفات برابر با $x$ مول بر لیتر باشد، غلظت مولی محلول آمونیوم نیترات برابر با $۱/۵x$ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به اینکه زیروند کاتیون در واحد فرمولی هر دو ترکیب برابر با یک است، پس می‌توان گفت غلظت یون منیزیم در محلول منیزیم سولفات و غلظت یون آمونیوم در محلول آمونیوم نیترات به ترتیب برابر با $x$ و $۱/۵x$ مول بر لیتر خواهد شد. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی یون آمونیوم} - \text{غلظت مولی یون منیزیم} = ۱/۵x - x = ۰/۲\ mol.L^{-۱} \Longrightarrow x = ۰/۴\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات بالا، غلظت مولی منیزیم سولفات در محلول این ماده برابر با ۰/۴ مول بر لیتر است. معادله واکنش میان منیزیم سولفات با محلول سدیم هیدروکسید به‌صورت زیر است:

$$MgSO_4(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + Na_2SO_4(aq)$$

در قدم بعد، غلظت مولی محلول سود را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول} \times ppm}{\text{جرم مولی ترکیب} \times ۱۰۰۰} = \frac{۱ \times ۴۰۰۰}{۴۰ \times ۱۰۰۰} = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

در قدم آخر، با توجه به معادله واکنش نوشته شده، حجم محلول سود استفاده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{محلول سود } ?\ L = \text{محلول منیزیم سولفات } ۱\ L \times \frac{۰/۴\ mol\ MgSO_4}{\text{محلول منیزیم سولفات } ۱\ L} \times \frac{۲\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ MgSO_4} \times \frac{\text{محلول سود } ۱\ L}{۰/۱\ mol\ NaOH} = ۸\ L$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۹** با استفاده از رابطه زیر، به راحتی می‌توانیم درصد جرمی حل‌شونده در محلول را محاسبه کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{(\text{غلظت مولی محلول}) \times (\text{جرم مولی})}{\text{چگالی} \times ۱۰} \Rightarrow \text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی ترکیب}}$$

برای این منظور، ابتدا باید غلظت مولی محلول را به‌دست بیاوریم. می‌دانیم که در **شرایط استاندارد**، هر مول از گازهای گوناگون حجمی **معادل ۲۲/۴ لیتر** یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر دارند. بنابراین برای محاسبه تعداد مول نمونه هیدروژن پدید، باید حجم نمونه این گاز را در شرایط استاندارد($۳۳/۶L$) بر حجم یک مول گاز در شرایط استاندارد($۲۲/۴L$) تقسیم کنیم. با توجه به این موضوع، مولاریته نمونه گاز هیدروژن پدید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولار(مولاریته)} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم محلول}(L)} \Rightarrow \frac{\frac{۳۳/۶\ L\ HI}{۲۲/۴}}{۰/۶۴\ L\ \text{محلول}} = \frac{۱/۵}{۰/۶۴}\ mol.L^{-۱}$$

حال مقادیر را در رابطه اولیه جای‌گذاری می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$a = \frac{(۱۲۸) \times (\frac{۱/۵}{۰/۶۴})}{۱۰ \times ۱/۲۵} = ۲۴ \text{ درصد}$$

بنابراین درصد جرمی حل‌شونده در این محلول برابر با ۲۴ خواهد بود. البته، برای محاسبه درصد جرمی هیدروژن پدید در این محلول، ابتدا می‌توانستیم جرم گاز هیدروژن پدید وارد شده به محلول را محاسبه کرده و در قدم بعد، درصد جرمی محلول را به‌دست بیاوریم. در این رابطه، داریم:

$$?\ g\ HI = ۳۳/۶\ L\ HI \times \frac{۱\ mol\ HI}{۲۲/۴\ L\ HI} \times \frac{۱۲۸\ g\ HI}{۱\ mol\ HI} = ۱۹۲\ g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۹۲\ g\ HI}{۶۴۰\ mL\ \text{محلول} \times \frac{۱/۲۵\ g\ \text{محلول}}{۱\ mL\ \text{محلول}}} \times ۱۰۰ = ۲۴ \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات انجام شده به روش دوم نیز درصد جرمی محلول برابر با ۲۴ درصد خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۷۰** هرچه **گشتاور دوقطبی** یک ماده **بیشتر** باشد، **قطبیت** ماده **بیشتر** بوده و جهت‌گیری آن در میدان الکتریکی محسوس‌تر است. مقدار گشتاور دوقطبی مولکول $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز بیشتر از مولکول $A$ است. بر این اساس، همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

### بررسی موارد:

«الف»: مولکول‌های آب، قطبی هستند و تمایل دارند مواد قطبی را در خود حل کنند. در واقع با افزایش گشتاور دوقطبی مواد، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش پیدا می‌کند. چون گشتاور دوقطبی مولکول‌های $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول‌های $B$ نیز بیشتر از $A$ است؛ درنتیجه میزان انحلال‌پذیری آن‌ها در آب به درستی مقایسه شده است.

«ب»: پروپان، نوعی هیدروکربن بوده و گشتاور دوقطبی ذرات آن تقریباً برابر با **صفر** است. گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز طبق نمودار برابر با $۱/۳D$ بوده و بیشتر از مقدار گشتاور دوقطبی مولکول پروپان است.

«پ»: گشتاور دوقطبی مولکول $A$ کم بوده و عملاً مولکولی **ناقطبی** به‌حساب می‌آید. در نقطه مقابل، مولکول $C$ قطبی است. می‌دانیم که **شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند**؛ یعنی مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی و مواد قطبی نیز در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت که دو ماده $A$ و $C$ انحلال‌پذیری زیادی در همدیگر ندارند. کربن تتراکلرید با فرمول $CCl_۴$، ناقطبی بوده و آب نیز قطبی است؛ درنتیجه این دو ماده نیز قطبیت شبیه به هم ندارند و مخلوط آن‌ها نمی‌تواند محلول بسازد و **ناهمگن** است.

«ت»: نقطه جوش مواد موجود در نمودار، برحسب کلوین داده شده است. نقطه جوش ماده مولکولی $A$ به‌تقریب برابر با ۲۳۰ کلوین است. برای تبدیل دما برحسب کلوین به درجه سانتی‌گراد، کافی است که از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow ۲۳۰ = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = -۴۳^\circ C$$

نقطه جوش گاز $A$ برابر با $-۴۳^\circ C$ و نقطه جوش گاز اکسیژن نیز برابر با $-۱۸۳^\circ C$ است. می‌دانیم که با سرد کردن گازها، هرچه **نقطه جوش** یک گاز **بیشتر** باشد، آن گاز **آسان‌تر** و **زودتر** به حالت مایع درمی‌آید. بر این اساس، گاز $A$ زودتر از گاز $O_۲$ مایع می‌شود؛ چون نقطه جوش بیشتری نسبت به اکسیژن دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۱** واحد فرمولی آمونیوم فسفات و روبیدیم کلرید، به ترتیب به‌صورت $(NH_4)_3PO_4$ و $RbCl$ است. با توجه به واحد فرمولی نوشته شده برای این نمک‌ها، می‌توان گفت با انحلال هر مول آمونیوم فسفات و روبیدیم کلرید در آب، به ترتیب ۴ و ۲ مول یون در محلول آزاد می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$۱\ mol\ (NH_4)_3PO_4 \rightarrow \begin{cases} ۳\ mol\ NH_4^+ \\ ۱\ mol\ PO_4^{3-} \end{cases} \qquad ۱\ mol\ RbCl \rightarrow \begin{cases} ۱\ mol\ Rb^+ \\ ۱\ mol\ Cl^- \end{cases}$$

بر این اساس، در محلول ۰/۰۱ مولار آمونیوم فسفات، همانند محلول ۰/۰۲ مولار روبیدیم کلرید، مجموع غلظت مولی یون‌ها برابر با ۰/۰۴ مول بر لیتر است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ آمونیوم سولفات با فرمول شیمیایی $(NH_4)_2SO_4$، نوعی **ترکیب یونی** به شمار می‌رود که از کنار هم قرار گرفتن دو یون **چند اتمی** مختلف(یون‌های آمونیوم و سولفات) تشکیل شده است. این ترکیب یونی، در ساختار خود اتم فلزی نداشته و با افزودن به خاک‌های کشاورزی، عناصر **گوگرد** و **نیتروژن** را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد.

۳ دستگاه‌های اندازه‌گیری قند خون، غلظت گلوکز موجود را در مقیاس **میلی‌گرم قند** در هر **دسی‌لیتر** خون نشان می‌دهند. هر دسی‌لیتر خون، برابر با ۰/۱ لیتر خون و یا ۱۰۰ میلی‌لیتر خون است.

**اندازه‌گیری غلظت خون به کمک گلوکومتر**

دستگاه‌های گلوکومتر غلظت قند خون(گلوکز) موجود در بدن فرد را در مقیاس میلی‌گرم بر دسی‌لیتر($mg.dL^{-1}$) محاسبه می‌کنند. هر میلی‌گرم معادل با ۰/۰۰۱ گرم بوده و هر دسی‌لیتر نیز معادل با ۰/۱ لیتر است. برای تبدیل عدد نشان داده شده بر روی دستگاه گلوکومتر به غلظت مولی قند خون، کافی است عدد مورد نظر را به ۱۸۰۰۰ تقسیم کنیم. روند تبدیل غلظت در این فرایند به‌صورت زیر است:

$$\text{غلظت } mg.dL^{-1} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۱۰۰۰}} \text{غلظت } g.dL^{-1} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۱۸۰}} \text{غلظت } mol.dL^{-1} \xrightarrow{\times ۱۰} \text{غلظت } mol.L^{-1}$$

۴ ید و هگزان، هر دو ناقطبی بوده و نیروی بین مولکولی در آن‌ها **وان‌درواسی** است. مخلوطی از هگزان($C_6H_{14}$) و ید($I_2$)، به رنگ **بنفش** است. چون نوع نیروهای بین مولکولی در این دو ماده مشابه است، ید در هگزان به‌طور کامل حل می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت **ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی** در سرتاسر این مخلوط **یکسان** است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۷۲** معادله واکنش میان لیتیم سولفات و باریم کلرید به‌صورت زیر است:

$$Li_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2LiCl(aq)$$

همان‌طور که مشخص است، یون‌های باریم و سولفات در واکنش با هم به ترکیب باریم سولفات تبدیل می‌شوند که نامحلول در آب بوده و به شکل رسوب درمی‌آید. با توجه به معادله این واکنش، جرم رسوب تولید شده در این فرایند(باریم سولفات جامد) را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ BaSO_4 = ۵\ L\ \text{محلول باریم کلرید} \times \frac{۰/۳\ mol\ BaCl_2}{۱\ L\ \text{محلول باریم کلرید}} \times \frac{۱\ mol\ BaSO_4}{۱\ mol\ BaCl_2} \times \frac{۲۳۳\ g\ BaSO_4}{۱\ mol\ BaSO_4} = ۳۴۹/۵\ g$$

در قدم بعد، جرم لیتیم سولفات مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ Li_2SO_4 = ۵\ L\ \text{محلول باریم کلرید} \times \frac{۰/۳\ mol\ BaCl_2}{۱\ L\ \text{محلول باریم کلرید}} \times \frac{۱\ mol\ Li_2SO_4}{۱\ mol\ BaCl_2} \times \frac{۱۱۰\ g\ Li_2SO_4}{۱\ mol\ Li_2SO_4} = ۱۶۵\ g$$

معادله انحلال‌پذیری $Li_2SO_4$ به‌صورت $S = ۳۵ - ۰/۱۵\theta$ است. بر این اساس، انحلال‌پذیری $Li_2SO_4$ را در دماهای داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$S = ۳۵ - ۰/۱۵\theta \Longrightarrow \begin{cases} \theta = ۲۰^\circ C \Longrightarrow S = ۳۲\ g/۱۰۰ g H_2O \\ \theta = ۷۵^\circ C \Longrightarrow S = ۲۳/۷۵\ g/۱۰۰ g H_2O \end{cases} \Longrightarrow \text{تفاوت انحلال‌پذیری} = ۸/۲۵\ g$$

انحلال‌پذیری نمک لیتیم سولفات در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۳۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس اگر ۳۲ گرم نمک را در این دما در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، محلولی به جرم ۱۳۲ گرم ایجاد می‌شود که سیرشده است. اگر دمای این محلول ۱۳۲ گرمی را از ۲۰°C به ۷۵°C برسانیم، مقدار ۸/۲۵ گرم از نمک موجود در محلول رسوب می‌کند، پس می‌توان گفت به ازای تغییر دمای هر ۱۳۲ گرم از محلول سیرشده، ۸/۲۵ گرم رسوب ایجاد می‌شود. از طرفی، محاسبه کردیم که برای واکنش با محلول باریم کلرید، به ۱۶۵ گرم لیتیم سولفات نیاز داریم. بر این اساس، جرمی از محلول سیرشده که باید تغییر دما داده شود را محاسبه می‌کنیم:

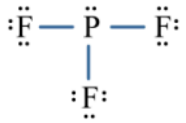
$$?\ g\ \text{محلول سیرشده} = ۱۶۵\ g\ Li_2SO_4 \times \frac{۱۳۲\ g\ \text{محلول سیرشده}}{۸/۲۵\ g\ Li_2SO_4} = ۲۶۴۰\ g \Longrightarrow \text{جرم محلول} = ۲/۶۴\ kg$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۳** ساختار مولکول فسفر تری‌فلوئورید به‌صورت زیر است:



در ساختار این مولکول، ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی و ۳ جفت الکترون پیوندی وجود دارد. این مولکول، قطبی بوده و چون خاصیت نافلزی فلوئور بیشتر از فسفر است، اتم‌های فلوئور موجود در آن بار جزئی منفی دارند. چیزی که میزان بار جزئی منفی اتم‌های فلوئور و میزان بار جزئی مثبت اتم مرکزی(فسفر) را مشخص می‌کند، تفاوت در خاصیت نافلزی اتم‌های این دو عنصر است. چون تفاوت خاصیت نافلزی اتم‌های این دو عنصر خیلی زیاد است، اتم‌های فلوئور جفت الکترون‌های پیوندی را به مقدار خیلی زیادی به سمت خود جذب می‌کنند. در چنین شرایطی، بار جزئی منفی فلوئور زیاد و بار جزئی مثبت فسفر نیز زیاد خواهد بود. مقایسه خاصیت نافلزی فسفر، نیتروژن و فلوئور به‌صورت زیر است:

خاصیت نافلزی : $F > N > P$

اگر اتم فسفر از مولکول مورد نظر را با اتم $N$ جایگزین کنیم، باز هم چون فلوئور نسبت به نیتروژن خاصیت نافلزی بیشتری دارد، اتم‌های فلوئور بار جزئی منفی و اتم نیتروژن بار جزئی مثبت خواهد داشت. همان‌طور که گفتیم، چیزی که میزان بار جزئی منفی اتم‌های فلوئور و میزان بار جزئی مثبت اتم مرکزی(نیتروژن) را مشخص می‌کند، تفاوت در خاصیت نافلزی اتم‌های این دو عنصر است. چون تفاوت خاصیت نافلزی اتم‌های نیتروژن و فلوئور کمتر از تفاوت خاصیت نافلزی اتم‌های فسفر و فلوئور است، پس بار جزئی منفی فلوئور در مولکول $NF_3$ کمتر از مولکول $PF_3$ و بار جزئی مثبت نیتروژن در $NF_3$ نیز کمتر از مولکول $PF_3$ خواهد بود. با توجه به توضیحات داده شده، بار جزئی همه اتم‌ها در مولکول $NF_3$ کمتر از مولکول $PF_3$ است، پس می‌توان گفت گشتاور دوقطبی $NF_3$ کمتر از $PF_3$ خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۲۷۴** در محلول مولار پتاسیم‌کلرید(معادل با محلول ۱ مولار پتاسیم کلرید)، به ازای هر لیتر محلول، یک مول پتاسیم‌کلرید وجود دارد. بنابراین ۵۰۰ میلی‌لیتر از این محلول آبی، شامل ۰/۵ مول پتاسیم‌کلرید است. اکنون به محاسبه مولاریته محلول جدید ایجاد شده می‌پردازیم. در این رابطه داریم:

$$\text{غلظت مولار(مولاریته)} = \frac{\text{تعداد مول پتاسیم کلرید}}{\text{حجم محلول نهایی}(L)} \Rightarrow \frac{۰/۵}{۲ + ۰/۵} = ۰/۲\ mol.L^{-۱}$$

حال باید ببینیم در ۴۰۰ میلی‌لیتر از این محلول، چند مول پتاسیم‌کلرید وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$KCl \text{ مول} = \text{مولاریته}\ (mol.L^{-۱}) \times \text{حجم محلول}(L) \Rightarrow ۰/۲ \times ۰/۴ = ۰/۰۸\ mol$$

بنابراین در ۴۰۰ میلی‌لیتر از این محلول، ۰/۰۸ مول پتاسیم‌کلرید وجود دارد. پتاسیم‌کلرید موجود در این محلول، طبق معادله موازنه‌شده زیر با محلول نقره نیترات واکنش می‌دهد:

$$KCl(aq) + AgNO_۳(aq) \longrightarrow KNO_۳(aq) + AgCl(s)$$

طی این فرایند، **رسوب سفیدرنگ نقره کلرید** تولید می‌شود. اکنون می‌توانیم محاسبه کنیم ۰/۰۸ مول پتاسیم‌کلرید، با چند لیتر محلول ۰/۰۵ مولار نقره نیترات به‌طور کامل واکنش می‌دهد:

$$?\ L\ AgNO_۳ \text{ محلول} = ۰/۰۸\ mol\ KCl \times \frac{۱\ mol\ AgNO_۳}{۱\ mol\ KCl} \times \frac{۱\ L\ AgNO_۳ \text{ محلول}}{۰/۰۵\ mol\ AgNO_۳} = ۱/۶\ L$$

همان‌طور که گفتیم، نقره‌کلرید($AgCl$) **رسوب سفید رنگی** است که در واکنش پتاسیم‌کلرید با نقره‌نیترات تشکیل شده و در کف ظرف ته‌نشین می‌شود. برای محاسبه جرم رسوب تشکیل‌شده طی این فرایند، داریم:

$$?\ g\ AgCl = ۰/۰۸\ mol\ KCl \times \frac{۱\ mol\ AgCl}{۱\ mol\ KCl} \times \frac{۱۴۳/۵\ g\ AgCl}{۱\ mol\ AgCl} = ۱۱/۴۸\ g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، طی این فرایند ۱۱/۴۸ گرم رسوب نقره‌کلرید تشکیل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



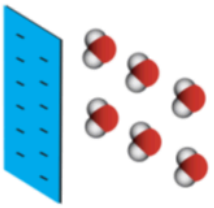
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۵** هرچند که قدرت پیوندهای هیدروژنی در $HF$ قوی‌تر از آب است، اما چون تعداد پیوندهای هیدروژنی در یک نمونه از این ماده کمتر از تعداد پیوندهای هیدروژنی در یک نمونه از آب است، این ماده در مقایسه با آب دمای جوش پایین‌تری دارد. در واقع، در یک نمونه از هیدروژن فلوئورید، هر مولکول حداکثر ۲ پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند در حالی که بین مولکول‌های $H_2O$ حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی می‌تواند برقرار بشود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ اتانول، همانند اوزون، از جمله مواد **قطبی** است. هرچند که جرم مولی اوزون(۴۸ گرم بر مول) از اتانول(۴۶ گرم بر مول) بیشتر است، اما چون بین مولکول‌های اوزون پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود، نقطه‌ی جوش این ماده($-۱۱۲^\circ C$) از نقطه جوش اتانول($+۷۸^\circ C$) کمتر است.

۲ چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از هیدروژن است، در مولکول آب، اتم اکسیژن دارای بار جزئی منفی و اتم هیدروژن دارای بار جزئی مثبت خواهد شد. میلهٔ شیشه‌ای نیز از لحاظ بار الکتریکی **خنثی** است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط، مولکول‌های آب از سمت سر مثبت خود(از سمت اتم هیدروژن) به سوی میله باردار جذب می‌شوند. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



۴ **اغلب** محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های **آبی** هستند. محلول‌هایی که بیشتر واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آن‌ها انجام می‌شود. با این توصیف بخش عمده جرم بدن انسان را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون‌سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کنند. هر فرد بالغ روزانه به‌طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌لیتر آب را به‌صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران نشود، بدن دچار کم آبی خواهد شد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۲۷۶** ابتدا معادلهٔ واکنش انجام شده را موازنه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$۲NaOH(aq) + MgCl_۲(aq) \longrightarrow ۲NaCl(aq) + Mg(OH)_۲(s)$$

با انحلال هر مول $MgCl_۲$ در محلول، ۳ مول یون آزاد می‌شود. بر این اساس، تعداد مول $MgCl_۲$ موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{تعداد مول } MgCl_۲ = \frac{۱}{۳} \times \left(\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها}\right) \times \text{حجم محلول} = \frac{۱}{۳} \times ۰/۰۹ \times ۰/۴ = ۰/۰۱۲\ mol$$

همان‌طور که گفتیم، یک مول $MgCl_۲$ در محلول ۳ مول یون آزاد می‌کند، به همین خاطر در رابطهٔ بالا از ضریب $\frac{۱}{۳}$ استفاده کردیم. در ادامه حساب می‌کنیم در یک لیتر محلول سود، چند مول سدیم هیدروکسید وجود دارد:

$$?\ mol\ NaOH = ۱\ L \text{ محلول} \times \frac{۱۸۰۰\ mg\ NaOH}{۱\ L \text{ محلول}} \times \frac{۱\ g\ NaOH}{۱۰۰۰\ mg\ NaOH} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH} = ۰/۰۴۵\ mol\ NaOH$$

بنابراین غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر با ۰/۰۴۵ مولار است. در نهایت حجم محلول سدیم هیدروکسید را به‌دست می‌آوریم:

$$?\ mL \text{ محلول سود} = ۰/۰۱۲\ mol\ MgCl_۲ \times \frac{۲\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ MgCl_۲} \times \frac{۱\ L \text{ محلول سود}}{۰/۰۴۵\ mol\ NaOH} \times \frac{۱۰۰۰\ mL \text{ محلول سود}}{۱\ L \text{ محلول سود}} \simeq ۵۳۳/۳\ mL$$

از کسرهای پیش ساختهٔ $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ و $\frac{M.V}{۱۰۰۰ \times \text{ضریب}}$ برای $MgCl_۲$ و $NaOH$ نیز می‌توانستیم استفاده کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{مول } MgCl_۲}{\text{ضریب}} = \frac{M.V}{۱۰۰۰ \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۰/۰۱۲}{۱} = \frac{۰/۰۴۵ \times V}{۲ \times ۱۰۰۰} \Rightarrow V = \frac{۲ \times ۰/۰۱۲ \times ۱۰۰۰}{۰/۰۴۵} \simeq ۵۳۳/۳\ mL \text{ محلول سود}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۷** همان‌طور که می‌دانیم، مصرف آب به فعالیت‌های روزانهٔ هر شخص محدود نمی‌شود بلکه برای تولید هر وسیله، کالا یا فراورده، مقدار معینی آب نیاز است. ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب موجود در کره زمین کم می‌شود. این میزان، همهٔ آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ فرآیند عبور آب از سمت محیط غلیظ به سمت محیط رقیق از خلال یک دیواره با خاصیت **تراوایی نسبی** و با اعمال **فشار بیرونی، اسمز معکوس** نامیده می‌شود. اسمز معکوس، فرآیندی **غیرخودبه‌خودی** به حساب می‌آید. اگر پمپ ایجاد فشار در دستگاه اسمز معکوس از کار بیفتد، فرآیند به حالت طبیعی و خودبه‌خودی بازمی‌گردد و اسمز اتفاق خواهد افتاد. در فرآیند اسمز، آب از سمت محیط رقیق به سمت محیط غلیظ حرکت می‌کند؛ درنتیجه با از کار افتادن پمپ، برآیند جهت حرکت مولکول‌های آب تغییر می‌کند.

۳ دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن گذر کنند، به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. چون غلظت حل‌شونده در آب شور بیشتر از غلظت مواد موجود در سلول‌های خیار است، با انداختن خیار در آب شور، مولکول‌های آب بر اساس فرایند اسمز از سلول‌های خیار خارج شده و به همین خاطر، خیار چروکیده می‌شود. در نقطه مقابل، هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، آب وارد سلول‌های سازنده این مواد شده و به همین خاطر، این مواد پس از مدتی متورم می‌شوند.

۴ حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و فلزهای سمی موجود در یک نمونه از آب، توسط صافی کربن از آن جدا می‌شوند. جدول زیر، روند تصفیه مواد به کمک روش‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌کند:

| روش تصفیه | موادی که از آب جدا می‌شوند | موادی که در آب باقی می‌مانند |
|---|---|---|
| تقطیر | نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها ـ آفت‌کش‌ها | میکروب‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار |
| اسمز معکوس | نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها ـ آفت‌کش‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار | میکروب‌ها |
| صافی کربن | نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها ـ آفت‌کش‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار | میکروب‌ها |

توجه داریم که هیچکدام از این روش‌ها توانایی تصفیه میکروب‌ها را ندارند و به همین خاطر، آب حاصل از این فرایندها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۸** تصاویر زیر، نمایی از یک نمونه آب خالص، یک نمونه اتانول خالص و محلولی از اتانول در آب را نشان می‌دهند:

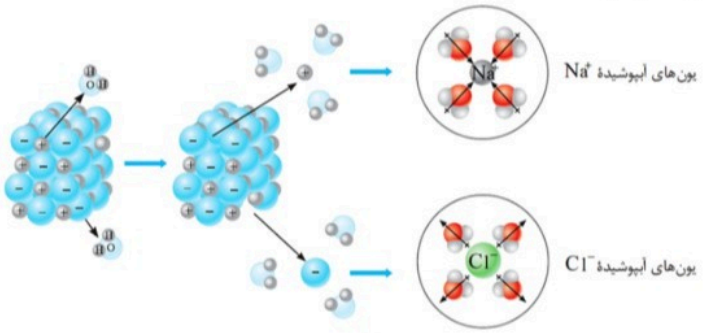



با توجه به تصاویر فوق، در یک نمونه از اتانول خالص، هر مولکول اتانول توسط ۲ پیوند هیدروژنی با سایر مولکول‌ها در ارتباط است. در یک نمونه از آب نیز هر مولکول توسط ۲ تا ۴ پیوند هیدروژنی با سایر مولکول‌ها در ارتباط است. در محلول اتانول در آب نیز برخی از پیوندهای هیدروژنی بین دو مولکول آب برقرار شده و برخی از پیوندهای هیدروژنی نیز بین مولکول‌های اتانول و آب برقرار شده‌اند. توجه داریم که طبق این تصویر، در محلول مورد نظر در یک سمت از هر پیوند هیدروژنی مولکول آب و در سمت دیگر آن مولکول الکل وجود ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) اگر نوع نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، یکسان باشد، آن دو ماده می‌توانند به صورت یکنواخت در یکدیگر حل شده و یک مخلوط همگن را ایجاد کنند در حالی که اگر نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، متفاوت باشد، آن دو ماده در یکدیگر حل نشده و مخلوط حاصل از آن‌ها ناهمگن می‌شود. در واقع طی فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده‌ء حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌ء مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود؛ در غیر این صورت، ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. نوع نیروهای بین مولکولی در برم و هگزان از نوع وان‌درووالسی است، پس این دو ماده در یکدیگر حل می‌شوند. نوع نیروهای بین مولکولی در آمونیاک و آب از نوع هیدروژنی است، پس این دو ماده نیز در یکدیگر حل می‌شوند.

۳) سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های سدیم و کلرید با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که مقداری از این ترکیب یونی جامد در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده و در نتیجه، نیروی جاذبه میان آنها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، نیروی یون-دوقطبی نام دارد. نیروی یون-دوقطبی، نیروی جاذبه‌ای است که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. یون‌های آبپوشیده تولید شده طی این فرایند، در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد. تصویر زیر، فرایند انحلال سدیم کلرید در آب را نشان می‌دهد:




۴) توجه داریم که در این محلول، سر مثبت(اتم هیدروژن) از مولکول‌های آب در مجاورت با یون‌های کلرید(یون‌هایی که شعاع بزرگ‌تری دارند) قرار دارد.

۴) در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند مخلوط آب و هگزان و یا مخلوط آب و روغن زیتون و یا مخلوط برم و متانول، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما این مقدار از مواد حل شده قابل چشم‌پوشی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۹** معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$۲K(s) + Cl_۲(g) \longrightarrow ۲K^+(s) + ۲Cl^-(s) \longrightarrow ۲KCl(s)$$

در این واکنش، به ازای مصرف هر مول گاز کلر، دو مول الکترون بین گونه‌های واکنش‌دهنده مبادله می‌شود. بر این اساس، مقدار جرم گاز کلر مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Cl_۲ = ۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۳} \times \frac{۱mol\,Cl_۲}{۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \times \frac{۷۱g\,Cl_۲}{۱mol\,Cl_۲} = ۲۱/۳g$$

در قدم بعد، باید ببینیم با استفاده از نمک تولید شده چند گرم محلول سیرشده می‌توان تهیه کرد. ابتدا مقدار نمک تولیدشده($KCl$) را با استفاده از مقدار گاز کلر مصرف‌شده بدست می‌آوریم:

$$?\,g\,KCl = ۲۱/۳\,g\,Cl_۲ \times \frac{۱\,mol\,Cl_۲}{۷۱\,g\,Cl_۲} \times \frac{۲\,mol\,KCl}{۱\,mol\,Cl_۲} \times \frac{۷۴/۵\,g\,KCl}{۱\,mol\,KCl} = ۴۴/۷\,g$$

بیشترین مقدار از یک حل شونده که در ۱۰۰ گرم حلال و در دمای معین حل می‌شود، معادل با مقدار انحلال‌پذیری آن ماده است. طبیعی است که در چنین حالتی، یک محلول سیرشده ایجاد می‌شود که توانایی حل کردن مقدار بیشتری از حل‌شونده را ندارد. اکنون با توجه به اینکه مقدار انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برابر با ۲۹/۸ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، باید مشخص کنیم که با استفاده از ۴۴/۷ گرم نمک تولیدشده، چند گرم محلول سیرشده می‌توان تهیه کرد. توجه داریم که به ازای هر ۲۹/۸ گرم نمک پتاسیم کلرید، مقدار ۱۲۹/۸ گرم محلول سیرشده بدست می‌آید. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\,\text{محلول} = ۴۴/۷\,g\,KCl \times \frac{۱۲۹/۸\,g\,\text{محلول}}{۲۹/۸\,g\,KCl} = ۱۹۴/۷\,g$$

بنابراین با استفاده از نمک تولیدشده، می‌توان ۱۹۴/۷ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید تهیه کرد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۰ عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

**بررسی سایر موارد:**

آ: بخش عمدهٔ جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. در واقع، اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی(محلول‌هایی که در آن‌ها آب در نقش حلال است) هستند. محلول‌هایی که بیشتر(نه همه!) واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله فرایند گوارش مواد غذایی، کنترل دمای بدن، تنفس و جلوگیری از خشکی پوست در آنها انجام می‌شود. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها قرار داشته و باقی آن در مایع‌های برون سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کنند. در واقع، آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

ب: به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازندهٔ یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند. نمودار زیر، نمایی از انواع نیروهای بین مولکولی و نیروهای برقرار شده بین اتم‌ها را نشان می‌دهد:




طبق حاشیه‌نویسی متن کتاب درسی، نیروهایی که ذره‌های سازندهٔ گاز به یکدیگر وارد می‌کنند و یا نیروهایی که مولکول‌های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند(نیروهای وان‌درووالسی و یا پیوندهای هیدروژنی)، از جمله انواع نیروهای بین مولکولی هستند.

پ: آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. در یک محلول، اگر از آب به عنوان حلال استفاده شود، یک محلول آبی به وجود می‌آید اما اگر از یک ماده آلی به عنوان حلال استفاده شود، یک محلول غیرآبی ایجاد می‌شود. در این رابطه، داریم:




جدول زیر، ویژگی‌های سه نوع حلال آلی را نشان می‌دهد:

| نام حلال | فرمول شیمیایی | $\mu(D)$ | کاربرد |
|---|---|---|---|
| اتانول | $C_2H_6O$ | $>0$ | حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی |
| استون | $C_3H_6O$ | $>0$ | حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها |
| هگزان | $C_6H_{14}$ | $\approx 0$ | حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر) |

با توجه به داده‌های موجود در جدول بالا، استون حلال برخی از چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها است. در واقع، با ریختن استون بر روی این مواد، ترکیب‌های مورد نظر در استون حل می‌شوند. طی این فرایند، محلولی ایجاد می‌شود که استون حلال آن است، پس این محلول در دسته محلول‌های غیرآبی قرار می‌گیرد.

ت: هر فرد بالغ، روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌لیتر آب(معادل با ۱/۵ تا ۳ لیتر آب) را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران نشود، بدن دچار کم آبی خواهد شد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۱** مقدار انحلال‌پذیری نمک‌ها بر حسب تغییر دما را می‌توان با استفاده از معادله‌های ویژه‌ای مشخص کرد. برای موادی که نمودار انحلال‌پذیری-دمای آن‌ها به صورت خطی است، می‌توان معادله‌ی انحلال‌پذیری را به صورت زیر نوشت:

$$S = a\theta + b$$

در این معادله، مولفه‌های $\theta$ و $S$ به ترتیب بیانگر دما و مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر هستند و مقدار مولفه‌های $a$ و $b$ نیز به ترتیب شیب‌خط و عرض از مبدأ آن را نشان می‌دهند. در رابطه با مولفه $a$ داریم:

$$a = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}$$

با توجه به رابطه بالا، برای محاسبه مقدار مولفه $a$، باید مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر در دو دمای مختلف را داشته باشیم. توجه داریم که معادله انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات، یک معادله درجه دو است، پس نمودار انحلال‌پذیری این ماده در آب به صورت منحنی بوده و به صورت یک خط راست نیست. برای حل این سوال، ابتدا بر اساس معادله‌ی انحلال‌پذیری داده‌شده، مقدار انحلال‌پذیری($S$) نمک $KClO_۳$ را در دمای ۶۰°C بدست می‌آوریم:

$$S = ۰/۰۰۵ \times \theta^۲ + ۶/۵ \Longrightarrow (۰/۰۰۵ \times (۶۰)^۲) + ۶/۵ = ۲۴/۵\ g/۱۰۰ g H_۲O$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، انحلال‌پذیری نمک $KClO_۳$ در دمای ۶۰°C برابر با ۲۴/۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بر این اساس، می‌توان گفت در ۱۲۴/۵ گرم از محلول سیرشده‌ی این نمک در دمای مورد نظر، مقدار ۲۴/۵ گرم نمک وجود دارد. حال مقدار نمک موجود در ۴۹۸ گرم محلول سیرشده از نمک $KClO_۳$ را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ KClO_۳ = ۴۹۸\ g\ \text{محلول} \times \frac{۲۴/۵\ g\ \text{نمک}}{۱۲۴/۵\ g\ \text{محلول}} = ۹۸\ g$$

پس مقدار نمک موجود در ۴۹۸ گرم محلول سیرشده $KClO_۳$ برابر با ۹۸ گرم است. این نمک، با محلول هیدروکلریک اسید وارد واکنش شده است. معادله موازنه‌شده واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$KClO_۳(aq) + ۶HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + ۳Cl_۲(g) + ۳H_۲O(l)$$

بر اساس معادله موازنه‌شده این واکنش شیمیایی، مقدار گاز کلر تولیدشده را بر حسب لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$?\ L\ Cl_۲ = ۹۸\ g\ KClO_۳ \times \frac{۱\ mol\ KClO_۳}{۱۲۲/۵\ g\ KClO_۳} \times \frac{۳\ mol\ Cl_۲}{۱\ mol\ KClO_۳} \times \frac{۷۱\ g\ Cl_۲}{۱\ mol\ Cl_۲} \times \frac{۱\ L\ Cl_۲}{۲/۸۴\ g\ Cl_۲} = ۶۰\ L$$

بنابراین با انجام این واکنش، ۶۰ لیتر گاز کلر با چگالی $۲/۸۴ g.L^{-۱}$ تولید می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۲** واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$$۴Zn(s) + ۱۰HNO_۳(aq) \longrightarrow ۴Zn(NO_۳)_۲(aq) + N_۲O(g) + ۵H_۲O(l)$$

در ابتدا شمار مول‌های گاز دی‌نیتروژن مونوکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ N_۲O = ۸\ L\ N_۲O \times \frac{۲/۲\ g\ N_۲O}{۱\ L\ N_۲O} \times \frac{۱\ mol\ N_۲O}{۴۴\ g\ N_۲O} = ۰/۴\ mol$$

در قدم بعد، میزان فلز روی مصرف شده در واکنش با اسید را بدست می آوریم:

$$?\ g\ Zn = ۰/۴\ mol\ N_۲O \times \frac{۴\ mol\ Zn}{۱\ mol\ N_۲O} \times \frac{۶۵\ g\ Zn}{۱\ mol\ Zn} = ۱۰۴\ g$$

در نهایت جرم محلول نیتریک اسید را پیدا می‌کنیم:

$$?\ g\ \text{محلول} = ۰/۴\ mol\ N_۲O \times \frac{۱۰\ mol\ HNO_۳}{۱\ mol\ N_۲O} \times \frac{۶۳\ g\ HNO_۳}{۱\ mol\ HNO_۳} \times \underbrace{\frac{۱۰^۶\ g\ \text{محلول}}{۲۵۰۰\ g\ HNO_۳}}_{ppm\ \text{محلول}} \times \underbrace{\frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۵۰۰\ \text{محلول}}}_{\text{چگالی}} = ۶۷/۲\ L$$

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند ۶۷/۲ لیتر محلول نیتریک اسید مصرف شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۳** محلولی از نقره نیترات($AgNO_3$) در آب با چگالی $1/25\ g.mL^{-1}$ در اختیار داریم که شمار مولکول‌های آب موجود در آن، ۳۵ برابر شمار یون‌های نقره است. جرم هر لیتر(معادل با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر) از این محلول برابر با ۱۲۵۰ گرم می‌شود. با توجه به فرض سوال، اگر در محلول مورد نظر $x$ مول یون نقره(معادل با $x$ مول نقره نیترات) وجود داشته باشد، شمار مول‌های آب موجود در مخلوط برابر با $35x$ مول می‌شود. بر این اساس، جرم هر جزء از محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ AgNO_3 = x\ mol\ AgNO_3 \times \frac{170\ g\ AgNO_3}{1\ mol\ AgNO_3} = 170x\ g$$

$$?\,g\ H_2O = 35x\ mol\ H_2O \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 630x\ g$$

با توجه به جرم کلی محلول و جرم اجزای سازنده‌ی آن، می‌توانیم مقدار مولفه $x$ را محاسبه کنیم.

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} \Longrightarrow \text{محلول}\ 1250\ g = 170x\ g\ AgNO_3 + 630x\ g\ H_2O \Longrightarrow x = \frac{25}{16}\ mol$$

با توجه به مقدار $x$، می‌توان گفت در هر لیتر از محلول مورد نظر $\frac{25}{16}$ مول نقره نیترات وجود دارد، پس غلظت مولی این محلول برابر با $\frac{25}{16}$ مول بر لیتر می‌شود. محلول نقره نیترات بر اساس معادله $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$ با محلول سدیم کلرید واکنش می‌دهد. بر این اساس، حجم محلول سدیم کلرید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\ \text{محلول سدیم کلرید} = 1\ L\ \text{محلول نقره نیترات} \times \frac{\frac{25}{16}\ mol\ AgNO_3}{1\ L\ \text{محلول نقره نیترات}} \times \frac{1\ mol\ NaCl}{1\ mol\ AgNO_3} \times \frac{1\ L\ \text{محلول سدیم کلرید}}{0/25\ mol\ NaCl} = 6/25\ L$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۴** کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش ۱) هواکره ۲) سنگ‌کره ۳) زیست کره و ۴) آب‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش به طور پیوسته مواد گوناگون مبادله می‌شود؛ درنتیجه زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش‌های گوناگون آن برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند. لاشه جانوران و گیاهان، بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تر مانند آب، متان و ...، وارد هواکره، آب‌کره و سنگ‌کره می‌شوند.

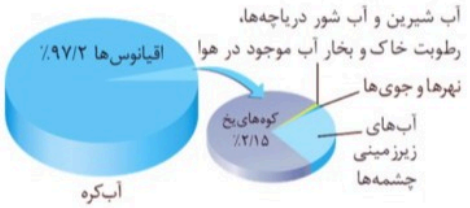
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۲) درصد جرمی نمک‌ها در یک نمونه از آب دریای سرخ بیشتر از درصد جرمی نمک‌ها در آب دریای مدیترانه است. مقایسه درصد جرمی نمک‌ها در آب دریاهای مختلف به صورت زیر است:

بیشترین درصد جرمی ← دریای مرده ← دریای سرخ ← دریای مدیترانه ← اقیانوس آرام ← کمترین درصد جرمی

برای به خاطر سپردن ترتیب درصد جرمی نمک در آب دریاهای مختلف، می‌توان از رمز (مرده، در سرخی مدیترانه آرام گرفت) استفاده کرد.

۳) آب‌کره را می‌توان به دو منبع اقیانوسی و غیراقیانوسی دسته‌بندی کرد. بیشترین مقدار آب موجود در کره زمین در دریاها و اقیانوس‌ها جای دارد. در حدود ۹۷/۲ درصد از آب‌کره را منابع اقیانوسی تشکیل می‌دهند؛ درنتیجه حدود ۲/۸ درصد از منابع آب موجود در زمین، غیراقیانوسی هستند. بیشترین سهم منابع غیراقیانوسی مربوط به کوه‌های یخ است که حدود ۲/۱۵ درصد از کل منابع آب را شامل می‌شود. سهم منابع اقیانوسی، به‌تقریب ۴۵ برابر سهم کوه‌های یخ از میان منابع آب است. تصویر زیر درصد منابع اقیانوسی و غیر اقیانوسی را در آب‌کره زمین نمایش می‌دهد:




۴) شکل زیر کاربرد نمک خوراکی و سهم هریک از این کاربردها را نمایش می‌دهد:




همانطور که از نمودار مشخص است، کمترین مقدار سهم نمک خوراکی مربوط به مصارف خانگی است. سهم نمک خوراکی برای ذوب کردن جاده‌ها، بیشتر از سهم آن برای تغذیه جانوران است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۵** معادله واکنش بین محلول سود و منیزیم کلرید جامد به صورت زیر است:

$$۲NaOH(aq) + MgCl_۲(aq) \rightarrow Mg(OH)_۲(s) + ۲NaCl(aq)$$

طی این فرایند، منیزیم هیدروکسید تولید می‌شود که یک نمک نامحلول در آب بوده و به صورت رسوب است. ابتدا جرم سدیم هیدروکسید مصرف شده در واکنش را به دست می‌آوریم:

$$?\,g\,NaOH = ۹۹/۷۵\,g\,MgCl_۲ \times \frac{۱\,mol\,MgCl_۲}{۹۵\,g\,MgCl_۲} \times \frac{۲\,mol\,NaOH}{۱\,mol\,MgCl_۲} \times \frac{۴۰\,g\,NaOH}{۱\,mol\,NaOH} = ۸۴\,g$$

اکنون می‌توان جرم محلول سود را محاسبه کرد:

$$\text{چگالی محلول}(g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول}(g)}{\text{حجم محلول}(mL)} \Rightarrow ۱/۴ = \frac{x}{۷۵} \Rightarrow x = ۱۰۵\,g$$

درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول سود برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow a = \frac{۸۴}{۱۰۵} \times ۱۰۰ = ۸۰٪$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول سود برابر با ۸۰٪ است. نمودار زیر، تعدادی از نمک‌های نامحلول در آب در دمای ۲۵°C که در کتاب درسی معرفی شده‌اند را نشان می‌دهد:




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۶** اولین عنصری که در آرایش الکترونی اتم خود، تعداد الکترون‌های برابری در زیرلایه‌های $s$ و $p$ دارد، اکسیژن است و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$${}_{8}O : 1s^2 2s^2 2p^4$$

دومین عنصر با این ویژگی، منیزیم است و آرایش الکترونی آن نیز به صورت زیر است:

$${}_{12}Mg : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$$

برای تولید منیزیم از آب دریا، منیزیم کلرید مذاب را بر اساس واکنش زیر برقکافت می‌کنند:

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

دقت کنید که در این فرآیند، محلول نمک‌های منیزیم برقکافت نشده و یک نمونه مذاب از این ماده برقکافت می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

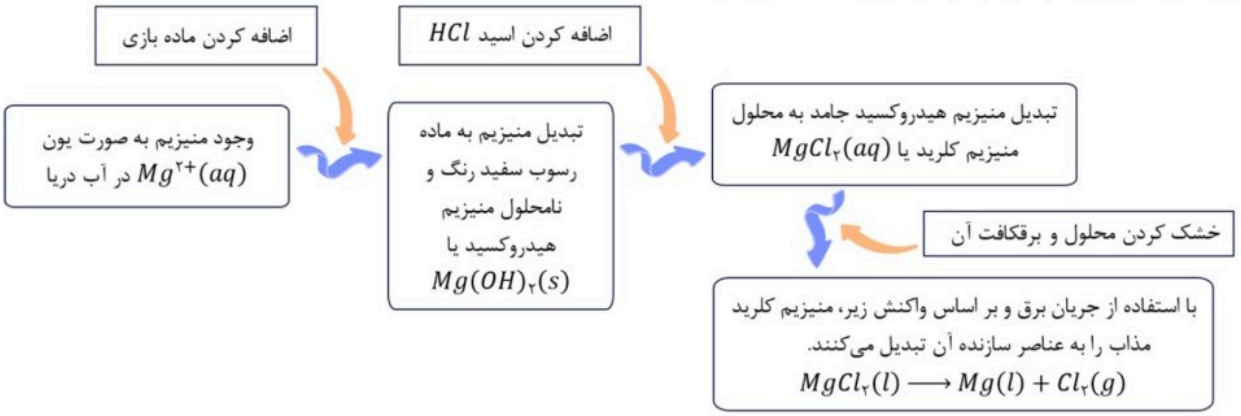
۱) منیزیم با تبدیل شدن به $Mg^{2+}$ و برم با تبدیل شدن به $Br^-$، می‌توانند ترکیب یونی به نام منیزیم برمید و با فرمول شیمیایی $MgBr_2$ تولید کنند.

۲) نیترید عنصر منیزیم، منیزیم نیترید($Mg_3N_2$) نام داشته و ازای تشکیل ۱ مول از آن، ۶ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله شده است. واکنش تولید این ماده از عناصر سازنده آن به صورت زیر است:

$$3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$$

۴) برای استخراج و جداسازی منیزیم، ابتدا منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید با فرمول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند.

روند تهیه منیزیم از آب دریا را در نمودار زیر مشاهده می‌کنید:




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

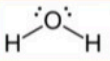
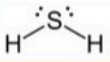
۲۸۷ فقط عبارت (آ) نادرست است.

**بررسی موارد:**

آ: در بین مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی وجود دارد؛ به‌طوری‌که قدرت پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های $H_2O$ در حالت جامد(یخ) بیشتر از حالت مایع و در حالت مایع نیز بیشتر از حالت بخار است. همچنین مولکول‌های $H_2O$ در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی بین آن‌ها وجود ندارد.

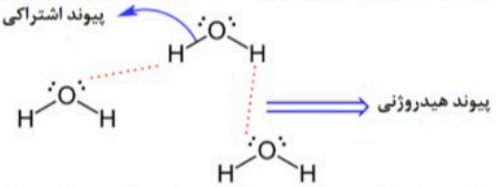
ب: در دمای اتاق، مولکول‌های $H_2O$ به حالت مایع هستند، درحالی‌که مولکول‌های هیدروژن سولفید($H_2S$) در دمای اتاق، به شکل گاز هستند. آب به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، نقطه جوش بیشتری نسبت به هیدروژن سولفید دارد. نقطه جوش آب، برابر با ۱۰۰°C و نقطه جوش هیدروژن سولفید برابر با ۶۰°C− است.

در جدول زیر اطلاعاتی در رابطه با آب و هیدروژن سولفید آورده شده است:

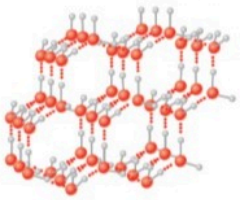
| ماده | فرمول شیمیایی | ساختار لوویس | شکل فضایی | شمار جفت الکترون پیوندی | شمار جفت الکترون ناپیوندی | قطبیت مولکول | جرم مولی | حالت فیزیکی | نقطه جوش | نیروی بین مولکولی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آب | $H_2O$ |  | $V$ شکل (خمیده) | ۲ | ۲ | قطبی | ۱۸ | مایع | ۱۰۰°C | هیدروژنی |
| هیدروژن سولفید | $H_2S$ |  | $V$ شکل (خمیده) | ۲ | ۲ | قطبی | ۳۴ | گاز | ۶۰°C− | واندروالس |

پ: در حالت بخار، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. اما در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با هم پیوند هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.

ت: چون قدرت نافلزی اکسیژن بیشتر از هیدروژن است، آب مولکولی قطبی بوده و اکسیژن، سر منفی مولکول آن را را تشکیل می‌دهد. در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است. تصویر زیر این موضوع را نمایش می‌دهد:




ث: یخ ساختاری منظم و سه‌بعدی داشته و از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل می‌شود، به‌طوری‌که در راس حلقه‌های شش ضلعی، اتم اکسیژن قرار دارد. اکسیژن در دوره دوم و گروه ۱۶ جدول تناوبی جای داشته و شعاع اتمی بیشتری نسبت به اتم فلوئور دارد، پس خاصیت نافلزی آن در مقایسه با فلوئور کمتر است. شکل زیر حلقه‌های شش ضلعی موجود در ساختار بلوری یخ را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

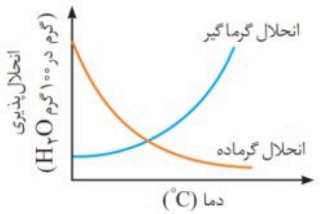


SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۸۸ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

**بررسی موارد:**

**الف:** لیتیم سولفات با فرمول شیمیایی $Li_2SO_4$، یک ترکیب یونی چندتایی است، چون در ساختار آن یون چنداتمی سولفات($SO_4^{2-}$) وجود دارد. با افزایش دمای آب، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در آب کاهش می‌یابد و شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما برای این نمک، منفی است؛ درنتیجه انحلال آن در آب گرماده بوده و با حل شدن این نمک در آب، دمای محلول افزایش می‌یابد. نمودارهای زیر، روند مبادله انرژی طی انحلال نمک‌های مختلف را نشان می‌دهد:



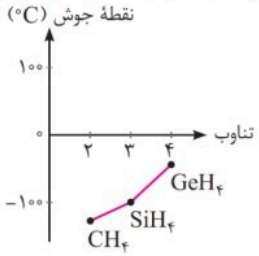

**ب:** گلاب، مخلوطی همگن از حل شدن چند ماده آلی در آب است. گلاب دو آتشه جزو محلول‌های غلیظ به شمار می‌آید. محلول‌ها، مخلوط‌هایی همگن و پایدار به حساب می‌آیند و به مرور زمان، ته‌نشین نمی‌شوند.

**پ:** ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. نمودار زیر، مقدار آب مصرفی را در فرایند ساخت و تهیه برخی وسایل و خوراکی‌های گوناگون نمایش می‌دهد:




همانطور که در نمودار مشاهده می‌کنید، ردپای آب ایجاد شده برای تولید یک بلوز نخی، بیشتر از ردپای آب ایجاد شده برای تولید ۱۰۰ گرم شکلات است.

**ت:** ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۴ به ترتیب به صورت $CH_4$، $SiH_4$، $GeH_4$ هستند. نیروی بین مولکولی بین هریک از این مولکول‌های ناقطبی، از نوع واندروالسی است. نمودار زیر نقطه جوش این مواد مولکولی را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:




با توجه به اینکه جرم مولی متان کمتر از جرم مولی دو مولکول دیگر است؛ لذا نقطه جوش متان کمتر از نقطه جوش دو ماده مولکولی دیگر است. گاز متان برای اولین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شد، به همین دلیل به گاز مرداب شهرت دارد.

**عوامل موثر بر نیروی بین مولکولی (وان‌درواسی)، به شرح زیر هستند:**

۱) قطبیت مولکول: هر چه قطبیت بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه جوش آن ماده بیشتر است.

مثال: $HCl$ قطبی و $N_2$ ناقطبی است. بنابراین نیروی بین مولکولی و نقطه‌جوش $HCl$ بیشتر است.

۲) جرم و حجم مولکول: هر چه جرم و حجم بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه جوش آن ماده بیشتر است.

مثال: $I_2$ جرم و حجم بیشتری نسبت به $Br_2$ دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطه‌جوش بالاتری دارد.

نکته: هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد(به صفر نزدیک‌تر باشد)، آن ماده راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود. به عبارتی هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، میعان کردن آن در دماهای بالاتری انجام می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۹** تصویر داده شده مربوط به فرآیند اسمز یا گذرندگی است. به حرکت خودبه‌خودی آب از محیط رقیق به سمت محیط غلیظ در خلال یک دیواره یا غشا با خاصیت تراوایی نسبی، اسمز گفته می‌شود. برای مثال، متورم شدن میوه‌ها پس از قرار گرفتن در آب، به دلیل فرآیند اسمز است. در شکل، بازوی سمت چپ محیط غلیظ را نشان می‌دهد و بازوی سمت راست، محیط رقیق است. با گذشت زمان، آب از بازوی سمت راست به بازوی سمت چپ حرکت می‌کند. با انجام این‌کار، محلول در بازوی سمت چپ، رقیق‌تر شده و غلظت یون‌ها در آن کاهش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) با گذشت زمان، آب از بازوی سمت راست به بازوی سمت چپ حرکت می‌کند؛ درنتیجه ارتفاع آب در بازوی سمت چپ افزایش می‌یابد. توجه داریم که در نهایت، غلظت دو محلول هرگز با هم یکسان نمی‌شود، چراکه در بازوی سمت راست این ظرف، یک نمونه از آب مقطر قرار گرفته است.

۳) با روش اسمز نمی‌توان از یک نمونه آب دریا، آب شیرین تهیه کرد. یکی از راه‌های تبدیل آب شور به آب شیرین، استفاده از روش اسمز معکوس است.

در جدول زیر اطلاعاتی در رابطه با این دو فرآیند آورده شده است:

| اسمز | اسمز معکوس |
|---|---|
| ✓ عبور آب از محلول رقیق به غلیظ از غشای نیمه تراوا به صورت خودبه‌خودی است. | ✓ عبور آب از محلول غلیظ به رقیق از غشای نیمه تراوا به صورت غیر خودبه‌خودی(با اعمال نیروی خارجی) است. |
| ✓ غشای نیمه تراوا فقط به آب اجازه عبور میدهد. | ✓ غشای نیمه تراوا فقط به آب اجازه عبور میدهد. |
| ✓ هرچه اختلاف غلظت مولی ذره‌ها در دو طرف لوله $U$ شکل بیشتر باشد(تعداد یون‌های محلول در آب در انحلال یونی و تعداد مولکول های حل شده در آب در انحلال مولکولی بیشتر باشد) ⟸ فشار اسمزی بیشتر است ⟸ اختلاف ارتفاع دو ستون بیشتر می‌شود | ✓ در اسمز معکوس، باید فشار خارجی اعمال شده بیشتر از فشار اسمزی(فشار ناشی از افزایش حجم محلول) باشد تا آب از سمت محیط غلیظ به سمت محیط رقیق جابه‌جا شود. |
| ✓ اختلاف ارتفاع ایجاد شده در ستون‌ها به نوع حل‌شونده بستگی ندارد و به اختلاف غلظت محلول‌ها وابسته است و با آن رابطهٔ مستقیم دارد. | ✓ مقدار نیروی خارجی لازم، به نوع حل شونده‌ها بستگی ندارد و به اختلاف غلظت محلول‌ها وابسته است و با آن رابطهٔ مستقیم دارد. |
| ✓ پس از انداختن حبوبات در آب، ذرات آب از سمت محلول(محیط رقیق) به سمت داخل سلول‌ها(محیط غلیظ) حرکت می‌کنند و در نتیجه، حبوبات متورم می‌شوند، ولی در رابطه با تولید خیارشور، آب از سلول خیار(محیط رقیق) به محیط غلیظ(محلول آب نمک موجود در اطراف سلول) حرکت می‌کند و خیار چروکیده می‌شود. | ✓ یکی از روش‌های تصفیه‌ای آب است و مثل صافی کربنی می‌تواند آلاینده‌ها، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها، فلزات سمی، نافلزها و ترکیبات آلی فرار را بزداید ولی توان جداکردن میکروب‌ها از آب را ندارد. |
| ✓ به مرور زمان ارتفاع ستون حاوی محلول رقیق کم و ارتفاع ستون حاوی محلول غلیظ افزایش می‌یابد ⟸ محلول غلیظ، رقیق‌تر می‌شود ⟸ به شرطی که ماده حل‌شونده، به صورت یونی در محلول حل شده باشد، رسانایی آن محلول کمتر می‌شود. | ✓ به مرور زمان ارتفاع ستون حاوی محلول رقیق بیشتر و ارتفاع ستون حاوی محلول غلیظ کمتر می‌شود ⟸ محلول غلیظ، غلیظ‌تر می‌شود ⟸ به شرطی که ماده حل‌شونده، به صورت یونی در محلول حل شده باشد، رسانایی آن محلول بیشتر می‌شود. |
| ✓ مولکول‌های آب از هر دو سمت از غشای نیمه تراوا عبور می‌کنند ولی سرعت عبور آن به طرف محلول غلیظ بیشتر است. | ✓ مولکول‌های آب از هر دو سمت از غشای نیمه تراوا عبور می‌کنند ولی سرعت عبور آن به طرف محلول رقیق بیشتر است. |
| ✓ توان نمک‌زدایی و تولید آب شیرین را ندارد. | ✓ توان نمک‌زدایی و تولید آب شیرین را دارد و حتی با استفاده از آن، می‌توان یک ماده مثل شیر را تغلیظ کرد. |

۴) با اعمال فشار خارجی به بازوی سمت چپ(غلیظ)، پدیده اسمز معکوس اتفاق می‌افتد. در روش اسمز معکوس، میکروب‌ها از آب زدوده نمی‌شوند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۰ فقط عبارت (آ) درست است.

**بررسی موارد:**

آ: هردو ماده استون و شکر در آب حل می‌شوند و از جمله مواد محلول در آب به شمار می‌روند. اگر قدرت نیروی بین مولکولی بین حلال و حل‌شونده، بیشتر از میانگین قدرت نیروی بین مولکولی بین حلال خالص و حل‌شونده خالص باشد، حل شونده در حلال، حل می‌شود و اگر مقدار نیروی ذکر شده کمتر باشد، ماده در حلال، حل نمی‌شود و دو ماده به صورت جدا از هم باقی می‌مانند. در این عبارت، جاذبه بین حل‌شونده و حلال، بیشتر از میانگین جاذبه بین حلال و حل‌شونده خالص است.

ب: در محلول‌هایی که حلال و حل شونده هر دو به حالت مایع هستند، نمونه‌ای که مقدار مول بیشتری داشته باشد، حلال است. بر این اساس، ابتدا باید مول آب و اتانول را بدست آورد. ۳۶ گرم آب($H_2O$)، معادل با ۲ مول آب بوده و ۱۱۵ گرم اتانول($C_2H_5OH$)، معادل با ۲/۵ مول اتانول است؛ درنتیجه در مخلوط دو نمونه آب و اتانول، اتانول در نقش حلال و آب، در نقش حل‌شونده است. چون جاذبه بین حلال خالص را با $A \ldots A$ و جاذبه بین حل‌شونده خالص را با $B \ldots B$ نمایش می‌دادیم؛ لذا جاذبه بین مولکول‌های آب به عنوان حل‌شونده به صورت $B \ldots B$ خواهد بود.

پ: سدیم هیدروکسید، جزو مواد محلول و کلسیم سولفات، جزو مواد کم‌محلول در آب است؛ بنابراین به ازای ریختن ۴ گرم از هریک از این دو ماده در مقدار مشخصی آب، نمونه سدیم هیدروکسید به مقدار بیشتری حل می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که جاذبه بین حلال و حل‌شونده در مخلوط سدیم هیدروکسید و آب، بیشتر از این جاذبه در مخلوط کلسیم سولفات و آب است.

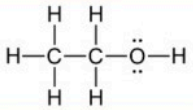
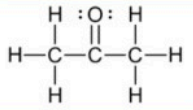
ت: مخلوطی که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان باشد، مخلوطی همگن بوده و محلول نامیده می‌شود. در فرآیند انحلال، نمی‌توان گفت که لزوما جاذبه بین حلال و حل‌شونده، بیشتر از جاذبه بین حلال خالص یا حل شونده خالص است. فقط می‌دانیم در فرآیند انحلال، جاذبه بین حلال و حل‌شونده از میانگین جاذبه بین حلال خالص و حل شونده خالص بیشتر است نه از هرکدام از آن‌ها به تنهایی!

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۱** استون($C_3H_6O$) و اتانول($C_2H_5OH$) از جمله مولکول‌هایی قطبی هستند و به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. نقطه جوش استون برابر با ۵۶°C و نقطه جوش اتانول برابر با ۷۸°C است. اتانول با اینکه جرم مولی کمتری نسبت به استون دارد، ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی در بین مولکول‌های خود، نقطه جوش بیشتری نسبت به استون دارد. هیدروژن فلوئورید($HF$) نیز دارای مولکول‌های قطبی بوده و نقطه جوش آن برابر با ۱۹°C است. جدول زیر اطلاعاتی را در رابطه با دو مولکول استون و اتانول نشان می‌دهد:

| ماده | فرمول شیمیایی | ساختار لوویس | شمار جفت الکترون پیوندی | شمار جفت الکترون ناپیوندی | قطبیت مولکول | جرم مولی | حالت فیزیکی در دمای اتاق | نقطه جوش | نیروی بین مولکولی غالب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اتانول | $C_2H_6O$ |  | ۸ | ۲ | قطبی | ۴۶ | مایع | ۷۸°C | هیدروژنی |
| استون | $C_3H_6O$ |  | ۱۰ | ۲ | قطبی | ۵۸ | مایع | ۵۶°C | واندروالسی |

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) در هر مولکول از اتانول و استون، ۶ اتم هیدروژن وجود داشته و از طرفی، شمار مول‌های این دو ماده نیز با هم برابر است، پس اختلاف شمار این اتم‌ها در دو ماده برابر با صفر است. فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، ${}_1^3H$ است و شمار نوترون‌ها در هر اتم از آن برابر با ۲ عدد است.

تصویر زیر، نمایی از ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد:

| ایزوتوپ | ${}_1^1H$ | ${}_1^2H$ | ${}_1^3H$ | ${}_1^4H$ | ${}_1^5H$ | ${}_1^6H$ | ${}_1^7H$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نیم‌عمر | پایدار | پایدار | ۱۲/۳۲ سال | $۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه | $۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه | $۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه | $۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه |
| درصد فراوانی در طبیعت | ۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی) | ۰/۰۱۱۴ (طبیعی) | ناچیز (طبیعی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) |

سه ایزوتوپ اول هیدروژن در یک نمونه طبیعی از این عنصر یافت شده و چهار ایزوتوپ بعدی، به صورت ساختگی تهیه شده‌اند. از بین سه ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، دو ایزوتوپ اول کاملا پایدار بوده و ایزوتوپ سوم(ایزوتوپ ${}_1^3H$ که در ساختار هسته خود ۲ نوترون و ۱ پروتون دارد)، ناپایدار است.

۲) در بین مولکول‌های اتانول، نیروی بین مولکولی غالب از نوع پیوند هیدروژنی بوده و در بین مولکول‌های استون، نیروی واندروالسی وجود دارد و فاقد پیوند هیدروژنی است.

۳) فرمول مولکولی استون به صورت $C_3H_6O$ و فرمول مولکولی اتانول به صورت $C_2H_6O$ است. اتمی که باعث اختلاف در جرم مولی این دو ماده شده است، اتم کربن است. کربن، جزو ۸ عنصر فراوان موجود در سیاره زمین نیست.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۲** اگر انحلال‌پذیری یک نمک با افزایش دمای آب، افزایش یابد، نمودار انحلال‌پذیری-دما برای آن نمک، صعودی بوده و با سرد کردن محلول سیرشده آن، رسوب ایجاد می‌شود. پتاسیم کلرید با فرمول شیمیایی $KCl$، جزو این نمک‌ها است. انحلال‌پذیری $KCl$ در دمای ۷۵°C برابر با ۵۰ گرم و در دمای ۴۵°C برابر با ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین اگر ۱۵۰ گرم محلول سیرشده $KCl$ را از دمای ۷۵°C تا دمای ۴۵°C سرد کنیم، ۱۰ گرم رسوب ایجاد می‌شود. بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$?\,g\ \text{رسوب} = ۸۹/۴\,g\ \text{محلول} \times \frac{۱۰\,g\ \text{رسوب}}{۱۵۰\,g\ \text{محلول}} = ۵/۹۶\,g$$

واکنش انجام شده بین رسوب پتاسیم کلرید و محلول نقره نیترات به صورت زیر است:

$$KCl(s) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + KNO_۳(aq)$$

ابتدا می‌توان مقدار مول مصرف شده $AgNO_۳$ را محاسبه کرد:

$$?\,mol\ AgNO_۳ = ۵/۹۶\,g\ KCl \times \frac{۱\ mol\ KCl}{۷۴/۵\,g\ KCl} \times \frac{۱\ mol\ AgNO_۳}{۱\ mol\ KCl} = ۰/۰۸\ mol$$

اکنون می‌توان غلظت مولی نقره نیترات را در محلول اولیه آن به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر(۰/۵ لیتر) به دست آورد:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow \text{غلظت مولار} = \frac{۰/۰۸}{۰/۵} = ۰/۱۶\ mol.L^{-۱}$$

حال می‌توان جرم فراورده رسوبی که معادل با $AgCl$ است را محاسبه کرد:

$$?\,g\ AgCl = ۰/۰۸\ mol\ AgNO_۳ \times \frac{۱\ mol\ AgCl}{۱\ mol\ AgNO_۳} \times \frac{۱۴۳/۵\,g\ AgCl}{۱\ mol\ AgCl} = ۱۱/۴۸\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم $AgCl$ تولید شده برابر با ۱۱/۴۸ گرم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۳** هرچه گشتاور دوقطبی یک ماده بیشتر باشد، قطبیت ماده بیشتر بوده و جهت‌گیری آن در میدان الکتریکی محسوس‌تر است. مقدار گشتاور دوقطبی مولکول $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز بیشتر از مولکول $A$ است. بر این اساس، همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

**بررسی موارد:**

**الف:** مولکول‌های آب، قطبی هستند و تمایل دارند مواد قطبی را در خود حل کنند. در واقع با افزایش گشتاور دوقطبی مواد، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش پیدا می‌کند. چون گشتاور دوقطبی مولکول‌های $C$ بیشتر از $B$ و گشتاور دوقطبی مولکول‌های $B$ نیز بیشتر از $A$ است؛ درنتیجه میزان انحلال‌پذیری آن‌ها در آب به درستی مقایسه شده است.

**ب:** مقدار گشتاور دوقطبی مولکول‌های $H_۲O$ و $H_۲S$ در متن کتاب درسی آمده است و به ترتیب برابر با $۱/۸۵\,D$ و $۰/۹۷\,D$ است. گشتاور دوقطبی مولکول $B$ نیز طبق نمودار برابر با $۱/۳۰\,D$ بوده و بیشتر از مقدار گشتاور دوقطبی مولکول $H_۲S$ است.

**پ:** گشتاور دوقطبی مولکول $A$ کم بوده و عملا مولکولی ناقطبی به‌حساب می‌آید. در نقطه مقابل، مولکول $C$ قطبی است. می‌دانیم که شبیه، شبیه را حل می‌کند؛ یعنی مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی و مواد قطبی نیز در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت که دو ماده $A$ و $C$ انحلال‌پذیری زیادی در همدیگر ندارند. کربن تتراکلرید با فرمول $CCl_۴$، ناقطبی بوده و آب نیز قطبی است؛ درنتیجه این دو ماده نیز قطبیت شبیه به هم ندارند و مخلوط آن‌ها نمی‌تواند محلول بسازد.

**ت:** نقطه جوش مواد موجود در نمودار، برحسب کلوین داده شده است. نقطه جوش ماده مولکولی $A$ به تقریب برابر با ۲۳۰ کلوین است. برای تبدیل دما برحسب کلوین به درجه سانتی‌گراد، کافی است که از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$T(K) = \theta(°C) + ۲۷۳ \Rightarrow ۲۳۰ = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = -۴۳°C$$

نقطه جوش گاز $A$ برابر با $-۴۳°C$ و نقطه جوش گاز اکسیژن نیز برابر با $-۱۸۳°C$ است. می‌دانیم که با سرد کردن گازها، هرچه نقطه جوش یک گاز بیشتر باشد، آن گاز آسان‌تر و زودتر به حالت مایع درمی‌آید. بر این اساس، گاز $A$ زودتر از گاز $O_۲$ مایع می‌شود؛ چون نقطه جوش بیشتری نسبت به اکسیژن دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۴** انحلال‌پذیری گازها در آب با افزایش فشار، افزایش می‌یابد. مولکول‌های دواتمی جور هسته مانند $O_2$، $N_2$ و ...، ناقطبی هستند و هرچه جرم مولی آن‌ها بیشتر باشد، قدرت نیروی بین مولکولی در آن‌ها افزایش یافته و به مقدار بیشتری در آب حل می‌شوند. چون جرم مولی مولکول‌های $F_2$، بیشتر از مولکول‌های $O_2$ است، درنتیجه در شرایط یکسان، مقدار انحلال‌پذیری گاز فلوئور در آب بیشتر از گاز اکسیژن بوده و شیب نمودار انحلال‌پذیری-فشار برای گاز فلوئور، بیشتر از گاز اکسیژن است. بر این اساس، با افزایش فشار گازها، مقدار انحلال‌پذیری فلوئور بیشتر از اکسیژن افزایش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) با مالش دادن میله شیشه‌ای به موی سر، میله دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. با نزدیک کردن مولکول‌های آب به میله‌ای که دارای بار الکتریکی منفی است، مولکول‌های آب از سمت سر مثبت خود یعنی از سمت اتم‌های هیدروژن به سوی میله جذب می‌شوند و جهت‌گیری می‌کنند. با انجام این فرایند، باریکه مایع از مسیر خود منحرف شده و به سمت میله شیشه‌ای حرکت می‌کند.

۲) فرآیند عبور آب از سمت محیط غلیظ به سمت محیط رقیق از خلال یک دیواره با خاصیت تراوایی نسبی و با اعمال فشار بیرونی، اسمز معکوس نامیده می‌شود. اسمز معکوس، فرآیندی غیرخودبه‌خود به حساب می‌آید. اگر پمپ ایجاد فشار در دستگاه از کار بیفتد، فرآیند به حالت طبیعی و خودبه‌خودی بازمی‌گردد و اسمز اتفاق خواهد افتاد. در فرآیند اسمز، آب از سمت محیط رقیق به سمت محیط غلیظ حرکت می‌کند؛ درنتیجه با از کار افتادن پمپ، برآیند جهت حرکت مولکول‌های آب تغییر می‌کند.

۳) انحلال شکر در آب به صورت کاملا مولکولی بوده و در انحلال مولکولی، ماهیت ذرات حل‌شونده تغییری نمی‌کند. انحلال الکل‌ها، استون و شکر در آب، همگی به صورت مولکولی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۵** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

**بررسی موارد:**

**الف:** ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، یون‌های اکسید را جذب نمی‌کنند. همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن($O_2$) نیازمند هستند. آن‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای ادامه زندگی آبزیان ضروری است.

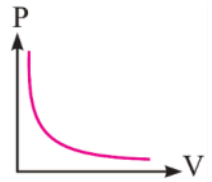
**ب:** مولکول اکسیژن($O_2$) و اوزون($O_3$)، آلوتروپ‌های عنصر اکسیژن هستند. اوزون، مولکولی قطبی با ساختار خمیده بوده و اکسیژن، مولکولی ناقطبی است که از اتصال دو اتم یکسان به هم تشکیل شده است. همچنین جرم مولی اوزون بیشتر از جرم مولی گاز اکسیژن است. بر این اساس، با حل شدن این دو ماده در آب، گاز اوزون به میزان بیشتری حل می‌شود.

**پ:** در آب دریا، غلظت یون کلسیم($Ca^{2+}$) از یون پتاسیم($K^+$) بیشتر است. از طرفی، انحلال‌پذیری کلسیم سولفات در آب، کمتر از انحلال‌پذیری پتاسیم فسفات در آب است. درنتیجه با تبخیر آب دریا، احتمال تشکیل نمک کلسیم سولفات، بیشتر از احتمال تشکیل نمک پتاسیم سولفات است.

**ت:** با افزایش فشار یک گاز در دمای ثابت، حجم آن گاز کاهش می‌یابد. با افزایش دمای آب نیز، انحلال‌پذیری گاز در آب، کاهش می‌یابد. درنتیجه هر دو نمودار ذکر شده، نزولی هستند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها، خطی نیست. نمودارهای ذکر شده به صورت زیر رسم می‌شوند:



نمودار انحلال‌پذیری یک گاز برحسب دمای آب



نمودار فشار گاز برحسب حجم آن

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۶**

**الف:** اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند. مقدار نمک کلسیم‌دار در ادرار افرادی که دارای سنگ کلیه هستند (افراد بیمار)، بیشتر از انحلال‌پذیری آن‌ها است. طبیعتا این روند در افرادی که سنگ کلیه ندارند، برعکس است.

**ب:** آب آشامیدنی مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب وجود دارد و برخی دیگر در مراکز تامین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای مثال، به آب آشامیدنی مقدار بسیار کمی یون فلوئورید($F^-$) می‌افزایند، زیرا این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. البته، توجه داریم که این آب‌ها شامل برخی از انواع ناخالصی‌ها شده و در آن‌ها مقدار اندکی از یون‌های محلول وجود دارد. برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، از جمله یون نیترات و یون هیدروکسید، به طور طبیعی در آن حل شده‌اند؛ در حالی که برخی از یون‌های دیگر که در این آب‌ها وجود دارند، به طور مصنوعی به آب اضافه شده است. به عنوان مثال، یون فلوئورید به طور مصنوعی و به منظور محافظت از دندان‌ها در تصفیه خانه‌ها به آب افزوده می‌شوند. توجه داریم که همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون از منابع آب شیرین تأمین می‌شوند. در واقع تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز ، خانه، مدرسه و دانشگاه، از آب‌های سطحی(آب موجود در رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی(آب موجود در چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند.

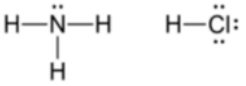
**پ:** گیاهان برای رشد مناسب علاوه بر $H_2O$ و $CO_2$ به عناصری مانند گوگرد، فسفر، نیتروژن و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای مناسب برای رشد گیاه است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات به صورت $(NH_4)_2SO_4$ بوده و یک ترکیب یونی چندتایی است.

**ت:** با افزودن حل شونده‌های دیگر در آب، انحلال‌پذیری یک گاز در آب کاهش می‌یابد ولی این قضیه، ربطی به قانون هنری ندارد. بر اساس قانون هنری، انحلال‌پذیری یک گاز در آب با افزایش فشار گاز، افزایش می‌یابد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۷**

ساختار لوویس دو مولکول آمونیاک($NH_3$) و هیدروژن کلرید($HCl$) به صورت زیر است:



هر دو مولکول آمونیاک و هیدروژن کلرید، در دمای اتاق به حالت گاز بوده، قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. نیروی بین مولکولی در آمونیاک از نوع پیوند هیدروژنی و نیروی بین مولکولی در هیدروژن کلرید از نوع واندروالسی است. چون قدرت پیوند هیدروژنی، بیشتر از جاذبه واندروالسی است؛ لذا نقطه جوش آمونیاک(−۳۳°C)، بیشتر از نقطه جوش هیدروژن کلرید(−۸۵°C) است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) کلسیم کلرید، یک ترکیب یونی بوده و در آب حل می‌شود. با ورود کلسیم کلرید به آب، مولکول‌های آب از سمت سرهای با بار مخالف به یون‌های بیرونی موجود در بلور کلسیم کلرید نزدیک می‌شوند و نیروی جاذبه‌ای به نام یون-دوقطبی میان آن‌ها تشکیل می‌شود. این جاذبه باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه بلور می‌شود. با انجام این کار، یون‌های آبپوشیده $Ca^{2+}(aq)$ و $Cl^-(aq)$ ایجاد شده و در نهایت وارد محلول مورد نظر می‌شود.

۲) درصد جرمی یک حل‌شونده در محلول از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال + جرم حل‌شونده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

طبق این رابطه، درصد جرمی با جرم حل‌شونده رابطه مستقیم و با جرم محلول رابطه عکس دارد. با نصف کردن جرم محلول(مخرج کسر) می‌توان گفت، درصد جرمی دو برابر می‌شود؛ درنتیجه با نصف کردن جرم حلال(بخشی از مخرج کسر)، درصد جرمی کمتر از دو برابر خواهد شد.

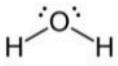
۴) ید، از مولکول‌های دواتمی جورهسته تشکیل شده است. مقدارگشتاور دوقطبی ید، همانند سایر موادی که مولکول‌های دواتمی جورهسته دارند، دقیقا برابر با صفر است. مولکول ید($I_2$)، ناقطبی بوده و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان، بنزین، روغن و ... حل می‌شود؛ درنتیجه با ورود ید به هگزان، مخلوطی همگن(محلول) به رنگ بنفش حاصل می‌شود. انحلال ید در هگزان به صورت مولکولی بوده و محلول حاصل از این فرایند، رسانایی الکتریکی ندارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



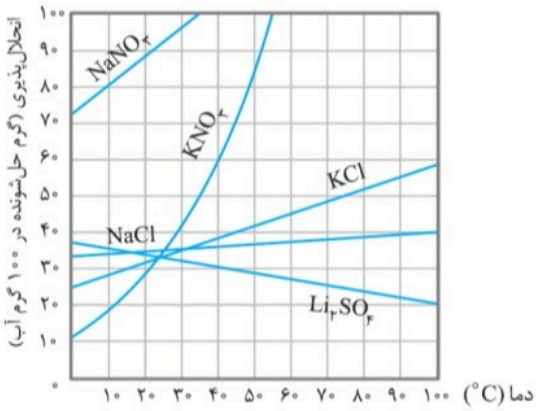
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۸** تنها ماده‌ای که به هر سه حالت گاز، مایع و جامد در طبیعت وجود دارد، $H_2O$ است. ساختار لوویس مولکول آب به صورت مقابل است. چون روی اتم مرکزی این مولکول جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد، شکل هندسی مولکول آب، به صورت خمیده یا $V$ شکل است.



**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای ۰°C بیشتر از انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در این دما است، اما شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما برای انحلال سدیم نیترات کمتر از این شیب برای انحلال پتاسیم سولفات است. نمودار زیر، روند تغییر انحلال‌پذیری برخی از انواع نمک‌ها در آب را بر حسب تغییر دمای محلول نشان می‌دهد:




۲) در فرآیند تصفیه آب با روش تقطیر، علاوه بر میکروب‌ها، ترکیب‌های آلی فرار نیز در آب باقی می‌ماند اما بقیه مواد اضافی از آب جدا می‌شوند. جدول زیر، مواد جدا شده و جدا نشده توسط روش‌های تصفیه‌ای آب دریا را نمایش می‌دهد:

| مواد جداشده و جدانشده از آب با روش‌های تصفیه‌ای | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تقطیر | | اسمز معکوس | | صافی کربن | |
| جداشده | حشره کش و آفت کش/ فلزات سمی/ نافلزها/ آلاینده‌ها | جداشده | حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها/ فلزات سمی/ نافلزها/ آلاینده‌ها / ترکیبات آلی فرار | جداشده | حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها/ فلزات سمی/ نافلزها/ آلاینده‌ها / ترکیبات آلی فرار |
| جدانشده | میکروب‌ها / ترکیبات آلی فرار | جدانشده | میکروب‌ها | جدانشده | میکروب‌ها |

مراحل انجام شده در فرایند تقطیر که منجر به تولید آب شیرین می‌شود، به شرح زیر است:

جمع‌آوری آب شیرین ← میعان آب در مجاورت سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← برخورد بخار آب به سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← تبخیر آب و مواد فرار موجود در محلول ← تابواندن نور خورشید به محلول تصفیه نشده

توجه داریم که انرژی مورد نیاز برای انجام شدن فرایند تقطیر، با استفاده از نور خورشید تامین می‌شود.

۳) در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل‌شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این‌رو درصد جرمی نمک‌ها در دریای مرده حدودا ۲۷ درصد بوده و آب این دریا محلول غلیظی است که انسان به راحتی می‌تواند روی آن شناور بماند، اما حجم یک محلول تاثیری بر بسیاری از خواص آن محلول ندارد. برای مثال ممکن است غلظت سدیم کلرید در دو محلول با حجم متفاوت، یکسان باشد یا ممکن است دو محلول مجزا از سدیم کلرید با حجم متفاوت، دمای جوش یکسانی داشته باشند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۹** گلوکومتر دستگاهی برای اندازه‌گیری قند خون(گلوکز با فرمول شیمیایی $C_6H_{12}O_6$) بوده که می‌تواند میلی‌گرم‌های گلوکز را در یک دسی‌لیتر (۰/۱ لیتر) از خون نشان دهد. برای بدست آوردن غلظت مولار(غلظت مولی) گلوکز در خون کافیست که عدد گلوکومتر را بر ۱۸۰۰۰ تقسیم کنیم. عددی که نمایشگر گلوکومتر نشان می‌دهد برابر است با:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{عدد گلوکومتر}}{۱۸۰۰۰} \Rightarrow ۰/۰۰۹ = \frac{x}{۱۸۰۰۰} \Rightarrow x = ۱۶۲$$

مقدار مول گلوکز حل شده در خون فرد برابر است با:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۰۰۹ = \frac{x}{۵} \Rightarrow x = ۰/۰۴۵\ mol$$

اکنون می‌توان شمار اتم‌های کربن موجود در نمونه گلوکز را بدست آورد:

$$?\,atom\ C = ۰/۰۴۵\ mol\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{۶\ mol\ C}{۱\ mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} atom\ C}{۱\ mol\ C} = ۱۶/۲۵۴ \times ۱۰^{۲۲} atom$$

با توجه به محاسبات انجام شده، شمار اتم‌های کربن در نمونه گلوکز برابر با $۱۶/۲۵۴ \times ۱۰^{۲۲}$ عدد است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۰** موارد اول، سوم و پنجم نادرست هستند.

**بررسی عبارت‌ها:**

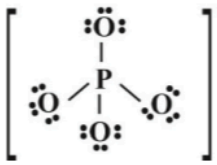
**عبارت اول:** نزدیک به ۷۵ درصد سطح (نه جرم) زمین را آب پوشانده است به همین دلیل زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود.

**نکته** جرم کل آب‌های روی کره زمین در حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن برآورد می‌شود که بخش عمده‌ی این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است. اگر کرهٔ زمین را مسطح در نظر بگیریم آب، همهٔ سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند.

**عبارت دوم:** مقایسه مقدار آنیون‌های موجود در آب دریا به صورت داده شده درست است.

**عبارت سوم:** ترکیب یونی حاصل از واکنش یون‌های باریم و کلرید در آب حل می‌شود.

**عبارت چهارم:** فرمول شیمیایی آمونیوم $NH_4^+$، استرانسیم $Sr^{2+}$، سولفات $SO_4^{2-}$ و نیترات $NO_3^-$ است.



بنابراین جمع جبری بار این یون‌ها برابر صفر است. در ساختار لوویس یون فسفات ($PO_4^{3-}$) اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی ندارد. ساختار لوویس فسفات به صورت مقابل است:

**عبارت پنجم:** نام ترکیب $NaN_3$، سدیم آزید است. فرمول شیمیایی سدیم نیترید، $Na_3N$ است.

**تله‌تستی** آزید یک یون چنداتمی با فرمول $N_3^-$ است. در حالی که نیترید یک یون تک‌تمی با فرمول $N^{3-}$ می‌باشد.

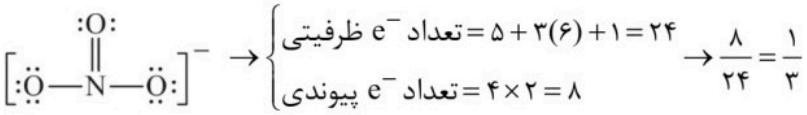
(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۱** موارد اول، دوم و چهارم درست هستند.

**مورد اول:** فرمول شیمیایی یون نیترات $NO_3^-$ و ساختار لوویس آن به صورت زیر است:



$$\left\{\begin{array}{l}\text{تعداد } e^- \text{ ظرفیتی} = 5 + 3(6) + 1 = 24 \\ \text{تعداد } e^- \text{ پیوندی} = 4 \times 2 = 8\end{array}\right. \rightarrow \frac{8}{24} = \frac{1}{3}$$

**مورد دوم:** نام $CN^-$، یون سیانید و ساختار لوویس آن به صورت $[:C \equiv N:]^-$ است.

فرمول روی سیانید $Zn(CN)_2$ می‌باشد و برای تشکیل هر مول از این ترکیب یونی سه‌تایی (شامل سه عنصر روی، کربن و نیتروژن)، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$6\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Zn(CN)_2}{2\,mol\,e^-} = 3\,mol$$

**مورد سوم:** فرمول شیمیایی یون سولفات $SO_4^{2-}$ است. بنابراین $a + b = 4 + (-2) = 2$ است

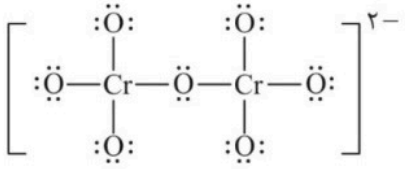
فرمول شیمیایی یون کربنات $CO_3^{2-}$ و فرمول شیمیایی یون سولفات $SO_4^{2-}$ است که ساختار آنها متفاوت است بنابراین مدل فضاپرکن آنها نیز تفاوت دارد.

**مورد چهارم:** کبالت (III) دی‌کرومات $\rightarrow Co_2(Cr_mO_n)_3$

در این ترکیب شمار عنصرها و اتم‌ها و اختلاف آنها برابر است با:

$$\begin{array}{l}\text{شمار اتم‌ها}: 2 + 3(m+n) \\ \text{شمار عنصرها}: 3(Co, Cr, O \text{ عناصر})\end{array} \Rightarrow 26 = [2 + 3(m+n)] - 3 \rightarrow m + n = 9$$

با توجه به محاسبات بالا و توجه به این نکته که هر اتم کروم در ساختار این یون به ۴ اتم اکسیژن اتصال دارد، فرمول شیمیایی دی کرومات $Cr_2O_7^{2-}$ و ساختار لوویس آن به شکل زیر است:



$$\rightarrow \frac{n}{m} = \frac{7}{2} = 3/5$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۲** معادله موازنه شده واکنش یون نقره با منیزیم کلرید به‌صورت مقابل است:

$$۲Ag^{+}(aq) + MgCl_{۲}(aq) \rightarrow ۲AgCl(s) + Mg^{۲+}(aq)$$

ابتدا با توجه به غلظت یون نقره $(Ag^{+})$ و حجم محلول، مقدار یون نقره موجود در این نمونه را محاسبه می‌کنیم.

| روش محاسبه ppm | | |
|---|---|---|
| (برای همهٔ محلول‌ها) | $(۱)\ ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$ | |
| (برای همهٔ محلول‌ها) | $(۲)\ ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ | |
| (برای محلول‌های بسیار رقیق) | $(۳)\ ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ | |
| (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است) | $(۴)\ ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$ | |

اگر جرم محلول مشخص باشد، از روابط (۱) و (۲) استفاده می‌کنیم و در پرسش‌هایی که محلول بسیار رقیق است می‌توان از جرم حل‌شونده چشم‌پوشی کرد و، استفاده از رابطهٔ (۳) توصیه می‌شود؛ توجه داشته باشید که رابطه‌های (۱) و (۲) برای همهٔ محلول‌ها ولی رابطه های (۳) و (۴) فقط برای محلول‌های آبی بسیار رقیق کاربرد دارد.

**روش (۱)**

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰^{۶} \rightarrow ۳۶۰ = \frac{x\ g\ Ag^{+}}{۱۵۰۰\ g\ \text{آب}} \times ۱۰^{۶} \rightarrow x = ۰/۵۴\ g\ Ag^{+}$$

**روش (۲)**

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \rightarrow ۳۶۰ = \frac{x\ mg\ Ag^{+}}{\text{محلول}\ ۱/۵L} \rightarrow x = ۵۴۰\ mg\ Ag^{+} = ۰/۵۴g\ Ag^{+}$$

محلول های آبی بسیار رقیق

مطابق معادله موازنه شده واکنش و ضرایب استوکیومتری مواد، محاسبه می‌کنیم که به ازای مصرف ۰/۵۴ گرم یون نقره $(Ag^{+})$ در این واکنش، چند میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۵ مولار منیزیم کلرید $(MgCl_{۲})$ مصرف می‌شود:

$$\frac{۰/۵۴g\ Ag^{+}}{۲ \times ۱۰۸} = \frac{V\ L\ MgCl_{۲} \times ۰/۰۰۵ \frac{mol}{L}}{۱} \rightarrow V = ۰/۵L \text{ محلول } = ۵۰۰mL \text{ محلول}$$

**حل قسمت دوم تست:**

ابتدا جرم یون $Mg^{۲+}$ موجود در محلول را بر حسب گرم و با توجه به حجم محلول $MgCl_{۲}$ و غلظت آن حساب می‌کنیم، زیرا مقدار یون $Mg^{۲+}$ موجود در محلول برابر با مقدار آن در محلول $MgCl_{۲}$ اضافه‌شده است:

**سرنخ** به ازای هر مول $MgCl_{۲}$ در محلول آن ۱ مول یون $Mg^{۲+}$ وجود دارد؛ یعنی در واقع غلظت مولی $MgCl_{۲}$ موجود در محلول، برابر با غلظت مولی یون $Mg^{۲+}$ است؛ در نتیجه غلظت مولی یون $Mg^{۲+}$ در محلول، برابر ۰/۰۰۵ مول بر لیتر می‌باشد.

$$۰/۵L\ Mg^{۲+}\ \text{محلول} \times \frac{۰/۰۰۵mol\ Mg^{۲+}}{۱L\ Mg^{۲+}\ \text{محلول}} \times \frac{۲۴g\ Mg^{۲+}}{۱mol\ Mg^{۲+}} = ۰/۰۶g\ Mg^{۲+}$$

پس جرم $Mg^{۲+}$ موجود در محلول نهایی نیز ۰/۰۶g است اما حواستان باشد که حجم محلول نهایی برابر مجموع حجم محلول اولیه و محلول منیزیم کلرید اضافه‌شده است؛ یعنی داریم:

$$Mg^{۲+}\ \text{غلظت} = \frac{\text{جرم یون}\ Mg^{۲+}\ (g)}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{۰/۰۶}{(۱/۵L + ۰/۵L)} = \frac{۰/۰۶}{۲} = ۰/۰۳g.L^{-۱}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۳** با استفاده از علامت شیب می‌توان صعودی یا نزولی بودن نمودار انحلال‌پذیری – دمای مادهٔ موردنظر را مشخص کرد؛ علامت مثبت شیب $(a>0)$ نشان دهندهٔ صعودی بودن نمودار و گرماگیر بودن انحلال آن حل‌شونده و علامت منفی شیب $(a<0)$ نشان دهندهٔ نزولی بودن نمودار و گرماده بودن انحلال آن ماده در آب است.

ابتدا انحلال‌پذیری نمک KCl در دمای $۳۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$S=۰/۳\theta+۲۷\xrightarrow{\theta=۳۰^\circ C}S=۰/۳(۳۰)+۲۷=۳۶g\,KCl$$

در گام بعد، جرم نمک حل‌شونده در ۹۰۰g محلول ۵ درصد جرمی KCl و درنتیجه مقدار حلال (آب) موجود در این محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\rightarrow ۵=\frac{x}{۹۰۰}\times۱۰۰\rightarrow x=۴۵g\,KCl$$

$$\text{جرم محلول}=\text{جرم حل‌شونده}+\text{جرم آب}\longrightarrow \quad ۹۰۰g=۴۵g\,KCl+xg\longrightarrow x=۸۵۵g\ \text{آب}$$

**سرنخ** به به‌صورت دیگر هم می‌شد گفت که وقتی ۵٪ جرمی محلول را KCl به عنوان حل‌شونده تشکیل داده، پس ۹۵٪ بقیه را آب تشکیل داده و بنابراین جرم آب موجود در محلول برابر است با:

$$۹۰۰g\ \text{محلول}\times\frac{۹۵g\ \text{آب}}{۱۰۰g\ \text{محلول}}=۸۵۵g\ \text{آب}$$

هر چند تو حل این تست ، عدد ۴۵ بعداً لازممون قراره بشه ☺

حال مقدار KCl موردنیاز برای حل شدن در ۸۵۵g آب و تولید محلول سیرنشده از آن را حساب می‌کنیم:

$$۸۵۵g\,H_۲O\times\frac{۳۶g\,KCl}{۱۰۰g\,H_۲O}=۳۰۷/۸g\,KCl$$

در نتیجه مقدار KCl اضافی موردنیاز برابر است با:

$$۳۰۷/۸-۴۵=۲۶۲/۸g\,KCl$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۴ عبارت‌های الف، پ و ت درست اند.

**بررسی عبارت‌ها:**

**مـــورد الف:** معادلـــه انحلال‌پذیری: $S = ۰/۳\theta + ۲۶$، با توجه به عـــرض از مبدأ یا انحلال‌پذیری نمک در دمای $۰^\circ C$ و شـــیب مثبت، مربوط به نمک پتاســـیم کلرید (KCl) اســـت. طبق نمودار، انحلال‌پذیری نمک KCl در دمای $۷۵^\circ C$ برابر ۵۰ گرم است در حالی که اگر انحلال‌پذیری KCl را طبق معادلهٔ داده شده حساب کنیم، مقدار آن به‌صورت زیر خواهد بود:

$$S = ۰/۳\theta + ۲۶ \xrightarrow{\theta = ۷۵^\circ C} S = ۰/۳(۷۵) + ۲۶ = ۴۸/۵$$

در نتیجه مقدار انحلال‌پذیری KCl به‌دست آمده از معادله با مقدار به‌دست آمده از نمودار، به اندازه $۵۰ - ۴۸/۵ = ۱/۵$ گرم تفاوت دارد.

**مورد ب:** به درسنامه زیر توجه کنید:

## درسنامه

### تأثیر افزایش یا کاهش دما بر انحلال‌پذیری مواد:

| | | | |
|---|---|---|---|
| محلول سیرشده شامل حل‌شونده با انحلال: | گرماگیر (انحلال با نمودار صعودی) | با افزایش دما | محلول به حالت سیرنشده تبدیل می‌شود. |
| | | با کاهش دما | کاهش آهستهٔ دما ← محلول به حالت فراسیرشده تبدیل می‌شود. |
| | | | کاهش سریع دما ← مقداری از حل شونده رسوب می‌کند و محلول باقی‌مانده سیرشده است. |
| | گرماده (انحلال با نمودار نزولی) | با افزایش دما | افزایش آهستهٔ دما ← محلول به حالت فراسیر شده تبدیل می‌شود. |
| | | | افزایش سریع دما ← مقداری از حل شونده رسوب کرده و محلول باقی‌مانده سیرشده است. |
| | | با کاهش دما | محلول به حالت سیر نشده تبدیل می شود. |

نمودار انحلال‌پذیری $Li_۲SO_۴$ بر حسب دما نزولی است؛ لذا با کاهش دما، محلول سیرشده این نمک به حالت سیرنشده تبدیل می‌شود، به طوری که محلول حاصل قادر است مقدار حل‌شونده بیشتری در خود حل کند!

**مورد پ:** انحلال‌پذیری دو نمک سدیم کلرید (NaCl) و پتاسیم کلرید (KCl) در دمای $۳۰^\circ C$ با هم برابر است؛ در نتیجه درصد جرمی محلول‌های سیرشده این دو نمک در دمای $۳۰^\circ C$ با یکدیگر برابر خواهد بود.

**مورد ت:** در نمودار بالا، نمک‌های نیترات‌دار $KNO_۳$ و $NaNO_۳$ هستند که انحلال‌پذیری آن‌ها در دمای $۱۰^\circ C$ به ترتیب حدود ۲۰ و ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. همچنین نمک‌های کلردار، KCl و NaCl هستند که انحلال‌پذیری آنها در دمای $۱۰^\circ C$، به ترتیب حدود ۳۰ و ۳۵ گرم آب است؛ در نتیجه نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{۸۰+۲۰}{۳۵+۳۰} = \frac{۱۰۰}{۶۵} \simeq ۱/۵$$

**نگاهی دیگر:** منحنی انحلال‌پذیری مواد گوناگون بر حسب دما به صورت زیر است:

| ماده | نمودار انحلال‌پذیری | شرایط مناسب برای انحلال‌پذیری بیشتر در آب |
|---|---|---|
| لیتیم سولفات ($Li_۲SO_۴$) | خطی، نزولی | دمای پایین |
| سدیم نیترات ($NaNO_۳$) | خطی، صعودی | دمای بالا |
| پتاسیم نیترات ($KNO_۳$) | منحنی (با شیب زیاد)، صعودی | دمای بالا |
| پتاسیم کلرید ($KCl$) | خطی، صعودی | دمای بالا |
| سدیم کلرید ($NaCl$) | خطی (با شیب کم)، صعودی | دمای بالا |



www.MrKonkor.com
SanjeshCloud

**۳۰۵** انحلال‌پذیری گاز $N_2$ (پایین‌ترین نمودار یا نمودار A) با توجه به نمودار در فشار $4/5\,atm$، تقریباً برابر $0/01g$ است؛ در نتیجه در فشار P اتمسفر، غلظت مولی محلول گاز NO، برابر $0/01mol.L^{-1}$ است. حال باید محاسبه می‌کنیم که در فشار P اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز NO چقدر است تا با توجه به نمودار، فشار P را بیابیم:

$$0/01\frac{mol\,NO}{1L\,محلول}\times\frac{30g\,NO}{1mol\,NO}=0/3\frac{g\,NO}{1L\,محلول}$$

پس با توجه به جرم محلول و چگالی آن $(1g.mL^{-1})$، باید محاسبه کنیم که در هر ۱۰۰ گرم محلول، چند گرم گاز NO حل شده است:

$$100g\,محلول\times\frac{1mL\,محلول}{1g\,محلول}\times\frac{1L\,محلول}{10^3mL\,محلول}\times\frac{0/3g\,NO}{1L\,محلول}=0/03g\,NO$$

**سرنخ** با توجه به انحلال‌پذیری ناچیز گازها در آب، می‌توان در جرم حل‌شونده در مقابل جرم حلال صرف‌نظر کرد و جرم محلول را به تقریب برابر جرم حلال در نظر گرفت؛ پس می شه گفت انحلال‌پذیری گاز NO در فشار P اتمسفر، برابر ۰/۰۳ است. بنابراین با توجه به نمودار، در فشار $4/5\,atm$ ، انحلال‌پذیری گاز NO برابر ۰/۰۳ است.

در نهایت باید از روی نمودار، انحلال‌پذیری گاز $O_2$ (نمودار میانی) در فشار $2P$ یا $2\times4/5=9$ اتمسفر را بیابیم که برابر ۰/۰۴ است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۰۶** عبارت‌های ب ، پ و ت نادرست‌اند.

**بررسی عبارت‌ها:**

**مورد الف:** در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن هشت‌تایی می‌شوند و همانطور که گفته شد در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار می‌گیرند. هر اتم اکسیژن در ساختار یخ، به دو اتم هیدروژن مولکول خود با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از دو مولکول $H_2O$ دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.

**جمع‌بندی:** دو نکته زیر از ساختار یخ را با هم مرور کنیم:

۱- در ساختار یخ، در حلقه‌های شش‌ضلعی، هر ضلع شامل یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی است.

۲- در این ساختار هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن، پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر، پیوند هیدروژنی دارند.

**مورد ب:** دیواره یاخته‌ها در بافت کلم در اثر یخ زدن، به دلیل تشکیل فضاهای خالی و منظم سه بعدی (نه دو بعدی) و در نتیجه افزایش حجم آب و حجم یاخته های دارای آب، تخریب می‌شوند.

**مورد پ:** همان طور که گفته شد در دمای $0^\circ C$ و فشار $1atm$، چگالی آب از یخ بیشتر است. در حالت فیزیکی مایع، مولکول‌های آب به‌صورت آزادانه و نامنظم روی هم می لغزند در حالی که در حالت فیزیکی جامد، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

**مورد ت:** در ساختار یخ، هر مولکول آب به ۴ مولکول آب دیگر، تنها از طریق تشکیل پیوندهای هیدروژنی اتصال دارد، نه پیوندهای اشتراکی!

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۷** مقایسه‌های الف و ت درست هستند.

ترکیب a اتانول (الکل)، ترکیب b دی متیل اتر (اتر)، ترکیب c اتانوییک اسید (کربوکسیلیک اسید) و ترکیب d متیل متانوات (استر) می‌باشد.

**بررسی موارد:**

**مورد الف:** فرمول شیمیایی هر دو ترکیب c و d، $C_2H_4O_2$ می‌باشد. جرم مولی این دو ماده با هم برابر است و هر دو ترکیب قطبی‌اند اما c برخلاف d دارای اتم هیدروژنی است که مستقیماً به اتم اکسیژن متصل شده است. بنابراین c برخلاف d قادر است میان مولکول‌های خود جاذبه‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. پس قدرت نیروهای بین‌مولکولی و در نتیجه نقطه جوش c از d بیش‌تر است.

**مورد ب:** میان مولکول‌های a برخلاف b پیوند هیدروژنی وجود دارد. وجود پیوندهای هیدروژنی در ساختار شبکه‌ای اتانول برخلاف دی‌متیل اتر، باعث ایجاد فضاهای خالی می‌شود و در نتیجه حجم اشغال شده توسط اتانول بیشتر است. از طرفی فرمول شیمیایی هر دو ترکیب، $C_2H_6O$ است و جرم مولی برابر دارند. پس می‌توان فهمید چگالی (نسبت جرم به حجم) ترکیب a (اتانول) از ترکیب b (دی‌متیل اتر) کمتر است.

**مورد پ:** فرمول شیمیایی ترکیب a، $C_2H_6O$ و فرمول شیمیایی ترکیب d، $C_2H_4O_2$ است.

بنابراین شمار پیوندهای اشتراکی در هر دو مولکول برابر ۸ است و مقایسه به صورت: $a = d$ درست است.

**مورد ت:** همانطور که بالاتر گفته شد، هر دو ترکیب a و b قطبی‌اند اما a برخلاف b دارای اتم هیدروژنی است که مستقیماً به اتم اکسیژن متصل شده است. بنابراین a برخلاف b قادر است میان مولکول‌های خود جاذبه‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. وجود پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های a باعث می‌شود قطبیت و در نتیجه میزان گشتاور دوقطبی آن از b بیش‌تر باشد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۰۸** عبارت‌های اول، دوم و پنجم درست‌اند.

**بررسی گزاره‌ها:**

۱ تصفیه آب به روش تقطیر، تنها میکروب‌ها و ترکیبات آلی فرار را نمی‌تواند از آب حذف کند اما قادر است آلاینده‌ها، فلزات سمی، نافلزها و حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها را از آب جدا کند.

۲ از آن‌جا که به کمک هیچ یک از این سه روش تصفیه آب، نمی‌توانیم میکروب‌های موجود در آب را از بین ببریم، لازم است که آب تصفیه شده در این روش‌ها را پیش از مصرف کلرزنی کرد.

۳ خیار در آب شور چروکیده می شود زیرا آب طی فرایند اسمز (گذرندگی) به طور خودبه‌خودی از درون خیار (محیط رقیق) به بیرون (محیط غلیظ) انتقال می‌یابد.

۴ دقت کنید که در فرایند اسمز، در نهایت لزوماً نمی‌توان گفت که غلظت حل‌شونده در دو محیط جدا شده با غشای نیمه‌تراوا با یکدیگر برابر خواهد شد. برای مثال، اگر در یک سمت غشای نیمه‌تراوا، آب خالص و در سمت دیگر یک محلول غلیظ وجود داشته باشد، از آنجا که غشای نیمه‌تراوا دارای نفوذپذیری انتخابی است، فقط به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها اجازه عبور می‌دهد. با عبور مولکول‌های آب، محلول غلیظ رقیق‌تر می‌شود اما چون دارای حل‌شونده است، هیچ‌گاه غلظت آن با آب خالص برابر نخواهد شد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۹** برای حل این سوال طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم:

**مرحلهٔ اول:** محاسبهٔ جرم سولفات در ۸۵۲ میلی‌گرم $Na_2SO_4$

$$?gSO_4^{2-} = 852\times10^{-3}gNa_2SO_4\times\frac{1molNa_2SO_4}{142gNa_2SO_4}\times\frac{(1\times96)gSO_4^{2-}}{1molNa_2SO_4} = 0/576g$$

**مرحلهٔ دوم:** محاسبهٔ جرم سولفات در محلول $MgSO_4$

$$?gSO_4^{2-} = 6L\,\text{محلول}\times\frac{1000g\,\text{محلول}}{1L\,\text{محلول}}\times\underbrace{\frac{20gMgSO_4}{10^6g\,\text{محلول}}}_{\text{تعریف ppm}}\times\frac{1molMgSO_4}{120gMgSO_4}\times\frac{(1\times96)gSO_4^{2-}}{1molMgSO_4} = 0/096g$$

**مرحلهٔ سوم:** محاسبهٔ غلظت سولفات در محلول نهایی برحسب ppm

$$ppm\,\text{سولفات} = \frac{\text{مجموع جرم یون‌های سولفات}}{\text{جرم محلول}}\times10^6 = \frac{0/576+0/096}{6L\times\frac{1000g}{1L}}\times10^6 = 112ppm$$

**تکنیک (۱):** اگر $m_1$ گرم از محلول (۱) با غلظت $ppm_1$، $m_2$ گرم از محلول (۲) با غلظت $ppm_2$ و ... با هم مخلوط شوند، غلظت محلول نهایی حاصل برحسب ppm برابر است با:

$$ppm_{\text{نهایی}} = \frac{[m_1\times ppm_1]+[m_2\times ppm_2]+\ldots}{m_1+m_2+\ldots}$$

**تکنیک (۲):** در ترکیب محلول $A_aB_b$ بین غلظت A و B نسبت زیر برقرار است:

$$\frac{\text{مولاریته }A_aB_b}{1} = \frac{\text{مولاریته A}}{a} = \frac{\text{مولاریته B}}{b} \quad , \quad \frac{ppm(A_aB_b)\text{ یا درصد جرمی}}{\text{جرم مولی }A_aB_b} = \frac{ppm(A)\text{ یا درصد جرمی}}{a\times\text{جرم مولی A}} = \frac{ppm(B)\text{ یا درصد جرمی}}{b\times\text{جرم مولی B}}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۰

**بررسی گزینه‌ها:**

۱ درست- با دانستن مقداری ریاضی! به این نتیجه می‌رسیم که خطی که شیب و عرض از مبدأ بیشتری از خط دیگر داشته باشد، همواره بالاتر از آن قرار خواهد گرفت. به این ترتیب انحلال‌پذیری نمک (۱) در هر دمایی از انحلال‌پذیری نمک (۲) بالاتر است.

۲ درست – همانطور که ذکر شد، انحلال گازها، اسیدها و بازها و دو نمک $Li_2SO_4$ و $CaCl_2$ گرماده است و شیب نمودار آنها منفی می‌باشد.

**نکته** به دلیل همین موضوع، از $CaCl_2$ جامد در بسته‌های گرمازا استفاده می‌شود.

**آفرود** اگر درصد جرمی حل شونده در یک محلول سیرشده a٪ و انحلال‌پذیری آن برابر S باشد، بین a و S داریم:

$$S=\frac{a}{100-a}\times 100\ ,\qquad a=\frac{S}{100+S}\times 100$$

ابتدا دما را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم، سپس S را از روی آن درصد جرمی (a) را به دست می‌آوریم:

$$T=\theta+273\rightarrow\theta=323-273=50^\circ C\rightarrow S=(0/3\times 50)+40=25g$$

$$\rightarrow a=\frac{S}{100+S}\times 100=\frac{25g}{125g}\times 100=20\%$$

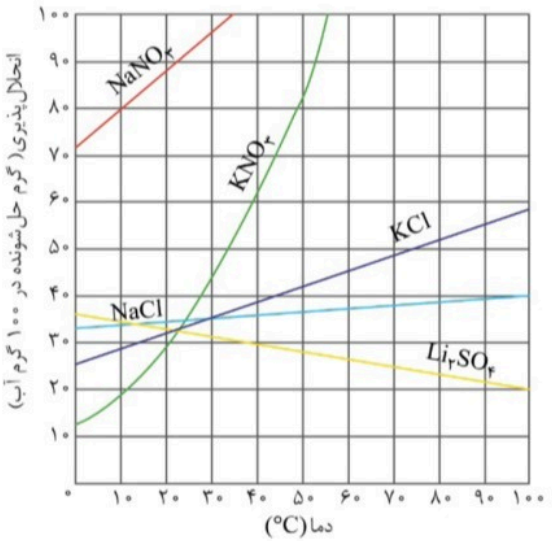
۳ نادرست- توجه به دو نکته باعث نادرست بودن قطعی این گزاره می‌شود،

۱) شیب نمودار NaCl از KCl کمتر است، درواقع انحلال NaCl وابستگی کمتری به دما دارد و انحلال‌پذیری آن با تغییر دما کمتر تغییر می‌کند.

۲) عرض از مبدا نمودار انحلال NaCl برابر ۷۲ نیست.

نمودار انحلال‌پذیری NaCl یک خط تقریباً افقی است که انحلال‌پذیری آن در دماهای مختلف، صعودی و بین ۳۰ تا ۴۰ گرم می‌باشد.

حال به نمودار زیر از کتاب درسی توجه کنید.




مقایسه شیب نمودار انحلال‌پذیری : $NaCl<Li_2SO_4<KCl<NaNO_3<KNO_3$

مقایسه عرض از مبدأ منحنی‌ها : $KNO_3<KCl<NaCl<Li_2SO_4<NaNO_3$

۴ درست – ابتدا دمای موردنظر را پیدا می‌کنیم، سپس انحلال‌پذیری نمک (۱) را در آن دما می‌یابیم:

$$S_2=S_3\Rightarrow 0/1\theta+35=-0/3\theta+40\rightarrow\theta=12/5^\circ C\rightarrow S_1=(0/8\times 12/5)+72=82g$$

باتوجه به تعریف انحلال‌پذیری در ۱۰۰g از حلال، جرم نمک (۱) در محلول سیر شدهٔ حاوی ۵۰g آب برابر نصف انحلال‌پذیری نمک (۱) در این دما، یعنی $\frac{82}{2}=41g$ می‌باشد.



www.MrKonkor.com
SanjeshCloud

۳۱۱ موارد الف، ب و ت نادرست هستند.

## بررسی جملات داده شده:

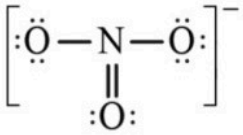
**عبارت (الف):** مواد یونی و فلزی در حالت مذاب (l) رسانای الکتریسیته هستند. برخی از ترکیب‌های یونی مثل $AgCl$، از آنجایی که قدرت جاذبهٔ یون – دو قطبی میان یون‌های آنها و مولکول‌های آب، از میانگین قدرت پیوندهای یونی در بلور جامد یونی و پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب کمتر است، در آب حل نمی‌شوند و در نتیجه به حالت آب‌پوشیده (aq) درنمی‌آیند.

نامحلول در آب $\Rightarrow$ قدرت جاذبه یون- دوقطبی $< \frac{[\text{قدرت پیوند هیدروژنی مولکول‌های آب با یکدیگر}] + [\text{قدرت پیوند یونی } Ag-Cl]}{۲}$

**عبارت (ب):** $MgSO_4$ و $BaCl_2$ دو نمک محلول در آب هستند، درحالی که $Mg(OH)_2$ در آب حل نمی‌شود.

**عبارت (پ):** در تهیهٔ گچ پا از کلسیم سولفات ($CaSO_4$) استفاده می‌شود. همچنین باتوجه به نیاز گیاهان به عنصرهایی مثل نیتروژن، برای رشد از آمونیوم نیترات ($NH_4NO_3$) به عنوان کود شیمیایی بهره می‌برند.

بار یون نیترات ← ۱-

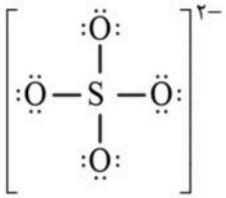


۴ جفت الکترون پیوندی

۸ جفت الکترون ناپیوندی

مثلث مسطح / ناقطبی

بار یون سولفات ← ۲-

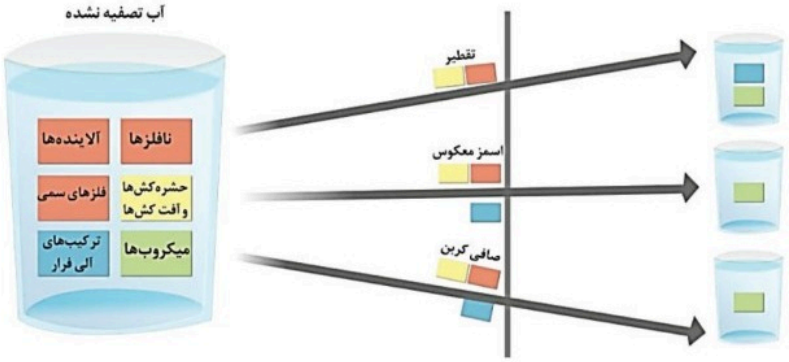


۴ جفت الکترون پیوندی

۱۲ جفت الکترون ناپیوندی

چهاروجهی / سه بعدی / ناقطبی

**عبارت (ت):** مطابق شکل زیر که سه روش تصفیهٔ آب را نشان می‌دهد، در روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن برخلاف روش تقطیر، ترکیب‌های آلی فرار نیز جدا می‌شوند. پس این ۲ روش:




بازدهی بالاتری دارند، چون آلاینده کمتری برجای می‌گذارند.

به منظور حذف آلایندهٔ بیشتر، در مقایسه با روش تقطیر، از تعداد مراحل بیشتری برای تولید آب شیرین برخوردار هستند.

علی‌رغم نکات ذکر شده، همچنان توانایی جداسازی میکروب‌ها را نداشته و ناچار به کلرزنی برای حذف میکروب‌ها در هر سه روش هستیم.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۲ **بررسی موارد**

**مورد آ)** نقطه جوش $H_2S$ از $HCl$ بیشتر می‌باشد.

**نکته** ترکیب برخی نقطه‌های جوش به صورت زیر می‌باشد.

نقطه جوش : $\overbrace{H_2O > HF > NH_3}^{\text{به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی}} > H_2S > AsH_3 > HBr > HCl > PH_3$

**مورد ب)** بوتان و استون به ترتیب $C_4H_{10}$ و $C_3H_6O$ می‌باشند.

$$\text{جرم مولی } C_4H_{10} = 4(12) + 10(1) = 58\,gr.mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } C_3H_6O = 3(12) + 6(1) + 16 = 58\,gr.mol^{-1}$$

**مورد پ)** $CO_2$ و Ar به ترتیب مولکول‌هایی سه اتمی و تک اتمی هستند که فاقد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی می‌باشند. به علت بیشتر بودن جرم مولی $CO_2$، نیروهای بین مولکولی در $CO_2$ از Ar قوی‌تر است. به علاوه، نقطه جوش بالاتر $CO_2$ در مقایسه با Ar، شاهد دیگری بر درستی این مدعاست.

**مورد ت)** دقت کنید که گشتاور دوقطبی مولکول‌های دو اتمی جور هسته برابر با صفر است درحالی که دبای (D) دو قطبی مولکول هگزان به تقریب برابر با صفر است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱۳** جرم محلول برای یون‌های موجود در آن برابر است؛ پس نسبت ppm دو جزء از محلول با نسبت جرم آن‌ها برابر است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{ppm(NH_4^+)}{ppm(S^{2-})}=\frac{NH_4^+\text{جرم}}{S^{2-}\text{جرم}}=\frac{NH_4^+\text{مول}\times NH_4^+\text{جرم‌مولی}}{S^{2-}\text{مول}\times S^{2-}\text{جرم‌مولی}}$$

شمار مول‌های $NH_4^+$ در $(NH_4)_2S$، دو برابر شمار مول‌های $S^{2-}$ است:

$$\frac{ppm(NH_4^+)}{176}=2\times\frac{18}{32}\Rightarrow ppm(NH_4^+)=\frac{176\times36}{32}=198$$

ابتدا جرم یون کلرید $(Cl^-)$ موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$ppm(CaCl_2)=\frac{CaCl_2\text{جرم}}{\text{جرم محلول}}\times10^6\rightarrow111=\frac{x}{200}\times10^6\rightarrow x=222\times10^{-4}gCaCl_2$$

$$222\times10^{-4}gCaCl_2\times\frac{1molCaCl_2}{111gCaCl_2}\times\frac{2molCl^-}{1molCaCl_2}\times\frac{35/5gCl^-}{1molCl^-}=142\times10^{-4}gCl^-$$

در اثر انحلال گاز هیدروژن‌کلرید در آب و محلول‌های آبی، هیدروکلریک اسید حاصل می‌شود که به عنوان یک اسید قوی، به طور کامل به یون‌های $H^+$ و $Cl^-$ یونش می‌یابد؛ حال باید محاسبه کنیم چند گرم یون $Cl^-$ از این یونش حاصل می‌شود:

$$14/6mgHCl\times\frac{1g}{10^3mg}\times\frac{1molHCl}{36/5gHCl}\times\frac{1molCl^-}{1molHCl}\times\frac{35/5gCl^-}{1molCl^-}=142\times10^{-4}gCl^-$$

در نهایت کافیست غلظت یون $Cl^-$ را در محلول نهایی حساب کنیم. حواستان باشد با توجه به این‌که جرم گاز هیدروژن‌کلرید اضافه در مقابل جرم محلول اولیه ناچیز است؛ می‌توانیم از آن صرف‌نظر کنیم و جرم محلول نهایی را برابر با جرم محلول اولیه در نظر بگیریم. قسمتی از یون $Cl^-$ موجود در محلول نهایی، حاصل یونش و قسمتی دیگر حاصل تفکیک $CaCl_2$ موجود در محلول اولیه است؛ در نتیجه برای محاسبه جرم این یون در محلول نهایی، باید هر دو را با هم در نظر گرفته و جمع کنیم. بدین ترتیب نحوه محاسبه غلظت یون $Cl^-$ در محلول نهایی به صورت زیر است:

$$ppm(Cl^-)=\frac{\text{جرم یون }Cl^-\text{ محلول}}{\text{جرم محلول}}=\frac{(142\times10^{-4})+(142\times10^{-4})gCl^-}{200g}\times10^6=142$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱۴**

**استراتژی** برای حل این سوال، کافیست ابتدا جرم کل گاز $SO_2$ موجود در نمونه و نیز جرم نمونه را حساب کنیم، سپس با استفاده از رابطه ppm، غلظت این گاز را برحسب ppm به دست آوریم. درنهایت با توجه به جدول باید ببینیم وضعیت هوا چگونه بوده است. به همین سادگی!

نخست جرم گاز $SO_2$ موجود در نمونه ۳۸۴۰ لیتری از هوای تهران را حساب می‌کنیم:

$$۷/۲۲۴\times۱۰^{۱۷}\text{ مولکول } SO_2 \times \frac{۱\,mol\,SO_2}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\text{ مولکول } SO_2}\times\frac{۶۴\,g\,SO_2}{۱\,mol\,SO_2}=۷۶/۸\times۱۰^{-۶}\,g\,SO_2$$

در ادامه سپس باید جرم نمونهٔ هوا را به دست آوریم:

$$۳۸۴۰\,L\text{ نمونه هوا}\times\frac{۱\,m^3}{۱۰^3\,L}\times\frac{۱/۲\,kg\text{ نمونه هوا}}{۱\,m^3\text{ نمونه هوا}}\times\frac{۱۰^3\,g}{۱\,kg}=۴۶۰۸\,g\text{ نمونه هوا}$$

در نهایت غلظت گاز $SO_2$ موجود در هوا را برحسب ppm حساب می‌کنیم:

$$ppm(SO_2)=\frac{\text{جرم گاز } SO_2}{\text{جرم نمونه هوا}}\times۱۰^۶=\frac{۷۶/۸\times۱۰^{-۶}}{۴۶۰۸}\times۱۰^۶\simeq۰/۰۱۶$$

**تذکر** در صورت و مخرج رابطهٔ ppm، باید از یکای جرمی یکسانی استفاده شود.

با توجه به جدول مشخص است که وضعیت هوای تهران باتوجه به غلظت گاز $SO_2$ برحسب ppm در آن، در بازهٔ «پاک» قرار دارد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۱۵**

**الف)** حل‌شونده $۱-۰/۹۵=۰/۰۵\,g$

$$\text{انحلال‌پذیری}=۱۰۰\,g\,H_2O\times\frac{۰/۰۵\,g}{۱۰\,g\,H_2O}=۰/۵\,g$$

**به‌دلیل اینکه انحلال‌پذیری مادهٔ A در آب بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ پس جزء مواد کم‌محلول می‌باشد.**

**ب)** حل‌شونده $mol=۰/۰۵\,g\times\frac{۱\,mol}{۵۰\,g}=۰/۰۰۱\,mol$

$$\text{غلظت مولار}=\frac{۰/۰۰۱\,mol}{۰/۰۱\,L}=۰/۱\,mol\cdot L^{-۱}$$

**پ)** $\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰=\frac{۰/۰۵}{۱۰\,g}\times۱۰۰\simeq\%۰/۵$

**ت)** $ppm=\text{درصد}\times۱۰^۴=۰/۵\times۱۰^۴=۵\times۱۰^۳$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱۶** فرمول کلسیم برمید $CaBr_2$ است. ابتدا به‌کمک جرم یون $Ca^{2+}$، غلظت یون برمید را برحسب ppm به‌دست می‌آوریم:

راه‌حل اول:

$$40\times10^{-3}\,g\,Ca^{2+}\times\frac{1\,mol\,Ca^{2+}}{40\,g\,Ca^{2+}}\times\frac{2\,mol\,Br^-}{1\,mol\,Ca^{2+}}\times\frac{80\,g\,Br^-}{1\,mol\,Br^-}=160\times10^{-3}\,g\,Br^-$$

راه‌حل دوم:

$$CaBr_2\rightarrow Ca^{2+}+2Br^-$$

$$\frac{40\times10^{-3}\,g\,Ca^{2+}}{40}=\frac{x\,g\,Br^-}{2\times80}\Rightarrow x=160\times10^{-3}\,g\,Br^-$$

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times10^6\Rightarrow ppm(Br^-)=\frac{160\times10^{-3}}{50}\times10^6=3200$$

به‌کمک جرم یون $Br^-$ یا $Ca^{2+}$، می‌توان جرم $CaBr_2$ را در ۴ لیتر محلول (۴۰۰۰ گرم محلول) به‌دست آورد:

$$4000\,g\,\text{محلول}\times\frac{40\times10^{-3}\,g\,Ca^{2+}}{50\,g\,\text{محلول}}\times\frac{1\,mol\,Ca^{2+}}{40\,g\,Ca^{2+}}\times\frac{1\,mol\,CaBr_2}{1\,mol\,Ca^{2+}}\times\frac{200\,g\,CaBr_2}{1\,mol\,CaBr_2}=16\,g\,CaBr_2$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۱۷**

$$\text{جرم محلول در دمای }70^\circ C=30+100=130\,g$$

$$\text{جرم محلول در دمای }30^\circ C=10+100=110\,g$$

$$\text{جرم رسوب به‌ازای ۱۳۰ گرم محلول}=130-110=20\,g$$

$$637\,g\,\text{محلول}\times\frac{20\,g\,KClO_3\,\text{رسوب}}{130\,g\,\text{محلول}}\times\frac{1\,mol\,KClO_3}{122/5\,g\,KClO_3}=0/8\,mol\,KClO_3$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۱۸** در فشار ۷/۵ اتمسفر، ۰/۰۵ گرم «A» در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

$$\text{جرم محلول}=100+0/05\simeq100\,g$$

$$ppm\,(A)=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times10^6=\frac{0/05}{100}\times10^6=500$$

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) انحلال‌پذیری گاز $O_2$ در آب، از انحلال‌پذیری گاز $N_2$ بیشتر است؛ بنابراین گازهای «A»، «B» و «C» به‌ترتیب می‌توانند NO، $O_2$ و $N_2$ باشند.

۳) برای برخی نمک‌ها مانند $Li_2SO_4$، با افزایش دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد. همچنین انحلال‌پذیری همهٔ نمک‌ها با افزایش دما، به‌صورت خطی تغییر نمی‌کند.

۴) با توجه به رابطهٔ خطی بین انحلال‌پذیری یک گاز و فشار آن، اگر فشار گاز از ۸ به ۵ اتمسفر برسد، انحلال‌پذیری آن $\frac{5}{8}$ برابر می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۱۹** به‌دلیل فرایند اسمز، آب بیشتر از سمت راست به‌سمت چپ غشا جابه‌جا می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) در شکل، اندازهٔ کاتیون از اندازهٔ آنیون بزرگ‌تر است، اما در نمک خوراکی (NaCl) اندازهٔ کاتیون سدیم ($Na^+$) کوچک‌تر از آنیون کلرید ($Cl^-$) است.

۲) حرکت مولکول‌های آب متوقف نمی‌شود و پس از پایان فرایند، حرکت آب با سرعت برابر در هر دو جهت صورت می‌گیرد.

۴) این پدیده، اسمز نام دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۰**

$$\text{مقدار نظری } Cl_2 = 0/2\,L\,HCl \times \frac{1/5\,mol\,HCl}{1\,L\,HCl} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{4\,mol\,HCl} \times \frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{1\,L\,Cl_2}{3\,g\,Cl_2} = \frac{71}{40}\,L$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی } Cl_2}{\text{مقدار نظری } Cl_2} \times 100 = \frac{1/42}{\frac{71}{40}} \times 100 = \%80$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۱**

دستگاه گلوکومتر، میلی‌گرم‌های گلوکز را در یک دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد.

$$1\,dL\ \text{خون} \times \frac{1\,L\ \text{خون}}{10\,dL\ \text{خون}} \times \frac{1000\,mL\ \text{خون}}{1\,L\ \text{خون}} \times \frac{360\,mg\ \text{گلوکز}}{400\,mL\ \text{خون}} = 90\,mg$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۲۲**

$$\underbrace{AgNO_3(aq)}_{D} + \underbrace{NaCl(aq)}_{B} \rightarrow \underbrace{AgCl(s)}_{A} + \underbrace{NaNO_3(aq)}_{C}$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) $NaCl$ و $NaNO_3$ با یکدیگر واکنش نمی‌دهند.

پ) مجموع ضرایب مواد در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، برابر با ۴ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۳**

$$100\,mL\,KOH \times \frac{1/12\,g\,KOH\ \text{محلول}}{1\,mL\,KOH\ \text{محلول}} \times \frac{56\,g\,KOH}{100\,g\,KOH\ \text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,KOH}{56\,g\,KOH} \times \frac{1\,mol\,H_2SO_4}{2\,mol\,KOH} \times \frac{1\,L\,H_2SO_4}{2/8\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{1000\,mL\,H_2SO_4}{1\,L\,H_2SO_4}$$

$$= 200\,mL\,H_2SO_4$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۴**

در هریک از دماهای داده شده، مقدار مادهٔ حل‌شونده را در 100 g آب محاسبه می‌کنیم تا انحلال‌پذیری مادهٔ موردنظر در دمای داده شده مشخص شود.

۱) $S = 0/3(5) + 27 = 28/5\,g$

بنابراین در ۲۰۰ گرم آب در دمای ۵ درجه سلسیوس، باید $2 \times 28/5 = 57$ گرم از ماده موردنظر حل شود، تا محلول سیرشده باشد. (پس در گزینهٔ ۱، محلول سیرنشده وجود دارد.)

۲) $S = 0/3(10) + 27 = 30\,g$

در گزینهٔ ۲، محلول سیرشده وجود دارد.

۳) $S = 0/3(20) + 27 = 33\,g$

در ۲۰۰ گرم آب در دمای $20^\circ C$، باید ۶۶ گرم از مادهٔ موردنظر حل شود تا محلول سیرشده باشد. (پس در گزینهٔ ۳، محلول فراسیرشده وجود دارد.)

۴) $S = 0/3(30) + 27 = 36\,g$

در گزینهٔ ۴، محلول سیرنشده وجود دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

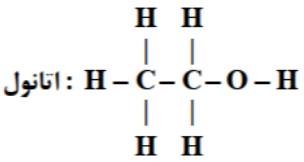


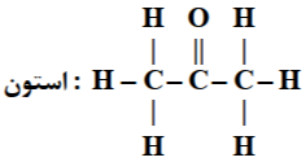
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۵** عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) شمار پیوندهای اشتراکی در اتانول و استون به‌ترتیب برابر با ۸ و ۱۰ است.




ب) نقطهٔ جوش اتانول و استون کمتر از آب است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۶** در هر ۴ مورد، شمار یون‌های سازندهٔ یک واحد از هر دو ترکیب، یکسان است.

الف) $\begin{cases} CaSO_4 \\ LiBr \end{cases} \Rightarrow$ ۲ یون  ب) $\begin{cases} Na_3N \\ AlF_3 \end{cases} \Rightarrow$ ۴ یون  پ) $\begin{cases} CaI_2 \\ K_2S \end{cases} \Rightarrow$ ۳ یون  ت) $\begin{cases} Mg_3(PO_4)_2 \\ Ca_3P_2 \end{cases} \Rightarrow$ ۵ یون

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۷** در حالت‌های «الف»، «ب» و «پ»، تشکیل رسوب‌های $AgCl$، $Ca_3(PO_4)_2$ و $BaSO_4$ بر وجود یون‌های $Ag^+$، $Ca^{2+}$ و $Ba^{2+}$ دلالت دارد.

اما در مورد «ت» یون کلرید نمی‌تواند با $Ba^{2+}$ رسوب تشکیل دهد، پس با افزودن محلول $CuCl_2$ به محلول دارای یون باریم، رسوب تشکیل نمی‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۸** ابتدا جرم یون‌های منیزیم موجود در ۲/۳۲ کیلوگرم منیزیم هیدروکسید را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم یون‌های منیزیم} = 2/32\,kg\,Mg(OH)_2 \times \frac{1\,mol\,Mg(OH)_2}{58\,g\,Mg(OH)_2} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg(OH)_2} \times \frac{24\,g\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg^{2+}} = 0/96\,kg$$

$$\text{درصد جرمی یون منیزیم در آب دریا} = \frac{0/96\,kg\,Mg^{2+}}{800\,kg\,\text{آب دریا}} \times 100 = 0/12$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۲۹** راه‌حل اول:

انحلال‌پذیری $KNO_3$ در دمای $50^\circ C$ تقریباً $80g$ است؛ به عبارت دیگر ۸۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود؛ حالا که جرم محلول ۴۵۰ گرم است، داریم:

$$\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}+\text{جرم نمک}}=\frac{80}{100+80}=\frac{x}{450}\Rightarrow x=200g\,KNO_3$$

در دمای $20^\circ C$ انحلال‌پذیری $KNO_3$، ۲۰ گرم است، پس داریم:

$$450-200=250g\,\text{آب}\Rightarrow\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}+\text{جرم نمک}}=\frac{20}{120}=\frac{y}{250+y}\Rightarrow y=50g\,KNO_3$$

حال جرم نمک ته‌نشین شده را به‌دست می‌آوریم:

$$200-50=150g\,KNO_3$$

راه‌حل دوم:

| رسوب ناشی از سرد شدن | جرم محلول در ۵۰ درجه |
|---|---|
| (انحلال‌پذیری دمای ۲۰ − انحلال‌پذیری دمای ۵۰) ۲۰ − ۸۰ | (انحلال دمای ۵۰) ۸۰ + (جرم آب) ۱۰۰ |
| $x$ | ۴۵۰ |

$$x=450\times\frac{(80-20)}{100+80}=150$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۳۰** ابتدا تعداد مول $Na_2SO_4$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{تعداد مول}=\text{حجم}\times\text{غلظت مولی}=\frac{0/02mol}{L}\times\frac{250}{1000}L=0/005\,mol$$

$$\text{تعداد}\,Na^+=0/005mol\,Na_2SO_4\times\frac{2mol\,Na^+}{1mol\,Na_2SO_4}\times\frac{6/02\times10^{23}Na^+}{1mol\,Na^+}=6/02\times10^{21}Na^+$$

مطابق با معادلهٔ واکنش، به‌ازای ۰/۰۰۵ مول سدیم سولفات، ۰/۰۰۵ مول رسوب باریم سولفات تولید می‌شود.

$$0/005\,mol\,BaSO_4\times\frac{233g\,BaSO_4}{1mol\,BaSO_4}=1/165g\,BaSO_4$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۳۱** دلیل نادرستی عبارت‌ها:

ب) در میدان الکتریکی، اتم Cl در مولکول‌های HCl به‌سمت قطب مثبت قرار می‌گیرد.

پ) نقطهٔ جوش $F_2$ کمتر از HCl است و به‌همین دلیل سخت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

ت) گشتاور دو قطبی $F_2$ برابر با صفر است، ولی HCl قطبی است و گشتاور دوقطبی آن بیشتر از صفر است. بنابراین جمع گشتاور دو قطبی این دو مولکول نمی‌تواند صفر باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۳۲** **به‌دلیل انجام فرایند اسمز، مولکول‌های آب بیشتر از سمت آب خالص به‌سمت محلول جابه‌جا می‌شوند؛ در نتیجه ارتفاع مایع در سمت محلول (سمت راست) افزایش می‌یابد.**

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**۱) از فرایند اسمز نمی‌توان برای شیرین کردن آب دریا استفاده کرد؛ زیرا به‌جای اینکه آب خالص از آب دریا خارج شود و نمک‌ها باقی بمانند، آب خالص به آب دریا اضافه می‌شود.**

**۲) با توجه به اینکه در یک طرف آب خالص وجود دارد، هیچ‌وقت غلظت نمک در دو سمت لوله برابر نمی‌شود.**

**۴) همواره، مولکول‌های آب در هر دو جهت (۱) و (۲) حرکت می‌کنند، اما در شروع فرایند، حرکت مولکول‌های آب در جهت (۱) بیشتر است.**

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۳۳** جمله اول طبق تصویر کتاب درست است.

جمله دوم درست است.

جمله سوم درست است.

جمله چهارم نادرست است. کار کردن با حجم مایع در آزمایشگاه آسان‌تر از کار کردن با جرم آن است.

جمله پنجم نادرست است.

$$\text{درصدجرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۹\text{g}}{۱۰۰۰\text{g}} \times ۱۰۰ = ٪۱/۹$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۳۴** ابتدا مقدار رسوب را به‌دست می‌آوریم:

مقدار محلول در دمای $۶۰^\circ\text{C} = ۱۸۲/۵$ گرم (۸۲/۵ گرم حل شونده + ۱۰۰ گرم آب)

مقدار محلول در دمای $۲۰^\circ\text{C} = ۱۳۲$ گرم (۳۲ گرم حل شونده + ۱۰۰ گرم آب)

اگر دمای محلول را از $۶۰^\circ\text{C}$ به $۲۰^\circ\text{C}$ برسانیم مقدار حلال ثابت و به اندازهٔ اختلاف انحلال‌پذیری دو محلول، رسوب پتاسیم نیترات تشکیل خواهد شد. یعنی ۵۰/۵ گرم به ازای ۱۸۲/۵ گرم محلول اما در اینجا ۳۶/۵ گرم محلول داریم. پس:

| | |
|---|---|
| ۵۰/۵ گرم رسوب | ۱۸۲/۵ گرم محلول |
| x گرم رسوب | ۳۶/۵ گرم محلول |

گرم رسوب پتاسیم نیترات $x = ۱۰/۱$

با توجه به واکنش زیر و محاسبات استوکیومتری داریم:

$$۲KNO_۳ \longrightarrow ۲KNO_۲ + O_۲$$

$$۱۰/۱\text{g}KNO_۳ \times \frac{۱\text{mol}\,KNO_۳}{۱۰۱\text{g}\,KNO_۳} \times \frac{۱\text{mol}\,O_۲}{۲\text{mol}\,KNO_۳} \times \frac{۳۲\text{g}\,O_۲}{۱\text{mol}\,O_۲} = ۱/۶\text{g}\,O_۲$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۳۵** عبارت داده شده و عبارت اول نادرست هستند.

نقطه جوش اتانول از استون بیشتر است و سخت‌تر تبخیر می‌شود.

عبارت اوّل: در بدن انسان اغلب محلول‌ها آبی هستند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۳۶** منظور سؤال این است که کدام ماده توانایی حل شدن در آب را خواهد داشت که تنها منیزیم کلرید و لیتیم سولفات در آن محلول هستند، نقره کلرید، باریم سولفات، آهن **(III)** هیدروکسید و کلسیم‌فسفات در آب نامحلول هستند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۷

جوابش اینه

$$\left[\begin{array}{c} :\!O\!: \\ \| \\ :\!O\!- C -\!O\!: \end{array}\right]^{2-} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

موارد «دوم» و «چهارم» درست هستند.

نباید سراغ اینا بری

مورد اول: آمونیوم سولفات با فرمول $(NH_4)_2SO_4$ دو عنصر N و S (گوگرد) را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

مورد سوم: در یون هیدروکسید، بار الکتریکی $-1$ مربوط به کل یون است و به اتم خاصی تعلق ندارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۸ محلول $20ppm$ ( ۰/۰۰۲ درصد جرمی) یک ماده، از محلول ۰/۲ درصد همان ماده، رقیق‌تر است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) حلال، جزئی از یک محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول بیشتری از دیگر اجزای مخلوط دارد.

ب) درصد جرمی، شیوهٔ بیان غلظتی است که جرم حل‌شونده را در جرم معینی از محلول نشان می‌دهد.

ت) اگر به ۵۰ میلی‌لیتر از محلول آبی ۱۰ درصد جرمی یک ماده، ۵۰ میلی‌لیتر آب خالص اضافه کنیم، غلظت آن ماده ۵ درصد جرمی نخواهد شد؛ زیرا در صورتی درصد جرمی با افزودن حلال خالص نصف می‌شود که جرم محلول ۲ برابر شده باشد، ولی از آنجایی که مطمئناً چگالی محلول و آب خالص با هم یکسان نیست، جرم ۵۰ میلی‌لیتر محلول با جرم ۵۰ میلی‌لیتر آب خالص نیز برابر نمی‌باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۹ با توجه به اینکه چگالی آب دریا برابر $(1\frac{kg}{L})$ است؛ بنابراین یک لیتر آب دریا معادل یک کیلوگرم جرم دارد.

$$۴\times۱۰^{۱۲}\text{ لیتر} = ۴\times۱۰^{۱۲}\text{ کیلوگرم} = ۴\times۱۰^{۱۵}\,g$$

$$\text{غلظت } ppm = \frac{\text{جرم ماده‌ٔ حل‌شده}}{\text{جرم کل محلول}}\times۱۰^{۶} = \frac{۰/۱}{۴\times۱۰^{۱۵}}\times۱۰^{۶} = ۲/۵\times۱۰^{-۱۱}\,ppm$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۰ $\text{جرم حل‌شونده برحسب گرم} = ppm\times\text{جرم محلول (تن)} = ۲۷/۴\times۵ = ۱۳۷\,g\,Ba^{2+}$

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$$

$$۱۳۷\,g\,Ba^{2+}\times\frac{۱\,mol\,Ba^{2+}}{۱۳۷\,g\,Ba^{2+}}\times\frac{۱\,mol\,SO_4^{2-}}{۱\,mol\,Ba^{2+}} = ۱\,mol\,SO_4^{2-} \quad \text{یا} \quad \frac{۱۳۷\,g}{۱\times۱۳۷\,g\,Ba^{2+}} = \frac{x\,mol}{۱\,mol\,SO_4^{2-}} \Rightarrow x = ۱\,mol$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۴۱** راه‌حل اول:

گرم $(10^{-3}\ g)$ در دسی لیتر $(10^{-1}\ L)$ خون نشان می‌دهد.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{240\times10^{-3}\ g\times\frac{1\ mol}{180\ g}}{10^{-1}\ L} \simeq 0/013\ mol\cdot L^{-1}$$

راه‌حل دوم:

$$1\ L\ \text{محلول}\times\frac{240\times10^{-3}\ g\ \text{گلوکز}}{0/1\ L\ \text{محلول}}\times\frac{1\ mol\ \text{گلوکز}}{180\ g\ \text{گلوکز}} \simeq 0/013\ mol\ \text{گلوکز}$$

$$M=\frac{0/013\ mol}{1\ L}=0/013\ \frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۲** ۴ ذره داریم پس $4\times0/02=0/08\ mol$ حل‌شونده داریم. پس از اضافه کردن آب، حجم محلول به ۱۲۵ میلی‌لیتر ( ۰/ ۱۲۵ لیتر) می‌رسد.

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}}=\frac{0/08\ mol}{0/125\ L}=0/64\ \frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۳** با توجه به شیب و عرض از مبدأ بیشتر منحنی انحلال‌پذیری مادهٔ B نسبت به مادهٔ A، در دماهای بالای صفر درجهٔ سلسیوس، گزینهٔ ۴ درست است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۱) برای استخراج فلز منیزیم از آب دریا، ابتدا آن را به ترکیب جامد و نامحلول در آب منیزیم هیدروکسید تبدیل، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند.

گزینهٔ ۲) اگر ۲ مول سدیم کلرید را در یک لیتر آب خالص حل کنیم، محلولی تهیه کرده‌ایم که غلظت مولی سدیم کلرید در آن کمتر از ۲ مول بر لیتر است؛ زیرا حجم محلول کمی بیشتر از یک لیتر خواهد شد.

گزینهٔ ۳) انحلال‌پذیری، بیشترین مقدار یک ماده را نشان می‌دهد که در دمایی معین، در ۱۰۰ گرم حلال می‌تواند حل شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۴**

$$\text{حجم سولفوریک اسید موردنیاز} = 100\ mL\ \text{محلول}\ KOH\times\frac{1/12\ g\ \text{محلول}\ KOH}{1\ mL\ \text{محلول}\ KOH}\times\frac{56\ g\ KOH}{100\ g\ \text{محلول}\ KOH}\times\frac{1\ mol\ KOH}{56\ g\ KOH}$$

$$\times\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ KOH}\times\frac{1\ L\ \text{محلول}\ H_2SO_4}{1/4\ mol\ H_2SO_4}\times\frac{1000\ mL}{1\ L}=400\ mL$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۵**

$$mol\ NaNO_3=0/05\ L\times\frac{0/8\ mol}{1\ L}=0/04\ mol \Rightarrow 0/04\ mol\times\frac{85\ g\ NaNO_3}{1\ mol\ NaNO_3}=3/4\ g\ NaNO_3$$

$$mol\ KNO_3=0/2\ L\times\frac{0/2\ mol}{1\ L}=0/04\ mol \Rightarrow 0/04\ mol\times\frac{101\ g\ KNO_3}{1\ mol\ KNO_3}=4/04\ g\ KNO_3$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۴۶** راه‌حل اول:

$$\left.\begin{array}{l}\text{مول اسید اولیه}: ۲\times ۰/۱ = ۰/۲ \\ \text{مول اسید باقی‌مانده}: ۰/۵\times ۰/۱ = ۰/۰۵\end{array}\right\} \Rightarrow \text{مول اسید خنثی‌شده} = ۰/۱۵$$

$$۰/۱۵\,\text{mol}\,HNO_۳ \times \frac{۱\,\text{mol}\,CaO}{۲\,\text{mol}\,HNO_۳} \times \frac{۵۶\,\text{g}\,CaO}{۱\,\text{mol}\,CaO} = ۴/۲\,\text{g}$$

راه‌حل دوم:

$$۲HNO_۳ + CaO \rightarrow Ca(NO_۳)_۲ + H_۲O$$

$$\frac{۰/۱۵}{۲} = \frac{x}{۵۶} \Rightarrow x = ۴/۲\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۷** انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ در $۱۰^\circ C$ برابر با $۸۰\,g/۱۰۰\,g H_۲O$ است، بنابراین در ۲۰۰ گرم آب $۱۶۰\,g$ نمک حل می‌شود و ۳۰ گرم نمک در ته ظرف ته‌نشین می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۴۸** شمار مول $HCl$ مصرف‌شده را براساس مقدار کلسیم کربنات و معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش می‌توان محاسبه کرد:

$$۴\,\text{g}\,CaCO_۳ \times \frac{۱\,\text{mol}\,CaCO_۳}{۱۰۰\,\text{g}\,CaCO_۳} \times \frac{۲\,\text{mol}\,HCl}{۱\,\text{mol}\,CaCO_۳} = ۰/۰۸\,\text{mol}\,HCl$$

شمار مول $HCl$ باقی‌مانده در محلول با استفاده از غلظت مولی آن در محلول نهایی و حجم محلول قابل‌محاسبه است:

شمار مول $HCl$ باقی‌مانده: $۰/۰۲\times ۰/۸ = ۰/۰۱۶\,\text{mol}\,HCl$

غلظت مولی $HCl$ در محلول اولیه $= \frac{۰/۰۸ + ۰/۰۱۶}{۰/۸} = ۰/۱۲\,\text{mol}\cdot L^{-۱}$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۴۹**

$۳۰^\circ C$ در درصد جرمی: $\frac{۶۰}{۱۰۰+۶۰}\times ۱۰۰$

$۱۰^\circ C$ در درصد جرمی: $\frac{۴۰}{۱۰۰+۴۰}\times ۱۰۰$

اختلاف درصد جرمی: $۱۰۰(\frac{۶۰}{۱۶۰} - \frac{۴۰}{۱۴۰}) \simeq ۸/۹۳$

(جرم محلول تأثیری در درصد جرمی ندارد.)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۵۰**

محلول (۱): $V_۱ = ?$

$$M_۱ = \frac{\text{درصد جرمی}\times\text{چگالی}\times ۱۰}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰\times ۶۳\times ۱/۲۵}{۶۳} = ۱۲/۵$$

محلول (۲): $V_۲ = ۵۰۰\,mL$, $M_۲ = ۰/۰۲$

$$۵۰۰\times ۰/۰۲ = V_۱\times ۱۲/۵ \Rightarrow V_۱ = ۰/۸$$

$$۲HNO_۳ + CaO \rightarrow Ca(NO_۳)_۲ + H_۲O$$

$$\frac{۰/۱\times ۰/۰۲}{۲} = \frac{x}{۵۶} \Rightarrow x = ۰/۰۵۶\,g = ۵۶\,mg$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۵۱** با توجه به اینکه انحلال‌پذیری مواد کم‌محلول بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم است، پس تنها مادهٔ کم‌محلول موجود در این جدول، کلسیم سولفات است. همچنین در این جدول، سه مادهٔ محلول در آب (شکر، سدیم نیترات و سدیم کلرید) وجود دارد که در میان آن‌ها، تنها دو ماده (سدیم نیترات و سدیم کلرید) جزء ترکیب‌های یونی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۵۲** $S_A = S_B \Rightarrow ۰/۳\theta + ۲۷ = -۰/۱۶\theta + ۳۶ \Rightarrow ۰/۴۶\theta = ۹ \Rightarrow \theta = \frac{۹}{۰/۴۶} = \frac{۹۰۰}{۴۶} \simeq \frac{۹۰۰}{۴۵} = ۲۰$

بنابراین در دمای حدود ۲۰ درجهٔ سلسیوس، انحلال‌پذیری این دو نمک با هم برابر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) $\theta = ۵۰^\circ C \Rightarrow S_B = -۰/۱۶(۵۰) + ۳۶ = ۲۸$

گزینهٔ ۲) هرچه قدرمطلق شیب خط در معادلهٔ انحلال‌پذیری بیشتر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری بیشتر است.

گزینهٔ ۳) شیب خط در معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک «A»، مثبت است؛ یعنی با افزایش دما، انحلال‌پذیری این نمک افزایش می‌یابد، در حالی که شیب خط در معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک «B» منفی است و با افزایش دما، انحلال‌پذیری این نمک کاهش می‌یابد؛ بنابراین نمک «A» در آب گرم و نمک «B» در آب سرد به مقدار بیشتری حل می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۵۳** برای محاسبهٔ انحلال‌پذیری، به جرم حل‌شونده و جرم حلال در محلول سیرشده نیاز است:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{x}{۲۶۴ + ۲۳۶} \times ۱۰۰ = ۱۲/۸ \Rightarrow x = ۶۴g \Rightarrow \text{جرم آب در محلول سیرشده} = ۲۶۴ - ۶۴ = ۲۰۰g$$

$$\text{انحلال‌پذیری} = ۱۰۰g\,H_۲O \times \frac{۶۴g\,KNO_۳}{۲۰۰g\,H_۲O} = ۳۲g\,KNO_۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۵۴** جوابش اینه

عبارت اصلی: نادرست؛ درصد جرمی ← ppm

عبارت «اول»: درست

عبارت «دوم»: درست

$$\frac{۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۲ \times ۱۰^{۳}} \times ۱۰^{۶} = ۰/۲۵\,ppm$$

عبارت «سوم»: نادرست

$$\frac{۱۶}{۱۰۰ + ۱۶} \times ۱۰۰ \neq ٪۱۶$$

عبارت «چهارم»: نادرست

$$ppm = \text{درصد جرمی} \times ۱۰^{۴}$$

$$\frac{۹۰۰۰}{۱۰^{۴}} = ٪۰/۹$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

## ۳۵۵

جوابش اینه

قبل از حل مقدار یون‌ها را به mol تبدیل می‌کنیم: (تقسیم بر جرم مولی)

| یون | $K^+$ | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $SO_4^{2-}$ | $Na^+$ | $Cl^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جرم (mg) | ۳۹۰ | ۴۰۰ | ۱۲۰۰ | ۲۸۸۰ | ۱۱۵۰۰ | ۱۷۷۵۰ |
| مول | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۳ | ۰/۵ | ۰/۵ |

گزینهٔ ۱: نادرست؛ $Cl^-$ و $Na^+$ هر دو بیشترین غلظت مولی را خواهند داشت.

گزینهٔ ۲: نادرست

$$\frac{Mg^{2+}}{K^+} = ۵ > \frac{Na^+}{Cl^-} = ۱$$

گزینهٔ ۳: نادرست

$$۰/۵\,mol\,MgCl_2 \times \frac{۱\,mol\,Mg^{2+}}{۱\,mol\,MgCl_2} \times \frac{۲۴\,g\,Mg^{2+}}{۱\,mol\,Mg^{2+}} \times \frac{۱۰^3\,mg\,Mg^{2+}}{۱\,g\,Mg^{2+}} = ۱۲۰۰۰ \neq ۱۲۰۰$$

گزینهٔ ۴: درست

$$BaCl_2 \rightarrow Ba^{2+} + ۲Cl^-$$

$$Cl^- \text{ جرم} : ۱۷۷۵۰\,mg + (۶/۲۴\,g\,BaCl_2 \times \frac{۱\,mol\,BaCl_2}{۲۰۸\,g\,BaCl_2} \times \frac{۲\,mol\,Cl^-}{۱\,mol\,BaCl_2} \times \frac{۳۵/۵\,g\,Cl^-}{۱\,mol\,Cl^-} \times \frac{۱۰۰۰\,mg\,Cl^-}{۱\,g\,Cl^-}) = ۱۹۸۸۰\,mg\,Cl^-$$

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$$

$$۶/۲۴\,g\,BaCl_2 \times \frac{۱\,mol\,BaCl_2}{۲۰۸\,g\,BaCl_2} \times \frac{۱\,mol\,SO_4^{2-}}{۱\,mol\,BaCl_2} \times \frac{۹۶\,g\,SO_4^{2-}}{۱\,mol\,SO_4^{2-}} \times \frac{۱۰^3\,mg}{۱\,g} = ۲۸۸۰\,mg \text{ مصرف شده}$$

$$۲۸۸۰ - ۲۸۸۰ = ۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

## ۳۵۶

جوابش اینه

عبارت «اول»: درست

عبارت «دوم»: درست

عبارت «سوم»: نادرست؛ کمترین کاربرد مربوط به مصارف خانگی است.

عبارت «چهارم»: نادرست؛ سدیم کلرید به روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

## ۳۵۷

جوابش اینه

مورد الف) درست

مورد ب) نادرست؛ $Mg^{2+}(aq) \leftarrow Mg^{2+}(l)$

مورد پ) درست

مورد ت) درست

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۸

جوابش اینه

$$1\,mol\,MgSO_4 \sim 1\,mol\,SO_4^{2-} \quad , \quad 1\,mol\,K_2SO_4 \sim 1\,mol\,SO_4^{2-}$$

$$200\,g\,\text{محلول} \times \frac{180\,g\,MgSO_4}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{120\,g\,MgSO_4} \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,MgSO_4} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} = 288 \times 10^{-3}\,g\,SO_4^{2-}$$

$$100\,g\,\text{محلول} \times \frac{348\,g\,K_2SO_4}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,K_2SO_4}{174\,g\,K_2SO_4} \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,K_2SO_4} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} = 192 \times 10^{-3}\,g\,SO_4^{2-}$$

$$ppm = \frac{(288 + 192) \times 10^{-3}}{500} \times 10^6 = 960$$

$$\left[200\,g\,\text{محلول} \times \frac{180\,g\,MgSO_4}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{120\,g\,MgSO_4} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{1\,mol\,MgSO_4}\right]$$

$$+\left[200\,g\,\text{محلول} \times \frac{148\,g\,Mg(NO_3)_2}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Mg(NO_3)_2}{148\,g\,Mg(NO_3)_2} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg(NO_3)_2}\right] = 3 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3}\,mol\,Mg^{2+}$$

$$\left[Mg^{2+}\right] = \frac{5 \times 10^{-3}\,mol}{500\,g \times \frac{1\,L}{1000\,g}} = 10^{-2}\,\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۹

جوابش اینه

ابتدا موازنه:

$$I_2 + 2\,NaOH \rightarrow NaI + NaIO + H_2O$$

$$0/4\,L \times \frac{0/1\,mol\,NaOH}{1\,L} \times \frac{1\,mol\,I_2}{2\,mol\,NaOH} \times \frac{254\,g\,I_2}{1\,mol\,I_2} = 5/08\,g\,I_2$$

$$0/4\,L \times \frac{0/1\,mol\,NaOH}{1\,L} \times \frac{1\,mol\,NaI}{2\,mol\,NaOH} = 0/02\,mol\,NaI \Rightarrow \frac{0/02\,mol}{0/4\,L} = 0/05\,mol \cdot L^{-1}\,NaI$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۰

جوابش اینه

عبارت «اول»: درست؛ $CaSO_4$ کم محلول است.

عبارت «دوم»: درست

عبارت «چهارم»: درست

$$\theta = 35 \Rightarrow S = (0/8 \times 35) + 72 = 100\,g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{100\,g\,\text{نمک}}{100\,g\,\text{نمک} + 100\,g\,\text{آب}} \times 100 = 50$$

نباید سراغ اینا بری

عبارت «سوم»: نادرست؛ رابطه وارون انحلال‌پذیری با دما نشان‌دهنده گرماده بودن فرایند است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۱ جوابش اینه

گزینهٔ ۱: $CO_2$ خطی است. $:\ddot{O}=C=\ddot{O}:$

گزینهٔ ۲: وجود الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی (A) می‌تواند باعث عدم تقارن و ایجاد قطبیت می‌شود. (وجود الکترون‌های ناپیوندی بر روی اتم‌های پیرامونی باعث تطبیق مولکول نمی‌شود.)

گزینهٔ ۳: جرم $F_2$ و $HCl$ به هم نزدیک است. قطبیت $HCl$ باعث می‌شود که نقطه جوش آن بالاتر از $F_2$ باشد.

گزینهٔ ۴: درست: $F_2(g)$، $Cl_2(g)$، $Br_2(l)$، $I_2(s)$

با افزایش جرم مولی جاذبه وان‌دروالسی و در نتیجه نیروهای بین مولکولی تقویت می‌یابد و حالت فیزیکی از گاز به مایع و از مایع به جامد تغییر می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۲ جوابش اینه

به‌دلیل وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی در اتم مرکزی مولکول دی متیل‌اتر، این ماده قطبی است ولی پروپان ناقطبی است. از این رو جاذبه‌های قوی‌تر قطبی در دی متیل اتر سبب می‌شود که آسان‌تر مایع شود.

| نقطه جوش: | اتانول | < | استون | < | دی‌متیل‌اتر | < | پروپان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جرم مولی $(g\cdot mol^{-1})$: | ۴۶ | | ۵۸ | | ۴۶ | | ۴۴ |
| قطبیت: | قطبی | | قطبی | | قطبی | | ناقطبی |
| نیروی بین مولکولی: | هیدروژنی | | واندروالسی | | واندروالسی | | واندروالسی |

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۳ جوابش اینه

عبارت «اول»: نادرست؛ مولکول‌های بخار جدا از هم هستند، گویی پیوند هیدروژنی میان آن‌ها وجود ندارد.

عبارت «دوم»: نادرست؛ شش‌ضلعی

عبارت «سوم»: درست

عبارت «چهارم»: نادرست؛ هیدروژن ← اکسیژن

عبارت «پنجم»: درست

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۴ جوابش اینه

ساکاروز، اتانول و استون بدون تولید یون و به‌صورت مولکول در آب حل می‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۵

**جوابش اینه**

فقط جملهٔ «اول» درست است.

**نباید سراغ اینا بری**

جملهٔ «دوم»: $Al(NO_3)_3(s) \xrightarrow{\text{در آب}} \underbrace{Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)}_{\text{۴ مول یون}}$

جملهٔ «سوم»: وجود نمک‌های محلول در آب مانع از انحلال مناسب گازها در آب می‌شود.

جملهٔ «چهارم»: مطابق قانون هنری در دمای ثابت با افزایش فشار گاز، انحلال‌پذیری آن در آب افزایش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۶۶

**جوابش اینه**

مطابق پدیدهٔ اسمز آب از محیط رقیق یعنی لولهٔ شمارهٔ (۲) به محیط غلیظ یعنی لولهٔ شمارهٔ (۱) حرکت می‌کند و این باعث می‌شود ارتفاع آب در ظرف (۱) بیشتر از ظرف (۲) قرار گیرد.

این عمل تا جایی انجام می‌شود که غلظت محلول‌ها در دو ظرف یکسان شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۷

$Mg^{2+} = ۷۲۰ ppm \Rightarrow Mg^{2+}\text{ درصد جرمی} = ۷۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ٪۰/۰۷۲$

$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ \times \text{درصد جرمی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow Mg^{2+}\text{ غلظت مولی} = \frac{۱۰ \times ۰/۰۷۲ \times ۱}{۲۴} = ۰/۰۳ mol \cdot L^{-۱}$

با توجه به فرمول منیزیم کلرید $(MgCl_2)$، غلظت مولی یون کلرید در محلول دو برابر غلظت مولی یون منیزیم یا منیزیم کلرید است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$Cl^-\text{ غلظت مولی} = ۲ \times ۰/۰۳ = ۰/۰۶ mol \cdot L^{-۱}$

$MgCl_2\text{ غلظت مولی} = Mg^{2+}\text{ غلظت مولی} = ۰/۰۳ = \frac{۱۰ \times a \times ۱}{۹۵} \Rightarrow a = ٪۰/۲۸۵$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۶۸

محلول ۲۰ درصد جرمی یعنی: ۲۰ گرم حل‌شونده در ۱۰۰ g محلول یا ۸۰ گرم حلال $\Rightarrow$ دمای $۵^\circ C$

حلال $۸۰ g$ , ۲۰ g حل‌شونده

$x = ۲۵ g \Rightarrow ۵^\circ C$ انحلال‌پذیری در دمای $\Rightarrow S = ۲۵$

$۲۵ = a \times ۵ + S_۰$

محلول ۵۰ درصد جرمی یعنی: ۵۰ گرم حل‌شونده در ۱۰۰ g محلول یا ۵۰ گرم حلال $\Rightarrow$ دمای $۸۰^\circ C$

حلال ۵۰ g , ۵۰ g حل‌شونده

$x = ۱۰۰ g \Rightarrow S = ۱۰۰$

$۱۰۰ = a \times ۸۰ + S_۰$

$\Rightarrow \begin{cases} ۲۵ = ۵a + S_۰ \\ ۱۰۰ = ۸۰a + S_۰ \end{cases} \Rightarrow a = ۱ \Rightarrow S_۰ = ۲۰$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud

**۳۶۹** ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$MnO_2(s) + 4HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + 2H_2O(l) + Cl_2(g)$$

$$4/48\,L\,Cl_2 \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{22/4\,L\,Cl_2} \times \frac{4\,mol\,HCl}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{1\,L\,HCl\,\text{محلول}}{0/5\,mol\,HCl} \times \frac{1000\,mL}{1\,L} = 1600\,mL\,\text{محلول}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۰** همهٔ عبارت‌های داده‌شده مربوط به استون هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۱**

$$\text{تعداد مول} = \text{غلظت مولی} \times \text{حجم} \Rightarrow \begin{cases} \text{مول اولیه } Na^+ = \text{مول } NaOH = 0/4 \times 0/4 = 0/16 \\ \text{مول نهایی } Na^+ = 1 \times 0/4 = 0/4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{مول لازم } Na^+ = 0/4 - 0/16 = 0/24$$

در هر مول $Na_2SO_4$، ۲ مول $Na^+$ وجود دارد؛ بنابراین برای تأمین ۰/۲۴ مول $Na^+$، ۰/۱۲ مول سدیم سولفات باید به محلول اضافه شود:

$$0/12\,mol\,Na_2SO_4 \times \frac{142\,g\,Na_2SO_4}{1\,mol\,Na_2SO_4} = 17/04\,g\,Na_2SO_4$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۲** برای مقایسهٔ غلظت محلول‌ها، باید غلظت مولی آن‌ها را مقایسه نمود. انحلال‌پذیری آن‌ها نمی‌تواند بیانگر غلظت محلول باشد.

جرم حلال در همهٔ گزینه‌ها ۱۰۰g است.

شکر: جرم حل‌شونده ۲۰۵ و جرم محلول ۳۰۵ $\Leftarrow$ $205\,g\,\text{شکر} \times \frac{1\,mol\,\text{شکر}}{342\,g\,\text{شکر}} = 0/59\,mol$

$$305\,g\,\text{محلول} \times \frac{10^{-3}\,L\,\text{محلول}}{1\,g\,\text{محلول}} = 0/305\,L$$

$$M = \frac{0/59}{0/305} \simeq 1/93\,\frac{mol}{L}$$

سدیم نیترات: جرم حل‌شونده ۹۲ و جرم محلول ۱۹۲ $\Leftarrow$ $92\,g\,NaNO_3 \times \frac{1\,mol\,NaNO_3}{85\,g\,NaNO_3} \simeq 1/08\,mol$

$$192\,g\,\text{محلول} \times \frac{10^{-3}\,L\,\text{محلول}}{1\,g\,\text{محلول}} = 0/192\,L\,\text{محلول}$$

$$M = \frac{1/08}{0/192} = 5/625\,\frac{mol}{L}$$

سدیم کلرید: جرم حل‌شونده ۳۶g و جرم محلول ۱۳۶g $\Leftarrow$ $36\,g\,NaCl \times \frac{1\,mol\,NaCl}{58/5\,g\,NaCl} \simeq 0/61\,mol\,NaCl$

$$136\,g \times \frac{10^{-3}\,L\,\text{محلول}}{1\,g\,\text{محلول}} = 0/136\,L\,\text{محلول}$$

$$M = \frac{0/61}{0/136} \simeq 4/48\,\frac{mol}{L}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۷۳**

$$O_3(g)+H_2O(l)\rightarrow H_2O_2(aq)+O_2(g)$$

$$\frac{\text{حجم}}{\text{ضریب}\times 22/4}=\frac{\text{غلظت مولی}\times\text{حجم}}{\text{ضریب}\times 1}\Rightarrow\frac{x}{1\times 22/4}=\frac{0/2\times 0/3}{1}\Rightarrow x=0/06\times 22/4\,L \text{ (حجم } O_3 \text{ در شرایط STP)}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{1\times(0/06\times 22/4)}{273}=\frac{4\times V_2}{(273+91)}\Rightarrow V_2=\frac{0/06\times 22/4\times 4}{3\times 4}=0/448\,L$$

۵ درصد حجم کل اوزون در واکنش مصرف می‌شود:

$$0/05\times V_{\text{کل}}=0/448\Rightarrow V_{\text{کل}}=8/96\,L$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۷۴** ابتدا مقدار آب و حل‌شونده را در ۵۰۰ گرم محلول ۱۰ درصد جرمی در دمای $40^\circ C$، حساب می‌کنیم:

$$500\,g \text{ محلول}\xrightarrow[100]{\times 10}50\,g\,Li_2SO_4\Rightarrow 450\,g\,H_2O$$

حال باید ببینیم در دمای $70^\circ C$، در ۴۵۰ گرم آب حداکثر چند گرم لیتیم سولفات حل می‌شود:

$$\frac{\text{حداکثر } 25 \text{ گرم } Li_2SO_4}{100\text{ گرم آب}}=\frac{\text{حداکثر } x \text{ گرم } Li_2SO_4}{450\text{ گرم آب}}\Rightarrow x=112/5$$

پس $62/5(50-112/5)$ گرم دیگر لیتیم سولفات می‌توان در آن حل کرد.

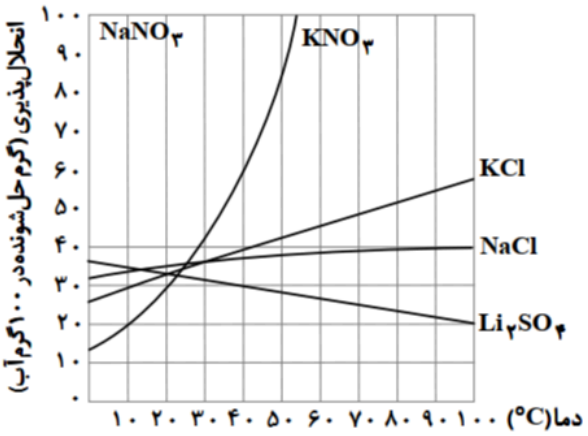
(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۵** عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

ب) در محدودهٔ صفر تا $100^\circ C$، انحلال‌پذیری هیچ‌کدام از نمک‌ها با $Li_2SO_4$ برابر نمی‌شود. زیرا انحلال‌پذیری $Li_2SO_4$ با دما رابطهٔ معکوس دارد.

ت) تنها اگر جرم مولی مشابه باشد، می‌توان گفت که مولکول قطبی نقطهٔ جوش بالاتری دارد.




(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۶** فقط عبارت «چهارم» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: نیروهای بین‌مولکولی در هیدروژن سولفید از نوع پیوند هیدروژنی نیستند.

عبارت «دوم»: پیوند هیدروژنی یک جاذبهٔ بین مولکولی است و همواره از پیوندهای شیمیایی ضعیف‌تر است.

عبارت «سوم»: نیروهای بین‌مولکولی به‌جز پیوند هیدروژنی، نیروهای وان‌درووالس نام دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۷۷** عبارت «اول»: درست؛ زیرا A قطبیت کمتری دارد.

عبارت «دوم»: درست؛ زیرا C قطبیت بیشتری دارد.

عبارت «سوم»: درست؛ زیرا جرم مولی ۳ ترکیب تقریباً با هم برابر است و قطبیت با قدرت نیروهای بین‌مولکولی و نقطهٔ جوش رابطهٔ مستقیم دارد.

عبارت «چهارم»: نادرست؛ A نمی‌تواند ید باشد؛ زیرا گشتاور دوقطبی ید دقیقاً برابر صفر است. (انحلال ید در هگزان یک انحلال مولکولی است.)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۷۸** رابطهٔ انحلال‌پذیری گازها با فشار، یک رابطهٔ خطی با عرض از مبدأ صفر $(S = kP)$ است؛ بنابراین با ۴ برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری هر سه گاز ۴ برابر می‌شود؛ در نتیجه درصد افزایش انحلال‌پذیری هر سه گاز، برابر خواهد بود:

$$\text{درصد تغییرات انحلال‌پذیری } (S) = \frac{S_۲ - S_۱}{S_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۴S_۱ - S_۱}{S_۱} \times ۱۰۰ = ۳۰۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۷۹** در اسمز معکوس، مولکول‌های آب از محلول غلیظ به محلول رقیق وارد می‌شوند؛ بنابراین با گذشت زمان، محلول غلیظ، غلیظ‌تر و محلول رقیق، رقیق‌تر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) در روش تقطیر، ترکیب‌های آلی فرّار قابل جداسازی نیستند.

گزینهٔ ۲) در هیچ‌یک از روش‌ها، میکروب‌ها قابل جداسازی نیستند و با کلرزنی حذف می‌شوند.

گزینهٔ ۴) حرکت مولکول‌های آب از غشای نیمه‌تراوا در هر دو مسیر صورت می‌گیرد، اما حرکت از بخش رقیق به بخش غلیظ، بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۸۰

**خودت حل کنی بهتره** ابتدا به کمک معادلهٔ انحلال منیزیم نیترید در آب و جرم آن، تعداد یون تولیدشده را به دست بیار. سپس همین کار را برای تک‌تک گزینه‌ها انجام بده تا به گزینهٔ درست برسی. دقت داشته باش در این سوال نیاز نیست عدد دست و پا گیر آووگادرو را وارد محاسباتت کنی و به جاش می‌تونی از نمادش استفاده کنی.

**پاسخ تشریحی** بر اثر انحلال هر واحد فرمولی منیزیم نیترید در آب، ۵ مول یون تولید می‌شود:

منیزیم نیترید : $Mg_3N_2(aq) \rightarrow \underbrace{3Mg^{2+}(aq) + 2N^{3-}(aq)}_{5ion}$

$$1g\ Mg_3N_2 \times \frac{1mol\ Mg_3N_2}{100g\ Mg_3N_2} \times \frac{5mol\ ion}{1mol\ Mg_3N_2} \times \frac{N_A\ ion}{1mol\ ion} = 0/05\ N_A ion$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) سولفات مس (II) : $CuSO_4(aq) \rightarrow \underbrace{Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)}_{2ion}$

$$1/6g\ CuSO_4 \times \frac{1mol\ CuSO_4}{160g\ CuSO_4} \times \frac{2mol\ ion}{1mol\ CuSO_4} \times \frac{N_A ion}{1mol\ ion} = \frac{1/6 \times 2}{160} N_A = 0/02\ N_A ion \times$$

۲) سولفات آهن (III) : $Fe_2(SO_4)_3(aq) \rightarrow \underbrace{2Fe^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)}_{5ion}$

$$10g\ Fe_2(SO_4)_3 \times \frac{1mol\ Fe_2(SO_4)_3}{400g\ Fe_2(SO_4)_3} \times \frac{5mol\ ion}{1mol\ Fe_2(SO_4)_3} \times \frac{N_A ion}{1mol\ ion} = \frac{10 \times 5}{400} N_A = 0/125\ N_A ion \times$$

۳) آمونیوم نیترات : $NH_4NO_3(aq) \rightarrow \underbrace{NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)}_{2ion}$

$$4g\ NH_4NO_3 \times \frac{1mol\ NH_4NO_3}{80g\ NH_4NO_3} \times \frac{2mol\ ion}{1mol\ NH_4NO_3} \times \frac{N_A ion}{1mol\ ion} = \frac{4 \times 2}{80} N_A = 0/1\ N_A ion \times$$

۴) باریم هیدروکسید : $Ba(OH)_2(aq) \rightarrow \underbrace{Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)}_{3ion}$

$$2/85g\ Ba(OH)_2 \times \frac{1mol\ Ba(OH)_2}{171g\ Ba(OH)_2} \times \frac{3mol\ ion}{1mol\ Ba(OH)_2} \times \frac{N_A\ ion}{1mol ion} = \frac{2/85 \times 3}{171} = 0/05 N_A ion \checkmark$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۱** **پاسخ تشریحی** روش اول:

فرض می‌کنیم ۱۰۰ گرم محلول داریم و به کمک غلظت یون $Br^-$، جرم $Ca^{2+}$ در این ۱۰۰ گرم محلول را حساب می‌کنیم:

$$CaBr_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Br^-$$

$$\underbrace{?g\ Ca^{2+} = 100\ g\ \text{محلول}}_{\text{تعریف درصد جرمی}} \times \frac{2000g\ Br^-}{\underbrace{10^6\ g\ \text{محلول}}_{\text{تعریف ppm}}} \times \frac{1mol\ Br^-}{80g\ Br^-} \times \frac{1mol\ Ca^{2+}}{2mol\ Br^-} \times \frac{40\ g\ Ca^{2+}}{1mol\ Ca^{2+}}$$

$$= \frac{4}{80} = \frac{1}{20} = 0/05g\ Ca^{2+} \Rightarrow Ca^{2+}\ \text{درصد جرمی} = 0/05$$

روش دوم:

ابتدا غلظت ppm یون کلسیم را حساب می‌کنیم:

$$CaBr_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Br^-$$

$$\frac{ppm(Ca^{2+})}{ppm(Br^-)} = \frac{Ca^{2+}\ \text{مول} \times Ca^{2+}\ \text{جرم‌مولی}}{Br^-\ \text{مول} \times Br^-\ \text{جرم‌مولی}} = \frac{1 \times 40}{2 \times 80} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow ppm(Ca^{2+}) = \frac{1}{4}ppm(Br^-) = \frac{1}{4} \times 2000 = 500$$

حالا به کمک رابطهٔ ppm و درصد جرمی، درصد جرمی یون کلسیم را به دست می‌آوریم:

$$ppm = \text{درصد جرمی} \times 10^4 \Rightarrow Ca^{2+}\ \text{درصد جرمی} = 500 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-2} = \%0/05$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۸۲** **پاسخ تشریحی** ۱ ید ($I_2$) و هگزان هر دو ناقطبی هستند ⇐ شبیه، شبیه را حل می‌کند.

۳ استون ($CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$) با مولکول‌های آب می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.

۴ اتانول به خوبی در آب حل می‌شود، زیرا:

میانگین نیروی جاذبهٔ میان مولکول‌های آب خالص و اتانول خالص > نیروی جاذبهٔ میان مولکول‌ها در محلول اتانول در آب ۱، ۳ و ۴ به اثر نیروهای بین مولکولی و برهم‌کنش‌های ذرات با یکدیگر برای انحلال اشاره دارند، در صورتی که در ۲، انحلال $CO_2$ در آب به دلیل واکنش شیمیایی این مولکول‌ها با مولکول‌های آب است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud

**۳۸۳** **پاسخ تشریحی** فرض می‌کنیم در مخلوط اولیه، x مول $Na_2SO_4$ و y مول $MSO_4$ وجود دارد. در هر مول $Na_2SO_4$، دو مول کاتیون $Na^+$ و در هر مول $MSO_4$، ۱ مول کاتیون $M^{2+}$ وجود دارد؛ بنابراین در این مخلوط، در مجموع $(2x+y)$ مول کاتیون وجود دارد. از طرفی خود سؤال، تعداد کل کاتیون‌های موجود در محلول را داده است:

$$\text{تعداد مول کاتیون‌ها}: \frac{8/428\times10^{23}}{6/02\times10^{23}}=\frac{6/02+2/408}{6/02}=1+\frac{\overset{2\times1/204}{2/408}}{\underset{5\times1/204}{6/02}}=1/4\,mol$$

$$\Rightarrow 2x+y=1/4$$

حالا به کمک غلظت یون سولفات، رابطهٔ دیگری بین x و y پیدا می‌کنیم:

$$\text{مول } SO_4^{2-}: 0/18\,mol\cdot L^{-1}\times5\,L=0/9\,mol$$

در هر مول از نمک‌های $Na_2SO_4$ و $MSO_4$، یک مول $SO_4^{2-}$ وجود دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$x+y=0/9$$

با حل دو معادله ـ دو مجهول، x و y یعنی تعداد مول‌های هر یک از نمک‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases}2x+y=1/4\\x+y=0/9\end{cases}\Rightarrow x=0/5\quad,\quad y=0/4$$

در آخر، به کمک مجموع جرم دو نمک، جرم مولی فلز M را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم } Na_2SO_4+\text{جرم } MSO_4=135\,g$$

$$\xrightarrow{\text{جرم}=\text{مول}\times\text{جرم‌مولی}}(0/5\times142)+(0/4\times\text{جرم‌مولی } MSO_4)=135\,g$$

$$\Rightarrow 0/4\times\text{جرم مولی } MSO_4=64\Rightarrow\text{جرم مولی } MSO_4=\frac{64}{0/4}=160\,g\cdot mol^{-1}\Rightarrow M+32+(4\times16)=160$$

$$\Rightarrow M=64\,g\cdot mol^{-1}\Rightarrow {}^{64}Cu$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۸۴** **پاسخ تشریحی** در روش تقطیر، ترکیب‌های آلی فرّار از آب جدا نمی‌شوند، در حالی که با روش صافی کربن، می‌توان ترکیب‌های آلی فرّار را نیز از آب جدا کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) انحلال‌پذیری گازها با میزان نمک حل‌شده در محلول، رابطهٔ وارونه دارد؛ یعنی هر چه مقدار نمک‌های حل‌شده در آب بیشتر باشد، انحلال‌پذیری گازها در آب کم‌تر خواهد بود؛ بنابراین انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب‌نمک، کم‌تر از آب‌مقطر است.

۲) **یون پتاسیم** $(K^+)$ برای تنظیم عملکرد مناسب دستگاه عصبی ضروری است؛ نیاز روزانهٔ هر فرد به این یون، دو برابر یون سدیم است.

۳) نفوذ آب به درون میوه‌های خشک (مانند مویز)، به طور خودبه‌خودی انجام می‌شود و نمونه‌ای از فرایند **اسمز** است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۵ **پاسخ تشریحی** ابتدا باید ببینیم در ۱۰۰ گرم آب $80^\circ C$، حداکثر چند گرم $CuSO_4$ حل می‌شود:

$$S = 0/38\theta + 12/4 \xrightarrow{\theta=80^\circ C} 0/38(80) + 12/4 = \frac{38 \times 80}{100} + 12/4 = 30/4 + 12/4 = 42/8\,g\,CuSO_4$$

در ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۴۲/۸ گرم $CuSO_4$ حل می‌شود؛ پس به ازای ۱۲۵ گرم آب خواهیم داشت:

$$125\,g\,\text{آب} \times \frac{42/8\,g\,CuSO_4}{100\,g\,\text{آب}} = 53/5\,g\,CuSO_4$$

در ابتدا ۰/۳ مول $CuSO_4$ در محلول وجود داشته و در ادامه ۰/۰۵ مول دیگر اضافه شده است:

$$\text{کل جرم } CuSO_4 : 0/35\,mol \times \frac{160\,g}{1\,mol} = 56\,g$$

از کل ۵۶ گرم، ۵۳/۵ گرم مس (II) سولفات در آب حل شده و ۲/۵ گرم آن رسوب می‌کند:

$$\text{جرم محلول} = \underbrace{(125+56)}_{\substack{\text{مجموع جرم آب و کل}\\ \text{مس (II) سولفات}}} - \underbrace{2/5}_{\substack{\text{جرم مس (II)}\\ \text{سولفات رسوب کرده}}} = 178/5\,g$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۶ پاسخ خیلی تشریحی ✔** عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: برای شناسایی یون باریم $(Ba^{2+})$ در یک محلول، می‌توان به محلول موردنظر، یون سولفات $(SO_4^{2-})$ اضافه نمود که منجر به تشکیل رسوب سفیدرنگ باریم سولفات $(BaSO_4)$ می‌شود. *یادتون که نرفته!* یون سولفات $(SO_4^{2-})$، فراوان‌ترین آنیون چنداتمی حل‌شده در آب دریاها است.

**نکته** *اگر فراموش کردید که* برای شناسایی کاتیون‌های $Ag^+$، $Ba^{2+}$ و $Ca^{2+}$ چه آنیونی باید اضافه کنیم، جدول زیر را در ذهنتان pin کنید:

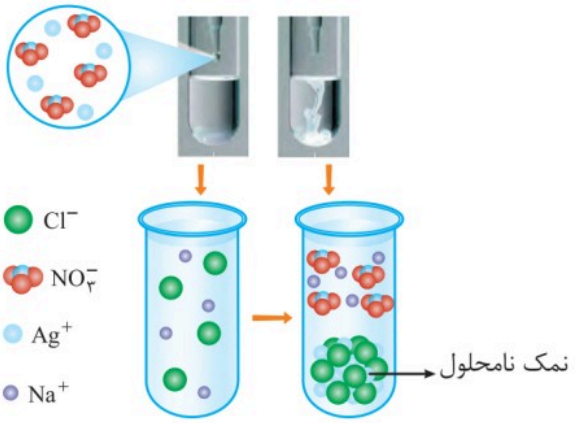
| کاتیون مورد شناسایی | آنیونی که باید اضافه کنیم | رسوب تشکیل‌شده |
|---|---|---|
| $Ag^+(aq)$ | $Cl^-(aq)$ | $AgCl(s)$ |
| $Ba^{2+}(aq)$ | $SO_4^{2-}(aq)$ | $BaSO_4(s)$ |
| $Ca^{2+}(aq)$ | $PO_4^{3-}(aq)$ | $Ca_3(PO_4)_2(s)$ |

عبارت دوم: اگر به محلول سدیم کلرید مقداری محلول نقره نیترات اضافه کنیم، یون $Ag^+(aq)$ با یون $Cl^-(aq)$، رسوب سفیدرنگ نقره کلرید را تشکیل می‌دهد. به این ترتیب با تشکیل رسوب نقره کلرید، می‌توان یون کلرید $(Cl^-)$ را نیز در محلول شناسایی کرد:

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

محلول بی‌رنگ — محلول بی‌رنگ — رسوب سفیدرنگ — محلول بی‌رنگ

شکل این فرایند را به صورت زیر می‌توان نمایش داد:




عبارت‌های سوم و پنجم: آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که **حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است**. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه یکی از یون‌هایی که البته در مقادیر بسیار کم و مناسب **به آب آشامیدنی افزوده می‌شود** و باعث حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود، **یون فلوئورید $(F^-)$** می‌باشد.

عبارت چهارم: *اساساً* تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آن‌ها است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۷**

**Hint**

ابتدا با توجه به جرم $KNO_3$ موجود در محلول، شمار مول‌های آن و با توجه به غلظت مولار یون‌ها و در نتیجه غلظت مولار $KNO_3$ در محلول و شمار مول‌های آن، حجم محلول را حساب کن؛ سپس با محاسبهٔ جرم محلول (نه جرم حلال!) و داشتن حجم آن، چگالی محلول را به راحتی به دست بیار.

**پاسخ خیلی تشریحی**

**گام اول:** شمار مول‌های $KNO_3$ موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$20/2\ g KNO_3 \times \frac{1\ mol\ KNO_3}{101\ g\ KNO_3} = 0/2\ mol\ KNO_3$$

**گام دوم:** با توجه به غلظت مولی یون‌ها در محلول، غلظت مولی $KNO_3$ را حساب می‌کنیم:

هر مول پتاسیم نیترات $(KNO_3)$ با انحلال در آب، ۲ مول یون ایجاد می‌کند؛ در نتیجه غلظت مولی یون‌ها در محلول، ۲ برابر غلظت مولی $KNO_3$ خواهد بود.

$$KNO_3(s) \xrightarrow{\text{آب}} \underbrace{K^+(aq) + NO_3^-(aq)}_{\text{یون}}$$

$$\Rightarrow \text{غلظت مولی } KNO_3 = \frac{\text{غلظت مولی یون‌ها}}{2} = \frac{8/16}{2} = 4/08\ mol.L^{-1}$$

**گام سوم:** حجم محلول را با توجه به غلظت مولی آن و شمار مول‌های حل‌شونده به دست می‌آوریم.

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{\text{شمار مول‌های مادهٔ حل‌شونده } (n)}{\text{حجم محلول برحسب لیتر } (V)} \Rightarrow 4/08 = \frac{0/2}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{20/4}L = \frac{1000}{20/4}mL$$

**گام چهارم:** *دیگه معما حل شد!* چگالی محلول را با استفاده از جرم و حجم آن حساب می‌کنیم:

توجه: برای محاسبهٔ چگالی محلول، *هواستون باشه که از جرم محلول* باید استفاده کنیم؛ نه جرم حلال! *یه‌وقت جرم آب رو نذاری تو رابطهٔ چگالی!*

$$\text{جرم محلول } (m) = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 29/8 + 20/2 = 50\ g\ ,\quad \text{حجم محلول } (V) = \frac{1000}{20/4}mL$$

$$\Rightarrow d = \frac{m}{V} = \frac{50}{\frac{20 \cdot 1000}{20/4}} = \frac{20/4}{20} = 1/02\ g.mL^{-1}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۸**

**Hint** ابتدا با توجه به درصد جرمی و جرم آب (حلال) در محلول سدیم فسفات، جرم یون فسفات موجود در این محلول را حساب کن، سپس محاسبه کن که این مقدار یون فسفات، در چند گرم کلسیم فسفات وجود دارد، در نهایت با استفاده از غلظت ppm محلول و جرم حل‌شونده، جرم محلول کلسیم فسفات را به دست بیار.

**پاسخ خیلی تشریحی ✔**

**گام اول:** جرم سدیم فسفات $(Na_3PO_4)$، در محلول ۴۱ درصد جرمی آن، که شامل ۱۱/۸ گرم آب است، را حساب می‌کنیم:

اگر جرم سدیم فسفات موجود در محلول را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۴۱ = \frac{x}{۱۱/۸ + x} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۱۱/۸ + x}{x} = \frac{۱۰۰}{۴۱}$$

$$\xrightarrow{\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{a-b}{b}=\frac{c-d}{d}} \frac{۱۱/۸}{x} = \frac{۵۹}{۴۱} \Rightarrow x = \frac{۴۱}{۵} = ۸/۲\ g\ Na_3PO_4$$

**گام دوم:** با توجه به جرم سدیم فسفات $(Na_3PO_4)$ و در نتیجه جرم یون فسفات $(PO_4^{3-})$ موجود در آن، حساب می‌کنیم این مقدار یون فسفات در چند گرم کلسیم فسفات $(Ca_3(PO_4)_2)$ وجود دارد:

$$۸/۲g\ Na_3PO_4 \times \frac{۱\ mol\ Na_3PO_4}{۱۶۴\ g\ Na_3PO_4} \times \frac{۱\ mol\ PO_4^{3-}}{۱\ mol\ Na_3PO_4} \times \frac{۱\ mol\ Ca_3(PO_4)_2}{۲\ mol\ PO_4^{3-}} \times \frac{۳۱۰\ g\ Ca_3(PO_4)_2}{۱\ mol\ Ca_3(PO_4)_2}$$

$$= ۷/۷۵g\ Ca_3(PO_4)_2$$

**گام سوم:** با توجه به جرم کلسیم فسفات موجود در محلول و غلظت ppm آن، جرم محلول رو می‌*سنجیم*:

اگر جرم محلول کلسیم فسفات را y در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۵ = \frac{۷/۷۵}{y} \times ۱۰^۶ \Rightarrow y = \frac{۷/۷۵}{۵} \times ۱۰^۶ = ۱/۵۵ \times ۱۰^۶\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰^۳\ g} = ۱۵۵۰\ kg$$ محلول

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۹ پاسخ خیلی تشریحی** عبارت‌های «الف» و «ب» درست‌اند.

*اول بهتره* غلظت مولی همهٔ محلول‌ها را محاسبه کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (L)}}$$

$$\text{محلول (۱)} = \frac{\frac{۸\times ۰/۰۱}{۵۰}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۱/۶\ \text{mol.L}^{-۱} \quad , \quad \text{محلول (۲)} = \frac{\frac{۱۲\times ۰/۰۱}{۵۰}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۲/۴\ \text{mol.L}^{-۱}$$

$$\text{محلول (۳)} = \frac{\frac{۴\times ۰/۰۱}{۵۰}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۰/۸\ \text{mol.L}^{-۱} \quad , \quad \text{محلول (۴)} = \frac{\frac{۴\times ۰/۰۱}{۵۰}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۰/۸\ \text{mol.L}^{-۱}$$

$$\text{محلول (۵)} = \frac{\frac{۲\times ۰/۰۱}{۲۵}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۰/۸\ \text{mol.L}^{-۱} \quad , \quad \text{محلول (۶)} = \frac{\frac{۴\times ۰/۰۱}{۲۵}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = ۱/۶\ \text{mol.L}^{-۱}$$

بررسی عبارت‌ها:

الف) *اینو که حساب کردیم! تازه با مقایسهٔ* $\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{حجم محلول}}$ *هم به راحتی می‌شه فهمید غلظت مولی محلول‌ها چه رابطه‌ای با هم دارن!*

ب) حجم محلول نهایی از مخلوط‌کردن دو محلول (۳) و (۶)، برابر با ۷۵ mL و تعداد کل ذره‌های حل‌شونده، برابر با ۸ است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\frac{۸\times ۰/۰۱}{۷۵}}{\frac{}{۱۰۰۰}} = \frac{۸۰}{۷۵} = \frac{۱۶}{۱۵}\ \text{mol.L}^{-۱}$$

پ) با رقیق‌کردن محلول (۵)، تا غلظت ۰/۴ مولار، شمار مول‌های حل‌شونده در آن ثابت می‌ماند؛ در نتیجه می‌توانیم حجم آب افزوده‌شده به آن را به صورت زیر حساب کنیم:

$$n_{\text{غلیظ}} = n_{\text{رقیق}} \Rightarrow M_{\text{غلیظ}} V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} V_{\text{رقیق}} \Rightarrow {}^{۲}\cancel{۰/۸}\times ۲۵ = \cancel{۰/۴}\times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow V_{\text{رقیق}} = ۵۰\ \text{mL}$$

$$V_{\text{رقیق}} = V_{\text{غلیظ}} + V_{\text{آب اضافه شده}} \Rightarrow ۵۰ = ۲۵ + V_{\text{آب اضافه شده}} \Rightarrow V_{\text{آب اضافه شده}} = ۲۵\text{mL}$$

**یه‌جور دیگه** با توجه به این‌که غلظت اولیهٔ محلول (۵)، برابر ۰/۸ مولار بوده و غلظت این محلول پس از رقیق‌شدن، نصف شده و به ۰/۴ مولار رسیده است، در نتیجه حجم محلول نیز باید با توجه به ثابت‌بودن شمار ذرات حل‌شونده، دو برابر شود و به ۵۰ mL برسد؛ در نتیجه حجم آب اضافه‌شده، برابر $۵۰ - ۲۵ = ۲۵$ mL است.

ت) نسبت غلظت مولی محلول (۱) به غلظت مولی محلول (۵)، برابر است با:

$$\frac{\text{غلظت مولی محلول (۱)}}{\text{غلظت مولی محلول (۵)}} = \frac{۱/۶}{۰/۸} = ۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۰** **پاسخ خیلی تشریحی ✔**

**گام اول:** غلظت مولی محلول آلومینیم سولفات $(Al_2(SO_4)_3)$ را با استفاده از رابطهٔ $M=\frac{10ad}{\text{جرم مولی}}$، حساب می‌کنیم:

$$M=\frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M=\frac{10\times 30\times 1/14}{342}=1\ mol.L^{-1}$$

**گام دوم:** با افزودن آب به محلول اولیه و رقیق‌کردن آن، شمار مول‌های حل‌شونده $(Al_2(SO_4)_3)$ در آن ثابت می‌ماند؛ در نتیجه می‌توانیم حجم آب افزوده‌شده را *حساب کتاب کنیم*:

$$V_{\text{غلیظ}}=\frac{(m)\text{جرم}}{(d)\text{چگالی}}=\frac{114\ g}{1/14\ \frac{g}{mL}}=100\ mL$$

$$n_{\text{غلیظ}}=n_{\text{رقیق}} \Rightarrow M_{\text{غلیظ}}V_{\text{غلیظ}}=M_{\text{رقیق}}V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 1\times 100=0/5\times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow V_{\text{رقیق}}=200\ mL$$

$$V_{\text{رقیق}}=V_{\text{غلیظ}}+V_{\text{آب اضافه شده}} \Rightarrow 200=100+V_{\text{آب اضافه شده}} \Rightarrow V_{\text{آب اضافه شده}}=100\ mL$$

**نکته**

وقتی دو یا چند محلول **هم‌جنس** را با هم مخلوط می‌کنیم، درصد جرمی حل‌شونده در محلول نهایی را می‌توان از رابطهٔ زیر حساب کرد:

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده در محلول نهایی}}{\text{جرم محلول نهایی}}\times 100$$

$$=\frac{(\text{درصد جرمی محلول ۱}\times\text{جرم محلول ۱})+(\text{درصد جرمی محلول ۲}\times\text{جرم محلول ۲})+\ldots}{\text{جرم محلول ۱}+\text{جرم محلول ۲}+\ldots}$$

**گام سوم:** با توجه به مجموع جرم یون سولفات $(SO_4^{2-})$ موجود در دو محلول و مجموع جرم آن‌ها، درصد جرمی یون سولفات را در محلول نهایی به دست می‌آوریم:

جرم یون $SO_4^{2-}$ در محلول آلومینیم سولفات

$$=\text{محلول } 114\ g\times\frac{30\ g\ Al_2(SO_4)_3}{\text{محلول } 100\ g}\times\frac{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}{342\ g\ Al_2(SO_4)_3}\times\frac{3\ mol\ SO_4^{2-}}{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}\times\frac{96\ g\ SO_4^{2-}}{1\ mol\ SO_4^{2-}}=28/8\ g\ SO_4^{2-}$$

جرم یون $SO_4^{2-}$ در محلول کلسیم سولفات

$$=\text{محلول } 136g\times\frac{20\ g\ CaSO_4}{\text{محلول } 100\ g}\times\frac{1\ mol\ CaSO_4}{136\ g\ CaSO_4}\times\frac{1\ mol\ SO_4^{2-}}{1\ mol\ CaSO_4}\times\frac{96\ g\ SO_4^{2-}}{1\ mol\ SO_4^{2-}}=19/2\ g\ SO_4^{2-}$$

درصد جرمی یون $SO_4^{2-}$ در محلول نهایی

$$=\frac{\text{جرم یون } SO_4^{2-} \text{ در محلول نهایی}}{\text{جرم محلول نهایی}}\times 100=\frac{28/8+19/2}{114+136}\times 100=\frac{48}{250}\times 100=\frac{96}{5}=19/2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۱

**Hint**

ابتدا معادلهٔ واکنش انجام‌شده را موازنه کن، سپس با توجه به جرم $CaCO_3$ مصرف‌شده در واکنش، جرم $HCl$ مصرف‌شده در واکنش را محاسبه کن و در نهایت پس از محاسبهٔ جرم محلول، با استفاده از حجم و چگالی محلول، درصد جرمی محلول $HCl$ را به دست بیار.

**پاسخ خیلی تشریحی**

**گام اول:** معادلهٔ واکنش انجام‌شده را موازنه می‌کنیم:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

**گام دوم:** با توجه به جرم $CaCO_3$ مصرف‌شده در واکنش، جرم $HCl$ مصرفی در آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{CaCO_3}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{HCl}} \Rightarrow \frac{30}{1 \times 100} = \frac{x}{2 \times 36/5} \Rightarrow x = \frac{2 \times 36/5 \times 3}{10} = 21/9\ g\ HCl$$

**گام سوم:** جرم محلول $HCl$ را با استفاده از حجم و چگالی محلول به دست می‌آوریم:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \times V = 1/2 \frac{g}{mL} \times 50\ mL = 60\ g \text{ محلول}$$

**گام چهارم:** درصد جرمی محلول $HCl$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{21/9}{60} \times 100 = 36/5$$

**یه‌جور دیگه**

پس از موازنه‌کردن معادلهٔ واکنش، می‌توانیم با توجه به جرم $CaCO_3$ مصرفی در واکنش و حجم محلول $HCl$، غلظت مولی محلول $HCl$ را حساب کنیم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{CaCO_3}} = \frac{\text{حجم (L)} \times \text{غلظت مولی} \left(\frac{mol}{L}\right)}{\underbrace{\text{ضریب}}_{\text{محلول } HCl}} \Rightarrow \frac{30}{1 \times 100} = \frac{50 \times 10^{-3} \times x}{2}$$

$$\Rightarrow x = \frac{3}{\underbrace{5 \times 50 \times 10^{-3}}_{0/25}} = \frac{3}{0/25} = 3 \times 4 = 12\ mol.L^{-1}$$

حالا که چگالی و غلظت مولار محلول $HCl$ را داریم، می‌توانیم درصد جرمی آن را با استفاده از رابطهٔ $M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}}$، به راحتی حساب کنیم:

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 12 = \frac{10 \times a \times 1/2}{36/5} \Rightarrow a = 36/5$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud

۳۹۲

**Hint** ابتدا معادلهٔ واکنش اول را موازنه کن، سپس مقدار x را از این واکنش به دست بیار! در نهایت معادلهٔ واکنش دوم را موازنه کرده و شمار مول‌های $NH_4Cl$ تولیدی در این واکنش را حساب کن.

**پاسخ خیلی تشریحی ✓**

**گام اول:** معادلهٔ واکنش اول را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$MCl_x(aq) + x\,AgNO_3(aq) \rightarrow x\,AgCl(s) + M(NO_3)_x(aq)$$

**گام دوم:** مقدار x را با توجه به اطلاعات سؤال محاسبه می‌کنیم:

**استفاده از کسر تبدیل:**

$$\text{غلظت مولی : محلول } MCl_x = \frac{\text{تعداد مول } MCl_x}{\text{حجم محلول (L)}} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{\text{تعداد مول } MCl_x}{۰/۲۵}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد مول } MCl_x = ۰/۲ \times ۰/۲۵ = ۰/۰۵ \text{ mol}$$

$$۱۲۷/۵\text{ g } AgNO_3 \text{ محلول} \times \frac{۲۰\text{ g } AgNO_3}{۱۰۰\text{ g } AgNO_3 \text{ محلول}} \times \frac{۱\text{ mol } AgNO_3}{۱۷۰\text{ g } AgNO_3} \times \frac{۱\text{ mol } MCl_x}{x\text{ mol } AgNO_3} = ۰/۰۵\text{ mol } MCl_x$$

$$\Rightarrow \frac{۱۲۷/۵ \times ۲۰}{۱۰۰ \times ۱۷۰ \times x} = ۰/۰۵ \Rightarrow ۰/۰۵ \times ۲۰\,x = ۳ \Rightarrow x = ۳$$

**یه‌جور دیگه**

**استفاده از کسر تناسب:**

$$\underbrace{\frac{\text{درصد جرمی}}{۱۰۰} \times \text{جرم محلول}}_{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{}_{AgNO_3} = \underbrace{\frac{\text{حجم محلول (L)} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}}}_{MCl_x} \Rightarrow \frac{۱۲۷/۵ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}}{x \times ۱۷۰} = \frac{۰/۲ \times ۰/۲۵}{۱}$$

$$\Rightarrow x = \frac{۰/۱۵}{۰/۰۵} = ۳$$

**گام سوم:** با توجه به مقدار x، معادلهٔ واکنش دوم را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$MCl_3(aq) + ۳NH_4OH(aq) \rightarrow M(OH)_3(s) + ۳NH_4Cl(aq)$$

**گام چهارم:** شمار مول‌های آمونیوم کلرید $(NH_4Cl)$ تولیدی در این واکنش را با مصرف ۲۵۰ mL محلول ۰/۲ مولار $MCl_3$ در آن به دست می‌آوریم:

$$\underbrace{\frac{\text{حجم محلول (L)} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}}}_{MCl_3} = \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}}_{NH_4Cl} \Rightarrow \frac{۰/۲ \times ۰/۲۵}{۱} = \frac{y}{۳} \Rightarrow y = ۳ \times ۰/۰۵ = ۰/۱۵\text{ mol } NH_4Cl$$

**یه‌جور دیگه**

*بدون محاسبهٔ مقدار x هم می‌شه این سؤال رو حل کرد! حالا چه‌طوری؟! بریم ببینیم.*

معادلهٔ دو واکنش انجام‌شده را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$MCl_x(aq) + x\,AgNO_3(aq) \rightarrow x\,AgCl(s) + M(NO_3)_x(aq)$$

$$MCl_x(aq) + x\,NH_4OH(aq) \rightarrow M(OH)_x(s) + x\,NH_4Cl(aq)$$

با توجه به این‌که در این دو واکنش، مقدار $MCl_x$ مصرف‌شده برابر است؛ در نتیجه به طور مستقیم می‌توانیم بین نقره نیترات $(AgNO_3)$ و آمونیوم کلرید $(NH_4Cl)$، کسر تناسب بنویسیم:

$$\left.\begin{array}{l} ۱MCl_x \sim x\,AgNO_3 \\ ۱MCl_x \sim x\,NH_4Cl \end{array}\right\} \Rightarrow ۱AgNO_3 \sim ۱NH_4Cl$$

$$\underbrace{\frac{\text{درصد جرمی}}{۱۰۰} \times \text{جرم محلول}}_{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{}_{AgNO_3} = \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}}_{NH_4Cl} \Rightarrow \frac{۱۲۷/۵ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}}{۱ \times ۱۷۰} = \frac{y}{۱} \Rightarrow y = ۰/۱۵\text{ mol } NH_4Cl$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۳**

**Hint** *اول از همه بپرس که برای محاسبهٔ غلظت ppm یون $Cl^-$ در محلول نهایی، به چه نیاز داری؟ باریکلا! جرم یون $Cl^-$ موجود در محلول $FeCl_3$ که برابر با جرم این یون در محلول نهایی است و همچنین جرم محلول نهایی که برابر با مجموع جرم محلول اولیه و جرم آب افزوده‌شده است. خب حالا! غلظت ppm یون $Cl^-$ را در محلول نهایی حساب کن.*

**پاسخ خیلی تشریحی** **گام اول:** جرم یون کلرید $(Cl^-)$ موجود در محلول آهن (III) کلرید $(FeCl_3)$ را حساب می‌کنیم که براساس قانون پایستگی جرم، برابر با جرم این یون در محلول نهایی است:

جرم یون $Cl^-$ در محلول آهن (III) کلرید

$$= ۳۰۰g \text{ محلول} \times \frac{۳/۲۵g FeCl_3}{۱۰۰g \text{ محلول}} \times \frac{۱mol FeCl_3}{۱۶۲/۵g FeCl_3} \times \frac{۳mol Cl^-}{۱mol FeCl_3} \times \frac{۳۵/۵g Cl^-}{۱mol Cl^-} = ۶/۳۹g Cl^-$$

**گام دوم:** با توجه به این‌که صورت سؤال گفته از تغییر جرم محلول، در اثر انجام واکنش صرف نظر شود؛ در نتیجه می‌توان جرم محلول را پس از انجام واکنش نیز برابر ۳۰۰ گرم دانست. بنابراین جرم محلول نهایی برابر است با:

جرم محلول نهایی = جرم محلول پس از انجام واکنش + جرم آب افزوده‌شده $= ۳۰۰ + ۱۷۰۰ = ۲۰۰۰g$

**گام سوم:** غلظت ppm یون کلرید $(Cl^-)$ در محلول نهایی را با توجه به جرم این یون در محلول و همچنین جرم محلول، به دست می‌آوریم:

$$ppm(Cl^-) = \frac{\text{جرم یون } Cl^-}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۶/۳۹}{۲۰۰۰} \times ۱۰^۶ = ۳۱۹۵$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۹۴**

فقط نام ترکیبات آهن (III) فسفید $(FeP)$، کربن دی‌سولفید $(CS_2)$ و کروم (II) فلوئورید $(CrF_2)$ درست نوشته شده است.

**بررسی همهٔ موارد:**

$Ca_3N_2$ : کلسیم نیترید

$N_2O$ : دی‌نیتروژن مونواکسید

$Cu_2O$ : مس (I) اکسید

$P_4O_6$ : تترافسفر هگزا اکسید

$Cs_2O$ : سزیم سولفید

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۹۵**

مقدار مول $K^+$ را در محلول اوّلیه به‌دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۸۰۰۰ = \frac{x}{۱۰۰} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x = ۰/۸g$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$۰/۸g K_2SO_4 \times \frac{۱mol K_2SO_4}{۱۷۴g K_2SO_4} \times \frac{۲mol K^+}{۱mol K_2SO_4} = \frac{۱/۶}{۱۷۴} mol K^+$$

اضافه کردن آب، فقط حجم محلول را افزایش می‌دهد و تأثیری بر مقدار حل شونده ندارد، بنابراین داریم:

$$M_{K^+} = \frac{mol K^+}{V_{\text{محلول}}} \Rightarrow M_{K^+} = \frac{\frac{۱/۶}{۱۷۴}}{۵۰۰mL \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL}} = \frac{۱/۶}{۱۷۴ \times ۰/۵} \simeq ۱/۸۴ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۶** واکنش انجام شده بین نمک خوراکی و نقره نیترات به‌صورت زیر است:

$$NaCl(aq)+AgNO_3(aq)\rightarrow AgCl(s)+NaNO_3(aq)$$

نقره کلرید $(AgCl)$ تولید شده یک ترکیب یونی دوتایی بوده و جزء مواد نامحلول (رسوب) به حساب می‌آید. برای نمک‌های نامحلول در آب می‌توان نوشت:

میانگین پیوند یونی در نمک و پیوند هیدروژنی در آب > قدرت جاذبه یون ـ دو قطبی

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) اتانول و استون، هر دو قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. نیروی جاذبه غالب بین مولکول‌های اتانول از نوع پیوند هیدروژنی و در بین مولکول‌های استون از نوع واندروالسی است، در نتیجه نقطه جوش اتانول از استون بیشتر است.

۲) گشتاور دو قطبی آب و هیدروژن سولفید به ترتیب برابر با $1/85D$ و $0/97D$ است. این کمیّت‌ها نشان می‌دهند که میزان قطبیّت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است. در مولکول $H_2O$، اتم $O$ سر منفی مولکول بوده و به سمت قطب مثبت میدان جهت‌گیری می‌کند.

۴) اختلاف جرم مولی این دو یون برابر با ۲ گرم بر مول بوده که برابر با جرم مولی است.

$$\left(CO_3^{2-}\right)\text{جرم مولی کربنات} \Rightarrow 12+3(16)=60\,g\cdot mol^{-1}$$

$$\left(NO_3^{-}\right)\text{جرم مولی نیترات} \Rightarrow 14+3(16)=62\,g\cdot mol^{-1}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۳۹۷** هرچه نقطه جوش یک گاز بیشتر باشد، با کاهش دما آسان‌تر مایع می‌شود. جرم مولی $CO$ و $N_2$ برابر است ولی به دلیل این که مولکول $CO$ قطبی است، نقطه جوش بیشتری نسبت به $N_2$ دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۸** ابتدا انحلال‌پذیری و جرم محلول را در دو دمای ۶۵°C و ۲۵°C به‌دست می‌آوریم:

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } 65^\circ C \Rightarrow S = 65 + 35 = 100\,g \Rightarrow \text{جرم محلول در دمای } 65^\circ C = 100 + 100 = 200\,g$$

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } 25^\circ C \Rightarrow S = 25 + 35 = 60\,g \Rightarrow \text{جرم محلول در دمای } 25^\circ C = 100 + 60 = 160\,g$$

اگر ۲۰۰ گرم محلول موجود در دمای ۶۵°C را تا دمای ۲۵°C سرد کنیم به میزان ۴۰g رسوب ایجاد خواهد شد. براین اساس می‌توان نوشت:

| محلول | رسوب |
|---|---|
| ۲۰۰g | ۴۰g |
| ۶۶/۲g | ?g |

$$\rightarrow ?\,g\ \text{رسوب} = \frac{66/2 \times 40}{200} = 13/24\,g$$

مقدار مول نمک برابر است با:

$$13/24\,g\ Pb(NO_3)_2 \times \frac{1\,mol\ Pb(NO_3)_2}{331\,g\ Pb(NO_3)_2} = 0/04\,mol$$

حجم محلول را می‌توان به راحتی محاسبه کرد:

$$\text{غلظت مولار}\ M = \frac{n}{V} \rightarrow 0/5 = \frac{0/04}{V} \rightarrow V = \frac{0/04}{0/5} = 0/08\,L = 80\,mL$$

جرم محلول نیز برابر است با:

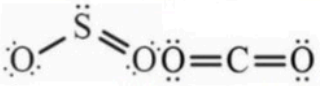
$$\text{(چگالی محلول)}\ d = \frac{\text{جرم محلول}\,(m)}{\text{حجم محلول}\,(V)} \rightarrow 1/2 = \frac{x}{80} \rightarrow x = 96\,g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۳۹۹** موارد اوّل و چهارم نادرست‌اند.

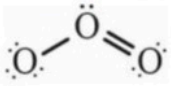
**بررسی همهٔ موارد:**

**مورد اول:** ساختار لوویس داده شده می‌تواند مربوط به $SO_2$ باشد ولی ساختار $CO_2$ به‌صورت زیر رسم می‌شود:

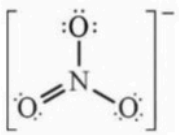


**مورد دوم:** دهمین عنصر دسته $p$، معادل با گوگرد $(_{16}S)$ است. $SO_2$ یک اکسید نافلزی بوده و محلول آن در آب، خاصیّت اسیدی دارد.

**مورد سوم:** ساختار لوویس مولکول اوزون همانند ترکیب داده شده بوده و به‌صورت زیر است:



**مورد چهارم:** ساختار لوویس یون نیترات به‌صورت زیر است:



در یون نیترات، ۴ پیوند اشتراکی و در ترکیب داده شده، ۳ پیوند اشتراکی موجود است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۰** موارد (الف) و (پ) به درستی بیان شده اند.

**بررسی همه موارد:**

الف) آمونیوم سولفات به عنوان کود، دو عنصر نیتروژن (گروه ۱۵) و گوگرد (گروه ۱۶) را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

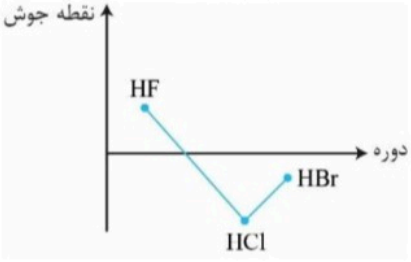
$$\text{آمونیوم سولفات} \Rightarrow (NH_4)_2SO_4 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{1}$$

ب) نقطه جوش سه ترکیب اوّل هیدروژن‌دار گروه ۱۷ به‌صورت زیر است:

$$\text{نقطه جوش}: HF > HBr > HCl$$

(پیوند هیدروژنی ← نقطه جوش؛ جرم بیشتر → نقطه جوش)

از آن‌جا که نقطه جوش HF مثبت بوده و برابر ۱۹°C است، می‌توان نوشت:




پ) درصد جرمی نمک‌ها در آب دریای مرده به تقریب برابر ۲۷٪ است:

$$\text{درصد جرمی (a)} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 27 = \frac{x}{4000} \times 100 \Rightarrow x = 1080\,g$$

ت) چون اندازه‌گیری حجم یک محلول در آزمایشگاه آسان‌تر از جرم آن است، در نتیجه غلظت مولی کاربرد وسیع‌تری نسبت به سایر غلظت‌ها دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۰۱** مقدار ۰/۴ مول لیتیم سولفات در ظرف وجود دارد. جرم $Li_2SO_4$ وارد شده به ظرف برابر است با:

$$0/4\,mol\,Li_2SO_4 \times \frac{110\,g\,Li_2SO_4}{1\,mol\,Li_2SO_4} = 44\,g$$

با توجّه به هم‌ارزی مقابل می‌توان نوشت: $1\,Li_2SO_4 \sim 2\,Li^+$

$$0/4\,mol\,Li_2SO_4 \times \frac{2\,mol\,Li^+}{1\,mol\,Li_2SO_4} \times \frac{7\,g\,Li^+}{1\,mol\,Li^+} = 5/6\,g$$

درصد جرمی یون لیتیم برابر است با:

$$a = \frac{\text{جرم یون } Li^+}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow a_{Li^+} = \frac{5/6}{236+44} \times 100 = 2\%$$

از آن‌جا که نمودار انحلال‌پذیری ـ دما برای $Li_2SO_4$ نزولی است، با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن در آب کاهش می‌یابد. با کاهش انحلال‌پذیری، مقداری $Li_2SO_4$ به عنوان رسوب در ظرف ایجاد می‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۲** حجم محلول برابر است با:

$$d=\frac{m}{V}\Rightarrow ۱/۲۵=\frac{۲۰۰}{V}\Rightarrow V=\frac{۲۰۰}{۱/۲۵}-۱۶۰\,mL=۰/۱۶\,L$$

مقدار مول یون برمید نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$M_{Br^-}=\frac{mol}{V}\Rightarrow ۳/۵=\frac{x}{۰/۱۶}\Rightarrow x=۰/۵۶\,mol$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$CaBr_۲ \sim ۲Br^-$$

$$?\,mol \quad ۰/۵۶\,mol$$

$$?=۰/۲۸\,mol \overset{\text{تبدیل به جرم}}{\Rightarrow} ۰/۲۸\,mol\,CaBr_۲\times\frac{۲۰۰\,g\,CaBr_۲}{۱\,mol\,CaBr_۲}=۵۶\,g$$

در ۲۰۰ گرم محلول اولیه، ۵۶ گرم $CaBr_۲$ وجود دارد، درنتیجه جرم آب موجود در محلول برابر ۱۴۴ گرم (معادل با ۸ مول) است و داریم:

$$C_۲H_۴+H_۲O\rightarrow C_۲H_۶O$$

پس:

$$۸\,mol\,H_۲O\times\frac{۱\,mol\,C_۲H_۴}{۱\,mol\,H_۲O}\times\frac{۲۸\,g\,C_۲H_۴}{۱\,mol\,C_۲H_۴}=۲۲۴$$

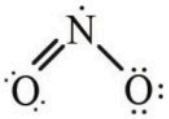
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



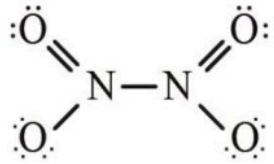
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

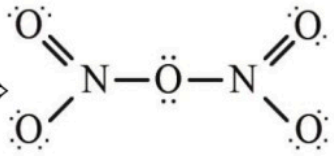
۴۰۳

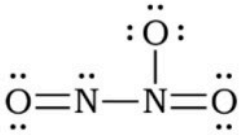
ساختار لوویس همه گونه‌ها:

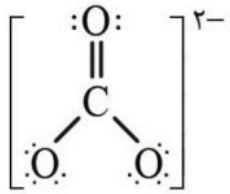
$NO_2 \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۳ پیوند اشتراکی

$NO_2^+ \Rightarrow [\ddot{O}=N=\ddot{O}]^+ \Rightarrow$ ۴ پیوند اشتراکی

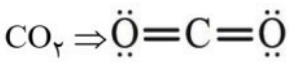
$N_2O_4 \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۷ پیوند اشتراکی

$N_2O_5 \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۸ پیوند اشتراکی

$N_2O_3 \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۶ پیوند اشتراکی

$CO_3^{2-} \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۴ پیوند اشتراکی

$N_2O \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۴ پیوند اشتراکی

$CO_2 \Rightarrow$  $\Rightarrow$ ۴ پیوند اشتراکی

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۴** موارد (الف) و (ت) نادرست‌اند.

**بررسی همهٔ موارد:**

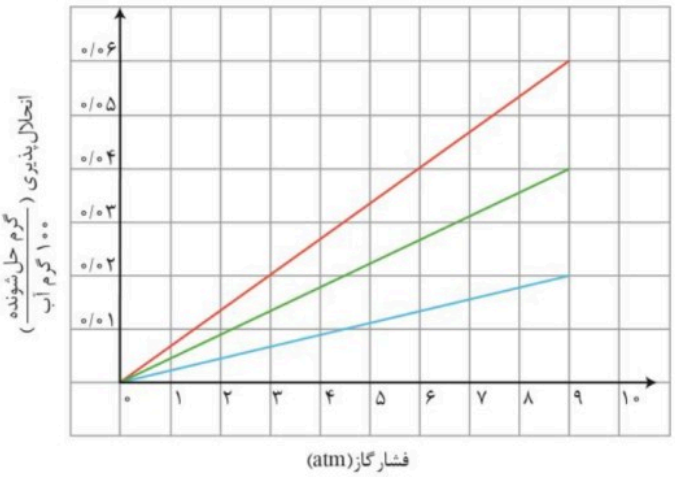
الف) $CO_2$ گازی ناقطبی و $NO$ گازی قطبی است، اما $CO_2$ به دلیل واکنش با آب، بیشتر از $NO$ در آب حل می‌شود.

ب) مطابق ساختار لوویس دو مولکول، تعداد پیوندهای اشتراکی در مولکول $CO_2$ بیشتر است:

$$\cdot\ddot{N}=\ddot{O} \qquad \ddot{O}=C=\ddot{O}$$

پ) با اینکه $CO_2$ ناقطبی و $NO$ قطبی است، ولی نقطه جوش $CO_2$ به دلیل جرم بیشتر، بالاتر است. هرچه نقطه جوش یک گاز بیشتر باشد، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

ت) اکثر گازها (حتی گازهای قطبی) در فشار $1\ atm$ و دمای $25^\circ C$ در آب نامحلول هستند. نمودار انحلال‌پذیری یک گاز برحسب فشار آن نیز، بیانگر این موضوع است.




می‌دانیم که اگر انحلال‌پذیری یک ماده در ۱۰۰ گرم آب، کمتر از ۰/۰۱ گرم باشد، آن ماده جز مواد نامحلول دسته‌بندی می‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۵** اگر مقدار مول $KNO_3$ را برابر $x$ و مقدار مول $KNO_2$ را برابر $y$ در نظر بگیریم، ابتدا می‌توان مقدار مول $O_2$ تولید شده در دو واکنش را بدست آورد:

$$\text{واکنش اول} \Rightarrow \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}}_{KNO_3} \times \frac{R}{۱۰۰} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}_{O_2} \Rightarrow \frac{x}{۴} \times \frac{۶۰}{۱۰۰} = \frac{\text{مول } O_2}{۵} \Rightarrow \text{مول } O_2 = \frac{۳}{۴}x$$

$$\text{واکنش دوم} \Rightarrow \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}_{KNO_2} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}_{O_2} \Rightarrow \frac{y}{۴} = \frac{\text{مول } O_2}{۳} \Rightarrow \text{مول } O_2 = \frac{۳}{۴}y$$

با توجه به اینکه مقدار $O_2$ در واکنش برابر است ، لذا $\frac{۳}{۴}x = \frac{۳}{۴}y$ بوده و مقدار $x$ و $y$ با هم برابر است.

از طرفی می‌توان جرم گاز $N_2$ تولیدشده در دو واکنش را بدست آورد:

$$\text{واکنش اول} \Rightarrow \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}}_{KNO_3} \times \frac{R}{۱۰۰} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{N_2}} \Rightarrow \frac{x}{۴} \times \frac{۶۰}{۱۰۰} = \frac{N_2 \text{ جرم}}{۲ \times ۲۸} \Rightarrow N_2 \text{جرم} = ۸/۴x$$

$$\text{واکنش دوم} \Rightarrow \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}_{KNO_2} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{N_2}} \overset{x=y}{\Rightarrow} \frac{x}{۴} = \frac{N_2 \text{ جرم}}{۲ \times ۲۸} \Rightarrow N_2 \text{جرم} = ۱۴x$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$۸/۴x + ۱۴x = ۱/۱۲ \Rightarrow ۲۲/۴x = ۱/۱۲ \Rightarrow x = ۰/۰۵\,mol$$

مقدار جرم $KNO_3$ اولیه برابر است با:

$$۰/۰۵\,mol\,KNO_3 \times \frac{۱۰۱\,g\,KNO_3}{۱\,mol\,KNO_3} = ۵/۰۵\,g$$

درصد جرمی $KNO_3$ در مخلوط اولیه نیز برابر است با:

$$\text{درصد جرمی } KNO_3 = \frac{KNO_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۵/۰۵}{۱۰} \times ۱۰۰ = ۵۰/۵٪$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۰۶** با توجه به تعریف انحلال‌پذیری که در ۱۰۰ گرم حلال می‌باشد، می‌توان غلظت ppm یون $Ca^{2+}$ را به دست آورد. توجه کنید که انحلال‌پذیری ماده ناچیز است، پس می‌توان جرم محلول را با جرم حلال یکی دانست و نوشت:

$$۱۰^۶\,g_{\text{محلول}} = \frac{۹ \times ۱۰^{-۸}\,g\,Ca_۳(PO_۴)_۲}{۱۰۰\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,Ca_۳(PO_۴)_۲}{۳۱۰\,g\,Ca_۳(PO_۴)_۲} \times \frac{۳\,mol\,Ca^{2+}}{۱\,mol\,Ca_۳(PO_۴)_۲} \times \frac{۴۰\,g\,Ca^{2+}}{۱\,mol\,Ca^{2+}}$$

$$\simeq ۳/۴۸ \times ۱۰^{-۴}\,ppm$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۰۷** سه مورد درست است. بررسی موارد نادرست:

اسکاندیم برمید: $ScBr_3$ مس (I) سولفید: $Cu_2S$ نیکل (III) سولفات: $Ni_2(SO_4)_3$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۸**

$$۵۴=\frac{(۰/۴\times۱۰۰)+(۰/۶\times x)}{۱۰۰+x}\times۱۰۰\Rightarrow x\simeq ۲۳۳/۳g$$

$$\text{درصد جرمی نهایی}=\frac{\text{جرم محلول دوم}\times\text{درصد جرمی محلول دوم}+\text{جرم محلول اول}\times\text{درصد جرمی محلول اول}}{\text{جرم محلول دوم}+\text{جرم محلول اول}}\times۱۰۰$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۰۹**

$$\text{جرم محلول}=۴mL\times\frac{۱/۰۵g}{۱mL}=۴/۲g \text{ محلول}$$

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow ۰/۰۳۷=\frac{x}{۴/۲}\times۱۰۰\Rightarrow x=۱/۵۵۴\times۱۰^{-۳}gLi_۲CO_۳$$

$$?gLi^+=۱/۵۵۴\times۱۰^{-۳}gLi_۲CO_۳\times\frac{۱molLi_۲CO_۳}{۷۴gLi_۲CO_۳}\times\frac{۲molLi^+}{۱molLi_۲CO_۳}\times\frac{۷gLi^+}{۱molLi^+}=۲/۹۴\times۱۰^{-۴}gLi^+$$

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^۶=\frac{۲/۹۴\times۱۰^{-۴}}{(۴/۲-۲/۲)}\times۱۰^۶=۱۴۷ppm$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۱۰**

کافی است بدانیم که با اضافه شدن آب به محلول، جرم حل شونده تغییر نمی‌کند و فقط به جرم محلول افزوده می‌شود. اگر فرض کنیم جرم محلول ۱۰۰g باشد، داریم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow ۴۸=\frac{x}{۱۰۰}\times۱۰۰\Rightarrow x=۴۸g \text{ حل‌شونده}$$

اگر x گرم آب به محلول اضافه شود، درصد جرمی حل شونده در محلول به ۲۰٪ می‌رسد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow ۲۰=\frac{۴۸}{۱۰۰+x}\times۱۰۰\Rightarrow x=۱۴۰g$$

دیدید اصلاً ماده داده شده (فرمالین) برای حل این سوال مهم نیست!

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۱۱**

معادله تفکیک سدیم نیترات در آب به صورت مقابل است:

$$NaNO_۳(s)\xrightarrow{\text{آب}}Na^+(aq)+NO_۳^-(aq)$$

غلظت مولی $NaNO_۳$ برابر است با:

$$\text{یون}\ ۰/۰۵mol.L^{-۱}\times\frac{۱molNaNO_۳}{۲mol\ \text{یون}}=۲/۵\times۱۰^{-۲}mol.L^{-۱}$$

طبق واکنش $۲NaNO_۳\rightarrow ۲NaNO_۲+O_۲$ می‌توان نوشت:

$$\text{محلول}\ ۵/۶LO_۲\times\frac{۱molO_۲}{۲۲/۴LO_۲}\times\frac{۲molNaNO_۳}{۱molO_۲}\times\frac{\text{محلول}\ ۱L}{۲/۵\times۱۰^{-۲}mol}\times\frac{۱۰۰۰mL}{۱L}=۲۰۰۰۰mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

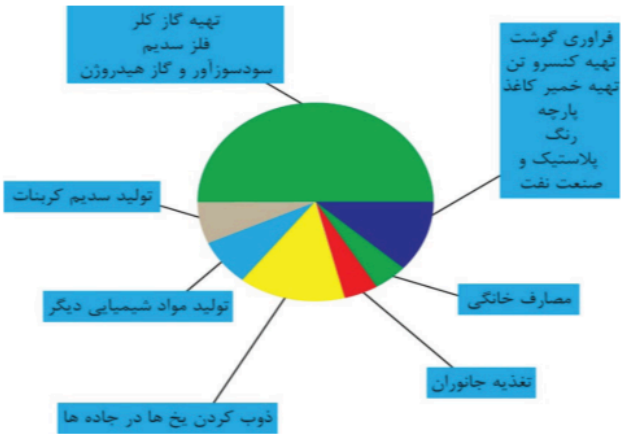
**۴۱۲** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست‌اند.

**بررسی همه موارد:**

الف) برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، عبارت‌اند از: $Ca^{2+}, Na^{+}, NO_3^{-}, OH^{-}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, Cl^{-}$

ب) اضافه شدن آنیون سبک‌ترین عضو گروه ۱۷ $(F^{-})$، سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود. وجود $F^{-}$ در آب، ربطی به کاهش آلودگی آن ندارد. دقت کنید که گاز کلر، خاصیت گندزدایی دارد.

پ) بیشترین غلظت آنیون و کاتیون در آب دریا، مربوط به $Na^{+}$ و $Cl^{-}$ است. NaCl، فراوان‌ترین نمک موجود در آب دریا بوده و برخی از کاربردهای آن به شکل زیر است:




ت) درصد جرمی نمک‌ها در آب دریاهای گوناگون به صورت زیر است:

درصد جرمی نمک‌ها: دریای مرده> دریای سرخ> دریای مدیترانه> اقیانوس آرام

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۱۳** واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)$$

در رسوب $BaSO_4$، یون‌های $Ba^{2+}$ و $SO_4^{2-}$ وجود دارد. ترتیب فراوانی برخی از یون‌ها در آب دریا به صورت زیر است:

$$\text{غلظت ppm یون‌ها در آب دریا}: Cl^{-} > Na^{+} > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > K^{+} > CO_3^{2-} > Br^{-}$$

یون $Ba^{2+}$، جز ۶ یون فراوان آب دریا نیست.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) مطابق واکنش موازنه شده، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در این واکنش برابر ۵ است.

۲) در واکنش سدیم کلرید با نقره نیترات، رسوب سفیدرنگ نقره کلرید تشکیل می‌شود. رسوب باریم سولفات نیز سفیدرنگ است.

۴) مطابق معادله واکنش، با مصرف ۱ مول $BaCl_2$ (با جرم مولی $208 g.mol^{-1}$) و ۱ مول $Na_2SO_4$ (با جرم مولی $142 g.mol^{-1}$)، ۱ مول رسوب سفید رنگ $BaSO_4$ (با جرم مولی $233 g.mol^{-1}$) حاصل می‌شود. بنابراین با مصرف ۳۵۰ گرم واکنش دهنده می‌توان نوشت:

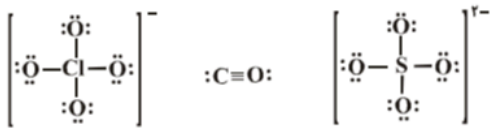
$$70\,g\ \text{واکنش دهنده} \times \frac{1\,mol\ BaCl_2}{350\,g\ \text{واکنش دهنده}} \times \frac{1\,mol\ BaSO_4}{1\,mol\ BaCl_2} \times \frac{233\,g\ BaSO_4}{1\,mol\ BaSO_4} = 46/6\,g\ BaSO_4$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۱۴**



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: ۱۲ جفت الکترون پیوندی و تعداد پیوندهای دوگانه به‌ترتیب، صفر، یک و صفر است.

گزینهٔ «۲»: ۱۰ جفت الکترون پیوندی و تعداد پیوندهای دوگانه به‌ترتیب، یک، یک و صفر است.

گزینهٔ «۴»: ۱۰ جفت الکترون پیوندی و تعداد پیوندهای دوگانه به‌ترتیب، یک، صفر و یک است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۱۵**

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ «۱»: نزدیک به ۷۵ درصد سطح زمین را آب تشکیل می‌دهد نه حجم آن.

گزینهٔ «۲»: برآوردها نشان می‌دهند که $۵\times۱۰^{۱۶}$ تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد که به کیلوگرم می‌شود $۵\times۱۰^{۱۹}\text{kg}$.

گزینهٔ «۴»: آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است نه ناهمگن.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۱۶**

الف) $ZnCO_3$ تعداد اتم = ۵، ۵ برابر الکترون مبادله شده در $LiOH$ (۱مول) / درست

ب) $Al_2(SO_4)_3$ تعداد اتم = ۱۷، ۱ برابر الکترون مبادله شده در $Ga_2(CO_3)_3$ (۶ مول) / نادرست

پ) $(NH_4)_2SO_4$ تعداد اتم = ۱۵، ۵ برابر الکترون مبادله شده در $AlPO_4$ (۳ مول) / درست

ت) $Mg(NO_3)_2$ تعداد اتم = ۹، ۳ برابر الکترون مبادله شده در $(NH_4)_3PO_4$ (۳ مول) / درست

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۱۷**

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ «۱»: اگر کرهٔ زمین را مسطح در نظر بگیریم آب، همه سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند.

گزینهٔ «۲»: حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است.

گزینهٔ «۴»:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^{۶}\Rightarrow ۱۱۲=\frac{xg}{۴\times۱۰^{۳}g}\times۱۰^{۶}\rightarrow x=۴۴۸\times۱۰^{-۳}g$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۱۸**

عبارت اول نادرست: جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است پس باید به مقدار وارد شده از مواد گوناگون، همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند.

عبارت دوم نادرست: اجزای سازندهٔ ۴ بخش کره از لحاظ شکل فیزیکی و نوع اجزای سازنده با هم فرق دارند، مثلاً آب‌کره از مولکول‌های کوچک آب و یون‌ها و ... و سنگ‌کره از مواد جامد مانند ماسه و نمک‌ها و ... تشکیل شده است.

عبارت سوم درست: زیرا یون کلرید بیشترین مقدار را در بین یون‌های موجود در آب دریا دارد.

عبارت چهارم درست: تجزیهٔ لاشهٔ جانوران و گیاهان و تولید ترکیبات کربن‌دار مثل $CO_2$ حاصل از تنفس جزء واکنش‌های شیمیایی است.

عبارت پنجم نادرست: منابع اقیانوسی ۹۷/۲ درصد است پس ۲/۸% منابع غیراقیانوسی است که بخش عمدهٔ آن در کوه‌های یخ است.

۳ مورد نادرست است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۱۹** ابتدا حجم مخزن را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم مخزن} = ۲۰\text{cm} \times ۳۰\text{cm} \times ۴۰\text{cm} = ۲۴۰۰۰\text{cm}^۳$$

از آنجا که یک سوم حجم این مخزن از آب پر شده در نتیجه $۸۰۰۰\text{cm}^۳$ آب در این مخزن است که با توجه به چگالی آب برحسب گرم خواهد شد:

$$۸۰۰۰\text{cm}^۳\,H_۲O \times \frac{۱\text{g}\,H_۲O}{۱\text{cm}^۳\,H_۲O} = ۸۰۰۰\text{g}\,H_۲O$$

جرم کاتیون (یون آمونیوم) موجود در این محلول برابر است با:

$$۳۹۶\text{g}\,(NH_۴)_۲SO_۴ \times \frac{۱\text{mol}\,(NH_۴)_۲SO_۴}{۱۳۲\text{g}\,(NH_۴)_۲SO_۴} \times \frac{۲\text{mol}\,NH_۴^+}{۱\text{mol}\,(NH_۴)_۲SO_۴} \times \frac{۱۸\text{g}\,NH_۴^+}{۱\text{mol}\,NH_۴^+} = ۱۰۸\text{g}\,NH_۴^+$$

بنابراین غلظت یون آمونیوم برحسب **ppm** برابر خواهد شد:

$$\text{ppm}_{NH_۴^+} = \frac{۱۰۸}{۸\times۱۰^۳} \times ۱۰^۶ = ۱۳۵۰۰ = ۱/۳۵ \times ۱۰^۴$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۲۰** ابتدا جرم محلول را بدست آوریم:

$$d_{\text{محلول}} = \frac{m(g)}{V(mL)} \Rightarrow ۱/۴ = \frac{m}{۵۰۰\text{mL}} \Rightarrow m = ۷۰۰\text{g}$$

معادله تفکیک سدیم کربنات در آب به صورت زیر است:

$$Na_۲CO_۳(s) \xrightarrow{\text{آب}} ۲Na^+(aq) + CO_۳^{۲-}(aq)$$

اگر x مول $Na_۲CO_۳$ داشته باشیم، ۲x مول $Na^+$ (معادل با ۴۶x گرم) و x مول $CO_۳^{۲-}$ (معادل با ۶۰x گرم) خواهیم داشت. اکنون می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{ppm}_{CO_۳^{۲-}} = \dfrac{\text{جرم } CO_۳^{۲-}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \dfrac{۶۰x}{۷۰۰} \times ۱۰^۶ \\ \text{ppm}_{Na^+} = \dfrac{\text{جرم } Na^+}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \dfrac{۴۶x}{۷۰۰} \times ۱۰^۶ \end{cases}$$

با فاکتورگیری می‌توان اختلاف غلظت دو یون را محاسبه کرد:

$$\text{ppm}_{CO_۳^{۲-}} - \text{ppm}_{Na^+} = ۵۰۰۰ \Rightarrow (۶۰x - ۴۶x) \times \frac{۱۰^۶}{۷۰۰} = ۵۰۰۰ \Rightarrow ۱۴x = ۳/۵ \Rightarrow x = ۰/۲۵\,\text{mol}$$

جرم $Na_۲CO_۳$ برابر است با:

$$۰/۲۵\,\text{mol}\,Na_۲CO_۳ \times \frac{۱۰۶\,\text{g}\,Na_۲CO_۳}{۱\,\text{mol}\,Na_۲CO_۳} = ۲۶/۵\,\text{g}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۱** **نکته:** مول الکترون مبادله شده بین عناصر سازنده یک ترکیب یونی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{زیروند آنیون} \times |\text{بار آنیون}| \quad \text{یا} \quad \text{زیروند کاتیون} \times \text{بار کاتیون} = \text{مول الکترون مبادله شده}$$

مطابق معادله مقابل می‌توان نوشت:

$$1ZnBr_2 \rightarrow 1Zn^{2+} + 2Br^- \Rightarrow 2e^-$$

**روش اول)** استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{ZnBr_2}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{e^-}} \Rightarrow \frac{58/5}{1 \times 225} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 0/52\,mol$$

**روش دوم)** استفاده از ضریب تبدیل:

$$58/5\,g\ ZnBr_2 \times \frac{1\,mol\ ZnBr_2}{225\,g\ ZnBr_2} \times \frac{2\,mol\ e^-}{1\,mol\ ZnBr_2} = 0/52\,mol$$

مطابق معادله $2Br^- \sim 2e^-$ می‌توان گفت که مقدار $Br^-$ نیز برابر ۰/۵۲ مول است و داریم:

$$M_{Br^-} = \frac{mol_{Br^-}}{V(L)} \Rightarrow M_{Br^-} = \frac{0/52\,mol}{0/5\,L} = 1/04\,mol.L^{-1}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۲۲** چون درصد جرمی این ۲ محلول برابر است، پس با توجه به مقدار منیزیم سولفات، درصد جرمی آن را تعیین می‌کنیم:

$$a_{MgSO_4} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{3}{47+3} \times 100 = 6\%$$

جرم $Li_2SO_4$ در محلول آن برابر است با:

$$a_{Li_2SO_4} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \rightarrow 6 = \frac{x}{200} \times 100 \rightarrow x = 12\,g\,Li_2SO_4$$

جرم آب در محلول لیتیم سولفات را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم آب} = \text{جرم محلول} - \text{جرم حل‌شونده} = 200 - 12 = 188\,g$$

حال در هر دو محلول مقدار جرم $SO_4^{2-}$ را بدست می‌آوریم:

$$\text{در محلول } MgSO_4 : 3\,g\,MgSO_4 \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{120\,g\,MgSO_4} \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,MgSO_4} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} = 2/4\,g$$

$$\text{در محلول } Li_2SO_4 : 12\,g\,Li_2SO_4 \times \frac{1\,mol\,Li_2SO_4}{110\,g\,Li_2SO_4} \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,Li_2SO_4} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} \simeq 10/4\,g$$

غلظت ppm یون سولفات برابر است با:

$$ppm_{SO_4^{2-}} = \frac{\text{جرم } SO_4^{2-} \text{ در مخلوط نهایی}}{\text{جرم دو محلول}} \times 10^6 = \frac{2/4 + 10/4}{200 + 50} \times 10^6 = 5/12 \times 10^4\,ppm$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

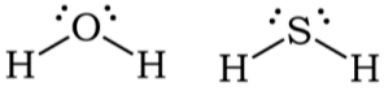


SanjeshCloud

**۴۲۳** عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند.

**بررسی همه موارد:**

- $H_2O$ و $H_2S$ همانند $NH_3$ (ترکیب هیدروژن‌دار عضو اول گروه ۱۵) قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- $H_2O$ (ترکیب سبک‌تر) در دمای اتاق، مایع و $H_2S$ (ترکیب سنگین‌تر) در دمای اتاق به حالت گاز است.
- $H_2S$ برخلاف $H_2O$ فاقد پیوند هیدروژنی است و نقطهٔ جوش آن، $-60^\circ C$ (کمتر از $0^\circ C$) است. نقطه جوش آمونیاک نیز برابر $-33^\circ C$ است.
- با توجه به ساختارهای لوییس زیر، هر دو ترکیب قطبی و خمیده ( V شکل) هستند. در هر دو ترکیب نیز، ۲ جفت الکترون پیوندی و ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۲۴** نمودار داده شده در سؤال، انحلال‌پذیری ترکیب‌ها را در ۱۰۰ گرم آب در دماهای مختلف نشان می‌دهد. برای تعیین ترکیب یونی گفته شده ابتدا انحلال‌پذیری آن را در ۱۰۰ گرم آب به‌دست می‌آوریم:

$$100\,g\,H_2O \times \frac{22/5\,g\,\text{نمک}}{75\,g\,H_2O} = 30\,g \quad \text{نمک}$$

با توجّه به نمودار، انحلال‌پذیری $Li_2SO_4$ در دمای $40^\circ C$ برابر ۳۰ گرم است.

جرم محلول ایجاد شده برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 75 + 22/5 = 97/5\,g$$

غلظت مولی یون‌ها در محلول $Li_2SO_4$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{محلول L}} \Rightarrow \frac{22/5\,g\,Li_2SO_4 \times \frac{1\,mol\,Li_2SO_4}{110\,g\,Li_2SO_4} \times \frac{3\,mol\,\text{یون}}{1\,mol\,Li_2SO_4}}{97/5\,g\,\text{محلول} \times \frac{1\,mL}{1/1\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,L}{10^3\,mL}} \simeq 6/93\,mol\cdot L^{-1}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۵** ابتدا جرم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$d_{\text{محلول}} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{m}{۶۰۰} \Rightarrow m = ۷۲۰g$$

می‌دانیم که جرم محلول از مجموع جرم حلال و حل‌شونده حاصل می‌شود. اگر جرم حل‌شونده را با $x$ و جرم محلول را با $y$ نشان دهیم، با توجّه به اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} x + y = ۷۲۰ \\ \frac{x}{y} = ۰/۴۴ \end{cases} \Rightarrow y = ۵۰۰g \, , \, x = ۲۲۰g$$

جرم یون لیتیم در محلول برابر است با:

$$?g\,Li^+ = ۲۲۰g\,Li_۲SO_۴ \times \frac{۱mol\,Li_۲SO_۴}{۱۱۰g\,Li_۲SO_۴} \times \frac{۲mol\,Li^+}{۱mol\,Li_۲SO_۴} \times \frac{۷g\,Li^+}{۱mol\,Li^+} = ۲۸g$$

غلظت ppm یون $Li^+$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$ppm_{Li^+} = \frac{\text{جرم } Li^+}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۲۸}{۷۲۰} \times ۱۰^۶ \simeq ۳۸۸۰۰$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۲۶** ابتدا انحلال‌پذیری نمک A در دو دمای ذکر شده را محاسبه می‌کنیم:

$$۵۰°C \Rightarrow S = (۰/۸ \times ۵۰) + ۲۰ = ۶۰g$$

$$۳۰°C \Rightarrow S = (۰/۸ \times ۳۰) + ۲۰ = ۴۴g$$

جرم رسوب حاصل از فرآیند سرد کردن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم رسوب} = \frac{(S_۱ - S_۲) \times \text{جرم محلول}}{S_۱ + ۱۰۰} = \frac{(۶۰ - ۴۴) \times ۲۴۰}{۱۶۰} = ۲۴g$$

انحلال‌پذیری نمک در دمای ۲۵°C برابر است با:

$$۲۵°C \Rightarrow S = (۰/۸ \times ۲۵) + ۲۰ = ۴۰g$$

اکنون داریم:

$$\frac{۱۰۰g\,H_۲O \mid ۴۰g\,A}{x \mid ۲۴g\,A} \Rightarrow x = \frac{۲۴ \times ۱۰۰}{۴۰} = ۶۰g\,H_۲O$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۷** عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست‌اند.

**بررسی همه موارد:**

الف) در فشار ۲atm، $\frac{S_A}{S_B}$ برابر ۳ شده است. اگر فشار به ۶atm برسد (سه برابر شود)، انحلال‌پذیری هر کدام از گازها نیز، سه برابر شده و نسبت بدست آمده با نسبت اولیه برابر خواهد بود:

$$۶\,atm \Rightarrow \frac{S_A}{S_B} = ۳ \times \frac{۳}{۳} = ۳$$

ب) انحلال‌پذیری NO در آب کمتر از $CO_2$ بوده و در مولکول آن مطابق ساختار زیر، یک الکترون جفت نشده وجود دارد:

$$:\dot{N}=\ddot{O}:$$

پ) در دمای یکسان، انحلال‌پذیری گاز $O_2$ از گاز $N_2$ بیشتر است. با افزایش دمای محلول حاوی $O_2$، انحلال‌پذیری آن کاهش می‌یابد، بنابراین در بین دو محلول مورد نظر، دمای محلول حاوی $O_2$ از محلول دیگر بالاتر است.

ت) آرایش الکترونی یون کلرید به‌صورت زیر است:

$$_{۱۷}Cl^- : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶$$

در لایه سوم الکترونی آن $(n = ۳)$، ۸ الکترون وجود دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۲۸** ابتدا باید توجّه داشته باشیم که دستگاه قند خون، میزان میلی گرم‌های گلوکز در هر دسی‌لیتر خون را نشان می‌دهد. امّا براساس جدول داده شده، رابطهٔ وضعیت دیابت فرد با mmol های گلوکز در هر لیتر خون فرد آورده شده است، پس ابتدا اعداد داده شده در گزینه‌ها را به واحد $\frac{mmol}{L}$ تبدیل می‌کنیم. اگر عدد حاصل بین ۸/۸۸ و ۷/۷۸ قرار گرفت، فرد در وضعیّت پیش‌دیابتی قرار دارد.

۱) $\frac{۱۳۹\,mg\ \text{گلوکز}}{۱dL} \times \frac{۱\,mmol\ \text{گلوکز}}{۱۸۰\,mg} \times \frac{۱۰\,dL}{۱L} \simeq ۷/۷۲ \frac{mmol}{L} \Rightarrow$ نرمال

۲) $\frac{۱۶۵\,mg\ \text{گلوکز}}{۱dL} \times \frac{۱\,mmol\ \text{گلوکز}}{۱۸۰\,mg} \times \frac{۱۰\,dL}{۱L} \simeq ۹/۱۶ \frac{mmol}{L} \Rightarrow$ دیابت

۳) $\frac{۱۵۰\,mg\ \text{گلوکز}}{۱dL} \times \frac{۱\,mmol\ \text{گلوکز}}{۱۸۰\,mg\ \text{گلوکز}} \times \frac{۱۰\,dL}{۱L} \simeq ۸/۳۳ \frac{mmol}{L} \Rightarrow$ پیش‌دیابتی

۴) $\frac{۱۲۹\,mg\ \text{گلوکز}}{۱dL} \times \frac{۱\,mmol\ \text{گلوکز}}{۱۸۰\,mg\ \text{گلوکز}} \times \frac{۱۰\,dL}{۱L} \simeq ۷/۱۶ \frac{mmol}{L} \Rightarrow$ نرمال

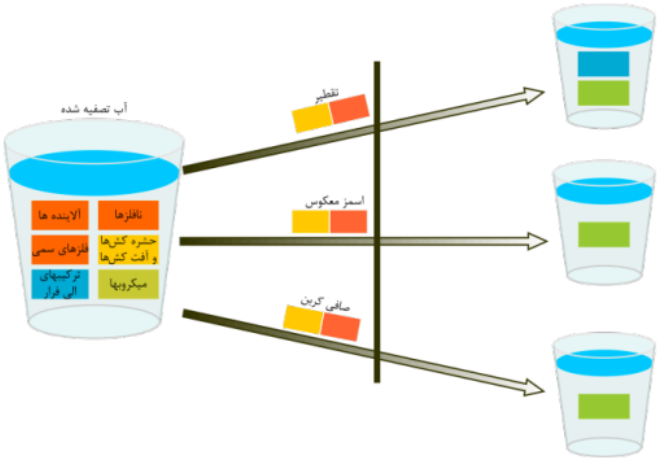
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۹** فقط عبارت چهارم درست است.

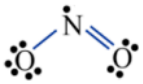
**بررسی همه موارد:**




- فرآیند تصفیه آب به روش تقطیر با انرژی خورشیدی انجام می‌گیرد و آب در دمای محیط به تدریج تبخیر می‌شود.
- مطابق شکل زیر، در هر سه روش، نافلزها از آب جدا می‌شوند:
- با کلرزنی می‌توان میکروب‌های باقی‌مانده در آب را از بین برد ولی در روش تقطیر، ترکیب‌های آلی فرار باقی می‌مانند، پس فقط کلرزنی کافی نیست.
- مطابق شکل فوق در هر سه روش، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و نافلزها از آب جدا می‌شوند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۳۰** اگر اتم X، معادل با N باشد، $NO_2$ یک ترکیب قطبی است و مطابق ساختار زیر، اتم N به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسد:



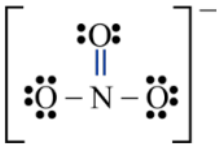
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) از عنصر کربن به عنوان سنجه برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها استفاده می‌شود. اما می‌دانیم که $XO_2$ یا به عبارتی $CO_2$، یک ترکیب ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

۲) اگر عنصر X، معادل با گوگرد (S) باشد، مولکول $SO_3$ ناقطبی خواهد بود. نقطه جوش $H_2S$ از نقطه جوش HF به‌یقین کمتر است. در بین مولکول‌های HF، پیوند هیدروژنی برقرار بوده و نقطه جوش آن ۱۹°C است. در حالیکه در بین مولکول‌های $H_2S$، جاذبه واندروالس وجود داشته و نقطه جوش آن ۶۰°C− است.

دقت کنید در این عبارت چون مولکول $XO_3$ داریم، X نمی‌تواند اتم N باشد، چون مولکول $NO_3$ نداریم.

۳) فرآورده فرآیند هابر، $NH_3$ است، بنابراین Y معادل با N است. ساختار لوویس یون نیترات $(NO_3^-)$ به‌صورت



روبه‌رو بوده و دارای ۴ پیوند اشتراکی است:

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۱** عبارت‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

**بررسی همه عبارت‌ها:**

الف) با ریختن نمک‌ها در آب، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد، ولی مشکل این‌جا است که $AgCl$، یک ترکیب نامحلول در آب بوده و به مقدار بسیار کمی در آب حل می‌شود، در نتیجه تغییر چشمگیری در انحلال‌پذیری گاز در آب نخواهیم داشت.

ب) میلهٔ شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، امّا بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند. بنابراین جهت‌گیری مولکول‌های آب تغییر می‌کند.

پ) در محلول‌هایی که حلال و حل‌شونده مایع هستند، هر جزئی که مول بیشتری داشته باشد، حلال است:

$$۱۸\,g\,H_۲O \times \frac{۱\,mol\,H_۲O}{۱۸\,g\,H_۲O} = ۱\,mol \quad , \quad ۶۹\,g\,C_۲H_۵OH \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۵OH}{۴۶\,g\,C_۲H_۵OH} = ۱/۵\,mol$$

بنابراین اتانول، حلال بوده و محلول غیرآبی است. اما این دو ماده، محلول در هم هستند و ویژگی ذکر شده برقرار است.

**نکته:** شرط انحلال دو ماده در هم:

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص $(B)$ و حل‌شوندهٔ خالص $(A)$) $>$ (جاذبه‌های حل‌شونده $(A)$ با حلال $(B)$ در محلول)

$$A\cdots B > \frac{A\cdots A + B\cdots B}{۲}$$

ت) بین یون‌های $Cl^-$ نمک و سر مثبت مولکول‌های آب $(H)$، جاذبه یون ـ دو قطبی برقرار است. $H_۲$ و $F_۲$، هر دو ناقطبی هستند. از آن‌جا که جرم مولی $F_۲$ بیشتر است، نقطه جوش بیشتری نسبت به $H_۲$ دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۳۲** لیتیم فسفات مطابق واکنش زیر به یون‌های فسفات و لیتیم تفکیک می‌شود:

$$Li_۳PO_۴ \rightarrow ۳\,Li^+ + PO_۴^{۳-}$$

در ظرف ۱ و ۲، جرم یون لیتیم را می‌توان به‌دست آورد:

$$\text{(۱) ظرف : } ۵/۸\,Li_۳PO_۴ \times \frac{۱\,mol\,Li_۳PO_۴}{۱۱۶\,g\,Li_۳PO_۴} \times \frac{۳\,mol\,Li^+}{۱\,mol\,Li_۳PO_۴} \times \frac{۷\,g\,Li^+}{۱\,mol\,Li^+} = ۱/۰۵\,g$$

$$\text{(۲) ظرف : } ۴/۶۴\,Li_۳PO_۴ \times \frac{۱\,mol\,Li_۳PO_۴}{۱۱۶\,g\,Li_۳PO_۴} \times \frac{۳\,mol\,Li^+}{۱\,mol\,Li_۳PO_۴} \times \frac{۷\,g\,Li^+}{۱\,mol\,Li^+} = ۰/۸۴\,g$$

جرم یون $Li^+$ در محلول حاصل برابر $۱/۸۹ = ۱/۰۵ + ۰/۸۴$ گرم است.

با توجّه به ppm یون $Li^+$ می‌توان جرم محلول نهایی را محاسبه کرد:

$$ppm_{Li^+} = \frac{\text{جرم Li}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۷۵۶ = \frac{۱/۸۹\,g\,Li^+}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow \text{جرم محلول} = ۲۵۰۰\,g$$

جرم ظرف (۱) برابر ۵/۸ گرم بوده و می‌توان جرم محلول ظرف (۲) را محاسبه کرد:

$$d_{\text{محلول}} = \frac{m_{\text{محلول}}}{V_{\text{محلول}}} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{m}{۲۵۰} \Rightarrow m = ۳۰۰\,g$$

جرم آب اضافه شده به مخلوط دو ظرف برابر است با:

$$\text{جرم آب اضافه شده} = \text{جرم کل} - \text{مجموع جرم ظرف(۲,۱)} = ۲۵۰۰ - (۳۰۰ + ۵/۸) = ۲۱۹۴/۲\,g$$

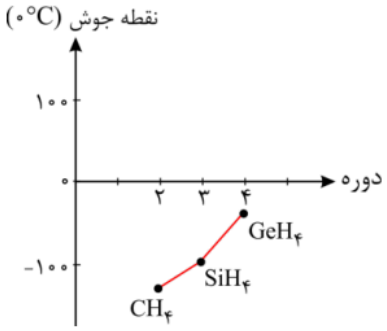
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



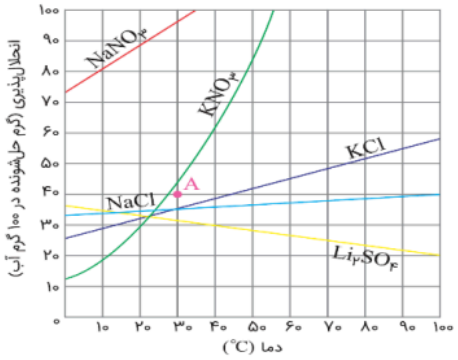
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۳** فقط مورد دوم درست است.

**بررسی همه عبارت‌ها:**




- ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۴ به ترتیب به‌صورت $CH_4$، $SiH_4$، $GeH_4$ هستند. نیروی بین مولکولی بین هر یک از این مولکول‌های ناقطبی، از نوع واندروالس است. مطابق نمودار مقابل، $GeH_4$ به دلیل جرم مولی بیشتر، نقطه جوش بیشتری دارد.
- سر منفی مولکول‌های آب را اتم O و سر مثبت آن را اتم‌های H تشکیل می‌دهد. اتم‌های H (سر مثبت مولکول) به سمت قطب منفی میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.




- دو مولکول هیدروژن سولفید ($H_2S$) و اتانول ($C_2H_5OH$)، هر دو قطبی هستند و مقدار گشتاور دوقطبی در آن‌ها بیشتر از صفر است. نیروی بین مولکولی $H_2S$ از نوع واندروالس بوده و نیروی بین مولکولی غالب در بین مولکول‌های اتانول از نوع پیوند هیدروژنی است.
- مطابق نمودار مقابل، انحلال‌پذیری $KNO_3$ در دمای ۰°C کمتر از سایر نمک‌ها است.

انحلال‌پذیری در دمای ۰°C : $NaNO_3 > Li_2SO_4 > NaCl > KCl > KNO_3$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۳۴** ۰/۲ لیتر محلول HCl (با چگالی $1\,g\cdot ml^{-1}$) برابر ۲۰۰ گرم است. ابتدا جرم HCl در محلول آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی HCl} = \frac{\text{جرم HCl}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 36/5 = \frac{x}{200} \times 100 \Rightarrow x = 73\,g$$

جرم $NaHCO_3$ مصرف شده برابر است با:

$$\frac{\underbrace{\text{جرم}}_{\text{HCl}}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{\text{HCl}}} = \frac{\underbrace{\text{جرم}}_{NaHCO_3}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NaHCO_3}} \Rightarrow \frac{73}{1 \times 36/5} = \frac{x}{1 \times 84} \Rightarrow x = 168\,g$$

با توجّه به مقدار انحلال‌پذیری می‌توان نوشت:

$$\frac{100\,g\,H_2O}{x} \left| \frac{20\,g\,NaHCO_3}{168\,g\,NaHCO_3} \right. \Rightarrow x = \frac{168 \times 100}{20} = 840$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۵** فقط عبارت سوم درست است.

**بررسی همه عبارت‌ها:**

- مطابق جدول، در هر دمایی انحلال‌پذیری گاز $CO_2$ از انحلال‌پذیری گاز $Cl_2$ کمتر است. به عبارتی عرض از مبدأ و شیب نمودار $S-\theta$ برای $Cl_2$ بیشتر است.

- در دمای $50^\circ C$ باید ۰/۰۷۶ گرم گاز $CO_2$ در ۱۰۰ گرم آب حل شود تا محلول سیرشده به‌دست آید که ۰/۰۷۲ گرم کمتر از این مقدار است، پس محلول سیرنشده است.

- در دمای $40^\circ C$، باید ۰/۲۴ گرم گاز $H_2S$ (گاز قطبی) در ۱۰۰ گرم آب حل شود تا محلول سیرشده به‌دست آید. ۰/۱۳ گرم در ۵۰ گرم آب یعنی ۰/۲۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب، این مقدار از ۰/۲۴ گرم بیشتر است، پس محلول فراسیرشده است.

- ۰/۷۳ گرم از گاز $Cl_2$ در ۱۰۰ گرم آب در دمای $20^\circ C$ محلول سیرشده تشکیل می‌دهد و در دمای پایین‌تر از $20^\circ C$، انحلال‌پذیری این گاز بیش از ۰/۷۳ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۳۶** مطابق اطلاعات سؤال، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار $4/5\,atm$ و دمای $20^\circ C$ برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین اگر بخواهیم ۰/۰۵ گرم گاز اکسیژن را در یک کیلوگرم آب حل کنیم، به معنی این است که انحلال‌پذیری گاز $O_2$ باید ۰/۰۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد.

با n برابر شدن فشار گاز در دمای ثابت، انحلال‌پذیری گاز $O_2$ در آب نیز n برابر می‌شود.

| فشار (atm) | انحلال‌پذیری (g) |
|---|---|
| $4/5\,atm$ | ۰/۰۲g |
| x | ۰/۰۰۵g |

$$\Rightarrow x = 1/125$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۳۷** به دلیل اینکه گاز NO قطبی و گاز $O_2$ ناقطبی است و جرم مولی آن‌ها نزدیک به هم است، مقدار انحلال‌پذیری گاز NO، بیشتر از انحلال‌پذیری گاز $O_2$ در آب است. بر این اساس، شیب منحنی متعلق به گاز NO در نمودار انحلال‌پذیری-فشار بیشتر است (منحنی آبی رنگ)! با توجه به رابطه غلظت مولی گاز NO در ۱۰۰ گرم آب (۰/۱ لیتر) می‌توان نوشت:

$$M_{NO} = \frac{n}{V(L)} \Rightarrow 0/02 = \frac{x}{0/1} \Rightarrow x = 0/002\,mol \xrightarrow{\text{تبدیل به جرم}} 0/002\,mol\,NO \times \frac{30\,g\,NO}{1\,mol\,NO} = 0/06\,g$$

در فشار $9\,atm$، انحلال‌پذیری گاز NO برابر با ۰/۰۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در این فشار، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن طبق نمودار برابر با ۰/۰۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در ۱۰۰ گرم آب، ۰/۰۴ گرم گاز اکسیژن حل شده است؛ درنتیجه در ۲ کیلوگرم آب (۲۰۰۰ گرم آب)، ۰/۸ گرم اکسیژن حل می‌شود. حجم گاز اکسیژن در شرایط سؤال برابر است با:

$$?L\,O_2 = 0/8\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 0/56\,L$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۸** ابتدا غلظت مولی حل‌شونده و مول آن را در ستون‌های A و B به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازوی A}: M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 11/7 \times 1}{58/5} = 2\,mol \cdot L^{-1}$$

$$M = \frac{n}{V(L)} \Rightarrow n = M \cdot V \rightarrow n = 2 \times 0/3 = 0/6\,mol\,NaCl$$

$$\text{بازوی B}: 11/7\,g\,NaCl \times \frac{1\,mol\,NaCl}{58/5\,g\,NaCl} = 0/2\,mol\,NaCl$$

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0/2\,mol}{0/5\,L} = 0/4\,mol \cdot L^{-1}$$

بنابراین ستون A، ستون غلیظ است و مولکول‌های آب از ستون B به ستون A حرکت می‌کنند. زمانی فرآیند اسمز به تعادل می‌رسد که غلظت مولی حل‌شونده در دو بازو برابر باشد. اگر حجم آب انتقال یافته را x میلی‌متر در نظر بگیریم، داریم:

$$M_A = M_B \Rightarrow \frac{0/6}{300+x} = \frac{0/2}{500-x} \Rightarrow 1500-3x = 300+x \Rightarrow 4x = 1200 \Rightarrow x = 300\,mL$$

در هر دقیقه، ۵mL آب منتقل می‌شود، بنابراین داریم:

$$\frac{5\,ml\,H_2O \mid 1\,min}{300\,ml\,H_2O \mid ?} \Rightarrow ? = 60\,min$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۳۹** عبارت‌های (الف) و (پ) درست‌اند.

**بررسی همه موارد:**

الف) در بین مولکول‌های هر سه ماده، پیوند هیدروژنی وجود دارد و در ساختار دو مورد از آنها یعنی $H_2O$ و $NH_3$، اتم مرکزی دارای الکترون ناپیوندی است. دقت کنید که HF، دو اتمی بوده و فاقد اتم مرکزی است.

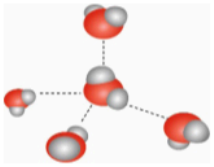
پ) نقطه جوش HF به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، بالا بوده و برابر ۱۹°C است. اما نقطه جوش $AsH_3$، منفی است.

| ترکیب مولکولی | جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$) | نقطهٔ جوش (°C) |
|---|---|---|
| HF | ۲۰ | ۱۹ |
| HCl | ۳۶/۵ | -۸۵ |
| HBr | ۸۱ | -۶۷ |

| ترکیب مولکولی | جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$) | نقطهٔ جوش (°C) |
|---|---|---|
| $NH_3$ | ۱۷ | -۳۳/۵ |
| $PH_3$ | ۳۴ | -۸۷/۵ |
| $AsH_3$ | ۷۸ | -۶۲/۵ |

پ) مقایسه نقطه جوش این مواد به‌صورت مقابل است:

$$H_2O\ (100°C) > HF\ (19°C) > NH_3\ (-33/5°C)$$



همان‌طور که مشخص است، نقطه جوش $NH_3$ کمتر از سایر مولکول‌ها است؛ درنتیجه با گرما دادن به مخلوط مایع آنها، ابتدا $NH_3$ بخار می‌شود.

ت) هر مولکول آب، می‌تواند با ۴ مولکول آب دیگر پیوند هیدروژنی داشته باشد:

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۰** ابتدا جرم گاز اکسیژن در فشار ۵ اتمسفر را در ۴ کیلوگرم آب حساب می‌کنیم:

$$?gO_2 = 4000gH_2O \times \frac{0/025gO_2}{100gH_2O} = 1gO_2$$

اکنون غلظت ppm گاز $O_2$ را حساب می‌کنیم:

$$ppm_{O_2} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{1}{4000} \times 10^6 = 250ppm$$

با کاهش فشار تا ۲ اتمسفر، ۰/۰۱۵ گرم گاز اکسیژن به‌ازای هر ۱۰۰ گرم محلول از آن خارج می‌شود:

$$?gO_2 \text{ خارج‌شده} = 4000gH_2O \times \frac{0/015gO_2}{100gH_2O} = 0/6gO_2$$

اکنون می‌توان حجم گاز $O_2$ خارج شده را محاسبه کرد:

$$?LO_2 = 0/6gO_2 \times \frac{1molO_2}{32gO_2} \times \frac{28LO_2}{1molO_2} \times \frac{1000mL\ O_2}{1L\ O_2} = 525\ mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۴۱** **نکته:** همواره انحلال‌پذیری گازهای قطبی بیشتر از گازهای ناقطبی نیست!

با این که گاز $CO_2$ از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است، اما در فشار ۱atm و در هر دمایی انحلال‌پذیری آن نسبت به گاز NO که دارای مولکول‌های قطبی است، بیشتر بوده و دلیل آن واکنش $CO_2$ با آب می‌باشد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) ید و هگزان هر دو ناقطبی هستند و به راحتی در هم حل می‌شوند. آب و استون نیز هر دو قطبی هستند و به راحتی در هم حل می‌شوند. (شبیه، شبیه را حل می‌کند.)

۲) در بین مولکول‌های استون برخلاف اتانول، پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

۴) گشتاور دوقطبی آب مقداری قابل توجه و گشتاور دوقطبی هگزان در حدود صفر است.

در مخلوط ناهمگن آب و هگزان، هگزان روی آب قرار گرفته و چگالی کمتری دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۴۲** فقط عبارت دوم درست است.

**بررسی همه موارد:**

- با توجه به گشتاور دوقطبی ماده B، این ماده قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. اما با توجه به نقطه جوش آن که حدود ۲۵۰ کلوین (یا $-23°C$) است، این ماده نمی‌تواند اتانول باشد. نقطه جوش اتانول، $78°C$ است.
- در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند کندوی زنبور عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بعد گسترش یافته است.
- لزوماً به این شکل نیست. برای مثال $CH_3Cl$ یک مولکول قطبی است و اتم مرکزی آن یعنی C، فاقد الکترون ناپیوندی است.
- ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با این که گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۳** چون در دمای $۱۰^\circ C$، در ۵۰ گرم آب، ۲۲/۵ گرم نمک Y وجود دارد، پس در ۱۰۰ گرم آب در این دما، ۴۵ گرم نمک Y موجود است، بنابراین داریم:

$$۴۵ = a \times ۱۰ + ۴۰ \Rightarrow a = ۰/۵ \Rightarrow S_Y = ۰/۵\theta + ۴۰$$

با توجه به این که در دمای $۰^\circ C$، $\frac{S_Y}{S_X}$ برابر ۲ است، پس عرض از مبدأ برای معادله انحلال‌پذیری نمک x برابر ۲۰ است و معادله آن به‌صورت $S_X = a\theta + ۲۰$ خواهد بود. در دمای $۴۰^\circ C$، انحلال‌پذیری نمک Y برابر است با:

$$S_Y = ۰/۵ \times ۴۰ + ۴۰ = ۶۰g$$

طبق فرض سؤال در جدول داریم:

$$\theta = ۴۰^\circ C \Rightarrow \frac{S_Y}{S_X} = ۱/۸۷۵ \Rightarrow \frac{۶۰}{S_X} = ۱/۸۷۵ \Rightarrow S_X = ۳۲g$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{برای نمک X} \Rightarrow ۳۲ = ۴۰ \times a + ۲۰ \Rightarrow a = ۰/۳ \Rightarrow S_X = ۰/۳\theta + ۲۰$$

انحلال‌پذیری این نمک در دمای $۵۵^\circ C$ برابر است با:

$$S_X = (۰/۳ \times ۵۵) + ۲۰ = ۳۶/۵g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۴۴** واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$۳CaCl_۲(aq) + ۲Na_۳PO_۴(aq) \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲(s) + ۶NaCl(aq)$$

جرم یون کلرید مصرف شده در واکنش برابر است با:

$$\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Cl^-}} = \frac{\text{غلظت مولار} \times \text{لیتر محلول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{Na_۳PO_۴}} \Rightarrow \frac{x}{۶ \times ۳۵/۵} = \frac{۵ \times ۰/۳}{۲} \Rightarrow x = ۱۵۹/۷۵g$$

جرم محلول اوّلیه کلسیم کلرید برابر است با:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱/۴۲ = \frac{m}{۲۵۰۰۰} \Rightarrow m = ۳۵۵۰۰g$$

اکنون غلظت ppm یون کلرید را محاسبه می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم یون کلرید}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ppm = \frac{۱۵۹/۷۵}{۳۵۵۰۰} \times ۱۰^۶ = ۴۵۰۰$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۵** ابتدا رابطه بین x و y را پیدا می‌کنیم:

$$۴۶\,g\,N_xO_y = ۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۳}\,O \times \frac{۱\,mol\,O}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,O} \times \frac{۱\,mol\,N_xO_y}{y\,mol\,O} \times \frac{(۱۴x+۱۶y)\,g\,N_xO_y}{۱\,mol\,N_xO_y} \Rightarrow y = ۲x$$

بر این اساس شمار اتم‌های اکسیژن در این مولکول، دو برابر شمار اتم‌های نیتروژن است و می‌تواند معادل با $N_۲O_۴$ باشد.

به نظر شما، این مولکول می‌تواند $NO_۲$ باشد؟

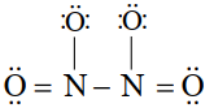
در اکسید قطبی گوگرد ($SO_۲$) نیز، شمار اتم‌های اکسیژن، دو برابر شمار اتم‌های گوگرد است.

**بررسی سایر موارد:**

۱) $N_۲O_۴$، گازی بی‌رنگ و $NO_۲$، قهوه‌ای رنگ است.

۲) به‌ازای هر مول $N_۲O_۴$، اختلاف شمار اتم‌های O و N برابر با $۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۳}$ است.

۳) در $N_۲O_۴$، ۷ جفت الکترون پیوندی موجود است:



(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۴۶** انحلال‌پذیری $KNO_۳$ در دمای ۴۵°C برابر با ۷۰ گرم است، یعنی در ۱۰۰ گرم آب در این دما، ۷۰ گرم پتاسیم نیترات حل می‌شود و ۱۷۰ گرم محلول سیرشده خواهیم داشت. کافیست بدانیم که در ۲۰۰ گرم محلول ۴۰ درصد جرمی آن، چند گرم حل‌شونده داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۴۰ = \frac{x}{۲۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۸۰\,g \Rightarrow \text{جرم آب} = ۱۲۰\,g$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\frac{۱۰۰\,g\,H_۲O \mid ۷۰\,g\,KNO_۳}{۱۲۰\,g\,H_۲O \mid x} \Rightarrow x = \frac{۱۲۰\times۷۰}{۱۰۰} = ۸۴\,g$$

بنابراین باید ۴ گرم $KNO_۳$ به محلول اوّلیه اضافه شود تا تبدیل به یک محلول سیرشده شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۴۷**

$$CaCl_۲(aq) \rightarrow Ca^{+}(aq) + ۲Cl^{-}(aq)$$

$$\Rightarrow \underbrace{\left[Ca^{۲+}\right] = ۰/۰۲\,m}_{\text{مولار } ۰/۰۲} \;,\; \underbrace{\left[Cl^{-}\right] = ۰/۰۴\,m}_{\text{غلظت کل یون‌ها}}$$

$$\frac{۰/۲\,L\times۰/۰۲\,m\,Cl^{-}}{۱} = \frac{x\,g\,AgNO_۳}{۱۷۰\times۲} \qquad x = ۱/۳۶\,g\,AgNO_۳$$

$$۰/۰۲\,m\,Ca^{۲+} = \frac{ppm\times۱/۲}{۴۰\times۱۰۰۰}$$

$$ppm\,Ca^{۲+} = ۶۶۶/۶$$

(ماروال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۸**

$$\frac{\text{۲۰ گرم محلول}}{\text{۵ گرم رسوب}}\ \frac{۱۰۰+S_{۵۰}}{S_{۵۰}-۵۰} \Rightarrow ۵۰۰+۵S_{۵۰}=۲۰S_{۵۰}-۱۰۰۰$$

$$۱۵۰۰=۱۵S_{۵۰}$$

$$S_{۵۰}=۱۰۰g$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۹** تنها مورد آخر نادرست است.

مورد اوّل: کلسیم سولفات مورد استفاده در گچ کم محلول امّا کلسیم فسفات نامحلول در آب است.

مورد دوم: طبق متن کتاب درسی صحیح است.

مورد سوم: طبق نمودار تغییرات انحلال‌پذیری با تغییر دما در کتاب درسی صحیح است.

مورد چهارم: هرچه تفاوت خصلت فلزی میان اتم‌های یک مولکول بیشتر باشد قطبیّت آن نیز بیشتر است با توجّه به موارد بیان شده هیدروژن در همهٔ آنها مشترک است پس با توجّه به اتم‌های دیگر می‌توان متوجّه شد که خصلت نافلزی اکسیژن از نیتروژن و نیتروژن از گوگرد بیشتر است پس برای قطبیّت نیز داریم: $H_۲O > NH_۳ > H_۲S$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۰** محلول سدیم فسفات در دمای $۲۰^\circ C$ سیرشده است. طبق نمودار در این دما، ۲۵ گرم نمک حل می‌شود و ۱۲۵ گرم محلول به‌دست می‌آید. پس در ۲۵۰ گرم محلول، ۵۰ گرم نمک و ۲۰۰ گرم آب وجود دارد. بر این اساس داریم:

$$?g\ \text{آب}: ۲۵۰g\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰g\ \text{آب}}{۱۲۵g\ \text{محلول}} = ۲۰۰g\ \text{آب}$$

اکنون مقدار نمک را در دمای $۱۰^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

$$?g\ \text{نمک}\ ۲۰۰g\ \text{آب} \times \frac{۱۵g\ \text{نمک}}{۱۰۰g\ \text{آب}} = ۳۰$$

در محلول نهایی ۳۰ گرم سدیم فسفات وجود دارد. واکنش سدیم فسفات و کلسیم کلرید به‌صورت زیر است:

$$۲Na_۳PO_۴(aq)+۳CaCl_۲(aq) \rightarrow ۶NaCl(aq)+۲Ca_۳(PO_۴)_۲(s)$$

با اضافه کردن کلسیم کلرید به محلول سدیم فسفات، یون‌های فسفات به‌صورت کلسیم فسفات رسوب می‌کنند. اکنون مقدار کلسیم کلرید موردنیاز برای واکنش با ۳۰ گرم سدیم فسفات را محاسبه می‌کنیم:

$$?gCaCl_۲ : ۳۰gNa_۳PO_۴ \times \frac{۱molNa_۳PO_۴}{۱۶۴gNa_۳PO_۴} \times \frac{۳molCaCl_۲}{۲molNa_۳PO_۴} \times \frac{۱۱۱gCaCl_۲}{۱molCaCl_۲} \simeq ۳۰/۴gCaCl_۲$$

پس تقریباً ۳۰/۴ گرم کلسیم کلرید نیاز داریم. حال باید ببینیم در چه مقدار محلول $۱۰^\circ C$ این نمک، ۳۰/۴ گرم نمک وجود دارد. با توجه به این‌که در این دما ۶۰ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و ۱۶۰ گرم محلول ایجاد می‌کند، می‌توان نوشت:

$$?g\ \text{محلول}: ۳۰/۴g\ \text{نمک} \times \frac{۱۶۰g\ \text{محلول}}{۶۰g\ \text{نمک}} = ۸۰/۸g\ \text{محلول}$$

بنابراین تقریباً به ۸۱ گرم محلول کلسیم کلرید در دمای $۱۰^\circ C$ نیاز است.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۴۵۱** در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، چگالی گازهای مختلف متناسب با جرم مولی آن گازهاست. در این رابطه داریم:

$$\text{جرم مولی گاز} = ۲۸$$

$$\frac{\text{چگالی گاز } X_۲}{\text{چگالی گاز } He} = \frac{\text{جرم مولی گاز } X_۲}{\text{جرم مولی گاز } He} \Rightarrow ۷ = \frac{\text{جرم مولی گاز } X_۲}{۴} \Rightarrow X_۲$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی عنصر } X = ۱۴ : g.mol^{-۱}$$

معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت $۲NaX_۳ \rightarrow ۲Na + ۳X_۲$ است، با توجه به معادلهٔ این واکنش شیمیایی جرم فلز سدیم تولید شده برابر است با:

$$?gNa : ۷۸gNaX_۳ \times \frac{۱molNaX_۳}{۶۵gNaX_۳} \times \frac{۲mol\,Na}{۲molNaX_۳} \times \frac{۲۳gNa}{۱molNa} = ۲۷/۶gNa$$

فلز سدیم بر اساس معادلهٔ $۲Na(s) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq) + H_۲(g)$ با آب واکنش می‌دهد. بر این اساس جرمی از آب که با ۱/۲ مول فلز سدیم به‌طور کامل واکنش می‌دهد را محاسبه می‌کنیم:

$$?gH_۲O : ۲۷/۶gNa \times \frac{۱molNa}{۲۳gNa} \times \frac{۲molH_۲O}{۲molNa} \times \frac{۱۸gH_۲O}{۱molH_۲O} = ۲۱/۶gH_۲O$$

چگالی آب برابر ۱ گرم بر میلی‌لیتر است. پس می‌توان گفت حجم ۲۱/۶ گرم آب برابر با ۲۱/۶ میلی‌لیتر است.

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۲** فرمول صابون مایع با توجّه به توضیحات صورت سؤال $C_{۱۷}H_{۳۱}COONH_۴$ است. مجموع غلظت مولی یون‌های $Mg^{۲+}$ و $Ca^{۲+}$ را پیدا می‌کنیم.

$$\text{(غلظت مولی) } M_{Mg^{۲+}} = \frac{۱۴۴}{۱۰۰۰ \times ۲۴} = ۶ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\text{غلظت مولی مجموع یون‌ها} = ۶ \times ۱۰^{-۳} + ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{L}$$

درصد صابون مصرف شده را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{۸۹۱ \times \frac{X}{۱۰۰}}{۲۹۷ \times ۲} = \frac{۱۰^{-۲} \times ۱۰۰}{۱}$$

$$\text{درصد صابون مصرف شده} = ۶۶/۷$$

$$\text{درصد صابونی که صرف چربی‌زدایی می‌شود} = ۱۰۰ - ۶۶/۷ = ۳۳/۳$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۳** $$۴NH_۳ + ۳O_۲ \rightarrow ۲N_۲ + ۶H_۲O$$

در ساختار $NH_۳$ (واکنش‌دهنده قطبی) یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

$$\frac{۴/۵۱۵ \times ۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۴} = \frac{x\,g\ O_۲}{۳۸ \times ۲} \Rightarrow x = ۱/۰۵g\ N_۲$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۵۴** قانون هنری ارتباط مستقیم انحلال‌پذیری گازها با فشار را بیان می‌کند.

انحلال‌پذیری گازها با میزان نمک محلول در آب، رابطه عکس دارد.

در ترکیب‌های هیدروژن‌دار هالوژن‌ها، دمای جوش به ترتیب $HF > HBr > HCl$ است.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۵**

$$\frac{۴۸۰}{۲۴} = \frac{x\ ppm\ Cl^-}{۲ \times ۳۵/۵} \Rightarrow x = ۱۴۲۰\ ppm$$

$$۱۴۲۰ = \frac{x'\ Cl^-\ \text{جرم}}{۲۰۰g\ \text{محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x' = ۲۸۴ \times ۱۰^{-۳}\ g\ Cl^-$$

$$۲۰۰ppm = \frac{۲۸۴ \times ۱۰^{-۳}\ g\ Cl^-}{۲۰۰ + x''g\ \text{آب}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x'' = ۱۲۲۰g\ H_۲O$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۶** به ازای مصرف هرمول $Fe_۲(SO_۴)_۳$ و $FeSO_۴$ به‌ترتیب ۲ مول و یک مول رسوب پدید می‌آید و از طرفی، ۳ مول و یک مول $SO_۴^{۲-}$ هم حاصل می‌شود. اگر مخلوط شامل x مول $Fe_۲(SO_۴)_۳$ و y مول $FeSO_۴$ باشد:

$$\begin{vmatrix} x + y = ۵ \\ ۲x + y = ۶ \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} x = ۱ \\ y = ۴ \end{vmatrix}$$

پس مخلوط شامل یک مول $Fe_۲(SO_۴)_۳$ و ۴ مول $FeSO_۴$ است.

$$\Rightarrow SO_۴^{۲-}\ \text{تعداد مول} = (۱ \times ۳) + (۴ \times ۱) = ۷ \Rightarrow [SO_۴^{۲-}] = \frac{۷mol}{۳/۵L} = ۲mol \cdot L^{-۱}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۷** هر پنج عبارت درست است.

**بررسی برخی از عبارت‌ها**

**عبارت پ** در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند کووالانسی و با دو اتم هیدروژن دیگر، پیوند هیدروژنی دارد.

**عبارت ث** $AgCl$ در آب نامحلول است، بنابراین. میانگین نیروی پیوند یونی در $AgCl$ و پیوند هیدروژنی در آب، در مقایسه با نیروی جاذبه یون- دوقطبی در محلول بیشتر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۸** در دمای $۶۰^\circ C$ انحلال‌پذیری پتاسیم دی کرومات، ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین:

$$\text{جرم آب در محلول} = ۴۲۰ \times \frac{۱۰۰}{۱۴۰} = ۳۰۰gH_۲O$$

حالا باید ببینیم در دمای $۹۰^\circ C$، چند گرم نمک می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود:

$$۳۰۰ \times \frac{۷۰}{۱۰۰} = ۲۱۰g(\text{نمک})$$

در دمای $۳۵^\circ C$ جرم نمکی را که می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود، حساب می‌کنیم:

$$۳۰۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۶۰g(\text{نمک})$$

پس جرم رسوب حاصل برابر است با:

$$۲۱۰ - ۶۰ = ۱۵۰g(\text{رسوب})$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۴۵۹**

$$PH=۱۲\rightarrow\left[OH^-\right]=۱۰^{-۲}\xrightarrow{\times ۲L}۲\times۱۰^{-۲}\,mol\,OH^-$$

$$۱/۲۴g\,Na_۲O\times\frac{۱mol}{۶۲g}\times\frac{۲mol\,OH^-}{۱mol}=۴\times۱۰^{-۲}\,mol\,OH^-$$

$$OH^-\text{ مول کل}:۶\times۱۰^{-۲}\,mol\,OH^-\xrightarrow{\times ۱۷g}\text{گرم }OH^-=۱/۰۲g$$

$$ppm\,OH^-=\frac{۱/۰۲\times۱۰^{۳}\,mg}{۲kg}=۵۱۰ppm$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۰** فقط عبارت «ب» درست است.

**عبارت «آ»** حل شونده‌ها متفاوت هستند و بدون جرم مولی و چگالی محلول‌ها نمی‌توان درصد جرمی آنها را مقایسه کرد.

**عبارت «ب»** درست

$$\frac{[۴]}{[۲]}=\frac{\frac{۲\times۰/۰۲}{۱}}{\frac{۱۲\times۰/۰۲}{۲۰}}=\frac{۴}{۱۲}=\frac{۱}{۳}$$

**عبارت «پ»** غلظت نهایی پس از مخلوط کردن محلول (۱) و (۲):

$$[\text{نهایی}]=\frac{(۱۲+۸)\times۰/۰۲}{۰/۱}=\frac{۰/۴}{۰/۱}=۴M$$

**عبارت «ت»** هر مول $Fe^{۲+}$ با دو مول $OH^-$ رسوب می‌کند، پس در کل دو ذره از محلول (۱) و همه محلول (۲) وارد واکنش و در کل غلظت نهایی $\frac{۰/۰۲\times۶mol}{۱۰۰mL}=۱/۲M$ می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۱** ابتدا مقدار حل شونده و مقدار آب را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سیر نشده محاسبه می‌کنیم:

$$۲L\times۰/۲\frac{mol}{L}\times\frac{۸۰g}{۱mol}=۳۲g\,A$$

$$۲۰۰mL\times\frac{۱/۲g}{۱mL}=۲۴۰g\text{ محلول}$$

$$۲۴۰-۳۲=۲۰۸g\text{ آب}$$

حال بیشترین مقدار نمک A که در دمای $۵۰^\circ C$ می‌توان حل کرد را محاسبه می‌کنیم.

$$۵۰^\circ C\Rightarrow S=۰/۷\times۵۰+۲۵=۶۰g$$

$$\begin{bmatrix} A & \text{آب} \\ ۶۰g & \sim ۱۰۰g \\ xg & \sim ۲۰۸g \end{bmatrix}\Rightarrow ۱۲۴/۸g\,A$$

و در نهایت مقدار گرم نمک A که می‌توان در محلول حل کرد تا سیرشده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{مقدار مورد نیاز }A:۱۲۴/۸-۳۲=۹۲/۸g$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۶۲** به ازای هر مول $Na_2SO_4$، ۲ مول $Na^+$ و ۱ مول $SO_4^{2-}$ داریم. بنابراین در هر مول $Na_2SO_4$ تفاوت آنیون‌ها و کاتیون‌ها ۱ مول است.

$$۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۲}\times\frac{۱\,mol\ \text{تفاوت}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\times\frac{۱\,mol\,Na_2SO_4}{۱\,mol\ \text{تفاوت}}\times\frac{۲\,mol\,Na^+}{۱\,mol\,Na_2SO_4}\times\frac{۲۳\,g\,Na^+}{۱\,mol\,Na^+}=۰/۹۲\,g\,Na^+$$

$$ppm=\frac{\text{جرم نمونه}}{\text{جرم کل}}\times۱۰^۶\Rightarrow\frac{۰/۹۲\,g}{۱۰۰۰\times۴}\times۱۰^۶=۲۳۰\,ppm\leftarrow\text{غلظت یون }Na^+$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

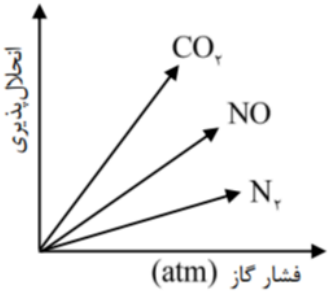
**۴۶۳** موارد (پ) و (ت) صحیح می‌باشند.

**بررسی نادرستی مورد الف:** نیروی بین مولکولی در ترکیب‌ها علاوه بر جرم مولی به میزان قطبیت مولکول‌ها نیز وابسته است، برای مثال جرم مولی $H_2S$ از $H_2O$ بسیار بیشتر است اما قطبیت آن کمتر است و آب به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی و میزان قطبیت بیشتر، از نیروی بین مولکولی قوی‌تری برخوردار است.

**بررسی نادرستی مورد ب:** در یک محلول، مقدار مول حلال از مقدار مول حل‌شونده بیشتر است اما لزوماً جرم حلال از جرم حل‌شونده بیشتر نیست.

**بررسی درستی مورد پ:** علی‌رغم قطبی بودن NO و ناقطبی‌بودن $CO_2$، انحلال‌پذیری $CO_2$ از NO بیشتر است، مولکول $CO_2$ به دلیل داشتن جرم بیشتر و همچنین واکنش با آب، دارای انحلال‌پذیری بیشتری است.

$N_2$ نیز به دلیل ناقطبی‌بودن و کمتر بودن جرم مولی آن، نیروهای بین مولکولی در آن ضعیف بوده و به همین دلیل انحلال‌پذیری آن نسبت به $CO_2$ و NO کمتر است. از طرفی به دلیل انحلال‌پذیری $CO_2$ نسبت به NO و $N_2$، در هنگام افزایش فشار در دمای ثابت، تأثیر افزایش انحلال‌پذیری بر روی $CO_2$ بیشتر بوده و میزان انحلال‌پذیری آن بیشتر افزایش می‌یابد. در واقع می‌توان با استفاده از نمودار زیر این روند را بهتر نشان داد:




(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۴** **مورد اول نادرست:** علاوه بر گشتاور دو قطبی، واکنش شیمیایی گازها با آب و جرم مولی نیز در انحلال‌پذیری مؤثر است.

**مورد دوم نادرست:** دلیل بیشتر بودن انحلال پذیری $CO_2$، واکنش شیمیایی آن با آب است.

**مورد سوم درست:** با افزایش میزان سختی آب مقدار یون‌های موجود در آن (یون‌های $Ca^{2+}$ و $Mg^{2+}$) بیشتر خواهد شد، در نتیجه با افزایش مواد حل شده در آب، انحلال‌پذیری گاز در آب کاهش می‌یابد.

**مورد چهارم نادرست:** علاوه بر فشار، دما نیز بر انحلال‌پذیری گازها تأثیر گذار است و نمی‌توان تنها فشار را ملاک قرار داد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۶۵**

$$۵۲g\,BaCl_2\times\frac{۶۰}{۱۰۰}\times\frac{۱mol\,BaCl_2}{۲۰۸g\,BaCl_2}\times\frac{۲mol\,NaCl}{۱mol\,BaCl_2}=۰/۳mol\,NaCl$$

حجم محلول NaCl همان حجم محلول ابتدایی باریم کلرید است $\Leftarrow$

$$V=\frac{\text{جرم}}{\text{چگالی}}=\frac{۵۲}{۱/۰۴}=۵۰mL$$

غلظت مولی محلول NaCl برابر است با:

$$\frac{۰/۳mol}{۵۰\times۱۰^{-۳}L}=۶mol.L^{-۱}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۶۶** انحلال‌پذیری لیتیم سولفات ($Li_2SO_4$) در دمای $40^\circ C$ برابر $30g$ در $100g$ آب است. دمای نهایی را $\theta$ و انحلال‌پذیری $Li_2SO_4$ در آن دما را S دز نظر می‌گیریم:

$$585g\ \text{محلول} \times \frac{(30-S)g\ \text{رسوب}}{130g\ \text{محلول}} = 22/5$$

$$\rightarrow 30-S=5 \rightarrow S=25g/100gH_2O$$

با توجه به نمودار، در دمای $\theta = 70^\circ C$ انحلال‌پذیری برابر این مقدار است.

$$?mol\ \ Li^+ = 562/5g\ \text{محلول} \times \frac{125gLi_2SO_4}{125g\ \text{محلول}} \times \frac{1mol\ \ Li_2SO_4}{110g\ \ Li_2SO_4} \times \frac{2mol\ \ Li^+}{1mol\ \ Li_2SO_4} \simeq 2mol$$

$$?L\ \text{محلول} = 562/5g\ \text{محلول} \times \frac{1mL\ \text{محلول}}{2/25g\ \text{محلول}} \times \frac{1L}{1000mL} = 0/25L$$

$$\rightarrow \left[Li^+\right] = \frac{n}{v} = \frac{2}{0/25} = 8mol.L^{-1}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۶۷** ابتدا جرم $H_2SO_4$ را محاسبه می‌کنیم و جرم آب محلول را بدست می‌آوریم.

$$980g \times \frac{15}{100} = 147gH_2SO_4 \rightarrow \text{جرم آب} = 980-147 = 833g$$

سپس جرم $MgSO_4$ و آب تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$147gH_2SO_4 \times \frac{1molH_2SO_4}{98gH_2SO_4} \times \frac{1molMgSO_4}{1molH_2SO_4} \times \frac{120g}{1molMgSO_4} = 180gMgSO_4$$

$$147gH_2SO_4 \times \frac{1molH_2SO_4}{98gH_2SO_4} \times \frac{1molH_2O}{1molH_2SO_4} \times \frac{18g}{1molH_2O} = 27gH_2O$$

در نهایت درصد جرمی $MgSO_4$ برابر است با:

$$\text{درصد جرمی } MgSO_4 = \frac{\text{جرم } MgSO_4}{\text{جرم } MgSO_4 + \text{جرم آب تولید شده} + \text{جرم آب اولیه}} = \frac{27}{833+27+180} = \frac{180}{1040} = 17/3\%$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۶۸** **مورد اول: درست**

**مورد دوم: درست**

**مورد سوم: نادرست** - علاوه بر ترکیب شیمیایی باید حالت فیزیکی مخلوط نیز یکسان باشد.

**مورد چهارم: درست** - زیرا آب و اتانول به هر نسبتی در هم حل می‌شوند.

**مورد پنجم:** نادرست - به طور مثال دمای جوش $I_2$ از آب بیشتر است،زیرا نیروی بین مولکولی در مواد مولکولی جامد از نیروی بین مولکولی در مواد مولکولی مایع قوی‌تر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۴۶۹** ابتدا وضعیت دو محلول I و II را در دمای $25^\circ C$ تعیین می‌کنیم:

I) ۲۵ گرم نمک و ۱۰۰ گرم آب
II) ۵ گرم نمک و ۵۰ گرم آب
} محلول نهایی ← ۳۰ گرم نمک و ۱۵۰ گرم آب

گزینه (۱) نادرست. پس از مخلوط شدن، محلول نهایی یک محلول سیر شده خواهد شد.زیرا:

$$\frac{\text{۲۰g نمک}}{\text{۱۰۰g آب}} = \frac{?\,\text{g نمک}}{\text{۱۵۰g آب}} \Rightarrow ? = ۳۰g$$

گزینه (۲) نادرست. معلوم نیست با افزایش دما انحلال‌پذیری نمک A بیشتر خواهد شد یا کمتر!

گزینه (۳) درست:

$$\text{جرم کل حل‌شونده: } ۳۰g \rightarrow n = \frac{m}{M_w} = \frac{۳۰}{۱۰۰} = ۰/۳mol \;,\; d = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{۱۸۰}{۱/۲} = ۱۵۰mL = ۰/۱۵L$$

$$\text{غلظت A: } \frac{۰/۳mol}{۰/۱۵L} = ۲mol.L^{-۱}$$

گزینه (۴) نادرست. درصد جرمی محلول (I) از محلول نهایی بیشتر است.

$$\text{درصد جرمی A: } \underbrace{\frac{۲۵}{۱۲۵} \times ۱۰۰}_{\text{محلول (I)}} > \underbrace{\frac{۳۰}{۱۸۰} \times ۱۰۰}_{\text{محلول نهایی}}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۷۰** چون در ظرف باز است، خروج فرآورده‌های گازی موجب کاهش جرم می‌شود که با توجه به اینکه تنها فرآورده گازی $CO_۲$ است، می‌توان نتیجه گرفت $۸۸g\ CO_۲$ تولید شده است. حال با توجه به $CO_۲$ تولیدی می‌توان جرم HCl مصرفی را یافت:

$$HCl(aq) + NaHCO_۳(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

$$۸۸g\ CO_۲ \times \frac{۱mol\ CO_۲}{۴۴g\ CO_۲} \times \frac{۱mol\ HCl}{۱mol\ CO_۲} \times \frac{۱mol\ H_۳O^+}{۱mol\ HCl} = ۲mol\ H_۳O^+$$

برای خنثی شدن اسید و باز باید شمار مول‌های $H_۳O^+$ و $OH^-$ برابر باشد. پس:

$$۲mol\ OH^- \times \frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ OH^-} \times \frac{۴۰g\ NaOH}{۱mol\ NaOH} \times \frac{\text{۱۰۰g محلول}}{۴۰g\ NaOH} = \text{۲۰۰g محلول NaOH}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۷۱** ابتدا معادله واکنش را موازنه کرده و سپس جرم $Ca^{۲+}$ موجود در نمونه را بدست می‌آوریم:

$$۱\ Ca^{۲+} + ۱\ H_۲SO_۴ \rightarrow ۱\ CaSO_۴ + ۲\ H^+$$

$$\frac{x g\ Ca^{۲+}}{۱ \times ۴۰g} = \frac{۰/۴۹g\ H_۲SO_۴}{۹۸g} \Rightarrow x = ۰/۲g$$

$$۰/۲g\ Ca^{۲+} = \frac{۵۰}{۱۰۰} \times (\text{جرم کل } Ca^{۲+} \text{ موجود}) \rightarrow \text{جرم کل } Ca^{۲+} = ۰/۴g$$

برای محاسبه ppm جرم ۸ لیتر آب دریا را با توجه به مقدار چگالی آن، $۸kg$ یا $۸۰۰۰g$ درنظر می‌گیریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم نمونه}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰^۶ = \frac{۰/۴g}{۸۰۰۰g} \times ۱۰^۶ = ۵۰ppm \checkmark$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۲** عبارت دوم و عبارت سوم درست هستند.



**توضیح همهٔ عبارت‌ها:**

آ) $H_2O$ تنها ماده‌ای است که در طبیعت به هر سه حالت جامد، مایع و گاز قابل یافت است: $H_2O(s)$ (یخ)، $H_2O(l)$ (آب)، $H_2O(g)$ (بخار آب).

ب) دقیقاً! (دقت کنید که با وجود قوی‌تر بودن پیوند هیدروژنی موجود در HF نسبت به $H_2O$ ، نقطهٔ جوش $H_2O$ به دلیل تعداد بیشتر پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آن، بالاتر از HF است.

پ) غیر از ترکیب‌های مولکولی که بسیاری از آن‌ها، در دمای اتاق به حالت مایع هستند؛ جیوه (Hg) هم که یک فلز است، در دمای اتاق حالت مایع دارد. اما می‌دانید که جیوه یک عنصر است، نه یک ترکیب. $Br_2$ هم در دمای اتاق مایع است، امّا این هم یک عنصر است، نه یک ترکیب. علاوه بر آن، $Br_2$ هم جزو مواد مولکولی است، دقت کنید که $Br_2$ مادهٔ‌مولکولی است، اما اساساً یک ترکیب نیست.

ت) در بسیاری از موارد همینطور است. اما موارد نقض آن نیز وجود دارد. به عنوان نمونه، ید ($I_2$) و وازلین ($C_{25}H_{52}$) مواد مولکولی فاقد پیوند هیدروژنی هستند، اما به دلیل جرم مولی بسیار زیادی که دارند، نیروی واندروالسی میان مولکول‌های آن‌ها به قدری قوی است که نقطه جوش بالاتری نسبت به آب دارند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۷۳** هر مول $MgCl_2$ شامل ۳ مول یون و هر مول $Na_3PO_4$ شامل ۴ مول یون است.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{۲۰۰\times\frac{۴۷/۵}{۱۰۰}}{۹۵}\times ۳=\frac{x\times\frac{۸۲}{۱۰۰}}{۱۶۴}\times ۴\Rightarrow x=۱۵۰g \text{ (محلول سدیم فسفات)}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۴** بر اساس معادله انحلال‌پذیری در دمای $90^\circ C$ داریم

$$S = \frac{1}{3} \times 90 + 25 = 55g$$

یعنی در هر $100g$ آب در دمای $90^\circ C$ ، $55g$ نمک حل می‌شود تا به یک محلول سیر شده برسیم. از طرفی محلولی که داریم ۳۷/۵ درصد جرمی است یعنی در هر ۱۰۰ از محلول آن $37/5g$ نمک حل شده به عبارت دیگر $(100 - 37/5)$ یعنی $62/5g$ آب $37/5g$ نمک حل شده، حال به ازای $100g$ آب مقدار نمک را به دست می‌آوریم

$$\text{گرم نمک حل‌شده} = 100g\,\text{آب} \times \frac{37/5g}{62/5g\,\text{آب}} = 60g$$

از آنجا که مقدار نمک حل شده بیشتر از میزان انحلال‌پذیری است پس با یک محلول فراسیر شده مواجه هستیم.

$$240g\ \text{محلول} \times \frac{37/5g\ \text{نمک}}{100g\ \text{محلول}} = 240 \times \frac{3}{8} = 90g\ \text{نمک}$$

$$240 - 90 = 150g\ \text{نمک}$$

$$\text{گرم نمک حل شده در محلول سیر شده} = 150g\,\text{آب} \times \frac{55g\,\text{نمک}}{100g\,\text{آب}} = 82/5g$$

$$90 - 82/5 = 7/5g\ \text{رسوب}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۷۵** از هر مول $K_2O$ ، دو مول KOH و از هر مول KOH، دو مول یون پدید می‌آید.

$$1K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH \rightarrow \underbrace{2K^+ + 2OH^-}_{4\,\text{مول یون}}$$

از هر مول $NaNO_3$ دو مول یون $(Na^+$ و $NO_3^-)$ پدید می‌آید. اگر حجم محلول موجود در ظرف شماره (۲) را x میلی‌لیتر بگیریم:

$$\text{در محلول (۱) - (یون)} \quad \frac{4/7}{94} \times 4 = 0/2mol$$

$$\text{در محلول (۲) - (یون)} \quad \frac{17}{85} \times 2 = 0/4mol$$

$$\text{(حجم محلول ۲)} \quad \frac{0/2}{800 \times 10^{-3}} = \frac{0/4}{x \times 10^{-3}} \Rightarrow x = 1600mL$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۷۶** نادرستی پ ← جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است.

شیمی ۱
- الف ← صفحه ۵۸ کتاب درسی
- ب ← نمودار صفحه ۸۸ کتاب
- ت ← حاشیه صفحه ۸۸ کتاب

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۷۷** گزینه (۱) $Fe_2O_3$ ← آهن (III) اکسید ـ هماتیت نام سنگ معدن است که همراه ناخالصی است.

گزینه (۳) آمونیوم سولفیت

گزینه (۴) ← کلسیم فسفات

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۸** برای حذف $Cl^-$، آن را به‌صورت $AgCl$ رسوب می‌دهیم.

$$\text{mol}Cl^- = ۰/۰۲\text{ton محلول} \times \frac{۱۷۷۵۰\text{g}Cl^-}{۱\text{ton محلول}} \times \frac{۱\text{mol}Cl^-}{۳۵/۵\text{g}Cl^-} = ۱۰\text{mol}Cl^-$$

ppm معادل $\frac{g}{ton}$ است.

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl(s)$$
$$۱۰\text{mol} \quad ۱۰\text{mol}$$

به ۱۰ مول $Ag^+$ نیاز داریم.

$$M = \frac{n}{v} \rightarrow ۰/۲ = \frac{۱۰}{v} \Rightarrow v = ۵۰L$$

از انحلال هر مول $AgClO_۳$ یک مول $Ag^+$ حاصل می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۷۹** ساختار صحیح گزینه‌های دیگر به‌صورت زیر است:

سیانید: $[:C \equiv N:]^-$

کربنات: $\left[:\ddot{O}: \; \underset{\displaystyle :\ddot{O}: \quad :\ddot{O}:}{\overset{\displaystyle :\ddot{O}:}{C}} \right]^{۲-}$

نیترات: $\left[:\ddot{O}: \; \underset{\displaystyle \ddot{O} \quad :\ddot{O}:}{N} \right]^{-}$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۰** موقعی آب حلال است که ماده مورد نظر در آب حل شده و مول کمتری داشته باشد، روغن زیتون و باریم سولفات در آب حل نمی‌شوند.

مورد ب ← شکر جامدی است که در آب محلول است، پس آب حلال است.

مورد ت ← ۹۲ گرم اتانول، ۲ مول اتانول است که کمتر از $\frac{۴۰}{۱۸}$ مول $H_۲O$ است پس آب حلال است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۱** به کمک $CaCl_۲$ دمای ذوب سدیم کلرید را تا حدود $۵۸۷^\circ C$ پایین می‌آورند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۲**

$$HCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_۳(aq)$$

در این واکنش یون $H^+$، یون ناظر است و نقشی در تشکیل رسوب $AgCl$ ندارد پس $\text{mol}H^+$ تغییر نمی‌کند ولی به دلیل افزایش حجم، غلظت $H^+$ و pH تغییر می‌کند.

$$[H^+]_{\text{اولیه}} = ۰/۲ \Rightarrow \text{pH}_{\text{اولیه}} = -\log(۰/۲) = ۰/۷$$

$$\text{mol}H^+ = ۰/۲ \times ۰/۲ = ۰/۰۴\text{mol}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{۰/۰۴}{۰/۲ + ۰/۳} = \frac{۰/۰۴}{۰/۵} = ۰/۰۸\frac{\text{mol}}{L} = ۸ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \text{pH}_{\text{نهایی}} = ۲ - \log ۸ = ۱/۱$$

$$\Delta\text{pH} = ۱/۱ - ۰/۷ = ۰/۴$$

**روش دوم:** از آن‌جا که حجم ۲/۵ برابر شده و اسید قوی است، پس pH به اندازه $\log ۲/۵$ افزایش می‌یابد.

$$\log ۲/۵ = \log ۲۵ \times ۱۰^{-۱} = -۱ + ۲\log ۵ = -۱ + ۱/۴ = ۰/۴$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۸۳** رسانایی به غلظت یون‌ها بستگی دارد. از آن‌جا که حجم تمامی گزینه‌ها ۴۰۰ml است کافی است مول یون‌های موجود را مقایسه کنیم.

گزینه «۱»

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$\underset{\downarrow}{HCl}: \circ/2\times\circ/2 \quad \underset{\downarrow}{NaOH}: \circ/2\times\circ/2 \quad NaCl: \circ \quad H_2O: \circ$$

$$\circ \quad \circ \quad \circ/04 \quad \boxed{\circ/04} \rightarrow \text{آب غیر الکترولیت است}$$

هر مول NaCl ۲ مول یون تولید می‌کند. ← یون $\circ/04\times2=\circ/08\,mol$

گزینه «۲»

$$AgNO_3 + NaNO_3 \longrightarrow \text{واکنش انجام نمی‌شود}$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\circ/2\times\circ/2=\circ/04 \quad \circ/2\times\circ/2=\circ/04$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\circ/04\times2=\circ/08\,mol \text{ یون} \quad \circ/04\times2=\circ/08\,mol \text{ یون}$$

$$\circ/16\,mol \text{ یون}$$

گزینه «۳»

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3$$

$$\circ/2\times\circ/3=\circ/06 \quad \circ/2\times\circ/1=\circ/02 \quad \circ \quad \circ$$

$$\circ/04\,mol \quad \circ \quad \boxed{\circ/02\,mol} \quad \circ/02\,mol$$

$$\text{حل نمی‌شود}$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\circ/04\times2=\circ/08\,mol \text{ یون} \quad \circ/02\times2=\circ/04\,mol \text{ یون}$$

در مجموع ۰/۱۲ مول یون

گزینه «۴»

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\frac{3/24}{108}=\circ/03\,mol \quad \circ/06\,mol$$

یون $\circ/06\times2=\circ/12\,mol$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud

**۴۸۴** $\frac{mg}{kg}$ همان ppm است.

درصد جرمی محلول شماره (۱) عبارت است از:

$$\%CuSO_4 = \frac{0/5}{99/5+0/5} \times 100 = 0/5\%$$

از آن‌جا که هر بار جرم محلول با افزودن آب ۱۰ برابر می‌شود لذا درصد جرمی آن $\frac{1}{10}$ برابر می‌شود، یعنی داریم:



(۱) ۰/۵٪ (۲) ۰/۰۵٪ (۳) ۰/۰۰۵٪ (۴) ۰/۰۰۰۵٪ (۵) ۰/۰۰۰۰۵٪

می‌دانیم ppm، $10^4$ برابر درصد جرمی است پس:

$$\text{محلول ۵ ppm} = 0/00005 \times 10^4 = 0/5 \text{ppm}$$

توجّه داشته باشید ۰/۵ppm غلظت محلول مس (II) سولفات است نه مس (II)، پس داریم:

$$0/5 \frac{mg}{kg} CuSO_4 \times \frac{64 g Cu^{2+}}{160 g CuSO_4} = 0/2 \frac{mg}{kg} Cu^{2+}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۵** هر ۴ مورد براساس شکل صفحه ۵۶ و ۳۲ کتاب دوازدهم و صفحه ۹۷ کتاب دهم صحیح است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۶**

$$\underset{\frac{900 \times \frac{70}{100}}{63} = 10 mol}{2HNO_3} + Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$$
$$\downarrow \quad\quad\quad \downarrow$$
$$5 mol$$

نیتریک اسید صنعتی محلول ٪۷۰ جرمی است.

$$M = \frac{n}{v} \Rightarrow 0/4 = \frac{5}{v} \Rightarrow v = \frac{5}{0/4} = 12/5 L$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۷**

$$\underset{\frac{3/42}{342} = 0/01 mol}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \rightarrow \underset{0/02 mol}{2C_6H_{12}O_6}$$
$$\downarrow \quad\quad\quad \downarrow$$

$$0/02 mol \times 180 \frac{g}{mol} \times \frac{10^3 mg}{1 g} = 3600 mg$$

گلوکومتر برحسب $\frac{mg}{dL}$ گلوکز در خون است.

حجم خون ۵L یعنی ۵۰dL است.

$$\frac{3600 mg}{50 dL} = 72 \frac{mg}{dL}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۸۸** انحلال‌پذیری گازها با جرم مولی گاز و فشار رابطه مستقیم دارد و با دما و مقدار نمک محلول در آب رابطه عکس دارد. همین طور اگر گاز قطبی باشد و با آب واکنش دهد، بیشتر حل خواهد شد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۹** انحلال‌پذیری در دمای $10^\circ C$ برابر ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

$$۹۰g\ \text{محلول سیرشده} \times \frac{۱۰۰g\ \text{آب}}{۱۸۰g\ \text{محلول}} = ۵۰g\ \text{آب}$$

**درستی سایر گزینه‌ها:**

$$(۱)\ \text{گزینه} \rightarrow \%KNO_۳ = \frac{۷۰}{۱۷۰} \times ۱۰۰ \simeq ۴۱\%$$

$$(۲)\ \text{گزینه}\ ۴۵۰g\ \text{محلول} \times \frac{۱۰g\ \text{رسوب}}{۱۵۰g\ \text{محلول}} = ۳۰g\ \text{رسوب} \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۵۰} = \%۲۰$$

$$۴۵۰g\ \text{محلول} \times \frac{۵۰g\ \text{نمک}}{۱۵۰g\ \text{محلول}} = ۱۵۰g\ \text{نمک}$$

گزینه ۴ ← نقاط B,C هر دو نشان دهنده محلولی فراسیرشده هستند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۹۰** الف ← در طبیعت نه جهان

ب ← در میان ترکیبات مولکولی نه همه ترکیبات، مثلاً سدیم هیدرید یک ترکیب یونی است و دمای جوش بیشتری دارد.

پ ← حجم گاز کاتد ۲ برابر آند است.

ت ← پیوند هیدروژنی نه ساختار خمیده.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۱** ماده‌ای که دمای جوش بالاتری دارد آسان‌تر مایع می‌شود یعنی $NH_۳$ با دمای جوش ۳۳/۵- (به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی)

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۲** حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی یکسان و یکنواخت یعنی محلول که فقط روغن زیتون در بنزین محلول است. ترکیب $(C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg$ یک رسوب است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۳** مطابق صفحه ۱۱۷ کتاب درسی درست است. اسمز یک فرآیند خودبه خودی است و در پدیده‌هایی مثل چروکیده شدن خیارشور نقش دارد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۴** $CO_۲$ ناقطبی است (اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان است) و جفت الکترون ناپیوندی ندارد. ولی با حل شدن در آب به کربنیک اسید تبدیل می‌شود که یک الکترولیت ضعیف است.

$$H_۲CO_۳(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_۳^-(aq)$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۹۵** گزینه (۱): نادرست. اگر چگالی آب دریا را $1g\cdot mL^{-1}$ در نظر بگیریم، آن‌گاه:

$$\left.\begin{array}{l} Ca^{2+}\ \text{غلظت مولی} = \dfrac{ppm\times d}{1000M} = \dfrac{a\times 1}{1000\times 40} = \dfrac{a}{40000} \\ Br^{-}\ \text{غلظت مولی} = \dfrac{ppm\times d}{1000M} = \dfrac{a\times 1}{1000\times 80} = \dfrac{a}{80000} \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \frac{a}{40000}+\frac{a}{80000} = \frac{3a}{80000} = 3/75\times 10^{-5}a$$

گزینه (۲): درست.

گزینه (۳): نادرست.

$$\frac{6\times 10^{-4}g}{100g} = \frac{6\times 10^{-4}g}{100mL} = \frac{6\times 10^{-3}g}{1000mL} = \frac{6mg}{1L} = 6ppm$$

گزینه (۴): نادرست. اگر درصد جرمی محلول برابر ۰/۹ باشد، پس غلظت محلول برابر ۹۰۰۰ppm است ولی غلظت هر یک از یون‌های ماده حل‌شونده به جرم مولی آنها وابسته است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۶**

$$2KMnO_4 + 3H_2O_2 \rightarrow 2MnO_2 + 2KOH + 3O_2 + 2H_2O$$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

$$1LCl_2 \times \frac{1mol\,Cl_2}{22/4L\,Cl_2} \times \frac{1mol\,MnO_2}{1mol\,Cl_2} \times \frac{3mol\,H_2O_2}{2mol\,MnO_2} \times \frac{34g\,H_2O_2}{1mol\,H_2O_2} \times \frac{100g\,\text{محلول}}{17g\,H_2O_2}$$

$$\times \frac{1mL}{1/25g} \simeq 10/71$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۷** برای آزمودن درستی یا نادرستی معادله کافیست که یکی از دماهای داده شده را در رابطه قرار دهیم.

$$S = -0/16\theta + 35 \xrightarrow{\theta=40} S = -6/4 + 35 = 28/6$$

ب) درست.

پ) نادرست. برای مثال انحلال نمک $KNO_3$ به شدت به دما وابسته است ولی انحلال نمک NaCl چندان به دما وابسته نیست ولی در برخی دماها انحلال $KNO_3$ کمتر از انحلال NaCl است.

ت) نادرست.

$$S = 0/8\theta + 50 \xrightarrow{\theta=25} S = 70 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 170g$$

$$\frac{\text{نمک } 70g}{\text{محلول } 170g} = \frac{?}{\text{محلول } 200g} \Rightarrow ? \simeq 82$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۹۸** گزینه (۱): $H_2O > HF > H_2S$

گزینه (۳): جرم مولی استون با فرمول $C_3H_6O$ برابر $58g\cdot mol^{-1}$ است.

جرم مولی اتانول با فرمول $C_2H_6O$ برابر $46g\cdot mol^{-1}$ است.

جرم مولی بوتان با فرمول $C_4H_{10}$ برابر $58g\cdot mol^{-1}$ است.

گزینه (۴): $NO > O_2 > N_2$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۹۹ هر چه تعداد یون سازنده یک ترکیب یونی بیش‌تر باشد از انحلال مقدار مشخص از آن در آب یون بیش‌تری تولید می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۵۰۰ چهار عنصر A، B، C و D به‌ترتیب $_{3}Li$، $_{4}Be$، $_{5}B$ و $_{6}C$ هستند.

مورد اول: درست.

مورد دوم: نادرست. اتم Be دو الکترون ظرفیتی جفت‌شده دارد.

مورد سوم: نادرست. اتم B شبه‌فلز است و در واکنش‌های شیمیایی کاتیون تشکیل نمی‌دهد.

مورد چهارم: نادرست. عنصر D همان کربن است که تا کنون از آن، یون پایداری شناخته نشده است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir