نمونهٔ حل شده

برای تهیهٔ ۲۵۰ mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ مول بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

پاسخ:

روش نخست: $\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول‌های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)}$ ← به کمک فرمول

$$۰/۲\ mol\,L^{-۱} = \frac{n\,(KI)}{۰/۲۵\,L} \longrightarrow n = ۰/۲\ mol\ L^{-۱} \times ۰/۲۵\,L = ۰/۰۵\,mol$$

روش دوم: محلول ۰/۲ مولار پتاسیم یدید نشان می‌دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰/۲ مول KI حل شده است که از آن می‌توان به عامل تبدیل $\frac{۰/۲\ mol\,KI}{۱\,L\,KI\,(aq)}$ دست یافت. ← به کمک تعریف و تبدیل‌های زنجیری

$$?\,mol\,KI = ۰/۲۵\,\cancel{L\,KI(aq)} \times \frac{۰/۲\ mol\,KI}{۱\,\cancel{L\,KI(aq)}} = ۰/۰۵\,mol\,KI$$

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. آیا بین میزان حل شدن نمک‌ها در آب و تشکیل سنگ کلیه رابطه‌ای وجود دارد؟ برای پاسخ به این پرسش، دانستن و درک مفهوم انحلال پذیری ضروری است.

شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، **انحلال‌پذیری**[۱] آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژهٔ «بیشترین» نشان‌دهندهٔ رسیدن محلول به حالت سیرشده است، محلولی که نمی‌تواند حل‌شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند. جدول ۱، انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب و ۲۵°C نشان می‌دهد. ← تعریف انحلال پذیری: واحد $\frac{g}{۱۰۰\,g\,H_۲O}$

جدول ۱ـ انحلال‌پذیری برخی مواد در آب (۲۵°C)

نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{۱۰۰\,g\,H_۲O}$)	
شکر	$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$	۲۰۵	محلول
سدیم نیترات	$NaNO_۳$	۹۲	
سدیم کلرید	NaCl	۳۶	
کلسیم سولفات	$CaSO_۴$	۰/۲۳	کم محلول
کلسیم فسفات	$Ca_۳(PO_۴)_۲$	۵×۱۰^{-۴}	نامحلول
نقره کلرید	AgCl	$۲/۱\times۱۰^{-۴}$	
باریم سولفات	$BaSO_۴$	$۱/۹\times۱۰^{-۴}$	

$Ca_۳(PO_۴)_۲ > AgCl > BaSO_۴$: انحلال پذیری

۱ـ Solubility

جدول ۱، نشان می‌دهد که در ۲۵°C در ۱۰۰g آب، هر مقدار کمتری از ۳۶g سدیم‌کلرید می‌تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید. در حالی که در این دما، حداکثر ۳۶g سدیم‌کلرید می‌تواند در ۱۰۰g آب حل شود تا ۱۳۶g محلول سیر شده به‌دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیهٔ محلول سیر شده‌ای از کلسیم سولفات باید ۰/۲۳g از آن را در ۱۰۰g آب حل نمود.

خود را بیازمایید

۱ـ اگر ۱۹۰g سدیم نیترات را در ۲۵°C درون ۲۰۰g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول سیر شده:

آ) چند گرم محلول به‌دست می‌آید؟

۲۰۰g آب × $\frac{۹۲g\ NaNO_۳}{۱۰۰g\ آب}$ = ۱۸۴g $NaNO_۳$

جرم محلول = ۲۰۰ + ۱۸۴ = ۳۸۴g

ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

۱۹۰ − ۱۸۴ = ۶g $NaNO_۳$ (ته‌نشین)

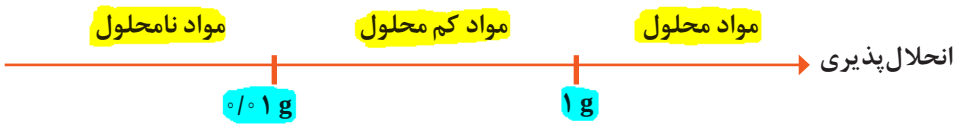
۲ـ اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم‌دار درکلیه‌ها تشکیل می‌شوند، با این توصیف:

آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

کمتر - زیرا رسوب تشکیل نشده است.

ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟ مقدار نمک وردی بیشتر از انحلال‌پذیری است، چون رسوب تشکیل شده است.

۳ـ شیمی‌دان‌ها مواد حل شوندهٔ جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای اتاق به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



هر یک از ترکیب‌های جدول ۱ را در این دسته‌بندی جای دهید.

دریافتید که انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع آنها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری آنها یکسان نیست به‌طوری که انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها با افزایش دما، افزایش یافته و برخی دیگر کاهش می‌یابد (نمودار ۲).

آیا می‌دانید

بیماری نقرس به‌دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به‌ویژه انگشتان دست‌ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می‌شود. این عیوب هنگامی پدید می‌آید که مقدار این نمک از انحلال‌پذیری آن در ۳۷°C و در **خوناب** (پلاسمای خون) بیشتر باشد.

آیا می‌دانید

در برخی نقاط جهان چشمه‌های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ‌های آهکی مقداری از این سنگ‌ها را در خود حل می‌کند. آب این چشمه‌ها با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم‌اندازهای زیبایی پدید می‌آورند، زیرا انحلال‌پذیری $CaCO_۳$ در آب و دمای ۲۵°C در حدود ۷×۱۰^{-۴} گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به‌صورت جامد از محلول سیر شده جدا می شود.

بیشترین وابستگی انحلال پذیری به دما: KNO_3

کمترین وابستگی انحلال پذیری به دما: $NaCl$

انحلال گرماده: Li_2SO_4

قدر مطلق شیب نمودار:

میزان وابستگی انحلال پذیری به دما

شیب > 0 ⟸ انحلال گرماگیر

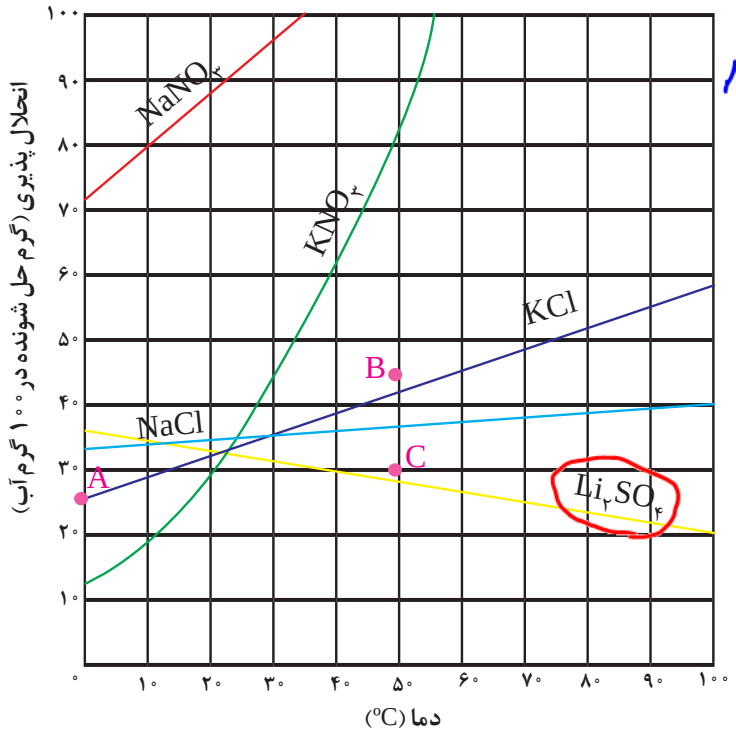
شیب < 0 ⟸ انحلال گرماده

در انحلال گرماگیر:

عرض از مبدأ ⟸ کمترین میزان انحلال پذیری

در انحلال گرماگیر:

عرض از مبدأ ⟸ بیشترین میزان انحلال پذیری



نمودار ۲ـ انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما

نمودار ۲، نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» نامیده می‌شود که برای هر نمک براساس آزمایش و از داده‌های تجربی آن به‌دست آمده است. مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلال‌پذیری اغلب نمک‌ها افزایش می‌یابد.

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در $85^\circ C$ چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال‌پذیری آن برابر با $28g$ است؟

۲۲ g / 100g H_2O ←

$50^\circ C$

ب) هریک از نقطه‌های B و C نسبت به منحنی انحلال‌پذیری KCl نشان‌دهندهٔ چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

B: فراسیرشده C: سیرشده

پ) هنگامی که $133g$ محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات را از دمای $20^\circ C$ تا دمای $70^\circ C$ گرم می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

۳۳ g حل شونده
100 g H_2O

۲۵ g حل شونده ۳۳ − ۲۵ = ۸ g رسوب

ت) انحلال‌پذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

NaCl ـ کمترین مقدار شیب

ث) نقطهٔ A روی نمودار انحلال‌پذیری KCl، عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

انحلال پذیری در دمای $0^\circ C$ (کمترین میزان انحلال پذیری)

۱ـ دانش‌آموزی از منابع علمی، انحلال‌پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

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

او توانست با استفاده از داده‌های این جدول، معادلهٔ «$S = ۰/۸\,\theta + ۷۲$» را به‌دست آورد.

آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

ب) انحلال‌پذیری سدیم نیترات را در $۷۰^{\circ}C$ پیش‌بینی کنید.

۲ـ با توجه به جدول زیر، معادله‌ای برای انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما به‌دست آورید.

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

۳ـ با مقایسهٔ دو معادلهٔ به‌دست‌آمده برای سدیم‌نیترات و پتاسیم کلرید:

آ) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.

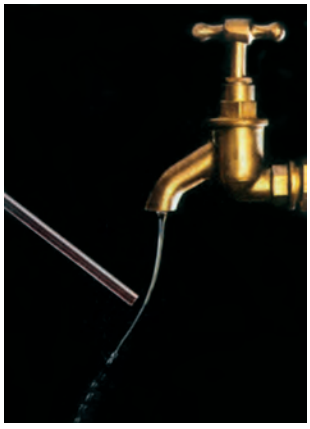
ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال‌پذیری سدیم‌نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

● حرف S از واژهٔ Solubility به‌معنای انحلال‌پذیری گرفته شده است.

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر زندگی را در سیارهٔ آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جملهٔ آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطهٔ جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی‌ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می‌رسد.

در درس علوم با آزمایش انحراف باریکهٔ آب به وسیلهٔ شانه یا میلهٔ شیشه‌ای مالش‌داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکهٔ آب از راستای طبیعی خود منحرف می‌شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میلهٔ شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند (چرا؟).



شکل ۱۴ـ انحراف باریکهٔ آب به‌وسیلهٔ میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر.