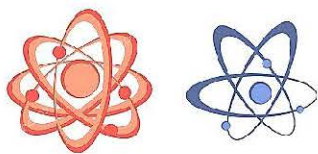


به نام خداوند بخشنده و مهربان



دوپینگ شیمی گروه آموزشی ماز

خلاصه نکات فصل سوم شیمی پایه دهم

اهمیت نکات حفظی این فصل در شیمی کنکور: ★★ ★

- سیاره زمین با جوئی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان است. به همین خاطر، زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است.
- جرم کل آب های روی کره زمین در حدود $10^{18} \times 1/5$ تن برآورد می شود. 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 ۲ متر می پوشاند.
- آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه ای شور دارد. برآوردها نشان می دهند $10^{16} \times 5$ 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. بر این اساس، می توان گفت درصد جرمی نمک های حل شده در آب دریاها به طور تقریبی برابر با $3/33\%$ است.
- جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است، پس می توان گفت جرم نمک های خارج شده از آب دریاها برابر با جرم نمک های وارد شده به آنها است.
- کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود. به همین خاطر است که می گوئیم زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند.
- هواکره از مولکول های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و کربن دی اکسید تشکیل شده است. سنگ کره نیز از مواد جامد مانند ماسه و نمک ها تشکیل شده است. آب کره نیز از مولکول های کوچک آب، یون های محلول در آب و ... تشکیل شده است.
- زیست کره شامل جانداران روی کره زمین می شود. در واکنش های انجام شده در زیست کره، درشت مولکول ها (موادی که از مولکول هایی با جرم مولی بالا ساخته شده اند) نقش اساسی ایفا می کنند. با توجه به توضیحات داده شده، اجزای سازنده ی زمین به شرح زیر هستند:

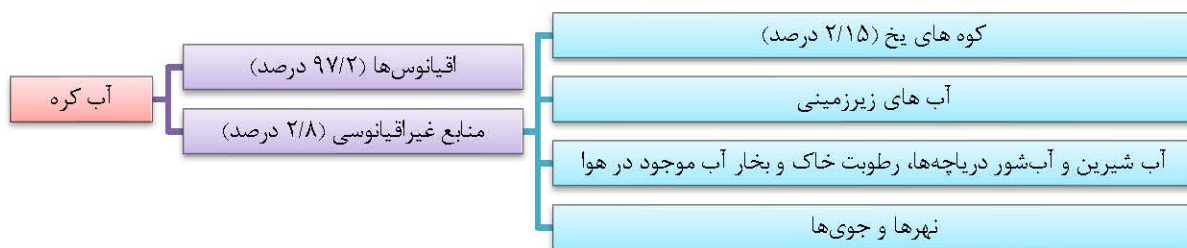


- جانداران آبی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هوا کره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند. این فرایند، نمونه ای از ارتباط میان هواکره و آب کره است.
- لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تر، وارد آب کره، هوا کره یا سنگ کره می شوند.
- جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان می دهد:

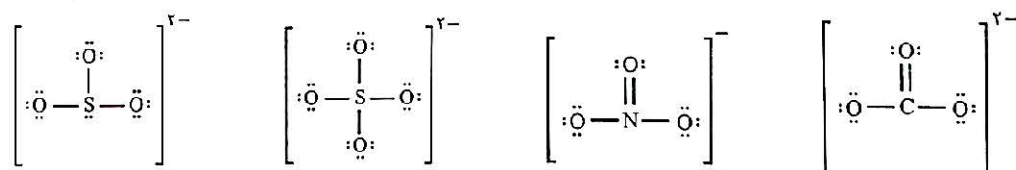
نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
رتبه فراوانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

- با استفاده از روش های فیزیکی مثل تبلور و روش های شیمیایی مثل برق کافت، می توان برخی از یون های موجود در آب دریا را استخراج کرد.
- در رابطه با یون های فراوان موجود در آب دریاها به نکات زیر توجه کنید:
- یون کلرید، فراوان ترین آنیون موجود در آب دریا، یون سدیم فراوان ترین کاتیون موجود در آب دریا و یون سولفات نیز فراوان ترین یون چندانی موجود در آب دریا است.
- کاتیون های حاصل از عناصر فلزی گروه های اول و دوم جدول دوره ای، در آب دریا وجود دارند.
- وجود انواع یون ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک های گوناگون در آن است.

- اگرچه ۷۵٪ 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. دلیل این موضوع، کم بودن مقدار آب شیرین است.
- نمودار زیر، اجزای سازنده ی آب کره (منابع اقیانوسی و غیر اقیانوسی آب کره) را نشان می دهد:



- با توجه به نمودار بالا، کوه های یخ در حدود ۷۷٪ از کل منابع غیر اقیانوسی آب کره را شامل می شوند.
- طبق نمودار، بیشتر آب های روی زمین شور است و نمی توان از آن ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. به همین خاطر، تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچون آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه ها، یکی از چالش های اساسی در سطح جهان است.
- اقیانوس ها، دریاها و دریاچه ها، منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی و تهیه داروهای گوناگون هستند.
- دریاها شامل مخلوطی همگن از انواع یون ها و مولکول های موجود در آب می شوند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاهای مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند؛ زیرا آب هایی که به دریاهای مختلف می ریزند، در مسیر خود از زمین هایی گذر می کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.
- اغلب چشمه ها، قنات ها و رودخانه ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. باید توجه داشت که این آب ها ناخالص هستند. همچنین آب های معدنی که از رشته کوه های البرز و زاگرس تهیه می شوند، مقداری ناخالصی دارند.
- آب باران در هوای پاک، تقریباً خالص است. در واقع هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر نام داشته و فراورده آن نیز آب مقطر نام دارد.
- مثال هایی که از آب آشامیدنی در کتاب ذکر شده عبارت از آب شیر (آب لوله کشی)، آب معدنی، آب چشمه و آب قنات هستند.
- آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده و حاوی مقدار کمی از یون های گوناگون است. برخی از این یون ها به طور طبیعی در آب حل شده است و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می شود.
- به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کمی یون فلئورید می افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان ها می شود.
- تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب ها، در نوع و مقدار حل شونده های آن ها است. در برخی از آب های آشامیدنی، مقدار یون های حل شده به قدری زیاد است که مزه ی آب را تغییر می دهد.
- برخی یون های موجود در آب های آشامیدنی و شیرین عبارت از یون کلرید، یون منیزیم، یون آهن (III)، یون هیدروکسید، یون نیترات، یون سدیم و یون کلسیم هستند. توجه داریم که مقدار و نوع یون های موجود در آب های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.
- برخی از یون های موجود در آب آشامیدنی مانند Na^+ ، Cl^- و Ca^{2+} ، تک اتمی هستند؛ در حالی که برخی دیگر از یون های موجود در آب مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-})، از چند اتم تشکیل شده اند. این یون ها را یون های چند اتمی می نامند. ساختار لوویس برخی از یون های چند اتمی به صورت زیر است:



- یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چند اتمی نام دارد. توجه داریم که بار الکتریکی یون های چند اتمی به اتم خاصی از این یون ها تعلق نداشته و مربوط به کل اتم هایی است که در ساختار این یون قرار می گیرند.

- گیاهان برای رشد مناسب افزون بر H_2O و CO_2 ، به عنصرهایی مانند گوگرد، نیتروژن و فسفر نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از انواع کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.
- مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد.
- هوای پاک که تنفس می‌کنیم، که محلولی از گازها است. سرم فیزیولوژی، محلول رقیقی از نمک در آب است. ضد یخ، محلولی از اتیلن گلیکول در آب است و گلاب نیز مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.
- ضدیخ، نوعی محلول آبی است. حالت فیزیکی در سرتاسر این محلول مایع بوده و ترکیب شیمیایی مانند رنگ و غلظت در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. در محلول ضد یخ، یک نوع الکل دو عاملی به اسم اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی $C_2H_6O_2$ وجود دارد.
- برخی محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی، رقیق هستند و برخی از آن‌ها مانند گلاب دو آتشه، غلیظ هستند.
- دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده و در نتیجه، بلورهای جامد زیبایی بر روی سطح سنگ‌های موجود در سواحل تشکیل می‌شود. این بلورها، 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 (نوعی از روش‌های فیزیکی) از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. نمودار زیر، کاربردهای سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



- فلز منیزیم ماده ارزشمندی است که در تهیه آلیاژها و شربت معده کاربرد دارد. روش تهیه منیزیم از آب دریا در نمودار زیر بررسی شده است:



- مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاها گوناگون با هم تفاوت دارد. برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد. توجه داریم که دریای مرده، حداکثر مقدار نمک حل شده در بین دریاهای جهان را دارد.
- دریاچه ارومیه یکی از دریاچه‌های شور دنیا است که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه بسیار غلیظ است و به همین خاطر، دریاچه‌ی ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می‌آید.
- ترتیب میزان نمک‌های حل شده در دریاهای گوناگون به صورت مقابل است: اقیانوس آرام > دریای مدیترانه > دریای سرخ > دریای مرده
- هر محلول از دو قسمت حلال و حل شونده تشکیل شده است. حلال، جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن در محلول بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از این مواد بستگی دارد.
- برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های موجود در هوا، از کمیتی به نام قسمت در میلیون (ppm) استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. غلظت ppm یک محلول، با استفاده از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. توجه داریم که یکای جرم در مخرج و صورت کسر داده شده باید یکسان باشد.

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

- درصد جرمی، یکی از روش‌های بیان میزان حل شونده در محلول‌ها است. درصد جرمی را با نماد $W/W\%$ نشان می‌دهند. درصد جرمی یک محلول، با استفاده از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. توجه داریم که یکای جرم در مخرج و صورت کسر داده شده باید یکسان باشد.

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

- 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، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید در آب است.
- تهیه‌ی محلول‌ها با درصد جرمی معین کار آسانی نیست. تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع، آسان‌تر از جرم آن است.
- چون شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را اغلب برحسب مول بیان می‌کنند و این مقیاس را مبنای محاسبات کمی خود قرار می‌دهند، بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر است که با مول‌های ماده حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی (مولار) می‌نامند.
- محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول، ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده است.
- شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل‌شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، انحلال پذیری آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژه‌ی بیشترین نشان دهنده‌ی رسیدن محلول به حالت سیرشده است، محلولی که نمی‌تواند حل شونده‌ی بیشتری را در خود حل کند.

آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳٪ از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. در رابطه با سنگ کلیه، به موارد زیر توجه کنید:

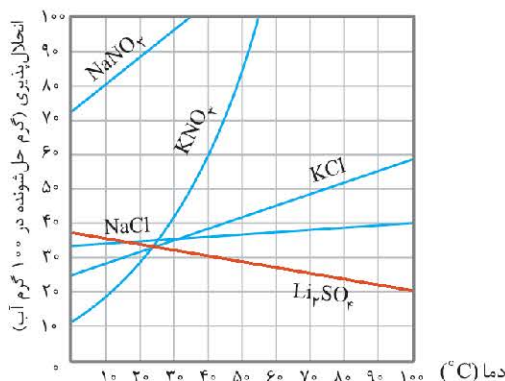
- سنگ کلیه افزون بر زمینه‌ی ژن‌شناختی (ژنتیکی)، می‌تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود.
- اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند. هنگامی که مقدار نمک‌های کلسیم‌دار در ادرار بیشتر از میزان انحلال پذیری این نمک‌ها باشد، مقدار اضافی از این مواد رسوب کرده و فرد مبتلا به سنگ کلیه می‌شود.
- اگر انحلال‌پذیری ماده‌ای کمتر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، آن ماده را نامحلول نامیده و اگر انحلال‌پذیری یک ماده بین ۰/۱ گرم و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، آن ماده را کم‌محلول می‌نامند. در نقطه مقابل، اگر انحلال‌پذیری یک ماده از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب بیشتر باشد، آن ماده را محلول در آب می‌نامیم. تصویر زیر، انواع مواد از نظر انحلال‌پذیری را نشان می‌دهد:



- نمودار زیر نوع انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب و در دمای 25°C نشان می‌دهد:



- نمودار زیر، انحلال‌پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب را برحسب دمای محلول نشان می‌دهد:



در رابطه با نمودار بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع آنها و دمای محلول بستگی دارد، اما توجه داریم که تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری انواع نمک‌ها یکسان نیست.

- سدیم کلرید، پتاسیم کلرید، پتاسیم نیترات و سدیم نیترات، از جمله نمک‌هایی هستند که با افزایش دما، به مقدار بیشتری در آب حل می‌شوند. در نقطه‌ی مقابل، لیتیم سولفات ترکیب است که با افزایش دما، به مقدار کمتری در آب حل می‌شود.
- از میان نمک‌های داده شده در این نمودار، KNO_3 تنها نمکی است که تاثیر دما بر انحلال پذیری آن به صورت خطی نیست.
- از میان نمک‌های داده شده، KNO_3 بیشترین شیب انحلال‌پذیری را دارد. بر این اساس، می‌توان گفت تاثیر دما بر انحلال‌پذیری KNO_3 در آب، از بقیه نمک‌ها بیشتر است. در نقطه‌ی مقابل، انحلال پذیری $NaCl$ کمتر به دما وابسته است.
- در بین نمک‌های داده شده در این نمودار، $NaNO_3$ در دمای صفر درجه بیشترین مقدار انحلال‌پذیری را دارد.
- نمک‌هایی که شیب انحلال‌پذیری آن‌ها مثبت است، دارای فرایند انحلال گرماگیر هستند. نمک‌هایی که شیب انحلال‌پذیری آن‌ها منفی است، دارای فرایند انحلال گرماده هستند.

شیب نمودارهای انحلال‌پذیری خطی از رابطه‌ی مقابل بدست می‌آید:

$$\text{شیب}(m) = \frac{\text{تغییرات انحلال پذیری}}{\text{تغییرات دما}} = \frac{\Delta S}{\Delta \theta}$$

- آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود. آب ویژگی‌های گوناگونی از جمله توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی دارد.
- چون آب از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است، باریکه‌ی آب به وسیله میله‌ی شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر انحراف پیدا می‌کند. توجه داریم که در این شرایط، میله‌ی شیشه‌ای دارای بار الکتریکی منفی است.
- رفتار مولکول‌های آب در برابر میله‌ی باردار، از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. توجه داریم که شکل مولکول آب خمیده (V شکل) و زاویه دار است. ساختار این مولکول‌ها به صورت مقابل است:
- هنگامی که مولکول‌های آب در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری پیدا می‌کنند. نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند.
- شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند، مولکول‌های دوقطبی یا قطبی می‌گویند. در واقع این مولکول‌ها سرهای مثبت و منفی دارند. این درحالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن، کربن دی‌اکسید و متان، در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. چنین مولکول‌هایی ناقطبی نامیده می‌شوند. تصاویر زیر، برخورد مولکول‌های آب و متان را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد:



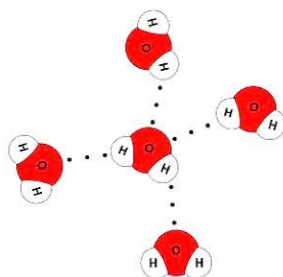
- به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند. این نیروها ذره‌های سازنده‌ی مواد گازی، مایع و یا جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند. نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند.
- گازها، دارای مولکول‌های مجزا با کمترین مقدار برهم‌کنش‌های بین مولکولی هستند؛ اما در مواد مایع، برهم‌کنش مولکول‌ها بیشتر بوده و در مواد جامد نیز مقدار برهم‌کنش‌های میان مولکول‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد.
- نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است.
- جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دو قطبی است. گشتاور دوقطبی کمیتی است که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌ها را با یکای دپای (D) گزارش می‌کنند.
- جدول زیر، اطلاعاتی از مولکول‌های آب و هیدروژن سولفید را نشان می‌دهد:

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

با توجه به خاصیت نافلزای بیشتر اکسیژن در مقایسه با گوگرد، گشتاور دوقطبی آب بیشتر از هیدروژن سولفید است.

در رابطه با جدول داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

- آب و هیدروژن سولفید، هر دو مولکول‌های خمیده و قطبی دارند.
- آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد و این موضوع، نشان می‌دهد که نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب بسیار بیشتر از هیدروژن سولفید است.
- گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1/85D$ و $0/97D$ است. این کمیت نشان می‌دهد که میزان قطبیت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن، نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است.
- نیروهای جاذبه میان مولکول‌های H_2O به اندازه‌ای قوی است که این ماده در شرایط اتاق، برخلاف هیدروژن سولفید حالت مایع دارد.



- پیوند بین مولکول‌ها به طور کلی به دو دسته‌ی هیدروژنی و وان‌دروالسی تقسیم می‌شوند.
- از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه از آب که دارای شمار بسیاری مولکول H_2O است، سر مثبت هر مولکول، سر منفی مولکول همسایه را جذب می‌کند. از این رو در یک نمونه از 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 می‌کنند، پیوندهای هیدروژنی نامیده می‌شود. پیوندهای هیدروژنی آب را در شکل روبه‌رو می‌توان دید:
- پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نوع نیروی بین مولکولی است. این نیروی بین مولکولی در موادی برقرار می‌شود که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های فلوئور، نیتروژن و اکسیژن با پیوند اشتراکی متصل شده باشد.
- مولکول‌های H_2O در حالت مایع، با وجود تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی، می‌توانند روی هم بلغزند و جابه‌جا شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در ساختار یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.
- در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار گرفته و شبکه‌ای مانند شانه‌ی 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. تصویر زیر، نمایی از ساختار ذره‌ای یخ را نشان می‌دهد:



- چون حجم آب هنگام یخ زدن زیاد می‌شود، دیواره‌ی باخته‌های گیاهی در بافت کلم بر اثر یخ زدن آب موجود در آن‌ها تخریب می‌شوند.
- در جدول زیر نقطه جوش بعضی از گونه‌های داده شده در کتاب درسی آورده شده است:

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

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

ترتیب نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر موجود در گروه‌های شماره ۱۵ و ۱۷، از جمله مطالبی است که باید آن را به خاطر بسپارید!

در رابطه با جدول بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- به طور کلی عناصری که توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی دارند، در مقایسه با سایر مواد نقطه جوش بیشتری دارند.
- برای مقایسه‌ی نقطه جوش ترکیب‌های مختلف، اول به نوع پیوند بین مولکولی در آن‌ها دقت کرده و سپس، قطبی و ناقطبی بودن آن‌ها را مقایسه می‌کنیم و در مرحله‌ی آخر، جرم مولی آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.
- در مواد مولکولی با جرم مولی نزدیک به هم، ماده با مولکول‌های قطبی نقطه جوش بالاتری دارد.
- در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، دمای جوش افزایش می‌یابد.

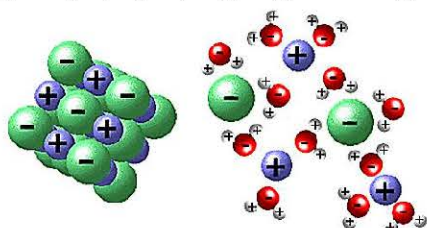
- مواد گازی که نقطه جوش پایین تری دارند، سخت تر به حالت مایع تبدیل می شوند.
- نمودار زیر، نکاتی از استون و اتانول را در مقایسه با یکدیگر نشان داده است:

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی	$\mu(D)$	نقطه جوش	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	$46 g.mol^{-1}$	> 0	۷۸	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	$58 g.mol^{-1}$	> 0	۵۶	حلال چربی، رنگ ها و انواع لاک ها

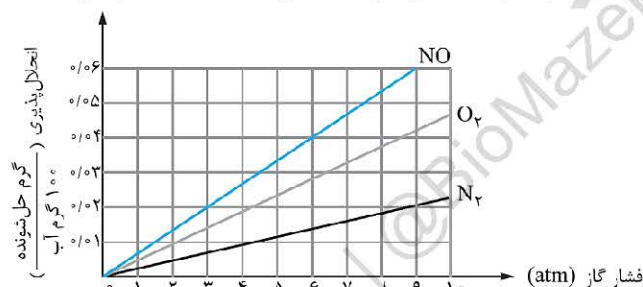
همانطور که مشخص است، اتانول در مقایسه با استون دمای جوش بالاتری دارد.

در رابطه با جدول داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می روند.
 - دلیل بالاتر بودن نقطه جوش اتانول، نوع پیوندهای بین مولکولی در این ماده است. پیوند بین مولکولی در اتانول از نوع هیدروژنی است.
 - اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند و از این رو، نمی توان محلول آبی سیرشده ای از این مواد تهیه کرد.
 - 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 در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند. توجه داریم که همه محلول ها آبی نیستند؛ زیرا افزون بر آب، حلال های دیگری مانند استون، الکل و هگزان نیز وجود دارند.
 - هوا و آب دریا از جمله محلول هایی هستند که از یک حلال و چند حل شونده تشکیل شده اند.
 - هگزان هیدروکربنی از گروه آلکن ها است که گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر بوده و از آن به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر) استفاده می شود. چگالی هگزان از آب کمتر بوده و این ترکیب هیدروکربنی، یک ماده بی رنگ است.
 - به محلول هایی که حلال آنها آلی است، محلول های غیر آبی می گویند. به عنوان مثال، محلول ید در هگزان که **بنفش** رنگ است و یا بنزین خودرو که **سبز** رنگ است، نمونه هایی از محلول های غیر آبی هستند. البته، بنزین خودرو می تواند به رنگ های زرد، صورتی و ... نیز دیده شود.
 - بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد. اغلب محلول های موجود در بدن انسان، محلول های آبی هستند. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته ها و باقی آن در محیط برون سلولی جریان دارد. این مایع ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول ها و دستگاه گردش خون جابه جا می کنند.
 - هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می دهد.
 - آزمایش ها نشان می دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که رابطه زیر برقرار باشد:
- میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شونده خالص > جاذبه های میان حل شونده و حلال در محلول
- در شیمی اصطلاحی به نام "شبیه شبیه را حل میکند" وجود دارد. این عبارت به این معنا است که مواد یونی و قطبی در حلال های قطبی حل می شوند و مواد ناقطبی نیز در حلال های ناقطبی حل می شوند.
 - چون ید و هگزان هر دو ناقطبی هستند، پس این دو ماده در هم حل می شوند.
 - در مخلوط های ناهمگن به حالت مایع (مثل مخلوط آب و هگزان)، اجزای مخلوط به مقدار ناچیزی در یکدیگر حل می شوند، اما این مقدار حل شده از دو ماده قابل چشم پوشی است.
 - انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال ید در هگزان، نمونه هایی از انحلال مولکولی است. در انحلال مولکولی، ذرات حل شونده ماهیت خود را در محلول حفظ کرده و با انحلال در محلول، دچار تغییر نمی شوند.
 - 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 سدیم کلرید جامد وارد آب 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، نیروی یون-دوقطبی نام دارد. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می دهد:



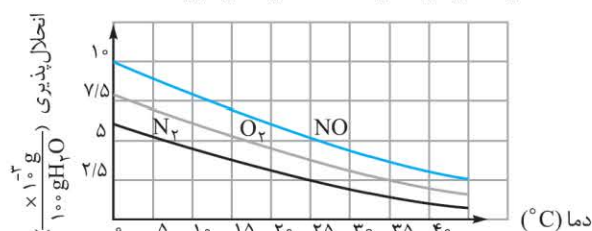
- نیروی یون-دوقطبی، نیروی جاذبه‌ای است که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه‌ی بلور شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. این یون‌های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده می‌شوند، به طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های سدیم و کلرید آبپوشیده دانست.
- در محلول نمک‌ها، یون‌های منفی توسط سر مثبت مولکول‌های آب (اتم‌های هیدروژن) و یون‌های مثبت نیز توسط سر منفی مولکول‌های آب (اتم اکسیژن) احاطه می‌شوند.
- در فرایند انحلال یونی، ماده حل‌شونده (ترکیب یونی مثل سدیم کلرید) ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ نکرده و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک شده و آبپوشیده می‌شوند.
- ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد.
- انحلال‌پذیری گازها در آب، به عوامل مقابل بستگی دارد: ۱- فشار گاز ۲- دمای آب ۳- نوع گاز ۴- وجود نمک و ترکیبات دیگر در آب
- هرچه گاز حل‌شده در آب دارای قطبیت، جرم مولی و واکنش‌پذیری بیشتری باشد، آن گاز در آب به مقدار بیشتری حل می‌شود. وجود نمک و ترکیبات دیگر در یک نمونه از آب، انحلال‌پذیری گازها را در آب کم می‌کند.
- نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند، در دمای 20°C نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار داده شده، انحلال‌پذیری گازها در آب با فشار آن‌ها رابطه مستقیم دارد.

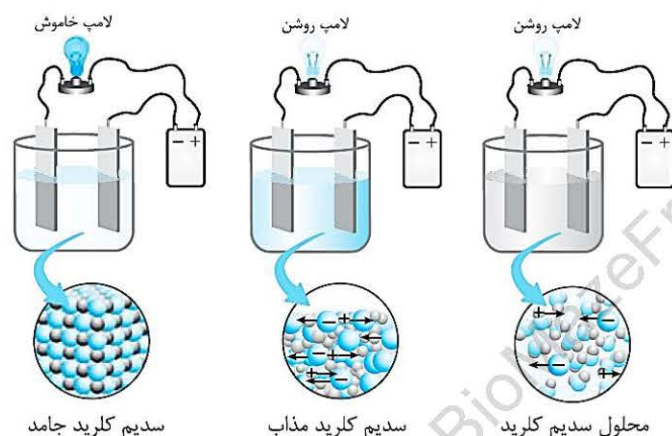
در رابطه با نمودار بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- این نمودار، بیانگر قانون هنری است. این قانون بیان می‌کند که در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها در آب زیاد می‌شود.
- انحلال‌پذیری این سه گونه در دمای‌های مختلف به شکل $NO > O_2 > N_2$ است. گاز NO قطبی بوده و در مقایسه با دو گاز دیگر، انحلال‌پذیری بیشتری دارد. بین دو گاز O_2 و N_2 ، گاز اکسیژن به دلیل جرم مولی بیشتر، انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد.
- در فشار یک اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز CO_2 در آب بیشتر از گاز NO است. در واقع چون گاز کربن دی‌اکسید با آب واکنش داده و کربنیک اسید را تولید می‌کند، مقدار انحلال‌پذیری این گاز در آب، بیشتر از گاز NO است.
- در فشار صفر اتمسفر، انحلال‌پذیری هر سه گاز صفر است.
- شیب نمودار مربوط به گاز NO از بقیه گازهای داده شده در این نمودار بیشتر است و این موضوع بیانگر این است که تاثیر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز، از بقیه گازها بیشتر است.
- نمودار زیر، انحلال‌پذیری سه گاز مختلف در آب را در فشار یک اتمسفر نشان می‌دهد:



- نمودار بالا نشان می‌دهد که با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها کاهش می‌یابد؛ پس می‌توان گفت انحلال گازها در آب یک فرایند گرماده است.
- شیب نمودار که بیان‌کننده‌ی تاثیر دما بر انحلال‌پذیری گازها است، با افزایش دما در حال کاهش یافتن است. در واقع با افزایش دما، تاثیر افزایش دما بر کاهش انحلال‌پذیری گازها به تدریج کم می‌شود.

- فلزها و گرافیت (مغز مداد)، رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی این مواد به وسیله الکترون‌های موجود در ساختار آن‌ها انجام می‌شود، به این مواد رسانای الکترونی می‌گویند.
- نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به وسیله یون‌ها انجام می‌شود و به آن رسانای یونی می‌گویند. این رسانایی هنگامی انجام می‌شود که یون‌های موجود در یک ماده بتوانند از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا خواهند شد.
- محلول سدیم کلرید حاوی یون‌های $Na^+_{(aq)}$ و $Cl^-_{(aq)}$ است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم، در سرتاسر آن پراکنده شده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار بگیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های نامنظم حرکت می‌کنند. در چنین شرایطی، یون‌های $Na^+_{(aq)}$ به سوی قطب منفی و یون‌های $Cl^-_{(aq)}$ به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان دهنده جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. تصویر زیر، نمایی از این محلول را نشان می‌دهد:

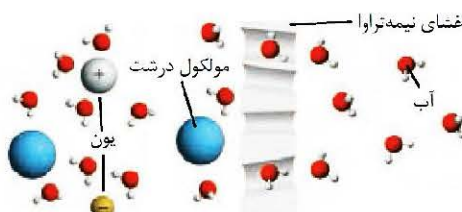


- سدیم کلرید در حالت جامد نارسانا است، اما در حالت مذاب یا در حالت محلول در آب، رسانای جریان برق است.
- به موادی که می‌توانند یک محلول آبی رسانا ایجاد کنند (مانند $NaCl_{(s)}$)، الکترولیت گفته شده و به محلول حاصل از این مواد (مانند $NaCl_{(aq)}$)، محلول الکترولیت می‌گویند.
- موادی مانند اتانول، متانول، اتیلن گلیکول، شکر و استون غیر الکترولیت بوده و در حالت محلول، رسانای جریان برق نیستند. این مواد به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند.
- اتانول به مقدار نامحدودی در آب حل شده و هر مولکول آن توانایی ایجاد ۲ پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارد. اتانول را بر اثر تخمیر مولکول‌های گلوکز و یا از واکنش میان اتن با آب می‌توان بدست آورد. تصویر زیر، نمایی از فرایند برقراری پیوند هیدروژنی در محلول آبی اتانول را نشان می‌دهد:
- اسیدها و بازهای ضعیف مانند HCl و یا آمونیاک، الکترولیت ضعیف هستند. اسیدها و بازهای قوی مانند HCl و یا KOH ، الکترولیت قوی هستند و به خوبی جریان برق را از خود عبور می‌دهند.
- پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی در بدن ایجاد می‌شود که ناشی از کاهش چشمگیر مقدار یون‌های Na^+ ، K^+ و Cl^- و ... در الکترولیت‌های بدن است. نوشیدن چنین الکترولیت‌هایی، می‌تواند کاهش این یون‌ها را جبران کند.
- یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم، ۲ برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود این یون در بدن به ندرت احساس می‌شود.
- وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون، مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.
- گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) یا قند خون، یک ترکیب آلی است که در جریان خون وجود داشته و با اکسایش خود، انرژی مورد نیاز پاخته‌ها را تامین می‌کند. در رابطه با این ماده، به نکات زیر توجه کنید:
- دستگاه اندازه‌گیری قند خون، گلوکومتر نام دارد. این دستگاه تعداد میلی‌گرم‌های گلوکز موجود در هر دسی‌لیتر (معادل ۰/۱ لیتر) خون را نشان می‌دهد. برای تبدیل عدد نشان داده شده بر روی دستگاه گلوکومتر به غلظت مولی، کافیست این عدد را بر ۱۸۰۰ تقسیم کنیم.

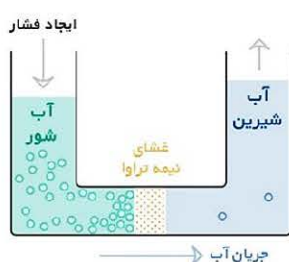
- واکنش اکسایش گلوکز در بدن به صورت $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6H_2O(l) + 6CO_2(g)$ است.
- گلوکز در اثر واکنش فوتوسنتز با معادله $6H_2O(l) + 6CO_2(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$ در گیاهان تولید می‌شود.
- گلوکز به صورت مولکولی در آب حل شده و محلول آن جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد.
- گلوکز نوعی کربوهیدرات بوده و مولکول‌های آن به عنوان مونومر در واکنش تولید برخی از پلیمرها مثل سلولز و نشاسته مصرف می‌شود.
- هر فرد، روزانه در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت‌وپز، شست‌وشو، نظافت و شست‌وشو لباس می‌شود. ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد، چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.
- با حساب کردن همه‌ی آب مصرفی، در زندگی سالانه هر فرد می‌توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. برآوردها نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود 10^6 لیتر معادل با 10^3 مترمکعب است.
- در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.
- هر چه رد پای آب ایجاد شده سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیشتری مصرف می‌شوند و این منابع، زودتر به پایان می‌رسند.
- تقریباً همه‌ی آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز، خانه، مدرسه و دانشگاه، از آب‌های سطحی (آب رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه‌های عمیق) تهیه می‌شوند.
- دریاچه، سد و رود، منابع تأمین آب مورد نیاز ما هستند. آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیه‌ی آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. آب‌های گل آلودی که در جوی‌ها و نهرها جاری هستند، از یک چشمه، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند.
- هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند، در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد. وقوع چنین پدیده‌هایی، نشان از انجام شدن اسمز دارد. تصویر زیر، نمایی از فرایند اسمز را نشان می‌دهد:



- دیواره‌ی پاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده‌ی مواد می‌توانند از آن گذر کنند. این روزنه‌ها فقط اجازه‌ی گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا نامیده می‌شوند.
- هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، به صورت خود به خودی از محیط رقیق (محلول موجود در اطراف) با گذر از روزنه‌های دیواره‌ی سلولی به محیط غلیظ (درون پاخته‌ها) می‌روند. در نتیجه‌ی چنین فرایندی، میوه آبدار و متورم می‌شود. نام فرایند انجام شده، گذرندگی (اسمز) است. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد. تصویر زیر، نمایی از فرایند انجام شده را نشان می‌دهد:



- با کمک روش اسمز، نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و شیرین کرد. برای این منظور، از فرایند اسمز معکوس استفاده می‌شود. اسمز معکوس یکی از روش‌های تولید آب شیرین از آب دریاهاست. شکل روبه رو فرایند اسمز وارونه (معکوس) را به زبان ساده نشان می‌دهد:



- چون اسمز معکوس یک فرایند غیرخودبه خودی است، فشار این سامانه معمولاً به وسیله یک پمپ (یک منبع نیروی خارجی) تامین می شود. به مرور زمان و با جابه جا شدن بیشتر مولکول های آب، غلظت نمک ها در آب شور زیاده تر شده و باید فشار بیشتری را به سامانه اعمال کنیم.
- شکل مقابل، روش دیگری برای تهیه آب شیرین با استفاده از آب دریا (روش تقطیر) را نشان می دهد:
- این روش، با استفاده از فرایند متوالی تبخیر (تبدیل حالت از مایع به گاز) و میعان (تبدیل حالت از گاز به مایع) آب در یک سامانه انجام می شود.
- در روش تقطیر، با تابیدن نور خورشید به محلول موجود در ظرف، آب موجود در محلول بخار شده و هنگام برخورد مولکول های بخار آب به سقف پلاستیکی سامانه، عمل میعان رخ می دهد و آب شیرین به صورت مایع در ظرف های جداگانه ای جمع می شود. در این فرایند، از انرژی خورشید به عنوان یک منبع انرژی خارجی استفاده می شود. این روش، توانایی جدا کردن مواد فرار از آب را ندارد.
- صافی کربن، یکی از روش های مورد استفاده برای تولید آب شیرین با استفاده از آب دریا است.
- در جدول زیر موادی که توسط روش های مختلف تصفیه آب دریا از آب جدا می شوند نشان داده است:

نافلزها	آلاینده ها	حشره کش ها و آفت کش ها	فلزهای سمی	میکروب ها	ترکیب های آلی فرار
✓	✓	✓	✓	✗	✗
✓	✓	✓	✓	✗	✓
✓	✓	✓	✓	✗	✓

در رابطه با جدول بالا، به دو نکته ی زیر توجه کنید:

- همان طور که مشخص است، هیچ کدام از روش ها میکروب های موجود در آب را جدا نمی کنند. بر این اساس، می توان گفت قبل از مصرف آب شیرین حاصل از این روش ها، باید آب را کلرزنی کنیم.
- آب به دست آمده از روش اسمز معکوس و صافی کربن، در مقایسه با آب حاصل از تقطیر، آلودگی کمتری دارد.
- از واکنش میان محلول های مختلف و فرایند تولید رسوب، می توان برای تشخیص کاتیون های موجود در محلول های مختلف استفاده کرد. جدول زیر، برخی از کاتیون هایی که با استفاده از محلول های مختلف قابل شناسایی هستند را نشان می دهد:

کاتیون	محلول استفاده شده برای تشخیص	رسوب ایجاد شده	رنگ رسوب
یون نقره	محلول سدیم کلرید	رسوب نقره کلرید	سفید
یون باریم	محلول سدیم سولفات	رسوب باریم سولفات	سفید
یون منیزیم	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب منیزیم هیدروکسید	سفید
یون آهن (II)	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب آهن (II) هیدروکسید	سبز تیره
یون آهن (III)	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب آهن (III) هیدروکسید	قرمز آجری

رسوب های ایجاد شده در این فرایندها، نشان از انجام شدن یک واکنش شیمیایی در محلول دارند.

سلام به همه ی همکاران عزیز! ایشالا که حالتون خوب باشه و این روزا حسابش مشغول درس خوندم باشید! مطالب این جزوه با دقت و وسواس زیاد جمع آوری شده و امیدوارم که خوندم اونقدر به شما در جمعیندر مطالب حفظ و مفاهیم شیرینر کنکور کمک کنه! امیدوارم که موفق باشید و در امتحان این مسیر، به اهداف خودتون برسید. در پایانه متن این جزوه، تشکر میکنم از سرکار خانم رحمت اومینر که در تالیف این جزوه و گردآوری مطالب اونقدر نقش سزایر داشت...

دکتر فرزاد هادیانمزد - مسئول دبیرخانه شیمی ماز