به نام او

فصل سوم

آب، آهنگ زندگی

سطح زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود، زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را اب پوشانده است، به گونه‌ای که جرم کل آب روی کره‌ی زمین در حدود $1.5 * 10^{18}$ تن برآورد می‌شود. اگر کره‌زمین را مسطح فرض کنیم آب همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می‌پوشاند.

نکته: آب دریاها و اقیانوس‌ها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می‌دهد که $5 * 10^{16}$ تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می‌شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریبا ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج می‌شوند.

کره زمین سامانه‌ای شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ کره و زیست کره است. بین این چهار بخش پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود.

نکته: از مهمترین یون‌های موجود در آب دریاها یون کلرید، (Cl^-)، سدیم (Na^+)، سولفات (SO_4^{2-})، منیزیم (Mg^{2+})، کلسیم (Ca^{2+})، پتاسیم (K^+)، کربنات (CO_3^{2-})، برمید (Br^-) هستند.

WWW.Amoozz.ir

نکته: آسیا پهناورترین قاره با داشتن بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است. کشور ما با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، تنها 0.26 درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد.

نکته: آب باران در هوای پاک تقریبا خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران تقریبا همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که **تقطیر** و فروارده آن آب **مقطر** نام دارد.

نکته: اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آب شفاف، و قابل آشامیدن دارند اما خالص نیستند.

واکنش‌های جابجایی دوگانه و شناسایی یون‌ها

فرایندی که طی آن جای دو یون مشابه عوض می‌شود. $AB + CD \rightarrow AD + CB$

برخی از انواع مهم این واکنش‌ها عبارت است از:

۱- واکنش خنثی شدن اسید و باز

آب + نمک ← باز + اسید

$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$, $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

$Ba(OH)_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow \underbrace{BaSO_{4(s)}}_{\text{رسوب سفید رنگ}} + H_2O_{(l)}$

ذهن زیبا

۲- واکنش نمک محلول دو فلز

نمک محلول فلز ۲ + نمک نامحلول فلز II← نمک محلول فلز ۱+ نمک محلول فلز I

$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_{3(s)}}_{\text{قرمز مایل به قهوه ای}} + 3NaCl_{(aq)}$, $FeCl_{2(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_{2(s)}}_{\text{رسوب سبز رنگ}} + 2NaCl_{(aq)}$

$AgNO_{3(aq)} + KCl_{(aq)} \rightarrow \underbrace{AgCl_{(s)}}_{\text{رسوب سفید رنگ}} + KNO_{3(aq)}$ $3CaCl_{2(aq)} + 2Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow \underbrace{Ca_3(PO_4)_{2(s)}}_{\text{رسوب سفید رنگ}} + 3NaCl_{(aq)}$,

$Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \rightarrow \underbrace{BaSO_{4(s)}}_{\text{رسوب سفید رنگ}} + 2NaCl_{(aq)}$

WWW.Amoozz.ir

۳- واکنش کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های یک فلز با اسید

آب+ کربن‌دی اکسید+ نمک فلز⟵ اسید+ کربنات فلز

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

در این واکنش عملا یکی از محصولات کربنیک اسید $\left(H_2CO_{3(aq)}\right)$ است که به دلیل عدم پایداری این اسید، کربن‌دی‌اکسید از آب خارج شده و عملا در این واکنش علاوه‌بر جانشینی دوگانه یک و اکنش تجزیه نیز صورت می‌گیرد.

در ادامه به بررسی ترکیبات یونی معروف که در آب محلول یا نامحلول هستند می‌پردازیم.

برخی ترکیبات یونی نامحلول مهم: $AgCl, Fe(OH)_3, Fe(OH)_2, BaSO_4, CaCO_3, Ca_3(PO_4)_2, Mg(OH)_2$

تست: با افزودن مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید به یک نمونه از یک جامد خالص، این ماده با سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد و تنها یک محلول بی‌رنگ تشکیل می‌شود. این جامد، کدام ترکیب می‌تواند باشد؟(ریاضی ۹۷)

۱) $Mg(NO_3)_2$ ۲) $FeCl_2$ ۳) $Fe(NO_3)_3$ ۴) $NaHCO_3$

نکته: آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده، حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی به طور طبیعی و برخی دیگر در مراکز تامین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کمی یون فلوئورید (F^-) می‌افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

از یون‌های مهم در اب آشامیدنی می‌توان به یون‌های کلرید، منیزیم، کلسیم، هیدروکسید، نیترات، سدیم، آهن(II) اشاره کرد.

یون‌های چند اتمی: یونی که از اتصال ۲ یا چند اتم تشکیل شده است، یون چند اتمی نام دارد. یون‌هایی مانند نیترات (NO_3^-)، سولفات(SO_4^{2-}) و .... از این دست هستند.

WWW.Amoozz.ir

نام‌گذاری ترکیبات سه‌تایی

الف) هیدروکسیدها:

ابتدا نام فلز را بیان کرده و بعد نام هیدروکسید را می‌آوریم. اگر فلز دارای ظرفیت متغیر بود، ظرفیت آن را به یونایی می‌نویسیم.

آهن(III) هیدروکسید $Fe(OH)_3$ کلسیم هیدروکسید:$Ca(OH)_2$ آلومینیوم هیدروکسید:$Al(OH)_3$ سدیم هیدروکسید :$NaOH$

ب) اسیدها:

۱- اسیدهای غیراکسیژن‌دار(هیدرواسیدها): نام‌گذاری جدید: هیدرو+نام نافلز+یک+اسید

هیدروکلریک اسید :HCl هیدروفلوئوریک اسید :HF

هیدرویدیک اسید :HI هیدروسولفوریک اسید :H_2S

۲- اسیدهای اکسیژن‌دار(اکسی اسیدها): این اسیدها از واکنش اکسیدهای نافلزی با آب بدست می‌آیند.

$N_2O_{5(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2HNO_{3(aq)}$ $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$

کربنیک اسید:H_2CO_3 سولفورو اسید :H_2SO_3 نیترواسید:HNO_2

فسفریک اسید:H_3PO_4 سولفوریک اسید:H_2SO_4 نیتریک اسید:HNO_3

اسیدهای آلی نیز در این گروه وجود دارند که نامگذاری آنها متفاوت است. به عنوان مثال:

استیک اسید(اتانوییک اسید یا جوهر سرکه)CH_3COOH فرمیک اسید (متانوییک اسید یا جوهر مورچه):$HCOOH$

بنیان‌های اکسیژن دار:

نام این بنیان‌ها به «ات» یا «یت» ختم می‌شود. اگر نام اسید به پسوند «یک» ختم شده بود، نام بنیان به «ات» و اگر به «و» ختم شده بود نام بنیان به «یت» ختم می‌شود.

سولفورو اسید ← سولفیت سولفوریک اسید ← سولفات نیترواسید ← نیتریت نیتریک اسید ← نیترات

$SO_3^{2-} \leftarrow H_2SO_3$ $SO_4^{2-} \leftarrow H_2SO_4$ $NO_2^- \leftarrow HNO_2$ $NO_3^- \leftarrow HNO_3$

WWW.Amoozz.ir

در جدول زیر مجموعه‌ای کامل از بنیان‌های مهم را مشاهده می‌کنید:

نیترات	NO_3^-	سولفات	SO_4^{2-}	کلرات	ClO_3^-
نیتریت	NO_2^-	هیدروژن سولفات	HSO_4^-	فرمات	$HCOO^-$
پرمنگنات	MnO_4^-	سولفیت	SO_3^{2-}	استات	CH_3COO^-
کرومات	CrO_4^{2-}	هیدروژن سولفیت	HSO_3^-	اکسید	O^{2-}
دی‌کرومات	$Cr_2O_7^{2-}$	کربنات	CO_3^{2-}	پراکسید	O_2^{2-}
سیلیکات	SiO_4^{4-}	هیدروژن کربنات	HCO_3^-	آمونیوم	NH_4^+
سیانید	CN^-	فسفات	PO_4^{3-}	هیدروکسید	OH^-

نام‌گذاری ترکیبات با وجود بنیان‌ها

در این ترکیبات نیز مانند ترکیبات یونی دوتایی عمل کرده، ابتدا نام فلز بعد نام بنیان نافلزی را می‌نویسیم. اگر فلز دارای ظرفیت متغیر بود ظرفیت فلز را با اعداد یونانی می‌نویسیم.

$ZnSO_4$	$FeCr_2O_7$
$Cu(NO_3)_2$	$KMnO_4$
$CaCO_3$	$NaHCO_3$
Na_2O_2	$KClO_3$
Na_3PO_4	$Cu(NO_2)_2$
کلسیم سولفیت	منیزیم استات
سدیم سولفات	آهن (III) هیدروکسید
لیتیم پرمنگنات	روی هیدروژن سولفات

ذهن زیبا

محلول و مقدار حل‌شونده‌ها

محلول، مخلوطی همگن از دویا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد. محلول‌ها کاربرد فراوانی در زندگی ما دارند.

از کاربردهای محلول‌ها می‌توان به:۱- هوایی که تنفس می‌کنیم اشاره کنیم که مخلوط همگن است. ۲- سرم فیزیولوژی که محلول نمک در آب است. ۳- ضد یخ، که محلول اتیلن گلیکول در آب است. ۴- گلاب که مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است اشاره کرد.

WWW.Amoozz.ir

نکته: در محلول آبی ضدیخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و .... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

برخی از محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ است. وقتی گفته می‌شود مخلوطی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده(ها) در آن زیاد است.

نکته: غلظت آب دریاچه‌ها نیز متفاوت است. برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده(بحر المیت) در حدود ۲۷ گرم حل شونده(انواع نمک‌ها) وجود دارد، از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند.

هر محلولی از دو بخش حلال و حل‌شونده تشکیل شده است. در واقع حلال بخشی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند.

نحوه تشخیص اجزای محلول

هر محلولی از دو جزء حلال و حل‌شونده تشکیل شده است که هرکدام از این اجزاء می‌تواند، شامل یک یا چند ماده باشد. برای تشخیص حلال و حل شونده از الگوی زیر استفاده می‌کنیم.

۱)اگر اجزای مخلوط حالت فیزیکی یکسان نداشته باشند: حلال : حالت فیزیکی اش ثابت مانده / حل شونده : حالت فیزیکی اش از بین رفته

۲) اگر اجزای مخلوط حالت فیزیکی یکسان داشته باشند: حلال : مقدار مول بیشتر / حل شونده : مقدار مول کمتر

ذهن زیبا

غلظت در شیمی

تمامی انواع غلظت‌ها میزان حل‌شونده در مقدار مشخصی محلول یا حلال تعریف می‌شوند.

روش‌های بیان غلظت

۱) $\frac{\text{حل شونده}}{\text{محلول}}$: درصد جرمی ، غلظت ppm ، غلظت مولی

۲) $\frac{\text{حل شونده}}{\text{حلال}}$: انحلال پذیری

درصد جرمی $\left(\frac{w}{w}\right)$

به مقدار حل‌شونده برحسب گرم در ۱۰۰ گرم محلول درصد جرمی می‌گویند که آن را با نماد a نمایش می‌دهند.

$$a\% = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} * ۱۰۰$$

WWW.Amoozz.ir

مثال: ۵۰ گرم $NaCl$ را در ۲۰۰ گرم آب حل کرده‌ایم. درصد جرمی محلول حاصل چند است؟

مثال: برای تهیه ۴۰ گرم محلول ۱۰% چند گرم حلال و چند گرم حل‌شونده لازم است؟

مثال: در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول با چگالی ۰.۸۵ گرم بر میلی‌لیتر، ۱۲ گرم ید حل شده و محلول ضد عفونی کننده‌ی تنتور ید ایجاد شده است. درصد جرمی ید را در این محلول محاسبه کنید.

غلظت ppm

برای محلول‌های بسیار رقیق، درصد جرمی عددی بسیار کوچک خواهد بود که کار کردن با آن مشکل می‌باشد. برای راحتی کار از غلظت ppm استفاده می‌کنند. بنا به تعریف به مقدار گرم حل‌شونده در 10^6 گرم محلول را غلظت ppm گویند.

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

نکته: بین درصد جرمی و غلظت ppm هر محلول رابطه رابطه‌ی زیر وجود دارد. یعنی با داشتن یکی، دیگری را می‌توان محاسبه نمود.

$$ppm = a * 10^4$$

ذهن زیبا

نکته مهم: غلظت ppm برای محلول‌های بسیار رقیق کاربرد دارد که در آنها می‌توان از جرم حل‌شونده در مقایسه با جرم حلال صرف نظر کرد. در نتیجه در این محلول‌ها می‌توان جرم محلول و حلال را به تقریب برابر فرض کرد.

نکته: به تعداد میلی‌گرم‌های حل‌شونده در ۱کیلوگرم محلول نیز غلظت ppm گویند که برابر است با مقدار گرم حل‌شونده در 10^6 گرم محلول.

مثال: ۲ میلی‌گرم از یک حل‌شونده را در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب حل‌کرده‌ایم. مشخص کنید غلظت محلول حاصل چند ppm است؟

WWW.Amoozz.ir

۳- غلظت مولی (مولاریته)

به تعداد مول ماده حل‌شونده در یک لیتر محلول، غلظت مولی یا مولاریته گویند که آن را با نماد C_M نمایش می‌دهند و واحدش مول بر لیتر است.

$$C_M \text{ یا } M = \frac{\text{مقدار مول حل شونده}}{\text{حجم محلول(L)}}$$

مثال: در ۱۰۰ml محلول $0.25\ mol.L^{-1}$ سدیم فلوئورید در آب، چند گرم NaF حل شده است؟(خرداد ۸۸)

مثال: غلظت مولار (مولی) محلولی را حساب کنید که در ۲L از آن $14.2g$ سدیم سولفات (Na_2SO_4) حل شده است.

$(Na = 23, S = 32, O = 16)$

نکته: بین درصد جرمی و غلظت مولی رابطه زیر برقرار است:

$$C_M \text{ یا } M = \frac{10ad}{M}$$

مثال: محلولی از HNO_3 با درصد جرمی 31.5 و چگالی $1.1\ g/ml$ موجود است. غلظت مولار حاصل چیست؟

نکته: می‌دانیم که حاصلضرب غلظت هر محلول در حجم آن تعداد مول‌های حل‌شونده را مشخص می‌کند، اگر چند محلول با حجم‌ها و غلظت‌های مختلف از یک ماده با یکدیگر مخلوط شوند، غلظت مولی مخلوط از رابطه زیر بدست می‌آید:

مثال: با مخلوط کردن ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰.۲ مولار نمک خوراکی با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰.۴ مولار آن، مولاریته محلول نهایی را محاسبه کنید.

WWW.Amoozz.ir

رقیق سازی محلول‌ها

در هنگام رقیق سازی یک محلول مهمترین نکته‌ای که باید توجه کنیم این است که مقدار حل شونده با این کار تغییر نمی‌کند. در نتیجه در محلول اولیه و محلول رقیق شده مقدار حل شونده را برابر قرار می‌دهیم.

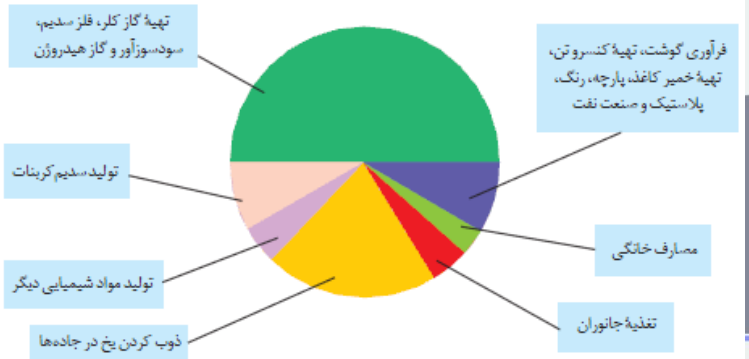
به عنوان مثال اگر غلظت مولی محلول اولیه و رقیق شده را داشته باشیم داریم:

$$n_{\text{غلیظ}} = n_{\text{رقیق}} \rightarrow M_{\text{غلیظ}} V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} V_{\text{رقیق}}$$

مثال: برای تهیه ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید 0.2 مولار به چند میلی‌لیتر محلول ۱۰ مولار آن نیاز است؟

نکته: مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی و یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم‌کلرید را با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌کنند.

در نمودار روبرو مهم‌ترین کاربردهای نمک خوراکی را مشاهده می‌کنید.



ذهن زیبا

محلول‌ها و استوکیومتری:

ضریب تبدیل غلظت مولی

کسر پیش ساخته غلظت مولی

WWW.Amoozz.ir

مثال: از واکنش جوهر نمک(محلول هیدروکلریک اسید یا $HCl_{(aq)}$) با محلول سفید کننده(محلول سدیم هیپوکلریت یا $(NaClO_{(aq)})$ طبق واکنش زیر گاز سمی کلر (Cl_2) آزاد می‌شود: (خرداد ۹۳)

$$2HCl_{(aq)} + NaClO_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

با توجه به واکنش بالا برای واکنش کامل ۲۰mL از محلول $NaClO$، 0.3 mol.L^{-1} به چند میلی‌لیتر محلول HCl 0.2 mol.L^{-1} نیاز است؟

مثال: طبق واکنش زیر از برقکافت (الکترولیز) کامل ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۳mol.L^{-1} نمک خوراکی $(NaCl)$ در آب:

$$2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$$

الف) چند گرم کلر تهیه می‌شود؟$(Cl_2 = 70.9\ g.mol^{-1})$

ب) با مصرف شدن ۳ مول سدیم کلرید، چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد (STP) تولید می‌شود؟(شهریور ۹۴)

ذهن زیبا

مثال: در دمای ۴۰°C برای تهیه محلول سیرشده‌ای از پتاسیم نیترات (KNO_3) مقدار ۶۰ گرم از آن را در ۱۰۰g آب حل کرده‌ایم: (خرداد ۹۴)

آ)درصد جرمی این محلول را تعیین کنید.

ب)اگر چگالی این محلول ۱۴۵۰ g.L^{-1} در نظر گرفته شود، غلظت مولار محلول را محاسبه کنید.$(KNO_3 = 101.11 g.mol^{-1})$

WWW.Amoozz.ir

نکته: فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و .... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریاست. منیزیم در آب دریا به شکل $\left(Mg^{2+}_{(aq)}\right)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن در مرحله نخست، منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند. در پایان با استفاده از جریان برق(برقکافت) منیزیم کلرید را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنند.

$$MgCl_{2(l)} \rightarrow Mg_{(l)} + Cl_{2(g)}$$

تست: اگر ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید بتواند در واکنش کامل با فسفریک اسید، 0.1 مول سدیم فسفات در آب تشکیل دهد، غلظت این محلول، برابر چند مول بر لیتر است؟(تجربی ۹۳) $3NaOH_{(aq)} + H_3PO_{4(aq)} \rightarrow Na_3PO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

۱) 2.8 ۲) 2.5 ۳) 1.4 ۴) 1.2

تست: اگر غلظت سدیم کلرید در یک نمونه آب دریا برابر $526.5\ ppm$ باشد، در یک کیلوگرم از آن نمونه آب، چند گرم از یون سدیم وجود دارد؟$(Na = 23, Cl = 35.5\ , g.mol^{-1})$(تجربی ۸۸)

۱) 0.211 ۲) 0.207 ۳) 2.11 ۴) 2.07

تست: ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی ۴۰% و چگالی $1.12\ g.ml^{-1}$ چند مولار است و چند مول سولفوریک اسید را می‌تواند خنثی کند؟$(H = 1, O = 16, Na = 23 g.mol^{-1})$(ریاضی ۸۸)

$$\left(2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}\right)$$

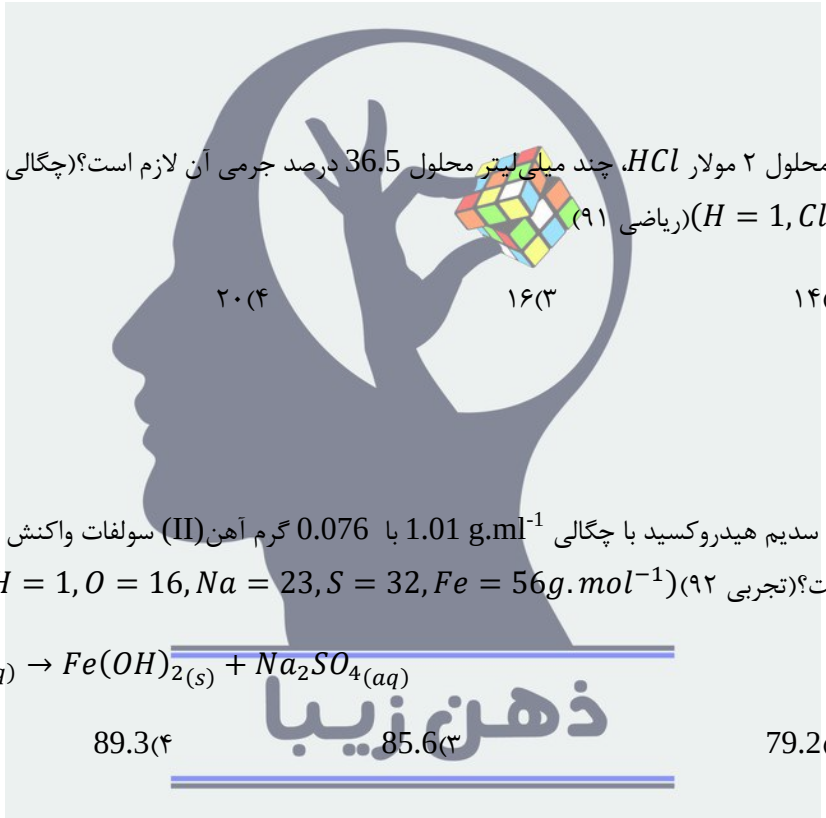
۱) 0.56-11.2 ۲) 5.6-11.2 ۳) 0.62-1.24 ۴) 6.2-12.4

WWW.Amoozz.ir

تست: اگر غلظت مولی کل یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص برابر $0.06\ mol.L^{-1}$ باشد، در واکنش ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با محلول نقره نیترات، چند میلی‌گرم رسوب سفید نقره کلرید تشکیل می‌شود؟$(Cl = 35.5, Ag = 108\ g.mol^{-1})$(ریاضی ۹۱)

$$CaCl_{2(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2AgCl_{(s)} + Ca(NO_3)_{2(aq)}$$

۱) ۵۷۴ ۲) ۴۳۰.۵ ۳) ۲۸۷ ۴) ۷۱۶.۵



تست: برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار HCl، چند میلی‌لیتر محلول 36.5 درصد جرمی آن لازم است؟(چگالی محلول را $1.25\ g.ml^{-1}$ در نظر بگیرید)$(H = 1, Cl = 35{,}5 g.mol^{-1})$(ریاضی ۹۱)

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

تست: اگر ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی $1.01\ g.ml^{-1}$ با 0.076 گرم آهن(II) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر چند ppm است؟(تجربی ۹۲)$(H = 1, O = 16, Na = 23, S = 32, Fe = 56 g.mol^{-1})$

$$FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)}$$

۱) 68.4 ۲) 79.2 ۳) 85.6 ۴) 89.3

تست: با ۴ میلی‌گرم سدیم هیدروکسید، به تقریب چند گرم محلول ۵۰ppm آن را می‌توان تهیه کرد و این محلول با چند مول سدیم هیدروژن سولفات واکنش می‌دهد؟$(H = 1, O = 16, Na = 23)$ (ریاضی ۹۲) $\left(NaOH_{(aq)} + NaHSO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}\right)$

۱) ۵۰، 10^{-3} ۲) ۵۰، 10^{-4} ۳) ۸۰، 10^{-3} ۴) ۸۰، 10^{-4}

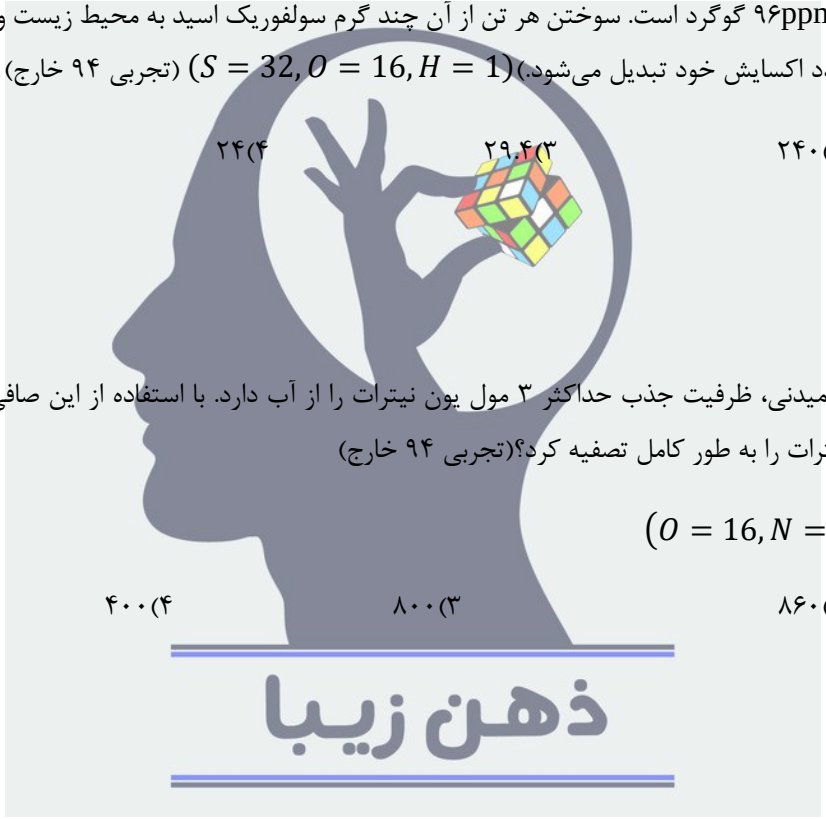
WWW.Amoozz.ir

تست: دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰% و دومی دارای ۷۰% جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول بدست آمده به تقریب کدام است؟ (تجربی ۹۴ خارج)

۱) ۴۹ ۲) ۵۸ ۳) ۶۱ ۴) ۶۵

تست: یک نمونه سوخت دارای ۹۶ppm گوگرد است. سوختن هر تن از آن چند گرم سولفوریک اسید به محیط زیست وارد می‌کند؟ (در شرایط آزمایش گوگرد به اکسیدی با بالاترین عدد اکسایش خود تبدیل می‌شود.)$(S = 32, O = 16, H = 1)$ (تجربی ۹۴ خارج)

۱) ۲۹۴ ۲) ۲۴۰ ۳) ۲۹.۴ ۴) ۲۴



تست: یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می‌توان چند لیتر آب شهری دارای ۱۰۰ppm یون نیترات را به طور کامل تصفیه کرد؟(تجربی ۹۴ خارج)

$(O = 16, N = 14, d_{H_2O} \approx 1g.mL^{-1})$

۱) ۱۸۶۰ ۲) ۸۶۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۴۰۰

تست: m گرم گرد آلومینیوم را در ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید وارد می‌کنیم، همه آلومینیم با اسید واکنش می‌دهد و غلظت مولار اسید به اندازه 0.4 مول لیتر کم می‌شود. m به تقریب کدام است؟$(Al = 27)$ (تجربی ۹۵)

۱) 0.7 ۲) 0.9 ۳) 1.8 ۴) 2.7

$$2Al_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$

WWW.Amoozz.ir

تست: اگر چگالی محلول ۱۰ مولار پتاسیم هیدورکسید برابر $1.25g.ml^{-1}$ باشد، ۱۰۰ گرم از این محلول دارای چند مول پتاسیم هیدروکسید است و با چند میلی‌لیتر محلول 0.2 مولار نیتریک اسید واکنش می‌دهد؟$(KOH = 56\ g.mol^{-1})$ (ریاضی ۹۵ خارج)

$$KOH_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

۱) ۴۰۰۰ -0.5 ۲) ۵۰۰۰ -0.5 ۳) ۴۰۰۰ -0.8 ۴) ۵۰۰۰ -0.8

تست: در هر لیتر از محلول غلیظ HCl با چگالی $1.2\ g.ml^{-1}$ و درصد جرمی 36.5٪ چند لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط STP حل شده است؟$(Cl = 35.5, = 1\ g.mol^{-1})$(ریاضی ۹۶)

۱) 22.4 ۲) 26.88 ۳) ۲۲۴ ۴) 268.8

تست: برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول 0.9 مولار H_2SO_4 چند میلی‌لیتر محلول ۹۸ درصد جرمی سولفوریک اسید تجارتی با چگالی $1.8\ g.mL^{-1}$ لازم است؟$(S = 32, O = 16, H = 1\ g.mol^{-1})$(تجربی ۹۶)

۱) 2.5 ۲) 7.5 ۳) ۵ ۴) ۱۰

ذهن زیبا

تست درصد جرمی $NaOH$ در محلول ۶ مولار آن با چگالی $g.mL^{-1}$ ۱.۲ کدام است و ۱۰ گرم از این محلول چند مول سولفوریک اسید را به طور کامل خنثی می‌کند؟$(Na = 23, O = 16, H = 1\ g.mol^{-1})$(تجربی ۹۶)

$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

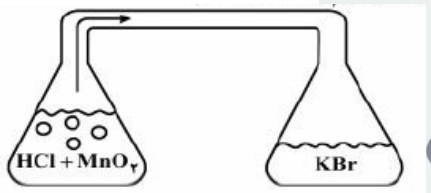
۱) 0.02 -۲۰ ۲) 0.025 -۲۰ ۳) 0.025 -25.4 ۴) 0.02 -25.4

WWW.Amoozz.ir

تست: غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۶۰۰ppm است. اگر چگالی این نمونه آب برابر $1.05\ g.mL^{-1}$ باشد، غلظت تقریبی یون سدیم در آن، چند مولار است؟$(Na = 23\ g.mol^{-1})$(ریاضی ۹۷)

۱) 0.23　　۲) 0.36　　۳) 0.48　　۴) 0.65

تست: مطابق شکل زیر، در ارلن سمت چپ، ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول 0.1 مولار HCl با مقدار کافی از MnO_2 واکنش می‌دهد. گاز حاصل پس از ورود به ارلن سمت راست با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول KBr واکنش کامل می‌دهد. غلظت اولیه محلول KBr چند مولار بوده است؟(ریاضی ۹۷)



$(H = 1, Cl = 35.5, Br = 80\ g.mol^{-1})$

$$MnO_{2(s)} + 4HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{2(aq)} + Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$2KBr_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$$

۱) 0.1　　۲) 0.2　　۳) 0.15　　۴) 0.25

تست: در هر ثانیه، ۳۵۰mL از یک محلول 0.5 M سولفوریک اسید در مخزن بزرگی که دارای ۲۰۰ لیتر محلول 5.04 M سدیم هیدروکسید است، وارد می شود. چند دقیقه طول می‌کشد تا محلول درون مخزن خنثی شود و حجم محلول در لحظه خنثی شدن چند لیتر است؟(ریاضی ۹۷)

$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

۱) ۱۰۰۸ -۲۴　　۲) ۱۲۰۸ -۲۴　　۳) ۱۲۰۸ -۴۸　　۴) ۱۰۰۸ -۴۸

WWW.Amoozz.ir

تست: اگر ۲۰ میلی‌لیتر محلول 0.3 مولار کلرید فلز M، بتواند با ۳۰ میلی لیتر محلول 0.6 مولار نقره نیترات واکنش کامل دهد، کاتیون تشکیل دهنده این کلرید کدام است؟(تجربی ۹۷ خارج)

$$MCl_n + AgNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + AgCl$$

۱) M^+ ۲) M^{2+} ۳) M^{3+} ۴) M^{4+}

تست: محلول ۲۳ درصد جرمی اتانول در آب، به تقریب چند مولار است؟(ریاضی ۹۸)

$\left(d_{\text{محلول}} = ۰.۹ g.mol^{-1}, O = 16, C = 12, H = 1\ g.mol^{-1}\right)$

۱) 3.5 ۲) 4.5 ۳) 3 ۴) 4

تست: چند میلی‌لیتر از یک محلول 36.5 درصد جرمی هیدروکلریک اسید، با چگالی $1.2 g.ml^{-1}$ باید به ۱۰ لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون کلرید به تقریب برابر ۱۰۹.۵ppm شود؟ (ریاضی ۹۸)

$(d = 1 g.ml^{-1}, H = 1, Cl = 35.5\ g.mol^{-1})$

۱) 0.52 ۲) 1.08 ۳) 2.57 ۴) 5.2

ذهن زیبا

تست: ۵۰ میلی‌لیتر محلول که دارای ۰.۰۲ مول نقره نیترات است با چند گرم $MgCl_2$ واکنش می‌دهد؟(تجربی ۹۸)

(انحلال‌پذیری رسوب صرف نظر و معادله موازنه شود $N = 14, Mg = 24, Cl = 35.5, Ag = 107\ g.mol^{-1}$)

$$AgNO_{3(aq)} + MgCl_{2(s)} \rightarrow AgCl_{(s)} + Mg(NO_3)_{2(aq)}$$

۱) 0.95 ۲) 0.85 ۳) 0.74 ۴) 0.64

WWW.Amoozz.ir

تست: اگر مقداری معین از یک نمونه آب، به ترتیب ۷۲ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Mg^{2+} و Na^{+} و مقدار کافی از یون SO_4^{2-} وجود داشته باشد، پس از تبخیر آب، نسبت جرم نمک بدون آب سدیم به جرم نمک بدون آب منیزیم، به تقریب کدام است؟ (تجربی ۹۸)

$(O = 16, Na = 23, Mg = 24, S = 32\ g.mol^{-1})$

۱) 2.25　　۲) 2.15　　۳) 1.58　　۴) 1.45

تست: غلظت یون کلسیم برابر ۱۳۶۰ میلی‌گرم در یک کیلوگرم از یک نمونه آب است، درصد جرمی و غلظت مولار این یون، به ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟ $\left(Ca = 40\ g, mol^{-1}, d_{\text{محلول}} = 1g.mol^{-1}\right)$ (تجربی ۹۸)

۱) ۰.۰۳۴ ، ۰.۱۳۶　　۲) ۰.۱۳۶، $۰.۱۲۵ * ۱۰^{-۳}$

۳) ۰.۳۴ ،۱۳.۶　　۴) ۱۳.۶، $۱.۲۵ * ۱۰^{-۳}$

تست: یک نمونه از آب دریا، دارای ۱۳۵۰ppm از یون Mg^{2+} است. برای تهیه روزانه ۲۷۰ کیلوگرم منیزیم، ماهانه (۳۰ روز کاری) چند تن از این آب باید فراوری شود؟(فرض کنید که حداکثر، ۸۰% منیزیم آب دریا قابل استخراج باشد.)(ریاضی ۹۸ خارج)

۱) ۶۰۰۰　　۲) ۷۵۰۰　　۳) ۹۰۰۰　　۴) ۱۲۰۰۰

تست: یک کارخانه در هر روز، صد هزار قوطی دارای ۳۲۰ گرم نوشابه که ۱۲% جرم آن شکر است، تولید می‌کند. مصرف روزانه آن $\left(d_{\text{آب}} = ۱g.ml^{-1}\right)$ و شکر این کارخانه، به ترتیب چند متر مکعب و چند کیلوگرم است؟(از تغییر حجم در اثر انحلال صرف نظر شود.)(تجربی ۹۸ خارج)

۱) ۳۸۴۰ -۳۲　　۲) ۳۸۴۰ -28.16　　۳) ۲۸۴۰ -۳۲　　۴) ۲۴۸۰ -28.16

WWW.Amoozz.ir

تست: اگر در مقدار معینی از یک نمونه آب، به ترتیب ۱۹۵ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Zn^{2+} و Na^{+} و مقدار کافی از SO_4^{2-} وجود داشته باشد، پس از تبخیر آب، تفاوت جرم نمک بودن آب سدیم با جرم نمک بدون آب روی، چند گرم است؟(تجربی ۹۸ خارج)

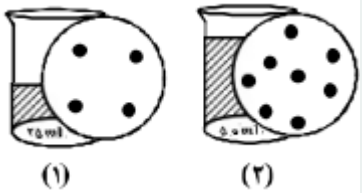
$(O = 16, Na = 23, S = 32, Zn = 65\ g.mol^{-1})$

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۹۴ ۴) ۱۱۲

تست: ۵۰ میلی‌لیتر محلول که دارای 0.02 مول نقره نیترات است با چند میلی‌لیتر محلول که هر لیتر از آن دارای 22.8 گرم منیزیم کلرید است، واکنش کامل می‌دهد؟(از انحلال رسوب، صرف نظر شود.)$(N = 14, Mg = 24, Cl = 35.5, Ag = 107 g.mol^{-1})$ (تجربی ۹۸ خارج)

۱) 41.6 ۲) 35.2 ۳) 28.4 ۴) 20.8

تست: اگر در محلول ۱و ۲، هر ذره حل شده هم‌ارز 0.1 مول باشد، کدام مطلب درست است؟(تجربی ۹۸ خارج)



۱) غلظت مولی دو محلول با هم برابر است.

۲) غلظت مولی محلول ۱، برابر ۴ مول بر لیتر است.

۳) غلظت مولی محلول ۲، بیشتر از غلظت مولی محلول ۱ است.

۴) اگر این دو محلول با هم مخلوط شوند، غلظت محلول بدست آمده، کمتر از محلول ۲ است.

ذهن زیبا

WWW.Amoozz.ir

نست: با توجه به واکنش زیر، چند گرم ید لازم است تا 0.2 مول گاز NO تشکیل شود و نیتریک اسید مصرفی، هم ارز چند لیتر محلول $5000ppm$ آن است؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.$(I=127, O=16, N=14, H=1\ g.mol^{-1}$)(ریاضی ۹۹)

$I_{2(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow HIO_{3(aq)} + NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ معادله موازنه شود.

۱) 2.25 -5.08 ۲) 2.52 -5.08 ۳) 2.25 -2.54 ۴) 2.52 -2.54

تست: اگر 0.5 مول پتاسیم هیدروکسید در ۱۱۲ گرم آب مقطر حل شود، درصد جرمی پتاسیم هیدروکسید و غلظت مولی تقریبی محلول به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (از تغییر حجم آب چشم پوشی شود.$(K=39, O=16, H=1\ g.mol^{-1}$)(تجربی ۹۹)

۱) ۱۸- 4.64 ۲) ۱۸- 5.43 ۳) ۲۰- 3.58 ۴) ۲۰- 4.46

تست: واکنش سولفوریک اسید با سدیم هیدروژن کربنات به صورت زیر است:

$NaHCO_{3(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ معادله موازنه شود.

برای واکنش کامل با ۷۵۰ میلی‌لیتر محلول ۴ مولار سولفوریک اسید، چند گرم سدیم هیدروژن کربنات نیاز است و اگر گاز کربن‌دی‌اکسید تولید شده، در واکنش $BaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow BaCO_{3(s)}$ شرکت کند، چند گرم $BaCO_{3(s)}$ تولید می‌شود؟(تجربی ۹۹ خارج)

$\left(Ba=137, Na=23, O=16, C=12, H=1\ g.mol^{-1}\right)$

۱) ۲۵۲- ۷۶۵ ۲) ۲۵۲- ۱۱۸۲ ۳) ۵۰۴- ۷۶۵ ۴) ۵۰۴- ۱۱۸۲

WWW.Amoozz.ir

تست: به ۲۰۰ گرم محلول 35.5 درصد جرمی سدیم سولفات مقدار لازم کلسیم کلرید جامد اضافه می‌کنیم تا واکنش کامل شود. درصد جرمی یون سدیم در محلول به دست آمده در پایان واکنش پس از جدا کردن رسوب، به کدام عدد نزدیک‌تر است؟(تجربی ۹۹ خارج)

$$Na_2SO_{4(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}$$

$$\left(Ca = 40, Cl = 35.5, Na = 23, O = 16\ g.mol^{-1}\right)$$

۱) ۹ ۲) 11.5 ۳) 12.3 ۴) 13.5

تست: چند مورد از مطالب زیر، درست است؟(تجربی ۹۹ خارج)

- غلظت محلول ۰.۰۱ درصد جرمی یک نمک در آب، برابر $100ppm$ است.
- اکسیژن و آب، از اجزای مشترک موجود در هوای پاک و سرم فیزیولوژی اند.
- نسبت شمار اتم‌های سازنده آمونیوم کربنات به آلومینیم سولفات، به تقریب برابر ۰.۸ است.
- اگر 1.2 تن آب دریا با درصد جرمی ۲۷، در یک مخزن بخار شود، ۳۲۴ کیلوگرم از نمک‌های بدون آب باقی می‌ماند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

انواع محلول‌ها از نظر میزان حل‌شونده

محلول‌ها را با توجه به میزان حل‌شونده موجود در آنها به ۳ گروه سیرنشده، سیرشده و فراسیرشده تقسیم می‌کنند.

محلول سیرنشده: محلولی است که هنوز توانایی حل کردن حل‌شونده‌ی بیشتری را در خود دارد.

محلول سیرشده: محلولی است که دیگر توانایی حل کردن حل‌شونده‌ی بیشتری در خود ندارد.

محلول فراسیرشده: محلولی است که حل‌شونده بیش از حد توان را در خود حل کرده است.

WWW.Amoozz.ir

نکته: محلول‌های سیرنشده و سیرشده پایدار هستند ولی محلول فراسیرشده ناپایدار است و حتی با یک ضربه از بین رفته و بخشی از حل شونده آن خارج شده تا در نهایت به یک محلول سیرشده تبدیل شود.

انحلال‌پذیری(S)

به بیشترین مقدار از یک ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود انحلال‌پذیری می‌گویند که آن را با نماد S نمایش می‌دهند.

نکته: هنگامی که می‌توان انحلال‌پذیری را اندازه‌گیری کرد که محلول حالت سیرشده داشته باشد؛ به عبارت دیگر مقادیر مربوط به انحلال‌پذیری همان مقادیر مربوط به محلول سیرشده هستند.

نکته: براساس انحلال پذیری مواد آنها را به سه گروه محلول، کم محلول و نامحلول تقسیم می‌کنند. اگر میزان انحلال‌پذیری بیش از ۱ گرم در صد گرم حلال باشد، ماده محلول بوده واگر انحلال‌پذیری کمتر از ۱ گرم و بیشتر از 0.01 گرم در ۱۰۰ گرم حلال باشد، ماده کم محلول بوده و اگر انحلال‌پذیری کمتر از 0.01 گرم در ۱۰۰ حلال باشد، نامحلول است. باید توجه داشت که نامحلول بودن به معنای عدم انحلال مطلق نیست.

به عنوان مثال متانول، اتانول، شکر، سدیم کلرید، سدیم نیترات در آب محلول، هگزانول، کلسیم سولفات در آب کم محلول و نقره کلرید و باریم سولفات نامحلول هستند.

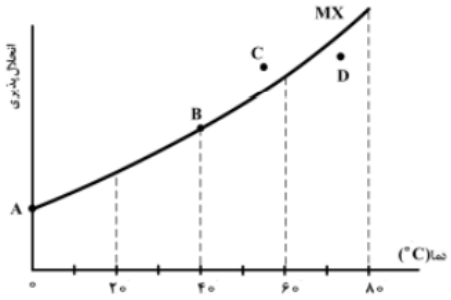
نکته: انحلال‌پذیری اغلب مواد به دما وابسته است، زیرا با تغییر دما میزان انحلال‌پذیری آنها تغییر می‌کند. به همین دلیل می‌توان برای هر ماده نمودار انحلال‌پذیری بر حسب دما را رسم نمود. اگر انحلال ماده گرماگیر باشد، نمودار آن صعودی خواهد بود و اگر انحلال ماده گرماده باشد، نمودار آن نزولی خواهد بود. همچنین اگر انحلال ماده‌ای نه گرماده و نه گرماگیر باشد، نمودار آن افقی بوده و تغییر دما به انحلال‌پذیری ماده بی‌تاثیر است.

ذهن زیبا

نکته: تمامی نقاط پایین نمودار به محلول سیر نشده تعلق داشته و نقاط واقع در منحنی به محلول سیرشده و تمامی نقاط بالای منحنی به محلول فراسیرشده تعلق دارد.

WWW.Amoozz.ir

تست: با توجه به شکل زیر، چند مورد از مطالب زیر درباره نمک MX درست است؟(ریاضی ۹۸)



- در نقطه B، محلول این نمک حالت سیرشده دارد.
- نقطه A، انحلال‌پذیری این نمک را در دمای ۰°C نشان می‌دهد.
- در نقطه D، حلال می‌تواند مقدار دیگری از این نمک را در خود حل کند.
- در نقطه C، حلال توانسته است مقدار بیشتری از حد سیر شدن از این نمک را در خود حل کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

نکته: در حل مسائل انحلال پذیری از تعریف انحلال‌پذیری و رابطه‌ی زیر که به قانون بقای جرم محلول معروف است، استفاده می‌کنیم و با تشکیل تناسب، مسئله را حل می‌کنیم.

حلال + حل شونده = محلول

نسبت‌های تناسب برای انحلال‌پذیری

مثال: انحلال‌پذیری ماده‌ای در دمای ۲۵ درجه ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم حلال است. در ۳۵ گرم از این محلول چند گرم حل‌شونده وجود دارد؟

ذهن زیبا

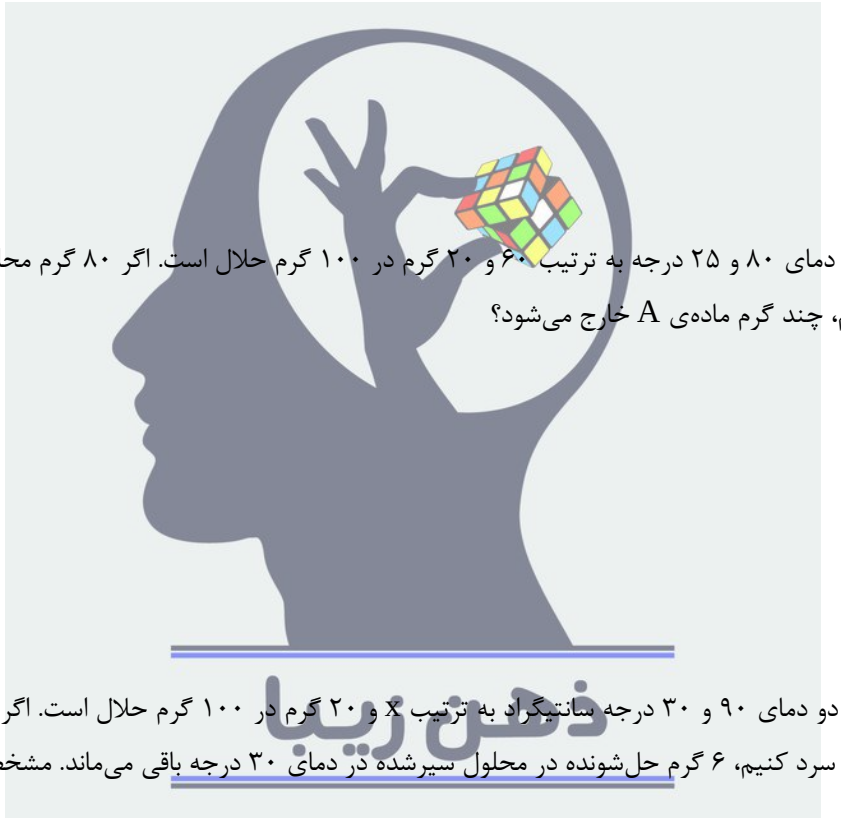
نکته: برای اینکه در اثر تغییر دما حل‌شونده‌ای از محلول خارج شود بایستی از ابتدا سیرشده بوده یا در حین تغییر دما به محلول سیرشده تبدیل شود.

یک محلول سیرشده در اثر تغییر دما در جهتی که منجر به کاهش انحلال‌پذیری آن می‌شود، حل شونده‌ی اضافی خود را از دست می‌دهد و در موقع خروج حل‌شونده بر روی نمودار حرکت می‌کنیم و اختلاف انحلال‌پذیری‌ها در لحظه‌ی شروع و لحظه‌ی پایانی جرم حل‌شونده‌ی خارج شده را تعیین می‌کنیم.

WWW.Amoozz.ir

مثال: ۹۵ گرم آمونیوم کلرید NH_4Cl در ۲۰۰ گرم آب در دمای ۶۰°C حل شده است. در اثر سرد کردن محلول تا دمای ۲۰°C چند گرم بلور NH_4Cl بدست می‌آید؟ (حل پذیری آمونیوم کلرید در 20°C برابر ۳۷ گرم در ۱۰۰ گرم است.)

هم‌ارزی‌های انحلال‌پذیری

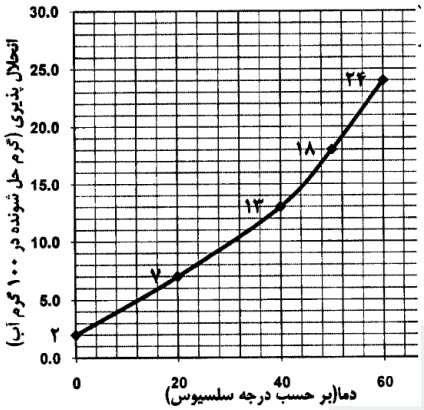


مثال: انحلال‌پذیری ماده A در دمای ۸۰ و ۲۵ درجه به ترتیب ۶۰ و ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم حلال است. اگر ۸۰ گرم محلول سیرشده در دمای ۸۰ درجه را تا دمای ۲۵ درجه سرد کنیم، چند گرم ماده‌ی A خارج می‌شود؟

مثال: انحلال‌پذیری ماده‌ای در دو دمای ۹۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد به ترتیب x و ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم حلال است. اگر ۴۵ گرم از این محلول در دمای ۹۰ درجه را تا دمای ۳۰ درجه سرد کنیم، ۶ گرم حل‌شونده در محلول سیرشده در دمای ۳۰ درجه باقی می‌ماند. مشخص کنید مقدار x چقدر است؟

WWW.Amoozz.ir

مثال: با توجه به منحنی روبرو که انحلال‌پذیری پتاسیم کلرات $(KClO_3)$ را در ۱۰۰g آب و دماهای مختلف نشان می‌دهد. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:(شهریور ۹۴)



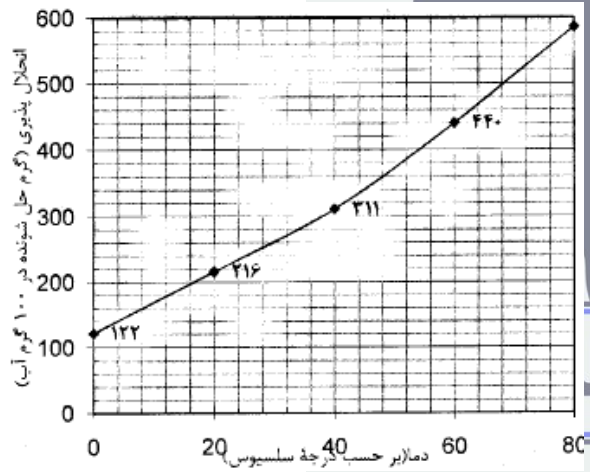
الف) با افزایش دما انحلال‌پذیری این ماده چه تغییری می‌کند؟

ب) اگر ۱۰g پتاسیم کلرات در دمای ۲۰°C در ۱۰۰g آب حل شده باشد، محلول چه ویژگی خواهد داشت؟(سیرشده-سیرنشده-فراسیرشده)

پ) اگر دمای محلول سیرشده پتاسیم کلرات را از ۶۰°C به ۴۰°C کاهش دهیم، چند گرم پتاسیم کلرات رسوب خواهد کرد؟

ت) درصد جرمی پتاسیم کلرات را در محلول سیرشده آن در دمای ۶۰°C بدست آورید.

مثال: با توجه به شکل زیر که نمودار انحلال‌پذیری نقره نیترات $(AgNO_3)$ را نشان می‌دهد به پرسش‌ها پاسخ دهید: (شهریور ۹۵)



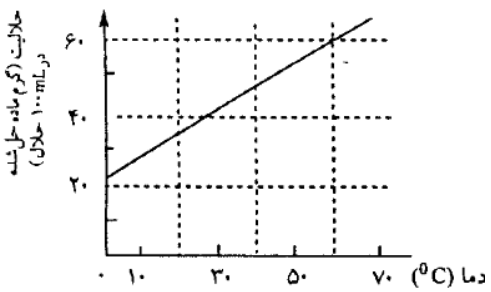
الف) اگر دمای ۱۰°C مقدار ۹۵ گرم نقره نیترات به ۱۰۰ گرم آب افزوده شود، محلول حاصل سیرشده است یا سیرنشده؟

ب) به ۲۰ گرم آب، چند گرم نقره نیترات اضافه کنیم تا یک محلول سیرشده در دمای ۴۰°C داشته باشیم؟

ج)درصد جرمی محلول سیرشده این نمک را در دمای ۶۰ °C محاسبه کنید.

ذهن زیبا

تست: برای اساس نمودار زیر بر اثر سرد کردن ۲۰ گرم از محلول سیرشده از یک ماده جامد در دمای ۶۰°C تا دمای ۲۸°C با تقریب چند گرم از ماده حل شده، از محلول جدا و ته نشین می‌شود؟(تجربی ۸۹)

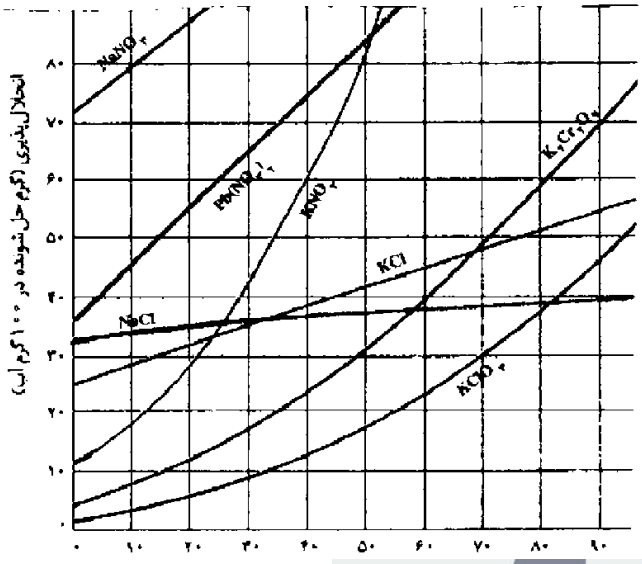


۱) ۱.۲ ۲) ۲.۵

۳) ۲.۱ ۴) ۲.۹

WWW.Amoozz.ir

تست: با توجه به شکل روبرو، محلول سیرشده‌ای از پتاسیم دی‌کرومات $(M = 252g.mol^{-1})$ در ۵۰۰ گرم آب در دمای ۹۰°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.)(تجربی ۹۱)



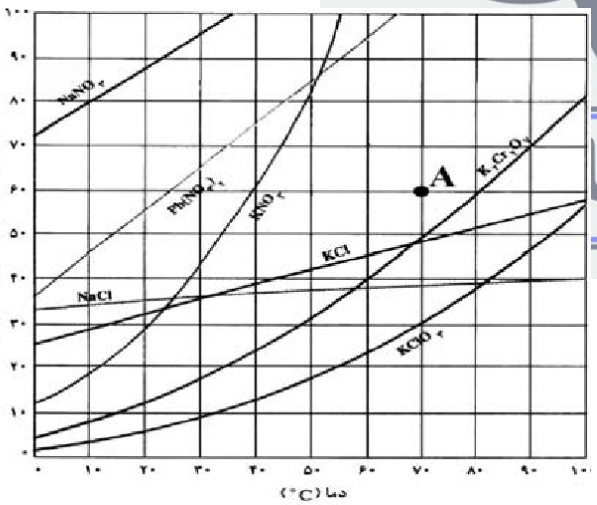
۱) ۳۵، ۵

۲) ۲۰، ۵۸

۳) ۳۵، ۲۵۰

۴) ۲۰، ۲۸۷

تست: اگر با توجه به شکل زیر، محلولی با مشخصات A از چهار ترکیب داده شده در گزینه‌ها، در چهار ظرف جداگانه هر یک دارای ۱۰۰g آب، در دمای ۷۰°C تهیه شود و سپس دمای محلول تا ۲۰°C کاهش داده شود، در ظرف محتوی کدام ماده کمترین مقدار رسوب تشکیل می‌شود و وزن رسوب تشکیل شده، به تقریب چند گرم است؟(ریاضی ۹۳)



۱) پتاسیم کلرید، ۲۸

۲) سدیم نیترات، صفر

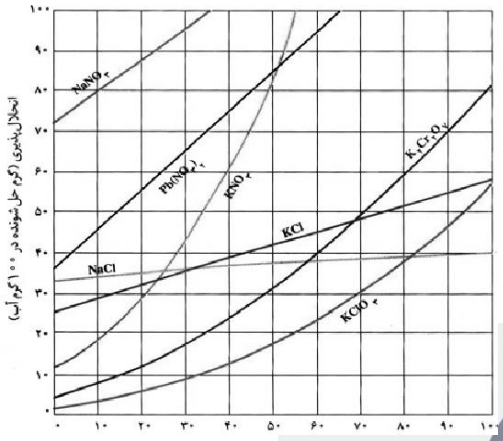
۳) پتاسیم دی‌کرومات، ۴۸

۴) سرب(II) نیترات، ۵

ذهن زیبا

WWW.Amoozz.ir

تست: محلول سیرشده در ۱۰۰۰g آب از چهار ترکیب سرب(II) نیترات، پتاسیم نیترات، پتاسیم دی‌کرومات و پتاسیم کلرید در چهار ظرف جداگانه در دمای ۴۰°C تهیه شده است. بر اثر کاهش دمای این محلول به ۱۰°C جرم جامدی که ته‌نشین می‌شود. در کدام ظرف بیشتر است و محلول کدام نمک بیشترین غلظت را برحسب گرم بر کیلوگرم حلال دارد؟(تجربی ۹۳ خارج)



۱) سرب (II) نیترات، پتاسیم کلرید

۲) پتاسیم نیترات- سرب(II) نیترات

۳) پتاسیم نیترات – پتاسیم دی‌کرومات

۴) سرب(II) نیترات- پتاسیم دی‌کرومات

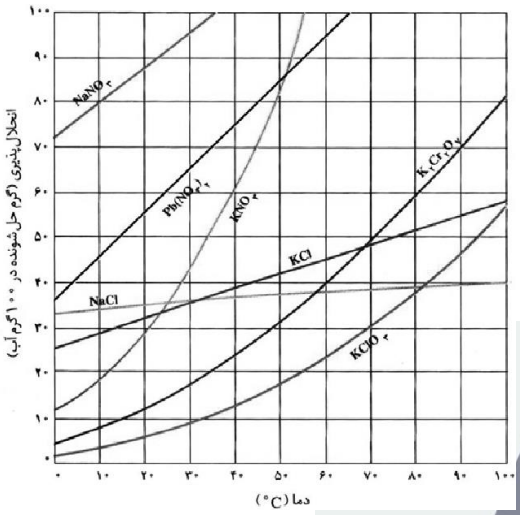
ذهن زیبا

تست: محلولی از $CaSO_4$ در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر $CaSO_{4(s)}$ در آن حل می‌شود؟ (انحلال‌پذیری $CaSO_4$ در این شرایط برابر 1.02 گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)$(Ca = 40, CaSO_4 = 136g.mol^{-1})$(تجربی ۹۳)

۱) صفر ۲) 1.5 ۳) 1.7 ۴) 4.1

WWW.Amoozz.ir

تست: در چهار ظرف دارای ۳۰۰g آب در دمای ۲۰°C به ترتیب از راست به چپ، ۱۰۰g از ترکیب‌های سرب (II)نیترات (A)، پتاسیم کلرات (B) و پتاسیم نیترات (C) و پتاسیم دی‌کرومات(D) اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی‌مانده جداسازی شده است. ترتیب چگالی محلول‌های بدست آمده کدام است؟(از تغییر حجم چشم‌پوشی شود.)(تجربی ۹۳)



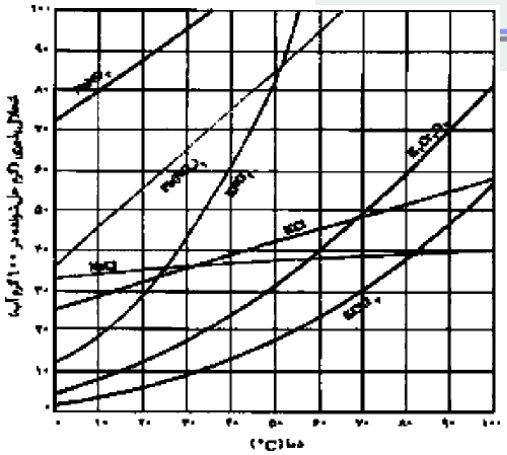
۱) A>B>C>D
۲) B>A>C>D
۳) B>D>C>A
۴) A>C>D>B

تست: با افزایش دمای دو کیلوگرم آب سیرشده از گاز کلر از ۲۰°C تا ۵۳ °C چند لیتر گاز کلر در شرایط STP آزاد می‌شود و چند گرم کلر در محلول باقی می‌ماند؟ (انحلال‌پذیری کلر در آب در دماهای ۲۰ °C و ۵۳ °C به تقریب برابر 0.73 و 0.375 گرم در ۱۰۰g آب است)($Cl = 35.5$)(ریاضی ۹۴ خارج)

۱) ۳.۷۵ -۲.۲۴
۲) ۷.۵ -۲.۲۴
۳) ۳.۷۵ -۴.۴۸
۴) ۷.۵ -۴.۴۸

ذهن زیبا

تست: با توجه به نمودار روبرو، با سرد کردن ۹۰۰g 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؟(ریاضی ۹۴)



۱) ۵۰۰
۲) ۵۵۰
۳) ۶۰۰
۴) ۶۶۰

WWW.Amoozz.ir

تست: انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای ۴۲°C برابر ۶۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. به تقریب چند مول از این نمک را باید در ۲ لیتر آب حل کرد تا محلول سیرشده آن در این دما به دست آید؟(چگالی آب برابر $1\ g.mL^{-1}$ است.)(ریاضی ۹۷)

$(K=39, O=16, N=14 g.mol^{-1})$

۱) 6.04 ۲) 12.08 ۳) 18 ۴) 24

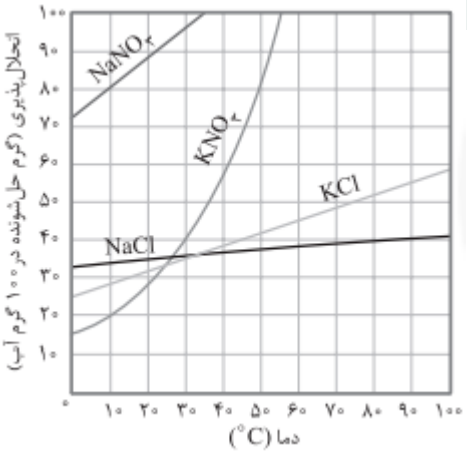
تست: اگر محلول سیرشده شکر (ساکارز $C_{12}H_{22}O_{11}$) در ۲۵۰ گرم آب در دمای معین تهیه شود. جرم کل محلول برابر چند گرم و شمار مول‌های ساکارز حل شده به تقریب کدام است؟(انحلال‌پذیر ساکارز در این دما، برابر ۲۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)(ریاضی ۹۸ خارج)

$(O=16, C=12, H=1\ g.mol^{-1})$

۱) 2.4 ،512.5 ۲) 2.4 ،762.5 ۳) 1.5 ،762.5 ۴) 1.5،512.5

ذهن زیبا

معادله انحلال‌پذیری



با توجه به شکل مقابل، معادله $S=+0.35\theta+26$ را برای انحلال‌پذیر کدام نمک می‌توان در نظر گرفت و تفاوت مقدار S به دست آمده از روی این معادله با مقدار آن از روی شکل در دمای ۷۶°C به تقریب برابر چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟ (θ دما است.)

۱) پتاسیم کلرید- 2.6

۲) پتاسیم کلرید- 1.9

۳) سدیم کلرید - 1.8

۴) سدیم کلرید- 2.1

WWW.Amoozz.ir

تست‌های ترکیبی انحلال‌پذیری و غلظت

تست: انحلال‌پذیری سرب(II) کلرید در دمای معینی برابر 0.1391 گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت محلول سیرشده این ماده در این دما برحسب $mol.L^{-1}$ کدام است؟(چگالی آب $1g.mL^{-1}$ است.)$(Pb = 207.2, Cl = 35.5)$ (ریاضی ۹۲)

۱) $5 * 10^{-3}$ ۲) $5 * 10^{-4}$ ۳) $5.7 * 10^{-3}$ ۴) $5.7 * 10^{-4}$

تست: انحلال‌پذیری ۱-هگزانول در دمای معین برابر ۰.۵۱ g در ۱۰۰g آب است. غلظت مولار محلول سیرشده آن در این دما $(d = 1g.ml^{-1})$ به تقریب کدام است؟ $(O = 16, C = 12, H = 1)$ (ریاضی ۹۴ خارج)

۱) ۰.۰۱ ۲) ۰.۰۰۱ ۳) ۰.۰۰۵ ۴) ۰.۰۰۵

تست: محلول سیرشده نمکی با جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی $1.2\ g.ml^{-1}$ در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولار آن در همان دما برابر $2.5\ mol.L^{-1}$ باشد. انحلال‌پذیری آن در دمای آزمایش، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟(ریاضی ۹۵)

۱) ۳۰ ۲) ۲۴ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶

ذهن زیبا

تست: درصد جرمی پتاسیم نیترات در محلول سیرشده آن در دمای ۴۰°C، برابر 37.5 % است. اگر ۳۶۰ گرم محلول دارای ۱۶۲ گرم این نمک در دمای ۵۰°C را تا ۴۰°C سرد کنیم، به تقریب چند گرم از آن در محلول باقی می‌ماند و چند مول از آن رسوب می‌کند؟(گزینه ها را راست به چپ بخوانید و جرم مولی KNO_3 را به تقریب، برابر ۱۰۰ گرم در نظر بگیرید.)(ریاضی ۹۹ خارج)

۱) 0.27 -118.8 ۲) 0.27 -135 ۳) 0.43 -135 ۴) 0.43 -118.8

WWW.Amoozz.ir

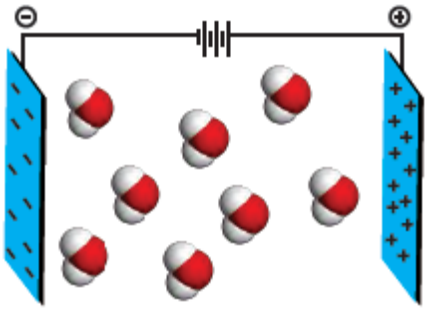
تست: انحلال‌پذیری گاز هیدروژن سولفید در ۲۵°C برابر 0.34 g در ۱۰۰g آب $(P = 1atm)$ است. ۵۰۰g آب سیرشده از این ترکیب در این شرایط، با چند لیتر محلولی که در هر لیتر آن 3.04 g آهن (II)سولفات حل شده است، واکنش کامل می‌دهد؟ $(Fe = 56, S = 32, O = 16, H = 1)$ (ریاضی ۹۴)

۱) ۲ ۲) 2.5 ۳) ۳ ۴) 3.5

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده‌ای است که در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و گاز(بخار) یافت می‌شود. از ویژگی‌های مهم آب می‌توان به حل‌کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیرعادی است.

در علوم هشتم مشاهده کردید که باریکه آب توسط یک شانه یا میله شیشه‌ای که به موهای خشک مالش داده شده، منحرف می‌شود. در واقع میله شیشه‌ای که از لحاظ بارالکتریکی خنثی است در اثر مالش به موی خشک، بار منفی پیدا کرده و آب به آن جذب می‌شود.



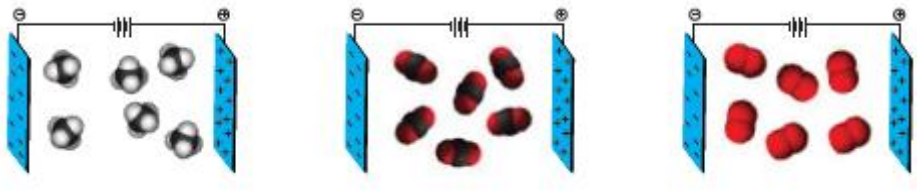
این رفتار از آنجا ناشی می‌شود که شکل مولکول‌های آب خمیده (V شکل) است که در آن هر مولکول هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل شده است. هنگامی که این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند مانند شکل جهت‌گیری می‌کنند.

اگر کمی به شکل بالا دقت کنید مشاهده می‌کنید که سر اکسیژن مولکول آب به سمت قطب مثبت منحرف شده و سر هیدروژن آن به سمت قطب منفی. در نتیجه سر اکسیژن منفی بوده و هیدروژن مثبت است. مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری خاصی دارند را دو قطبی یا قطبی می‌گویند. این نوع مولکول‌ها سر مثبت و منفی دارند.

شکل هندسی مولکول‌ها

WWW.Amoozz.ir

این درحالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن (O_2)، کربن‌دی‌اکسید (CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. این نوع از مولکول‌ها را ناقطبی می‌گویند.



تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن ترکیب با استفاده از ساختار لوویس

الف) مولکول‌های دو اتمی

ب) مولکول‌های چند اتمی با یک اتم مرکزی

۱- اگر اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی در ساختار خود باشد ترکیب قطعا قطبی است.

$$NH_3, SO_2, H_2O, PCl_3, \ldots.$$

۲- اگر اتم‌های متصل به اتم مرکزی متفاوت بود ترکیب حتما قطبی است.

$$HCN, OCS, CH_2Cl_2, \ldots.$$

۳- اگر اتم های متصل به اتم‌مرکزی یکسان بود و همچنین اتم‌مرکزی جفت الکترون ناپیوندی نداشت مولکول حتما ناقطبی است.

$$CH_4, SO_3, SiCl_4, CO_2, \ldots.$$

ذهن زیبا

نکته: برای تشخیص قطبیت مولکول بدون رسم ساختار لوویس از فرمول بسته‌ی زیر نیز می‌توان استفاده کرد:

مثال:

CO_2: NH_3:

CH_4: SiH_4:

H_2O: SF_4:

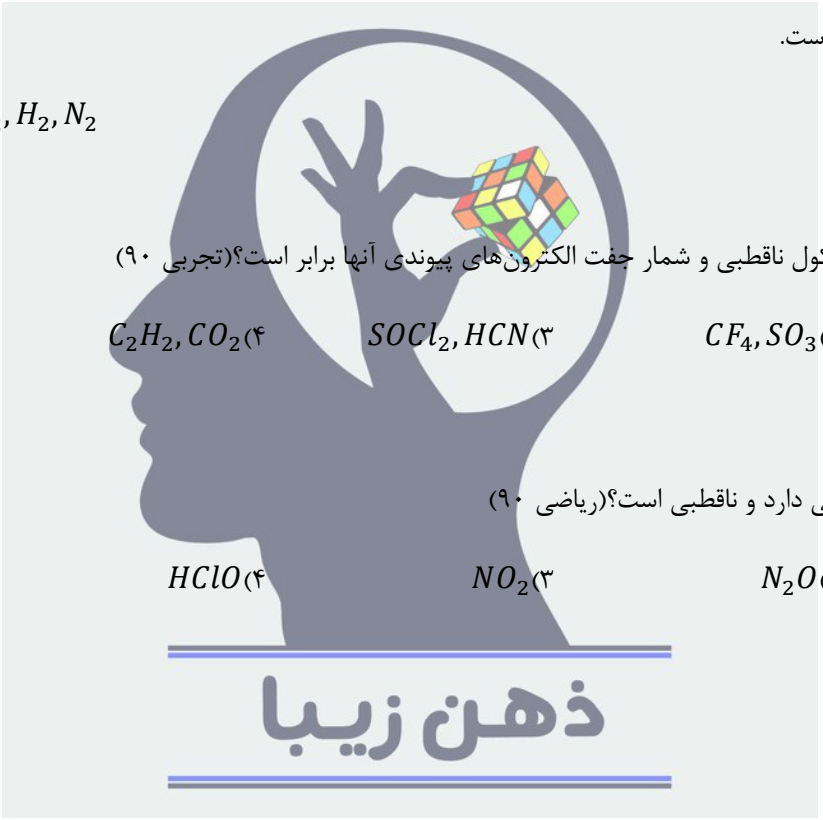
SO_3: PCl_3:

WWW.Amoozz.ir

نکته: تمام موارد بالا برای مولکول‌های دارای یک اتم‌مرکزی است. اگر ترکیب مورد نظر بیش از یک اتم مرکزی داشت با رسم ساختار و بررسی تقارن در آن می‌توان قطبیت را بررسی کرد.

نکته: اگر تمامی اتم‌های یک فرمول از یک نوع باشند (عنصر باشد) پیوندها غیرقطبی است پس مولکول آن‌ها نیز غیرقطبی است به جز O_3 که به خاطر داشتن محور غیرپیوندی قطبی است.

$P_4, S_8, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2, H_2, N_2$



تست: در کدام گزینه هر دو مولکول ناقطبی و شمار جفت الکترون‌های پیوندی آنها برابر است؟(تجربی ۹۰)

۱) SF_4, SiF_4 ۲) CF_4, SO_3 ۳) $SOCl_2, HCN$ ۴) C_2H_2, CO_2

تست: کدام مولکول ساختار خطی دارد و ناقطبی است؟(ریاضی ۹۰)

۱) CS_2 ۲) N_2O ۳) NO_2 ۴) $HClO$

نیروهای بین مولکولی

به برهم‌کنش میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند. این نیروها عامل اصلی جامد یا مایع یا گاز بودن ترکیبات کووالانسی است. نیروهایی که بین مولکول‌های آب، کربن‌دی‌اکسید، ید، استون و .... بوده و در هنگام ذوب یا تبخیر باید به آنها غلبه شود. این نیروها بسیار ضعیف‌تر از نیروهای بین اتمی مانند یونی و کووالانسی است.

گازها کمترین میزان برهم کنش بین مولکولی را داشته و مایع ها بیشتر بوده و در جامدها به بیشترین مقدار میرسد.

میزان نیروهای بین مولکولی به طور عمده به **میزان قطبی بودن** و **جرم مولی ترکیبات** بستگی دارد.

نکته: در بین ترکیبات با جرم برابر ترکیبی که قطبی باشد به طور معمول نیروی بین مولکولی قوی‌تر داشته و دمای جوش بیشتری دارد. به عنوان مثال بین مولکول‌های F_2 و HCl که جرم تقریبا برابر دارند، HCl که قطبی است دارای دمای جوش بیشتری (85-) نسبت به (F_2) (188-) دارد.

WWW.Amoozz.ir

نکته: به طور کلی در ترکیبات مولکولی ناقطبی هرچه ترکیب جرم مولی بیشتری داشته باشد، نیروی بین مولکولی بیشتری داشته و دمای جوش بیشتری خواهد داشت. به عنوان مثال در گروه هالوژن‌ها از بالا به پایین با افزایش جرم مولی دمای جوش آنها افزایش می‌یابد.

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

اگر به جدول زیر توجه کنید مشاهده می‌کنید که هر دو مولکول آب و هیدروژن سولفید ساختاری خمیده و قطبی مشابه هم دارند. اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد.

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطهٔ جوش (°C)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

برای اندازه‌گیری میزان قطبیت مولکول‌ها از کمیتی به نام **گشتاور دوقطبی(μ)** استفاده می‌کنند، و واحد آن دبای(D) است. برای نمونه ترکیبات ناقطبی مانند O_2، CO_2، CH_4 دارای گشتاور دوقطبی صفر هستند. در حالی‌که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با D 1.85 و 0.97 D است. این موضوع نشان می‌دهد که قدرت نیروهای بین مولکولی آب بسیار بیشتر از هیدروژن سولفید است. در نتیجه این موضوع دمای جوش آب بسیار بیشتر از هیدروژن سولفید است.

نکته: گشتاور نیرو، اثر چرخانندگی نیرو را نشان می‌دهد. گشتاور دوقطبی ویژه مولکول‌های دوقطبی است که اثر و میزان چرخانندگی مولکول را نشان می‌دهد.

ذهن زیبا

پیوند هیدروژنی

نوع خاصی از پیوند بین مولکولی در مولکول‌هایی با هیدروژن متصل به اتم‌های F, O, N است. در این نوع از ترکیبات به دلیل تمایل بسیار بیشتر این اتم‌ها نسبت به هیدروژن برای جذب جفت الکترون پیوندی، باعث می‌شود که الکترون‌های پیوندی به سمت این اتم‌ها رفته و در نتیجه این اتم‌ها دارای بار جزئی منفی شده و هیدروژن دارای بار جزئی مثبت می‌شود. به جاذبه بین هیدروژن با بار مثبت از یک مولکول و اتم‌های F, O, N با بار منفی از یک مولکول دیگر پیوند هیدروژنی می‌گویند.

نکته: به غیر از پیوند هیدروژنی به نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروهای واندروالسی می‌گویند.

WWW.Amoozz.ir

پیوند هیدروژنی در ترکیباتی مانند (H_2O, HF, NH_3) باعث افزایش دمای جوش آنها نسبت به دمای جوش هیدریدهای دیگر گروه می‌شود.

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵
AsH_3	۷۶	-۶۲/۵

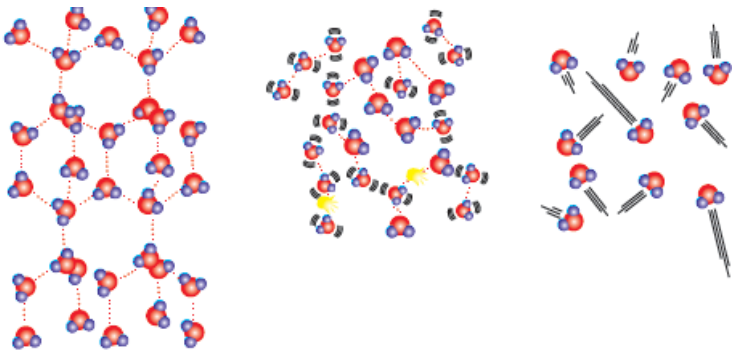
نکته: اتانول (C_2H_5OH) و استون (CH_3COCH_3) دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه هستند. هر دوی این ترکیبات به میزان بی‌نهایت در آب حل می‌شوند. اما فقط اتانول دارای پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود است زیرا هیدروژن متصل به اکسیژن دارد اما استون فقط اکسیژن و هیدروژن دارد که به هم متصل نیستند.

تست: نوع برهمکنش بین مولکول‌های دی‌کلرومتان و هگزان، با نوع برهمکنش میان مولکول های کدام دو ترکیب مشابه است؟(ریاضی ۹۷)

۱)استون- آب ۲)آب- متانول ۳) دی‌اتیل اتر-بنزن ۴)تولوئن- هگزان

پیوند هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب در حالت جامد با یک ساختار بسیار منظم بوده و هر مولکول معمولا ۴ پیوند هیدروژنی با مولکول‌های دیگر دارد،(البته به ازای هر مولکول به طور متوسط ۲ پیوند وجود دارد که بین دو مولکول مشترک است) و باعث می‌شود که در شبکه ثابت بوده و جابجا نشوند و فقط حرکت ارتعاشی داشته باشند. اما در حالت مایع هر مولکول ۲ پیوند هیدروژنی وجود دارد که باعث می‌شود این مولکول‌ها آزادانه روی هم بلغزند. همچنین در حالت بخار دیگر تقریبا هیچ پیوند هیدروژنی وجود نداشته و آزادنه می‌توانند حرکت کنند.



WWW.Amoozz.ir

در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در راس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانه عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بعد گسترش یافته است. در واقع یخ ساختاری باز دارد. دلیل اصلی بیشتر بودن حجم یخ نسبت به آب و افزایش حجم آب هنگام انجماد همین فضاهای خالی در شبکه منظم آن است.

نکته: چگالی یخ به دلیل انبساط هنگام انجماد کمتر از آب است.

نکته: مولکول‌های آب در سلول‌های مواد غذایی در هنگام انجماد با افزایش حجم باعث از بین رفتن این سلول‌ها در بافت این مواد شده و باعث خرابی آنها می‌شود.

آب و دیگر حلال‌ها

آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول‌های ابی در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند، به طوریکه اغلب فرایندهای زیست شیمیایی مانند گوارش، تنفس، سوخت‌و ساز و ... در محلول‌های آبی انجام می‌شوند.

نکته: هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.

دیگر حلال‌های مهم

در جدول زیر سه حلال آلی مهم آمده است که به محلولی که حلال آن این مواد باشد، محول‌های غیرآبی می‌گویند.

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>۰	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>۰	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈۰	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)

نکته: برخی مواد شیمیایی مانند اتانول(الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آنها تهیه کرد.

نکته: گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها (ترکیباتی که فقط از کربن و هیدروژن هستند) ناچیز و در حدود صفر است.

نکته: بنزین مخلوطی همگن از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است. به طور میانگین می‌توان بنزین مورد استفاده در خودروها با ۸ اتم کربن و با فرمول مولکولی C_8H_{18} در نظر گرفت.

WWW.Amoozz.ir

نکته: در مخلوط آب و یخ، حالت فیزیک متفاوت بوده ولی ترکیب شیمیایی یکسان است، اما در مخلوط آب و هگزان دارای حالت فیزیکی یکسان و ترکیب متفاوت هستند. (چگالی هگزان کمتر از آب است.)

تست: کدام مطلب زیر، درست است؟(ریاضی ۹۹)

۱) ترتیب نقطه جوش NH_3، PH_3 و AsH_3 به صورت $AsH_3 > PH_3 > NH_3$ است.

۲) مولکول‌های آب و استون، هر دو قطبی‌اند، جرم مولی استون بیشتر و نقطه جوش آن بالاتر است.

۳) یخ ساختار سه بعدی دارد و در آن هر مولکول آب، با چهار مولکول دیگر آب با پیوند اشتراکی متصل است.

۴) موادی که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن با اتم‌هایی مانند اکسیژن و فلوئور پیوند دارد، نقطه جوش بالاتر از ترکیب‌های هیدروژن دار مشابه دارند.

پیش‌بینی انحلال‌پذیری مواد در یکدیگر

۱- روش مستقیم (آزمایشگاهی): اگر مواد مخلوط شده در آزمایشگاه همگن باشد. آن مواد در یکدیگر محلول‌اند. ولی اگر مخلوط چند ماده ناهمگن بود و چند فاز را ایجاد کنند، آن مواد در یکدیگر نامحلول‌اند، مانند انحلال استون در آب، عدم انحلال آب در هگزان و یا انحلال ید در هگزان.

۲- روش غیرمستقیم (روش قاعده حلالیت): شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.

نکته: شباهت مواد به یکدیگر را می‌توان از جنبه‌های میزان قطبیت، نیروهای بین ذرات و حالت فیزیکی بررسی کرد. هر چه قطبیت مواد به هم نزدیکتر بوده و نیرهای بین ذرات مشابهت بیشتری داشته باشند و حالت فیزیکی آنها یکسان باشد، میزان انحلال‌پذیری بیشتر خواهد بود.

موارد شباهت مواد به یکدیگر:
۱) میزان قطبیت (مهمترین)
۲) مشابهت بین نیروهای ذرات
۳) شباهت حالت فیزیکی (کم اهمیت)

نکته: با توجه به قاعده حلالیت، هرچه میزان قطبیت مواد به هم نزدیکتر باشد، میزان انحلال‌پذیری بیشتر است، براین اساس مواد قطبی در حلال‌های قطبی بهتر حل شده و مواد غیرقطبی در حلال‌های غیرقطبی راحت‌تر حل می‌شوند. البته مواد قطبی در حلال‌های غیرقطبی و بالعکس به میزان خیلی کمی حل می‌شوند وگاهی اوقات کاملا نامحلول اند.

WWW.Amoozz.ir

نکته: مواد یونی در حلال‌های قطبی بهتر و بیشتر حل می‌شوند، زیرا ترکیبات یونی به نوعی قطبیت بسیار شدیدی دارند. پس نیروهای بین ذرات آنها به مواد قطبی نزدیکتر است. هرچه میزان قطبیت حلال بیشتر باشد، ترکیبات یونی در آب راحت‌تر حل می‌شوند. ترکیبات یونی در حلال‌های غیرقطبی اغلب نامحلول‌اند.

نکته: اگر مواد از نظر قطبیت به هم نزدیک باشند عواملی مانند مشابهت نیروهای بین ذرات و حالت فیزیکی باعث می‌شوند که میزان انحلال‌پذیری به مقدار زیادی افزایش یابد. برای مثال آب حلال قطبی بوده و بین ذرات آن پیوند هیدروژنی وجود دارد. هر حل‌شونده‌ی قطبی که بتواند با مولکول‌های آن پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، بیشتر در آب حل می‌شوند. انحلال بسیار زیاد شکر، اتانول، گاز آمونیاک و .... در آب به همین خاطر می‌باشد.

q + آب ..... اتانول + آب ..... اتانول(هیدروژنی قوی) ⇒ اتانول ..... اتانول(هیدروژنی ضعیف) +آب ..... آب (هیدروژنی متوسط)

تذکر: پیوند هیدروژنی بین اکسیژن اتانول با هیدروژن آب، قوی‌تر از پیوند هیدروژنی بین هیدروژن اتانول با اکسیژن آب است. علت این مطلب به میزان بارهای جزئی روی اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در این دو مولکول مربوط می‌شود.

نکته مهم: در صورتی فرایند انحلال منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص)< (جاذبه‌های حل شونده با حلال در محلول)

تست: اگر نیروهای بین مولکولی در اتانول، آب و بین اتانول و آب را به ترتیب با a، b و c نشان دهیم، چند مورد از مقایسه‌های زیر، درست‌اند؟ (ریاضی ۹۹ خارج)

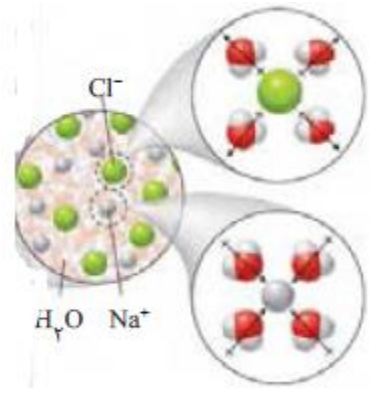
b > a - c < a - c > b – a - c > b > a -

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

ذهن زیبا

انحلال مولکولی

به انحلال ترکیبات مولکولی مانند الکل‌ها، استون، شکر و .... در آب یا انحلال ید در هگزان که مولکول بدون تغییر توسط حلال، حلال پوشی می‌شود، انحلال مولکولی می‌گویند.



تفکیک یونی در فرایند انحلال

ترکیبات یونی مانند نمک خوراکی $(NaCl)$ در هنگام انحلال در آب از هم جدا شده و یون‌ها به صورت مجزا آبپوشی می‌شوند. به عنوان مثال در مورد نمک خوراکی با بلورهای مکعبی که در آنها یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایش منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. در هنگام انحلال مولکول‌های قطبی آب از سر هیدروژن

WWW.Amoozz.ir

(مثبت) یون‌های کلرید با بار منفی را احاطه کرده و از سر اکسیژن (منفی) یون‌های سدیم با بار مثبت را احاطه می‌کند. جاذبه‌ای که در اینجا ایجاد می‌شود از نوع یون- دوقطبی است که جاذبه ای قوی‌تر از نیروهای واندروالسی و هیدروژنی است.

این یون‌های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوریکه محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $Na^{+}_{(aq)}, Cl^{-}_{(aq)}$ دانست. در این نوع از انحلال ماده حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، **انحلال یونی** به شمار می‌رود.

تست: درباره انحلال چند ترکیب داده شده در آب، رابطه زیر برقرار است؟(ریاضی ۹۹)

میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوندهای هیدروژنی در آب< نیروی جاذبه یون- دو قطبی در محلول

آ) نقره کلرید ب)باریم سولفات پ)آهن (III) هیدروکسید

ت) منیزیم کلرید ث)کلسیم فسفات ج) لیتیم سولفات

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست: مقدار کافی باریم کلرید با ۲۰۰ گرم محلول سدیم سولفات ده درصد جرمی واکنش می‌دهد و سدیم کلرید، یکی از فراورده‌های این واکنش است. با توجه به آن، کدام مطلب درست است؟(از تغییر حجم محلول چشم پوشی شود. (ریاضی ۹۹)

$(Ba = 137, C = 35.5, S = 32, Na = 23, O = 16\ g.mol^{-1})$

۱) به تقریب 32.8 گرم باریم سولفات به دست می‌آید.

۲) به تقریب 1.17 مول فراورده محلول در آب تشکیل می‌شود.

۳) در این واکنش، شمار $1.7 * 10^{22}$ یون کلرید مصرف می‌شود.

۴) نیروهای جاذبه یون- دو قطبی سبب انحلال فراورده‌ها در آب می‌شوند.

ذهن زیبا

WWW.Amoozz.ir

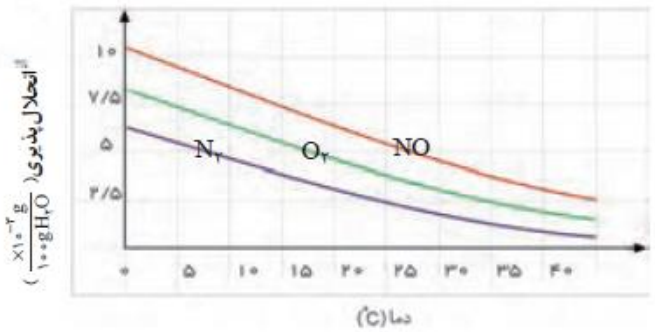
انحلال گازها در آب

همه جانوران برای حیات خود نیاز به اکسیژن دارند. ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد.

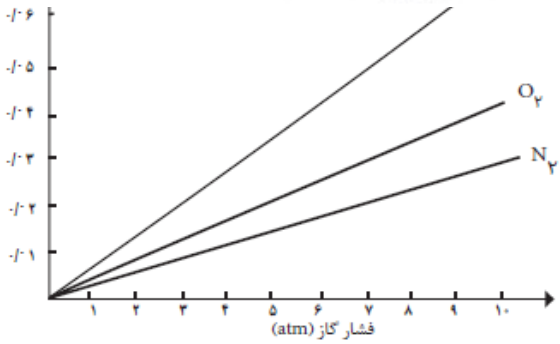
نکته: انحلال گازها در یک مایع خاص به دما، فشار و جنس گاز بستگی دارد که عامل جنس گاز (نوع گاز) مهمترین عامل موثر بر انحلال‌پذیری گازها است.

عوامل موثر بر انحلال گاز:
۱) دما
۲) فشار
۳) جنس گاز (مهمترین عامل)

نکته: از آنجا که انحلال گازها گرماده است، میزان انحلال‌پذیری آنها با دما رابطه عکس دارد، پس هرچه دما کاهش یابد، انحلال‌پذیری بیشتر خواهد شد.



نکته: انحلال‌پذیری گازها با فشار رابطه مستقیم دارد. این رابطه خطی بوده و با n برابر شدن فشار انحلال‌پذیری نیز n برابر می‌شود. این مطلب را نخستین بار فردی به نام هنری بیان نمود که رابطه کمی آن به قانون هنری معروف است.



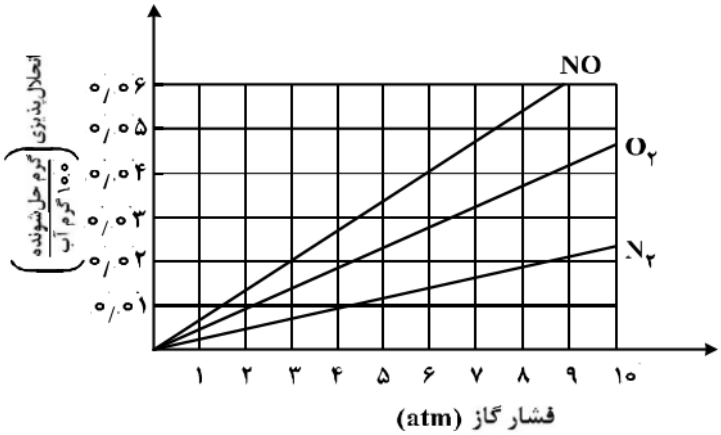
نکته: نوع گاز در میزان انحلال پذیری گازها در آب نقش بسیار مهمی دارد. به طور کلی گازهای قطبی بهتر از گازهای غیرقطبی در آب حل می‌شوند، زیرا حلال آب قطبی بوده و با مولکول‌های گازهای قطبی، جاذبه قوی‌تری برقرار می‌کند. در بین مولکول‌های قطبی نیز اگر مولکولی بتواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، انحلال‌پذیری آن بالا خواهد بود. از طرفی جرم مولی گاز حل شده در آب هم در میزان انحلال موثر بوده و هرچه جرم مولی گاز بیشتر باشد انحلال بهتر می‌شود.

$$N_2 < O_2 < NO < CO_2 < NH_3$$

نکته: میزان نمک موجود در آب دریا باعث کاهش انحلال گازها در آب دریا می‌شود.

WWW.Amoozz.ir

تست: با توجه به نمودار زیر، به تقریب در چه فشاری در دمای ثابت، غلظت NO در آب به 0.01 مولار می‌رسد.



$(O = 16, N = 14 g.mol^{-1})$

۱) ۴

۲) ۴.۴

۳) ۵.۸

۴) ۷

تست: چند مورد از مطالب زیر، درست است؟(تجربی ۹۹)

- قطبیت مولکول H_2S از مولکول H_2O کمتر است.
- با کاهش دمای آب، انحلال پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.
- در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول ناقطبی، نقطه جوش پایین‌تری دارد.
- مواد یونی در مقایسه با مواد مولکولی، در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع باقی می‌مانند.
- در شرایط یکسان، مولکول کربن‌دی‌اکسید آسان‌تر از مولکول گوگرد دی‌اکسید به مایع تبدیل می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست: کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟(ریاضی ۹۹ خارج)

آ) KCl در هگزان، کم محلول است.

ب) انحلال گازها در آب، با تولید گرما، همراه است.

پ) در یک دمای معین، انحلال‌پذیری گازها با فشار، رابطه عکس دارد.

ت) تاثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در مقایسه با سدیم نیترات بسیار بیشتر است.

۱) آ، پ ۲) آ، ب ۳) ب، ت ۴) ب، پ

WWW.Amoozz.ir

انواع رسانایی الکتریکی

۱- رسانایی الکترونی: در این نوع از رسانایی که در فلزات مشاهده می‌شود، الکترون‌ها جابجا شده و باعث رسانایی و برقراری جریان الکتریکی می‌شوند.

نکته: رسانایی الکتریکی گرافیت (یکی از آلوتروپ‌های کربن) نیز از نوع الکترونی است.

۲- رسانایی الکترولیتی(یونی): این نوع از رسانایی در اثر جابجایی یون‌ها صورت می‌گیرد. به عنوان مثال **محلول حاوی نمک‌ها** و یا **نمک‌های مذاب** دارای رسانایی الکترولیتی است. همچنین اسیدها و بازها نیز در حالت محلول رسانایی الکترولیتی دارند. در واقع در صورتی که یون‌ها بتوانند به صورت آزادنه جابجا شوند، می‌توانند رسانایی داشته باشند.

انواع محلول‌ها از نظر رسانایی

۱- الکترولیت: موادی هستند که به هنگام حل‌شدن در آب یون تولید می‌کنند، و با این کار رسانایی الکتریکی محلول را نسبت به آب خالص افزایش می‌دهد. الکترولیت بر دو نوع است:

الف) الکترولیت قوی: موادی هستند که به هنگام حل‌شدن در آب به طور کامل یونیزه شده و به یون تبدیل می‌شوند، مانند انحلال تمامی نمک‌ها، اسیدها و بازهای قوی در آب:

$HCl, HBr, HI, NaOH, HNO_3, HClO_4, KCl, NaNO_3, \dots \dots$

ب) الکترولیت ضعیف: موادی هستند که به طور عمده به صورت مولکولی حل‌شده و بخشی به صورت یونی حل می‌شوند. به عبارتی در محلول آنها هم مولکول و هم یون وجود دارد. مانند اسیدها و بازهای ضعیف از قبیل:

$HF, HCOOH, CH_3COOH, HNO_2, NH_3, \dots$

۲- غیرالکترولیت: موادی هستند که کاملا به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند و هیچ‌گونه یونی تولید نمی‌کنند، پس رسانایی الکتریکی آب را افزایش نمی‌دهند، مانند انحلال قند، شکر، انواع الکل‌ها، استون و ....

تمرین: برای محلول آبی مواد زیر میزان رسانایی الکتریکی را به ترتیب نزولی بنویسید.

$NaCl\ (1m), CaCl_2(1m), KNO_3(2m),$ شکر$(2.5\ m), HF(1m)$

مثال: در شرایط یکسان رسانایی محلول ۱ مولار $CuSO_4$ در آب بیشتر از محلول ۱مولار HF در آب است یا برعکس؟ با ذکر دلیل.

WWW.Amoozz.ir

تست: چند مورد از مطالب زیر، همواره درست‌اند؟(ریاضی ۹۴)

- رسانایی الکتریکی محلول‌های یک مولار الکترولیت‌ها با هم برابر است.
- رسانایی الکتریکی محلول‌های الکترولیت، به میزان تفکیک یونی آنها بستگی دارد.
- رسانایی الکتریکی محلول مواد الکترولیت، به شمار یون‌ها در محلول آنها بستگی دارد.
- با عبور جریان الکتریکی از محلول الکترولیت‌ها، تغییری در ترکیب شیمیایی آنها ایجاد نمی‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست: جرم $3.01 * 10^{22}$ مولکول از اکسیدی با فرمول عمومی N_mO_n، برابر 5.4 گرم است. نسبت n به m کدام است و محلول این اکسید در آب، چگونه است؟$(N = 14, O = 16\ g.mol^{-1})$(تجربی ۹۵)

۱) 2.5- الکترولیت قوی
۲) 2.5- الکترولیت ضعیف
۳) 1.5- الکترولیت قوی
۴) 1.5 – الکترولیت ضعیف

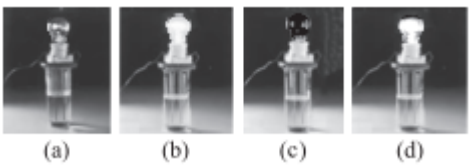
تست: چند مورد از مطالب زیر درست است؟(ریاضی ۹۹)

- انحلال گازها در آب، گرماده است.
- محلول برخی مواد آلی در آب، خاصیت رسانایی دارد.
- افزایش فشار و دما، روی انحلال‌پذیری گازها در آب، عکس یکدیگر عمل می‌کند.
- کاهش دما، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات و پتاسیم نیترات را در آب، افزایش می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

ذهن زیبا

تست: با توجه به شکل زیر که به رسانایی محلول ۱ مولار چهار ماده در دمای یکسان مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟(تجربی ۹۹ خارج)



۱) d الکترولیتی قوی‌تر از a است.

۲) b در محلول به خوبی به یون‌های سازنده خود تفکیک می‌شود.

۳) c، یک ترکیب مولکولی است که می‌تواند در آب تشکیل پیوند هیدروژنی، حل شود.

۴) a، b و d می‌توانند به ترتیب، هیدروفلوئوریک اسید، سدیم کلرید و پتاسیم هیدروکسید باشد.

WWW.Amoozz.ir

نکته: بدن ما سامانه پیچیده و متعادلی از یاخته‌ها، بافت‌ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی، پیام‌های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل می‌کنند. این هنگامی رخ می‌دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقرار جریان الکتریکی فراهم شود، محیطی که یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگونی مانند $Cl^-, K^+, Na^+, \ldots$ است. با انجام فعالیت‌های بدنی مقدار آنها در بدن کاهش می‌یابد.

یکی از مهمترین این یون‌ها پتاسیم است که نیاز به آن دو برابر یون سدیم است. کمبود این یون باعث اختلالات عصبی می‌شود. اما با خوردن مواد غذایی معمولا این یون تامین می‌شود.

ردپای آب در زندگی

مصرف آب علاوه بر مصرف روزانه هر فرد در صنایع گوناگون برای تولید وسایل نیز وجود دارد. همانند ردپای کربن‌دی‌اکسید، برای هر فرد ردپای آب نیز تعریف می‌شود. در واقع ردپای نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود.

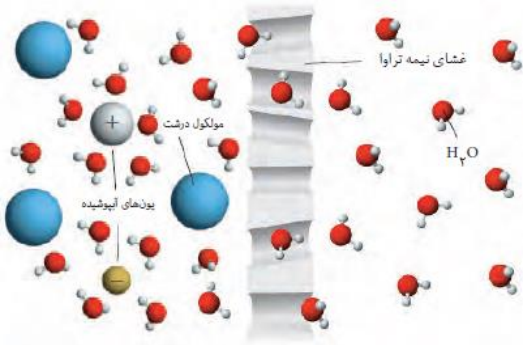
متاسفانه تمام آب مصرفی برای انسان و صنایع از آب شیرین(آب‌های سطحی- رود، دریاچه و نهر آب شیرین- و یا آب‌های زیرزمینی-چشمه، قنات و چاه عمیق-) تامین می‌شود.

آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیه آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. این ویژگی نشان می‌دهد که آب آشامیدنی با آب مصرفی در صنایع متفاوت است.

گذرندگی (اسمز)

هنگامی که میوهای خشک درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. **گذرندگی(اسمز)** نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و .... از بافت میوه به آب راه می‌یابند.

دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار زیر دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها **غشای نیمه تراوا** نامیده می‌شوند.

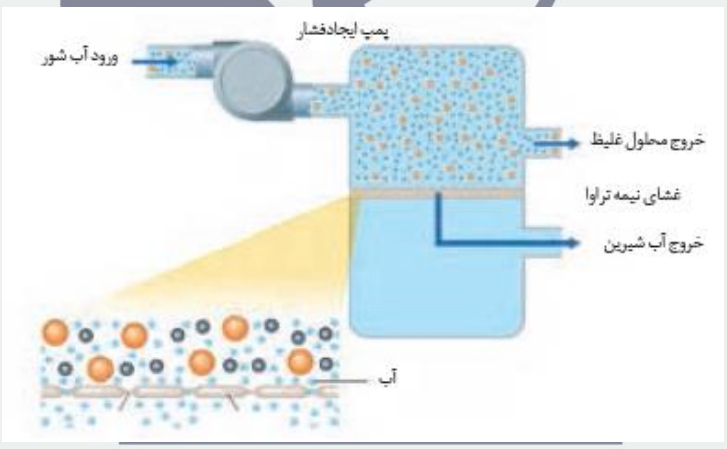


WWW.Amoozz.ir

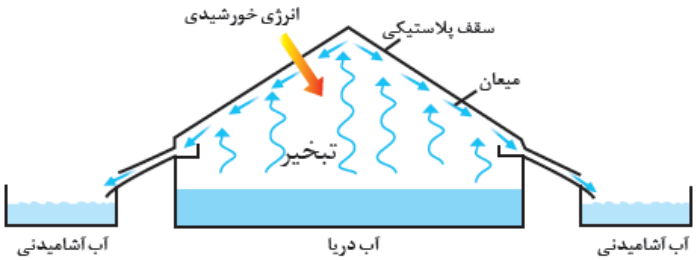
تصفیه آب با استفاده از غشای نیمه تراوا

اگر در شکل زیر غشای نیمه تراوا اجازه عبور یون‌ها را ندهد بعد از مدتی آب از سمت راست(رقیق) به سمت چپ(غلیظ) رفته و آب تمیز هم آلوده می‌شود. اما می‌توان با ایجاد یک فشار توسط یک پیستون در سمتی که آب شور وجود دارد، بر فشار اسمز غلبه کرده و حتی با افزودن فشار آب را به سمت راست غشای نیمه تراوا هدایت کرد. این فرایند **اسمز معکوس** نامیده می‌شود.

با تکیه بر همین فرایند می‌توان یک دستگاه آب شیرین کن به صورت زیر تهیه کرد.

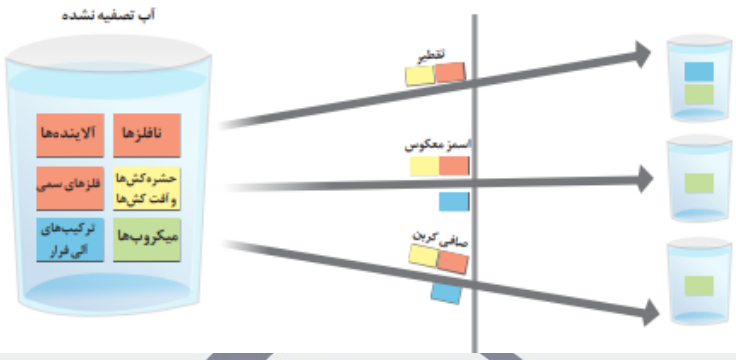


از مهمترین روش‌های تصفیه آب می‌توان به **تقطیر**، **اسمز معکوس** و **صافی کربن** اشاره کرد. در شکل زیر یک دستگاه آب شیرین کن با استفاده از فرایند تقطیر کار می‌کند را مشاهده می‌کنید.



WWW.Amoozz.ir

نکته: در این روش موادی که در دمای معمول تبخیر نمی‌شوند، مانند یون‌های محلول در آب کاملا از آن جدا می‌شوند.



تست: کدام فرایند به خاصیت گذرندگی(اسمز) مربوط نیست؟(ریاضی ۹۸)

۱)پلاسیده شدن خیار تازه در آب شور
۲) متورم شدن زردآلوی خشک در آب درون لیوان
۳) ته نشین شدن گل و لای در دریاچه
۴) نگهداری طولانی مدت گوشت و ماهی در نمک

تست: چند مورد از مطالب زیر درست است؟(تجربی ۹۹)

- انتقال پیام عصبی بدون وجود یون پتاسیم در بدن ناممکن است.
- فراوان‌ترین کاتیون از گروه ۱ جدول تناوبی در آب دریاها، یون سدیم است.
- حرکت خودبه خودی مولکول‌ّای آب از محیط غلیظ به محیط رقیق را گذرندگی می‌نامند.
- برای حذف آلاینده‌های موجود در آب، استفاده از صافی کربنی نسبت به روش اسمز معکوس، بهتر است.
- با انجام عمل تقطیر، از سه آلاینده (میکروب، ترکیب آلی فرار و حشره کش‌ها) تنها یک مورد را می‌توان حذف کرد.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

ذهن زیبا

WWW.Amoozz.ir