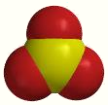
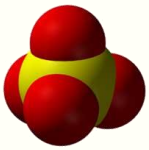
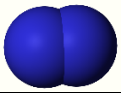
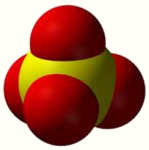
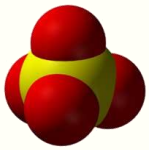
درسنامه ۱
یون‌های چنداتمی

- یون‌های چنداتمی ، یون‌هایی هستند که از چند اتم ساخته شده و بار الکتریکی دارند.
- از جمله یون‌های چنداتمی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

مدل فضا پرکن	ساختار لویس یون	فرمول شیمیایی	بار	نام یون
				هیدروکسید
				نیترات
				سولفات
				کربنات
				پراکسید
				فسفات
				سیلیکات
				آمونیوم

- برای رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتمی پس از رسم ساختار باید آنها را درون کروشه گذاشت و بار یون‌ها را گوشه سمت راست و بالا نوشت.
- یون‌های چنداتمی دارای پیوند کووالانسی بوده و بار یون مربوط به کل ساختار است. به عبارتی یون‌های چنداتمی را می‌توان مولکول‌هایی دانست که بار الکتریکی دارد و به یون تبدیل شده‌اند!
- یون‌های چنداتمی نیز می‌توانند ترکیب یونی تولید کنند.
- برای نوشتن فرمول شیمیایی‌ترکیب‌های یونی باید قواعد فرمول نویسی را که در فصل اول آموختیم رعایت کنیم.
- اگر در فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی، زیروند یون چنداتمی بزرگ‌تر از ۱ باشد، باید آن را درون پرانتز قرار دهیم و زیروند آن را مشخص کنیم.
- درترکیبات یونی که یون چنداتمی داشته باشند، هم پیوند یونی هم پیوند کووالانسی وجود دارد.

✓ اکنون فرمول شیمیایی چند نمک دارای یون چنداتمی را می‌نویسیم:

- آلومینیم اکسید:
- سدیم نیترات:
- کلسیم هیدروکسید:
- آلومینیم نیترات:
- آمونیوم کلرید:
- آمونیوم نیترات:
- آمونیوم فسفات:
- کلسیم فسفات:
- آهن (III) فسفات:
- کبالت (II) سیلیکات:

سوال: آلومینیم کربنات را در نظر بگیرید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) فرمول شیمیایی آن را بنویسید و مشخص کنید یک ترکیب یونی چندتایی است؟

ب) نسبت کاتیون به آنیون در آن چند است؟

پ) نسبت تعداد اتم به عنصر آن را بنویسید؟

پ) نسبت تعداد یون به عنصر را بنویسید:

ت) پیوند کووالانسی و یونی آن را مشخص کنید.

سؤال: جدول مقابل را کامل کنید:

آنیون / کاتیون	Cl^- یون کلرید	NO_3^- یون نیترات	SO_4^{2-} یون سولفات	CO_3^{2-} یون کربنات	OH^- یون هیدروکسید
Li^+ یون لیتیم			Li_2SO_4 لیتیم سولفات		
Mg^{2+} یون منیزیم					$Mg(OH)_2$ منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+} یون آهن (II)					
Al^{3+} یون آلومینیم					
NH_4^+ یون آمونیوم				$(NH_4)_2CO_3$ آمونیوم کربنات	NH_4OH آمونیوم هیدروکسید

✓ درترکیبات یونی حاوی آمونیوم، فلزی وجود ندارد. چرا؟

✓ گیاهان برای رشد بهتر به عناصر N، S، P و K نیاز دارند. آمونیوم سولفات یک کود شیمیایی است که نیتروژن و گوگرد را برای گیاهان تامین می‌کند. فرمول شیمیایی آن را بنویسید. این ترکیب یونی چندتایی است؟

✓ بصورت خلاصه میتوان گفت.

یون	مثال
تک اتمی	
چند ظرفیتی	
چند اتمی	

۳۰۳- در کدام یک از ترکیبات زیر، نسبت جرم مولی آنیون به جرم مولی کاتیون در مقایسه با سه ترکیب دیگر بیشتر است و در کدام یک، نسبت جرم مولی آنیون به کاتیون تقریباً برابر ۳/۵ است؟ سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۱

۱) $AlPO_4$ ، $ScPO_4$

۲) $CaSO_4$ ، $MgSO_4$

۳) $AlPO_4$ ، $MgSO_4$

۴) $CaSO_4$ ، $ScPO_4$

۳۰۴- نام چند ترکیب شیمیایی زیر درست است؟ سراسری تجربی ۱۴۰۱

- ZnF_2 : روی دی فلوئورید
- $CuCl$: مس (I) کلرید
- $FeSO_4$: آهن (II) سولفات
- N_2O_3 : دی نیتروژن تری اکسید
- $Sc(OH)_3$: اسکاندیم (III) هیدروکسید
- $Al_2(CO_3)_3$: آلومینیم کربنات

۱) پنج ۲) چهار ۳) سه ۴) دو

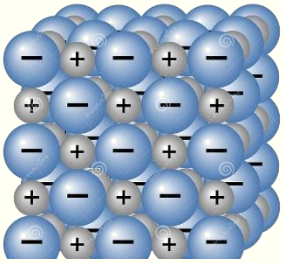
۳۰۵- فرمول شیمیایی چند ترکیب درست نوشته شده است؟ سراسری تجربی خارج ۱۴۰۱

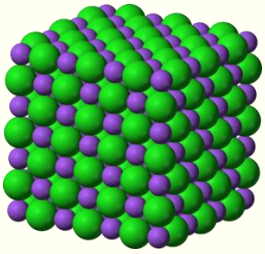
- وانادیم کربنات: VCO_3
- پتاسیم نیترات: K_2NO_3
- کروم (III) سیلیکات: $Cr_4(SiO_4)_3$
- مس (I) نیترات: $CuNO_3$
- اسکاندیم فسفات: $ScPO_4$

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) یک

درسنامه ۲
تفکیک یونی نمک‌ها در آب

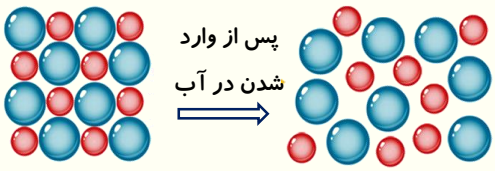
✓ می‌دانیم که ترکیبات یونی دارای شبکهٔ به هم پیوسته از شمار بسیار زیادی یون هستند.

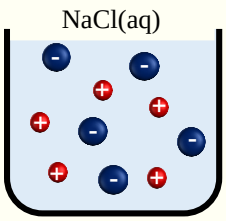




✓ شبکهٔ یونی اغلب ترکیبات یونی پس از وارد شدن در آب متلاشی شده و یون‌های آن از هم جدا و در آب پخش می‌شوند. این فرآیند را تفکیک یونی یک ترکیب یونی می‌گوییم.

✓ نمک NaCl همانند شکل زیر پس از وارد شدن در آب، به یون‌های سازندهٔ خود تفکیک شده و به صورت یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ در آب حل می‌شود.





✓ معادلهٔ تفکیک یونی نمک NaCl به صورت: $NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ است.

✓ معادله تفکیک یونی کلسیم کلرید، آلومینیم نیترات و آلومینیم سولفات را بنویسید:

(کلسیم کلرید

(آلومینیم نیترات

(آلومینیم سولفات

✓ می‌توان گفت محلول ترکیبات یونی، محلولی است از یون‌های جدا از هم و تفکیک شده.

✓ برخی از ترکیبات یونی پس از وارد شدن در آب، تفکیک یونی نمی‌شوند. به همین دلیل در آب نامحلول یا رسوب هستند. از جمله این‌ترکیبات می‌توان به نقره کلرید ($AgCl$)، باریم سولفات ($BaSO_4$) و کلسیم فسفات($Ca_3(PO_4)_2$) اشاره کرد.

✓ این ترکیبات رسوب هستند و در آب ته نشین می‌شوند.

تست: از انحلال یک مول از کدام ترکیب یونی، یون بیشتری تولید می‌شود؟

۱) سدیم کلرید

۲) منیزیم کلرید

۳) اسکاندیم نیترات

۴) کلسیم فسفات

۳۰۶- انحلال ۸/۵۵ گرم آلومینیم سولفات سبب تفکیک چند یون در آب می‌شود؟

۱) $۷/۵۲۵ \times ۱۰^{۲۲}$ ۲) $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۲}$ ۳) $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۲}$

۳۰۷- از انحلال یک مول از کدام ترکیب یونی زیر، شمار بیشتری یون در آب تفکیک می‌شود؟

۱) سدیم کلرید
۲) کلسیم فسفات
۳) باریم سولفات
۴) نقره کلرید

درسنامه ۳ واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه و شناسایی یون‌ها

✓ اگر دو محلول ترکیبات یونی با هم واکنش دهیم آنگاه جای کاتیون‌ها عوض می‌شود. به طور مثال واکنش محلول سدیم کلرید $NaCl(aq)$ با کلسیم فلوئورید $CaF_۲(aq)$ را می‌بینیم:

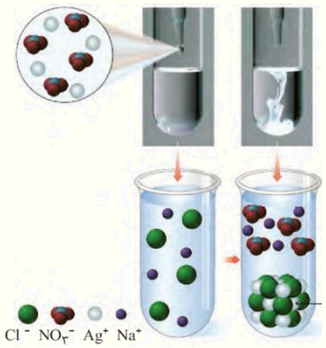
$$۲NaCl(aq) + CaF_۲(aq) \rightarrow ۲NaF(aq) + CaCl_۲(aq)$$

✓ این واکنش‌ها را جابه‌جایی دوگانه می‌گوییم. واکنش دو محلول یونی آهن (II) سولفات و مس(II) کلرید را بنویسید و موازنه کنید:

✓ در هنگام نوشتن این واکنش‌ها، باید قوائد فرمول نویسی فراورده‌ها رعایت شود.

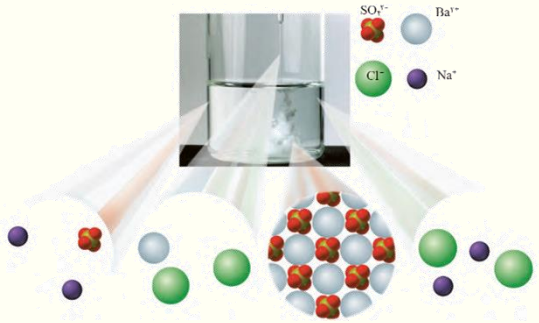
✓ توجه شود دو ترکیب یونی تنها در حالت محلول با هم واکنش می‌دهند و واکنششان هم سریع است.

✓ گاهی از واکنش دو محلول ترکیب یونی، یک رسوب تولید می‌شود. به طور مثال از واکنش محلول بی رنگ سدیم‌کلرید $NaCl(aq)$ با محلول بی رنگ نقره نیترات $AgNO_۳(aq)$ رسوب سفید رنگ نقره‌کلرید $AgCl(s)$ تولید می‌شوند. واکنش آن را بنویسید:



✓ بنابراین برای شناسایی یون کلرید $Cl^-(aq)$ موجود در محلولی، می‌توان از یون نقره $Ag^+(aq)$ استفاده کرد. یا از محلولی حاوی کاتیون نقره مانند نقره نیترات استفاده کرد. بدین صورت با تشکیل رسوب، می‌توان وجود یون کلرید را تشخیص داد.

✓ مطابق واکنش زیر برای شناسایی یون سولفات در محلولی می‌توان از محلول حاوی یون‌های باریم (مانند باریم کلرید) استفاده کرد به واکنش زیر توجه کنید:



✓ اگر محلول بی‌رنگ کلسیم کلرید و سدیم فسفات را ترکیب کنیم، چه رسوبی تولید می‌شود؟

✓ برای شناسایی یون فسفات در محلولی، می‌توان از یون کلسیم یا ترکیب حاوی کلسیم استفاده کرد. بدین صورت این دو یون پس از واکنش با هم رسوب $Ca_3(PO_4)_2$ تولید می‌کنند.

✓ همهٔ رسوب‌های نقره‌کلرید ($AgCl$)، باریم‌سولفات ($BaSO_4$) و کلسیم‌فسفات($Ca_3(PO_4)_2$) سفیدرنگ هستند و به سرعت تولید می‌شوند.

۳۰۸- چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح می‌باشد؟

- واکنش میان دو محلول با سرعت خیلی پایینی انجام می‌شود.
- همهٔ ترکیبات یونی پس از ورد به آب به یون‌های سازندهٔ خود تفکیک می‌شوند.
- برای شناسایی یون $Cl^-(aq)$ می‌توان از محلولی شامل یون $Ag^+(aq)$ استفاده نمود.
- یکی از فراورده‌های واکنش: $K_2SO_4(aq) + BaF_2(aq) \rightarrow$ رسوبی سفید رنگ است.
- بااضافه کردن محلول رنگی نقره‌نیترات در محلول سدیم‌کلرید، رسوب سفید رنگ نقره‌کلرید تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ٤

۳۰۹- از محلول کدام نمک می‌توان برای شناسایی یون باریم استفاده کرد؟

۱) سدیم فسفات ۲) سدیم سولفات ۳) سدیم کلرید ٤) نقره نیترات

۳۱۰- با توجه به واکنش داده شده چند مورد از عبارات داده شده درست نیست؟

$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$

آ) یک واکنش جابه‌جایی دوگانه محسوب می‌شود.
ب) محلول نقره نیترات خالص، شامل دو نوع یون $Ag^+(aq)$ و $NO_3^-(aq)$ است.
پ) در این واکنش غلظت یون‌های Ag^+ و Cl^- در حال افزایش یافتن است.
ت) غلظت یون‌های Na^+ و NO_3^- در این واکنش ثابت است.
ث) مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها پس از موازنه برابر است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۱۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- از انحلال یک مول آلومینیم سولفات در آب ۵ مول یون تفکیک می‌شود.
- از نمک‌های نقره کلرید، کلسیم فسفات و باریم نیترات نمی‌توان هیچ محلولی تهیه کرد.
- در واکنش بین ۲ محلول سدیم فسفات و کلسیم کلرید، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد ۱۲ است.
- نسبت شمار اتم‌ها به عنصرها در رسوب حاصل از واکنش دومحلول سدیم‌سولفات و باریم‌کلرید ۲ است.

۱) ٤ ۲) ۲ ۳) ۱ ٤) ۳

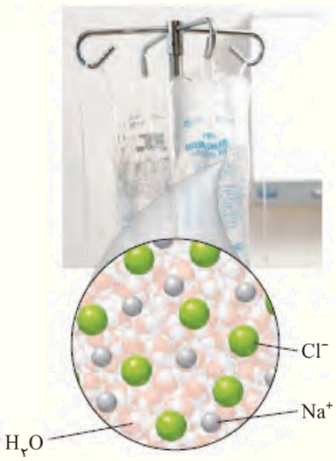
درسنامه ۴ آب چشمه

- ✓ هرچند آب‌های خالص یا آشامیدنی، کاملا خالص به نظر می‌رسند، اما خالص نیستند.
- ✓ آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون های گوناگون است.
- ✓ برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم، به آن افزوده می شود.
- ✓ برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید $F^-(aq)$ می‌افزایند. زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.
- ✓ در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل‌شده به قدری زیاد است که مزهٔ آب را تغییر می‌دهد.
- ✓ تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.

درسنامه ۵ محلول چیست؟

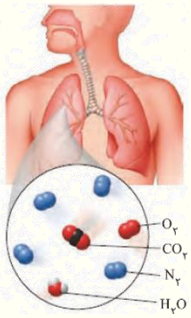
- ✓ مواد ناخالص ماده‌ای است که از ترکیب چند ملده ساخته شده باشد.
- ✓ مواد ناخالص را می‌توان به دو دسته مخلوط و محلول تقسیم کرد.م
- ✓ محلول‌ها، موادی همگن هستند که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند رنگ، بو، چگالی و غلظت در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

(پ)

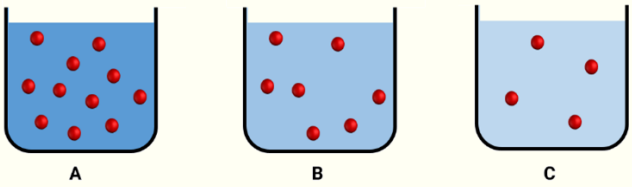


- ✓ سرم فیزیولوژی یک محلول رقیق از آب و نمک است.
- ✓ گلاب یک محلول غلیظ از مواد آلی در آب است.
- ✓ آب رادیاتور (ضد یخ) یک محلول از اتیلن گلیکول در آب است.
- ✓ فرمول مولکولی و ساختار اتیلن گلیکول به صورت زیر است:
- ✓ هر محلول از دو جز تشکیل می‌شود. حلال و حل‌شونده.
- ✓ حلال بخشی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و مول بیشتری دارد.

سوال: ۳۶ گرم آب و ۴۶ گرم اتانول را در هم حل می‌کنیم. کدام یک حلال و کدام یک حل‌شونده است؟



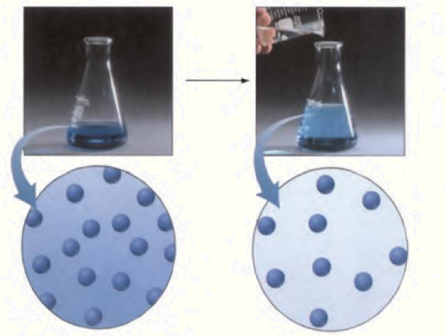
- ✓ محلول قطعاً دارای یک حلال است. اما ممکن است چندین حل‌شونده داشته باشد. برای مثال، آب آشامیدنی دارای انواع حل‌شونده بوده اما تنها حلال آن آب است.
- ✓ محلول‌ها ممکن است جامد، مایع یا گاز باشند.
- ✓ محلول گازی: هوا یک محلول گازی بوده که نیتروژن با مول بیشتر حلال است و سایر گازها حل‌شونده.
- ✓ محلول جامد: آلیاژها مخلوط‌های همگن که محلول محسوب می‌شوند.
- ✓ هرچه حل‌شونده‌های یک محلول بیشتر باشد، غلظت محلول نیز بیشتر است. به عبارتی غلظت محلول، به حل‌شونده آن وابسته است.
- ✓ غلظت کدام یک از سه محلول زیر بیشتر است چرا؟



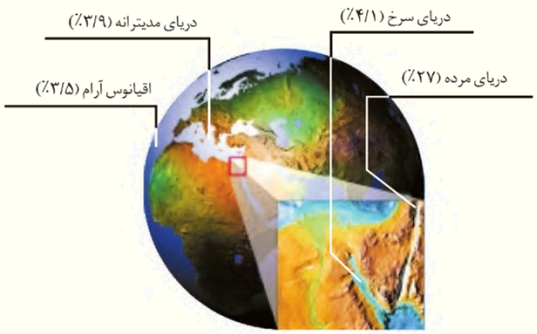
چند نکتهٔ مهم:

- ✓ اگر به محلول، حل‌شونده اضافه کنیم، غلظت آن بیشتر می‌شود.

- ✓ افزودن حلال باعث کاهش غلظت و اغلب باعث کاهش چگالی می‌شود.
- ✓ اگر به یک محلول آبی، آب اضافه کنیم، جرم محلول بیشتر، غلظت محلول کمتر شده و مقدار حل‌شونده ثابت می‌ماند.



- ✓ با تبخیر مقداری از حلال و ثابت ماندن حل‌شونده، غلظت محلول بیشتر می‌شود.
- ✓ نمک‌های مختلف و غلظتشان در دریاهای مختلف متفاوت است.



اکنون راه‌های محاسبه غلظت را بررسی می‌کنیم

۳۱۲- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۱

الف- هوای شهرها، محلولی از گازها به شمار می‌رود.
ب- سرم فیزیولوژی، محلول نمک خوراکی در آب است.
پ- ضد یخ مصرفی در آب رادیاتور خودروها، محلول اتیلن گلیکول در آب است.
ت- مخلوط، محلولی یک نواخت از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و شیمیایی در سراسر آن یکسان است.

۱) الف ، پ ۲) الف ، ت ۳) ب ، ت ۴) ب ، پ

۳۱۳- کاربرد محلول‌ها به چند عامل زیر بستگی دارد؟ آزمون قلم‌چی ۱ اردیبهشت ۱۴۰۱

الف) خواص حلال ب) خواص حل‌شونده پ) مقدار حلال ت) مقدار حل‌شونده

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

درسنامه ۶ غلظت ppm

- ✓ غلظت محلول‌های رقیق را با (پی‌پی‌ام) به دست می‌آوریم.
- ✓ ppm به معنای قسمت در میلیون است و گرم حل‌شونده در یک میلیون گرم محلول را نشان می‌دهد.
- ✓ برای محاسبه غلظت ppm، هم باید جرم محلول را بدانیم هم جرم حل‌شونده را. سپس از رابطهٔ زیر، غلظت حل‌شونده را بر حسب ppm به دست می‌آوریم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$$

- ✓ صورت و مخرج رابطهٔ غلظت ppm هر دو باید هم یکا باشند. در نتیجه غلظت ppm فاقد یکا است.

سوال: ۲ کیلوگرم از محلولی، دارای ۲ میلی‌گرم کلرید (Cl^-) است؛ غلظت یون کلرید چند ppm است؟

- ✓ توجه شود غلظت ppm را می‌توان از رابطهٔ زیر نیز با سرعت بیشتری، به دست آورد.

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$$

- ✓ تاکید می‌شود قسمت در میلیون به معنای گرم حل‌شونده در یک میلیون گرم محلول است. بنابراین ۴۰۰ppm به این معناست که در $۱۰^{۶}$ گرم محلول، ۴۰۰ گرم حل‌شونده وجود دارد.
- ✓ در رابطه ppm و درصد جرمی، در مخرج کسر، جرم محلول نوشته می‌شود.
- ✓ یکاهای جرم عبارتند از: mg، g، Kg، Ton و...، همچنین یکاهای حجم عبارتند از: mL، L، m^3 و...
- ✓ اگر حجم محلول داده شود، باید چگالی محلول نیز داده شود. آنگاه به کمک چگالی می‌توان حجم را به جرم تبدیل کرد و در رابطه ppm وارد نمود.
- ✓ می‌دانیم که جرم محلول برابر با جرم حلال و حل‌شونده است. اما اگر محلول بسیار رقیق باشد و مقدار حل‌شونده آن ناچیز باشد، می‌توان به تقریب جرم محلول را با جرم حلال برابر دانست. به طور مثال اگر در ۱۰ کیلوگرم از آب خالص، مقدار ۲ میلی‌گرم حل‌شونده اضافه شود، جرم محلول را به تقریب می‌توان همان ۱۰ کیلوگرم در نظر گرفت. به عبارتی می‌توان از تغییر جرم محلول صرف‌نظر کرد.

در ادامه مسائل مختلفی از ppm را بررسی می‌کنیم.

۳۱۴- در ۹ کیلوگرم از آبی ۶/۷۵ گرم یون Cl^- وجود دارد، غلظت یون Cl^- برحسب ppm کدام است؟

۱) ۶۷۵ ۲) ۷۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۷۵۰

۳۱۵- غلظت یون Mg^{2+} در آب‌های زیر زمینی یک شهر ۷۵۰ppm است. در ۴۰۰ گرم از محلول این آب چند میلی‌گرم یون Mg^{2+} وجود دارد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۵۳۳ ۳) ۳۰۰ ۴) ۱۸۷/۵

۳۱۶- در ۷۴ تن از آب دریا حدود ۱۸/۵ گرم یون NO_3^- وجود دارد، در ۲ کیلوگرم ازاین محلول چند مول یون NO_3^- وجود دارد؟

۱) $8/06 \times 10^{-6}$ ۲) $8/3 \times 10^{-6}$ ۳) ۰/۲۵ ٤) 5×10^{-4}

۳۱۷- اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۳/۵ppm باشد، در یک کیلوگرم از این آب چند مول یون سدیم وجود دارد؟

۱) $103/5 \times 10^{-3}$ ۲) 3×10^{-3} ۳) $4/5 \times 10^{-3}$ ٤) 5×10^{-3}

۳۱۸- یک صافی تصفیه آب آشامیدنی ظرفیت جذب ۳ مول یون نیترات (NO_3^-) را دارد.این صافی حداکثر چند کیلوگرم آب شهری دارای ۱۰۰ppm یون NO_3^- را می‌تواند تصفیه کند؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۸٦ ۳) ۱۸٦۰ ٤) ۲٤٤۰

۳۱۹- در یک لیتر از آب دریا با چگالی $1g.ml^{-1}$ به تقریب ۰/۴ گرم یون Ca^{2+} وجود دارد. غلظت یون کلسیم در این محلول بر حسب ppm کدام است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۳۲۰- ۱۱/۷ گرم NaCl در ۱۰ لیتر آب دریا وجود دارد. غلظت یون Na^+ چند ppm است؟ (چگالی این آب $1g.ml^{-1}$ است).

۱) 10^4 ۲) ۴/۶ ۳) ۴۶۰ ۴) ۱۰

۳۲۱- ۸۵/۵ گرم آلومینیم سولفات در ۲ کیلوگرم محلول وجود دارد، غلظت یون SO_4^{2-} بر حسب ppm کدام است؟

۱) ۷۲۰۰ ۲) ۳۶۰۰ ۳) ۳۶۰۰۰ ۴) ۷۲۰۰۰

۳۲۲- اگر غلظت سدیم کلریم در یک نمونه آب دریا ۵۲۶/۵ppm باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه محلول چند گرم Na^+ وجود دارد؟

۱) ۰/۵۲۶۵ ۲) ۰/۲۰۷ ۳) ۲۰/۷ ۴) ۵۲/۶۵

نکته ارزنده! ترکیب چند محلول

✓ در برخی از مسائل، ممکن است دو یا چند محلول با هم ترکیب شده و محلولی جدید بسازند. برای محاسبهٔ غلظت در محلول جدید، باید حل‌شونده دو محلول ترکیب شده را با هم جمع کنیم. همچنین جرم دو محلول را نیز جمع کرده و در نهایت از رابطهٔ ppm، غلظت محلول نهایی را حساب کنیم. ببینیم:

۳۲۳- در محلولی شامل ۱۶/۲۵ گرم $FeCl_3$ و ۲۲/۲ گرم $CaCl_2$ در ۱۰ کیلوگرم آب دریا، غلظت یون Cl^- کدام است؟

۱) ۱۰/۶۵ ۲) ۱۴/۲ ۳) ۲۴/۸۵ ۴) ۲۴۸۵

۳۲۴- ۲۰۰ گرم محلول NaCl با غلظت ۵۰ppm و ۳۰۰ گرم محلول $CaCl_2$ با غلظت ۴۰ppm را یکدیگر ترکیب شده‌اند. غلظت یون Cl^- در این محلول به تقریب کدام است؟

۱) ۵۰۰ ۲) ۲۷/۴ ۳) ۱۳۷ ۴) ۷۷

۳۲۵- غلظت آهن(III) سولفات در محلولی از آن ۸۰۰ppm است. اگر چگالی محلول $1/1 g.ml^{-1}$ باشد، تقریبا در چند لیتر از این محلول ۴۲ میلی مول یون SO_4^{2-} وجود دارد؟

۱) ۵/۶ ۲) ۶/۳۶ ۳) ۷ ۴) ۶

۳۲۶- ۳/۹ میلی‌گرم فلز پتاسیم در یک ظرف قرار داده و روی آن آب می‌ریزیم تا ضمن رسیدن حجم محلول به ۲ لیتر، واکنش زیر انجام شود؛ اگر چگالی محلول حاصل $1g.ml^{-1}$ باشد، غلظت یون OH^- در این محلول بر حسب ppm کدام است؟ المپیاد شیمی ۹۵

$$2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$$

۱) ۰/۸۵
۲) ۱/۷
۳) ۳/۹
۴) ۱/۹۵

۳۲۷- در ۵ گرم سدیم فسفید در مجموع چند یون وجود دارد و اگر این شمار از یون‌های سدیم در ۵ لیتر از محلولی وجود داشته باشند، غلظت یون سدیم در آن، چند ppm خواهد بود؟ (چگالی محلول با چگالی آب برابر است.) سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۱

۱) $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ ، ۶۹۰
۲) $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ ، ۳۴۵
۳) $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ ، ۳۴۵
۴) $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ ، ۶۹۰

مخزنی به ابعاد ۴ ۵ ۸ متر پر از آب وجود دارد. چنان‌چه ۳۲۰ گرم مس(II) سولفات در آن حل شود، غلظت کاتیون حاصل چند ppm است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۱ ۴) ۲

۵ کیلوگرم محلول ۱۱۷۰ppm از سدیم کلرید را با ۵ کیلوگرم محلول ۸۵۰ppm نقره نیترات مخلوط می‌کنیم تا با هم واکنش دهند. پس از اتمام واکنش غلظت یون کلرید در محلول چند ppm است؟ **المپیاد شیمی ۹۴**

۱) صفر
۲) ۲۶۶/۲۵
۳) ۷۵۰
۴) ۳۵۵

اگر غلظت یون Na^+ در محلول سدیم کلرید برابر ۱۱۵ppm باشد، غلظت یون Cl^- کدام است؟

۱) ۱۸۳/۵ ۲) ۱۷۷/۵ ۳) ۱۶۸/۵ ۴) ۷۴/۵

درسنامه ۷
درصد جرمی

- ✓ درصد جرمی، اغلب برای محلول‌های غلیظ به کار می‌رود و گرم حل‌شونده در صد گرم محلول را نشان می‌دهد.
- ✓ رابطهٔ درصد جرمی، تقریباً مشابه ppm بوده و به صورت زیر است:

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

- ✓ درصد جرمی، فاقد یکا می‌باشد.
- ✓ درصد جرمی را با W/W نیز نشان می‌دهد.
- ✓ تاکید می‌شود درصد جرمی یعنی گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم محلول. بنابراین، ۲۰ درصد جرمی یعنی در ۱۰۰ گرم محلول ۲۰ گرم حل‌شونده وجود دارد. یا در ۱۰۰ کیلوگرم ۲۰ کیلوگرم حل‌شونده وجود دارد و ۸۰ کیلوگرم دیگر آن حلال است.

- ✓ سرکه، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید است، یعنی چه؟
- ✓ در رابطهٔ درصد جرمی نیز حتماً باید در مخرج کسر جرم محلول وارد شود نه حجم.
- ✓ چه رابطه‌ای بین درصد جرمی و غلظت ppm برای یک محلول وجود دارد؟

سوال: جدول زیر را جامل کنید:

نام یون	نماد یون	میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	غلظت یون	
			٪w/w	ppm
یون کلرید	Cl^-	۱۹۰۰۰	.....	.....
یون سدیم	Na^+	۱۰۵۰۰	.....	.....
یون سولفات	SO_4^{2-}	۲۶۵۵	.....	.....
یون منیزیم	Mg^{2+}	۱۳۵۰	.....	.....
یون کلسیم	Ca^{2+}	۴۰۰	.....	.....
یون پتاسیم	K^+	۳۸۰	.....	.....

۳۲۸- ۲۰ گرم NaCl در ۸۰ گرم آب خالص حل شده و یک محلول تشکیل شده است. درصد جرمی سدیم کلرید در این محلول کدام است؟

۱) ۲۵ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶

۳۲۹- ۲۰ گرم NaCl در ۸۰ گرم آب نمک وجود دارد، درصد جرمی سدیم کلرید در این محلول کدام است؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۰ ۳) ۱۶ ٤) ۵

۳۳۰- محلول ۱٤ درصد جرمی سولفوریک اسید موجود است. در ۱۵۵ گرم از این محلول، چند مول H_2SO_4 وجود دارد؟

۱) ۲۱/۷ ۲) ۰/۲۲ ۳) ۲۲ ٤) ۰/۲۱۷

۳۳۱- محلول ٤٦ درصد جرمی اتانول در آب موجود است. نسبت مول‌های اتانول به مول‌های آب کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ٤) ۳

۳۳۲- در ٦٠ میلی‌لیتر محلول ٤٠ درصد جرمی سولفوریک اسید چند گرم یون H^+ وجود دارد؟ ($d_{محلول}=1/25 g.ml^{-1}$)

۱) ۶ ۲) ۰/۶ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

۳۳۳- ۱۰٦/۵ گرم آلومینیم‌نیترات در ۳۸۷/۵ میلی‌لیتر محلول باچگالی $1/2 g.ml^{-1}$ وجود دارد. درصدجرمی یون NO_3^- در این محلول کدام است؟

۱) ۲۲/۹ ۲) ۹۳ ۳) ۴۶۵ ۴) ۲۰

۳۳٤- دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ٤٠ درصد جرمی و دومی دارای ۷۰ درصد جرمی متانول است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول را با ۳۰۰ گرم از محلول دوم ترکیب کنیم، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده به تقریب کدام است؟

۱) ۵۸ ۲) ۳۵ ۳) ۸۵ ٤) ۵۵

نکته ارزنده! افزودن آب به محلول

- ✓ در صورتی که به یک محلول آب اضافه شود، جرم محلول افزایش یافته و غلظت محلول کم می‌شود.
- ✓ به عبارتی اگر به محلولی آب اضافه شود، محلول رقیق می‌شود.
- ✓ اگر به محلول آب (حلال) اضافه شود، مقدار حل شونده ثابت می‌ماند. بنابراین محلول غلیظ اولیه و محلول رقیق نهایی، حل شوندهٔ برابری دارند.
- ✓ توجه شود، کلید حل سوال در مسائلی که محلول رقیق می‌شود، مقدار حل‌شونده برابر در دو محلول است و باید ابتدا مقدار حل‌شونده محاسبه شود.

۳۳۵- به ۲۰ گرم محلول فلوئورید ۰/۹ درصد جرمی، چند گرم آب اضافه کنیم تا محلول ۰/۵ درصدجرمی حاصل شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۶ ۳) ۱۶ ۴) ۲۲

۳۳۶- به ۱۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید با چگالی $1/8g.ml^{-1}$ و درصد جرمی ۹۰% مقدار ۹۰ میلی‌لیتر آب اضافه می‌کنیم تا محلولی با چگالی $1/6g.ml^{-1}$ به دست آید. درصد جرمی سولفوریک اسید در محلول حاصل کدام است؟

۱) ۲۵ ۲) ۱۰/۱۲۵ ۳) ۶۰ ۴) ۷۰

۳۳۷- نسبت مول‌های طلا به مس در یک سکه ۲ به ۱ است. درصد جرمی مس در این آلیاژ به تقریب کدام است؟

۱) ۸۶ ۲) ۱۴ ۳) ۱۲ ۴) ۸۸

نکته ارزنده! افزودن حل‌شونده به محلول

✓ گاهی به یک محلول، حل شونده اضافه می‌شود. در این حالت اتفاقات زیر می‌اُفتد:

۱- جرم حل‌شونده ثابت نمی‌ماند و افزایش می‌یابد.

۲- جرم محلول نیز افزایش می‌یابد.

۳- غلظت محلول افزایش می‌یابد و به عبارتی محلول غلیظ می‌شود.

✓ به طور مثال اگر به ۲۰۰ گرم محلول ۵۰ درصد جرمی، مقدار a گرم حل شونده اضافه شود، آنگاه برای محاسبهٔ غلظت محلول جدید، خواهیم داشت:

✓ در این حالت جرم حل شوندهٔ اول ۱۰۰ گرم است. چرا؟ در ادامه:

$$\frac{۱۰۰+a}{۲۰۰+a} \times ۱۰۰ = ۵۰$$ (درصد جرمی محلول جدید و غلیظ‌تر)

✓ بدون شک درصد جرمی محلول جدید از ۵۰٪ بیشتر است.

۳۳۸- به ۲۵۰ گرم از محلول ۱۶ درصد جرمی شکر در آب، چند گرم شکر اضافه شود تا درصد جرمی محلول ۳۰ درصد شود؟

۱) ۴۰ ۲) ۳۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۳۳۹- چند گرم سدیم کلرید به ۱۶۰ گرم محلول ۴۰ درصد جرمی آن افزوده شود تا محلول ۶۰ درصد جرمی آن تشکیل شود؟

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۶۰ ۴) ۶۴

اگر مقدار آبی که برای تهیهٔ ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول NaCl با درصد جرمی ۲۰% و چگالی $۱/۲۵ g.ml^{-۱}$ نیاز است را اگر به ۱۰ مول سدیم هیدروکسید اضافه کنیم تا محلولی همگن ایجاد شود، آنگاه درصد جرمی کاتیون در محلول سدیم هیدروکسید چند خواهد بود؟

۱) ۳۳/۳۳

۲) ۱۴/۱۶

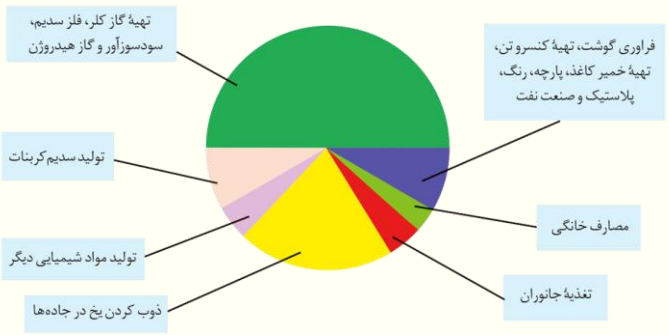
۳) ۱۹/۱۶

۴) ۲۰

درسنامه ۸ کاربردهای نمک خوراکی و منیزیم

- ✓ دریا منبع ارزشمندی برای به دست آوردن نمک است.
- ✓ مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد.
- ✓ برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم‌کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود.
- ✓ جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند.

- ✓ نمک خوراکی، در زندگی ما کاربرد وسیعی دارد:



- ✓ فلز منیزیم مادهٔ ارزشمند دیگری است که در تهیهٔ آلیاژ ها، شربت معده و ... کاربرد دارد.
- ✓ یکی از منابع تهیهٔ این فلز آب دریاست.
- ✓ منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد.
- ✓ برای استخراج و جداسازی آن، در مرحلهٔ نخست منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می کنند.
- ✓ در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب $MgCl_2(l)$ را به عنصرهای سازندهٔ آن تجزیه می‌کنند.

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

آزمون اول فصل ۳

۱۴۱- کدام گزینه درست است؟

۱) نزدیک به سه‌چهارم سطح زمین را آب آشامیدنی پوشانده است.

۲) با توجه به خارج شدن مواد از آب دریاها و اقیانوس‌ها، جرم کل مواد حل شده در آب‌های کرهٔ زمین، رو به کاهش است.

۳) زیست‌کره شامل جانداران روی کرهٔ زمین است و در واکنش‌های آنها درشت‌مولکول‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند.

٤) جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن اکسیژن را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز کربن دی‌اکسید محلول در آب را مصرف می‌کنند.

۱۴۲- مقدار کدام یون در آب دریا از دیگر یون‌ها بیشتر است؟

۱) Cl^- ۲) Ca^{2+} ۳) Na^+ ٤) SO_4^{2-}

۱۴۳- کدام مورد دربارهٔ واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید، درست است؟ $(Ag=۱۰۸, Cl=۳۵/۵, Na=۲۳ : g.mol^{-۱})$

۱) با گذشت زمان، غلظت یون‌های سدیم و نیترات در این واکنش، کاهش می‌یابد.

۲) در این واکنش، رسوب زردرنگ نقره کلرید تولید می‌شود.

۳) به‌ازای مصرف ۲۹/۲۵ گرم سدیم کلرید در این واکنش، ۷۱/۷۵ گرم رسوب تشکیل می‌شود.

٤) در ساختار هیچ‌یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش، پیوند اشتراکی وجود ندارد.

۱۴۴- کدام مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) برای شناسایی یون فسفات می‌توان از محلول آبی حاوی یون سدیم استفاده کرد.

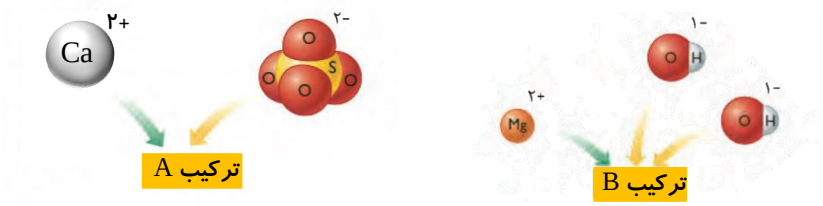
ب) نسبت شمار اتم‌ها به عنصرها در آمونیوم سولفید با $\frac{۱۱}{۳}$ است.

پ) از واکنش محلول‌های سدیم سولفات و باریم کلرید، فراورده‌ای نامحلول در آب تشکیل می‌شود.

ت) پتاسیم سولفات یک ترکیب یونی است که هر واحد آن شامل یک یون تک‌اتمی و دو یون چنداتمی است.

۱) آ و ت ۲) ب و پ ۳) آ و پ ٤) ب و ت

۱۴۵- با توجه به شکل‌های داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟



آ) نسبت شمار اتم‌ها به شمار عنصرها در ترکیبی که برای گچ گرفتن شکستگی استخوان به کار می‌رود، با این نسبت در یون کربنات برابر است.

ب) ترکیب B برخلاف کلسیم کلرید در آب نامحلول است.

پ) نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار جفت الکترون‌های پیوندی در آنیون سازندهٔ دو ترکیب برابر است.

ت) مقدار کاتیون سازندهٔ ترکیب B در آب دریا از دیگر کاتیون‌ها بیشتر است.

۱) ٤ ۲) ۳ ۳) ۲ ٤) ۱

۱۴۶- همهٔ عبارت‌های زیر درست‌اند به‌جز:

۱) نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در آمونیوم سولفات با نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در منیزیم نیترات برابر است.

۲) اگر فرمول فسفات فلزی به صورت $MPO_۴$ باشد، فرمول کربنات آن با همین بار الکتریکی به صورت $M(CO_۳)_۳$ است.

۳) $CaO_۲$ برخلاف $Na_۲O$ ، از دو یون تک‌اتمی تشکیل نشده است.

٤) نسبت شمار اتم‌های اکسیژن به شمار کاتیون‌ها در مس (II) سولفات، کم‌تر از این نسبت در کلسیم نیترات است.

۱۴۷- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) در مراحل جداسازی منیزیم از آب دریا، ابتدا $Mg^{2+}(aq)$ را به صورت مادهٔ جامد و نامحلول منیزیم کلرید رسوب می‌دهند.

ب) درصد جرمی را با نماد $\%w/w$ نشان می‌دهند که هم‌ارز با شمار قسمت‌های حل‌شونده در ۱۰۰ قسمت حلال است.

پ) برای بیان غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب دریا و مقدار آلاینده‌های هوا از ppm استفاده می‌شود.

ت) در محلول اتیلن گلیکول در آب، حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

۱) ٤ ۲) ۳ ۳) ۲ ٤) ۱

۱۴۸- در یک کیلوگرم آب دریا، ۱۳۵۰ میلی‌گرم یون Mg^{2+} وجود دارد. درصد جرمی و غلظت این یون برحسب ppm در آب دریا به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱/۳۵ , ۰/۱۳۵ ۲) ۱۳۵۰ , ۰/۱۳۵ ۳) ۱۳۵۰۰ , ۱/۳۵ ٤) ۱۳۵ , ۱/۳۵

۱۴۹- کدام موارد، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی ۱/۲۲ppm – ۰/۷ اعلام کرده است، یعنی در ..... یون F^- می‌تواند وجود داشته باشد.»

آ) ۴ کیلوگرم آب آشامیدنی، حداکثر ۰/۰۶۱

ب) در هر کیلوگرم آب آشامیدنی، حداقل ۰/۷ میلی‌گرم

پ) در ده تن آب آشامیدنی، حداقل ۷ میلی‌گرم

ت) در هر صد گرم آب آشامیدنی، حداکثر $1/22\times10^{-4}$

۱) آ و پ ۲) آ و ت ۳) ب و پ ٤) ب و ت

۱۵۰- در ۷۱۰ گرم محلول سدیم سولفات، $1/204\times10^{21}$ یون سدیم وجود دارد. غلظت سدیم سولفات در این محلول برحسب ppm کدام است؟ $(S=32 , Na=23 , O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۰۰

۲) ۲۰۰

۳) ۳۰۰

٤) ٤۰۰

۱۵۱- گوگرد دی‌اکسید حاصل از سوختن ۴۰۰ کیلوگرم از یک نمونهٔ سوخت فسیلی، در آب باران حل شده و در نهایت ۱۱۷/۶ گرم H_2SO_4 تولید می‌کند. غلظت گوگرد در این نمونه سوخت فسیلی برحسب ppm کدام است؟ $(S=32 , O=16 , H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۴۰ ۲) ۱۹۲ ۳) ۹۶ ۴) ۷۶/۸

۱۵۲- در محلولی از یک نمک به‌ازای یک کیلوگرم آب، ۴ مول نمک وجود دارد. اگر درصد جرمی نمک در ۸۰۰ گرم از محلول این نمک برابر با ۵۰٪ باشد، جرم مولی نمک برحسب گرم بر مول کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۶۲/۵ ۳) ۸۷/۵ ۴) ۱۰۰

۱۵۳- اگر به ۱۲۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید، ۸۰ گرم محلول ۵٪ جرمی آن را اضافه کنیم، درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول نهایی برابر با ۶۷٪ می‌شود. نسبت تعداد مول‌های سدیم هیدروکسید به تعداد مول‌های آب در محلول اولیه کدام است؟

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

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

۱۵۴- اگر در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۶۰٪ جرمی کلسیم برمید، ۰/۶ مول یون برمید وجود داشته باشد، چگالی محلول برحسب $g.mL^{-1}$ کدام است؟

$(Br=۸۰, Ca=۴۰ : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۳۳ ۲) ۰/۶۶ ۳) ۱/۵ ٤) ۳

۱۵۵- پاسخ درست پرسش‌های «آ» و «ب» و پاسخ نادرست پرسش «پ» به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

$Na=۲۳ , O=۱۶ , C=۱۲ : g.mol^{-1}$)

آ) در محلول ۰/۲۱۲ درصد جرمی سدیم کربنات، غلظت یون سدیم برحسب ppm کدام است؟

ب) کاربرد سدیم کلرید در کدام مورد داده شده بیشتر از مصارف خانگی آن است؟

پ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می‌شود؟

۱) ٤٦۰ ـ ذوب کردن یخ در جاده‌ها ـ ۲ ۲) ۹۲۰ ـ تولید سدیم کربنات ـ ۲

۳) ۹۲۰ ـ ذوب کردن یخ در جاده‌ها ـ ۳ ٤) ٤٦۰ ـ تولید سدیم کربنات ـ ۳

درسنامه ۹ غلظت مولی (مولاریته)

✓ غلظت مولی مهم‌ترین و پرکاربردترین نوع محاسبه غلظت در محلول‌هاست. زیرا در شیمی بیش از گرم، بامول حل‌شونده سر و کار داریم. همچنین محاسبهٔ حجم محلول از محاسبهٔ جرم محلول ساده‌تر است.

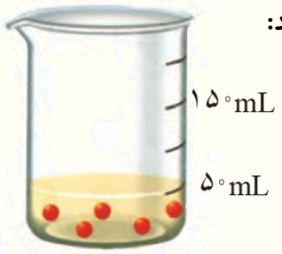
✓ برای محاسبهٔ غلظت مولی یا غلظت مولار، باید هم حجم محلول (بر حسب لیتر) و هم مول حل‌شونده را بدانیم. سپس از رابطه زیر استفاده کنیم:

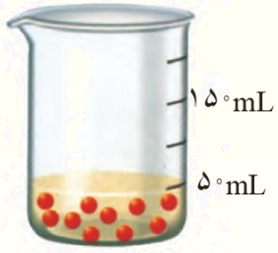
$$M=\frac{n\ (mol)}{V\ (L)} \quad \text{یا} \quad \text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}}$$

✓ یکای غلظت مولی، مول بر لیتر یا مولار (mol/L یا $mol.L^{-1}$) می‌باشد.

✓ غلظت مولی، با یکای مول‌برلیتر، مول حل‌شونده در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد. به طور مثال اگر غلظت مولی هیدروکلریک اسید، $۰/۱ mol/L$ باشد، بدین معناست که در $۱ L$ از محلول آن $۰/۱ mol$ حل‌شونده HCl وجود دارد.

سوال: به دو شکل مقابل توجه کنید و به سؤالات پاسخ دهید:



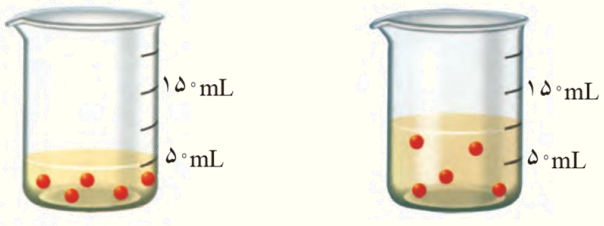


آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟

ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟

پ) اگر هر ذرهٔ حل شونده در شکل، هم ارز با ۰/۰۰۱ مول باشد، غلظت مولی هر دو محلول را به دست آورید.

سؤال: با توجه به دو شکل زیر، نشان دهید اگر حجم محلول افزایش یابد، با وجود ثابت بودن حل شونده، اما غلظت کاهش می‌یابد.



۳۴۰- ۰/۲۵ مول سدیم هیدروکسید در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول آن وجود دارد. غلظت مولی این محلول کدام است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۰۰۰۰۵ ٤) ۰/۰۰۰۰۲۵

۳٤۱- ۷۷۵۰ میلی‌گرم کلسیم‌فسفات را در ۹۲/۲۵ گرم آب مقطر ($1g.ml^{-1}$) حل می‌کنیم. غلظت مولی کلسیم فسفات در این محلول به تقریب کدام است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۰۲۵ ۳) صفر ٤) ۲/۵

۳٤۲- ۵۵۵ گرم محلول NaOH با چگالی $1/11g.ml^{-1}$ دارای ۴ گرم از این نمک است. غلظت این محلول چند مولار است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

۳٤۲- اگر از تبخیر ۱۰۰ گرم محلول منیزیم کلرید ۰/۱۹ گرم نمک خشک به دست آید، غلظت این محلول چند مول‌برلیتر بوده است؟

۳٤۳- برای تهیهٔ ٤۰۰ گرم محلول ۰/۳ مولار سدیم هیدروکسید به چند گرم از این نمک نیاز است؟ ($d_{محلول}=1g.ml^{-1}$)

۱) ۰/۱۲ ۲) ٤/۸ ۳) ۰/٤ ٤) ۳/۲

۳٤٤- ٤ گرم سدیم هیدروکسید را در یک بشر ریخته و ۱۰٦ گرم آب مقطر به آن اضافه می‌کنیم تا محلولی با چگالی $1/1g.ml^{-1}$ حاصل شود. در این محلول غلظت مولی یون OH^- چند برابر یون Na^+ است.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۵

۳٤٥- در محلولی که غلظت کلسیم هیدروکسید برابر با $0/2mol.L^{-1}$ باشد، غلظت یون هیدروکسید کدام است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۶

۳٤٦- در محلولی از آهن(III) کلرید غلظت مجموع یون‌ها ۰/۸ مول بر لیتر است، در ۲/۴ کیلوگرم از محلول با چگالی $1/2g.ml^{-1}$ چند گرم آهن(III) کلرید وجود دارد؟

۱) ۱٦۲/۵ ۲) ٦۵ ۳) ۱۳۰ ٤) ۳۷/۵

۳٤۷- اگر شمار یون‌های حاصل از تفکیک یونی NaCl در ۱۰۰ گرم محلول سدیم‌کلرید با چگالی $1/25g.ml^{-1}$ برابر با $6/02\times 10^{20}$ باشد، غلظت مولی NaCl در این محلول کدام است؟

۱) ۰/۰۸ ۲) 5×10^{-4} ۳) $6/25\times 10^{-3}$ ۴) $6/25\times 10^{-2}$

۳۴۸- غلظت مولی کل یون‌ها در ۲۶٤ گرم از محلول اسکاندیم نیترات با چگالی $1/1g.ml^{-1}$ که در آن ۶۹/۳ گرم از این نمک حل شده چند مولار است؟ (Sc=۴۵)

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲ ۳) ۵ ۴) ۲

۴۴/۸ لیتر گاز N_2O_5 را در شرایط STP وارد مقداری آب می‌کنیم و حجم محلول را به ۲ لیتر می‌رسانیم تا فراوردهٔ HNO_3 تولید شود. اگر پس از اتمام واکنش ۸ لیتر آب مقطر به محلول اضافه کنیم، غلظت مولی اسید تولید شده، چند برابر غلظت مولی اسید اولیه، قبل از افزودن آب مقطر است؟

۱) ۰/۲

۲) ۰/۰٤

۳) ۲

٤) ۰/۳۵

درسنامه ۱۰
رقیق سازی محلول‌ها

- ✓ اگر به محلولی، آب یا حلال اضافه شود، حجم محلول افزایش یافته اما مول حل‌شونده ثابت است. به همین دلیل غلظت محلول کاهش می‌یابد.
- ✓ در این حالت می‌توان گفت مول حل‌شوندهٔ محلول اول (غلیظ) با مول حل‌شوندهٔ محلول دوم (رقیق) برابر است. در نتیجه می‌توان گفت: $n_{غلیظ}=n_{رقیق}$
- ✓ رابطه: $M_1.V_1=M_2.V_2$، برای شرایطی که با رقیق کردن یک محلول، محلول دیگری به دست می‌آید کاربرد دارد. این رابطه را اثبات کنید.

۳۴۹- ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار سدیم فلوئورید موجود است. اگر حجم این محلول را به ۴۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، غلظت محلول چند مولار خواهد شد؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۳

۳۵۰- به ۷۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار سدیم کلرید، ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه می‌کنیم. غلظت محلول حاصل کدام است؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۱۲ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۱

۳۵۱- چند میلی‌لیتر آب به ۸۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲۵ مولار پتاسیم هیدرکسید اضافه کنیم تا محلول ۰/۲ مولار آن به دست آید؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

درسنامه ۱۱
ترکیب چند محلول

- ✓ فرض کنید دو محلول را با هم‌ترکیب کنیم. در این حالت محلولی جدید حاصل می‌شود.
- ✓ حجم محلول جدید، برابر با حاصل جمع حجم دو محلول اضافه شده به هم است.
- ✓ مول حل‌شوندهٔ محلول جدید نیز، برابر با مجموع مول حل‌شوندهٔ دو محلول اولیه است.
- ✓ بنابراین اگر دو (یا چند) محلول را ترکیب کنیم، برای محاسبهٔ غلظت محلول نهایی، باید مول حل‌شوندهٔ موجود در دو محلول‌ها را به دست آورده و جمع کنیم. همچنین حجم دو محلول اولیه را جمع کنیم و در نهایت غلظت محلول نهایی را به دست بیاوریم.
- ✓ همچنین این مسائل را می‌توان از رابطه زیر نیز به دست آورد.

$$\text{غلظت محلول جدید} = \frac{M_1.V_1 + M_2.V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \Longrightarrow \text{غلظت محلول جدید} = \frac{n_1 + n_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

۳۵۲- ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول NaOH با غلظت مولی ۰/۸ مولار را با ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار NaOH مخلوط می‌کنیم تا محلولی جدید حاصل شود. غلظت محلول جدید چند $mol.L^{-1}$ است؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۹ ۴) ۰/۳۶۲۵

روش اول:

روش دوم:

۳۵۳- ۷۵۰ گرم محلول KCl با چگالی $1/5 g.ml^{-1}$ و غلظت ۲ مولار را با ۴۸۰ گرم محلول KCl با چگالی $1/6 g.ml^{-1}$ و غلظت ۳ مولار مخلوط می‌کنیم تا محلولی همگن تولید شود. غلظت مولی محلول حاصل کدام است؟

۱) ۲/۳۷۵ ۲) ۲/۲ ۳) ۲/۸ ۴) ۲/۵

۳۵۵- ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار $CaCl_2$ را با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر از محلول دیگر $CaCl_2$ ترکیب می‌کنیم. اگر غلظت محلول جدید ۱/٤ مولار باشد، غلظت محلول دوم چند مولار بوده است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ۱/۵

درسنامه ۱۲ مسائل ترکیبی غلظت مولی و ppm

- ✓ گاهی مسائل غلظت مولی، درصد جرمی و ppm با هم‌ترکیب می‌شوند. برای بررسی و حل این گونه مسائل باید مفهوم غلظت‌ها را بلد باشیم.
- ✓ درصد جرمی، گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم محلول را نشان می‌دهد. برای مثال غلظت محلول NaOH برابر ۳۰ درصدجرمی باشد، بدین معناست که در ۱۰۰ گرم محلول آن ۳۰ گرم حل‌شونده وجود دارد و به صورت زیر می‌توانیم آن را بنویسیم:

- ✓ غلظت ppm، گرم حل‌شونده در 10^6 گرم محلول را نشان می‌دهد. به طور مثال اگر غلظت یون کلسیم در محلولی برابر ۶۰۰ppm باشد، می‌توان به صورت زیر نوشت:

- ✓ غلظت مولی با یکای مول بر لیتر، محلول حل‌شونده در یک لیتر از محلول آن را نشان می‌دهد. اگر غلظت مولی محلولی ۰/۰۵ مولار باشد، بدین معناست که در یک لیتر از این محلول ۰/۰۵ مول حل‌شونده وجود دارد و به صورت زیر می‌توان آن را نوشت:

سوال: غلظت مولی NaOH در محلولی ۰/۰۰۵ مولار است. اگر چگالی محلول $1 g.ml^{-1}$ باشد، غلظت این محلول را بر حسب ppm به دست بیاورید.

۳۵۶- اگر غلظت یون Ca^{2+} در آب بسیار رقیقی برابر ۴۰۰ppm باشد، غلظت مولار این یون کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۰۰۱

۳۵۷- محلول ۰/۰۰۲ مولار مس(II)سولفات باچگالی $1/024g.ml^{-1}$ تهیه شده است. غلظت یون مس(II) در این محلول چند ppm است؟

.....

.....

.....

۳۵۸- اگر چگالی یک نمونه محلول ۰/۰۲۵ مولار پتاسیم هیدروکسید برابر $1/25g.ml^{-1}$ باشد، غلظت این محلول بر حسب ppm کدام است؟

۱) ۱۲۵۰ ۲) ۱۴۰۰ ۳) ۱۱۲۰ ۴) ۱۱۲۰۰

۳۵۹- ۳۰۰ گرم محلول $CaCl_2$ با غلظت ۴۰۰ppm و چگالی $1/2g.ml^{-1}$ موجود است. غلظت یون کلرید در این محلول چند مولار است؟

۱) ۰/۰۰۸ ۲) ۰/۰۰۲ ۳) ۰/۰۲۵ ۴) صفر

۳۶۰- چند میلی‌لیتر محلول ۰/۰۵ مولار $Ca(NO_3)_2$ باید با آب خالص مخلوط شود تا ۵۰۰ گرم محلول با غلظت ۲۰ppm یون کلسیم به دست آید؟ (المپیاد شیمی ۹۲)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۵ ٤) ۱۰

درسنامه ۱۳ مسائل ترکیبی غلظت مولی و درصد جرمی

✓ برای تبدیل درصد جرمی به غلظت مولی یا برعکس، دو راه وجود دارد.

۱- روش مفهومی

۲- استفاده از رابطهٔ کاربردی مقابل: $M=\frac{10ad}{m}$

✓ در این رابطه M (غلظت مولی محلول)، a (درصد جرمی محلول)، d (چگالی محلول) و m (جرم مولی حل‌شونده) است.

سوال: محلولی از NaOH با درصد جرمی ۲۰% و چگالی $1/25g.ml^{-1}$ موجود است. غلظت مولی آن را محاسبه کنید.

۳۶۱- غلظت مولی محلول ۴۹ درصد جرمی سولفوریک اسید که چگالی آن برابر $1/25g.ml^{-1}$ است، کدام است؟

۱) ۵/۱۲ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۷/۱۲ ۴) ۸/۲۵

۳۶۲- ۲۴۰ گرم محلول ۶ درصد جرمی NaOH با چگالی $1/2g.ml^{-1}$ موجود است. غلظت‌مولی این محلول کدام است؟

۱) ۱۴/۴ ۲) ۱/۸ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۳۶

۳۶۳- برای تهیهٔ ۵۰۰mL محلول ۰/۳ مولار سدیم‌هیدروکسید، چند گرم محلول ۶۰ درصدجرمی سدیم هیدروکسید نیاز است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۲۴

۳۶۴- برای تهیهٔ ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۹ مولار H_2SO_4، چند میلی‌لیتر محلول ۹۸ درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی $1/8g.ml^{-1}$ نیاز است؟

۱) ۹/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۳۶۵- با ۸۰ گرم محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید، چند میلی‌لیتر محلول ۳/۲ مول بر لیتر می‌توان تهیه کرد؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۰۰

۳۶۶- درصد جرمی محلول ۰/۲۵ مولار اتانول در آب با چگالی $1/2g.ml^{-1}$ کدام است؟

۱) ۱/۹ ۲) ۰/۹۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۰/۲۵

۳۶۷- محلول ۱۲ مولار اسیدی شامل ۴۹% جرمی از این اسید بوده و دارای چگالی ۲/۴g/ml می‌باشد. این اسید کدام است؟ (المپیاد شیمی آمریکا ۲۰۱۲)

۱) HCl

۲) CH_3COOH

۳) HBr

۴) H_3PO_4

۳۶۸- چند میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۲۸% جرمی با چگالی ۱/۲g/ml برای تهیهٔ ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۸ مولار پتاسیم هیدروکسید نیاز است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۳۶۹- به ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید با غلظت ۵ مول بر لیتر، ۱۰۰mL آب مقطر اضافه می‌کنیم. اگر چگالی محلول حاصل $1/25g.ml^{-1}$ باشد، درصد جرمی سولفوریک اسید در محلول حاصل کدام است؟

۱) ۲۹ ۲) ۲۱ ۳) ۲۵ ۴) ۲۸

۳۷۰- با افزودن چند میلی‌لیتر آب مقطر به ۷۲ گرم محلول ۲% جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی $1/2g.ml^{-1}$ می‌توان محلول $0/4mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید تهیه کرد؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۰ ۳) ۵۴ ۴) ۹۰

۳۷۱- ۲۵۰mL محلول نیتریک اسید (HNO_3) ۵ مولار را با ۲۵۰mL محلول نیتریک اسید ۴۷/۲۵ درصد جرمی با چگالی ۱/۲g/ml مخلوط می‌کنیم. غلظت مولی محلول نهایی کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

درسنامه ۱۴
مفهوم انحلال پذیری

- ✓ از یک حل‌شونده نمی‌توان هر مقدار دلخواهی در مقدار مشخصی حلال حل کرد.
- ✓ بیشترین مقدار حل‌شونده‌ای که در دمای مشخص در ۱۰۰ گرم آب خالص حل می‌شود، انحلال پذیری می‌گویند.
- ✓ انحلال پذیری نمک NaCl در دمای اتاق ۳۶ گرم است. به این معنا که در ۱۰۰ گرم آب در دمای اتاق، ۳۶ گرم نمک حل می‌شود و یک محلول سیرده را تشکیل می‌دهد.
- ✓ انحلال‌پذیری مواد مختلف با هم متفاوت است. به جدول زیر توجه کنید.

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

- ✓ انحلال پذیری چندترکیب شیمیایی در دمای $۲۵^\circ C$ به صورت بالاست.
- ✓ به موادی که انحلال پذیری آنها در یک دمای مشخص بیش از 1g در ۱۰۰g آب خالص باشد، مواد محلول می‌گوییم. با توجه به جدول فوق، کدام مواد محلول محسوب می‌شوند؟
- ✓ به موادی که انحلال پذیری آنها کمتر از ۰/۰۱g در ۱۰۰g گرم حلال باشد، مواد نامحلول می‌گوییم. به عبارتی مواد نامحلول نیز به مقدار بسیار ناچیزی در آب حل می‌شوند. با توجه به جدول فوق، کدام مواد نامحلول محسوب می‌شوند؟
- ✓ موادی که انحلال پذیری آنها بین ۰/۰۱g تا 1g باشد، مواد کم‌محلول می‌گوییم. مانند کلسیم سولفات.
- ✓ انحلال پذیری نمک در ۱۰۰ گرم آب ۳۶ گرم است و مشخص است که اگر مقدار کمتری از ۳۶ گرم نمک را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، این محلول می‌تواند حل‌شوندهٔ بیشتر در خود حل کند.
- ✓ به محلولی که کمتر از انحلال پذیری خود را حل کرده و می‌تواند حل‌شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند، محلول سیرنشده می‌گوییم.
- ✓ به محلولی که دقیقاً به اندازه انحلال پذیری خود، حل‌شونده را در خود حل کرده باشد و نتواند حل‌شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند، محلول سیرشده می‌گوییم.
- ✓ محلول‌های سیرشده حل‌شوندهٔ بیشتری را در خود حل نمی‌کند و اگر n گرم حل‌شونده بیشتر به یک محلول سیرشده اضافه شود، همان مقدار n گرم، رسوب می‌کند.
- ✓ اگر در شرایطی خاص بیش از انحلال پذیری یک ماده را در آب یا در حلال حل کنیم، محلولی تشکیل می‌شود که بیش از ظرفیت خود را حل کرده است. به این محلول‌ها، محلول فراسیرشده می‌گوییم.
- ✓ محلول‌های فراسیرشده بسیار ناپایدار هستند و به راحتی با هر تغییری، مقدار اضافه خود را رسوب می‌دهند و به محلول سیرشده تبدیل می‌شوند.
- ✓ اگر به محلولی فراسیرشده، مقدار n گرم حل‌شوندهٔ بیشتری اضافه شود، آنگاه مقداری بیشتر از n گرم رسوب تولید می‌شود و محلول باقیمانده، سیرشده خواهد بود.

✓ تولید یک محلول فراسیرشده کار مشکلی است. اگر در شرایط عادی به ۱۰۰ گرم آب ۲۵°C مقدار ۴۰ گرم نمک خوراکی اضافه شود، ۳۶ گرم آن در آب حل شده و ۴ گرم دیگر رسوب می‌کند. به عبارتی به یک محلول فراسیرشده تبدیل نمی‌شود.

✓ می‌دانیم که اگر به ۱۰۰ گرم آب خالص ۳۶ گرم نمک NaCl افزوده شود، ۱۳۶ گرم محلول سیرشدهٔ آب‌نمک تولید می‌شود.

✓ انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای اتاق ۹۲ گرم است. بنابراین می‌توان گفت:

✓ با توجه به اینکه انحلال پذیری کلسیم سولفات در ۱۰۰ گرم آب ۲۵°C مشخص است، می‌توان هم جرم محلول، هم جرم حل‌شوندهٔ محلول سیرشدهٔ آن را به دست آورد. به این صورت می‌توان با داشتن جرم محلول و حل‌شونده، غلظت ppm، درصد جرمی و غلظت مولار این محلول را محاسبه نمود.

✓ برای محلول‌های رقیق اگر جرم حل‌شونده ناچیز باشد، می‌توان به تقریب جرم محلول را با جرم حلال برابر دانست.

سوال: درصد جرمی محلول سیرشدهٔ نمک خوراکی را در دمای ۲۵ درجه حساب کنید:

۳۷۲- با توجه به جدول زیر که انحلال پذیری چند ماده را در دمای ۲۵°C نشان می‌دهد، به سوالات پاسخ دهید.

نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{۱۰۰\text{g } H_2O}$)
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	۰/۲۳
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	۵×۱۰^{-۴}
نقره کلرید	AgCl	$۲/۱\times۱۰^{-۴}$
باریم سولفات	$BaSO_4$	$۱/۹\times۱۰^{-۴}$

- کدام ترکیبات فوق در آب نامحلول هستند؟

- کدام ترکیبات فوق کم محلول محسوب می‌شوند؟

- کدام ترکیبات فوق جز مواد محلول در آب محسوب می‌شوند؟

۳۷۳- با توجه به این که انحلال پذیری شکر در دمای ۲۵°C برابر با ۲۰۵ گرم است، هر یک از محلول‌های زیر را از نظر سیرشده، سیرنشده و فراسیرشده بودن بررسی کنید.

انحلال ۲۰۰ گرم شکر در ۱۰۰ گرم آب:

انحلال ٤٠٦ گرم شکر در ۲۰۰ گرم آب:

انحلال ١٦٤٠ گرم شکر در ۸۰۰ گرم آب:

وارد کردن ۱۰۵۰ گرم شکر در ۵۰۰ گرم آب:
(در این حالت جرم رسوب ایجاد شده چند گرم خواهد بود؟)

۳۷۴- بر اثر حل شدن ۰/۰۳۲ مول کلسیم برمید در ۴۰ گرم آب در یک دمای معین، یک محلول سیرشده به دست می‌آید. انحلال پذیری کلسیم برمید در این دما کدام است؟

۱) ۶/۴ ۲) ۱۶ ۳) ۶۴ ۴) ۱/۶

۳۷۵- در دمای معین، ۷۵ گرم از محلول سیر شدهٔ نمک X دارای ۲۵ گرم از آن است. انحلال پذیری این نمک در این دما کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۲۰ ۴) ۷۵

۳۷۶- انحلال پذیری NaCl در دمای ۲۵°C برابر با ۳۶ گرم می‌باشد. در ۳۴ گرم محلول سیرشدهٔ سدیم کلرید در همین دما چند گرم سدیم کلرید حل شده است؟

۱) ۳/۶ ۲) ۳/۴ ۳) ۰/۹ ۴) ۹

۳۷۷- محلولی از $CaSO_4$ در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین دارای یک گرم یون Ca^{2+} است، چند گرم دیگر $CaSO_4$ در این محلول حل می‌شود؟ (انحلال پذیری $CaSO_4$ در این دما برابر ۱/۰۲ گرم است).

۱) صفر ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۷ ۴) ۴/۱

درسنامه ۱۵ مسائل ترکیبی انحلال پذیری و غلظت

✓ اگر انحلال پذیری یک نمک یا ماده مشخص باشد، می‌توان جرم محلول و جرم و مول حل‌شونده را به دست آورد. بدین صورت می‌توان انواع غلظت محلول را حساب کرد.

۳۷۸- انحلال پذیری کلسیم فسفات در دمای ۲۵°C برابر ۵×۱۰^{-۳} گرم است. در محلول سیرشدهٔ این نمک، غلظت یون $Ca^{۲+}$ چند ppm است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۹ ۴) ۱/۹

۳۷۹- درصد جرمی محلول KCl در دمای ۷۵°C کدام است؟ (انحلال پذیری KCl در این دما ۵۰ گرم است).

۱) ۳۳/۳۳ ۲) ۶۶/۶۶ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۳۸۰- اگر در دمای معینی محلول ۴۲/۸ درصد جرمی سرب(II) نیترات یک محلول سیرشده باشد، انحلال پذیری این نمک در این دما به تقریب کدام است؟

۱) ۵۷/۲ ۲) ۴۲/۸ ۳) ۷۰ ۴) ۷۵

۳۸۱- اگر در دمای ۳۰°C به ۵۰۰ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی لیتیم سولفات، ۵۰ گرم $Li_۲SO_۴$ خالص اضافه کنیم، چند درصد از $Li_۲SO_۴$ اضافه شده، ته‌نشین می‌شود؟ (از تغییر حجم محلول صرف نظر کنید و انحلال پذیری $Li_۲SO_۴$ در این دما ۳۲ گرم است.)

۱) ۲۲ ۲) ۲۸ ۳) ۴۴ ۴) ۵۶

۳۸۲- انحلال پذیری هگزانول ($C_6H_{13}OH$) در دمایی معین برابر ۰/۵۱ گرم است. غلظت مولار محلول سیرشدهٔ آن در این دما به تقریب کدام است؟ (چگالی محلول $1g.ml^{-1}$ است).

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۰۱ ۳) ۰/۰۵ ٤) ۰/۰۰۵

۳۸۳- محلول سیرشدهٔ نمکی با جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی $1/2g.ml^{-1}$ در دمای معین تهیه شده است. اگر غلظت مولی آن در همین دما برابر با $2/5mol.L^{-1}$ باشد، انحلال پذیری آن کدام است؟

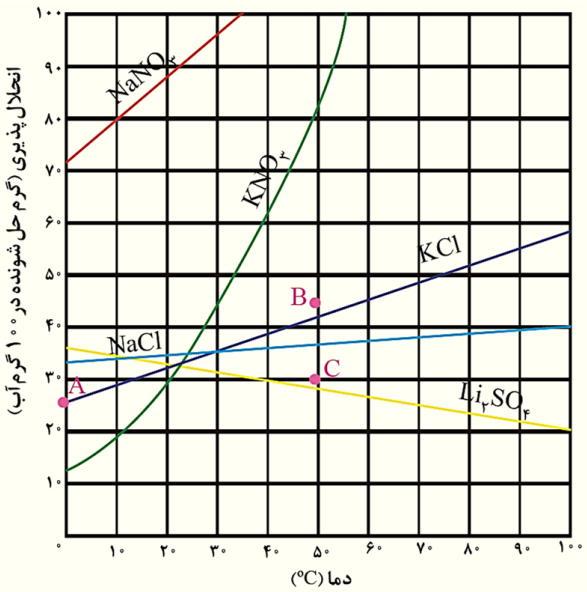
۱) ۲۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ٤) ۵۰۰

۳۸٤- فرض کنید انحلال پذیری یک ترکیب شیمیایی در آب در دمای ۲۵°C برابر با ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد و در ضمن چگالی محلول سیرشدهٔ به دست آمده و جرم مولی ترکیب حل شده به ترتیب برابر با $1/2g.cm^{-3}$ و $100g.mol^{-1}$ باشد. با توجه به آن غلظت مولار محلول کدام است؟ (المپیاد شیمی ۹۴)

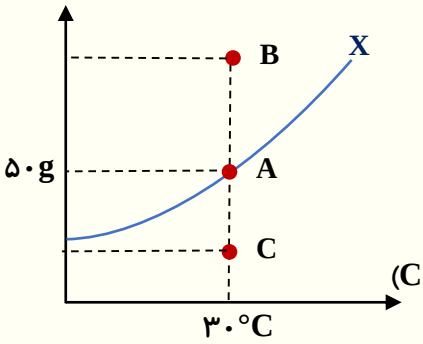
۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ٤ ٤) ۸

درسنامه ۱۶ انحلال پذیری و دما

- انحلال پذیری مواد مختلف به دما وابسته است. بدین صورت که اغلب مواد با افزایش دما انحلال پذیری‌شان بیشتر می‌شود. البته انحلال پذیری برخی از مواد مانند لیتیم سولفات با افزایش دما کاهش می‌یابد و به عبارتی در آب سرد بهتر حل می‌شوند.
- موادی که با افزایش دما انحلال پذیری‌شان بیشتر می‌شود، در نمودار زیر، شیب مثبت و صعودی دارند و موادی که با افزایش دما انحلال پذیری‌شان کاهش می‌یابد شیب منفی و نزولی دارند.

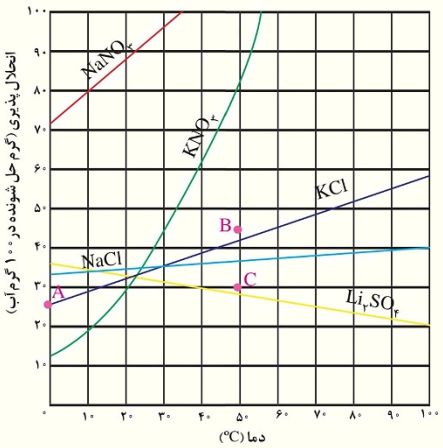


- با توجه به نمودار مقابل، هر ماده‌ای که در نمودار انحلال پذیری بر حسب دما، شیب بیشتری داشته باشد، وابستگی انحلال آن به دما بیشتر است. به عبارتی با تغییر دما، انحلال پذیری آن بیشتر تغییر می‌کند. بنابراین به ترتیب KNO_3 و NaCl بیشترین و کمترین وابستگی را به دما دارند.
- با توجه به نمودار، در دمای $53^\circ C$ انحلال پذیری KNO_3 برابر ۹۰ گرم است. بنابراین در این دما، جرم محلول سیرشدهٔ آن ۱۹۰ گرم خواهد بود.
- با توجه به نمودار، انحلال پذیری KCl در دمای $44^\circ C$ برابر $40\,g$ است. اما در دمای $75^\circ C$ برابر $50\,g$ است. بنابراین انحلال پذیری این نمک در دمای بالاتر، بهتر است.
- می‌توان گفت اگر محلولی از KCl را از دمای $75^\circ C$ تا دمای $44^\circ C$ سرد کنیم، انحلال پذیری آن کاهش یافته و مقداری از حل شوندهٔ آن ته‌نشین و رسوب می‌شود.



- مطابق شکل مقابل، انحلال پذیری مادهٔ X در دمای $30^\circ C$ برابر $50\,g$ می‌باشد.
- هر نقطه روی نمودار، (A) دقیقا انحلال پذیری ماده و محلول سیرشده را نشان می‌دهد.
- می‌دانیم که انحلال کمتر از ۵۰ گرم در این دما، محلول سیرنشده را نشان می‌دهد. بنابراین نقطهٔ (C) یک محلول سیرنشده را در این دما نشان می‌دهد.
- انحلال بیش از ۵۰ گرم در این دما، موجب تشکیل یک محلول فراسیرشده خواهد شد. بنابراین نقطهٔ (B) نشان دهندهٔ یک محلول فراسیرشده است.
- هر نقطه بالای نمودار (B) یک محلول فراسیرشده، هر نقطه روی نمودار (A) یک محلول سیرشده و هر نقطه زیر نمودار (C) یک محلول سیرنشده را نشان می‌دهد.

۳۸۵- با توجه به نمودار مقابل، به سؤلات زیر پاسخ دهید.



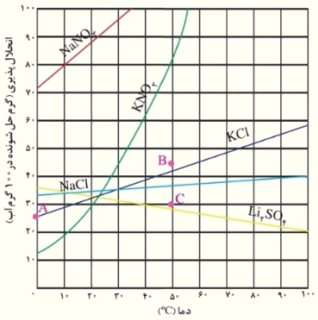
- انحلال پذیری $NaNO_3$ در دمای ۱۰°C به تقریب چقدر است؟
- انحلال پذیری KNO_3 در دمای ۱۲°C و ۵۴°C را بنویسید؟
- انحلال پذیری KCl در دمای ۷۵°C چند گرم بیشتر از دمای ۴۴°C است؟

- جرم محلول سیر شدهٔ KNO_3 در دمای ۳۸°C را به دست بیاورید.
- درصد جرمی محلول Li_2SO_4 در دمای ۷۰°C را به دست بیاورید؟

- نقطه‌های A، B و C نسبت به محلول KCl نشان‌دهنده چه نوع محلولی می‌باشند؟

- افزایش دما بیشترین و کمترین تاثیر را بر انحلال پذیری کدام ماده دارد؟

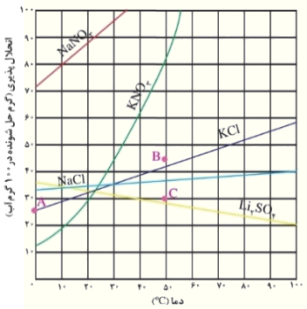
۳۸۶- با توجه به نمودار مقابل، به سوالات پاسخ دهید.



- اگر ۱۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ KCl را ازدمای ۷۵°C به دمای ۱۳°C برسانیم، چند گرم از آن رسوب می‌کند؟

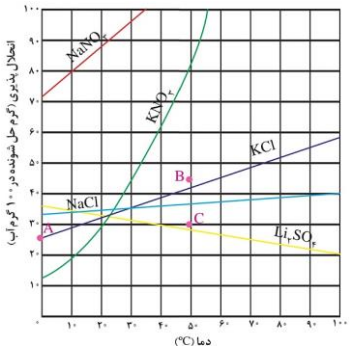
- اگر ۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ KCl را در دمای ۷۵°C به دمای ۱۳°C برسانیم، چند گرم از آن ته‌نشین می‌شود؟

۳۸۷- با توجه به نمودار مقابل اگر ۳۸ گرم محلول سیرشدهٔ KNO_3 را از دمای ۵۴°C تا دمای ۲۷°C سرد کنیم، چند گرم بلور KNO_3 رسوب می‌کند؟

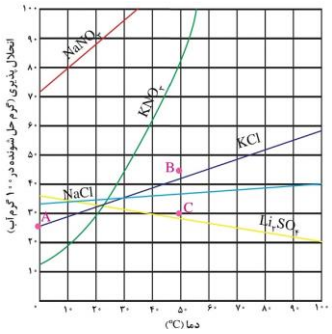


یه رابطه توپ:

۳۸۸- اگر ۷۸۰ گرم محلول سیرشدهٔ سدیم نیترات را از دمای ۳۰ درجه تا دمای ۱۰ درجه سرد کنیم، چند گرم از آن رسوب می‌کند و درصد جرمی محلول باقیمانده چقدر است؟



۳۸۹- با توجه به شکل زیر، اگر ۲۴ گرم محلول سیرشدهٔ پتاسیم نیترات با دمای ۴۰°C را تا دمای ۳۴°C سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج شده و به صورت بلور جدا می‌شود؟



1) ۱/۵

2) ٤

3) ۵/۲

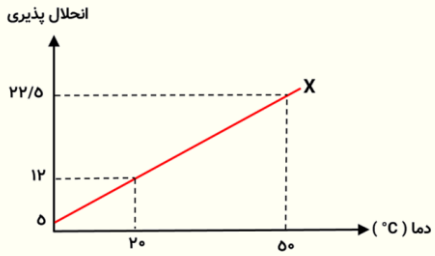
4) ٦/۵

۳۹۰- انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات ($K_2Cr_2O_7$) در دمای ۹۰ درجه برابر ۷۰ گرم است. اگر ۵۱ گرم محلول سیرشدهٔ آن را از دمای ۹۰ درجه تا دمای ۳۵ درجه سرد کنیم، ۱۵ گرم پتاسیم دی کرومات رسوب می‌کند. انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دمای ۳۵ درجه سلسیوس کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

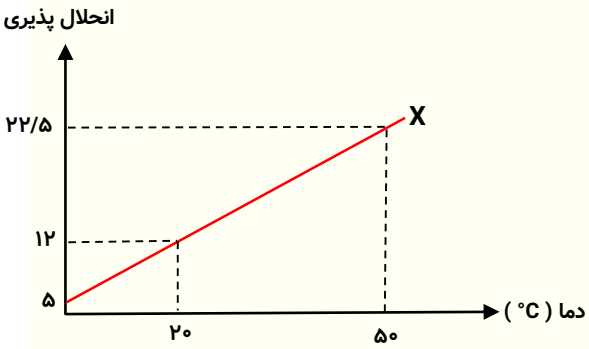
درسنامه ۱۷ معادله خط در انحلال پذیری

- ✓ برای هر خط راستی، می‌توان یک معادلهٔ خط راست نوشت.
- ✓ معادلهٔ خط راست به صورت $S=a\theta+S_{\circ}$ است. که در این معادله S انحلال پذیری، a شیب خط، θ دما و $S_{\circ}$ انحلال در دمای صفر (عرض از مبدا) است.
- ✓ برای نوشتن معادلهٔ خط راست، داشتن دو نقطه برای محاسبهٔ شیب خط و داشتن عرض از مبدا کافیست.
- ✓ می‌دانیم در نمودار انحلال‌پذیری بر حسب دما، شیب خط، نسبت تغییرات انحلال پذیری به تغییرات دما را نشان می‌دهد. بنابراین با داشتن دو نقطه، به راحتی شیب خط را به دست می‌آوریم.
- ✓ در نمودار مقابل شیب خط را به دست بیاورید:



- ✓ اگر نمودار نزولی باشد شیب منفی، اگر صعودی باشد، شیب مثبت است.
- ✓ اندازه و قدر مطلق شیب، مقدار وابستگی به دما را نشان می‌دهد.

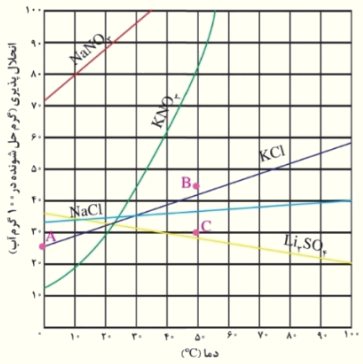
۳۹۱- با توجه به شکل زیر، اگر ۴۹۰ گرم محلول نمک X را از دمای ۵۰ به دمای ۲۰ برسانیم، چند گرم نمک موجود در محلول، رسوب می‌کند؟



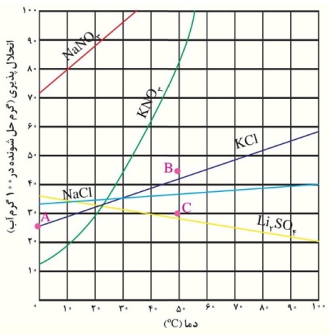
آ) معادلهٔ خط راست را برای این نمک بنویسید.

ب) تعیین کنید که در دماهای ۳۰°C و ۹۵°C انحلال پذیری این نمک چقدر است؟

۳۹۲- با توجه به نمودار زیر، معادلهٔ انحلال پذیری نمک پتاسیم کلرید را به دست آورده و انحلال پذیری آن را در دمای ۴۵°C مشخص کنید.



۳۹۳- با توجه به نمودار زیر در دمای ۵۵ درجهٔ سلسیوس، درصد جرمی محلول سیرشدهٔ KCl چقدر است؟ (ابتدا معادلهٔ خط راست را برای انحلال پذیری این نمک به دست بیاورید).



۳۹۴- اگر معادلهٔ انحلال پذیری دو مادهٔ A و B در آب بر حسب دما، به ترتیب به صورت S=-۰/۵θ+۲۵ و S=۰/۴θ+۷ باشد، چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

- در دمای ۲۰°C انحلال پذیری این دو ماده برابر است.
- اثر افزایش دما بر انحلال پذیری مادهٔ A بیشتر است.
- در دمای ۵°C ، انحلال پذیری مادهٔ A بیشتر از B است.
- نمودار انحلال پذیری مادهٔ B نزولی و مادهٔ A صعودی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ٤

۳۹۵- معادلهٔ انحلال پذیری نمکی به صورت: S=۰/۳θ+۲۵ است. غلظت مولی ۵۳۰ گرم محلول سیرشدهٔ این نمک در دمای ۲۵°C کدام است؟ (چگالی محلول $1/06 g.ml^{-1}$ و جرم مولی این نمک ۶۵ گرم بر مول است.)

۱) ٤ ۲) ۲ ۳) ۱ ٤) ۰/۵

۳۹۶- اگر معادلهٔ انحلال پذیری یک نمک به صورت: S=-۰/۲θ+۳۵ باشد، چند مورد از مطالب زیر در مورد این نمک درست است؟

سراسری تجربی ۱۴۰۱

- انحلال پذیری آن در دمای ۶۰°C برابر ۴۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.
- محلول سیرشدهٔ آن در دمای ۵۰°C، یک محلول ۲۰ درصد جرمی است.
- روند انحلال پذیری آن نسبت به دما در آب، مشابه روند انحلال پذیری لیتیم سولفات است.
- با سرد کردن ۱۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ آن از دمای ۵۰°C به دمای ۲۰°C، ۶ گرم نمک رسوب می‌کند.

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

۳۹۷- معادلهٔ انحلال پذیری یک ترکیب یونی در آب به صورت: S=۰/۸θ+۷۲ است. اگر در دمای ۳۰°C، ۳۲۴ گرم از آن در ۲۵۰ گرم آب وارد شود، چند گرم از آن رسوب خواهد شد و در چه دمایی بر حسب درجه سلسیوس می‌توان یک محلول سیر نشده از حل کردن این مقدار رسوب در ۱۰۰ گرم آب به دست آورد؟ سراسری تجربی خارج ۱۴۰۱

۱) ۸۴ _ بالاتر از ۱۵

۲) ۸۴ _ بالاتر از ۱۲

۳) ۲۲۸ _ بالاتر از ۱۵

۴) ۲۲۸ _ بالاتر از ۱۲

درسنامه ۱۸ استوکیومتری در محلول‌ها

✓ هر گاه یک محلول در واکنشی شرکت کند، در واقع مقدار حل‌شونده آن در واکنش شرکت می‌کند. بنابراین ابتدا مقدار حل‌شونده را به دست می‌آوریم و پس از آن در محاسبات استوکیومتری وارد می‌کنیم.

۳۹۸- ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/٤ مولار HCl مطابق واکنش زیر با چند گرم آلومینیم واکنش می‌دهد؟

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۱۸ ۳) ۲۷ ۴) ۵/۴

۳۹۹- برای تهیهٔ ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار NaOH چند اتم Na باید در آب مقطر وارد شود؟

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

۱) $1/505 \times 10^{22}$ ۲) $6/02 \times 10^{22}$ ۳) $3/01 \times 10^{24}$ ٤) $1/505 \times 10^{24}$

۴۰۰- ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار نقره نیترات با چند میلی‌لیتر محلول ۱ مولار سدیم کلرید واکنش می‌دهد و چند گرم رسوب در ظرف ته نشین می‌شود؟

۴۰۱- اگر ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید بتواند در واکنش کامل با فسفریک اسید طبق معادلهٔ زیر ۰/۱ مول سدیم فسفات در آب تشکیل دهد، غلظت این محلول چند مولار است؟

$$H_3PO_4(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow Na_3PO_4(aq) + 3H_2O(l)$$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۴

۴۰۲- چند میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید $1/2 mol.L^{-1}$ برای واکنش کامل با ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول $0/3 mol.L^{-1}$ منیزیم کلرید نیاز است؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

۴۰۳- ۱۱/۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط STP در ۲۵ میلی‌لیتر آب حل می‌شود. هر میلی‌لیتر از این محلول با چند میلی‌گرم کلسیم کربنات واکنش می‌دهد؟

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

۱) ۰/۰۲ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱ ۴) ۲

۴۰۴- ۱۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۱۲۰ppm با چند مول آهن(III) کلرید مطابق واکنش زیر، واکنش می‌دهد؟

$3NaOH(aq) + FeCl_3(aq) \rightarrow 3NaCl(aq) + Fe(OH)_3(s)$

۱) 10^{-2} ۲) 10^{-3} ۳) 10^{-5} ۴) 10^{-4}

۴۰۵- اگر ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl با چگالی $1/1 g.ml^{-1}$ با ۱۰ میلی‌گرم کلسیم کربنات واکنش دهد، غلظت محلول اسید چند ppm است؟

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

۱) ۶۶/۳۶ ۲) ۰/۰۷۳ ۳) ۷۷ ۴) ۰/۰۶

تمرین

۴۰۶- اگر ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول NaOH با چگالی $1/01 g.ml^{-1}$ با ۰/۰۷۶ گرم آهن(II) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید چند ppm است؟

$$2NaOH + FeSO_4 \rightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$

۱) ۷/۹۲ ۲) ۷/۲۹ ۳) ۷۹/۲ ۴) ۷۲/۹

۴۰۷- انحلال پذیری $NaNO_3$ در دمای ۲۷°C برابر ۹۳/۵ گرم است. ۷۷۴ گرم محلول سیرشدهٔ سدیم نیترات در این دما با چند میلی‌لیتر محلول ۲ مولار منیزیم کلرید واکنش می‌دهد؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۱۰۰ ۳) ۱/۱ ۴) ۱

۴۰۸- به ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار HCl آب مقطر اضافه می‌کنیم تا حجم محلول به ۱ لیتر برسد. ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با چند میلی گرم کلسیم کربنات واکنش می‌دهد؟

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

۱) ۰/۰۰۲ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱ ۴) ۱۰۰۰

۴۰۹- اگر ۲ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید را در یک بالن حجمی تا ۵۰ میلی‌لیتر رقیق کنیم و ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول رقیق شده بتواند با ۸۰ میلی‌گرم مس(II) سولفات مطابق معادلهٔ زیر واکنش دهد، غلظت محلول اولیهٔ سدیم هیدروکسید چند مولار بوده است؟

$$2NaOH(aq) + CuSO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2(s)$$

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۰۰۵ ۴) ۰/۰۵

۴۱۱- ۴۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید را با آب مقطر تا ۲۵۰ میلی‌لیتر رقیق می‌کنیم. اگر ۱۰ میلی‌لیتر از آن با ۰/۰۰۲ مول روی هیدروکسید واکنش کامل دهد، غلظت محلول نیتریک اسید چند مولار بوده است؟ سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۱

(واکنش موازنه نیست.) $HNO_3(aq) + Zn(OH)_2(s) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + H_2O(l)$

۱) ۵

۲) ۳

۳) ۲/۵

۴) ۱/۵

۴۱۲- اگر غلظت مولی کل یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص برابر ۰/۰۶ مولار باشد، در واکنش ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با محلول نقره نیترات چند گرم رسوب سفید رنگ نقره کلرید تشکیل می‌شود؟

۱) ۵۷۴ ۲) ۰/۵۷۴ ۳) ۲۸۷ ۴) ۰/۲۸۷

۴۱۳- با توجه به واکنش‌های داده شدهٔ زیر، ۱۰ میلی‌لیتر محلول HNO_3 با ۳/۶ میلی‌گرم آلومینیم واکنش کامل می‌دهد. ۵۰ میلی‌لیتر از این محلول در واکنش با کلسیم هیدروکسید، چند گرم آب تولید می‌کند؟

I. $2Al(s) + 6HNO_3(aq) \rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq) + 3H_2(g)$

II. $Ca(OH)_2(aq) + 2HNO_3(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l)$

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۰۰۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳/۶

۴۱۴- m گرم گرد آلومینیم را در ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید وارد می‌کنیم تا واکنش به صورت کامل انجام شود و غلظت مولار اسید به اندازهٔ ۰/۴ مول بر لیتر کم می‌شود. m به تقریب کدام است؟

۱) ۰/۷ ۲) ۰/۹ ۳) ۱/۸ ۴) ۲/۷

درسنامه ۱۹ مولکول‌های قطبی و ناقطبی

- ✓ برای تشخیص قطبیت مولکول‌ها باید با مفهوم الکترونگاتیوی آشنا شویم.
- ✓ الکترونگاتیوی، تمایل یک اتم برای گرفتن یا کشیدن الکترون‌های پیوندی به سمت خود را نشان می‌دهد.
- ✓ هرچه الکترونگاتیوی یک عنصر بیشتر باشد، آن عنصر زور بیشتری برای کشیدن الکترون به سمت خود دارد.
- ✓ از بین تمام عنصرهای جدول تناوبی، فلوئور، بیشترین الکترونگاتیوی را دارد.
- ✓ ترتیب الکترونگاتیوی چند عنصر نافلزی به صورت: $H < C < S < Br < Cl < N < O < F$ است و سه عنصر FON بیشترین الکترونگاتیوی را دارند.

- ✓ در مولکول HF با ساختار H – F، یک جفت الکترون بین H و F به اشتراک گذاشته شده است اما این الکترون‌ها را اتم فلوئور با الکترونگاتیوی بیشتر، بیشتر به سمت خود می‌کشد. بنابراین فلوئور اندکی بار منفی (δ^-) و هیدروژن اندکی بار مثبت (δ^+) خواهد داشت.

$$\overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{F}$$

- ✓ به مولکول‌هایی مانند HF که دارای دو قطب مثبت و منفی می‌باشد، مولکول‌های دوقطبی یا قطبی می‌گویند.
- ✓ هر پیوند قطبی را می‌توان با یک بردار یا فلش نشان داد که جهت آن به سمت قطب منفی یا به سمت اتم الکترونگاتیوتر است.

- ✓ به صورت کلی در مولکول‌های دو اتمی که از دو نوع اتم متفاوت تشکیل شده باشند، الکترونگاتیوی اتم‌ها با هم برابر نیست و قطعاً یک اتم قطب منفی و دیگری قطب مثبت است. در نتیجه مولکول‌های دو اتمی با دو اتم متفاوت همگی قطبی هستند.

HCl:

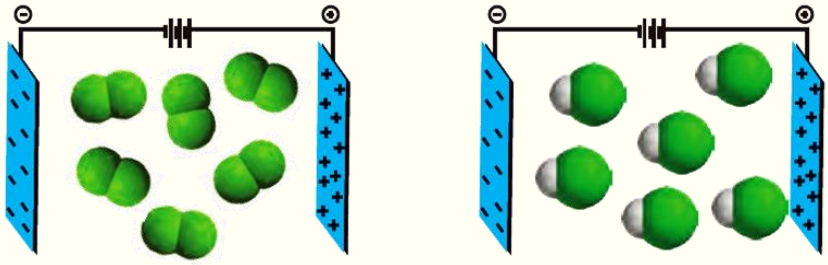
HBr:

NO:

CO:

- ✓ در مولکول‌های دو اتمی، الکترون‌ها به سمت اتمی با الکترونگاتیوی بیشتر کشیده می‌شود و بیشتر وقت خود را در اطراف هسته آن اتم سپری می‌کند. بنابراین آن اتم قطب منفی است.
- ✓ در مولکول دواتمی H_2، یک جفت الکترون بین اتم‌های H به اشتراک گذاشته شده است. اما با توجه به اینکه هر دو اتم یکسان هستند و هیچکدام الکترونگاتیوی بیشتری ندارد، نمی‌توانند الکترون‌ها را بیشتر از دیگری به سمت خود بکشند. در نتیجه در مولکول قطب مثبت یا منفی وجود ندارد.

- ✓ این گونه مولکول‌ها را مولکول‌های بدون قطب یا ناقطبی می‌گویم.
- ✓ همهٔ مولکول‌های دو اتمی که از یک نوع عنصر ساخته شده باشند و عبارتند از: H_2، N_2، O_2، F_2، Br_2، Cl_2 و I_2، ناقطبی هستند.
- ✓ مولکول‌های قطبی، دارای گشتاور دوقطبی بزرگتر هستند اما مولکول‌های ناقطبی دارای گشتاور دوقطبی صفر یا حدود صفر می‌باشند.
- ✓ مولکول‌های قطبی چون دارای قطب‌های مثبت و منفی هستند، در میدان الکتریکی جهت گیری می‌کنند. اما مولکول‌های ناقطبی جهت‌گیری کاملاً اتفاقی و تصادفی در میدان الکتریکی دارند.
- ✓ در شکل زیر، جهت‌گیری HCl و F_2 را در میدان الکتریکی مشاهده می‌کنید.



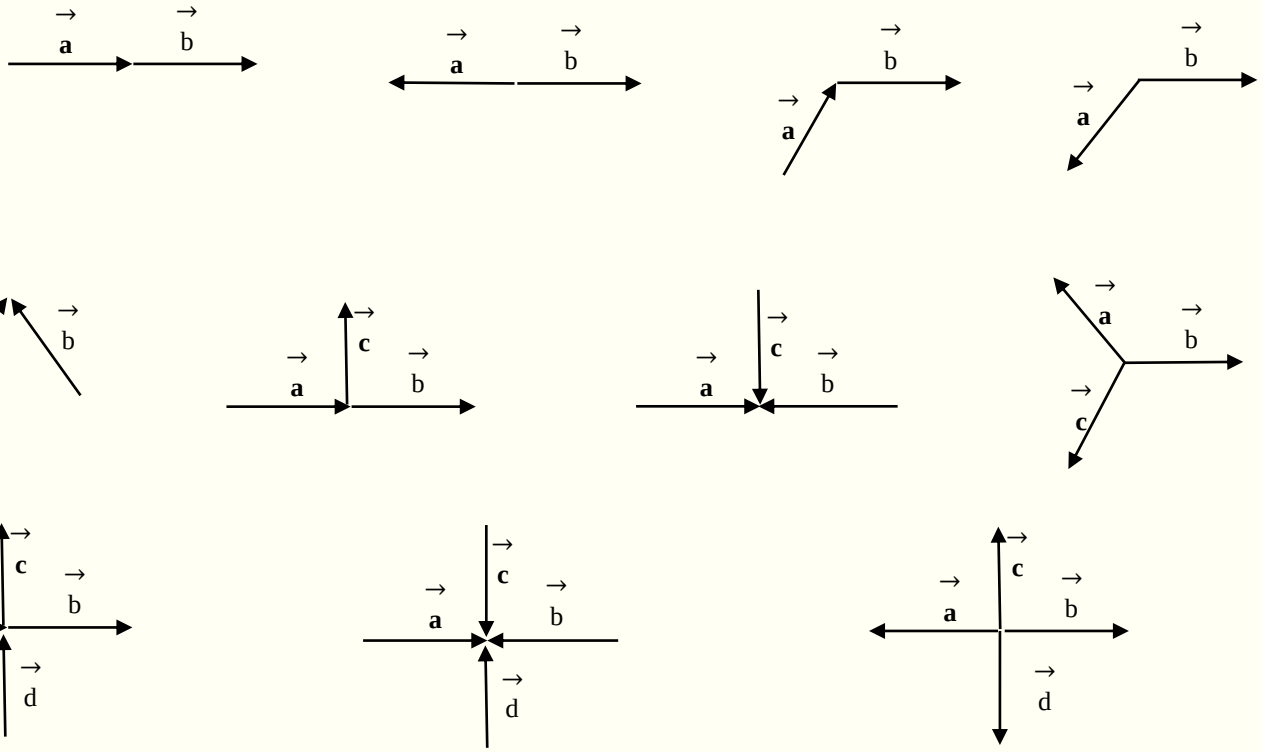
تعیین قطبیت در مولکول‌های بزرگ‌تر از دو اتمی

- ✓ برای تشخیص قطبیت در مولکول‌های بزرگتر از دو اتم، ابتدا باید ساختار لوویس مولکول را به صورت دقیق رسم کنیم، سپس برای هر پیوند قطبی، یک بردار را رسم کنیم که جهت آن به سمت عنصر الکترونگاتیوتر است. در نهایت برایند بردارها را به دست می‌آوریم.

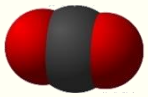
✓ اگر برایند بردارها برای مولکولی صفر باشد، آن مولکول ناقطبی است. به عبارتی قطب‌های آن اثر همدیگر را خنثی می‌کنند.

✓ اگر برایند بردارها صفر نشود، مولکول قطبی خواهد بود و گشتاور بزرگتر از صفر دارد.

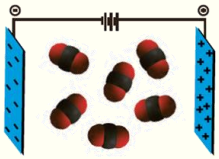
✓ اکنون برای تمرین، برایند چند بردار در حالت‌های مختلف را به دست می‌آوریم:



✓ با توجه به ساختار لوویس کربن دی اکسید، بردارها به سمت اتم الکترونگاتیوی اکسیژن هستند. به عبارتی در مولکول CO_2 قطب‌های مثبت و منفی وجود دارد اما برایند بردارها صفر بوده و در نتیجه این مولکول در مجموع ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی حدود صفر دارد.



CO_2:



✓ این مولکول‌ها در میدان الکتریکی جهت گیری نمی‌کنند.

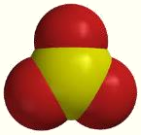
✓ در هنگام رسم ساختار لوویس، اگر اتم مرکزی الکترون ناپیوندی داشته باشد، ساختار مولکول خمیده خواهد بود.

✓ به عبارتی الکترون‌های ناپیوندی مولکول را وادار به خمیده شدن می‌کند.

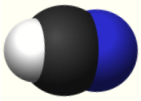
✓ همیشه مولکول‌هایی که اتم مرکزی آن‌ها الکترون ناپیوندی داشته باشد، خمیده و قطبی هستند. مانند اوزون.

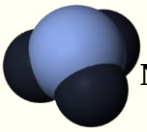
✓ اکنون قطبیت مولکول‌های زیر را تعیین می‌کنیم:

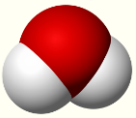
SO_2:



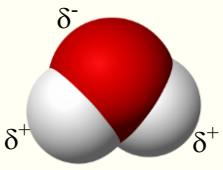
SO_3:

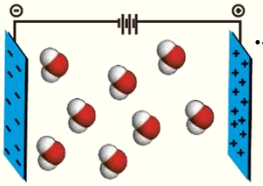

HCN:


NH_3:

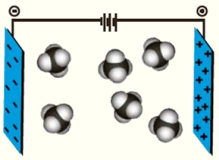

H_2O:

✓ مولکول آب، یک مولکول خمیده محسوب می‌شود و معروف‌ترین مولکول قطبی است. اکسیژن قطب منفی و هیدروژن‌ها قطب‌های مثبت مولکول آب را تشکیل می‌دهند. به عبارتی الکترون‌ها بیشتر در اطراف اکسیژن هستند.





CH_4:



✓ هیدروکربن‌ها، از جمله متان، ترکیباتی هستند که از دو عنصر هیدروژن و کربن تشکیل می‌شوند و همگی ناقطبی هستند و گشتاور دوقطبی نزدیک به صفر دارند. با توجه به شکل بالا، این مواد در میدان الکتریکی جهت گیری نمی‌کنند.

✓ اکنون قطبیت مولکول‌های زیر را مشخص می‌کنیم:

H_2S:

$CHCl_3$:

CCl_4:

C_8H_{18}:

CS_2:

CH_2O:

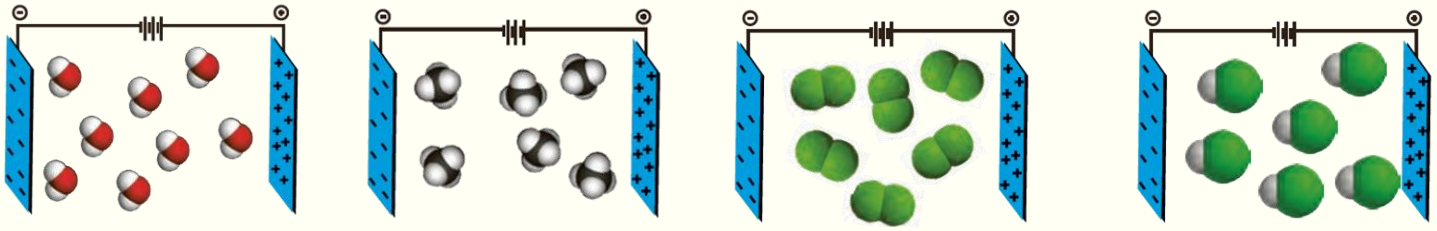
✓ اتانول (C_2H_5OH) و استون (C_3H_6O) نیز هر دو دو مولکول قطبی معروف هستند.

✓ اگر قطب‌های باتری را به دو صفحه رسانا متصل کنیم، آنگاه صفحه‌ای که به قطب مثبت باتری متصل است، دارای بار مثبت و صفحه‌ای که به قطب منفی باتری متصل است دارای بار منفی خواهد بود.

✓ بین این دو صفحهٔ باردار، میدان الکتریکی به وجود می‌آید.

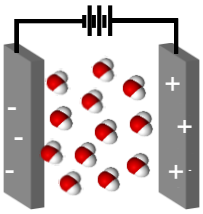
✓ مولکول‌های قطبی، به دلیل داشتن غده‌های مشخص در میدان الکتریکی جهت‌گیری دقیقی دارند.

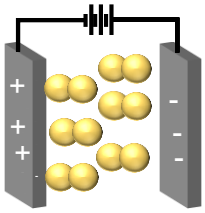
✓ جهت‌گیری مولکول‌های قطبی در میدان الکتریکی، به این صورت است که قطب مثبتشان به طرف تیغهٔ منفی و قطب منفی‌شان به طرف تیغهٔ مثبت میدان است. اما مولکول‌های ناقطبی جهت‌گیری کاملاً تصادفی و نامشخصی دارند. مانند شکل‌های زیر:

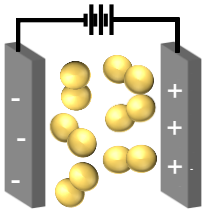


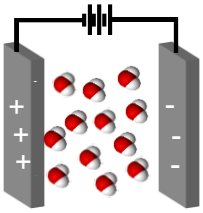
سوال: توضیح دهید چرا اگر یک میله باردار را به باریکه آب نزدیک کنیم، باریکه آب منحرف می‌شود؟

۴۱۵- کدام شکل زیر در مورد جهت گیری مولکول‌های آب و کلر در میدان الکتریکی درست است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴۱۶- چند مورد از مولکول‌های زیر در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟

CS_2 – CH_3F – CH_2O – CCl_4 – Br_2 – HCN

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

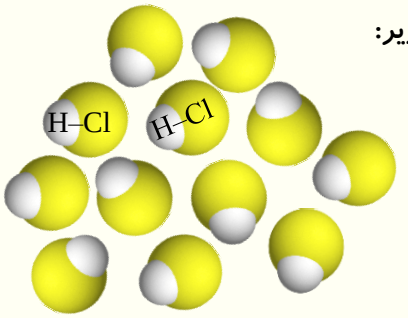
۴۱۷- در چند مورد از مولکول‌های زیر اتم مرکزی بار جزئی مثبت دارد؟

SO_2 - CH_4 - CCl_4 - CO_2 - NH_3 - $COBr_2$ - H_2S

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

درسنامه ۲۰ نیروهای بین مولکولی (واندروالسی)

- ✓ اتم‌های مختلف یک مولکول با پیوند کووالانسی به هم متصل شده و مولکول را می‌سازند.
- ✓ پیوند کووالانسی یا پیوند اشتراکی یک پیوند شیمیایی و بسیار قوی است.
- ✓ نیروی بین مولکولی، یک نیروی جاذبهٔ فیزیکی است که یک مولکول به مولکول‌های اطراف خود وارد می‌کند.
- ✓ نیروی بین مولکولی، نسبت به پیوند اشتراکی بسیار ضعیف‌تر است و نیرویی است که مولکول‌ها را کنار هم نگه می‌دارد و مولکول‌ها می‌توانند به راحتی از هم جدا شوند.
- ✓ مولکول HCl یک مولکول قطبی است که هیدروژن قطب مثبت و کلر قطب منفی آن را تشکیل می‌دهد.
- ✓ می‌دانیم که قطب‌های ناهمنام دو مولکول، به هم نیروی جاذبه وارد کرده و به همدیگر می‌چسبند. این نیروی جاذبه را، بین مولکولی می‌گوییم.
- ✓ اتم Cl در مولکول HCl قطبی منفی بوده و با اتم H از مولکول دیگری، نیروی جاذبه‌ای تشکیل می‌دهد و به آن می‌چسبد.
- ✓ این نیروی جاذبه را، نیروی بین مولکولی (نیروی جاذبهٔ واندروالسی) می‌گوییم. مانند شکل زیر:



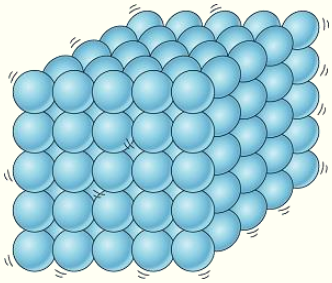
- ✓ نیروهای بین‌مولکولی را نیروی واندروالسی نیز می‌گوییم.
- ✓ مواد قطبی دارای قطب‌های مشخص و پایداری هستند. به همین دلیل با مولکول‌های کناری خود بهتر نیروی جاذبه تشکیل می‌دهند.
- ✓ هرچه نیروی بین مولکولی قوی‌تر باشد، مولکول‌ها بهتر به هم می‌چسبند و جداکردن آن‌ها دشوار است.
- ✓ گاهی نیروی بین مولکولی درحدی ضعیف است که نمی‌تواند مولکول‌ها را کنار هم نگه دارد. در چنین شرایط ماده گازی است.

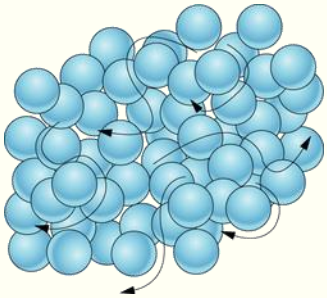
عوامل موثر بر نیروی بین مولکولی عبارتند از: ۱- قطبیت مولکول ۲- جرم و حجم مولکول

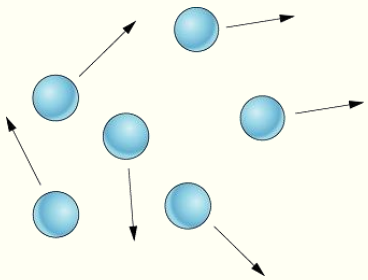
- ✓ به صورت کلی مولکول‌های قطبی، نیروی جاذبهٔ بهتری به هم وارد می‌کنند. هرچند جرم نیز بسیار تعیین کننده است.
- ✓ از بین دو مولکول هم جرم، هر کدام قطبی باشد، نیروی بین مولکولی بیشتری دارد. به طور مثال دو مولکول F_2 و HCl تقریباً جرم برابری دارند اما نیروی بین مولکولی در HCl قوی‌تر است.
- ✓ از بین دو مولکول با قطبیت یکسان، هر کدام جرم بیشتری داشته باشد و بزرگتر باشد، نقاط اتصال بیشتری با مولکول‌های کناری دارد و در نتیجه نیروی بین مولکولی بیشتری دارد. به عنوان مثال نیروی بین مولی در HBr از HCl بیشتر است. چرا؟
- ✓ برای مقایسهٔ نیروی بین مولکولی در دو مولکول مختلف، باید همزمان قطبیت و جرم مولکول‌ها را مقایسه کنیم.
- ✓ از بین دو مولکول N_2 و CO با جرم مولی برابر، مولکول CO قطبی است در نتیجه نیروی بین مولکولی بیشتری دارد.
- ✓ از بین دو مولکول O_2 و SO_3، مولکول گوگرد تری اکسید، نیروی بین مولکولی بیشتری دارد.
- ✓ برای تبخیر کردن یک مایع و جدا کردن مولکول‌های آن از هم، باید با دادن گرما، نیروهای بین مولکولی آن را بشکنیم (نه پیوندهای کووالانسی را) تا مولکول‌ها از هم جدا شده و تبخیر شوند.
- ✓ هرچه نیروی بین مولکولی بیشتر باشد، برای جدا کردن مولکول‌ها از هم، گرمای بیشتری نیاز است. در نتیجه نقطهٔ‌جوش مولکول بالاتراست.

✓ به عبارتی نیروی بین مولکولی و نقطه جوش با هم رابطهٔ مستقیم دارند.

✓ مواد جامد، نیروی بین مولکولی قوی نسبت به مایعات و گازها دارند که باعث شده مولکول‌ها را کنار هم نگه دارد. اما در حالت گاز نیروی بین مولکولی بسیار ضعیف است.







✓ قطعاً یک ماده جامد نیروی بین مولکولی بیشتری از مایع و گاز دارد.

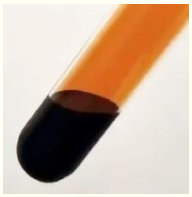
گاز < مایع < جامد (مقایسهٔ نیروی بین مولکولی برای حالت‌های فیزیکی مختلف

گاز < مایع < جامد (نقطهٔ جوش

سوال: نیروهای بین مولکولی و نقطه جوش مولکول‌های F_2، Cl_2، Br_2 و I_2 مقایسه کنید:

فلوئور (g)

کلر (g)



برم (l)

ید(s)

سوال: نیروی بین مولکولی و نقطه جوش را برای چهار مولکول: CO، N_2، O_2 و NO مقایسه کنید:

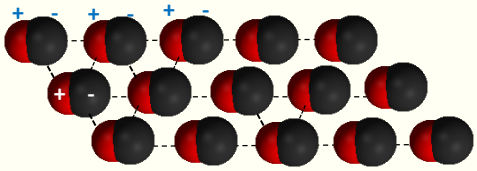
✓ نیروی بین مولکولی را مخصوصاً نیروی بین مولکولی مواد ناقطبی را واندروالسی می‌گویم.

✓ هرچه نیروی بین مولکولی و نقطهٔ‌جوش گازی بیشتر باشد، راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود. توضیح دهید.

سوال: از بین دو گاز CO_2 و O_2 کدام یک راحت تر به مایع تبدیل می‌شود؟

سوال: پیش‌بینی می‌کنید NO زودتر مایع شود یا CO؟

۴۱۸- باتوجه به شکل مقابل که نیروی بین مولکولی در HF را نشان می‌دهد، به سؤالات پاسخ دهید:



۱- پیوندهای کووالانسی را مشخص نمایید.
۲- نیروهای بین مولکولی این ماده را مشخص کنید.
۳- برای جداسازی مولکول‌های HF باید بر نیروی بین مولکولی غلبه شود یا پیوند کووالانسی؟

۴۱۹- کدام مقایسهٔ زیر، نیروی بین مولکولی را در چهار مولکول CO، N_2، O_2 و NO را درست نشان می‌دهد؟

۱) $CO > NO > N_2 > O_2$
۲) $NO > CO > O_2 > N_2$
۳) $O_2 > N_2 > NO > CO$
۴) $H_2O > Cl_2 > CO_2 > H_2$

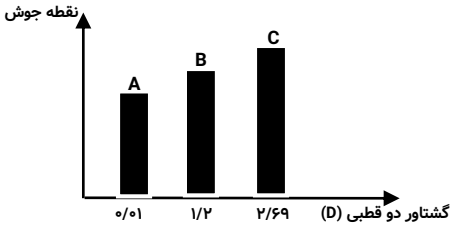
۴۲۰- چند مورد از عبارت‌های داده شده نادرست می‌باشد؟

آ) از میان دو گاز HCl و F_2، گاز F_2 نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.
ب) گاز Cl_2 نقطه جوش بالاتری نسبت به مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای دارد.
پ) در شرایط یکسان گاز F_2 راحت‌تر از گاز H_2 به مایع تبدیل می‌شود.
ت) مقایسهٔ نقطهٔ جوش مقابل درست است: $SO_3 < Cl_2 < H_2O < I_2$
ث) نقطهٔ جوش مولکول‌های دو اتمی گروه هفدهم به صورت مقابل است: $Br_2 < Cl_2 < I_2$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۲۱- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مطالب درست است؟ (جرم مولی سه ماده A، B و C به هم نزدیک است).

سراسری تجربی خارج ۱۴۰۱



- **انحلال پذیری C در آب از A بیشتر است.**
- **جهت گیری مولکول A در میدان الکتریکی از B بیشتر است.**
- **انحلال پذیری A در هگزان، در مقایسه با B و C بیشتر است.**
- **ترتیب افزایش نیروی بین مولکولی این سه ترکیب به صورت: C>B>A است.**

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

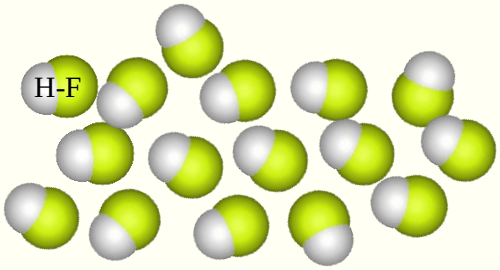
درسنامه ۲۱

نیروی بین مولکولی هیدروژنی (پیوند هیدروژنی)

- ✓ سه اتم F، O و N، الکترونگاتیوی بسیار زیادی دارند و هیدروژن از بین نافلزات الکترونگاتیوی کمتری دارد.
- ✓ هرگاه اتم H به یکی از سه اتم FON متصل شود، به شدت دارای قطب مثبت خواهد شد. به این دلیل که اتم‌های با FON با الکترونگاتیوی زیاد، الکترون اشتراکی هیدروژن را به سمت خود می‌کشند، بنابراین اتم‌های F، O یا N متصل به H، شدیداً منفی خواهند شد.

بسیار منفی $H - F$ بسیار مثبت

- ✓ هیدروژن متصل به FON، به دلیل مثبت بودن زیاد، نیروی جاذبه بسیار قوی تشکیل می‌دهد که به پیوند هیدروژنی معروف است.
- ✓ بنابراین، هرگاه H به یکی از این سه اتم FON متصل باشد، بسیار مثبت است و می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.
- ✓ نیروی بین مولکولی موجود بین مولکول‌های HF هیدروژنی است اما نیروی بین مولکولی موجود در HCl هیدروژنی نیست. چرا؟ نیروی بین مولکولی در کدام یک از این دو بیشتر است؟

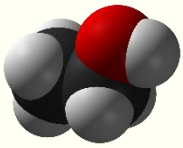


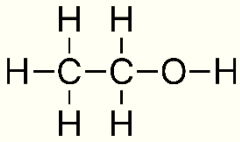
پیوندهای کوالانسی و نیروی بین مولکولی هیدروژنی را در ساختار مقابل که مربوط به HF است را رسم کنید.

- ✓ مولکول‌های زیر به دلیل داشتن اتم H متصل به FON، می‌توانند با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

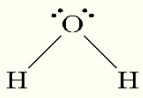
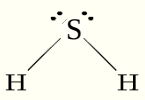
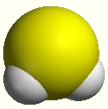
$H_2O - HF - NH_3 - N_2H_4 - C_2H_5OH - CH_3OH$

- ✓ اتانول به عنوان یک الکل، دارای ساختار زیر است و یک مولکول قطبی محسوب می‌شود.



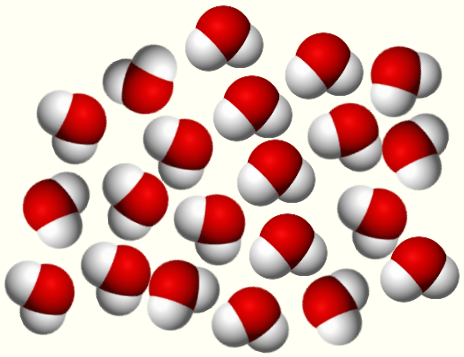


- ✓ در اتانول پنج اتم هیدروژن وجود دارد که نمی‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. زیرا به کربن متصل هستند.
- ✓ تنها هیدروژن متصل به اکسیژن، می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. بنابراین اتانول می‌تواند با مولکول‌های خود پیوند قوی هیدروژنی تشکی دهد و به همین دلیل نقطهٔ جوش بالایی دارد و در دمای اتاق مایع است.
- ✓ جدول زیر مشخص است که آب به بدلیل داشتن پیوند هیدروژنی و قطبیت بیشتر، نیروی بین مولکولی و نقطه جوش بیشتری از H_2S دارد در حالی که این دو مولکول ساختاری مشابه دارند.

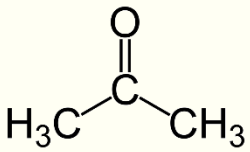
مولکول	فرمول مولکولی	ساختار لوویس	مدل فضا پرکن	جرم مولی	قطبیت	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطهٔ جوش(°C)	نیروی بین مولکولی
آب	H_2O			۱۸	قطبی	مایع	۱۰۰	هیدروژنی
هیدروژن سولفید	H_2S			۳۲	ناقطبی	گاز	-۶۰	واندروالسی

✓ با توجه به جدول فوق، می‌توان گفت علت اختلاف فاحش ۱۶۰ درجه‌ای در نقطهٔ جوش این دو مولکول مشابه، نیروی بین مولکولی هیدروژنی در آب است.

✓ نیروی بین مولکولی هیدروژنی و نیروهای دافعه برای مولکول‌های آب، به صورت زیر هستند.

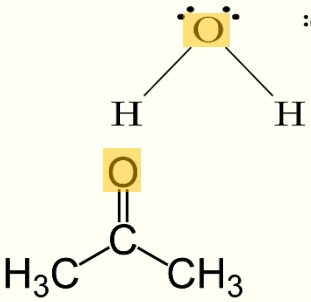


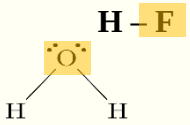
✓ استون، در دمای اتاق مایع بوده و دارای ساختار زیر است.



✓ استون، H متصل به اکسیژن ندارد. به همین دلیل با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهد. اما اکسیژن آن می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، به مولکول‌های آب بچسبد و در آب حل شود.

✓ هرگاه اتم H بین دو اتم FON از دو مولکول متفاوت قرار گیرد، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد. مثال:





✓ هیدروژن هالیدها، ترکیبی مولکولی است که از هیدروژن و هالوژن تشکیل می‌شود. مانند HF، HCl، HI و...

✓ از بین سه مولکول، HF با وجود جرم مولی کمتر، اما چون نیروی بین مولکولی هیدروژنی تشکیل می‌دهند، نقطه جوش بیشتری از HCl و HBr دارد.

✓ از بین دو مولکول HCl و HBr، هیچ کدام نیروی بین مولکولی هیدروژنی ندارند. بنابراین HBr با جرم مولی بیشتر، نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطه جوش بالاتری نسبت به HCl دارد. بنابراین مقایسه نیروی بین مولکولی و نقطه جوش این سه ماده به صورت زیر است:

(مقایسهٔ نیروی بین مولکولی
(مقایسهٔ نقطهٔ جوش

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

نمودار نقطهٔ جوش بر حسب جرم مولی این سه ماده را رسم کنید:

✓ از بین سه ترکیب هیدروژن دار گروه ۱۵، یعنی NH_3، PH_3 و AsH_3، مولکول NH_3 به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، حتی با جرم مولی کمتر، نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

✓ اما از بین PH_3 و AsH_3 که هر دو قطبی بوده اما هیچکدام پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند، AsH_3 به دلیل داشتن جرم مولی بیشتر، نیروی بین مولکولی و نقطه جوش بالاتری دارد. بنابراین مقایسه نیروی بین مولکولی، نقطه جوش و نمودار آن‌ها به صورت زیر است.

(مقایسهٔ نیروی بین مولکولی

(مقایسهٔ نقطهٔ جوش

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^{\circ}C$)
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

نمودار نقطهٔ جوش بر حسب جرم مولی این سه ماده را رسم کنید:

✓ نیروی بین مولکولی ید و آب را می‌خواهیم مقایسه کنیم. ید (I_2) ناقطبی است اما جرم و حجم بیشتری دارد. از طرفی آب قطبی است اما جرم کمتری دارد و پیوند هیدروژنی نیز تشکیل می‌دهد. با بررسی حالت فیزیکی آنها می‌فهمیم که در دمای اتاق، ید جامد و آب مایع است. بنابراین بدون شک نقطه جوش و نیروی بین مولکولی در ید بیشتر است.

(مقایسهٔ نیروی بین مولکولی

(مقایسهٔ نقطهٔ جوش

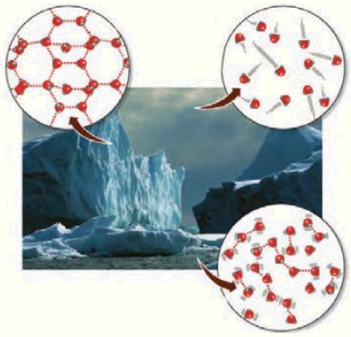
✓ آمونیوم یک یون چند اتمی است که H متصل به N دارد. اما نمی‌تواند با دیگر یون‌های آمونیوم پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. چرا؟

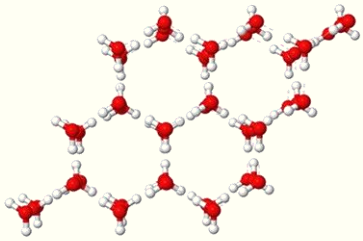
درسنامه ۲۲ پیوند هیدروژنی آب در حالت‌های فیزیکی مختلف

✓ در حالت بخار، به دلیل گاز بودن و جدا بودن مولکول‌های آب، نیروی بین مولکولی هیدروژنی وجود ندارد.

✓ در حالت مایع شکل و ساختار مولکول‌های آب نامنظم بوده و پیوند هیدروژنی بین همه مولکول‌های آب وجود دارد.

✓ در حالت یخ شکل ماده کاملاً منظم و به صورت حلقه‌های شش ضلعی است.





✓ بین مولکول‌های آب در حالت یخ، فضای خالی وجود دارد که این موضوع باعث می‌شود حجم یخ از حجم آب هم جرم خود بیشتر شود.

✓ در ساختار یخ اتم‌های اکسیژن در راس حلقه‌های شش گوش وجود دارند.

✓ هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن خود پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد و با دو هیدروژن از مولکول‌های دیگر نیروی جاذبه هیدروژنی تشکیل می‌دهد.

سوال: چرا میوه‌ها و مواد غذایی پس از یخ زدن، خراب می‌شوند؟

۴۲۲- چند مورد از مولکول‌های زیر توان تشکیل پیوند هیدروژنی دارد؟

آ) H_2O ب) NH_4^+ پ) NH_3 ت) C_2H_5OH

ث) CH_3COOH ج) HCN چ) CH_3NH_2 ح) N_2H_4

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۴۲۳- چند مورد از عبارات زیر نادرست می‌باشد؟

آ) HF نقطهٔ جوش بالاتری از HCl و HBr دارد.

ب) ترتیب نقطهٔ جوش مقابل نادرست است: $H_2O < HF < H_2S$

پ) ترتیب نیروی بین مولکولی در هیدروژن هالیدها بدین صورت است: $HF > HCl > HBr$

ت) مقایسهٔ: $CH_4 < H_2S < NH_3 < HF < H_2O$ برای نیروی بین مولکولی این مواد، درست است.

ث) استون ماده‌ای است که با مولکول‌های آب و آمونیاک پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد اما با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهد.

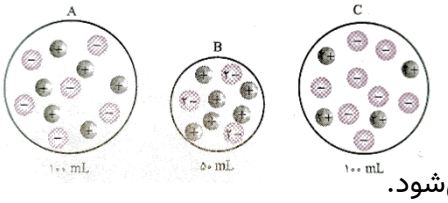
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

آزمون دوم فصل ۳

۱- اگر ۱۵ مول آب به V میلی‌لیتر محلول ۱/۲۸ مولار کلسیم کلرید اضافه کنیم، محلول ۰/۲ مولار کلسیم کلرید به دست می‌آید. V (چگالی آب خالص را $1g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید و $H=1, O=16 g.mol^{-1}$)

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۲- اگر در محلول‌های آبی A، B و C، هر ذرهٔ کروی نشان داده شده، هم‌ارز با ۰/۰۱ مول یون باشد، کدام گزینه نادرست است؟



۱) شکل B می‌توان نشان‌دهندهٔ محلول ابی لیتیم سولفات باشد.

۲) غلظت مولی حل‌شونده در محلول‌های A و C برابر است.

۳) با افزودن ۲۵ mL آب به محلول B، غلظت مولی کاتیون‌ها در آن برابر با $0/8 mol.L^{-1}$ می‌شود.

۴) غلظت مولی آنیون‌ها در محلول B، ۵٪ غلظت مولی آنیون‌ها در محلول C است.

۳- پاسخ درست پرسش‌های «آ» و «ب» در کدام گزینه آمده است؟ $(O=16 , C=12 , G=1:g.mol^{-1})$

آ) اگر غلظت مولی گلوکز در خون، $6/5\times10^{-3}$ مولار باشد، دستگاه اندازه‌گیری قندخون چه عددی را نشان می‌دهد؟

ب) محلول سیرشده‌ای از کدام ماده در نیم کیلوگرم آب، حاوی جرمی کم‌تر از ۵۰ میلی‌گرم از آن ماده است؟

۱) ۱۱/۷، باریم سولفات

۲) ۱۱/۷، کلسیم سولفات

۳) ۱۱۷، باریم سولفات

٤) ۱۱۷، کلسیم سولفات

۴- درصد جرمی محلول ۲ مولار سولفوریک اسید (H_2SO_4) با چگالی $1/4g.mL^{-1}$ کدام است؟

$(S=32 , O=16 , H=1:g.mol^{-1})$

۱) ۷

۲) ۱۰

۳) ۱٤

٤) ۲۰

۵- مجموع غلظت مولی یون‌ها در مقداری محلول نقره نیترات خالص برابر $3/2mol.L^{-1}$ است. اگر ۲۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با مقدارکافی محلول سدیم‌کلرید به طول کامل واکنش دهد، جرم مادهٔ جامد تولید شده چند گرم است؟ $(Ag=108 , Cl=35/5:g.mol^{-1})$

۱) ۲۲/۴۸

۲) ۴۵/۹۲

۳) ۹۱/۲۶

٤) ۱۸۲/۴۸

۶- با توجه به جدول زیر که انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب (در دمای $۲۵^\circ C$) نشان می‌دهد، کدام گزینه درست است؟

$(Cu=۶۴, F=۱۹ : g.mol^{-۱})$

نام حل‌شونده	انحلال‌پذیری $\frac{g}{۱۰۰gH_۲O}$
شکر	۲۰۵
سدیم نیترات	۹۲
مس (II) فلوئورید	$۷/۵\times۱۰^{-۲}$
سدیم کلرید	۳۶
۱-هگزانول	$۵/۹\times۱۰^{-۱}$

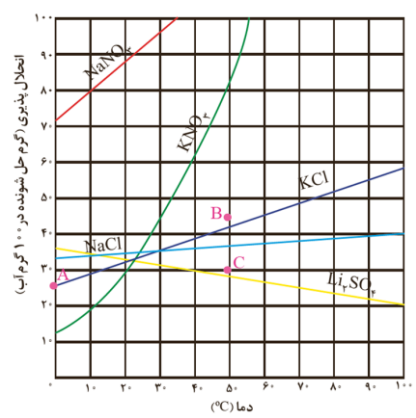
۱) اگر ۱۹۰ گرم سدیم نیترات را در دمای $۲۵^\circ C$ درون ۲۰۰ گرم آب بریزیم، ٦ گرم از آن در ته ظرف باقی می‌ماند.

۲) جرم شکری که در دمای $۲۵^\circ C$، در مقدار معینی آب می‌توان حل کرد، بیش از ٦ برابر مقدار نمک خوراکی است.

۳) برای تهیهٔ محلول سیرشده‌ای از مس (II) فلوئورید درصد کیلوگرم آب به تقریب به ۱/۱۹ مول از این ماده نیاز است.

٤) در بین مواد داده شده، سه مادهٔ محلول و یک مادهٔ نامحلول در آب وجود دارد.

۷- با توجّه به نمودار روبه‌رو، محلول ۲۰% جرمی لیتیم سولفات در دمای $۴۰^\circ C$، ..... و در دمای $۳۵^\circ C$، درصد جرمی محلول سیر شدهٔ سدیم نیترات ..... برابر درصد جرمی محلول سیرشدهٔ پتاسیم نیترات است.



۱) سیرنشده ـ ۲

۲) فراسیرشده ـ ۲

۳) سیرنشده ـ ۱/۵

٤) فراسیرشده ـ ۱/۵

۸- معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک A به جرم مولی $۲۵۰g.mol^{-۱}$ به‌صورت $S=۰/۵\theta+۴$ است. محلول سیرشده‌ای از این نمک در دمای معیّن د $۵۰۰g$ آب تهیّه شده است. اگر غلظت مولی این محلول برابر با $۰/۵mol.L^{-۱}$ باشد، این محلول در چه دمایی تهیّه شده است؟ (از تغییر حجم، چشم‌پوشی شود و چگالی آب $۱g.mL^{-۱}$ است)

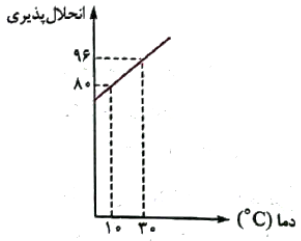
۱) $۱۲/۵^\circ C$

۲) $۱۷^\circ C$

۳) $۴۲^\circ C$

٤) $۵۱^\circ C$

۹- ۲۵۰ گرم از محلول سیرشدهٔ ۵۰ درصد جرمی یک نمک در آب را در اختیار داریم. اگر این محلول را ۱۵°C سرد کنیم، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟



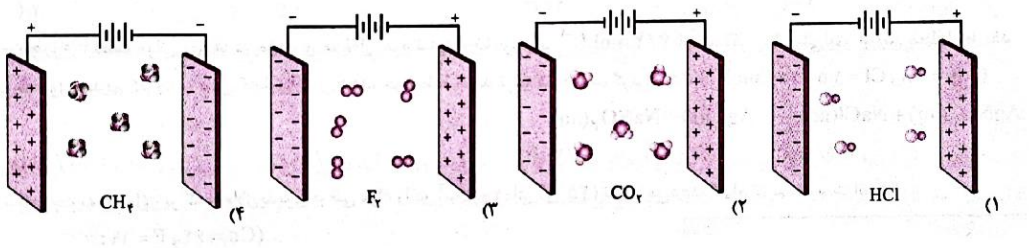
۱) ۱۵
۲) ۱۴
۳) ۱۳
۴) ۱۲

۱۰- چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آب، درست‌اند؟

- **یکی از موادی است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود.**
- **چگالی آن برخلاف سایر مواد، هنگام انجماد کاهش می‌یابد.**
- **ساختار آن برخلاف مولکول اوزون، خمیده است.**
- **در مولکول آن، اتم اکسیژن سر منفی و اتم‌های هیدروژن سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱- کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی و یا رفتار مولکول نشان داده شده در آن، درست است؟



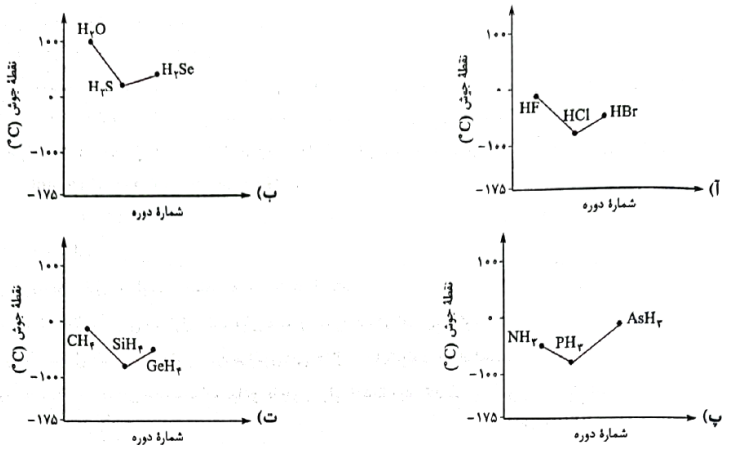
۱۲- با توجّه به جدول روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟

۱) ساده‌ترین مولکول حاصل از عناصر D و A برخلاف ساده‌ترین مولکول حاصل از عناصر G و A ، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۲) حالت فیزیکی مولکول‌های دو اتمی عناصر E و I در دمای اتاق، مشابه هم است.
۳) دو عنصر B و D می‌توانند ترکیبی تشکیل دهند که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۴) ترکیب حاصل از عنصر A با هر یک از عنصرهای B ، C ، D و E نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به ترکیب حاصل از عنصر A با عناصر هم‌گروه آنها دارد.

۱۳- کدام گزینه درست است؟

۱) از آن‌جا که مولکول آب قطبی است، با نزدیک کردن یک میلهٔ شیشه‌ای به باریکهٔ آب، آب از مسیر خود منحرف می‌شود.
۲) مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، همواره نیروی بین مولکولی قوی‌تری نسبت به مولکول‌هایی دارند که در میدان التریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.
۳) گشتاور دوقطبی، ویژهٔ مولکول‌های دوقطبی است و آن را با نماد D نشان می‌دهند.
۴) هرچند هیدروژن سولفید، مولکول‌های خمیده و قطبی دارد امّا در دمای اتاق به حالت گاز است.

۱۴- چند مورد از نمودارهای زیر، نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۴ تا ۱۷ جدول تناوبی را به درستی نشان نمی‌دهند؟



۱) ٤ ۲) ۳ ۳) ۲ ٤) ۱

۱۵- کدام مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) در حالت بخار، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند و پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد.

ب) در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که اتم‌های هیدروژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند.

پ) بیشترین شمار پیوندهای هیدروژنی اطراف مولکول‌های آب در حالت مایع وجود دارد.

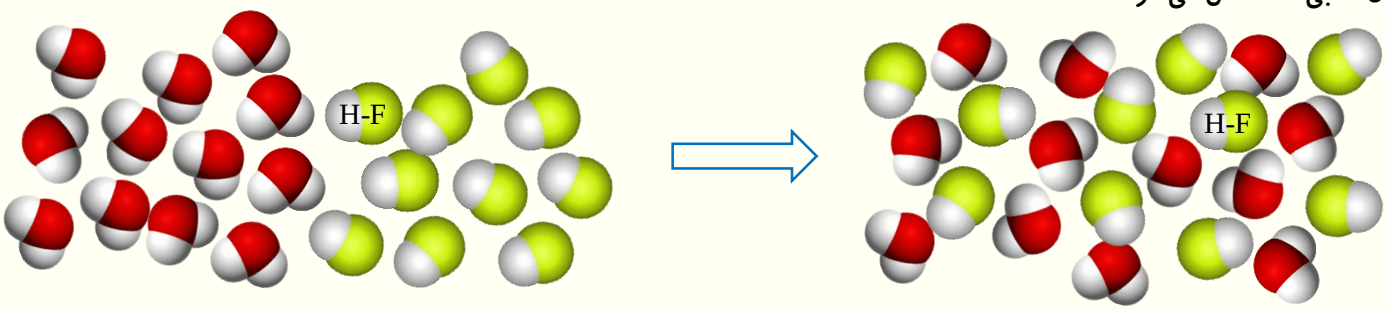
ت) در ساختار یخ در اطراف هر اتم اکسیژن، ۲ پیوند اشتراکی و ۲ پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۱) آ و ب ۲) آ و ت ۳) ب و پ ٤) پ و ت

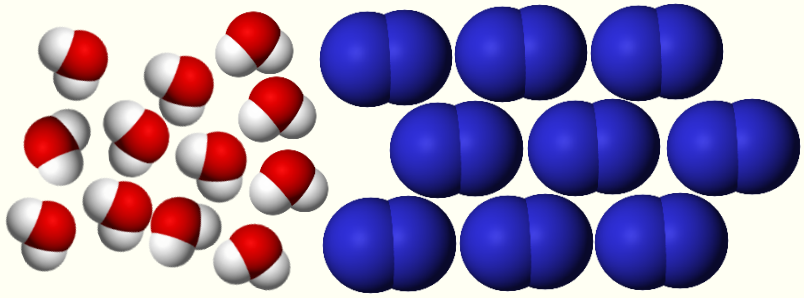
درسنامه ۲۳

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند.

- ✓ مولکول‌های آب، مولکول‌هایی قطبی هستند و دارای قطب‌های مثبت و منفی مشخص و پایداری هستند.
- ✓ همچنین مولکول‌های HF نیز مولکول‌های قطبی هستند و قطب‌های مثبت و منفی دارند. بنابراین اگر مولکول‌های HF را مطابق شکل زیر در آب وارد کنیم بین قطب‌های ناهمنام مولکول‌ها نیروی جاذبه تشکیل می‌شود.
- ✓ در این حالت HF می‌تواند به مولکول‌های آب بچسبد و در آب حل شود. بنابراین HF که خود یک مولکول قطبی است، در آب که یک حلال قطبی است حل می‌شود.



✓ مولکول‌های دو اتمی I_2 دارای قطب‌های مشخصی نیستند. به عبارت ناقطبی‌اند. به همین دلیل نمی‌توانند با قطب‌های مثبت و منفی آب نیروی جاذبه تشکیل دهند در نتیجه نمی‌توانند به مولکول‌های آب بچسبند و در آب حل نمی‌شوند.



✓ ید، به عنوان یک مولکول ناقطبی، در حلال‌های قطبی حل نمی‌شود.

✓ به صورت کلی مواد زمانی در هم حل می‌شوند که نیروی جاذبه بین مولکولی و قطبیت آن‌ها مشابه باشد.

✓ در نتیجه می‌توان گفت شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.

✓ بنابراین برای محلول همگن شدن:

مواد حل‌شوندهٔ قطبی ← در حلال قطبی ← مانند آب

مواد حل‌شوندهٔ ناقطبی ← در حلال ناقطبی ← مانند هگزان

✓ اگر دو ماده در هم حل شوند، محلول یا مخلوطی همگن تشکیل می‌دهند.

✓ اگر دو یا چند ماده در هم حل نشوند، مخلوط آن‌ها ناهمگن است و قابل تشخیص و جداسازی می‌باشد.

✓ مواد قطبی مانند اتانول، الکل‌های کوچک، استون، آمونیاک و... به دلیل قطبی بودن در آب حل می‌شوند. این مواد در حلال ناقطبی مانند هگزان، بنزین، چربی، کربن تترا کلرید و... حل نمی‌شوند.

✓ برخی‌ترکیبات مانند اغلب هیدروکربن‌ها، بنزین، نفت، روغن، چربی‌ها، ید، کربن تتراکلرید و... در آب حل نمی‌شوند چون ناقطبی هستند. این مواد در حلال ناقطبی مانند هگزان حل می‌شوند.

✓ هگزان (C_6H_{14}) یکی رو هیدروکربن‌های معروف است که به عنوان تینر یا رقیق‌کننده رنگ کاربرد دارد. هگزان یک حلال آلی و ناقطبی است.

✓ نمک‌ها وترکیبات یونی، در صورت انحلال، تنها در حلال‌های قطبی مخصوصاً آب حل می‌شوند. (در ادامه انحلال برخی از نمک‌ها در آب را می‌بینیم)

✓ اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. به عبارتی نمی‌توان آنها را محلول سیرشده تهیه کرد.

سوال: هر کدام از مخلوط‌های زیر را از نظر همگن یا ناهمگن بودن بررسی کنید>

– ید در هگزان:

– ید در آب:

– نمک در نفت:

– نمک در آب:

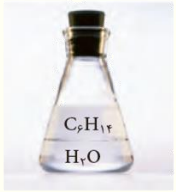
– نفت در بنزین:

– نقره کلرید در آب:

– اتانول در روغن:

– کلسیم فسفات در آب:

سوال: با توجه به شکل‌های زیر، مشخص کنید کدام محلول ها همگن هستند؟



۴۲۴- چند مورد از محلول‌های زیر ناهمگن است؟

- آب و هگزان
- کربن‌تتراکلرید و بنزین
- باریم سولفات و آب
- نقره نیترات در هگزان
- ید در هگزان
- استون و آب

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

درسنامه ۲۴ آب و دیگر حلال‌ها

- ✓ آب، مهم‌ترین و فراوان‌ترین حلال در صنعت، آزمایشگاه، کشاورزی و طبیعت است.
- ✓ بسیاری از مواد مولکولی و یونی در آب حل می‌شوند (نه همه).
- ✓ آب و محلول‌های آبی در زندگی جانداران نقش دارند. اغلب محلول‌ها در بدن، محلول آبی هستند. محلول‌هایی که واکنش‌های شیمیایی در بدن مانند گوارش، نفس، تنظیم دمای بدن و... در آنها انجام می‌شود.
- ✓ به غیر از آب، حلال‌های مهم دیگری از جمله اتانول، استون و هگزان نیز وجود دارد. که قطبیت و کاربرد آنها در جدول زیر مشخص است.

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>0	حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)

- ✓ محلول‌هایی که در آب حلال آن است را محلول آبی می‌گوییم و محلول‌هایی که آب، حلال آنها نیست را محلول غیرآبی می‌گویم که اغلب حلال آنها آلی است.
- ✓ مواد آلی موادی هستند که منشاء زنده دارند و عنصر اصلی سازندهٔ آنها کربن است، مانند بنزین، هگزان، نفت، روغن و... .
- ✓ بنزین مخلوطی از چند نوع هیدروکربن است و یک محلول غیر آبی محسوب می‌شوند.
- ✓ بنزین به هیدروکربن‌هایی از ۵ تا ۱۰ اتم کربن گفته می‌شود که فرمول میانگین C_8H_{18} آن است.

۴۲۵- چند مورد از عبارات زیر در مورد آب، اتانول، استون و هگزان درست است؟

- **استون در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود.**
- **گشتاور دو قطبی هگزان و سایر هیدروکربن‌ها در حدود صفر است.**
- **اتم‌های موجود در هگزان از مجموع اتم‌های موجود در اتانول و استون بیشتر است.**
- **اغلب واکنش‌های شیمیایی درون بدن مانند تنفس و گوارش، در محلول‌های آبی انجام می‌شود.**
- **استون و اتانول به هر نسبتی درآب حل می‌شوند و نمی‌توان از آنها محلول سیرشده‌ای تهیه‌کرد.**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۴

درسنامه ۲۵ انواع انحلال

✓ انحلال به دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد: ۱- انحلال مولکولی ۲- انحلال یونی

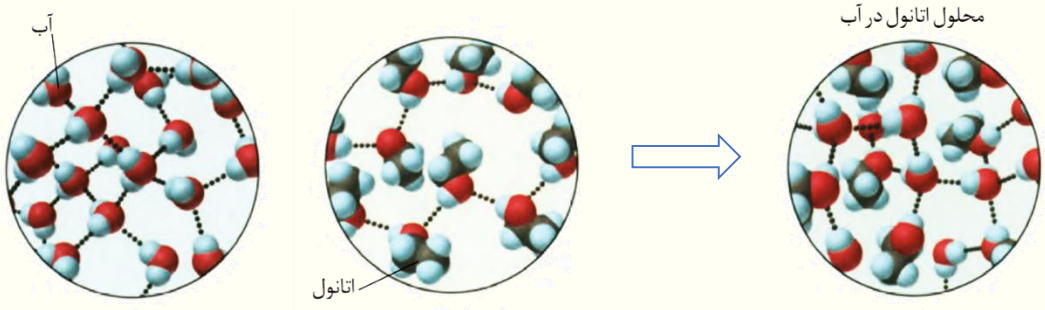
انحلال مولکولی

✓ در انحلال مولکولی، مولکول‌های حل‌شونده بدون تغییر در شکل و ساختارشان، در آب حل می‌شوند. این انحلال را انحلال مولکولی می‌گوییم.

✓ در انحلال مولکولی، مولکول‌های حل‌شونده، با آب واکنش نمی‌دهند و تفکیک نمی‌شوند. به عبارتی ساختار خود را حفظ می‌کنند.

✓ از جمله انحلال‌های مولکولی می‌توان به انحلال استون در آب، اتانول در آب و شکر در آب اشاره کرد.

✓ مطابق شکل زیر، آب خالص نسبت به اتانول خالص دارای پیوندهای هیدروژنی بیشتری است. به همین دلیل هم نقطه جوش بالاتری دارد. ۱۰۰°C در مقابل ۷۸°C.



✓ مولکول‌های آب (حلال) به خود نیروی جاذبه هیدروژنی وارد می‌کنند.

✓ مولکول‌های اتانول (حل‌شونده) نیز به خود نیروی جاذبهٔ هیدروژنی وارد می‌کنند.

✓ اگر آب و اتانول را با هم‌ترکیب کنیم، آنگاه نیروی جاذبه جدیدی بین مولکول‌های آب و اتانول تشکیل می‌شود.

✓ زمانی دو ماده در هم حل می‌شوند که نیروهای بین مولکولی جدید در محلول، از میانگین نیروهای بین مولکولی در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص بیشتر باشد.

✓ در مخلوط روغن در آب، نیروهای بین مولکولی جدید بین روغن و آب ضعیف‌تر از نیروهای بین مولکولی در آب خالص و حل‌شوندهٔ خالص هستند. به همین دلیل نیروهای بین مولکولی قبلی شکسته نشده و نیروهای بین مولکولی جدید تشکیل نمی‌شود و روغن در آب حل نمی‌شود.

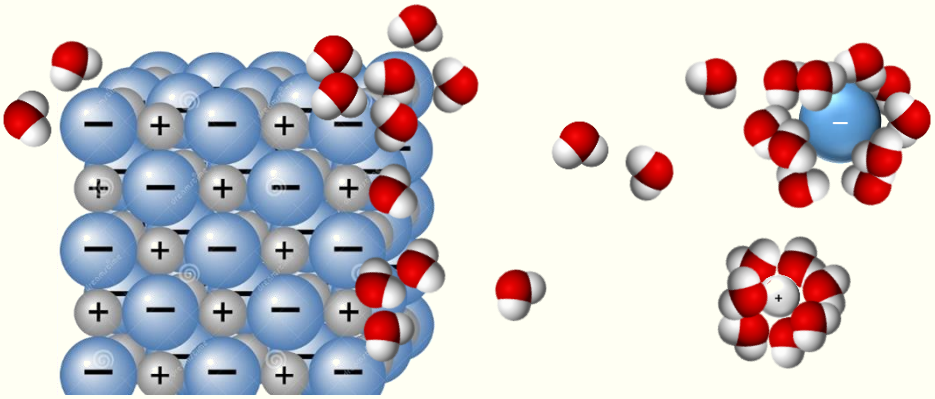
سوال: چرا استون در آب حل می‌شود؟

انحلال یونی

✓ در انحلال یونی، یک ترکیب یونی پس از وارد شدن در آب، شبکه خود را حفظ نمی‌کند و متلاشی و تفکیک یونی‌شود.

✓ ترکیبات یونی، تنها در حلال قطبی مانند آب حل می‌شوند. البته می‌دانیم که همهٔ ترکیبات یونی در آب حل نمی‌شوند.

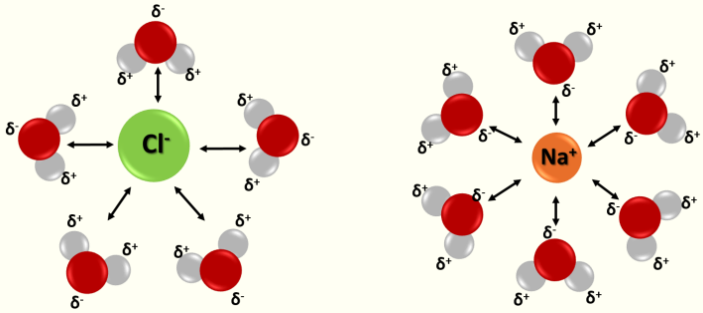
- پس از وارد شدن شبکهٔ یک ترکیب یونی مانند NaCl در آب، مولکول‌های آب از سمت قطب مثبت خود (H) به یون‌های منفی (Cl^-) نیروی جاذبه وارد کرده و آن را می‌کشند و از شبکه یونی خارج می‌کرده و در آب حل می‌کند.
- همچنین مولکول‌های آب از سمت قطب منفی خود (O) به یون‌های مثبت موجود در شبکه (Na^+) نیروی جاذبه وارد کرده و یون‌های مثبت را از شبکه خارج می‌کند.
- با ادامه این روند تقریباً همه یون‌های موجود در شبکه تفکیک یونی شده و شبکه متلاشی می‌شود. در این حالت یون‌ها در سرتاسر محلول به صورت یکنواخت و همگن پراکنده و حل می‌شوند.



- نیروی جاذبه‌ای که مولکول‌های آب به یون‌های موجود در آب وارد می‌کنند را نیروی جاذبه یون-دوقطبی می‌گویند.
- یون‌های حل و پراکنده شده در آب که توسط مولکول‌های آب احاطه شدند را یون آب‌پوشیده می‌گوییم.
- هرگاه یک ترکیب یونی در آب حل شود، یعنی نیروی جاذبه یون-دوقطبی بین حلال و یون‌های حل‌شونده، از نیروی هیدروژنی موجود در آب و پیوند یونی موجود در شبکهٔ نمک بیشتر است.
- در نمک خوراکی نیروی جاذبه جدید یون-دوقطبی بین مولکول‌های آب و یون‌های موجود در محلول، بیشتر از میانگین نیروی جاذبه موجود در نمک خالص و حلال خالص هستند.

سؤال: توضیح دهید چرا برخی از نمک‌ها مانند باریم سولفات در آب حل نمی‌شوند؟

- پس از انحلال یون‌ها در آب، مولکول‌های آب از طرف قطب مثبت یا هیدروژن خود، یک یون منفی را آب‌پوشی می‌کند.
- مولکول‌های آب از طرف قطب منفی یا اکسیژن خود یک یون مثبت را احاطه و آب‌پوشی می‌کنند.



- برخی از مولکول‌ها از جمله اسیدها و بازها، انحلال یونی در آب دارند. به عبارتی پس از حل شدن در آب، یون تولید می‌کند.
- اگر نقره کلرید را در آب وارد کنیم، در آب حل نمی‌شود و به صورت رسوب ته نشین می‌شود. به عبارتی می‌توان گفت نیروی جاذبه جدید یون-دوقطبی بین مولکول‌های آب و یون‌های موجود در شبکه، قوی‌تر از نیروی جاذبه یونی خود شبکه نیستند. به همین دلیل شبکه متلاشی نمی‌شود.

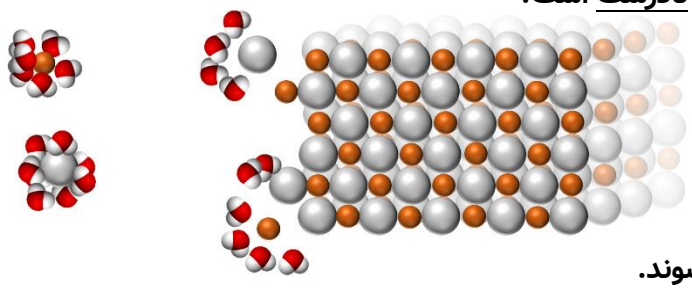
۴۲۶- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

1) انحلال اتانول در آب، همانند انحلال ید در هگزان، مولکولی است.
2) در انحلال مولکولی، ساختار مولکول‌های حل‌شونده دچار تغییر می‌شود.
3) به صورت کلی موادی در هم حل می‌شوند که نیروی بین مولکولی مشابهی داشته باشند.
4) در انحلال استون در آب، مجموع نیروی جاذبهٔ بین حلال و حل‌شونده بیشتر از نیروی جاذبهٔ بین حل شوندهٔ خالص و حلال خالص است.

۴۲۷- همهٔ عبارت‌های زیر نادرست هستند به جز ...

1) نیروی بین مولکولی در مواد ناقطبی از نوع واندروالسی است.
2) انحلال NH_3، HF و HCl برعکس انحلال سدیم کلرید در آب، مولکولی است.
3) در حجم‌های یکسان از آب و اتانول، پیوندهای هیدروژنی اتانول از آب بیشتر است.
4) در انحلال AgCl در آب، مجموع جاذبهٔ بین حل‌شونده و حلال کمتر از جاذبهٔ بین مولکول‌های حلال خالص و مولکول‌های حل شوندهٔ خالص است.

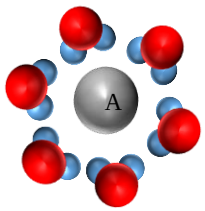
۴۲۸- چند مورد از مطالب زیر در مورد انحلال نمک خورکی در آب نادرست است؟



آ) ترکیبات یونی تنها در حلال‌های قطبی مانند آب حل می‌شوند.
ب) یون‌های آب‌پوشیده در سراسر محلول به‌طور یکنواخت پراکنده می‌شوند.
پ) این ترکیب ویژگی‌های ساختاری خود را هنگام انحلال در آب حفظ نمی‌کند.
ت) شبکهٔ آن بر اثر انحلال در آب فروپاشی شده و یون‌های حاصل، آب پوشیده می‌شوند.
ث) مولکول‌های قطبی آب از سر مثبت خود با یون‌های سدیم، جاذبهٔ یون دو قطبی تشکیل می‌دهند.

۱) صفر ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲

۴۲۹- شکل رو به رو مربوط به آب‌پوشی یون A است. یون A کدام یون می‌تواند باشد؟



1) F^-
2) SO_4^{2-}
3) K^+
4) NH_4^+

۴۳۰- کدام گزینهٔ زیر ترتیب نیروی بین مولکولی در ترکیبات: HBr – H_2O – HF – I_2 – HCl را درست نشان می‌دهد؟

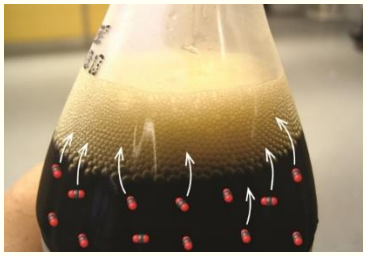
1) $HF > HCl > HBr > H_2O > I_2$
2) $H_2O > HF > HCl > HBr > I_2$
3) $I_2 > H_2O > HF > HBr > HCl$
4) $HCl > HBr > HF > H_2O > I_2$

۴۳۱- از بین گازهای زیر کدام یک سخت تر به مایع تبدیل می‌شود؟

۱) N_2 ۲) CO ۳) NO ۴) O_2

۴۳۲- اگر جرم یون‌های حاصل از تفکیک یونی کلسیم کلرید ۷/۷۵ گرم تفاوت جرم داشته باشد، و حجم محلول انجام واکنش ۲ لیتر باشد، غلظت یون کلسیم در این محلول به تقریب چند ppm است؟ (چگالی محلول ۱ گرم بر میلی لیتر است).

درسنامه ۲۶ انحلال گازها در آب



- ✓ تنفس آبزیان در دریا و آب‌های مختلف نشان از انحلال اکسیژن در آب دارد.
- ✓ گازها نیز می‌تواند به مقدار کمی در آب حل شوند.
- ✓ میزان انحلال پذیری گازها در آب، به سه عامل زیر بستگی دارد:

۱- نوع گاز

۲- نوع آب

۳- دما و فشار

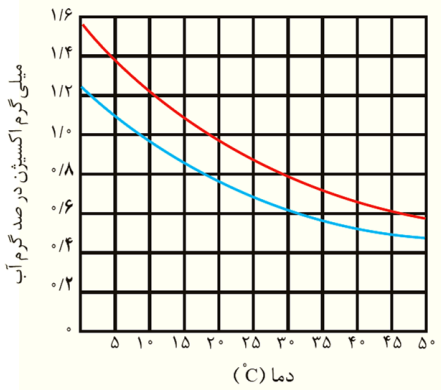
نوع گاز

- ✓ گازهای قطبی نسبت به گازهای ناقطبی هم جرم خود، انحلال پذیری بیشتری در آب دارد زیرا دارای قطب بوده و نیروی جاذبهٔ بهتری با مولکول‌های آب تشکیل می‌دهند. به طور مثال انحلال پذیری NO از O_2 بیشتر است.
- ✓ از بین دو مولکول با قطبیت یکسان، هر کدام جرم بیشتری داشته باشد، بهتر در آب حل می‌شوند. به طور مثال از بین O_2 و Cl_2، گاز کلر انحلال پذیری بیشتری در آب دارد.
- ✓ برخی از گازها پس از وارد شدن در آب، به صورت مولکولی در آب حل نشده، بلکه با آب واکنش می‌دهند. مانند اکسیدهای نافلزی که خاصیت اسیدی دارند. از جمله آنها می‌توان به: SO_2، SO_3، N_2O_5، NO_2 و CO_2 اشاره کرد. مشخصات این گازها انحلال پذیری زیادی در آب دارند.
- ✓ برخی از گازها نیز به صورت مولکولی در آب حل شده و با آب واکنش نمی‌دهند و طبیعتاً انحلال پذیری آنها کمتر است.
- ✓ برخی از گازها مانند HCl، HF و NH_3، اسید یا باز هستند و پس از وارد شدن در آب، یون تولید می‌کنند یا با آب واکنش می‌دهند و مشخصاً انحلال پذیری زیادی در آب دارند.
- ✓ بنابراین برای مقایسه انحلال پذیری گازها در آب، هم قطبیت، هم جرم و هم واکنش پذیری آن با آب را بررسی می‌کنیم.

نوع آب

- ✓ هرچه آب خالص‌تر باشد، انحلال پذیری گاز و دیگر مواد در آن بیشتر است.
- ✓ مطابق نمودار زیر، انحلال پذیری گازها در آب آشامیدنی از آب دریا در هر دمایی بیشتر است.

به همین دلیل برخی از آبزیان به نوع آب، چگالی و غلظت آن حساس هستند.



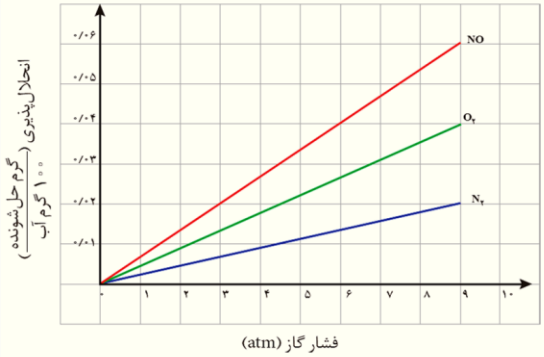
دما و فشار

- ✓ مطابق نمودار بالا، بر خلاف اغلب نمک‌ها و مولکول‌ها، گازها در آب سرد بهتر حل می‌شوند.
- ✓ به عبارتی اگر آب سیرشده از گازی را گرم کنیم، مقداری از حل‌شوندهٔ گازی از آن خارج می‌شود. (از همان رابطه محاسبه جرم رسوب در قسمت انحلال پذیری، می‌توان جرم گازهای خارج شده از آب را نیز حساب کرد).

سوال: چرا در تابستان ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

سوال: pH دریاچه‌ها زمستان‌ها بیشتر است یا تابستان‌ها؟

- ✓ انحلال‌پذیری گازها، به فشار نیز بستگی دارد. هرچه فشار بیشتر باشد انحلال پذیری گاز بیشتر است و اگر فشار افزایش یابد، انحلال‌پذیری گاز بیشتر می‌شود (قانون هنری).



- ✓ به عبارتی انحلال پذیری گازها با فشار رابطه مستقیم دارد.

سوال: اکسیژن در عمق ۲۰ متری آب دریا بهتر حل می‌شود یا در عمق یک متری؟ چرا؟

۴۳۳- چند مورد از عبارت‌های زیر درست نیست؟

- انحلال پذیری گازها در آب آشامیدنی بیشتر از آب دریا است.
- درشرایط یکسان گاز CO_2 بیشتر از گاز N_2 در آب حل می‌شود.
- انحلال پذیری گاز NO در هر دمایی بیشتر از انحلال پذیری گاز O_2 است.
- دمای بالا و فشار زیاد شرایط مناسب‌تری برای انحلال پذیری گازها در آب است.
- گازهایی که به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند انحلال پذیری بیشتری از گازهایی که با آب واکنش می‌دهند دارند.

۱) ۱ ۲) صفر ۳) ۲ ۴) ۳

۴۳۴- با بررسی داده‌های جدول زیر که مربوط به انحلال پذیری چند گاز است می‌توان دریافت که:

گاز / دما (°C)	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

1) محلول ۰/۰۰۵ مول گاز Cl_2 در ۱۰۰ گرم آب در دمای ۶۰°C ، سیرنشده است.

2) محلول ۰/۰۱۵ مول گاز H_2S در ۳۰۰ گرم آب در دمای ۴۰°C ، سیرنشده است.

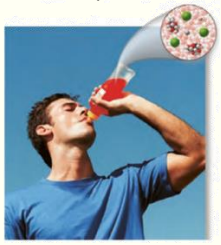
3) انحلال پذیری این گازها در دماهای داده شده، به صورت $H_2S < Cl_2 < CO_2$ است.

4) تاثیر افزایش دما بر نسبت غلظت مولار گاز CO_2 ، در ۲۰°C نسبت به ۶۰°C ، در مقایسه با دو گاز دیگر، کم‌تر است.

۴۳۵- با افزایش دمای ۲ 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؟ (انحلال پذیری کلر در آب در دماهای ۲۰°C و ۵۳°C به تقریب برابر با ۰/۷۳ و ۰/۳۷۵ گرم است).

۱) ۲/۲۴ ، ۳/۷۵ ۲) ۲/۲۴ ، ۷/۵ ۳) ۴/۴۸ ، ۳/۷۵ ۴) ۴/۴۸ ، ۷/۵

درسنامه ۲۷ رد پای آب در زندگی



- ✓ بدن ما سامانهٔ 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 برقراری جریان الکتریکی فراهم شود.
- ✓ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون‌های: Cl^-، K^+، Na^+ و... است.
- ✓ پس از انجام یک فعالیت ورزشی سنگین، به دلیل کاهش مقدار این یون‌ها در بدن، احساس خستگی دست می‌دهد که باید با مصرف نوشیدنی مناسب، این یون‌ها جذب شود.
- ✓ یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون K^+ است. نیاز روزانهٔ این یون، دوبرابر یون سدیم است.
- ✓ وجود این یون برای انتقال پیام‌های عصبی بسیار مهم است و درصورت نبود این یون، انتقال پیام عصبی امکان پذیر نیست.

رد پای آب در زندگی

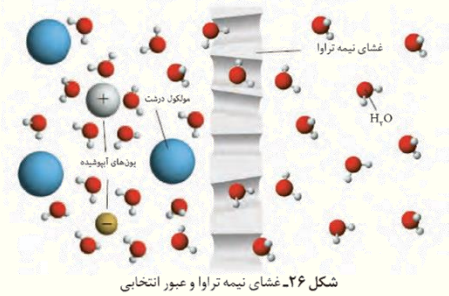
- ✓ هر فرد به طور متوسط، روزانه ۳۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند.
- ✓ روزانه در صنایع گوناگون حجم بسیار زیادی از آب مصرف می‌شود.
- ✓ در میان صنایع، صنعت کشاورزی، بیشترین حجم آب مصرفی را دارد.
- ✓ شکل‌های زیر نشان می‌دهد برای تولید هر ماده‌ای، چه میزان آب نیاز است؟

- ✓ برای هر فرد، ردپای آب تعریف می‌شود.
- ✓ ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد، چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود.
- ✓ این میزان، همهٔ آبی را که در تولید کالاها، ارائهٔ خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود را نشان می‌دهد. به طور مثال و با توجه به شکل فوق، اگر شخصی سالانه یک تن! گوجه مصرف کند، ردپای او در مصرف آب به خاطر تولید گوجه فرنگی، ۱۸۰۰۰۰ لیتر است.
- ✓ هرچه ردپای آب ایجاد شده بیشتر باشد، آب شیرین بیشتری مصرف می‌شود.
- ✓ بر اساس پژوهش‌ها، رد پای آب برای هر شخص در یک سال، ۱۰۰۰۰۰۰ (یک میلیون لیتر) است.
- ✓ همهٔ این آب، از منابع سطحی و زیر زمینی (نه دریا و اقیانوس) تامین می‌شود.
- ✓ برای استفاده از آب دریاها و اقیانوس‌ها، نخست باید نمک زدایی و تصفیه شوند. اکنون راه‌های تصفیه آب را بررسی می‌کنیم.

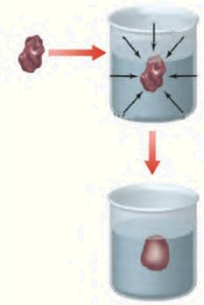
سوال: چرا هنگامی که حبوبات و میوه‌ها را درون آب قرار می‌دهیم متورم می‌شوند؟

سوال: چرا خیار در آب شور، چروکیده می‌شود؟

- ✓ دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان، روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ 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 نام دارند.

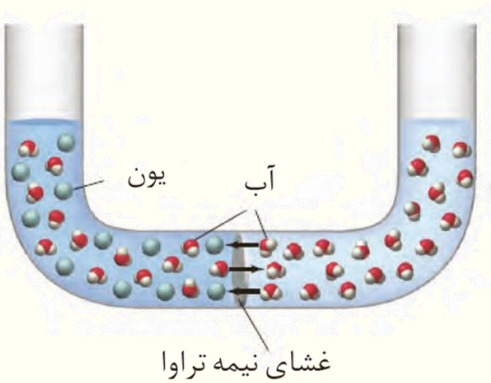


شکل ۲۶ـ غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی



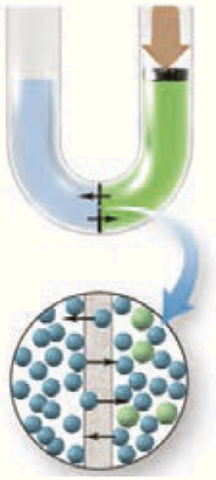
- ✓ هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. این فرایند را گذرندگی(اسمز) می‌نامند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

۱ـ مطابق شکل زیر، حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر به‌وسیلهٔ یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده‌اند.



آ) اگر این غشا مانع گذر یون‌های سدیم و کلرید شود، با گذشت زمان چه رخ می‌دهد؟

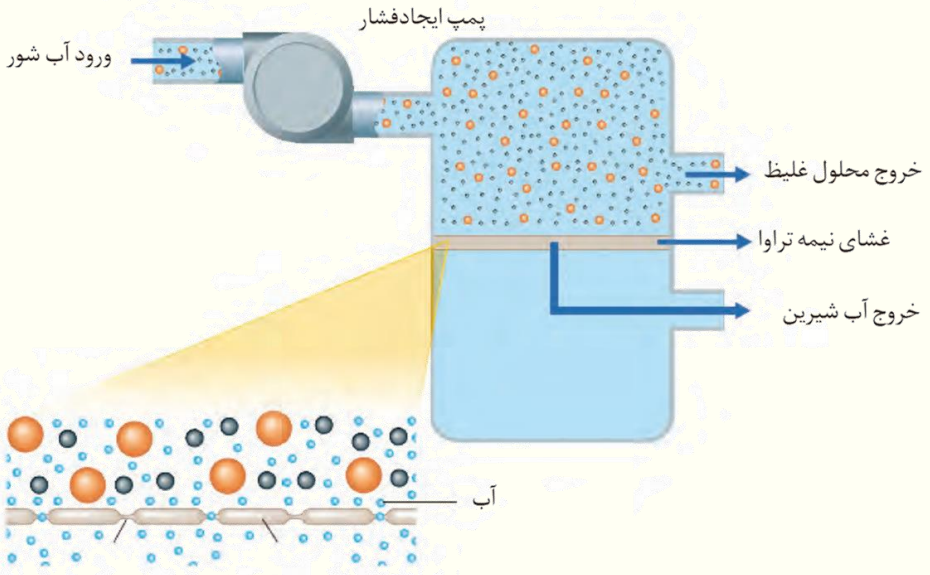
ب) آیا با این روش می‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟



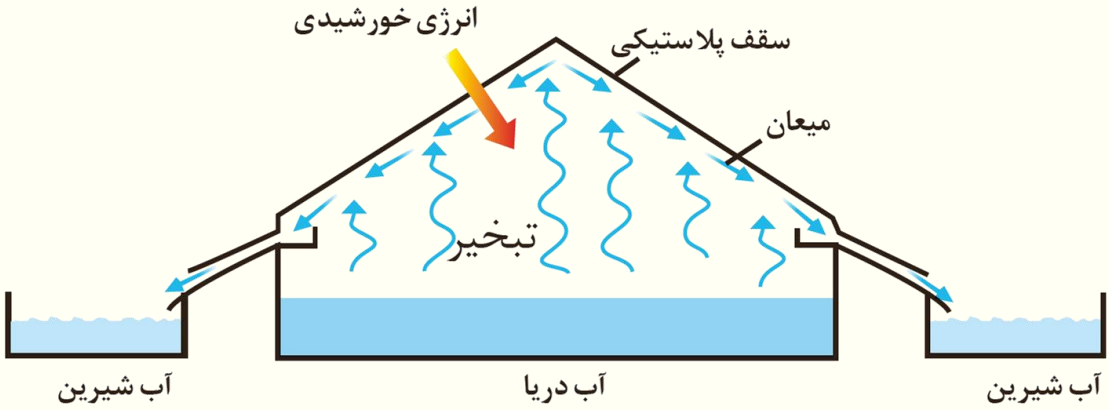
پ) براساس شکل روبه‌رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم چه رخ می‌دهد؟ چرا؟

ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را **اسمز وارونه (معکوس)**[1] می‌نامند؟

۲ـ با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



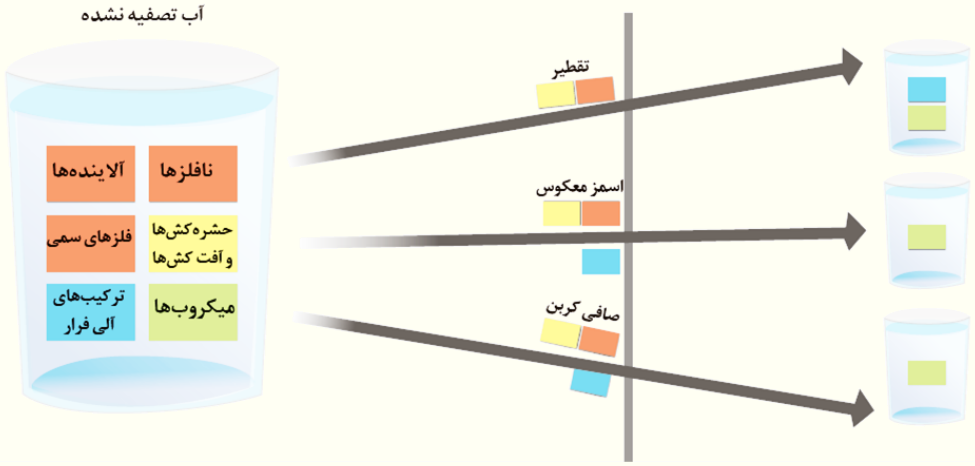
۱ـ شکل زیر روشی برای تهیهٔ آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.



آ) این روش چه نام دارد؟

ب) روند تهیهٔ آب شیرین را در این روش توضیح دهید.

۲ـ شکل زیر برخی روش‌های تصفیه یک نمونه آب را نشان می‌دهد، با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می‌شوند؟ توضیح دهید.

ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده‌ها حذف می‌شوند؟

پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می‌توان از آب جدا کرد؟

ت) آب به‌دست آمده از کدام روش‌ها، آلایندهٔ کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟

آزمون سوم فصل ۳

۱- کدام ویژگی زیر، در اتانول بیشتر از استون است؟

۱) نقطهٔ جوش
۲) شمار اتم‌های هیدروژن در فرمول شیمیایی
۳) انحلال‌پذیری در آب در شرایط یکسان
۴) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی

۲- در چند مورد زیر، افزودن دو ماده به یکدیگر منجر به تشکیل محلول می‌شود؟

- **هگزان و آب**
- **منیزیم هیدروکسید و آب**
- **برم و بنزین**
- **ید و هگزان**
- **سدیم سولفید و آب**

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۳- کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ انحلال سدیم کلرید در آب درست‌اند؟

آ) در این فرآیند، مادهٔ حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است.

ب) یون‌های موجود در محلول حاصل با جنبش‌های آزادانه و منظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند.

پ) نیروی جاذبهٔ حاصل بین حلال و حل‌شونده از نوع یون ـ دوقطبی است.

ت) در این فرآیند مولکول‌های آب از سر اکسیژن، یونی با اندازهٔ بزرگ‌تر در محلول را احاطه می‌کنند.

۱) آ و پ ۲) ب و ت ۳) آ و ب ۴) پ و ت

۴- کدام گزینه درست است؟

۱) آب یک مولکول قطبی است و همهٔ ترکیب‌های یونی را در خود حل می‌کند.
۲) گشتاور دوقطبی هگزان (C_6H_{12}) برخلاف اتانول به تقریب برابر با صفر است.
۳) در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند.
۴) در انحلال استون در آب، میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص، بیشتر از جاذبه‌های حل‌شونده حلال در محلول است.

۵- چند گرم آهن (III) سولفات را در آب حل کنیم تا شمار یون‌های حاصل از آن با شمار یون‌های حاصل از حل کردن ۰/۲ مول آلومینیم نیترات در آب، برابر باشد؟ ($Fe = 56, S = 32, O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۶۵ ۲) ۱۲۸ ۳) ۶۴ ۴) ۳۲

۶- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- اتانول، فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.
- از برخی مواد شیمیایی مانند الکل معمولی (متانول)، نمی‌توان محلول سیر شده در آب تهیّه کرد.
- حل شدن اتانول در آب، با تشکیل پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های حلال و حل‌شونده همراه است.
- جملهٔ «شبیه، شبیه را حل می‌کند»، به این معناست که موادی با جرم مولی نزدیک به یکدیگر، در هم حل می‌شوند.

۱) ٤ ۲) ۱ ۳) ۲ ٤) ۳

۷- در کدام شرایط زیر، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب بیشتر است؟

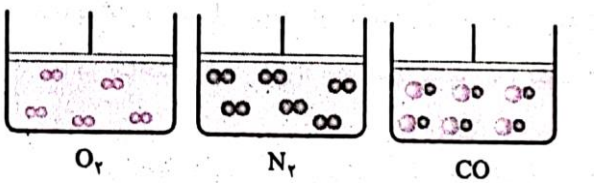
۱) $\theta = ۵۰^\circ C \ , \ P = ۲ atm$

۲) $\theta = ۱^\circ C \ , \ P = ۶ atm$

۳) $\theta = ۵۰^\circ C \ , \ P = ۶ atm$

٤) $\theta = ۱۰^\circ C \ , \ P = ۲ atm$

۸- در دمای یکسان و در ۱۰۰ گرم آب خالص، میزان انحلال‌پذیری سه گاز $O_۲$ ، $N_۲$ و CO مطابق شکل زیر است. کدام گزینه می‌تواند در مورد مقایسهٔ فشار این سه گاز در شرایط آزمایش درست باشد؟ (هر ذره هم‌ارز با ۰/۰۰۱ مول است و $O = ۱۶, N = ۱۴, C = ۱۲ : g.mol^{-۱}$)



۱) $CO > O_۲ > N_۲$

۲) $N_۲ > O_۲ = CO$

۳) $CO < N_۲ < O_۲$

٤) $CO = N_۲ > O_۲$

۹- انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید در آب در دمای $۲۰^\circ C$ و فشار $۱/۵ atm$ برابر با ۰/۰۱ گرم است. اگر در دمای ثابت، فشار را ۷/۵ اتمسفر افزایش دهیم، به تقریب چند مول دیگر از این گاز را می‌توان در ۱۰۰ گرم آب حل نمود؟

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$

۲) ۲×۱۰^{-۳}

۳) $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۳}$

٤) $۱/۱۱ \times ۱۰^{-۳}$

۱۰- کدام گزینه درست است؟

۱) تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری گازها در آب، برعکس تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری همهٔ نمک‌ها در آب است.

۲) یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون سدیم است که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود آن، امکان‌پذیر نیست.

۳) در هوای سرد، ماهی‌ها برای تأمین اکسیژن مورد نیاز خود به سطح آب می‌آیند.

٤) با افزایش نمک حل شده در آب انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب کاهش می‌یابد.

۱۱- از واکنش قرص جوشان با آب، گاز ..... حاصل می‌شود که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، انحلال‌پذیری آن در آب از انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید در آب، ..... است.

۱) کربن دی‌اکسید ـ بیشتر ۲) کربن دی‌اکسید ـ کمتر ۳) اکسیژن ـ کمتر ٤) اکسیژن ـ بیشتر

۱۲- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) ردّپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب در منابع اقیانوسی یا غیراقیانوسی را مصرف می‌کند.

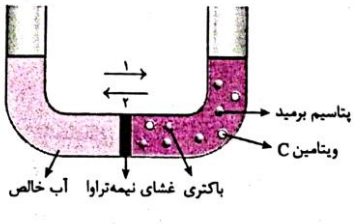
ب) هنگامی که خیارشور در آب قرار می‌گیرد به دلیل فرآیند اسمز، چروکیده می‌شود.

پ) تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون از آب شیرین تأمین می‌شوند.

ت) در فرآیند اسمز معکوس، با گذشت زمان محلول غلیظ، غلیظ‌تر می‌شود.

۱) ب و پ ۲) آ و ت ۳) پ و ت ٤) آ و ب

۱۳- با توجّه به شکل روبه‌رو، کدام گزینه نادرست است؟



۱) در شرایط طبیعی، مولکول‌های آب بیشتر در جهت ۱ حرکت می‌کنند.

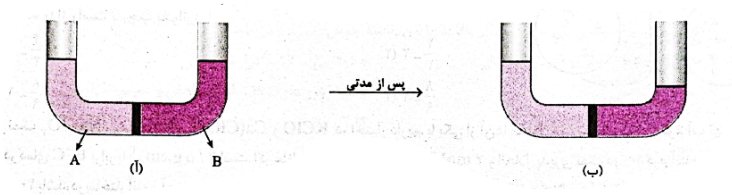
۲) از فرآیندی که در آن مولکول‌های آب به‌طور عمده در جهت ۲ حرکت می‌کنند، در تولید آب شیرین استفاده نمی‌شود.

۳) اگر مولکول‌های آب در جهت ۲ حرکت کنند، همهٔ ناخالصی‌های موجود در قسمت راست محفظه، تصفیه می‌شود.

٤) در دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی نیز پدیده‌ای که در آن آب در جهت ۱ حرکت می‌کند، رخ می‌دهد.

۱۴- مطابق شکل (آ)، حجم‌های برابری از دو مایع یا محلول به وسیلهٔ یک غشای نیمه‌تراوا که فقط اجازهٔ عبور مولکول‌های آب را می‌دهد، از یکدیگر جدا شده‌اند. در چند مورد زیر، با گذشت زمان ارتفاع سطح مایع‌ها مطابق شکل (ب) خواهد بود؟

$(Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-۱})$



آ) A : محلول ۰/۲ مولار سدیم کلرید — B : محلول ۰/۱ مولار سدیم کلرید

ب) A : آب دریا — B : آب آشامیدنی

پ) A : محلول ۲۰% جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی $۱/۱ g.mL^{-۱}$ — B : محلول ۵ مولار سدیم هیدروکسید

ت) A : آب خالص — B : محلول ۰/۱ مولار شکر

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ٤

۱۵- چه تعداد از موارد زیر را می‌توان به هر دو روش (تقطیر) و (صافی کربن) از آب جدا کرد؟

- نافلزها
- آلاینده‌ها
- میکروب‌ها
- حشره‌کش‌ها آفت کش‌ها
- فلزهای سمی
- ترکیب‌های‌آلی فرّار

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ٤ ٤) ٥

نویسنده و مدرس: احمدرضا جشانی پور
آدرس کانال تلگرام دهم: t.me/shimijashanipour
واتساپ جهت ثبتنام: ۰۹۳۹۲۲۶۹۰۰۱
اینستاگرام: shimijashan