

آزمون حضوری
شماره سه

رشته ریاضی



تجربگی | ریاضی | انسانی

ویژه کنکور
۱۴۰۳

مرورنامه آزمون آزمایشی خلی سیز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
شیمی	زوج درس دهم: فصل سوم صفحه‌های ۸۵ تا ۱۲۲ زوج درس یازدهم: فصل سوم صفحه‌های ۹۷ تا ۱۲۱	۲	۴۰	عباس سرمایه - معصومه سعیدی - سروش عبادی	یاسر راش



مقدمه -

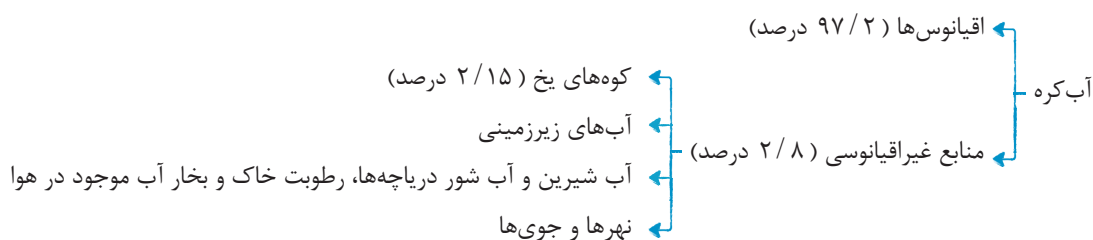
- ۱) کره زمین سامانه‌ای بزرگ شامل ۴ بخش مختلف است:
 - (۱) هواکره (شامل گازها و ذرات ریز و مولکول‌های کوچک O_2 ، N_2 و ...)
 - (۲) آب‌کره (شامل مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ...)
 - (۳) سنگ‌کره (شامل مواد جامد مانند ماسه، نمک‌ها و ...)
 - (۴) زیست‌کره (شامل موجودات زنده و جانداران روی کره زمین. در واکنش‌های زیست‌کره، درشت‌مولکول‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند).
- توجه** زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست؛ یعنی همواره بخش‌های گوناگون کره زمین با یکدیگر برهم‌کنش فیزیکی و شیمیایی داشته و بین آن‌ها مواد گوناگون مبادله می‌شود.

نکات مهم

- ۱) زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵٪ سطح آن را آب پوشانده است، به گونه‌ای که جرم کل آب‌های روی کره زمین در حدود $10^{18} \times 1/5$ تن برآورد می‌شود.
- ۲) **بخش عمده (نه همه!)** آب‌های روی کره زمین در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است، به گونه‌ای که اگر کره زمین را مسطح فرض کنیم، آب همه سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند.
- ۳) آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. (حدوداً $10^{16} \times 5$ تن)

- ◀ نکته خیلی مهم این‌که سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون نیز از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شود ولی از آن‌جا که جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کره زمین تقریباً (نه دقیقاً!) ثابت است، پس باید همین مقدار نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شود.
- ۲) درون کره زمین و بین این چهار بخش مختلف، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود؛ مثلاً سالانه:
- حجم عظیمی از بخار آب از دریاها (آب‌کره) وارد هواکره می‌شود و به صورت بارش از هواکره وارد آب‌کره و سنگ‌کره می‌شود.
 - میلیاردها تن کربن دی‌اکسید توسط آبزیان از آب‌کره وارد هواکره شده و مقادیر بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب توسط آبزیان مصرف می‌شود.
 - گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد توسط فعالیت آتشفشانی به صورت گرد و غبار وارد هواکره می‌شود.
 - لاشه جانوران و گیاهان بر اثر تجزیه به صورت مولکول‌های کوچک‌تری از زیست‌کره وارد آب‌کره، سنگ‌کره یا هواکره می‌شود.
 - موجودات زنده نیز سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیبات کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کره زمین می‌کنند.

منابع آب



با توجه به نمودار فوق، کوه‌های یخ، حدود ۷۷ درصد از کل منابع غیراقیانوسی آب‌کره را تشکیل می‌دهند.

یون‌های حل‌شده در آب دریاها -

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
رتبه فراوانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



۱

مقدار آنیون‌ها در آب دریا: $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{Br}^-$

مقدار کاتیون‌ها در آب دریا: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$

مقدار یون‌ها در آب دریا: $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{CO}_3^{2-} > \text{Br}^-$

۲ فراوان‌ترین (یون) آنیون حل‌شده در آب دریاها، یون کلرید (Cl^-) است که یون تک‌اتمی محسوب می‌شود اما فراوان‌ترین آنیون چنداتمی موجود در آب دریاها، یون سولفات (SO_4^{2-}) است.

۳ در بین موارد جدول صفحه قبل، دو آنیون تک‌اتمی، هر دو مربوط به عناصر گروه ۱۷ جدول تناوبی هستند.

۴ فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها، یون سدیم (Na^+) است که مربوط به عنصر گروه ۱ جدول تناوبی است.

۵ از میان کاتیون‌های فراوان آب دریاها، دو یون مربوط به عناصر گروه ۱ و دو یون مربوط به عناصر گروه ۲ جدول تناوبی هستند.

۶ وجود انواع یون‌ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک‌های گوناگون در آن است.

۷ 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 ... یکی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است.

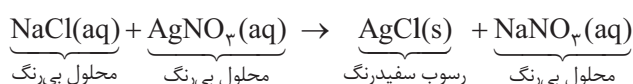
۸ آب اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها که زلال و شفاف و همین‌طور شیرین، گوارا و آشامیدنی است، ناخالص می‌باشد.

۹ آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است؛ زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل‌شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است که تقطیر و فراورده آن، آب مقطر نام دارد.

- شناسایی برخی از یون‌های محلول در آب -

الف) شناسایی یون کلرید (Cl^-) در آب:

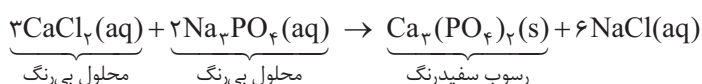
۱ یکی از روش‌های شناسایی یون کلرید موجود در یک محلول ($\text{Cl}^-(\text{aq})$)، استفاده از محلولی حاوی یون نقره ($\text{Ag}^+(\text{aq})$) است که در این صورت رسوب سفیدرنگ $\text{AgCl}(\text{s})$ تولید می‌شود:



ب) شناسایی یون کلسیم (Ca^{2+}) در آب:

۱ یون کلسیم محلول در آب ($\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$) با یون فسفات ($\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$)، رسوب سفیدرنگ کلسیم فسفات ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$) تولید می‌کند.

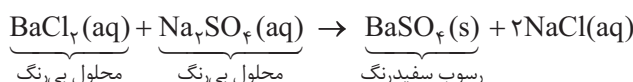
۲ واکنش دو محلول بی‌رنگ سدیم فسفات و کلسیم کلرید که طی واکنش، رسوب سفیدرنگ کلسیم فسفات ایجاد می‌شود:



پ) شناسایی یون باریم (Ba^{2+}) در آب:

۱ یون باریم محلول در آب ($\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$) با یون سولفات ($\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$)، رسوب سفیدرنگ باریم سولفات ($\text{BaSO}_4(\text{s})$) تولید می‌کند.

۲ واکنش دو محلول بی‌رنگ باریم کلرید و سدیم سولفات که طی واکنش، رسوب سفیدرنگ باریم سولفات ایجاد می‌شود:



- آب آشامیدنی -

۱ آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده و مقدار کمی از یون‌های گوناگون دارد.

۲ برخی از یون‌ها در مراکز تأمین آب آشامیدنی به آب افزوده می‌شوند؛ مانند: یون فلوئورید (F^-) که سبب حفظ سلامت دندان‌ها شده و مقدار بسیار کم و مناسبی به آب اضافه می‌شود.

۳ تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آن است.



انواع یون از نظر تعداد اتم -

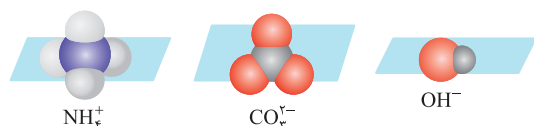
الف) یون تک‌اتمی: یونی که فقط از یک اتم (نه عنصر!) تشکیل شده است، مانند: Na^+ ، Ca^{2+} و ...
 ب) یون چنداتمی: یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، مانند: OH^- ، NO_3^- ، NH_4^+ و ...

نکات مهم

- در یک یون چنداتمی، بار یون به اتم خاصی تعلق نداشته و به کل یون تعلق دارد.
- دقت کنید که یون‌هایی مانند N^{3-} (آزید)، O_4^{2-} (پراکسید) و ... اگرچه از یک نوع اتم تشکیل شده‌اند ولی چون بیش از یک اتم دارند، جزء یون‌های چنداتمی هستند.

ردیف	نام یون	فرمول شیمیایی	مدل فضاپرکن	ساختار لوویس
۱	آمونیم	NH_4^+		
۲	هیدروکسید	OH^-		
۳	نیتрат	NO_3^-		
۴	سولفات	SO_4^{2-}		
۵	فسفات	PO_4^{3-}		
۶	کربنات	CO_3^{2-}		

● در مدل فضا پرکن یون هیدروکسید (OH^-)، دو اتم اکسیژن (O) و هیدروژن (H) در یک صفحه قرار دارند، هم‌چنین در مدل فضاپرکن یون کربنات (CO_3^{2-}) یا نیترات (NO_3^-) تمام اتم‌ها در یک صفحه فرضی جا شده‌اند، اما مثلاً در مدل فضاپرکن یون آمونیوم (NH_4^+) تنها ۳ اتم



هیدروژن در یک صفحه جا شده است و اتم هیدروژن چهارم در خارج از صفحه قرار گرفته است؛ با توجه به مدل فضاپرکن یون‌های سولفات (SO_4^{2-}) و فسفات (PO_4^{3-})، این دو یون نیز همانند یون آمونیوم، ساختار مسطح ندارند.

نکته مهم

فکر نکنید که عنصرهای تشکیل‌دهنده همه یون‌های چنداتمی صرفاً نافلزی هستند. برای مثال در ساختار یون پرمنگنات (MnO_4^-)، فلز وجود دارد!



یادآوری نام گذاری ترکیب های یونی

نام گذاری ترکیب های یونی چندتایی (مانند: CaSO_4 ، NH_4NO_3 و ...) همانند نام گذاری ترکیب های یونی دوتایی (مانند NaCl ، CaCl_2) نام کاتیون + نام آنیون و ... بوده و به صورت روبه رو است:
اگر فلز کاتیون دارای ظرفیت متغیر باشد، باید ظرفیت آن به صورت عدد رومی داخل پرانتز ذکر شود.

فرمول نویسی ترکیب های یونی چندتایی

- مانند فرمول نویسی ترکیب های یونی دوتایی، کاتیون را سمت چپ و آنیون را سمت راست می نویسیم. با توجه به این که یک ترکیب یونی خنثی است، بر این اساس شمار کاتیون ها و آنیون ها را مشخص می کنیم.
- ظرفیت کاتیون را با آنیون جابه جا می کنیم. (ظرفیت یون برابر بار یون بدون علامت است).
- توجه کنید که اگر کاتیون یا آنیون چندتایی باشد، ابتدا دور کاتیون یا آنیون پرانتز گذاشته و سپس زیروندها را جابه جا می کنیم.
- زیروندها را اگر ساده می شوند، ساده می کنیم و از نوشتن زیروند ۱ خودداری می کنیم.

نکته مهم

در یک مول ترکیب یونی، تعداد الکترون های مبادله شده بین کاتیون و آنیون برابر است با:
| بار آنیون | \times تعداد آنیون یا بار کاتیون \times تعداد کاتیون = تعداد الکترون های مبادله شده

نکات مهم

- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O ، به عنصرهایی مانند N، P، S و ... نیاز دارند.
 - آمونیم سولفات $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می دهد.
 - ساختار لوویس یون های سازنده آمونیم سولفات به صورت مقابل است:
 - از انحلال هر واحد فرمولی آمونیم سولفات در آب، سه یون تولید می شود و در مجموع از لحاظ بار الکتریکی خنثی است:
- $$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(s) \xrightarrow{\text{در آب}} 2\text{NH}_4^+(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$$
- مجموعاً ۳ مول یون
- در ساختار آمونیم سولفات، دو نوع پیوند کووالانسی و یونی وجود دارد اما این ماده در مجموع یک ترکیب یونی محسوب می شود.

در اغلب ترکیبات یونی، حداقل یک فلز وجود دارد، اما آمونیم سولفات برخلاف این قاعده کلی، هیچ عنصر فلزی ندارد و چهار عنصر سازنده آن، نافلزی هستند!

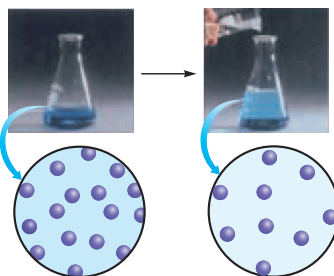
محلول

- تعریف: مخلوطی همگن از دو یا چند ماده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.
- حالت فیزیکی محلول ها می تواند جامد (مانند آلیاژها)، مایع (مانند محلول ضد یخ) و یا گاز (مانند هوا) باشد.
- محلول ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند:
- هوای پاک که تنفس می کنیم، محلولی از گازهاست.
- گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.
- ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است؛ در کتاب درسی، این محلول با رنگ سبز نشان داده شده است.
- سرم فیزیولوژی، محلول رقیق نمک خوراکی (NaCl) در آب است.



– اجزای محلول –

- ۱) حل شونده: جزئی از محلول که شمار مول‌های (نه پرم!) آن در محلول کم‌تر است.
- ممکن است در یک محلول مانند آب دریا بیش از یک نوع حل شونده وجود داشته باشد؛ یعنی محلول از دو جزء تشکیل شده است، نه دو ماده!
- ۲) حلال: جزئی از محلول که شمار مول‌های (نه پرم!) آن بیشتر بوده و حل شونده را در خود حل می‌کند.



۳) پس: $\text{حل شونده} + \text{حلال} = \text{محلول}$

• دقت کنید که اولین شرط حلال این است که حل شونده را در خود حل کند؛ بنابراین در محلول‌هایی که یکی از اجزای مایع و سایر اجزای جامد یا گاز هستند، مایع در نقش حلال می‌باشد. حتی اگر در شرایطی مقدار مول زیادی از یک نمک در مقدار مول کمی آب حل شده باشد، باز هم آب حلال است؛ زیرا نمک در آب حل شده است. (تغییر حالت فیزیکی نمک از جامد به محلول)

محلول غلیظ و محلول رقیق

- ۱) محلول غلیظ: محلولی است که مقدار حل شونده (ها) در واحد مشخصی از آن زیاد است (یا مقدار حلال در آن کم است).
- ۲) محلول رقیق: محلولی است که مقدار حل شونده (ها) در واحد مشخصی از آن کم است (یا مقدار حلال زیاد است).

نکته

خواص محلول‌ها به (۱) خواص حلال، (۲) خواص حل شونده و (۳) مقدار آن‌ها (غلظت آن‌ها) بستگی دارد. بنابراین دانستن این که چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

نکته

مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاها گوناگون با یکدیگر تفاوت دارد. هرچه مقدار نمک حل شده در آب دریا بیشتر باشد، چگالی آب آن دریا نیز بیشتر است:

میزان نمک در ۱۰۰ گرم آب: دریای مرده < دریای سرخ < دریای مدیترانه < اقیانوس آرام

- ۳) در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌توان به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است.

غلظت

- ۱) تعریف: به مقدار ماده حل شونده موجود در مقدار معینی از حلال یا محلول، غلظت محلول می‌گویند.
- ۲) چند نمونه از بیان انواع غلظت:
 - (۱) قسمت در میلیون (ppm)
 - (۲) درصد جرمی (a یا W / W %)
 - (۳) غلظت مولی یا مولار (C_M یا M)

۱- قسمت در میلیون (ppm)

- ۱) تعریف: به جرم ماده حل شده در یک میلیون واحد (۱۰^۶) از جرم محلول را، قسمت در میلیون (ppm) می‌گویند.



نکات مهم

- ۱ ppm برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق استفاده می‌شود؛ مانند:
 - (۱) غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، (۲) غلظت یون‌ها در آب آشامیدنی، (۳) غلظت یون در آب دریا، (۴) غلظت یون‌های بدن جانداران
 - (۵) غلظت یون‌ها در بافت‌های گیاهی و (۶) مقدار آلاینده‌های هوا.
- ۲ این کمیت نشان می‌دهد در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد.
- ۳ یکای صورت و مخرج در رابطه ppm باید یکسان باشد. مثلاً هر دو میلی‌گرم (mg)، گرم (g) یا هر دو کیلوگرم (kg) و ... باشد؛ بنابراین ppm یکا ندارد!

۲ رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول‌ها بر حسب ppm: $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$
 در صورت و مخرج رابطه ppm، باید از یکای جرمی یکسانی استفاده شود.

فرمول‌های ppm

- (۱) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$ (برای همه محلول‌ها)
- (۲) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times 10^6$ (برای همه محلول‌ها)
- (۳) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)
- (۴) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است).

اگر جرم محلول آبی مشخص باشد، از روابط (۱) و (۲) استفاده می‌کنیم ولی اگر حجم محلول آبی رقیق معلوم باشد، رابطه (۴) مناسب‌تر است؛ توجه داشته باشید که رابطه‌های (۱) و (۲) برای همه محلول‌ها ولی رابطه (۴) فقط برای محلول‌های آبی بسیار رقیق کاربرد دارد.

۳ در بسیاری از سؤالات مربوط به بحث محلول‌ها، دو یا چند محلول با غلظت ppm مشخص با هم مخلوط شده و غلظت محلول حاصل از این فرایند از ما خواسته می‌شود. در چنین شرایطی، از روابط زیر استفاده کنیم:

$$\text{غلظت محلول نهایی} = \frac{(\text{جرم محلول اول} \times \text{غلظت ppm محلول اول}) + (\text{جرم محلول دوم} \times \text{غلظت ppm محلول دوم}) + \dots}{\text{جرم محلول اول} + \text{جرم محلول دوم} + \dots}$$

مثال یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می‌توان چند لیتر آب شهری دارای ppm ۱۰۰ یون نیترات را به طور کامل تصفیه کرد؟ ($1 \text{ g.mL}^{-1} = \text{چگالی آب}$ ، $N = 14$ ، $O = 16$)
 (سراسری تهرانی، خارج از کشور ۹۴)

۱) ۱۸۶۰ (۲) ۸۶۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۴۰۰

پاسخ گزینه «۱» وقتی آقای طراح! می‌گوید ppm ۱۰۰ یون نیترات در آب شهری وجود دارد، یعنی در هر 10^6 گرم از آب شهری ۱۰۰ گرم یون نیترات همی یافت شود!

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$3 \text{ mol NO}_3^- \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{3 \text{ mol NO}_3^-} \times \frac{10^6 \text{ g شهری}}{10^6 \text{ g NO}_3^-} \times \frac{1 \text{ mL شهری}}{1 \text{ g شهری}} \times \frac{1 \text{ L شهری}}{1000 \text{ mL شهری}} = 1860 \text{ L}$$

۲- درصد جرمی (a یا %W/W)

- ۱ تعریف: به جرم ماده حل‌شده در ۱۰۰ واحد جرم محلول، درصد جرمی می‌گویند.
- ۲ رابطه اصلی محاسبه غلظت محلول‌ها بر حسب درصد جرمی (a یا %W/W): $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$
 در مخرج این رابطه، باید جرم محلول را قرار دهیم. جرم محلول حاصل جمع جرم حلال و جرم حل‌شونده است؛ بنابراین می‌توان رابطه درصد جرمی را به صورت زیر نوشت:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حل‌شونده} + \text{جرم حلال}} \times 100$$



نکات مهم

- درصد جرمی یک محلول، در حقیقت نوعی درصد خلوص حل‌شونده مورد نظر در محلول است؛ مثلاً بر روی ظرف حاوی محلول شست‌وشوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد» نوشته شده است؛ یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید یا حل‌شونده وجود داشته و بقیه آب یا حلال (۹۹/۱ گرم) است.
- در واقع وقتی می‌گوییم محلول a٪ جرمی است، یعنی از هر ۱۰۰ گرم محلول، a گرم حل‌شونده و (۱۰۰ - a) گرم حلال (مثلاً آب) داریم.
- در رابطه‌های قبلی که گفته شد، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد، مثلاً هر دو میلی‌گرم (mg)، گرم (g)، کیلوگرم (kg) یا ... باشد؛ از این‌رو درصد جرمی هم مشابه ppm یکا نخواهد داشت.

- غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای مثال:
 - سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید (CH_3COOH) در آب است. محلول غلیظ نیتریک اسید (HNO_3) در صنعت با غلظت ۷۰٪ جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.
 - اگر دو یا چند محلول با جرم و درصد جرمی‌های متفاوت از یک حل‌شونده با هم مخلوط شوند، به کمک رابطه زیر می‌توان درصد جرمی محلول حاصل را محاسبه نمود:

$$\%W / W = \frac{(\text{درصد جرمی محلول اول} \times \text{جرم محلول اول}) + (\text{درصد جرمی محلول دوم} \times \text{جرم محلول دوم}) + \dots}{\text{جرم محلول اول} + \text{جرم محلول دوم} + \dots}$$

● حواستان باشد که در این رابطه، یکای جرم همه محلول‌ها باید یکسان باشد!

رابطه درصد جرمی و قسمت در میلیون

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6, \text{ درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{\text{ppm}}{\text{درصد جرمی}} = 10^4 \Rightarrow \text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

● حواستان باشد که در این رابطه، درصد جرمی بدون علامت درصد می‌باشد.

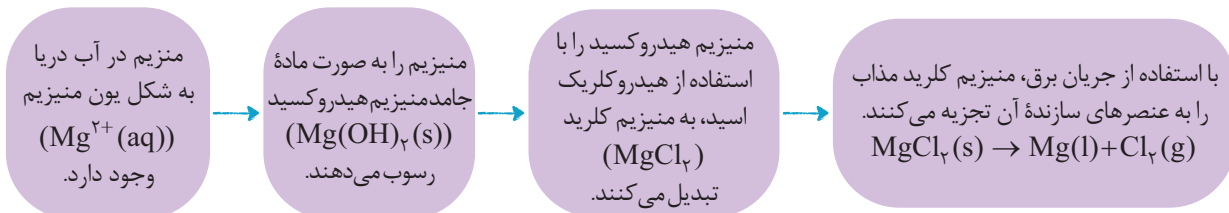
جداسازی و استخراج مواد از آب دریا

- مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی جدا کرد.
- تبلور یک روش فیزیکی جداسازی حل‌شونده جامد از حلال در محلول‌هاست که با سردکردن آرام محلول غلیظ یا با تبخیر آهسته حلال، انجام می‌شود. در واقع جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند. برای مثال سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود و یا تولید نبات از محلول غلیظ آب و شکر به روش تبلور صورت می‌گیرد.
- سدیم کلرید یا نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد:

- ← تهیه گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور و گاز هیدروژن ← فراوان‌ترین کاربرد
- ← ذوب یخ موجود در جاده‌ها
- ← فراوری گوشت، تهیه کنسرو تن، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ، پلاستیک و صنعت نفت
- ← تولید سدیم کربنات
- ← مصارف خانگی
- ← تغذیه جانوران



جداسازی و استخراج منیزیم به روش شیمیایی



۱ فلز منیزیم (Mg) برخلاف سدیم کلرید، به روش شیمیایی از آب دریا جدا می شود.

۲ برای تهیه فلز منیزیم (Mg)، جریان برق از منیزیم کلرید مذاب (حالت l) عبور داده شود نه محلول آن (حالت aq)!

۳ فلز منیزیم در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد.

۳- غلظت مولی (مولار)

۱ تعریف: تعداد مول های ماده حل شده در یک لیتر محلول را غلظت مولی می گویند.

۲ رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول ها بر حسب غلظت مولی یا مولار به صورت زیر است:

$$C_M = \frac{n}{V} \quad \text{یا} \quad C_M = \frac{m}{V \cdot M}$$

مول حل شونده \uparrow \downarrow حجم محلول (L)

جرم حل شونده (g) \uparrow \downarrow جرم مولی حل شونده $(g \cdot mol^{-1})$ \downarrow حجم محلول (L)

نکات مهم

۱ هرچند غلظت بسیاری از محلول ها (در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه) با درصد جرمی بیان می شود ولی به دو دلیل استفاده از درصد جرمی در آزمایشگاه توصیه نمی شود:

الف) تهیه محلول های مایع به ویژه در آزمایشگاه با درصد جرمی کار ساده ای نیست؛ زیرا در آزمایشگاه اندازه گیری حجم یک مایع آسان تر از جرم آن است.

ب) از آن جا که شیمی دان ها مقدار ماده را بر حسب مول بیان می کنند و مبنای محاسبات کتی در شیمی مول است، کار با درصد جرمی در آزمایشگاه کاربرد زیادی ندارد.

۲ بنابراین بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر است که با مول های حل شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی (مولار) می نامند.

۳ وقتی گفته می شود محلول a مولار؛ یعنی در یک لیتر محلول، a مول ماده حل شده و در ۱۰ لیتر محلول ۱۰a مول ماده حل شده و در ۱۰۰ لیتر محلول ۱۰۰a مول ماده حل شده وجود دارد.

۴ وقتی می گوئیم محلول مولار، منظور محلولی است که غلظت مولی آن برابر $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ یا یک مولار است.

۵ با افزودن حل شونده به محلول در حجم ثابت، غلظت محلول افزایش و با افزودن آب (حلال) به محلول، غلظت محلول کاهش می یابد.

۶ غلظت مولی یک محلول با مقدار حل شونده رابطه مستقیم و با حجم محلول رابطه عکس دارد.

۷ قند خون همان گلوکز با فرمول شیمیایی $C_6H_{12}O_6$ است. دستگاه اندازه گیری قند خون در پزشکی، گلوکومتر نام دارد؛ این دستگاه میلی گرم های گلوکز $(1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g})$ را در دسی لیتر $(1 \text{ dL} = 0.1 \text{ L} = 100 \text{ mL})$ نشان می دهد.

• برای محاسبه غلظت مولی گلوکز در خون یا همان قند خون می توان از رابطه مقابل استفاده کرد: $\text{غلظت مولی} = \frac{\text{عدد دستگاه گلوکومتر}}{18000}$



استوکیومتری محلول‌ها

کافی است در حل مسائل استوکیومتری محلول‌ها به کمک کسر تناسب، به جای کسر مربوط به مول از (حجم \times غلظت مولی) استفاده کنیم:

$$\frac{\text{حجم} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز در غیر STP}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز در STP}}{\text{ضریب} \times \frac{22.4}{4}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

– نکات محاسباتی غلظت مولار! –

۱- رقیق کردن و غلیظ کردن

۱) در آزمایشگاه برای تهیه محلول‌های رقیق می‌توان از رقیق کردن محلول‌های غلیظ استفاده کرد.

۲) با افزودن حلال یا آب به محلول:

(۱) حجم محلول افزایش می‌یابد.

(۲) غلظت مولی محلول کاهش می‌یابد.

(۳) تعداد مول‌های حل‌شونده بدون تغییر باقی می‌ماند.

۳) در مسائل مربوط به رقیق کردن یک محلول توسط آب خالص، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد (مقدار ماده حل‌شونده موجود در محلول ثابت می‌ماند):

$$M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{غلظ}} \times V_{\text{غلظ}}$$

$$M_{\text{رقیق}} \times (V_{\text{غلظ}} + V_{\text{آب}}) = M_{\text{غلظ}} \times V_{\text{غلظ}}$$

• هنگام استفاده از رابطه فوق دقت کنید که یکای حجم در دو طرف معادله باید یکسان باشد ولی مهم نیست که یکای آن میلی‌لیتر (mL)، لیتر (L) و یا ... باشد.

۲. اگر دو یا چند محلول با غلظت و حجم متفاوت از یک حل‌شونده با هم مخلوط شوند، به کمک رابطه زیر می‌توان غلظت محلول حاصل را محاسبه کرد:

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

• هنگام استفاده از رابطه فوق دقت کنید که یکای حجم همه محلول‌ها باید یکسان باشد.

رابطه غلظت مولی با درصد جرمی (و ppm) و چگالی

$$C_M = \frac{10 \times a \times d}{M} \quad \text{ppm} = a \times 10^4$$

$$C_M = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times M}$$

$d = \text{چگالی (g.mL}^{-1}\text{)}$ و $M = \text{جرم مولی (g.mol}^{-1}\text{)}$

$a = \text{درصد جرمی}$ (در این رابطه، درصد جرمی را بدون مخرج 100 باید جای‌گذاری کرد).

$C_M = \text{غلظت مولی (mol.L}^{-1}\text{)}$



مثال اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی 1.01 g.mL^{-1} با 0.076% گرم آهن (II) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید به تقریب، برابر چند ppm است؟ (فرآورده های واکنش، آهن (II) هیدروکسید و سدیم سولفات هستند.) (سراسری تهرانی ۱۳۹۲)

($\text{Fe} = 56, \text{S} = 32, \text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

۸۹ / ۳ (۴)

۸۵ / ۶ (۳)

۷۹ / ۲ (۲)

۶۸ / ۴ (۱)

پاسخ گزینه «۲» معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



فب! با توجه به رابطه ppm باید مقدار گرم حل شونده (مقدار NaOH حل شده) و مقدار گرم محلول (جرم محلول NaOH) را حساب کرد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6$$

$$\text{جرم NaOH حل شده} = 0.076 \text{ g FeSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol FeSO}_4}{152 \text{ g FeSO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol FeSO}_4} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.04 \text{ g NaOH}$$

$$\text{جرم محلول NaOH} = 500 \text{ mL} \times \frac{1.01 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 505 \text{ g} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{0.04}{505} \times 10^6 \approx 79/2$$

یه جور دیگه می توانیم ابتدا غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید را حساب کرده و بعد به کمک رابطه « $\frac{10^6 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}}$ غلظت مولی»، درصد

جرمی (a) و ppm محلول را حساب کنیم:

$$\text{FeSO}_4 \sim 2\text{NaOH}$$

$$\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (L)} \times \text{غلظت مولی}}{1 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.076}{1 \times 152} = \frac{0.04}{2 \times 1} \Rightarrow \text{غلظت مولی NaOH} = \frac{2}{2000 \times 0.04}$$

$$= 0.002 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10^6 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} \xrightarrow{a = \text{ppm} \times 10^{-4}} 2 \times 10^{-3} = \frac{10 \times 10^{-4} \times \text{ppm} \times 10^{-4}}{40} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{80}{101} \approx 79/2$$

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

۱ انحلال پذیری یا قابلیت انحلال مواد: بیشترین مقدار ماده ای که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول!) حل می شود و محلول سیر شده به وجود می آورد را انحلال پذیری می گویند.

$$\text{یکای انحلال پذیری در آب} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$$

۲ در واقع به طور خلاصه می توان گفت که انحلال پذیری را می توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم حلال (g)}} \times 100$$

۳ محلول سیر شده محلولی است که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند؛ در تعریف انحلال پذیری، واژه «بیشترین» نشان دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است. هم چنین واژه «دمای معین» به این دلیل ذکر شده است که با تغییر دما، میزان انحلال پذیری مواد تغییر می کند و باید انحلال پذیری مواد در دمای معین اندازه گیری و گزارش شود.

۴ انحلال پذیری مواد در آب وابسته است به: الف) نوع ماده (قدرت نیروی جاذبه بین ذرات) ب) دما (تأثیر دما بر انحلال پذیری مواد یکسان نیست).



۵ جدول زیر، انحلال پذیری برخی مواد را در آب و در دمای 25°C نشان می‌دهد:

انحلال پذیری مواد	محلول ← شکر، سدیم نیترات، سدیم کلرید
	کم محلول ← کلسیم سولفات
	نامحلول ← کلسیم فسفات، نقره کلرید، باریم سولفات

۶ شیمی دان‌ها مواد حل‌شونده جامد را براساس انحلال پذیری در آب و در دمای اتاق به سه دسته تقسیم می‌کنند:
(۱) مواد محلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن‌ها بیشتر از 1 g حل‌شونده در 100 g گرم آب در دمای اتاق است.

نکات مهم

- ۱ همه نمک‌های دارای یون آمونیوم (NH_4^+) در آب محلول هستند؛ مانند: آمونیوم کربنات، آمونیوم نیترات و ...
- ۲ همه نمک‌های دارای یون نیترات (NO_3^-) در آب محلول هستند. مانند: نقره نیترات، سدیم نیترات و ...
- ۳ همه نمک‌های دارای عناصر فلزی گروه اول (K^+ ، Na^+ ، Li^+ و ...) در آب محلول هستند. مانند: سدیم کلرید، لیتیم سولفات، پتاسیم کربنات و ...

(۲) مواد کم محلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن‌ها بین 0.1 g تا 1 g حل‌شونده در دمای اتاق در 100 g گرم آب است. تنها ماده کم محلول معرفی شده در کتاب درسی، کلسیم سولفات (CaSO_4) است که انحلال پذیری آن در دمای 25°C ، برابر 0.23 g در 100 g آب است.
(۳) مواد نامحلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن‌ها در دمای 25°C ، از 0.1 g گرم حل‌شونده در 100 g گرم آب، کم تر است.

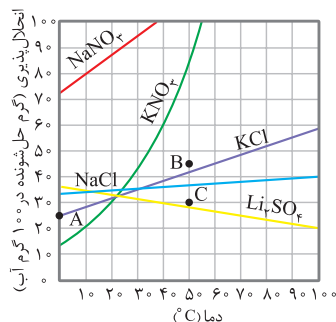
مطالب حفظی کتاب درسی مربوط به انحلال پذیری -

- ۱ آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. عوامل ایجاد سنگ کلیه:
(۱) زمینه ژن‌شناختی (۲) تغذیه نامناسب (۳) کم تحرکی (۴) مصرف بیش از حد نمک خوراکی (۵) کم نوشیدن آب (۶) مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات (۷) اختلالات هورمونی
- ۲ تشکیل سنگ کلیه به میزان انحلال نمک‌ها در آب نیز بستگی دارد.
- ۳ اغلب (نه همه!) سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند، یعنی:
الف) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال پذیری آن‌ها در دمای بدن کم تر است.
ب) مقدار این نمک‌ها در ادرار افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، از انحلال پذیری آن‌ها در دمای بدن بیشتر است.

انواع محلول‌ها براساس مقدار حل‌شونده -

- محلول‌ها را براساس مقدار حل‌شونده‌ای که در دمای معین در آن‌ها حل شده، به سه دسته زیر تقسیم می‌کنند:
- ۱ محلول‌های سیر نشده: محلول‌هایی که در دمای معین می‌توانند مقدار بیشتری حل‌شونده را در خود حل کنند؛ یعنی مقدار ماده حل‌شونده کم تر از میزان انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
 - ۲ محلول‌های سیر شده: محلول‌هایی که در دمای معین نمی‌توانند مقدار بیشتری حل‌شونده را در خود حل کنند؛ یعنی مقدار ماده حل‌شونده دقیقاً برابر میزان انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
- اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نمی‌توان از آن‌ها محلول سیر شده در آب تهیه کرد!
 - ۳ محلول‌های فراسیر شده: محلول‌هایی هستند که مقدار ماده حل‌شونده در آن‌ها بیشتر از میزان انحلال پذیری آن‌ها در دمای معین است.
 - محلول فراسیر شده برخلاف محلول‌های سیر شده و سیر نشده ناپایدار است و در اثر ضربه و یا اضافه نمودن مقدار حل‌شونده به آن، مقدار اضافی حل‌شونده رسوب کرده و محلول فراسیر شده به محلول سیر شده تبدیل می‌شود.

نمودار انحلال پذیری - دما



۱) تعریف: به نموداری که وابستگی انحلال پذیری مواد به دما را نشان دهد، نمودار انحلال پذیری - دما می گویند.

۲) در این نمودار، محور افقی و عمودی به ترتیب نشان دهنده دما (برحسب °C) و انحلال پذیری (برحسب گرم حل شونده در ۱۰۰ g آب) است.

۳) جایگاه هر نقطه در نمودار انحلال پذیری، به صورت زیر تفسیر می شوند:

۱) تمام نقاط روی منحنی، نشان دهنده محلول سیر شده است. در نقاط روی منحنی، مقدار ماده حل شونده در محلول دقیقاً برابر مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.

۲) تمام نقاط زیر منحنی، نشان دهنده محلول سیر نشده است. در نقاط زیر منحنی، مقدار حل شونده موجود در محلول کمتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.

۳) تمام نقاط بالای منحنی نشان دهنده محلول فراسیر شده است. در نقاط بالای منحنی، مقدار حل شونده موجود در محلول بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.

منحنی انحلال پذیری مواد گوناگون برحسب دما

ماده	نمودار انحلال پذیری	شرایط مناسب برای انحلال پذیری بیشتر در آب
لیتیم سولفات (Li_2SO_4)	خطی، نزولی	دمای پایین
سدیم نیترات ($NaNO_3$)	خطی، صعودی	دمای بالا
پتاسیم نیترات (KNO_3)	منحنی (با شیب زیاد)، صعودی	دمای بالا
پتاسیم کلرید (KCl)	خطی، صعودی	دمای بالا
سدیم کلرید ($NaCl$)	خطی (با شیب کم)، صعودی	دمای بالا

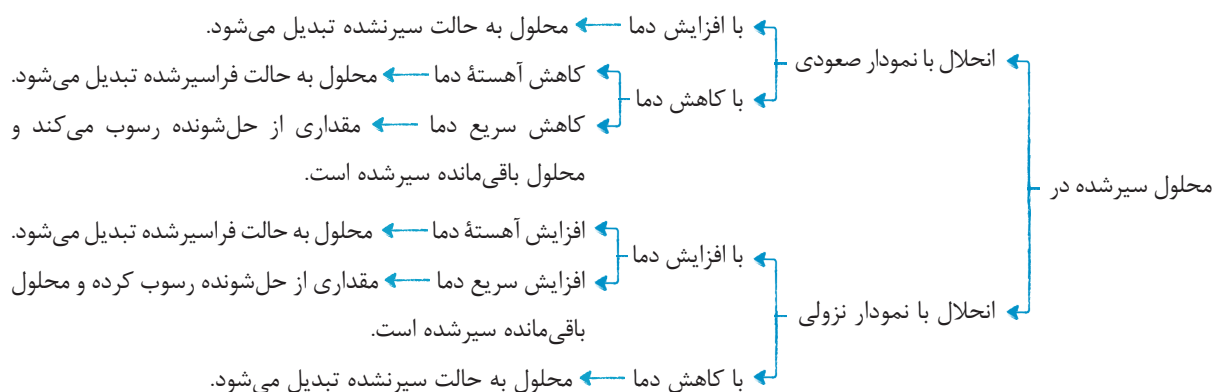
نکته مهم

هر چه اندازه شیب نمودار بیشتر باشد، یعنی انحلال پذیری آن ماده وابستگی بیشتری به دما دارد و در اثر تغییر دما انحلال پذیری آن ماده تغییر بیشتری می کند.

مقایسه اندازه شیب انحلال پذیری برحسب دما: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$

مقایسه تأثیر دما بر انحلال پذیری: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$

تغییر دما و تشکیل رسوب





نکته مهم

مقدار رسوب تشکیل شده در اثر تغییر دما در 100° گرم آب، به صورت زیر به دست می آید:

| انحلال پذیری در دمای ثانویه - انحلال پذیری در دمای اولیه | = مقدار رسوب

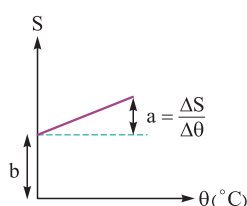
با تغییر دمای یک محلول سیر شده، جرم نمک رسوب شده یا جرم گاز آزاد شده از محلول برابر است با:

$$\text{جرم رسوب یا جرم گاز آزاد شده} = \frac{(A - B) \times m}{100 + A}$$

A: انحلال پذیری در دمای اولیه، B: انحلال پذیری در دمای نهایی، m: جرم محلول

● اگر عدد به دست آمده در دو رابطه بالا مثبت باشد، یعنی این مقدار رسوب تولید می شود و اگر منفی باشد، یعنی این مقدار حل شونده اضافی در محلول حل می شود.

– تعیین معادله انحلال پذیری یک ماده بر حسب دما –



- ۱) نمودار انحلال پذیری برخی مواد در آب به صورت یک خط راست با شیب ثابت است، پس می توان انحلال پذیری آن ها را بر حسب دما، به کمک معادله خط راست نمایش داد:
- ۲) حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.
- ۳) a، شیب نمودار انحلال پذیری (S) بر حسب دما (θ) است که از رابطه زیر به دست می آید:

$$a = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$$

- هر چه اندازه شیب نمودار (a) بیشتر باشد، اثر دما بر انحلال پذیری ماده بیشتر است.
- با استفاده از علامت شیب می توان صعودی یا نزولی بودن نمودار انحلال پذیری - دمای ماده مورد نظر را مشخص کرد؛ علامت مثبت شیب ($a > 0$) نشان دهنده صعودی بودن نمودار و علامت منفی شیب ($a < 0$) نشان دهنده نزولی بودن نمودار است.
- ۴) b، عرض از مبدأ نمودار یا همان انحلال پذیری ماده در دمای 0°C است.

– ترکیب انحلال پذیری با درصد جرمی –

● اگر انحلال پذیری یک ماده در دمای معین، برابر با S گرم باشد، یعنی اگر S گرم ماده در 100 g آب حل شود، $(S + 100)$ گرم محلول سیر شده حاصل می شود؛ بنابراین برای محاسبه درصد جرمی یک محلول می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{درصد جرمی محلول سیر شده (a)} = \frac{S}{S + 100} \times 100$$



مثال درصد جرمی پتاسیم نیترات در محلول سیرشده آن در دمای 40°C ، برابر $37/5\%$ است. اگر 360 گرم محلول دارای 162 گرم این نمک در دمای 50°C را تا 40°C سرد کنیم، به تقریب چند گرم از آن در محلول باقی می ماند و چند مول از آن رسوب می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید و جرم مولی KNO_3 را به تقریب، برابر 100 گرم در نظر بگیرید.)

(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۹)

۰/۴۳،۱۱۸/۸ (۴) ۰/۴۳،۱۳۵ (۳) ۰/۲۷،۱۳۵ (۲) ۰/۲۷،۱۱۸/۸ (۱)

پاسخ گزینه «۴» ابتدا باید انحلال پذیری پتاسیم نیترات را در دمای 40°C به دست آوریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 37/5 = \frac{S}{S+100} \times 100 \Rightarrow 62/5 S = 3750$$

$$\Rightarrow S = 60 \text{ (انحلال پذیری در دمای } 40^{\circ}\text{C)}$$

در 360 گرم محلول در دمای 50°C ، 162 گرم نمک و 198 گرم آب ($360 - 162 = 198$) وجود دارد. حالا ببینیم در دمای 40°C ، چند گرم پتاسیم نیترات در 198 گرم آب حل می شود:

$$198 \text{ g آب} \times \frac{60 \text{ g KNO}_3}{100 \text{ g آب}} = 118/8 \text{ g KNO}_3$$

بنابراین از 162 گرم پتاسیم نیتراتی که در دمای 50°C داریم، $118/8$ گرم آن در محلول باقی می ماند و $43/2$ گرم از آن رسوب می کند. ($162 - 118/8 = 43/2$)

$$43/2 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{100 \text{ g KNO}_3} \approx 0/43 \text{ mol KNO}_3$$

ویژگی های غیرعادی آب

۱) 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 زمین، ممکن و دلپذیر کرده است.

۲) ویژگی های گوناگون و شگفت انگیز آب:

- توانایی حل کردن اغلب (نه همه!) مواد (۲) افزایش غیرعادی حجم هنگام انجماد (بخزدن) (۳) نقطه جوش بالا و غیرعادی
- این رفتار مولکول آب از ویژگی های ساختاری آب سرچشمه می گیرد؛ شکل مولکول آب خمیده (V شکل) است و در مولکول آن هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اتم O) متصل است.
- مولکول های آب در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند، به این صورت که اتم های هیدروژن به سمت صفحه با بار منفی و اتم اکسیژن به سمت صفحه با بار مثبت قرار می گیرند؛ در واقع اتم های هیدروژن سر مثبت و اتم اکسیژن سر منفی مولکول آب را تشکیل می دهند. (مولکول آب، مولکول قطبی است).

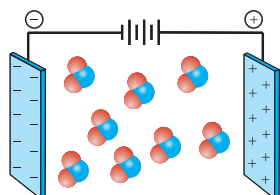
رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی

۱) مولکول ها را براساس جهت گیری آن ها در میدان الکتریکی به دو دسته قطبی و ناقطبی تقسیم می کنند:

۱- مولکول های قطبی

به مولکول هایی که در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند و در واقع این مولکول ها سرهای منفی و مثبت دارند، مولکول های قطبی یا دوقطبی می گویند.

مثال CO ، NO ، NO_2 ، O_3 ، HCl ، H_2O ، NH_3 ، CHCl_3 ، H_2S ، HF ، $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ و ...

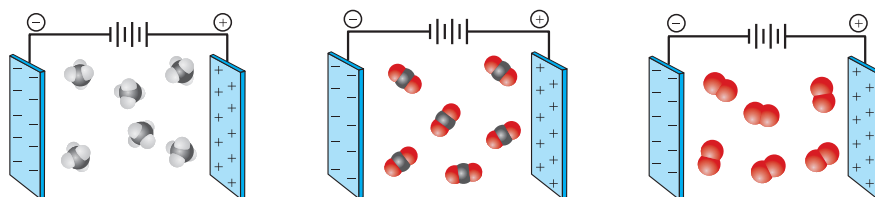


جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی



۲. مولکول‌های ناقطبی

به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند و در واقع در این مولکول‌ها سرهای منفی و مثبت وجود ندارد، مولکول‌های ناقطبی می‌گویند. **مثال** CH_4 ، CCl_4 ، CO_2 ، F_2 ، I_2 ، O_2 ، N_2 ، H_2 و ...



رفتار مولکول‌های CH_4 ، CO_2 و O_2 در میدان الکتریکی

– طرز تشخیص مولکول قطبی از ناقطبی –

۱) در مولکول‌های دواتمی:

۱) اگر دو اتم یکسان نباشند (AB) ← مولکول قطبی؛ مثال: HCl ، HBr ، CO ، NO و ...

۲) اگر دو اتم یکسان باشند (A_2) ← مولکول ناقطبی؛ مثال: O_2 ، N_2 ، F_2 و ...

۲) در مولکول‌هایی با بیش از دو اتم:

۱) دوعنصری (AB_x ، $x \geq 2$): این مولکول‌ها در صورت داشتن هر دو شرط زیر ناقطبی هستند و در غیر این صورت قطبی هستند:

شرط اول: اتم مرکزی الکترون ناپیوندی نداشته باشد.

شرط دوم: اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان باشند.

پس:

الف) اگر اتم مرکزی جفت ناپیوندی داشته باشد یا اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان نباشند: مولکول قطبی

مثال N_2O ، H_2O ، NH_3 و ...

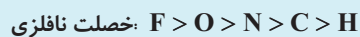
ب) اگر اتم مرکزی جفت ناپیوندی نداشته باشد و اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان باشند: مولکول ناقطبی

مثال SO_2 ، CO_2 و ...

۲) چندعنصری ($\text{A}_x\text{B}_y\text{C}_z \dots$): این مولکول‌ها معمولاً قطبی هستند. مانند اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)، استون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)، گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) و ...

نکته

در یک مولکول، اتمی که خصلت نافلزی بیشتری دارد، سر منفی و اتم دیگر سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد. مقایسه خصلت نافلزی چند عنصر مهم:



گشتاور دوقطبی (μ)

۱) جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی است. یکای آن دبا (D) است.

۲) گشتاور دوقطبی، قطبیت مولکول‌ها را نشان می‌دهد؛ به طوری که هرچه گشتاور دوقطبی بیشتر باشد، قطبیت مولکول بیشتر است و مولکول مورد نظر قطبی‌تر است.

مثال گشتاور دوقطبی H_2O برابر $1/85 \text{ D}$ (قطبی‌تر) و گشتاور دوقطبی H_2S برابر 97 D است و میزان قطبیت مولکول‌های آب نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است.

۳) گشتاور دوقطبی در مولکول‌های ناقطبی برابر صفر و در مولکول‌های قطبی غیرصفر است. مثال: گشتاور دوقطبی در مولکول‌های ناقطبی CH_4 ، CO_2 ، O_2 و ... برابر صفر است.

۴) برای مولکول‌هایی با جرم تقریباً یکسان، هرچه گشتاور دوقطبی بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی معمولاً قوی‌تر است.

۵) گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها مانند هگزان (C_6H_{14}) ناچیز و در حدود صفر است.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



نیروهای بین مولکولی

۱) تعریف: به برهم کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند.

۲) نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارد.

گاز < مایع < جامد: مقایسه قدرت نیروهای بین مولکولی در شرایط یکسان

البته باید توجه داشته باشید که نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است.

۳) به طور کلی نیروهای بین مولکولی را به دو دسته نیروهای وان‌دروالسی و پیوند هیدروژنی تقسیم می‌کنند؛ در واقع به جز پیوندهای هیدروژنی، به باقی نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروی وان‌دروالسی می‌گویند.

نیروهای بین مولکولی به عوامل زیر وابسته هستند:

۱- قطبی بودن مولکول‌ها -

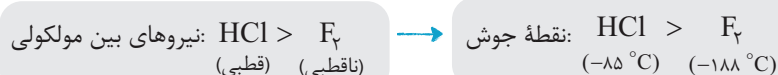
در میان چند گونه مولکولی با جرم‌های مولی نزدیک به هم، هر چه مولکول‌ها قطبی‌تر باشند، قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی (از نوع وان‌دروالسی) در آن‌ها بیشتر است. هر چه مولکول قطبی‌تر باشد \leftarrow میزان بار جزئی مثبت و منفی آن بیشتر و جاذبه بین بارهای ناهم‌نام در مولکول‌های مجاور بیشتر می‌شود \leftarrow نیروهای بین مولکولی قوی‌تر! \leftarrow نقطه جوش ماده بالاتر

مقایسه مولکول‌های F_2 و HCl

۱) مولکول‌های F_2 و HCl ، دارای جرم مولی نزدیک به یکدیگر هستند، اما مولکول‌های HCl به علت قطبی بودن، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

در مولکول‌های HCl ، اتم کلر (Cl) در میدان الکتریکی، سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهد و به سمت صفحه مثبت میدان الکتریکی قرار می‌گیرد و اتم هیدروژن (H)، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد و به سمت صفحه منفی میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۲) نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر $-188^\circ C$ و $-85^\circ C$ هستند، بنابراین نیروهای بین مولکولی در HCl قوی‌تر از F_2 است.



برای ذوب کردن و جوشاندن مواد مولکولی باید بر نیروهای بین مولکولی غلبه شود و نه بر پیوند کووالانسی بین اتم‌ها!

هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر و به صفر نزدیک‌تر باشد، راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۲- جرم و حجم مولکول‌ها -

در گونه‌های مولکولی که دارای مولکول‌های ناقطبی هستند، هر چه جرم مولی و حجم مولکول‌ها بیشتر باشد، قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی (از نوع وان‌دروالسی) در آن‌ها بیشتر خواهد بود.

مقایسه مولکول‌های دواتمی Cl_2 ، Br_2 و I_2

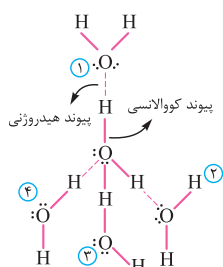
ویژگی	ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	گاز	مایع	جامد	
جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	۷۱	۱۶۰	۲۵۴	

اشتباه نکنید:

هنگام مقایسه قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی، هر دو عامل قطبیت و جرم و حجم مولکول‌ها را باید به طور هم‌زمان در نظر گرفت و نمی‌توان گفت ترکیبی که قطبی‌تر است، قطعاً نیروهای بین مولکولی قوی‌تری دارد و یا ترکیبی که جرم مولی بیشتری دارد قطعاً نیروهای بین مولکولی در آن‌ها قوی‌تر است. در مقایسه نقطه جوش و قدرت نیروهای بین مولکولی، ارجحیت با حالت فیزیکی است.



پیوند هیدروژنی



۱ نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی (نه درون مولکولی!) است که میان اتم هیدروژن متصل به N یا O یا F از یک مولکول با اتم‌های N یا O یا F از مولکول‌های دیگر برقرار می‌شود.

۲ پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نیروی جاذبه بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های N یا O یا F با پیوند کووالانسی متصل است.

تذکر پیوند کووالانسی قوی‌تر از پیوند هیدروژنی است.

توجه بسیاری از (نه همه!) خواص منحصر به فرد آب مانند داشتن نقطه جوش بالا و غیرعادی، افزایش حجم در هنگام انجماد و ... ناشی از پیوندهای هیدروژنی موجود در میان مولکول‌های آب است.

مثال آب (H_2O) و هیدروژن سولفید (H_2S) هر دو دارای مولکول‌های خمیده و قطبی هستند و با این که جرم مولی آب تقریباً نصف جرم مولی هیدروژن سولفید است؛ اما مولکول‌های آب به دلیل قطبیت بیشتر و داشتن پیوند هیدروژنی، نقطه جوش غیرعادی و بالاتری نسبت به هیدروژن سولفید دارند به طوری که تفاوتی برابر $160^\circ C$ را نشان می‌دهد.

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضاپرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	نقطه جوش ($^\circ C$)	گشتاور دوقطبی
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰	۱/۸۵ D
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰	۰/۹۷ D

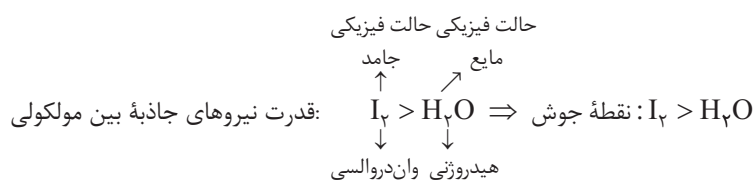
مثال اتانول (C_2H_5OH) و استون (CH_3COCH_3)، دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند. از آن جا که بین مولکول‌های استون، برخلاف مولکول‌های اتانول، پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود؛ نیروهای جاذبه بین مولکولی در استون از اتانول ضعیف‌تر است.

در نتیجه اتانول، با وجود جرم مولی کم‌تر نسبت به استون، نقطه جوش بیشتری نسبت به آن خواهد داشت:

نام ترکیب	اتانول	استون (پروپانون)
فرمول شیمیایی	C_2H_5OH	C_3H_6O
فرمول ساختاری	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-C(=O)-CH_3$
جرم مولی	۴۶ (جرم مولی کم‌تر)	۵۸ (جرم مولی بیشتر)
نیروی بین مولکولی	هیدروژنی	وان دروالسی
توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی با آب	دارد	دارد
نقطه جوش ($^\circ C$)	۷۸ (بالاتر)	۵۶ (پایین‌تر)

توجه لزوماً قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی در ماده‌ای که دارای پیوند هیدروژنی است از دیگر ترکیب‌های مولکولی که فاقد چنین نیروی جاذبه‌ای هستند، بیشتر نیست.

مثال



● با توجه به این که قدرت و خصلت نافلزی F بیشتر از O و آن هم بیشتر از N است، ترتیب قدرت پیوند هیدروژنی این مواد به صورت زیر است:

خصلت نافلزی: $F > O > N$



قدرت پیوند هیدروژنی: $HF > H_2O > NH_3$

اما ترتیب دمای جوش این مواد متفاوت است، زیرا تعداد پیوندهای هیدروژنی در H_2O بیشتر از دو ماده دیگر است:

ترتیب دمای جوش: $H_2O > HF > NH_3$

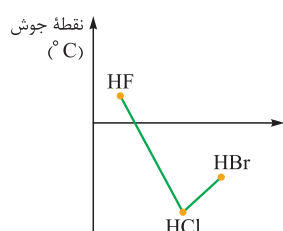
● برای تشکیل پیوند هیدروژنی، به ازای هر اتم هیدروژن متصل به FON، یک جفت الکترون ناپیوندی روی عنصر FON باید وجود داشته باشند.

● مقایسه برخی خواص ترکیبهای هیدروژن دار عناصر گروههای ۱۵ تا ۱۷ جدول دوره ای:

۱- ترکیبهای هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۷

الف) همه این ترکیبات قطبی هستند اما HF با این که از سایر ترکیبهای هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۷، جرم مولی کمتری دارد، ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی، نقطه جوش آن بیشتر از سایر ترکیبات آورده شده در جدول زیر است:

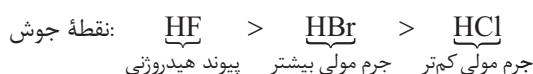
ترکیب مولکولی	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷



ب) نقطه جوش (برحسب $^{\circ}C$) مثبت و نقطه جوش HBr و HCl (برحسب $^{\circ}C$) منفی است.

پ) HF به دلیل داشتن H متصل به F، بین مولکول هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین HBr و HCl، نقطه جوش HBr بالاتر است؛ چون جرم و حجم HBr از HCl بیشتر است.

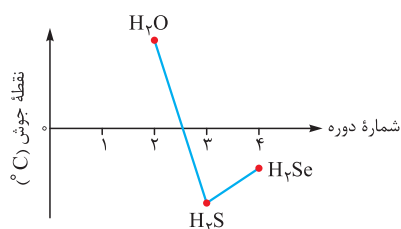
ت) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیبهای هیدروژن دار سه عنصر اول گروه ۱۷ جدول دورهای به صورت زیر است:



۲- ترکیبهای هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۶

الف) همه این ترکیبات قطبی هستند اما H_2O به دلیل داشتن H متصل به O، بین مولکول هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین H_2S و H_2Se ، نقطه جوش H_2Se بالاتر است؛ چون جرم و حجم H_2S از H_2Se بیشتر است.

ب) نقطه جوش H_2O (برحسب $^{\circ}C$) مثبت و نقطه جوش H_2S و H_2Se (برحسب $^{\circ}C$) منفی است.



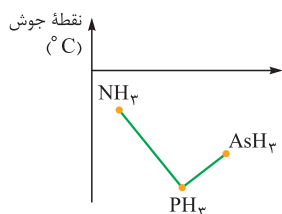


۳- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵ -

الف) همه این ترکیب‌ها قطبی هستند اما NH_3 با وجود جرم مولی کمتر ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی، نقطه جوش آن از سایر ترکیبات آورده شده در جدول زیر بیشتر است:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol^{-1})	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
NH_3	۱۷	-۳۳ / ۵
PH_3	۳۴	-۸۷ / ۵
AsH_3	۷۸	-۶۲ / ۵

ب) نمودار مقایسه نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵ جدول دورهای:

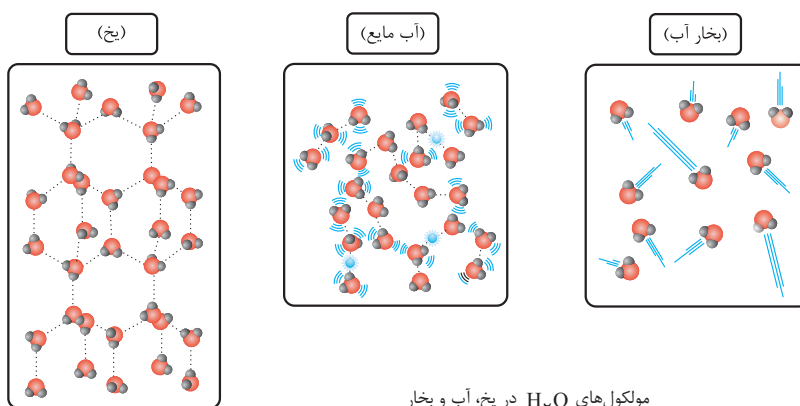


پ) NH_3 به دلیل داشتن H متصل به N، بین مولکول‌هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین PH_3 و AsH_3 ، نقطه جوش AsH_3 بالاتر است؛ چون جرم و حجم AsH_3 از PH_3 بیشتر است.
ت) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵ جدول دورهای به صورت زیر است:

نقطه جوش: $\text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$
 جرم مولی کمتر جرم مولی بیشتر پیوند هیدروژنی

البته دقت کنید که نقطه جوش هر سه این ترکیبات پایین‌تر از صفر درجه سلسیوس است؛ پس نمودار نقطه جوش، محور افقی را قطع نمی‌کند.

پیوند هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب -



مولکول‌های H_2O در بخ، آب و بخار

۱ حالت بخار

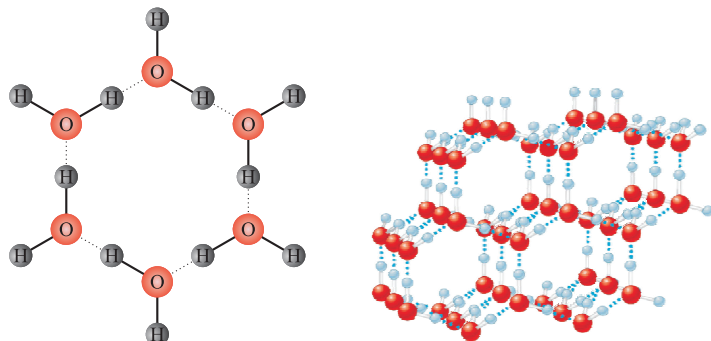
- مولکول‌های H_2O جدا از هم بوده و گویی میان آن‌ها پیوند هیدروژنی وجود ندارد.
- مولکول‌ها آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می‌شوند.
- فاصله بین مولکول‌های H_2O در حالت گاز زیاد است.

۲ حالت مایع

- فاصله بین مولکول‌های H_2O در مقایسه با گاز بسیار کمتر است.
- پیوند هیدروژنی قوی بین مولکول‌ها وجود دارد.

۳) مولکول‌ها روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند و ساختار آب منظم نیست؛ زیرا در حالت مایع به دلیل زیادبودن انرژی جنبشی مولکول‌ها، پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها به طور دائمی شکسته و تشکیل می‌شوند.

۲) حالت جامد (یخ)



۱) برخلاف آب، ساختار یخ منظم است.

۲) در یخ هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند کووالانسی (اشتراکی) و با دو اتم هیدروژن دیگر پیوند هیدروژنی دارند.

۳) در یخ، مولکول‌ها در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

۴) در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار داشته و شبکه‌ای مانند کندوی عسل به وجود می‌آورند. این حلقه‌های شش‌ضلعی مبنای تشکیل بلورهای زیبای دانه‌های زیبای برف هستند.

توجه بر اثر یخ‌زدن آب و تشکیل شبکه حلقه‌های شش‌ضلعی با داشتن فضاهای خالی منظم، حجم آب و حجم یاخته‌های دارای آب به طور غیرعادی افزایش یافته در نتیجه باعث تخریب دیواره یاخته‌ها می‌شود.

● با توجه به ثابت‌بودن جرم آب و افزایش حجم آن به هنگام یخ‌زدن، چگالی یخ نسبت به آب مایع کاهش و حجم آن افزایش می‌یابد.

سه حلال غیرآبی و برخی ویژگی آن‌ها -

نام حلال	فرمول و ساختار شیمیایی	μ (D) و قطبیت	انحلال در آب	کاربرد
اتانول	C_2H_5OH $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-OH \\ & \\ H & H \end{array}$	$\mu > 0$ و قطبی	به هر نسبت در آب حل شده و نمی‌توان محلول سیرشده از آن تهیه کرد.	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O $\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3-C-CH_3 \end{array}$	$\mu > 0$ و قطبی	به هر نسبت در آب حل شده و نمی‌توان محلول سیرشده از آن تهیه کرد.	حلال چربی، رنگ و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14} $\begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array}$	$\mu \approx 0$ و ناقطبی	در آب حل نمی‌شود.	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

● بنزین، مخلوطی همگن از چند هیدروکربن با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است. بنزین را می‌توان به طور میانگین C_8H_{18} (اوکتان) در نظر گرفت.

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

● مخلوط‌های (آب و هگزان) و (آب و یخ)، ناهمگن بوده و حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در مخلوط آن‌ها یکسان و یکنواخت نیست.



– شرایط حل شدن دو ماده در یکدیگر (شرط انحلال) –

- ۱) برخی حل شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند.
- ۲) در صورتی یک ماده می‌تواند در ماده دیگر حل شده و محلول ایجاد کند که شرط زیر برقرار باشد:
(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص) < (جاذبه‌های حل شونده – حلال در محلول)
- ۳) اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل شونده را با B نمایش دهیم، می‌توان 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 مقابل برقرار است:

$$(A...B) > \frac{(A...A) + (B...B)}{2}$$
- ۴) با توجه به عبارت «شبيه در شبيه خود حل می‌شود». یعنی:
 (۱) اغلب (نه همه!) ترکیبات یونی و مواد قطبی در حلال‌های قطبی بهتر حل می‌شوند.
 اما برخی ترکیب‌های یونی مانند $AgCl$ ، $Mg(OH)_2$ ، $Ca_3(PO_4)_2$ و $BaSO_4$ در آب (حلال قطبی) حل نمی‌شوند.
 (۲) مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شوند؛ زیرا نیروهای جاذبه هر دوی آن‌ها شبیه به هم و از نوع وان‌دروالسی ضعیف است.
 (۳) موادی که دارای پیوند هیدروژنی هستند در حلال‌هایی که دارای پیوند هیدروژنی هستند بهتر حل می‌شوند؛ زیرا در اثر انحلال، پیوند هیدروژنی جدید و قوی‌تری تشکیل می‌شود.

مثال با توجه به این که منیزیم سولفات و باریوم سولفات در دمای $25^\circ C$ ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، خواهیم داشت:

- الف) نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول < میانگین نیروی پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب
 ب) نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول > میانگین نیروی پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب
 پ) نیروی جاذبه میان مولکول‌ها در محلول اتانول در آب < میانگین جاذبه میان مولکول‌های آب خالص و اتانول خالص

– انواع انحلال از نظر نوع حل شدن –

- ۱) انحلال مولکولی: انحلالی که در آن ماده حل شونده، به صورت مولکولی در حلال حل شده و به یون تبدیل نمی‌شود.
- ۲) انحلال مواد قطبی (به جز اسید و باز) در آب: انحلال مواد ناقطبی در حلال ناقطبی مانند ید در هگزان و ...

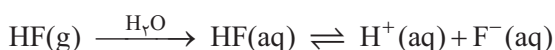
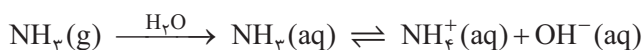
نکته

در انحلال مولکولی، ساختار مولکول‌های حل شونده تغییر نکرده و مولکول‌ها ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند؛ گویی ساختار مولکول‌های حل شونده در محلول دچار تغییر نشده است.

- ۲) انحلال یونی: انحلالی که در آن ماده حل شونده، به صورت یونی در حلال حل شده و یون‌ها در محلول پخش می‌شوند.
- ۱) انحلال ترکیب‌های یونی در آب: $NaCl$ و ... در آب (۲) انحلال اسیدهای قوی (ترکیب مولکولی) در آب: HCl و ... در آب

نکات مهم

- ۱) در انحلال یونی، ماده حل شونده پس از انحلال در آب به صورت یون‌های آبپوشیده در محلول پخش می‌شوند.
- ۲) در انحلال یونی، بین مولکول‌های حلال (آب) و یون‌ها، جاذبه یون – دوقطبی به وجود می‌آید.
- ۳) انحلال مولکولی – یونی: موادی که کمی به صورت یونی و بیشتر به صورت مولکولی در حلال حل می‌شوند.
- ۱) انحلال اسیدهای ضعیف در آب: HF و ... در آب (۲) انحلال بازهای ضعیف در آب: NH_3 ، آمین‌ها (CH_3NH_2) و ... در آب
- ۱) در انحلال مولکولی – یونی: در محلول هم مولکول و هم یون وجود دارد.
- ۲) انحلال مولکولی – یونی را هم با مولکول و هم با یون‌ها با فلش دوطرفه نشان می‌دهند.



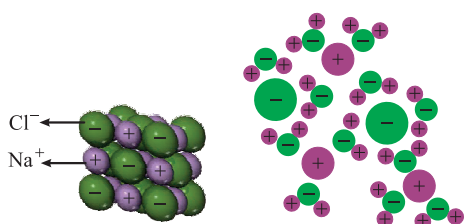
- چگونگی انحلال نمک طعام در آب (انحلال یونی) -

۱) سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که یونهای Na^+ و Cl^- در آن با آرایش سه بعدی جای گرفته اند. اگر یک بلور کوچک سدیم کلرید را در آب بریزیم، مراحل:

۱) مولکولهای آب از سرهای مخالف به یونهای بیرونی بلور نزدیک شده و نیروی جاذبه بین آنها برقرار می شود. این نیروی جاذبه، یون - دوقطبی نام دارد.

۲) آب از سر مثبت خود (اتمهای H) به یون منفی نمک (Cl^-) و از سر منفی خود (اتمهای O) به یون مثبت نمک (Na^+) نزدیک می شود.

۳) جاذبه یون - دوقطبی باعث جدا شدن یونها از شبکه بلور و پراکنده شدن در آب می شود که این یونها توسط لایه ای از مولکولهای آب احاطه می شوند. (آبپوشیده می شوند).



۴) یونهای آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده و پخش می شوند؛ به طوری که می توان محلول آب نمک را محلولی محتوی یونهای $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دانست.

- عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها در آب -

انحلال گازها در آب به نوع گاز، دمای آب، فشار گاز بالای سطح آب و میزان نمک موجود در آب بستگی دارد.

۱- نوع گاز: به طور کلی تشکیل پیوند هیدروژنی، قطبی بودن مولکولهای گاز، داشتن جرم و حجم زیاد و واکنش شیمیایی با آب سبب افزایش انحلال پذیری گازها در آب می شود.

الف) قطبی بودن مولکولهای گاز: مولکولهای آب قطبی می باشند؛ همان طور که در قسمت قبل خواندیم، «شبهه، شبیه را در خود حل می کند». از این رو هر چه قطبیت مولکولهای یک گاز بیشتر باشد، میزان انحلال پذیری آن در آب بیشتر خواهد بود.

$NO > O_2$: انحلال پذیری در آب $\rightarrow NO > O_2$: قطبیت مولکولهای گاز

ب) جرم و حجم مولکولهای گاز: به طور کلی هر چه جرم و حجم مولکولهای یک گاز بیشتر باشد، امکان ایجاد نیروهای بین مولکولی قوی تر با آب وجود داشته و در نتیجه میزان انحلال پذیری آن در آب بیشتر خواهد بود. برای نمونه، در شرایط یکسان:

$O_2 > N_2$: انحلال پذیری در آب $\rightarrow O_2 > N_2$: جرم و حجم مولکولهای گاز

پ) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکولهای آب: گازهایی که مولکولهای آنها می توانند با مولکولهای آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند، انحلال پذیری زیادی در آب دارند. برای نمونه انحلال پذیری گاز آمونیاک در آب بسیار زیاد است.

ت) واکنش شیمیایی با آب: اغلب اکسیدهای نافلز گازی شکل مانند CO_2 ، SO_3 و ... با آب واکنش می دهند؛ از این رو انحلال پذیری نسبتاً زیادی در آب دارند. برای مثال:

مثال) در فشار و دمای یکسان، انحلال پذیری گاز CO_2 از گاز NO بیشتر است؛ زیرا اگرچه مولکولهای CO_2 ناقطبی هستند ولی به علت واکنش با مولکولهای آب و داشتن حجم و جرم مولکولی بالاتر، انحلال پذیری بیشتری نسبت به NO دارد.

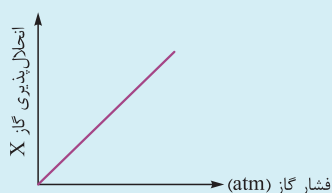
● مقایسه انحلال پذیری در آب: N_2 (جرم مولی کم تر) $> O_2$ (جرم مولی بیشتر) $> NO$ (قطبی بودن) $> CO_2$ (واکنش شیمیایی با آب)

۲. اثر فشار بر انحلال پذیری گازها: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها با فشار گاز بالای محلول رابطه مستقیم دارد، یعنی با افزایش فشار، نفوذ مولکولهای گاز در آب، بیشتر شده و انحلال پذیری گاز افزایش می یابد.

● قانون هنری: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها در آب با فشار گاز رابطه مستقیم دارد.



نکات مهم

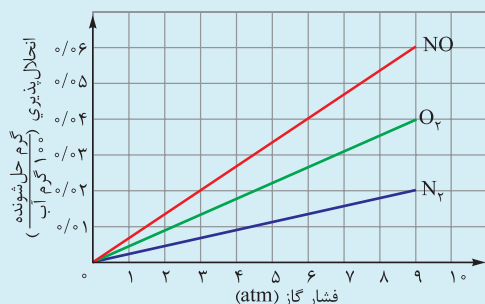


۱) نمودار انحلال پذیری گازها برحسب فشار به صورت خط راست با شیب مثبت است. از طرفی انحلال پذیری گازها در فشار صفر اتمسفر برابر صفر است؛ از این رو می توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، با n برابر شدن فشار گاز، انحلال پذیری n برابر می شود.

۲) معادله کلی انحلال پذیری گازها برحسب فشار به صورت زیر می باشد:

$$S = KP$$

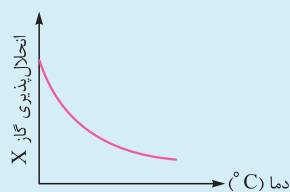
S (انحلال پذیری گاز)، P (فشار گاز) و K (شیب نمودار انحلال پذیری است که به نوع گاز، دما و ... بستگی دارد).



۳) هر گازی که انحلال پذیری بیشتری در آب داشته باشد، تأثیر فشار نیز بر انحلال پذیری آن بیشتر است.

۳. اثر دما بر انحلال پذیری گازها: در فشار ثابت، انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد؛ یعنی با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد.

نکته



نمودار انحلال پذیری گازها برحسب دما در فشار ثابت به صورت یک منحنی نزولی غیرخطی می باشد و در فشار ثابت، با n برابر شدن دما انحلال پذیری $\frac{1}{n}$ برابر نمی شود.

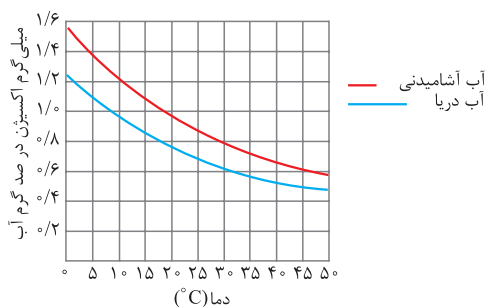
نکات مهم

۱) در هوای گرم، به دلیل کم تر شدن انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب، ماهی ها به سطح آب می آیند.

۲) انحلال گازها در آب، با تولید گرما (گرماده) همراه است.

۴. اثر غلظت یون ها بر انحلال پذیری برخی گازهای ناقطبی مانند O_2 : انحلال پذیری گازهای ناقطبی با افزایش انحلال انواع نمک ها در آب، کاهش می یابد؛ زیرا با انحلال نمک ها در آب، بین یون های حاصل و مولکول های آب نیروی جاذبه یون - دوقطبی ایجاد می شود و تمایل مولکول های آب برای آبیوشی مولکول های گاز کم شده در نتیجه انحلال پذیری آن ها کاهش می یابد.

مثال) نمودار انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا:





– الکترولیت‌های بدن –

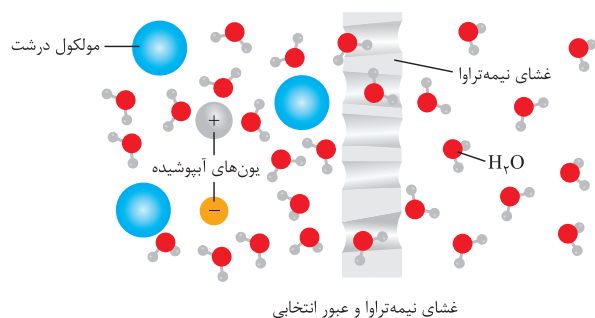
- ۱ کنترل احساسات و حرکات ما هنگامی رخ می‌دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود.
- ۲ محیط شیمیایی موجود در بدن ما یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگون مانند Na^+ ، K^+ ، Cl^- و ... است.
- ۳ احساس خستگی پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین، ناشی از کاهش چشمگیر یون‌های Na^+ ، K^+ ، Cl^- و ... در مایع‌های بدن است، از این رو نوشیدن محلول‌هایی حاوی این یون‌ها ضروری است.
- ۴ یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است؛ به طوری که نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است ولی از آن‌جا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود.
- ۵ وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها بدون وجود این یون امکان‌پذیر نیست و اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی می‌شود و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

– ردپای آب در زندگی –

- ۱ روزانه هر فرد در حدود 3500 لیتر آب مصرف می‌کند که این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت‌وپز، شست‌وشوی لباس و ... می‌باشد. از طرفی مصرف آب به فعالیت‌های روزانه هر شخص محدود نمی‌شود؛ بلکه روزانه در صنایع گوناگون حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود.
 - در میان صنایع، کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.
- ۲ بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای تولید هر وسیله، کالا یا فرآورده مقدار معینی آب نیاز است.
- ۳ ردپای آب را نیز همانند ردپای کربن دی‌اکسید می‌توان برای هر فرد تعریف کرد. در واقع ردپای آب برای هر فرد نشان می‌دهد که آن فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آبی کم می‌شود. این میزان، همه‌آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.
- توجه هرچه ردپای آب ایجادشده سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند.
 - میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود یک میلیون لیتر (1000 متر مکعب) است.
 - میزان مصرف آب برای تولید برخی مواد به صورت زیر است:

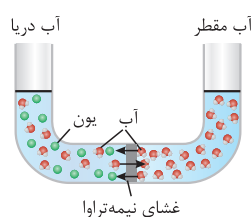
یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی > یک کیلوگرم گندم > 100 گرم شکلات > یک بلوز نخی > یک کیلوگرم چرم: میزان مصرف آب

– پدیده اسمز و اسمز معکوس –



غشای نیمه‌تراوا و عبور انتخابی

- ۱ غشای نیمه‌تراوا: دیواره‌ای است که دارای روزنه‌هایی می‌باشد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن عبور کنند (دارای نفوذپذیری انتخابی)؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ گذر به برخی (نه همه!) از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند.
- ۲ اگر مطابق شکل زیر حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر را به وسیلهٔ یک غشای نیمه‌تراوا که تنها اجازهٔ عبور مولکول‌های



آب را می‌دهد جدا کنیم، مولکول‌های آب در هر دو جهت حرکت می‌کنند اما سرعت حرکت آن‌ها از سمت آب مقطر به سمت آب دریا بیشتر است.

- ۳ با گذشت زمان مولکول‌های آب به صورت خودبه‌خودی از آب مقطر (محلول رقیق) به آب دریا (محلول غلیظ) منتقل می‌شوند و در نتیجه حجم و ارتفاع آب مقطر کاهش و حجم و ارتفاع آب دریا افزایش می‌یابد و به این ترتیب غلظت آب دریا کاهش می‌یابد.

- ۴ با رقیق‌تر شدن محلول، به تدریج به جایی می‌رسیم که سرعت حرکت مولکول‌های آب در دو جهت برابر شده و به تعادل می‌رسد. در حالت تعادل، حرکت مولکول‌های آب درون غشا در هر دو جهت ادامه می‌یابد اما به دلیل برابری سرعت آن‌ها، غلظت و حجم محلول‌ها ثابت می‌ماند.



نکته مهم

هرچه غلظت محلول بیشتر ← اختلاف ارتفاع دو مایع در دو طرف غشا، بیشتر ← فشار اسمزی بیشتر

مثال هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز و حبوبات درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خودبه‌خود از محیط رقیق، با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی، به محیط غلیظ (بافت میوه) می‌روند و در نتیجه میوه و حبوبات آبدار و متورم می‌شوند. در این فرایند برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

این در حالی است که خیار در آب شور چروکیده می‌شود؛ زیرا آب به طور خودبه‌خودی از درون خیار (محیط رقیق) به درون آب شور (محیط غلیظ) انتقال می‌یابد.

۵ فرایند اسمز، زمانی که تمایل آب به عبور از غشا با فشاری که ستون مایع وارد می‌کند، برابر شود، اسمز در ظاهر متوقف می‌شود. فشار لازم برای توقف ظاهری اسمز را فشار اسمزی می‌گویند.

نکته

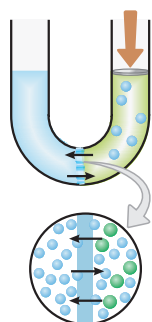
نکته محاسباتی

در پدیده اسمز، کاری به جنس محلول‌ها نداریم! فقط C_M ذرات حل‌شونده در محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم و اسمز زمانی متوقف می‌شود که C_M ذرات (یون‌ها و مولکول‌ها) برابر شوند.

۶ با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بالا، به کمک فرایند اسمز نمی‌توان از آب دریا نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.

۷ مطابق شکل، با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ (آنقدر که فشار واردشده بر محلول بیشتر از فشار اسمزی باشد)، عکس فرایند اسمز رخ می‌دهد. یعنی مولکول‌های آب از محلول غلیظ به سمت آب مقطر (یا محلول رقیق) مهاجرت می‌کنند؛ از این رو به این فرایند، اسمز وارونه (معکوس) می‌گویند.

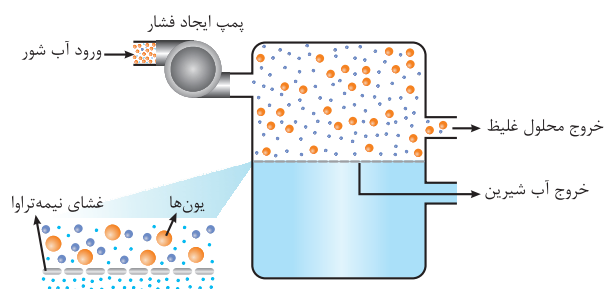
۸ در فرایند اسمز معکوس، با گذشت زمان، مولکول‌های آب به صورت غیرخودبه‌خودی (با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ‌تر) از محلول خارج شده و به طرف دیگر غشای نیمه‌تراوا جابه‌جا می‌شوند. از این رو حجم و ارتفاع آب مقطر افزایش و حجم محلول کاهش می‌یابد و به این ترتیب غلظت محلول (غلظت) افزایش می‌یابد.



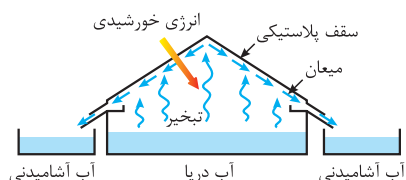
ویژگی	فرایند	اسمز	اسمز معکوس
جهت خالص انتقال مولکول‌های حلال (آب)	از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر
تغییر غلظت محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	غلظت‌تر می‌شود	رقیق‌تر می‌شود
	محلول غلیظ	رقیق‌تر می‌شود	غلظت‌تر می‌شود
تغییر حجم و ارتفاع محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	کاهش می‌یابد	افزایش می‌یابد
	محلول غلیظ	افزایش می‌یابد	کاهش می‌یابد
نوع فرایند	خودبه‌خودی	غیرخودبه‌خودی (اعمال فشار)	

۹ به کمک روش اسمز معکوس می‌توان از آب دریا که حاوی انواع حل‌شونده‌ها است، نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

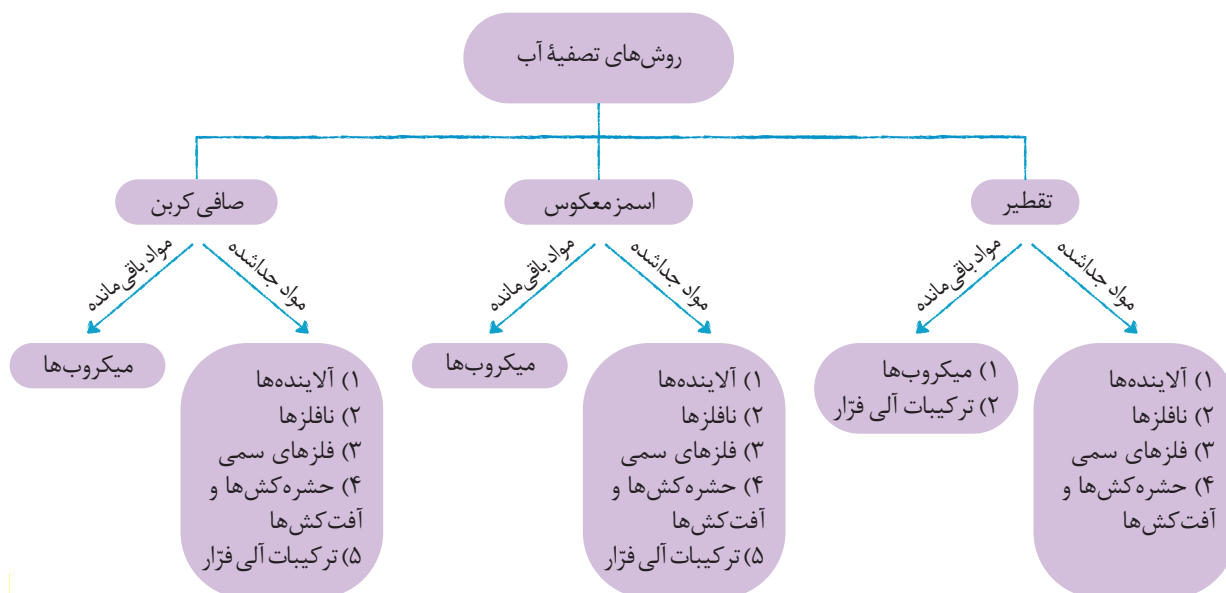


۱۰ از دستگاه زیر برای تهیه آب شیرین از آب دریا به روش اسمز معکوس استفاده می‌شود. در این دستگاه با استفاده از یک پمپ ایجاد فشار، به آب دریا فشار (بیشتر از فشار اسمزی) اعمال می‌کنند و آب با گذر از غشای نیمه‌تراوا در قسمت پایین دستگاه ذخیره شده و از دستگاه خارج می‌شود.



۱۱ یکی دیگر از روش‌های تهیه آب شیرین از آب دریا، روش تقطیر است. تقطیر عبارت است از تبخیر و سپس میعان! (فرایندی کاملاً فیزیکی)

- بررسی برخی روش‌های تصفیه آب -



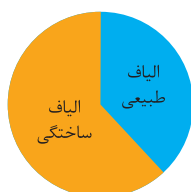
نکات مهم

- ۱ آب به‌دست‌آمده از روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن نسبت به روش تقطیر، آلاینده کم‌تری دارد.
- ۲ از آن‌جا که به کمک هیچ‌یک از سه روش نمی‌توانیم میکروب‌های موجود در آب را از بین ببریم، آب تصفیه‌شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد.

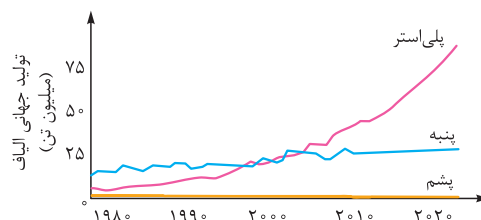


مقدمه‌ای بر پوشاک و صنعت نساجی

- انسان، نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران و با گذشت زمان از بافت‌های گیاهی تهیه کرد.
- پوشاک علاوه بر پوشش بدن و محافظت بدن در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ، گزند حشرات و ... نقش بزرگی در تمدن‌ها داشته است.
- رشد جمعیت جهان و افزایش مصرف پوشاک → پدیدار شدن صنعت نساجی به شکل صنعتی → تأمین الیاف (نیاز اصلی نساجی) → محدودیت منابع طبیعی الیاف → شناسایی و تولید الیاف ساختگی بر پایه نفت



میزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان (۱)



رشد تولید الیاف پشمی، نخی و پلی‌استر در جهان (۲)

- امروزه بخش عمده پوشاک را الیاف ساختگی تشکیل می‌دهد. با توجه به نمودار (۲)، در دهه‌های اخیر، میزان تولید پلی‌استر که جزء الیاف ساختگی است، رشد سریع‌تری نسبت به میزان تولید نخ حاصل از الیاف پنبه (الیاف طبیعی) دارد.
- شکل زیر روند تهیه پوشاک از الیاف طبیعی پنبه را نشان می‌دهد. (هر مرحله و نام فرایندش تو ذهنتون Save کنین!)



الیاف و درشت‌مولکول‌ها

حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شود. علاوه بر پوشاک در تهیه رویه مبلی، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل و ... استفاده می‌شود.

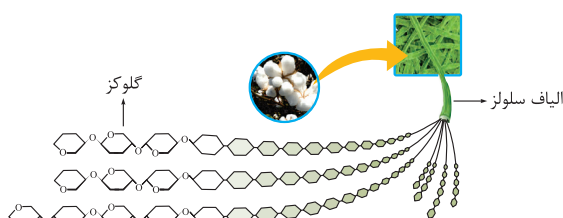
طبیعی (در طبیعت یافت می‌شود). — مانند پنبه

الیاف

تهیه پارچه، پوشاک، انواع پوشش‌ها، ظروف نجسب، یک‌بار مصرف و پلاستیکی، فرش، پرده و ...

مانند پلی‌استر، نایلون، تفلون و ...

ساختگی (در طبیعت یافت نشده و از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت‌های پتروشیمی تولید می‌شود).



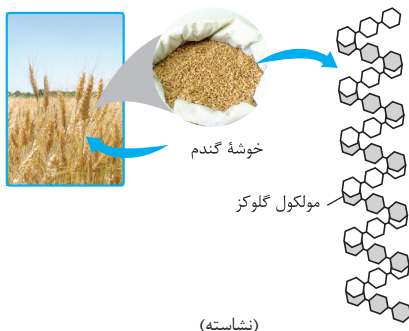
نمایی ساده از الیاف سلولز و مولکول‌های سازنده آن در پنبه

- پنبه از الیاف سلولز تشکیل شده است. هر یک از مولکول‌های سلولز زنجیره‌ای بسیار بلند است که از اتصال تعداد بسیاری گلوکز به یکدیگر ساخته می‌شود.
- همان‌طور که در شکل می‌بینید، در سلولز، مولکول‌های گلوکز توسط اتم‌های اکسیژن به هم وصل شده‌اند.

مرونامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



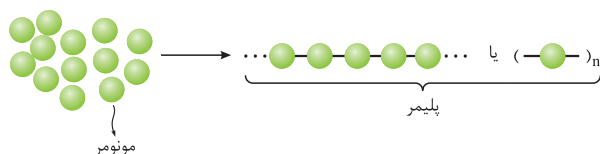
- مواد مولکولی
- مولکول‌های کوچک و متوسط (تعداد اتم‌ها و جرم مولی کم یا متوسط)
 - مانند: C_2H_4 ، CO_2 ، C_3H_8 ، Br_2 ، $C_6H_{12}O_6$ (گلوکز)، C_2H_5OH (اتن) و ...
 - درشت‌مولکول‌ها (تعداد اتم‌ها و جرم مولی زیاد)
 - دارای واحد تکرارشونده
 - پلیمر
 - مانند سلولز، نشاسته، انسولین، پروتئین موجود در پشم، ابریشم (پلیمرهای طبیعی) و پلی‌اتن، تفلون، نایلون (پلیمرهای ساختمانی)



- سلولز و نشاسته هر دو جزء درشت‌مولکول‌های طبیعی از نوع پلیمر هستند و از اتصال مولکول‌های گلوکز به یکدیگر ساخته شده‌اند؛ اما نحوه اتصال آن‌ها متفاوت است. **یه نگاه دیگه به ساختار سلولز که قبلاً براتون آوردیم بندازین و با ساختار نشاسته مقایسه‌ش کنید!**

- با توجه به جرم زیاد درشت‌مولکول‌ها، در کل نیروهای بین مولکولی در آن‌ها نسبت به مولکول‌های کوچک، بیشتر است.

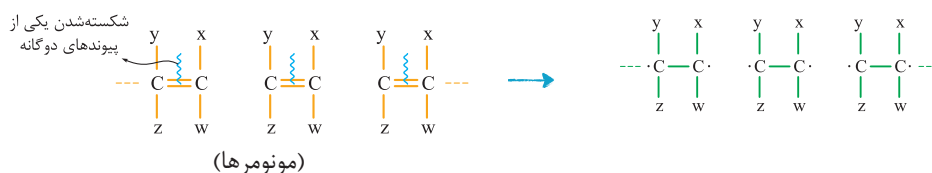
پلیمری شدن (بسیار شدن)



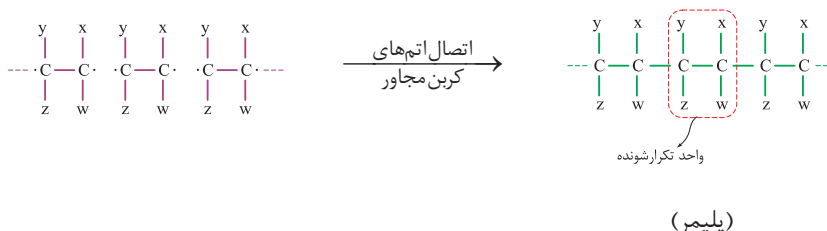
واکنشی که در آن مولکول‌های کوچک (و خاص!) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل شده و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند. به واکنش‌دهنده‌ها (مولکول‌های کوچک) در واکنش بسیارش، مونومر (تک‌پار) می‌گویند.

پلیمرهای افزایشی -

- پلیمرهای هستند که در واکنش مربوط به تهیه آن‌ها، تعداد زیادی مونومر به یکدیگر متصل شده و پلیمری به دست می‌آید که جرم مولی آن با مجموع جرم مولی مونومرهای سازنده، برابر است.
- در ساختار مونومرهای سازنده این پلیمرها، باید پیوند دوگانه کربن - کربن ($C=C$) وجود داشته باشد. در واکنش تهیه پلیمرهای افزایشی: (۱) یکی از پیوندهای دوگانه کربن - کربن در مونومرها، شکسته می‌شود.



- (۲) گونه‌های حاصل که حاوی دو اتم کربن با الکترون جفت‌نشده (تک) هستند، از سوی اتم‌های کربن به گونه‌های مجاور متصل می‌شوند و پیوندهای یگانه کربن - کربن جدید و در نتیجه یک زنجیره بلند از واحدهای تکرارشونده را ایجاد می‌کنند.





همه نکات پلی اتن و مشتقات آن را در جدول زیر ببینید:

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد
<p>اتن</p>	<p>پلی اتن</p>	کیسه های پلاستیکی، لوله های پلاستیکی، دبه های آب یا بطری پلاستیکی
<p>سیانو اتن</p>	<p>پلی سیانو اتن</p>	فرش، پارچه، پتو
<p>پروپن</p>	<p>پلی پروپن</p>	به عنوان پلاستیک در تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی مانند سرنگ
<p>استیرن</p>	<p>پلی استیرن</p>	به عنوان پلاستیک در صنعت بسته بندی مواد غذایی مانند ظروف یک بار مصرف
<p>تترافلوئورو اتن</p>	<p>پلی تترافلوئورو اتن یا تفلون</p>	ظروف نجسب، نخ دندان، کف اتو، نوارهای آب بندی لوله ها
<p>وینیل کلرید (کلرو اتن)</p>	<p>پلی وینیل کلرید</p>	لوله های انتقال آب، فاضلاب و گاز، کیسه خون

- تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در واکنش پلیمری شدن امکان ندارد. به همین دلیل نمی توان برای آن ها فرمول مولکولی و جرم مولی دقیق نوشت.

جرم مولی مونومر $\times n =$ جرم مولی پلیمر
 (شمار واحدهای تکرار شونده)

- جرم مولی پلیمرهای افزایشی را می توان به تقریب از رابطه مقابل به دست آورد:
- پلی اتن و پلی پروپن برخلاف مونومرهای سازنده خود (اتن و پروپن)، هیدروکربن هایی سیر شده اند.
- تفلون نام تجاری پلیمری است که پلانکت به طور اتفاقی آن را کشف کرد.
- نقطه ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است.
- ویژگی های تفلون:
 - از نظر شیمیایی بی اثر است و با مواد شیمیایی واکنش نمی دهد.
 - در حلال های آلی مانند هگزان حل نمی شود و نجسب است.
 - مونومر سازنده آن تترافلوئورواتن، گازی است که در سرد کننده ها، کاربرد دارد.

مثال جرم هر متر نخ دندان حدود ۶ g است. اگر ۸۰ درصد نخ دندان را تفلون تشکیل داده باشد، در یک بسته نخ دندان (۵۵ متر)، به تقریب چه تعداد اتم فلوئور به کار رفته است؟ ($F = 19, C = 12 : g.mol^{-1}$)

(۱) $6/3 \times 10^{24}$ (۲) $6/3 \times 10^{23}$ (۳) $7/9 \times 10^{24}$ (۴) $7/9 \times 10^{23}$

پاسخ گزینه «۱»

ابتدا جرم تفلون به کاررفته در یک بسته نخ دندان را حساب می‌کنیم: تفلون ۲۶۴ g $\times \frac{80 \text{ g تفلون}}{100 \text{ g نخ دندان}} \times \frac{6 \text{ g نخ دندان}}{55 \text{ m نخ دندان}} = 264 \text{ g تفلون}$

با توجه به قانون پایستگی جرم، برای تهیه ۲۶۴ گرم تفلون، ۲۶۴ گرم از مونومر سازنده آن یعنی C_2F_4 باید مصرف شود. حالا شمار اتم‌های فلوئور را در ۲۶۴ گرم C_2F_4 حساب می‌کنیم. جرم مولی این ترکیب، ۱۰۰ گرم بر مول است:

$$264 \text{ g } C_2F_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_2F_4}{100 \text{ g } C_2F_4} \times \frac{4 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } C_2F_4} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom F}}{1 \text{ mol F}} = 6/3 \times 10^{24}$$

به دست آوردن فرمول و ساختار مونومر یا پلیمر، در واکنش بسپارش پلیمرهای افزایشی:

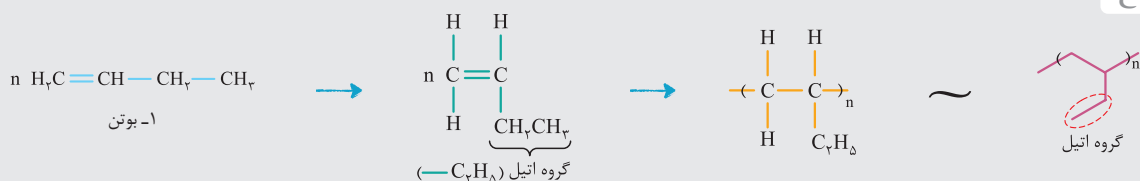
● اگر ساختار مونومر را داشته باشیم، برای به دست آوردن فرمول یا ساختار پلیمر، کافی است در ساختار مونومر، ابتدا دو کربنی که با پیوند

دوگانه به هم متصل‌اند را نوشته و دیگر گروه‌های متصل به آن‌ها را در بالا و پایین این دو کربن به فرم $\begin{array}{c} x & y \\ | & | \\ C & = & C \\ | & | \\ z & w \end{array}$ قرار دهیم و بعد از این کار، پیوند

$C=C$ را به $C-C$ تبدیل کرده و واحد تکرارشونده به دست آمده را داخل پرانتز قرار داده و n را جلوی آن بنویسیم.

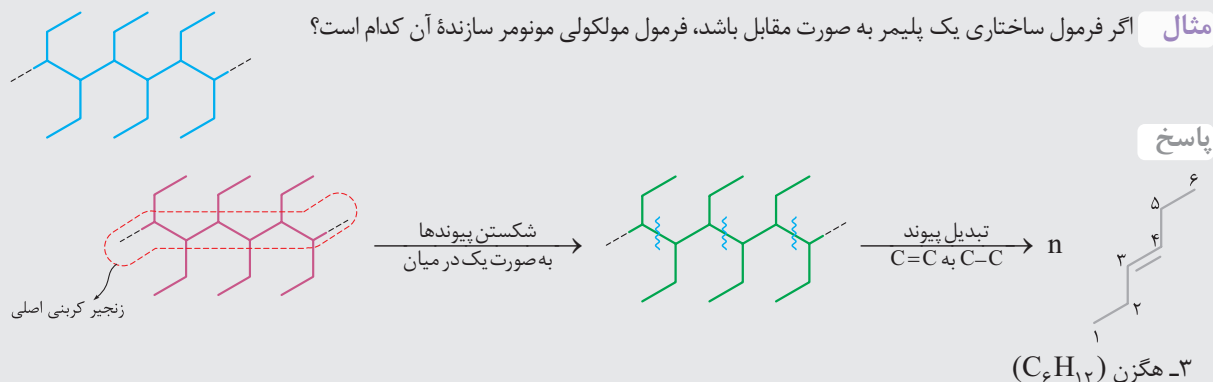
مثال فراورده حاصل از واکنش پلیمری شدن ۱- بوتن کدام است؟

پاسخ



● اگر ساختار یک پلیمر داده شود و مونومر سازنده آن را از شما بخواهند، ابتدا در زنجیر کربنی اصلی پلیمر، پیوندها را به صورت یک در میان بشکنید و سپس پیوند یگانه بین دو کربن متوالی متصل به هم را به پیوند دوگانه تبدیل کنید.

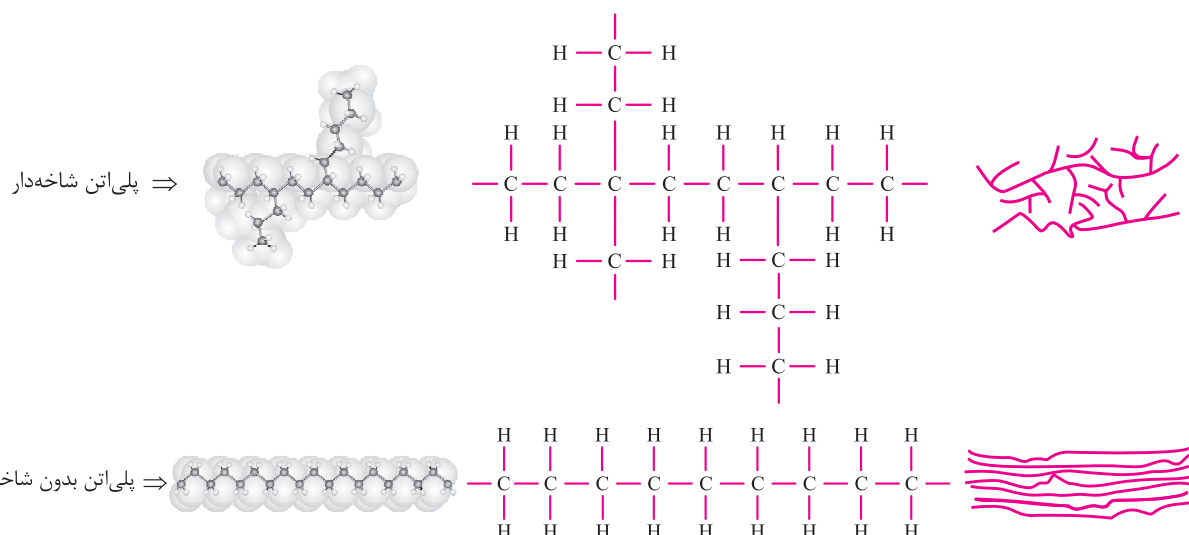
مثال اگر فرمول ساختاری یک پلیمر به صورت مقابل باشد، فرمول مولکولی مونومر سازنده آن کدام است؟





پلی اتن سبک و سنگین

مونومرهای اتن (C_2H_4) در شرایط گوناگون، با انجام واکنش پلیمری شدن، پلی اتن هایی با ساختار، جرم مولی میانگین و ویژگی های متفاوت پدید می آورد. جرم مولی میانگین پلی اتن های حاصل به مقدار کاتالیزگرهای واکنش مانند آلومینیم و تیتانیم بستگی دارد.



نوع پلی اتن	سبک	سنگین
ساختار	شاخه دار	بدون شاخه
فرمول مولکولی	$\left[C_2H_4 \right]_n$	$\left[C_2H_4 \right]_n$
نوع نیروی بین مولکولی	وان دروالسی	وان دروالسی
شفاف یا کدر بودن	شفاف	کدر
کاربرد	ساخت کیسه های پلاستیکی شفاف	ساخت لوله های پلاستیکی، دبه های آب، بطری کدر شیر و اسباب بازی
چگالی	0.92 g.cm^{-3}	0.97 g.cm^{-3}
سختی و استحکام، چگالی، نقطه ذوب و قدرت نیروهای بین مولکولی		پلی اتن سبک > پلی اتن سنگین

برای مطالعه دسته دیگری از پلیمرها (پلیمرهای تراکمی)، نیاز به *تا اول بریم سراغ* آشنایی با خانواده هایی از ترکیب های آلی مانند الکل ها، اسیدها، استر و ...

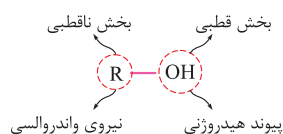
الکل ها

● الکل ها، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که دارای یک یا چند گروه عاملی هیدروکسیل ($-OH$) اند.

فرمول عمومی الکل های یک عاملی $R-OH$

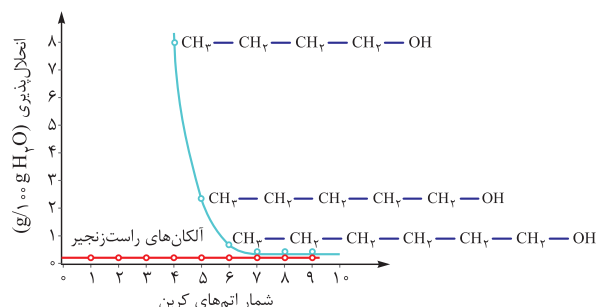
فرمول عمومی الکل های یک عاملی سیر شده (آلکیل) $C_nH_{2n+1}OH$ یا $C_nH_{2n+2}O$

● الکل های یک عاملی سیر شده نسبت به آلکان هم کربن خود تنها ۱ اتم اکسیژن بیشتر دارند و برای نام گذاری آنها، به آخر نام آلکان هم کربن، پسوند «-ول» اضافه می شود. مانند: متانول (CH_3OH)، اتانول (C_2H_5OH).



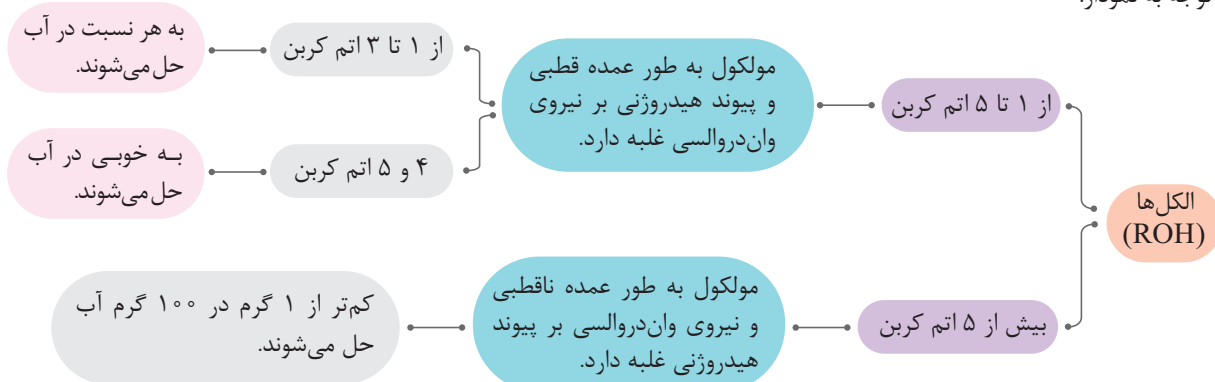
• الکلها ($R-OH$) دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبه بین مولکولی دارند.

• با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکلها، نیروی بین مولکولی واندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی های ناقطبی الکل افزایش می یابد.



• نمودار مقابل انحلال پذیری الکلها و آلکانهای هم کربن با آنها، در آب را نشان می دهد.

با توجه به نمودار:

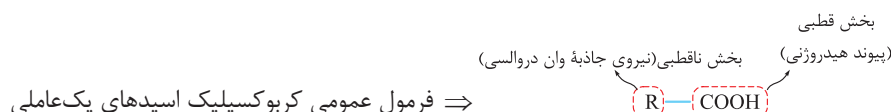


• با افزایش شمار اتمهای کربن در الکلها، شیب منحنی انحلال پذیری آنها در آب کاهش می یابد؛ به عبارتی با افزایش شمار اتمهای کربن، تفاوت انحلال پذیری دو الکل متوالی کاهش می یابد.

- با افزایش شمار اتمهای کربن (افزایش جرم مولی) در الکلها، به دلیل افزایش نیروهای بین مولکولی، نقطه جوش آنها افزایش می یابد.
- همه آلکانها ناقطبی و نامحلول در آب هستند و نمودار انحلال پذیری آنها به صورت خط افقی نزدیک به صفر است.
- نمودار انحلال پذیری الکلهای ۷ کربنه به بعد، به نمودار انحلال پذیری آلکان هم کربن خود بسیار نزدیک است.
- اتانول (دومین عضو خانواده الکلها)، الکلی بی رنگ و فزار است و به هر نسبتی در آب حل می شود. یکی از مهم ترین حلال های صنعتی است و در بیمارستانها به عنوان ضد عفونی کننده استفاده می شود.

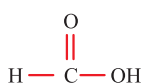
کربوکسیلیک اسیدها

کربوکسیلیک اسیدها، دسته ای از ترکیبهای آلی هستند که در ساختارشان حداقل یک گروه عاملی کربوکسیل ($-C(=O)OH$) وجود دارد.

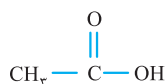


$C_nH_{2n}O_2$: فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای سیر شده یک عاملی (H یا آلکیل R)

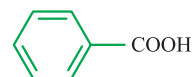
- کربوکسیلیک اسیدها دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبه بین مولکولی دارند. با افزایش طول زنجیره هیدروکربنی، نقطه جوش آنها افزایش (به دلیل افزایش جرم مولی و افزایش نیروهای بین مولکولی) ولی انحلال پذیری آنها در آب، کاهش می یابد.
- مزه ترش میوه هایی مانند انگور، لیموترش، کیوی، گوجه سبز و ... ناشی از وجود کربوکسیلیک اسیدها در آنهاست.



متانوئیک (فرمیک) اسید
(اولین عضو خانواده)
بر اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن
شده و ایجاد سوزش می کند.



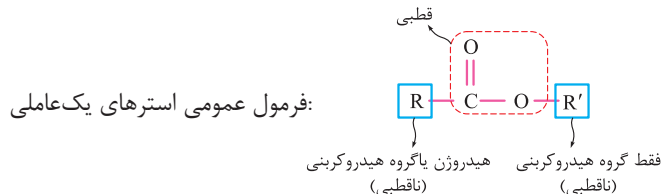
اتانوئیک (استیک) اسید
(آشناترین عضو خانواده)
موجود در سرکه



بنزوئیک اسید ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$)
(کربوکسیلیک اسید آروماتیک)
موجود در تمشک و توت فرنگی
(یکی از نگهدارنده های مواد غذایی)

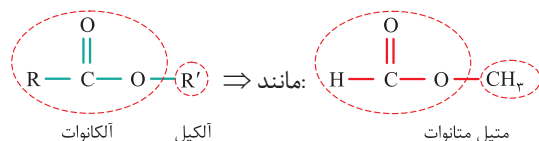
استرها

استرها، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که در ساختارشان گروه عاملی استری ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-$) وجود دارد.

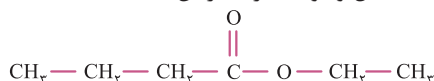


فرمول عمومی استرهای یک عاملی با گروه (های) هیدروکربنی سیر شده: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

- استرها و کربوکسیلیک اسیدهای سیر شده با تعداد اتم های کربن برابر، ایزومر (هم پار) یکدیگرند. (فرمول مولکولی یکسان ولی فرمول ساختاری متفاوت دارند).
- در گروه عاملی استری، H متصل به FON وجود ندارد، بنابراین استرها با مولکول های خود پیوند هیدروژنی تشکیل نمی دهند؛ از این رو نقطه جوش کمتری نسبت به کربوکسیلیک اسید هم کربن (ایزومر) خود دارند.
نام گذاری استرها:



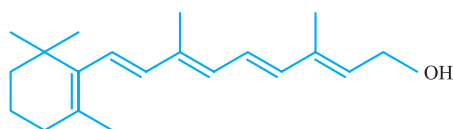
- اغلب استرها خوش بو هستند، منشأ بوی خوش شکوفه ها، گل ها، عطرها و بو و طعم میوه ها به دلیل وجود استرها در آن هاست.



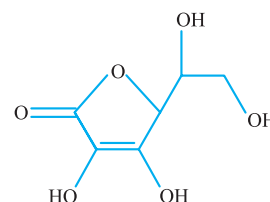
- بو و طعم آناناس ناشی از وجود استر اتیل بوتانوات در آن است.

ویتامین ها

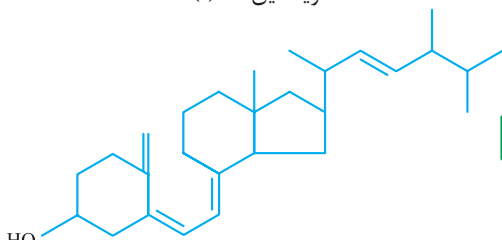
کتاب درسی برای مقایسه و درک بهتر انحلال پذیری ترکیب های آلی دارای دو بخش قطبی و ناقطبی، در آب و چربی، ساختار چند تا از ویتامین ها رو براتون آورده، تو جدول زیر تمام نکته هایی که لازمه در موردشون بلد باشین رو، براتون جمع کردیم.



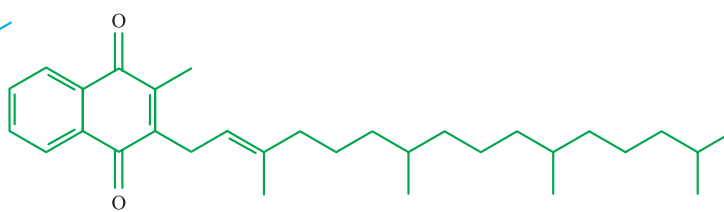
ویتامین A (آ)



ویتامین C (ث)



ویتامین D (دی)



ویتامین K (کا)



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شیمی

نام ویتامین	محلول در آب یا چربی	فرمول مولکولی	تعداد پیوندهای اشتراکی	گروه(های) عاملی	آروماتیک یا غیر آروماتیک
آ (A)	چربی	$C_{27}H_{46}O$	۵۶	۱ گروه هیدروکسیل ($-OH$)	غیر آروماتیک
ث (C)	آب	$C_6H_8O_6$	۲۲	۴ گروه هیدروکسیل ($-OH$) و ۱ گروه استری ($-C(=O)-O-$)	غیر آروماتیک
دی (D)	چربی	$C_{28}H_{44}O$	۷۹	۱ گروه هیدروکسیل ($-OH$)	غیر آروماتیک
کا (K)	چربی	$C_{31}H_{46}O_2$	۸۷	۲ گروه کتونی ($-C(=O)-$)	آروماتیک

نکته

برای محاسبه تعداد اتم‌های هیدروژن و تعداد پیوندهای اشتراکی در یک ترکیب آلی می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$(1 \times \text{تعداد اتم‌های نیتروژن}) + (\text{تعداد حلقه‌ها} \times 2) - (\text{تعداد پیوندهای سه‌گانه} \times 4) - (\text{تعداد پیوندهای دوگانه} \times 2) - (2n + 2) = \text{تعداد اتم‌های هیدروژن}$

در ترکیبی با n اتم کربن

$$\frac{(3 \times \text{تعداد اتم‌های N}) + (2 \times \text{تعداد اتم‌های O}) + (1 \times \text{تعداد اتم‌های H}) + (4 \times \text{تعداد اتم‌های C})}{2} = \text{تعداد پیوند اشتراکی (کووالانسی)}$$

در یک ترکیب آلی

به طور مثال، ویتامین آ، ۲۰ اتم کربن دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$A \text{ (آ)}: \text{شمار اتم‌های هیدروژن در ویتامین} = \frac{[(2 \times 20) + 2] - (5 \times 2) - (1 \times 2)}{2} = 30$$

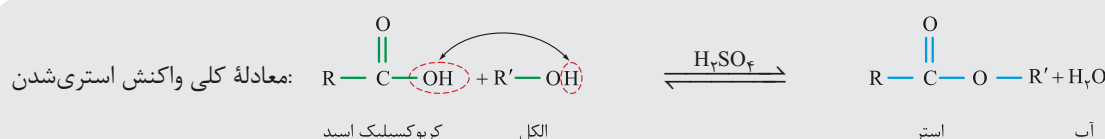
حلقه پیوندهای دوگانه

$$A \text{ (آ)}: \text{شمار پیوندهای اشتراکی در ویتامین} = \frac{(20 \times 4) + (30 \times 1) + (1 \times 2)}{2} = \frac{112}{2} = 56$$

- ویتامین آ، در هویج، ویتامین سی در پرتقال و مرکبات، ویتامین دی در شیر و ویتامین کا، در کلم و کاهو به مقدار زیاد وجود دارد.

واکنش استری شدن

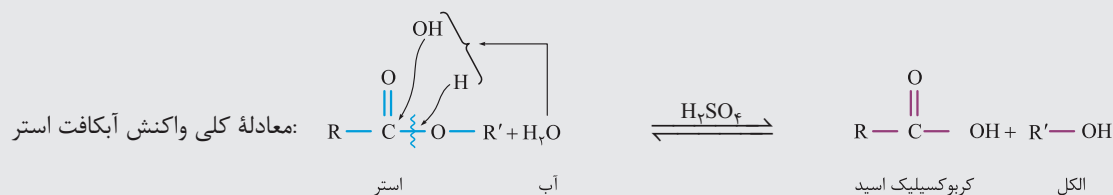
یکی از ویژگی‌های مهم و کاربردی کربوکسیلیک اسیدها ($R-COOH$) و الکل‌ها ($R'-OH$)، واکنش میان آن‌هاست. این مواد در شرایط مناسب (در حضور یک کاتالیزگر اسیدی مثل H_2SO_4 یا به طور کلی H^+) واکنش می‌دهند و با از دست دادن آب (H_2O)، به استر ($R-COOR'$) تبدیل می‌شوند. این واکنش، واکنش استری شدن نام دارد.



- واکنش استری شدن یک واکنش برگشت پذیر است؛ یعنی امکان انجام واکنش برگشت هم، در شرایط مناسب وجود دارد. به واکنش برگشت؛ یعنی واکنش یک استر با آب و تبدیل آن به الکل و اسید سازنده‌اش، آبکافت استر گفته می‌شود.

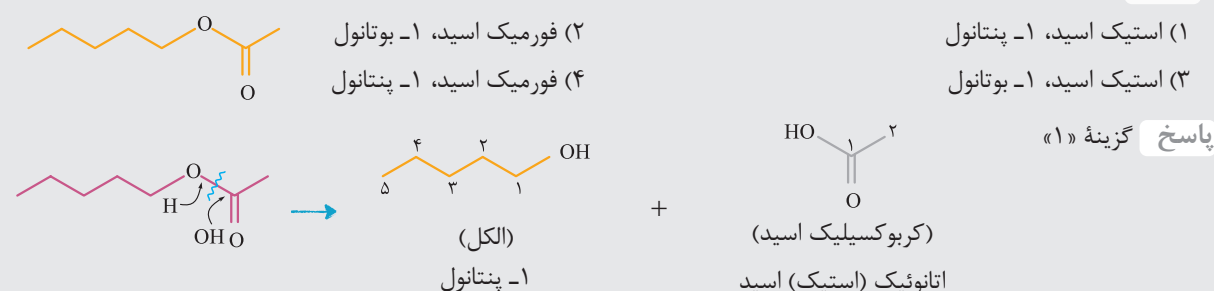
مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

- برای به دست آوردن الکل و اسید سازنده یک استر، کافی است پیوند یگانه $\text{C}=\text{O}$ در ساختار استر را شکسته و به کربن پیوند شکسته شده، OH و به اکسیژن پیوند شکسته شده، H اضافه کنیم تا به ترتیب اسید و الکل سازنده استر به دست آید.



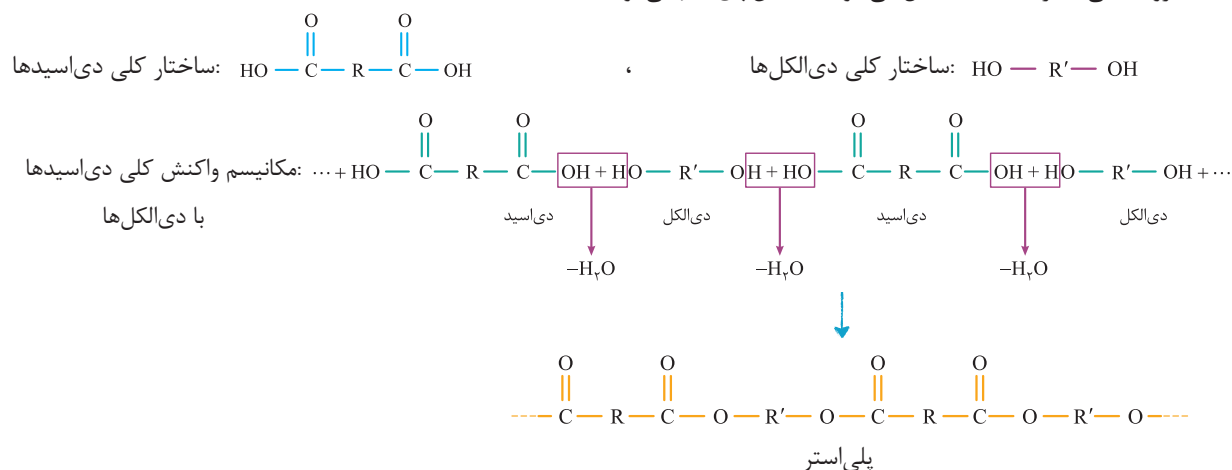
- دقت کنید که واکنش استری شدن (و آبکافت استر)، سرعت کمی دارد؛ به همین دلیل از کاتالیزگر اسیدی، برای افزایش سرعت آن استفاده می‌شود.

مثال بوی موز، اغلب مربوط به ترکیبی با ساختار زیر است. کربوکسیلیک اسید و الکل سازنده آن، کدام‌اند؟ (تجربی دافل ۹۶)



پلی استرہا

اگر واکنش دهنده‌ها در واکنش استری شدن، به جای الکل یک عاملی و کربوکسیلیک اسید یک عاملی، الکل دوعاملی (دی الکل) و کربوکسیلیک اسید دوعاملی (دی اسید) باشند، واکنش‌های استری شدن ادامه پیدا می‌کنند و در نهایت درشت مولکولی (پلیمری) با زنجیر بلند که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است، تشکیل می‌شود که به آن پلی‌استر می‌گویند.



- فرمول کلی پلی استر تولیدشده را می‌توان به صورت مقابل نشان داد:

- از واکنش n مولکول دی‌اسید و n مولکول دی‌الکل، $n-1$ مولکول آب و ترکیبی با $n-1$ گروه عاملی استری تولید می‌شود.

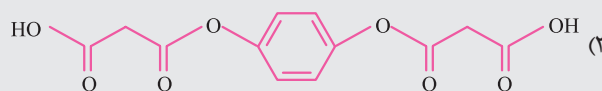
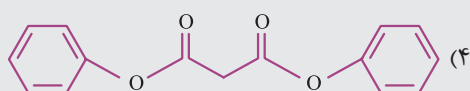
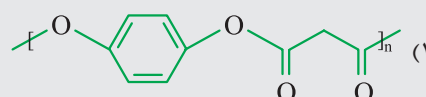
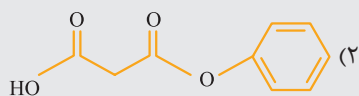




تذکر در واکنش صفحه قبل، اگر تعداد مولکول‌های دی‌اسید و دی‌الکل واکنش‌دهنده، کم باشد (n کوچک، مثلاً ۴ مولکول دی‌اسید و ۴ مولکول دی‌الکل)، برای مولکول به دست آمده در فرآورده، دیگر نام پلیمر را به کار نمی‌بریم و تعداد مولکول‌های آب تولیدشده را برابر $2n - 1$ در نظر می‌گیریم. ولی در n های بزرگ (تعداد مولکول‌های دی‌اسید و دی‌الکل زیاد)، که مولکول حاصل پلیمر (درشت‌مولکول) است، تعداد مولکول‌های آب تولیدشده در محاسبات را به جای $2n - 1$ برابر با $2n$ در نظر می‌گیریم.

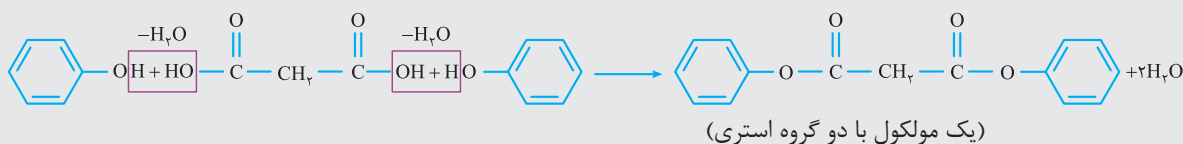


مثال اگر مقدارهای کافی از دو مولکول روبه‌رو با هم واکنش دهند، ساختار نهایی فرآورده آلی حاصل از واکنش، کدام است؟



پاسخ گزینه «۴»

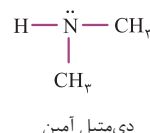
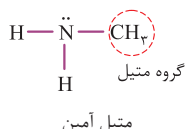
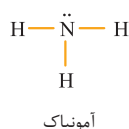
الکل داده‌شده، یک الکل یک‌عاملی است (دی‌الکل نیست)، پس واکنش این دو مولکول منجر به تولید پلی‌استر نمی‌شود (رد گزینه (۱)). اسید داده‌شده، یک دی‌اسید است، پس از دو طرف (دو سر اسیدی خود) می‌تواند با یک مولکول الکل داده‌شده واکنش دهد:



مولکول آلی حاصل دیگر دارای سر هیدروکسیل ($-OH$) یا کربوکسیل ($-COOH$) نیست! پس نمی‌تواند با اسید یا الکل دیگری واکنش دهد.

آمین‌ها

با جایگزین کردن یک، دو و یا سه اتم هیدروژن آمونیاک (NH_3) با گروه هیدروکربنی (R)، دسته‌ای از ترکیب‌های آلی به نام آمین‌ها به دست می‌آید.

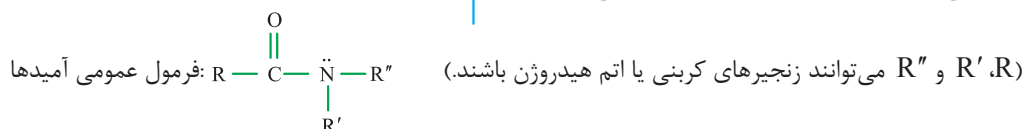


● بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین‌های دیگر است.

تنها ۱ اتم هیدروژن و ۱ اتم نیتروژن از آلکان هم‌کربن خود بیشتر دارد. $\Rightarrow C_nH_{2n+3}N$: فرمول عمومی آمین‌های سیرشده غیرحلقوی

آمیدها

آمیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختار آن‌ها گروه عاملی آمیدی ($-C(=O)-N-$) وجود دارد.



فرمول عمومی آمیدها با زنجیر کربنی سیرشده و غیرحلقوی: $C_nH_{2n+1}NO$



(تجربی دافل ۱۴۰۰)

مثال چند مورد از داده‌های جدول زیر، درباره ترکیب‌های آلی داده شده، نادرست است؟

ترکیب آلی	نیروهای بین مولکولی	انحلال پذیری در آب	گروه عاملی	قطبیت
اتانول	هیدروژنی	بسیار زیاد	هیدروکسید	قطبی
استون	وان دروالسی	بسیار زیاد	کربونیل	ناقطبی
متیل آمین	هیدروژنی	کم	آمین	قطبی

۲ (۱)

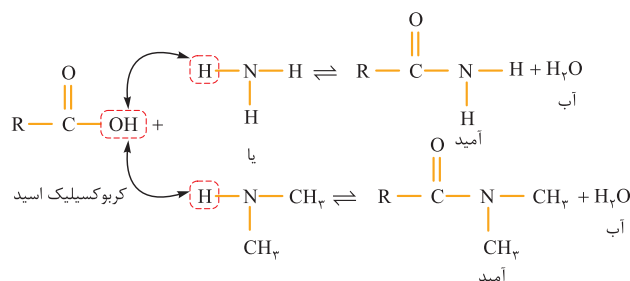
۳ (۲)

۴ (۳)

۵ (۴)

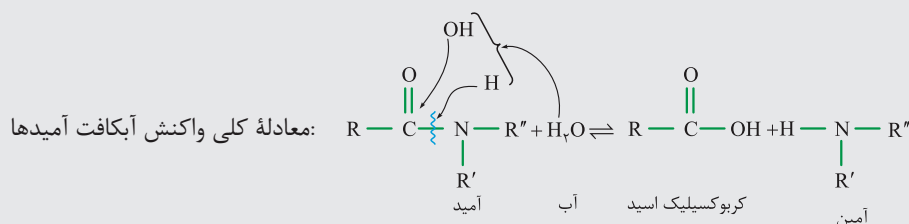
پاسخ گزینه «۲» از ۱۲ مورد داده شده، ۳ مورد نادرست‌اند. نام گروه عاملی اتانول (C_2H_5OH)، هیدروکسید است و نه هیدروکسید! استون (CH_3COCH_3) قطبی است. متیل آمین (CH_3NH_2) به دلیل قطبی بودن و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب، انحلال پذیری خوبی در آب دارد.

● آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با آمین‌ها یا آمونیاک به دست می‌آیند. واکنش بین آن‌ها با از دست دادن یک مولکول آب همراه است.



● واکنش بالا برگشت پذیر است؛ یعنی در شرایط مناسب از واکنش آمیدها با آب، کربوکسیلیک اسید و آمین (یا آمونیاک) سازنده آن حاصل می‌شود. به واکنش آمیدها با آب، واکنش آبکافت آمید گفته می‌شود.

برای به دست آوردن اسید و آمین سازنده یک آمید، کافی است پیوند یگانه $C-N$ در ساختار آمید را شکسته و به کربن پیوند شکسته شده، OH و به نیتروژن پیوند شکسته شده، H اضافه کنیم تا به ترتیب اسید و آمین (یا آمونیاک) سازنده آمید به دست آید.



پلی آمیدها

اگر واکنش دهنده‌ها در واکنش تولید آمید، به جای کربوکسیلیک اسید تک‌عاملی و آمین تک‌عاملی (یا آمونیاک)، شامل کربوکسیلیک اسید دوعاملی (دی‌اسید) و آمین دوعاملی (دی‌آمین) باشند، واکنش‌های تولید آمید تکرار می‌شود و در نهایت درشت‌مولکولی (پلیمری) با زنجیر بلند

که شامل تعداد زیادی گروه عاملی آمیدی ($-C(=O)-N-$) است، تشکیل می‌شود که به آن پلی آمید می‌گویند. (دقیقاً مشابه واکنش تولید پلی استرها)

ساختار کلی دی‌آمین‌ها: $H_2N-R'-NH_2$ ، ساختار کلی دی‌اسیدها: $HO-C(=O)-R-C(=O)-OH$

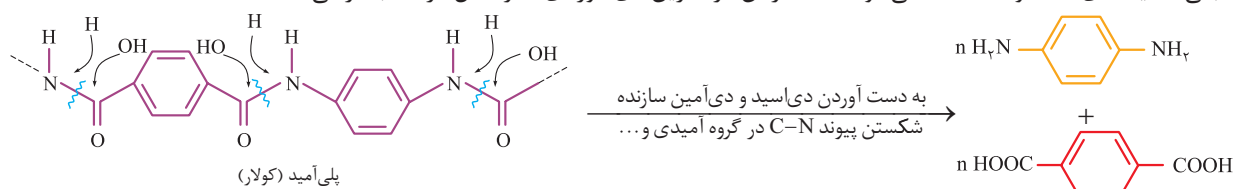
$(H_2O) + 2n - 1$ ترکیبی با $2n - 1$ گروه آمیدی (پلی آمید) \rightarrow (دی آمین) n + (دی اسید) n : واکنش کلی تولید پلی آمید

● در واکنش صفحه قبل نیز مانند واکنش کلی تولید پلی استر، اگر n بزرگ باشد و مولکول آلی تولیدشده پلی آمید باشد، به جای $2n - 1$ برای مولکول آب از $2n$ استفاده می کنیم.

● آمیدها و پلی آمیدها به دلیل داشتن گروه $(-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-)$ در ساختار خود (H متصل به N)، می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

● مو، ناخن، پوست بدن، شاخ حیوانات و پشم گوسفند نمونه ای از پلیمرهای آمیدی طبیعی هستند. پروتئین ها در دسته پلی آمیدها هستند.

● کولار یکی از معروف ترین پلی آمیدهای ساختگی است که از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم تر است. از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، جلیقه های ضد گلوله استفاده می شود. (ساختار آن در تمرین های دوره ای آخر فصل در کتاب درسی آمده است.)



مثال در یک آزمایش، 10 مول از یک دی آمین با 10 مول از یک دی اسید آلی واکنش کامل داده و به پلی آمید تبدیل شده اند. مقدار آب تشکیل شده، چند مول است؟

آب + پلی آمید \rightarrow دی آمین + دی اسید

(ریاضی داخل ۹۸)

۴۰ (۴)

۳۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

پاسخ گزینه «۲»

از واکنش n مول دی آمین با n مول دی اسید، $2n$ مول آب تشکیل می شود:

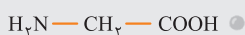
$$n = 10 \Rightarrow 2n = 2(10) = 20 \text{ مول آب}$$

مثال چند ترکیب زیر، می تواند به طور مستقیم (بدون تغییر گروه های عاملی) در تهیه پلیمری از نوع پلی آمید (به عنوان مونومر یا یکی از واحدهای سازنده) به کار رود؟

(ریاضی خارج ۹۸)



۴ (۴)



۳ (۳)



۲ (۲)



۱ (۱)

پاسخ گزینه «۲»

برای تهیه پلی آمیدها باید از دی آمین ها و دی اسیدها و یا ترکیب هایی که هر دو نوع گروه عاملی $-\text{COOH}$ و $-\text{NH}_2$ را دارند، استفاده کرد؛ پس از دو ترکیب $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ و $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ می توان در تهیه پلی آمیدها استفاده کرد.

پلیمرهای تراکمی

در واکنش مربوط به تهیه برخی پلیمرها مانند پلی استرها و پلی آمیدها، در اثر واکنش مولکول های مونومر با یکدیگر، مولکول های کوچکی مانند H_2O خارج می شود؛ بنابراین جرم مولی پلیمر از مجموع جرم مونومرهای سازنده آن کم تر است. به این پلیمرها، پلیمرهای تراکمی می گویند.

نشاسته

پلیمری طبیعی از نوع پلی ساکارید، است که از اتصال مولکول های گلوکز (مونومر) به یکدیگر تشکیل شده است. سلولز هم پلیمری طبیعی از نوع پلی ساکارید است.

● نشاسته در موادی مانند نان، سیب زمینی، گندم و ... وجود دارد.

● مولکول های نشاسته در شرایط مناسب مانند محیط مرطوب یا محیط گرم و مرطوب، به آهستگی آبکافت شده و به مونومرهای سازنده یعنی به گلوکز (قند خون) تبدیل می شود.

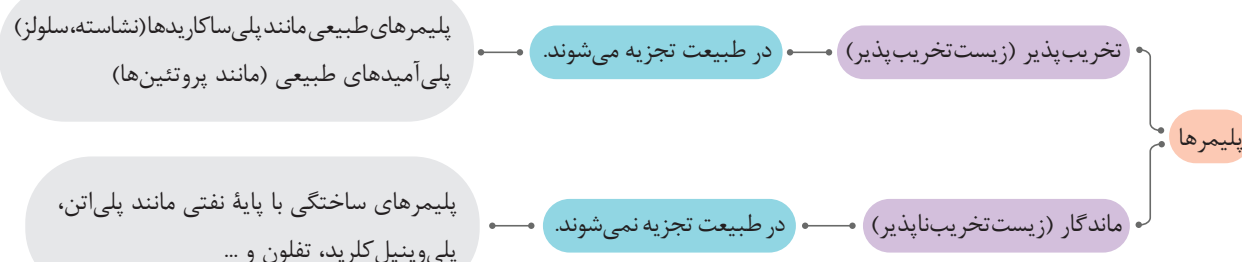
(گلوکز) $n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{آب} + \text{نشاسته (پلی ساکارید)}$

● مزه شیرینی که با خوردن موادی مانند نان و سیب زمینی حس می کنیم، به دلیل تجزیه نشاسته به گلوکز در دهان (گوارش نشاسته به کمک آنزیم ها) است.



پلیمرهای تخریب پذیر و ماندگار

● به پلیمرهایی که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول های ساده و کوچک مانند CO_2 ، CH_4 و H_2O و ... تبدیل می شوند، پلیمرهای زیست تخریب پذیر می گویند.



نکته

پلیمرهای افزایشی (مانند پلی اتن، پلی پروپن، تفلون و ...) یا به طور کلی پلیمرهای حاصل از هیدروکربن های سیر نشده به دلیل این که ساختاری شبیه آلکان ها (هیدروکربن های سیر شده) دارند، تمایلی برای انجام واکنش نداشته، در نتیجه با انواع زیادی از مواد شیمیایی واکنش نمی دهند؛ از این رو در طبیعت تجزیه نمی شوند و پایدارند.

نکته

با وجود این که پلی استرها و پلی آمیدهای ساختگی می توانند با آب واکنش داده و به مونومرهای سازنده خود تبدیل شوند. اما واکنش تجزیه آن ها بسیار آهسته است؛ بنابراین این پلیمرها را هم زیست تخریب ناپذیر در نظر می گیریم.

پلیمر سبز

- پلیمرهای ساختگی زیست تخریب پذیرند که پس از چند ماه رها شدن در طبیعت به مولکول های ساده مانند آب و کربن دی اکسید تبدیل می شوند. این پلیمرها به طور معمول از فراورده های کشاورزی مانند سیب زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می شوند.
- پلی لاکتیک اسید (PLA) نمونه ای از پلیمرهای سبز است که ظروف پلاستیکی یک بار مصرف مانند سفره، کیسه پلاستیکی و ... را از آن تولید می کنند و امکان تبدیل شدن به کود را دارد.
- پلی لاکتیک اسید را می توان از نوعی کربوکسیلیک اسید با نام لاکتیک اسید تهیه کرد.
- شیر ترش شده دارای لاکتیک اسید است.