

کنید. مقاله روی عدد آووگادرو و کیلوگرم سیلیسیم را بخوانید. چه عواملی در اندازه‌گیری این عدد صحت را محدود می‌کنند؟ عدم قطعیت‌های حاضر و نهایی در اندازه‌گیری جرم مولی سیلیسیم، تعداد اتمها در سلول واحد، جرم، حجم و پارامتر شبکه سیلیسیم چیست؟

#### ۴د سوالات و مسائل

- ۱-۴ موارد زیر را تعریف کنید
- (الف) میلی‌مول.  
(ب) جرم مولی.  
(ج) جرم میلی‌مولی.  
(د) قسمت در میلیون.
- ۲-۴ تفاوت بین مولاریته گونه و مولاریته تجزیه‌ای چیست؟
- ۳-۴ دو مثال از واحدهای مشتق شده از واحدهای پایه SI اساسی ذکر کنید.
- ۴-۴ کمیت‌های زیر را با استفاده از یک واحد با پیشوند مناسب ساده کنید.
- (الف)  $3.2 \times 10^5 \text{ Hz}$   
(ب)  $4.56 \times 10^{-8} \text{ g}$   
(ج)  $8.43 \times 10^5 \mu\text{mol}$   
(د)  $6.5 \times 10^6 \text{ s}$   
(ه)  $8.96 \times 10^2 \text{ nm}$   
(و)  $720000 \text{ g}$
- ۵-۴ چند یون  $\text{Na}^+$  در  $5.43 \text{ g}$  از  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  موجود است؟
- ۶-۴ چند یون  $\text{K}^+$  در  $6.76 \text{ mol}$  از  $\text{K}_2\text{PO}_4$  موجود است؟
- ۷-۴ تعداد مولهای نشان داده شده در گونه‌های زیر را محاسبه کنید:
- (الف)  $4.96 \text{ g}$  از  $\text{B}_2\text{O}_3$   
(ب)  $233 \text{ mg}$  از  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
(ج)  $8.75 \text{ g}$  از  $\text{Mn}_2\text{O}_3$   
(د)  $167.2 \text{ mg}$  از  $\text{CaC}_2\text{O}_4$
- ۸-۴ تعداد میلی‌مولهای نشان داده شده در گونه‌های زیر را محاسبه کنید:
- (الف)  $57 \text{ mg}$  از  $\text{P}_2\text{O}_5$   
(ب)  $12.92 \text{ g}$  از  $\text{CO}_2$   
(ج)  $400 \text{ g}$  از  $\text{NaHCO}_3$   
(د)  $850 \text{ mg}$  از  $\text{Mg} \cdot \text{NH}_4\text{PO}_4$
- ۹-۴ تعداد میلی‌مولهای حل شده در محلولهای زیر را محاسبه کنید:
- (الف)  $2.00 \text{ L}$  از  $3.25 \times 10^{-2} \text{ M KMnO}_4$   
(ب)  $750 \text{ mL}$  از  $0.555 \text{ M KSCN}$   
(ج)  $250 \text{ mL}$  از محلول حاوی  $5.41 \text{ ppm}$  از  $\text{CuSO}_4$   
(د)  $3.50 \text{ L}$  از  $0.333 \text{ M KCl}$
- ۱۰-۴ تعداد میلی‌مولهای حل شده در محلولهای زیر را محاسبه کنید:
- (الف)  $175 \text{ mL}$  از  $0.320 \text{ M HClO}_4$   
(ب)  $150 \text{ L}$  از  $8.05 \times 10^{-2} \text{ M K}_2\text{CrO}_4$   
(ج)  $500 \text{ L}$  از یک محلول آبی حاوی  $6.75 \text{ ppm}$  از  $\text{AgNO}_3$   
(د)  $851 \text{ mL}$  از  $0.200 \text{ M KOH}$
- ۱۱-۴ جرم برحسب میلی‌گرم ترکیبات زیر چیست؟
- (الف)  $0.777 \text{ mol}$  از  $\text{HNO}_3$   
(ب)  $500 \text{ mmol}$  از  $\text{mgO}$   
(ج)  $22.5 \text{ mol}$  از  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   
(د)  $4.32 \text{ mol}$  از  $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$  ( $548.23 \text{ g/mol}$ )
- ۱۲-۴ جرم برحسب گرم ترکیبات زیر چیست؟
- (الف)  $7.1 \text{ mol}$  از  $\text{KBr}$   
(ب)  $20.1 \text{ mmol}$  از  $\text{PbO}$   
(ج)  $3.76 \text{ mol}$  از  $\text{MgSO}_4$   
(د)  $9.6 \text{ mmol}$  از  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- ۱۳-۴ جرم برحسب میلی‌گرم حل شده در ترکیبات زیر چیست؟
- (الف)  $260 \text{ mL}$  از  $0.250 \text{ M}$  ساکاروز ( $342 \text{ g/mol}$ ).  
(ب)  $2.92 \text{ L}$  از  $10^{-2} \text{ M H}_2\text{O}_2$  از  $4.76 \times 10^{-2}$   
(ج)  $656 \text{ mL}$  از محلول حاوی  $4.96 \text{ ppm}$  از  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   
(د)  $6.75 \text{ mL}$  از  $0.619 \text{ M KNO}_3$
- ۱۴-۴ جرم برحسب گونه حل شده در محلولهای زیر چیست؟



\* (الف) ۴۵۰ mL از ۰.۱۶۴ M  $H_2O_2$  را.

\* (ب) ۲۷۰ mL از  $10^{-2} M$   $8.75 \times 10^{-2} M$  بنزویک اسید (۱۲۲ g/mol).

(ج) ۳۵۰ L از محلول حاوی ۲۱۷ ppm  $SnCl_2$ .

(د) ۲۱۷ mL از ۰.۱۲۵ M  $KBrO_3$  را.

۱۵-۴ مقدار p- هر یک از یونهای نشان داده شده در حالتی زیر را محاسبه کنید:

\* (الف)  $Na^+$ ,  $Cl^-$  و  $OH^-$  در محلولی که ۰.۳۳۵ M نسبت به  $NaCl$  و ۰.۵۰۳ M نسبت به  $NaOH$  است.

(ب)  $Ba^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  و  $Cl^-$  در محلولی که  $10^{-2} M$   $7.65 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $BaCl_2$  و ۰.۱۵۴ M نسبت به  $MnCl_2$  است.

\* (ج)  $H^+$ ,  $Cl^-$  و  $Zn^{2+}$  در محلولی که ۰.۶۰۰ M نسبت به  $HCl$  و ۰.۱۰۱ M نسبت به  $ZnCl_2$  است.

(د)  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  و  $NO_3^-$  در محلولی که  $10^{-2} M$   $4.78 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $Cu(NO_3)_2$  و ۰.۱۰۴ M نسبت به  $Zn(NO_3)_2$  است.

\* (ه)  $K^+$ ,  $OH^-$  و  $Fe(CN)_6^{4-}$  در محلولی که  $10^{-2} M$   $2.62 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $K_4Fe(CN)_6$  و  $10^{-2} M$   $4.12 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $KOH$  است.

(و)  $H^+$ ,  $Ba^{2+}$  و  $ClO_4^-$  در محلولی که  $10^{-2} M$   $3.35 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $Ba(ClO_4)_2$  و  $10^{-2} M$   $6.75 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $HClO_4$  است.

۱۶-۴ غلظت مولاریون  $H_3O^+$  محلولی را که pH های زیر را دارد، محاسبه کنید: \* (الف) ۴.۷۶ (ب) ۴.۵۸ (ج) ۵.۲ (د)

۱۳.۶۲ \* (ه) ۷.۳۲ (و) ۵.۷۶ (ز) ۰.۳۱ - (ح) ۰.۵۲ -

۱۷-۴ توابع p- را برای هر یک از یونها در محلولهای زیر محاسبه کنید:

\* (الف) ۰.۲۰۰ M نسبت به  $NaBr$ .

(ب) ۰.۱۰۰ M نسبت به  $BaBr_2$ .

(ج)  $10^{-2} M$   $3.5 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $Ba(OH)_2$ .

(د) ۰.۴۰ M نسبت به  $HCl$  و ۰.۲۰ M نسبت به  $NaCl$ .

\* (ه)  $10^{-2} M$   $6.7 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $CaCl_2$  و  $10^{-2} M$   $7.6 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $BaCl_2$ .

(و)  $10^{-8} M$   $4.8 \times 10^{-8} M$  نسبت به  $Zn(NO_3)_2$  و  $10^{-2} M$   $5.6 \times 10^{-2} M$  نسبت به  $Cd(NO_3)_2$ .

۱۸-۴ توابع p- را به غلظتهای مولار تبدیل کنید: \* (الف)  $pH = 9.67$  (ب)  $pOH = 13.5$  (ج)  $pBr = 0.34$  (د)

$pNO_3 = 7.77$  (و)  $pLi = -0.221$  \* (ه)  $pCa = 12.35$

\* (ز)  $pMn = 0.025$  (ح)  $pCl = 1.020$ .

\* ۴-۱۹ آب دریا حاوی میانگین  $10^2 ppm$   $1.08 \times 10^2$  از  $Na^+$  و  $270 ppm$  از  $SO_4^{2-}$  است. موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) غلظتهای مولی  $Na^+$  و  $SO_4^{2-}$  در صورتی که چگالی میانگین آب دریا  $1.02 g/mL$  باشد.

(ب)  $pNa$  و  $pSO_4$  در آب دریا را.

۴-۲۰ میانگین سرم خون انسان حاوی  $18 mg$  از  $K^+$  و  $365 mg$  از  $Cl^-$  در  $100 mL$  است. موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) غلظت مولار هر یک از این گونه‌ها را؛  $1.00 g/mL$  را برای چگالی سرم به کار برید.

(ب)  $pK$  و  $pCl$  سرم انسان را.

\* ۴-۲۱ محلولی با حل کردن  $5.76 g$  از  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (۲۷۷.۸۵ g/mol) در آب کافی تا حجم  $2000 L$  تهیه شد. موارد زیر را محاسبه کنید.

(الف) غلظت تجزیه‌ای مولار  $KCl \cdot MgCl_2$  در این محلول را.

(ب) غلظت مولار  $Mg^{2+}$  را.

(ج) غلظت مولار  $Cl^-$  را.

(د) درصد وزنی/حجمی  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  را.

(ه) تعداد میلی‌مولهای  $Cl^-$  در  $250 mL$  از این محلول را.

(و)  $ppm K^+$  را.

(ز)  $pMg$  محلول را.

(ح)  $pCl$  محلول را.

۴-۲۲ یک محلول با حل کردن  $1210 mg$  از  $K_4Fe(CN)_6$  (۳۲۹.۲ g/mol) در آب کافی تا  $775 mL$  تهیه شد. موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) غلظت تجزیه‌ای مولار  $K_4Fe(CN)_6$  را.

(ب) غلظت مولار  $K^+$  را.

(ج) غلظت مولار  $Fe(CN)_6^{4-}$  را.

(د) درصد وزنی/حجمی  $K_4Fe(CN)_6$  را.

(ه) تعداد میلی‌مولهای  $K^+$  در  $50 mL$  از این محلول را.

(و)  $ppm Fe(CN)_6^{4-}$  را.

(ز)  $pK$  محلول را.

(ح)  $pFe(CN)_6^{4-}$  برای محلول را.

$$ppm = \frac{mg}{kg} = \frac{mg}{1000g}$$

$$\frac{w}{v} = \frac{g}{100ml}$$

$$\frac{kg}{Liter} = \frac{kg}{1000L}$$



(ه)  $2000\text{ L}$  از  $0.12\text{ M HClO}_4$  را از واکنشگر تجاری آگرانی ویژه،  $1.67$  و  $17.1\% \text{ HClO}_4(\text{w/w})$ .

(و)  $900\text{ L}$  از محلولی را که  $600\text{ ppm}$  نسبت به  $\text{Na}^+$  است با استفاده از  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  جامد.

۳۰-۴ تهیه محلولهای زیر را شرح دهید:

(الف)  $500\text{ L}$  از  $0.05\text{ M KMnO}_4$  را از واکنشگر جامد.

(ب)  $400\text{ L}$  از  $0.25\text{ M HClO}_4$  را با استفاده از محلول  $0.8\text{ M}$  واکنشگر.

(ج)  $400\text{ mL}$  از محلولی را که  $0.25\text{ M}$  نسبت به  $\text{I}^-$  است با استفاده از  $\text{MgI}_2$ .

(د)  $200\text{ mL}$  از  $\text{CuSO}_4$  آبی  $10\%(\text{w/w})$  را از محلول  $0.365\text{ M CuSO}_4$ .

(ه)  $150\text{ L}$  از  $0.215\text{ M NaOH}$  را از واکنشگر تجاری غلیظ  $50\% \text{ NaOH}(\text{w/w})$  ویژه برابر  $1.525$ .

(و)  $150\text{ L}$  از محلولی را که  $120\text{ ppm}$  نسبت به  $\text{K}^+$  است با استفاده از  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ .

۳۱-۴ چنانچه  $500\text{ mL}$  از  $0.25\text{ M La}^{3+}$  با  $750\text{ mL}$  از  $0.302\text{ M IO}_3^-$  مخلوط شود، چه جرمی از  $\text{La}(\text{IO}_3)_3$  ( $663.6\text{ g/mol}$ ) جامد تشکیل می‌شود؟

۳۲-۴ در صورتی که  $200\text{ mL}$  از  $0.125\text{ M Pb}^{2+}$  با  $400\text{ mL}$  از  $0.175\text{ M Cl}^-$  مخلوط شود، چه جرمی از  $\text{PbCl}_2$  جامد ( $278.1\text{ g/mol}$ ) تشکیل می‌شود؟

۳۳-۴ دقیقاً  $220\text{ g}$  از  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  خالص در  $1000\text{ mL}$  از  $0.731\text{ M HCl}$  حل شد.

(الف) چه جرمی برحسب گرم از  $\text{CO}_2$  درگیر بود؟

(ب) مولاریته واکنش‌دهنده اضافی ( $\text{HCl}$  یا  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) چه بود؟

۳۴-۴ دقیقاً  $250\text{ mL}$  از محلول  $0.375\text{ M Na}_3\text{PO}_4$  با  $1000\text{ mL}$  از  $0.515\text{ M HgNO}_3$  مخلوط شد.

(الف) چه جرمی از  $\text{Hg}_3\text{PO}_4$  جامد تشکیل شد؟

(ب) مولاریته گونه واکنش‌نکرده ( $\text{HgNO}_3$  یا  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) بعد از

کامل شدن واکنش چه بود؟

۳۵-۴ دقیقاً  $750\text{ mL}$  از محلول  $0.3132\text{ M Na}_2\text{SO}_4$  با

$1500\text{ mL}$  از  $0.4025\text{ M HClO}_4$  مورد عمل قرار گرفت و برای خارج کردن  $\text{SO}_2$  تشکیل شده، جوشانده شد.

۳۳-۴ چگالی محلولی از  $64.2\% \text{ Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{w/w})$  ( $241.86\text{ g/mol}$ ) برابر است با  $1.059\text{ g/mL}$ . موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) غلظت تجزیه‌ای مولار  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  این محلول را.

(ب) غلظت مولار  $\text{NO}_3^-$  این محلول را.

(ج) جرم برحسب گرم  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  موجود در هر لیتر از این محلول را.

۳۴-۴ چگالی محلولی از  $12.5\% \text{ NiCl}_2(\text{w/w})$  ( $129.61\text{ g/mol}$ ) برابر است با  $1.149\text{ g/mL}$ . موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) غلظت مولار  $\text{NiCl}_2$  این محلول را.

(ب) غلظت مولار  $\text{Cl}^-$  محلول را.

(ج) جرم برحسب گرم  $\text{NiCl}_2$  موجود در هر لیتر از این محلول را.

۳۵-۴ تهیه محلولهای زیر را شرح دهید:

(الف)  $500\text{ mL}$  از  $4.75\%(\text{w/v})$  اتنول آبی ( $46.1\text{ g/mol}$  و  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) را.

(ب)  $500\text{ g}$  از  $4.75\%(\text{w/w})$  اتنول آبی را.

(ج)  $500\text{ mL}$  از  $4.75\%(\text{v/v})$  اتنول آبی را.

۳۶-۴ تهیه محلولهای زیر را شرح دهید:

(الف)  $250\text{ L}$  از  $21.0\%(\text{w/v})$  گلیسرول آبی را. ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ,  $92.1\text{ g/mol}$ )

(ب)  $250\text{ kg}$  از  $21.0\%(\text{w/v})$  گلیسرول آبی را.

(ج)  $250\text{ L}$  از  $21.0\%(\text{v/v})$  گلیسرول آبی را.

۳۷-۴ تهیه  $750\text{ mL}$  از  $0.6\text{ M H}_3\text{PO}_4$  را از واکنشگر تجاری که  $86\% \text{ H}_3\text{PO}_4(\text{w/w})$  است و گرانی ویژه آن  $1.71$  است شرح دهید.

۳۸-۴ تهیه  $900\text{ mL}$  از  $0.3\text{ M HNO}_3$  را از واکنشگر تجاری که  $70.5\% \text{ HNO}_3(\text{w/w})$  است و گرانی ویژه آن  $1.42$  است شرح دهید.

۳۹-۴ تهیه محلولهای زیر را شرح دهید:

(الف)  $500\text{ mL}$  از  $0.75\text{ M AgNO}_3$  از واکنشگر جامد را.

(ب)  $1000\text{ L}$  از  $0.285\text{ M HCl}$  را با استفاده از محلول  $0.6\text{ M}$  واکنشگر.

(ج)  $400\text{ mL}$  از محلولی را که  $0.81\text{ M}$  نسبت به  $\text{K}^+$  است با استفاده از  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  جامد.

(د)  $600\text{ mL}$  محلول  $\text{BaCl}_2$  آبی  $30\%(\text{w/v})$  را از محلول  $0.4\text{ M BaCl}_2$ .



(الف) جرم  $SO_2$  متصاعد شده چه بود؟

(ب) غلظت واکنشگر واکنش نکرده ( $Na_2SO_3$  یا  $HClO_2$ ) بعد از کامل شدن واکنش چه بود؟

۳۶-۴ در صورتی که  $200\text{ mL}$  از محلول  $100\%$   $MgCl_2$  (w/v) با  $400\text{ mL}$  از  $0.175\text{ M } Na_2PO_4$  و مقداری اضافی از  $NH_4^+$  قرار گیرد، چه جرمی از  $MgNH_4PO_4$  رسوب می‌کند؟ مولاریته واکنشگر اضافی ( $Na_2PO_4$  یا  $MgCl_2$ ) بعد از کامل شدن رسوبگیری چیست؟  
 ۳۷-۴\* چه حجمی از  $0.1000\text{ M } AgNO_3$  مورد نیاز است تا تمام  $I^-$  در  $200\text{ mL}$  از محلول حاوی  $24.32\text{ ppt KI}$  را رسوب دهد؟  
 ۳۸-۴ دقیقاً  $750\text{ mL}$  از محلول حاوی  $480.4\text{ ppm}$  از  $Ba(NO_3)_2$  با  $200\text{ mL}$  از محلولی که  $0.3090\text{ M}$  نسبت به  $Al_2(SO_4)_3$  بود مخلوط شد.

(الف) چه جرمی از  $BaSO_4$  جامد تشکیل شد؟

(ب) مولاریته واکنشگر واکنش نکرده ( $Al_2(SO_4)_3$  یا  $Ba(NO_3)_2$ ) چه بود؟

۳۹-۴ طبق کنی و همکاران [۱]، عدد آووگادرو  $N_A$  را می‌توان از معادله زیر با استفاده از اندازه‌گیری‌های روی کره ساخته شده از بلور تک‌ابری خالص سیلیسیم محاسبه کرد.

$$N_A = \frac{nM_{si}(4r)^2\pi r^2}{ma^3} \quad (5-4)$$

که در آن:

$N_A$  = عدد آووگادرو

$n$  = تعداد اتمها در سلول واحد در شبکه بلور سیلیسیم

$M_{si}$  = جرم مولی سیلیسیم

$r$  = شعاع کره سیلیسیم

$m$  = جرم کره

$a$  = پارامتر شبکه بلور

$$d(220) = \frac{a}{\sqrt{2^2 + 2^2 + 0^2}} \quad (6-4)$$

(الف) معادله‌ای برای عدد آووگادرو به دست آورید.

(ب) با توجه به داده‌های گردآوری شده توسط کنی و همکاران در جدول زیر، چگالی سیلیسیم و عدم قطعیت آن را محاسبه کنید. ممکن است مایل باشید محاسبه عدم قطعیت را تا بعد از مطالعه فصل ۶ به تأخیر بیندازید.

متغیر	مقدار	عدم قطعیت
شعاع کره	$0.46817226 \times 10^{-8}$	$0.0000000015$
جرم کره	$1.001132893$	$0.0000000075$
جرم مولی	$0.28085521$	$0.0000000004$
فاصله شبکه $d(220), m$	$1.92015885 \times 10^{-10}$	$0.10 \times 10^{-10}$
اتمها/سلول واحد	$7.99999992$	$0.000000001$

(ج) عدد آووگادرو و عدم قطعیت آن را محاسبه کنید.

(د) کدامیک از متغیرها در جدول بیشترین تأثیر را بر مقداری که محاسبه کرده‌اید دارد و چرا؟

(ه) از چه روشهای تجربی برای انجام اندازه‌گیری‌های نشان داده شده در جدول استفاده شده است؟

(و) درباره متغیرهای تجربی که ممکن است در عدم قطعیت در هر اندازه‌گیری شرکت داشته باشند نظر دهید.

(ز) راهی را پیشنهاد کنید که بتواند تعیین عدد آووگادرو را بهبود بخشد.

(ح) مقدار پذیرفته شده و عدم قطعیت آن را (۱۹۹۸ یا بعداً) برای عدد آووگادرو در جایگاه وب NIST درباره ثابتهای فیزیکی اساسی نگاه و با مقادیر محاسبه شده خود مقایسه کنید. خطا در مقدار شما برای عدد آووگادرو چیست؟ از Google برای پیدا کردن جایگاه وب NIST استفاده کنید.

(ط) چه ابداع فناوری چنددهه گذشته به در دسترس قرار گرفتن آسان سیلیسیم ابر خالص منجر شده است؟