



(فصل ۱ و ۲ دم)

۶۱۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد یون‌های حل‌شده در آب دریا درست است؟

- (آ) فراوان‌ترین آنیون دارای پیوند کووالانسی در آب دریا، دارای ۴ پیوند اشتراکی است.  
 (ب) فراوان‌ترین کاتیون با بار ۲+ در آب دریا، حاصل از اتمی با شماره لایه ظرفیت ۴ است.  
 (پ) دومین یون هالوژن (هالید) فراوان در آب دریا، هم‌الکترون با گاز تنبل است.  
 (ت) فراوان‌ترین آنیون و کاتیون در آب دریا، هم‌الکترون هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۶۱۹- باریم هیدروکسید ترکیبی محلول در آب است. با افزایش ۵۱/۲ گرم باریم هیدروکسید به آب دریا به ترتیب چند مول آنیون و چه تعداد کاتیون از آب دریا جدا می‌شود؟

(Ba=137, O=16, H=1: g.mol<sup>-1</sup>)

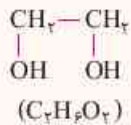
نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	برمید
نماد یون	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Br <sup>-</sup>
مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۶۵

۱ (۱) ۱۷۸۰۶ × ۱۰<sup>۲۳</sup> - ۰/۲۲ (۲) ۱۷۸۰۶ × ۱۰<sup>۲۳</sup> - ۰/۲۳ (۳) ۱۷۲۰۴ × ۱۰<sup>۲۳</sup> - ۰/۲۲ (۴) ۱۷۲۰۴ × ۱۰<sup>۲۳</sup> - ۰/۲۳

قسمت دوم

محلول‌ها

- محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد.
- هوای پاک که نفس می‌کشیم، محلولی از گازهاست. (محلول گاز در گاز)
- سرم فیزیولوژی یک محلول جامد در مایع (نمک خوراکی در آب) است.
- ضدبخ محلول اتیلن گلیکول در آب (مایع در مایع) است.
- ساختار و فرمول شیمیایی اتیلن گلیکول به صورت روبه‌رو است:
- مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاها گوناگون با هم تفاوت دارد. برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمیت) حدود ۲۷ گرم حل‌شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این‌رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند!
- با توجه به شکل زیر میزان انواع نمک‌های حل‌شونده در آب ۴ دریا و اقیانوس بزرگ به صورت زیر است:



درصد نمک‌های حل‌شده: دریای مرده < دریای سرخ < دریای مدیترانه < اقیانوس آرام

غلظت محلول‌ها از دیدگاه کمی

- هر محلول از دو جزء حلال و حل‌شونده تشکیل شده است.
- خواص هر محلول به خواص حلال، خواص حل‌شونده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد.
- حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است.

مثال: اگر ۵۵/۲ گرم اتانول خالص (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) با ۵۸ گرم استون (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) مخلوط شوند، کدام یک حلال است؟ (C=۱۲, O=۱۶, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>)  
 پاسخ: ابتدا تعداد مول هر یک از دو ماده را حساب می‌کنیم.

$$\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH} = \frac{55.2 \text{ g}}{\text{جرم مولی}} = \frac{55.2}{46} = 1.2 \text{ mol}$$

$$\text{mol C}_6\text{H}_6\text{O} = \frac{58 \text{ g}}{\text{جرم مولی}} = \frac{58}{58} = 1 \text{ mol}$$

بر این اساس اتانول که مول بیشتری دارد حلال و استون حل‌شونده است.



### قسمت در میلیون (ppm)

۱) 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. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. ppm از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در این رابطه، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

مثال ۱) در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، ۰/۰۵ میلی‌گرم یون فلئورید وجود دارد. غلظت یون  $F^-$  در این نمونه چند ppm است؟

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.05 \times 10^{-3} \text{g}}{200 \text{g}} \times 10^6 = 0.25 \text{ ppm}$$

پاسخ

۲) برای محلول‌های بسیار رقیق یک حل‌شونده در آب، می‌توان ppm را به صورت میلی‌گرم حل‌شونده موجود در یک لیتر محلول تعریف کرد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی‌گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \quad (\text{برای محلول‌های آبی رقیق})$$

مثال ۲) اگر در نیم کیلوگرم آب دریا، ۱۹۰ میلی‌گرم یون پتاسیم وجود داشته باشد، غلظت یون پتاسیم در آب دریا چند ppm است؟

۳۸۰ (۴)	۲۸۵ (۳)	۱۹۰ (۲)	۹۵ (۱)
---------	---------	---------	--------

پاسخ در این مثال، جرم محلول (آب دریا) گزارش شده است، بنابراین از رابطه (۱) برای محاسبه ppm استفاده می‌کنیم.

$$\text{جرم محلول (آب دریا)} = 0.5 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 500 \text{ g}$$

$$\text{جرم حل شونده (K}^+) = 190 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.19 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.19 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 10^6 = 380$$

مثال ۳) اگر در دو لیتر آب دریا، ۷۶ گرم یون پتاسیم وجود داشته باشد، غلظت یون پتاسیم در آب دریا چند ppm است؟

۷۶۰ (۴)	۳۸۰ (۳)	۳۰۴ (۲)	۱۵۲ (۱)
---------	---------	---------	---------

پاسخ در این مثال، حجم محلول (آب دریا) گزارش شده است. از آن‌جا که آب دریا محلول آبی است، بنابراین می‌توانیم از رابطه دوم برای محاسبه ppm استفاده کنیم.

$$\text{جرم حل شونده (K}^+) = 0.76 \text{ g} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 760 \text{ mg}$$

حجم محلول = ۲L

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی‌گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{760}{2} = 380 \text{ ppm}$$

### درصد جرمی (w/w)

۱) درصد جرمی برابر با جرم ماده حل‌شده بر حسب جرم در ۱۰۰ گرم محلول است.

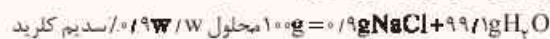
$$\text{درصد جرمی (w/w)} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

نوجه در مخرج رابطه فوق، باید جرم محلول را قرار دهید. جرم محلول برابر مجموع جرم حلال و حل‌شونده است. بنابراین می‌توان رابطه درصد جرمی را به صورت زیر نوشت:

$$\text{درصد جرمی (w/w)} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حل شونده} + \text{جرم حلال}} \times 100$$

۲) در صورت و مخرج رابطه درصد جرمی باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود؛ یعنی هر دو کمیت باید بر حسب میلی‌گرم (mg) و یا گرم (g) یا کیلوگرم (kg) بیان شوند، بنابراین درصد جرمی، یکان ندارد.

مثال ۱) روی بر حسب محلول شست‌وشوی دهان عبارت زیر نوشته شده است: «محلول استریل سدیم کلرید ۱۹w/w٪ برای شست‌وشو، غیرقابل تزریق». عبارت «سدیم کلرید ۱۹w/w٪» نشان می‌دهد که در هر ۱۰۰g از این محلول، ۱۹g سدیم کلرید وجود دارد و بقیه آن یعنی ۹۹/۱g آب است.



مثال ۲) چند گرم NaOH را باید در ۱۶۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سدیم هیدروکسید ۲۰w/w٪ حاصل شود؟

۶۴۰ (۴)	۳۲۰ (۳)	۱۶۰ (۲)	۴۰ (۱)
---------	---------	---------	--------

$$\left. \begin{aligned} \text{جرم حل شونده (NaOH)} &= x \text{ g} \\ \text{جرم حلال (آب)} &= 160 \text{ g} \end{aligned} \right\} \text{جرم محلول} = 160 \text{ g} + x \text{ g} = (160 + x) \text{ g}$$

پاسخ

$$\text{درصد جرمی NaOH} = \frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x \text{ g}}{(160 + x) \text{ g}} \times 100 \Rightarrow x = 40 \text{ g NaOH}$$



**مثال ۱** اگر ۴۰۰ میلی‌گرم یُد در ۳۱ میلی‌لیتر کربن تتراکلرید حل شود، درصد جرمی یُد در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی کربن تتراکلرید را برابر  $1.46 \text{ g/mL}$  در نظر بگیرید.)

- ۱) ۰/۱۸ (۲) ۰/۱۶ (۳) ۱/۲۲ (۴) ۲/۴ (۴)

**پاسخ** توجه کنید که در صورت و مخرج باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود. بنابراین، ابتدا جرم حلال و حل‌شونده را بر حسب گرم به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{جرم حل‌شونده (I}_y) &= 400 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.4 \text{ g} \\ \text{جرم حلال (CCl}_4) &= 31 \text{ mL} \times \frac{1.46 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 44.96 \text{ g} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 44.96 + 0.4 = 45.36 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی یُد در محلول} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0.4 \text{ g}}{45.36 \text{ g}} \times 100 = 0.88\%$$

**مثال ۲** چند گرم کلسیم برمید به ۸۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی آن اضافه کنیم تا درصد جرمی محلول به ۶۰٪ افزایش یابد؟

- ۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰ (۴)

**پاسخ** ابتدا باید جرم کلسیم برمید موجود در ۸۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی آن را به دست آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم کلسیم برمید}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 40 = \frac{x \text{ g}}{80 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow x = 32 \text{ g CaBr}_2$$

با اضافه کردن  $m$  گرم کلسیم برمید به ۸۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی آن، می‌توان درصد جرمی محلول را تا ۶۰٪ افزایش داد.

$$\text{جرمی} = (32 + m) \text{ g} = \text{جرم کلسیم برمید در محلول } 60\%$$

$$\text{جرمی} = (80 + m) \text{ g} = \text{جرم محلول } 60\%$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم کلسیم برمید}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{(32 + m) \text{ g}}{(80 + m) \text{ g}} \times 100 \Rightarrow m = 4 \text{ g CaBr}_2$$

**۳** هرگاه چند محلول هم‌جنس یا هم‌مخلوط شوند، درصد جرمی حل‌شونده در محلول حاصل از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\text{درصد جرمی نهایی} = \frac{+ \dots (\text{جرم محلول دوم} \times \text{درصد جرمی محلول دوم}) + (\text{جرم محلول اول} \times \text{درصد جرمی محلول اول})}{+ \dots \text{جرم محلول دوم} + \text{جرم محلول اول}}$$

**مثال ۳** دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰٪ و دومی دارای ۷۰٪ جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یک‌دیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده، به تقریب کدام است؟

- ۱) ۴۹ (۲) ۵۸ (۳) ۶۱ (۴) ۶۵ (۴)

**پاسخ** درصد جرمی محلول به صورت مقابل تعیین می‌شود.

$$\%w/w = \frac{(200 \times \frac{40}{100}) + (300 \times \frac{70}{100})}{200 + 300} \times 100 = 58$$

**۴** به رابطه‌های درصد جرمی ( $\%w/w$ ) و قسمت در میلیون (ppm) نگاه کنید:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

بنابراین برای تبدیل درصد جرمی یک حل‌شونده به ppm می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

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

### استخراج سدیم و منیزیم از آب دریا

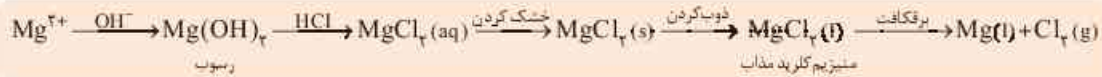


- مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی کرد.
- سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود.
- سدیم کلرید کاربردهای فراوانی در زندگی روزانه و صنایع دارد که در نمودار مقابل به آن‌ها اشاره شده است.
- منیزیم ماده‌ای ارزشمند است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد.



۵ یکی از منابع تهیه منیزیم آب دریاست، منیزیم در آب دریا به شکل  $Mg^{2+}(aq)$  وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحله نخست، منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول  $Mg(OH)_2$  رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند. در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنند.

۶ خلاصه فرایند استخراج منیزیم از آب دریا به صورت زیر است.



### غلظت مولی (مولار)

۱ غلظت مولار، تعداد مول‌های ماده حل شده در یک لیتر (۱۰۰۰ میلی لیتر) محلول را بیان می‌کند و یکای آن  $mol.L^{-1}$  یا مولار (M) می‌باشد.

$$غلظت مولار (M) = \frac{\text{مول حل شونده (n)}}{\text{لیتر محلول (V)}}$$

مثال ۱ محلول یک مولار (1M) سدیم هیدروکسید، محلولی است که در هر لیتر آن، یک مول سدیم هیدروکسید ( $40g NaOH$ ) حل شده است.

مثال ۲ محلولی که دارای ۲ مول NaCl در ۱۰ لیتر محلول است، غلظتی برابر با  $0.2 mol.L^{-1}$  دارد.

$$غلظت مولار = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

مثال ۳ برای تهیه ۲۵۰ mL محلول پتاسیم یدید، ۰.۴۲ مول بر لیتر به چند مول حل شونده نیاز است؟

پاسخ

$$غلظت مولی = \frac{\text{مول های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})}$$

روش اول:

$$0.42 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{n(\text{KI})}{0.25 \text{ L}} \rightarrow n = 0.42 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.105 \text{ mol}$$

روش دوم: محلول ۰.۴۲ مولار پتاسیم یدید نشان می‌دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰.۴۲ مول KI حل شده است که از آن می‌توان به عامل تبدیل  $\frac{0.42 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}}$  دست یافت. از این رو داریم:

$$? \text{ mol KI} = 0.25 \text{ L KI(aq)} \times \frac{0.42 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}} = 0.105 \text{ mol KI}$$

۲ مقدار حل شونده در یک محلول، به غلظت و حجم آن محلول بستگی دارد. با ضرب کردن غلظت مولی (M) در حجم محلول (V) بر حسب لیتر، می‌توان تعداد مول‌های ماده حل شده را به دست آورد. در واقع، حاصل ضرب M.V نشان‌دهنده تعداد مول‌های ماده حل شده در محلول است.

$$n = M.V \text{ (تعداد مول ماده حل شده)}$$

مثال ۱ برای تهیه ۲ لیتر محلول سدیم کلرید ۰.۱ مول بر لیتر، چند گرم سدیم کلرید خالص نیاز است؟ ( $Na=23, Cl=35.5; g.mol^{-1}$ )

$$23/4 \quad 17/4 \quad 11/2 \quad 5/8$$

پاسخ

$$n = M.V = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 2 \text{ L} = 0.2 \text{ mol NaCl}$$

$$0.2 \text{ mol NaCl} \times \frac{58.5 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 11.7 \text{ g NaCl}$$

### رابطه غلظت مولی و درصد جرمی

با استفاده از رابطه بسیار مهم و کاربردی زیر می‌توانیم درصد جرمی را به غلظت مولی تبدیل کنیم.

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

اگر برای راحتی کار درصد جرمی را با  $w/w$ ، چگالی محلول را با  $d$  و جرم مولی حل شونده را با  $M_w$  نشان دهیم، این رابطه به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$غلظت مولی = \frac{10 \times (w/w) \times d}{M_w}$$





**۳** رابطه فوق فقط هنگامی کاربرد دارد که محلول را با افزودن آب رقیق نماییم. بدیهی است اگر محلول را با افزودن حل‌شونده غلیظ نماییم، تعداد مول حل‌شونده تغییر می‌کند و تساوی فوق برقرار نخواهد بود.

**مثال** برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰.۲ مول بر لیتر سدیم‌هیدروکسید از محلول ۲ مول بر لیتر این ماده، به ترتیب چند میلی‌لیتر محلول غلیظ و چند میلی‌لیتر آب لازم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$90-10 \text{ (۴)} \qquad 80-20 \text{ (۳)} \qquad 70-30 \text{ (۲)} \qquad 60-40 \text{ (۱)}$$

**پاسخ** با افزودن آب، تعداد مول حل‌شونده تغییر نمی‌کند، بنابراین:

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 2 \times V_{\text{غلیظ}} = 0.2 \times 100 \Rightarrow V_{\text{غلیظ}} = 10 \text{ mL}$$

$$\Delta V = V_{\text{رقیق}} - V_{\text{غلیظ}} = 100 - 10 = 90 \text{ mL (آب)}$$

بنابراین برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰.۲ مول بر لیتر، باید ۱۰ میلی‌لیتر محلول غلیظ ۲ مول بر لیتر را برداریم و به آن ۹۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم.

### مخلوط کردن دو محلول هم جنس

اگر چند محلول هم‌جنس با غلظت‌های مولی متفاوت را با هم مخلوط کنیم، برای محاسبه غلظت مولی محلول حاصل باید تعداد مول‌های کل حل‌شونده را به حجم کل محلول تقسیم کنیم.

$$M(\text{محلول نهایی}) = \frac{n(\text{محلول نهایی})}{V(\text{محلول نهایی})} \quad \text{یا} \quad M(\text{محلول نهایی}) = \frac{\text{مول حل‌شونده محلول نهایی}}{\text{حجم محلول نهایی به لیتر}}$$

از آن‌جا که حاصل ضرب  $M, V$  نشان‌دهنده تعداد مول‌های حل‌شونده ( $n$ ) است، غلظت مولی محلول حاصل به صورت زیر به دست می‌آید:

$$M(\text{محلول نهایی}) = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

**مثال ۱** اگر ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول نیم مولار سدیم‌کلرید را با ۳۰۰ میلی‌لیتر از محلول ۰.۴ مولار سدیم‌کلرید مخلوط کنیم، یک محلول ..... مولار به دست می‌آید.

$$0.238 \text{ (۴)} \qquad 0.140 \text{ (۳)} \qquad 0.144 \text{ (۲)} \qquad 0.145 \text{ (۱)}$$

**پاسخ** دو محلول هم‌جنس با غلظت‌های متفاوت با هم مخلوط شده است.

$$M(\text{محلول نهایی}) = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(0.14 \times 200) + (0.4 \times 300)}{200 + 300} = 0.144 \text{ mol/L}^{-1}$$

**مثال ۲** چند لیتر محلول ۶ مولار  $H_2SO_4$  باید با ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار آن مخلوط شود، تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲۰ لیتر، به محلول حدود ۳ مولار این اسید تبدیل شود؟

$$9.72 \text{ (۴)} \qquad 8.73 \text{ (۳)} \qquad 7.74 \text{ (۲)} \qquad 6.78 \text{ (۱)}$$

**پاسخ** غلظت مولی محلول نهایی از تقسیم تعداد مول‌های کل حل‌شونده بر حجم کل محلول به دست می‌آید. مطابق صورت تست، پس از رقیق شدن، حجم کل محلول به ۲۰ لیتر می‌رسد.

$$M(\text{محلول نهایی}) = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V(\text{محلول نهایی})} \Rightarrow 3 = \frac{(6V_1) + (1 \times 10)}{20} \Rightarrow 6V_1 = 50 \Rightarrow V_1 = 8.33 \text{ L}$$

### دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر)



**۱** شکل روبه‌رو دستگاه گلوکومتر را نشان می‌دهد که قند خون را اندازه‌گیری می‌کند.

**۲** عددی که این دستگاه نشان می‌دهد، میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر ( $dl$ ) یعنی ۱۰۰ میلی‌لیتر خون نشان می‌دهد.

**۳** قند خون گلوکز با فرمول مولکولی  $C_6H_{12}O_6$  است.

**مثال** اگر دستگاه گلوکومتر قند نمونه‌ای خون را ۹۰ نشان دهد، غلظت مولی گلوکز در این نمونه خون چند  $mol.L^{-1}$  است؟ ( $C=12, O=16, H=1; g.mol^{-1}$ )

**پاسخ** عدد ۹۰ در دستگاه گلوکومتر، به معنی ۹۰ میلی‌گرم گلوکز در ۱۰۰ میلی‌لیتر از خون است. ابتدا مقدار گلوکز را به مول تبدیل می‌کنیم.

$$90 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 = 90 \times 10^{-3} \text{ g } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_{12}O_6$$

$$\text{حجم محلول} = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول گلوکز}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

**نکته** اگر چگالی خون  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر گرفته شود، غلظت گلوکز موجود در خون از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\text{عدد گلوکومتر} = 100 \times \text{غلظت گلوکز (ppm)}$$



استوکیومتری واکنش‌ها در فاز محلول

روش تناسب: برای تبدیل یكاهای رایج در مسائل استوکیومتری به یكدیگر، از تناسب‌های زیر استفاده کنید با بسیاری از تناسب‌های زیر در بخش استوکیومتری آشنا شده‌اید. در این قسمت، هدف ترکیب تناسب‌های بخش استوکیومتری با تناسب‌های مربوط به مواد محلول است.

$$\frac{\text{جرم محلول} \times \text{درصد جرمی}}{100} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{میلی لیتر گاز (STP)} \times 22.4 \times \text{ضرب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{اتم یا مولکول}} \times N_A \times \text{ضرب} = \frac{\text{مول}}{\text{ضرب}}$$

**نکته ۱:** منظور از ضرب در تناسب‌های فوق، ضرب استوکیومتری ماده مورد نظر در معادله موازنه شده است.

**نکته ۲:** صورت کسرهای از صورت مسأله خوانده می‌شود و ضرایب استوکیومتری موجود در مخرج کسرهای از معادله موازنه شده دیده می‌شود.

**توجه:** حاصل ضرب (لیتر محلول × غلظت مولی) تعداد مول حل‌شونده را نشان می‌دهد، بنابراین در مخرج (لیتر محلول × غلظت مولی) مانند مخرج مول، از ضرب استوکیومتری ماده مورد نظر استفاده می‌کنیم.

$$V (\text{لیتر محلول}) \times M (\text{غلظت مولی}) = n (\text{مول حل‌شونده})$$

**نکته ۳:** اگر برای ماده محلول، غلظت از نوع درصد جرمی (%w/w) داده شده بود، برای راحتی کار، ابتدا درصد جرمی را با استفاده از رابطه زیر به غلظت مولی تبدیل کرده و سپس از کسرهای بالا استفاده کنید.

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

**نکته ۴:** اگر برای ماده محلول، غلظت از نوع ppm داده شود، هم می‌توان ابتدا گرم ماده حل‌شونده را تعیین کرد و هم می‌توان در صورت مشخص بودن چگالی محلول، ppm را با استفاده از فرمول زیر به غلظت مولی تبدیل کرد.

$$\text{چگالی} \times (\text{ppm}) \times 10^{-3} = \frac{\text{غلظت مولی} (M)}{\text{جرم مولی}}$$

توجه داشته باشید که با توجه به اینکه رابطه ppm و درصد جرمی به صورت زیر است، می‌توان به جای درصد جرمی در فرمول بالایی، معادل آن برحسب ppm را قرار داد.

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

روش کسر تبدیل (روش کتاب درسی): وقتی حجم مشخصی از یک محلول با غلظت معین در یک واکنش شرکت می‌کند، برای محاسبه تعداد مول حل‌شونده می‌توان حجم محلول (برحسب لیتر) را در غلظت آن (برحسب مول بر لیتر) ضرب کرد. به عبارت دیگر، با استفاده از رابطه حجم - غلظت، تعداد مول حل‌شونده محاسبه می‌شود و با استفاده از نسبت‌های مولی به دست آمده از معادله موازنه شده و ضرایب تبدیل‌های مناسب، محاسبات استوکیومتری انجام می‌شود. ضرایب تبدیلی است که نوع ماده و یکای مخرج آن، با نوع ماده و یکای صورت قبل از آن یکسان باشد.

**مثال ۱:** مطابق واکنش زیر، چند مول سدیم کربنات با ۸۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد؟



**پاسخ:**

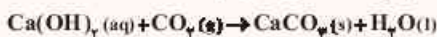
روش تناسب:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{1000 \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1} = \frac{2 \text{ mol L}^{-1} \times 80 \text{ mL HCl}}{2 \times 1000} \Rightarrow x = 0.08 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

روش کسر تبدیل:

$$? \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 = 80 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol HCl}} = 0.08 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

**مثال ۲:** با توجه به واکنش زیر، چند میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار کلسیم هیدروکسید با ۲۲۴ میلی لیتر گاز CO<sub>2</sub> در شرایط STP واکنش می‌دهد؟



**پاسخ:**

روش تناسب:

$$\frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{1000 \times \text{ضرب}} = \frac{224 \text{ mL CO}_2}{1 \times 22400} = \frac{0.2 \text{ mol L}^{-1} \times x \text{ mL Ca(OH)}_2}{1 \times 1000} \Rightarrow x = 50 \text{ mL Ca(OH)}_2$$

روش کسر تبدیل:

$$? \text{ mL Ca(OH)}_2 = 224 \text{ mL CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22400 \text{ mL CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ L Ca(OH)}_2}{0.2 \text{ mol Ca(OH)}_2} \times \frac{1000 \text{ mL Ca(OH)}_2}{1 \text{ L Ca(OH)}_2} = 50 \text{ mL Ca(OH)}_2$$



محلول‌ها

۶۲۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ ( $C=12, O=16, H=1: g.mol^{-1}$ ) ☆

- (آ) در دریای مرده درصد جرمی نمک‌ها حدود ۲۷٪ است و انسان به راحتی می‌تواند روی سطح آن شناور بماند.  
 (ب) در اثر مخلوط کردن ۲۷ گرم آب و ۴۶ گرم اتانول، اتانول حلال و آب حل‌شونده محسوب می‌شود.  
 (پ) در اثر افزودن نمک نقره نیترات به سرم فیزیولوژی، یک رسوب سفیدرنگ تشکیل می‌شود.  
 (ت) در هوای پاک که تنفس می‌کنیم، گاز نیتروژن نقش حلال را دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(ریاضی خارج ۹۹)

۶۲۱- کدام ویژگی‌های یک محلول معین، در خواص آن مؤثرند؟

- (آ) وزن (ب) غلظت (پ) حجم  
 (ت) ماهیت حلال (ث) دما (ج) ماهیت حل‌شونده  
 (۱) «آ»، «ب»، «ت»، «ث» (۲) «آ»، «ت»، «ج» (۳) «ب»، «پ»، «ت» (۴) «ب»، «ت»، «ث»، «ج»

۶۲۲- ۱ کیلوگرم از محلول NaOH(aq) شامل ۲۱۵ مول سدیم هیدروکسید است. تعداد اتم H در این محلول چند برابر تعداد اکسیژن است؟

( $N=14, O=16, H=1: g.mol^{-1}$ )

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

قسمت در میلیون (ppm)

۶۲۳- اگر در نیم کیلوگرم آب دریا، ۱۹۰ میلی‌گرم یون پتاسیم وجود داشته باشد، غلظت یون پتاسیم در آب دریا چند ppm است؟

۱ (۱) ۹۵ (۲) ۱۹۰ (۳) ۳۸۰ (۴) ۳۸۰

۶۲۴- کوسه‌های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می‌توانند بوی خون را از فاصله دور حس کنند. اگر یک قطره (۱ گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم  $4 \times 10^{12}$  لیتر پخش شود، کوسه‌ها بوی خون را حس می‌کنند. حس بویایی این کوسه‌ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را یک کیلوگرم در نظر بگیرید).

۱ (۱)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۲)  $2/5 \times 10^{-5}$  (۳)  $2/5 \times 10^{-8}$  (۴)  $2/5 \times 10^{-11}$

(تجربی خارج ۸۸)

۶۲۵- ۱۰۰ گرم محلول نقره سولفات با غلظت ۱۵/۶ ppm، شامل چند مول از این نمک است؟ ( $O=16, S=32, Ag=108: g.mol^{-1}$ ) ☆

۱ (۱)  $2 \times 10^{-5}$  (۲)  $5 \times 10^{-6}$  (۳)  $12/3 \times 10^{-3}$  (۴)  $15/6 \times 10^{-4}$

(ریاضی خارج ۸۹)

۶۲۶- اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۳/۵ ppm باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه آب، چند مول یون سدیم وجود دارد؟

( $N=14: g.mol^{-1}$ )  
 ۱ (۱)  $3/5 \times 10^{-2}$  (۲)  $3 \times 10^{-2}$  (۳)  $4/5 \times 10^{-2}$  (۴)  $3 \times 10^{-2}$

۶۲۷- در یک نمونه آب حاوی باریم کلرید، غلظت یون کلرید ۱۴/۲ ppm است. غلظت یون باریم در این آب چند ppm است؟ ( $Ba=137, Cl=35/5: g.mol^{-1}$ ) ☆

۱ (۱) ۷/۱ (۲) ۲۷/۴ (۳) ۲۸/۴ (۴) ۵۴/۸

۶۲۸- یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می‌توان چند لیتر آب شهری دارای

(تجربی خارج ۹۲)

۱۰۰ ppm یون نیترات را به طور کامل تصفیه کرد؟ ( $O=16, N=14: g.mol^{-1}, d_{H_2O} = 1 g.mL^{-1}$ )

۱ (۱) ۱۸۶۰ (۲) ۸۶۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۴۰۰

۶۲۹- یک نمونه سوخت، دارای ۹۶ ppm گوگرد است. سوختن هر تن از آن چند گرم سولفوریک اسید به محیط زیست وارد می‌کند؟ (در شرایط آزمایش گوگرد به  $SO_2$  تبدیل می‌شود؛ ( $S=32, O=16, H=1: g.mol^{-1}$ ))

(تجربی خارج ۹۳)

۱ (۱) ۲۹۴ (۲) ۲۴۰ (۳) ۲۹/۴ (۴) ۲۴

۶۳۰- برای تهیه ۱ لیتر محلول ۵ ppm از یون سولفات، با استفاده از کدام دو نمک منگنز (III) سولفات و آمونیوم سولفات، جرم کمتری نمک لازم است؟ این مقدار نمک

چند میلی‌گرم است؟ ( $Mn=55, S=32, O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1}$ ، آب،  $d_{H_2O} = 1 g.mL^{-1}$ )

۱ (۱) منگنز (III) سولفات - ۶/۸۷۵ (۲) آمونیوم سولفات - ۶۸/۷۵ (۳) تفاوتی ندارد - ۶/۸۷۵ (۴) تفاوتی ندارد - ۶۸/۷۵

۶۳۱- یک نمونه از آب دریا، دارای ۱۳۵۰ ppm از یون  $Mg^{2+}$  است. برای تهیه روزانه ۲۷۰ کیلوگرم منیزیم، ماهانه (۳۰ روز کاری) چند تن از این آب باید فراوری شود؟

(ریاضی خارج ۹۸)

(فرض کنید که حداکثر ۸٪ منیزیم آب دریا قابل استخراج باشد.)

۱ (۱) ۶۰۰۰ (۲) ۷۵۰۰ (۳) ۹۰۰۰ (۴) ۱۲۰۰۰





۶۳۲- چنانچه ۱۵۰ گرم محلول حاوی  $10^{-3}$  مول آهن (II) نیترات را با ۱۶۰ گرم محلول حاوی  $10^{-3}$  مول آلومینیم نیترات مخلوط کنیم، غلظت ppm یون نیترات در محلول نهایی کدام است؟ ( $Al=27, N=14, O=16: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۱۰ (۲) ۱۰<sup>۲</sup> (۳) ۱۰<sup>۳</sup> (۴) ۱۰<sup>۴</sup>

۶۳۳- اگر ۴۰۰ گرم محلول ۲۰۰ ppm کلسیم برمید با ۳۰۰ گرم محلول حاوی ۰/۱ مول استراتسیم برمید مخلوط شوند، غلظت یون برمید در محلول نهایی چند ppm است؟ ( $Ca=40, Br=80: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۲۰۵ (۲) ۳۲۰۰ (۳) ۴۴۸۰ (۴) ۵۶۴۰

۶۳۴- اگر ۲۰۰ گرم محلول منیزیم کلرید با غلظت ۱۹ ppm با ۱۰۰ گرم محلول سدیم کلرید با غلظت ۱۱/۷ ppm مخلوط شود، غلظت یون کلرید در محلول نهایی چند ppm است؟ ( $Mg=24, Cl=35.5, Na=23: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۷/۶۳ (۲) ۱۱/۸۳ (۳) ۱۸/۴۲ (۴) ۲۵/۲۲

درصد جرمی

۶۳۵- چند گرم NaOH را باید در ۱۶۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سدیم هیدروکسید ۲۰ درصد جرمی حاصل شود؟

- ۱) ۴۰ (۲) ۱۶۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۶۴۰

۶۳۶- محلول ۵٪ جرمی سدیم نیترات تهیه شده است. در ۴۰ گرم از این محلول چند گرم  $NaNO_3$  وجود دارد؟

- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۳۷- در ۲۹/۲۵ گرم محلول ۲۰ درصد سدیم کلرید، چند مول NaCl وجود دارد؟ ( $Na=23, Cl=35.5: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۰/۱ (۲) ۰/۱۵ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۲۵

۶۳۸- اگر ۴۰۰ میلی‌گرم یُد در ۳۱ میلی‌لیتر کربن تتراکلرید حل شود، درصد جرمی یُد در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی کربن تتراکلرید را برابر  $1.6 g.mL^{-1}$  در نظر بگیرید.)

- ۱) ۰/۸ (۲) ۰/۶ (۳) ۱/۲ (۴) ۲/۴ (ریاضی داخل ۸۸)

۶۳۹- اگر ۲۸/۷۵ میلی‌لیتر اتانول خالص را با ۱/۵ مول آب مقطر مخلوط کنیم، درصد جرمی اتانول در این محلول، کدام است؟ (چگالی اتانول برابر  $0.78 g.mL^{-1}$  است. (ریاضی خارج ۹۰)



- ۱) ۴۴ (۲) ۴۵ (۳) ۴۶ (۴) ۴۸

۶۴۰- اگر ۲۰ گرم NaOH در ۶۰ گرم آب حل شود، درصد جرمی آن در این محلول، چند برابر درصد جرمی آن در محلولی است که در هر ۵۰ گرم آن، ۰/۱ مول NaOH به صورت حل شده وجود دارد؟ ( $H=1, O=16, Na=23: g.mol^{-1}$ ) (ریاضی داخل ۸۵)

- ۱) ۳/۱۲۵ (۲) ۳/۲۴۵ (۳) ۳/۲۵۱ (۴) ۳/۴۲۵

۶۴۱- ۲/۹ میلی‌لیتر از محلول ۲۰ درصد جرمی استون ( $C_3H_6O$ ) در آب دارای چند مول استون است؟

( $C=12, O=16, H=1: g.mol^{-1}$ ، چگالی محلول  $0.78 g.mL^{-1}$ )

- ۱)  $4 \times 10^{-3}$  (۲)  $2 \times 10^{-3}$  (۳)  $8 \times 10^{-3}$  (۴)  $8 \times 10^{-2}$

۶۴۲- در محلولی از کلسیم برمید، غلظت یون برمید ۴۸۰ ppm است. درصد جرمی کلسیم برمید در این محلول کدام است؟ ( $Ca=40, Br=80: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۰/۰۶ (۲) ۰/۱۶ (۳) ۶۰ (۴) ۶۰۰

۶۴۳- اگر درصد جرمی ۲/۵ گرم سدیم کلرید در ۴۷/۵ گرم آب، با درصد جرمی سدیم هیدروکسید در یک نمونه از محلول آن برابر باشد، در ۲۵ گرم از این نمونه محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم از آن وجود دارد؟ (تجزی داخل ۸۷)

- ۱) ۱/۲۰ (۲) ۱/۲۵ (۳) ۲/۲۰ (۴) ۲/۲۵

۶۴۴- اگر درصد جرمی استون در محلول آبی آن برابر با ۲۹ درصد باشد، درصد مولی آب در این محلول کدام است؟ ( $O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1}$ )

- ۱) ۶۴/۳۷ (۲) ۷۴/۳۶ (۳) ۸۵/۴۴ (۴) ۸۸/۷۶

۶۴۵- ۲۰۰ گرم محلول سود سوزآور ۱۰٪ را با چند گرم محلول ۴۰٪ آن مخلوط کنیم تا محلول ۱۶ درصد جرمی سود سوزآور به دست آوریم؟ (تجزی خارج ۹۹)

- ۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۶۴۶- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

(آ) غلظت محلول ۰/۰۱ درصد جرمی یک نمک در آب، برابر ۱۰۰ ppm است.

(ب) اکسیژن و آب، از اجزای مشترک موجود در هوای پاک و سرم فیزیولوژی‌اند.

(پ) نسبت شمار اتم‌های سازنده آمونیوم کربنات به آلومینیم سولفات، به تقریب برابر ۰/۸ است.

(ت) اگر ۱/۲ تن آب دریا با درصد جرمی ۰/۲۷، در یک مخزن بخار شود، ۳۲۴ کیلوگرم از نمک‌های بدون آب باقی می‌ماند.

- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۶۴۷- برای ضد عفونی کردن آب یک استخر از محلول کلر ۱۷٪ درصد جرمی استفاده می‌شود. اگر مقدار مجاز کلر موجود در آب استخر 1ppm باشد، چند گرم از محلول اولیه برای ضد عفونی کردن  $14 \text{ m}^3$  آب استخر نیاز است؟ (جرم یک لیتر آب استخر را برابر با یک کیلوگرم در نظر بگیرید).

- (۱) ۵۰۰۰ (۲) ۵۰۰۰۰ (۳) ۲۰۰۰ (۴) ۲۰۰۰۰

۶۴۸- چند میلی لیتر از یک محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید، با چگالی  $1.12 \text{ g.mL}^{-1}$  باید به ۱۰ لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون کلرید به تقریب برابر ۱۰۹/۵ ppm شود؟ ( $d_{\text{محلول}} = 1.12 \text{ g.mL}^{-1}; H=1, Cl=35.5 \text{ g.mol}^{-1}$ ) (بررسی داتل ۹۸)

- (۱) ۰.۵۲ (۲) ۱.۰۸ (۳) ۲.۱۷ (۴) ۵.۱۲

۶۴۹- دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰٪ و دومی دارای ۷۰٪ جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یک دیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده، به تقریب کدام است؟ (تجربی خارج ۹۲)

- (۱) ۴۹ (۲) ۵۸ (۳) ۶۱ (۴) ۶۵

۶۵۰- مقدار نمک حل شده در آب دریای مرده ۲۷٪ و در دریای سرخ ۴۱٪ می‌باشد غلظت نمک در دریای مرده بر حسب ppm چند برابر همین ویژگی در دریای سرخ است؟

- (۱)  $6158 \times 10^{-2}$  (۲)  $6158 \times 10^{-3}$  (۳)  $6158 \times 10^{-4}$  (۴)  $6158 \times 10^{-6}$

۶۵۱- به ۱۵۰ میلی لیتر محلول کلسیم کربنات با چگالی  $1.15 \text{ g.mL}^{-1}$  و درصد جرمی ۸۰، چند میلی لیتر آب اضافه کنیم تا محلولی با درصد جرمی ۶۰ به دست آید؟ ( $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$ )

- (۱) ۷۵ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

۶۵۲- آخرین الکترون در دو اتم X و  $\frac{1}{2} M$  با اختلاف عدد اتمی ۳، دارای  $n+1=4$  است و نسبت کاتیون به آنیون در نمک دو تایی حاصل از این دو اتم  $\frac{1}{4}$  می‌باشد. اگر در ۱۰۰ گرم از محلول این نمک ۴ مول آنیون X وجود داشته باشد، درصد جرمی تقریبی کاتیون M کدام است؟ (۲ فصل ۱ دهم)

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱ (۴) ۱۶

استخراج سدیم و منیزیم از آب دریا

۶۵۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- (آ) سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید به شکل بلورهای جامد از محلول آب دریا جداسازی می‌شود.  
(ب) میزان مصارف خانگی سدیم کلرید از میزان مصرف آن در تولید سدیم کربنات بیشتر است.

- (پ) یون‌های منیزیم در آب دریا را پس از رسوب دادن، به  $\text{MgCl}_2$  تبدیل کرده و با استفاده از جریان برق،  $\text{MgCl}_2(aq)$  را به عنصرهای سازندهش تجزیه می‌کنند.  
(ت) از سدیم کلرید در مواردی مانند تهیه گاز هیدروژن، تهیه کنتسرو تن، تهیه پارچه و در صنعت نفت استفاده می‌شود.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۵۴- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

- (۱) در مراحل استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا آن را به شکل ماده نامحلول منیزیم کلرید در می‌آورند.  
(۲) بیش از ۵۰ درصد سدیم کلرید حاصل شده از آب دریاها، برای فرآوری گوشت و مصارف خانگی کاربرد دارد.  
(۳) سرکه خوراکی، خاصیت اسیدی ملایمی داشته و شامل محلول آبی ۵ درصد جرمی استیک اسید است.  
(۴) با دو برابر کردن جرم حلال موجود در یک محلول، درصد جرمی محلول مورد نظر نصف می‌شود.

۶۵۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد جداسازی و مصرف سدیم و منیزیم نادرست است؟

- (آ) جداسازی سدیم کلرید از آب دریا به روش شیمیایی انجام می‌گیرد.  
(ب) بیشترین میزان مصرف نمک خوراکی پس از مصارف خانگی برای ذوب کردن یخ‌ها در جاده‌ها است.  
(پ) برای جداسازی منیزیم از آب دریا ابتدا آن را به صورت ماده جامد و نامحلول  $\text{MgCl}_2$  رسوب می‌دهند.  
(ت) بر اثر برقکافت منیزیم کلرید مذاب، عنصر جامد منیزیم و کلر گازی تولید می‌گردد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۶۵۶- کدام یک از مطالب زیر در مورد فرآورده‌های واکنش روبه‌رو، نادرست است؟

- (۱) فرآورده‌ای که دارای یون‌های چند اتمی است، در ساخت گچ کاربرد دارد.  
(۲) سرم فیزیولوژی محلول رقیق حاصل از یکی از فرآورده‌های این واکنش است.  
(۳) هر دو فرآورده تولید شده در این واکنش در دمای اتاق محلول در آب هستند.  
(۴) از جمله بیشترین کاربردهای یکی از فرآورده‌های تولید شده، تهیه سود سوزآور است.



(فصل ۱ دهم)

۶۵۷- چه تعداد از عبارتهای زیر در مورد جداسازی مواد شیمیایی موجود در آب دریا، درست است؟

- (آ) در روش فیزیکی، می توان ترکیبی یونی جداسازی کرد که هر مول آن دارای  $2N_A$  یون است.  
 (ب) در روش فیزیکی، می توان ترکیبی یونی جداسازی کرد که نسبت آنیون به کاتیون در آن برابر ۱ است.  
 (پ) در روش شیمیایی، می توان عنصری به دست آورد که دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است.  
 (ت) در روش شیمیایی، می توان عنصری به دست آورد که دارای ۲ ایزوتوپ طبیعی است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

غلظت مولی (مولار)

۶۵۸- اگر از تبخیر  $10^3$  میلی لیتر محلول منیزیم کلرید،  $1/19$  گرم نمک بدون آب به دست آید، مولاریته این محلول چند  $\text{mol.L}^{-1}$  بوده است؟ (تجربی داخل ۹۱)



۱)  $2 \times 10^{-3}$  ۲)  $2 \times 10^{-2}$  ۳)  $2/5 \times 10^{-2}$  ۴)  $2/5 \times 10^{-3}$

۶۵۹- اگر  $546$  گرم پتاسیم هیدروکسید در  $44/9$  گرم آب حل شود و محلولی با چگالی  $1/8 \text{ g.mL}^{-1}$  به دست آید، غلظت محلول حاصل چند مول بر لیتر است؟ (تجربی خارج ۸۷)



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱ ۴) ۲

۶۶۰- با افزودن آب به  $16$  گرم نمک آمونیوم نیترات، حجم را به  $250$  میلی لیتر رسانده ایم. غلظت مولی این محلول کدام است؟  $(\text{N}=14, \text{O}=16, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1})$

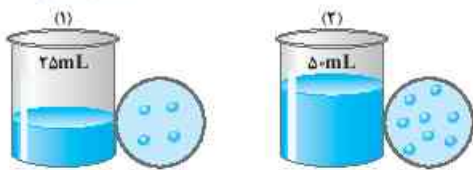
۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۳/۲

۶۶۱-  $50$  گرم محلول  $2$  مولار سدیم سولفات با چگالی  $1.25 \text{ g.L}^{-1}$ ، دارای چند مول آب است؟  $(\text{S}=32, \text{Na}=23, \text{O}=16: \text{g.mol}^{-1})$

۱)  $2/146$  ۲)  $4/292$  ۳)  $6/438$  ۴)  $8/584$

(تجربی خارج ۹۸)

۶۶۲- اگر در محلول ۱ و ۲، هر ذره حل شده هم ارز  $0.1$  مول باشد، کدام مطلب درست است؟



۱) غلظت مولی دو محلول با هم برابر است.

۲) غلظت مولی محلول ۱، برابر ۴ مول بر لیتر است.

۳) غلظت مولی محلول ۲، بیشتر از غلظت مولی محلول ۱ است.

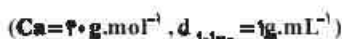
۴) اگر این دو محلول با هم مخلوط شوند، غلظت محلول به دست آمده، کم تر از محلول ۲ است.

(تجربی خارج ۹۶)

۶۶۳- درصد جرمی آمونیاک در محلول  $10$  مولار آن با چگالی  $0.935 \text{ g.mL}^{-1}$ ، به کدام عدد نزدیک تر است؟  $(\text{N}=14, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1})$

۱) ۹ ۲)  $12/2$  ۳)  $18/2$  ۴) ۲۲

۶۶۴- غلظت یون کلسیم برابر  $1360$  میلی گرم در یک کیلوگرم از یک نمونه آب است. درصد جرمی و غلظت مولار این یون، به ترتیب از راست به چپ، کدامند؟ (تجربی داخل ۹۸)

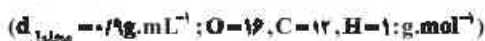


۱)  $0.034, 0.136$  ۲)  $0.136, 0.135 \times 10^{-3}$

۳)  $0.136, 0.136$  ۴)  $0.136, 1.36 \times 10^{-3}$

(رئاستی داخل ۹۸)

۶۶۵- محلول  $23$  درصد جرمی اتانول در آب، به تقریب چند مولار است؟



۱)  $2/5$  ۲)  $4/5$

۳) ۳ ۴) ۴

۶۶۶- چگالی محلول غلیظ نیتریک اسید ( $\text{HNO}_3$ ) تولید شده در صنعت (با درصد جرمی  $70$ ٪)،  $1.05$  برابر چگالی سرکه خوراکی ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) با درصد جرمی  $5$ ٪ است. مولاریته این اسید چند برابر مولاریته سرکه خوراکی است؟  $(\text{O}=16, \text{N}=14, \text{C}=12, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1})$

۱) ۱۱ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۷

۶۶۷- در ظرفی بر روی مقداری کربنات فلز  $A$   $p$  تا حجم  $1250$  میلی لیتر آب اضافه می کنیم. در این حالت  $1.5 \times 10^{22}$  عدد آنیون کربنات آزاد می شود. مولاریته کاتیون در این محلول کدام است؟ (از تغییر حجم در اثر انحلال چشم پوشی کنید.)

۱)  $0.05$  ۲)  $0.1$  ۳)  $0.2$  ۴)  $0.4$

۶۶۸- در  $25$  میلی لیتر محلول  $34$  درصد جرمی آمونیاک با چگالی  $0.948 \text{ g.mL}^{-1}$ ، چند مول آمونیاک وجود دارد و این محلول چند مولار است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید و  $(\text{H}=1, \text{N}=14: \text{g.mol}^{-1})$ )

(رئاستی داخل ۹۳)

۱)  $1.5/7, 0.49$  ۲)  $1.9/6, 0.49$  ۳)  $1.5/7, 0.42$  ۴)  $1.9/6, 0.42$



۶۶۹- برای تهیه ۴۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار HCl به چند میلی لیتر محلول ۲۵ درصد جرمی با چگالی  $1/168 \text{ g.mL}^{-1}$  نیاز است؟  $(\text{H}=1, \text{Cl}=35/5 \text{ g.mol}^{-1})$

۵ (۱)	۱۰ (۲)	۱۵ (۳)	۲۰ (۴)
-------	--------	--------	--------

۶۷۰- برای تهیه ۴ لیتر محلول با غلظت ۶/۲ ppm از یون نیترات، چند لیتر از محلول ۰/۰۱ مولار کلسیم نیترات را باید با مقدار کافی آب مخلوط کنیم؟ (چگالی هر محلول برابر با  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  است.  $(\text{N}=14, \text{O}=16 \text{ g.mol}^{-1})$ )

۱/۲ (۱)	۰/۱ (۲)	۰/۴ (۳)	۰/۲ (۴)
---------	---------	---------	---------

۶۷۱- در هر لیتر از محلول غلیظ HCl با چگالی  $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$  و درصد جرمی ۳۶/۵٪ چند لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط STP حل شده است؟ (ریاضی داخل ۹۶)

$(\text{Cl}=35/5, \text{H}=1 \text{ g.mol}^{-1})$

۲۲/۴ (۱)	۲۶/۸۸ (۲)	۲۲۴ (۳)	۲۶۸/۸ (۴)
----------	-----------	---------	-----------

۶۷۲- چند لیتر محلول ۶ مولار  $\text{H}_2\text{SO}_4$  باید با ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار آن مخلوط شود، تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲ لیتر، به محلول حدود ۳ مولار این اسید تبدیل شود؟ (ریاضی خارج ۹۱)

۶/۸ (۱)	۷/۴ (۲)	۸/۳ (۳)	۹/۲ (۴)
---------	---------	---------	---------

۶۷۳- برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار HCl، چند میلی لیتر محلول ۳۶/۵ درصد جرمی آن لازم است؟ (چگالی محلول را  $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر بگیرید و (ریاضی داخل ۹۱)

$(\text{H}=1, \text{Cl}=35/5 \text{ g.mol}^{-1})$

۱۰ (۱)	۲۰ (۲)	۱۶ (۳)	۱۴ (۴)
--------	--------	--------	--------

۶۷۴- به ۳۰۰ mL محلول ۶ مولار استیک اسید، ۴۰۰ mL محلول استیک اسید دیگر اضافه می کنیم. اگر غلظت مولی محلول حاصل از این فرایند برابر با ۳ مول بر لیتر باشد، غلظت مولار محلول اضافه شده کدام است؟

۰/۷۵ (۱)	۰/۲۳ (۲)	۷/۱۵ (۳)	۳ (۴)
----------	----------	----------	-------

۶۷۵- برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۹ مولار  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ، چند میلی لیتر محلول ۹۸ درصد جرمی سولفوریک اسید تجاری با چگالی  $1/18 \text{ g.mL}^{-1}$  لازم است؟ (تجزیی داخل ۹۶)

$(\text{S}=32, \text{O}=16, \text{H}=1 \text{ g.mol}^{-1})$

۷/۱۵ (۱)	۷/۱۵ (۲)	۵ (۳)	۱۰ (۴)
----------	----------	-------	--------

۶۷۶- در ظرف (۱) محلول ۲۲/۲ درصد جرمی نمک A با چگالی  $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$  و مولاریته  $2/4 \text{ mol.L}^{-1}$  موجود است. اگر در ظرف (۲) مقدار ۱۲۵ میلی لیتر از محلول نمک A دارای ۳/۳۳ گرم نمک باشد، مولاریته این محلول چند برابر مولاریته محلول ظرف (۱) است؟

۰/۱ (۱)	۰/۲ (۲)	۱ (۳)	۲ (۴)
---------	---------	-------	-------

۶۷۷- اگر ۰/۱۵ مول پتاسیم هیدروکسید در ۱۱۲ گرم آب مقطر حل شود، درصد جرمی پتاسیم هیدروکسید و غلظت مولی تقریبی محلول، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (از تغییر حجم آب چشم پوشی شود.  $(\text{H}=1, \text{O}=16, \text{K}=39 \text{ g.mol}^{-1})$ )

(تجزیی داخل ۹۹)

۴/۶۴، ۰/۸ (۱)	۵/۴۳، ۰/۸ (۲)	۳/۵۸، ۰/۲۰ (۳)	۴/۴۶، ۰/۲۰ (۴)
---------------	---------------	----------------	----------------

۶۷۸- دو ظرف شامل سدیم هیدروکسید با غلظت  $16 \text{ g.L}^{-1}$  و  $18 \text{ mol.L}^{-1}$  وجود دارد. چه نسبتی از محلول اول به محلول دوم را با هم مخلوط کنیم، تا محلول ۰/۷ مولار NaOH تهیه شود؟

۳/۴ (۱)	۱/۳ (۲)	۲/۳ (۳)	۵/۳ (۴)
---------	---------	---------	---------

۶۷۹- ۸ میلی لیتر از محلول باریم کلرید با غلظت مولی  $2/4 \text{ mol.L}^{-1}$  را به  $8/3$  میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با چگالی  $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$  و درصد جرمی ۳۶/۵ اضافه می کنیم. غلظت مولی یون کلرید در محلول نهایی چند  $\text{mol.L}^{-1}$  است؟  $(\text{H}=1, \text{Cl}=35/5 \text{ g.mol}^{-1})$

۴/۸ (۱)	۵/۶ (۲)	۷/۲ (۳)	۸/۲ (۴)
---------	---------	---------	---------

۶۸۰- مقدار ۶ میلی لیتر محلول کلسیم کربنات ۰/۱ مولار را با ۱۴۰ میلی لیتر محلول آلومینیم کربنات ۰/۲ مولار مخلوط می کنیم. مولاریته محلول حاصل نسبت به یون کربنات کدام است؟

۰/۱۵ (۱)	۰/۲۵ (۲)	۰/۴۵ (۳)	۰/۹ (۴)
----------	----------	----------	---------

● با توجه به مطلب زیر به ۳ تست بعدی پاسخ دهید.

«محلول A شامل ۱۶ گرم NaOH و چگالی  $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$  است. برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول رقیق NaOH با غلظت  $0/09 \text{ mol.L}^{-1}$ ، ۲۰ میلی لیتر از محلول A لازم است.»

۶۸۱- غلظت مولی محلول A چند مول بر لیتر است؟

۱ (۱)	۲ (۲)	۳ (۳)	۴ (۴)
-------	-------	-------	-------

۶۸۲- درصد جرمی محلول A کدام است؟  $(\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1 \text{ g.mol}^{-1})$

۱۰ (۱)	۲۰ (۲)	۳۰ (۳)	۴۰ (۴)
--------	--------	--------	--------



۶۸۳- حجم اولیه محلول A چند میلی‌لیتر است؟

- ۱) ۳۰/۳۳ (۲) ۱۳۳/۳۳ (۳) ۱۶۰ (۴) ۱۹۲

۶۸۴- ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید ۸٪ درصد جرمی یا چگالی  $1.046 \text{ g.mL}^{-1}$  را با ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید که دارای ۹۸ گرم  $\text{H}_2\text{SO}_4$  است، مخلوط می‌کنیم. مولاریته محلول نهایی کدام است؟ ( $\text{S}=32, \text{O}=16, \text{H}=1; \text{g.mol}^{-1}$ )

- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۶۸۵- محلولی با غلظت ۵۴۵ مولار از نمک NaX در اختیار داریم. اگر درصد جرمی این محلول برابر با ۵۱/۵٪ و چگالی آن برابر با ۱۴۱ گرم بر میلی‌لیتر باشد، جرم مولی عنصر X کدام است؟ ( $\text{Na}=23; \text{g.mol}^{-1}$ )

- ۱) ۶۲ (۲) ۹۵ (۳) ۸۰ (۴) ۱۰۳

۶۸۶- غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۶۰۰ ppm است. اگر چگالی این نمونه آب برابر  $1.05 \text{ g.mL}^{-1}$  باشد، غلظت تقریبی یون سدیم در آن، چند مولار است؟ ( $\text{Na}=23; \text{g.mol}^{-1}$ )

- ۱) ۰/۲۳ (۲) ۰/۳۶ (۳) ۰/۴۸ (۴) ۰/۶۵

۶۸۷- ۲۰۰ گرم محلول آبی سدیم هیدروکسید ۴۰٪ جرمی را با ۳۰۰ گرم محلول ۶۰٪ جرمی آن مخلوط می‌کنیم، محلول حاصل چند مولار می‌باشد؟ ( $\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1; \text{g.mol}^{-1}$ )

- ۱) ۱۸/۲۵ (۲) ۱۶/۲۵ (۳) ۲۵/۴۴ (۴) ۱۸/۴۴

۶۸۸- درصد جرمی اتم‌های سدیم در مخلوطی از منیزیم سولفات و سدیم سولفات به جرم ۱۲۵ گرم، برابر با ۱۸/۴٪ است. این مخلوط جامد را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با استفاده از آب خالص، به ۱۷۹ لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی یون سولفات در این محلول چقدر می‌شود؟ (جرم مولی گوگرد، منیزیم، سدیم و اکسیژن به ترتیب برابر با ۳۲، ۲۴، ۲۳ و ۱۶ گرم بر مول است.)

- ۱) ۱/۲ (۲) ۰/۴۶ (۳) ۱ (۴) ۰/۱۵

۶۸۹- ۱۰/۶ گرم هیدروکسید فلز M از گروه ۱ جدول تناوبی را در ظرفی قرار داده و با افزودن آب، حجم را به ۲۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. در این شرایط مولاریته محلول برابر  $1.946 \text{ mol.L}^{-1}$  است. جرم مولی هیدروکسید فلز M کدام است؟

- ۱) ۲۴ (۲) ۴۰ (۳) ۵۶ (۴) ۱۴۳

۶۹۰- بزرگ‌ترین عدد کوانتومی اصلی موجود در آرایش الکترونی عنصر  $X^{2+}$  برابر با ۴ می‌باشد. با توجه به ساختار یون چند انمی زیر که در آن همه اتم‌ها از قاعده هشت تایی پیروی می‌کنند، غلظت مولی محلول حاصل از حل کردن ۲۴۰۶ گرم از نمک سدیم‌دار عنصر X در ۱۲۵ میلی‌لیتر آب کدام است؟ ( $\text{Na}=23; \text{g.mol}^{-1}$ ) (فصل ۲، هم)

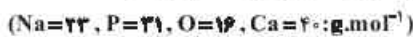
- ۱) ۰/۰۸ (۲) ۰/۱۶ (۳) ۰/۲۲ (۴) ۰/۴۴

۶۹۱- دو محلول نمکی یکی حاوی فسفات فلز X و دیگری شامل سولفات فلز Y، دارای مولاریته یکسان می‌باشند. X و Y به ترتیب اتم‌های دو فلز متوالی غیر واسطه جدول تناوبی اند که n+۱ زیرلایه آخر آن‌ها متفاوت است. در حجم‌های مساوی از این دو محلول تعداد آنیون ..... است. (فصل ۲، هم)

- ۱) در محلول اول بیشتر (۲) در محلول دوم بیشتر (۳) در هر دو محلول برابر (۴) نصف تعداد کاتیون

### استوکیومتری واکنش‌ها در فاز محلول

۶۹۲- در اثر افزودن مقدار کافی سدیم فسفات به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۶۶ مولار از کلسیم نیترات، پس از انجام کامل واکنش، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟



- ۱) ۱۲/۴ (۲) ۲۴/۸ (۳) ۳۷/۲ (۴) ۴۹/۶

۶۹۳- اگر ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید بتواند در واکنش کامل با محلول فسفریک اسید ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )، ۱۰٪ مول سدیم فسفات در آب تشکیل دهد، غلظت این محلول، برابر چند مول بر لیتر است؟ (تجزیی داخل ۹۳)

- ۱) ۲/۸ (۲) ۲/۵ (۳) ۱/۴ (۴) ۱/۲

۶۹۴- برای تهیه ۵۰۰ mL محلول ۱٪ مولار فسفرواسید، چند گرم از  $\text{PI}_3(s)$  طبق واکنش (موازنه نشده):  $\text{PI}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4(aq) + \text{HI}(aq)$ ، لازم است؟ ( $\text{P}=31, \text{I}=127; \text{g.mol}^{-1}$ ) (تجزیی داخل ۹۴)

- ۱) ۶۴۸۶ (۲) ۲۰/۶ (۳) ۳۵/۲۸ (۴) ۴۱/۲



۶۹۵- ۱۰۰ میلی لیتر از یک محلول سدیم فسفات در واکنش با محلول کلسیم کلرید، رسوبی حاوی  $175 \times 10^{-3}$  مول  $Ca^{2+}$  تولید می‌کند. مولاریته محلول سدیم فسفات کدام است؟

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۰۱ (۴) ۰/۰۲

۶۹۶- با افزودن مقداری کلسیم کلرید به محلول نقره فلوئورید، ۲۸/۷ گرم رسوب سفید و ۱۲۵ میلی لیتر محلول کلسیم فلوئورید به دست می‌آید. مولاریته محلول کلسیم فلوئورید کدام است؟ ( $Ag=108, Cl=35.5: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۸ (۴) ۱/۲

۶۹۷- ۵۰ میلی لیتر محلول که دارای ۰/۰۲ مول نقره نیترات است با چند گرم  $MgCl_2$  واکنش کامل می‌دهد؟ (از انحلال پذیری رسوب صرف نظر و معادله موازنه شود و  $AgNO_3(aq) + MgCl_2(s) \rightarrow AgCl(s) + Mg(NO_3)_2(aq)$  ( $N=14, Mg=24, Cl=35.5, Ag=108: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۰/۹۵ (۲) ۰/۸۵ (۳) ۰/۷۴ (۴) ۰/۶۴ (تجربی داخل ۹۸)

۶۹۸- ۵۰ میلی لیتر محلول که دارای ۰/۰۲ مول نقره نیترات است با چند میلی لیتر محلول که هر لیتر از آن دارای ۲۲/۸ گرم متیزیم کلرید است، واکنش کامل می‌دهد؟ (از انحلال رسوب صرف نظر شود، ( $N=14, Mg=24, Cl=35.5, Ag=108: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۴۱/۶ (۲) ۳۵/۲ (۳) ۲۸/۴ (۴) ۲۰/۸ (تجربی خارج ۹۸)

۶۹۹- اگر در واکنش ۴ گرم هیدروکسید یک فلز گروه اول جدول تناوبی، با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید، مطابق معادله موازنه نشده زیر، مقدار ۷/۱ گرم سولفات آن فلز تشکیل شود، جرم مولی این فلز، کدام است؟ ( $O=16, S=32: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۲۳ (۲) ۳۹ (۳) ۴۶ (۴) ۸۷ (ریاضی خارج ۸۸)

۷۰۰- m گرم گرد آلومینیم را در ۲۵۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید وارد می‌کنیم تا واکنش زیر انجام شود و همه آلومینیم با اسید واکنش می‌دهد. اگر غلظت مولار اسید به اندازه ۰/۴ مول بر لیتر کم شود، m به تقریب کدام است؟ ( $Al=27: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۰/۴۷ (۲) ۰/۹۹ (۳) ۱/۸ (۴) ۲/۷ (تجربی داخل ۹۵)

۷۰۱- اگر چگالی محلول ۱۰ مولار پتاسیم هیدروکسید برابر  $1.25 g.mL^{-1}$  باشد، ۱۰۰ گرم از این محلول دارای چند مول پتاسیم هیدروکسید است و با چند میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار نیتریک اسید ( $HNO_3$ )، واکنش می‌دهد؟ ( $KOH=56: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۴۰۰۰، ۰/۱۵ (۲) ۵۰۰۰، ۰/۱۵ (۳) ۴۰۰۰، ۰/۱۸ (۴) ۵۰۰۰، ۰/۱۸ (ریاضی خارج ۹۵)

۷۰۲- اگر ۱۰ میلی لیتر از یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید با ۹۶ میلی گرم متیزیم مطابق معادله موازنه نشده زیر واکنش دهد، ۲۰ میلی لیتر از همان نمونه محلول اسید با چند میلی گرم پتاسیم هیدروکسید واکنش می‌دهد؟ ( $H=1, O=16, Mg=24, K=39: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۶۸۹ (۲) ۷۸۶ (۳) ۸۹۶ (۴) ۹۶۸ (ریاضی خارج ۸۶)

۷۰۳- اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار هیدروکلریک اسید با فلز آهن واکنش کامل دهد، محلول حاصل با سدیم هیدروکسید چند گرم رسوب تشکیل می‌دهد؟ ( $H=1, O=16, Fe=56: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۱۸ (۳) ۰/۹ (۴) ۰/۸ (تجربی داخل ۸۶)

۷۰۴- با استفاده از کلسیم کلرید تولید شده در واکنش موازنه نشده  $CaCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$  می‌توان ۶ کیلوگرم محلول کلسیم کلرید با درصد جرمی ۲۱/۷ تهیه کرد. گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در این واکنش، بر اثر سوختن چند گرم گاز متان تولید می‌شود؟

- (۱) ۱۶ (۲) ۲۴ (۳) ۳۲ (۴) ۴۸ ( $Ca=40, Cl=35.5, C=12, H=1: g.mol^{-1}$ )

۷۰۵- اگر مجموع غلظت مولی یون‌ها در یک نمونه از محلول متیزیم کلرید خالص برابر  $1/2 mol.L^{-1}$  باشد، چند میلی لیتر از این محلول با مقدار کافی از محلول نقره نیترات، ۵/۷۴ گرم رسوب نقره کلرید تولید می‌کند؟ ( $Cl=35.5, Ag=108: g.mol^{-1}$ )

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰ (تجربی خارج ۸۹)



۷۰۶- اگر غلظت مولی کل یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص، برابر  $4.06 \text{ mol.L}^{-1}$  باشد، در واکنش  $100$  میلی‌لیتر از این محلول با محلول نقره

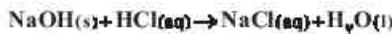
(ریاضی داخل ۹۱)



- ۱) ۲۸۷ (۲)  $43.5$  (۳)  $574$  (۴)  $716.5$

۷۰۷- با  $40$  میلی‌لیتر محلول  $2.5 \text{ mol.L}^{-1}$  هیدروکلریک اسید، چند میلی‌لیتر محلول  $0.7 \text{ mol.L}^{-1}$  آن را می‌توان تهیه کرد و این مقدار اسید، با چند گرم سدیم

(ریاضی خارج ۸۸)



- ۱)  $2 - 250$  (۲)  $2.5 - 250$  (۳)  $4 - 500$  (۴)  $5 - 500$

۷۰۸- اگر  $20$  میلی‌لیتر محلول  $2 \text{ M}$  مولار کلرید فلز  $\text{M}$ ، بتواند با  $30$  میلی‌لیتر محلول  $0.6 \text{ M}$  مولار نقره نیترات واکنش کامل دهد، کاتیون تشکیل‌دهنده این کلرید، کدام است؟

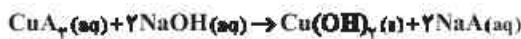
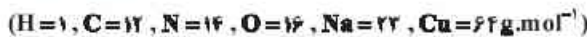
(تجربی خارج ۹۷)

- ۱)  $\text{M}^+$  (۲)  $\text{M}^{2+}$  (۳)  $\text{M}^{3+}$  (۴)  $\text{M}^{4+}$

۷۰۹- اگر  $4.55$  گرم از یکی از نمک‌های مس (II) با  $100$  میلی‌لیتر محلول  $0.5 \text{ M}$  مولار سدیم هیدروکسید واکنش کامل دهد، آنیون این نمک مس کدام است و در این

(ریاضی داخل ۹۹)

واکنش، چند گرم  $\text{Cu(OH)}_2(s)$  تشکیل می‌شود؟



- ۱) استات،  $2.45$  (۲) استات،  $2.37$  (۳) نیترات،  $2.45$  (۴) نیترات،  $2.37$

۷۱۰-  $5$  میلی‌لیتر محلول غلیظ سولفوریک اسید را در یک بالون پیمانه‌ای تا حجم  $250$  میلی‌لیتر رقیق می‌کنیم. اگر  $100$  میلی‌لیتر از این محلول رقیق بتواند با  $210$  میلی‌گرم

(ریاضی خارج ۸۹)

منیزیم کربنات مطابق معادله زیر واکنش دهد، غلظت محلول غلیظ اولیه این اسید، چند مول بر لیتر است؟

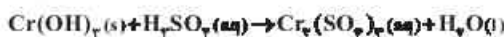


- ۱)  $1.5$  (۲)  $5.5$  (۳)  $12.5$  (۴)  $6.5$

۷۱۱- اگر در واکنش کامل  $0.4 \text{ mol}$  مول کروم (III) هیدروکسید با محلول  $0.3 \text{ mol.L}^{-1}$  سولفوریک اسید مطابق واکنش موازنه‌نشده زیر،  $a$  میلی‌لیتر و در واکنش کامل  $200$

(ریاضی خارج ۹۱)

میلی‌لیتر محلول  $2.7 \text{ mol.L}^{-1}$  سدیم هیدروکسید،  $b$  میلی‌لیتر از همان اسید مصرف شود،  $a$  از  $b$  و مقدار  $b$  برابر با ..... لیتر است.



- ۱) کوچک‌تر -  $0.9$  (۲) بزرگ‌تر -  $1.8$  (۳) بزرگ‌تر -  $0.9$  (۴) کوچک‌تر -  $1.8$

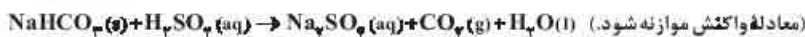
۷۱۲-  $400$  میلی‌لیتر محلول  $0.6 \text{ M}$  مولار  $\text{HCl}$  با مقدار کافی سدیم واکنش می‌دهد. همه گاز هیدروژن آزاد شده برای تولید گاز آمونیاک در روش هابر مصرف می‌شود. حجم



- ۱)  $8.96$  (۲)  $1.94$  (۳)  $17.92$  (۴)  $5.97$

(تجربی خارج ۹۹)

۷۱۳- واکنش سولفوریک اسید با سدیم هیدروژن کربنات به صورت زیر است:



برای واکنش کامل با  $750$  میلی‌لیتر محلول  $4 \text{ M}$  مولار سولفوریک اسید، چند گرم سدیم هیدروژن کربنات نیاز است و اگر گاز کربن دی‌اکسید تولید شده، در واکنش:



- ۱)  $765, 252$  (۲)  $1182, 252$  (۳)  $765, 504$  (۴)  $1182, 504$

۷۱۴- دو محلول سدیم فسفات با مولاریته  $4$  و  $1.5$  را به نسبت حجمی  $1$  به  $4$  به حجم  $1$  لیتر می‌رسانیم. با افزودن کلسیم کلرید به  $100$  میلی‌لیتر از محلول حاصل، حداکثر



- ۱)  $3.1$  (۲)  $6.2$  (۳)  $9.3$  (۴)  $15.5$

۷۱۵- مقداری از محلول  $0.4 \text{ M}$  مولار سدیم سولفات را به مقدار هم حجم آن از محلول  $0.2 \text{ M}$  مولار سدیم سولفات اضافه می‌کنیم. سپس  $50$  میلی‌لیتر از آن را وارد ظرفی



- ۱)  $0.1165$  (۲)  $0.233$  (۳)  $0.3495$  (۴)  $0.4665$



۷۱۶- در استخراج فلز منیزیم از آب دریا با استفاده از محلول HCl، ماده نامحلول A را به ماده B(aq) تبدیل می‌کنیم و در پایان با استفاده از جریان برق ماده B در حالت مذاب را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنیم. برای استخراج و جداسازی ۶ تن منیزیم، نیاز به چند لیتر محلول ۲ مولار هیدروکلریک اسید است؟  $(Mg=24g.mol^{-1})$

- ۱)  $5 \times 10^5$  (۱)      ۲)  $275 \times 10^5$  (۲)      ۳)  $5 \times 10^3$  (۳)      ۴)  $275 \times 10^3$  (۴)

۷۱۷- با توجه به شکل زیر و واکنش مربوط به آن، اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰۲۲- مولار از باریم کلرید به محلول اول اضافه کنیم، در پایان فرایند چند گرم از مجموع جرم محلول‌ها کاسته می‌شود و غلظت یون کلرید در محلول نهایی چند مول بر لیتر است؟  $(Ba=137, S=32, O=16, Cl=35.5:g.mol^{-1})$

۱)  $275 - 275$  (۱)  
 ۲)  $275 - 275$  (۲)  
 ۳)  $275 - 475$  (۳)  
 ۴)  $275 - 475$  (۴)

۷۱۸- پس از مصرف تمامی مواد اولیه در ظرف‌های (۱) و (۲) و ایجاد رسوب سفید رنگ، محلول این دو ظرف را وارد ظرف (۳) می‌نماییم. در صورت رسوب‌گذاری کامل در ظرف (۳)، غلظت محلول در این ظرف چند مول بر لیتر است؟  $(Ca=40, Cl=35.5:g.mol^{-1})$

۱) (۱)      ۲) (۲)      ۳) (۳)      ۴) (۴)

۷۱۹- درصد جرمی NaOH در محلول ۶ مولار آن با چگالی  $1.172 g.mL^{-1}$  کدام است و ۱۰ گرم از این محلول، چند مول سولفوریک اسید را به طور کامل، خنثی می‌کند؟  $(Na=23, O=16, H=1:g.mol^{-1})$

(تجربی داخل ۹۶)

- ۱)  $0.2, 2.0$  (۱)      ۲)  $0.225, 2.0$  (۲)      ۳)  $0.225, 2.5$  (۳)      ۴)  $0.2, 2.5$  (۴)

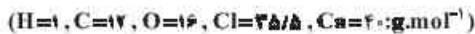
۷۲۰- برای تهیه ۶۷۲ لیتر گاز کالر، در شرایط STP از واکنش  $MnO_2$  با هیدروکلریک اسید مطابق واکنش موازنه نشده زیر، چند میلی لیتر محلول ۱۴/۶ درصد جرمی این اسید با چگالی  $1 g.mL^{-1}$  مصرف می‌شود؟  $(H=1, Cl=35.5:g.mol^{-1})$

(ریاضی داخل ۸۹)



- ۱)  $200$  (۱)      ۲)  $250$  (۲)      ۳)  $300$  (۳)      ۴)  $325$  (۴)

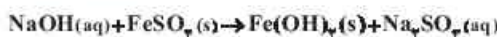
۷۲۱- ۲۵ میلی لیتر محلول ۳۷ درصد جرمی هیدروکلریک اسید با چگالی  $1.172 g.mL^{-1}$ ، با چند گرم کلسیم کربنات مطابق معادله زیر واکنش می‌دهد؟  $(H=1, C=12, O=16, Cl=35.5, Ca=40:g.mol^{-1})$



- ۱)  $13/65$  (۱)      ۲)  $14/25$  (۲)      ۳)  $15/20$  (۳)      ۴)  $16/10$  (۴)

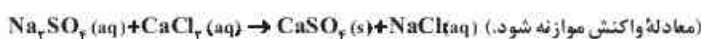
۷۲۲- اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی  $1.172 g.mL^{-1}$  با ۰۰۷۶ گرم آهن (II) سولفات مطابق معادله موازنه نشده زیر، واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید، برابر چند ppm است؟  $(H=1, O=16, Na=23, Fe=56:g.mol^{-1})$

(تجربی داخل ۹۲)



- ۱)  $68/4$  (۱)      ۲)  $79/2$  (۲)      ۳)  $85/6$  (۳)      ۴)  $89/3$  (۴)

۷۲۳- به ۲۰۰ گرم محلول ۳۵/۵ درصد جرمی سولفات مقدار لازم کلسیم کلرید جامد اضافه می‌کنیم تا واکنش کامل شود. درصد جرمی یون سدیم در محلول به دست آمده در پایان واکنش پس از جدا کردن رسوب، به کدام عدد نزدیک تر است؟  $(O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5, Ca=40:g.mol^{-1})$



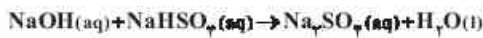
- ۱)  $9$  (۱)      ۲)  $11/5$  (۲)      ۳)  $12/3$  (۳)      ۴)  $13/5$  (۴)

(تجربی خارج ۹۹)





۷۲۴- با ۴ میلی‌گرم سدیم هیدروکسید، به تقریب چند گرم محلول ۵۰ ppm آن را می‌توان تهیه کرد و این محلول با چند مول  $\text{NaHSO}_4$  مطابق معادله زیر، واکنش می‌دهد؟ ( $\text{H}=1, \text{O}=16, \text{Na}=23: \text{g.mol}^{-1}$ ) (ریاضی داخل ۹۲)



۱۰<sup>-۴</sup>، ۸۰ (۴)      ۱۰<sup>-۳</sup>، ۸۰ (۳)      ۱۰<sup>-۴</sup>، ۵۰ (۲)      ۱۰<sup>-۳</sup>، ۵۰ (۱)

۷۲۵- ۱۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۱۲۰ ppm، با چند مول آهن (III) کلرید مطابق معادله موازنه نشده زیر، واکنش کامل می‌دهد؟ (ریاضی خارج ۹۳)



۲×۱۰<sup>-۵</sup> (۴)      ۱×۱۰<sup>-۵</sup> (۳)      ۴×۱۰<sup>-۳</sup> (۲)      ۱×۱۰<sup>-۳</sup> (۱)

۷۲۶- اگر ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول HCl با چگالی ۱/۱ g/mL، با ۱۰ میلی‌گرم کلسیم کربنات مطابق معادله زیر واکنش دهد، غلظت محلول اسید بر حسب ppm کدام است؟ ( $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16, \text{Cl}=35/5, \text{Ca}=40: \text{g.mol}^{-1}$ ) (تجربی خارج ۹۱)



۷۸/۱۴ (۴)      ۷۲/۴۲ (۳)      ۶۶/۳۶ (۲)      ۵۶/۲۶ (۱)

۷۲۷- در استخراج فلز منیزیم از ۲ تن آب دریا با غلظت منیزیم ۱۵۰۰ ppm، گاز حاصل از مرحله استفاده از جریان برق را با مقدار هیدروژن کافی وارد واکنش می‌کنیم تا ماده A تولید شود. با افزودن فلز آلومینیم به این ماده، علاوه بر نمک آلومینیم دار، ۶۷۲ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید شده است. در این فرایند چند درصد از یون‌های منیزیم آب دریا، جداسازی شده است؟ ( $\text{Mg}=24 \text{g.mol}^{-1}$ )

۷۶ (۴)      ۳۴ (۳)      ۱۶ (۲)      ۶ (۱)

۷۲۸- ۴ میلی‌متر محلول منیزیم کلرید با چگالی ۱/۲ g/mL که غلظت یون منیزیم در آن ۵×۱۰<sup>۳</sup> ppm است، با چند گرم سدیم هیدروکسید واکنش کامل می‌دهد و پس از کامل شدن واکنش، غلظت یون سدیم در محلول نهایی چند مول بر لیتر است؟ (از تغییر حجم در اثر واکنش چشم‌پوشی کنید و گزینیه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) ( $\text{Cl}=35/5, \text{Mg}=24, \text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۰/۵-۸ (۴)      ۰/۴-۸ (۳)      ۰/۵-۴ (۲)      ۰/۴-۴ (۱)

۷۲۹- آنیون‌های حاصل از تفکیک ۱/۹ کیلوگرم محلول آلومینیم سولفات با غلظت ۶۰۰ ppm با چند مول باریم کلرید رسوب می‌کند؟



۰/۰۴ (۴)      ۰/۰۳ (۳)      ۰/۰۲ (۲)      ۰/۰۱ (۱)

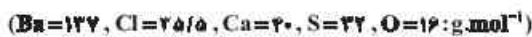
۷۳۰- چند میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲ مولار سولفوریک اسید برای مصرف کامل ۹۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۳۰۰ ppm و چگالی ۱/۲ g/mL نیاز است؟ (در این واکنش نمک سدیم سولفات تولید می‌شود.) ( $\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۳۱۲ (۴)      ۲۷۰ (۳)      ۱۳۵ (۲)      ۶۵ (۱)

۷۳۱- اگر ۱۰ گرم محلول نمک خوراکی با ۲ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲ مولار نقره نیترات واکنش کامل بدهد، غلظت یون کلرید در محلول نمک خوراکی، چند ppm بوده است؟ ( $\text{Na}=23, \text{Cl}=35/5: \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۳۴ (۴)      ۱۴۲ (۳)      ۲۳/۴ (۲)      ۱۴/۲ (۱)

۷۳۲- در یک نمونه از محلول کلسیم سولفات، غلظت یون کلسیم برابر ۱۰۰ ppm است. اگر چگالی محلول ۱/۲ g/mL باشد، ۱۰۰ لیتر از این محلول با چند لیتر محلول ۰/۰۲ مولار باریم کلرید واکنش می‌دهد و پس از پایان واکنش به تقریب چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟

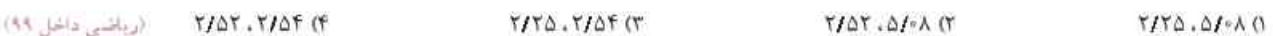


۷۰-۱۵ (۴)      ۷۰-۱۵ (۳)      ۰/۷-۱۵ (۲)      ۰/۷-۱۵ (۱)

۷۳۳- اگر ۲۸ گرم از یک نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید، ۶×۱۰<sup>-۶</sup> مول آهن (II) کلرید را به صورت هیدروکسید رسوب دهد، غلظت این نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید چند ppm است؟ ( $\text{H}=1, \text{O}=16, \text{K}=39: \text{g.mol}^{-1}$ ) (ریاضی خارج ۹۲)

۳۴ (۴)      ۲۸ (۳)      ۲۴ (۲)      ۱۸ (۱)

۷۳۴- با توجه به واکنش زیر، چند گرم ید لازم است تا ۰/۲ مول گاز NO<sub>۲</sub> تشکیل شود و نیتریک اسید مصرفی، هم‌ارز چند لیتر محلول ۵۰۰۰ ppm آن است؟ (گزینیه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) ( $\text{H}=1, \text{N}=14, \text{O}=16, \text{I}=127: \text{g.mol}^{-1}$ ) (معادله واکنش موازنه‌شده)



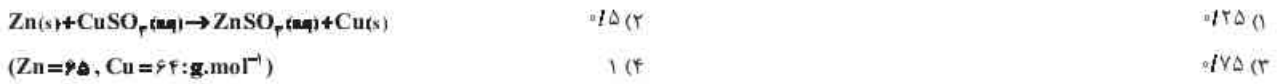
۲/۵۲، ۵/۰۸ (۲)      ۲/۲۵، ۲/۵۴ (۳)      ۲/۵۲، ۵/۰۸ (۲)      ۲/۲۵، ۵/۰۸ (۱)

(ریاضی داخل ۹۹)



۷۳۵- تیغهای از جنس روی را در ۲۰۰ میلی لیتر محلول مس (II) سولفات قرار می‌دهیم. اگر پس از پایان واکنش ۰۵ گرم از وزن تیغه کاسته شود، مولاریته محلول

مس (II) سولفات کدام است؟ (در این واکنش فلز مس بر روی تیغه اولیه رسوب می‌کند)



۷۳۶- از برقکافت ۲۵۰ میلی لیتر محلول قلع (II) کلرید با غلظت ۰/۱ مولار طبق واکنش  $\text{Sn(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{برقکافت}} \text{SnCl}_2(\text{aq})$ ، SnCl<sub>2</sub>(aq) ۲/۳۷۴ گرم فلز قلع جمع آوری

شده است، در این فرایند چند گرم یون کلرید در محلول باقی مانده است؟ (Sn=۱۱۸/۷, Cl=۳۵/۵: g.mol<sup>-1</sup>)

(۱) ۰/۴۷۴ (۲) ۰/۳۵۵ (۳) ۰/۱۹۵ (۴) ۰/۷۱

۷۳۷- مقدار کافی باریم کلرید با ۲۰۰ گرم محلول سدیم سولفات ده درصد جرمی واکنش می‌دهد و سدیم کلرید، یکی از فرآورده‌های این واکنش است. با توجه به آن

کدام مطلب درست است؟ (از تغییر حجم محلول چشم‌پوشی شود. O=۱۶, Na=۲۳, S=۳۲, Cl=۳۵/۵, Ba=۱۳۷: g.mol<sup>-1</sup>) (ریاضی داخل ۹۹)

(۱) به تقریب ۳۲/۸ گرم باریم سولفات به دست می‌آید (۲) به تقریب ۱/۱۷ مول فرآورده محلول در آب تشکیل می‌شود.

(۳) در این واکنش، شمار  $10^{22} \times 1/7$  یون کلرید مصرف می‌شود (۴) نیروهای جاذبه یون-دوقطبی قوی سبب انحلال فرآورده‌ها در آب می‌شوند.

۷۳۸- با قرار دادن چه تعداد از مقادیر زیر در جای خالی، عبارت زیر به درستی کامل می‌شود؟ (Ag=۱۰۸, Ca=۴۰, Cl=۳۵/۵: g.mol<sup>-1</sup>)

«با افزودن ..... CaCl<sub>2</sub> به ۵/۱ گرم نمک AgNO<sub>3</sub>، تمامی کاتیون‌های Ag<sup>+</sup> به شکل AgCl ته‌نشین می‌شود.»

(آ) ۷۵ گرم (ب) ۳۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار

(پ) ۲/۵ کیلوگرم محلول با غلظت ۶۶۶ppm (ت) ۳ گرم محلول ۱/۵۵/۵

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷۳۹- تعداد الکترون‌های دارای I=۰ در فلز M فرد بوده و این عنصر فاقد الکترونی با I=۲ است. ۰/۳ مول از ترکیب فسفات این فلز، ۶/۳۶ گرم جرم دارد. مولاریته

یون فلز M در محلول ۲ درصد جرمی این نمک که چگالی ۱/۰۶ g.mL<sup>-1</sup> دارد، کدام است؟ (فصل ۱ دهم)

(۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۳ (۴) ۰/۴

۷۴۰- ۵ گرم نمک تشکیل شده از سنگین‌ترین ایزوتوپ‌های منیزیم و کلر را در ظرفی ریخته و به حجم ۷۵ میلی لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی نمک در این محلول چند

mol.L<sup>-1</sup> است؟ (فصل ۱ دهم)

(۱) ۰/۳۳ (۲) ۰/۶۶ (۳) ۰/۸۸ (۴) ۱/۱

۷۴۱- با افزودن مقدار کافی HCl به ۱۲۰ میلی لیتر سولفوریک اسید، ۹/۶ لیتر گاز Cl<sub>2</sub> در دمای C ۲۷۳<sup>o</sup> و فشار ۵/۱۶ اتمسفر آزاد می‌شود. مولاریته سولفوریک اسید

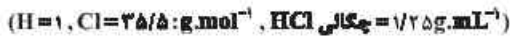
کدام است؟ (فصل ۲ دهم)



(۱) ۱/۵ (۲) ۲/۵ (۳) ۳ (۴) ۲/۵

۷۴۲- در فرآیند استخراج منیزیم از آب دریا، با استفاده از ۵ لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۷۳ درصد جرمی، چند لیتر گاز Cl<sub>2</sub> تولید می‌گردد؟ از واکنش این مقدار

گاز با مقدار کافی آهن، چند مول ماده جامد با نسبت کاتیون به آنیون  $\frac{1}{3}$  به دست می‌آید؟ (شرایط STP است.)



(۱) ۴۱/۶-۷۰۰ (۲) ۶۲/۵-۷۰۰ (۳) ۴۱/۶-۱۴۰۰ (۴) ۶۲/۵-۱۴۰۰

۷۴۳- عنصر M دارای ۶ الکترون با n+l=۵ است. اگر ۱/۱ مول از کلرید عنصر M در واکنش با مقدار کافی محلول سودسوز آور، ۱/۷ گرم رسوب تولید کند، در اکیلوگرم

محلول از این کلرید M با غلظت ۱۶/۲۵ppm، چند مول یون Cl<sup>-</sup> وجود دارد؟ (نماد عنصر M به صورت M<sup>۲+</sup> است.) (Cl=۳۵/۵, O=۱۶, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>) (فصل ۱ دهم)

(۱) ۱۰<sup>-۴</sup> (۲) ۱۰<sup>-۳</sup> (۳) ۳×۱۰<sup>-۴</sup> (۴) ۳×۱۰<sup>-۳</sup>

۷۴۴- ۱۵۰ میلی لیتر از محلول کلرید فلز M با غلظت مولی ۰/۵، با ۲۲۵ میلی لیتر محلول ۱ مولار نقره نیترات به طور کامل واکنش می‌دهد. چه تعداد از عبارات‌های زیر

درست است؟ (فصل ۲ دهم)

(آ) در این واکنش ۰/۲۲۵ مول رسوب تولید می‌شود.

(ب) اگر فلز M عنصری واسطه نباشد شمار الکترون‌های ظرفیتی آن برابر با ۳ است.

(پ) مجموع ضرب‌های معادله شیمیایی واکنش انجام شده برابر با ۸ است.

(ت) در مولکول  $\text{MCl}_n$ ، ۶ الکترون پیوندی و ۹ الکترون ناپیوندی در لایه ظرفیت اتم‌ها وجود دارد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



قسمت سوم

انحلال پذیری

۱) ابتدا تعریف انحلال پذیری را توضیح می دهیم.

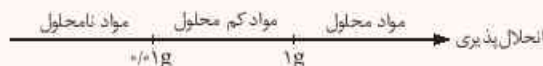
تعریف اول: بیشترین مقدار یک ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می شود، انحلال پذیری آن ماده را در آب مشخص می کند.

تعریف دوم: انحلال پذیری یک ماده، مقداری از آن برحسب گرم است که در دمای معین با ۱۰۰ گرم آب، محلول سیر شده بدهد.

نکته: یکای انحلال پذیری به صورت گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب بیان می شود.

$$\text{یکای انحلال پذیری} = \frac{g}{100gH_2O}$$

۲) مواد براساس میزان انحلال پذیری در آب (در دمای ۲۵°C) به سه دسته تقسیم می شوند.



۳) ماده محلول ماده‌ای است که انحلال پذیری آن بیشتر از یک گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب باشد.

۴) ماده کم محلول ماده‌ای است که انحلال پذیری آن بین ۰.۰۱ تا ۱ گرم تا ۱۰۰ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.

دو تا از مهم ترین مواد کم محلول، کلسیم سولفات ( $CaSO_4$ ) و ۱- هگزانول ( $C_6H_{14}OH$ ) هستند.

۵) ماده نامحلول ماده‌ای است که انحلال پذیری آن کمتر از ۰.۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.

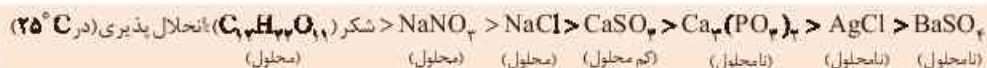
۶) جدول زیر انحلال پذیری برخی مواد مهم را در دمای ۲۵°C در ۱۰۰ گرم آب نشان می دهد:

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / ۱۰۰gH <sub>2</sub> O)
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۹۲
سدیم کلرید	$NaCl$	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	۰.۲۲
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	$5 \times 10^{-4}$
نقره کلرید	$AgCl$	$2.1 \times 10^{-4}$
باریم سولفات	$BaSO_4$	$7.9 \times 10^{-4}$

نکته: نمک های رسوب، همگی جزء مواد نامحلول در آب هستند مهم ترین نمک های نامحلول (رسوب) در جدول زیر آورده شده است.

نقره کلرید ( $AgCl$ )	آهن (III) اکسید ( $Fe_2O_3$ )
باریم سولفات ( $BaSO_4$ )	آهن (II) هیدروکسید ( $Fe(OH)_2$ )
متیزیم هیدروکسید ( $Mg(OH)_2$ )	آهن (III) هیدروکسید ( $Fe(OH)_3$ )
کلسیم فسفات ( $Ca_3(PO_4)_2$ )	

۷) مقایسه انحلال پذیری چند ترکیب مهم، به صورت زیر است



نکته: برخی مواد مانند متانول، اتانول، ۱- پروپانول، استون و ... به هر نسبتی در آب حل می شوند و در نتیجه نمی توان از آن ها محلول سیر شده در آب تهیه کرد.

محلول سیر شده، سیر نشده و فراسیر شده

۱) اگر در دمای مشخص، در ۱۰۰ گرم آب، دقیقاً به اندازه انحلال پذیری یک ماده در آب حل کنیم، یک محلول سیر شده به دست می آید.

مثال: انحلال پذیری  $KNO_3$  در دمای ۲۰°C برابر ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، اگر در دمای ۲۰°C، ۳۰ گرم  $KNO_3$  را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیر شده از  $KNO_3$  به جرم ۱۳۰ گرم به دست می آید.

۲) اگر در دمای مشخص، کمتر از مقدار انحلال پذیری یک ماده در آب حل کنیم، محلول سیر نشده و اگر بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن (در شرایط خاص) بتوانیم حل شونده در آب حل کنیم محلول فرا سیر شده به دست می آید.

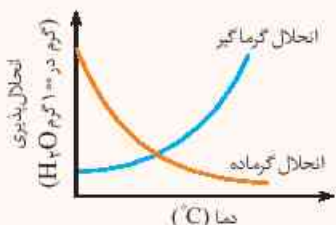


**مثال** در مورد ترکیب A سه حالت محلول سیرشده، سیرنشده و فراسیرشده به صورت زیر است:

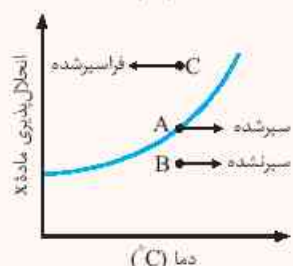
$$\text{انحلال پذیری ماده A در } 25^{\circ}\text{C} = \frac{25\text{gA}}{100\text{gH}_2\text{O}}$$

$$\begin{cases} 20\text{gA} \rightarrow 100\text{gH}_2\text{O} \rightarrow \text{۱۳}^{\circ}\text{ گرم محلول سیرنشده} \\ 25\text{gA} \rightarrow 100\text{gH}_2\text{O} \rightarrow \text{۱۳}^{\circ}\text{ گرم محلول سیرشده} \\ 40\text{gA} \rightarrow 100\text{gH}_2\text{O} \rightarrow \text{۱۴}^{\circ}\text{ گرم محلول فراسیرشده} \end{cases}$$

**نمودار انحلال پذیری**



۱ در دماهای مختلف، انحلال پذیری یک ماده در ۱۰۰ گرم آب تغییر می‌کند. اگر نمودار انحلال پذیری یک ماده بر حسب دما را رسم کنیم، برای انحلال گرماگیر نمودار صعودی و برای انحلال گرماده نمودار نزولی می‌شود.



۲ در نمودار انحلال پذیری، تمام نقاط روی منحنی، نشان‌دهنده محلول سیرشده هستند، زیرا در نقاط روی منحنی، مقدار ماده حل‌شونده دقیقاً برابر مقدار انحلال پذیری ماده است. تمام نقاط زیر منحنی، نشان‌دهنده محلول سیرنشده هستند، زیرا در نقاط زیر منحنی، مقدار ماده حل‌شونده کمتر از مقدار انحلال پذیری ماده است و تمام نقاط بالای منحنی، نشان‌دهنده محلول فراسیرشده هستند، زیرا در نقاط بالای منحنی، مقدار ماده حل‌شونده بیشتر از مقدار انحلال پذیری ماده است.

۳ در یک انحلال گرماگیر، با افزایش دما مقدار انحلال پذیری ماده افزایش و در یک انحلال گرماده، با افزایش دما مقدار انحلال پذیری کاهش می‌یابد.

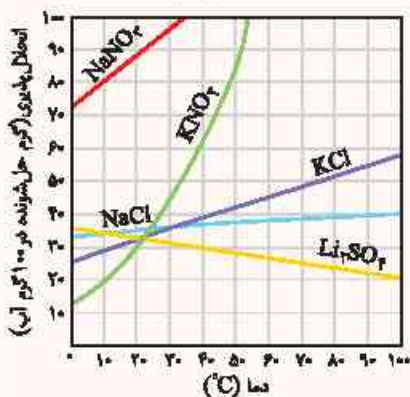
۴ شکل روبه‌رو نمودار انحلال پذیری چند ترکیب یونی در آب را نشان می‌دهد.

۵ انحلال اغلب نمک‌ها در آب، گرماگیر است، به طوری که با افزایش دما، میزان انحلال پذیری افزایش می‌یابد. به همین دلیل نمودار انحلال پذیری اغلب نمک‌ها در آب صعودی است.

۶ انحلال لیتیم سولفات ( $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ) گرماده است و با افزایش دما، مقدار انحلال پذیری آن کاهش می‌یابد.

**نمود** در فصل ۲ شیمی یازدهم می‌خوانیم که انحلال کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) در آب نیز گرماده است.

۷ هرچه شیب نمودار انحلال پذیری - دما، برای ماده‌ای بیشتر باشد، تأثیر دما بر تغییر انحلال پذیری آن بیشتر است.



**مقایسه درصد جرمی و انحلال پذیری**

۱ درصد جرمی نوعی بیان غلظت است و جرم ماده حل‌شده بر حسب گرم را در ۱۰۰ گرم محلول نشان می‌دهد.

انحلال پذیری در ۱۰۰g آب (حلال) تعریف می‌شود.

تفاوت اول: درصد جرمی در ۱۰۰g محلول تعریف می‌شود.

تفاوت‌های درصد جرمی و انحلال پذیری: در تعریف انحلال پذیری، محلول سیرشده تشکیل می‌شود.

تفاوت دوم: در تعریف درصد جرمی، الزاماً محلول سیرشده تشکیل نمی‌شود.

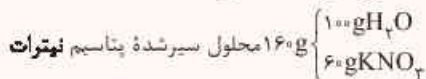
۳ رابطه درصد جرمی یک محلول سیرشده و انحلال پذیری آن در دمای مشخص (S) به صورت زیر است:

$$\text{درصد جرمی } (\%w/w) = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 100 = \frac{S}{S + 100} \times 100 \Rightarrow \%w/w = \frac{100S}{100 + S}$$

**مثال** انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  برابر  $60\text{g}$  است، درصد جرمی محلول سیرشده پتاسیم نیترات در این دما کدام است؟

۱۶/۶ (۱)      ۲۵ (۲)      ۳۷/۵ (۳)      ۶۰ (۴)

**پاسخ** انحلال پذیری پتاسیم نیترات نشان می‌دهد که در  $100\text{g}$  آب، مقدار  $60\text{g}$  پتاسیم نیترات حل شده و  $160\text{g}$  محلول سیر شده تشکیل داده است.



بنابراین درصد جرمی محلول مورد نظر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم پتاسیم نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{S}{100 + S} \times 100 = \frac{60\text{g}}{160\text{g}} \times 100 = 37.5\%$$



۴) برای مواد نامحلول و کم محلول که انحلال پذیری بسیار کمی دارند (کمتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب)، اگر چگالی محلول برابر حلال ( $1 \text{ g mL}^{-1}$ ) در نظر گرفته شود و از تغییر حجم در اثر انحلال چشم‌پوشی شود، رابطه غلظت مولی ( $\text{mol L}^{-1}$ ) یک محلول آبی سیرشده با انحلال پذیری (S) آن در دمای مشخص به صورت زیر است:

$$\text{انحلال پذیری} \times 10 = \frac{1.0 \text{ S}}{M_w} = \text{غلظت مولی (mol.L}^{-1}\text{)}$$

**مثال** انحلال پذیری ۱- هگزانول ( $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{OH}$ ) در دمای معین برابر  $1.5 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است. غلظت مولار محلول سیرشده آن در این دما ( $d = 1 \text{ g mL}^{-1}$ ) به تقریب کدام است؟ ( $\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$ )

(ریاضی خارج ۹۴)

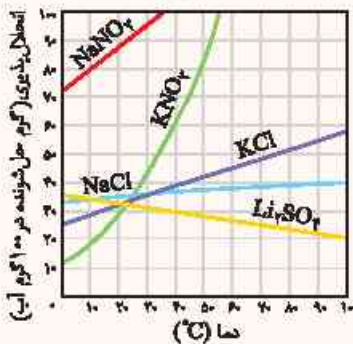
- ۰/۰۰۵ (۴)      ۰/۰۵ (۳)      ۰/۰۰۱ (۲)      ۰/۰۱ (۱)

**پاسخ** جرم مولی ۱- هگزانول ( $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{OH}$ ) برابر  $102 \text{ g mol}^{-1}$  است. غلظت مولی  $= \frac{1.0 \times 100}{102} = \frac{100}{102} = \frac{5}{102} = 0.049 \text{ mol L}^{-1}$

### مسائل انحلال پذیری

در مسائل مربوط به انحلال پذیری، جرم مشخصی از یک محلول سیرشده را در دمای خاصی ( $\theta_1$ ) می‌دهند. سپس دما تغییر داده می‌شود و به دمای  $\theta_2$  می‌رسد و مقدار نمک رسوب کرده یا مقدار نمک مورد نیاز برای سیرشده کردن دوباره محلول سؤال می‌شود.

**مثال** با توجه به نمودار رویه‌رو، اگر  $85 \text{ g}$  محلول سیرشده  $\text{KNO}_3$  را از دمای  $45^\circ \text{C}$  تا دمای  $20^\circ \text{C}$  سرد کنیم، چند گرم نمک به صورت رسوب جدا می‌شود؟



**پاسخ** زمانی که جرم محلول سیرشده در سؤال مطرح می‌شود، یک حالت مینا برای استفاده از تناسب باید بنویسیم. حالت مینا برای جرم محلول برابر با مقدار انحلال پذیری ماده مورد نظر (جرم حل شونده) به اضافه  $100$  (جرم حلال) می‌باشد.

(انحلال پذیری ماده در دمای تعیین شده)  $= 100 + S$  = حالت مینای جرم محلول

براساس نمودار، انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دماهای  $45^\circ \text{C}$  و  $20^\circ \text{C}$  به ترتیب  $70$  و  $30$  گرم نمک در  $100$  گرم آب است. اکنون برای محلول سیرشده  $\text{KNO}_3$  می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

محلول  $100 + 70 = 170 \text{ g}$  = حالت مینای جرم محلول  $\text{KNO}_3$  در  $45^\circ \text{C}$

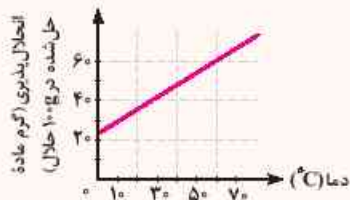
از آن جا که انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دو دمای یاد شده،  $70$  و  $30$  گرم در  $100$  گرم حلال است، اگر  $170 \text{ g}$  محلول سیرشده  $\text{KNO}_3$  از دمای  $45^\circ \text{C}$  به دمای  $20^\circ \text{C}$  برسد،  $40 = 70 - 30 = 40$  گرم نمک به صورت رسوب جدا می‌شود. اکنون تناسب زیر را می‌نویسیم:

شرایط صورت سؤال	حالت مینا	
X	40	جرم رسوب جدا شده
85	170	جرم محلول سیرشده

$$\Rightarrow \frac{40}{170} = \frac{X}{85} \Rightarrow X = 20 \text{ g}$$

بر این اساس اگر  $85 \text{ g}$  محلول سیرشده  $\text{KNO}_3$  را از دمای  $45^\circ \text{C}$  به دمای  $20^\circ \text{C}$  برسانیم،  $20 \text{ g}$  نمک به صورت رسوب از محلول جدا می‌شود.

**مثال** براساس نمودار زیر، بر اثر سرد کردن  $20 \text{ g}$  از محلول سیرشده از یک ماده جامد در دمای  $60^\circ \text{C}$  تا دمای  $28^\circ \text{C}$ ، با تقریب، چند گرم از ماده حل شده، از محلول جدا و ته‌نشین می‌شود؟



(تجربی داخل ۸۹)

- ۱/۲ (۱)      ۲/۵ (۲)      ۲/۱ (۳)

**پاسخ** با توجه به نمودار می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{محلول } 160 \text{ g} = \text{نمک } 60 \text{ g} + \text{آب } 100 \text{ g} = \text{جرم محلول در دمای } 60^\circ \text{C} \Rightarrow 60 \text{ g} = \text{انحلال پذیری ماده مورد نظر در دمای } 60^\circ \text{C} \\ \text{تفاوت انحلال پذیری ماده مورد نظر در دمای } 28^\circ \text{C} = 40 \text{ g} \\ \text{تفاوت انحلال پذیری} = 20 \text{ g} \end{array} \right.$$

تفاوت انحلال پذیری ماده مورد نظر در دماهای  $60^\circ \text{C}$  و  $28^\circ \text{C}$  برابر  $20 \text{ g}$  می‌باشد. پس اگر  $160 \text{ g}$  از محلول سیرشده ماده مورد نظر را از دمای  $60^\circ \text{C}$  تا دمای  $28^\circ \text{C}$  سرد کنیم، مقدار  $20 \text{ g}$  از این نمک از محلول خارج و به صورت بلور ته‌نشین می‌شود. حال اگر همین عمل را با  $20 \text{ g}$  محلول سیرشده انجام دهیم، می‌توان نوشت:

شرایط صورت سؤال	حالت مینا	
X	160	جرم محلول سیرشده
20	20	جرم رسوب

$$\Rightarrow X = \frac{20 \times 160}{160} = 20 \text{ g}$$



معادله انحلال پذیری

- برای انحلال پذیری یک ماده بر حسب دما اگر نمودار انحلال پذیری دما یک نمودار خطی باشد (یا تا حد زیادی نزدیک به خطی باشد) می توان یک معادله انحلال پذیری نوشت.
- معادله انحلال پذیری (S) بر حسب دما (θ) به صورت زیر نوشته می شود:

$$S = a\theta + b$$

در این معادله a شیب نمودار انحلال پذیری و b عرض از مبدأ نمودار (انحلال پذیری ماده در دمای ۰°C) است.

برای پیدا کردن شیب نمودار (a)، انحلال پذیری را در دو دمای θ<sub>۱</sub> و θ<sub>۲</sub> که برابر S<sub>۱</sub> و S<sub>۲</sub> است در نظر می گیریم.

$$a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$$

مثال ۱ اگر انحلال پذیری سدیم نیترات در ۴ دمای ۰°C، ۱۰°C، ۲۰°C و ۳۰°C به صورت زیر باشد، معادله انحلال پذیری آن را به صورت زیر تعیین می کنیم.

θ (°C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
S ( $\frac{g NaNO_3}{100g H_2O}$ )	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

پاسخ عرض از مبدأ نمودار (b در معادله انحلال پذیری) برابر ۷۲ (انحلال پذیری در دمای صفر درجه) است. برای تعیین شیب نمودار (a)، انحلال پذیری در دو دمای ۰°C و ۱۰°C را در نظر می گیریم.

$$a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{80 - 72}{10 - 0} = \frac{8}{10} = 0.8$$

بنابراین معادله انحلال پذیری سدیم نیترات به صورت زیر است:

$$S = a\theta + b = 0.8\theta + 72$$

مثال ۲ با توجه به جدول زیر، انحلال پذیری کلسیم کلرید در دمای ۳۰°C چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

θ (°C)	۰	۲۰	۴۰	۶۰
S ( $\frac{g KCl}{100g H_2O}$ )	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

پاسخ ابتدا معادله انحلال پذیری KCl را می نویسیم.

$$\left. \begin{aligned} a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{33 - 27}{20 - 0} = \frac{6}{20} = 0.3 \\ b = 27 \end{aligned} \right\} \Rightarrow S = 0.3\theta + 27$$

اکنون در معادله انحلال پذیری، به جای θ دمای ۳۰°C را قرار می دهیم تا انحلال پذیری در این دما را به دست آوریم.

$$S = 0.3\theta + 27 \Rightarrow S = (0.3 \times 30) + 27 = 9 + 27 = 36 \frac{g}{100g H_2O}$$

نکته هر چه مقدار a در معادله انحلال پذیری بزرگتر باشد به این معنی است که قدر مطلق شیب نمودار انحلال پذیری بزرگتر است و تأثیر دما در انحلال پذیری ماده بیشتر است.

انحلال پذیری

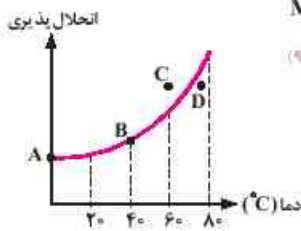
۷۴۵- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟ ☆

- در دمای ۲۵°C، انحلال پذیری کلسیم سولفات کم تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.
- انحلال پذیری باریم سولفات در دمای ۲۵°C بیشتر از انحلال پذیری نقره کلرید است.
- تأثیر دما بر انحلال پذیری برای نمکها، به صورت  $KCl < KNO_3 < NaNO_3$  است.
- انحلال نمک لیتیم سولفات در آب فرایندی گرماده است و در تمام دماها انحلال پذیری آن کم تر از سدیم کلرید است.



۷۴۶- با توجه به شکل مقابل که انحلال پذیری نمک MX را بر حسب دما نشان می دهد، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ نمک MX درست است؟

(ریاضی داخل ۹۸)



(۱) در نقطه B، محلول این نمک، حالت سیر شده دارد.

(ب) نقطه A، انحلال پذیری این نمک را در دمای  $^{\circ}C$  نشان می دهد.

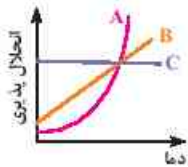
(پ) در نقطه D، حلال می تواند مقدار دیگری از این نمک را در خود حل کند.

(ت) در نقطه C، حلال توانسته است مقدار بیشتر از حد سیر شدن از این نمک را در خود حل کند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۴۷- با توجه به شکل روبه رو که روند تغییر انحلال پذیری سه ماده A، B و C را به ترتیب، از راست به چپ می توان ..... و ..... در نظر گرفت.

(ریاضی داخل ۸۷ - با تغییر)



(۲)  $NaCl, KNO_3, NaNO_3$

(۱)  $KCl, Li_2SO_4, NaNO_3$

(۴)  $NaCl, KCl, KNO_3$

(۳)  $KCl, NaCl, KNO_3$

(تجربی خارج ۹۲)

۷۴۸- با توجه به داده های جدول مقابل، کدام مطلب درست است؟

فرمول شیمیایی	انحلال پذیری در $20^{\circ}C$	انحلال پذیری در $50^{\circ}C$
$Pb(NO_3)_2$	۵۵	۸۵
$KNO_3$	۲۸	۸۲
$KClO_3$	۶	۱۶
$KCl$	۳۲	۴۳

(۱) انحلال پتاسیم کلرید در آب، برخلاف سه ماده دیگر با افزایش دما، افزایش می یابد.

(۲) شیب نمودار انحلال پذیری پتاسیم نیترات در برابر دما، از سه ماده دیگر بیشتر است.

(۳) محلول  $150$  گرم سرب (III) نیترات در  $25^{\circ}C$  گرم آب در دمای  $20^{\circ}C$ ، سیر نشده است.

(۴) در  $50^{\circ}C$  گرم محلول سیر شده پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) در دمای  $20^{\circ}C$ ،  $70$  گرم از آن وجود دارد.

۷۴۹- از بین عبارتهای زیر، کدام عبارتها درست است؟

(آ) بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در  $100$  گرم محلول و در دمای معین حل می شود، انحلال پذیری آن ماده می نامیم.

(ب) فقط موادی که انحلال پذیری بین  $1$  تا  $10$  گرم در  $100$  گرم آب دارند، به عنوان مواد کم محلول طبقه بندی می شوند.

(پ) انحلال اغلب نمکها در آب گرماگیر است.

(ت) مقدار برخی از نمکهای کلسیم دار در ادرار افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می شوند، از انحلال پذیری آنها بیشتر است.

- (۱) (آ) و (ب) (۲) (ب) و (ت) (۳) (ب) و (پ) (۴) (پ) و (ت)

۷۵۰- کدامیک از مطالب زیر در رابطه با فراوان ترین یون چند اتمی موجود در آب دریاها نادرست است؟

(۱) نسبت شمار جفت الکترونهای ناپیوندی به شمار جفت الکترونهای پیوندی در ساختار این یون برابر ۳ است.

(۲) این یون در ترکیب با یون آمونیوم، نوعی کود شیمیایی را ایجاد می کند که عناصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاهان قرار می دهد.

(۳) یون مورد نظر در ترکیب با یون کلسیم، مادهای را ایجاد می کند که کمتر از  $10$  گرم در هر کیلوگرم آب حل می شود.

(۴) این یون در ترکیب با اولین عضو از گروه فلزهای قلیایی، مادهای را به وجود می آورد که در مجاورت یا شعله آتش، رنگ شعله را زرد می کند.

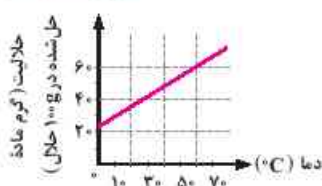
۷۵۱- انحلال پذیری نمک A در آب با جرم مولی X، در مرز مواد محلول و مواد کم محلول قرار دارد. اگر انحلال پذیری نمک B در آب در مرز مواد نامحلول و کم محلول باشد، نسبت شمار مولهای ماده A و B در محلول سیر شده این دو ماده که جرم حلال برابر دارند، کدام است؟ ( $B = 2x \text{ g.mol}^{-1}$ )

- ۱۰۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۲ (۴)

### مسائل انحلال پذیری

۷۵۲- براساس نمودار مقابل، بر اثر سرد کردن  $20$  گرم از محلول سیر شده از یک ماده جامد در دمای  $60^{\circ}C$  تا دمای  $28^{\circ}C$ ، با تقریب، چند گرم از ماده حل شده، از محلول جدا و ته نشین می شود؟

(تجربی داخل ۸۹)



(۱) ۷۲

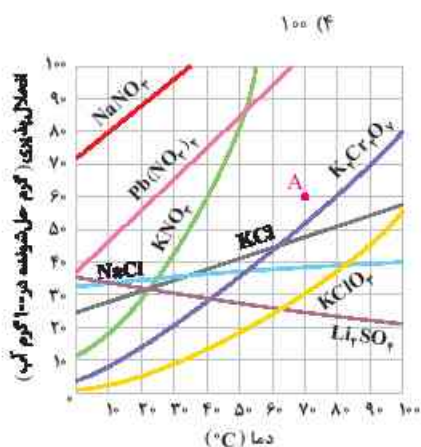
(۲) ۲/۱۵

(۳) ۲/۱

(۴) ۲/۹



۷۵۳- در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  با مقادیر مساوی از نمک و آب محلول سیرشده تشکیل شده است. با سرد کردن مخلوط تا دمای  $25^{\circ}\text{C}$ ،  $87.5$  گرم نمک رسوب می‌کند. در صورتی که انحلال پذیری این نمک در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  برابر با  $15\text{g}$  باشد، جرم نمک استفاده شده چند گرم بوده است؟



۱۰ (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴)  
 با توجه به نمودار مقابل، به هفت سؤال بعدی پاسخ دهید.

۷۵۴- با توجه به نمودار داده شده، محلول  $60$  گرم پتاسیم نیترات در  $100$  گرم آب، در کدام دما (برحسب درجه سلسیوس) سیرنشده و در کدام دما فراسیرشده است؟ (تجربی داخل ۸۵)

- ۳۵، ۴۵ (۱) ۴۰، ۴۵ (۲) ۳۵، ۴۰ (۳) ۴۵، ۳۵ (۴)

۷۵۵- با توجه به نمودار بالا که تغییرات انحلال پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می‌دهد، اگر  $24$  گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات با دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را تا دمای  $34^{\circ}\text{C}$  سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول، خارج و به صورت بلور جدا می‌شود؟ (تجربی خارج ۸۶)

- ۱۷۵ (۱) ۴ (۲) ۵۳ (۳) ۶۱۵ (۴)

۷۵۶- با توجه به نمودار داده شده، با سرد کردن  $900\text{g}$  محلول سیرشده  $\text{KClO}_4$  از دمای  $94^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $32^{\circ}\text{C}$  و جداسازی مواد جامد، وزن محلول باقی‌مانده، به تقریب چند گرم خواهد بود؟ (ریاضی داخل ۹۲)

- ۵۰۰ (۱) ۵۵۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۶۶۰ (۴)

۷۵۷- در چهار ظرف دارای  $300\text{g}$  آب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، به ترتیب از راست به چپ،  $100\text{g}$  از ترکیب‌های (A)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ، (B)  $\text{KClO}_4$ ، (C)  $\text{KNO}_3$  و (D)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی‌مانده، جداسازی شده است. ترتیب چگالی محلول‌های به دست آمده، کدام است؟ (از تغییر حجم حلال، چشم‌پوشی شود). (تجربی داخل ۹۳)  $A > C > D > B$  (۴)  $B > D > C > A$  (۳)  $B > A > C > D$  (۲)  $A > B > C > D$  (۱)

۷۵۸- محلول سیرشده در  $1000\text{g}$  آب از چهار ترکیب  $\text{KCl}$  و  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ،  $\text{KNO}_3$ ،  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  در چهار ظرف جداگانه در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  تهیه شده است. بر اثر کاهش دمای این محلول‌ها به  $10^{\circ}\text{C}$ ، جرم جامدی که ته‌نشین می‌شود، در کدام ظرف بیشتر است و محلول کدام نمک بیشترین غلظت را در دمای  $10^{\circ}\text{C}$ ، برحسب گرم بر کیلوگرم حلال دارد؟ (تجربی خارج ۹۳)

- $\text{KCl}$ ،  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (۱)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ،  $\text{KNO}_3$  (۲)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ،  $\text{KNO}_3$  (۳)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ،  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (۴)

۷۵۹- اگر با توجه به نمودار بالا، محلولی با مشخصات A از چهار ترکیب داده شده در گزینه‌ها، در چهار ظرف جداگانه، هر یک دارای  $100\text{g}$  آب، در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  تهیه شود و سپس دمای محلول تا  $20^{\circ}\text{C}$  کاهش داده شود، در ظرف محتوی کدام ماده، کم‌ترین مقدار رسوب تشکیل می‌شود و وزن رسوب تشکیل شده، به تقریب چند گرم است؟ (ریاضی داخل ۹۳)

- $28$ ،  $\text{KCl}$  (۱)  $\text{NaNO}_3$ ، صفر (۲)  $48$ ،  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (۳)  $5$ ،  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (۴)

۷۶۰- با توجه به نمودار داده شده، محلول سیرشده‌ای از  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $M = 294\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) در  $500$  گرم آب در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  تهیه شده است. در کدام دما برحسب درجه سلسیوس، غلظت محلول به حدود  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  می‌رسد و در این دما، چند گرم از این نمک رسوب می‌کند؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی شود و چگالی آب،  $1\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  است). (تجربی داخل ۹۱)

- $58 - 25$  (۱)  $58 - 25$  (۲)  $276/5 - 25$  (۳)  $276/5 - 25$  (۴)

۷۶۱- بر اثر سرد کردن  $40$  گرم از محلول سیرشده پتاسیم نیترات از  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $40^{\circ}\text{C}$ ، ..... گرم رسوب تشکیل می‌شود. با خارج کردن رسوب و حل کردن آن در ..... گرم آب در  $40^{\circ}\text{C}$  محلول سیرشده تولید می‌شود. (انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دماهای  $50^{\circ}\text{C}$  و  $40^{\circ}\text{C}$  به ترتیب  $80$  و  $60$  گرم در  $100$  گرم آب است.)

- $7/4 - 2/44$  (۱)  $11/84 - 4/44$  (۲)  $7/4 - 2/44$  (۳)  $11/84 - 2/44$  (۴)

۷۶۲- اگر محلول سیرشده شکر (ساکارز  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) در  $250$  گرم آب در دمای معین تهیه شود، جرم کل محلول برابر چند گرم و شمار مول‌های ساکارز حل شده به تقریب کدام است؟ (انحلال پذیری ساکارز در این دما برابر  $205$  گرم در  $100$  گرم آب است  $(O = 16, C = 12, H = 1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$ ) (ریاضی خارج ۹۸)

- $2/4, 51/2/5$  (۱)  $2/4, 76/2/5$  (۲)  $1/5, 76/2/5$  (۳)  $1/5, 51/2/5$  (۴)





۷۶۳- انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای  $42^{\circ}\text{C}$  برابر  $61\text{g}$  در  $100\text{g}$  آب است. به تقریب، چند مول از این نمک را باید در  $2$  لیتر آب حل کرد تا محلول سیرشده آن در این دما به دست آید؟ (چگالی آب برابر  $1\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  است.  $(\text{K}=39, \text{O}=16, \text{N}=14:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) (رابطی داخل ۹۷)

- (۱)  $61.04$  (۲)  $12.08$  (۳)  $18$  (۴)  $24.04$

۷۶۴- اگر دمای  $21^{\circ}\text{C}$  محلول سیرشده منیزیم نیترات در آب را از دمای  $7^{\circ}\text{C}$  به  $4^{\circ}\text{C}$  کاهش دهیم، مقداری از منیزیم نیترات رسوب می‌کند. چند گرم آب  $4^{\circ}\text{C}$  به ظرف اضافه کنیم تا همه نمک ته‌نشین شده حل شود؟ (انحلال پذیری منیزیم نیترات در دماهای  $7^{\circ}\text{C}$  و  $4^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر با  $32$  و  $19$  گرم در  $100$  گرم آب است.)

- (۱)  $178$  (۲)  $23.2$  (۳)  $34.2$  (۴)  $46.4$

۷۶۵- محلولی از  $\text{CaSO}_4$  در  $50^{\circ}\text{C}$  در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر  $\text{CaSO}_4(s)$  در آن حل می‌شود؟ (انحلال پذیری  $\text{CaSO}_4$  در این شرایط، برابر  $0.2$  گرم در  $100$  گرم آب است.)  $(\text{Ca}=40, \text{CaSO}_4=136:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$  (تجزیی داخل ۹۳)

- (۱) صفر (۲)  $75$  (۳)  $77$  (۴)  $48$

۷۶۶- در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  مقدار  $0.08$  گرم اوزون در  $50$  گرم آب موجود است. در این حالت این محلول ..... است و اگر با افزایش دمای آب تا  $40^{\circ}\text{C}$ ،  $1 \times 10^{-4}$  مول اوزون از آب خارج شود، محلول ..... ایجاد می‌گردد. (انحلال پذیری اوزون در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  را به ترتیب برابر  $0.15$  و  $0.1$  گرم در  $100$  گرم آب فرض کنید.)  $(\text{O}=16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

- (۱) فرا سیرشده - سیرشده (۲) فرا سیرشده - سیرشده  
(۳) سیرشده - سیرشده (۴) سیرشده - فراسیرشده

۷۶۷- انحلال پذیری پتاسیم دی‌کرومات  $(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$  در دماهای  $90^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر  $70$  و  $30$  گرم در  $100$  گرم آب است. محلول سیرشده‌ای از پتاسیم دی‌کرومات در  $21^{\circ}\text{C}$  در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  تهیه شده است. اگر دمای این محلول را  $40^{\circ}\text{C}$  کاهش دهیم، چند گرم نمک رسوب می‌کند و نسبت تعداد کاتیون موجود در رسوب چند برابر تعداد این کاتیون در محلول است؟  $(\text{K}=39, \text{Cr}=52, \text{O}=16:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

- (۱)  $84-733$  (۲)  $84-216$   
(۳)  $124-733$  (۴)  $124-216$

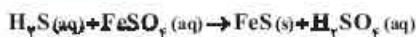
۷۶۸- انحلال پذیری لیتیم سولفات در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  برابر با  $3$  گرم در  $100$  گرم آب است. در این دما،  $65$  گرم محلول سیرشده لیتیم سولفات با چند لیتر محلول  $0.2$  مولار باریوم کلرید واکنش می‌دهد؟  $(\text{Li}=7, \text{S}=32, \text{O}=16:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

- (۱)  $3.4$  (۲)  $4.3$  (۳)  $6.8$  (۴)  $8.6$

۷۶۹- مقدار  $375$  گرم محلول سیرشده  $\text{KOH}$  در دمای معین را با مقدار کافی  $\text{H}_3\text{PO}_4$  واکنش می‌دهیم. در این واکنش همراه با تولید آب، چند گرم نمک تولید می‌شود؟ (انحلال پذیری  $\text{KOH}$  در این دما برابر با  $100\text{g}$   $\text{H}_3\text{PO}_4$   $25\text{g}$  است.)  $(\text{K}=39, \text{P}=31, \text{O}=16, \text{H}=1:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

- (۱)  $47.3$  (۲)  $94.6$  (۳)  $147.9$  (۴)  $189.2$

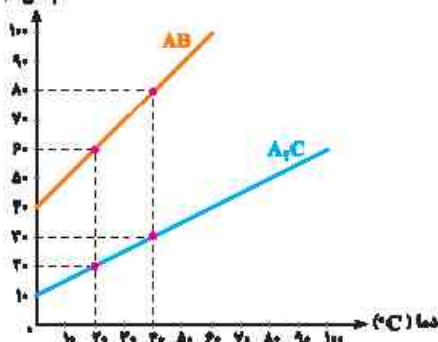
۷۷۰- انحلال پذیری گاز هیدروژن سولفید در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  برابر  $134\text{g}$  در  $100\text{g}$  آب  $(P=1\text{atm})$  است.  $50\text{g}$  محلول سیرشده از این ترکیب در این شرایط، با چند لیتر محلولی که در هر لیتر آن  $27.04\text{g}$  آهن (II) سولفات حل شده است، واکنش کامل می‌دهد؟  $(\text{Fe}=56, \text{S}=32, \text{O}=16, \text{H}=1:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$  (رابطی داخل ۹۲)



- (۱)  $2$  (۲)  $2.5$  (۳)  $3$  (۴)  $3.5$

۷۷۱- مخلوطی از دو نمک  $\text{AB}$  و  $\text{A}_2\text{C}$  را که شامل  $12.04 \times 10^{22}$  عدد کاتیون  $\text{A}^+$  و  $37.01 \times 10^{22}$  عدد آنیون  $\text{C}^-$  است در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  در مقدار مشخصی آب حل می‌کنیم تا محلول سیرشده از هر دو نمک ایجاد شود سپس محلول حاصل را تا دمای  $20^{\circ}\text{C}$  سرد می‌کنیم. با توجه به نمودار روبه‌رو یا فرض این که نمک‌ها بر یکدیگر بی‌اثر باشند، مجموعاً چند گرم رسوب حاصل می‌شود؟  $(\text{AB}=80, \text{A}_2\text{C}=60:\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

$$\left(\frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}\right)$$



- (۱)  $2$   
(۲)  $3$   
(۳)  $4$   
(۴)  $6$



مسائل انحلال پذیری و انواع غلظت‌ها

۷۷۲- محلول سیرشده نمکی با جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی  $1/2 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولار آن در همان دما برابر  $2/5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  باشد، انحلال پذیری آن در دمای آزمایش، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

(ریاضی داخل ۹۵)

- ۳۰ (۱) ۲۴ (۲) ۲۰ (۳) ۱۶ (۴)

۷۷۳- انحلال پذیری سرب (II) کلرید در دمای معینی برابر  $1391 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است. غلظت محلول سیرشده این ماده در این دما، برحسب  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  کدام است؟ (چگالی آب  $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  است.) ( $\text{Pb}=207/2, \text{Cl}=35/5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

(ریاضی داخل ۹۲)

- $5 \times 10^{-3}$  (۱)  $5 \times 10^{-2}$  (۲)  
 $5/7 \times 10^{-3}$  (۳)  $5/7 \times 10^{-2}$  (۴)

۷۷۴- انحلال پذیری ۱- هگزانول ( $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ ) در دمای معین برابر  $45 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است. غلظت مولار محلول سیرشده آن در این دما ( $d \approx 1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) به تقریب کدام است؟ ( $\text{O}=16, \text{C}=12, \text{H}=1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

(ریاضی خارج ۹۲)

- ۰/۰۰۵ (۴) ۰/۰۵ (۳) ۰/۰۰۱ (۲) ۰/۰۱ (۱)

۷۷۵- در ظرفی دارای ۴ تن نمک پتاسیم نیترات ۶ متر مکعب آب ریخته‌ایم. در صورتی که در دمای  $40^\circ\text{C}$  محلول از نمک سیرشده باشد، مقدار نمک حل نشده برحسب تن و غلظت مولار محلول به تقریب کدام است؟ (انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در  $40^\circ\text{C}$ ،  $60 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است و چگالی آب برابر  $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  است.)

(چگالی محلول را  $1.02 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  فرض کنید.) ( $\text{KNO}_3=101 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

- $2/32-1/2$  (۱)  $7/5-1/2$  (۲)  
 $7/5-0/4$  (۳)  $3/33-0/4$  (۴)

۷۷۶- درصد جرمی محلول سیرشده پتاسیم نیترات در دماهای  $50^\circ\text{C}$  و  $40^\circ\text{C}$  به ترتیب برابر با ۴۵ و ۳۷/۵ درصد می‌باشد. اگر  $50 \text{ g}$  محلول سیرشده این نمک را از دمای  $50^\circ\text{C}$  تا دمای  $40^\circ\text{C}$  سرد کنیم به تقریب چند گرم رسوب تشکیل می‌گردد؟

- ۳/۰۲ (۱) ۶/۰۴ (۲) ۹/۰۶ (۳) ۱۲/۰۸ (۴)

۷۷۷- انحلال پذیری ترکیب A در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، برابر  $60 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است. اگر چگالی محلول سیرشده آن،  $1/06 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  و غلظت مولی آن  $2/75$  مول بر لیتر باشد، ترکیب A کدام است؟ ( $\text{Na}=23, \text{C}=12, \text{O}=16, \text{N}=14, \text{H}=1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (۲)  $\text{NaNO}_3$  (۱)  
 $\text{Na}_2\text{O}$  (۴)  $\text{NaNO}_2$  (۳)

۷۷۸- در یک فرایند شیمیایی، پتاسیم دی‌کرومات به صورت محلول سیرشده در دمای  $90^\circ\text{C}$  به دست می‌آید. با کاهش دمای محلول به  $25^\circ\text{C}$ ، چند درصد آن رسوب می‌کند و درصد جرمی آن در محلول باقی‌مانده، به تقریب کدام است؟ (انحلال پذیری این ماده در  $90^\circ\text{C}$  و  $25^\circ\text{C}$  به ترتیب برابر ۷۰ و  $14 \text{ g}$  در  $100 \text{ g}$  آب است.)

(تجزیی داخل ۹۴)

- $12/3, 90$  (۱)  $20, 80$  (۲)  $20, 80$  (۳)  $12/3, 80$  (۴)

۷۷۹- انحلال پذیری کلسیم فسفات در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر  $4/65 \times 10^{-4}$  گرم در  $100 \text{ g}$  آب است. غلظت یون فسفات در محلول سیرشده کلسیم فسفات در این دما چند ppm است؟ ( $\text{Ca}=40, \text{P}=31, \text{O}=16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

- $1/425$  (۱)  $2/85$  (۲)  $4/275$  (۳)  $5/7$  (۴)

۷۸۰- درصد جرمی پتاسیم نیترات در محلول سیرشده آن در دمای  $40^\circ\text{C}$ ، برابر ۳۷/۵٪ است. اگر  $360 \text{ g}$  محلول دارای  $162 \text{ g}$  این نمک در دمای  $50^\circ\text{C}$  را تا  $40^\circ\text{C}$  سرد کنیم، به تقریب چند گرم از آن در محلول باقی می‌ماند و چند مول از آن رسوب می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید و جرم مولی  $\text{KNO}_3$  را به تقریب، برابر  $100 \text{ g}$  در نظر بگیرید.)

(ریاضی خارج ۹۹)

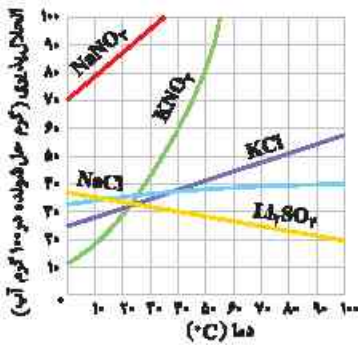
- $0/27, 135$  (۲)  $0/27, 118/8$  (۱)  
 $0/43, 118/8$  (۴)  $0/43, 135$  (۳)

۷۸۱- غلظت یون  $\text{Ca}^{2+}$  در محلول سیرشده نمک  $\text{CaSO}_4$  در دمای  $20^\circ\text{C}$  برابر با  $618 \text{ ppm}$  است. انحلال پذیری این نمک در  $20^\circ\text{C}$  برابر با \_\_\_\_\_ گرم در  $100 \text{ g}$  آب است و این نمک در دسته نمک‌های \_\_\_\_\_ طبقه‌بندی می‌شود.

- کم محلول -  $0/21$  (۱) نامحلول -  $0/21$  (۲)  
 کم محلول -  $0/618$  (۳) نامحلول -  $0/618$  (۴)



● با توجه به نمودار مقابل به دو سؤال بعدی پاسخ دهید.



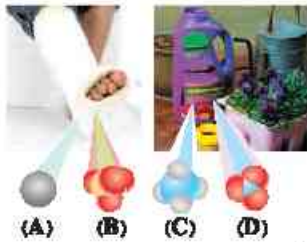
۷۸۲- با توجه به نمودار در چه دمایی درصد جرمی لیتیم سولفات، نصف درصد جرمی پتاسیم نیترات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  است؟

- ۴۰ (۱)      ۵۰ (۲)      ۷۰ (۳)      ۸۰ (۴)

۷۸۳- با توجه به نمودار با افزایش مقدار کافی از ترکیب یونی باریم نیترات و  $31/46$  گرم محلول سیرشده لیتیم سولفات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ، حداکثر چند مول رسوب سفیدرنگ باریم سولفات تولید می‌شود؟ ( $\text{Li}=\nu, \text{S}=\nu\nu, \text{O}=\nu\nu: \text{g.mol}^{-1}$ )

- $323 \times 10^{-2}$  (۱)       $626 \times 10^{-2}$  (۲)       $929 \times 10^{-2}$  (۳)       $1722 \times 10^{-1}$  (۴)

۷۸۴- با توجه به شکل زیر که کاربرد دو ترکیب آمونیوم نیترات و کلسیم سولفات را نشان می‌دهد، چه تعداد از موارد زیر درست است؟



(آ) یون A هم در آب آشامیدنی و شیرین و هم در آب دریا وجود دارد.

(ب) اگر یون B به محلول حاوی کاتیون باریم وارد شود، یک رسوب سفیدرنگ تشکیل می‌شود.

(پ) انحلال پذیری ترکیب یونی متشکل از A و B، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  بیشتر از ۱ گرم در  $100$  گرم آب است.

(ت) اگر انحلال پذیری ترکیب یونی متشکل از C و D در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  برابر  $65$  گرم در  $100$  گرم آب باشد، درصد جرمی محلول سیرشده آن  $32/5$  است.

- ۴ (۱)      ۳ (۲)      ۲ (۳)      ۱ (۴)

۷۸۵- چهار محلول مجزای سیرشده از نمک‌های پتاسیم کلرید، سدیم نیترات، لیتیم سولفات و سدیم کلرید با جرم‌های برابر در اختیار داریم. با افزایش دمای این محلول‌ها، درصد جرمی نمک حل شده در چند مورد از آن‌ها ثابت می‌ماند؟

- صفر (۱)      ۱ (۲)      ۲ (۳)      ۳ (۴)

۷۸۶- از رسوب کلسیم اگزالات ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) با انحلال پذیری  $0/00067$  گرم در  $100$  گرم آب، در  $37^{\circ}\text{C}$ ، در کلیه‌ها، سنگ کلیه ایجاد می‌شود. اگر شیب نمودار انحلال پذیری این نمک مثبت باشد، چه تعداد از مطالب زیر در مورد این نمک درست است؟

(آ) این نمک براساس انحلال پذیری در آب، در گروه مواد نامحلول قرار می‌گیرد.

(ب) فردی که غلظت این نمک در ادرارش بیش از  $7 \text{ ppm}$  باشد، به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شود.

(پ) نمودار انحلال پذیری - دما برای این نمک از نظر صعودی یا نزولی بودن شبیه  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  است.

(ت) در ساختار آنیون این نمک  $34$  الکترون در لایه ظرفیت اتم‌ها وجود دارد.

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۷۸۷- چه تعداد از مخلوط‌های زیر ناهمگن هستند؟ (دما را  $25^{\circ}\text{C}$  در نظر بگیرید.)

(آ)  $10$  گرم کلسیم سولفات در  $100$  گرم آب

(ب)  $10$  گرم  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  در  $1$  گرم آب

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

### معادله انحلال پذیری

۷۸۸- نمودار انحلال پذیری ماده A، خطی است. اگر انحلال پذیری ماده، A در دماهای  $0^{\circ}\text{C}$  و  $20^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر  $17$  و  $31$  گرم در  $100$  گرم آب باشد، انحلال پذیری این ماده در دمای  $35^{\circ}\text{C}$  چند گرم در  $100$  گرم آب است؟

- $27/5$  (۱)       $32/5$  (۲)       $41/5$  (۳)       $45/5$  (۴)



۷۸۹- اختلاف انحلال پذیری دو نمک X و Y که معادله های انحلال پذیری متفاوت دارند، در تمامی دماها برابر است. شیب این دو معادله ..... و عرض از مبدأ آن ها ..... می باشد.

- (۱) برابر - متفاوت (۲) متفاوت - برابر (۳) برابر - برابر (۴) متفاوت - متفاوت

۷۹۰- اگر معادله انحلال پذیری نمک A در آب به صورت  $S = -0.175\theta + 24$  باشد، کدام یک از مطالب زیر در مورد این نمک نادرست است؟

- (۱) در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، نسبت به دمای  $15^{\circ}\text{C}$  به میزان کمتری در آب حل می شود.  
 (۲) در دمای  $31$  درجه سانتی گراد، در دسته مواد کم محلول در آب قرار می گیرد.  
 (۳) انحلال پذیری آن همانند لیتیم سولفات و کربن دی اکسید، با کاهش دما، افزایش می یابد.  
 (۴) اگر محلول سیرشده آن در دمای  $10^{\circ}\text{C}$  را سرد کنیم، محلولی فراسیرشده به دست می آید.

۷۹۱- چه تعداد از عبارات های زیر درست هستند؟

- (آ) در بازه دمایی  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$ ، معادله انحلال  $S = -0.14\theta + 25$  می تواند متعلق به نمکی مانند  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  باشد.  
 (ب) با افزایش دما، تفاوت انحلال پذیری دو ماده سدیم نیترات و لیتیم سولفات همواره افزایش می یابد.  
 (پ) انحلال پذیری دو نمک با معادله های انحلال  $S = -0.15\theta + 36$  و  $S = -0.13\theta + 27$  در هیچ دمایی برابر نمی گردد.  
 (ت) در معادله انحلال پذیری  $S = a\theta + b$ ، هر چه مقدار a بزرگ تر باشد، تأثیر دما بر انحلال پذیری بیشتر است.

- (۱) ۴ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۷۹۲- کدام یک از عبارات های داده شده درست است؟

- (۱) پس از عبور جریان برق از محلول آبی متیازیم کلرید، این ترکیب یونی به عناصر سازنده خود تجزیه می شود.  
 (۲) در دمای اتاق، انحلال پذیری نمک باریم سولفات، همانند کلسیم سولفات، کمتر از  $1$  گرم در یک لیتر آب است.  
 (۳) بسیاری از سنگ های کلیه، از رسوب نمک های کلسیم داری ایجاد می شود که مقدار آن ها در ادرار، بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن ها است.  
 (۴) در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ، محلول نمکی با درصد جرمی  $32\%$  و معادله انحلال پذیری  $S = -0.14\theta + 24$ ، یک محلول سیرشده است.

۷۹۳- نمودار انحلال پذیری نمک X خطی بوده و دارای عرض از مبدأ صفر است. در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  انحلال پذیری نمک X برابر  $40$  گرم در  $100$  گرم آب است. اگر در  $468$  گرم

از محلول سیرشده این نمک را در دمای  $20.70^{\circ}\text{C}$  مول حل شونده وجود داشته باشد، جرم مولی نمک X کدام است؟

- (۱) ۴۲ (۲) ۸۴ (۳) ۱۲۶ (۴) ۱۶۸

۷۹۴- انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  برابر با  $11$  گرم در  $100$  گرم آب است. کدام یک از معادله های زیر، می تواند معادله انحلال پذیری نمکی باشد که در دو دمای

مختلف انحلال پذیری برابر با  $\text{KNO}_3$  دارد؟

- (۱)  $S = -0.15\theta + 17$  (۲)  $S = -0.15\theta + 7$  (۳)  $S = -0.15\theta + 17$  (۴)  $S = -0.15\theta + 7$

۷۹۵- انحلال پذیری نمک A در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  برابر با انحلال پذیری نمک B با معادله  $S = \frac{1}{4}\theta + 0$  در همین دما است. اگر  $25$  گرم محلول سیرشده نمک A را از دمای

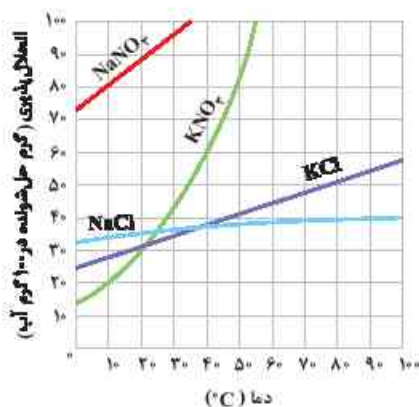
$75^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $40^{\circ}\text{C}$  سرد کنیم،  $15$  گرم نمک رسوب می کند. انحلال پذیری این نمک در دمای  $75^{\circ}\text{C}$  کدام است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

۷۹۶- معادله انحلال پذیری نمک A به صورت  $S = -0.13\theta + 22$  است. در چه دمایی محلول سیرشده این نمک با چگالی  $1.785 \text{ g.mL}^{-1}$  به غلظت  $5$  مولار می رسد؟

( $A = 77 \text{ g.mol}^{-1}$ )

- (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۴۰



۷۹۷- با توجه به شکل مقابل، معادله:  $S = -0.135\theta + 26$  را برای انحلال پذیری کدام نمک می توان در نظر

گرفت و تفاوت مقدار S به دست آمده از روی این معادله با مقدار آن از روی شکل در دمای  $46^{\circ}\text{C}$ ، به تقریب

برابر چند گرم در  $100$  گرم آب است؟ ( $\theta$  دما است.) (تجربی داخل ۹۹)

- (۱) پتاسیم کلرید،  $2/6$   
 (۲) پتاسیم کلرید،  $1/9$   
 (۳) سدیم کلرید،  $1/8$   
 (۴) سدیم کلرید،  $2/1$



۷۹۸- انحلال پذیری نمک A و نمک B در دمای ۴۴°C برابر است. اگر با افزایش ۱۰ گرم از نمک A به ۵۰ گرم آب در دمای ۲۰°C، آن تفشیش شود، معادله انحلال پذیری نمک A کدام است؟ (معادله انحلال پذیری نمک B به صورت  $S = 0.13\theta + 26/8$  است.)

$S = \frac{1}{3}\theta + 8$  (۴)     
  $S = \frac{1}{4}\theta + 16$  (۳)     
  $S = \frac{1}{11}\theta + 8$  (۲)     
  $S = \frac{1}{11}\theta + 16$  (۱)

۷۹۹- با توجه به جدول زیر، اگر در دمای ۳۰°C درصد جرمی نمک A برابر با  $\frac{100x}{100+x}$  باشد، در چه دمایی انحلال پذیری این نمک برابر با ۱۸+x گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

$\theta(^{\circ}C)$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{gA}{100gH_2O})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۵

- ۳۰ (۱)
- ۵۰ (۲)
- ۷۵ (۳)
- ۹۰ (۴)

۸۰۰- اگر درصد جرمی محلول سیرشده نمک A در دمای ۴۰°C برابر ۶۰ و درصد جرمی محلول سیرشده آن در دمای ۲۰°C برابر ۵۰ باشد، کدام معادله را می توان به انحلال پذیری این نمک نسبت داد؟

$S = 2.15\theta + 50$  (۴)     
  $S = 2\theta + 50$  (۳)     
  $S = 2\theta + 25$  (۲)     
  $S = 2.15\theta + 25$  (۱)

۸۰۱- معادله انحلال پذیری نمک X به صورت  $S = 2.13\theta + 15\theta$  است. با افزایش ۱۳/۵ میلی لیتر آب مقطر به ۱۱/۵ میلی لیتر محلول ۱۰ مولار از نمک X در دمای ..... محلولی سیرشده به دست می آید. (چگالی محلول را برابر با  $1g \cdot mL^{-1}$  فرض کنید) ( $X = 20g \cdot mol^{-1}$ )

$32^{\circ}C$  (۴)     
  $24^{\circ}C$  (۳)     
  $16^{\circ}C$  (۲)     
  $8^{\circ}C$  (۱)

۸۰۲- انحلال پذیری  $KNO_3$  در  $20^{\circ}C$  برابر با ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. چه تعداد از عبارات های زیر در مورد محلول پتاسیم نیترات در دمای  $20^{\circ}C$  نادرست است؟ (آ با افزایش ۲ گرم آب  $20^{\circ}C$  به محلولی سیرشده از  $KNO_3$  می توان ۰/۶ گرم دیگر نمک در آن حل کرد. ب) اگر در دمای  $20^{\circ}C$  ۲۶ گرم از محلول ۰/۷ مول  $KNO_3$  وجود داشته باشد، محلول فراسیر شده است. پ) درصد جرمی محلول سیرشده آن در این دما، از درصد جرمی محلول سیرشده آن در  $30^{\circ}C$  کمتر است. ت) اگر در دمای  $20^{\circ}C$  انحلال پذیری  $KNO_3$  برابر با ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، معادله انحلال پذیری این نمک به صورت  $S = 20m + 10$  می باشد. (m شیب خط است.)

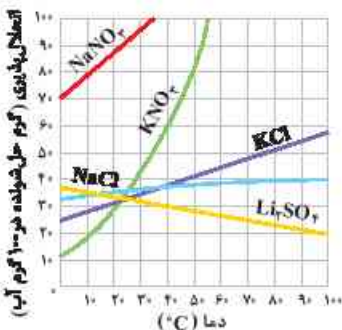
- ۴ (۴)
- ۳ (۳)
- ۲ (۲)
- ۱ (۱)

۸۰۳- اگر معادله انحلال پذیری نمک A در آب به صورت  $S = 24 - 0.175\theta$  باشد، کدام یک از مطالب زیر در مورد این نمک نادرست است؟

- (۱) در دمای  $20^{\circ}C$ ، نسبت به دمای  $15^{\circ}C$  به میزان کمتری در آب حل می شود.
- (۲) در دمای  $31^{\circ}C$ ، در دست مواد کم محلول در آب قرار می گیرد.
- (۳) انحلال پذیری آن در آب همانند لیتیم سولفات، با کاهش دما، افزایش می یابد.
- (۴) اگر محلول سیرشده آن در دمای  $10^{\circ}C$  را سرد کنیم، محلولی فراسیرشده به دست می آید.

۸۰۴- در  $100$  میلی لیتر محلول سیرشده نمک A در دمای  $20^{\circ}C$  با معادله انحلال پذیری  $S = 2\theta + 3$ ، قطعه یخی به وزن  $150g$  قرار دارد. تغییر مولاریته محلول پس از آب شدن یخ در همین دما کدام است؟ (چگالی حلال و محلول را به ترتیب برابر با  $1g \cdot mL^{-1}$  و  $1/3g \cdot mL^{-1}$  فرض کنید و  $(M_A = 90g \cdot mol^{-1})$ )

- ۴ (۴)
- ۳ (۳)
- ۲ (۲)
- ۵ (۱)



۸۰۵- نمودار مقابل، مقدار انحلال پذیری چند نمک مختلف در آب را بر حسب تغییر دما نشان می دهد. با توجه به این نمودار، معادله انحلال پذیری کدام نمک به صورت  $S = 0.07\theta + 33$  بوده و برای به دست آوردن ۹۶ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید در دمای  $75^{\circ}C$ ، به چند گرم آب خالص نیاز داریم؟

- (۱) سدیم کلرید - ۶۴
- (۲) سدیم کلرید - ۵۶
- (۳) پتاسیم کلرید - ۶۴
- (۴) پتاسیم کلرید - ۵۶

۸۰۶- انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای  $10^{\circ}C$  برابر با ۸۰ است و محلول ۴۶/۸ درصد جرمی آن در دمای  $20^{\circ}C$  سیر شده است. اگر واکنش  $65g$  باریم نیترات با مقدار کافی سدیم سولفات در  $100g$  گرم آب انجام شود،  $313g$  گرم سدیم نیترات رسوب می کند. دمای واکنش کدام است؟

