شیمی ۳

بخش ۳: محلول ها

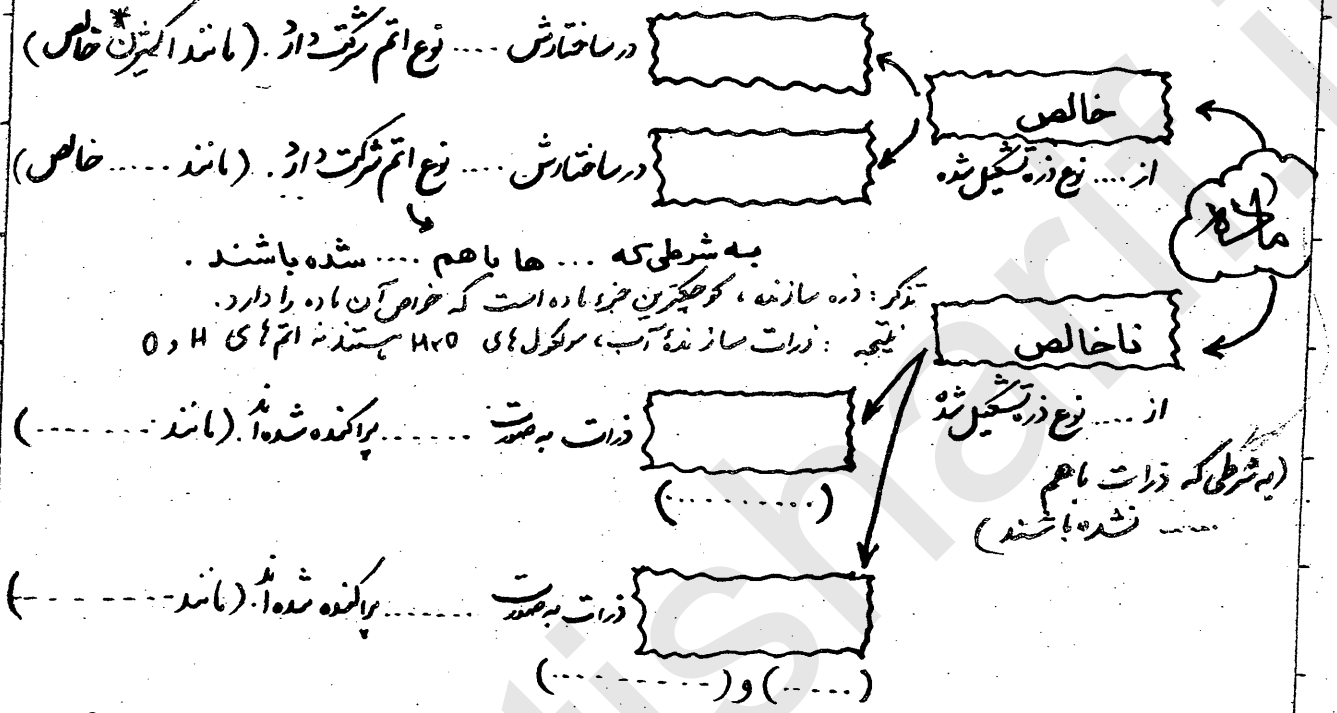
تهیه و تنظیم:

دکتر محمد حسین شکیبائیان

Sanatisharif.ir

بسیاری از مواد که در زندگی روزانه با آن‌ها سر و کار داریم، محلولند؛

هوا، چای و نوشیدنی‌ها (اغلب)، سکه، مایع‌های پاک‌کننده، بنزین و کاز و نفت، وحتی آب آشامیدنی، نمونه‌هایی از محلول‌ها هستند.



تذکر: اگر دو یا چند اتم؛ ترکیب شوند: خواص اولیه خود را حفظ می‌کنند / از دست می‌دهند.
مخلوط شوند: خواص اولیه خود را .....

فکر کنید ص ۷۴

"فاز" چیست؟

بخشی از ..... است که خواص شدتی / مقداری در همه جای آن یکسان است.

مثال: در یک لیوان آب خالص، خواصی مانند رنگ، بو، طعم، حالت فیزیکی، چگالی، ضریب شکست نور، C ویژه و BP یکسان است.

نتیجه: فاز بسیار جامع‌تر از حالت است: یکنواخت بودن ترکیب شیمیایی، حالت فیزیکی و همهٔ ویژگی‌های گفته شده، یک "فاز" را تشکیل می‌دهد.

پرسش - آیا این گفته درست است؟ "برای یک ماده خالص، "فاز" و "حالت" هم معنا هستند"

* اکسیژن خالص به صورت مولکول O_2 است. اگر دو اتم یکسان مولکولی را بسازند، ترکیب محسوب نمی‌شود.

sanatisharif.ir
محری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

پاسخ - .... ، چنانکه حالت بخار آب و یک قطعه یخ را به ترتیب فاز .... و فاز .... آب می‌خوانند.

نتیجه: در مورد مواد خالص، تغییر فاز، حتماً یک تغییر $\frac{\text{فیزیکی}}{\text{شیمیایی}}$ است.

(یعنی ذوب، انجماد، تبخیر، میعان و یا تصعید یک ماده خالص، تغییرات .... هستند.)

تغییر حالت فیزیکی

پرسش - در نیمی از یک لیوان، آب یخ‌زده‌ایم و بقیه لیوان، خالی است. این سامانه، چند فازی است؟

پرسش - سامانه‌های زیر چند فازی است و چند نوع ماده دارد؟ کامل شدهٔ ف ص ۷۵

لیوانی پر از آب و یخ: ... فاز، .... ماده

لیوانی پر از مخلوط اتانول در آب: .... فاز، .... ماده ← مخلوط $\frac{\text{همگن}}{\text{ناهمگن}}$ ← تعداد فاز = ...

مخلوط آب و روغن تا نیمهٔ لیوان: .... فاز، .... ماده ← مخلوط ..... ← تعداد فاز ≥ .... (شکل حاشیه ص ۷۶)

مخلوط آب، روغن و نمک: .... فاز، .... ماده (وقتی هیچی نگفت که لیوان پُره یا نه، آ فرض کن پُره!)

مخلوط آب، یک قطعه یخ، روغن و یک قطعه آهن: .... فاز، .... ماده

هر فاز با .... های مشخصی از سایر فازها در سامانه جدا می‌شود. (.... ≡ .... ≡ ....)

در مرز، خواص .... تغییر می‌کند.

نتیجه: فازهای سامانه را با توجه به $\frac{\text{مرزهای}}{\text{تعداد}}$ مواد تعیین می‌کنیم و نه لزوماً با $\frac{\text{مرزهای}}{\text{تعداد}}$ مواد.

پرسش - آیا این گفته درست است؟ «اگر ۱ ماده در سامانه باشد، سامانه یا فازی و اگر ۲ ماده باشد، ۲ فازی است.»

پاسخ -

نتیجه: تعداد فاز، $\frac{\text{حتماً}}{\text{لزوماً}}$ به تعداد مواد سامانه بستگی $\frac{\text{دارد}}{\text{ندارد}}$.

Sanatisharif.ir

بررسی محلول‌ها ← حل‌شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً بلورات است.

هر محلول از دو جزء تشکیل شده است: حلال و مادهٔ حل‌شونده

(البته ممکن است حلال یا حل‌شونده، خود شامل چند ماده باشند مانند نوشابه)

نوع محلول از نوع $\frac{\text{حلال}}{\text{حل‌شونده}}$ تعیین می‌شود.

مثال: در محلول آب قند، چون $\frac{\text{حل‌شونده}}{\text{حلال}}$، $\frac{\text{جامد}}{\text{مایع}}$ است، به آن محلول $\frac{\text{جامد}}{\text{مایع}}$ می‌گویند.

نتیجه: محلول‌ها به سه دستهٔ محلول‌های ...، ... و ... تقسیم می‌شوند.

پرسش - ماده جامد نمی‌تواند به عنوان حلال، ذرهٔ دیگر را در خود پراکنده کند، پس چگونه به عنوان حلال عمل می‌کند؟

از بین انواع محلول‌ها، محلول‌های ... فراوان‌تر و رایج‌ترند.

از طرفی، ... مهم‌ترین حلال مایع در جهان است.

محلول‌های آبی (...) ← حلال، آب است.

← محلول‌های مایع

محلول‌های غیرآبی (...) ← حلال‌هایی مانند هگزان، اتانول، استون و تولوئن.

ج ۱ ص ۷۶

هگزان ($C_{...}H_{...}$) $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	اتانول ($C_{...}H_{...}O$) CH_3-CH_2-OH
حلال مناسب برای ترکیب‌های قطبی	بی‌رنگ - فرار - مهم‌ترین حلال صنعتی
بی‌رنگ - فرار - از نفت خام به دست می‌آید	قابل امتزاج با آب به هر میزان
کاربرد به عنوان رقیق‌کننده (تینر)	کاربرد در ضدعفونی، تولید دارو و
در رنگ‌های پوششی	مواد آرایشی و بهداشتی
استون ($CH_3-CO-CH_3$ $C_{...}H_{...}O$)	تولوئن ($C_{...}H_{...}$) $C_6H_5-CH_3$
از حلال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه شیمی	همراه کربن آروماتیک موجود در قطران زغال‌سنگ
بی‌رنگ - فرار - قابل امتزاج با آب به هر میزان	بی‌رنگ - آتش‌گیر
حلال مناسب انواع لاک، چربی و رنگ	کاربرد به عنوان حلال در صنایع رنگ و رزین
	(سمیت کمتر از بنزن)

انحلال پذیری (S)

◄ بیش ترین مقدار ماده برحسب .... که در دمای معین، در .... گرم حلال حل می شود.

فرص ۷۷

نوع انحلال پذیری در آب	حل شونده		
میزان ماده حل شونده (...) / ۱۰۰ ... H_2O	و ۱ <	و ۱-۰/۱	و ۰/۱ >

تمرین - با توجه به انحلال پذیری مواد در جدول ۲ ص ۷۷، آنها را در ۳ دسته مرتب کنید:

محلول: در واکنش ها به صورت ( ) یا ( ) نوشته می شوند

کم محلول:

(عملاً) نامحلول: } در واکنش ها به صورت (S) نوشته می شوند. (به شرطی که جامد باشند)

نمونه های مواد محلول در آب: اسیدهای معدنی - اسیدهای آلی (تا ۴ کربن) - بازها - اغلب نمک ها

نمونه های مواد نامحلول در آب: $Fe(OH)_2$ $Fe(OH)_3$ - CuS - CdS - Cr_2O_3 - AgCl - AgBr - AgI

$Ca_3(PO_4)_2$ - $BaSO_4$ - PbI_2 - Ag_2CrO_4 - $(NH_4)_2Cr_2O_7$ - $CaSO_4$

مسئله ۱ : چند مول نقره کلرید را در دمای ۲۰°C میتوان در یک لیتر آب حل کرد؟ (ج ۱ ص ۷۷)

مسئله ۲ : در ۱۸۰۰ گرم محلول آبی سود، ۲ مول سود حل شده وجود دارد. انحلال پذیری سود در آب چقدر است؟ (محلول گفته شده، محلول سیر شده است.)

Ag=۱۰۸, Cl=۳۵/۵, Na=۲۳, O=۱۶, H=۱

"برهم‌کنش" های بین ذره‌ای

ذره در شیمی: .....

حاشیه صفحه ۷۹ کتاب درسی

- دو قطبی - دو قطبی: برهم‌کنش بین "مولکول‌های ....." (جاذبه)
  - مثال:
  - پیوند هیدروژنی: حالت ممتاز جاذبهٔ ..... (جاذبه H متصل به ... یا ... یا ... از یک مولکول با ... یا ... یا ... متصل به H از مولکول دیگر)
  - مثال:
- دو قطبی - دو قطبی القایی: برهم‌کنش بین مولکول ..... با مولکول .....
  - مثال:
- دو قطبی القایی - دو قطبی القایی: برهم‌کنش بین "مولکول‌های ....." (نیروهای .....)
  - مثال
- یون - دو قطبی: برهم‌کنش بین ..... با مولکول‌های .....
  - مثال
- یون - دو قطبی القایی: برهم‌کنش بین ..... با مولکول‌های .....
  - مثال

پیوند یونی ← ..... ← ..... ← ..... (..... با .....)

← .....

← .....

نمایش برهم‌کنش بین ذره‌ها

Sanatisharif.ir

ادامه از صفحه ۵

نکته ۱۵ مقایسه قدرت پیوند هیدروژنی در قسمت‌های آ، ب و پ ش ۲ ص ۷۹

.... — ..... ○ ..... — ..... ○ ..... — .....

دلیل: ○ متصل به .... از ○ متصل به ..... قطبی‌تر است (بار منفی بیشتری دارد)

پرسش ـ چرا اتانول در آب حل می‌شود؟

..... ، ..... را .....

like dissolves like

نکته ۱۶: برخی مولکول‌ها در ساختار خود یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی دارند:

مثال: دو الکل را بررسی می‌کنیم

نام: ( ) ( )

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ CH_3-CH_2-OH

بخش ... بخش ... بخش ... بخش ...

انحلال پذیری چنین ترکیب‌هایی در آب به چه چیز بستگی دارد؟ (آب، مولکولی قطبی است.)

به این که کدام ..... بر دیگری غلبه دارد. (برهم‌کنش‌های قطبی بزرگ‌تر است یا .....)

نتیجه: در اتانول، بخش ... قوی‌تر است و در ۱-بوتانول، بخش ..... قدرت بیشتری دارد.

در واقع: در الکل‌ها گروه عاملی OH- (.....) ثابت است. (بخش ..... مولکول)

با افزایش طول زنجیر کربنی، (بخش ..... مولکول)، انحلال پذیری در آب کم / زیاد می‌شود

فکر کنید ص ۸۰ ← "الکل‌ها" و "اسیدهای آلی" با ۵ کربنه در آب محلول / نامحلول و سنگین‌ترها محلول / نامحلول

محلول ← حلال: مایع - گاز - جامد
حل شونده: مایع - گاز - جامد

حلال: (حلال نمی‌تواند جامد باشد چون باید ..... باشد.)

مواد یونی را نمی‌توان به عنوان حلال انتخاب کرد چون در دمای عادی، .... هستند.

حلال‌ها ساختار ..... دارند (قطبی یا ناقطبی)

عموماً

محلول ← حلال : ... حلال قطبی، مواد ... و ... را حل می‌کند.

محلول ← محلول شونده : ... حلال ناقطبی، مواد ... را حل می‌کند.

چگونه مولکول های قطبی و ناقطبی را به سرعت تشخیص دهیم؟

مواد آلی:
- معدنی: ساختار متقارن (قطبی یا ناقطبی) :
- معدنی: ساختار نامتقارن (قطبی) :
- آلی: اگر فقط C و H داشته باشد ← ...

اگر گروه‌های قطبی داشته باشد ← گروه قطبی کم - کربن زیاد ← ...

(-OH -O- -C(=O)-) (خ ص ۸۰)

گروه قطبی زیاد - کربن کم ← ...

حالا برگرد نکته ۱ صفحه پیش } ف ص ۷۹

با توجه به شکل ۱ ص ۷۸ پاسخ دهید:

۱- آیا LiCl در آب حل می‌شود؟

۲- آیا LiCl در تولوئن حل می‌شود؟

۳- آیا آب می‌تواند تولوئن را حل کند؟

۴- چرا تولوئن، نفتالن را حل می‌کند؟

۵- چرا آب، اتانول را حل می‌کند؟

آنتالپی انحلال ($\Delta H_{\text{انحلال}}$)

فرآیند انحلال، معمولاً با مبادله انرژی همراه است.

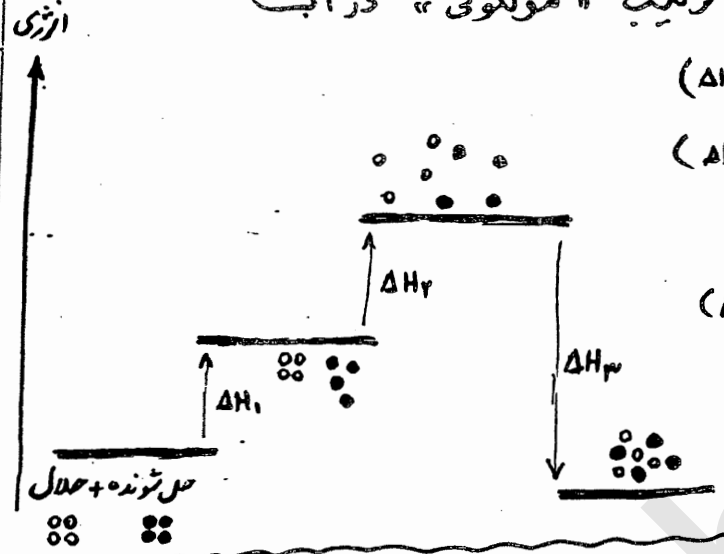
آنتالپی انحلال: تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن ۱ مول حل شونده در (مقدار زیادی) حلال

برای بدست آوردن آنتالپی انحلال، ابتدا باید مراحل حل شدن را بررسی کنیم:

Sanatisharif.ir

بررسی مراحل حل شدن یک ترکیب ← مولکولی در آب / یونی در آب

مراحل حل شدن یک ترکیب «مولکولی» در آب



۱- جدا شدن مولکول های حل شونده (گرما ... $\Delta H_1 > 0$)

۲- جدا شدن مولکول های حلال (گرما ... $\Delta H_2 > 0$)

۳- پراکنده شدن همگن مولکول های حل شونده بین مولکول های آب (گرما ... $\Delta H_3 < 0$)

تذکر: این سه مرحله، لزوماً قدم زمانی ندارند.

ف ۱ (آ) ص ۸۱ نتیجه: هر انحلالی شامل سه مرحله (۱- مرحله گرماگیر و ۲- مرحله گرماده) است

ف ۱ (ب) $\Delta H_{\text{انحلال}} = \quad + \quad + \quad$

علامت آنتالپی انحلال

انحلال گرما ....

$\Delta H_1 + \Delta H_2 < |\Delta H_3|$

$\Delta H_{\text{انحلال}} < 0$

افزایش دما، میزان انحلال را ..... می دهد.

(این مواد در آب $\frac{\text{گرم}}{\text{لیتر}}$ بیشتر حل می شوند.)

(نمودار انحلال پذیری در برابر دما، نزولی است)

ضمن انحلال، دمای سامانه ..... می یابد.

نمونه: $CaCl_2$ ، KOH ، اغلب گازها

الکل ها - اسیدهای قوی - بازها - Li_2SO_4

ف ۲ ص ۸۶ آ)

ب)

انحلال گرما ....

$\Delta H_1 + \Delta H_2 > |\Delta H_3|$

$\Delta H_{\text{انحلال}} > 0$

افزایش دما، میزان انحلال را ..... می دهد.

(این مواد در آب ... بیشتر حل می شوند.)

(نمودار انحلال پذیری در برابر دما، صعودی است.)

ضمن انحلال، دمای سامانه ..... می یابد.

نمونه: آمونیم نیترات - نقره نیترات - سدیم نیترات - سرب نیترات (II) - پتاسیم نیترات - پتاسیم کلرات - پتاسیم کلرید

پ)

(ف ۱ و ۲ ص ۸۴)

نکته - انحلال سدیم کلرید در آب، قطعاً برون گرما است ($\Delta H_{sol} < 0$): $|\Delta H_3| \bigcirc \Delta H_1 + \Delta H_2$

یعنی افزایش دما تأثیر چندانی بر میزان انحلال NaCl در آب ندارد. (گرچه برخی انحلال را ... می‌دهد.)

(البته این انحلال مقداری، چیزی گرماگیر است.) (فرضه حل شده ص ۱۳)

مراحل "حل شدن" یک ترکیب "یونی" در حلال مولکولی (جدول ص ۱۷ کتاب درسی خط‌دار شود.)
(ناشی از آب) (شکل ۵ ص ۱۲)

۱- فرو پاشی شبکه بلور ترکیب یونی ($\Delta H_1 > 0$) ۲- جدا شدن مولکول‌های حلال (آب) ($\Delta H_2 > 0$)

$NaCl(s) \rightarrow Na^+(..) + ...(..)$ (.....)

۳- انحلال یون‌ها در آب (برقراری جاذبهٔ قوی بین یون‌ها با حلال) ($\Delta H_3 < 0$)

مرحلهٔ ۱ = گسستن شبکهٔ بلور و مجموع مراحل ۲ و ۳ را آب پوشی می‌نامیم.

$NaCl(s) \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$

آنتالپی شبکهٔ بلور = ΔH_1

حتماً عددی $\frac{\text{مثبت}}{\text{منفی}}$ است.

$Na^+(g) + Cl^-(g) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

آنتالپی آب‌پوشی = $\Delta H_2 + \Delta H_3$

حتماً عددی ..... است!

چون جاذبهٔ بین یون‌ها با حلال حتماً از جاذبهٔ بین مولکول‌های حلال ..... است

نتیجهٔ ۱: $\Delta H_{\text{انحلال}}$ ○ $\Delta H_{\text{شبکه}}$ ○ $\Delta H_{\text{آب‌پوشی}}$ علامت ⊕ ، ⊖ یا ⊜ بگذارید. (وگرنه آب‌پوشی می‌شود)

نتیجهٔ ۲: آنتالپی شبکه برای انحلال، عاملی $\frac{\text{مساعد}}{\text{نامساعد}}$ است چون علامت آن $\frac{\text{منفی}}{\text{مثبت}}$ است.

آنتالپی آب‌پوشی برای انحلال عاملی ..... است چون علامت آن ..... است.

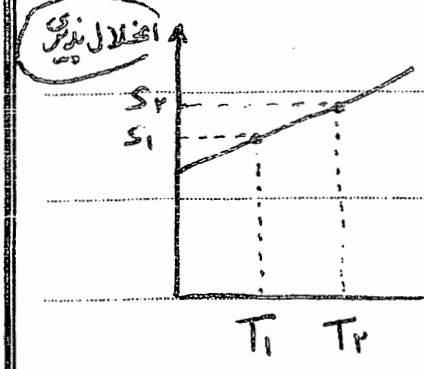
نکته ۱: اگر آنتالپی شبکهٔ بلور بسیار بیشتر از آنتالپی آب‌پوشی باشد، آن ماده در آب نامحلول است (مثل برخی مواد یونی نامحلول $BaSO_4$ و ...)

نکته ۲: آب‌پوشی از نظر آنتالپی $\frac{\text{مساعد}}{\text{نامساعد}}$ و از نظر آنتروپی ..... است (چون آزادی یون‌ها را کم می‌کند.) زیاد

نکته ۳: آنتالپی شبکهٔ بلور به چگالی بار یون‌ها بستگی دارد: چگالی بار ↑ ⇒ آنتالپی شبکه ↑

آنتالپی آب‌پوشی نیز به چگالی بار یون‌ها بستگی دارد: چگالی بار ↑ ⇒ آنتالپی آب‌پوشی ↑

نمودار انحلال‌پذیری (S) در مقابل دما

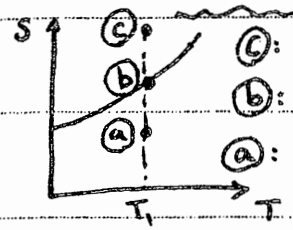


نمودار انحلال‌پذیری، نشان می‌دهد که در هر دما (مثلاً T_1)

حداکثر چند گرم از ماده A می‌توان در ۱۰۰ گرم حلال حل کرد. (محلول سیرشده)

وقتی به دمای T_2 می‌رسیم، انحلال‌پذیری (نقطهٔ اشباع) نیز عوض می‌شود. (S_2)

برای بررسی اثر دما بر انحلال‌پذیری باید دید که $\frac{S_2}{S_1}$ چقدر بزرگ شده است.



هر نقطه روی نمودار انحلال‌پذیری، نشان‌گر حداکثر مقداری از ماده A است

که می‌توان در آن دما (T_1) در ۱۰۰ گرم حلال حل کرد. (محلول سیرشده)

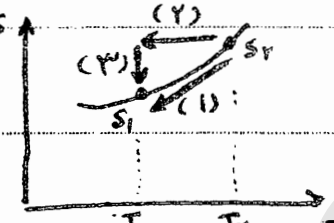
c: .....
b: .....
a: .....

نتیجه: نمودار انحلال‌پذیری، درواقع اتصال نقاط سیرشده یا اشباع در دماهای مختلف است.

اگر کمتر از این مقدار را در ۱۰۰ گرم حلال حل کرده باشیم محلول سیرنشده و اگر بیش از این حل شده باشد،

محلول فراسیرشده یا فوق اشباع است.

تهیه محلول فراسیرشده



اگر محلول به دمای T_2 برسد، مقدار S_2 گرم از ماده در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود.

الف) اگر محلول را یکباره سرد کنیم (مسیر ۱) ← مقدار $S_2 - S_1$ رسوب تشکیل می‌شود.

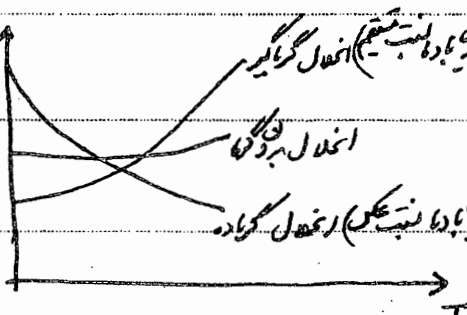
← محلول سیرشده در دمای T_1

ب) اگر محلول را به تدریج سرد کنیم (مسیر ۲) ماده رسوب نمی‌کند.

← محلول فراسیرشده در دمای T_1

تذکر: اگر محلول فراسیرشده در اثر ضربه یا تکان دادن "بیدار" شود، باز هم به اندازهٔ $S_2 - S_1$ رسوب می‌کند (مسیر ۳)

انواع نمودارهای انحلال‌پذیری



این قسمت پس از بررسی اثر آنتروپی بر انحلال مورد بررسی قرار می‌گیرد:

«بررسی انواع انحلال از نظر آنتروپی و آنتالپی»

۱) $\Delta H > 0$ و $\Delta S > 0$ (مانند انحلال NaCl در آب) ← به‌هم‌زده خود به خود

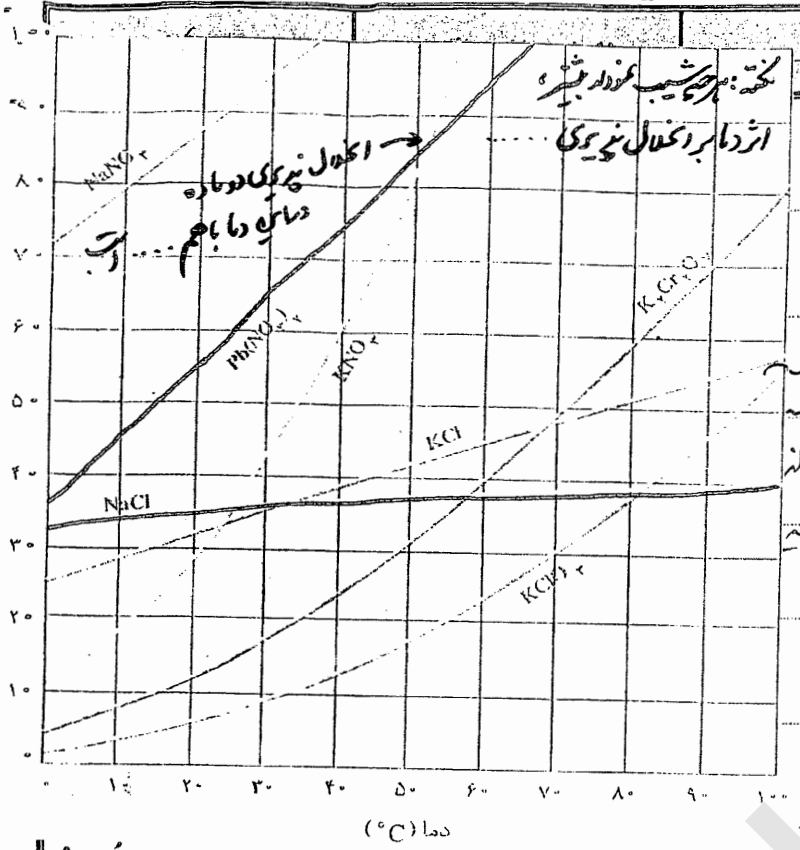
۲) $\Delta H < 0$ و $\Delta S < 0$ (انحلال اغلب گازها در آب) ← در دمای ... خود به خود

۳) $\Delta H > 0$ و $\Delta S > 0$ (انحلال شکر در آب) ← در دمای ... خود به خود

۴) $\Delta H > 0$ و $\Delta S < 0$ (انحلال گازهای بی‌اثر در آب) ← هیچ‌گاه خود به خود

Sanatisharif.ir

شیمی ۳ — دبیرستان پیش دانشگاهی | بخش ۳



همچون دانشمندان ص ۸۵ و ۸۶

پرسش ۲ : اگر ۱۵ گرم محلول سیرشدهٔ نیتراتِ سدیم کلریه از دمای ۷۵°C به ۴۵°C برسد، چند گرم نیتراتِ سدیم کلریه به صورت رسوب از محلول خارج می‌شود؟

$$\frac{m_p}{m_s} = \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

جرم رسوب / جرم محلول

پرسش ۳ : محلول سیرشدهٔ $KClO_3$ در ۸۰°C داریم. اگر این محلول تا دمای ۰°C سرد شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا در ۰°C نیز محلول سیرشده است؟ (یادآوری: نقاط روی نمودار انحلال‌پذیری، نشان‌دهندهٔ محلول سیرشده در دماهای گوناگون است.)

پاسخ- با سرد شدن محلول، مقداری از حل شونده ... می‌کند و مقدار باقیمانده، محلول ... ای را در دمای جدید می‌سازد

با توجه به جدول روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

دما (°C)	$AgNO_3$ (g/100 g H_2O)
۰	۱۲۲
۲۰	۲۱۶
۴۰	۳۱۱
۶۰	۴۴۰
۸۰	۵۸۵

آ) انحلال‌پذیری $AgNO_3$ در ۲۰°C تقریباً چند است؟

ب) انحلال‌پذیری $AgNO_3$ در آب، گرمایی یا گرماده است؟ چرا؟

پاسخ: گرما... است (چون با افزایش دما، انحلال‌پذیری ... شده است.)

پ) اگر در دمای ۱۰°C مقدار ۹۸/۵ گرم نقره نیترات به ۱۰۰ گرم آب افزوده شود، محلول حاصل سیرشده یا سیرنشده است؟

ت) در دمای ۴۰°C حداکثر چند گرم نقره نیترات را می‌توان در ۲۵ گرم آب حل کرد؟

ث) ۱۰۱/۸ گرم محلول سیرشدهٔ نقره نیترات در دمای ۶۰°C، چند گرم نمک در خود دارد؟

ج) در ۲۲/۴ گرم محلول سیرشدهٔ نقره نیترات، ۱۲/۴ گرم نمک حل شده است. انحلال‌پذیری را حساب کنید و به کمک جدول، دمای انحلال را پیدا کنید.

Sanatisharif.ir

بررسی اثر آنتروپی بر انحلال مواد

- حل شدن جامد در مایع (مانند KCl در آب) ← (افزایش آنتروپی / کاهش) دلیل: آزادی و تحرک بیشتر ذره‌ها در حالت (s) به (l)
- حل شدن مایع در مایع (مانند اتانول در آب) ← (... آنتروپی) دلیل: ذرات مایع هنگام مخلوط شدن با هم، فضای بیشتری می‌یابند. در نتیجه آزادی عمل و جنبش ذرات بیشتر می‌شود. ← بیشتری
- حل شدن گاز در آب (مانند آمونیاک در آب) ← (... آنتروپی) دلیل: افزایش / کاهش تحرک و آزادی ذره‌ها در حالت (g) به (l)

نکته: آب پوشی یون‌ها از نظر آنتروپی مساعد / نامساعد است چون مولکول‌های آب، یون‌ها را احاطه می‌کنند و آزادی عمل و تحرک آب‌ها کم می‌شود. ← برگشت به ۲ صفحه قبل

انحلال پذیری گازها

عامل آنتروپی، برای انحلال گازها در آب، مساعد / نامساعد است.

نتیجه: انحلال خود به خودی گاز فقط به شرطی ممکن است که انحلال آن، گرماگیر / گرماده باشد. (حداقل آنتالپی مساعد!!)

با توجه به جدول روبه رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

دما (°C) / گاز	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
CO_2	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸
H_2S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵
Cl_2	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳

آ) انحلال‌پذیری $H_2S(g)$ را در ۴۵°C تخمین بزنید. (هواص ۸۶ و ۸۷)

ب) در چه دمایی، انحلال‌پذیری $Cl_2(g)$ ۰/۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

پ) محلولی که شامل ۱/۰ گرم $CO_2(g)$ در ۱۰۰ گرم آب است، در ۳۵°C سیرشده، سیرنشده یا فراسیرشده است؟

ت) انحلال‌پذیری $H_2S(g)$ را در ۷۰°C پیش‌بینی کنید.

ث) با توجه به جدول، انحلال این سه گاز در آب، گرماده یا گرماگیر است؟ چرا؟ ... است چون با افزایش دما انحلال این گازها ... یافته است.

نتیجه: انحلال گازها در آب، گرما ... است.

ج) این سه گاز را با توجه به انحلال‌پذیری و جرم مرتب کنید:

... > ... > ... : انحلال‌پذیری در دمای معین

... ○ ... ○ ... : جرم مولی

نتیجه: افزایش جرم ← افزایش / کاهش نیروی لندن ← افزایش / کاهش انحلال‌پذیری

(نکته: جرم H_2S از CO_2 کم‌تر است اما چون H_2S قطبی است، بهتر از CO_2 در آب حل می‌شود.)

Sanatisharif.ir

همچون دانشمندان ۲ ص ۸۷

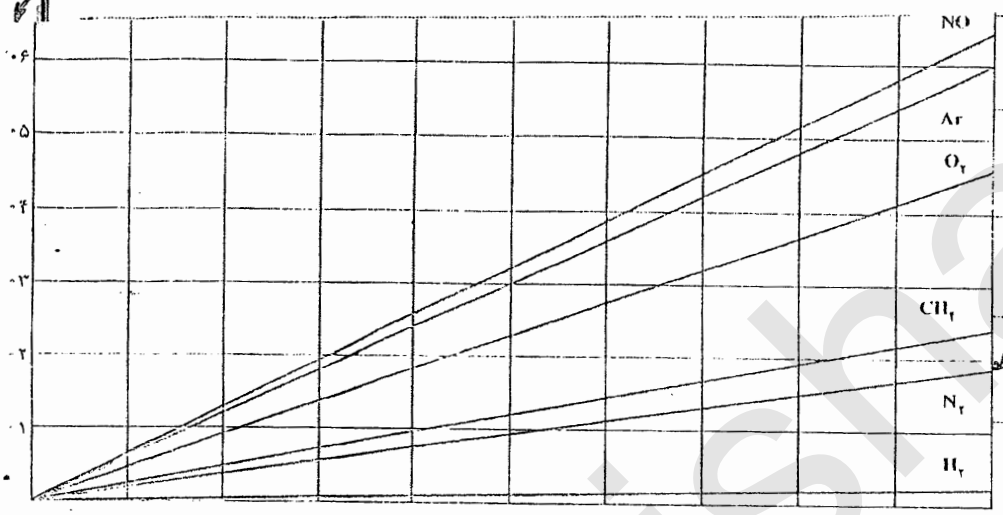
گاز	N_2	O_2	CO_2	NH_3	HCl
انحلال‌پذیری (g/100g H_2O)	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۳۹	۰/۱۴۵	۴۷/۰	۶۹/۵
قطبی / ناقطبی					
جرم مولی	۲۸	۳۲	۴۴	۱۷	۳۶/۵

نتیجهٔ ۱ : انحلال‌پذیری مولکول‌های گازی قطبی در آب تقریباً از ناقطبی‌ها ..... است.

نتیجهٔ ۲ : بین چند مولکول گازی قطبی (یا چند ناقطبی)، آن که جرم مولی بیش‌تری دارد، انحلال‌پذیری ..... دارد.

همچون دانشمندان ۲ ص ۸۷

بررسی اثر فشار بر انحلال‌پذیری گازها (قانون هنری)



قانون هنری : در دمای ثابت، با افزایش فشار گاز، انحلال‌پذیری گاز ..... می‌یابد.

نکته : اثر فشار بر انحلال‌پذیری گازها، یک‌ان $\frac{\text{است}}{\text{نیست}}$، (همانند اثر دما نیز یک‌ان نبود)

در این نمودار، اثر فشار بر انحلال‌پذیری ... و ... از سایر گازها، بیش‌تر است.

انواع غلظت :

(a) درصد جرمی - ppm - درصد حجمی - غلظت معمولی یا مولی (مولاریته) - مولالیته

(۱) درصد جرمی : جرم ماده‌ٔ حل شده (گرم) در ۱۰۰ گرم محلول

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

مثلاً در سرم نمکی، محلول ۰/۹ % $\frac{w}{w}$ سدیم کلرید در آب موجود است.

یعنی در ۱۰۰ گرم $\frac{\text{حلال}}{\text{محلول}}$، ۰/۹ گرم سدیم کلرید حل شده هست. (جرم آب تقریباً ۹۹/۱ گرم است)

خ ۱ ص ۸۹ : پرسش - سرم نمکی یک لیتری به فردی تزریق شده است. چند گرم نمک وارد خونش شده است؟

تمرین ۱ : ۱٫۲۵ گرم KCl در ۳۷۵ گرم آب حل شده است . درصد جرمی KCl را حساب کنید :

تمرین ۲ : محلول ۵٪ جرمی سدیم نیترات تهیه شده است . در ۴۰ گرم از این محلول ، چند گرم سدیم نیترات هست ؟

تمرین ۳ : ۰٫۳ مول سود در ۲۰ آب حل شده است . درصد جرمی محلول سود را به دست آورید :

تمرین ۴ : چند گرم از محلول ۵٪ جرمی پتاس برداریم تا ۲ گرم پتاس در آن موجود باشد ؟

تمرین ۵ : برای تهیهٔ محلول ۴۰٪ جرمی سدیم کلرید ، چند گرم نمک را باید در ۹۰ گرم آب حل کرد ؟

(با توجه به نمودار ص ۵۵ کتاب درسی)

تمرین ۶ : در دمای ۳۵°C ، محلول سیر شدهٔ ترکیب (II) نیترات در ۵۰ گرم آب تهیه شده است . با توجه به نمودار ، انحلال پذیری و درصد جرمی محلول را به دست آورید :

تمرین ۷ : انحلال پذیری و درصد جرمی سدیم نیترات در آب خالص را در دمای ۱۰°C محاسبه کنید :

تمرین ۸ : انحلال پذیری عکس را در دمای معینی به دست آورید که درصد جرمی محلول اشباع آن ۲۰٪ باشد :

Sanatisharif.ir

(۴) ppm (قسمت در .....) : نشان‌گر جرم ماده‌ٔ حل‌شده در ۱ میلیون قسمت $\frac{\text{حلال}}{\text{محلول}}$ است.

ppm برای محلول‌های بسیار رقیق به کار می‌رود مانند غلظت آلاینده‌های هوا یا غلظت مواد در آب دریا

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

مثال ۱ـ اگر در ۲ کیلوگرم آب دریا، ۸۰۰mg کاتیون Ca^{2+} حل شده باشد، غلظت آن چند ppm است؟

نکته مهم: $ppm = \frac{mg}{kg} \equiv \frac{mg}{mg}$

مثال ۲ـ غلظت یون Na^+ در آب دریا ۱۰۶۰۰ ppm است. در ۱۰ گرم آب دریا چند گرم Na^+ حل شده دارد؟

مثال ۳ـ اگر درصد جرمی کاتیون کلسیم در آب دریا ۰/۰۴ % باشد، غلظت آن چند ppm است؟

ppm = درصد جرمی × ...

مثال ۴ـ غلظت یون K^+ در آب دریا ۳۸۰ppm است. درصد جرمی این کاتیون در آب دریا چند است؟

نکته مهم: در محلول‌های رقیق (مثل آب دریا) مقدار حل‌شونده کم است و چگالی محلول رقیق تقریباً با آب خالص یکی است.

مثال ۵ـ اگر در هر ۱ لیتر آب شهری ۱۵۰ mg یون K^+ حل شده باشد، غلظت آن تقریباً چند ppm است؟

حذف

(۳) درصد حجمی : نشان‌گر حجم ماده‌ٔ حل‌شونده در ۱۰۰ حجم محلول است

$$\text{درصد حجمی} = \frac{\text{حجم حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$$

مثال ۶ـ درصد حجمی اتانول در محلولی شامل ۴۸ mL آب و ۱۶ mL اتانول را محاسبه کنید.

مثال ۷ـ در ۲۰۰ mL محلول ۹۶ % حجمی اتانول - آب، چند میلی‌لیتر آب وجود دارد؟

مثال ۸ـ برای تهیه‌ٔ ۵ لیتر محلول ۲۵ % حجمی کلروفرم - آب، به چند میلی‌لیتر کلروفرم نیاز است؟

Sanatishanfir.ir

$Na=23, K=39, Ag=108, N=14, Cu=64, Na=23, C=12, O=16, H=1$

۳ غلظت مولی (مولار) : مقدار مول حل شونده در یک لیتر محلول

$M(\quad) = \frac{(\quad)}{(\quad)}$

رایج ترین شیوهٔ بیان غلظت است و به آن "مولاریته" نیز می گویند.

نکته : واحد مول بر لیتر (mol/L) یا (mol) به صورت واحد مولار (molar) نیز بیان می شود.

تمرین ۱ : غلظت مولی محلولی را از سولفوریک اسید به دست آورید که در هر L آن، $19/6\ g$ اسید حل شده است.

تمرین ۲ : در $2\ L$ محلول سدیم کلرید ۱ مول در لیتر، چند گرم NaCl خالص هست؟

تمرین ۳ : در $712\ mL$ از محلول نقره نیترات، $12\ g$ از آن حل شده است. مولاریتهٔ محلول چند است؟

تمرین ۴ : درصد جرمی محلولی از اسید سولفوریک ۹۸٪ و چگالی آن $1/2\ g/cm^3$ است. مولاریتهٔ آن را تعیین کنید.

$$\text{مولاریته} = \frac{10\,d}{\text{جرم مولی}}$$

تمرین ۵ : حاشیه ص ۹۰ کتاب درسی

مراحل تهیهٔ محلول با غلظت مشخص (ر ص ۹۰) (— مرحله)

۱- اندازه گیری ...) ۲- ... ماده در آب) ۳- ... محلول به بالن حجمی) ۴- ... سازد محلول) ۵- به ... رساندن

تمرین ۱ : جرم حل شونده لازم را در هر مورد به دست آورید :

۱- $100\ mL$ محلول سدیم کلرید $2\ M$

۲- $250\ mL$ محلول مس (II) سولفات $0/5\ M$

۳- برای تهیه $3\ L$ محلول $0/1$ مول در لیتر سود :

.... گرم سود را در مقداری آب حل می کنیم و حجم نهایی را به .... لیتر می رسانیم.

۴- برای تهیه 2 لیتر محلول $0/01$ مولار پتاس :

.... گرم پتاس را در مقداری آب حل می کنیم و حجم نهایی را به .... لیتر می رسانیم.

Sanatisharif.ir

$Na=23, O=16, H=1$ $g.mol^{-1}$

شیمی ۳ — دبیرستان / پیش‌دانشگاهی	بخش ۱	مؤلف: شکیبائیان	صفحه ۱۷

مسئلهٔ ۱ : برای تهیهٔ ۲۵۰ mL محلول ۰٫۴ مولار سود، چند mL از محلول ۱ مولار آن لازم است؟ چند mL آب نیاز داریم؟

مسئلهٔ ۲ : به ۱۰۰ mL محلول ۰٫۴ مولار سدیم نیترات، ۱۰۰ mL آب مقطر اضافه می‌کنیم. غلظت محلول به چند مولار می‌رسد؟

استوکیومتری واکنش در حالت محلول

مسئلهٔ ۱ : چند میلی‌لیتر HCl (۰٫۵۵۶ مولار) برای واکنش کامل با ۲۵ mL محلول سود (۰٫۴۵۸ مولار) لازم است؟

.... + ... → .... + ...

هر وقت در مسئله ۲ یا ۳ گفت بسته میلی‌لیتر محلول

این خوبه!

$\frac{\text{ضرایب}}{\text{مول}} = \frac{\text{ضرایب}}{\text{حجم}}$ ..... حواستو

این رابطه فقط برای اسید و باز نیست و برای تمام واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، قابل استفاده است.

مسئلهٔ ۲ : چند میلی‌لیتر H_2Br ۰٫۱۱۲ مولار برای واکنش کامل با ۲۱٫۲ لیتر محلول سدیم کربنات ۰٫۱۵ مولار لازم است؟

.... + ... → .... + ...

سؤال ۱ تا ۳ صفحه ۱۹

Sanatisharif.ir

$NaOH = 40$

« مراحل رقیق سازی یک محلول غلیظ » (ـ مرحله)

۱) برداشتن .... معینی از محلول غلیظ ۲) .... محلول به بالون حجمی ۳) .... سازی ۴) به رساندن ۵) .... به ظرف نگهداری

ترین ۱ : برای تهیه $250\,mL$ محلول 0.4 مولار سود، چند mL از محلول 1 مولار آن لازم است؟

ترین ۲ : به $100\,mL$ محلول 0.4 مولار سدیم نیترات، $100\,mL$ آب مقطر اضافه می‌کنیم. غلظت محلول به چند مولار می‌رسد؟

ترین ۳ : حجم مورد نیاز از محلول $0.2\,mol.L^{-1}$ پتاسیم دی کرومات برای تهیه $250\,mL$ محلول $0.04\,mol.L^{-1}$ آن چند لیتر است؟

برای این رقیق سازی، چه حجم آب نیاز است؟

« استوکیومتری واکنش‌ها در فاز محلول »

روش کلی حل مسائل محلول غلیظ و رقیق:

$n_1 = n_2$

$\rightarrow$ [=]

اگر مواد در فاز محلول با هم واکنش دهند، باز هم مهم این است که از هر ماده، چند .... در واکنش شرکت کرده است. در حالی که وقتی محلول این مواد را برمی داریم، در ظاهر فقط " .... " آن را می دانیم. چگونه می‌توان از حجم محلول، مول واکنش دهنده را فهمید؟ کافی است " ..... " محلول را داشته باشیم:

$\frac{M_1V_1}{a_1} = \frac{M_2V_2}{a_2}$ (mol = — × —)

[... = ...]

وقتی مول هر ماده را دانستیم، مانند مسائل عادی استوکیومتری، نسبت مولی مواد را در محاسبه به کار می‌بریم.

ترین ۱ : $500\,mL$ محلول 2 مولار هیدروکلریک اسید با چند مول نیتریم واکنش می دهد؟

نکته: اگر حجم معینی (V_1) از آب خالص به حجم معینی (V_2) از محلول آبه افزوده شود $\rightarrow$ حتماً: $V_{\text{نهایی}} = V_1 + V_2$

$Na=23, Cu=64$

تمرین ۲ : چند گرم سدیم با ۲ لیتر محلول ۰/۱ مول در لیتر نیتریک اسید واکنش می دهد؟

تمرین ۳ : در واکنش ۳/۲ گرم مس با ۱۰۰ سی سی محلول ۰/۶ مول بر لیتر سولفوریک اسید، چند cm^3 گاز SO_2 در شرایط STP تولید می شود؟

$$Cu(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + SO_2(g) + 2H_2O(l)$$

تمرین ۴ : چند میلی لیتر محلول $NaBr$ ۰/۱۲۵ مولار برای واکنش با $25\,mL$ محلول نقره نیترات ۰/۱۱۵ مولار لازم است؟

رسوب حاصل (... ...) در ساخت فیلم های عکاسی به کار می رود.

$$AgNO_3(aq) + NaBr(aq) \rightarrow \ldots(s) + \ldots(aq)$$

خ ۱ ص ۹۲

خ ۲ ص ۹۲

خ ۳ ص ۹۲

Sanatisharif.ir

K=39 , O=16 , H=1 , Na=23 , Cl=35/5

۴ غلظت مولال یا مولالیته (m)

مولالیته = مقدار حل شونده (mol) / جرم حلال (Kg) : مقدار مول حل شونده در ۱ کیلوگرم حلال

$(mol.kg^{-1})$

مولاریته : مول حل شونده در ۱ ... محلول ← محلول ۱ مولار ← ۱ مول حل شونده + حلال (کمتر از ۱ لیتر) ← حجم نهایی = ۱ لیتر

مولالیته : مول حل شونده در ۱ ... حلال (آب) ← حلال ۱ مولال ← ۱ مول حل شونده + حلال (۱ kg) ← حجم نهایی = کمتر از ۱ لیتر

① در مول مساوی:

نتیجه: حجم محلول ۱ مولار ○ حجم محلول ۱ مولال

غلظت محلول ۱ مولار ○ غلظت محلول ۱ مولال (مولاریته) (مولالیته)

② در حجم مساوی: مول حل شونده در محلول ۱ مولار ○ محلول ۱ مولال

③ در حجم مساوی: جرم محلول ۱ مولار ○ جرم محلول ۱ مولال

تمرین ۱ : ۰/۲ مول از ماده‌ای را در $250\,mL$ آب خالص حل می‌کنیم، غلظت مولال محلول چقدر است؟

تمرین ۲ : ۵/۶ گرم پتاس را در $400\,cc$ آب حل کرده‌ایم. غلظت مولال محلول را به دست آورید.

تمرین ۳ : در ۲۲ گرم محلول سود، ۲۰ گرم سود حل شده است. غلظت مولال و درصد جرمی محلول را محاسبه کنید.

تمرین ۴ : برای تهیهٔ ۱۰۸ گرم محلول ۲ مولال سود، به چند گرم سود نیاز داریم؟

تمرین ۵ : ۱۰۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی سود، چند مولال است؟

تمرین ۶ : انحلال‌پذیری، درصد جرمی و مولالیتهٔ محلول اشباع تیوسیم کلرات در آب خالص را در دمای $70^\circ C$ به دست آورید. (به کمک نمودار ص ۷ جزوه)

نکته جالب: تغییر دما باعث تغییر مولاریته محلول (می‌شود / نمی‌شود) و موجب تغییر مولالیتهٔ محلول (می‌شود / نمی‌شود).

Sanatisharif.ir

محلول های الکترولیت و غیر الکترولیت

◁ محلول الکترولیت، محلولی است که در آن، "یون" آزاد وجود دارد، مانند:

الف) حل شدهٔ یونی در آب (یونها ..... می شوند) $NaCl(s) \xrightarrow{آب} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

ب) حل شدهٔ قطبی در آب (یونها ..... می شوند) $HCl(g) \xrightarrow{آب} H^+(aq) + Cl^-(aq)$

◁ محلول غیر الکترولیت، محلولی است که در آن، "یون" وجود ندارد، مانند

حل شدهٔ ناقطبی در آب: $Br_2(l) \xrightarrow{آب} Br_2(aq)$

خ ۱ ص ۹۴:

تذکر: اغلب نمک ها، حل شدن در آب به طور کامل تفکیک می شوند به جز نمک هایی که از واکنش اسید ضعیف، باز ضعیف ایجاد می شوند (مانند NH_4F)

محلول
- الکترولیت (حل یونی)
  - الکترولیت قوی: موادی که یونش آن ها کامل است (اسیدها و بازهای قوی، اغلب نمک ها)
  - الکترولیت ضعیف: موادی که یونش ..... دارند (اسیدها و بازهای .....)
- غیر الکترولیت (حل مولکولی): موادی که حل آن ها در آب، یون تولید نمی کند (مواد ناقطبی و اغلب مواد آلی)

مانند Br_2 و I_2

مانند الکل ها، گلوکز و ساکارز (شکر) - ویتامین C - استون

خ ۲ ص ۹۴:

Sanatisharif.ir

برای مطالعه

درصد تفکیک یونی = (%)

عدد pH نشان دهنده الکترولیت است:

$$\%\alpha = \frac{\text{تعداد مول‌های تفکیک شده (یونش یافته)}}{\text{تعداد کل مول‌های حل شده}} \times 100$$

برای الکترولیت قوی: ۱۰۰ (یا نزدیک به آن)

برای الکترولیت ضعیف: بین ۰ تا ۱۰۰ (نزدیکتر به صفر) برای غیر الکترولیت: صفر

تمرین ۱: غلظت یون H^+ در محلول ۰/۱۰ مولار $HCOOH$ برابر با $4,21 \times 10^{-3}$ مولار است.

% این اسید را محاسبه کنید:

تمرین ۲: اگر در دمای ۲۰°C، pH برای محلول ۰/۲ مولار استیک اسید برابر با ۲،۹۳۵ باشد، % ؟

غلظت مولی H^+ را در این محلول بدست آورید:

تمرین ۳: در محلولی از استیک اسید در آب، ۹۸۶ مولکول یونش نیافته است. % این اسید چقدر است؟

از هر ۱۰۰۰ مولکول اسید

عوامل مؤثر بر تفکیک یونی

الف) دما: معمولاً با درصد تفکیک یونی، رابطهٔ ... دارد.

دلیل: با افزایش دما، امکان شکسته شدن پیوندها و تفکیک ها (α) ... می‌شود.

ب) غلظت: با درصد تفکیک یونی، رابطهٔ ... دارد.

دلیل: با افزایش غلظت، محلول از یون‌ها اشباع می‌شود و درصد تفکیک را بسمت برگشت می‌راند.

نکته: در محلول‌های رقیق یا با غلظت معمولی، α ثابت است.

در محلول‌های غلیظ، ممکن است α کم شود.

Sanatisharif.ir

رسانایی محلول ها (در آب)

وجود یون های آزاد در محلول، باعث "رسانایی" می شود (به شرطی که تحرک یون ها "ناچیز" نباشد).

ماده محلول در آب

- الکترولیت قوی ← یون زیاد (در آب) ← رسانای قوی
- الکترولیت ضعیف ← یون ... (در آب) ← رسانای ...
- غیر الکترولیت ← نبود یون (در آب) ← نارسانا

ماده نامحلول در آب

- الکترولیت ← یون ناچیز (در آب) ← .....
- غیر الکترولیت ← نبود یون (در آب) ← .....

نتیجه: رسانایی = انحلال پذیری + تفکیک یونی

نوع ماده	مثال	انحلال پذیری	% یونش (نوع الکترولیت)	نوع انحلال	رسانایی
اسید قوی	HCl	محلول	۱۰۰ (الکترولیت قوی)		رسانای قوی
باز قوی	NaOH	.....	... (الکترولیت)		رسانای ...
نمک محلول	NaCl	محلول	... (الکترولیت)		رسانای ...
اسید ضعیف	HF	....	نزدیک به صفر (الکترولیت)		رسانای ...
باز ضعیف	NH_3	....	نزدیک به صفر (الکترولیت)		رسانای ...
مواد آلی	C_2H_5OH	....	صفر (غیر الکترولیت)		نارسانا
مواد ناقطبی	Br_2	نامحلول	... (.....)		....
نمک نامحلول	$AgCl$ $BaSO_4$	...	... (.....)		...

تمرین - در میان ترکیب های زیر، الکترولیت ها را مشخص کنید. از بین آنها، کدام الکترولیت، قوی تر است؟ چرا؟

متانول سدیم نیترات منیزیم کلرید باریم سولفات

برای مطالعه

ضریب وانت هوف (i)

وقتی مولکول ها در آب حل می شوند، توسط مولکول های آب احاطه و از هم کاملاً مستقل می شوند.

یون ها برخلاف مولکول ها، کاملاً مستقل نیستند و حتی در حالت محلول، نیروی جاذبهٔ اندکی بین یون ها وجود دارد. این تأثیر توسط وانت هوف با تعریف ضریب i بررسی شد که مقدار واقعی "یون های مستقل" را نشان می دهد.

مثال: انحلال NaCl در آب، باعث ۲ مول یون مستقل Na^+ و Cl^- ایجاد کند (مقدار حدی) اما عدم استقلال یون ها باعث می شود عملاً مقدار یون های مستقل کمتر باشد:

غلظت مولال NaCl	۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	مقدار حدی
مقدار i	۱/۸۷	۱/۹۴	۱/۹۷		۲

دیده می شود که i همواره از مقدار حدی ... است (چون بخشی از یون ها مستقل ...).

پرسش ۱: چرا ضریب وانت هوف (i) در غلظت های مختلف، یک نیست؟

محلول غلیظ تر ← جاذبهٔ یون ها بیشتر ← استقلال یون ها کمتر ← i بیشتر

پرسش ۲: چرا مقدار i برای $MgSO_4$ از NaCl کمتر است؟

ماده	مولالیته (m)	مقدار i	مقدار حدی
NaCl	10^{-3}	۱/۹۷	۲
$MgSO_4$	10^{-3}	۱/۸۲	...

با یون های حاصل از تفکیک $MgSO_4$ بیشتر ← جاذبهٔ یون ها ... ← استقلال یون ها ... ← i ...

تمرین - مقدار حدی "ضریب وانت هوف" را برای مواد زیر ذکر کنید:

آ) آهن (III) نیترات

ب) پتاسیم سولفات

پ) کروم (II) سولفید

Sanatisharif.ir

خواص کولیگاتیو

واژهٔ کولیگاتیو، به معنای خواص "تجمعی" است (همان چسبناکی خودمان!)

خواص کولیگاتیو به "تعداد" ذره‌های حل‌شونده طیّ قرار بستگی دارد.

(و به "نوع" ماده یا "خواص شیمیایی" ذره‌ها بستگی ندارد.)

حل‌شونده‌ٔ "غیر فرّار"، تمایل چندانی به تبخیر در دمای اتاق ندارد و دیرتر از حلال بخار می‌شود، در نتیجه "فشار بخار" آن در دمای اتاق، ناچیز است. (مانند مواد جامد (نمک‌ها) یا مایع‌های با BP بالا)

اگر حلال، آب باشد ماده‌ٔ فرار باید نقطهٔ جوش کمتر از ۱۰۰°C ... داشته باشد.

مهم‌ترین خواص کولیگاتیو: ① فشار بخار ② نقطهٔ جوش محلول ③ نقطهٔ انجماد محلول

① فشار بخار:

مولکول‌هایی که از سطح مایع می‌گریزند با دیواره داخلی ظرف، مولکول‌های هوا و سطح مایع برخورد می‌کنند که به آن، فشار... گفته می‌شود.

وقتی مایعی در ظرف دربسته قرار گیرد، مقداری از مایع تبخیر می‌شود. پس از مدتی، میعان نیز آغاز می‌شود. وقتی سرعت تبخیر و میعان برابر شود، مقدار بخار بالای سطح مایع ثابت می‌ماند و فشار بخار نیز ثابت می‌شود.

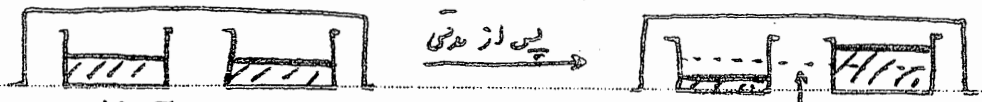
مایع در هر دمایی تبخیر دارد. سرعت تبخیر سطحی به تعداد مولکول‌های موجود در سطح مایع بستگی دارد.

اگر حل‌شونده‌ٔ غیر فرار در آب حل شود، ذرات حل‌شونده، بخشی از سطح تبخیر را اشغال می‌کنند و سرعت تبخیر حلال، کم می‌شود.

نتیجه: هرچه ذرات حل‌شونده‌ٔ غیر فرار بیش‌تر ← سرعت تبخیر حلال کمتر / بیش‌تر ← فشار بخار کمتر / بیش‌تر

sanaeshanfi.ir

پرسش) به شکل نگاه کنید. تغییرات سطح مایع که پس از مدتی رخ می‌دهد به چه دلیل است؟



سطح اولیهٔ مایعات

حل شدن حل شونده غیرفرار در مایع ← فشار بخار محلول ○ مایع

تبخیر در محلول ... تر از آب خالص است، زیرا سرعت در هر دو حالت یک است ← نتیجه:

در محلول: سرعت تبخیر ○ سرعت سرمایه ⇓ سطح مایع .....

در آب خالص: سرعت تبخیر ○ سرعت سرمایه ⇓ سطح مایع .....

② نقطهٔ جوش محلول

تبخیر در هر دمایی انجام می‌شود اما جوشیدن فقط در "نقطهٔ جوش" رخ می‌دهد.

در هنگام جوشیدن: فشار بخار مایع ○ فشار هوای روی سطح مایع (فشار محیط)

مثال: آب خالص در دمای ۱۰۰°C می‌جوشد یعنی در این دما فشار بخار آب خالص به ۱ atm می‌رسد.

اما محلول ۱ مولال شکر در آب در دمای ۱۰۰°C می‌جوشد یعنی در دمای بیش از ۱۰۰°C فشار بخار این محلول به ۱ atm می‌رسد.

دلیل: ذرات حل شونده، جاذبه‌ای بین مولکول‌ها ایجاد می‌کنند ← انرژی بیشتر / کمتر برای تبخیر لازم است

← در دمای بالاتر / پایین‌تر به فشار ۱ atm می‌رسد. (با افزودن اتیلن گلیکول* به عنوان ضدیخ و ضد جوش (به آب رادیاتور))

نتیجه: حل شدن ذرهٔ غیرفرار در حلال، نقطهٔ جوش حلال را نسبت به حلال خالص، افزایش / کاهش می‌دهد.

ف ۲ ص ۹۵:

دمای مولار خالص در حین جوشیدن، ..... است

۱ مولار ناخالص در حین جوشیدن (محلول‌ها) افزایش / کاهش دما دارند

دلیل: با تبخیر حلال، مقدار آن در ظرف کم / زیاد می‌شود ← غلظت کم / زیاد می‌شود ← نقطهٔ جوش کم / زیاد می‌شود.

ف ۱ ص ۹۵

* اتیلن گلیکول، یک حل شوندهٔ فرار / غیرفرار است.

③ نقطهٔ انجماد محلول

حل کردن یک حل شونده غیر فرار ← نقطهٔ جوش را بالا می برد.

← نقطهٔ انجماد را پایین می آورد. (چرا برای ذوب یخ جاده ها روی آن نمک می ریزند؟)

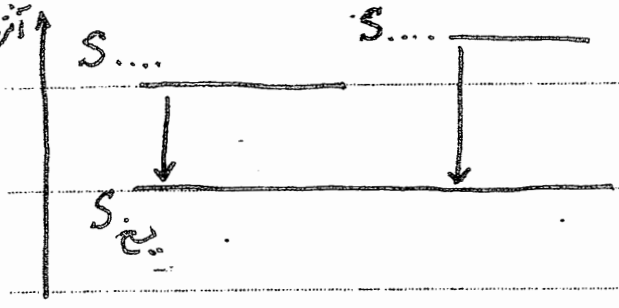
(نتیجه: محلول نسبت به حلال خالص در گسترهٔ دمایی بزرگتری به حالت مایع است.)

ف ا ص ۹۶:

آنتروپی آب، یخ و محلول آبی را مقایسه کنید: $S_{\text{.....}} > S_{\text{....}} > S_{\text{...}}$

مشابه ص ۹۶:

با توجه به ترسیم ۱، تغییر آنتروپی را در انجماد "آب خالص" با "محلول آبی" مقایسه کنید.



یخ ⟵ آب $|\Delta S|$ ○ $|\Delta S|$ یخ ⟵ محلول

در فرآیند انجماد $\Delta S < 0$ و برای انجماد عاملی $\frac{\text{مساعد}}{\text{نامساعد}}$ است. این وضعیت برای انجماد محلول $\frac{\text{مساعدتر}}{\text{نامساعدتر}}$ است یعنی انجماد محلول $\frac{\text{آسان‌تر}}{\text{دشوارتر}}$ صورت می‌گیرد.

نتیجه: محلول ها نسبت به حلال های خالص، در دماهای $\frac{\text{پایین‌تر}}{\text{بالاتر}}$ منجمد می‌شوند.

نکتهٔ مهم: هر مول ذرهٔ حل شونده (یون یا مولکول):

نقطهٔ جوش آب خالص را ۰٫۵ °C ... بالا می برد و نقطهٔ انجماد آب خالص را ۱٫۸۵ °C ... کاهش می دهد.

(نوع ذرهٔ حل شونده در میزان این تغییرات اثری ندارد ≡ خاصیت کولیگاتیو)

فقط برای محلول های رقیق

در فشار ۱ اتمسفر

$\uparrow BP = 0{,}5\ mi$

$\downarrow MP = 1{,}85\ mi$

m = مولالیتهٔ محلول i = تعداد ذرهٔ حل شده

برای حل مولکولی $i = 1$ برای حل یونی i = تعداد یون ها

ص ۹۶ و ۹۷

تمرین ۱: نقطهٔ انجماد و جوش محلول ۲ مولال پتاسیم نیترات در آب را به دست آورید.

تمرین ۲: نقطهٔ انجماد محلول ۱ مولال کلسیم کلرید با محلول چند مولال گلوکز برابر است؟

تمرین ۳: نقطهٔ جوش محلول آبی یک ماده در حدود ۱۰۱٫۵ °C است. از حل شدن ۰٫۲ مول از این ماده در آب، چند مول یون تولید می‌شود؟

کلوئید: اولین بار این واژه توسط توماس گراهام مطرح شد.

کلوئید به معنای "چسب مانند" است. کلوئیدها خمیرمواد ناخالص هستند. (ش ۹ ص ۹۷)

ماده ← خالص
ماده ← مخلوط ← همگن: محلول
ماده ← مخلوط ← ناهمگن: کلوئید - سوسپانسیون (جامد معلق در مایع)

در واقع لجن میان محلول و سوسپانسیون است.

مقایسه ویژگی های محلول، کلوئید و سوسپانسیون

ویژگی	محلول	کلوئید	سوسپانسیون
حالت ظاهری (شفاف / ناشفاف)	شفاف	ناشفاف	پس از ته نشینی جامد ← قسمت مایع شفاف
عبور ذره های پراکنده شده از کاغذ صافی	عبور می کند	عبور می کند	عبور نمی کند
ته نشینی ذره های پراکنده شده	ته نشین نمی شود	ته نشین نمی شود	ته نشین می شود
پخش و پراکنده کردن نور (اثر تیندال)	ندارد	دارد	ندارد

وقتی نور پخش شود، می تواند / نمی تواند مسیر عبور آن را در ظرف دید.

نوع مخلوط	حداقل اجزای تشکیل دهنده	تعداد فاز	ذره های سازنده	اندازه ذره ها (nm)	نمونه
محلول	حلال - حل شونده	۱	یون یا مولکول	۱>	نمک در آب
کلوئید	پخش کننده -	۲>	..... بزرگ یا توده های	۱-۱۰۰	شیر (روغن در آب)
سوسپانسیون	..... -	۲>	توده های ..... بزرگ یا ..... بسیار کوچک ماده	۱۰۰<	خاکشیر در آب

نتیجه: کلوئید لجن میان محلول و سوسپانسیون است.

sanatisharif.ir

ویژگی های کلوئید ها

۱) پخش نور (اثر تیندال) : ذرات پراکنده شونده در کلوئید از معمول بزرگترند و نور را پخش می کنند.

نتیجه : مسیر عبور نور در کلوئید دیده ..... (۱، در محلول دیده ....)

۲) ضرب و هرش دائمی ذرات (حرکات .....) یا ته نشین نشدن ذرات

دلیل : ذرات در کلوئید به علت دافعه (ناشی از بار سطحی) وقتی به هم می رسند، تغییر جهت می دهند.

نتیجه : ذرات حرکات دائمی و نامنظم دارند (انشتین ۱۹۰۵ از محیط تأمین می شود.) ش ۱۱ ص ۱۰۱

ضرب و هرش دائمی و ته نشین نشدن ذرات ≡ پایداری کلوئید

۳) لخته شدن (انعقاد) : اگر یک محلول الکترولیت به کلوئید افزوده شود، کلوئید لخته می شود. (پایدار ← ناپایدار می شود)

مثال : افزودن اسید (یک محلول الکترولیت) به شیر موجب منعقد شدن آن می شود. ف ص ۱۰۱

حالات فیزیکی کلوئید ها

حالت فیزیکی فاز پخش ..... ، تعیین کنندهٔ حالت فیزیکی کلوئید است. یعنی اگر فاز پخش ....

جامد، مایع یا گاز باشد به ترتیب به آن کلوئید جامد، مایع یا گازی می گویند.

تذکر : کلوئید گاز در گاز وجود ندارد چون گاز با پراکندگی در گاز دیگر حتماً به سطح مولکولی می رسد (محلول)

حالت فیزیکی	پخش کننده	پخش شونده	نام	نمونه
گاز	...	گاز	—	—
		مایع	آیروسول مایع	مه - ابر - افشانه (اسپری)
		جامد	آیروسول جامد	دود - غبار
مایع		گاز	کف	کف صابون - تخم مرغ هم زده
		مایع	امولسیون	شیر - کره - مایونز - بستنی
		جامد	سول (مایع)	رنگ روغنی - چسب مایع - نشاسته در آب
جامد		گاز	کف جامد	سنگ پا - پد نالیت - خمیر نان
		مایع	ژل	ژله - ژل موی سر
		جامد	سول جامد	شیشه رنگی - آلیاژ فلزی - سنگ های گران بها (یاقوت، لعل - فیروزه)

نکته ۱ : وقتی فاز پخش کننده گاز باشد، به آن می‌گویند.

نکته ۲ : وقتی فاز پخش شونده جامد باشد، به آن می‌گویند. (پخش شونده مایع یا جامد)
(آمولسیون هم سول محسوب است.)

نکته ۳ : وقتی فاز پخش شونده گاز باشد، به آن می‌گویند.

نکته ۴ : برای تهیه آمولسیون، باید قطرات روغنی مایع در آب پخش شوند. این کار، توسط "" انجام می‌شود. (مانند لسیتین تخم مرغ یا کازئین شیر) در این حالت قطره روغن وسط قرار می‌گیرد، سر "آب" آب "آمولسیون کننده" هم طرف روغن قرار می‌گیرد و سر "آب" هم طرف بیرون تمایل می‌شود. سپس آب اطراف آن را فرا می‌گیرد و یک قطره بزرگ تشکیل می‌شود. (آمولسیون کننده مانند یک پل عمل می‌کند.)

پاک کننده‌ها (صابونی - غیر صابونی)

صابون‌ها، نمک اسیدهای چرب هستند: $R-COONa$ ($14-22C$)

صابون‌ها معمولاً سه نوع کاتیون دارند: صابون (جامد) و صابون (مایع)

دو نمونه صابون:

$C_{17}H_{33}-COONa$	$C_{17}H_{35}-COONa$
سدیم اولئات (سیر نشده)	سدیم استئارات (سیر شده)
پیوند دوگانه بین کربن‌های ۹ و ۱۰	

صابون ← بخش آنیونی ← بخش قطبی (در آب حل می‌شود.)
← بخش ناقطبی (چربی را در خود حل می‌کند.)
← بخش کاتیونی

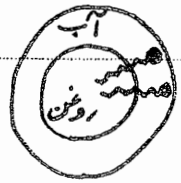
$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- Na^+$

بخش ناقطبی (بدون بار) — بخش قطبی (بار دار)

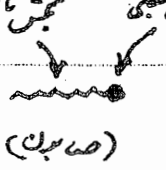
اسید آلی: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ ($R-COOH$)

اسید چرب: $R-COOH$ ($14-18C$)

صابون: نمک اسید چرب — جامد: $R-COONa$ — مایع: $R-COOK$ یا $R-COONH_4$



ف ص ۱۰۳



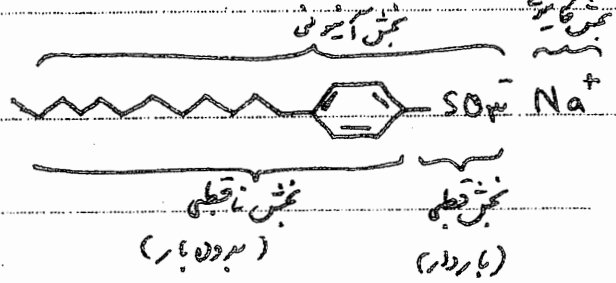
Sanatisharif.ir

پاک کننده‌های غیر صابونی

$R - SO_3^- \; Na^+$

آلکیل سولفونات

نام: سدیم دودسیل بنزن سولفونات



صابون‌ها قدرت شوینده‌گی خود را در آب سخت از دست می‌دهند.

آب سخت، حاوی یون‌های Ca^{2+} یا Mg^{2+} (یا Fe^{2+}) هم مقدار زیاد است.

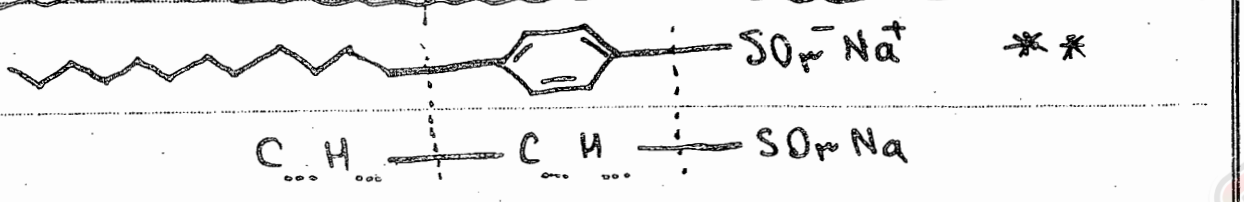
$$2\,R\text{-}COO\,Na(aq) + \underset{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}(aq) \rightarrow \underset{Ca}{(R\text{-}COO)_2\,Mg(s)} + 2\,Na^+(aq)$$

صابون محلول — صابون نامحلول

اما شوینده‌های غیر صابونی در آب سخت نیز فعال می‌مانند:

$$2\,R\text{-}SO_3\,Na(aq) + \underset{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}(aq) \rightarrow \underset{Ca}{(R\text{-}SO_3)_2\,Mg(aq)} + 2\,Na^+(aq)$$

محلول — باز هم محلول !!



Sanatisharif.ir

پاسخ - .... ، چنانکه حالت بخار آب و یک قطعه یخ را به ترتیب فاز .... و فاز .... آب میخوانند.

نکته : در مورد مواد خالص، تغییر فاز ، حتماً یک تغییر فیزیکی / شیمیایی است.

(یعنی ذوب ، انجماد ، تبخیر ، میعان و یا تصعید یک ماده خالص ، تغییرات .... هستند.)

تعریف فاز

پرسش - در نیمی از یک لیوان ، آب ریخته ایم و بقیه لیوان ، خالی است . این سامانه ، چند فازی است ؟

پرسش - سامانه های زیر چند فازی است و چند نوع ماده دارد ؟ کامل شدهٔ ف ص ۷۵

لیوانی پر از آب و یخ : ... فاز ، .... ماده

لیوانی پر از مخلوط اتانول در آب : .... فاز ، .... ماده ← مخلوط همگن / ناهمگن ← تعداد فاز = ...

مخلوط آب و روغن تا نیمهٔ لیوان : .... فاز ، .... ماده ← مخلوط ..... ← تعداد فاز ≥ .... (شکل حاشیه ص ۷۶)

مخلوط آب ، روغن و نمک : .... فاز ، .... ماده (وقتی هیچ نگفت که لیوان پُره یا نه ، آره فرض کن پُره !)

مخلوط آب ، یک قطعه یخ ، روغن و یک قطعه آهن : .... فاز
.... ماده

هر فاز با ..... های مشخصی از سایر فازها در سامانه جدا می شود. (.... = ... = ...)

در مرز ، خواص ..... تغییر می کند.

نکته : فازهای سامانه را با توجه به مرزهای / تعداد مواد تعیین می کنیم و نه لزوماً با مرزهای / تعداد مواد .

پرسش - آیا این گفته درست است ؟ « اگر ۱ ماده در سامانه باشد ، سامانه ۱ فازی و اگر ۲ ماده باشد ، ۲ فازی است . »

پاسخ -

نتیجه : تعداد فاز ، حتماً / لزوماً به تعداد مواد سامانه بستگی دارد / ندارد .

بررسی محلول‌ها ← حل‌شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً بلورات است.

هر محلول از دو جزء تشکیل شده است: حلال و مادهٔ حل‌شونده

(البته ممکن است حلال یا حل‌شونده، خود شامل چند ماده باشند مانند نوشابه)

نوع محلول از نوع $\frac{\text{حلال}}{\text{حل‌شونده}}$ تعیین می‌شود.

مثال: در محلول آب قند، چون $\frac{\text{حل‌شونده}}{\text{حلال}}$، $\frac{\text{جامد}}{\text{مایع}}$ است، به آن محلول $\frac{\text{جامد}}{\text{مایع}}$ می‌گویند.

نتیجه: محلول‌ها به سه دستهٔ محلول‌های ...، ... و ... تقسیم می‌شوند.

پرسش - ماده جامد نمی‌تواند به عنوان حلال، ذرهٔ دیگر را در خود پراکنده کند، پس چگونه به عنوان حلال عمل می‌کند؟

از بین انواع محلول‌ها، محلول‌های ... فراوان‌تر و رایج‌ترند.

از طرفی، ... مهم‌ترین حلال مایع در جهان است.

محلول‌های آبی (...) ← حلال، آب است.

← محلول‌های مایع

محلول‌های غیرآبی (...) ← حلال‌هایی مانند هگزان، اتانول، استون و تولوئن.

ج ۱ ص ۷۶

هگزان ($C_{...}H_{...}$) $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	اتانول ($C_{...}H_{...}O$) CH_3-CH_2-OH
حلال مناسب برای ترکیب‌های قطبی	بی‌رنگ - فرار - مهم‌ترین حلال صنعتی
بی‌رنگ - فرار - از نفت خام به دست می‌آید	قابل امتزاج با آب به هر میزان
کاربرد به عنوان رقیق‌کننده (تینر)	کاربرد در ضدعفونی، تولید دارو و
در رنگ‌های پوششی	مواد آرایشی و بهداشتی
استون ($CH_3-CO-CH_3$ $C_{...}H_{...}O$)	تولوئن ($C_{...}H_{...}$) $C_6H_5-CH_3$
از حلال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه شیمی	همراه کربن آروماتیک موجود در قطران زغال‌سنگ
بی‌رنگ - فرار - قابل امتزاج با آب به هر میزان	بی‌رنگ - آتش‌گیر
حلال مناسب انواع لاک، چربی و رنگ	کاربرد به عنوان حلال در صنایع رنگ و رزین
	(سمیت کمتر از بنزن)

انحلال پذیری (S)

◄ بیش‌ترین مقدار ماده برحسب .... که در دمای معین، در .... گرم حلال حل می‌شود.

ر.ص ۷۷

نوع انحلال پذیری در آب	....	....	....
میزان ماده حل شونده (...) / ۱۰۰ ... H_2O	حل شونده: و ۱ <	و ۱-۰/۱	و ۰/۱ >

تمرین - با توجه به انحلال پذیری مواد در جدول ۲ ص ۷۷، آنها را در ۳ دسته مرتب کنید:

محلول: در واکنش‌ها به صورت ( ) یا ( ) نوشته می‌شوند

کم محلول:

(عملاً) نامحلول: } در واکنش‌ها به صورت (S) نوشته می‌شوند. (به شرطی که جامد باشند)

نمونه‌های مواد محلول در آب: اسیدهای معدنی - اسیدهای آلی (تا ۴ کربن) - بازها - اغلب نمک‌ها

نمونه‌های مواد نامحلول در آب: $Fe(OH)_2$ $Fe(OH)_3$ - CuS - CdS - Cr_2O_3 - $AgCl$ - $AgBr$ - AgI
$Ca_3(PO_4)_2$ - $BaSO_4$ - PbI_2 - Ag_2CrO_4 - $(NH_4)_2Cr_2O_7$ - $CaSO_4$

مسئله ۱: چند مول نقره کلرید را در دمای ۲۰°C میتوان در یک لیتر آب حل کرد؟ (ج ۲ ص ۷۷)

مسئله ۲: در ۱۸۰۰ گرم محلول آبی سود، ۲ مول سود حل شده وجود دارد. انحلال پذیری سود در آب چقدر است؟ (محلول گفته شده، محلول سیر شده است.)

Ag = ۱۰۸ ، Cl = ۳۵/۵ ، Na = ۲۳ ، O = ۱۶ ، H = ۱