

آب، آهنگ زندگی

فصل ۳



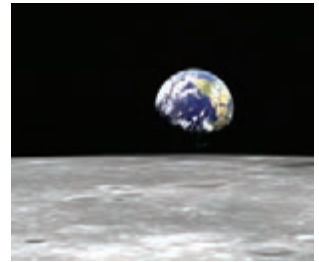
● ● ● «أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیه ۶۸، سوره واقعه ● ● ●

آیا به آبی که می نوشید، اندیشیده اید؟

● سیاره ما با جوّی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان همانند سفینه‌ای مجهز و بسیار بزرگ است. سفینه‌ای که میلیاردها مسافر خود را با منابع عظیم آب و آذوقه که در سرتاسر آن گسترده شده است، رایگان به سفر آفاق می‌برد. این مروراید آبی در سامانهٔ خورشیدی، امن‌ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان به شمار می‌رود. در این سیارهٔ آبی رنگ یکی از زیباترین جلوه‌های آفرینش، آب است. آبی که با گذر از هر راهی در زمین از روی هزاران هزار سنگ و سنگریزه بی‌هیچ منتی همراهانی را با خود تا دور دست می‌برد و در گذر پر پیچ و خم خود به هر جا، حتی درون یاخته‌های موجودات زنده نیز راه می‌یابد.

با اینکه آب در جای جای گیتی، نماد زندگی است، اما امروزه این واژه یک زنگ خطر و بیدار باش برای اصلاح رفتار ما در راستای حفظ و مصرف بهینه از منابع آن است.





شکل ۱- تصویر کره زمین که از سطح کره ماه گرفته شده است.

آیا می دانید

جرم زمین در حدود 6×10^{21} تن است، در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{4000}$ برابر جرم زمین است.

آیا می دانید

چرخه آب سالانه 4×10^{14} تن آب را در سراسر کره زمین جابه جا می کند.



چرخه آب

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است؛ به گونه ای که جرم کل آب های روی کره زمین در حدود $10^{18} \times 1/5$ تن برآورد می شود (شکل ۱). بخش عمده این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است، به گونه ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم آب، همه سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می پوشاند. آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می دهند که 5×10^{16} تن نمک در آب اقیانوس ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شوند. کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است (شکل ۲).



شکل ۲- زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند.

درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می شود و به صورت بارش در آب کره یا

سنگ کره فرود می آید. جانداران آبرزی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند. فعالیت های آتشفشانی سبب می شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند. لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تری وارد آب کره، هواکره یا سنگ کره می شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب های کربن دار را وارد بخش های گوناگون کره زمین می کنند.

ب) اکسیژن از هواکره اما دیگر مواد محلول در آب، در مسیر رودها و رودخانه ها تا (از سنگره) رسیدن به دریا، در آب حل میشوند، گاهی برخی مواد از فاضلاب های خانگی و صنعتی نیز همراه آنها به دریا وارد میشود موجودات زنده در دریا نیز خود تولیدکننده برخی از این مواد هستند. (زیستکره)

خود را بیازمایید

۱- در مورد مواد موجود در آب دریا به پرسش های زیر پاسخ دهید:

آ) چند نمونه از این مواد را نام ببرید. (آ) اکسیژن، سدیم کلرید، منیزیم کلرید، پتاسیم برمید 1- شیمی دان دریا به بررسی واکنش های شیمیایی که در اقیانوس ها و آب های ساحلی روی می دهد، توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی طبیعی از آب دریا، تأثیر آنها بر چرخه اقیانوس، معادن، کانی ها و اثر فعالیت های انسانی می پردازد. شیمی دان دریا می تواند از این دانش برای مطالعه حیات در دیگر سیاره ها نیز بهره برد.

۲- این عبارت را که «زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست» توضیح دهید.

۳- در جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان داده شده است.

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

در زمین پیوسته مواد شیمیایی 2 گوناگون در چرخه های طبیعی میان هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره جابهجا میشوند برهمکنش های فیزیکی و شیمیایی (که) این نشانه پویایی زمین از دیدگاه شیمیایی است

آ) کاتیون عنصرهای کدام گروه های جدول دوره ای در آب دریا وجود دارند؟ . آ) گروه های 2و1

ب) مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون ها بیشتر است؟ Cl^-

پ) مقدار کدام کاتیون در آب دریا از دیگر کاتیون ها بیشتر است؟ Na^+

ت) وجود انواع یون ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک های گوناگون در آن است. نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آنها باعث ورود یون های کلرید و سدیم در آب دریا می شود.

NaBr ، سدیم برمید CaCl_2 ، کلسیم کلرید MgCl_2 ، منیزیم کلرید KCl ، پتاسیم کلرید NaCl ، (ت) سدیم کلرید

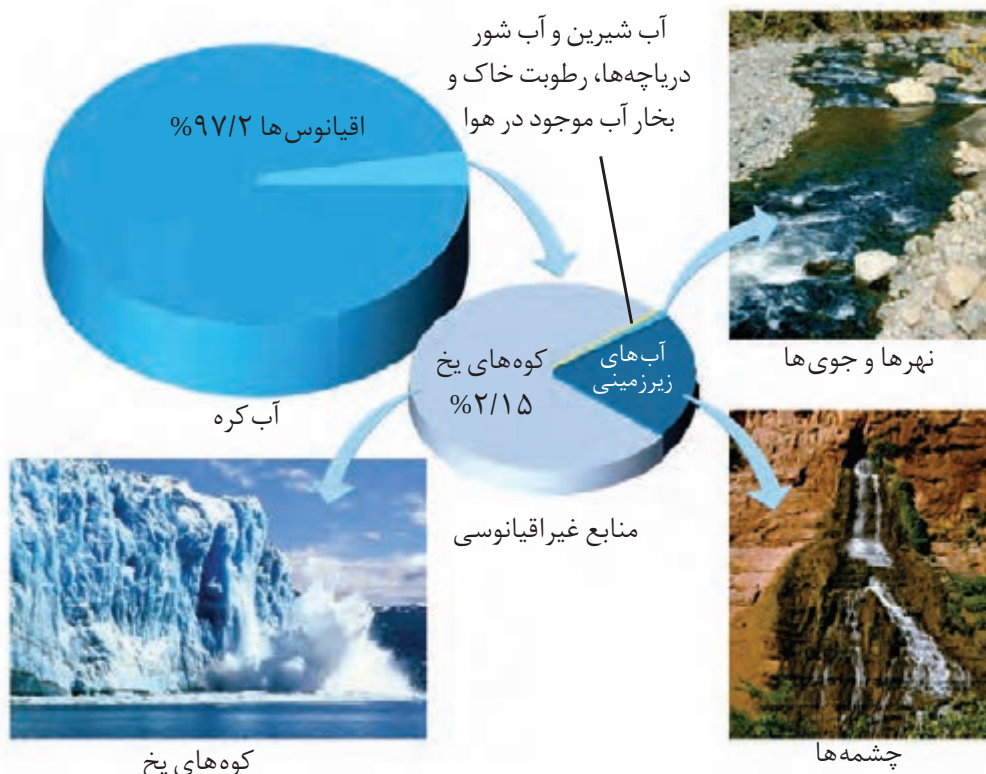
۴- اگرچه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵۰ درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه رو خواهند شد. با توجه

به شکل صفحه بعد دلیل کمبود آب برای مردم جهان را توضیح دهید.

اب شیرین در دسترس ما درصد بسیار کمی از اب های موجود در جهان را تشکیل میدهد. این ویژگی مصداق «اب مایعی کمیاب در عین فراوانی» است

آیا می دانید

آسیا پهناورترین قاره با داشتن بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است. کشور ما با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، تنها ۰/۲۶ درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد. پژوهش‌ها و برآوردها نشان می‌دهند که یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشور ما در آینده‌ای نزدیک، کمبود آب شیرین خواهد بود؛ چالشی که با مدیریت درست منابع آب می‌توان پیامدهای آن را کاهش داد. امروزه در جهان نزدیک به ۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند.



بیشتر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آنها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این رو تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌هایی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی، تهیه داروهای گوناگون و ... هستند. بنابراین ضروری است با افزایش دانش شیمی خود بتوان پاسخ پرسش‌های زیر را یافت.

خواص فیزیکی و شیمیایی آب چیست؟ چرا برخی نمک‌ها در آب دریا حل می‌شوند اما، برخی دیگر حل نمی‌شوند؟ آیا مواد شیمیایی موجود در آب دریا با یکدیگر، آبزیان و جانداران دریایی واکنش می‌دهند؟ مواد حل شده در آب دریا از کجا می‌آیند؟ کدام ویژگی آب سبب شده است تا زندگی در آب کره در زمستان و با وجود یخ زدن آب ادامه یابد؟ امید است با آموزش شیمی، شهروندانی آگاه و مسئولیت‌پذیر تربیت شوند که با تکیه بر دانش، از منابع خدادادی به طور مناسب بهره‌برداری و استفاده نموده و در عین حال از ایجاد ردپاهای سنگین و بزرگ بر روی بخش‌های گوناگون کره زمین جلوگیری نمایند.



● آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر^۱ و فراورده آن آب مقطر نام دارد.

همراهان ناپیدای آب



شکل ۳- دو نمونه از آب‌های شیرین

دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی می‌گذرند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است (شکل ۳). آیا این آب‌ها خالص‌اند یا ناخالص؟ آیا آب‌های معدنی که از رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس تهیه می‌شوند، ناخالصی دارند؟

کاوش کنید

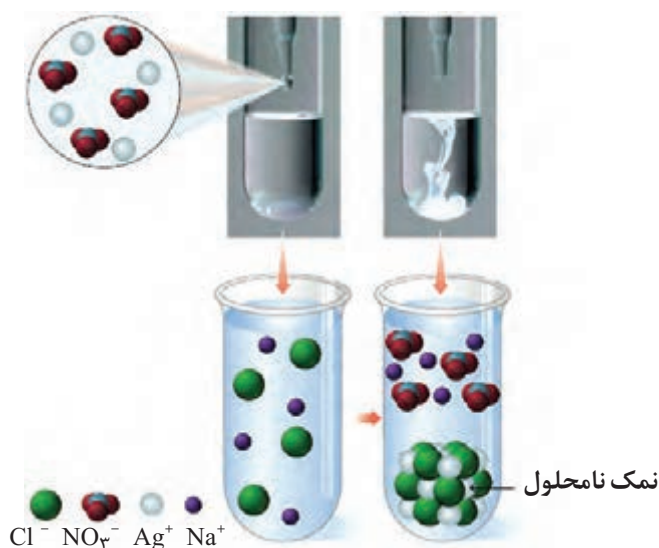
درباره «وجود برخی یون‌ها در آب» کاوش کنید.

ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: چند لوله آزمایش، قطره چکان، قاشقک، آب مقطر، نقره نیترات، سدیم فسفات، سدیم کلرید، سدیم سولفات، باریم کلرید و کلسیم کلرید. **آزمایش ۱- آ)** یک لوله آزمایش بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور کوچک سدیم کلرید به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید.

ب) لوله آزمایش دیگری بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور نقره نیترات به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید. **پ)** اکنون با استفاده از قطره چکان، چند قطره از محلول نقره نیترات تهیه شده را درون محلول سدیم کلرید بریزید. مشاهده خود را بنویسید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ **ت)** با توجه به شکل زیر، معادله شیمیایی واکنش را بنویسید و آن را موازنه کنید.



• رسوب سفید نقره کلرید از واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید تشکیل می‌شود.



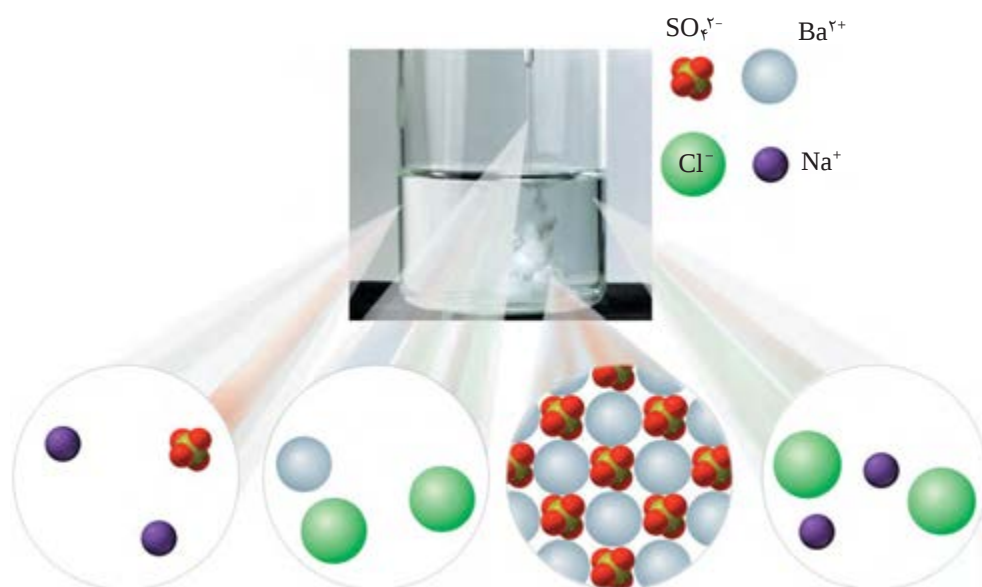
آزمایش ۲-آ) آزمایش ۱ را با سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهده خود را بنویسید.

ب) هرگاه بدانید که کلسیم فسفات، $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و سدیم کلرید فراورده‌های واکنش هستند، معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.

آزمایش ۳-دانش آموزی برای شناسایی یون باریم در محلول آبی، آزمایشی طراحی کرده است. شکل زیر نمایی از آن را نشان می‌دهد.

آ) این آزمایش را انجام دهید.

ب) معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.



آزمایش ۴-از یک منبع آب آشامیدنی (آب شیر، آب معدنی، آب چشمه یا آب قنات) دو نمونه تهیه کنید، سپس با انجام آزمایش، وجود یون‌های کلرید و کلسیم را در آنها بررسی کنید.

آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است (شکل ۴). برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید می‌افزایند زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

• در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب را تغییر می‌دهد.

• تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.



شکل ۴- برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

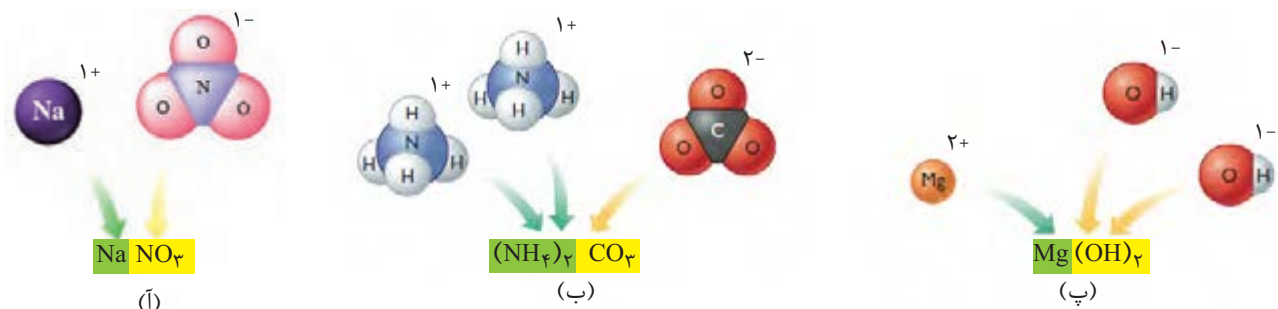
• یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چنداتمی نام دارد.

برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، مانند Na^+ ، Cl^- ، Ca^{2+} و F^- تک‌اتمی هستند، در حالی که برخی دیگر مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-}) از چند اتم تشکیل شده‌اند. این یون‌ها را **یون‌های چند اتمی**^۱ می‌نامند. پتاسیم سولفات، ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک اتمی پتاسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).



شکل ۵- یون‌های سازنده پتاسیم سولفات و فرمول شیمیایی آن (توجه کنید در یون چند اتمی SO_4^{2-} ، بار الکتریکی 2^- به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است).

برای نوشتن فرمول شیمیایی این ترکیب‌ها، نخست نماد کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسند. با توجه به اینکه یک ترکیب یونی خنثی است، بر این اساس شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها را مشخص می‌کنند و به صورت زیروند در سمت راست هر یون قرار می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶- نام و فرمول شیمیایی (آ) سدیم نیترات، (ب) آمونیوم کربنات و (پ) منیزیم هیدروکسید

خود را بیازمایید

۱- جدول زیر 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	LiCl لیتیم کلرید		Li_2SO_4 لیتیم سولفات		
Mg^{2+} یون منیزیم	MgCl2 منیزیم کلرید				$\text{Mg}(\text{OH})_2$ منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+} یون آهن (II)	FeCl2				
Al^{3+} یون آلومینیم					
NH_4^+ یون آمونیوم				$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ آمونیوم کربنات	NH_4OH آمونیوم هیدروکسید

۲- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند N، P، S و ...

نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را (آ) از انحلال هر واحد آن سه یون (دو کاتیون آمونیوم و یک آنیون سولفات) تولید میشود-2 در اختیار گیاه قرار می دهد.

(آ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می شود؟ توضیح دهید.

(ب) ساختار لوویس یون های آمونیوم و سولفات را رسم کنید.
پایدار

ذرات حل شونده در محلول به طور یکنواخت باقی میمانند و ته نشین نمیشوند

قابل بازگشت

در برخی موارد، میتوان با استفاده از روشهای مختلف، حل شونده را از محلول جدا کرد

محلول یک مخلوط همگن از دو یا چند ماده (است که در آن یک یا چند ماده (حل شونده در ماده دیگر (حلال) حل شده است. محلولها میتوانند در هر یک از سه حالت فیزیکی جامد، مایع یا گاز وجود داشته باشند): اجزای اصلی محلول

حلال: مادهای است که حل شونده را در خود حل میکند. حلال معمولاً در مقادیر بیشتری نسبت به حل شونده وجود دارد حل شونده: مادهای است که در حلال حل میشود

انواع محلولها

محلول مایع: مانند آب نمک (نمک در آب) یا (شرbet) (شکر در آب)
محلول گازی: مانند هوا (مخلوطی از گازهای مختلف)
محلول جامد: مانند آلیاژها

ویژگیهای محلول

همگن

اجزای محلول به طور یکنواخت در تمام نقاط محلول پراکنده شدهاند

شفاف یا کدر

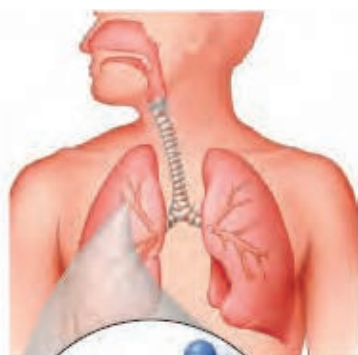
بسته به نوع حل شونده و حلال، محلول میتواند شفاف یا کدر باشد

محلول و مقدار حل شونده‌ها

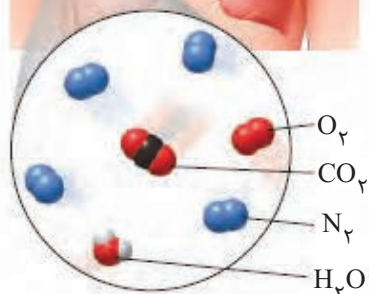
همه ساله خانه‌خدا را با گلاب ناب کاشان شست و شوی می‌دهند.

محلول^۱، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در

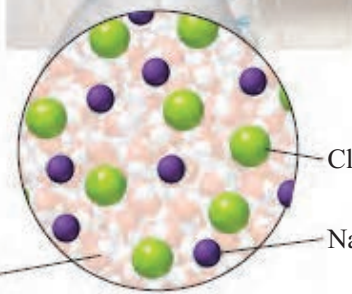
سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).



(پ)



(آ)



(ب)



(ت)

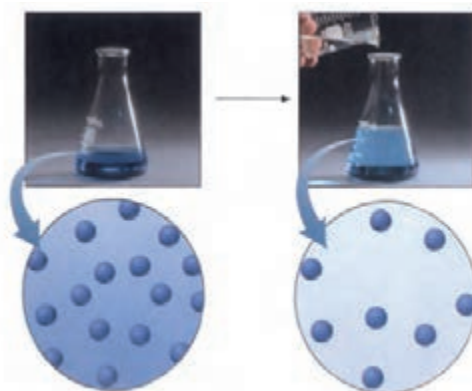
شکل ۷- برخی محلول‌ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاک که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهاست، (ب) سرم

فیزیولوژی محلول نمک در آب است، (پ) ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است و (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده‌آلی در آب است.

در محلول آبی ضد یخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

برخی محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ هستند.

هنگامی که گفته می‌شود محلولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده (ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صبحانه گفته باشید که چای شیرین من خیلی غلیظ است. این گفته نشان می‌دهد که یا مقدار شکر موجود در چای شما زیاد بوده یا چای شما بسیار پررنگ بوده است (شکل ۹).



شکل ۹- در چای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.

شکل ۸- نمای ذره‌ای از محلول آبی رقیق و غلیظ مس (II) سولفات

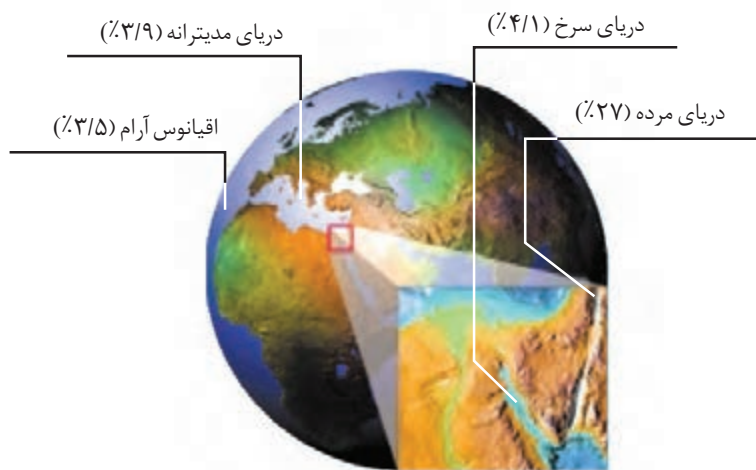
آیا می دانید

دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیاست که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از 20° گرم از انواع حل شونده ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی $1/148$ گرم بر سانتی متر مکعب و با $pH=7/5$ گزارش شده است.

کاتیون های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^{+} ، K^{+} ، Ca^{2+} ، Li^{+} و Mg^{2+} و آنیون های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^{-} ، SO_4^{2-} و HCO_3^{-} است. مقدار Na^{+} و Cl^{-} در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش ها نشان می دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت های جبران ناپذیر و رد پای سنگینی بر زیست بوم منطقه برجای خواهد گذاشت.



مقدار نمک های حل شده در آب دریاهای گوناگون نیز با هم تفاوت دارد (شکل ۱۰). برای نمونه در هر 10° گرم از آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود 27 گرم حل شونده (انواع نمک ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه های شور دنیاست که مقدار نمک های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می آید.



شکل ۱۰- مقدار نمک های حل شده در آب دریاهای گوناگون

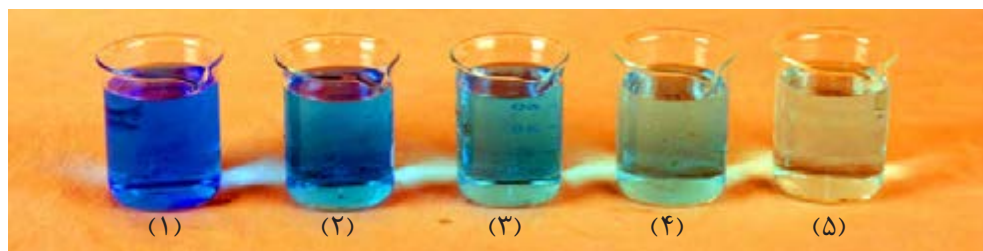
در درس علوم آموختید که هر محلول از دو جزء، **حلال**^۱ و **حل شونده**^۲ تشکیل شده است. درواقع، حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می کند و شمار مول های آن بیشتر است. خواص محلول ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. بنابراین دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

شیمی دان ها **غلظت** یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول های گوناگونی سرو کار دارند که مقدار حل شونده در آنها در گستره ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول ها را به روش های گوناگون بیان می کنند. در اینجا سه مورد از انواع غلظت محلول ها بررسی می شود.

قسمت در میلیون

هر گاه $5/$ گرم مس (II) سولفات را در $99/5$ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق تر کنیم، محلولی

بسیار کم رنگ پدید می‌آید که گویی رنگ ندارد. ظاهر بی‌رنگ آن نشان می‌دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل‌شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- در هر ۱۰۰ گرم محلول شماره ۵، حدود ۰/۰۰۰۰۵ گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از کمیتی به نام **قسمت در میلیون (ppm)** استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد. ppm از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

توجه کنید در این رابطه، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

نمونه حل شده

در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، ۰/۰۵ میلی‌گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

پاسخ:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{5 \times 10^{-5} \text{ g}}{200 \text{ g}} \times 10^6 = 0/25 \text{ ppm}$$

در میان تارنماها

با مراجعه به منابع معتبر علمی، درباره اینکه «غلظت یون نیترات (NO_3^-) در آب آشامیدنی باید کمترین مقدار ممکن باشد» اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گزارش کنید.

غلظت به معنای میزان یک ماده حلشونده در یک مقدار معین از ماده دیگر (حلال یا محلول) است. به عبارت دیگر، نشان می‌دهد که یک ماده خاص در یک مخلوط چقدر متمرکز است. انواع غلظت:

غلظت مولی (مولاریته): تعداد مولهای حلشونده در یک لیتر محلول

غلظت جرمی: جرم حل‌شونده در واحد حجم محلول

غلظت حجمی: حجم حل‌شونده در واحد حجم محلول

درصد جرمی: نسبت جرم حل‌شونده به جرم کل محلول ضربدر ۱۰۰

درصد حجمی: نسبت حجم حل‌شونده به جرم کل محلول ضربدر ۱۰۰

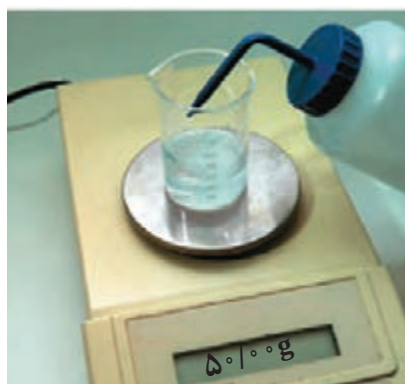
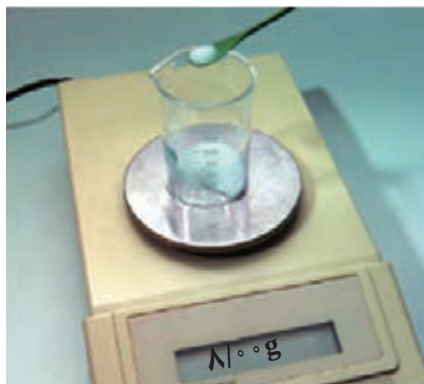
فرمالیته: تعداد گرم فرمول ماده حلشونده در لیتر محلول

آیا می‌دانید

سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی $1/22 \text{ ppm} - 0/7$ اعلام کرده است. اگر مقدار یون فلوئورید از این گستره کمتر باشد، کارایی خود را از دست می‌دهد. از سوی دیگر، مصرف بیش از اندازه یون F^- باعث ایجاد خال یا لکه‌هایی به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می‌شود. با ادامه مصرف یون فلوئورید، لکه‌ها قهوه‌ای شده، به تدریج فرو رفتگی ایجاد می‌شود.

با هم بیندیشیم

مربی آزمایشگاه پس از قرار دادن بشر روی ترازو، جرم آن را روی صفر تنظیم کرده و سپس با افزودن مقدار معینی پتاسیم کلرید (حل شونده) و آب (حلال)، محلولی تهیه می کند. با توجه به شکل های زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) جرم حل شونده، محلول و حلال را تعیین کنید.

ب) برای تهیه ۱۰۰ گرم از این محلول به چند گرم حل شونده و چند گرم حلال نیاز است؟

پ) غلظت پتاسیم کلرید در این محلول ۱۶ درصد جرمی است. با این توصیف، مفهوم درصد

جرمی را توضیح دهید.

ت) رابطه ای برای محاسبه درصد جرمی محلول بیابید.

ث) بر روی ظرف حاوی محلول شست و شوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹٪

درصد» نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.

● درصد جرمی را با نماد %W/W

نشان می دهند که هم ارز با شمار

قسمت های حل شونده در ۱۰۰

قسمت از محلول است.

آیا می دانید

بستر اقیانوس ها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون را دارد. پژوهش ها نشان می دهند که کلوخه های کف اقیانوس ها تا ۲۴ درصد منگنز (Mn)، ۱۴ درصد آهن (Fe) و مقدار کمتری مس (Cu)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) دارد. به همین دلیل گروه های اکتشافی زیادی در سراسر دنیا وجود دارند که به بررسی ترکیب شیمیایی بستر اقیانوس ها و دریاها می پردازند. همچنین جالب است بدانید که اکتشاف این منابع به مرز آبی کشورها محدود نمی شود.

خود را بیازمایید

۱- جدول زیر غلظت برخی یون ها را در یک نمونه از آب دریا نشان می دهد، آن را کامل کنید.

نام یون	نماد یون	میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	غلظت یون
یون کلرید	Cl ⁻	۱۹۰۰۰	۱۹/۱۰۰۰*۱۰۰=۱/۹
یون سدیم	Na ⁺	۱۰۵۰۰	۱۰/۵/۱۰۰۰*۱۰۰=۱/۰۵
یون سولفات	SO ₄ ^{۲-}	۲۶۵۵	
یون منیزیم	Mg ^{۲+}	۱۳۵۰	
یون کلسیم	Ca ^{۲+}	۴۰۰	
یون پتاسیم	K ⁺	۳۸۰	

تبلور جامدسازی اتمها یا مولکولها و تبدیل آنها به ساختاری منظم تحت عنوان بلور میگویند. به طور معمول، از عبارت تبلور مواد در تعریف رسوب آهسته یک بلور استفاده میکنند. البته در فرآیندهای همچون انجماد و رسوب مستقیم یک گاز هم از تبلور بهره میگیرند



- ۲- جرم کل آبهای زمین در حدود $10^{18} \times 1/5$ تن است. اگر مقدار نمکهای حل شده در این آبها برابر با $3/5$ درصد باشد، حساب کنید چند تن از انواع نمک در آنها وجود دارد؟
- ۳- با توجه به شکل، درصد جرمی قند موجود در هریک از نوشابههای گازدار را تعیین کنید.

پیوند با صنعت

دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود $10^{16} \times 5$ تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده، در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می‌شود. بلورهایی که شامل انواع نمک‌ها هستند.

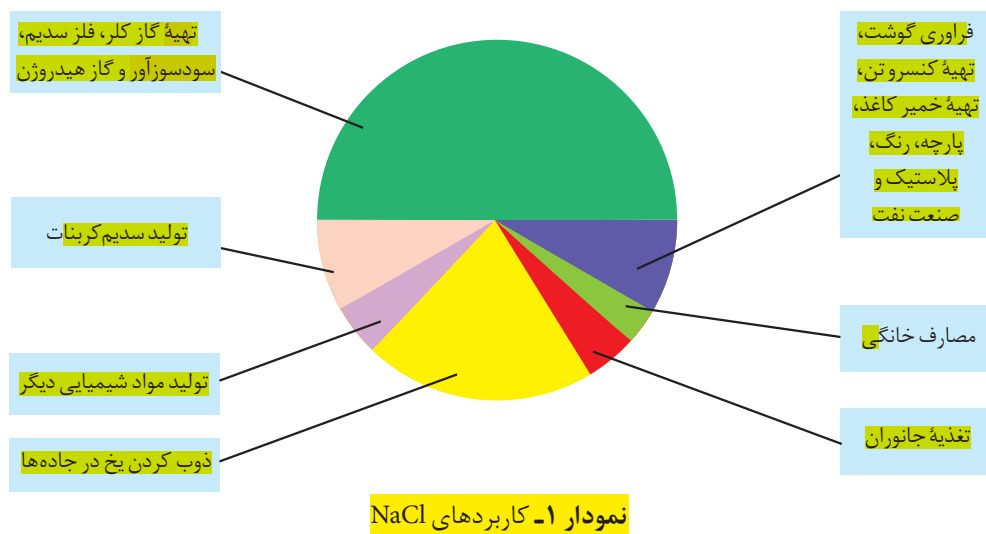
مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور^۱ از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- استخراج و جداسازی سدیم کلرید به روش تبلور

نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد (نمودار ۱).

● جداسازی حل‌شونده از محلول
به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند.



فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریا است؛ با استخراج آن از آب دریا در شیمی (۳) آشنا خواهید شد.

غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.

با این توصیف نباید چنین تصور شود که تهیه محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است. تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است (چرا؟).

از سوی دیگر شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند در واقع مبنای محاسبه‌های کمی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می‌رسد بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر خواهد بود که با مول‌های ماده حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی^۱ (مولار) می‌نامند.

● هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. از این رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

۱- Molar Concentration

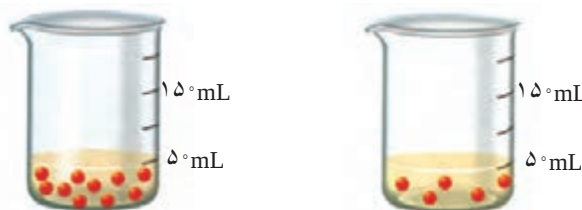
(کمیتی است که غلظت یک محلول را با بیان تعداد مول حل‌شونده در واحد حجم محلول (معمولاً لیتر) نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، نشان‌دهنده تعداد مول از ماده حل‌شونده در یک لیتر از محلول است.)

با هم بیندیشیم

- محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول، ۱ mol سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رو در ۱ لیتر از این محلول، ۱ مول و در ۱ لیتر از آن، ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.

۱- شکل زیر دو محلول از یک نوع حل شونده را در آب نشان می‌دهد. با توجه به آن به

پرسش‌ها پاسخ دهید.



- (آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟
(ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟

(پ) اگر هر ذره حل شونده در شکل هم‌ارز با 10^{-3} مول باشد، نسبت مول‌های حل شونده

به حجم محلول (بر حسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به دست آورید.

(ت) کمیت به دست آمده در قسمت «پ»، غلظت مولی نام دارد. آن را در یک سطر تعریف و

یکای آن را مشخص کنید.

(ث) براساس غلظت مولی محاسبه شده، کدام محلول رقیق‌تر است؟ چرا؟

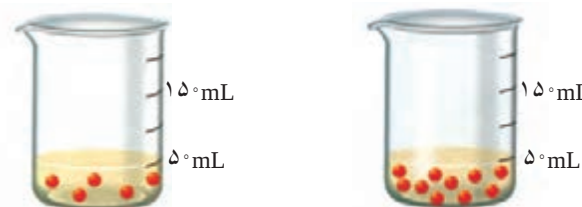


- دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

$$(1 \text{ dL} = 100 \text{ mL})$$

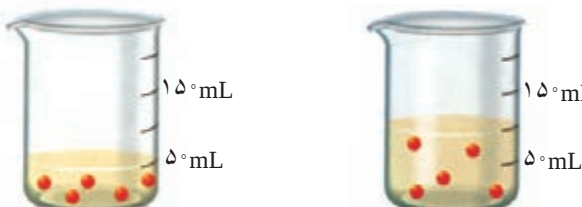
(ت) شمار مول‌های حل شونده در یک لیتر محلول، غلظت مولی (مولار) نامیده mol.L^{-1} (میشود و با یکای مول بر لیتر بیان 1)

۲- با توجه به شکل، هریک از جمله‌های زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.
(آ) با افزودن مقداری ~~محلول~~ به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول ~~کاهش~~ می‌یابد. ~~حل شونده~~



(ب) با افزودن مقداری ~~حل شونده~~ ^{حلال} به محلولی با غلظت معین، غلظت محلول ~~کاهش~~ ^{افزایش} می‌یابد.

(ث) محلول سمت راست با غلظت مولی 0/1 مولار رقیق‌تر از محلول سمت چپ با غلظت مولی 0/2 مولار است زیرا تعداد مولهای حل شونده در واحد حجم (یا حجم یکسان) کمتر است



انحلال پذیری یا حل شوندگی مفهومی بنیادی در علم شیمی و مبحث محلولها است که میزان حل شدن یک ماده (جامد، مایع یا گاز) را در یک حلال مشخص (جامد، مایع یا گاز) بیان میکند. این کمیت با عواملی چون نوع (حلال، دما و فشار رابطه دارد. هر محلولی یک مقدار مشخص از یک حلشونده را میتواند در خود حل کند

نمونه حل شده

برای تهیه ۲۵۰ mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ مول بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده

نیاز است؟

پاسخ:

$$\text{روش نخست: } \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{\text{مول های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \text{غلظت مولی}$$

$$\frac{n(\text{KI})}{0.25 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \longrightarrow n = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$$

روش دوم: محلول ۰/۲ مولار پتاسیم یدید نشان می دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰/۲

مول KI حل شده است که از آن می توان به عامل تبدیل $\frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}}$ دست یافت.

$$? \text{ mol KI} = 0.25 \text{ L KI(aq)} \times \frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}} = 0.05 \text{ mol KI}$$

آیا نمک ها به یک اندازه در آب حل می شوند؟

آمارها نشان می دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این

بیماری افزون بر زمینه ژن شناختی می تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از

حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی

ایجاد شود. آیا بین میزان حل شدن نمک ها در آب و تشکیل سنگ کلیه رابطه ای وجود دارد؟ **بله**

برای پاسخ به این پرسش، دانستن و درک مفهوم انحلال پذیری ضروری است.

شیمی دان ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل

می شود، انحلال پذیری آن ماده می نامند. در این عبارت، واژه «بیشترین» نشان دهنده رسیدن

محلول به حالت سیر شده است، محلولی که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند.

جدول ۱، انحلال پذیری برخی مواد را در آب و ۲۵°C نشان می دهد.

جدول ۱- انحلال پذیری برخی مواد در آب (۲۵°C)

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / ۱۰۰ g H ₂ O)
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	۲/۱×۱۰ ^{-۴}
باریم سولفات	BaSO ₄	۱/۹×۱۰ ^{-۴}

محلول

کم محلول

نامحلول

محلول سیر نشده، سیر شده و فراسیر شده :محلولها بر حسب مقدار حل شونده به سه دسته تقسیم میشوند

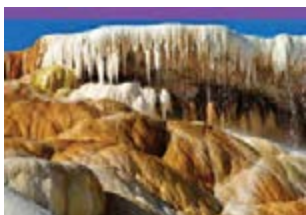
آیا می دانید

بیماری نقرس به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به ویژه انگشتان دست ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می شود. این عیوب هنگامی پدید می آید که مقدار این نمک از انحلال پذیری آن در 37°C و در خوناب (پلاسمای خون) بیشتر باشد.



آیا می دانید

در برخی نقاط جهان چشمه های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ های آهکی مقداری از این سنگ ها را در خود حل می کند. آب این چشمه ها با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم اندازهای زیبایی پدید می آورند، زیرا انحلال پذیری CaCO_3 در آب و دمای 25°C در حدود $10^{-4} \times 7$ گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به صورت جامد از محلول سیر شده جدا می شود.



جدول ۱، نشان می دهد که در 25°C در 100g آب، هر مقدار کمتری از 36g سدیم کلرید می تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می آید. در حالی که در این دما، حداکثر 36g سدیم کلرید می تواند در 100g آب حل شود تا 136g محلول سیر شده به دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیه محلول سیر شده ای از کلسیم سولفات باید $23\text{g}/100\text{g}$ از آن را در 100g آب حل نمود.

خود را بیازمایید

۱- اگر 19g سدیم نیترات را در 25°C درون 200g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول سیر شده:

(آ) چند گرم محلول به دست می آید؟

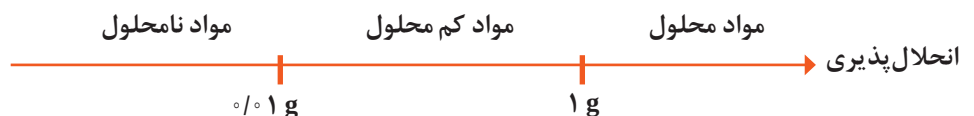
(ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می ماند؟

۲- اغلب سنگ های کلیه از رسوب کردن برخی نمک های کلسیم دار در کلیه ها تشکیل می شوند، با این توصیف:

(آ) مقدار این نمک ها در ادرار افراد سالم از انحلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

(ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می شوند، مقدار این نمک ها در ادرار از انحلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

۳- شیمی دان ها مواد حل شونده جامد را براساس انحلال پذیری در آب و دمای اتاق به صورت زیر دسته بندی می کنند:



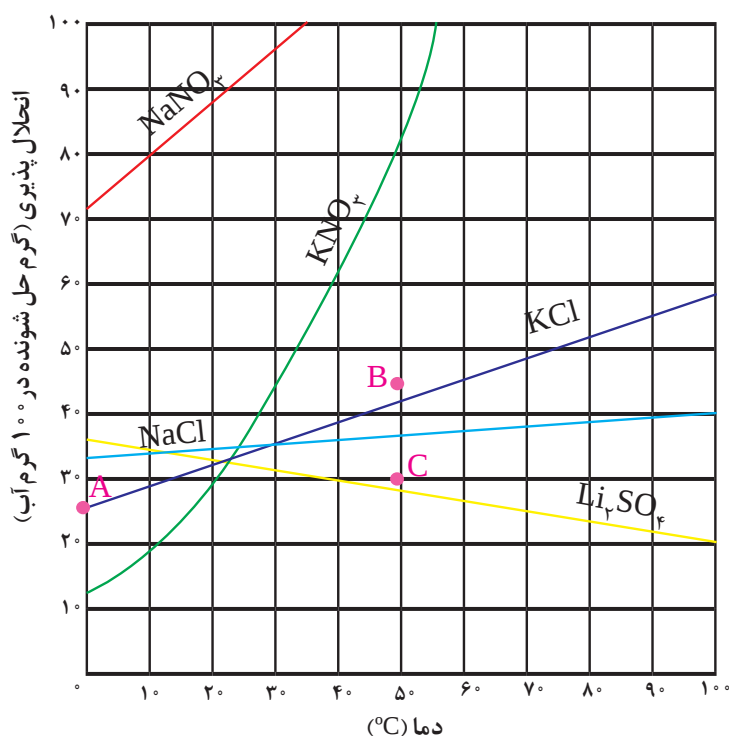
هر یک از ترکیب های جدول ۱ را در این دسته بندی جای دهید.

دریافتید که انحلال پذیری نمک ها به نوع آنها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری آنها یکسان نیست به طوری که انحلال پذیری برخی نمک ها با افزایش دما، افزایش یافته و برخی دیگر کاهش می یابد (نمودار ۲).

محلول سیر نشده: محلولی که در دمای معین میتواند مقدار بیشتری حل شونده را در خود حل کند

محلول سیر شده: محلولی که در دمای معین نمیتواند مقدار بیشتری حل شونده را در خود حل کند

محلول فراسیر شده: محلولی که در دمای معین مقدار بیشتری از محلول سیر شده در خود، حل شونده دارد



تغییر انحلال پذیری نمکها در آب با تغییر دما

اغلب نمکها با افزایش دما، انحلال پذیریشان افزایش مییابد مانند NaNO_3 ، KNO_3 ، KCl

انحلال پذیری برخی نمکها با افزایش دما کاهش مییابد مانند Li_2SO_4

نمودار زیر نشاندهنده این است که رابطه این انحلال پذیری نمکها با دما گاهی اوقات به صورت خطی نیست مانند KNO_3 که شیب ثابت ندارد

نمودار ۲- انحلال پذیری برخی ترکیبهای یونی در آب بر حسب دما

نمودار ۲، نمودار «انحلال پذیری - دما» نامیده می شود که برای هر نمک براساس آزمایش و از داده های تجربی آن به دست آمده است. مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلال پذیری اغلب نمک ها افزایش می یابد.

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلال پذیری لیتیم سولفات در 85°C چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال پذیری آن برابر با 28g است؟

ب) هریک از نقطه های B و C نسبت به منحنی انحلال پذیری KCl نشان دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ) هنگامی که 133g محلول سیرشده لیتیم سولفات را از دمای 2°C تا دمای 7°C گرم می کنیم، چه رخ می دهد؟ توضیح دهید.

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

ث) نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl، عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

• حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

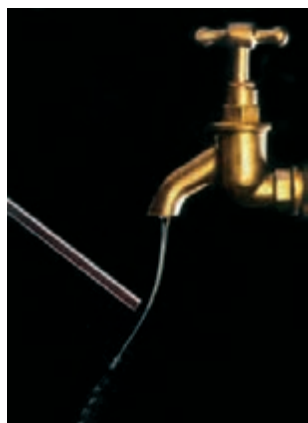
او توانست با استفاده از داده های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.
 (آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟
 (ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در 7°C پیش بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{\text{gKCl}}{۱۰۰\text{gH}_2\text{O}})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:
 (آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.
 (ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی



آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود.
 وجود و تبدیل این حالت ها به یکدیگر زندگی را در سیاره آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی های گوناگون و شگفت انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می رسد.

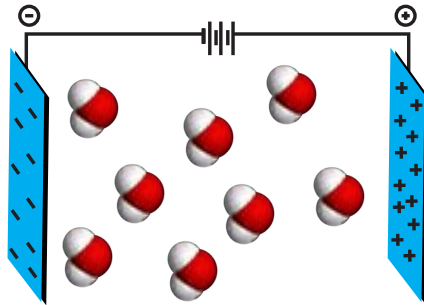
در درس علوم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول های آب به سوی آن جذب می شوند (چرا؟).

شکل ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه ای مالش داده شده به موی سر.

در شیمی دهم، مولکولهای قطبی و ناقطبی بر اساس توزیع بار الکتریکی در اطراف مولکول تعریف میشوند. مولکولهای قطبی دارای عدم تعادل در توزیع بار بوده و دارای بارهای جزئی مثبت و منفی هستند، در حالی که مولکولهای ناقطبی دارای توزیع متقارن بار و بدون بار جزئی هستند.

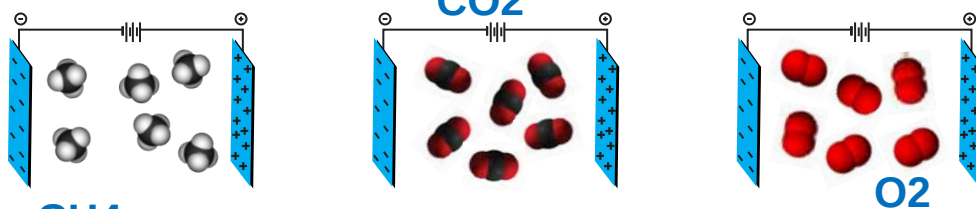
این رفتار مولکولهای آب از ویژگیهای ساختاری آن سرچشمه می گیرد. شکل مولکول آب خمیده (V شکل) بوده و در آن هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل است.

نوع اتمهای سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین کننده ای در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول ها در یک میدان الکتریکی قرار می گیرند، جهت گیری می کنند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی

نحوه جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی نشان می دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می دهند. شیمی دان ها به مولکول هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند، مولکول های دوقطبی یا قطبی^۱ می گویند. این درحالی است که مولکول های سازنده ترکیب هایی مانند گاز اکسیژن (O_2)، کربن دی اکسید (CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند (شکل ۱۶). چنین مولکول هایی، ناقطبی نامیده می شوند.

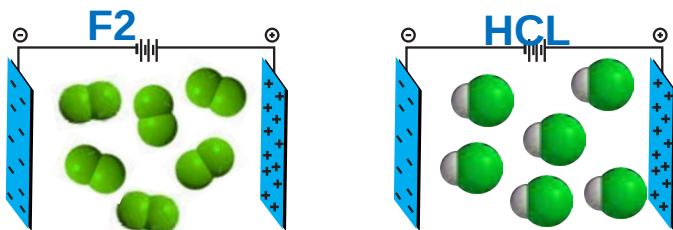


شکل ۱۶- رفتار مولکول های O_2 ، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

به طور کلی، اگر اتم مرکزی در یک مولکول دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد یا اتمهای اطراف اتم مرکزی یکسان نباشند، مولکول قطبی خواهد بود.

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر مولکول های F_2 و HCl با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی نشان می دهد.



این تقارن در توزیع الکترونها منجر به خنثی بودن بار مولکول میشود و هیچ بار جزئی مثبت یا منفی ایجاد نمیشود.

(آ) کدام یک دارای مولکول‌های قطبی است؟ چرا؟ **HCl**

(ب) اگر نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با $-188^\circ C$ و $-85^\circ C$ باشد، نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی تر است؟ توضیح دهید.

(پ) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی، نقطه جوش بالاتری دارد.

۲- جرم مولی گازهای نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) برابر است، بر این اساس: (آ) پیش‌بینی کنید مولکول‌های دواتمی کدام گاز در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟ چرا؟ (ب) کدام یک در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟ توضیح دهید.

خود را بیازمایید

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

ویژگی	ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	گاز	مایع	جامد	
جرم مولی ($g\ mol^{-1}$)	۷۱	۱۶۰	۲۵۴	

(آ) آیا مولکول‌های سازنده این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟ (ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی تر است؟ توضیح دهید.

(پ) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با کاهش افزایش جرم مولی، دمای جوش کاهش می‌یابد.

● به برهم‌کنش‌های میان

مولکول‌های سازنده یک ماده،

نیروهای بین مولکولی^۱ می‌گویند؛

نیروهایی که ذره‌های سازنده گاز به

یکدیگر وارد می‌کنند یا نیروهایی

که مولکول‌های مواد به حالت

مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه

می‌دارند.

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند. گازها،

دارای مولکول‌های مجزا با کمترین برهم‌کنش‌ها هستند. اما برهم‌کنش مولکول‌ها در مایع‌ها

بیشتر است و در جامدها، برهم‌کنش‌ها میان مولکول‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن

برسد. از این رو در شرایط یکسان، نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع

و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است. البته باید توجه داشت که نیروهای بین مولکولی

به‌طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آنها وابسته است.

جدول ۲ برخی ویژگی‌های آب را در مقایسه با هیدروژن سولفید نشان می‌دهد.

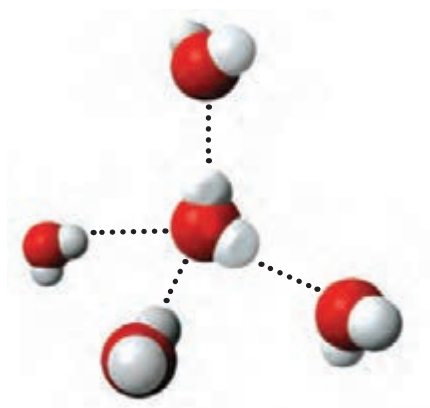
جدول ۲- مقایسه برخی ویژگی‌های آب با هیدروژن سولفید (فشار = ۱ atm)

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی (gmol^{-1})	حالت فیزیکی (25°C)	نقطه جوش ($^\circ\text{C}$)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

مطابق جدول، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد به طوری که تفاوتی برابر با 16°C را نشان می‌دهد. گویی نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از آنچه انتظار می‌رود، قوی‌تر است. اما چرا؟ دلیل این تفاوت را در کجا باید جستجو کرد؟

با جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی آشنا شدید. این ویژگی مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام **گشتاور دوقطبی**^۱ است؛ کمیتی تجربی که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. برای نمونه گشتاور دوقطبی مولکول‌هایی مانند O_2 ، CO_2 و CH_4 برابر با صفر است (چرا؟)، در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1/85\text{D}$ و 0.97D است. این کمیت‌ها نشان می‌دهند که میزان قطبیت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است. از این رو نیروهای جاذبه میان مولکول‌های H_2O به اندازه‌ای قوی است که در شرایط اتاق می‌تواند این مولکول‌ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد (شکل ۱۷).

● گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌ها را با یکای دبای (D) گزارش می‌کنند.



شکل ۱۷- پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های H_2O

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه آب که دارای شمار

بسیاری مولکول H_2O است، سر مثبت هر مولکول، سر منفی مولکول همسایه را جذب می‌کند.

از این رو در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبه قوی از سوی

اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروهای جاذبه قوی میان مولکول‌های آب

که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می‌کند، پیوندهای هیدروژنی^۱ نامیده می‌شود.

آیا تنها میان مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز

می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؟

با هم ببیندیشیم

۱- دو جدول زیر برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول

دوره‌ای را نشان می‌دهند.

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطه جوش ($^{\circ}C$)	ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
HF	۲۰	۱۹	NH_3	۱۷	-۳۳/۵
HCl	۳۶/۵	-۸۵	PH_3	۳۴	-۸۷/۵
HBr	۸۱	-۶۷	AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

آ) در میان ترکیب‌های هر جدول انتظار دارید مولکول‌های کدام ماده توانایی تشکیل

پیوندهای هیدروژنی را داشته باشد؟ توضیح دهید.

ب) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم ضعیف‌ترین

هیدروژن به یکی از اتم‌های ~~F و Cl و Br~~ با پیوند اشتراکی متصل است.
 F و N ، O

۲- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه

به کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هریک از نقطه جوش‌های $^{\circ}C$ ۵۶

و $^{\circ}C$ ۷۸ مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	$CH_3C(=O)CH_3$	۵۸

• به جز پیوندهای هیدروژنی،
به نیروهای جاذبه بین مولکولی،
نیروهای وان دروالس^۲ می‌گویند.

آیا می‌دانید

میان مولکول‌های HF به حالت مایع پیوندهای هیدروژنی وجود دارد. این نیروها به اندازه‌ای قوی هستند که مولکول‌های این ماده در حالت بخار نیز به صورت مجموعه‌های دوتایی، سه‌تایی و گاهی چندتایی با پیوندهای هیدروژنی به هم متصل‌اند.

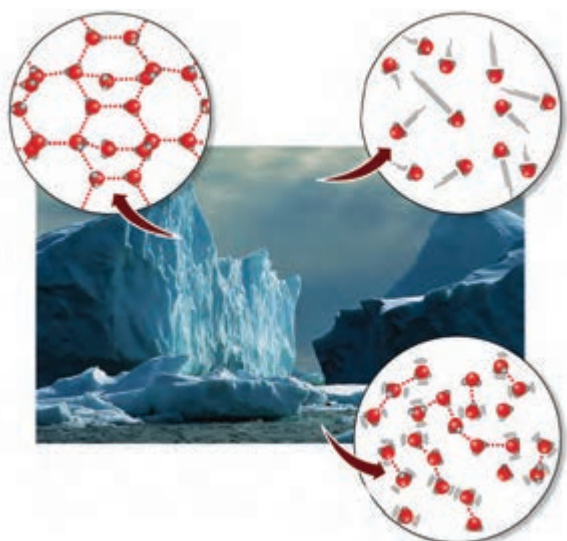
آیا می‌دانید

ابوبکر محمد بن زکریای رازی (۳۰۹ - ۲۴۳ هجری شمسی) شیمی‌دان، ریاضی‌دان، فیلسوف، ستاره‌شناس و پزشک ایرانی است. وی ترکیب‌های شیمیایی متعددی را تهیه کرد که از آن میان می‌توان به اتانول اشاره کرد. با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره این شخصیت برجسته ایرانی- اسلامی اطلاعات جمع‌آوری کرده، نتیجه را به صورت روزنامه دیواری در کلاس ارائه دهید.



پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- حالت‌های فیزیکی آب

در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند کندوی زنبور عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش ضلعی است (شکل ۱۹).

خود را بیازمایید

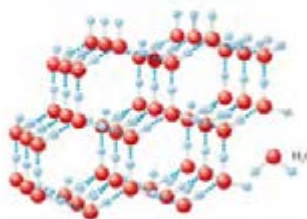
با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) شکل سمت چپ نشان می‌دهد، جرم آب و یخ یکسان بوده اما آب پس از انجماد و تبدیل شدن به یخ، با افزایش حجم همراه است، از اینرو چگالی یخ کمتر از آب است به همین دلیل یخ روی آب شناور میماند

آیا می‌دانید

ابرهارا می‌توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به‌طور عمده به‌صورت ریزقطره‌هاست. برآورد می‌شود که حدود $15/000/000$ ریزقطره در شرایط مناسب می‌توانند یک قطره باران را بسازند؛ با این توصیف چگالی ابرها بسیار کم است و هواپیماها به آسانی از آنها گذر می‌کنند.



شکل ۱۹- حلقه‌های شش ضلعی مبنای شکل دانه‌های برف.

آیا می‌دانید

کندوی زنبور عسل از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل شده است. به همین دلیل استحکام قابل ملاحظه‌ای دارد.



(ب) آب موجود در یاخته های کلم، هنگام انجماد و تبدیل شدن به یخ، با افزایش حجم همراه بوده و باعث پاره شدن دیواره یاخته و تخریب آن میشود

(آ) با نوشتن دلیل، چگالی جرم یکسانی از آب و یخ را در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر مقایسه کنید.

(ب) چرا دیواره یاخته ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می شوند؟

آب و دیگر حلال ها



- هوا و آب دریا از جمله محلول هایی هستند که از یک حلال و چند حل شونده تشکیل شده اند.

آب فراوان ترین و رایج ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می تواند بسیاری از ترکیب های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول های آبی^۱ در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند. اما همه محلول ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می دهد که به عنوان حلال به کار می روند.

جدول ۳- سه حلال آلی و برخی ویژگی های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	>0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>0	حلال برخی چربی ها، رنگ ها و لاک ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)

به محلول هایی که حلال آنها آلی است، محلول های غیر آبی^۲ می گویند. شکل ۲، دو نمونه از این محلول ها را نشان می دهد.

- برخی مواد شیمیایی مانند اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند. از این رو نمی توان محلول سیر شده ای از آنها تهیه کرد.



(آ)



(ب)

- گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن ها ناچیز و در حدود صفر است.

شکل ۲- دو نمونه محلول غیر آبی (آ) محلول ید در هگزان و (ب) بنزین خودرو

خود را بیازماید

آیا حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر هر یک از مخلوط های زیر یکسان و یکنواخت

است؟ چرا؟

در ظرف (آ) حالت فیزیکی در سرتاسر مخلوط یکسان است زیرا آب و هگزان هر دو به حالت مایع هستند اما ترکیب شیمیایی متفاوت است.



(آ) آب و هگزان



(ب) آب و یخ

در ظرف (ب) حالت فیزیکی در سرتاسر مخلوط یکسان نیست زیرا یخ، حالت جامد و آب، حالت مایع دارد اما بوده و یکسان است H_2O ترکیب شیمیایی هر دو

^۱ - Aqueous Solutions

^۲ - Non - Aqueous Solutions

هگزان از مولکولهای ناقطبی اما آب از مولکولهای قطبی تشکیل شده است

نتیجه: اگر هر دو ویژگی حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر مخلوط یکسان باشد، آن را محلول و اگر هر یک از آنها یا

هر دو آنها یکسان نباشد آن را مخلوط ناهمگن می‌نامند

ماده اصلی تشکیل دهنده بسیاری از خوراکی‌ها آب است. جدول زیر درصد آب در برخی خوراکی‌ها را نشان می‌دهد.

خوراکی	درصد جرمی آب
سبزیجات	
هویج	۸۸
کرفس	۹۴
میوه‌ها	
طالبی	۹۱
پرتقال	۸۶
توت‌فرنگی	۹۰
گوشت/ماهی	
مرغ پخته شده	۷۱
همبرگر کباب شده	۶۰
ماهی سالمون	۷۱
فراورده‌های لبنی	
پنیر	۷۸
شیر	۸۷

آیا می‌دانید

در ادرار یک فرد سالم با برنامه غذایی عادی، ۹۶ درصد آب و ۴ درصد مواد آلی و معدنی وجود دارد.

اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. محلول‌هایی که بیشتر واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آنها انجام می‌شود. با این توصیف بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کند. هر فرد بالغ روزانه به‌طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی لیتر آب را به صورت ادرار، تعریق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران نشود، بدن دچار کم‌آبی خواهد شد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- بخش عمده اغلب خوراکی‌ها را آب تشکیل می‌دهد.

آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

تاکنون آموختید که برخی حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی ید به هگزان منجر به تشکیل محلول می‌شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می‌آورد.

- در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است.

انحلال یونی به فرآیندی گفته می‌شود که در آن یک ترکیب یونی در حلال (معمولاً آب) حل می‌شود و یونهای سازنده آن از یکدیگر جدا شده و توسط مولکولهای حلال احاطه می‌شوند. این فرآیند با انحلال مولکولی که در آن ساختار مولکولی حل‌شونده حفظ می‌شود، تفاوت دارد

با هم بیندیشیم

ماده	گشتاور دوقطبی (D)
آب	> 0
استون	> 0
ید	$= 0$
هگزان	≈ 0

۱- با توجه به مقدار گشتاور دو قطبی هر ماده، موارد زیر را توجیه کنید.

(آ) انحلال استون در آب (ب) انحلال ید در هگزان

(پ) حل نشدن هگزان در آب

۲- آیا جمله «شبيه، شبيه را حل می کند»^۱ درست است؟ توضیح دهید.

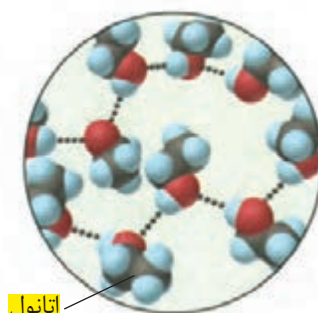
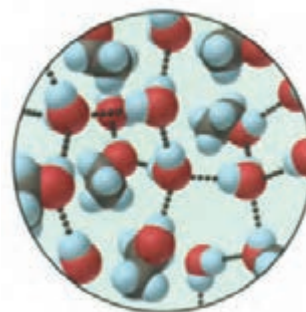
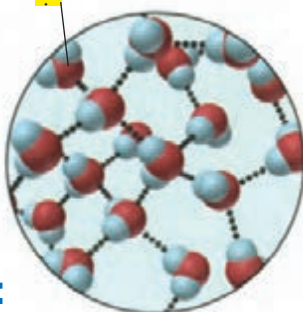
۳- آزمایش ها نشان می دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که:

(میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شونده خالص) $>$ (جاذبه های حل شونده با حلال در محلول)

با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

محلول اتانول در آب

آب



اتانول

(آ) نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ چرا؟

(ب) در مربع زیر علامت $>$ یا $<$ قرار دهید.

نیروی جاذبه میان مولکول ها میانگین نیروی جاذبه میان مولکول های آب خالص و اتانول خالص

(پ) چرا شیمی دان ها انحلال اتانول در آب را **انحلال مولکولی** می نامند؟ توضیح دهید.

• اگر مولکول های حلال را با A و

ذره های حل شونده را با B نمایش

دهیم، می توان نیروهای جاذبه میان

آنها را در حالت خالص با A...A و

B...B نشان داد. با این توصیف

برای محلول B در A رابطه زیر

برقرار است.

$$(A...B) > \frac{(A...A) + (B...B)}{2}$$

ویژگیها:

یونیزاسیون: در انحلال یونی، ترکیب

یونی به یونهای سازنده خود تجزیه

میشود

آبپوشی: یونهای جدا شده توسط

مولکولهای حلال احاطه میشوند که به این

پدیده آبپوشی یا هیدراسیون گفته میشود

، نیروهای جاذبه: در انحلال یونی

نیروهای جاذبه بین یونها (جاذبههای

یونی) شکسته شده و نیروهای جاذبه

جدیدی بین یونها و مولکولهای حلال

نیروهای یون-دوقطبی) ایجاد میشود)

Like Dissolves Like

انحلال مولکولی به حل شدن ترکیبات مولکولی در حلالها گفته میشود. در این فرایند، ساختار مولکولی ماده حلشونده حفظ میشود و نیروی بین مولکولی حلال و ماده حلشونده تغییر میکند

حفظ ساختار: در انحلال مولکولی، ماده حلشونده به صورت مولکولی باقی میماند و یونیزه نمیشود
تغییر نیروهای بین مولکولی: در این فرآیند، نیروهای بین مولکولی ماده حلشونده و حلال تغییر میکنند
فرایند انحلال نمک ها در آب

با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول های حل شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می کنند، گویی ساختار مولکول های حل شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همه فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید (شکل ۲۲). سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته اند. هنگامی که بلور کوچکی از این ماده جامد در آب وارد می شود، مولکول های قطبی آب از سرهای مخالف به یون های بیرونی بلور نزدیک شده، نیروی جاذبه ای میان آنها برقرار می شود. این نیروی جاذبه، یون - دوقطبی^۱ نام دارد؛ نیروی جاذبه ای که باعث جدا شدن یون ها از شبکه شده تا با لایه ای از مولکول های آب، پوشیده شوند. این یون های آبپوشیده^۲ در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوری که محلول آب نمک را می توان محلولی محتوی یون های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دانست.

همان گونه که در شکل ۲۲ پیداست، در این فرایند انحلال، ماده حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده اند. این فرایند، انحلال یونی به شمار می رود.



شکل ۲۲- فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون های آبپوشیده

آیا گازها هم در آب حل می شوند؟

آیا تاکنون به تنفس ماهی های درون آبنی دان (آکواریوم)^۳، توجه کرده اید؟ آیا می دانید آبنیان اکسیژن لازم را برای سوخت و ساز از کجا تأمین می کنند؟ همه جانوران از جمله ماهی ها برای



اکسیژن کافی و محلول در آب
برای ادامه زندگی ماهی ها ضروری

است.

۱- Dipole – Ion Force

۲- Hydrated Ions

۳- Aquarium

انحلالپذیری گازها به عواملی مانند دما، فشار و ماهیت خود گاز و مایع بستگی دارد. به طور کلی، با افزایش فشار و کاهش دما، انحلالپذیری گازها در مایعات افزایش مییابد

طبق قانون هنری، انحلالپذیری گازها در یک مایع با فشار جزئی گاز بالای مایع رابطه مستقیم دارد.

هرچه فشار گاز بالاتر باشد، گاز بیشتری در مایع حل میشود.

زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبش خود، اکسیژن

مولکولی حل شده در آب را جذب می کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل

می شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می دانید انحلال پذیری

گاز اکسیژن و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

این اثر به دلیل
است که افزایش فشار
باعث میشود مولکولهای
گاز با احتمال بیشتری به
سطح مایع وارد شوند و
در آن حل شوند

کاوش کنید

دربارهٔ «اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب» کاوش کنید.

اثر دما:

ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانهٔ مدرج، قیف،

آب، یخ، قرص جوشان.

آزمایش ۱- (آ) ظرف پلاستیکی را بردارید و مخلوط آب و یخ را تا نیمه درون آن بریزید.

(ب) یک قرص جوشان را نصف کنید و با استفاده از تکه ای خمیربازی آن را به دیوارهٔ داخلی

قیف بچسبانید.

به طور کلی، انحلالپذیری
گازها با افزایش دما کاهش
می یابد.

این پدیده به این دلیل است

که افزایش دما باعث افزایش

انرژی جنبشی مولکولهای گاز

میشود و آنها را قادر می سازد تا

از جاذبه های بین مولکولی فرار

کرده و از محلول خارج شوند

برخی از گازها مانند

هیدروژن کلرید و آمونیاک به

دلیل واکنش با آب، انحلالپذیری

بالایی دارند و این واکنش با

افزایش دما، تشدید میشود



(پ) استوانهٔ مدرج را از آب پر کنید و کف دست خود را روی دهانهٔ آن قرار دهید. حال

استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوی آب قرار دهید (استوانهٔ مدرج را با

دست نگهدارید).

در آزمایش ۱ مشاهده میکنیم که جوش شیرین در آب سرد حل میشود و مقدار گاز

بسیار ناچیزی از آن آزاد میشود

(ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قیف را درون ظرف بزرگ به گونه ای قرار دهد

که لولهٔ قیف در زیر دهانهٔ استوانهٔ مدرج قرار گیرد. مشاهده های خود را بنویسید.

اثر نوع گاز و مایع

در آب که خود یک حلال قطبی است، به خوبی حل میشوند HCl گازهای قطبی مانند آمونیاک و

گازهای ناقطبی مانند نیتروژن و اکسیژن نیز در آب حل میشوند، اما میزان انحلالپذیری آنها کمتر است

با جرم مولی بیشتر، در CO_2 جرم مولی گاز نیز میتواند بر انحلالپذیری آن تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، گاز

انحلالپذیری بیشتری در آب دارد، NO مقایسه با

وجود نمک در آب میتواند انحلالپذیری گازها را کاهش دهد

در آزمایش ۲ مشاهده میکنیم که انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد یعنی اینکه با افزایش دما میزان انحلال پذیری گازها کمتر میشود
آزمایش ۲- آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده‌های خود را یادداشت و جدول زیر را کامل کنید.

آزمایش	حجم گاز جمع شده درون استوانه مدرج (میلی لیتر)	
	آزمایش ۱	آزمایش ۲
بار اول		
بار دوم		
بار سوم		
میانگین		

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

گاز کربن دی اکسید

۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می‌شود؟
خیر؛ زیرا دمای آنها متفاوت است و شرایط این دو آزمایش یکسان نیست
۱- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ چرا؟

۳- حجم گاز آزاد شده در واکنش قرص جوشان با آب گرم بیشتر و با آب سرد گاز کمتری آزاد میشود

۴- از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

۵- در آب سرد گاز بیشتری حل شده بنابراین مقدار گاز کمتری آزاد میشود
چه رابطه‌ای بین دمای آب و میزان انحلال پذیری گاز وجود دارد؟

۶- با افزایش دمای آب، انحلال پذیری گازها کاهش مییابد
چرا در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

چون میزان گاز اکسیژن حل شده کمتر میشود و ماهیها برای رفع کمبود اکسیژن به سطح آب می‌آیند و با جذب آب در آبشش، اکسیژن جذب میشود

• درباره اینکه «مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال پذیری گازها اثر دارد»

کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش طراحی و اجرا کنید و از داده‌های آن نتیجه درست

وقایع علمی را با هم ببینیم و با هم یاد بگیریم)

آزمایش را در دمای ثابت و با مقدار یکسان تکرار میکنیم فقط در یک ظرف مقداری نمک به آب اضافه میافزاییم. انحلال نمک بر انحلال سایر مواد در آب تاثیر میگذارد. نمک جایگزین اکسیژن حل شده میشود و مقداری از آن از آب خارج میشود، زیرا بر هم کنش نمک با آب قویتر از بر هم کنش گاز با آب است و این باعث خروج گاز از آب میشود

نمودار زیر انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C

نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

آ نمودار تاثیر فشار گاز بر میزان انحلال پذیری آن را در دمای ثابت نشان میدهد. هر چه فشار یک گاز معین 1 در دمای ثابت

افزایش یابد، میزان انحلال پذیری آن در آب بیشتر میشود

ب) قانون هنری: « در دمای ثابت، میزان انحلال پذیری یک گاز در آب با فشار گاز رابطه مستقیم دارد

جوشش قرص جوشان در آب به علت واکنش یک اسید با یک باز و تولید کربن دی اکسید است. در طی این واکنش شیمیایی مولکولهای گاز دی اکسید کربن آزاد میشوند. ذرات کوچک گاز، دی اکسید کربن که همان مولکولهای گاز هستند، نیاز به فضا دارند. آنها در میان مولکولهای مایع جابه جا میشوند تا فضایی برای خود پیدا کنند و در آب جوششی را ایجاد میکنند که به خاطر این جوشش تیلها دوباره در آب به حرکت در می‌آیند. این فرایند جوشش و حرکت تیلها تا زمانی ادامه دارد که تمامی مولکولهای گاز دی اکسید کربن تولید شده از مایع خارج شده و به محیط بیرون از ظرف انتقال یابند

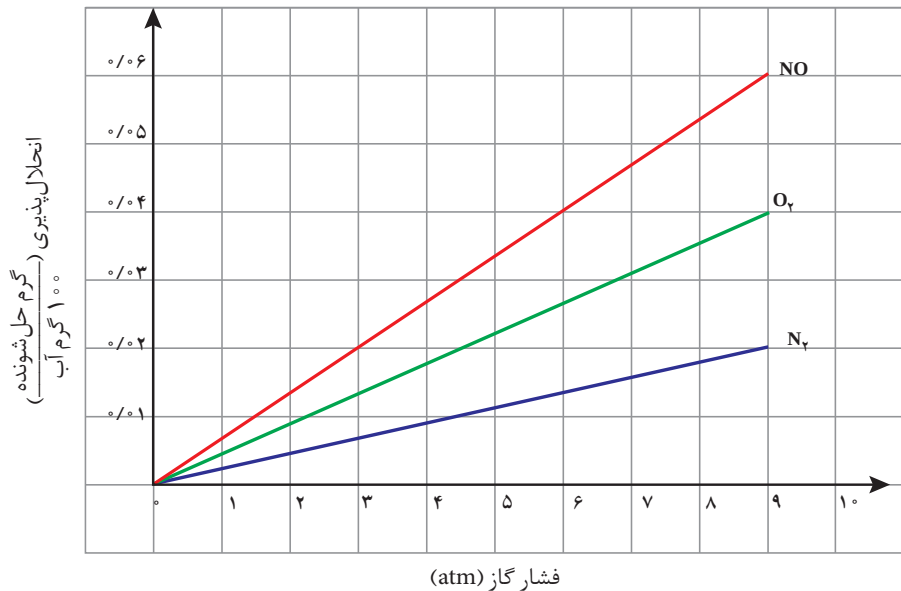
حل شدن قرص جوشان در آب بر خلاف تصور، یک فرایند گرما گیر است و اگر یک دما سنج را در آب قرار دهید و سپس قرص جوشان را اضافه کنید مشاهده میکنید که دمای دما سنج پایین می‌آید

آزمایش را در دمای ثابت و با مقدار یکسان تکرار میکنیم فقط در یک ظرف مقداری نمک به آب اضافه میافزاییم. انحلال نمک بر انحلال سایر مواد در آب تاثیر میگذارد. نمک جایگزین اکسیژن حل شده میشود و مقداری از آن از آب خارج میشود، زیرا بر هم کنش نمک با آب قویتر از بر هم کنش گاز با آب است و این باعث خروج گاز از آب میشود

قانون هنری یک قانون فیزیکی است که بیان میکند مقدار یک گاز حل شده در یک مایع در دمای ثابت با فشار جزئی آن گاز روی مایع متناسب است. به عبارت دیگر، هرچه فشار گاز بالاتر باشد، مقدار بیشتری از آن در مایع حل میشود. این قانون به افتخار ویلیام هنری، شیمیدان انگلیسی، نامگذاری شده است

آیا می دانید

هنگامی که یک غواص در عمق آب از هوای فشرده درون کپسول تنفس می کند، به دلیل فشار زیاد، غلظت گاز نیتروژن به میزان قابل توجهی در خون او بالا می رود. در این شرایط اگر غواص سریع به سطح آب بیاید، نیتروژن حل شده در خون او آزاد می شود. در نتیجه، حباب هایی در خون او تشکیل می شود که مانع از رسیدن اکسیژن به مغز می شود. این پدیده باعث ایجاد یک عارضه دردناک و گاهی کشنده می شود. امروزه در غواصی از کپسول محتوی اکسیژن و هلیوم استفاده می شود.



- (آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.
- (ب) نتیجه گیری از این نمودار **قانون هنری**^۱ نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.
- (پ) شیب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه ای می گیرید؟

NO در دما و فشار ثابت، انحلال گازهای قطبی NO در آب از گازهای ناقطبی O₂, N₂ بیشتر است

پیوند با زندگی

آیا تاکنون دیده یا شنیده اید که ورزشکاران به ویژه دوچرخه سواران و دوندگان پس از تمرین یا مسابقه، نوشیدنی های ویژه ای مصرف می کنند؟ آیا می دانید هر یک از این نوشیدنی ها حاوی چه موادی است؟ چرا نوشیدن این نوع مایع ها به ورزشکاران توصیه می شود؟



شکل ۲۳- تأمین یون های مورد نیاز بدن

بدن ما سامانه پیچیده و متعادلی از یاخته ها، بافت ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی، پیام های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل می کنند. این هنگامی رخ می دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون های گوناگونی مانند Na^+ , K^+ , Cl^- و ... است.

پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی به دلیل کاهش چشمگیر این یون ها در مایع های بدن است. از این رو نوشیدن محلول هایی حاوی این یون ها ضروری است. (شکل ۲۳).

آیا می دانید

مارهای سیاه مناطق گرمسیری با تزریق زهری که کانال های پتاسیم را در سلول های عصبی مسدود می کند، شکار خود را از پای در می آورند.



یکی از مهم ترین یون ها در مایع های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس می شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام های عصبی بدون وجود این یون، امکان پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می شود.

رد پای آب در زندگی

آیا می دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود 35° لیتر آب مصرف می کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و ... است. مصرف آب به فعالیت های روزانه هر شخص محدود نمی شود، بلکه روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. بررسی ها نشان می دهند که برای تولید هر وسیله، کالا یا فراورده مقدار معینی آب نیاز است (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- رد پای آب برای تولید برخی فراورده ها

همانند رد پای کربن دی اکسید، برای هر فرد، رد پای آب نیز تعریف می شود. در واقع، رد پای آب نشان می دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می شود. این میزان، همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت های گوناگون مصرف می شود، نشان می دهد. برای مثال اگر شما سالانه 15° کیلوگرم گندم مصرف کنید، رد پای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با 274500° لیتر خواهد بود. با حساب کردن همه آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می توان میانگین رد پای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده، سنگین تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می شوند و زودتر به پایان می رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می دهد که میانگین رد پای آب برای هر فرد در یک سال در حدود 1000000° لیتر است.

آیا می دانید

رد پای آب در جهان برای یک سال در حدود $10^{15} \times 7^\circ$ لیتر است. این رد پا برای کشورهایی مانند چین و هند به دلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت های صنایع گوناگون، سنگین تر و بزرگ تر است.



آیا می دانید

براساس پژوهش‌های سازمان جهانی غذا، در دهه ۲۰۰۵-۱۹۹۶ میلادی، برای تولید هر تن گندم در جهان به‌طور میانگین ۱۸۳ مترمکعب آب مصرف شده است. به دیگر سخن، میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود ۱۸۳ لیتر است.

هرچه میزان مصرف گندم در یک کشور بیشتر باشد، ردپای آب سنگین‌تر است.

با توجه به اینکه کشور ما در منطقه کم‌آب قاره آسیا قرار دارد، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری در حفظ منابع آب اهمیت شایانی دارد.

این ردپا شامل همه آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، بهداشت، خانه، مدرسه، دانشگاه و... است که همگی از آب‌های سطحی یا زیرزمینی تأمین می‌شود. توجه کنید که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است؛ به‌طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

پیوند با زندگی

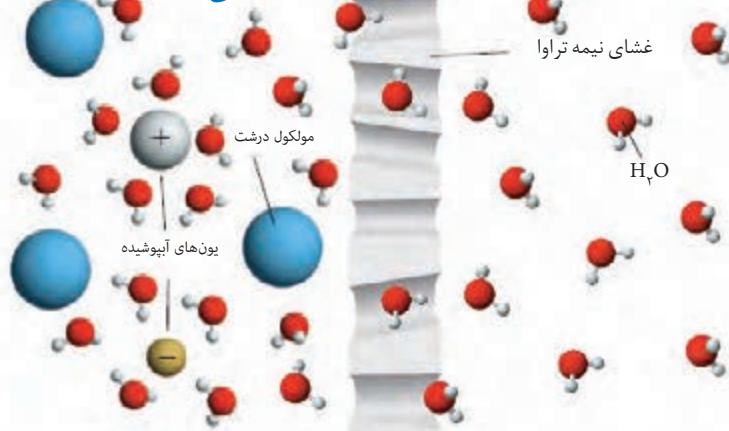
هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد (شکل ۲۵). آیا تاکنون اندیشیده‌اید که در این پدیده‌ها چه رخ می‌دهد؟



شکل ۲۵- نمونه‌هایی از پدیده اسمز در زندگی روزانه

دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا نامیده می‌شوند (شکل ۲۶).

گونه‌های غشاء است که به مولکول‌ها و یون‌های مشخصی اجازه عبور می‌دهد



شکل ۲۶- 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 دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی (اسمز)^۲ نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

۱- Semi - Permeable Membrane

۲- Osmosis

اسمز یک پدیده طبیعی است که طی آن حلال (معمولاً آب) از یک محیط با غلظت کمتر به محیطی با غلظت بیشتر از طریق یک غشای نیمه تراوا (غشایی که فقط به برخی از مولکول‌ها اجازه عبور می‌دهد) حرکت میکند. این فرایند تا زمانی ادامه می‌یابد که تعادل غلظت در هر دو طرف غشا برقرار شود.

اسمز معکوس فرآیندی است که در آن با اعمال فشار، آب از محیط با غلظت بیشتر به محیط با غلظت کمتر حرکت میکند.

این فرآیند برای تصفیه آب و تولید آب شیرین از آب دریا استفاده میشود.

آیا می دانید

با هم بیندیشیم

در بستر دریاها، چشمه هایی وجود دارند که آب آنها شیرین و آشامیدنی هستند. ملوانان و ناخدایان سنتی کشور ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس تا همین اواخر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را در سفرهای دریایی از همین چشمه ها تأمین می کردند. برای این منظور یک غواص با مشک خالی به زیر دریا می رفت و مشک را از محل چشمه زیر دریا پر از آب می کرد و به بالا می آورد. دو هزار سال پیش، یک جغرافی دان رومی به نام استرابو درباره چشمه های آب شیرین موجود در دریای مدیترانه، در جایی که سوریه امروزی قرار دارد، مطالبی نوشته است. استفاده از آب های شیرین جهت مصرف کشتی ها و شهرها در بحرین نمونه دیگری از این موارد است که به قرن دوم پس از میلاد بر می گردد. امروزه منابع آب شیرین زیر بستر دریا به عنوان یکی از مهم ترین منابع تأمین آب برای سال های آینده بشر شناخته می شود. گفته می شود که تقریباً چیزی معادل آب رودخانه های جهان که به دریاها وارد می شود، به صورت چشمه های زیر دریا وارد دریاها می شود. به همین دلیل امروزه بیش از گذشته نسبت به شناخت و بهره برداری از این آب ها توجه می شود.

۱- مطابق شکل زیر، حجم های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند.

اگر این غشا مانع گذر یون های سدیم و کلرید شود، با گذشت زمان چه رخ می دهد؟

(آ) با گذشت زمان تنها مولکولهای آب با گذر از روزنه های غشای نیمه تراوا (تراوا از آب خالص به آب دریا میروند) فرایند اسمز (فرایند اسمز) غشای نیمه تراوا

ب) آیا با این روش می توان آب دریا را نمک زدایی

و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟

(ب) خیر. با این روش آب مقطر مصرف شده و آب دریا رقیقتر

(میشود و نمیتوان نمکهای آب دریا را جدا کرد) نمکزدایی

پ) براساس شکل روبه رو، اگر بر پیستون

نیرو وارد کنیم چه رخ می دهد؟ چرا؟

(پ) با افزایش فشار پیستون، مانع از گذر (مهاجرت) خودبه خود

(مولکولهای آب از آب مقطر (خالص) به آب دریا (محلول

ت) چرا فرایند انجام شده و قسمت «ب» گذر مولکولهای آب از آب مقطر میشوند و اگر فشار به حد معینی برسد،

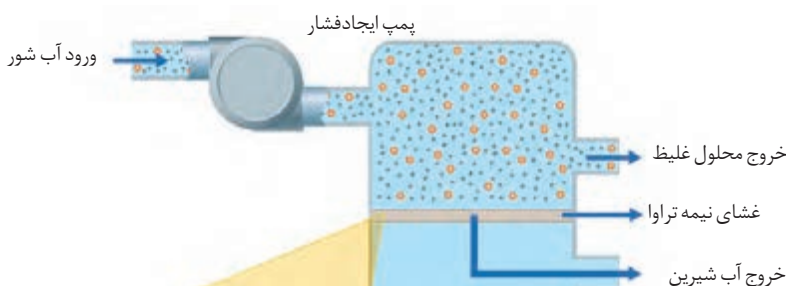
اسمز وارونه (معکوس) می نامند؟

(ت) اگر فشار وارد بر پیستون از یک حد معین فراتر رود، مولکولهای آب از

(محلول غلیظ) آب دریا) به سوی آب مقطر گذر

(میکند و پدیده های خلاف روند طبیعی رخ میدهد، از اینرو به آن اسمز وارونه

معکوس) می گویند. چگونه تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



آب شور دریا از یک سو وارد دستگاه شده و با ایجاد فشار بیش از حد نیاز، مولکولهای آب با عبور از 2 غشای نیمه تراوا به

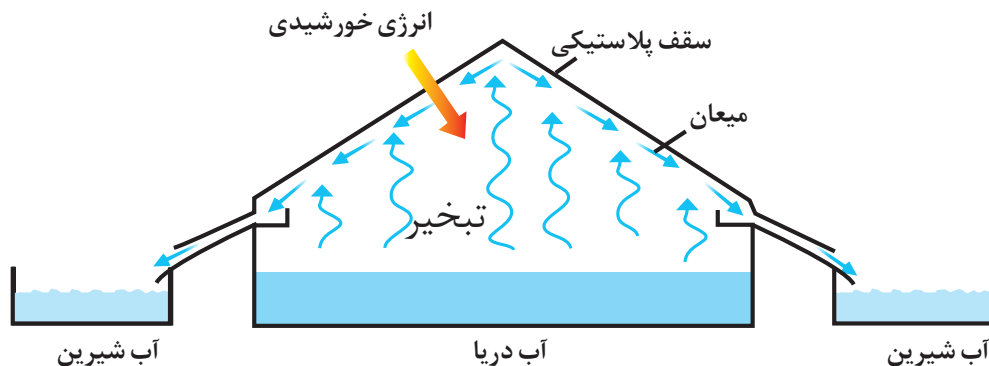
سوی آب شیرین مهاجرت میکنند و از سوی دیگر محلول غلیظتر خارج میشود. در واقع با اسمز معکوس میتوان از آب دریا

نمکزدایی و آب شور را به آب شیرین تبدیل نمود.

آیا می دانید

در شمال جزیره قشم، نیروگاه و تأسیسات آب شیرین احداث شده است که همزمان آب و برق تولید می کند. این مجتمع به دست توانای کارشناسان و متخصصان ایرانی در شرکت گروه مپنا ساخته شده و در سال ۱۳۹۳ هجری شمسی به بهره برداری رسیده است. بازده این مجتمع ۸۰ درصد است و با ظرفیت تولید ۵۰ مگاوات برق و شیرین سازی ۱۸۰۰۰ مترمکعب آب در روز کار می کند.

۱- شکل زیر روشی برای تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می دهد.



آ) این روش چه نام دارد؟ **تقطیر**

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

با تابش نور خورشید و تأمین انرژی گرمایی، تنها مولکولهای آب بخار میشوند. این آلودگیها را بر خورده

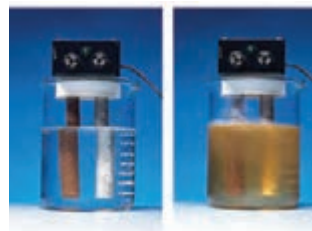
دیوارها مایع

شکل زیر برخی روش های تصفیه آب را نشان می دهد، با توجه به شکل به

شده و با جریان یافتن روی سطح دیواره در ظروفی که در دو طرف قرار دارند

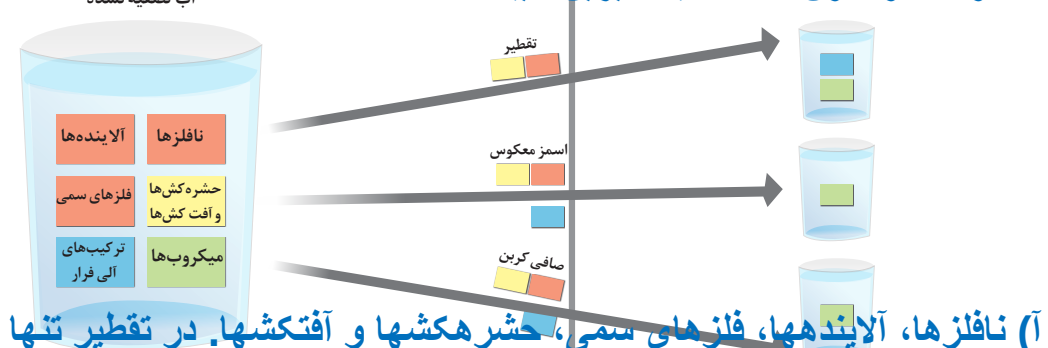
که فاقد مواد پارسش ها پاسخ دهید.

برخی شرکت ها و فروشندگان دستگاه های تصفیه آب برای نشان دادن اینکه در آب شهری، چه میزان از یون های گوناگون وجود دارد، آزمایشی مانند شکل زیر انجام می دهند.



در این آزمایش با عبور جریان برق از درون آب آشامیدنی و انجام واکنش، برخی یون ها از تیغه های فلزی وارد آب شده و سبب تغییر رنگ آب می شود. این روش به **تقطیر** معروف است. این روش می تواند از آب شور به آب شیرین تبدیل کند. این روش می تواند از آب شور به آب شیرین تبدیل کند.

حلشونده گوناگون است، آب شیرین میباشد



آ) نافلزها، آلاینده ها، فلزهای سمی، حشره کش ها و آفت کش ها. در تقطیر تنها

مولکولهای آب بخار میشوند و مواد حلشونده

از آن جدا میشوند

ب) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می شوند؟ توضیح دهید.

ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده ها حذف می شوند؟

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

ت) آب به دست آمده از کدام روش ها، آلاینده کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روش ها را باید پیش از مصرف کلر زنی کرد؟

ب) نافلزها، آلاینده ها، فلزهای سمی، حشره کش ها و آفت کش ها، ترکیب های آلی فرار (همه آلاینده ها به جز

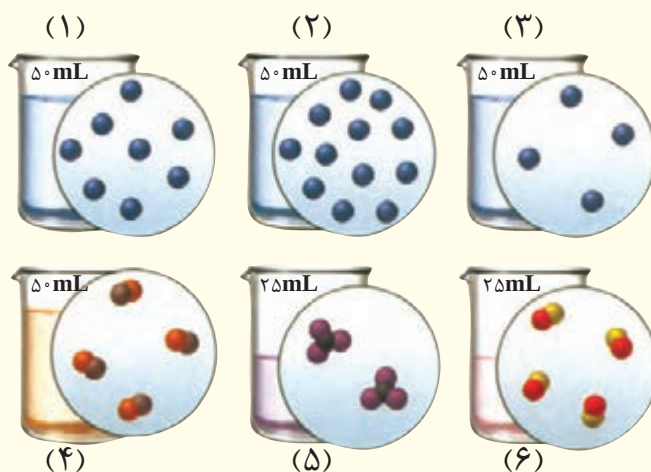
میکروبها جدا

میشوند)

پ) نافلزها، آلاینده ها، فلزهای سوومی، حشره کش ها و آفت کش ها، ترکیب های آلی فرار (همه آلاینده ها به جز

میکروبها جدا

۱- اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذره حل شونده هم‌ارز با 2°mol باشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام محلول غلیظ‌تر است؟ چرا؟

ب) غلظت مولی کدام محلول‌ها با هم برابر است؟

پ) غلظت مولی محلول به دست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

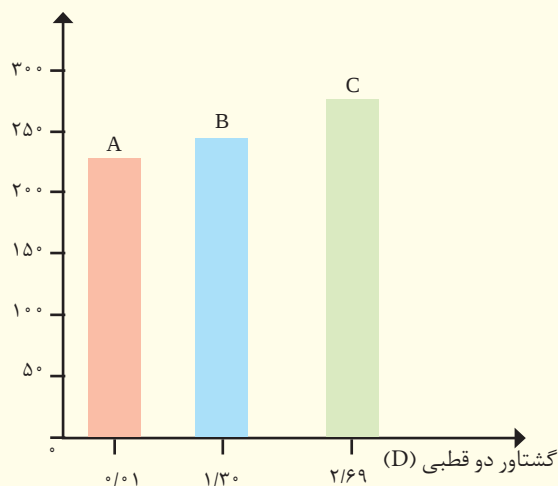
ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن 110° میلی لیتر آب به آن حساب کنید.

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال 2°mol مول حل شونده به دست آورید (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).

۲- ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از 5ppm باشد. با انجام

محاسبه مشخص کنید که آیا 9 kg آب حاوی $67/5$ میلی گرم اکسیژن محلول برای ادامه زندگی ماهی‌ها مناسب است؟

نقطه جوش (K)



۳- با توجه به نمودار روبه‌رو به پرسش‌های مطرح شده پاسخ

دهید. جرم مولی هر سه ماده آلی A، B و C با یکدیگر برابر است.

آ) جهت‌گیری و منظم شدن مولکول‌های کدام ترکیب در میدان

الکتریکی محسوس‌تر است؟ چرا؟

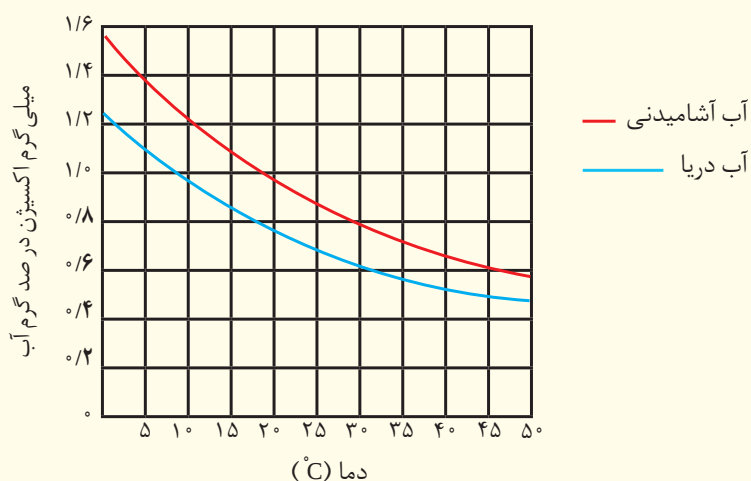
ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین

مولکولی مرتب کنید؟

پ) پیش‌بینی کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال‌پذیری

بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

۴- در نمودار زیر انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.



(آ) در دمای 5°C انحلال پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟

(ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می شود؟

(پ) آیا می توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال پذیری گاز اکسیژن کاهش

می یابد؟ توضیح دهید.

۵- هریک از شکل های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفهوم انحلال پذیری

سه ماده در آب و دمای 25°C است. نتیجه هریک از این آزمایش ها را بنویسید.

افزودن تدریجی حل شونده				آغاز
				پایان
	(آ)	(ب)	(پ)	

۶- هریک از شکل‌های زیر، کاربردی از یک ترکیب یونی را نشان می‌دهد.



آ) کدام شکل کاربرد کلسیم سولفات و کدام شکل کاربرد آمونیوم نیترات را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.
 ب) اگر انحلال‌پذیری کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات در آب و دمای 20°C به ترتیب برابر با $2/5$ و $65/5$ گرم باشد، درصد جرمی محلول سیرشده هریک را در این دما حساب کنید.

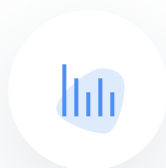
۷- کوسه‌های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می‌توانند بوی خون را از فاصله دورتر حس کنند. اگر یک قطره ($1/10$ گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم $10^{12} \times 4$ لیتر پخش شود، این کوسه‌ها بوی خون را حس می‌کنند. حساب کنید حس بویایی این کوسه‌ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را یک کیلوگرم در نظر بگیرید).





اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



تمام پایه ها

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



همیشه رایگان

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد