۱۵۹- برای تهیه‌ی ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار HCl، چند میلی‌لیتر محلول ۳۶/۵ درصد جرمی آن لازم است؟ (چگالی محلول را $1/25\ g.mL^{-1}$ درنظر بگیرید.) $(H=1:g.mol^{-1}, Cl=35/5)$ *(سراسری ریاضی ۹۱)*

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۱۶۰- برای تهیه‌ی ۲۲۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار سدیم هیدروکسید از محلول ۲۰ درصد جرمی آن با چگالی $1/1\ g.mL^{-1}$، به چند میلی‌لیتر آب خالص نیاز است؟ $(H=1:g.mol^{-1}, O=16, Na=23)$ *(آزمایشی سنجش ۹۴)*

۱) ۲۰۰ ۲) ۱۹۵ ۳) ۲۰۵ ۴) ۲۰

۱۶۱- با افزودن چند میلی‌لیتر آب مقطر به ۷۲ گرم محلول ۲٪ جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$، می‌توان محلول $0/4\ mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید تهیه کرد؟ $(H=1:g.mol^{-1}, O=16, Na=23)$

۱) ۱۸ ۲) ۳۰ ۳) ۵۴ ۴) ۹۰

۱۶۲- ۲۵۰ mL محلول نیتریک‌اسید $5\ mol.L^{-1}$ را با ۲۵۰ mL محلول نیتریک‌اسید ۴۷/۲۵ درصد جرمی با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ مخلوط می‌کنیم. غلظت مولی محلول نهایی کدام است؟ $(H=1:g.mol^{-1}, N=14, O=16)$

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

۱۶۳- ۳۰۰ g محلول سدیم هیدروکسید ۸۰ درصد جرمی را با ۱۲۵ mL محلول سدیم هیدروکسید $12\ mol.L^{-1}$ با چگالی $1/6\ g.mL^{-1}$ مخلوط کرده‌ایم، درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول نهایی به تقریب کدام است؟ $(H=1:g.mol^{-1}, O=16, Na=23)$

۱) ۶۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۵

۱۶۴- به ۸۰ میلی‌لیتر محلول ۵٪ جرمی آمونیوم نیترات با چگالی $1/6\ g.mL^{-1}$، ۱۴۴ گرم محلول $0/1\ mol.L^{-1}$ آمونیوم نیترات با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ اضافه می‌کنیم. غلظت مولی محلول حاصل کدام است؟ $(H=1:g.mol^{-1}, N=14, O=16)$

۱) ۰/۳۵ ۲) ۰/۴۶ ۳) ۰/۵۸ ۴) ۰/۶۴

۱۶۵- ۱۰۰ g محلول آبی اتانول با درصد جرمی ۴۰ درصد را با چند میلی‌لیتر محلول ۶/۲۵ مولار آن ($1/1\ g.mL^{-1}$ = چگالی) مخلوط کنیم، تا درصد جرمی اتانول در محلول نهایی ۳۰ درصد شود؟ $(H=1:g.mol^{-1}, C=12, O=16)$

۱) ۹۱ ۲) ۱۲۱ ۳) ۱۸۲ ۴) ۲۴۲

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

(صفحه‌ی ۱۰۸ تا ۱۱۰ کتاب درسی)

۱۶۶- بیشترین مقدار از یک ماده برحسب ..... که در دمای معین در ..... حل شود، انحلال‌پذیری آن ماده را مشخص می‌کند.

۱) گرم ـ ۱۰۰۰ g محلول ۲) مول ـ ۱۰۰ g محلول ۳) گرم ـ ۱۰۰ g حلال ۴) مول ـ ۱۰۰ g حلال

۱۶۷- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر، مناسب است؟

«..... به میزان ..... از ..... گرم در ۱۰۰ g آب حل می‌شود. از این رو در دسته‌ی مواد ..... قرار می‌گیرد.»

۱) نقره کلرید ـ بیشتر ـ ۱ ـ نامحلول ۲) سدیم نیترات ـ بیشتر ـ ۱ ـ محلول

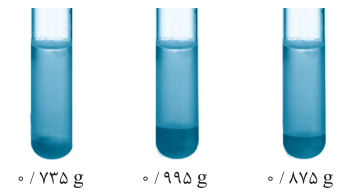
۳) کلسیم فسفات ـ کم‌تر ـ ۰/۰۱ ـ کم‌محلول ۴) کلسیم سولفات ـ بیشتر ـ ۰/۰۱ ـ نامحلول

۱۶۸- وضعیت انحلال‌پذیری چند مورد از ترکیب‌های پیشنهادشده در جدول مقابل، درست گزارش شده است؟

وضعیت انحلال در آب			
ترکیب	محلول	کم‌محلول	نامحلول
$Ca_3(PO_4)_2$			×
AgCl			×
$CaSO_4$		×	
$C_{12}H_{22}O_{11}$	×		

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۶۹- به ۱۰ g آب موجود در سه لوله‌ی آزمایش، ۱g از مواد A، B و C اضافه کردیم. با توجه به شکل‌های روبه‌رو، مواد محلول در آب کدام‌اند؟



۱) A و B ۲) B و C ۳) فقط C ۴) A و C

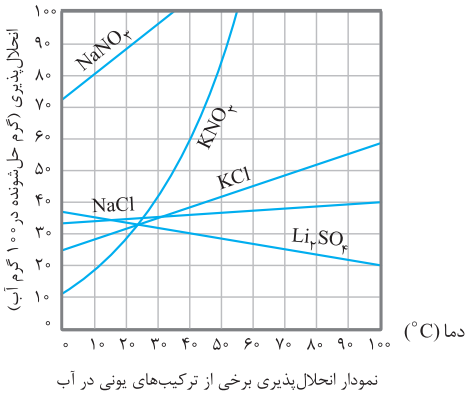
www.ShimiPedia.ir

۱۷۰- با توجه به انحلال‌پذیری مواد زیر در آب در دمای $25^{\circ}C$، در چند مورد می‌توان محلول سیرشده در آب تهیه کرد؟

سدیم نیترات　　کلسیم سولفات　　نقره کلرید　　کلسیم فسفات

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳　　۴) ۴

۱۷۱- با توجه به نمودار روبه‌رو، محلول ۴۰ گرم پتاسیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب، در کدام دما سیرشده و محلول ۳۰ گرم پتاسیم نیترات در ۵۰ گرم آب در کدام دما سیرنشده است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)



نمودار انحلال‌پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب

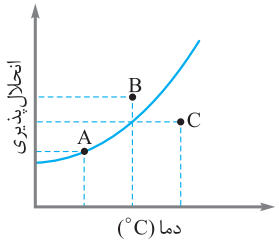
۱) ۴۰ ، ۲۵

۲) ۴۵ ، ۵۰

۳) ۴۵ ، ۲۵

۴) ۴۰ ، ۵۰

۱۷۲- در شکل روبه‌رو که نمودار تغییر انحلال‌پذیری یک ماده را نسبت به دما نشان می‌دهد، هر یک از نقطه‌های A ، B و C به‌ترتیب (از راست به چپ) کدام وضعیت محلول این نمک را نشان می‌دهد؟



(سراسری تجربی خارج از کشور ۸۸ و ریاضی داخل کشور ۸۹)

۱) سیرشده ـ فراسیرشده ـ سیرنشده

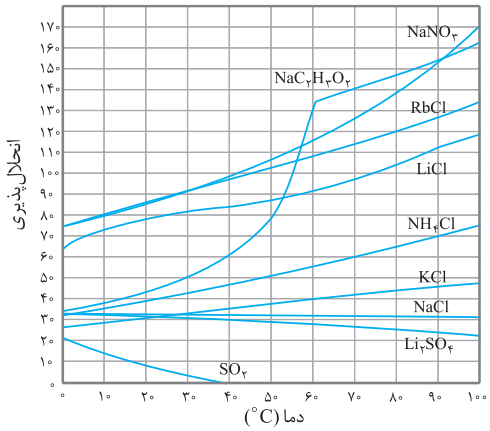
۲) سیرشده ـ سیرنشده ـ فراسیرشده

۳) سیرنشده ـ سیرشده ـ فراسیرشده

۴) سیرنشده ـ فراسیرشده ـ سیرشده

۱۷۳- با توجه به نمودار روبه‌رو، محلول ۶۰ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب، در کدام دما سیرنشده و در کدام دما فراسیرشده است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)

(سراسری تجربی ۸۵)



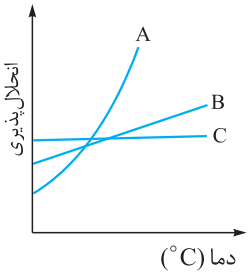
۱) ۸۵ ، ۶۰

۲) ۶۵ ، ۷۵

۳) ۶۵ ، ۸۰

۴) ۹۵ ، ۸۵

۱۷۴- با توجه به شکل روبه‌رو که روند تغییر انحلال‌پذیری سه ماده‌ی A ، B و C را نسبت به دما نشان می‌دهد، A ، B و C را به ترتیب (از راست به چپ)، می‌توان ..... ، ..... و ..... در نظر گرفت.



(سراسری ریاضی ۸۷ با کمی تغییر)

۱) KNO_3 ، $NaCl$ ، KCl

۲) KNO_3 ، KCl ، $NaCl$

۳) $NaNO_3$ ، KCl ، $NaCl$

۴) $NaNO_3$ ، $NaCl$ ، KCl

۱۷۵- در چند ردیف جدول زیر، پیش‌گویی‌ها در ارتباط با انحلال ماده‌ی پیشنهادشده در آب درست است؟

ردیف	ماده	شرایط مناسب برای انحلال‌پذیری بیشتر
۱	لیتیم سولفات	دمای بالا
۲	سدیم کلرید	دمای بالا
۳	سدیم نیترات	دمای بالا
۴	پتاسیم کلرید	دمای پایین

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

www.ShimiPedia.ir

۱۷۶- کدام مطلب نادرست است؟ *(آزمایشی سنجش ۹۳ با کمی تغییر)*

۱) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

۲) با افزایش دما، تفاوت انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم نیترات بیشتر می‌شود.

۳) وابستگی انحلال‌پذیری سدیم کلرید به دما در مقایسه با پتاسیم کلرید، کم‌تر است.

۴) وابستگی انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات به دما در مقایسه با سدیم نیترات، بیشتر است.

و حالا یک سؤال سنگ‌سازا!

۱۷۷- چند مورد از عبارت‌های زیر، درست است؟

آ) سنگ کلیه می‌تواند به دلیل تغذیه‌ی نامناسب، کم‌تحرکی و مصرف بیش از حد نمک خوراکی ایجاد شود.

ب) در ادرار افراد سالم مقدار نمک‌های کلسیم‌دار بیشتر از انحلال‌پذیری این نمک‌ها است.

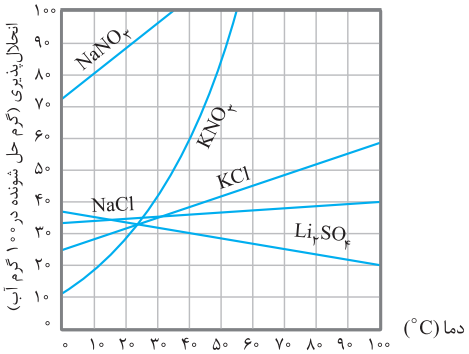
پ) در دمای $25^\circ C$ و در ۱۰۰ گرم آب، جرم محلول سیرشده‌ی سدیم نیترات از کلسیم سولفات بیشتر است.

ت) اغلب سنگ‌های کلیه به دلیل تشکیل محلول‌های سیرنشده از نمک‌های کلسیم‌دار به وجود می‌آیند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مسائل انحلال‌پذیری

۱۷۸- با توجه به نمودار روبه‌رو، با افزودن ۵۰ گرم KNO_3 به ۵۰ گرم آب در دمای $35^\circ C$، چند گرم محلول سیرشده به دست می‌آید؟



۱) ۶۵

۲) ۷۵

۳) ۸۵

۴) ۱۰۰

۱۷۹- اگر بر اثر حل‌شدن ۰/۰۲ مول کلسیم برمید در ۲۵ گرم آب در دمای معین، یک محلول سیرشده به دست آید، میزان انحلال‌پذیری کلسیم برمید در آب در این دما، کدام است؟ $(Br = 80 , , Ca = 40 : g.mol^{-1})$

۱) ۸ ۲) ۹/۶ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۱۸۰- اگر از ۲۸/۵ g محلول سیرشده‌ی پتاسیم نیترات در دمای معین پس از تبخیر کامل، مقدار ۳/۵ g نمک خشک به دست آید، انحلال‌پذیری این نمک در آب برحسب گرم کدام است؟ *(سراسری تجربی ۸۷ با کمی تغییر)*

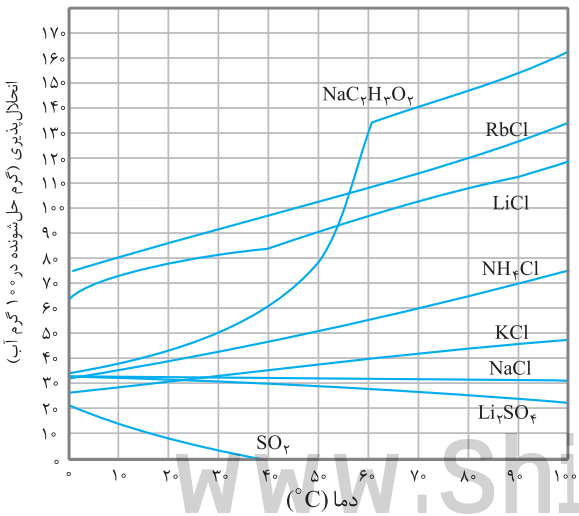
۱) ۱۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۱۸۱- اگر انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات در آب در دمای معینی برابر ۲۰ گرم باشد، در ۵۰ گرم از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در این دما، به تقریب چند گرم از پتاسیم کلرات وجود دارد؟

۱) ۸/۳ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۶

۱۸۲- با توجه به شکل روبه‌رو، در ۲۰ گرم محلول سیرشده‌ی LiCl، در دمای $65^\circ C$، به تقریب، چند گرم از این نمک وجود دارد؟

(سراسری ریاضی ۸۴)



۱) ۶

۲) ۸

۳) ۱۰

۴) ۱۲

www.ShimiPedia.ir

۱۸۳- انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای معین ۴۰ گرم است. چند گرم از این محلول سیرشده در همان دما دارای ۴ گرم لیتیم سولفات است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۱۴

۱۸۴- انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $25^\circ C$ برابر $92\ g$ در $100\ g$ آب است، $190\ g$ سدیم نیترات را در درون $200\ g$ آب $25^\circ C$ می‌ریزیم. چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) $384\ g$ محلول به دست می‌آید.

ب) در $96\ g$ از این محلول $50\ g$ آب وجود دارد.

پ) نزدیک به ۳ درصد نمک سدیم نیترات رسوب می‌کند.

ت) درصد جرمی سدیم نیترات در محلول، حدود ۴۸ درصد است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸۵- اگر هم‌وزن آب موجود در $87\ g$ محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید در دمای $55^\circ C$، آب خالص به این محلول اضافه کنیم، محلول حاصل چند گرم KCl دیگر را می‌تواند در خود حل کند؟ (انحلال‌پذیری KCl در $55^\circ C$ برابر $45\ g$ است).

۱) ۱۳ ۲) ۲۷ ۳) ۵۴ ۴) ۶۰

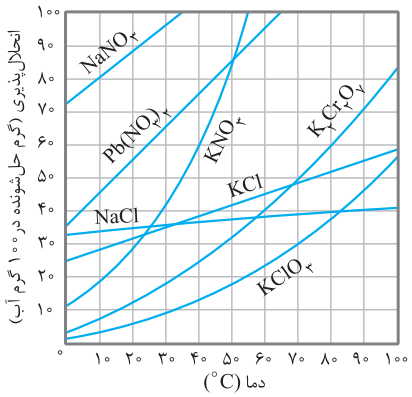
۱۸۶- به $98\ g$ محلول سیرشده‌ی پتاسیم نیترات در دمای $30^\circ C$ چند گرم آب $30^\circ C$ اضافه کنیم تا محلول حاصل بتواند $32\ g$ دیگر KNO_3 را در خود حل کند؟ (انحلال‌پذیری KNO_3 در $30^\circ C$ برابر $40\ g$ است.)

۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۰ ۴) ۸۰

۱۸۷- اگر انحلال‌پذیری سدیم سولفید در آب در دمای معینی برابر ۴۰ گرم باشد، در چند گرم از محلول سیرشده‌ی آن در همین دما، ۰/۲ مول سدیم سولفید وجود دارد؟ $(S = 32 , Na = 23 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۷/۵ ۲) ۳۸/۵ ۳) ۳۹ ۴) ۵۴/۶

۱۸۸- با توجه به نمودار روبه‌رو، برای تهیه‌ی ۶۳/۷ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در دمای $70^\circ C$، چند مول از آن نیاز است؟ $(K = 39 , Cl = 35/5 , O = 16 : g.mol^{-1})$



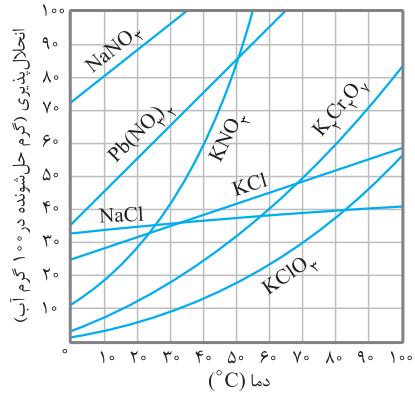
۱) ۰/۱۲

۲) ۰/۱۵۶

۳) ۰/۲۴

۴) ۰/۳۱۲

۱۸۹- در چهار ظرف دارای $300\ g$ آب در دمای $20^\circ C$، به ترتیب از راست به چپ، $100\ g$ از ترکیب‌های سرب (II) نیترات (A)، پتاسیم کلرات (B)، پتاسیم نیترات (C) و پتاسیم دی‌کرومات (D) اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی‌مانده جداسازی شده است. ترتیب چگالی محلول‌های به دست آمده کدام است؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی شود.) *(سراسری تجربی ۹۳)*



۱) $A > B > C > D$

۲) $B > A > C > D$

۳) $B > D > C > A$

۴) $A > C > D > B$

۱۹۰- اگر انحلال‌پذیری پتاسیم سولفات در آب در دمای معینی برابر ۵۰ گرم باشد، در ۸۰ گرم از محلول سیرشده‌ی آن در همین دما تقریباً چند مول یون پتاسیم وجود دارد؟ $(K = 39 , S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

www.ShimiPedia.ir

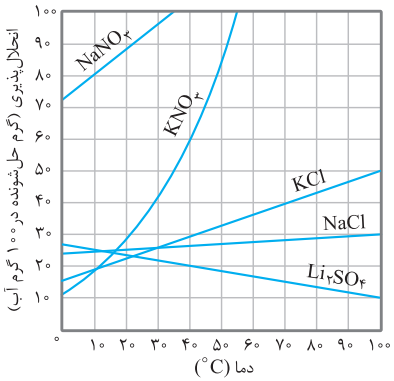
۱۹۱- انحلال‌پذیری کلسیم سولفات، برابر ۰/۲۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در نیم لیتر محلول سیرشده‌ی آن، به تقریب چند گرم کلسیم وجود دارد؟ (چگالی محلول را برابر $1\ g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید.) $(Ca = 40 , S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$ *(آزمایشی سنجش ۹۲)*

۱) ۰/۳۱ ۲) ۰/۴۲ ۳) ۰/۷۳ ۴) ۱۱/۰

۱۹۲- محلولی از $CaSO_4$ در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر $CaSO_4$ در آن حل می‌شود؟ (انحلال‌پذیری $CaSO_4$ در این شرایط برابر ۱/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.) $(CaSO_4 = 136 , Ca = 40 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی ۹۳)*

۱) صفر ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۷ ۴) ۴/۱

۱۹۳- با توجه به نمودار روبه‌رو که تغییرات انحلال‌پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می‌دهد، اگر ۲۶ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در $70^\circ C$ را تا دمای $14^\circ C$ سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج و به‌صورت بلور جدا می‌شود؟ *(سراسری تجربی ۸۶)*

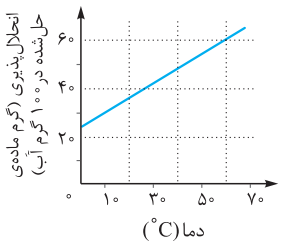


۱) ۵/۵
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۵

۱۹۴- با توجه به نمودار سؤال قبل، چند گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات را از دمای $90^\circ C$ به $60^\circ C$ سرد کنیم تا ۱۲ گرم از پتاسیم دی‌کرومات رسوب کند؟

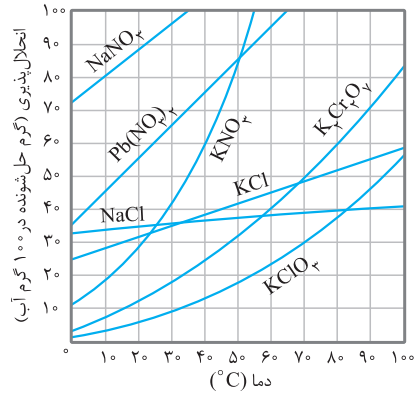
۱) ۵۱ ۲) ۶۸ ۳) ۸۵ ۴) ۱۰۲

۱۹۵- براساس نمودار روبه رو، بر اثر سردکردن ۲۰ گرم از محلول سیرشده از یک ماده‌ی جامد در دمای $60^\circ C$ تا دمای $28^\circ C$، با تقریب، چند گرم از ماده‌ی حل‌شده، از محلول جدا و ته‌نشین می‌شود؟ *(سراسری تجربی ۸۹)*



۱) ۱/۲
۲) ۲/۵
۳) ۲/۱
۴) ۲/۹

۱۹۶- با توجه به شکل روبه‌رو، کدام مطلب، نادرست است؟ *(آزمایشی سنجش ۹۳)*



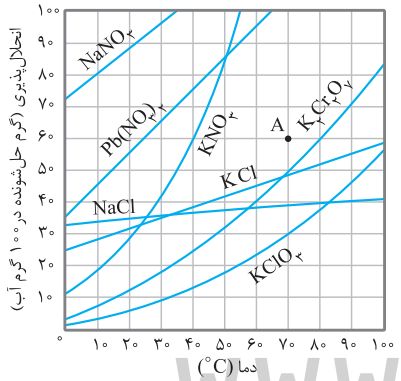
۱) محلول ۲۰ گرم پتاسیم دی‌کرومات $(K_2Cr_2O_7)$ در ۲۵ گرم آب در دمای $90^\circ C$، سیرنشده است.

۲) در دمای $30^\circ C$، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات از پتاسیم کلرید بیشتر است.

۳) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در مقایسه با شش ماده‌ی دیگر بیشتر است.

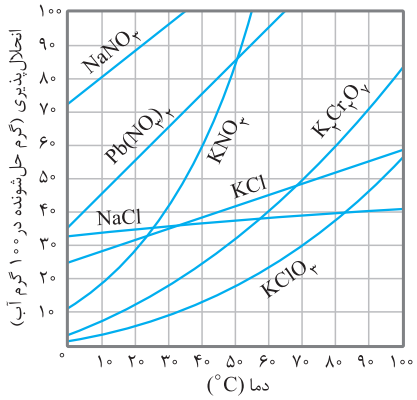
۴) اگر ۱۴ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات $(K_2Cr_2O_7)$ از دمای $60^\circ C$ تا $35^\circ C$ سرد شود، حدود ۲ گرم از آن رسوب می‌کند.

۱۹۷- اگر با توجه به شکل مقابل، محلولی با مشخصات A از چهار ترکیب داده‌شده در گزینه‌ها، در چهار ظرف جداگانه، هر یک دارای ۱۰۰ g آب، در دمای $70^\circ C$ تهیه شود و سپس دمای محلول تا $20^\circ C$ کاهش داده شود، در ظرف محتوی کدام ماده کم‌ترین مقدار رسوب تشکیل می‌شود و وزن رسوب تشکیل‌شده، به تقریب چند گرم است؟ *(سراسری ریاضی ۹۳)*



۱) KCl ، ۲۸
۲) $NaNO_3$ ، صفر
۳) $K_2Cr_2O_7$ ، ۴۸
۴) $Pb(NO_3)_2$ ، ۵

www.ShimiPedia.ir



۱۹۸- محلول سیرشده در ۱۰۰۰ g آب از چهار ترکیب $Pb(NO_3)_2$ ، KNO_3 ، $K_2Cr_2O_7$ و KCl در چهار ظرف جداگانه در دمای ۴۰ °C تهیه شده است. بر اثر کاهش دمای این محلول‌ها به ۱۰ °C، جرم جامدی که ته‌نشین می‌شود، در کدام ظرف بیشتر است و محلول کدام‌نمک بیشترین غلظت را برحسب گرم برکیلوگرم حلال دارد؟

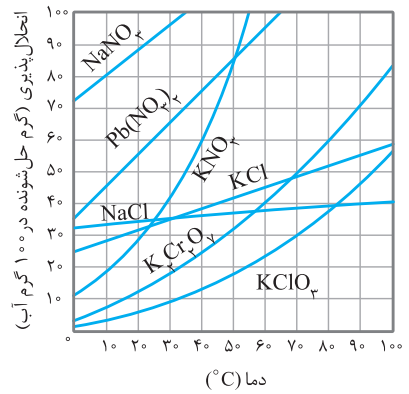
(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)

۱) KCl ، $Pb(NO_3)_2$

۲) $Pb(NO_3)_2$ ، KNO_3

۳) KNO_3 ، $K_2Cr_2O_7$

۴) $Pb(NO_3)_2$ ، $K_2Cr_2O_7$



۱۹۹- با توجه به نمودار روبه‌رو، با سردکردن ۹۰۰ g محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات از دمای ۹۴°C تا دمای ۳۲°C و جداسازی مواد جامد، وزن محلول باقی‌مانده به تقریب چند گرم خواهد بود؟

(سراسری ریاضی ۹۴)

۱) ۵۰۰

۲) ۵۵۰

۳) ۶۰۰

۴) ۶۶۰

۲۰۰- اگر ۵۴ گرم محلول سیرشده‌ی $AgNO_3$ در آب ۶۰°C را تا دمای ۲۰°C سرد کنیم، مقداری $AgNO_3$ ته‌نشین می‌شود. چند گرم آب ۲۰°C باید به این ظرف اضافه کنیم تا دوباره کل $AgNO_3$ ته‌نشین‌شده در محلول حل شود؟ (انحلال‌پذیری $AgNO_3$ در دماهای ۶۰°C و ۲۰°C به ترتیب ۴۴۰ و ۲۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

(المپیاد شیمی ۸۹)

۱) ۲۰/۳ ۲) ۱۰/۰ ۳) ۱۲/۷ ۴) ۱۰/۴

۲۰۱- به ۸۸ g محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در دمای ۳۵°C، ۱۵ g آب ۹۰°C اضافه می‌کنیم. اگر دمای نهایی محلول ۷۰°C باشد، محلول حاصل چند گرم $KClO_3$ دیگر را می‌تواند در خود حل کند؟ (انحلال‌پذیری $KClO_3$ در دماهای ۳۵°C و ۷۰°C به ترتیب ۱۰ g و ۳۰ g است.)

۱) ۸ ۲) ۲۰/۵ ۳) ۲۸/۵ ۴) ۴۱

۲۰۲- انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات ($K_2Cr_2O_7$) در دمای ۹۰ °C برابر ۷۰ گرم است. اگر ۵۱ گرم محلول سیرشده‌ی آن در ۹۰ °C را تا دمای ۳۵ °C سرد کنیم، ۱۵ گرم پتاسیم دی‌کرومات رسوب می‌کند. انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات در دمای ۳۵ °C کدام است؟

۱) ۱۶/۶۶ ۲) ۲۰ ۳) ۴۲ ۴) ۵۷/۵

سؤال‌های ترکیبی انحلال‌پذیری با ppm ، درصد جرمی و غلظت مولی

۲۰۳- اگر انحلال‌پذیری گاز O_2 در آب در دما و فشار معین، برابر ۰/۰۰۳۹ گرم باشد، غلظت O_2 در این محلول سیرشده برحسب ppm تقریباً کدام است؟

۱) ۰/۳۹ ۲) ۳/۹ ۳) ۳۹ ۴) ۳۹۰

۲۰۴- انحلال‌پذیری کلسیم فلوئورید (CaF_2) در ۲۵°C برابر $2/34\times10^{-4}$ g در ۱۰۰g آب است، غلظت یون فلوئورید (F^-) در محلول سیرشده‌ای از این نمک به تقریب چند ppm است؟ ($Ca=40, F=19 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱/۱۴ ۲) ۲/۳۴ ۳) ۴/۶۸ ۴) ۵/۷

۲۰۵- انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات در دمای ۴۰°C برابر ۲۵ گرم است. درصد جرمی محلول سیرشده‌ی این نمک در این دما کدام است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۰۶- اگر در دمای معینی، محلول ۲۶/۵٪ جرمی پتاسیم کلرات، یک محلول سیرشده باشد، انحلال‌پذیری این نمک در همان دما تقریباً کدام است؟

۱) ۵۴ ۲) ۴۵ ۳) ۳۶ ۴) ۱۸

www.ShimiPedia.ir

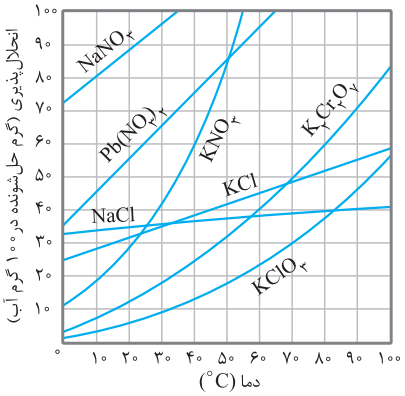
۲۰۷- با توجه به نمودار روبه‌رو، درصد جرمی کدام نمک در دمای $40\ ^\circ C$ برابر با ۳۷/۵٪ است؟

۱) $NaCl$

۲) KNO_3

۳) $KClO_3$

۴) $Pb(NO_3)_2$



۲۰۸- در دمای $25\ ^\circ C$، به $200\ g$ محلول ۴۰ درصد جرمی سدیم نیترات چند گرم $NaNO_3$ اضافه کنیم تا یک محلول سیرشده در این دما تهیه شود؟ (انحلال‌پذیری سدیم نیترات در این دما برابر $92\ g$ در $100\ g$ آب است.)

۱) ۱۵/۲ ۲) ۳۰/۴ ۳) ۴۴ ۴) ۶۴

۲۰۹- اگر در دمای $30\ ^\circ C$ به $500\ g$ محلول ۲۰ درصد جرمی لیتیم سولفات، ۵۰ گرم Li_2SO_4 خالص اضافه می‌کنیم، چند درصد Li_2SO_4 اضافه شده، ته‌نشین می‌شود؟ (از تغییر حجم صرف‌نظر شود و انحلال‌پذیری Li_2SO_4 در این دما $32\ g$ در $100\ g$ آب است.)

۱) ۲۲ ۲) ۲۸ ۳) ۴۴ ۴) ۵۶

۲۱۰- در یک فرایند شیمیایی، پتاسیم دی‌کرومات به صورت محلول سیرشده در دمای $90\ ^\circ C$ به دست می‌آید. با کاهش دمای محلول به $25\ ^\circ C$ چند درصد آن رسوب می‌کند و درصد جرمی آن در محلول باقی‌مانده، به تقریب کدام است؟ (انحلال‌پذیری این ماده در $90\ ^\circ C$ و $25\ ^\circ C$ به ترتیب برابر ۷۰ و ۱۴ گرم در $100\ g$ آب است.) *(سراسری تجربی ۹۴)*

۱) ۱۲/۳، ۹۰ ۲) ۲۰، ۹۰ ۳) ۲۰، ۸۰ ۴) ۱۲/۳، ۸۰

۲۱۱- محلولی از ۵۰ گرم KNO_3 در ۵۰ گرم آب $80\ ^\circ C$ تهیه کرده‌ایم. این محلول را تا $10\ ^\circ C$ سرد می‌کنیم. چه مقدار KNO_3 برحسب گرم در این دما رسوب می‌کند؟ (در صورتی که بدانیم درصد جرمی محلول سیرشده‌ی KNO_3 در $10\ ^\circ C$ برابر ۲۲٪ است.) *(المپیاد شیمی ۸۱)*

۱) ۳۵/۹ ۲) ۳۸/۷ ۳) ۲۲ ۴) ۲۸

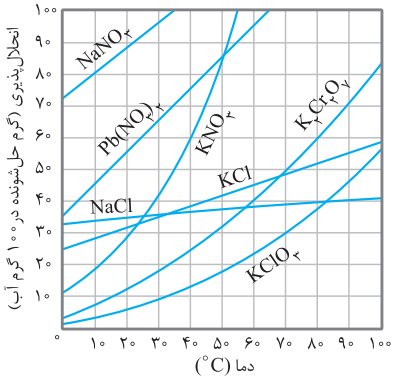
۲۱۲- انحلال‌پذیری ۱ـ هگزانول ($C_6H_{13}OH$) در دمای معین برابر $0/51\ g$ در $100\ g$ آب است. غلظت مولار محلول سیرشده‌ی آن در این دما ($d \approx 1\ g.mL^{-1}$) به تقریب کدام است؟ ($O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1}$) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۴)*

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۰۱ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۰۰۵

۲۱۳- اگر غلظت مولار محلول سیرشده‌ی سدیم هیدروکسید در آب در دمای معینی برابر با $10\ mol.L^{-1}$ و چگالی محلول $1/2\ g.mL^{-1}$ باشد، انحلال‌پذیری سدیم هیدروکسید در همین دما کدام است؟ ($Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۳۳/۳ ۲) ۴۸ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵/۲

۲۱۴- با توجه به شکل روبه‌رو، محلول سیرشده‌ای از پتاسیم دی‌کرومات ($M=252 : g.mol^{-1}$) در ۵۰۰ گرم آب در دمای $90\ ^\circ C$ تهیه شده است. در کدام دمای سلسیوس، غلظت محلول به حدود $0/5\ mol.L^{-1}$ می‌رسد و در این دما چند گرم از این نمک رسوب می‌کند؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی شود. چگالی آب، $1\ g.mL^{-1}$ است.) *(سراسری تجربی ۹۱)*



۱) ۵، ۳۵

۲) ۵۸، ۲۰

۳) ۲۵۰، ۳۵

۴) ۲۸۷، ۲۰

۲۱۵- چگالی نمونه‌ای از آب دریا برابر با $1/05$ گرم بر میلی‌لیتر بوده و مقدار $NaCl$ در آن ۲/۳۴ درصد جرمی است. غلظت $NaCl$ در یک محلول سیرشده برابر با $5/25$ مول بر لیتر است. اگر ۱۰۰۰ متر مکعب از آب دریا با مشخصات فوق داشته باشیم، چند متر مکعب از آن باید تبخیر شود تا تشکیل بلور جامد $NaCl$ شروع شود؟ ($Cl=35/5, Na=23 : g.mol^{-1}$) *(المپیاد شیمی ۹۴)*

۱) ۹۲۰ ۲) ۸۵۰ ۳) ۷۶۰ ۴) ۶۵۰

www.ShimiPedia.ir

۲۱۶- ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول $8/5\ mol.L^{-1}$ آمونیوم کلریدی که در یک دمای معین تهیه شده است را تا دمای $20^\circ C$ سرد می‌کنیم. به تقریب چند گرم آمونیوم کلرید از این محلول رسوب می‌کند؟ (انحلال پذیری آمونیوم کلرید ۳۷ g در ۱۰۰ g آب در دمای $20^\circ C$ است و چگالی محلول $1/5\ g/mL$ است). $(NH_4Cl = 53/5 : g.mol^{-1})$ *(المپیاد شیمی ۸۷ با تغییر)*

۱) ۱۳/۶ ۲) ۲۴/۶ ۳) ۳۷/۰۰ ۴) ۴۰

معادله‌ی انحلال‌پذیری

۲۱۷- معادله‌ی انحلال‌پذیری (S)، (گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب) یک نمک در آب برحسب دمای سلسیوس، $\theta(^\circ C)$، به صورت $S = 0/8\theta + 68$ است. کدام گزینه از راست به چپ در مورد نمودار انحلال‌پذیری این نمک در آب و درصد جرمی آن در محلول سیرشده در دمای $40^\circ C$ درست است؟ *(المپیاد شیمی ۸۲ با خیلی تغییرا)*

۱) صعودی، ۳۲ ۲) صعودی، ۵۰
۳) نزولی، ۳۲ ۴) نزولی، ۵۰

۲۱۸- اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری دو ماده‌ی A و B در آب برحسب دما، به ترتیب به صورت $S = -0/15\theta + 36$ و $S = 0/3\theta + 27$ باشد، چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) اثر افزایش دما بر انحلال‌پذیری ماده‌ی B بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی A است.

ب) نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A نزولی و نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B صعودی است.

پ) در دمای $40^\circ C$، انحلال‌پذیری ماده‌ی A بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی B است.

ت) در دمایی بیشتر از $15^\circ C$، انحلال‌پذیری این دو ماده با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۹- براساس داده‌های جدول مقابل که انحلال‌پذیری دو ماده را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم آب، نشان می‌دهد، می‌توان پیش‌بینی کرد که انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم کلرید در دمای $70^\circ C$ به ترتیب برابر با ..... و ..... گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

دما (°C)	انحلال‌پذیری $NaNO_3$ (S)	انحلال‌پذیری KCl (S)
۰	۷۲	۲۷
۱۰	۸۰	۳۰
۲۰	۸۸	۳۳
۳۰	۹۶	۳۶

۱) ۱۲۰ ـ ۴۵ ۲) ۱۲۰ ـ ۴۸ ۳) ۱۲۸ ـ ۴۵ ۴) ۱۲۸ ـ ۴۸

۲۲۰- اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما به صورت $S = -0/15\theta + 36$، باشد، در چه دمایی، در ۶۵ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات، ۱۵ گرم از این نمک وجود دارد؟

۱) ۲۸ ۲) ۳۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۶

۲۲۱- با توجه به معادله‌ی انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما $(S = 0/3\theta + 27)$، کدام عبارت نادرست است؟

۱) اگر در دمای $30^\circ C$، ۳۵ گرم پتاسیم کلرید را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرنشده به دست می‌آید.

۲) در ۲۶ گرم از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید در دمای $10^\circ C$، ۶ گرم از این ماده وجود دارد.

۳) اگر ۳۰/۲ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید را از دمای $80^\circ C$ تا $50^\circ C$ سرد کنیم، ۱/۸ گرم رسوب حاصل می‌شود.

۴) محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید در دمای $70^\circ C$، یک محلول سیرشده است.

۲۲۲- با توجه به جدول داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

ماده	معادله‌ی انحلال‌پذیری
$NaNO_3$	$S = 0/8\theta + 72$
KCl	$S = 0/3\theta + 27$
Li_2SO_4	$S = -0/15\theta + 36$

آ) در هر دمایی، انحلال‌پذیری سدیم نیترات از پتاسیم کلرید بیشتر است.

ب) اختلاف انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم کلرید در هر دمایی برابر با ۴۵ گرم است.

پ) در بازه‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $100^\circ C$، نمی‌توان محلول ۵۰ درصد جرمی از پتاسیم کلرید تهیه کرد.

ت) جرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید و لیتیم سولفات در دمای $20^\circ C$ با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۳- معادله‌ی انحلال‌پذیری یک ماده‌ی جامد در آب را می‌توان به صورت $S = a\theta + b$ نشان داد. اگر انحلال‌پذیری این ماده در دو دمای $10^\circ C$ و $35^\circ C$ به ترتیب برابر با ۳۰ و ۵۰ گرم باشد، $b - a$ کدام است؟

۱) ۲۱/۰ ۲) ۲۱/۲ ۳) ۲۱/۴ ۴) ۲۱/۶

www.ShimiPedia.ir

۱۶۳- گزینه ۱ ابتدا حساب می‌کنیم که در ۳۰۰ گرم محلول ۸۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید چند گرم NaOH وجود دارد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شده NaOH}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{\text{جرم حل‌شده NaOH}}{۳۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم حل‌شده NaOH} = ۲۴۰\,g$$

از طرفی حساب می‌کنیم که ۱۲۵ mL محلول $۱۲\,mol.L^{-۱}$ سدیم هیدروکسید، شامل چند گرم از آن است:

$$۱۲۵\,mL\ NaOH \times \frac{۱۲\,mol\ NaOH}{۱۰۰۰\,mL\ NaOH} \times \frac{۴۰\,g\ NaOH}{۱\,mol\ NaOH} = ۶۰\,g\ NaOH$$

در قدم بعدی به کمک چگالی و حجم محلول دوم، جرم محلول را به دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی}\ (g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول}\ (g)}{\text{حجم محلول}\ (mL)} \Rightarrow ۱/۶ = \frac{\text{جرم محلول}}{۱۲۵} \Rightarrow \text{جرم محلول} = ۲۰۰\,g$$

و در آخر محاسبه‌ی درصد جرمی NaOH در محلول نهایی:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۴۰+۶۰}{۳۰۰+۲۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۶۰$$

۱۶۴- گزینه ۲ ابتدا باید غلظت مولی محلول ۵٪ جرمی آمونیوم نیترات با چگالی $۱/۶\,g.mL^{-۱}$ را حساب کنیم:

$$M = \frac{۱۰\,ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times ۵ \times ۱/۶}{۸۰} = ۱\,mol.L^{-۱}$$

از طرفی حجم ۱۴۴ گرم محلول $۰/۱\,mol.L^{-۱}$ آمونیوم نیترات با چگالی $۱/۲\,g.mL^{-۱}$ برابر است با:

$$\text{چگالی}\ (g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول}\ (g)}{\text{حجم محلول}\ (mL)} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{۱۴۴}{\text{حجم محلول}\ (mL)} = ۱۲۰\,mL$$

حالا به راحتی می‌توان غلظت مولی محلول حاصل از مخلوط‌کردن دو محلول فوق را به‌دست آورد:

$$M_۱ = ۱\,mol.L^{-۱} \quad V_۱ = ۸۰\,mL$$
$$M_۲ = ۰/۱\,mol.L^{-۱} \quad V_۲ = ۱۲۰\,mL$$
$$\Rightarrow M = \frac{M_۱V_۱ + M_۲V_۲}{V_۱ + V_۲} = \frac{(۱ \times ۸۰) + (۰/۱ \times ۱۲۰)}{۸۰+۱۲۰} = ۰/۴۶\,mol.L^{-۱}$$

۱۶۵- گزینه ۳ ۱۰۰ g محلول آبی ۴۰ درصد جرمی اتانول شامل ۴۰ گرم اتانول است. *این از محلول اول! بریم سراغ محلول دوم!* در این محلول به کمک فرمول *مشکل‌گشا* درصد جرمی اتانول را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی اتانول}\ (C_۲H_۵OH): (۲ \times ۱۲) + ۱۶ + (۶ \times ۱) = ۴۶\,g.mol^{-۱}$$

$$M = \frac{۱۰\,ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow ۶/۲۵ = \frac{۱۰ \times a \times ۱/۱۵}{۴۶} \Rightarrow a = ٪۲۵$$

با توجه به رابطه‌ی درصد جرمی اگر جرم محلول دوم را برابر x بگیریم، می‌توانیم بنویسیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۵ = \frac{\text{جرم اتانول}}{x} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم اتانول در محلول دوم} = ۰/۲۵x$$

این هم از محلول دوم! *بریم سر وقت محلول نهایی:*

$$\text{جرم اتانول در محلول نهایی} = ۴۰ + ۰/۲۵x$$
$$\text{جرم محلول نهایی} = ۱۰۰ + x$$
$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{\text{جرم اتانول در محلول نهایی}}{\text{جرم محلول نهایی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۰ = \frac{۴۰ + ۰/۲۵x}{۱۰۰ + x} \times ۱۰۰$$
$$\Rightarrow ۳۰۰ + ۳x = ۴۰۰ + ۲/۵x \Rightarrow ۰/۵x = ۱۰۰ \Rightarrow x = ۲۰۰\,g$$

دقت کنید که این مقدار، جرم محلول دوم است و سؤال از ما حجم آن را خواسته، بنابراین داریم:

$$\text{چگالی}\ (g.mL^{-۱}) = \frac{\text{جرم}\ (g)}{\text{حجم}\ (mL)} \Rightarrow ۱/۱ = \frac{۲۰۰}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} \simeq ۱۸۲\,mL$$

۱۶۶- گزینه ۳

انحلال‌پذیری مواد در آب

۲۴

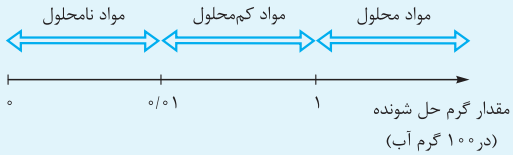
انحلال‌پذیری، بیش‌ترین مقدار از یک ماده برحسب گرم است که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول!) حل می‌شود.

بر این اساس می‌توان مواد را برحسب مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، به ۳ دسته تقسیم کرد:

انواع مواد:
- محلول در آب ← موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب بیش‌تر باشد.
- نامحلول در آب ← موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب کم‌تر باشد.
- کم‌محلول در آب ← موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد.

www.ShimiPedia.ir

به‌طور خلاصه می‌توان گفت:



نکته! به محلولی که در یک دمای معین نمی‌تواند مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل شونده را در خود حل کند، محلول سیرشده می‌گویند (*عجله نکنین!* جلوتر در مورد محلول‌های سیرنشده و سیرشده به‌طور مفصل خواهیم خواند).

خب! حالا می‌ریم سراغ جدول صفحه‌ی ۱۰۸ کتاب درسی! و هرچی که این‌ور اون ور کتاب هست. چندتا ماده‌ی محلول، کم‌محلول و نامحلول وجود داره که دانستن آن‌ها بر شما واجب است! ما هم در راستای کمک به شما! اونا رو براتون دسته‌بندی کردیم:

۱- مواد محلول

- جلوتر می‌خوانیم که اتانول یا همان الکل معمولی (C_2H_5OH) که به هر نسبتی در آب حل می‌شود (*یعنی هر چه‌قدر که این ماده رو داخل آب بریزیم، همه‌اش که محلول سیر بشه!!*)

توجه در صفحه‌ی ۱۱۸ کتاب درسی می‌خوانیم که استون ($CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$) نیز مانند اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود، بنابراین از استون هم نمی‌توان محلول سیرشده در آب تهیه کرد.

- شکر یا همان ساکاروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
- سدیم نیترات ($NaNO_3$) (و به‌طور کلی همه‌ی نمک‌های دارای یون نیترات (NO_3^-))، مانند نقره نیترات ($AgNO_3$) و آلومینیم نیترات ($Al(NO_3)_3$)
- سدیم کلرید ($NaCl$)

کتاب درسی در این فصل *فاش می‌کند!* که ترکیب‌های یونی زیر هم جزو مواد محلول در آب هستند:

- سدیم سولفات (Na_2SO_4)
- کلسیم کلرید $CaCl_2$
- منیزیم سولفات ($MgSO_4$)
- باریم کلرید $BaCl_2$
- آمونیوم سولفات $(NH_4)_2SO_4$
- سدیم کلرید $NaCl$
- سدیم فسفات (Na_3PO_4)

۲- مواد کم‌محلول

- کلسیم سولفات ($CaSO_4$)

۳- مواد نامحلول

- نقره کلرید ($AgCl$)
- کلسیم فسفات ($Ca_3(PO_4)_2$)
- باریم سولفات ($BaSO_4$)

۱۶۷- گزینه ۲ با توجه به کادر «۲۴»، سدیم نیترات یک ماده‌ی محلول در آب، کلسیم فسفات و نقره کلرید جزو مواد نامحلول در آب و کلسیم سولفات یک ماده‌ی کم‌محلول در آب است.

۱۶۸- گزینه ۴ با توجه به تعریف مواد محلول، کم‌محلول و نامحلول در آب، مواد موجود در جدول را طبقه‌بندی می‌کنیم:

مواد محلول	انحلال‌پذیری > ۱g
مواد کم‌محلول	۱g > انحلال‌پذیری > ۰/۰۱g
مواد نامحلول	۰/۰۱g > انحلال‌پذیری

۱- یک ماده‌ی محلول (شکر)

۲- دو ماده‌ی نامحلول (نقره کلرید ـ کلسیم فسفات)

۳- یک ماده‌ی کم‌محلول (کلسیم سولفات)

۱۶۹- گزینه ۴ ابتدا مقدار گرم حل‌شده از مواد A، B و C را در هر یک از لوله‌های آزمایش به‌دست می‌آوریم:

A : مقدار گرم حل‌شده = مقدار افزوده‌شده − مقدار رسوب = ۱ − ۰/۸۷۵ = ۰/۱۲۵ g

B : مقدار گرم حل‌شده = مقدار افزوده‌شده − مقدار رسوب = ۱ − ۰/۹۹۵ = ۰/۰۰۵ g

C : مقدار گرم حل‌شده = مقدار افزوده‌شده − مقدار رسوب = ۱ − ۰/۷۳۵ = ۰/۲۶۵ g

www.ShimiPedia.ir

دست نگه دارین! هنوز به جواب آخر نرسیدیم! این مقادیر حل‌شده به ازای ۱۰g آب است، اما تعریف انحلال‌پذیری، مقدار ماده‌ی حل‌شونده در ۱۰۰g آب است پس باید برای هر یک از لوله‌های آزمایش، مقدار حل‌شونده را برحسب ۱۰۰g آب به‌دست آوریم:

$$A: 100\,g_{\text{آب}} \times \frac{0/125\,g_{\text{حل‌شونده}}}{10\,g_{\text{آب}}} = 1/25\,g \quad , \quad B: 100\,g_{\text{آب}} \times \frac{0/005\,g_{\text{حل‌شونده}}}{10\,g_{\text{آب}}} = 0/05\,g \quad , \quad C: 100\,g_{\text{آب}} \times \frac{0/265\,g_{\text{حل‌شونده}}}{10\,g_{\text{آب}}} = 2/65\,g$$

با توجه به مقدار انحلال‌پذیری که برای مواد محلول و کم‌محلول گفتیم، مواد A و C محلول و ماده‌ی B کم‌محلول است.

۱۷۰- گزینه ۴

محلول‌های گرسنه، سیر و در حال انفجار!

محلول‌ها را می‌توان برحسب مقدار ماده‌ی حل‌شونده‌ی موجود در آن‌ها به ۳ دسته تقسیم کرد:

۱- محلول سیرنشده

محلولی است که در یک دمای معین، می‌تواند مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شونده را در خود حل کند. به‌عبارت دیگر **در محلول سیرنشده** (*گرسنه!*) **مقدار ماده‌ی حل‌شونده، کم‌تر از مقدار انحلال‌پذیری آن ماده در همان دما است.**

مثال انحلال‌پذیری شکر در دمای $25^\circ C$ برابر ۲۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اگر در ظرفی کم‌تر از ۲۰۵ گرم مثلاً ۲۰۰ گرم شکر را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، محلول به‌دست آمده سیرنشده است و هنوز جا دارد که ۵ گرم دیگر *نوش جان کند تا سیر شود!*

۲- محلول سیرشده

محلولی است که در یک دمای معین، نمی‌تواند مقدار بیش‌تری از ماده‌ی حل‌شونده را در خود حل کند. یعنی اگر به آن مقدار کمی ماده‌ی حل‌شونده اضافه کنیم، همان مقدار رسوب می‌کند. به‌عبارت دیگر **در محلول سیرشده، مقدار ماده‌ی حل‌شونده دقیقاً برابر مقدار انحلال‌پذیری آن ماده در همان دما است.**

مثال اگر ۲۰۵ گرم شکر را در دمای $25^\circ C$ در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرشده خواهیم داشت و در صورت اضافه کردن ۵ گرم شکر به این محلول، همه‌ی این ۵ گرم رسوب خواهد کرد.

۳- محلول فراسیرشده

محلولی است که در یک دمای معین، مقدار ماده‌ی حل‌شونده‌ی موجود در آن بیش‌تر از مقدار ماده‌ی حل‌شونده در محلول سیرشده است. به‌عبارت دیگر **در محلول فراسیرشده، مقدار ماده‌ی حل‌شونده، بیش‌تر از مقدار انحلال‌پذیری آن ماده در همان دما است.** ممکن است این سؤال برایتان پیش بیاید که چگونه می‌توان محلول فراسیرشده تهیه کرد؟ *عجله نکنین! در آینده‌ای نه چندان دور! طرز پخت این نوع محلول را آموزش خواهیم داد!*

توجه محلول فراسیرشده، ناپایدار (*در حال انفجار!*) است و با کوچک‌ترین عامل خارجی مثل ضربه‌زدن به ظرف محلول، اضافه‌کردن مقداری حل‌شونده، مقدار اضافی حل‌شده در محلول رسوب می‌کند و محلول دوباره به یک محلول سیرشده تبدیل می‌شود.

مثال اگر در دمای $25^\circ C$، توانسته باشیم *با یه کلکی!* ۲۳۰ گرم شکر را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، محلول حاصل فراسیرشده است. چون این محلول توانسته ۲۵ گرم شکر بیش‌تر از میزان انحلال‌پذیری آن در این دما، در خود حل کند.

حالا اگر به این محلول مقدار کمی شکر مثلاً ۵ گرم اضافه کنیم، این مقدار (۵g) به همراه مقدار اضافی که حل شده بود (۲۵g) یعنی در مجموع ۳۰ گرم شکر رسوب می‌کند و ما دوباره یک محلول سیرشده خواهیم داشت.

تمرین **اگر مقدار اندکی از بلور سدیم استات به محلول ..... آن افزوده شود، در آن صورت .....** .

۱) فراسیرشده ـ مقدار افزوده‌شده، نامحلول باقی می‌ماند. (*سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۵*)

۲) سیرشده ـ مقداری از سدیم استات حل‌شده‌ی موجود در محلول، همراه مقدار افزوده‌شده، ته‌نشین می‌شود.

۳) فراسیرشده ـ به‌سرعت مقدار بیش‌تری سدیم استات به‌صورت بلوری رسوب می‌کند.

۴) سیرشده ـ به‌سرعت مقدار بیش‌تری سدیم استات به‌صورت بلوری رسوب می‌کند.

جواب: گزینه‌ی «۳» همان‌طور که گفتیم، محلول فراسیرشده ناپایدار است و اگر مقدار اندکی از ماده‌ی حل‌شونده به آن اضافه شود، این مقدار به همراه مقدار اضافی از ماده‌ی حل‌شونده که در محلول فراسیرشده، حل شده بود همگی با هم سریعاً رسوب می‌کنند. به این ترتیب اگر مقدار اندکی از بلور سدیم استات به **محلول فراسیرشده‌ی** آن اضافه شود، در این صورت به‌سرعت مقدار بیش‌تری سدیم استات به‌صورت بلوری رسوب می‌کند.

www.ShimiPedia.ir

بچه‌ها مراقب باشین! اگر مقدار اندکی از بلور سدیم استات به **محلول سیرشده‌ی** آن اضافه شود، فقط همان مقدار اضافه‌شده رسوب می‌کند.

نتیجه‌گیری برای تشخیص محلول سیرنشده، سیرشده و فراسیرشده کافیست مقدار کمی از ماده‌ی حل‌شونده را به محلول مورد نظر اضافه کنیم.

در این صورت ۳ حالت زیر اتفاق می‌افتد:

۱- مقدار اضافه‌شده، حل می‌شود.

محلول سیرنشده است.

۲- همان مقدار اضافه‌شده، رسوب می‌کند.

محلول سیرشده است.

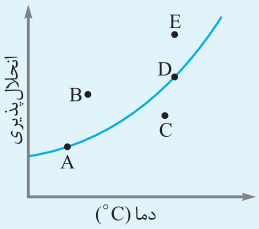
۳- بیش‌تر از مقدار اضافه‌شده، رسوب می‌کند.

محلول فراسیرشده است.

نکته! همان‌طور که قبلاً گفتیم دما بر انحلال‌پذیری مواد تأثیر دارد. به نموداری که اثر دما را بر انحلال‌پذیری یک ماده نشان می‌دهد، منحنی انحلال‌پذیری ـ دما می‌گویند.

در این نمودار، **هر نقطه روی منحنی، نشان‌دهنده‌ی محلول سیرشده است** زیرا در این حالت، ماده‌ی حل‌شونده دقیقاً به اندازه‌ی انحلال‌پذیری خودش حل شده است. این در حالی است که **هر نقطه زیر منحنی انحلال‌پذیری، یک محلول سیرنشده** (کم‌تر از مقدار انحلال‌پذیری ماده‌ی حل‌شونده) **و هر نقطه بالای منحنی، یک محلول فراسیرشده** (بیش‌تر از مقدار انحلال‌پذیری ماده‌ی حل‌شونده) **را نشان می‌دهد.**

مثال در نمودار روبه‌رو، نقطه‌های A و D محلول سیرشده، B و E فراسیرشده و C سیرنشده را نشان می‌دهند.



بچه‌ها مراقب باشین! به غیر از استون و اتانول که به هر نسبتی در آب حل می‌شود و نمی‌توان از آن محلول سیرشده تهیه کرد، از بقیه‌ی ترکیب‌های داده‌شده می‌توانیم محلول سیرشده در آب درست کنیم!

یه وقت فردایی نگرده! نگیر که نقره کلرید، کلسیم فسفات و باریم سولفات جزو مواد نامحلول‌اند و نمی‌توانیم از آن‌ها محلول سیرشده تهیه کنیم! قبلاً گفتیم که انحلال‌پذیری مواد نامحلول کم‌تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. از طرفی خواندیم که در محلول سیرشده، مقدار ماده‌ی حل‌شونده، دقیقاً برابر مقدار انحلال‌پذیری آن ماده است. پس مواد نامحلول می‌توانند به همان میزان کم در آب حل‌شده و محلول سیرشده ایجاد کنند.

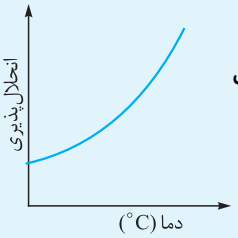
۱۷۱- گزینه ۲

۲۶

دما چه بلایی بر سر انحلال‌پذیری مواد می‌آورد؟!

دیدید که مقدار انحلال‌پذیری در دمای معین، برای ترکیب‌های یونی، متفاوت است. افزون بر ویژگی‌های ترکیب یونی، دما نیز عامل مهمی در میزان انحلال‌پذیری مواد در آب است. حالا در این‌جا می‌خواهیم ببینیم چه بوری؟!

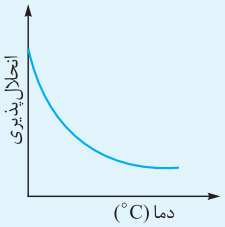
۱ **نمودار انحلال‌پذیری برخی مواد (مانند KNO_3 ، KCl ، $NaNO_3$) برحسب دما، صعودی است یعنی انحلال‌پذیری آن‌ها با افزایش دما، افزایش می‌یابد.**



انحلال‌پذیری با دما رابطه‌ی مستقیم دارد.

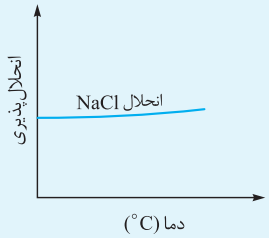
www.ShimiPedia.ir

۲ در برخی مواد (مانند Li_2SO_4) با افزایش دما، انحلال‌پذیری ماده‌ی حل‌شونده کم‌تر شده، در نتیجه منحنی انحلال‌پذیری آن‌ها برحسب دما، نزولی است.[1]



⇒ انحلال‌پذیری با دما رابطه‌ی عکس دارد.

۳ برای برخی از مواد، تغییر دما تأثیر چندانی بر انحلال‌پذیری ندارد، بنابراین منحنی انحلال‌پذیری آن‌ها برحسب دما به‌صورت خطی تقریباً افقی (با شیب بسیار کم) است.



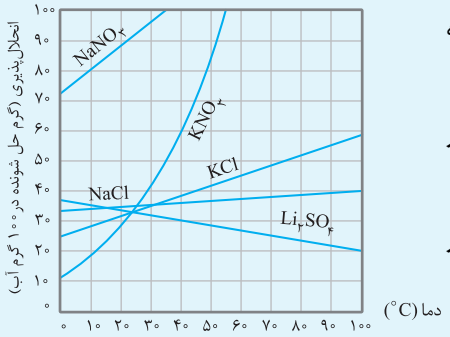
توجه در آینده خواهیم خواند که افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شود. بنابراین چه منحنی انحلال‌پذیری صعودی و چه نزولی باشد، با افزایش دما سرعت انحلال ماده زیاد می‌شود. در مورد انحلال NaCl در آب هم هر چند افزایش دما بر مقدار انحلال‌پذیری آن اثری ندارد اما می‌تواند سرعت حل‌شدن NaCl را در آب زیاد کند.

و در آخر بهتر است اطلاعات زیر را در مورد موادی که نمودار انحلال‌پذیری آن‌ها در کتاب درسی رسم شده است، *تو مغزتون* **Save** *کنین.*

ماده	نمودار انحلال‌پذیری	شرایط مناسب برای انحلال‌پذیری بیشتر در آب
لیتیم سولفات (Li_2SO_4)	خطی، نزولی	دمای پایین
سدیم نیترات ($NaNO_3$)	خطی، صعودی	دمای بالا
پتاسیم نیترات (KNO_3)	منحنی (با شیب زیاد)، صعودی	دمای بالا
پتاسیم کلرید (KCl)	خطی، صعودی	دمای بالا
سدیم کلرید (NaCl)	خطی (با شیب کم)، صعودی	دمای بالا

تا حالا داشتیم می‌گفتیم که اثر دما بر انحلال‌پذیری یک ماده *چه جوریه؟! یعنی اون رو کم می‌کنه یا زیاد می‌کنه؟!* از این‌جا به بعد می‌خواهیم *یه مرحله دیگه بریم جلوتر!* و ببینیم «اثر دما بر انحلال‌پذیری کدام ماده کم‌تر یا بیش‌تر است؟»

به‌طور کلی هرچه شیب نمودار انحلال‌پذیری یک ماده بیش‌تر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن ماده بیش‌تر است.

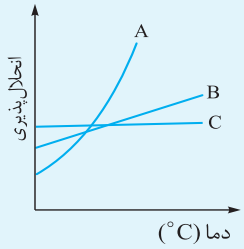


نکته! با توجه به نمودارهای رسم‌شده در صفحه‌ی ۱۱۰ کتاب درسی، *برانید و آگاه باشید!* که:

۱ تأثیر دما بر انحلال‌پذیری KNO_3 از بقیه‌ی نمک‌های موجود در این نمودار **بیش‌تر** است زیرا شیب منحنی آن از بقیه بیش‌تر می‌باشد.

۲ تأثیر دما بر انحلال‌پذیری **NaCl** از بقیه نمک‌های موجود در این نمودار **کم‌تر** است زیرا شیب منحنی آن از بقیه کم‌تر می‌باشد.

تمرین با توجه به نمودار روبه‌رو که روند تغییر انحلال‌پذیری سه ماده‌ی **A** و **B** و **C** را نسبت به دما نشان می‌دهد، **A** و **B** و **C** را به‌ترتیب از راست به چپ می‌توان ..... ، ..... و ..... درنظر گرفت.



(سراسری ریاضی ۸۷ با کلی تغییر)

۱) KCl ، $NaCl$ ، KNO_3

۲) $NaCl$ ، KCl ، KNO_3

۳) $NaCl$ ، KCl ، $NaNO_3$

۴) KCl ، $NaCl$ ، $NaNO_3$

۱- *هواستون باشه!* نموداری که رسم کردیم کاملاً شماتیک است. مثلاً نمودار انحلال‌پذیری Li_2SO_4 *به طور کاملاً اتفاقی!* تقریباً خطی است.

www.ShimiPedia.ir

جواب: گزینه‌ی «۲» با توجه به توضیحات بالا، بیش‌ترین شیب مربوط به KNO_3 و کم‌ترین شیب مربوط بـه NaCl اسـت. بنـابراین تنها گزینه‌ی (۲) می‌تواند درست باشد و *بس!*

بچه‌ها مراقب باشین! نمودار انحلال‌پذیری $NaNO_3$، نموداری خطی با شیب زیاد اسـت نـه منحنـی! پـس *یه وقت اشتباهی جواب رو* گزینه‌ی (۳) و ماده‌ی A را $NaNO_3$ در نظر نگیرید!

با توجه به نمودار داده‌شده، ۴۰ گرم پتاسیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب، در دمای $45\ ^\circ C$ یک محلول سیرشده را می‌سـازد (نقطـه‌ای روی منحنـی انحلال‌پذیری KCl) پس تا همین‌جا گزینه‌های (۱) و (۴) *پرا*

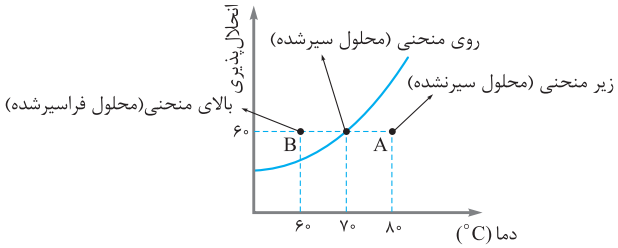
بریم سراغ پتاسیم نیترات! چون ما انحلال‌پذیری را در ۱۰۰ گرم آب تعریف می‌کنیم، محلول ۳۰ گرم پتاسیم نیترات در ۵۰ گرم آب در واقع همان محلول ۶۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب است که در دمای $40\ ^\circ C$ سیرشده است. همان‌طور که می‌بینید به طور کلی در دماهای بالاتر از $40\ ^\circ C$، هر نقطه که نشان‌دهنده‌ی انحلال ۶۰ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب است، پایین منحنی انحلال‌پذیری KNO_3 قرار می‌گیرد. پس یک محلول سیرنشده را نشان می‌دهد. یعنی گزینه‌ی (۳) هم *پرا* و جواب درست گزینه‌ی (۲) است.

۱۷۲- گزینه ۱

هر نقطه روی منحنی انحلال‌پذیری ⟸ محلول سیرشده
هر نقطه بالای منحنی انحلال‌پذیری ⟸ محلول فراسیرشده
هر نقطه زیر منحنی انحلال‌پذیری ⟸ محلول سیرنشده

۱۷۳- گزینه ۱ با توجه به نمودار داده‌شده، ۶۰ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب در دمای $70\ ^\circ C$ یک محلول سیرشده را مـی‌سـازد (نقطه‌ای روی منحنی انحلال‌پذیری NH_4Cl). همان‌طور که می‌بینید به‌طور کلی در دماهای بالاتر از $70\ ^\circ C$، هر نقطه که نشان‌دهنده‌ی انحـلال ۶۰ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب است، پایین منحنی انحلال‌پذیری NH_4Cl قرار می‌گیرد پس یک محلول سیرنـشده را نـشان مـی‌دهـد (ماننـد نقطه‌ی A در دمای $80\ ^\circ C$).

از طرفی به‌طور کلی در دماهای پـایین‌تـر از $70\ ^\circ C$، هـر نقطـه کـه نشان‌دهنده‌ی انحلال ۶۰ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب اسـت، بالای منحنی انحلال‌پذیری NH_4Cl قرار می‌گیرد پس یک محلول فراسیرشده را نشان می‌دهد (مانند نقطه‌ی B در دمای $60\ ^\circ C$).



۱۷۴- گزینه ۲ به *تنها!* تمرین کادر «۲۶» مراجعه کنید.

۱۷۵- گزینه ۲ ردیف‌های ۲ و ۳ جدول درست‌اند. اگه شک دارید نگاهی به کادر «۲۶» بیندازید.

تمرین کدام‌یک از مواد زیر در آب سرد بهتر حل می‌شود؟

۱) سدیم کلرید ☑ ۲) لیتیم سولفات ۳) پتاسیم نیترات ۴) پتاسیم کلرید

۱۷۶- گزینه ۲ به نمودار انحلال‌پذیری صفحه‌ی ۱۱۰ کتاب درسی دقت کنید. با افزایش دما، نمودار انحلال‌پذیری $NaNO_3$ و KNO_3 به هم نزدیک می‌شود به طوری که در دمای $60\ ^\circ C$ تقریباً به هم می‌رسند! پس با افزایش دما، تفاوت انحلال‌پذیری این دو ماده کم می‌شود نه زیاد! علت درستی بقیه‌ی گزینه‌ها را در همان نمودار پیدا می‌کنید.

۱۷۷- گزینه ۲ عبارت‌های «آ» و «پ» درست‌اند.

آ) *کاملاً درسته!* این جمله‌ها را در پاراگراف اول صفحه‌ی ۱۰۸ کتاب درسی پیدا می‌کنید.

ب) وقتی که مقدار نمک‌های کلسیم‌دار در ادرار بیشتر از انحلال‌پذیری این نمک‌ها باشد، مقدار اضافی رسوب یافته و سنگ کلیه تشکیل مـی‌شـود، بنابراین *دیگه فرد سالم نیست!*

پ) سدیم نیترات جزو مواد محلول و کلسیم سولفات جزو مـواد کـم‌محلـول اسـت. بـا توجـه بـه تعریـف مـواد محلـول و کـم‌محلـول، مطمئنـاً در دمای $25\ ^\circ C$ و ۱۰۰ گرم آب، جرم محلول سیرشده‌ی سدیم نیترات بیشتر از کلسیم سولفات است.

ت) اغلب سنگ‌های کلیه نمک‌های کلسیم‌داری هستند که باید به صورت محلول از طریق ادرار دفع می‌شدند *ولی نشدند!* مقدار این نمک‌ها بیـشتر از *حد مجاز!* شده و به صورت سنگ رسوب کرده‌اند.

www.ShimiPedia.ir

۱۷۸- گزینه ۲

مسائل انحلال‌پذیری (قسمت اول)

همان‌طور که قبلاً گفتیم، بیش‌ترین مقدار یک ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، نشان‌دهنده‌ی انحلال‌پذیری آن ماده در آب است. در ضمن محلول به‌دست آمده هم یک محلول سیرشده می‌باشد.

حالا می‌خواهیم شما را *از نزدیک*! با مسائل انحلال‌پذیری آشنا کنیم *پس* Let's go!

تمرین ۱ اگر بر اثر حل‌شدن ۰/۰۲ مول کلسیم برمید در ۲۵ گرم آب در دمای معین، یک محلول سیرشده به‌دست آید، میزان انحلال‌پذیری کلسیم برمید در آب در این دما، کدام است؟ ($Br = 80 , Ca = 40 : g.mol^{-1}$)

۱) ۸ ۲) ۹/۶ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

جواب: گزینه‌ی «۳» اول باید ببینیم ۰/۰۲ مول $CaBr_2$ معادل چند گرم است:

$$\text{جرم مولی } CaBr_2 = 40 + 2(80) = 200$$

$$0/02\,mol\,CaBr_2 \times \frac{200\,g\,CaBr_2}{1\,mol\,CaBr_2} = 4\,g\,CaBr_2$$

از آن‌جا که انحلال‌پذیری مواد را باید در ۱۰۰ گرم آب حساب کنیم، خواهیم داشت:

$$\text{انحلال‌پذیری} = 100\,g\,H_2O \times \frac{4\,g\,CaBr_2}{25\,g\,H_2O} = 16\,g\,CaBr_2$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم $CaBr_2$	گرم آب
$0/02 \times 200$	۲۵
x	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 0/02 \times 200}{25} = 16\,g\,CaBr_2$$

تمرین ۲ اگر از ۲۸/۵g محلول سیرشده‌ی پتاسیم نیترات در دمای معین پس از تبخیر کامل، مقدار ۳/۵g نمک خشک به‌دست آید، انحلال‌پذیری این نمک در آب برحسب گرم کدام است؟ *(سراسری تجربی ۸۷ با کمی تغییر)*[1]

۱) ۱۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

جواب: گزینه‌ی «۲» با توجه به تعریف انحلال‌پذیری، اول باید جرم آب (حلال) موجود در این محلول را حساب کنیم:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال (آب)} + \text{جرم حل‌شونده } (KNO_3) \Rightarrow 28/5 = \text{جرم حلال (آب)} + 3/5 \Rightarrow \text{جرم حلال (آب)} = 25\,g$$

تا این‌جا فهمیدیم ۳/۵ گرم KNO_3 می‌تواند در ۲۵ گرم آب حل شود، بنابراین انحلال‌پذیری این نمک برابر است با:

$$\text{انحلال‌پذیری} = 100\,g\,H_2O \times \frac{3/5\,g\,KNO_3}{25\,g\,H_2O} = 14\,g\,KNO_3$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم KNO_3	گرم آب
۳/۵	۲۵
x	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 3/5}{25} = 14\,g\,KNO_3$$

تمرین ۳ اگر انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات در آب در دمای معینی برابر ۲۰ گرم باشد، در ۵۰ گرم از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در این دما، به تقریب چند گرم از پتاسیم کلرات وجود دارد؟

۱) ۸/۳ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۶

جواب: گزینه‌ی «۱» با توجه به تعریف انحلال‌پذیری، از صورت سؤال متوجه می‌شویم که ۲۰ گرم $KClO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده است بنابراین جرم محلول سیرشده‌ی حاصل برابر با ۱۲۰ گرم (۱۲۰ = ۲۰ + ۱۰۰) است.

خب! تا این‌جا فهمیدیم که در ۱۲۰ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات، ۲۰ گرم $KClO_3$ وجود دارد. حالا به ازای ۵۰ گرم از این محلول، مقدار پتاسیم کلرات موجود برابر است با:

$$50\,g\,\text{محلول سیرشده} \times \frac{20\,g\,KClO_3}{120\,g\,\text{محلول سیرشده}} \simeq 8/3\,g\,KClO_3$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم $KClO_3$	گرم محلول سیرشده
۲۰	۱۲۰
x	۵۰

$$\Rightarrow x = \frac{50 \times 20}{120} = 8/3\,g\,KClO_3$$

۱- *یک اعتراف! دروغ چرا؟! راستش ما صورت سؤال کنکور سراسری رو کمی دستکاری! کردیم.* آخه طراح تو اصل سؤال، تعریف انحلال‌پذیری رو *لو* داده *بود* و خواسته بود انحلال‌پذیری این نمک برحسب گرم در ۱۰۰ گرم آب حساب بشود. ما هم چون دیدیم دیگه سؤال خیلی آسون شده، *با یه کم سانسور! هیجان سؤال رو بیش‌تر کردیم!*

www.ShimiPedia.ir

تمرین۴ اگر انحلال‌پذیری سدیم سولفید در آب در دمای معینی برابر ۴۰ گرم باشد، در چند گرم از محلول سیرشده‌ی آن در همین دما، ۰/۲ مول سدیم سولفید وجود دارد؟ $(S = ۳۲ , Na = ۲۳ : g.mol^{-1})$

۱) ۲۷/۵ ۲) ۳۸/۵ ۳) ۳۹ ۴) ۵۴/۶

جواب: گزینه‌ی «۴» با توجه به اطلاعات داده‌شده، می‌توان گفت ۴۰ گرم Na_2S در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و یک محلول سیرشده که جرمی برابر ۱۴۰ گرم دارد (۱۴۰ = ۴۰ + ۱۰۰) درست می‌کند.

خب! حالا می‌خواهیم ببینیم ۰/۲ مول Na_2S در چند گرم از این محلول سیرشده وجود دارد.

$$۰/۲\,mol\,Na_2S \times \frac{۷۸\,g\,Na_2S}{۱\,mol\,Na_2S} \times \frac{\text{محلول سیرشده } ۱۴۰\,g}{۴۰\,g\,Na_2S} = \text{محلول سیرشده } ۵۴/۶\,g$$

گرم Na_2S	گرم محلول سیرشده
۴۰	۱۴۰
۰/۲×۷۸	x

$$\Rightarrow x = \frac{۰/۲ \times ۷۸ \times ۱۴۰}{۴۰} = \text{محلول سیرشده } ۵۴/۶\,g$$

می‌شد این‌طوری هم نوشت!

با توجه به نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری KNO_3 در دمای $۳۵\,^\circ C$ برابر ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. حالا باید ببینیم در این دما حداکثر چند گرم KNO_3 در ۵۰ گرم آب حل می‌شود:

$$۵۰\,g\,\text{آب} \times \frac{۵۰\,g\,KNO_3}{۱۰۰\,g\,\text{آب}} = ۲۵\,g\,KNO_3 \quad \text{یا}$$

گرم آب	گرم KNO_3
۱۰۰	۵۰
۵۰	x

$$\Rightarrow x = \frac{۵۰ \times ۵۰}{۱۰۰} = ۲۵\,g\,KNO_3$$

پس با اضافه‌کردن ۲۵ گرم KNO_3 به ۵۰ گرم آب در $۳۵\,^\circ C$، ۷۵ گرم محلول سیرشده (۷۵ = ۵۰ + ۲۵) خواهیم داشت و حالا هر چه KNO_3 بیش‌تری به این محلول اضافه کنیم، در آب حل نشده و رسوب خواهد کرد.

مثلاً در این‌جا که ۵۰ گرم از این نمک را به ۵۰ گرم آب اضافه کردیم، *فقط و فقط!* ۲۵ گرم از آن در آب حل شده و ۷۵ گرم محلول سیرشده تشکیل می‌دهد و ۲۵ گرم KNO_3 اضافی رسوب می‌کند.

۱۷۹- گزینه۳ لطفاً به تمرین ۱ کادر «۲۷» مراجعه کنید.

۱۸۰- گزینه۲ لطفا به تمرین ۲ کادر «۲۷» مراجعه کنید.

۱۸۱- گزینه۱ تمرین ۳ کادر «۲۷» منتظر شماست.

تمرین اگر انحلال‌پذیری شکر در آب در دمای معین برابر با ۲۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، از تبخیر ۶۱ گرم محلول سیرشده‌ی شکر در این دما، چند گرم شکر خشک به دست می‌آید؟ *(آزمایشی سنجش ۸۹)*

۱) ۲۰/۵ ۲) ۲۱ ۳) ۳۰/۵ ۴) ۴۱ ✓

۱۸۲- گزینه۳ با توجه به شکل نشان‌داده‌شده، انحلال‌پذیری LiCl در دمای $۶۵\,^\circ C$ تقریباً برابر ۱۰۰ گرم LiCl در ۱۰۰ گرم آب است پس جرم این محلول سیرشده برابر ۲۰۰ گرم (۲۰۰ = ۱۰۰ + ۱۰۰) می‌باشد. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۲۰\,g\,\text{محلول سیرشده} \times \frac{۱۰۰\,g\,LiCl}{۲۰۰\,g\,\text{محلول سیرشده}} \simeq ۱۰\,g\,LiCl$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم LiCl	گرم محلول سیرشده
۱۰۰	۲۰۰
x	۲۰

$$\Rightarrow x = \frac{۲۰ \times ۱۰۰}{۲۰۰} = ۱۰\,g\,LiCl$$

۱۸۳- گزینه۲ با توجه به اطلاعات داده‌شده و تعریف انحلال‌پذیری، ۴۰ گرم Li_2SO_4 در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود پس جرم این محلول سیرشده برابر ۱۴۰ گرم (۱۴۰ = ۴۰ + ۱۰۰) است. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۴\,g\,Li_2SO_4 \times \frac{\text{محلول سیرشده } ۱۴۰\,g}{۴۰\,g\,Li_2SO_4} = \text{محلول سیرشده } ۱۴\,g$$

www.ShimiPedia.ir

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم محلول سیرشده		گرم Li_2SO_4
۱۴۰	⟶	۴۰
x	⟶	۴

$\Rightarrow x=\frac{۴\times۱۴۰}{۴۰}=۱۴g$ محلول سیرشده

۱۸۴- گزینه ۴ همه‌ی عبارت‌های داده‌شده درست‌اند.

آ) با توجه به این‌که انحلال‌پذیری سدیم نیترات، ۹۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، باید حساب کنیم که در ۲۰۰ گرم آب چند گرم $NaNO_3$ حل می‌شود:

گرم آب		گرم $NaNO_3$
۱۰۰	⟶	۹۲
۲۰۰	⟶	x

$\Rightarrow x=\frac{۲۰۰\times۹۲}{۱۰۰}=۱۸۴\,g$

پس در ۲۰۰ گرم آب، ۱۸۴ گرم سدیم نیترات حل شده و ۳۸۴ گرم (۳۸۴ = ۱۸۴ + ۲۰۰) محلول سیرشده به دست می‌آید.

ب) با توجه به این‌که در ۱۰۰ گرم آب، ۹۲ گرم سدیم نیترات حل می‌شود، می‌توان گفت که در ۱۹۲ گرم از این محلول، ۱۰۰ گرم آب وجود دارد و خواهیم داشت:

گرم آب		گرم محلول
۱۰۰	⟶	۱۹۲
x	⟶	۹۶

$\Rightarrow x=\frac{۹۶\times۱۰۰}{۱۹۲}=۵۰\,g$ آب

پ) در قسمت «آ» حساب کردیم که در ۲۰۰ گرم آب، ۱۸۴ گرم سدیم نیترات حل می‌شود در حالی که ما ۱۹۰ گرم سدیم نیترات به آب اضافه کرده بودیم. پس ۶ گرم (۶ = ۱۸۴ − ۱۹۰) رسوب خواهیم داشت:

$\text{درصد رسوب}=\frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم نمک اضافه‌شده}}\times۱۰۰=\frac{۶}{۱۹۰}\times۱۰۰\simeq ٪۳$

ت) *اگه یادتون باشه!* به مقدار گرم ماده‌ی حل‌شونده در ۱۰۰ گرم از یک محلول، درصد جرمی ماده‌ی حل‌شونده می‌گویند. *ببا!* در ۱۹۲ گرم از این محلول، ۹۲ گرم سدیم نیترات وجود دارد و ما باید حساب کنیم که در ۱۰۰ گرم محلول، چند گرم $NaNO_3$ خواهیم داشت:

گرم محلول		گرم $NaNO_3$
۱۹۲	⟶	۹۲
۱۰۰	⟶	x

$\Rightarrow x=\frac{۱۰۰\times۹۲}{۱۹۲}\simeq ۴۸$

پس درصد جرمی سدیم نیترات در محلول تقریباً ۴۸ درصد است.

۱۸۵- گزینه ۲ با توجه به تعریف انحلال‌پذیری و اطلاعات داده‌شده می‌توان گفت که در دمای $۴۵،۵۵\,^\circ C$ گرم پتاسیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. پس در ۱۴۵ گرم از این محلول، ۱۰۰ گرم آب وجود دارد. خواهیم داشت:

گرم آب		گرم محلول
۱۰۰	⟶	۱۴۵
x	⟶	۸۷

$\Rightarrow x=\frac{۸۷\times۱۰۰}{۱۴۵}=۶۰\,g$ آب

پس فهمیدیم که ۸۷ گرم محلول پتاسیم کلرید شامل ۶۰ گرم آب و ۲۷ گرم KCl است. سؤال گفته ۶۰ گرم آب دیگر به محلول اضافه می‌کنیم. *ما هم که کشف کردیم!* در ۶۰ گرم آب، ۲۷ گرم پتاسیم کلرید حل می‌شود.

۱۸۶- گزینه ۴ با توجه به این‌که انحلال‌پذیری KNO_3 در دمای $۳۰\,^\circ C$ برابر با ۴۰ گرم است، می‌توان گفت که در ۱۴۰ گرم از این محلول ۱۰۰ گرم آب وجود دارد و ما باید حساب کنیم که ۹۸ گرم از این محلول، شامل چند گرم آب است:

گرم آب		گرم محلول
۱۰۰	⟶	۱۴۰
x	⟶	۹۸

$\Rightarrow x=\frac{۹۸\times۱۰۰}{۱۴۰}=۷۰\,g$ آب

www.ShimiPedia.ir

پس ۹۸ گرم از محلول سیرشده‌ی KNO_3، شامل ۷۰ گرم آب و ۲۸ گرم نمک است. *خب!* سؤال به ما گفته می‌خواهیم مقداری آب به محلول اضافه کنیم تا محلول بتواند ۳۲ گرم دیگر KNO_3 را در خود حل کند. پس ما باید ببینیم که ۶۰ گرم (۶۰ = ۲۸ + ۳۲) از این نمک در چند گرم آب حل می‌شود:

گرم آب		گرم نمک
۱۰۰	←	۴۰
x	←	۶۰

$$\Rightarrow x = \frac{۶۰ \times ۱۰۰}{۴۰} = ۱۵۰\,g \text{ آب}$$

تا این‌جا فهمیدیم که برای حل‌شدن ۶۰ گرم نمک KNO_3 در دمای $30\,^\circ C$ به ۱۵۰ گرم آب نیاز داریم اما دقت کنید که از این ۱۵۰ گرم آب، ۷۰ گرم را قبلاً داشتیم! پس باید به محلول ۸۰ گرم (۸۰ = ۷۰ − ۱۵۰) آب دیگر اضافه کنیم.

۱۸۷- گزینه ۴ لطفاً به تمرین ۴ کادر «۲۷» مراجعه کنید.

۱۸۸- گزینه ۱ با توجه به شکل نشان‌داده‌شده، انحلال‌پذیری $KClO_3$ در دمای $70\,^\circ C$ برابر ۳۰ گرم از آن در ۱۰۰ گرم آب است. به این ترتیب جرم محلول سیرشده‌ی حاصل برابر ۱۳۰ گرم (۱۳۰ = ۱۰۰ + ۳۰) است و خواهیم داشت:

$$۶۳/۷\,g \text{ محلول سیرشده} \times \frac{۳۰\,g\,KClO_3}{۱۳۰\,g \text{ محلول سیرشده}} \times \frac{۱\,mol\,KClO_3}{۱۲۲/۵\,g\,KClO_3} = ۰/۱۲\,mol\,KClO_3$$

تمرین **اگر انحلال‌پذیری سدیم نیترات در $25\,^\circ C$ برابر ۹۲ g در ۱۰۰ g آب باشد، در ۱۰۵/۶ g محلول سیرشده از این نمک به تقریب چند مول آب وجود دارد؟ $(O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-1})$**

۱) ۴ ۲) ۳ ☑ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۸۹- گزینه ۴ انحلال‌پذیری سرب (II) نیترات (A)، پتاسیم کلرات (B)، پتاسیم نیترات (C) و پتاسیم دی‌کرومات (D) در دمای $20\,^\circ C$ به ترتیب حدوداً برابر با ۵۶، ۶، ۲۹ و ۱۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

بنابراین مقدار نمکی که در ۳۰۰ گرم آب می‌تواند حل شود، برای هر ترکیب برابر است با:

$$A: ۳۰۰\,g \text{ آب} \times \frac{۵۶\,g\,Pb(NO_3)_2}{۱۰۰\,g \text{ آب}} = ۱۶۸\,g\,Pb(NO_3)_2$$

در این‌جا همه‌ی ۱۰۰ گرم ترکیب A می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود.

$$\Rightarrow \text{جرم محلول} = ۳۰۰ + ۱۰۰ = ۴۰۰\,g$$

$$B: ۳۰۰\,g \text{ آب} \times \frac{۶\,g\,KClO_3}{۱۰۰\,g \text{ آب}} = ۱۸\,g\,KClO_3$$

در این‌جا تنها ۱۸ گرم از ترکیب B می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود.

$$\Rightarrow \text{جرم محلول} = ۳۰۰ + ۱۸ = ۳۱۸\,g$$

$$C: ۳۰۰\,g \text{ آب} \times \frac{۲۹\,g\,KNO_3}{۱۰۰\,g \text{ آب}} = ۸۷\,g\,KNO_3$$

در این‌جا تنها ۸۷ گرم از ترکیب C می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود.

$$\Rightarrow \text{جرم محلول} = ۳۰۰ + ۸۷ = ۳۸۷\,g$$

$$D: ۳۰۰\,g \text{ آب} \times \frac{۱۲\,g\,K_2Cr_2O_7}{۱۰۰\,g \text{ آب}} = ۳۶\,g\,K_2Cr_2O_7$$

در این‌جا تنها ۳۶ گرم از ترکیب D می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شود.

$$\Rightarrow \text{جرم محلول} = ۳۰۰ + ۳۶ = ۳۳۶\,g$$

خب! حالا با توجه به این‌که *طراح محترم می‌فرمایدا* از تغییر حجم حلال چشم‌پوشی کنیم، هر محلولی که *جرمش بیش، چگالی‌اش بیشتر!*

$$\Rightarrow A\,(۴۰۰g) > C\,(۳۸۷g) > D\,(۳۳۶g) > B\,(۳۱۸g)$$

یه‌جوردیگه برای مقایسه‌ی چگالی محلول‌ها $\left(\text{چگالی} = \frac{\text{جرم } m}{\text{حجم } V}\right)$، باید جرم و حجم آن‌ها را با هم مقایسه کنیم. جرم آب در هر چهار ظرف ۳۰۰ گرم است و از آن‌جا که *طراح فرموده!* از تغییر حجم حلال چشم‌پوشی شود، حجم هر ۴ محلول را یکسان در نظر می‌گیریم. بنابراین در رابطه‌ی چگالی، مخرج کسر (V) برای همه‌ی محلول‌ها یکسان است و هر چه صورت کسر (جرم) بیشتر باشد، چگالی محلول حاصل بیشتر خواهد بود. خلاصه این‌که: هر ترکیبی که در دمای $20\,^\circ C$ انحلال‌پذیری بیشتری داشته باشد، جرم و چگالی محلول آن بیشتر است. فقط *با یه نگاه!* به نمودار انحلال‌پذیری داده‌شده داریم:

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } ۲۰\,^\circ C: \underset{Pb(NO_3)_2}{A} > \underset{KNO_3}{C} > \underset{K_2Cr_2O_7}{D} > \underset{KClO_3}{B}$$

دیدید که اصلاً نیازی به محاسبات تو این سؤال نبود!

www.ShimiPedia.ir

۱۹۰- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات داده‌شده، ۵۰ گرم K_2SO_4 در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود بنابراین جرم محلول سیرشده‌ی K_2SO_4 برابر ۱۵۰ گرم (۱۵۰ = ۵۰ + ۱۰۰) است. به این ترتیب تعداد مول K^+ در ۸۰ گرم از این محلول سیرشده برابر است با:

$$\text{۸۰ g محلول سیرشده} \times \frac{\text{۵۰ g } K_2SO_4}{\text{۱۵۰ g محلول سیرشده}} \times \frac{\text{۱ mol } K_2SO_4}{\text{۱۷۴ g } K_2SO_4} \times \frac{\text{۲ mol } K^+}{\text{۱ mol } K_2SO_4} \simeq \text{۰/۳ mol } K^+$$

۱۹۱- گزینه ۱ سؤال گفته ۰/۲۱ گرم $CaSO_4$ در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود بنابراین جرم محلول سیرشده‌ی $CaSO_4$ برابر ۱۰۰/۲۱ (۱۰۰/۲۱ = ۱۰۰ + ۰/۲۱) است. از طرفی چون چگالی محلول برابر $1\ g.mL^{-1}$ است، می‌فهمیم که نیم لیتر محلول (۵۰۰ میلی‌لیتر) جرمی برابر با ۵۰۰ گرم دارد. به این ترتیب جرم کلسیم موجود در محلول برابر است با:

$$\text{۵۰۰ g محلول سیرشده} \times \frac{\text{۰/۲۱ g } CaSO_4}{\text{۱۰۰/۲۱ g محلول سیرشده}} \times \frac{\text{۱ mol } CaSO_4}{\text{۱۳۶ g } CaSO_4} \times \frac{\text{۱ mol } Ca^{2+}}{\text{۱ mol } CaSO_4} \times \frac{\text{۴۰ g } Ca^{2+}}{\text{۱ mol } Ca^{2+}} \simeq \text{۰/۳۱}$$

۱۹۲- گزینه ۳ اول از همه باید ببینیم که ۱ گرم یون Ca^{2+} در چند گرم کلسیم سولفات وجود دارد.

$$\text{۱ g } Ca^{2+} \times \frac{\text{۱ mol } Ca^{2+}}{\text{۴۰ g } Ca^{2+}} \times \frac{\text{۱ mol } CaSO_4}{\text{۱ mol } Ca^{2+}} \times \frac{\text{۱۳۶ g } CaSO_4}{\text{۱ mol } CaSO_4} = \text{۳/۴ g } CaSO_4$$

فهم! تا این‌جا فهمیدیم در ۵۰۰ گرم آب، ۳/۴ گرم $CaSO_4$ حل شده است. با توجه به انحلال‌پذیری $CaSO_4$ در این شرایط، حداکثر مقدار $CaSO_4$ که می‌تواند در ۵۰۰ گرم آب حل شود، برابر است با:

$$\text{۵۰۰ g آب} \times \frac{\text{۱/۰۲ g } CaSO_4}{\text{۱۰۰ g آب}} = \text{۵/۱ g } CaSO_4$$

پس *مابه‌التفاوت* ۵/۱ g و ۳/۴ g، مقداری است که هنوز $CaSO_4$ می‌تواند در آب حل شود.

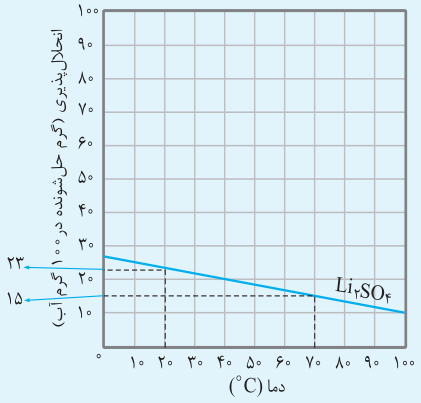
مقدار $CaSO_4$ که می‌تواند حل شود $= \text{۵/۱} - \text{۳/۴} = \text{۱/۷ g } CaSO_4$

۱۹۳- گزینه ۱

۲۸

مسائل انحلال‌پذیری (قسمت دوم)

با توجه به شکل روبه‌رو اگر ۱۲۳ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات را از $20^\circ C$ تا $70^\circ C$ گرم کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

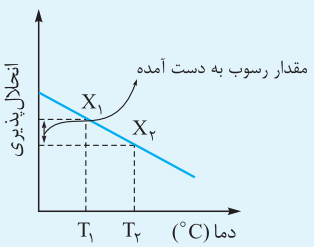


جواب: انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای $20^\circ C$ برابر ۲۳ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. یعنی باید در این دما، ۲۳ گرم Li_2SO_4 را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سیرشده‌ای از آن به‌دست آید.

حالا اگر این ۱۲۳ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات را تا دمای $70^\circ C$ گرم کنیم، ۱۰۰ گرم آب *فقط و فقط!* می‌تواند ۱۵ گرم Li_2SO_4 را در خود نگه دارد (زیرا انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای $70^\circ C$ برابر ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است) و بقیه‌ی Li_2SO_4 یعنی ۸ گرم (۸ = ۱۵ − ۲۳) رسوب می‌کند. توجه داشته باشید که باز هم در این دمای جدید ($70^\circ C$) محلول به‌دست آمده، سیرشده است.

نتیجه‌گیری

۱ اگر نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ای نزولی باشد و در دمای پایین‌تر (T_1) محلول سیرشده‌ای از ماده‌ی مورد نظرمان تهیه کنیم (نقطه‌ی x_1) و سپس دمای محلول را تا دمای بالاتر (T_2) افزایش دهیم (نقطه‌ی x_2)، به اندازه‌ی تفاوت انحلال‌پذیری ماده در نقاط x_1 و x_2 یعنی $(x_1 - x_2)$ رسوب در ظرف تشکیل می‌شود و ما مجدداً یک محلول سیرشده در دمای T_2 خواهیم داشت.

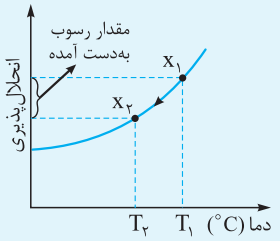


www.ShimiPedia.ir

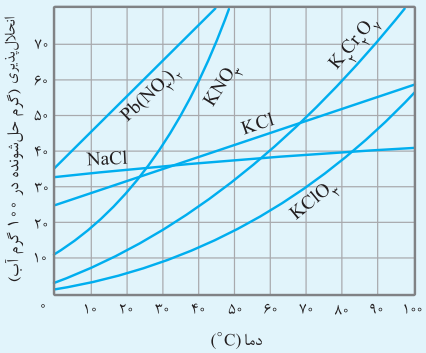
ضب! حالا ما یه سؤال از شما بپرسیم: اگر نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی موردنظر صعودی باشد، *قضیه چه‌جوریاست؟*

بله! درسته! این بار با سرد کردن محلول، رسوب تشکیل خواهد شد. زیرا انحلال‌پذیری ماده در دمای پایین‌تر، کم‌تر است.

۲ اگر نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ای صعودی باشد و در دمای بالاتر (T_1) محلول سیرشده‌ای از ماده‌ی مورد نظرمان تهیه کنیم (نقطه x_1) و سپس دمای محلول را تا دمای پایین‌تر (T_2) کاهش دهیم (نقطه x_2)، به اندازه‌ی تفاوت انحلال‌پذیری ماده در نقاط x_1 و x_2 یعنی $(x_1 - x_2)$ رسوب در ظرف تشکیل می‌شود و ما مجدداً یک محلول سیرشده در دمای T_2 خواهیم داشت.[1]



تمرین ۱ **با توجه به نمودار روبه‌رو که تغییرات انحلال‌پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می‌دهد، اگر ۲۶ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در $70^\circ C$ را تا دمای $14^\circ C$ سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج و به‌صورت بلور جدا می‌شود؟** *(سراسری تجربی ۸۶)*



۱) ۵/۵ ۲) ۴

۳) ۲ ۴) ۵

جواب: گزینه‌ی «۱» با توجه به نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات در دماهای $70^\circ C$ و $14^\circ C$ به‌ترتیب برابر ۳۰ و ۲/۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

$70^\circ C$: **جرم محلول سیرشده** $= 100 + 30 = 130$

$14^\circ C$: **جرم محلول سیرشده** $= 100 + 2/5 = 102/5$

رسوب $27/5\,g$

کاملاً واضح است! اگر ۱۳۰ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در دمای $70^\circ C$ را تا $14^\circ C$ سرد کنیم، ۲۷/۵ گرم رسوب $(27/5 = 130 - 102/5)$ به‌دست می‌آید. حالا به‌راحتی می‌توان حساب کرد که اگر ۲۶ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در دمای $70^\circ C$ را سرد کنیم، مقدار رسوب حاصل (نمک خارج‌شده از محلول) برابر است با:

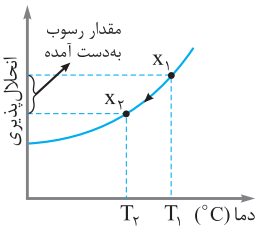
$$\text{رسوب} = 5/5\,g = \frac{\text{رسوب } 27/5\,g}{\text{محلول سیرشده } 130\,g} \times \text{محلول سیرشده } 26\,g$$

۱- انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات در دمای $80^\circ C$ برابر ۳۸ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. یعنی باید در این دما، ۳۸ گرم $KClO_3$ را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سیرشده‌ای از آن به دست آید.

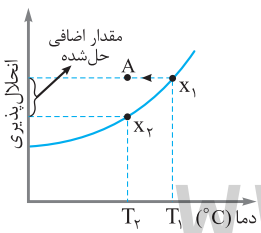
حالا اگر این ۱۳۸ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات را به سرعت تا $0^\circ C$ سرد کنیم، ۱۰۰ گرم آب *فقط‌وفقط!* می‌تواند ۲ گرم $KClO_3$ را در خود نگه دارد (زیرا انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات در دمای $0^\circ C$ برابر ۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است) و بقیه‌ی $KClO_3$ یعنی ۳۶ گرم $(36 = 2 - 38)$ رسوب می‌کند. توجه داشته باشید که باز هم در این دمای جدید ($0^\circ C$) محلول به دست آمده، سیرشده است.

بچه‌ها مراقب باشین! اگر محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرات در دمای $80^\circ C$ را به آهستگی تا $0^\circ C$ سرد کنیم، طی *یک اتفاق باورنکردنی!* مقدار اضافی پتاسیم کلرات رسوب نمی‌کند. در نتیجه در این دما ($0^\circ C$) یک محلول فراسیرشده به دست می‌آید (در دمای $0^\circ C$ در این محلول فراسیرشده ۳۸ گرم $KClO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده است).

نتیجه‌گیری ۱) اگر نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ای صعودی باشد و در دمای بالاتر (T_1) محلول سیرشده‌ای از ماده‌ی موردنظرمان تهیه کنیم (نقطه‌ی x_1) و سپس دمای محلول را به سرعت تا دمای پایین‌تر (T_2) کاهش دهیم (نقطه‌ی x_2)، به اندازه‌ی تفاوت انحلال‌پذیری ماده در نقاط x_1 و x_2 یعنی $(x_1 - x_2)$ رسوب در ظرف تشکیل می‌شود و ما مجدداً یک محلول سیرشده در دمای T_2 خواهیم داشت.



۲) اگر نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ای صعودی باشد و محلول سیرشده‌ای در دمای بالاتر (T_1) داشته باشیم (نقطه‌ی x_1) ولی این بار محلول را به آهستگی تا دمای پایین‌تر (T_2) سرد کنیم، در این صورت به جای نقطه‌ی x_2 به نقطه‌ی A می‌رسیم (بدون آن‌که هیچ رسوبی تشکیل شود). در این صورت محلول به دست آمده در دمای T_2 فراسیرشده است.



www.ShimiPedia.ir

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم محلول سیرشده		گرم رسوب
۱۳۰	←	۲۷/۵
۲۶	←	x

$$\Rightarrow x=\frac{۲۶\times ۲۷/۵}{۱۳۰}=۵/۵\,g \text{ رسوب}$$

تمرین۲ **انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات ($K_۲Cr_۲O_۷$) در دمای ۹۰°C برابر ۷۰ گرم است. اگر ۵۱ گرم محلول سیرشده‌ی آن در ۹۰°C را تا دمای ۳۵°C سرد کنیم، ۱۵ گرم پتاسیم دی‌کرومات رسوب می‌کند. انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات در دمای ۳۵°C کدام است؟**

۱) ۱۶/۶۶ ۲) ۲۰ ۳) ۴۲ ۴) ۵۷/۵

جواب: گزینه‌ی «۲» انحلال‌پذیری $K_۲Cr_۲O_۷$ در دمای ۹۰°C برابر ۷۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. یعنی در ۱۷۰ گرم از این محلول سیرشده (۱۷۰=۱۰۰+۷۰)، ۷۰ گرم $K_۲Cr_۲O_۷$ حل شده است. در این صورت مقدار $K_۲Cr_۲O_۷$ موجود در ۵۱ گرم از این محلول سیرشده برابر است با:

$$۵۱\,g \text{ محلول سیرشده} \times \frac{۷۰\,g\,K_۲Cr_۲O_۷}{۱۷۰\,g \text{ محلول سیرشده}}=۲۱\,g\,K_۲Cr_۲O_۷$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم محلول سیرشده		گرم $K_۲Cr_۲O_۷$
۱۷۰	←	۷۰
۵۱	←	x

$$\Rightarrow x=\frac{۵۱\times ۷۰}{۱۷۰}=۲۱\,g\,K_۲Cr_۲O_۷$$

نکته! تا این‌جا فهمیدیم که در ۵۱ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات در دمای ۹۰°C، ۲۱ گرم $K_۲Cr_۲O_۷$ و ۳۰ گرم آب (۳۰=۲۱−۵۱) وجود دارد. از آن‌جا که سؤال *فرموده!* با سردکردن تا دمای ۳۵°C، ۱۵ گرم از $K_۲Cr_۲O_۷$ رسوب می‌کند، پس می‌توان گفت که بر اثر سردکردن تا این دما، تنها ۶ گرم $K_۲Cr_۲O_۷$ (۶=۱۵−۲۱) می‌تواند در ۳۰ گرم آب حل شود. به این ترتیب انحلال‌پذیری $K_۲Cr_۲O_۷$ در دمای ۳۵°C برابر است با:

$$۱۰۰\,g \text{ آب} \times \frac{۶\,g\,K_۲Cr_۲O_۷}{۳۰\,g \text{ آب}}=۲۰\,g\,K_۲Cr_۲O_۷$$

یا با استفاده از تناسب می‌توان نوشت:

گرم آب		گرم $K_۲Cr_۲O_۷$
۳۰	←	۶
۱۰۰	←	x

$$\Rightarrow x=\frac{۱۰۰\times ۶}{۳۰}=۲۰\,g\,K_۲Cr_۲O_۷$$

۱۹۴- گزینه ۲ انحلال‌پذیری $K_۲Cr_۲O_۷$ در دماهای ۹۰°C و ۶۰°C به‌ترتیب برابر ۷۰ و ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

۹۰°C : جرم محلول سیرشده = ۱۰۰+۷۰=۱۷۰
۶۰°C : جرم محلول سیرشده = ۱۰۰+۴۰=۱۴۰
رسوب ۳۰g

نکته! تا این‌جا فهمیدیم که اگر ۱۷۰ گرم محلول سیرشده‌ی $K_۲Cr_۲O_۷$ را از دمای ۹۰°C به ۶۰°C سرد کنیم، ۳۰ گرم رسوب (۳۰=۱۴۰−۱۷۰) به‌دست می‌آید. حالا برای این‌که ببینیم ۱۲ گرم رسوب $K_۲Cr_۲O_۷$ به ازای سردکردن چند گرم محلول سیرشده به‌دست می‌آید، می‌توان نوشت:

$$۱۲\,g \text{ رسوب } K_۲Cr_۲O_۷ \times \frac{۱۷۰\,g \text{ محلول سیرشده}}{۳۰\,g \text{ رسوب } K_۲Cr_۲O_۷}=۶۸\,g \text{ محلول سیرشده}$$

یا با استفاده از تناسب، می‌توان نوشت:

گرم محلول سیرشده		گرم رسوب $K_۲Cr_۲O_۷$
۱۷۰	←	۳۰
x	←	۱۲

$$\Rightarrow x=\frac{۱۲\times ۱۷۰}{۳۰}=۶۸\,g \text{ محلول سیرشده}$$

۱۹۵- گزینه ۲ با توجه به نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری این ماده در دماهای ۶۰°C و ۲۸°C به‌ترتیب برابر ۶۰ و ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

۶۰°C : جرم محلول سیرشده = ۱۰۰+۶۰=۱۶۰
۲۸°C : جرم محلول سیرشده = ۱۰۰+۴۰=۱۴۰
رسوب ۲۰g

www.ShimiPedia.ir

ضب! کاملاً واضح است که اگر ۱۶۰ گرم از این محلول سیرشده‌ی در دمای $60^\circ C$ را تا $28^\circ C$ سرد کنیم، ۲۰ گرم رسوب (۲۰ = ۱۴۰ − ۱۶۰) به‌دست می‌آید. حالا به‌راحتی می‌توان حساب کرد که اگر ۲۰ گرم از این محلول سیرشده در دمای $60^\circ C$ را سرد کنیم، مقدار رسوب حاصل چه‌قدر است:

$$\text{رسوب } 20\,g \times \frac{\text{رسوب } 20\,g}{\text{محلول سیرشده } 160\,g} = \text{رسوب } 2/5\,g \quad (\text{محلول سیرشده } 20\,g)$$

یا با استفاده از تناسب، می‌توان نوشت:

گرم رسوب		گرم محلول سیرشده
۲۰	⟶	۱۶۰
x	⟶	۲۰

$$\Rightarrow x = \frac{20 \times 20}{160} = 2/5\,g \text{ رسوب}$$

تمرین **با توجه به این‌که انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دماهای $10^\circ C$ و $35^\circ C$ به ترتیب ۸۰ گرم و ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اگر ۴۰۰ گرم محلول آن در $35^\circ C$ تا دمای $10^\circ C$ سرد شود، چند گرم از آن رسوب می‌کند؟** *(آزمایشی سنجش ۹۴)*

۱) ۴۰ ✓ ۲) ۵۲/۵۰ ۳) ۶۴/۵ ۴) ۸۰

۱۹۶- گزینه ۱ چون در نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری مواد در ۱۰۰ گرم آب داده شده، ما حساب می‌کنیم که محلول ۲۰ گرم $K_2Cr_2O_7$ در ۲۵ گرم آب، معادل چند گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب است:

گرم نمک		گرم آب
۲۰	⟶	۲۵
x	⟶	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 20}{25} = 80\,g\ K_2Cr_2O_7$$

حالا به منحنی انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$ دقت کنید. در دمای $90^\circ C$، ۷۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و اگر قرار باشد محلول سیرنشده داشته باشیم، باید در دمای $90^\circ C$، نقطه‌ای زیر منحنی داشته باشیم. یعنی انحلال‌پذیری کم‌تر از ۷۰ گرم! در حالی که ما بیشتر از این مقدار (۸۰ گرم) از نمک را در آب داریم. *به این محلول میگن فراسیرشده!*

گزینه‌ی (۲): در دمای $30^\circ C$، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات تقریباً ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در حالی که در این دما تقریباً ۳۵ گرم پتاسیم کلرید در همان مقدار آب حل می‌شود.

گزینه‌ی (۳): با توجه به شکل، چون شیب نمودار انحلال‌پذیری KNO_3 بیشتر از بقیه‌ی نمک‌هاست می‌توان گفت که تأثیر دما بر انحلال‌پذیری این نمک در مقایسه با بقیه‌ی نمک‌های موجود در شکل بیشتر است.

گزینه‌ی (۴): با توجه به نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری $K_2Cr_2O_7$ در دمای $60^\circ C$ و $35^\circ C$ به ترتیب برابر ۴۰ و ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

بنابراین جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

$60^\circ C$: جرم محلول سیرشده $= 100 + 40 = 140$

$35^\circ C$: جرم محلول سیرشده $= 100 + 20 = 120$

رسوب ۲۰ g

ضب! به ازای ۱۴۰ گرم از این محلول، ۲۰ گرم رسوب داریم و ما با یک تناسب ساده حساب می‌کنیم که به ازای ۱۴ گرم محلول، چند گرم رسوب خواهیم داشت:

گرم رسوب		گرم محلول
۲۰	⟶	۱۴۰
x	⟶	۱۴

$$\Rightarrow x = \frac{14 \times 20}{140} = 2\,g \text{ رسوب}$$

۱۹۷- گزینه ۲ *این سؤال اصلاً نیاز به وقت‌گذاشتن نداره!* انحلال‌پذیری $NaNO_3$ در دمای $20^\circ C$ حدود ۸۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس اگر ۶۰ گرم $NaNO_3$ را در دمای $70^\circ C$ در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم و دما را تا $20^\circ C$ کاهش دهیم، این محلول هم‌چنان سیرنشده است *(۲۷ گرم دیگه جا داره سدیم نیترات میل کنه!)*، پس خبری از تشکیل رسوب نیست!

۱۹۸- گزینه ۲ می‌دانید که هر چه شیب منحنی انحلال‌پذیری یک ماده بیشتر باشد، دما بر انحلال‌پذیری آن اثر بیشتری دارد. با توجه به نمودارهای داده‌شده، شیب منحنی KNO_3 از بقیه بیشتر است، پس دما بر انحلال‌پذیری آن تأثیر بیشتری داشته و بر اثر کاهش دمای محلول‌ها به یک اندازه، جرم جامد ته‌نشین‌شده در ظرف حاوی KNO_3 بیشتر است. تا همین‌جا گزینه‌های (۱) و (۴) *پرا*

در دمای $10^\circ C$، انحلال‌پذیری سرب (II) نیترات بیش از پتاسیم دی‌کرومات است، پس محلول سرب (II) نیترات بیشترین غلظت را دارد. پس *جواب میشه گزینه‌ی (۲).*

www.ShimiPedia.ir

۱۹۹- گزینه ۴ با توجه به نمودار داده‌شده، انحلال‌پذیری $KClO_3$ در دماهای $94^\circ C$ و $32^\circ C$ به ترتیب ۵۰ گرم و ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، بنابراین جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

رسوب ۴۰ g

جرم محلول سیر شده در $94^\circ C$: $100+50=150\ g$

جرم محلول سیر شده در $32^\circ C$: $100+10=110\ g$

تب! معلوم شد که اگر ۱۵۰ گرم از این محلول سیرشده در دمای $94^\circ C$ را تا $32^\circ C$ سرد کنیم، ۴۰ گرم رسوب به دست می‌آید. حالا با یک تناسب، مقدار رسوب حاصل از کاهش دمای ۹۰۰ گرم محلول را حساب می‌کنیم:

گرم سرب	گرم محلول سیرشده
۴۰	۱۵۰
x	۹۰۰

$$\Rightarrow x=\frac{40\times900}{150}=240\ g \text{ رسوب}$$

جرم محلول باقی‌مانده = ۹۰۰ گرم محلول سیر شده − ۲۴۰ گرم رسوب $= 660\ g$

۲۰۰- گزینه ۴ انحلال‌پذیری $AgNO_3$ در دمای $60^\circ C$ برابر با ۴۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. پس جرم محلول سیرشده در این دما برابر است با:

جرم محلول سیر شده در $60^\circ C$: $440+100=540g$

حالا حساب می‌کنیم که در ۵۴ گرم از این محلول چند گرم $AgNO_3$ وجود دارد:

گرم $AgNO_3$	گرم محلول
۴۴۰	۵۴۰
x	۵۴

$$\Rightarrow x=\frac{54\times440}{540}=44g\ AgNO_3$$

پس در ۵۴ گرم محلول سیرشده‌ی $AgNO_3$، ۴۴ گرم $AgNO_3$ و ۱۰ گرم $(54-44=10)$ آب وجود دارد. از طرف دیگر می‌دانیم که انحلال‌پذیری $AgNO_3$ در دمای $20^\circ C$ برابر با ۲۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

حالا حساب می‌کنیم که برای انحلال ۴۴ گرم $AgNO_3$ در این دما به چند گرم آب نیاز داریم:

گرم آب	گرم $AgNO_3$
۱۰۰	۲۱۶
x	۴۴

$$\Rightarrow x=\frac{44\times100}{216}=20/37g \text{ آب}$$

پس برای انحلال ۴۴ گرم $AgNO_3$ در دمای $20^\circ C$ به ۲۰/۳۷ گرم آب نیاز است. ۱۰ گرم آب از اول در محلول داشتیم پس باید $10/37-10=20/37$ (تقریباً ۱۰/۴ گرم) آب اضافه کنیم.

۲۰۱- گزینه ۲ در دمای $35^\circ C$، انحلال‌پذیری $KClO_3$ برابر با ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. پس در ۱۱۰ گرم محلول $(100+10=110)$ در دمای $35^\circ C$، ۱۰۰ گرم آب وجود دارد و ما باید حساب کنیم که ۸۸ گرم از این محلول در همین دما، شامل چند گرم آب است:

گرم آب	گرم محلول
۱۰۰	۱۱۰
x	۸۸

$$\Rightarrow x=\frac{88\times100}{110}=80\ g \text{ آب}$$

پس ۸۸ گرم محلول سیرشده‌ی $KClO_3$ در دمای $35^\circ C$ شامل ۸۰ گرم آب است. سؤال گفته به این محلول ۱۵ گرم آب $90^\circ C$ اضافه می‌کنیم و دمای نهایی محلول به $70^\circ C$ می‌رسد. پس ما الان ۹۵ گرم $(80+15=95)$ آب در محلول داریم. از طرفی می‌دانیم که در دمای $70^\circ C$، ۳۰ گرم $KClO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. پس می‌توانیم حساب کنیم که در ۹۵ گرم آب، چند گرم نمک، در این دما، حل می‌شود:

گرم $KClO_3$	گرم آب
۳۰	۱۰۰
x	۹۵

$$\Rightarrow x=\frac{95\times30}{100}=28/5\ g\ KClO_3$$

www.ShimiPedia.ir

بچه‌ها مراقب باشین! این ۲۸/۵ گرم $KClO_3$ همه‌ی مقدار نمکی است که می‌تواند در ۹۵ گرم آب حل شود ولی ما از قبل (از ۸۸ گرم محلول سیرشده‌ی اولیه) کمی $KClO_3$ در محلول داریم. *اگه یادتون باشه!* ابتدای سؤال فهمیدیم که ۸۰ گرم از کل محلول اولیه آب است، پس در محلول اولیه ۸ گرم (۸ = ۸۰ − ۸۸) نمک داریم. *خب دیگه! همه‌پی حله!* ۸ گرم $KClO_3$ در محلول داریم و می‌توانیم نهایتاً ۲۸/۵ گرم از این نمک رو در دمای ۷۰ °C در محلول نهایی داشته باشیم یعنی محلول حاصل می‌تواند ۲۰/۵ گرم (۲۸/۵ − ۸ = ۲۰/۵) $KClO_3$ دیگر را در خود حل کند! *فسته نباشین!*

۲۰۲- گزینه ۲ لطفاً به تمرین ۲ کادر «۲۸» مراجعه کنید.

۲۰۳- گزینه ۳ انحلال‌پذیری این گاز برابر ۰/۰۰۳۹ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، بنابراین خواهیم داشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 = \frac{0/0039}{100 + 0/0039} \times 10^6$$

توجه از آن‌جا که در مخرج کسر بالا، مقدار ۰/۰۰۳۹ در مقابل ۱۰۰ بسیار ناچیز است، پس می‌توان با تقریب خوبی، در مخرج کسر از آن صرف‌نظر کرد:

$$ppm = \frac{0/0039}{100} \times 10^6 = 39$$

۲۰۴- گزینه ۱ انحلال‌پذیری CaF_2 برابر $2/34 \times 10^{-4}$ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین غلظت این نمک برحسب ppm برابر است با:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 = \frac{2/34 \times 10^{-4}}{100 + (2/34 \times 10^{-4})} \times 10^6 \xrightarrow[\text{صرف‌نظر می‌کنیم}]{\text{در مخرج از } 2/34\times10^{-4}} ppm = \frac{2/34 \times 10^{-4}}{100} \times 10^6 = 2/34$$

این شد غلظت CaF_2. اما سؤال از ما غلظت یون F^- را می‌خواهد. با توجه تعریف ppm می‌توان گفت که در هر ۱۰۰۰۰۰۰ گرم محلول، ۲/۳۴ گرم CaF_2 وجود دارد. بنابراین خواهیم داشت:

$$2/34\,g\,CaF_2 \times \frac{1\,mol\,CaF_2}{78\,g\,CaF_2} \times \frac{2\,mol\,F^-}{1\,mol\,CaF_2} \times \frac{19\,g\,F^-}{1\,mol\,F^-} = 1/14\,g\,F^-$$

پس در هر ۱۰۰۰۰۰۰ گرم از این محلول، ۱/۱۴ گرم یون F^- وجود دارد. به این ترتیب غلظت این یون برابر با ۱/۱۴ ppm است.

تمرین **انحلال‌پذیری $CaSO_4$ در دمای ۲۰°C برابر با ۰/۲۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت Ca^{2+} در یک محلول سیرشده‌ی $CaSO_4$ چند ppm است؟ $(Ca = 40, S = 32, O = 16 : g.mol^{-1})$** *(المپیاد شیمی ۹۱)*

۱) ۱۵ ۲) ۲۱۰۰ ۳) ۶۱۸ ۴) ۵۲

۲۰۵- گزینه ۲ *حتماً خاطر مبارکتون هست!* که انحلال‌پذیری یک ماده برابر با بیش‌ترین مقدار آن ماده برحسب گرم است که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. بنابراین وقتی گفته می‌شود انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات در دمای معینی برابر ۲۵ گرم است یعنی می‌توان حداکثر ۲۵ گرم پتاسیم دی‌کرومات را در ۱۰۰ گرم آب حل کرد. به این ترتیب درصد جرمی این محلول برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال (آب)} + \text{جرم حل‌شونده (پتاسیم دی‌کرومات)} = 100 + 25 = 125\,g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{25}{125} \times 100 = \%20$$

۲۰۶- گزینه ۳ وقتی گفته می‌شود محلول ۲۶/۵٪ جرمی پتاسیم کلرات، یعنی در ۱۰۰ گرم از این محلول، ۲۶/۵ گرم پتاسیم کلرات و ۷۳/۵ گرم آب وجود دارد. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که در ۷۳/۵ گرم آب، ۲۶/۵ گرم پتاسیم کلرات حل شده است. حالا کافیست با توجه به تعریف انحلال‌پذیری، حساب کنیم که در ۱۰۰ گرم آب، چند گرم پتاسیم کلرات حل می‌شود. عدد به‌دست آمده انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات *تشریف دارن!*

$$100\,g\,\text{آب} \times \frac{26/5\,g\,KClO_3}{73/5\,g\,\text{آب}} \simeq 36\,g\,KClO_3$$

یا

گرم آب	گرم $KClO_3$
۷۳/۵	۲۶/۵
۱۰۰	x

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 26/5}{73/5} \simeq 36\,g\,KClO_3$$

۲۰۷- گزینه ۲ *یه راه اینه که با نگاه کردن به نمودار انحلال‌پذیری این نمک‌ها، انحلال‌پذیری اونا رو معلوم کرد و درصد جرمی هر کدوم از این نمک‌ها رو دونه دونه حساب کنیم تا ببینیم درصد جرمی کدومشون برابر ۳۷/۵ درصد، ولی کی می‌ره این همه راه رو؟!*

واسه این‌که زود، تند، سریع! به جواب برسیم، باید حساب کنیم که اگه درصد جرمی نمکی برابر ۳۷/۵٪ باشه، انحلال‌پذیری اون چه‌قدره؟!

محلول ۳۷/۵٪ جرمی یک نمک یعنی در ۱۰۰ گرم از این محلول، ۳۷/۵ گرم نمک و بقیه‌ی آن یعنی ۶۲/۵ گرم آب وجود دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که در ۶۲/۵ گرم آب، ۳۷/۵ گرم نمک حل می‌شود. حالا باید با توجه به تعریف انحلال‌پذیری (بیش‌ترین مقدار ماده‌ی حل‌شده برحسب گرم در ۱۰۰ گرم آب) حساب کنیم که در ۱۰۰ گرم آب، چند گرم از این نمک حل می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

گرم نمک	گرم آب
۳۷/۵	۶۲/۵
x	۱۰۰

$\Rightarrow x=\frac{100\times 37/5}{62/5}=60\,g$ نمک

یا $100\,g\,\text{آب}\times\frac{37/5\,g\,\text{نمک}}{62/5\,g\,\text{آب}}=60\,g$ نمک

پس انحلال‌پذیری این نمک (در دمای $40^\circ C$) برابر ۶۰ گرم است یعنی KNO_3 *عزیز!*

۲۰۸- گزینه ۲ ابتدا حساب می‌کنیم که محلول ۴۰ درصد جرمی سدیم نیترات، شامل چند گرم $NaNO_3$ است:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شده } NaNO_3}{\text{جرم محلول}}\times 100 \Rightarrow 40=\frac{\text{جرم حل‌شده } NaNO_3}{200}\times 100 \Rightarrow \text{جرم حل‌شده } NaNO_3=80\,g$$

پس ۲۰۰ گرم محلول سیرنشده‌ی سدیم نیترات شامل ۸۰ گرم سدیم نیترات و ۱۲۰ گرم (۱۲۰ = ۸۰ − ۲۰۰) آب است. حالا با توجه به انحلال‌پذیری سدیم نیترات در این دما، حساب می‌کنیم که در ۱۲۰ گرم آب، چند گرم سدیم نیترات حل می‌شود.

گرم $NaNO_3$	گرم آب
۹۲	۱۰۰
x	۱۲۰

$\Rightarrow x=\frac{120\times 92}{100}=110/4\,g$

خب! از این ۱۱۰/۴ گرم سدیم نیترات، ۸۰ گرم رو قبلاً در محلول داشتیم، پس اگر ۳۰/۴ گرم (۳۰/۴ = ۱۱۰/۴ − ۸۰) دیگه سدیم نیترات به محلول اضافه کنیم، *محلول ما سیر میشه!*

۲۰۹- گزینه ۳ ابتدا حساب می‌کنیم که محلول ۲۰ درصد جرمی لیتیم سولفات شامل چند گرم Li_2SO_4 است:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شده } Li_2SO_4}{\text{جرم محلول}}\times 100 \Rightarrow 20=\frac{\text{جرم حل‌شده } Li_2SO_4}{500}\times 100 \Rightarrow \text{جرم حل‌شده } Li_2SO_4=100\,g$$

پس ۵۰۰ گرم محلول شامل ۱۰۰ گرم Li_2SO_4 و ۴۰۰ گرم (۴۰۰ = ۱۰۰ − ۵۰۰) آب است.

حالا با توجه به انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در این دما، حساب می‌کنیم که در ۴۰۰ گرم آب، چند گرم لیتیم سولفات حل می‌شود.

گرم Li_2SO_4	گرم آب
۳۲	۱۰۰
x	۴۰۰

$\Rightarrow x=\frac{400\times 32}{100}=128\,g$

خب! از این ۱۲۸ گرم، ۱۰۰ گرم را قبلاً در محلول داشتیم، پس به ۲۸ گرم (۲۸ = ۱۰۰ − ۱۲۸) دیگه لیتیم سولفات نیاز داریم تا محلول سیر شود، پس حالا که ۵۰ گرم Li_2SO_4 خالص به محلول اضافه کردیم، ۲۲ گرم (۲۲ = ۲۸ − ۵۰) آن ته‌نشین می‌شود، یعنی ۲۲ گرم از ۵۰ گرم، که *می‌شه* ٪۴۴!

$$\text{درصد } Li_2SO_4 \text{ ته‌نشین شده}=\frac{22}{50}\times 100=\%44$$

تمرین به ۴۰۰ g محلول پتاسیم نیترات ۳۰ درصد جرمی در دمای $50^\circ C$، چند گرم KNO_3 اضافه کنیم تا یک محلول سیرشده تهیه شود؟ (انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای $50^\circ C$ برابر ۸۰ g در ۱۰۰ g آب است).

۱) ۵۲ ۲) ۶۰ ۳) ۱۰۴ ۴) ۱۲۰

۲۱۰- گزینه ۴ در دمای $90^\circ C$، ۷۰ گرم پتاسیم دی‌کرومات در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود در حالی که در دمای $25^\circ C$، تنها ۱۴ گرم از آن در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، بنابراین اگر ۱۷۰ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات در دمای $90^\circ C$ را تا $25^\circ C$ سرد کنیم، ۵۶ گرم رسوب به دست می‌آید، بنابراین خواهیم داشت:

$90^\circ C$: جرم محلول سیرشده $=100+70=170$

$25^\circ C$: جرم محلول سیرشده $=100+14=114$ ← رسوب ۵۶ g

$$\text{درصد رسوب}=\frac{\text{مقدار پتاسیم دی‌کرومات رسوب کرده}}{\text{مقدار پتاسیم دی‌کرومات حل‌شده}}\times 100=\frac{56}{70}\times 100=\%80$$

تا این‌جا گزینه‌های (۱) و (۲) *پرا*

با کاهش دمای محلول، تنها ۱۴ گرم پتاسیم دی‌کرومات در ۱۰۰ گرم آب حل شده است، بنابراین درصد جرمی این محلول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 100=\frac{14}{100+14}\times 100\simeq\%12/3$$

پاسخ شد گزینه‌ی (۴).

www.ShimiPedia.ir

۲۱۱- گزینه ۱ قبل از همه باید ببینیم در دمای $10^\circ C$، ۵۰ گرم آب چند گرم KNO_3 را می‌تواند در خود حل کند. درصد جرمی محلول سیرشده‌ی KNO_3 در $10^\circ C$ برابر ۲۲٪ است یعنی ۲۲ گرم KNO_3 در ۷۸ گرم آب $(100-22=78)$ حل می‌شود. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$50\,g\,\text{آب} \times \frac{22\,g\,KNO_3}{78\,g\,\text{آب}} \simeq 14/1\,g\,KNO_3$$

خب! حالا سؤال می‌گوید در دمای $80^\circ C$، ۵۰ گرم KNO_3 در ۵۰ گرم آب حل می‌شود در حالی که دیدیم در دمای $10^\circ C$ تنها ۱۴/۱ گرم KNO_3 می‌تواند در ۵۰ گرم آب حل شود. بنابراین با سردکردن محلول تا دمای $10^\circ C$، ۳۵/۹ گرم $(50-14/1=35/9)$ KNO_3 رسوب می‌کند.

۲۱۲- گزینه ۳ در محلول سیرشده، ۰/۵۱ گرم ۱ـ هگزانول در ۱۰۰ گرم آب حل شده است، بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 0/51+100=100/51\,g$$

$$\text{چگالی}\,(g.mL^{-1}) = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow 1=\frac{100/51}{\text{حجم}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = 100/51\,mL = 0/100\,51\,L$$

حالا باید ببینیم ۰/۵۱ گرم ۱ـ هگزانول معادل چند مول است.

با توجه به فرمول مولکولی ۱- هگزانول $(C_6H_{13}OH)$ جرم مولی آن برابر است با:

$$\text{جرم مولی} = 6(12)+13(1)+16+1=102\,g.mol^{-1}$$

$$0/51\,g\,\text{۱-هگزانول} \times \frac{1\,mol\,\text{۱-هگزانول}}{102\,g\,\text{۱-هگزانول}} = 0/005\,mol$$

$$\text{غلظت مولی}\,(mol.L^{-1}) = \frac{\text{تعداد مول}\,(n)}{\text{حجم برحسب لیتر}\,(V)} = \frac{0/005\,mol}{0/100\,51\,L} \simeq 0/05\,mol.L^{-1}$$

تمرین فرض کنید انحلال‌پذیری یک ترکیب شیمیایی جامد در آب در دمای $25^\circ C$ برابر با ۵۰ g در ۱۰۰ g آب باشد و در ضمن چگالی محلول سیرشده‌ی به دست آمده و جرم مولی ترکیب حل‌شده به ترتیب برابر با $1/2\,g.cm^{-3}$ و $100\,g.mol^{-1}$ باشد. با توجه به آن، مولاریته‌ی محلول کدام است؟ *(المپیاد شیمی ۹۴)*

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۴ ✓ ۴) ۸

۲۱۳- گزینه ۳ غلظت مولار محلول سیرشده‌ی سدیم هیدروکسید در دمای معینی برابر $10\,mol.L^{-1}$ است. یعنی ۱۰ مول سدیم هیدروکسید در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر از این محلول وجود دارد. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$\text{جرم سدیم هیدروکسید} = 10\,mol\,NaOH \times \frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH} = 400\,g\,NaOH$$

$$\text{چگالی محلول}\,(g.mL^{-1}) = \frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{حجم}\,(mL)} \Rightarrow 1/2 = \frac{\text{جرم محلول}\,(g)}{1000} \Rightarrow \text{جرم محلول} = 1200\,g$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال (آب)} + \text{جرم حل‌شونده (سدیم هیدروکسید)} \Rightarrow 1200 = \text{جرم حلال (آب)} + 400 \Rightarrow \text{جرم حلال (آب)} = 800\,g$$

خب! تا این‌جا فهمیدیم که ۴۰۰ گرم سدیم هیدروکسید در ۸۰۰ گرم آب حل شده است. بنابراین انحلال‌پذیری سدیم هیدروکسید (مقدار گرم ماده‌ی حل‌شده در ۱۰۰ گرم آب) برابر است با:

$$100\,g\,\text{آب} \times \frac{400\,g\,NaOH}{800\,g\,\text{آب}} = 50\,g\,NaOH$$

یا

گرم آب	گرم NaOH
۸۰۰	۴۰۰
۱۰۰	x

$$\Rightarrow x = \frac{100\times400}{800} = 50\,g\,NaOH$$

تمرین چگالی محلول سیرشده‌ی ترکیب A با وزن مولکولی ۱۰۰ در $20^\circ C$ برابر $1/10\,g/mL$ است. غلظت ترکیب A در محلول آبی سیرشده $2/20\,mol/L$ است. انحلال‌پذیری ترکیب A در ۱۰۰ گرم آب $20^\circ C$ چیست؟ *(المپیاد شیمی ۸۰)*

۱) ۲۵ g ✓ ۲) ۲۲ g ۳) ۲۸ g ۴) ۲۶ g

۲۱۴- گزینه ۴ *اول از همه!* باید ببینیم غلظت $0/5\,mol.L^{-1}$ پتاسیم دی‌کرومات معادل چه مقدار انحلال‌پذیری آن در ۱۰۰ گرم آب است. با توجه به *فرمایشات طراح!* از تغییر حجم چشم‌پوشی می‌کنیم و حجم محلول را با توجه به چگالی آب، برابر ۵۰۰ میلی‌لیتر درنظر می‌گیریم.

$$\text{تعداد مول‌های ماده‌ی حل‌شده}\,(n) = \text{غلظت مولی}\,(M) \times \text{حجم محلول برحسب لیتر}\,(V) = 0/5(mol.L^{-1}) \times \frac{500}{1000}(L) = 0/25\,mol\,K_2Cr_2O_7$$

$$0/25\,mol\,K_2Cr_2O_7 \times \frac{252\,g\,K_2Cr_2O_7}{1\,mol\,K_2Cr_2O_7} = 63\,g\,K_2Cr_2O_7$$

www.ShimiPedia.ir

ف‌ب! این ۶۳ گرم پتاسیم دی‌کرومات در ۵۰۰ گرم آب حل شده؛ بنابراین انحلال‌پذیری آن در ۱۰۰ گرم آب برابر است با:

$$۱۰۰\,\text{g آب} \times \frac{۶۳\,\text{g } K_۲Cr_۲O_۷}{۵۰۰\,\text{g آب}} = ۱۲/۶\,\text{g } K_۲Cr_۲O_۷$$

همان‌طور که می‌بینید، این انحلال‌پذیری پتاسیم دی‌کرومات مربوط به دمای $۲۰^\circ C$ است. حالا باید حساب کنیم که با کاهش دمای محلول سیرشده‌ی پتاسیم دی‌کرومات در ۵۰۰ گرم آب از $۹۰^\circ C$ به $۲۰^\circ C$، چند گرم از این نمک رسوب می‌کند.

$$\text{مقدار نمک حل‌شده در دمای } ۹۰^\circ C = ۵۰۰\,\text{g آب} \times \frac{۷۰\,\text{g } K_۲Cr_۲O_۷}{۱۰۰\,\text{g آب}} = ۳۵۰\,\text{g } K_۲Cr_۲O_۷$$

$$\text{مقدار نمک رسوب‌کرده} = ۹۰^\circ C \text{ مقدار نمک حل‌شده در } - ۲۰^\circ C \text{ مقدار نمک حل‌شده در } = ۳۵۰ - ۶۳ = ۲۸۷\,\text{g}$$

آقا یه اتفاق مهیرالعقول! تو این سؤال افتاده بود که ما زیرسیبیلی ردش کرده بودیم!
باورتون نمی‌شه اگه بگیم طراح سؤال جرم مولی پتاسیم دی‌کرومات رو کلاً اشتباه داده بود!

$$\text{جرم مولی } K_۲Cr_۲O_۷ = ۲(۳۹) + ۲(۵۲) + ۷(۱۶) = ۲۹۴\,\text{g.mol}^{-۱}$$

یعنی این‌که اگه ما با عدد درست ۲۹۴ حل می‌کردیم، جواب اصلاً یه چیز دیگه می‌شد! *فلاصه سوتی غریبی بود!*

۲۱۵- گزینه ۱ *اول از همه!* غلظت مولی NaCl در آب دریا رو با استفاده از فرمول *مشکل‌گشا!* می‌حسابیم:

$$M = \frac{۱۰\,d}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times ۲/۳۴ \times ۱/۰۵}{۵۸/۵} = ۰/۴۲\,\text{mol.L}^{-۱}$$

طراح فرموده! غلظت NaCl در این دما، در محلول سیرشده‌ی آن برابر با ۵/۲۵ مول بر لیتر است. می‌دانیم که یک محلول سیرشده نمی‌تواند مقدار بیشتری از حل‌شونده را در خود حل کند بنابراین تبخیر مقدار بسیار اندکی از حلال در یک محلول سیرشده، باعث می‌شود مقدار حل‌شونده‌ی اضافی شروع به رسوب کند و بلور تشکیل شود.

پس باید غلظت NaCl در آب دریا از $۰/۴۲\,\text{mol.L}^{-۱}$ به $۵/۲۵\,\text{mol.L}^{-۱}$ برسد تا تشکیل بلور جامد NaCl شروع شود:

$$M_{\text{غلیظ}} V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} V_{\text{رقیق}} \Rightarrow ۵/۲۵ \times V_{\text{غلیظ}} = ۰/۴۲ \times ۱۰۰۰ \Rightarrow V_{\text{غلیظ}} = ۸۰\,m^۳$$

پس حجم آب دریا از $۱۰۰۰\,m^۳$ باید به $۸۰\,m^۳$ برسد تا تشکیل بلور NaCl آغاز شود یعنی باید $۹۲۰\,m^۳$ $(۱۰۰۰ - ۸۰ = ۹۲۰)$ آب، تبخیر شود.

۲۱۶- گزینه ۱ *اول از همه!* باید ببینیم غلظت $۸/۵\,\text{mol.L}^{-۱}$ آمونیوم کلرید معادل چه مقدار انحلال‌پذیری آن در آب است.

ابتدا به کمک حجم محلول و چگالی، جرم محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{چگالی } (\text{g.mL}^{-۱}) = \frac{\text{جرم محلول } (\text{g})}{\text{حجم محلول } (\text{mL})} \Rightarrow ۱/۵ = \frac{\text{جرم محلول}}{۲۰۰} \Rightarrow \text{جرم محلول} = ۳۰۰\,\text{g}$$

با استفاده از حجم و غلظت محلول، تعداد مول‌ها و سپس جرم آمونیوم کلرید در محلول را به دست می‌آوریم.

$$\text{تعداد مول‌های ماده‌ی حل‌شده } (n) = \text{غلظت مولی } (M) \times \text{حجم محلول برحسب لیتر } (V) = ۸/۵\,(\text{mol.L}^{-۱}) \times \frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}(L) = ۱/۷\,\text{mol } NH_۴Cl$$

$$۱/۷\,\text{mol } NH_۴Cl \times \frac{۵۳/۵\,\text{g } NH_۴Cl}{۱\,\text{mol } NH_۴Cl} = ۹۰/۹۵\,\text{g } NH_۴Cl$$

$$\text{جرم حلال (آب)} = \text{جرم محلول} - \text{جرم حل‌شونده} = ۳۰۰ - ۹۰/۹۵ = ۲۰۹/۰۵\,\text{g}$$

ف‌ب! در دمای موردنظر، ۹۰/۹۵ گرم $NH_۴Cl$ در ۲۰۹/۰۵ گرم آب حل شده، حالا با توجه به مقدار انحلال‌پذیری آمونیوم کلرید در دمای $۲۰^\circ C$ حساب می‌کنیم که چند گرم $NH_۴Cl$ در دمای $۲۰^\circ C$ در ۲۰۹/۰۵ گرم آب حل می‌شود:

$$۲۰۹/۰۵\,\text{g آب} \times \frac{۳۷\,\text{g } NH_۴Cl}{۱۰۰\,\text{g آب}} \simeq ۷۷/۳\,\text{g}$$

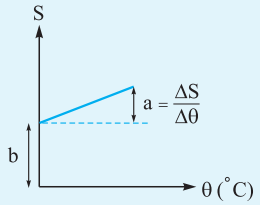
ف‌ب! با کاهش دمای محلول تا $۲۰^\circ C$، انحلال‌پذیری آن از ۹۰/۹۵ گرم $NH_۴Cl$ در ۲۰۹/۰۵ گرم آب به ۷۷/۳ گرم $NH_۴Cl$ در ۲۰۹/۰۵ گرم آب می‌رسد پس به تقریب ۱۳/۶ گرم آمونیوم کلرید $(۱۳/۶ \simeq ۱۳/۶۵ = ۹۰/۹۵ - ۷۷/۳)$ رسوب می‌کند.

www.ShimiPedia.ir

۲۱۷- گزینه ۲

معادله‌ی انحلال‌پذیری برحسب دما

با توجه به شکل صفحه‌ی ۱۱۰ کتاب درسی، به نظر می‌رسد نمودار انحلال‌پذیری برخی مواد در آب به صورت یک خط راست با شیب ثابت است پس *فیلی شیک!* می‌توان انحلال‌پذیری آن‌ها را برحسب دما به کمک معادله‌ی خط راست نشان داد:



معادله‌ی کلی خط راست: $y = ax + b$

معادله‌ی انحلال‌پذیری برحسب دما (انحلال‌پذیری): $S = a\theta + b$

توجه حرف S از واژه‌ی Solubility به معنی انحلال‌پذیری گرفته شده است.

دانستن نکته‌های زیر بر شما واجب عقلی است!

۱ در رابطه‌ی بالا، a شیب نمودار انحلال‌پذیری برحسب دما است که از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید: $a = \frac{\Delta S}{\Delta\theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$

هرچه a یعنی شیب بیشتر باشد، اثر دما در انحلال‌پذیری ماده بیشتر است.

۲ b عرض از مبدأ نمودار یا *همون!* انحلال‌پذیری ماده در دمای $0^\circ C$ است.

۳ در درس *شیرین ریاضی!* خوانده‌اید که اگر دو نقطه از یک خط را داشته باشیم، می‌توان معادله‌ی خط آن را به صورت زیر به دست آورد:

نقطه‌ی اول: (θ_1, S_1) نقطه‌ی دوم: (θ_2, S_2)

$$y - y_1 = \underbrace{\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}}_{\text{شیب خط}}(x - x_1) \Rightarrow S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1)$$

۴ با توجه به نمودار کتاب درسی، *برادر و آگاه باشید!* که نمودار انحلال‌پذیری سدیم نیترات ($NaNO_3$)، سدیم کلرید (NaCl) و پتاسیم کلرید (KCl) خطی و صعودی و نمودار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات (Li_2SO_4) خطی و نزولی است. بنابراین شما با داشتن *فقط و فقط!* انحلال‌پذیری این مواد در دو دما، باید بتوانید معادله‌ی انحلال‌پذیری آن‌ها و در نتیجه انحلال‌پذیری آن‌ها در هر دمایی را *سه سوته!* به دست بیاورید.

تمرین ۱: اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری دو ماده‌ی A و B در آب برحسب دما، به ترتیب به صورت $S = -0/15\theta + 36$ و $S = 0/3\theta + 27$ باشد، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) اثر افزایش دما بر انحلال‌پذیری ماده‌ی B بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی A است.

ب) نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A نزولی و نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B صعودی است.

پ) در دمای $40^\circ C$، انحلال‌پذیری ماده‌ی A بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی B است.

ت) در دمایی بیشتر از $15^\circ C$، انحلال‌پذیری این دو ماده با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جواب: گزینه‌ی «۳» بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ) شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی (B) بیشتر از قدرمطلق شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A است، بنابراین افزایش دما، تأثیر بیشتری بر انحلال‌پذیری B دارد و این عبارت *درسته!*

ب) شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A منفی است یعنی نمودار آن نزولی بوده و با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن، کاهش می‌یابد. از طرفی شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B مثبت است یعنی نمودار آن صعودی بوده و با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن، افزایش می‌یابد. پس این عبارت هم *درسته!*

پ) در دمای $40^\circ C$ انحلال‌پذیری این دو ماده را به دست می‌آوریم:

$$\theta = 40^\circ C \begin{cases} \text{ماده‌ی A} \rightarrow S = -0/15(40) + 36 = 30 \\ \text{ماده‌ی B} \rightarrow S = 0/3(40) + 27 = 39 \end{cases} \Rightarrow \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی B} > \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی A}$$

پس! این عبارت *نادرسته!*

www.ShimiPedia.ir

ت) انحلال‌پذیری (S) این دو ماده را با هم برابر قرار می‌دهیم، به این ترتیب خواهیم داشت:

$$S_A = S_B \Rightarrow -۰/۱۵\theta + ۳۶ = ۰/۳\theta + ۲۷ \Rightarrow ۰/۴۵\theta = ۹ \Rightarrow \theta = ۲۰^\circ C \Rightarrow \theta > ۱۵^\circ C$$

این عبارت هم درست بود و جواب می‌شه گزینه‌ی (۳).

تمرین۲ اگر انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دماهای ۱۰°C و ۲۰°C به ترتیب برابر با ۸۰ و ۸۸ گرم باشد، در دمای ۵°C چند گرم سدیم نیترات را می‌توان در ۵۰ گرم آب حل کرد تا محلول سیرشده‌ای از آن به دست آید؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۸ ۳) ۷۲ ۴) ۷۶

جواب: گزینه‌ی «۲» با توجه به اطلاعات داده‌شده خواهیم داشت:

$$(۱۰, ۸۰), (۲۰, ۸۸)$$
$$\theta_۱ \quad S_۱ \quad \theta_۲ \quad S_۲$$

$$S - S_۱ = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}(\theta - \theta_۱) \Rightarrow S - ۸۰ = \frac{۸۸ - ۸۰}{۲۰ - ۱۰}(\theta - ۱۰) \Rightarrow S - ۸۰ = \frac{۸}{۱۰}(\theta - ۱۰) \Rightarrow S = ۰/۸\theta + ۷۲$$

پس انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای ۵°C برابر است با:

$$S = ۰/۸(۵) + ۷۲ = ۷۶$$

فهمیدیم تا این‌جا فهمیدیم در دمای ۵°C، ۷۶ گرم سدیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و یک محلول سیرشده به دست می‌آید.

$$۵۰\,\text{g آب} \times \frac{۷۶\,\text{g } NaNO_۳}{۱۰۰\,\text{g آب}} = ۳۸\,\text{g } NaNO_۳$$

دروغ چرا؟ راستش تو حل این سوال اصلاً نمی‌خواست معادله‌ی خط را به دست بیاریم! همان‌طور که می‌دانید شیب خط راست مقدار ثابتی است، از دمای ۱۰°C تا ۲۰°C انحلال‌پذیری ۸ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۸ گرم زیاد می‌شود (شیب = ۰/۸+) خب! حالا اگر دما را از ۱۰°C به ۵°C برسانیم به ازای ۵°C کاهش دما، انحلال‌پذیری (۵×۰/۸ = ۴) گرم کاهش می‌یابد و از ۸۰ به ۷۶ می‌رسد.

شیب نمودار انحلال‌پذیری این ماده مثبت است (۰/۸+) پس نمودار انحلال‌پذیری آن صعودی است. تا همین‌جا گزینه‌های (۳) و (۴) *پرا* اما به کمک معادله‌ی انحلال‌پذیری داده‌شده حساب می‌کنیم که در دمای ۴۰°C چند گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود:

$$S = ۰/۸(۴۰) + ۶۸ = ۱۰۰$$

فهمیدیم تا این‌جا فهمیدیم که در دمای ۴۰°C، ۱۰۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. بنابراین درصد جرمی این نمک برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۱۰۰ + ۱۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۵۰$$

۲۱۸- گزینه۳ به تمرین ۱ کادر «۲۹» مراجعه کنید.

۲۱۹- گزینه۴ با توجه به جدول داده‌شده، از دمای ۲۰°C تا ۳۰°C، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$، ۸ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۸ گرم زیاد می‌شود (شیب = ۰/۸+). *فهمیدیم* حالا اگر دما را از ۳۰°C به ۷۰°C برسانیم، به ازای ۴۰°C افزایش دما، انحلال‌پذیری (۴۰×۰/۸ = ۳۲) گرم افزایش می‌یابد و از ۹۶ به ۱۲۸ می‌رسد. تا همین‌جا گزینه‌های (۱) و (۲) *پرا*

بریم سراغ KCl! از دمای ۲۰°C تا ۳۰°C انحلال‌پذیری این نمک ۳ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۳ گرم زیاد می‌شود (شیب = ۰/۳+). *فهمیدیم* حالا اگر دما را از ۳۰°C به ۷۰°C برسانیم، به ازای ۴۰°C افزایش دما، انحلال‌پذیری (۴۰×۰/۳ = ۱۲) گرم افزایش می‌یابد و از ۳۶ به ۴۸ گرم می‌رسد.

۲۲۰- گزینه۳ با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان گفت که ۶۵ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات شامل ۱۵ گرم از این نمک و ۵۰ گرم (۵۰ = ۱۵ − ۶۵) آب است و ما حساب می‌کنیم که در ۱۰۰ گرم آب چند گرم از این نمک حل می‌شود:

گرم $Li_۲SO_۴$		گرم آب
۱۵	←	۵۰
x	←	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{۱۰۰ \times ۱۵}{۵۰} = ۳۰\,\text{g } Li_۲SO_۴$$

حالا به راحتی می‌توانیم دما را به دست بیاوریم:

$$S = -۰/۱۵\theta + ۳۶ \Rightarrow ۳۰ = -۰/۱۵\theta + ۳۶ \Rightarrow ۰/۱۵\theta = ۶ \Rightarrow \theta = ۴۰^\circ C$$

www.ShimiPedia.ir

۲۲۱- گزینه ۴ محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این محلول، ۳۰ گرم پتاسیم کلرید وجود دارد. پس ۳۰ گرم KCl در ۷۰ گرم آب حل شده است و ما حساب می‌کنیم که در ۱۰۰ گرم آب چند گرم از این نمک حل می‌شود:

گرم KCl		گرم آب
۳۰	⟶	۷۰
x	⟶	۱۰۰

$\Rightarrow x = \frac{۱۰۰ \times ۳۰}{۷۰} \simeq ۴۳ \text{ g KCl}$

از طرفی در دمای ۷۰ °C، انحلال‌پذیری KCl را برابر است با: $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ \times (۷۰) + ۲۷ = ۴۸$

همان‌طور که دیدیم محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید در دمای ۷۰ °C سیرنشده است.

گزینه‌ی (۱): انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دمای ۳۰ °C برابر است با: $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۳۰) + ۲۷ = ۳۶$

بنابراین اگر در این دما، ۳۵ گرم KCl را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرنشده خواهیم داشت.

گزینه‌ی (۲): انحلال‌پذیری KCl در دمای ۱۰ °C برابر است با: $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۱۰) + ۲۷ = ۳۰$

پس در دمای ۱۰ °C، در ۱۳۰ گرم (۱۳۰ = ۳۰ + ۱۰۰) از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید، ۳۰ گرم از این ماده وجود دارد و خواهیم داشت:

گرم KCl		گرم محلول
۳۰	⟶	۱۳۰
x	⟶	۲۶

$\Rightarrow x = \frac{۲۶ \times ۳۰}{۱۳۰} = ۶ \text{ g KCl}$

گزینه‌ی (۳): ابتدا انحلال‌پذیری KCl را در دماهای ۸۰ °C و ۵۰ °C به دست می‌آوریم:

$S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۸۰) + ۲۷ = ۵۱$

$S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۵۰) + ۲۷ = ۴۲$

با توجه به این‌که انحلال‌پذیری این ماده در دماهای ۸۰ °C و ۵۰ °C به ترتیب برابر ۵۱ و ۴۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

۸۰ °C: **جرم محلول سیرشده** = ۱۰۰ + ۵۱ = ۱۵۱

۵۰ °C: **جرم محلول سیرشده** = ۱۰۰ + ۴۲ = ۱۴۲

رسوب ۹ g

قب! کاملاً واضح است که اگر ۱۵۱ گرم محلول سیرشده‌ی KCl را از دمای ۸۰ °C تا ۵۰ °C سرد کنیم، ۹ گرم رسوب (۹ = ۱۴۲ − ۱۵۱) به دست می‌آید. حالا به راحتی می‌توان حساب کرد که اگر ۳۰/۲ گرم از این محلول سیرشده در دمای ۸۰ °C را تا ۵۰ °C سرد کنیم، مقدار رسوب حاصل چه‌قدر است:

گرم رسوب		گرم محلول سیرشده
۹	⟶	۱۵۱
x	⟶	۳۰/۲

$\Rightarrow x = \frac{۳۰/۲ \times ۹}{۱۵۱} = ۱/۸ \text{ g}$ **رسوب**

۲۲۲- گزینه ۱ فقط عبارت «ب» نادرست است.

چون شیب هر دو نمودار مثبت است، نمودار انحلال‌پذیری هر دو صعودی می‌باشد *ولی آگه دقت کنین!* شیب و عرض از مبدأ نمودار انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ از KCl بیشتر است. بنابراین هر چه دما بیشتر شود، نمودار انحلال‌پذیری این دو ماده از هم دورشده و تفاوت انحلال‌پذیری آن‌ها زیاد می‌شود. برای مثال انحلال‌پذیری هر دو ماده را در دماهای ۰ °C و ۵۰ °C به دست می‌آوریم:

$NaNO_۳ \Rightarrow$ **در دمای** ۰ °C: $S = ۰/۸\theta + ۷۲ = ۰/۸ (۰) + ۷۲ = ۷۲$ **در دمای** ۵۰ °C: $S = ۰/۸ (۵۰) + ۷۲ = ۱۱۲$

$KCl \Rightarrow$ **در دمای** ۰ °C: $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۰) + ۲۷ = ۲۷$ **در دمای** ۵۰ °C: $S = ۰/۳ (۵۰) + ۲۷ = ۴۲$

همان‌طور که می‌بینید تفاوت انحلال‌پذیری این دو ماده در دمای ۰ °C برابر با ۴۵ گرم است ولی این تفاوت در دمای ۵۰ °C به ۷۰ گرم می‌رسد.

بررسی سایر عبارت‌ها:

(آ): از آن‌جا که هم شیب و هم عرض از مبدأ در معادله‌ی انحلال‌پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است می‌توان گفت در هر دمایی، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ از KCl بیشتر می‌باشد.

(پ): انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دماهای ۰ °C و ۱۰۰ °C برابر است:

۰ °C: **در دمای** $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۰) + ۲۷ = ۲۷$

۱۰۰ °C: **در دمای** $S = ۰/۳\theta + ۲۷ = ۰/۳ (۱۰۰) + ۲۷ = ۵۷$

www.ShimiPedia.ir