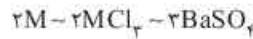




اکنون می‌توان تناظر زیر را نوشت



$$\frac{\text{جرم باریم سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم M}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{2/8gM}{2 \times \text{جرم مولی}} = \frac{13/98gBaSO_4}{233 \times 2} \Rightarrow M = 70g \cdot mol^{-1}$$

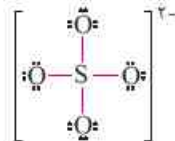
۶۱۷

تنها یون منیزیم نمی‌تواند در این آب شیرین وجود داشته باشد زیرا با وجود یون هیدروکسید و با توجه به ترکیب یونی  $Mg(OH)_2$  که نامحلول در آب است، وجود یون منیزیم در این آب ناممکن است. (رجوع کنید به مطلب استخراج Mg از آب دریا)

توجه داشته باشید که در شکل کتاب درسی، برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین نمایش داده شده است که با در نظر داشتن این نکته که مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد، وجود یون منیزیم در کنار یون هیدروکسید در این شکل که مربوط به بیش از یک نوع آب است، ممکن می‌شود.

۶۱۸

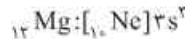
تنها عبارت (ا) درست است.



بررسی عبارت‌ها

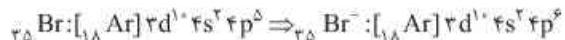
(ا) فراوان‌ترین آنیون دارای پیوند کووالانسی در آب دریا، یون سولفات با ساختار لوویس مقابل است.

(ب) فراوان‌ترین کاتیون با بار  $2+$  در آب دریا، یون  $Mg^{2+}$  است که اتم آن آرایش الکترونی زیر را دارد.



$3 =$  شماره لایه ظرفیت

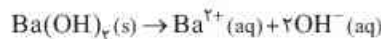
(پ) دومین یون هالید فراوان در آب دریا  $Br^-$  است که هم‌الکترون با گاز بی‌اثر  $Ar$  (معروف به گاز تنیل) نیست.



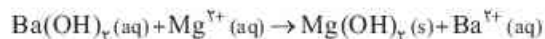
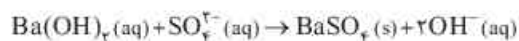
(ت) فراوان‌ترین آنیون و فراوان‌ترین کاتیون در آب دریا به ترتیب  $Cl^-$  و  $Na^+$  می‌باشد که به ترتیب هم‌الکترون با گازهای نجیب  $Ar$  و  $Ne$  هستند.

۶۱۹

معادله انحلال  $Ba(OH)_2$  در آب به صورت زیر است.



آب دریا دارای یون‌های  $Mg^{2+}$  و  $SO_4^{2-}$  است. با ورود یون‌های  $Ba^{2+}$  و  $OH^-$  در آب دریا برهم‌کنش‌های زیر انجام می‌گیرد.



تعداد مول آنیون جداشده از آب دریا را به دست می‌آوریم.

$$\frac{5173gBa(OH)_2}{1 \times 171} \Rightarrow \frac{\text{مول سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم باریم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow x = 0.13 \text{ mol } SO_4^{2-}$$

تعداد کاتیون جداشده از آب دریا را به دست می‌آوریم.

$$\frac{5173gBa(OH)_2}{1 \times 171} \Rightarrow \frac{\text{تعداد یون منیزیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم باریم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow x = 1.806 \times 10^{-23} \text{ Mg}^{2+}$$

۶۲۰ عبارت‌های «آ»، «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

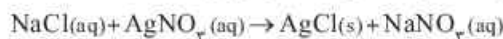
(ا) در هر  $100$  گرم آب دریای مرده (بحرالمت)، حدود  $27$  گرم حل‌شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند.

(ب) ابتدا تعداد مول آب و اتانول را تعیین می‌کنیم.

$$? \text{ mol } H_2O = 27gH_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18gH_2O} = 1.5 \text{ mol } H_2O$$

$$? \text{ mol } C_2H_5OH = 46gC_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46gC_2H_5OH} = 1 \text{ mol } C_2H_5OH$$

با توجه به این که تعداد مول آب بیشتر است، آب حلال و اتانول حل‌شونده محسوب می‌شود. (پ) سرم فیزیولوژی محلول نمک طعام در آب است. با افزودن نمک نقره نترات به سرم فیزیولوژی رسوب سفیدرنگ  $AgCl$  تشکیل می‌شود.



رسوب سفید

(ت) در هوای پاک که تنفس می‌کنیم تعداد مول گاز نیتروژن ( $N_2$ ) از تمام گازهای دیگر بیشتر است و در نتیجه نیتروژن نقش حلال را دارد.

۶۲۱

(ا) وزن و حجم محلول، بر خواص آن محلول تاثیری نداشته و فقط مقدار آن محلول را مشخص می‌کنند. این در حالی است که غلظت، دما و نوع مواد حل‌شونده و حلال، در تعیین خواص آن محلول نقش دارند به عنوان مثال، محلول ید در هگزان در مقایسه با محلول اتانول در آب خواص متفاوتی دارد. به عنوان مثالی دیگر، محلول  $2$  مولار سدیم کلرید در آب، در مقایسه با محلول  $0.5$  مولار این ترکیب رسانایی الکتریکی متفاوتی دارد.

۶۲۲ ابتدا جرم  $2/5$  مول  $NaOH$  را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم سدیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی}} = \text{مول سدیم هیدروکسید}$$

$$\Rightarrow 2/5 \text{ mol } NaOH = \frac{xgNaOH}{40} \Rightarrow x = 100gNaOH$$

حال جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$1000g - 100g = 900gH_2O$$

تعداد مول آب را حساب می‌کنیم:

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{900}{18} = 50 \text{ mol } H_2O$$

اکنون تعداد مول اتم‌های  $H$  در محلول را به دست می‌آوریم.

$$(\text{تعداد مول اتم } H \text{ در } NaOH) + (\text{تعداد مول اتم } H \text{ در } H_2O)$$

$$= \text{تعداد مول اتم‌های } H \text{ در محلول}$$

$$(2 \times 50) + (2/5 \times 1) = 102/5 \text{ mol } H$$

سپس تعداد مول اتم‌های  $O$  در محلول را به دست می‌آوریم.

$$(\text{تعداد مول اتم } O \text{ در } NaOH) + (\text{تعداد مول اتم } O \text{ در } H_2O)$$

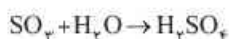
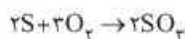
$$= \text{تعداد مول اتم } O \text{ در محلول}$$

$$(50 \times 1) + (2/5 \times 1) = 52/5 \text{ mol } O$$

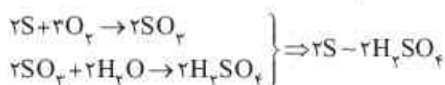
$$\frac{\text{تعداد اتم } O}{\text{تعداد اتم } H} = \frac{102/5}{52/5} = 1/95$$



واکنش‌های تبدیل گوگرد به  $H_2SO_4$  به صورت زیر است.



برای یکسان شدن ضریب ماده مشترک ( $SO_3$ )، ضرایب واکنش دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم.



$$\frac{\text{جرم سولفوریک اسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{96 \text{ gS}}{2 \times 32} = \frac{x \text{ gH}_2\text{SO}_4}{2 \times 98}$$

$$\Rightarrow x = 294 \text{ gH}_2\text{SO}_4$$

۶۳۰ نمکی که درصد جرمی یون سولفات در آن بیشتر است، مناسب‌تر است.

$$\text{درصد جرمی } SO_4^{2-} : Mn_2(SO_4)_2 = \frac{3 \times [32 + (16 \times 4)]}{3 \times [32 + (16 \times 4)] + (2 \times 54)} \times 100 = 72/72$$

$$\text{درصد جرمی } SO_4^{2-} : (NH_4)_2SO_4 = \frac{32 + (16 \times 4)}{32 + (16 \times 4) + 2 \times [14 + (1 \times 4)]} \times 100 = 72/72$$

بنابراین تفاوتی بین دو نمک وجود ندارد.

به علت مقدار بسیار کم جسم حل شونده، جرم محلول تقریباً برابر با جرم حلال (آب) است. با توجه به چگالی آب، جرم ۱ لیتر محلول برابر با جرم ۱ لیتر آب یعنی ۱۰۰۰ گرم است.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 5 = \frac{x \text{ gSO}_4^{2-}}{1000} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 5 \times 10^{-3} \text{ g SO}_4^{2-}$$

برای به دست آوردن جرم نمک لازم، محاسبه با هر کدام از دو نمک تفاوتی ندارد.

$$? \text{ mgMn}_2(\text{SO}_4)_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ gSO}_4^{2-}$$

$$\times \frac{396 \text{ gMn}_2(\text{SO}_4)_2}{2 \times 96 \text{ gSO}_4^{2-}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 6187.5 \text{ mg نمک}$$

۶۳۱ ابتدا مقدار محلول (آب دریا) که باید در یک روز استخراج و فراوری شود را تعیین می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 135 = \frac{270 \text{ kgMg}}{x \text{ kgمحلول}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = \frac{270 \text{ kg} \times 10^6}{135} = 2 \times 10^5 \text{ kg (آب دریا)}$$

بنابراین با احتساب استخراج ۱۰۰٪، باید  $2 \times 10^5 \text{ kg}$  یا  $2 \times 10^2 \text{ تن}$  از آب دریا روزانه فراوری شود. با توجه به این‌که فقط ۸۰٪ منیزیم قابل استخراج است، این مقدار آب دریا در یک روز باید بیشتر شود.

$$2 \times 10^5 \text{ ton} \times \frac{100}{80} = 250 \text{ ton}$$

$$250 \times 30 = 7500 \text{ ton}$$

۶۳۲ ابتدا جرم یون نیترات در محلول اول را تعیین می‌کنیم.

$$? \text{ gNO}_3^- = 10^{-3} \text{ mol Fe(NO}_3)_2 \times \frac{2 \text{ molNO}_3^-}{1 \text{ molFe(NO}_3)_2}$$

$$\times \frac{62 \text{ gNO}_3^-}{1 \text{ molNO}_3^-} = 0.124 \text{ gNO}_3^-$$

$$? \text{ gK}^+ = 190 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.19 \text{ g}$$

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

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

۶۲۴ با توجه به صورت سؤال، جرم  $4 \times 10^{12}$  لیتر آب دریا، برابر  $4 \times 10^{12}$  کیلوگرم ( $4 \times 10^{15}$  گرم) آب دریا است.

$$\text{ppm} = \frac{\text{خون } 0.1 \text{ g}}{4 \times 10^{15} \text{ gمحلول}} \times 10^6 = 0.25 \times 10^{-9} = 2.5 \times 10^{-11} \text{ ppm}$$

$$? \text{ ppm} = \frac{x \text{ gAg}_2\text{SO}_4}{100 \text{ gمحلول}} \times 10^6 \Rightarrow 15/6 \text{ ppm} = \frac{x \text{ gAg}_2\text{SO}_4}{100 \text{ gمحلول}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 1.56 \times 10^{-3} \text{ g Ag}_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4 = 1.56 \times 10^{-3} \text{ g Ag}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4}{312 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4}$$

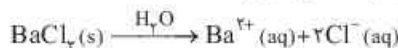
$$= 5 \times 10^{-6} \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4$$

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

$$\Rightarrow 103/5 \text{ ppm} = \frac{x \text{ gNa}^+}{10^3 \text{ gمحلول}} \times 10^6 \Rightarrow x = 103/5 \times 10^{-3} \text{ g Na}^+$$

$$? \text{ mol Na}^+ = 103/5 \times 10^{-3} \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ gNa}^+} = 4/5 \times 10^{-3} \text{ mol Na}^+$$

۶۲۷ معادله انحلال باریم کلرید به صورت زیر است.



با توجه به غلظت ppm یون  $\text{Cl}^-$  می‌توان گفت در  $10^6$  گرم آب دریا،  $14/2$  گرم یون  $\text{Cl}^-$  وجود دارد. اگر در همین  $10^6$  گرم، مقدار یون باریم را حساب کنیم، غلظت آن بر حسب ppm تعیین می‌شود.

$$? \text{ gBa}^{2+} = 14/2 \text{ gCl}^- \times \frac{1 \text{ molCl}^-}{35.5 \text{ gCl}^-} \times \frac{1 \text{ molBa}^{2+}}{2 \text{ molCl}^-}$$

$$\times \frac{137 \text{ gBa}^{2+}}{1 \text{ molBa}^{2+}} = 27/4 \text{ g Ba}^{2+}$$

۶۲۸ ابتدا مقدار نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) را بر حسب گرم تعیین می‌کنیم.

$$? \text{ gNO}_3^- = 3 \text{ molNO}_3^- \times \frac{62 \text{ gNO}_3^-}{1 \text{ molNO}_3^-} = 186 \text{ gNO}_3^-$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 100 = \frac{186}{x} \times 10^6 \Rightarrow x = 186 \times 10^6 \text{ g}$$

با توجه به داده‌های صورت سؤال و چگالی آب ( $1 \text{ g.mL}^{-1}$ )، حجم محلول برابر  $186 \times 10^6 \text{ mL} = 1860 \text{ L}$  است.

۶۲۹ ابتدا مقدار گوگرد را در یک تن از سوخت تعیین می‌کنیم.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 96 = \frac{x \text{ gS}}{10^6 \text{ gمحلول}} \times 10^6 \Rightarrow x = 96 \text{ gS}$$



اکنون جرم یون نیترات در محلول دوم را تعیین می‌کنیم.

۱ | ۶۳۷

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

$$\Rightarrow 20 = \frac{xg}{29/35g} \times 100 \Rightarrow x = 5/185gNaCl$$

$$? \text{ mol NaCl} = 5/185gNaCl \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58/5gNaCl} = 0/1 \text{ mol NaCl}$$

ابتدا حجم کربن تتراکلرید را به جرم تبدیل می‌کنیم. ۱ | ۶۳۸

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = 1/6 \text{ g mL}^{-1} = \frac{xg}{31 \text{ mL}} \Rightarrow x = 49/6g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم بد}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0/4}{49/6 + 0/4} \times 100 = 0/8$$

ابتدا مقدار هر دو ماده را به گرم تبدیل می‌کنیم. ۲ | ۶۳۹

$$? g C_2H_5OH = 28/75 \text{ mL } C_2H_5OH \times \frac{0/8g C_2H_5OH}{1 \text{ mL } C_2H_5OH}$$

$$= 23g C_2H_5OH$$

$$? g H_2O = 1/5 \text{ mol } H_2O \times \frac{18g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 27g H_2O$$

$$\text{درصد جرمی اتانول} = \frac{23}{23+27} \times 100 = 46/2$$

ابتدا درصد جرمی در محلول اول را تعیین می‌کنیم. ۱ | ۶۴۰

$$\text{درصد جرمی} = \frac{20}{20+60} \times 100 = 25/2$$

تعیین درصد جرمی محلول دوم:

$$? g NaOH = 0/1 \text{ mol NaOH} \times \frac{40g NaOH}{1 \text{ mol NaOH}} = 4g NaOH$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{4}{50} \times 100 = 8 \Rightarrow \frac{\text{درصد جرمی محلول اول}}{\text{درصد جرمی محلول دوم}} = \frac{25}{8} = 3/125$$

ابتدا جرم محلول را به دست می‌آوریم. ۴ | ۶۴۱

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \text{جرم محلول}$$

$$= 0/8g \cdot mL^{-1} \times 2/32 \text{ mL} = 2/32g \text{ محلول}$$

حال جرم استون را به دست می‌آوریم.

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

$$20 = \frac{\text{جرم استون}}{2/32g} \times 100 \Rightarrow \text{جرم استون} = 0/464g$$

در آخر تعداد مول استون را حساب می‌کنیم.

$$? \text{ mol استون} = 0/464g \text{ استون} \times \frac{1 \text{ mol استون}}{58g \text{ استون}} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol استون}$$

ابتدا در جرم مشخصی از محلول (برای راحتی کار ۱۰۰ گرم محلول) جرم یون برمید را حساب می‌کنیم. ۱ | ۶۴۲

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم یون برمید}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم یون برمید} = 480g$$

اکنون جرم  $CaBr_2$  را در همان مقدار محلول تعیین می‌کنیم.

$$? g CaBr_2 = 480g Br^- \times \frac{1 \text{ mol } Br^-}{80g Br^-} \times \frac{1 \text{ mol } CaBr_2}{2 \text{ mol } Br^-}$$

$$\times \frac{200g CaBr_2}{1 \text{ mol } CaBr_2} = 600g CaBr_2$$

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{600g CaBr_2}{10^6g \text{ محلول}} \times 100 = 0/06$$

$$? g NO_3^- = 10^{-3} \text{ mol Al(NO}_3)_3 \times \frac{3 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol Al(NO}_3)_3} \times \frac{62g NO_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-}$$

$$= 0/186g NO_3^-$$

$$\text{غلظت } NO_3^- \text{ در محلول نهایی} = \frac{0/186 + 0/124}{150 + 160} \times 10^6$$

$$= \frac{0/310}{310} \times 10^6 = 10^3 \text{ ppm}$$

ابتدا جرم یون برمید را بر حسب گرم در هر دو محلول محاسبه می‌کنیم. ۲ | ۶۳۳

$$? g Br^- = 400g \text{ محلول} \times \frac{200g CaBr_2}{10^6g \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } CaBr_2}{200g CaBr_2}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol } Br^-}{1 \text{ mol } CaBr_2} \times \frac{80g Br^-}{1 \text{ mol } Br^-} = 0/64g Br^- \text{ (محلول اول)}$$

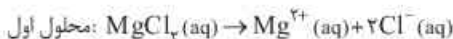
$$? g Br^- = 0/1 \text{ mol SrBr}_2 \times \frac{2 \text{ mol } Br^-}{1 \text{ mol SrBr}_2} \times \frac{80g Br^-}{1 \text{ mol } Br^-}$$

$$= 1/6g Br^- \text{ (محلول دوم)}$$

در پایان غلظت ppm یون  $Br^-$  را در محلول نهایی تعیین می‌کنیم.

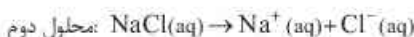
$$\text{ppm} = \frac{0/64 + 1/6}{400 + 300} \times 10^6 = \frac{2/24}{700} \times 10^6 = 320 \text{ ppm}$$

ابتدا جرم یون کلرید در هر محلول را به دست می‌آوریم. ۲ | ۶۳۴



$$? g Cl^- = 200g \text{ محلول} \times \frac{19g MgCl_2}{10^6g \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{95g MgCl_2}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol } Cl^-}{1 \text{ mol } MgCl_2} \times \frac{35/5g Cl^-}{1 \text{ mol } Cl^-} = 2/184 \times 10^{-3} g Cl^-$$



$$g Cl^- = 100g \text{ محلول} \times \frac{11/7g NaCl}{10^6g \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } NaCl}{58/5g NaCl}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol } Cl^-}{1 \text{ mol } NaCl} \times \frac{35/5g Cl^-}{1 \text{ mol } Cl^-} = 7/11 \times 10^{-4} g Cl^-$$

$$\Rightarrow \text{غلظت یون } Cl^- \text{ در مخلوط} = \frac{(2/184 \times 10^{-3}) + (7/11 \times 10^{-4})}{200 + 100} \times 10^6$$

$$= \frac{35/5 \times 10^{-4}}{300} \times 10^6 = 1/183 \text{ ppm}$$

۱ | ۶۳۵

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

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

$$\Rightarrow x = 40g NaOH$$

۲ | ۶۳۶

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

$$\Rightarrow 5 = \frac{xg}{40g} \times 100 \Rightarrow x = 2g NaNO_3$$



حالا حساب می‌کنیم که برای تأمین ۱۴۰ گرم کلسیم مورد نیاز، چند گرم از محلول اولیه لازم است.

۱۴۰	گرم کلسیم
y	۱۰۰ گرم محلول اولیه

$$\Rightarrow y = \frac{140 \times 100}{0.7} = 2 \times 10^4 \text{ g}$$

**روش دوم:** اگر محلول ۰/۷ درصد جرمی را محلول اولیه بنامیم، می‌توانیم روابط زیر را با استفاده از کسرهای تبدیل بنویسیم.

$$1000 \text{ L} \times \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{0.7}{100} = 7 \text{ g Cl}_2$$

$$\frac{1 \text{ g Cl}_2}{10^6 \text{ ppm}} \times \frac{1000 \text{ g محلول اولیه}}{0.7 \text{ g Cl}_2} = \frac{140 \times 100}{0.7} = 200 \times 10^6$$

$$= 2 \times 10^4 \text{ g محلول اولیه}$$

**۴/۶۴۸ روش اول:** ابتدا مقدار یون کلرید را در محلول نهایی بر حسب گرم تعیین می‌کنیم. با توجه به گزینه‌ها می‌توانیم حجم محلول نهایی را همان ۱۰ لیتر در نظر بگیریم که با توجه به چگالی داده‌شده برای محلول نهایی، جرم محلول نهایی ۱۰ کیلوگرم (۱۰<sup>۴</sup> گرم) می‌شود.

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم کلرید}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 109/5 = \frac{x}{10^4} \times 10^6 \Rightarrow x = 1095 \text{ g Cl}^-$$

از آن جایی که این مقدار یون Cl<sup>-</sup> تنها از محلول اولیه (محلول ۳۶/۵ درصد جرمی HCl) آمده است، باید تعیین کنیم در چند گرم از محلول اولیه، ۱۰۹۵ گرم یون Cl<sup>-</sup> وجود دارد.

$$1095 \text{ g Cl}^- = 1095 \text{ g Cl}^- \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{35.5 \text{ g Cl}^-} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}^-} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}}$$

$$\times \frac{100 \text{ g محلول}}{36.5 \text{ g HCl}} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1.2 \text{ g محلول}} = 257 \text{ g محلول}$$

با توجه به اینکه چگالی محلول اولیه ۱ گرم بر میلی‌لیتر است، ۲۵۷ میلی‌لیتر از محلول اولیه لازم است.

**روش دوم:** ابتدا مولاریته محلول غلیظ را به دست می‌آوریم.

$$100 \text{ g محلول} = 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \Rightarrow M = \frac{100 \times 36.5 \times 12}{36.5} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال براساس غلظت ppm، ابتدا درصد جرمی و سپس غلظت مولی محلول رقیق را تعیین می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \text{ppm} \times 10^{-4} = 109/5 \times 10^{-4}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times 109/5 \times 10^{-4} \times 1}{35.5} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون با استفاده از رابطه زیر حجم محلول غلیظ را به دست می‌آوریم.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 12 \times V_1 = (3 \times 10^{-3}) \times (10 + V_1)$$

$$\Rightarrow 12 \times V_1 = (0.03 \times V_1) + 0.03 \Rightarrow V_1 = 0.025 \text{ L} = 25 \text{ mL}$$

**۴/۶۴۹**

$$100 \times \frac{\text{جرم حل شونده دوم} + \text{جرم حل شونده اول}}{\text{جرم محلول اول} + \text{جرم محلول دوم}} = \text{درصد جرمی مخلوط}$$

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

**۴/۶۴۳** ابتدا درصد جرمی محلول اول را تعیین می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی (محلول اول)} = \frac{2/5}{2/5 + 47/5} \times 100 = 7.5$$

$$\text{درصد جرمی (محلول دوم)} = \frac{x \text{ g NaOH}}{25 \text{ g محلول}} \times 100 = 7.5 \Rightarrow x = 1/25 \text{ g NaOH}$$

**۴/۶۴۴** ابتدا تعداد مول استون و آب را به ازای ۱۰۰ گرم محلول به دست می‌آوریم.

$$? \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O} = 29 \text{ g C}_4\text{H}_8\text{O} \times \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_8\text{O}} = 0.5 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}$$

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = (100 - 29) \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 3/95 \text{ mol H}_2\text{O}$$

حال درصد مولی آب را در محلول به دست می‌آوریم.

$$100 \times \frac{\text{مول جزء مورد نظر}}{\text{مجموع مول ها}} = \text{درصد مولی}$$

$$\Rightarrow \text{درصد مولی H}_2\text{O} = \frac{3/95}{3/95 + 0/5} \times 100 = 788/76$$

**۴/۶۴۵** ابتدا جرم سود سوزآور موجود در ۲۰۰ گرم محلول اول را به دست می‌آوریم.

$$\text{سود سوزآور} = 200 \text{ g محلول} \times \frac{x \text{ g سود سوزآور}}{200 \text{ g محلول}} \times 100 = 100 \Rightarrow x = 20 \text{ g}$$

مقدار جرم محلول دوم را برابر با x در نظر می‌گیریم:

$$\Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$100 \times \frac{40 \times x}{100} = 0.4x$$

حال با کمک درصد جرمی محلول نهایی، جرم محلول دوم را به دست می‌آوریم.

$$\text{جرم محلول دوم} = 50 \text{ g} \Rightarrow x = 50 \text{ g}$$

**۴/۶۴۶** عبارتهای (ا)، (ب) و (ت) درست هستند.

**موضوعی چهارم**

(ا) غلظت ppm هر محلول، ۱۰<sup>۴</sup> برابر درصد جرمی آن محلول است. بر این اساس، غلظت ppm محلولی با درصد جرمی ۰/۰۰۱، برابر با ۱۰۰ می‌شود.

(ب) در هوای پاک، گاز اکسیژن و بخار آب وجود دارد. سرم فیزیولوژی نیز محلول رقیق سدیم کلرید در آب است.

(پ) فرمول شیمیایی آمونیوم کربنات و آلومینیم سولفات به ترتیب به صورت (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> و Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> است. در فرمول شیمیایی آمونیوم کربنات و آلومینیم سولفات به ترتیب، ۱۴ و ۱۷ اتم وجود دارد. بر این اساس، مقدار نسبت خواسته شده برابر ۰/۸۲ می‌شود.

(ت) جرم نمک‌های موجود در این نمونه از آب دریا را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ kg نمک} = 1/2 \text{ ton آب} \times \frac{1000 \text{ kg آب}}{1 \text{ ton آب}} \times \frac{27 \text{ kg}}{1000 \text{ kg آب}} = 27 \text{ kg}$$

**۴/۶۴۷** **روش اول:** ابتدا مقدار کلسیم مورد نیاز برای استخراج با حجم ۱۴۰ m<sup>3</sup> را تعیین می‌کنیم. با توجه به اینکه غلظت کلسیم مجاز ۱ ppm است، از تناسب زیر استفاده می‌کنیم.

$$\Rightarrow 140 \text{ m}^3 = 140 \times 10^3 \text{ L} = 140 \times 10^3 \text{ kg} = 140 \times 10^6 \text{ g}$$

۱ گرم کلسیم	x
۱۰ <sup>۶</sup> گرم محلول	۱۴۰ × ۱۰ <sup>۶</sup>

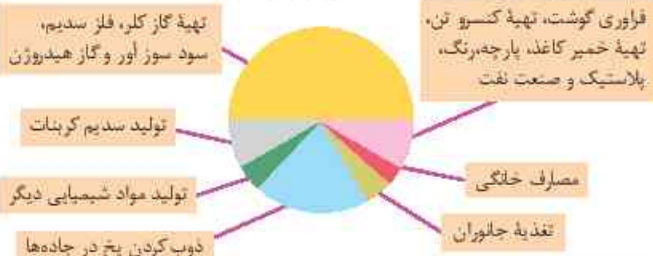
$$\Rightarrow x = 140 \text{ g کلسیم}$$



ب) همان‌طور که در شکل پایین دیده می‌شود، میزان مصرف سدیم کلرید در تولید سدیم کربنات بیشتر از میزان مصارف خانگی آن است.  
 پ) یون‌های منیزیم موجود در آب دریا را ابتدا با یون  $OH^-$  به صورت  $Mg(OH)_2$  تبدیل به رسوب کرده و سپس آن را به  $MgCl_2$  تبدیل می‌کنند سپس  $MgCl_2$  را به صورت مذاب ( $MgCl_2(l)$ ) و بدون حضور آب، توسط جریان برق به عنصرهای سازنده‌اش تبدیل می‌کنند.



ت) تمام موارد بیان شده، با توجه به شکل زیر جزء کاربردهای  $NaCl$  هستند.



۳) ۶۵۴) سرکهٔ خوراکی، شامل محلول همگن ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب می‌شود و خاصیت اسیدی ملایمی دارد.

**دوره‌ی مهارت‌محول**

۱) برای استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا آن را به شکل مادهٔ جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید در می‌آورند. منیزیم کلرید و منیزیم هیدروکسید در آب به ترتیب محلول و نامحلول هستند.

۲) بیش از ۵۰ درصد سدیم کلرید حاصل شده از آب دریاها، برای تهیهٔ گاز کلر، فلز سدیم، سودسوزآور و گاز هیدروژن کاربرد دارد.

۴) درصد جرمی یک محلول، از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

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

بر اساس این رابطه، اگر جرم حلال را دو برابر کنیم، مخرج کسر دو برابر نمی‌شود و به کمتر از دو برابر حالت اولیه خود افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه، درصد جرمی محلول نیز به بیشتر از نصف حالت اولیه خود کاهش پیدا می‌کند.

۴) ۶۵۵) هر چهار عبارت نادرست هستند

**دوره‌ی مهارت‌محول**

۱) جداسازی سدیم کلرید از آب دریا به روش فیزیکی تبلور انجام می‌گیرد.

ب) میزان مصرف  $NaCl$  در ذوب کردن یخ در جاده‌ها، بیش از مصرف آن در کاربردهای خانگی است.

پ) برای جداسازی منیزیم از آب دریا ابتدا آن را به صورت مادهٔ جامد و نامحلول  $Mg(OH)_2$  رسوب می‌دهند.

ت) بر اثر برکافت منیزیم کلرید مذاب عنصر منیزیم به صورت مذاب (مایع) تولید می‌شود.

۴) ۶۵۶) واکنش انجام شده به صورت زیر است:



**دوره‌ی مهارت‌محول**

۱) فراوردهٔ دارای یون چند اتمی  $CaSO_4$  است که در ساخت گچ به کار می‌رود.

۲) سرم فیزیولوژی محلول رقیق  $NaCl$  در آب است.

۳) کلسیم سولفات ( $CaSO_4$ ) یک مادهٔ کم محلول در آب است.

۴) یکی از مهم‌ترین کاربردهای  $NaCl$  در تهیهٔ سودسوزآور ( $NaOH$ ) است.

۱) ۶۵۰) با توجه به رابطهٔ ppm و درصد جرمی، نسبت غلظت نمک برحسب ppm را در دو دریای مرده و سرخ به دست می‌آوریم:

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

(دریای مرده)  $10^4 \times \text{درصد جرمی} = \text{غلظت برحسب ppm دریای مرده}$   
 (دریای سرخ)  $10^4 \times \text{درصد جرمی} = \text{غلظت برحسب ppm دریای سرخ}$

$$= \frac{27 \times 10^4}{41 \times 10^4} = 6/58$$

۱) ۶۵۱) ابتدا بر اساس چگالی، جرم محلول اولیه را به دست می‌آوریم:

$$1/5 = \frac{\text{جرم محلول}}{150} \Rightarrow \text{جرم} = 1/5 \times 150 = 30 \text{ گرم}$$

با توجه به درصد جرمی، جرم حل‌شونده ( $CaCO_3$ ) و جرم آب را در محلول اولیه تعیین می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = 80 \Rightarrow \frac{x}{225} \times 100 = 80$$

$$\Rightarrow x = 180 \text{ g } CaCO_3 \Rightarrow \text{جرم آب در محلول اولیه} = 225 - 180 = 45 \text{ g}$$

با رقیق کردن محلول و افزودن آب، همچنان جرم حل‌شونده ( $CaCO_3$ ) ثابت و برابر  $180$  گرم می‌ماند

$$60 = \frac{180}{180 + x} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی در محلول نهایی}$$

$$\Rightarrow x = 120 \text{ g}$$

بنابراین جرم آب در محلول نهایی  $120$  گرم است.

$$H_2O \text{ } 75 \text{ g} = 120 - 45 = 75 \text{ g}$$

با توجه به چگالی آب، باید  $75$  میلی‌لیتر آب به محلول اولیه اضافه کنیم تا درصد جرمی به  $60$  برسد.

۲) ۶۵۲) تنها در اتم‌هایی که آخرین زیرلایهٔ آن‌ها  $3p$  و یا  $4s$  باشد، آخرین الکترون

دارای  $n+1 = 4$  است. با توجه به این که اختلاف عدد اتمی دو اتم برابر با  $3$  می‌باشد، دو حالت امکان‌پذیر است.



با در نظر گرفتن نسبت کاتیون به آنیون که  $\frac{1}{3}$  است، حالت ب شکل درست نمک دوتایی است.

$${}^Z_Z M: [Ar] 4s^2 \Rightarrow {}^Z_Z M = {}^4_2 M \xrightarrow{p=n-1 \text{amu}} M \quad \text{عدد جرمی} = 40$$

$$, M \text{ جرم اتمی} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}} = \frac{1}{2} = \frac{x \text{ mol } M^{2+}}{0/4 \text{ mol } X^-} \Rightarrow x = 0/2 \text{ mol } M^{2+}$$

$$? \text{ g } M^{2+} = 0/2 \text{ mol } M^{2+} \times \frac{40 \text{ g } M^{2+}}{1 \text{ mol } M^{2+}} = 8 \text{ g } M^{2+}$$

$$M^{2+} \text{ درصد جرمی کاتیون} = \frac{\text{جرم } M^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{8 \text{ g } M^{2+}}{100 \text{ g محلول}} \times 100 = 8\%$$

۲) ۶۵۳) عبارتهای «ا» و «ت» درست هستند.

**دوره‌ی مهارت‌محول**

۱) سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید به روش تبلور (جداسازی بلورهای جامد از محلول) از آب دریاها استخراج می‌شود.





۶۷۲ | روش اول: در ۲۰ لیتر محلول ۳ مولار  $H_2SO_4$ ، ۶۰ مول از این ماده وجود دارد.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{x \text{ mol } H_2SO_4}{20} \Rightarrow x = 60 \text{ mol } H_2SO_4$$

حال تعداد مول  $H_2SO_4$  در ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار را به دست می آوریم.

$$1 \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{x \text{ mol } H_2SO_4}{10 \text{ L}} \Rightarrow x = 10 \text{ mol } H_2SO_4$$

بر این اساس، ۵۰ مول  $H_2SO_4$  دیگر باید از محلول ۶ مولار تأمین شود.

$$6 \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{50 \text{ mol } H_2SO_4}{x \text{ L}} \Rightarrow x = 8.3 \text{ L}$$

روش دوم:

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} =$$

$$3 \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{(6 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times VL) + (1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 10 \text{ L})}{20 \text{ L}} \Rightarrow V = 8.3 \text{ L}$$

۶۷۳ | ابتدا غلظت مولی محلول با درصد جرمی ۳۶/۵ را تعیین می کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times (\%W/W) \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36.5 \times 1.25}{36.5} = 12.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 100 \times 2 = 12.5 \times V_{\text{غلیظ}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{غلیظ}} = \frac{100 \times 2}{12.5} = 16 \text{ mL}$$

۶۷۴ |

$$\text{غلظت محلول نهایی} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 3 = \frac{(6 \times 0.3) + (M_2 \times 0.4)}{0.3 + 0.4}$$

$$\Rightarrow M_2 = 0.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۶۷۵ | ابتدا مولاریته سولفوریک اسید تجاری را تعیین می کنیم.

$$M = \frac{10 \times \%W/W \times d}{M_w} = \frac{10 \times 98 \times 1.8}{98} = 18 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 18 \times V_{\text{غلیظ}} = 0.9 \times 100 \Rightarrow V_{\text{غلیظ}} = 5 \text{ mL}$$

۶۷۶ | ابتدا جرم مولی نمک A را به دست می آوریم.

$$\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times \text{مولاریته} = \frac{10 \times 22.2 \times 1.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{2.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}} = 111 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

حال مقدار مول نمک A در محلول ظرف (۲) را به دست می آوریم.

$$A \text{ تعداد مول} = \frac{A \text{ گرم}}{A \text{ جرم مولی}} = \frac{2.22 \text{ g}}{111 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$$

و در آخر جرم مولی نمک A در ظرف (۲) را به دست می آوریم.

$$\text{مولاریته} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.125 \text{ L}} = 0.16 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\frac{0.16 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{0.16 \text{ mol} \cdot L^{-1}} = 1$$

۶۷۷ | ۵٪ مول پتاسیم هیدروکسید، معادل با ۲۸ گرم از این ماده است. در رابطه با محلول حاصل از این فرایند، داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم KOH}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{\text{جرم KOH}}{\text{جرم حل شونده} + \text{جرم حلال}} \times 100$$

$$= \frac{28}{112 + 28} \times 100 = 20\%$$

۶۶۸ | ابتدا غلظت مولی آمونیاک را تعیین می کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times (\%W/W) \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 34 \times 0.98}{17} = 19.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مواد حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 19.6 = \frac{x \text{ mol } NH_3}{0.25} \Rightarrow x = 0.49 \text{ mol } NH_3$$

۶۶۹ | روش اول:

ابتد تعداد مول HCl را به دست می آوریم.

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.4 \text{ L} = 0.08 \text{ mol } HCl$$

حال جرم این تعداد مول HCl را حساب می کنیم.

$$? \text{ g } HCl = 0.08 \text{ mol } HCl \times \frac{36.5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 2.92 \text{ g } HCl$$

با کمک درصد جرمی، جرم محلول HCl اولیه را به دست می آوریم.

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

$$\Rightarrow 25 = \frac{2.92 \text{ g } HCl}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم محلول HCl} = 11.68 \text{ g}$$

و در آخر با کمک چگالی، حجم HCl لازم را به دست می آوریم.

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \text{حجم محلول HCl} = \frac{11.68 \text{ g}}{1.168 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 10 \text{ mL } HCl$$

روش دوم:

ابتدا مولاریته محلول اولیه را به دست می آوریم.

$$M = \frac{10 \times \%W/W \times d}{M_w} = \frac{10 \times 25 \times 1.168}{36.5} = 8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 8 \times V_{\text{غلیظ}} = 0.2 \times 400$$

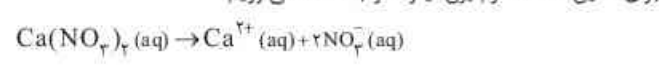
$$\Rightarrow V_{\text{غلیظ}} = 10 \text{ mL}$$

۶۷۰ | ابتدا مقدار یون نیترات ( $NO_3^-$ ) را بر حسب گرم تعیین می کنیم.

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 6.2 = \frac{x \text{ g } NO_3^-}{40000} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 0.248 \text{ g } NO_3^-$$

اکنون با توجه به معادله تفکیک کلسیم نیترات، حجم محلول ۰/۱ مولار کلسیم نیترات برای تأمین ۰/۲۴۸ گرم یون نیترات را به دست می آوریم.



$$\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول کلسیم نیترات} = \frac{\text{گرم یون نیترات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0.248 \text{ g } NO_3^-}{2 \times 62} = \frac{x \text{ L } Ca(NO_3)_2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{1}$$

$$\Rightarrow x = 0.2 \text{ L } Ca(NO_3)_2$$

۶۷۱ | ابتدا تعداد مول HCl را تعیین می کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times (\%W/W) \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36.5 \times 1.2}{36.5} = 12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 12 = \frac{x \text{ mol } HCl}{1 \text{ L}} \Rightarrow x = 12 \text{ mol } HCl$$

$$? \text{ L } HCl = 12 \text{ mol } HCl \times \frac{22.4 \text{ L } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 268.8 \text{ L } HCl$$



$$\text{مولاریته} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

$$\text{مولاریته } \text{CO}_3^{2-} = \frac{\text{mol CO}_3^{2-}}{L} = \frac{(6 \times 10^{-3} + 0.084) \text{ mol}}{0.12 L} = 0.74 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم:

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(60 \times 0.1) + [(140 \times 0.2) \times 2]}{60 + 140}$$

$$= 0.74 \text{ mol.L}^{-1}$$

۳ | ۶۸۱

اگر بخواهیم یک محلول رقیق با غلظت  $M_A$  و حجم  $V_B$  را از محلول غلیظتر با غلظت  $M_B$  تهیه کنیم، حجم محلول غلیظ اولیه ( $V_B$ ) که باید برداشته شود، از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{غلیظ}}$$

$$\Rightarrow M_A \times 20 = 0.6 \times 100 \Rightarrow M_A = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱ | ۶۸۲ بر اساس مولاریته محلول A، درصد جرمی آن را به دست می‌آوریم.

$$\frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{3 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{40} \Rightarrow 3 = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{40}$$

$$\Rightarrow \frac{W}{W} = 10$$

۲ | ۶۸۳

$$\left(\frac{W}{W}\right) = \frac{\text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} \times 100 = \frac{16}{x} \times 100 \Rightarrow 10 = \frac{16}{x} \times 100$$

$$\Rightarrow x = 160 \text{ g}$$

بر اساس چگالی محلول، حجم آن را به دست می‌آوریم.

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow 1.2 \text{ g.mL}^{-1} = \frac{160 \text{ g}}{x} \Rightarrow x = 133.33 \text{ mL}$$

۴ | ۶۸۴ ابتدا مولاریته محلول اول را به دست می‌آوریم.

$$\text{غلظت مولار} = \frac{10 \times \frac{W}{W} \times d}{M_w} = \frac{10 \times 1.8 \times 1.96}{98} = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال مولاریته محلول دوم را حساب می‌کنیم. برای این کار ابتدا تعداد مول و حجم  $\text{H}_2\text{SO}_4$  را به دست می‌آوریم.

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ L H}_2\text{SO}_4 = 400 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4} = 0.4 \text{ L H}_2\text{SO}_4$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 2.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

اینک مولاریته محلول نهایی را حساب می‌کنیم.

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

$$= \frac{(16 \times 500) + (2.5 \times 400)}{500 + 400} = 10 \text{ mol.L}^{-1}$$

۳ | ۶۸۵

$$\frac{10 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 51.5 \times 11}{51.5} \Rightarrow 5/5 = \frac{10 \times 51.5 \times 11}{51.5}$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی } X = 103 \Rightarrow \text{جرم مولی } X = 103 - 23 = 80 \text{ g.mol}^{-1}$$

در رابطه با غلظت مولی این محلول نیز داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول KOH}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.5 \text{ mol KOH}}{0.112 \text{ L}} = 4.46 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲ | ۶۷۸ ابتدا مولاریته محلول ظرف دوم را به دست می‌آوریم.

$$? \text{ mol NaOH} = 16 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.4 \text{ mol NaOH}$$

$$\Rightarrow \text{مولاریته محلول اول} = \frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ لیتر}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون حجم محلول اول را  $x$  و حجم محلول دوم را  $y$  لیتر در نظر می‌گیریم.

حجم  $\times$  مولاریته = تعداد مول

$$(1) \quad 0.4 \times x = 0.4 x$$

$$(2) \quad 0.8 \times y = 0.8 y$$

$$\text{مولاریته محلول نهایی} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\text{مولاریته محلول نهایی} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم (لیتر)}} \Rightarrow 0.7 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{(0.4x + 0.8y) \text{ mol}}{(x + y) L}$$

$$\Rightarrow 0.4x + 0.8y = 0.7(x + y) \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{3}$$

۳ | ۶۷۹ ابتدا غلظت مولی محلول دوم را تعیین می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36/5 \times 12}{36/5} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

توجه داشته باشید که در محلول باریم کلرید ( $\text{BaCl}_2$ ) به ازای ۱ مول باریم کلرید، ۲ مول یون کلرید وجود دارد. بنابراین غلظت مولی یون کلرید در محلول اول  $4/8 \text{ mol.L}^{-1}$  است ولی غلظت مولی یون کلرید در محلول HCl همان  $12 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

$$\text{غلظت یون } \text{Cl}^- \text{ در محلول نهایی} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

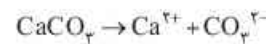
$$= \frac{(4/8 \times a) + (12 \times \frac{a}{3})}{a + \frac{a}{3}} = \frac{4/8 + 6}{\frac{4}{3}} = 7/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

۳ | ۶۸۰ روش اول: ابتدا تعداد مول کلسیم کربنات را در دو محلول اول به دست می‌آوریم.

$$\text{تعداد مول } \text{CaCO}_3 = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow \text{مولاریته محلول اول}$$

$$= 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.06 \text{ L} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol CaCO}_3$$

حال تعداد مول یون کربنات را در محلول اول به دست می‌آوریم.



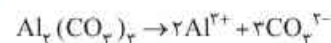
$$\text{mol CO}_3^{2-} = \text{mol CaCO}_3 = 6 \times 10^{-3} \text{ mol CO}_3^{2-}$$

در این مرحله تعداد مول آلومینیم کربنات را در محلول دوم به دست می‌آوریم.

حجم  $\times$  مولاریته = تعداد مول آلومینیم کربنات: محلول دوم

$$\Rightarrow \text{mol Al}_2(\text{CO}_3)_3 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.14 \text{ L} = 0.028 \text{ mol}$$

حال تعداد یون  $\text{CO}_3^{2-}$  را در محلول دوم به دست می‌آوریم.



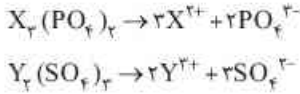
$$\text{mol CO}_3^{2-} = 3 \text{ mol Al}_2(\text{CO}_3)_3 = 3 \times 0.028 \text{ mol} = 0.084 \text{ mol}$$

و در آخر مولاریته  $\text{CO}_3^{2-}$  را در محلول جدید به دست می‌آوریم.



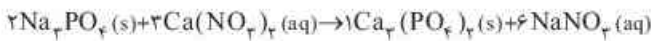


۶۹۱ | برای  $n+1$  آخرین زیرلایه (ns) عناصر گروه‌های ۱ تا ۱۲ برابر با  $n$  و برای عناصر گروه‌های ۱۳-۱۸ (np) برابر با  $n+1$  است. بنابراین در مورد عنصرهای مربوط به تناوب‌های کوچک‌تر از ۴، دو عنصر متوالی با  $n+1$  زیرلایه آخر متفاوت، متعلق به گروه‌های ۲ و ۱۳ می‌باشند که یون پایدار عنصر اول  $X^{2+}$  و یون پایدار عنصر دوم  $Y^{3+}$  است. بنابراین دو محلول مورد نظر  $X_p(PO_4)_p$  و  $Y_p(SO_4)_p$  می‌باشند.



در حجم‌های مساوی از این دو محلول با غلظت یکسان، تعداد کاتیون در محلول اول و تعداد آنیون در محلول دوم بیشتر است.

واکنش انجام شده به صورت زیر است.

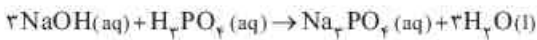


گرم کلسیم فسفات = غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول  $\times$  کلسیم نیترات  
جرم مولی  $\times$  ضرب

$$\Rightarrow \frac{0.2L Ca(NO_3)_2 \times 0.6 mol.L^{-1}}{3} = \frac{xg Ca_p(PO_4)_p}{1 \times 310}$$

$$\Rightarrow x = 12.4g Ca_p(PO_4)_p$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است.

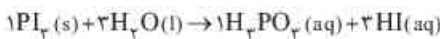


غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول سدیم هیدروکسید = مول سدیم فسفات  
ضرب

$$\Rightarrow \frac{0.1 mol Na_3PO_4}{1}$$

$$= \frac{0.25L NaOH \times x mol.L^{-1}}{3} \Rightarrow x = 1.5 mol.L^{-1}$$

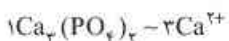
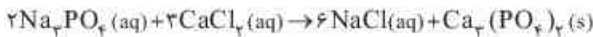
ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم.



گرم  $PI_3$  = میلی لیتر محلول فسفر و اسید  $\times$  غلظت مولی  
جرم مولی  $\times$  ضرب

$$\Rightarrow \frac{0.1 mol.L^{-1} \times 500 mL H_3PO_3}{1 \times 1000} = \frac{xg PI_3}{1 \times 412} \Rightarrow x = 2.06g PI_3$$

معادله واکنش به صورت زیر است.

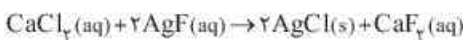


مول یون کلسیم = میلی لیتر محلول  $\times$  مولاریته  
تعداد کاتیون  $\times$  ضرب

$$\Rightarrow \frac{x mol.L^{-1} \times 100 mL Na_3PO_4}{3 \times 1000} = \frac{1.5 \times 10^{-3} mol Ca^{2+}}{1 \times 3}$$

$$\Rightarrow x = 0.01 mol.L^{-1}$$

معادله واکنش به صورت زیر است.



ابتدا تعداد مول  $CaF_2$  را به دست می‌آوریم.

تعداد مول کلسیم فلئورید = گرم نقره کلرید  
جرم مولی  $\times$  ضرب

$$\Rightarrow \frac{2.8/7g AgCl}{2 \times (108 + 35.5)} = \frac{x mol CaF_2}{1} \Rightarrow x = 0.1 mol CaF_2$$

۶۸۶ | 
$$10^{-3} \times ppm \times \text{چگالی} = \frac{10^{-3} \times 10600 \times 1.05}{23} = 0.48 mol.L^{-1}$$
  
غلظت مولی = جرم مولی

۶۸۷ | در ۲۰۰ گرم محلول اولیه ۴۰٪ (۸۰ گرم) حل‌شونده و در ۳۰۰ گرم محلول دوم ۶۰٪ (۱۸۰ گرم) حل‌شونده وجود دارد. بنابراین مجموع جرم دو محلول ۵۰۰ گرم و مجموع جرم حل‌شونده‌ها ۲۶۰ گرم است.

$$\frac{260}{500} \times 100 = 52\%$$

درصد جرمی محلول نهایی

$$10 \times \left(\frac{W}{W}\right) \times \text{چگالی} = \frac{10 \times 52 \times 1.25}{40} = 16.25 mol.L^{-1}$$

غلظت مولی = جرم مولی

۶۸۸ | ابتدا جرم سدیم در مخلوط را به دست می‌آوریم و براساس آن تعداد مول  $Na_2SO_4$  و تعداد مول  $MgSO_4$  را تعیین می‌کنیم.

$$125g \times \frac{18/4}{100} = 22g Na$$

جرم سدیم

$$? mol Na_2SO_4 = 22g Na \times \frac{1 mol Na}{23g Na} \times \frac{1 mol Na_2SO_4}{2 mol Na}$$

$$= 0.5 mol Na_2SO_4$$

$$? g Na_2SO_4 = 0.5 mol Na_2SO_4 \times \frac{142g Na_2SO_4}{1 mol Na_2SO_4} = 71g Na_2SO_4$$

$$? g MgSO_4 = 125 - 71 = 54g MgSO_4$$

$$\Rightarrow mol MgSO_4 = 54g MgSO_4 \times \frac{1 mol MgSO_4}{120g MgSO_4}$$

$$= 0.45 mol MgSO_4$$

بر این اساس ۰/۵ مول  $SO_4^{2-}$  از انحلال  $Na_2SO_4$ ، ۰/۴۵ مول  $SO_4^{2-}$  از انحلال  $MgSO_4$  در آب ایجاد می‌شود.

$$SO_4^{2-} \text{ غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.95 mol}{1.9 L} = 0.5 mol.L^{-1}$$

۶۸۹ |

$$\text{مولاریته} = \frac{n(mol)}{V(L)} \Rightarrow \text{تعداد مول MOH} = 0.946 mol.L^{-1} \times 0.2L$$

$$= 0.1892 mol MOH$$

$$\text{جرم مولی MOH} = \frac{\text{جرم MOH}}{\text{تعداد مول}} = \frac{1.06}{0.1892} = 56g.mol^{-1}$$

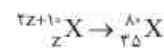
۶۹۰ | ابتدا با توجه به ساختار آنیون، شماره گروه عنصر X را تعیین می‌کنیم.

- [مجموع عدد یکان شماره گروه اتم‌ها] = بار یون چنداتی

[مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی لایه ظرفیت اتم‌ها]

$$-1 = [(3 \times 6) + x] - 26 \Rightarrow x = 7$$

بنابراین عنصر X متعلق به گروه ۱۷ جدول تناوبی است و با توجه به عدد کوانتومی  $n=4$ ، عدد اتمی این عنصر برابر با ۳۵ می‌باشد.



حال تعداد یون نمک NaX و سپس غلظت مولی محلول را حساب می‌کنیم.

$$? mol NaX = 2.06g NaX \times \frac{1 mol NaX}{(23 + 80)g NaX} = 0.02 mol NaX$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.02 mol}{0.125 L} = 0.16 mol.L^{-1}$$

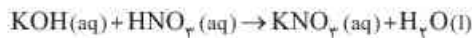


۳/۷۰۱ ابتدا تعداد مول KOH را تعیین می‌کنیم.

$$? \text{ mol KOH} = 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1.25 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{10 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L محلول}}$$

$$= 0.8 \text{ mol KOH}$$

اکنون واکنش انجام شده را می‌نویسیم.

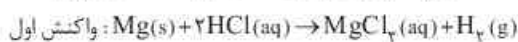


غلظت مولی × لیتر محلول نیتریک اسید = مول پتاسیم هیدروکسید  
ضریب ضریب

$$\Rightarrow \frac{0.8 \text{ mol KOH}}{1} = \frac{x \text{ L HNO}_3 \times 0.2 \text{ mol.L}^{-1}}{1}$$

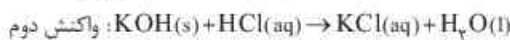
$$\Rightarrow x = 4 \text{ L} = 4000 \text{ mL HNO}_3$$

۳/۷۰۲ ابتدا غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را به دست می‌آوریم.



غلظت مولی × میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید = میلی گرم منیزیم  
جرم مولی × ضریب ضریب

$$\Rightarrow \frac{96 \text{ mg Mg}}{1 \times 24} = \frac{10 \text{ mL HCl} \times x \text{ mol.L}^{-1}}{2} \Rightarrow x = 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ HCl}$$

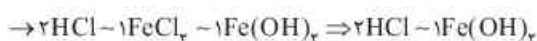
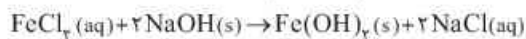
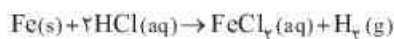


غلظت مولی × میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید = میلی گرم پتاسیم هیدروکسید  
جرم مولی × ضریب ضریب

$$\Rightarrow \frac{x \text{ mg KOH}}{1 \times 56 \times 1000} = \frac{20 \text{ mL HCl} \times 0.8 \text{ mol.L}^{-1}}{1000} \Rightarrow x = 896 \text{ mg KOH}$$

۳/۷۰۳ ابتدا واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم. ضریب ماده مشترک (FeCl<sub>2</sub>) در دو

واکنش موازنه شده برابر است.



گرم آهن (II) هیدروکسید = غلظت مولی × لیتر محلول هیدروکلریک اسید  
جرم مولی × ضریب ضریب

$$\Rightarrow \frac{0.8 \text{ L HCl} \times 0.2 \text{ mol.L}^{-1}}{2} = \frac{x \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \times 90}$$

$$\Rightarrow x = 0.9 \text{ g Fe(OH)}_2$$

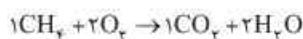
۳/۷۰۴ ابتدا معادله داده شده را موازنه می‌کنیم و سپس جرم CaCl<sub>2</sub> را به دست

می‌آوریم:



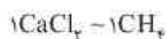
$$100 \text{ g محلول} \times \frac{3.7 \text{ g CaCl}_2}{100 \text{ g محلول}} = 222 \text{ g CaCl}_2$$

معادله سوختن متان به صورت زیر است:



با توجه به این‌که ضریب CO<sub>2</sub> در هر دو معادله برابر ۱ است، می‌توان رابطه زیر را

بین CaCl<sub>2</sub> و CH<sub>4</sub> نوشته



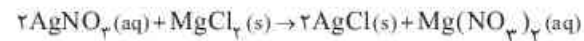
$$\frac{\text{CaCl}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{CH}_4 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{222 \text{ g CaCl}_2}{1 \times 111} = \frac{x \text{ g CH}_4}{1 \times 16}$$

$$\Rightarrow x = 22 \text{ g CH}_4$$

حال مولاریته محلول را به دست می‌آوریم.

$$\text{مولاریته محلول} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.125 \text{ L}} = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱/۶۹۷ واکنش موازنه شده به صورت زیر است.



مول نقره نیترات = گرم منیزیم کلرید  
جرم مولی × ضریب ضریب

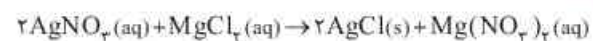
$$\Rightarrow x = 0.95 \text{ g MgCl}_2$$

روش کسر تبدیل:

$$? \text{ g MgCl}_2 = 0.2 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2}$$

$$= 0.95 \text{ g MgCl}_2$$

۱/۶۹۸ ابتدا معادله واکنش را نوشته و موازنه می‌کنیم.



در ابتدا توجه داشته باشید که حجم محلول نقره نیترات (۵۰ میلی لیتر) تأثیری در حل سؤال ندارد. زیرا تعداد مول نقره نیترات (۰.۲ مول) به طور مستقیم داده شده است. بنابراین باید گرم MgCl<sub>2</sub> را حساب کنیم و براساس آن حجم محلول را به دست آوریم.

روش تناسب:

$$\frac{x \text{ g MgCl}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{0.2 \text{ mol AgNO}_3}{1 \times 95} = \frac{2}{2}$$

$$\Rightarrow x = 0.95 \text{ g MgCl}_2$$

روش کسر تبدیل:

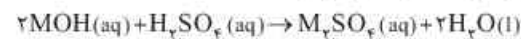
$$? \text{ g MgCl}_2 = 0.2 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2}$$

$$= 0.95 \text{ g MgCl}_2$$

$$? \text{ L محلول} = 0.95 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ L محلول}}{227.8 \text{ g MgCl}_2} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}}$$

$$= 41.66 \text{ mL محلول}$$

۱/۶۹۹ واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

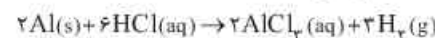


اگر جرم مولی فلز M را با M نشان دهیم، می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

$$\frac{\text{MOH گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{M}_2\text{SO}_4 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4 \text{ g MOH}}{2 \times (M + 16 + 1)}$$

$$= \frac{71 \text{ M}_2\text{SO}_4}{1 \times (2M + 32 + 64)} \Rightarrow M = 23 \text{ g.mol}^{-1}$$

۲/۷۰۰ واکنش موازنه شده به صورت زیر است:



در اینجا غلظت اولیه اسید اهمیتی ندارد و مقدار مصرف شده آن که برابر ۰.۴ mol.L<sup>-1</sup> است را در نظر می‌گیریم.

غلظت مولی × لیتر محلول هیدروکلریک اسید = گرم آلومینیم  
جرم مولی × ضریب ضریب

$$\Rightarrow \frac{\text{mg Al}}{2 \times 27} = \frac{0.4 \text{ L HCl} \times 0.4 \text{ mol.L}^{-1}}{6} \Rightarrow m = 0.9 \text{ g Al}$$

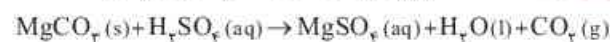


بر این اساس، می‌توان گفت جرم مولی ترکیب  $\text{CuA}_p$  برابر با  $182$  گرم بر مول است؛ پس جرم مولی آنیون  $\text{A}^-$  برابر با  $59$  گرم بوده و این آنیون معادل با یون استات ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) است. توجه داریم که جرم مولی یون نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) برابر با  $62$  گرم بر مول است. در قدم بعد، جرم مس ( $\text{II}$ ) هیدروکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{0.05 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید}}{0.1 \text{ L}} = ? \text{ g Cu(OH)}_p$$

$$\frac{1 \text{ mol Cu(OH)}_p}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{98 \text{ g Cu(OH)}_p}{1 \text{ mol Cu(OH)}_p} = 2.45$$

ابتدا غلظت محلول رقیق را براساس واکنش تعیین می‌کنیم.



غلظت مولی  $\times$  میلی لیتر محلول سولفوریک اسید = میلی گرم منیزیم کربنات  
جرم مولی  $\times$  ضریب

$$\frac{210 \text{ mg MgCO}_p}{1 \times 84} = \frac{10 \text{ mL H}_p\text{SO}_p \times x \text{ mol.L}^{-1}}{1}$$

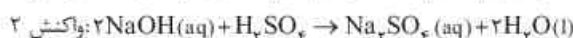
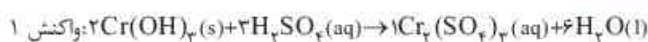
$$\Rightarrow x = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال غلظت مولی محلول غلیظ اولیه را به دست می‌آوریم.

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{غلیظ}} \times 5 = 0.25 \times 250 \Rightarrow M_{\text{غلیظ}} = 12.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است.



مول کروم (III) هیدروکسید: ۱ واکنش  
ضریب

غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول سولفوریک اسید =  
ضریب

$$\frac{0.04 \text{ mol Cr(OH)}_p}{2} = \frac{a \text{ L H}_p\text{SO}_p \times 0.03 \text{ mol.L}^{-1}}{2}$$

$$\Rightarrow a = 2 \text{ L H}_p\text{SO}_p$$

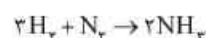
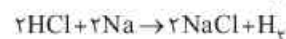
غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول سدیم هیدروکسید: ۲ واکنش  
ضریب

غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول سولفوریک اسید =  
ضریب

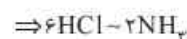
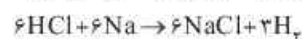
$$\frac{0.2 \text{ L NaOH} \times 0.27 \text{ mol.L}^{-1}}{2} = \frac{b \text{ L H}_p\text{SO}_p \times 0.03 \text{ mol.L}^{-1}}{1}$$

$$\Rightarrow b = 0.9 \text{ L H}_p\text{SO}_p$$

واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است.



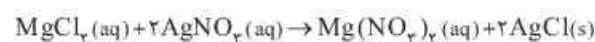
برای یکسان شدن ضریب ماده مشترک ( $\text{H}_p$ )، ضرایب واکنش اول را در ۳ ضرب می‌کنیم.



لیتر آمونیاک (STP) = لیتر محلول  $\times$  مولاریته  $\times$  ضریب

$$\frac{0.6 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.4 \text{ L HCl}}{6} = \frac{x \text{ L NH}_p}{22.4 \times 2} \Rightarrow x = 1.792 \text{ L NH}_p$$

هر واحد منیزیم کلرید ( $\text{MgCl}_p$ ) از ۳ یون ( $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ) تشکیل شده است. بنابراین اگر غلظت یون‌ها در محلول آن  $1/2 \text{ mol.L}^{-1}$  باشد، غلظت خود ماده،  $1/4 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

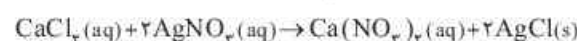


غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول منیزیم کلرید = گرم نقره کلرید  
جرم مولی  $\times$  ضریب

$$\frac{5.74 \text{ g AgCl}}{2 \times 143.5} = \frac{x \text{ L MgCl}_p \times 0.04 \text{ mol.L}^{-1}}{1}$$

$$\Rightarrow x = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL MgCl}_p$$

هر واحد کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_p$ ) پس از انحلال در آب ۳ یون ( $\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ) ایجاد می‌کند. بنابراین اگر غلظت مولی یون‌ها در محلول آن  $0.06 \text{ mol.L}^{-1}$  باشد، غلظت اولیه نمک  $\text{CaCl}_p$  برابر  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  بوده است.



میلی گرم نقره کلرید = غلظت مولی  $\times$  میلی لیتر محلول کلسیم کلرید  
جرم مولی  $\times$  ضریب

$$\frac{100 \text{ mL CaCl}_p \times 0.02 \text{ mol.L}^{-1}}{1000} = \frac{x \text{ mg AgCl}}{2 \times 143.5 \times 1000}$$

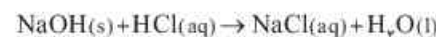
$$\Rightarrow x = 574 \text{ mg AgCl}$$

برای تعیین حجم محلول  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}}$$

$$\Rightarrow 2/5 \times 40 = 0.2 \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow V_{\text{رقیق}} = 500 \text{ mL}$$

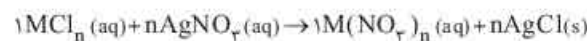
حال گرم سدیم هیدروکسید را تعیین می‌کنیم.



گرم سدیم هیدروکسید = غلظت مولی  $\times$  لیتر محلول هیدروکلریک اسید  
جرم مولی  $\times$  ضریب

$$\Rightarrow \frac{0.04 \text{ L HCl} \times 2/5 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{x \text{ g NaOH}}{1 \times 40} \Rightarrow x = 4 \text{ g NaOH}$$

واکنش انجام شده را به صورت زیر می‌نویسیم.



غلظت مولی  $\times$  میلی لیتر محلول نقره نیترات = غلظت مولی  $\times$  میلی لیتر محلول کلرید  
ضریب

$$\frac{20 \text{ mL MCl}_n \times 0.3 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{20 \text{ mL AgNO}_p \times 0.6 \text{ mol.L}^{-1}}{n}$$

$$\Rightarrow n = 3$$

در نتیجه فرمول کلرید عنصر  $\text{M}$  به صورت  $\text{MCl}_3$  و فرمول یون  $\text{M}$  به صورت  $\text{M}^{3+}$  است.

با توجه به اطلاعات داده شده، جرم مولی آنیون  $\text{A}^-$  را محاسبه می‌کنیم.

اگر جرم مولی  $\text{CuA}_p$  برابر با  $x$  گرم بر مول باشد، داریم:

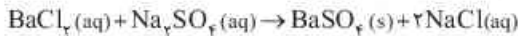
$$4/55 \text{ g CuA}_p = 0.1 \text{ L محلول سدیم هیدروکسید}$$

$$\frac{0.05 \text{ mol NaOH}}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol CuA}_p}{1 \text{ mol CuA}_p} \times \frac{x \text{ g CuA}_p}{1 \text{ mol CuA}_p}$$

$$\Rightarrow x = 182$$



واکنش انجام شده به صورت زیر است. ۷۱۷/۳



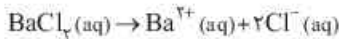
کاهش جرم محلول‌ها در واکنش ناشی از تشکیل رسوب  $\text{BaSO}_4$  است.

$$\frac{\text{جرم باریم سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول باریم کلرید}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0.1 \text{ L BaCl}_2 \times 0.2 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{x \text{ g BaSO}_4}{1 \times 233}$$

$$\Rightarrow x = 4.66 \text{ g BaSO}_4$$

برای محاسبه غلظت یون کلرید در محلول نهایی، ابتدا تعداد مول آن را تعیین می‌کنیم.



$$\frac{\text{مول یون کلرید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول باریم کلرید}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0.1 \text{ L BaCl}_2 \times 0.2 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{x \text{ mol Cl}^{-}}{2} \Rightarrow x = 0.04 \text{ mol Cl}^{-}$$

با توجه به اینکه حجم نهایی محلول‌ها،  $300$  میلی‌لیتر است، غلظت یون  $\text{Cl}^{-}$  به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$\text{Cl}^{-} \text{ غلظت مولی} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.04 \text{ mol Cl}^{-}}{0.3 \text{ L}} = 0.13 \text{ mol.L}^{-1}$$

۷۱۸/۴



$$\frac{\text{جرم کلسیم کلرید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول سدیم کلرید}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8.325 \text{ g CaCl}_2}{3 \times 111}$$

$$= \frac{x \text{ mol NaCl}}{6} \Rightarrow x = 0.15 \text{ mol NaCl}$$



$$\frac{\text{مول سدیم کلرید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول باریم کلرید}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.25 \text{ mol BaCl}_2}{1}$$

$$= \frac{x \text{ mol NaCl}}{2} \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol NaCl}$$

افزوده شده به ظرف (۳)  $0.15 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol NaCl}$



$$\frac{\text{مول سدیم نیترات}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول سدیم کلرید}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.2 \text{ mol NaCl}}{1}$$

$$= \frac{x \text{ mol NaNO}_3}{1} \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol NaNO}_3$$

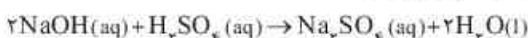
حجم محلول در ظرف (۳)  $125 \text{ ml} + 125 \text{ ml} + 250 \text{ ml} = 500 \text{ ml} = 0.5 \text{ L}$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا درصد جرمی محلول را تعیین می‌کنیم. ۷۱۹/۲

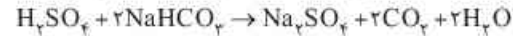
$$\frac{100 \times \%W/W \times d}{\text{جرم مولی}} = 6 \Rightarrow \frac{100 \times \%W/W \times 1.2}{40} \Rightarrow \%W/W = 20$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است:



در  $10$  گرم محلول  $20\%$  جرمی از  $\text{NaOH}$ ،  $2$  گرم حل‌شونده وجود دارد.

معادله واکنش سدیم هیدروژن کربنات با سولفوریک اسید به صورت زیر است: ۷۱۳/۴



با توجه به معادله این واکنش، مقدار گاز کربن دی‌اکسید تولید شده و مقدار سدیم هیدروژن کربنات مصرف شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ mol CO}_2 = 750 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L محلول}}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 6 \text{ mol}$$

$$? \text{ g NaHCO}_3 = 750 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L محلول}}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 504 \text{ g}$$

گاز کربن دی‌اکسید در واکنش  $\text{BaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s})$  مصرف می‌شود. بر این اساس، داریم:

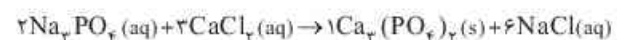
$$? \text{ g BaCO}_3 = 6 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{197 \text{ g BaCO}_3}{1 \text{ mol BaCO}_3} = 1182 \text{ g}$$

ابتدا مولاریته محلول جدید را به دست می‌آوریم. ۷۱۴/۱

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \text{محلول جدید } V = \frac{(4 \times 200) + (1.5 \times 800)}{1000}$$

$$= 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

واکنش سدیم سولفات و کلسیم کلرید به صورت زیر انجام می‌شود.



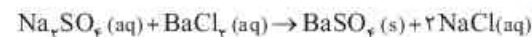
اکنون جرم رسوب را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{مولاریته}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{2 \text{ mol.L}^{-1} \times 100 \text{ ml Na}_3\text{PO}_4}{2 \times 1000} = \frac{x \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{310}$$

$$\Rightarrow x = 31 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

معادله واکنش به صورت زیر انجام می‌گیرد. ۷۱۵/۳



با توجه به اینکه حجم دو محلول سدیم سولفات برابر است، غلظت سدیم سولفات در

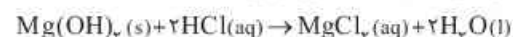
$$\text{محلول نهایی برابر } \frac{0.4 + 0.2}{2} = 0.3 \text{ مولار می‌شود.}$$

$$\frac{\text{جرم باریم سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی سدیم سولفات}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0.3 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.5 \text{ L Na}_2\text{SO}_4}{1} = \frac{x \text{ g BaSO}_4}{1 \times 233}$$

$$\Rightarrow x = 0.015 \times 233 = 3.495 \text{ g BaSO}_4$$

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است. ۷۱۶/۲



$$\Rightarrow 2\text{HCl} - 1\text{Mg}^{2+}$$

$$\frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{6 \times 10^6 \text{ g Mg}}{1 \times 24}$$

$$= \frac{2 \text{ mol.L}^{-1} \times x \text{ L HCl}}{2} \Rightarrow x = 2.5 \times 10^5 \text{ L HCl}$$



$$\frac{1 \text{ mol CaSO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{136 \text{ g CaSO}_4}{1 \text{ mol CaSO}_4} = 68 \text{ g}$$

$$? \text{ g CaCl}_2 = 200 \text{ g محلول} \times \frac{35/5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 55/5 \text{ g}$$

طی این فرایند، ۵۵/۵ گرم نمک به محلول ۲۰۰ گرمی وارد شده و ۶۸ گرم رسوب از محلول خارج شده است. پس جرم این محلول به ۱۸۷/۵ گرم رسیده است. در قدم بعد، جرم سدیم موجود در محلول را محاسبه کرده و پس از آن، درصد جرمی این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ g Na}^+ = 200 \text{ g محلول} \times \frac{35/5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

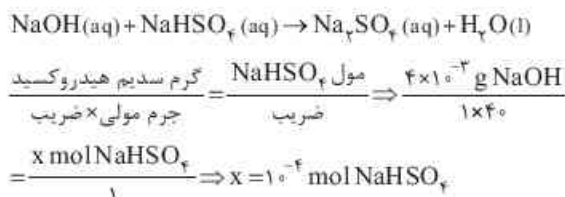
$$\times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 23 \text{ g}$$

$$\text{Na}^+ \text{ درصد جرمی یون} = \frac{\text{Na}^+ \text{ گرم}}{\text{گرم محلول}} \times 100 = \frac{23 \text{ g}}{187/5 \text{ g}} \times 100 = 12/3$$

۴/۷۲۴

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 50 = \frac{4 \times 10^{-3}}{x} \times 10^6 \Rightarrow x = 80 \text{ g محلول}$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است.

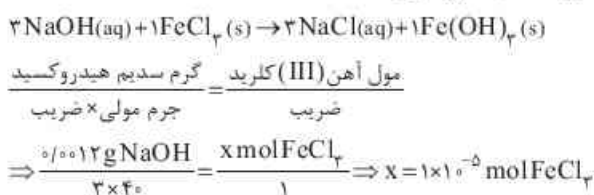


ابتدا مقدار NaOH حل شونده در محلول را بر حسب گرم تعیین می‌کنیم.

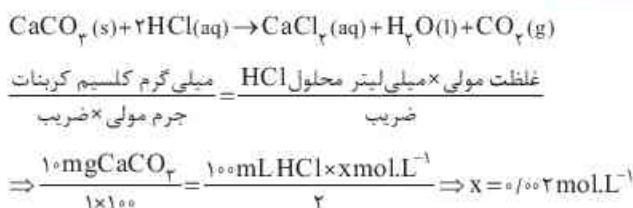
$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 120 = \frac{x \text{ g NaOH}}{10 \text{ g محلول}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 0/0012 \text{ g NaOH}$$

واکنش موازنه شده به صورت زیر است.



ابتدا غلظت مولی محلول HCl را تعیین می‌کنیم.



$$\text{غلظت مولی} = \frac{10^{-3} \times \text{ppm} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 0/002 = 2 \times 10^{-3}$$

$$2 \times 10^{-3} = \frac{10^{-3} \times \text{ppm} \times 1/1}{36/5} \Rightarrow \text{ppm} = 66/36$$

$$? \text{ g NaOH} = 10 \text{ g محلول} \times \frac{20 \text{ g NaOH}}{100 \text{ g محلول}} = 2 \text{ g NaOH}$$

درصد جرمی

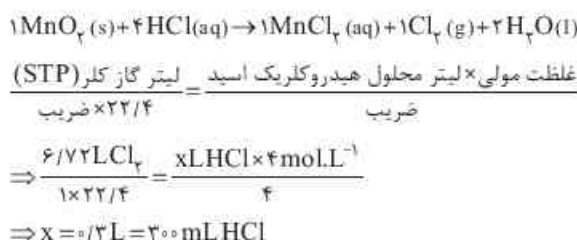
$$\frac{\text{گرم سدیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول H}_2\text{SO}_4}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{2 \text{ g NaOH}}{2 \times 40}$$

$$= \frac{x \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1} \Rightarrow x = 0/025 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

۳/۷۲۰ ابتدا غلظت مولی محلول را به دست می‌آوریم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times (100/W) \times d}{M_w} = \frac{10 \times 14/6 \times 1}{36/5} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

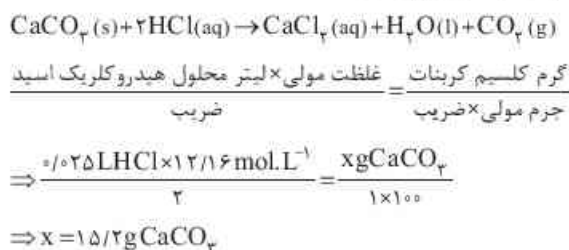
واکنش انجام شده به صورت زیر است.



۳/۷۲۱ ابتدا غلظت مولی محلول HCl را تعیین می‌کنیم.

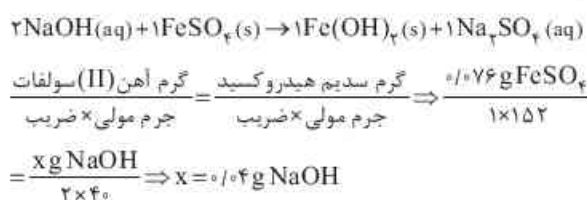
$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times (100/W) \times d}{M_w} = \frac{10 \times 37 \times 1/2}{36/5} = 12/16 \text{ mol.L}^{-1}$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است.



۳/۷۲۲ ابتدا مقدار سدیم هیدروکسید را بر حسب گرم در محلول اولیه به دست

می‌آوریم.

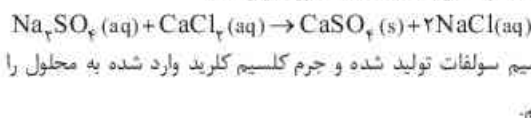


اکنون حجم محلول را به گرم آن تبدیل می‌کنیم.

$$\text{محللول} = \frac{\text{جرم}}{\text{چگالی}} \Rightarrow 10/01 \text{ g mL}^{-1} = \frac{x \text{ g محللول}}{500 \text{ mL محللول}} \Rightarrow x = 505 \text{ g محللول}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0/04}{505} \times 10^6 = 79/2 \text{ ppm}$$

۳/۷۲۳ معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



$$? \text{ g CaSO}_4 = 200 \text{ g محلول} \times \frac{35/5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$



۷۲۹/۱ ابتدا جرم آلومینیم سولفات موجود در محلول را به دست می‌آوریم.

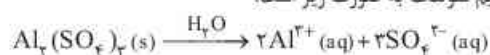
$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 600 = \frac{\text{جرم } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1/9} \times 10^6$$

$$= 1/14 \times 10^{-3} \text{ kg Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

$$? \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1/14 \times 10^{-3} \text{ kg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

$$= 1/14 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

معادله انحلال آلومینیم سولفات به صورت زیر است.

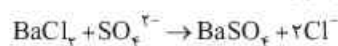


اکنون جرم سولفات را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\text{جرم آلومینیم سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول یون سولفات}}{\text{ضریب}} = \frac{1/14 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \times 342}$$

$$= \frac{x \text{ mol SO}_4^{2-}}{3} \Rightarrow x = 0/01 \text{ mol SO}_4^{2-}$$

واکنش تشکیل رسوب  $\text{BaSO}_4$  به صورت زیر است.

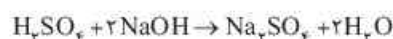


در آخر، تعداد مول باریم کلرید لازم برای رسوب آنیون‌های  $\text{SO}_4^{2-}$  را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\text{مول باریم کلرید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول یون سولفات}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0/01 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1} = \frac{y \text{ mol BaCl}_2}{1} \Rightarrow y = 0/01 \text{ mol BaCl}_2$$

۷۳۰/۲ معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است.



ابتدا درصد جرمی محلول سدیم هیدروکسید را به دست آورده و سپس با کمک آن مولاریته این محلول را حساب می‌کنیم.

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^5 \Rightarrow 200 \text{ ppm} = \%w/w \times 10^5$$

$$\Rightarrow (\%w/w) \text{ درصد جرمی} = 0/2$$

$$\text{مولاریته} = \frac{10 \times \%w/w \times d}{M_w} = \frac{10 \times 0/2 \times 1/2}{40} = 6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

حال حجم لازم از سولفوریک اسید را به دست می‌آوریم.

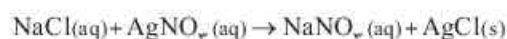
$$\frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{مولاریته سولفوریک اسید}}{\text{ضریب} \times 1000}$$

$$= \frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{مولاریته سدیم هیدروکسید}}{\text{ضریب} \times 1000}$$

$$\Rightarrow \frac{0/2 \text{ mol.L}^{-1} \times x \text{ mL H}_2\text{SO}_4}{1 \times 1000}$$

$$= \frac{6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \times 900 \text{ mL NaOH}}{2 \times 1000} \Rightarrow x = 135 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

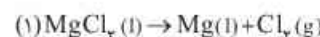
۷۳۱/۳ ابتدا جرم یون کلرید ( $\text{Cl}^-$ ) را در ۱۰ گرم محلول اولیه تعیین می‌کنیم. واکنش انجام شده به صورت زیر است.



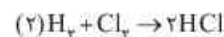
$$? \text{ g Cl}^- = 2 \text{ mL AgNO}_3 \times \frac{0/02 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ L AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{35/5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 0/00142 \text{ g Cl}^-$$

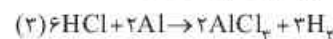
۷۲۷/۴ در استخراج فلز منیزیم از آب دریا در مرحله استفاده از جریان برق، واکنش زیر انجام می‌گیرد.



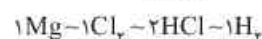
واکنش گاز  $\text{Cl}_2$  تولید شده با هیدروژن کافی به صورت زیر انجام می‌گیرد.



و واکنش  $\text{HCl}$  (ماده A) با آلومینیم به صورت زیر انجام می‌گیرد.



اکنون مقدار  $\text{Mg}^{2+}$  جدا شده در واکنش (۱) را به دست می‌آوریم.



$$\frac{\text{لیتر هیدروژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{672 \text{ LH}_2}{1 \times 22/4} = \frac{x \text{ g Mg}^{2+}}{24 \times 1}$$

$$= 720 \text{ g Mg}^{2+}$$

مقدار ابتدایی منیزیم در ۲/۰ تن آب دریا را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم آب دریا}} \times 10^6 = 1500 \text{ ppm} \Rightarrow \frac{x \text{ g Mg}^{2+}}{2 \times 10^6 \text{ g}} \times 10^6$$

$$= 1500 \Rightarrow x = 3000 \text{ g Mg}^{2+}$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ جرم جدا شده} = \frac{\text{جرم } \text{Mg}^{2+} \text{ اولیه}}{\text{جرم } \text{Mg}^{2+} \text{ جدا شده}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد } \text{Mg}^{2+} \text{ جدا سازی شده} = \frac{720}{3000} \times 100 = 24\%$$

۷۲۸/۴ ابتدا جرم محلول را به دست می‌آوریم.

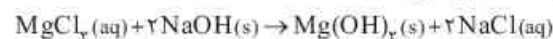
$$\text{جرم} = \text{حجم} \times \text{چگالی} = 1/2 \times 400 = 480 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 5 \times 10^3 = \frac{x}{480} \times 10^6 \Rightarrow x = \frac{480 \times 5}{10^3}$$

$$= 2/4 \text{ g Mg}^{2+} \Rightarrow \text{mol Mg}^{2+} = \frac{\text{جرم Mg}^{2+}}{\text{جرم مولی}} = \frac{2/4}{24} = 0/1 \text{ mol Mg}^{2+}$$

بنابراین تعداد مول  $\text{MgCl}_2$  که با  $\text{Mg}^{2+}$  برابر است نیز ۰/۱ مول است.

واکنش انجام شده به صورت زیر است.



$$\frac{x \text{ g NaOH}}{2 \times 40} = \frac{\text{مول منیزیم کلرید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \text{جرم سدیم هیدروکسید}$$

$$= \frac{0/1 \text{ mol MgCl}_2}{1} \Rightarrow x = 8 \text{ g NaOH}$$

۷۲۹/۵ در همان ابتدا و با تعیین جرم یون  $\text{Mg}^{2+}$ ، می‌توانستیم واکنش را به صورت زیر بنویسیم و جرم  $\text{NaOH}$  را بر اساس جرم  $\text{Mg}^{2+}$  تعیین کنیم.



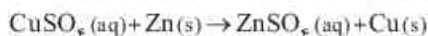
برای تعیین غلظت مولی یون سدیم در محلول نهایی، کافی است در نظر داشته باشیم که مقدار یون سدیم از ابتدا تا انتهای فرایند ثابت می‌ماند.

$$6 \text{ mol Na}^+ = 8 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}} = 0/2 \text{ mol Na}^+$$

$$\text{Na}^+ \text{ غلظت مولی} = \frac{\text{مول Na}^+}{\text{حجم محلول به لیتر}} = \frac{0/2}{0/4} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1}$$



خارج شده و به صورت مس جامد بر روی تیغه اولیه رسوب می‌کند بنابراین تغییر جرم تیغه مربوط به اختلاف جرم Zn خورده شده و Cu رسوب کرده بر تیغه است.



گرم تغییر جرم تیغه = مولاریته × حجم محلول سولفات مس (II)  
اختلاف جرم مولی × ضرب

$$\frac{200 \text{ mL} \times x \text{ mol.L}^{-1} \text{ CuSO}_4}{1 \times 1000} = \frac{0.05 \text{ g}}{1 \times (65 - 64)} \Rightarrow x = 0.025 \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا تعداد مول SnCl<sub>4</sub> را در محلول اولیه تعیین می‌کنیم.

$$\frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = 0.1 = \frac{n}{0.25} \Rightarrow x = 0.025 \text{ mol SnCl}_4$$

اکنون تعداد مول مصرف شده SnCl<sub>4</sub> را در واکنش به دست می‌آوریم.



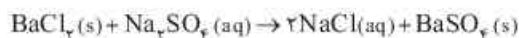
$$\frac{\text{گرم قلع}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} = \frac{\text{مول قلع (II) کلرید}}{\text{ضرب}} \Rightarrow \frac{2.374 \text{ g Sn}}{1 \times 118.7} = \frac{x \text{ mol SnCl}_4}{1}$$

$$\Rightarrow x = 0.02 \text{ mol SnCl}_4$$

بنابراین 0.025 - 0.02 = 0.005 مول SnCl<sub>4</sub> که در آن کالر به صورت یون کلرید (Cl<sup>-</sup>) وجود دارد، به صورت واکنش ن داده و در محلول باقی مانده است.

$$? \text{ g Cl}^- = 0.005 \text{ mol SnCl}_4 \times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol SnCl}_4} \times \frac{35.5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 0.355 \text{ g Cl}^-$$

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش، داریم:

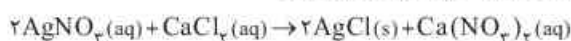
$$? \text{ g BaSO}_4 = 200 \text{ g محلول} \times \frac{10 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 32.18 \text{ g}$$

توجه داشته باشید که باریم سولفات یک ترکیب نامحلول در آب است و در رابطه با آن، داریم: میانگین نیروی جاذبه، بین یون‌ها در بلور باریم سولفات و پیوندهای هیدروژنی در آب < نیروهای جاذبه یون-دوقطبی بین یون‌ها و مولکول‌های آب

تنها مورد (ا) نادرست است.

واکنش رسوب‌گذاری به صورت زیر انجام می‌گیرد.



جرم CaCl<sub>2</sub> لازم برای رسوب کامل کاتیون‌های ۵/۱ گرم AgNO<sub>3</sub> را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\text{گرم کلسیم کلرید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} = \frac{\text{گرم نقره نیترات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}$$

$$\Rightarrow \frac{5.1 \text{ g AgNO}_3}{2 \times 170} = \frac{x \text{ g CaCl}_2}{1 \times 111} \Rightarrow x = 1.665 \text{ g CaCl}_2$$

بنابراین مورد (ا) نادرست است.

پس، سایر موارد صحیح است.

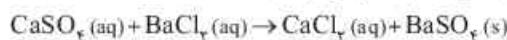
$$? \text{ g CaCl}_2 = 30 \text{ mL CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.5 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ L CaCl}_2}$$

(ب)

$$\times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 1.665 \text{ g CaCl}_2$$

$$\text{ppm} = \frac{0.00142 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 142 \text{ ppm}$$

ابتدا واکنش انجام شده را می‌نویسیم.



اکنون غلظت مولی یون Ca<sup>2+</sup> که برابر با غلظت مولی CaSO<sub>4</sub> است را تعیین می‌کنیم.

$$\text{Ca}^{2+} \text{ غلظت مولی} = \frac{10^{-2} \times \text{ppm} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10^{-2} \times 100 \times 1.2}{40}$$

$$= 0.003 \text{ mol.L}^{-1}$$

لیتر محلول غلظت مولی باریم کلرید = لیتر محلول غلظت مولی کلسیم سولفات ضرب

حجم BaCl<sub>2</sub> را به دست می‌آوریم:

$$\frac{100 \text{ L CaSO}_4 \times 0.003 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{x \text{ L BaCl}_2 \times 0.02 \text{ mol.L}^{-1}}{1}$$

$$\Rightarrow x = 15 \text{ L BaCl}_2$$

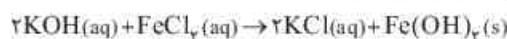
حال جرم رسوب تولید شده (BaSO<sub>4</sub>(s)) را به دست می‌آوریم.

گرم باریم سولفات = لیتر محلول × غلظت مولی کلسیم سولفات ضرب

$$\Rightarrow \frac{100 \text{ L CaSO}_4 \times 0.003 \text{ mol.L}^{-1}}{1} = \frac{x \text{ g BaSO}_4}{233 \times 1}$$

$$\Rightarrow x = 69.9 \text{ g BaSO}_4$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است.



گرم پتاسیم هیدروکسید = مول آهن (II) کلرید ضرب

$$\Rightarrow \frac{6 \times 10^{-6} \text{ mol FeCl}_2}{1} = \frac{x \text{ g KOH}}{2 \times 56}$$

$$\Rightarrow x = 6.72 \times 10^{-6} = 6.72 \times 10^{-4} \text{ g KOH}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 = \frac{6.72 \times 10^{-4}}{28} \times 10^6 = 24 \text{ ppm}$$

معادله واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



با توجه به معادله نوشته شده، داریم:

$$\frac{\text{NO}_2 \text{ مول}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{I}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{0.2 \text{ mol NO}_2}{10} = \frac{x \text{ g I}_2}{1 \times 254}$$

$$\Rightarrow x = 5.08 \text{ g I}_2$$

در قدم بعد، حجم محلول نیتریک اسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ L} = 0.2 \text{ mol NO}_2 \times \frac{10 \text{ mol HNO}_3}{10 \text{ mol NO}_2} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3}$$

$$\times \frac{10^6 \text{ g محلول}}{5000 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ g محلول}} = 2.52 \text{ L محلول}$$

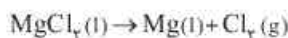
با انجام واکنش، فلز جامد روی به صورت Zn<sup>2+</sup> در آب حل می‌شود و از جرم تیغه اولیه کاسته می‌شود و همزمان Cu<sup>2+</sup> از حالت محلول در آب



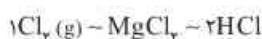
ابتدا مولاریته و سپس تعداد مول HCl را به دست می آوریم

$$\text{مولاریته} = \frac{100 \times \text{جگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 73 \times 1/25}{36/5} = 25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$\Rightarrow 25 \text{ mol.L}^{-1} \times 5 \text{ L} = 125 \text{ mol HCl}$   
 با استفاده از جریان برق، مطابق واکنش زیر تجزیه می شود.



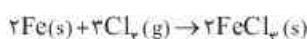
مقدار گاز تولید شده را محاسبه می کنیم.



لیتر کلر =  $\frac{\text{مول هیدروکلریک اسید}}{\text{ضریب}}$

$$\Rightarrow \frac{125 \text{ mol HCl}}{2} = \frac{x \text{ L Cl}_2}{1 \times 22/4} \Rightarrow x = 1400 \text{ L Cl}_2$$

از واکنش گاز کلر با آهن، طبق واکنش زیر ترکیب آهن (III) کلرید به دست می آید.

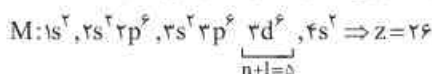


در آخر مقدار آهن (III) کلرید را به دست می آوریم.

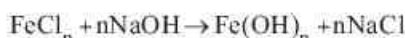
مول آهن (III) کلرید =  $\frac{\text{لیتر کلر}}{\text{ضریب}}$

$$\Rightarrow \frac{1400}{3 \times 22/4} = \frac{x \text{ mol FeCl}_3}{2} \Rightarrow x = 41/6 \text{ mol FeCl}_3$$

ابتدا آرایش الکترونی عنصر M را تعیین می کنیم.



بنابراین عنصر M، آهن (Fe) است که یون های  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Fe}^{3+}$  تشکیل می دهد و با توجه به نماد عنصر  $(M^{z+})$ ، عدد جرمی آن ۵۶ است. اکنون باید تعیین کنیم کلرید مورد نظر آهن،  $\text{FeCl}_2$  است یا  $\text{FeCl}_3$ .



گرم رسوب  $\text{Fe}(\text{OH})_n$  =  $\frac{\text{مول FeCl}_n}{\text{ضریب}}$

$$\Rightarrow \frac{0/1 \text{ mol FeCl}_n}{1} = \frac{10/7 \text{ g Fe}(\text{OH})_n}{1 \times (56 + 17n)} \Rightarrow 0/1 \times (56 + 17n) = 10/7$$

$$\Rightarrow 17n = 51 \Rightarrow n = 3$$

بنابراین کلرید مورد نظر  $\text{FeCl}_3$  است.

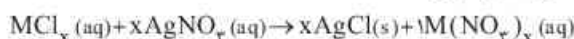
اکنون تعداد مول  $\text{Cl}^-$  را در ۱ کیلوگرم محلول  $\text{FeCl}_3$  با غلظت ۱۶/۲۵ ppm تعیین می کنیم.

$$? \text{ mol Cl}^- = 1 \text{ kg محلول} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{16/25 \text{ g FeCl}_3}{10^6 \text{ g محلول}}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol FeCl}_3}{162/5 \text{ g FeCl}_3} \times \frac{3 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol Cl}^-$$

تنها عبارت (ت) نادرست است.

معادله واکنش به صورت زیر است



مولاریته × حجم (میلی لیتر) نقره نیترات =  $\frac{\text{مولاریته} \times \text{حجم (میلی لیتر) کلرید M}}{1000 \times \text{ضریب}}$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \frac{x \text{ g CaCl}_2 \times 10^6}{2500 \text{ g}} \quad (\text{پ})$$

$$= 666 \Rightarrow x = 1/666 \text{ g CaCl}_2$$

$$\frac{1}{W} = \frac{\text{جرم جسم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^2 \Rightarrow \frac{x \text{ g CaCl}_2 \times 10^2}{3 \text{ g}} = 55/5 \quad (\text{ت})$$

$$\Rightarrow x = 1/666 \text{ g CaCl}_2$$

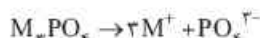
تنها اتمهایی که به  $s^1$  ختم شوند تعداد الکترون با  $l=0$  فرد دارند. اتم

M الکترون با  $l=2$  ندارد. بنابراین متعلق به گروه ۱ جدول تناوبی است. (Na, Li و با K). بنابراین ترکیب فسفات M به صورت  $\text{M}_3\text{PO}_4$  است.

$$\frac{0/03 \text{ mol M}_3\text{PO}_4}{1} = \frac{6/36 \text{ g M}_3\text{PO}_4}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{M}_3\text{PO}_4$$

$$= 212 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{M}_3\text{PO}_4 \text{ مولاریته} = \frac{100 \times \frac{W}{W} \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 2 \times 1/06 \text{ g.mL}^{-1}}{212 \text{ g.mol}^{-1}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$0/1 \text{ mol.L}^{-1} \text{ M}_3\text{PO}_4 \rightarrow 0/3 \text{ mol.L}^{-1} \text{ M}^{3+}$$

منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ  $^{24}\text{Mg}$ ،  $^{25}\text{Mg}$  و  $^{26}\text{Mg}$  و کلر دارای دو

ایزوتوپ  $^{35}\text{Cl}$  و  $^{37}\text{Cl}$  است. بنابراین نمک تشکیل شده از سنگین ترین ایزوتوپ های منیزیم و کلر به صورت  $^{26}\text{Mg}^{37}\text{Cl}_2$  می باشد.

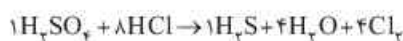
$$\text{MgCl}_2: 26 + (37 \times 2) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol MgCl}_2 = 5 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{100 \text{ g MgCl}_2} = 0/05 \text{ mol MgCl}_2$$

$$? \text{ L} = 75 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0/075 \text{ L}$$

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{mol}(n)}{\text{V(L)}} = \frac{0/05 \text{ mol}}{0/075 \text{ L}} = 0/66 \text{ mol.L}^{-1}$$

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است.



حجم مولی گازها در شرایط دما و فشار واکنش را به دست می آوریم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \text{ atm} \times 22/4 \text{ L}}{273 \text{ K}} = \frac{5/6 \text{ atm} \times V_2}{(273 + 273) \text{ K}} \Rightarrow V_2 = 8 \text{ L}$$

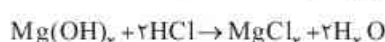
در آخر مولاریته سولفوریک اسید را به دست می آوریم.

لیتر کلر =  $\frac{\text{مولاریته} \times \text{حجم (میلی لیتر) اسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$

$$\Rightarrow \frac{120 \text{ mL} \times x \text{ mol.L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4}{1000 \times 1} = \frac{9/6 \text{ L Cl}_2}{4 \times 8} \Rightarrow x = 2/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

در فرآیند استخراج منیزیم از آب دریا، در مرحله نخست منیزیم را به

صورت ماده جامد و نامحلول  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  رسوب داده و آن را به منیزیم کلرید تبدیل می کنیم. (ماده مورد استفاده در این مرحله  $\text{HCl}(\text{aq})$  است.)







$$KNO_3 = \frac{82-28}{50-30} = \frac{54}{20}$$

$$KClO_3 = \frac{16-6}{50-30} = \frac{10}{20}$$

$$KCl = \frac{43-22}{50-30} = \frac{11}{20}$$

۳) جرم نمک لازم برای سیر شدن  $250 + 150 = 400$  گرم محلول سرب (II) نیترات را به دست می آوریم.

حل شونده ۵۵g	محلول (100+55)g
x	محلول (250+150)g

$\Rightarrow x = 142g$

با توجه به این که محلول مورد نظر بیش از مقدار انحلال پذیری، حل شونده در خود حل کرده است سیر نشده نیست.

۴) جرم نمک پتاسیم کلرات را در محلول سیر شده آن در دمای  $20^\circ C$  به دست می آوریم.

حل شونده ۶g	محلول 106g
x	محلول 500g

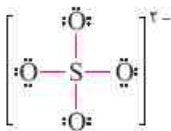
$\Rightarrow x = 28/3g$

۴ | ۷۴۹ | بررسی مسائل کاربردی

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

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

۴ | ۷۵۰ | اولین فلز قلیایی، لیتیم بوده و فراوان ترین یون چند اتمی موجود در آب دریاها نیز یون سولفات ( $SO_4^{2-}$ ) است. لیتیم در ترکیب با یون سولفات، لیتیم سولفات را تولید می کند رنگ شعله لیتیم سولفات بخاطر وجود لیتیم، قرمز است.



۱) ساختار لوویس یون سولفات به صورت مقابل است:

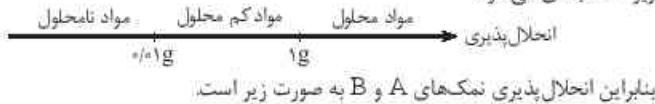
۴ | ۷۵۱ | بررسی مسائل کاربردی

همانطور که مشخص است، در ساختار این یون  $12$  جفت الکترون ناپیوندی و  $4$  جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

۲) ترکیب تولید شده، آمونیوم سولفات نام دارد. آمونیوم سولفات، نوعی کود شیمیایی است که عناصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاهان قرار می دهد.

۳) کلسیم سولفات، یک ترکیب کم محلول در آب است. مواد کم محلول در آب، کمتر از  $1$  گرم در  $100$  گرم آب (کمتر از  $10$  گرم در  $1$  کیلوگرم آب) حل می شود.

۲ | ۷۵۱ | مواد حل شونده جامد براساس انحلال پذیری در آب و دمای معین به صورت زیر دست بندی می شود.



A: انحلال پذیری نمک  $H_2PO_4$   $1g/100g$

B: انحلال پذیری نمک  $H_2PO_4$   $0/1g/100g$

$$\frac{\text{شمار مول های ماده A در محلول سیر شده}}{\text{شمار مول های ماده B در محلول سیر شده}} = \frac{\text{جرم مولی A در } 100 \text{ گرم آب}}{\text{جرم مولی B در } 100 \text{ گرم آب}}$$

$$\frac{1g}{x \text{ g.mol}^{-1}} = \frac{0/1g}{2x \text{ g.mol}^{-1}} = 200$$

$$\Rightarrow \frac{0/5 \text{ mol.L}^{-1} \times 150 \text{ mL MCl}_x}{1000 \times 1} = \frac{1 \text{ mol.L}^{-1} \times 225 \text{ mL AgNO}_3}{1000 \times x}$$

$$\Rightarrow x = 3$$

بررسی مسائل کاربردی



$$\frac{\text{مول نقره کلرید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مولاریته} \times \text{حجم (میلی لیتر) کلرید M}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow \frac{0/5 \text{ mol.L}^{-1} \times 150 \text{ mL MCl}_x}{1000 \times 1} = \frac{x \text{ mol AgCl}}{3}$$

$$\Rightarrow x = 0/225 \text{ mol AgCl}$$

ب) فلز M متعلق به گروه سیزدهم جدول تناوبی است و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن به شکل  $ns^2 np^1$  می باشد، بنابراین ۳ الکترون ظرفیتی دارد.

پ) مجموع ضرایب های معادله واکنش برابر با  $1+3+3+1=8$  است.

ت) ترکیب فلز و نافلز، ترکیبی یونی است، بنابراین الکترون پیوندی در آن وجود ندارد.

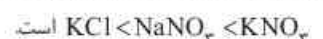
۱ | ۷۴۵ | هر چهار عبارت نادرست هستند.

بررسی مسائل کاربردی

۱) کلسیم سولفات ماده کم محلول است و انحلال پذیری آن در  $25^\circ C$  بین  $0/1$  تا  $1$  گرم در  $100$  گرم آب است.

ب) بازمی سولفات و نقره کلرید هر دو ترکیب های نامحلول هستند ولی مقدار انحلال پذیری نقره کلرید بیشتر از بازمی سولفات است.

پ) هرچه شیب نمودار انحلال پذیری - دما بیشتر باشد، تأثیر دما بر مقدار انحلال پذیری بیشتر است، با توجه به شیب نمودار انحلال پذیری، تأثیر دما بر انحلال پذیری به صورت



ت) انحلال نمک لیتیم سولفات ( $Li_2SO_4$ ) در آب گرماده (نمودار نزولی) است و انحلال پذیری آن در دماهای پایین تر از  $10^\circ C$ ، از سدیم کلرید بیشتر است.

۴ | ۷۴۶ | بررسی مسائل کاربردی

۱) تمامی نقاط نمودار، حالت سیر شده در دمای معین را نشان می دهد.

ب) نقطه A، انحلال پذیری این نمک را در صفر درجه سلسیوس نشان می دهد.

پ) تمامی نقطه های زیر نمودار، حالت سیر نشده در دمای معین را نشان می دهد.

ت) تمامی نقطه های بالای نمودار، حالت فراسیر شده را نشان می دهد.

۴ | ۷۴۷ | با توجه به نمودار انحلال پذیری ترکیب های یونی در آب، نمودار تغییرات انحلال پذیری پتاسیم نیترات غیرخطی است، بنابراین نمودار A مربوط به  $KNO_3$  است.

همچنین تغییرات انحلال پذیری سدیم کلرید در آب وابستگی چندانی به دما ندارد، بنابراین نمودار C مربوط به NaCl می باشد.

توجه: با توجه به تأثیر دما در مقدار انحلال پذیری (شیب نمودار) می دانیم که تأثیر دما در انحلال پذیری به صورت  $NaCl < KCl < NaNO_3 < KNO_3$  است، بنابراین

تنها گزینه ۴ می تواند درست باشد.

۲ | ۷۴۸ | بررسی مسائل کاربردی

۱) انحلال پذیری هر ۴ ماده با افزایش دما، افزایش می یابد.

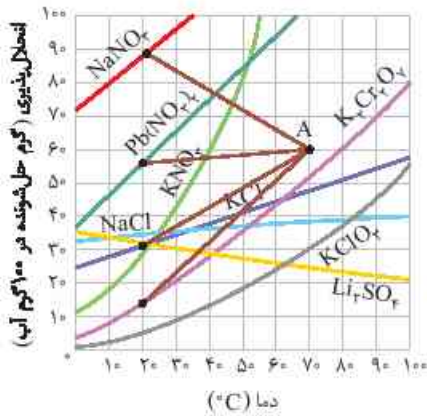
۲) شیب نمودار انحلال پذیری پتاسیم نیترات از ۳ ماده دیگر بیشتر است.

$$\frac{\text{تغییرات انحلال پذیری}}{\text{تغییرات دما}} = \text{شیب نمودار}$$

$$Pb(\text{NO}_3)_2 = \frac{85-55}{50-20} = \frac{30}{30} = 1$$



۷۵۹/۲ اگر از نقطه A به نقطه انحلال پذیری چهار نمک داده شده در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، چهار خط رسم کنیم، در مورد  $\text{NaNO}_3$  مشاهده می شود که رسوبی تشکیل نمی شود و محلول هم چنان سیر نشده باقی می ماند.



۷۶۰/۴ ابتدا جرم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  را در ۱ لیتر محلول به دست می آوریم.

$$g \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 0.5 \text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{294 \text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{mol}} = 147 \text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

بنابراین در ۱ لیتر آب (۱۰۰۰g)، ۱۴۷ گرم نمک وجود دارد. یا توجه به این که انحلال پذیری، مقدار نمک حل شده در ۱۰۰ گرم آب (برای تهیه محلول سیر شده) است، انحلال پذیری  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  را به دست می آوریم.

۱۴۷ گرم حل شونده	۱۰۰۰ گرم آب	$\Rightarrow x = 14.7 \text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
x	۱۰۰	

با توجه به نمودار، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  انحلال پذیری  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  برابر با ۱۴/۷ می باشد. یعنی دمایی که ۱ لیتر محلول (با توجه به چشم پوشی از تغییر حجم، ۱۰۰۰g آب) دارای ۰/۵ مول نمک است.

انحلال پذیری  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  در دمای  $9^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر با ۷ و ۱۴/۷ است. بنابراین مقدار ۵۳/۵ گرم (۷ - ۱۴/۷) رسوب به ازای هر ۱۰۰ گرم حلال رسوب می کند.

بنابراین مقدار رسوب در ۵۰۰ گرم حلال (آب)، ۵ برابر این مقدار می باشد.

$$\text{جرم} = 5 \times 53.5 = 267.5$$

۷۶۱/۱ انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  و  $4^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر با ۸۰ گرم و ۶۰ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین با سرد کردن ۱۸۰ گرم (۱۰۰+۸۰) محلول  $\text{KNO}_3$  در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $4^{\circ}\text{C}$ ، ۲۰ گرم نمک رسوب می کند.

۲۰ گرم رسوب	۱۸۰ گرم محلول	$\Rightarrow x = 4.44 \text{g}$ رسوب
x	۴۰	

در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  در هر ۱۶۰ گرم محلول سیر شده،  $\text{KNO}_3$  وجود دارد اینک حجم محلول سیر شده دارای ۴/۴۴ گرم نمک را به دست می آوریم.

۶۰ گرم $\text{KNO}_3$	۱۰۰ گرم آب	$\Rightarrow y = 7.4 \text{g}$ آب
۴/۴۴	y	

۷۵۲/۲ با توجه به نمودار، بر اثر سرد کردن محلول سیر شده این نمک که دارای ۱۰۰ گرم حلال باشد، مقدار ۲۰ گرم رسوب تولید می شود.

جرم محلول در  $20^{\circ}\text{C}$  - جرم محلول در  $60^{\circ}\text{C}$  = جرم رسوب

$$100 + 40 - (100 + 60) = 20 \text{g}$$

حال جرم رسوب ایجاد شده هنگام سرد کردن ۲۰ گرم از این محلول را به دست می آوریم.

۲۰g رسوب	۱۶۰g محلول	$\Rightarrow x = 2.5 \text{g}$ رسوب
x	۲۰g محلول	

۷۵۳/۱ با توجه به این که مقادیر مساوی از آب و نمک محلول سیر شده به وجود آورده است، می توان نتیجه گرفت برای ایجاد محلول سیر شده از این نمک هنگام استفاده از ۱۰۰ گرم آب، نیاز به ۱۰۰ گرم نمک داریم. یعنی انحلال پذیری این نمک در دمای  $60^{\circ}\text{C}$ ، ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. با توجه به انحلال پذیری این نمک در دمای  $35^{\circ}\text{C}$  یا سرد کردن ۲۰۰ گرم از این محلول از  $60^{\circ}\text{C}$  تا  $35^{\circ}\text{C}$ ، ۸۵ گرم (۲۰۰ - ۱۱۵ = ۸۵) رسوب تشکیل می شود.

۸۵ گرم رسوب	۲۰۰ گرم محلول	$\Rightarrow x = 20$ گرم محلول
۸/۵	x	

که نیمی از محلول، یعنی ۱۰۰ گرم آن نمک است.

۷۵۴/۱ ۶۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  یک محلول سیر شده می سازد، با توجه به گرماگیر بودن انحلال پتاسیم نیترات، با افزایش دما از  $40^{\circ}\text{C}$  محلول سیر نشده و با کاهش دما محلول فراسیر شده تشکیل می گردد.

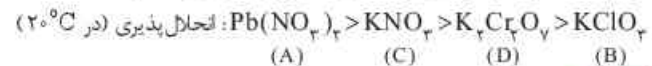
۷۵۵/۱ انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  بر اساس نمودار، ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است و ۱۶۰ گرم محلول سیر شده تشکیل می دهد در دمای  $34^{\circ}\text{C}$  این مقدار به ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب می رسد و در نتیجه ۱۰ گرم رسوب تشکیل می شود.

۱۰ گرم رسوب	۱۶۰ گرم محلول	$\Rightarrow x = \frac{24 \times 10}{160} = 1.5 \text{g}$ رسوب
x	۲۴	

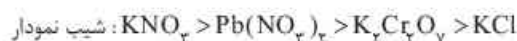
۷۵۶/۴ انحلال پذیری  $\text{KClO}_3$  در دماهای  $94^{\circ}\text{C}$  و  $32^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر با ۵۰ و ۱۰ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است. بر این اساس جرم محلول سیر شده از دمای  $94^{\circ}\text{C}$  تا  $32^{\circ}\text{C}$ ، از ۱۵۰ گرم به ۱۱۰ گرم کاهش می یابد.

۹۰۰	۱۵۰ گرم محلول ( $94^{\circ}\text{C}$ )	$\Rightarrow x = \frac{900 \times 110}{150} = 660 \text{g}$
x	۱۱۰ گرم محلول ( $32^{\circ}\text{C}$ )	

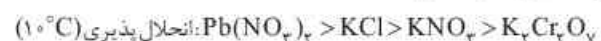
۷۵۷/۴ با توجه به ثابت در نظر گرفتن حجم حلال در اثر انحلال، هر چه مقدار حل شونده بیشتری در آن حل شود، جرم محلول و چگالی آن بیشتر است.



۷۵۸/۲ برای مقایسه جرم جامدی که تشکیل می شود، باید شیب نمودارها در بازه دمایی  $40^{\circ}\text{C}$  تا  $1^{\circ}\text{C}$  مقایسه شود.



بنابراین بیشترین مقدار نمک تشکیل شده مربوط به  $\text{KNO}_3$  است. برای مقایسه غلظت محلول در دمای  $1^{\circ}\text{C}$  (بر حسب گرم در کیلوگرم حلال) باید نقطه انحلال پذیری در دمای  $1^{\circ}\text{C}$  را مقایسه کنیم.





با توجه به انحلال پذیری گاز اوزون در  $25^{\circ}\text{C}$  ( $0.15\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ ) این محلول در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  فرا سیر شده است.

در مرحله بعد مقدار جرم گاز حل شده در آب، در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم. برای این کار ابتدا جرم  $\text{O}_3$  خارج شده از محلول را حساب کرده و به کمک آن جرم  $\text{O}_3$  باقی مانده را به دست می آوریم.

$$?g\text{O}_3 = 6/25 \times 10^{-4} \text{ mol O}_3 \times \frac{48\text{gO}_3}{1\text{molO}_3} = 0.03\text{g O}_3$$

جرم  $\text{O}_3$  محلول در  $5^{\circ}\text{C}$  گرم آب  $= 0.08 - 0.03 = 0.05\text{g}$

در آخر مقدار گاز حل شده در  $100\text{g}$  آب در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم.

$\text{O}_3$ گرم $0.05$	$\text{H}_2\text{O}$ گرم $5^{\circ}$	$\Rightarrow x = 0.1\text{g O}_3$
$x$	$100$	

بنابراین محلول در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  سیر شده است.

انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  برابر  $70\text{g}$  حل شونده در  $100\text{g}$  آب است. ابتدا جرم پتاسیم دی کرومات موجود در  $210\text{g}$  آب در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم.

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ گرم $70$	$\text{H}_2\text{O}$ گرم $100$	$\Rightarrow x = 147\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
$x$	$210$	

حال جرم پتاسیم دی کرومات موجود در  $210\text{g}$  آب در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم.

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ گرم $70$	$\text{H}_2\text{O}$ گرم $100$	$\Rightarrow y = 63\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
$y$	$210$	

بنابراین جرم رسوب پتاسیم دی کرومات برابر با  $84\text{g} = 147 - 63$  است.

حال تعداد کاتیون موجود در  $84\text{g}$  رسوب پتاسیم دی کرومات را به دست می آوریم.

$$?K^+ \text{ تعداد} = 84\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{294\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{2\text{mol K}^+}{1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

$$= 0.57\text{mol K}^+$$

تعداد کاتیون موجود در  $63\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  موجود در محلول  $50^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم.

$$?K^+ \text{ تعداد} = 63\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{294\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{2\text{mol K}^+}{1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

$$= 0.428\text{mol K}^+$$

$$\frac{\text{تعداد کاتیون در رسوب}}{\text{تعداد کاتیون در محلول}} = \frac{0.57}{0.428} = 1.33$$

با در نظر گرفتن این که تعداد یون  $\text{K}^+$  در  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  با جرم نمک رابطه مستقیم دارد، پس از تعیین جرم می توانیم، مستقیماً براساس نسبت جرمها، نسبت تعداد یون  $\text{K}^+$  را به دست آوریم.

$$\frac{\text{تعداد کاتیون در رسوب}}{\text{تعداد کاتیون در محلول}} = \frac{84}{63} = 1.33$$

با توجه به انحلال پذیری لیتیم سولفات در دمای داده شده، در دمای  $4^{\circ}\text{C}$ ، در  $130\text{g}$  محلول سیر شده،  $30\text{g}$  حل شونده وجود دارد.

حل شونده $30\text{g}$	$x$	$\Rightarrow x = 150\text{g}$ حل شونده
محلول $130\text{g}$	$65\text{g}$ محلول	

۷۶۲/۲ ابتدا جرم محلول را به دست می آوریم.

حل شونده $100 + 205$	$x$	$\Rightarrow x = 762/5\text{g}$ محلول
$250$	$x$	

در قسمت دوم شمار عمل های ساکاروز را حساب می کنیم.

جرم حل شونده = جرم آب - جرم محلول

$$\Rightarrow 762/5 - 250 = 512/5\text{g}$$

$$\text{تعداد مول ساکاروز} = \frac{\text{جرم ساکاروز}}{\text{جرم مولی}} = \frac{512/5}{342} = 1/498 = 1/5\text{mol}$$

۷۶۳/۲ ابتدا جرم پتاسیم نیترات لازم برای تهیه محلول سیر شده دارای  $2$  لیتر آب را به دست می آوریم.

جرم حل شونده $61$	$x$	$\Rightarrow x = 1220\text{g KNO}_3$
$100$ گرم آب	$2000$	

حال تعداد مول  $\text{KNO}_3$  را به دست می آوریم.

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

۷۶۴/۲ ابتدا جرم رسوب منیزیم نیترات در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را به دست می آوریم.

رسوب $(320 - 190)\text{g}$	$x$	$\Rightarrow x = 65\text{g Mg(NO}_3)_2$ رسوب
محلول $420\text{g}$	$210$	

حال مقدار آب با دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را که برای حل کردن  $65\text{g}$  منیزیم نیترات لازم است حساب می کنیم.

$190\text{g Mg(NO}_3)_2$	$65$	$\Rightarrow x = 34/2\text{g H}_2\text{O}$
$100\text{g}$ آب	$x$	

۷۶۵/۲ ابتدا جرم  $\text{CaSO}_4$  موجود در محلول اولیه را به دست می آوریم.

$$\frac{\text{جرم کلسیم سولفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم کلسیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1\text{g Ca}}{1 \times 40} = \frac{x\text{g CaSO}_4}{1 \times 136}$$

$$\Rightarrow x = 3/4\text{g CaSO}_4$$

حال حداکثر جرم  $\text{CaSO}_4$  را که می توانیم در  $500\text{g}$  آب حل کنیم به دست می آوریم. برای این کار از تعریف انحلال پذیری استفاده می کنیم.

$$?g\text{CaSO}_4 = 500\text{g H}_2\text{O} \times \frac{1/02\text{g CaSO}_4}{100\text{g H}_2\text{O}}$$

انحلال پذیری

اختلاف جرم نمک حل شده در دو حالت را به دست می آوریم.

$$= 5/1 - 3/4 = 1/7\text{g}$$

مواظون به این نکته باشه که توی این سوال یک ایراد وجود داره و اون کم محلول بودن  $\text{CaSO}_4$  هست که در این سوال پوش توجه نشده و العلال پذیری این ماده  $1/02\text{g}$  در  $100\text{g}$  آب در نظر گرفته شده.

۷۶۶/۱ ابتدا مقدار جرم گاز حل شده در  $100\text{g}$  آب در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  به دست می آوریم.

$\text{O}_3$ گرم $0.08$	$\text{H}_2\text{O}$ گرم $5^{\circ}$	$\Rightarrow x = 0.16\text{g O}_3$
$x$	$100$	



$$?gAB = \frac{6/02 \times 10^{22} AB \times \frac{80gAB}{6/02 \times 10^{22} AB}}{6/02 \times 10^{22} AB} = 8gAB$$

$$?gA_2C = \frac{3/01 \times 10^{22} A_2C \times \frac{60gA_2C}{6/02 \times 10^{22} A_2C}}{6/02 \times 10^{22} A_2C} = 3gA_2C$$

حال مقدار رسوب AB و A<sub>2</sub>C را بر اثر سرد کردن به دست می آوریم.

AB گرم ۸۰	۲۰ گرم رسوب	⇒ x = ۲g AB (رسوب)
۸	x	

A <sub>2</sub> C گرم ۳۰	۱۰ گرم رسوب	⇒ y = ۱g A <sub>2</sub> C (رسوب)
۳	y	

بنابراین در مجموع ۳ گرم رسوب ایجاد می شود.

۷۷۲ | ابتدا درصد جرمی محلول را حساب می کنیم.

$$100 \times \frac{2/5 \text{ mol.L}^{-1}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{غلظت مولی}}$$

$$\frac{100 \times \text{درصد جرمی}}{80} = \frac{200}{12} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{200}{12}$$

حال انحلال پذیری نمک را به دست می آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100+S} \times 100 = \frac{200}{12} = \frac{100S}{100+S} \Rightarrow S = 20$$

۷۷۳ | روش اول

$$\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \text{غلظت مولار}$$

در محلول های بسیار رقیق می توان از حجم مربوط به جسم حل شونده چشم پوشی کرد.

$$\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر حلال}} = \text{غلظت مولار در محلول بسیار رقیق}$$

ابتدا با توجه به چگالی آب، حجم حلال (آب) را به دست می آوریم.

$$d = 1g.mL^{-1} \Rightarrow 100gH_2O = 100mLH_2O = 0/1LH_2O$$

حال تعداد مول حل شونده را به دست می آوریم.

$$?molPbCl_2 = \frac{0/1391gPbCl_2 \times \frac{1molPbCl_2}{278/2gPbCl_2}}{0/1391gPbCl_2}$$

$$= 5 \times 10^{-4} molPbCl_2$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{5 \times 10^{-4} mol}{0/1L} = 5 \times 10^{-3} mol$$

روش دوم: با توجه به مقدار کم انحلال پذیری، از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{100 \times \text{انحلال پذیری}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 0/1391}{278/2} = 0/005 = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

۷۷۴ | روش اول: ابتدا حجم محلول را به دست می آوریم.

$$\text{حجم محلول} \Rightarrow \frac{(100 + 0/51)g}{\text{جرم}} = \frac{\text{جرم}}{\text{چگالی}}$$

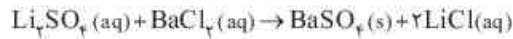
$$= 100/51 mL \approx 0/1L$$

اینک مقدار مول ۱- هگزانول را به دست می آوریم.

$$?molC_6H_{13}OH = \frac{0/51gC_6H_{13}OH \times \frac{1molC_6H_{13}OH}{102gC_6H_{13}OH}}{0/51gC_6H_{13}OH}$$

$$= 0/005 molC_6H_{13}OH$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است.



روش کسر تبدیل:

$$?L BaCl_2(aq) = 150gLi_2SO_4 \times \frac{1molLi_2SO_4}{110gLi_2SO_4} \times \frac{1molBaCl_2}{1molLi_2SO_4}$$

$$\times \frac{1LBaCl_2}{0/2molBaCl_2} = 6/81L$$

روش تناسب:

$$\frac{\text{لیتر محلول باریم کلرید} \times \text{غلظت مولی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم لیتیم سولفات}}{\text{ضریب}}$$

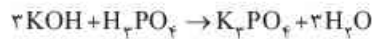
$$\Rightarrow \frac{150gLi_2SO_4}{110 \times 1} = \frac{0/2mol.L^{-1}BaCl_2 \times xL}{1} \Rightarrow x = 6/81L$$

۷۶۹ | ابتدا جرم پتاسیم هیدروکسید حل شده در ۳۷۵ گرم محلول سیرشده آن

را به دست می آوریم.

NaOH گرم ۲۵	۱۲۵ گرم محلول	⇒ x = ۷۵g KOH
x	۳۷۵	

واکنش انجام شده به صورت زیر است.



در پایان مقدار نمک تولیدشده را به دست می آوریم.

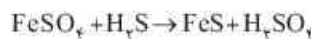
$$\frac{75gKOH}{3 \times 56} = \frac{\text{جرم پتاسیم فسفات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم پتاسیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$= \frac{xgK_2PO_4}{1 \times 172} \Rightarrow x = 94/6gK_2PO_4$$

۷۷۰ | ابتدا جرم H<sub>2</sub>S موجود در ۵۰۰g محلول سیرشده را به دست می آوریم.

$$?gH_2S = 500gH_2O \times \frac{0/24gH_2S}{100gH_2O} = 1/2gH_2S$$

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



اکنون جرم آهن (II) سولفات مصرف شده را به دست می آوریم.

$$\frac{H_2S \text{ گرم}}{1 \times 34} = \frac{FeSO_4 \text{ گرم}}{1 \times 152} \Rightarrow \frac{1/2gH_2S}{1 \times 34} = \frac{xgFeSO_4}{1 \times 152}$$

$$\Rightarrow x = 7/6gFeSO_4$$

در آخر حجم محلول را به دست می آوریم.

$$?L \text{ محلول} = \frac{1LFeSO_4}{2/04gFeSO_4} = \frac{7/6gFeSO_4}{2/04gFeSO_4} = 2/5L$$

۷۷۱ | تعداد واحدهای A<sub>2</sub>C برابر با تعداد آنیون C<sup>-</sup> است. بنابراین

$$\frac{3/01 \times 10^{22} \text{ واحد از نمک } A_2C \text{ در مخلوط وجود دارد در نمک } A_2C, \text{ تعداد کاتیون } A^+ \text{ دو برابر تعداد آنیون } C^- \text{ است.}$$

$$A_2C \text{ در } A^+ \text{ تعداد} = 2 \times 3/01 \times 10^{22} = 6/02 \times 10^{22} A^+$$

$$AB \text{ در } A^+ \text{ تعداد} = A^+ \text{ تعداد کل} - A_2C \text{ در } A^+ \text{ تعداد} = 12/04 \times 10^{22} - 6/02 \times 10^{22} = 6/02 \times 10^{22}$$

بنابراین ۶/۰۲ × ۱۰<sup>۲۲</sup> واحد از نمک AB داریم. حال جرم دو نمک را در مخلوط به دست می آوریم.



در آخر غلظت مولی محلول را به دست می آوریم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم (لیتر)}} = \frac{0.005 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{انحلال پذیری} \times 100}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 0.51}{102} = \frac{51}{102} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

۷۷۵ | انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  در  $40^\circ\text{C}$ ،  $60^\circ\text{C}$  گرم است و هر مترمکعب آب،  $10^\circ\text{C}$  گرم جرم دارد.

۱۰۰ گرم آب	۶۰ گرم نمک	$\Rightarrow x = 36 \times 10^5 \text{ g} = 3.6 \text{ ton}$
$6 \times 10^5$	x	$\Rightarrow 4 - 3.6 = 0.4 \text{ ton}$

اکنون غلظت مولی نمک را تعیین می کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{100 \text{ S}}{100 + \text{S}} = \frac{6000}{160} = 37.5$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{100 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 37.5 \times 2.102}{101} = 7.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

۷۷۶ | ابتدا انحلال پذیری پتاسیم نترات در دماهای  $50^\circ\text{C}$  و  $40^\circ\text{C}$  را به دست

می آوریم.

$$\text{درصد جرمی: } S_{\text{KNO}_3} (50^\circ\text{C}) = \frac{\text{S}}{100 + \text{S}} \times 100 \Rightarrow 45 = \frac{100 \text{ S}}{100 + \text{S}}$$

$$\Rightarrow \text{S} = 82 \text{ g/100 g H}_2\text{O}$$

$$\text{درصد جرمی: } S_{\text{KNO}_3} (40^\circ\text{C}) = \frac{\text{S}}{100 + \text{S}} \times 100 \Rightarrow 37.5 = \frac{100 \text{ S}}{100 + \text{S}}$$

$$\Rightarrow \text{S} = 60 \text{ g/100 g H}_2\text{O}$$

در دمای  $50^\circ\text{C}$  با حل شدن  $82$  گرم نمک در  $100$  گرم محلول سیر شده به وجود می آید که با سرد کردن آن تا  $40^\circ\text{C}$  ( $82 - 60 = 22$ ) گرم رسوب تشکیل می شود.

۱۸۲ گرم محلول	۲۲ گرم رسوب	$\Rightarrow x = 6.04 \text{ g}$
$50^\circ$	x	

۷۷۷ | ابتدا درصد جرمی محلول سیر شده ترکیب A را تعیین می کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{S}}{100 + \text{S}} \times 100 = \frac{100 \text{ S}}{100 + \text{S}} = \frac{6000}{160} = 37.5$$

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{100 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 37.5 = \frac{100 \times 37.5 \times 1.06}{\text{جرم مولی}}$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی} = \frac{100 \times 37.5 \times 1.06}{37.5} = 106 \text{ g.mol}^{-1}$$

در بین ترکیب های داده شده، جرم مولی  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  برابر  $106$  گرم بر مول است.

۷۷۸ | با توجه به انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دو دمای  $90^\circ\text{C}$  و  $25^\circ\text{C}$  مقدار جرم رسوب را در محلول سیر شده آن به دست می آوریم.

$$\text{رسوب } 114 - 170 = 56 \text{ g}$$

حال درصد رسوب را به دست می آوریم.

$$\text{مقدار درصد رسوب} = \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم کل حل شونده}} \times 100 = \frac{56 \text{ g}}{70 \text{ g}} \times 100 = 80$$

در آخر درصد جرمی محلول پتاسیم دی کرومات را در محلول باقی مانده حساب می کنیم.

$$\text{درصد جرمی محلول در دمای } 25^\circ\text{C} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$= \frac{14 \text{ g}}{114 \text{ g}} \times 100 = 12.3$$

۷۷۹ | در  $100$  گرم آب در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، مقدار  $4.65 \times 10^{-4}$  گرم کلسیم فسفات

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  حل می شود. اکنون در همین مقدار آب، جرم یون فسفات را تعیین می کنیم.

$$? \text{ g PO}_4^{3-} = 4.65 \times 10^{-4} \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{310 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol PO}_4^{3-}}{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} \times \frac{95 \text{ g PO}_4^{3-}}{1 \text{ mol PO}_4^{3-}} = 2.185 \times 10^{-4} \text{ g PO}_4^{3-}$$

$$\text{ppm} = \frac{2.185 \times 10^{-4}}{100} \times 10^6 = 2.185 \text{ ppm}$$

۷۸۰ | محلول  $360$  گرمی، دارای  $162$  گرم پتاسیم نترات و  $198$  گرم آب است. بر

این اساس، جرمی از پتاسیم نترات که در دمای  $40^\circ\text{C}$  در  $198$  گرم آب باقی می ماند را محاسبه می کنیم. توجه داریم که در دمای  $40^\circ\text{C}$ ، در یک نمونه  $62.5$  گرمی از آب، حداکثر  $37.5$  گرم پتاسیم نترات حل شده و یک محلول سیر شده را ایجاد می کند، پس داریم:

$$? \text{ g KNO}_3 = 198 \text{ g آب} \times \frac{37.5 \text{ g KNO}_3}{62.5 \text{ g آب}} = 118.8 \text{ g}$$

در ابتدای کار،  $162$  گرم پتاسیم نترات در محلول وجود داشته است که با کاهش دما،  $43.2$  گرم از آن رسوب کرده و  $118.8$  گرم از آن در محلول باقی مانده است، پس داریم:

$$? \text{ mol KNO}_3 = 43.2 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{100 \text{ g KNO}_3} = 0.432 \text{ mol}$$

۷۸۱ | ابتدا جرم یون  $\text{Ca}^{2+}$  در  $100$  گرم از محلول را به دست می آوریم.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم Ca}^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 618 \text{ ppm} = \frac{x \text{ g Ca}^{2+}}{100 \text{ g محلول}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 0.0618 \text{ g Ca}^{2+}$$

حال جرم  $\text{CaSO}_4$  را به دست می آوریم.

$$? \text{ g CaSO}_4 = 0.0618 \text{ g Ca}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{40 \text{ g Ca}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol CaSO}_4}{1 \text{ mol Ca}^{2+}}$$

$$\times \frac{136 \text{ g CaSO}_4}{1 \text{ mol CaSO}_4} = 0.21 \text{ g CaSO}_4$$

بنابراین انحلال پذیری  $\text{CaSO}_4$  در این دما برابر با  $0.21$  گرم در  $100$  گرم آب است.

$$\Rightarrow 0.1 \text{ g} < 0.21 \text{ g} < 1 \text{ g} \Rightarrow \text{CaSO}_4 \text{ نمک کم محلول است}$$

۷۸۲ | ابتدا درصد جرمی پتاسیم نترات را در دمای  $40^\circ\text{C}$  به دست می آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{S}}{100 + \text{S}} \times 100 = \frac{60}{100 + 60} \times 100 = 37.5$$

درصد جرمی لیتیم سولفات در دمای خواسته شده، نصف درصد جرمی پتاسیم نترات در دمای  $40^\circ\text{C}$  است.

حال انحلال پذیری لیتیم سولفات در دمای خواسته شده را به دست می آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{S}}{100 + \text{S}} \times 100 \Rightarrow 18.75 = \frac{100 \text{ S}}{100 + \text{S}}$$

$$\Rightarrow \text{S} = 23 \text{ g/100 g H}_2\text{O}$$

با توجه به نمودار انحلال پذیری لیتیم سولفات انحلال پذیری این نمک در دمای  $80^\circ\text{C}$  برابر با  $23$  می باشد.



- [مجموع عدد یکان شماره گروه اتم‌ها] = بار یون چند اتمی  
[مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی]



[مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی] -  $q = -2 = [(4 \times 2) + (6 \times 4)]$

$\Rightarrow$  مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی = ۳۴

فقط مورد (ب) یک مخلوط ناهمگن است.

تورسی مهارت‌ها

(ا) کلسیم سولفات یک ماده کم‌محلول (با انحلال پذیری بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب) است. بنابراین ۰/۱ گرم کلسیم سولفات به طور کامل در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.  
(ب) اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

(پ) کلسیم فسفات ماده نامحلول در آب (با انحلال پذیری کم‌تر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب) است. بنابراین ۱/۱ گرم آن در ۱۰۰۰ گرم آب به طور کامل حل نمی‌شود و یک مخلوط ناهمگن ایجاد می‌کند.

(ت) سدیم نیترات ترکیبی محلول در آب (با انحلال پذیری بیشتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب) است. در نتیجه ۰/۱ گرم از آن به طور کامل در ۱۰ گرم آب حل می‌شود.

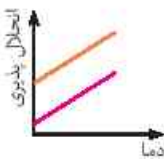
۷۸۸/۳ ابتدا معادله انحلال پذیری ترکیب  $A(S = a\theta + b)$  را می‌نویسیم. در این معادله  $\theta$  برابر ۱۷ (انحلال پذیری در دمای  $^{\circ}\text{C}$ ) است.

$$a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{31 - 17}{20 - 0} = \frac{14}{20} = 0.7$$

بنابراین معادله انحلال پذیری به صورت  $S = 0.7\theta + 17$  است. اکنون با قرار دادن دمای ۳۵ در معادله، انحلال پذیری در این دما را تعیین می‌کنیم.

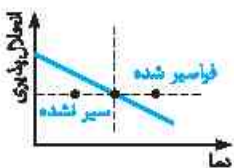
$$S(35^{\circ}\text{C}) = 0.7(35) + 17 = 24.5 + 17 = 41.5 \frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}$$

۷۸۹/۱ مطابق شکل زیر، تنها در شرایطی اختلاف انحلال پذیری دو نمک در تمامی دماها برابر است که نمودار آن‌ها موازی هم باشد بنابراین شیب این دو معادله برابر است. یا توجه به این‌که این دو نمک معادله‌های انحلال پذیری متفاوتی دارند، نمودار آن‌ها منطبق نمی‌باشند و در نتیجه عرض از مبدأ آن‌ها حتماً متفاوت است.



۷۹۰/۴ در معادله موادی که نمودار انحلال پذیری آن‌ها

نزولی است، علامت ضریب  $\theta$  منفی است. با توجه به شکل زیر در دماهای پایین‌تر به میزان بیشتری نمک در آب حل می‌شود. پس با کاهش دما محلولی سیرنشده به دست آید.



تورسی مهارت‌ها

(۱) در دماهای بالاتر به میزان کمتری در آب حل می‌شود، پس در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، نسبت به دمای  $15^{\circ}\text{C}$  کمتر می‌تواند حل شود.

(۲) مقدار  $\theta = 31^{\circ}\text{C}$  را در معادله  $S = 24 - 0.75\theta$  جای‌گذاری می‌کنیم:  
 $S = 24 - 0.75 \times 31 = 0.75$

در این دما نمک مورد نظر بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. بنابراین کم‌محلول است.

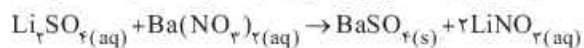
۷۸۳/۲ با توجه به نمودار، انحلال پذیری  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  تقریباً برابر  $30^{\circ}\text{C}$  گرم حل‌شونده در  $100$  گرم آب است. بنابراین در  $130$  گرم محلول سیرشده آن،  $30^{\circ}\text{C}$  گرم حل‌شونده وجود دارد. ابتدا تعداد مول لیتیم سولفات حل‌شده در  $31/46$  گرم محلول سیرشده، در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را به دست می‌آوریم.

$130$ گرم محلول	$30^{\circ}\text{C}$ گرم $\text{Li}_2\text{SO}_4$	$\Rightarrow x = 7/26 \text{ g Li}_2\text{SO}_4$
$31/46$	$x$	

$$? \text{ mol Li}_2\text{SO}_4 = 7/26 \text{ Li}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4}{110 \text{ g Li}_2\text{SO}_4}$$

$$= 6/6 \times 10^{-2} \text{ mol Li}_2\text{SO}_4$$

حال با توجه به واکنش زیر، تعداد مول رسوب باریم سولفات تولیدشده را حساب می‌کنیم.



$$\frac{\text{Li}_2\text{SO}_4 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{BaSO}_4 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{6/6 \times 10^{-2} \text{ mol Li}_2\text{SO}_4}{1}$$

$$= \frac{x \text{ mol BaSO}_4}{1} \Rightarrow x = 6/6 \times 10^{-2} \text{ mol BaSO}_4$$

۷۸۴/۳ عبارتهای (ا) و (ب) درست هستند. با توجه به شکل‌های داده‌شده، ترکیب یونی به کار رفته در گچ کلسیم-سولفات و ترکیب موجود در کود گیاهی، آمونیوم نیترات است. بر این اساس A یون  $\text{Ca}^{2+}$ ، B یون  $\text{SO}_4^{2-}$ ، C یون  $\text{NH}_4^+$  و D یون  $\text{NO}_3^-$  را نشان می‌دهند.

تورسی مهارت‌ها

(آ) یون A ( $\text{Ca}^{2+}$ ) هم در آب آشامیدنی و شیرین و هم در آب دریا وجود دارد.  
(ب) یون B ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) با یون باریم ( $\text{Ba}^{2+}$ ) ترکیب نامحلول (رسوب) سفیدرنگ  $\text{BaSO}_4$  را تشکیل می‌دهد.

(پ) کلسیم سولفات یک ماده کم‌محلول در آب است و انحلال پذیری آن بین ۰/۱ گرم تا  $100$  گرم در  $100$  گرم آب (در دمای  $25^{\circ}\text{C}$ ) است.

(ت) درصد جرمی محلول سیرشده آمونیوم نیترات،  $39/4$  درصد است:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{100S}{100+S} = \frac{100 \times 65}{165} = 39/4$$

۷۸۵/۴ در بین تمام ترکیب‌های داده شده، انحلال لیتیم سولفات گرماده است و با افزایش دما انحلال پذیری آن در آب کاهش می‌یابد، بنابراین با افزایش دمای محلول سیرشده‌ای از لیتیم سولفات، مقداری از نمک حل‌شده، رسوب می‌کند و درصد جرمی محلول کاهش می‌یابد. در مورد ۳ ترکیب دیگر، با افزایش دمای محلول، تغییری در مقدار حلال و حل‌شونده رخ نمی‌دهد و درصد جرمی نمک حل‌شده ثابت می‌ماند.

۷۸۶/۲ فقط عبارت «ب» نادرست است.

تورسی مهارت‌ها

(ا) موادی که انحلال پذیری آن‌ها در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  کم‌تر از  $0.1$  گرم باشد مواد نامحلول محسوب می‌شوند.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.00067}{100} \times 10^6 = 6/7 \text{ ppm}$$

اگر مقدار نمک در ادرار از انحلال پذیری آن بیشتر باشد، فرد به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شود.

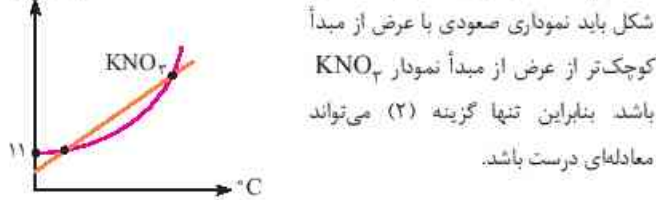
(ب) نمودار انحلال پذیری این نمک، شیب مثبت دارد بنابراین نمودار انحلال پذیری - دما برای آن برخلاف نمودار  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ، صعودی است.



۷۹۴/۲ انحلال پذیری در دمای صفر درجه، عرض از مبدأ یک نمودار می باشد.

نمودار انحلال پذیری  $KNO_3$  غیرخطی و صعودی است. برای آن که نموداری خطی،

نمودار  $KNO_3$  را در دو دما قطع کند، مطابق



شکل باید نموداری صعودی با عرض از مبدأ

کوچکتر از عرض از مبدأ نمودار  $KNO_3$

باشد بنابراین تنها گزینه (۲) می تواند

معادلهای درست باشد.

۷۹۵/۴ ابتدا انحلال پذیری نمک B در دمای  $40^\circ C$  را به دست می آوریم.

$$S = \frac{1}{4}\theta + 0 \Rightarrow S = (\frac{1}{4} \times 40) + 0 = 20 \text{ g}/100 \text{ gH}_2\text{O}$$

بنابراین انحلال پذیری نمک A نیز در دمای  $40^\circ C$  برابر با ۲۰ می باشد.

با سرد کردن ۲۵ گرم محلول نمک A، ۱۵ گرم نمک رسوب کرده است. اگر انحلال پذیری

نمک A در دمای  $75^\circ C$  را برابر با X فرض کنیم. در این حالت با سرد کردن  $100 + X$

گرم از محلول سیرشده A، تا دمای  $40^\circ C$ ،  $X - 20$  گرم نمک رسوب می کند.

۱۵ گرم رسوب	۲۵ گرم محلول
$X - 20$	$100 + X$

$\Rightarrow X = 200 \text{ g}$

بنابراین انحلال پذیری این نمک در دمای  $75^\circ C$  برابر با ۲۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

۷۹۶/۱ ابتدا درصد جرمی محلول پتاسیم کلرید را به دست می آوریم.

$$\frac{100 \times 11.85 \text{ درصد جرمی}}{74} = \frac{100 \times X \text{ درصد جرمی}}{74} \Rightarrow 5 = \frac{100 \times X \text{ درصد جرمی}}{74}$$

$$\Rightarrow 2 = \text{درصد جرمی}$$

حال انحلال پذیری پتاسیم کلرید را به دست می آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100 + S} \times 100 = \frac{100S}{100 + S} \Rightarrow S = 25$$

با کمک معادله انحلال دمای مورد نظر را به دست می آوریم.

$$S = 0.2\theta + 22 \Rightarrow 25 = 0.2\theta + 22 \Rightarrow \theta = 15^\circ C$$

۷۹۷/۱ نمک مورد نظر در دمای صفر درجه سانتی گراد، باید به اندازه ۲۶ گرم در

۱۰۰ گرم آب حل شود. پس این معادله می تواند مربوط به پتاسیم کلرید باشد با توجه

به نمودار. در دمای ۷۶ درجه سانتی گراد این نمک به اندازه ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب

حل می شود؛ درحالی که مقدار S از معادله انحلال پذیری این ماده معادل با  $52/6$

گرم در ۱۰۰ گرم آب بدست می آید.

۷۹۸/۱ ابتدا جرم نمک A که در ۵۰ گرم آب صفر درجه حل شده و محلول سیرشده

به وجود می آورد را به دست می آوریم.

$$100 \times \frac{20}{100} = 20 \text{ g A نمک رسوب نمک}$$

$$100 - 20 = 80 \text{ g حل شونده}$$

حال انحلال پذیری نمک A در صفر درجه را به دست می آوریم. (این مقدار برابر با

عرض از مبدأ در معادله انحلال پذیری نمک A است)

۸ گرم حل شونده	۵۰ گرم آب
X	100

$\Rightarrow X = 16 \text{ g}$

پس انحلال پذیری نمک B در  $44^\circ C$  را به دست می آوریم.

$$S_B = 0.2\theta + 26/8 \Rightarrow S = 40 \text{ g}/100 \text{ gH}_2\text{O}$$

(۳) نمودار انحلال پذیری لیتیم سولفات و گازها همانند این نمک، نزولی است؛ بنابراین با کاهش دما، انحلال پذیری آن ها افزایش می یابد.

۷۹۱/۳ عبارتهای (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارتهای

(ا) در دمای  $100^\circ C$  معادله انحلال  $S = -0.4\theta + 25$  منفی می شود. از آن جایی که انحلال پذیری منفی، معنی ندارد این عبارت نادرست است.

(ب) علامت شیب خط دو نمودار انحلال پذیری سدیم نیترات و لیتیم سولفات متفاوت است.

بنابراین مطابق با شکل روبه رو با افزایش دما، تفاوت

انحلال پذیری این دو نمک همواره افزایش می یابد

(پ) انحلال پذیری این دو نمک در  $20^\circ C$  برابر می گردد.

$$0.2\theta + 22 = -0.15\theta + 26 \Rightarrow \theta = 20^\circ C$$

(ت) در معادله انحلال پذیری  $S = a\theta + b$ ، هر چه مقدار a (شیب نمودار) بزرگتر باشد، تغییرات انحلال پذیری با دما بیشتر بوده و تأثیر دما بر انحلال پذیری ماده بیشتر است.

۷۹۲/۳ بسیاری از سنگ های کلیه، از رسوب برخی نمک های کلسیم دار تشکیل می شود که مقدار آن ها در ادرار بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن ها است.

بررسی عبارتهای

(۱) با عبور جریان برق از منیزیم کلرید مذاب، برخلاف محلول منیزیم کلرید، این ترکیب یونی به عناصر سازنده خود (گاز کلر و فلز منیزیم) تبدیل می شود.

(۲) در دمای اتاق، باریوم سولفات یک نمک نامحلول در آب بوده و کلسیم سولفات نیز یک نمک کم محلول در آب است. انحلال پذیری نمک های کم محلول بین ۰/۱ تا ۱

گرم در ۱۰۰ گرم آب (معادل با ۰/۱ تا ۱۰۰ گرم در ۱ لیتر آب) است.

(۴) با توجه به معادله داده شده، انحلال پذیری این نمک در دمای  $40^\circ C$  درجه سانتی گراد برابر با ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. درصد جرمی محلول سیرشده این نمک در این

دما را محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{گرم انحلال پذیری}}{\text{گرم انحلال پذیری} + 100} \times 100 = \frac{100S}{100 + S} \Rightarrow$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{4000}{140} = 28.57 \text{ درصد}$$

با توجه به اینکه درصد جرمی ذکر شده بیشتر از درصد جرمی محلول سیر شده است، این محلول فراسیر شده خواهد بود.

۷۹۳/۲ معادله انحلال پذیری نمک X در دمای  $50^\circ C$  به صورت زیر است.

$$S = a\theta + b \Rightarrow 40 = a \times 50 + 0 \Rightarrow a = 0.8$$

اینک انحلال پذیری این نمک در دمای  $70^\circ C$  را به دست می آوریم.

$$\text{انحلال پذیری} = 0.8 \times 70 + 0 = 56 \text{ g}/100 \text{ gH}_2\text{O}$$

حال مقدار نمک حل شده در ۴۶۸ گرم از محلول سیرشده X را در  $70^\circ C$  به دست می آوریم.

۵۶ گرم نمک X	۱۵۶ گرم محلول
X	468

$\Rightarrow X = 168 \text{ g}$

در آخر با استفاده از تعداد مول نمک در ۱۶۸ گرم نمک X، جرم مولی آن را به دست می آوریم.

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{تعداد مول} = \frac{168 \text{ g}}{X \text{ g/mol}} = 168 \text{ g} / X \text{ g/mol} = 84 \text{ g/mol}^{-1}$$



تنها عبارت (ت) نادرست است.

۱/۸۰۲

بررسی عبارت‌ها

ا) کافی است بدانیم در دمای  $20^{\circ}\text{C}$   $2.20^{\circ}\text{C}$  گرم آب با چند گرم نمک سیر می‌شود.

۱۰۰ گرم آب	۳۰ گرم نمک	$\Rightarrow x = \frac{60}{100} = 0.6\text{g}$
۲	x	

ب) ابتدا جرم و سپس تعداد مول نمک  $\text{KNO}_3$  لازم برای سیر شده کردن ۲۶ گرم محلول را به دست می‌آوریم.

۱۳۰ گرم محلول	۳۰ گرم نمک	$\Rightarrow y = 6\text{gKNO}_3$
۲۶	y	

$$? \text{molKNO}_3 = 6\text{gKNO}_3 \times \frac{1\text{molKNO}_3}{101\text{gKNO}_3} = 0.059\text{molKNO}_3$$

بنابراین حل شدن بیش از این مقدار تولید محلول فرا سیر شده می‌کند.

پ) با توجه به اینکه انحلال  $\text{KNO}_3$  در آب گرماگیر است، مقدار انحلال پذیری آن در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  ( $S_1$ ) از مقدار انحلال پذیری آن در  $30^{\circ}\text{C}$  ( $S_2$ ) کمتر است. ( $S_2 > S_1$ ) اکنون کافی است برای بررسی درستی این عبارت، نامعادله زیر را بررسی کنیم.

$$(20^{\circ}\text{C}) > \text{درصد جرمی} (20^{\circ}\text{C}) \Rightarrow \frac{100S_2}{100+S_2} > \frac{100S_1}{100+S_1}$$

$$\frac{S_2}{100+S_2} > \frac{S_1}{100+S_1} \Rightarrow 100S_2 + S_2S_1 > 100S_1 + S_1S_2$$

$$\Rightarrow 100S_2 > 100S_1 \Rightarrow S_2 > S_1$$

ت) معادله انحلال پذیری  $\text{KNO}_3$  (با فرض خطی بودن نمودار انحلال پذیری) به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} S &= a\theta + b, \quad b = 10 \\ a &= \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{30-10}{30-20} = \frac{20}{10} = 2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow S = 2\theta + 10$$

۴/۸۰۳ بررسی عبارت‌ها

۱) با توجه به این که ضریب  $\theta$  در معادله انحلال منفی است، با افزایش دما انحلال پذیری نمک A در آب کاهش می‌یابد و انحلال این ماده در آب گرماده است.

۲) ابتدا انحلال پذیری نمک A در دمای  $31^{\circ}\text{C}$  را تعیین می‌کنیم.

$$S = 24 - 0.75\theta = 24 - (0.75 \times 31) = 0.75 \frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}$$

با توجه به این که انحلال پذیری نمک A در این دما بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، جزء مواد کم محلول قرار می‌گیرد.

۳) انحلال نمک A در آب همانند انحلال لیتیم سولفات و  $\text{CO}_2$  در آب گرماده است و با کاهش دما افزایش می‌یابد.

۴) با توجه به این که انحلال A در آب گرماده است، با سرد کردن محلول سیرشده نمک A، محلول تبدیل به «سیرنشده» می‌شود.

۳/۸۰۴

$$S = ax + 30 \Rightarrow S = 30\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$$

مولاریته محلول نمک A در دمای صفر درجه را به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100+S} \times 100 = \frac{30}{130} \times 100$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times (\frac{30}{130} \times 100)}{60}$$

$$= 5\text{mol.L}^{-1}$$

در آخر شیب معادله انحلال پذیری نمک A را به دست می‌آوریم.

$$S_A = a\theta + b$$

$$40 = (a \times 44) + 16 \Rightarrow a = \frac{6}{11}$$

$$\text{معادله انحلال پذیری نمک A: } S = \frac{6}{11}\theta + 16$$

۴/۷۹۹ درصد جرمی در محلول‌های سیرشده از رابطه زیر به دست می‌آید.

(انحلال پذیری S)

$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100+S} \times 100$$

بنابراین x برابر با انحلال پذیری نمک A در  $30^{\circ}\text{C}$  است. حال x را به دست می‌آوریم.

$$S = a\theta + b \Rightarrow a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} \Rightarrow x = S(30^{\circ}\text{C}) = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} \times \theta + b$$

$$\Rightarrow x = S(30^{\circ}\text{C}) = (\frac{29-23}{40-20}) \times 30 + 27 = 26\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$$

در آخر دمایی که انحلال پذیری نمک A در آن برابر با  $26\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$  است را به دست می‌آوریم.

$$= \frac{\Delta S}{\Delta \theta} \times \theta + b$$

$$26 = (\frac{29-23}{40-20}) \times \theta + 27 \Rightarrow \theta = 90^{\circ}\text{C}$$

۴/۸۰۰ ابتدا نکته زیر را بخوانید.

نکته اگر در دمای مشخص انحلال پذیری یک نمک S گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد،

درصد جرمی آن به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$\left( \frac{W}{W} \right) \times 100 = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 100$$

$$= \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \left( \frac{W}{W} \right) = \frac{S}{100+S} \times 100$$

ابتدا انحلال پذیری نمک A در دماهای  $70^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  را به دست می‌آوریم.

$$\left( \frac{W}{W} \right) \text{ در } 40^{\circ}\text{C} : \left( \frac{W}{W} \right) = \frac{S}{100+S} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{S}{100+S} \times 100$$

$$\Rightarrow S = 150 \frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}$$

$$\left( \frac{W}{W} \right) \text{ در } 20^{\circ}\text{C} : \left( \frac{W}{W} \right) = \frac{S}{100+S} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{S}{100+S} \times 100$$

$$\Rightarrow S = 100 \frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}$$

اکنون با حل دو معادله و دو مجهول، معادله انحلال پذیری را به دست می‌آوریم.

$$\left. \begin{aligned} (40^{\circ}\text{C}) S &= a\theta + b \Rightarrow 150 = 40a + b \\ (20^{\circ}\text{C}) S &= a\theta' + b \Rightarrow 100 = 20a + b \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = 2/5, b = 50$$

بنابراین معادله انحلال پذیری به صورت  $S = 2/5\theta + 50$  است.

۴/۸۰۱ ابتدا مولاریته محلول رقیق شده را به دست می‌آوریم.

$$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 10 \times 11/5 = M_2 \times (13/5 + 11/5)$$

$$\Rightarrow M_2 = 4/6\text{mol.L}^{-1}$$

حال انحلال پذیری محلول را براساس درصد جرمی به دست می‌آوریم.

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

$$4/6 = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{20} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = 9/2$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100+S} \times 100 = 9/2 \Rightarrow S = 10/13\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$$

$$\Rightarrow S = 2/13 + 0/5\theta \Rightarrow 10/13 = 2/13 + 0/5\theta \Rightarrow \theta = 16^{\circ}\text{C}$$





مولاریتهٔ محلول رقیق شده را پس از ذوب شدن یخ به دست می‌آوریم.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 5 \times 100 = M_2 \times (100 + 150) \Rightarrow M_2 = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{تغییر مولاریتهٔ محلول} = 5 - 2 = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

یا توجه به معادلهٔ انحلال پذیری و عرض از مبدأ نمودار انحلال پذیری (۳۳).

معادله مربوط به انحلال سدیم کلرید است. در مورد قسمت دوم سؤال ابتدا انحلال پذیری پتاسیم کلرید در دمای  $75^\circ\text{C}$  را از روی نمودار پیدا می‌کنیم. انحلال پذیری پتاسیم کلرید در این دما برابر  $50^\circ\text{C}$  گرم در  $100^\circ\text{C}$  گرم آب است.

$$\text{جرم محلول} = 50 + 100 = 150$$

جرم آب	جرم محلول
100	150
x	96

$$\Rightarrow x = \frac{96 \times 100}{150} = 64 \text{ g H}_2\text{O}$$

ابتدا معادلهٔ انحلال پذیری سدیم نیترات را در دمای  $10^\circ\text{C}$

می‌نویسیم.

$$S = a\theta + b \Rightarrow 80 = 10a + b$$

حال معادلهٔ انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای  $20^\circ\text{C}$  را با توجه به درصد جرمی آن به دست می‌آوریم.

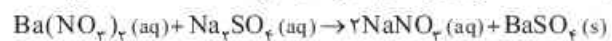
$$\text{درصد جرمی} = \frac{S}{100 + S} \times 100 \Rightarrow 46/80 = \frac{100S}{100 + S} \Rightarrow S = 88$$

$$\Rightarrow S = a\theta + b \Rightarrow 88 = 20a + b$$

با حل کردن دو معادله و دو مجهول به دست آمده،  $a$  و  $b$  را به دست می‌آوریم.

$$\left. \begin{aligned} 80 &= 10a + b \\ 88 &= 20a + b \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = 0.8, b = 72$$

در نتیجه معادلهٔ انحلال پذیری سدیم نیترات به صورت  $S = 0.8\theta + 72$  می‌باشد.



ابتدا جرم سدیم نیترات تولید شده را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\text{جرم Ba}(\text{NO}_3)_2}{1 \times 260} = \frac{\text{جرم NaNO}_3}{2 \times 85} \Rightarrow \frac{65 \text{ g Ba}(\text{NO}_3)_2}{1 \times 260} = \frac{x \text{ g NaNO}_3}{2 \times 85}$$

با توجه به مقدار رسوب تولید شده، جرم سدیم نیترات حل شده را به دست می‌آوریم.

$$425 - 313 = 112 \text{ g}$$

با توجه به این‌که واکنش در  $100^\circ\text{C}$  آب انجام شده است، با کمک معادلهٔ انحلال پذیری دمای واکنش را به دست می‌آوریم.

$$S = 0.8\theta + 72 \Rightarrow 112 = 0.8\theta + 72 \Rightarrow \theta = 50^\circ\text{C}$$

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

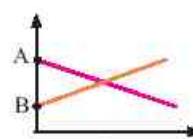
ابتدا حالت‌های ممکن برای شیب نمودار دو نمک A و B را در نظر می‌گیریم.



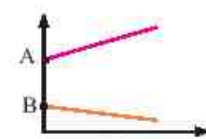
شیب نمودار برای هر دو نمک منفی است (b)



شیب نمودار برای هر دو نمک مثبت است (d)



شیب نمودار A منفی و شیب نمودار B مثبت (c)



شیب نمودار A مثبت و شیب نمودار B منفی (e)

(ا) در نمودار  $b$  و  $d$  در برخی از دماها انحلال پذیری نمک A از نمک B کمتر است.

(ب) در دو نمودار  $b$  و  $d$  در دمایی معین، انحلال پذیری دو نمک برابر شده است.

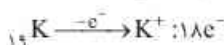
(پ) اگر بر اثر سرد کردن محلول مقداری از هر دو نمک A و B رسوب کنند، یعنی شیب نمودار هر دو نمک مثبت است.

(نمودار a) در این حالت نمکی که شیب نمودار آن بیشتر بلند رسوب بیشتری تولید می‌کند.

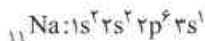
(ت) اگر بر اثر سرد کردن محلول تنها یکی از نمک‌ها رسوب کنند، یعنی شیب نمودار دو نمک متفاوت است (نمودار c و یا d). در این حالت با گرم کردن محلول، نمک دیگر رسوب می‌کند.

تنها عبارت (پ) درست است.

$D^-$  و  $A^+$  هم الکترون هستند، بنابراین به ترتیب  $K^+$  و  $Cl^-$  می‌باشند.



آخرین الکترون در کاتیون پایدار  $B^+$  دارای  $n+1=3$  است.



**بررسی عملی**

(ا) با گرم کردن محلول سیر شدهٔ  $\text{NaNO}_3$  و محلول سیر شدهٔ  $\text{NaCl}$  انحلال پذیری افزایش می‌یابد. بنابراین رسوبی تولید نمی‌شود.

(ب) نمودار انحلال پذیری نمک  $\text{KNO}_3$  خطی نیست. بنابراین انحلال پذیری آن از معادلهٔ خط راست به دست نمی‌آید.

(پ) شیب خط برای نمک  $\text{NaCl}$  کمتر از دیگر نمک‌ها است. پس انحلال پذیری آن کمترین وابستگی به دما را دارد.

(ت) نقطهٔ X نسبت به نمودار  $\text{KCl}$  انحلال پذیری کمتری دارد. بنابراین فراسیر شده نیست.

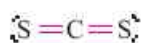
**مروری بر مباحث یادرسوب**



(۱) در این گزینه،  $\text{BCl}_3$  یک مولکول ناقطبی است.

(۲) در بین ترکیب‌های این گزینه،  $\text{SrCl}_2$  از فلز  $\text{Sr}$  و نافلز  $\text{Cl}$  تشکیل شده و یک ترکیب یونی است. بنابراین در ساختار آن مولکول وجود ندارد.

(۴)  $\text{CS}_2$  یک مولکول ناقطبی است.



مولکول‌های  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{OF}_2$  و  $\text{NH}_3$  قطبی هستند و در

میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.



مولکول  $\text{CO}_2$  ناقطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

مولکول‌های  $\text{O}_2$ ،  $\text{CH}_4$  و  $\text{C}_2\text{H}_2$  نیز ناقطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

به طور کلی گشتاور دوقطبی مولکول‌های قطبی از مولکول‌های ناقطبی

بیشتر است (گشتاور مولکول‌های ناقطبی برابر صفر در نظر گرفته می‌شود).

بر این سلسله مقایسهٔ انجام شده در مورد (ت) که هر دو مولکول ناقطبی هستند، نادرست است.