

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ وَتَقَبَّلْ مِنْهُمْ

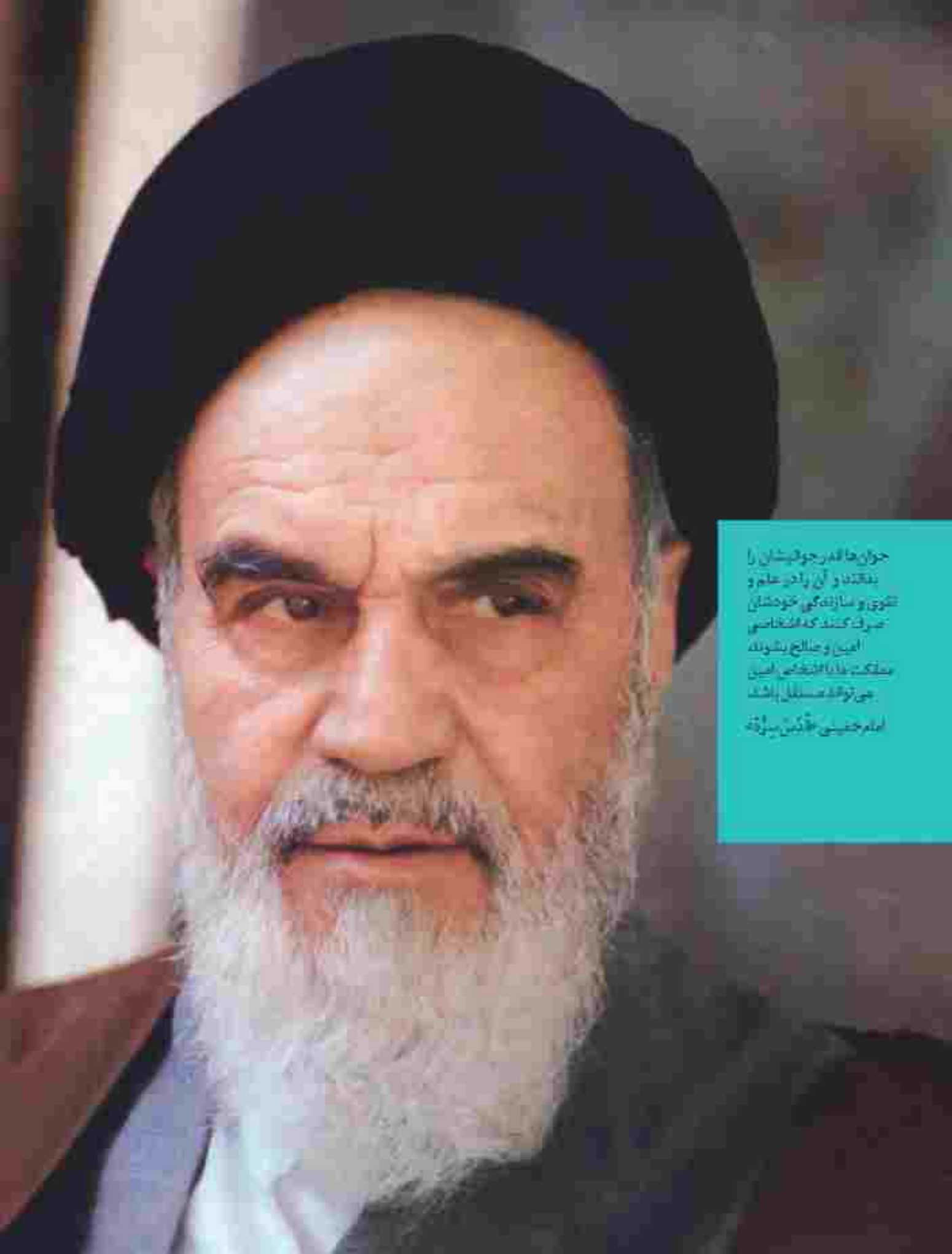
شیمی (۳)

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

پایه دوازدهم

شورای علوم متوسطه





جوان خالق در جوانی ایشان را
بفازند و آن را در علم و
تقوی و سازندگی خودشان
صرف کردند که انسانهای
امین و صالح بشوند
مملکت خدا را از دست
چری ترکان تسلیم داشتند
امام حسین علیه السلام بیرون

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

..... فهرست

۱ فصل اول: موافکول‌ها در خدمت تندرستی



۲۷ فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی



۶۷ فصل سوم: شیمی جلوه‌های از هنر، زیبایی و ماندگاری



۹۱ فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر



۱۲۴ واژه‌نامه

۱۲۶ منابع

سخنی با دبیران ارجمند

علوم تجربی یکی از حوزه‌های تربیت و یادگیری برنامه‌درسی ملی است که رسالت اصلی آن تربیت افرادی توانمند با ویژگی‌های زیر است:

- سکولیت‌پذیر، نوع دوست، جمع‌گرا و جهان‌اندیش باشند
- ضمن بهره‌برداری از منابع طبیعی، آنها را نمادان الهی بدانند و این منابع را برای نسل‌های آینده حفظ کنند.
- از آمیخته‌های خود در زندگی فردی و اجتماعی بهره بگیرند تا زندگی سالم و با نشاطی برای خود و جامعه فراهم کنند.

- اخلاقی مدار باشند و در همه حال خداوند را ناظر و حاضر بر اعمال خود بدانند. بر اساس این برنامه، دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه باید به این شایستگی‌ها برسند
- با درک ماهیت، روش و فرایند علوم تجربی، این علوم را در حل مسائل واقعی زندگی (حالت و آینده) به کار گیرند و محدودیت‌ها و توانمندی‌های این علوم را در حل مسائل گزارش کنند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، بتوانند اندیشه‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهند و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاقی علمی مشارکت کنند.

علوم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف، روابط علت و معلولی بین اجزای مادی جهان هستی و در واقع به مثابه کشف بخشی از فعل خداوند است که با ظهور شواهد و دلایل جدید تغییر می‌کند. علم و علوم تجربی، سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های خود و کلان و گوناگونی تشکیل شده است. هر سامانه از اجزایی ساخته شده است که:

- ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند.
- با هم در ارتباط‌اند و بر یکدیگر اثر می‌گذارند.
- برای حفظ پایداری تغییر می‌کنند.

از این رو برنامه‌درسی نیز به گونه‌ای طراحی و تدوین شده است که مفاهیم اساسی مرتبط با این اندیشه‌های کلیدی را آموزش دهد. درس شیمی یکی از درس‌های این حوزه یادگیری است که به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می‌پردازد. این درس در دوره دوم متوسطه برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک به‌طور مشترک به‌میزان سه ساعت در پایه دهم، سه ساعت در پایه یازدهم و چهار ساعت در پایه دوازدهم ارائه می‌شود. شایان‌گفتن است درسی با عنوان آزمایشگاه علوم نیز برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک در نظر گرفته شده است که در پایه دهم دو ساعت و در پایه یازدهم یک ساعت خواهد بود.

کتابی که پیش روی شماست، سومین کتاب شیمی در دوره دوم متوسطه است که با تلاش و کوشش مشتاقانه و دشوارانه جمعی از استادان، کارشناسان و دبیران، تدوین و تألیف شده است. رسالت اصلی محتوا در این کتاب تربیت افرادی است که با کسب مواد علمی شیمی مبتنی بر اصول نقشه جامع علمی کشور، بتوانند زندگی خود را در همه سطح‌ها بهبود بخشند. بر همین اساس، رویکرد سازماندگی محتوا در این درس، زمینه‌ساز وجود و ارتباط با زندگی و رویکرد آموزشی محتوا، یادگیری فعال و کشف مفهوم است. گفتنی است انتخاب رویکرد زمینه‌ساز، سبب شده است تا از ارائه مسجّم و متمرکز محتوا در یک پایه پرهیز شود. برای نمونه مبحث استوکیومتری و ساختار لوویس در هر سه پایه آموزش داده می‌شود. ملاک انتخاب و گسترده محتوا در این موارد، ارتباط آن موضوع با زندگی است.

برای تحقق رویکردهای انتخاب شده، در تدوین و تألیف محتوا از عنوان‌های گوناگونی مانند یا هم بیندیشیم، کاوش کنید، پیوند با زندگی، پیوند با صنعت، پیوند با ریاضی، آیا می‌دانید، خود را امتحان کنید و در میان ما، ناماً استفاده شده است.

یکی دیگر از ویژگی‌های کتاب شیمی دوازدهم، تصویر مخید بودن آن است. مؤلفان تلاش کرده‌اند تا حد امکان از تصویرها، نمودارها و شکل‌های گوناگونی استفاده کنند تا افزون بر ایجاد جذابیت و شادابی، یادگیری محتوا آسان‌تر و ماندگارتر آن را بیشتر کنند. همچنین برای آشنایی شما همکاران محترمانه با

نمونه پرسش‌های ارزشیابی و مرور یافته‌های دانش‌آموزان، در پایان هر فصل تعدادی پرسش با عنوان «تمرین‌های دوره‌ای» طراحی و تألیف شده است.

گفتنی است که یادگیری همه محتوای کتاب و تدریس آن ضروری است، اما ارزشیابی از «آیا می‌دانید» ممنوع است. در همین حال باید نکات اشاره شده در حاشیه کتاب در خصوص نحوه «محتوا و ارزشیابی» مورد توجه قرار گیرد.

گروه شیمی واحد تحقیق و توسعه و آموزش علوم دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری، امیدوار است که آموزش این کتاب گامی در جهت تحقق اهداف برنامه درسی تربیت شهروندان مسئول و آگاه و بهبود سطح زندگی با رعایت معیارهای پیشرفت باشد. لذا این گروه همچنان مشتاقانه منتظر پیشنهادهای، انتقادات و نظرات سازنده شما همکاران گرامی و صاحب‌نظران آموزشی است.

توجه: شرح هرگونه پرسش از محتوای «آیا می‌دانید»، «تفکر نقادانه» و «در میان تاریخ»، در آزمون‌های هماهنگ کشوری، نهایی و کنکور سراسری ممنوع است.

سخنن با دانش آموزان نقرامی

به دنبال کتاب شیمی ۱ و ۲، این کتاب در دوره دوم متوسطه برای پایه نوازدهم تألیف و چاپ شده است. در شیمی ۱ با پیدایش عنصرها و رفتار آنها، هواگردها و اجزای سازنده و در پایان با اهمیت و نقش کلیدی آب در زندگی آشنا شدید. از آنجا که هوا و آب مؤلفه‌های حیاتی برای زندگی و ادامه آن هستند می‌توان پس از این دوره برداشت از منابع زمینی برای تهیه غذا و پوشاک را برای زندگی ضروری دانست.

در این راستا کتاب شیمی ۲ در سه فصل با عنوان‌های قدر هدایای زمینی را بداییم، در پی غذای سالم و پوشاک تباری پیلان‌لایدر تألیف شده است. به‌مناسبت شیمی ۱ و ۲ در آخرین کتاب شیمی دوره دوم متوسطه، فصل‌های مولکول‌ها در خدمت تندرستی، فلزات و رفاه فرسایه شیمی، شیمی جلوه‌های از هنر، زیبایی و مابادگاری و شیمی راهی به سوی آینده روشن‌تر تألیف شده است. از آنجا که انتظار می‌رود دانش آموزان پس از یادگیری مفاهیم شیمی، بتوانند موضوعات‌های خود را برای حل مسائل زندگی به‌ویژه در موقعیت‌های جدید به کار گیرند، در فصل پایانی این کتاب نمونه‌هایی از مسائل پیش روی جوامع همراه با راه حل نگارش شده است. نگارشی که در آن رویکرد زیست-فناورانه مورد توجه قرار گرفته است. هر فصل با رویکرد زمینه محور به رشته تحریر درآمده و دانش شیمی بر اساس نیازها، تجربیات و رویدادهای زندگی آموزش داده می‌شود. برای تحقق این رویکرد در تدوین و تألیف شیمی ۲ نیز همانند کتاب‌های پیشین از عنوان‌های گوناگونی استفاده شده که هر عنوان و نقش آن در فرایند آموزش به شرح زیر است:

● با هم بیفتد پیشیم: در نظام آموزشی نوبت به روش‌های فعال و تعاملی توجه ویژه‌ای می‌شود. در این محتوا در فعالیت گروهی با هم کلاسی‌ها، یک محیط یادگیری جذاب، با نشاط و فعال فراهم نموده تا یادگیری بهتر، عمیق‌تر و لذت‌بخش شود. در هر یک از این گروه‌ها با بهره‌گیری از مهارت‌های ذهنی، درباره یک یا چند مفهوم می‌اندیشید، با گفت و گوی علمی آن را بررسی، تجزیه و تحلیل می‌کنید و پس از کشف مفهوم، آن را توسعه و تعمیم می‌دهید یا تثبیت می‌کنید.

● کاوش کنید، واژه شیمی با انجام آزمایش‌های شوق‌انگیز عجیب است. در این بخش با انجام فعالیت‌های عقلی و آزمایشگاهی افزودن بر کشف یا تعمیم یک مفهوم علمی به کسب مهارت‌های دست‌ورزی، مشاهده، ثبت نتایج و ارائه گزارش کار می‌پردازید.

● پیوند با زندگی: در زندگی روزمره با پدیده‌هایی روبه‌رو می‌شوید که برای درک، توصیف و تعمیم آن به سواد شیمی نیاز است. این محتوا از یک سو اهمیت و جایگاه دانش شیمی را در زندگی نشان می‌دهد و از سوی دیگر دقت شما را در مواد و فرایندهای پیرامون افزایش می‌دهد.

● پیوند با صنعت: یکی از مبانی پیشرفت صنعت، رشد و گسترش علوم تجربی و کاربردی است. شیمی به عنوان علم مواد، فرایندها و واکنش‌ها در این راستا اهمیت و جایگاه کلیدی دارد. هدف از این عنوان، معرفی پیشرفت‌ها و دستاوردهای صنعتی جهان و نقش شیمی در گردشگری‌ها به ویژه توانمندی‌های صنعتی و بومی کشور ایران است.

● پیوند با ریاضی: محتوای ارائه شده در این عنوان از یک سو ارتباط بین حوزه‌های گوناگون علوم را معنادار می‌کند و از سوی دیگر به شما می‌آموزد که چگونه می‌توان مفاهیم و داده‌های شیمیایی را به کمک روابط ریاضی فرمول‌بندی کرد. این موضوع سبب خواهد شد تا بتوان پیش‌بینی‌های درستی را در موقعیت‌های جدید انجام داد.

● آیا می‌دانید: این عنوان شامل اطلاعات و موضوعات گوناگونی مانند تاریخ علم، داده‌های عددی، یافته‌های علمی و فناوری، فرهنگ و تمدن ایرانی-اسلامی، نقش دانشمندان مسلمان در گسترش علم و ... است که به منظور افزایش آگاهی شما آورده شده است.

● خود را ایاز مایید: این بخش شامل تمرین‌ها، پرسش‌ها و فعالیت‌هایی است که بر اساس پیش‌داشته‌ها و آنچه‌های شما از مفاهیم و موضوعات مرتبط با کتاب درسی طراحی شده‌اند. هدف از این بخش‌ها، تثبیت، تعمیق، یادآوری و آماده سازی زمینه‌های لازم برای فرایند یادگیری است.

● در میان کارمندان: در این بخش با مراجعه به پایگاه‌های اینترنتی یا منابع علمی معتبر به اطلاعاتی درباره اهمیت، نقش و کاربردهای شیمی در زندگی، جامعه، صنعت و ... دست می‌یابید و می‌توانید آن را به صورت یک گزارش علمی در کلاس ارائه کنید.

گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری



والله یخفی المظفرین... (سوره توبه، آیه ۱۰۸)

و خداوند پاکیزگان را دوست دارد.

هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگهداشتن آنها بکوشیم. پاکیزگی رفتاری شایسته، نشاط‌آور و مایه آرامش است که بستری مناسب برای سلامت، رشد و بالندگی انسان و جامعه فراهم می‌کند. انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آنها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند. راهی که با استفاده از مواد شوینده هموارتر می‌شود. این مواد بر اساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند. از این رو آشنایی با رفتار اسیدها و بازها می‌تواند ما را در تهیه و استفاده بهینه از شوینده‌ها یاری کند.



آیا می دانید

سالانه میلیون ها تن از انواع شوینده ها در جهان مصرف می شود. حمل و نقل شوینده ها و غرلر ده های پاک کننده یکی از صنایع بزرگ و سودآور است که سالانه سده فراوانی را نصیب ساحبان آن می کند.



امروزه، بسته به هر نوع نیاز و کاربرد شوینده پاک کننده مناسب در بازار یافت می شود.

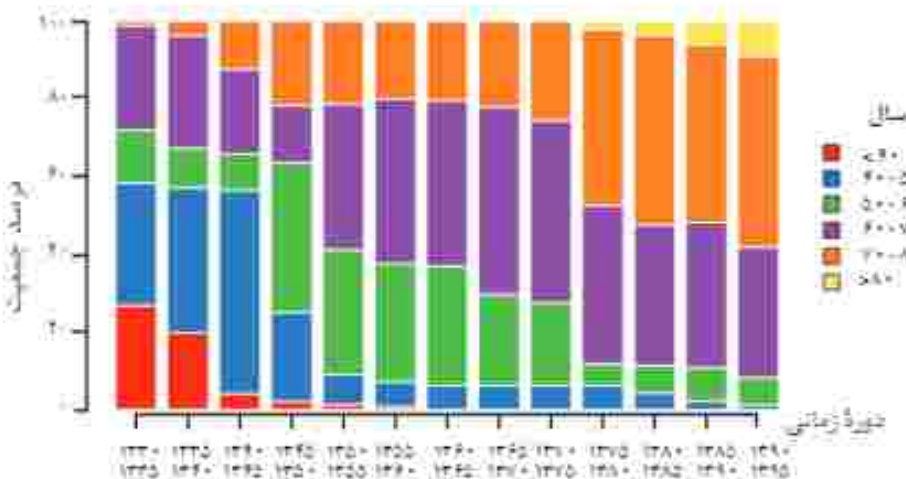
پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایسته داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. حفاری های باستانی از شهر بابل نشان می دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می کردند. ثیاکان ما نیز به تجربه پی بردند که اگر ظرف های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست و شو دهند، آنان تر تمیز می شوند.

در گذشته به دلیل عدم دسترسی، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود، به طوری که بیماری های گوناگون به سادگی در جهان گسترش می یافت. برای نمونه ویاک بیماری واگیر دار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می شود. این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه گیر شد و جان میلیون ها انسان را گرفت و هنوز هم می تواند برای هر جامعه تهدید کننده باشد. ساده ترین و مؤثر ترین راه پیشگیری این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافت و سبب شد تا میکروب ها، آلودگی ها و عوامل بیماری زا در محیط های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. شاخصی که نشان می دهد با توجه به خطراتی که انسان ها در طول زندگی یا آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می کنند.

خود را بیازمایید

تمودار زیر توزیع جمعیت جهان را بر اساس امید به زندگی آنها در دوره های زمانی گوناگون نشان می دهد.



آ) با توجه به نمودار، جدول زیر را برای همسره سنی ۴ تا ۵ سالگی کامل کنید.

دوره زمانی	۱۳۶۵-۱۳۷۰	۱۳۳۵-۱۳۴۰	۱۳۹۵-۱۳۹۰
درصد جمعیت			

آیا می دانید

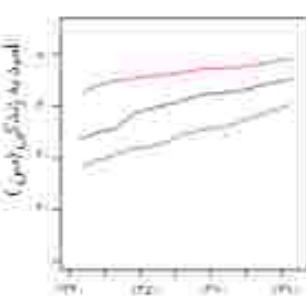
شاخص امید به زندگی به عوامل گوناگونی مانند میزان شادی افراد جامعه، سلامت محیط است، سطح آگاهی مردم، میزان ورزش همگانی، نوع تغذیه و آب و هوا، میزان ارائه خدمات بهداشتی و درمانی وابسته است. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی، مردم کشور وناکو بیشترین امید به زندگی را با میانگین سنی بیش از ۸۵ سال و مردم کشور اسرائیل کمترین امید به زندگی را با میانگین سنی زیر ۵۰ سال دارند. میانگین سنی امید به زندگی در ایران ۷۲/۵ سال است.

سازمان بهداشت جهانی در ژانویه ۲۰۲۲ میلادی) پایان وضعیت اضطراری بیماری کوید ۱۹ را اعلام کرد. این موفقیت موهون تلاش های دانشمندان، داروسازان، پرستاران و پزشکان است. در این میان شیمی دان ها با طراحی و تولید انواع ضد عفونی کننده ها، شبندها و دارو ها نقش بسزایی در پیشگیری، کنترل و درمان این بیماری داشتند. این دستاورد بزرگ نمونه ای از کارکرد مولکول ها در خدمت انسانی را یادآوری می کند.

ب) در دوره زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۰، امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان حدود چند سال است؟

پ) در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵، امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟

ت) با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است یا کاهش؟ توضیح دهید.
ث) امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟



امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد. زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد. نمودار ۱، نشان می دهد که امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم برخوردار بیشتر است.

نمودار ۱. مقایسه امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم برخوردار با میانگین جهانی

در میان تار تارها

با توجه به اینکه پیشگیری و درمان بیماری ها نقش مهمی در افزایش شاخص امید به زندگی دارد، با مراجعه به منابع علمی معتبر:

آ) درباره همه گیری وبا و نیز آمار جان باختگان این بیماری در ایران و جهان از آغاز سده بیستم تا کنون، گزارشی تهیه و به کلاسی ارائه دهید.

ب) درباره همه گیری کرونا و انواع ضد عفونی کننده ها و داروهای تولید شده برای پیشگیری، کنترل و درمان این بیماری در ایران و جهان اطلاعات مناسبی تهیه و نتایج را با استفاده از امکانات فضای مجازی از جمله اینفوگرافیک، ارائه آنلاین و ویدئو کلیپ برای هم کلاسی های خود گزارش دهید.

آیا می‌دانید

هنگام استفاده از سفیدکننده‌ها برای شست‌وشوی سطوح در حمام و سرویس‌های بهداشتی حتماً در و پنجره را باز بگذارید تا هوا به خوبی جریان داشته باشد، زیرا گاز سمی و خطرناک کلر آزاد می‌شود. چگالی این گاز از هوا بیشتر است. در نتیجه در محیط می‌ماند. نفس‌گاز کلر برای سلامتی بدن بسیار مضر است.



سلامت و بهداشت در شاخصی امید به زندگی اهمیت بسیاری دارد و در راستای ارتقای آن، پاک‌کننده‌ها و شوینده‌ها نقش پررنگی ایفا می‌کنند. آیا تاکنون اندیشیده‌اید که شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی چه ساختاری دارند؟ چگونه این مواد سبب پاک شدن یا از بین رفتن آلودگی‌ها می‌شوند؟ رفتار این مواد در محیط‌های شیمیایی چگونه است؟ شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هایی مانند صابون، شامپو و پودر لباس‌شویی چگونه عمل می‌کنند؟ ورود این مواد به محیط‌زیست چه زیان‌هایی به دنبال دارد؟ تأثیر این مواد روی بدن چیست؟ آگاهی بیشتر از علم شیمی کمک می‌کند تا چگونگی عملکرد این مواد را درک کنید و با شوینده‌هایی آشنا شوید که آسیب کمتری به محیط‌زیست وارد می‌کنند. همچنین با روش استفاده درست و مصرف مناسب آنها در راستای افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی آشنا خواهید شد.

پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

افراد هر جامعه برای انجام فعالیت‌های روزانه خود در هر محیطی، کم و بیش در معرض انواع آلاینده‌ها هستند، به طوری که بدن، پوشاک و ابزار که با آنها سروکار دارند، آلوده می‌شود. آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند. گل‌ولای آب، گرد و غبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از انواع آنها هستند. برای ناشستن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی باید این آلودگی‌ها را زدود. اکنون فرض کنید هنگام خوردن عمل مقداری از آن روی لباس می‌ریزد و دست‌ها به آن آغشته می‌شود. چگونه می‌توان این عمل را پاک کرد؟ لکه‌های دیگر را چگونه می‌توان زدود؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها باید به بررسی ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آلاینده‌ها و مواد شوینده و نیز نیروهای بین مولکولی آنها پرداخت.

خود را بیازمایید

جدول زیر را کامل کنید و در هر مورد دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (خسبج)	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$		
نمک خوراکی	NaCl		
بنزین	C_6H_6		
لوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	✓	×
روغن زیتون	$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$		
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$		

آیا می دانید

عسل به طور عمده حاوی قندهایی مانند گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و مالتوز است. مولکول های سازنده این قندها شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل دارند. برای نمونه فرمول ساختاری گلوکز به صورت زیر است:



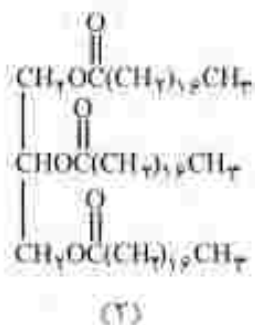
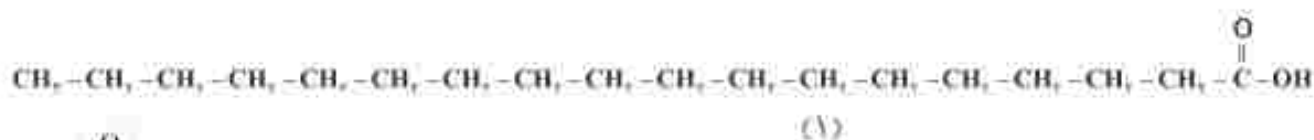
با این توصیف عسل حاوی قندهایی با مولکول های بسیار قطبی است و لکه های باقی مانده از آنها روی لباس در حلال های قطبی مانند آب حل شده و شست می شوند.

اسیدهای چرب، کروگلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند.

از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد قطبی در حلال های قطبی و مواد ناقطبی در حلال های ناقطبی حل می شوند. در واقع در فرایند انحلال، اگر ذره های سازنده حل شونده با مولکول های حلال جاذبه های مناسب برقرار کنند، حل شونده در حلال حل می شود در غیر این صورت ذره های حل شونده کنار هم باقی می مانند و در حلال پخش نمی شوند. برای نمونه دلیل اینکه لکه عسل یا عراختی یا آب شسته و در آن پخش می شود این است که عسل حاوی مولکول های قطبی است که در ساختار خود شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل (-OH) دارند. هنگامی که عسل وارد آب می شود، مولکول های سازنده آن با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار می کنند و در سرتاسر آن پخش می شوند. به این ترتیب، آب پاک کننده مناسبی برای لکه های شیرینی مانند آب قند، شربت آبلیمو و چای شیرین است. اما اگر دست ها به چربی یا گریس آغشته شود یا روی لباس، لکه چربی برجای بماند، چگونه باید آنها را تمیز کرد؟ در زندگی روزانه دیده ایم که با استفاده از صابون و شوینده ها می توان لکه های چربی را شست و پوست یا لباس آغشته به آنها را تمیز کرد. چگونه مولکول های صابون سبب پاکیزگی و زدودن لکه های چربی می شوند؟

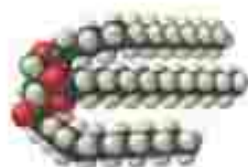
با هم ببیندیشیم

۱- چربی ها را می توان مخلوطی از استرهای بلند زنجیر و اسیدهای چرب^۱ (یا جرم مولی زیاد) دانست، یا توجه به شکل های زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) کدام یک فرمول ساختاری یک اسید چرب و کدام یک فرمول ساختاری یک استر یا جرم مولی زیاد را نشان می دهد؟ چرا؟

ب) بخش های قطبی و ناقطبی هر مولکول را مشخص کنید.





شکل ۱- کلوئید پایدار شده آب و روغن با استفاده از صابون (البته برای تمایز بهتر به آب دو قطره رنگ افزوده شده است).

خواص متفاوتی دارند. برای نمونه: محلول مسی (III) سولفات در آب، مخلوطی همگن است که نور را عبور می دهد. در حالی که شربت معده یک سوسپانسیون است. مخلوطی ناهمگن که تعشین می شود و باید پیش از مصرف آن را تکان داد.

مخلوط آب و روغن نیز ناپایدار است زیرا به محض اینکه هم زدن را متوقف کنید، آب و روغن از هم جدا شده و دوباره مجزا تشکیل می دهند. اما اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می شود که به ظاهر همگن است. شکل ۱، رفتار این مخلوط را نشان می دهد که همگن نبوده و حاوی توده های مولکولی با اندازه های متفاوت است. این نوع مخلوط ها، کلوئید نامیده می شوند. نور در محلول و کلوئید رفتار متفاوتی دارد (شکل ۲). شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه هایی از کلوئیدها هستند.



رنگ پوششی نمونه ای از یک کلوئید است.



شکل ۲- مقایسه رفتار نور در یک محلول و کلوئید. نره های موجود در کلوئید درشت تر از محلول اند و به همین دلیل نور را پخش می کنند.

آیا می دانید

نمونه ای از کلوئید طلا: در این نمونه نمونه های طلا به صورت توده های کوچک و بزرگ در آب پخش شده اند اما تعشین نمی شوند. کلوئیدی که تعشین بار توسط مایکل فارادی تهیه شد.



خود را بیازمایید

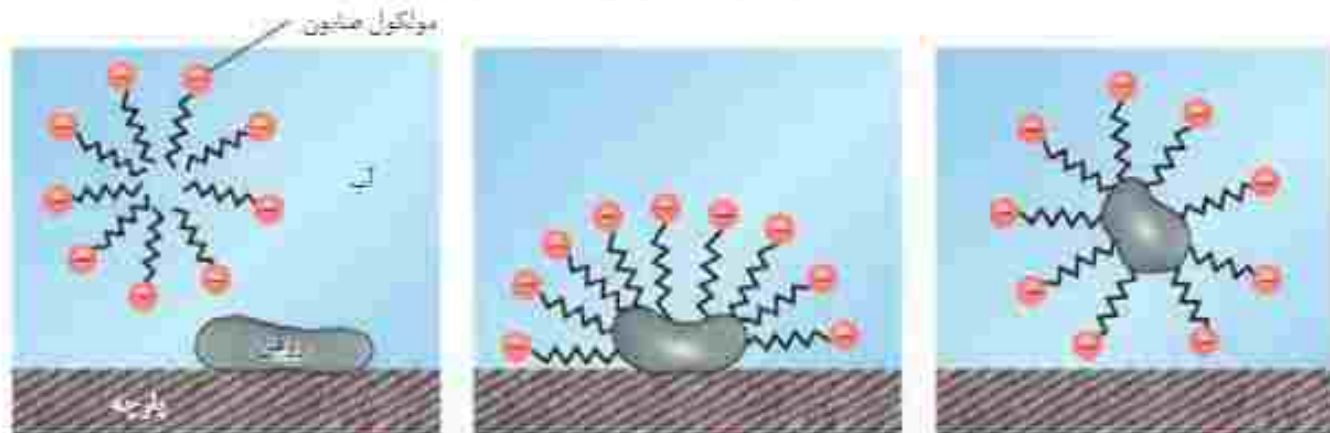
۱- در جدول زیر برخی ویژگی های کلوئید با مخلوط های دیگر مقایسه شده است. آن را کامل کنید.

نوع مخلوط	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می کنند		
همگن بودن	ناهمگن		همگن
پایداری		پایدار است/ تعشین نمی شود	
ذره های سازنده	ذره های بزرگ		

۲- درباره جمله زیر گفت و گو کنید.

رفتار کلوئیدها را می توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول ها در نظر گرفت.

دریافتید که مولکول‌های صابون دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. بخش قطبی صابون، آب دوست است درحالی که بخش ناقطبی آن چربی دوست بوده و آب گریز است. با این توصیف هنگام شست و شوی یک لکه چربی یا آب و صابون، مولکول‌های صابون، لکه چربی را زخموده و پاک می‌کند. در واقع مولکول‌های صابون، پاک کننده مناسبی برای چربی‌ها به شمار می‌رود. اکنون باید دید که صابون چگونه سبب پاک‌کننده شدن چربی در آب می‌شود؟ شکل ۳، مراحل پاک شدن یک لکه چربی از روی پارچه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- مراحل پاک شدن یک لکه چربی با صابون - برای پاک کردن لکه‌های چربی از چه موادی یا روش‌های دیگری می‌توان استفاده کرد؟

هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون یا بخش چربی دوست خود یا مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، گویی مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم‌کم از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند. با ادامه این فرایند، همه لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شود. باید توجه داشت که قدرت پاک‌کنندگی صابون به عوامل گوناگونی بستگی دارد. هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را از شما جدا کند، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. در واقع صابون همه لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تاثیر دارد.

کاوش کنید ۱

در باره «پاک‌کنندگی صابون در آب‌های گوناگون» کاوش کنید.

وسایل و مواد مورد نیاز: متیزیم کلرید، کلسیم کلرید، آب مقطر، بشر، قاشقک.

۱- سه بشر ۱۰۰ mL بردارید و آنها را از ۱ تا ۳ شماره گذاری کنید.

۲- درون هر بشر ۵۰ mL آب مقطر و یک قاشق چای‌خوری صابون رنده شده بریزید.

۳- به محتویات بشر شماره ۲، نصف قاشق چای‌خوری متیزیم کلرید و به محتویات بشر

شماره ۳، نصف قاشق چای خوری کلسیم کلرید بیفزایید.

۴. محتویات هر بشر را به مدت ۳۰ ثانیه و با سرعتی برابر به هم بزنید. ارتفاع کف ایجاد شده را اندازه گیری و در جدول زیر یادداشت کنید. سپس به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شماره بشر	۱	۲	۳
ارتفاع کف ایجاد شده (cm)			

آ) از این داده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ب) با توجه به معادله‌های شیمیایی زیر، توضیح دهید چرا ارتفاع کف در ظرف شماره ۲ و ۳ کمتر از ظرف شماره ۱ است؟



پ) آیا قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب دریا و آب چشمه یکسان است؟ چرا؟

آیا می‌دانید

صابون، کمبود آن یا مصرف نادرست آن سبب ایجاد بیماری و افزایش مرگ‌ومیر در جهان می‌شود. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی برآورد می‌شود که سالانه ۱/۵ میلیون کودک در سراسر دنیا به دلیل کمبود بهداشت می‌میرند. به همین دلیل ۱۵ اکتبر (۲۳ مهرماه) را روز جهانی شستن دست‌ها نامیده‌اند تا مردم فراموش نکنند همیشه در شرایط بحرانی و حوادث غیرمترقبه مانند زلزله، سیل و... باید از صابون و شوینده‌ها برای شستن دست‌ها استفاده کنند.

آب دریا و آب‌های مناطق کوهپایه که شور هستند، مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب‌هایی به آب سخت معروف‌اند. صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا صابون یا یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس یا صابون روی آنها برجای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

خود را بیازمایید

دانش آموزی برای مقایسه قدرت پاک‌کنندگی دو نوع صابون، کاوشی انجام داد. او از دو نوع صابون برای پاک کردن لکه چربی یکسان از روی دو نوع پارچه استفاده و نتایج آزمایش خود را در جدول زیر یادداشت کرد. با توجه به جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نوع صابون	نوع پارچه	دما (°C)	درصد لکه باقی مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۲۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۲۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

آ) دما چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی صابون دارد؟

ب) قدرت پاک‌کنندگی صابون با افزودن آنزیم چه تغییری می‌کند؟

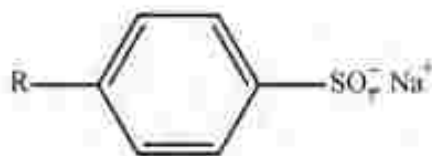
پ) آیا میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه‌های گوناگون یکسان است؟ از کدام

داده جدول چنین نتیجه‌ای به دست می‌آید؟

نقش پاک‌کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن از پاک‌کنندگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش یابد. این روند سبب رشد چشمگیر صابون‌سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ در جهان تبدیل شده است. صنعتی که نقش چشمگیری در کاهش بی‌عاری‌های گوناگون داشته و سطح بهداشت را در جهان افزایش داده است. از سوی دیگر با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت. بدیهی است که برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود و این خود چالشی بزرگ بودا از این رو تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش‌های سنتی تقریباً ناممکن شد. همچنین صابون در همه شرایط به‌خوبی عمل نمی‌کرد زیرا استفاده از آن در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور، پاسخگوی نیاز انسان نبود. نگرانی‌هایی از این دست، شیمی‌دان‌ها را برای شناسایی و تولید دیگر پاک‌کننده‌ها ترغیب کرد.

در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

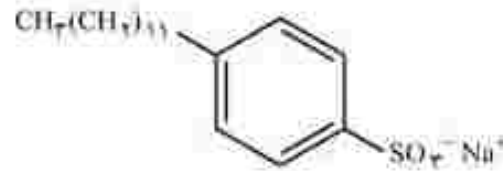
افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی‌دان‌ها وارد عمل شوند. آنها در جست‌وجوی موادی بودند که قدرت پاک‌کنندگی زیادی داشته باشند و بتوان آنها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطه بین ساختار و رفتار یک ماده، شیمی‌دان‌ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آنها شبیه صابون باشد. آنها توانستند از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای یا فرمول‌های رنگدانی زیر تولید کنند. موادی که به پاک‌کننده‌های غیرصابونی مشهورند.



• حفظ کردن نام و ساختار شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها جزو هدف‌های آموزشی این کتاب نیست. بهترین ملجوع هرگونه پرسش از این موارد در آزمون‌های نهایی و کنکور ممنوع است.

خود را بیازمایید

شکل زیر فرمول ساختاری و مدل غضا پرکن را برای نوعی پاک کننده غیر صابونی نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) بخش هایی آب دوست و آب گریز آن را مشخص کنید.

ب) شباهت ها و تفاوت های این ماده را با صابون بنویسید.

پ) توضیح دهید که چگونه این ماده لکه های چربی را هنگام شست و شو با آب از بین می برد.

اینک می پذیرید که $\text{RCO}_2\text{H} + \text{SO}_3^- \text{Na}^+$ همانند RCOONa یک پاک کننده است یا این تفاوت که از مواد پتروشیمیایی طی واکنش های پیچیده در صنعت تولید می شود. این مواد قدرت پاک کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند و در آب های سخت نیز خاصیت پاک کنندگی خود را حفظ می کنند زیرا با یون های موجود در این آب ها رسوب نمی دهند.

پیوند با صنعت

صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، بیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ های بزرگ با آب برای چندین ساعت می جوشانند و پس از قالب گیری آنها را در آفتاب خشک می کنند (شکل ۴).

آیا می دانید

دانه برخی درختچه ها و درختان کوچک جنگلی به دانه های صابونی معروفند. این دانه ها را می چینند و بعد از درآوردن هسته، در برابر آفتاب خشک می کنند. این میوه های خشک همان طبیعی به نام صابون دارند که بر اثر مخلوط شدن با آب کف ایجاد می کنند و پاک کننده چربی ها و آلودگی ها هستند.



در جنوب ایران نیز گیاهی به نام اشان (اشلونگ) می روند که در گذشته به چندان دیر، مغز پسته آن را خشک کرده و به عنوان شوینده استفاده می کردند.



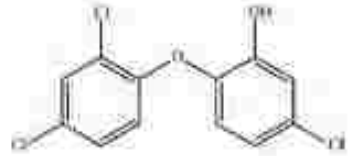
شکل ۴- سالانه حدود ۳۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می شود و به دست مشتریان می رسد. البته توجه داشته باشید صابون های سنتی در شهر های دیگری مانند آستیان، رودبار و ... نیز تولید می شوند.

این صابون افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می شود. امروزه صابون ها و شوینده های دیگری تولید می شوند که افزودن بر خاصیت پاک کنندگی، خواص ویژه ای نیز دارند. برای نمونه صابون گاوگردار، برای از بین بردن جوش

از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح نان ها استفاده می شود.

آیا می دانید

ترکیب‌های آروماتیک گل‌دار مانند شکرگلوسان خاصیت گندزدایی و میکروب‌کشی دارند. لازم به یادآوری است که این ماده شیمیایی به تازگی به دلیل عوارض جانبی برای انسان از شوینده‌ها حذف شده است.



آیا می دانید

زرد نمک‌های فسفات ناشی از مصرف شوینده‌ها سبب تاخیر در برگیار دریاچه اری (Erie lake) در دهه ۱۹۶۰ میلادی رخ دهد و تعداد زیادی از آبزیان این دریاچه از بین بروند.

آیا می دانید

هیچ‌گاه محلول سفیدکننده‌ها را با محلول جوهر نمک مخلوط نکرده و هم‌زمان از آن دو برای شستن و تمیز کردن سطوح استفاده نکنید، زیرا این دو ماده شیمیایی با هم واکنش می‌دهند و گاز سمی و خطرناک کلر را تولید می‌کنند. تنفس این گاز ممکن است منجر به مرگ افراد شود. متأسفانه هر سال تعدادی از هموطنان جان خود را در اثر استفاده نادرست از این مواد از دست می‌دهند.



صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها به آنها ماده شیمیایی کلردار اضافه می‌کنند. از سوی دیگر برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آنها نمک‌های فسفات می‌افزایند، زیرا این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند. باید توجه داشت که هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود. به همین دلیل مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آنها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. بنابراین برای حفظ سلامت بدن و محیط زیست، استفاده از شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

پاک‌کننده‌های خورنده

تاکنون با پاک‌کننده‌هایی آشنا شدید که بر اساس برهم‌کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند. اما پاک‌کننده‌های دیگری هم وجود دارند که افزون بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. برای نمونه رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگرهای بخار آن چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آنها واکنش شیمیایی بدهند و آنها را به فرآورده‌هایی تبدیل کنند که یا آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. پاک‌کننده‌هایی که از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند، به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

با هم بیندیشیم

۱- با توجه به تغییر رنگ کاغذ pH، در هر یک از شکل‌های زیر مشخص کنید که هر پاک‌کننده چه خاصیتی دارد؟



سرکه سفید



صابون

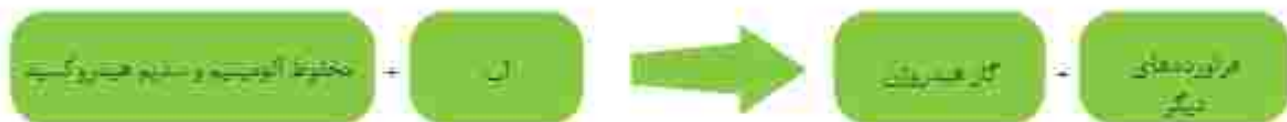


محلول سود



محلول جوهر نمک

۲- نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. با توجه به الگوی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



ا) توضیح دهید چرا از این پودر برای باز کردن لوله‌ها و مسیرهایی استفاده می‌شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند؟
 ب) از اینجا که واکنش این مخلوط با آب گرماده است، توضیح دهید این ویژگی چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی آن دارد؟
 پ) تولید گاز چگونه قدرت پاک‌کنندگی این مخلوط را افزایش می‌دهد؟ توضیح دهید.

تا اینجا با برخی ویژگی‌ها و رفتارهای مواد شوینده و ساختار برخی از آنها آشنا شدید. اکنون می‌رسید که از نظر شیمیایی پاک‌کننده‌ها به کدام دسته از مواد تعلق دارند؟ چه واکنش‌هایی انجام می‌دهند؟ آیا خاصیت اسیدی و بازی همه آنها یکسان است؟ چرا این مواد سبب تغییر pH محیط می‌شوند؟ pH بگ سامانه نشان‌دهنده چیست؟ این کمیت چگونه اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود؟ pH شوینده‌ها چه اثری روی بدن و محیط‌زیست دارد؟ برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی از این دست، آشنایی و درک مفاهیمی مانند اسید، باز و قدرت اسیدی و بازی ضروری است.

اسیدها و بازها

هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی افزون بر شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شود که در اغلب آنها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند. عملکرد بدن ما نیز به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.

اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند. برای نمونه دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله‌مری است. در حالی که بازها در سطح پوست همانند مایونز، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند (شکل ۵).



• پاخته‌های دیواره معده با ورود مواد غذایی به آن هیدروکلریک اسید ترشح می‌کنند. این اسید مخزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.

آیا می‌دانید

آرینوس معتقد بود که اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب به طرز جزئی یا کامل شکسته می‌شوند و یون‌هایی، بازدار به نام یون تولید می‌آورند. این ایده آرینوس، در زمان خود یک ایده انقلابی بود. در آن زمان اغلب شیمی‌دان‌ها بر این باور بودند که مولکول‌ها نمی‌توانند به یون‌های مثبت و منفی شکسته شوند. به همین دلیل با داف کرسی استندی به وی مخالفت کردند. اما شیمی‌دان‌های جوان در پژوهش‌های خود به نتایجی دست یافتند که با نظر به آرینوس همخوانی داشت. این روند ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۹۰۳ میلادی جیزو نوبل شیمی به وی اهدا شد.



سوانت آرینوس ۱۸۵۹-۱۹۲۷
شیمی‌دان سوئدی، برنده جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۰۳.



پا، نظیفه میزان اسیدی بودن شونده‌ها ضروری است.



چا، اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.



آ، برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.



یونید فاسلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.



ش، اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آنها کمتر از ۷ است.



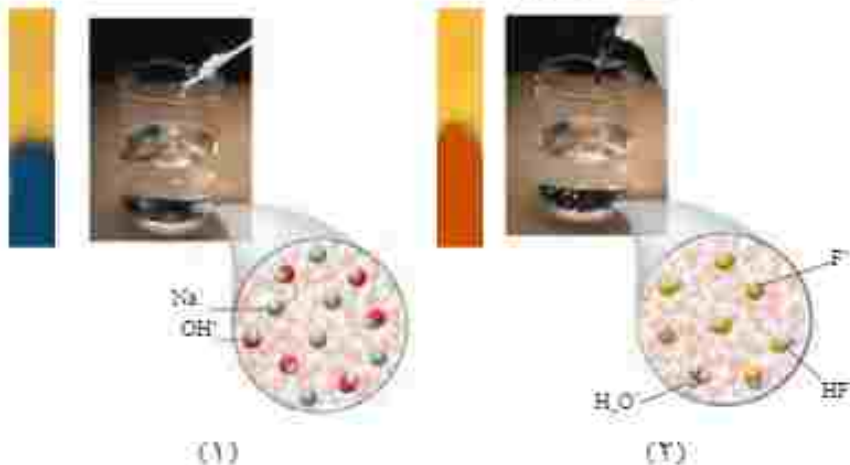
ش، زندگی بسیاری از آبزیان به pH آب وابسته است.

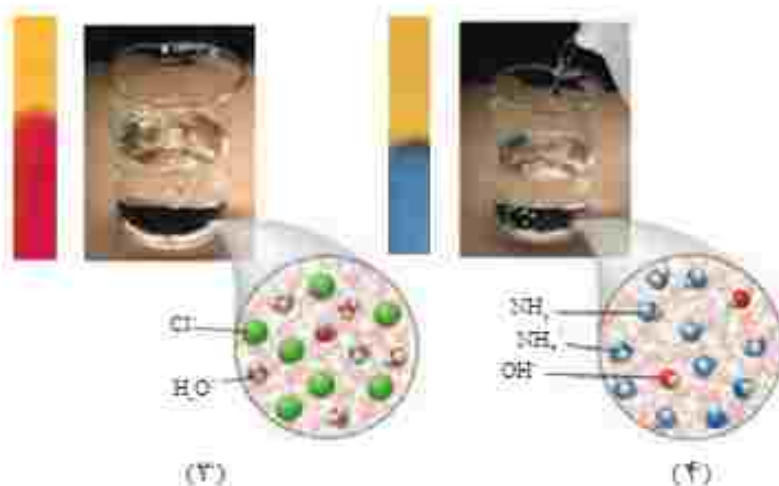
شکل ۵- نمونه‌هایی از مواد اسیدی و بازی در زندگی

شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند. اما توجه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت. سوانت آرینوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بزرگ مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. یافته‌های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

یا هم ببیندیشیم

۱- با حل شدن اسیدها یا بازها در آب، مقدار یون‌های موجود در آب افزایش می‌یابد. شکل‌های زیر نمای فزه‌ای از محلول چند ماده در آب را نشان می‌دهند. با توجه به شکل و تغییر رنگ کاغذ pH به پرسش‌ها پاسخ دهید.





● یون $H^+(aq)$ در آب به شکل $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود که به یون هیدرونیوم معروف است. برای آسانی در نوشتن در منابع علمی به جای $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

آ) کدام محلول‌ها خاصیت اسیدی و کدام‌ها خاصیت بازی دارند؟

ب) خاصیت اسیدی محلول‌های ۲ و ۳ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

پ) خاصیت بازی محلول‌های ۱ و ۴ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

۲- یافته‌هایی از این دست به آرنیوس کمک کرد تا مدلی برای اسید و باز ارائه کند. اگر اساس مدل آرنیوس افزایش غلظت یون‌های $H^+(aq)$ یا $OH^-(aq)$ باشد، اسید و باز آرنیوس را تعریف کنید.

۳- در هر مورد با خط زین واژه نامرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

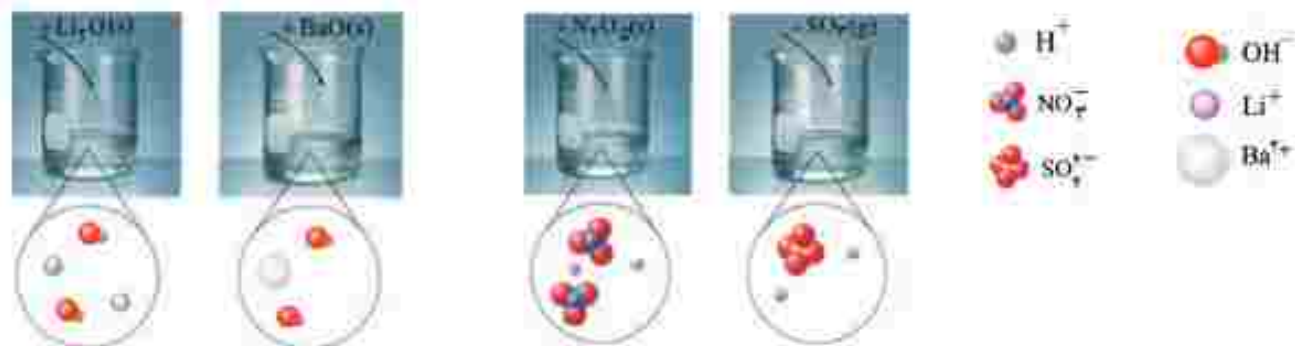
آ) گاز هیدروژن کلرید یک اسید آرنیوس به‌شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود.

ب) سدیم هیدروکسید جامد یک اسید آرنیوس به‌شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود.

مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را افزایش می‌دهند به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در واقع رفتار اسید و باز آرنیوس را می‌توان بر اساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ توصیف کرد. بدیهی است هر چه $[H^+]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه $[OH^-]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است. با این توصیف اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

خود را بیازمایید

آ) برخی اکسیدها با آب واکنش می دهند. با توجه به شکل زیر مشخص کنید اکسیدی که وارد آب می شود، اسید آرنیوس است یا باز آرنیوس؟ چرا؟



ب) معادله شیمیایی واکنش هر یک از این اکسیدها را با آب بنویسید و موازنه کنید.
پ) جدول زیر را کامل کنید.

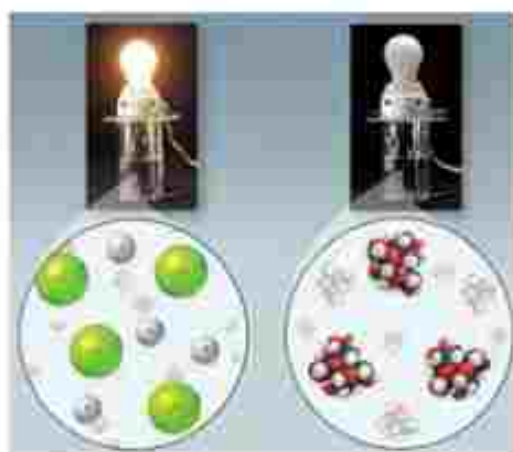
رنگ کاغذ pH در محلول	نوع اکسید		فرمول شیمیایی	نام ترکیب شیمیایی
	بازی	اسیدی		
			CO ₂	گاز کربن دی‌اکسید
			Na ₂ O	کلسیم اکسید

اکنون با اینکه می توان اسید و باز را بر اساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی توان درباره می توان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد. برای نمونه آیا می دانید در همای اتاق از بین دو محلول یک مولار استیک اسید و هیدروکلریک اسید، کدام یک اسیدی تر است؟ برای یافتن پاسخ این پرسش باید مشخص کرد که غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیشتر است.

رسانایی الکتریکی محلول ها و قدرت اسیدی

خوراکی ها، شوینده ها، داروها، مواد آرایشی و بهداشتی شامل مقادیر متفاوتی از یون ها به ویژه یون هیدرونیوم هستند. غلظت این یون بر ماندگاری این مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد. برای نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست. این نمونه نشان می دهد که در فرایند تولید مواد گوناگون اغلب تعیین و کنترل غلظت یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد. یکی از روش هایی که برای تعیین

غلظت یون هیدرونیوم می توان به کار برد، سنجش رسانایی الکتریکی محلول های آبی است. می دانید که فلزها و گرافیت (معزمداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به وسیله الکترون ها انجام می شود، به آنها رسانای الکترونی^۱ می گویند. نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به وسیله یون ها انجام می شود و به آن رسانای یونی^۲ می گویند. این رسانایی هنگامی انجام می شود که یون ها بتوانند از نقطه ای به نقطه دیگر جابه جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه جا خواهند شد.



برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ است که با جنبش های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می شود، زیرا یون ها به سوی قطب های نامعنام حرکت می کنند. یون های $\text{Na}^+(\text{aq})$ به سوی قطب منفی و یون های $\text{Cl}^-(\text{aq})$ به سوی قطب مثبت پیش می روند. جابه جایی

● به موادی مانند اتنول و شکر که انحلال آنها در آب به شکل مولکولی است، غیر الکترولیت و به محلول آنها، محلول غیر الکترولیت می گویند.

شکل ۶- مقایسه رسانایی الکتریکی محلول های آبی سدیم کلرید و شکر

یون ها نشان دهند جابه جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $\text{NaCl}(\text{s})$ ، الکترولیت^۳ و به $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، محلول الکترولیت^۴ می گویند نکته جالب این است که همه محلول های یونی رسانایی یکسانی ندارند (شکل ۶).

خود را بیازمایید

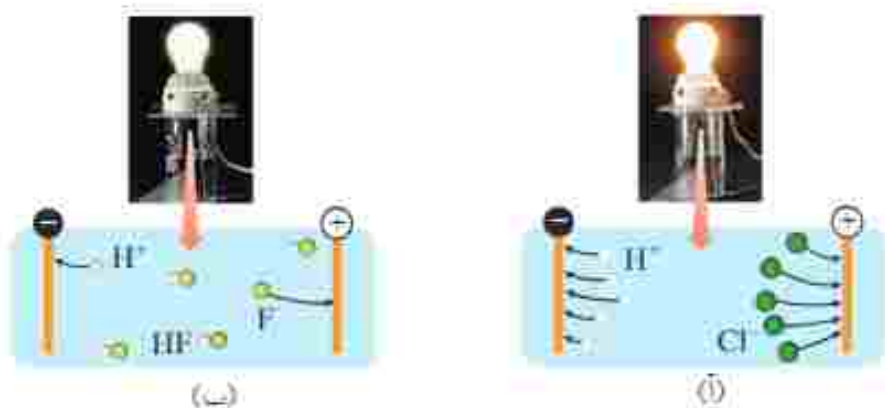
۱- با توجه به شکل یا با معادله انحلال یونی سدیم کلرید را بنویسید.

۲- در معادله انحلال هر یک از ترکیب های یونی زیر، جاهای خالی را پر کنید.



اگر محلول الکترولیت های گوناگون در چنین مداری قرار گیرند، روشیایی یکسانی در لامپ ایجاد نمی کنند. برای نمونه شکل ۷، رسانایی الکتریکی محلول ۱/۱ مولار هیدروکلریک اسید را در مقایسه با محلول ۱/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید در دمای اتاق نشان می دهد.

۱- Electronic Conductor
 ۲- Ionic Conductor
 ۳- Electrolyte
 ۴- Electrolyte Solution



شکل ۷- رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت (a) HCl(aq)؛ (b) HF(aq)

کمتر بودن رسانایی الکتریکی هیدروفلوئوریک اسید نشان می‌دهد که در شرایط یکسان شمار یون‌های موجود در این محلول کمتر از محلول هیدروکلریک اسید است. به دیگر سخن غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها (یون‌های هیدرونیوم) در HCl(aq) بیشتر است. با این توصیف شیمی دان‌ها به کمک مدل آرتیوس، هیدروکلریک اسید را یک اسید قوی^۱ و هیدروفلوئوریک اسید را یک اسید ضعیف^۲ می‌نامند.

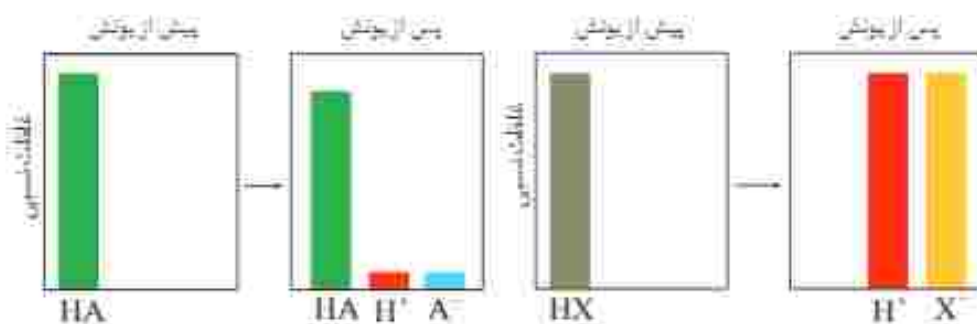
با هم ببیند یشیم

به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک پروتون دار^۳ می‌گویند. با این توصیف:

۱- معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون دار HCl(aq) و HF(aq) در آب بنویسید.

۲- نمودارهای زیر غلظت نسبی گونه‌های موجود در محلول این دو اسید را پیش و پس از یونش نشان می‌دهند.

به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند.



آ) کدام اسید به‌طور کامل و کدام‌یک به‌طور جزئی یونیده شده است؟

۱- Strong Acid
۲- Weak Acid
۳- Monoprotic Acid

• در رابطه درجه یونش به جای شمار مولکول‌ها، می‌توان شمار غلظت‌ها یا غلظت یونی گونه‌ها را قرار داد.

ب) کدام نمودار را می‌توان به هیدروکلریک اسید و کدام نمودار را می‌توان به هیدروفلوئوریک اسید نسبت داد؟ چرا؟

• در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\alpha \times 100$) استفاده می‌کنند.

۳- شیمی دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام **درجه یونش** (α) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}}$$

آ) پیش‌بینی کنید درجه یونش برای HCl در محلول هیدروکلریک اسید چند است؟ چرا؟
 ب) اگر در محلول هیدروفلوئوریک اسید از هزار مولکول حل شده در دمای اتاق تنها ۲۴ مولکول یونیده شود، درجه و درصد یونش آن را حساب کنید.

اینک می‌توان اسیدها را بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند در دو دسته قوی و ضعیف جای داد. اسیدهایی قوی هستند که می‌توان یونش آنها را در آب کامل در نظر گرفت ($\alpha \approx 1$). اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است ($\alpha < 1$).

خود را بیازمایید

۱- نیتریک اسید، یک اسید قوی است. در محلول ۲/۲ مولار این اسید، غلظت یون‌های هیدرونیوم و نیترات را با دلیل پیش‌بینی کنید.

• گریوسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه گریوسیل آنها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

۲- اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر با $1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ باشد:

آ) معادله یونش استیک اسید را بنویسید.
 ب) درصد یونش آن را حساب کنید.



• اسیدهای موجود در سیب، انگور، پوداس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو و نیز انواع سرکه از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

در زندگی روزانه با انواع اسیدها سر و کار داریم که برخی قوی و اغلب آنها ضعیف هستند. اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب پوشیده دانست، به طوری که در آنها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آب پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند. برای نمونه، در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون‌های آب پوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک اسید یونیده شده حضور دارند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که در شرایط معین، غلظت همه گونه‌های موجود در محلول این اسید، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.

آیا می‌دانید حضور هم‌زمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده شده با غلظت ثابت در محلول چنین اسیدهایی بیانگر چیست؟

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

در شیمی ۱ آموختید که حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. واکنش‌هایی که در آنها همه واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند، بلکه در شرایط معین مقدار آنها در سامانه ثابت خواهد ماند. گویی این واکنش‌ها تا حدی پیش می‌روند و پس از آن، مقدار مواد شرکت‌کننده دیگر تغییر نخواهد کرد.

کاوش کنید

در باره «فرایند برگشت‌پذیر تبدیل A به B تا رسیدن به تعادل» کاوش کنید.

ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: دو ظرف پلاستیکی با حجم حدود ۲ لیتر، دو بشر ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌لیتری، دو استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری و حدود یک لیتر آب خوراکی رنگ خوراکی. (دو ظرف پلاستیکی دو لیتری را شماره گذاری کنید و درون یکی حدود یک لیتر آب بریزید. ۲ به ظرف محتوی آب چند قطره رنگ خوراکی بیفزایید.



۳ با بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری، از محتویات ظرف (۱) بردارید و به ظرف (۲) بریزید. هم‌زمان با بشر ۵۰ میلی‌لیتری از محتویات ظرف (۲) بردارید (ظرف خالی) و به ظرف (۱) بریزید. محتویات کدام ظرف را می‌توان به عنوان فراورده در نظر گرفت؟ چرا؟



۴- جابه‌جایی محتویات دو ظرف را با همین روند ادامه دهید اما پیش از اینکه هر بار به طرف دیگر منتقل کنید نخست آنها را در دو استوانه مدرج بریزید و پس از مقایسه حجم آنها، محلول‌ها را با استوانه مدرج جابه‌جا کنید (دلیل این عمل را توضیح دهید).



۵- سرانجام به مرحله‌ای خواهید رسید که حجم محلول‌های جابه‌جا شده میان دو ظرف برابر و مقدار محتویات هر ظرف ثابت خواهد ماند اما مقدار این محتویات با هم برابر نیست.



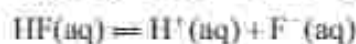
۶- درباره درستی نتیجه زیر گفت‌وگو کنید.

«در یک واکنش برگشت پذیر که هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت به‌طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند.»

واکنش‌های برگشت پذیر، آنهایی هستند که می‌توانند در هر دو جهت انجام شوند. این نوع واکنش‌ها در شرایط مناسب هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شوند تا اینکه سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند. این ویژگی تنها هنگامی رخ می‌دهد که سرعت واکنش رفت با برگشت برابر شود زیرا در این شرایط، هر مقداری از فرآورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آنها مصرف می‌شود. برای واکنش دهنده‌ها نیز چنین است. در شیمی به چنین سامانه‌هایی، **سامانه تعادلی** می‌گویند. واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی به‌طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

• **ثابت تعادل** K_c در واکنش‌های تعادلی به کار می‌رود.

نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی، محلول اسیدهای ضعیف در آب است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسیدهای ضعیف، میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده شده، تعادل برقرار می‌شود. برای نمونه در محلول هیدروفلوئوریک اسید تعادل زیر برقرار است:



برای این سامانه نیز در دمای ثابت همانند دیگر سامانه‌های تعادلی، واکنش‌های رفت و برگشت پیوسته در حال انجام هستند به طوری که در هر گستره زمانی معین، شمار مولکول‌های HF که یونیده می‌شوند با شمار مولکول‌های HF که از پیوستن یون‌های F^- و H^+ به یکدیگر پدید می‌آیند، برابر است. این رفتار سامانه تعادلی نشان می‌دهد که سرعت تولید هر گونه یا سرعت مصرف آن برابر است، رفتاری که سبب می‌شود غلظت تعادلی همه گونه‌های موجود در سامانه ثابت بماند. افزون بر این توصیف کیفی، سامانه‌های تعادلی را از دیدگاه کمی نیز می‌توان بررسی کرد به طوری که این سامانه‌ها با کمیتی به نام **ثابت تعادل** توصیف می‌شوند و در آن تنها غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش آورده می‌شود. مقدار این کمیت در دمای ثابت برای هر تعادل ثابت است.

• درباره دیگر تعادل‌های شیمیایی، عبارت ثابت تعادل و عوامل مؤثر بر جاهایی تعادل‌ها در فصل ۴ بیشتر خواهید آموخت.

با هم ببیندیشیم

۱- جدول زیر غلظت تعادلی گونه‌های موجود در سه محلول از هیدروفلوئوریک اسید با غلظت‌های آغازی گوناگون را در دمای 25°C نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			شماره محلول
	$[\text{H}^+]$	$[\text{F}^-]$	$[\text{HF}]$	
.....	$1/75 \times 10^{-2}$	$1/75 \times 10^{-2}$	0.52	۱
.....	$1/31 \times 10^{-2}$	$1/31 \times 10^{-2}$	0.29	۲
.....	$2/23 \times 10^{-2}$	$2/23 \times 10^{-2}$	1.0	۳

آ) توضیح دهید چرا در هر سه محلول $[\text{H}^+] = [\text{F}^-]$ است؟

ب) کسر داده شده در ستون آخر را عبارت ثابت تعادل می‌نامند و با K_c نمایش می‌دهند. مقدار K_c را حساب کرده و جاهای خالی را پر کنید.

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

« K_c برای یک واکنش تعادلی در دمای معین، مقداری ثابت است.»

ت) آیا ثابت تعادل در دمای ثابت به مقدار آغازی واکنش دهنده وابستگی دارد؟ توضیح دهید.

۳- اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید در دمای معین برابر با $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ باشد:

(A) غلظت تعادلی یون استات (CH_3COO^-) را تعیین کنید.

ب) اگر غلظت تعادلی استیک اسید در این محلول برابر با 10^{-2} مولار باشد، ثابت تعادل را در این دما حساب کنید.

آموختید که برای هر واکنش تعادلی، یک ثابت تعادل وجود دارد که ویژه همان واکنش بوده و فقط تابع دما است. ثابت تعادل برای اسیدها به ثابت یونش اسید^۱ معروف است. کمیتی که با K_a نشان داده می‌شود. ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد. به دیگر سخن ثابت یونش، بیانگر از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است. جدول زیر ثابت یونش برخی اسیدها را در دمای اتاق نشان می‌دهد.

جدول ۱- ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش (K_a)	معادله یونش در آب
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
هیدروبرمییک اسید	HBr	بسیار بزرگ	$\text{HBr(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
سولفوریک اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$
نیتریک اسید	HNO_3	بزرگ	$\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
نیترواسید	HNO_2	4.5×10^{-4}	$\text{HNO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_2^-(\text{aq})$
فورمیک اسید	HCOOH	1.8×10^{-4}	$\text{HCOOH(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$
استیک اسید	CH_3COOH	1.8×10^{-5}	$\text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
هیدروسیانیک اسید	HCN	4.9×10^{-10}	$\text{HCN(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$

خود را بیازمایید

۱- این شکل‌ها واکنش دو قطعه نوار متینیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند.

(آ) سرعت کدام واکنش بیشتر است؟ چرا؟

(ب) غلظت یون هیدرونیوم در محلول کدام اسید بیشتر است؟ چرا؟

(پ) اگر ثابت یونش یک اسید، K_a و دیگری K_b باشد، ثابت یونش این دو اسید را با یکدیگر مقایسه کنید و پاسخ خود را توضیح دهید.

۲- باران اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید است. در حالتی که باران معمولی حاوی کربنیک اسید است، با مراجعه به جدول توضیح دهید در کدام باران غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است؟ چرا؟ ثابت یونش کربنیک اسید را 4.5×10^{-7} در نظر بگیرید.



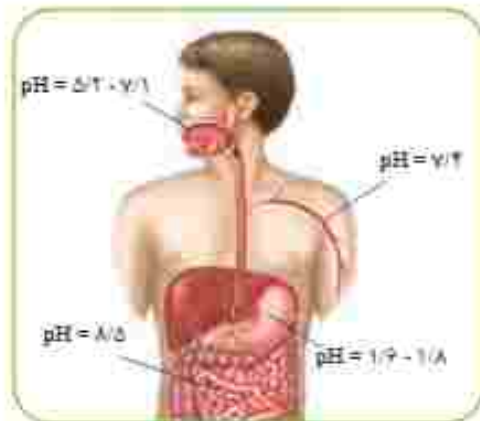
(آ)



(ب)

pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن

با کاغذ pH و تغییر رنگ آن در محلول‌های اسیدی و بازی آشنا هستید. این تغییر رنگ معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها است. افزون بر این، رنگی که این کاغذ درون یک محلول به خود می‌گیرد، نشان دهنده pH تقریبی آن محلول است. برخی سامانه‌ها در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸. pH محلول موجود در چند سامانه، محلول کدام سامانه اسیدی و کدام سامانه بازی است؟

آیا می‌دانید چه رابطه‌ای بین pH و غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول برقرار است؟ برای نمونه برای محلولی با $pH = 3.7$ غلظت یون هیدرونیوم چقدر است؟ چگونه باید آن را حساب کرد؟

پیوند با ریاضی

در درس ریاضی با لگاریتم آشنا شدید. تابعی که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\log_{10}^x = \log x$$

آیا می دانید

روش بسیار دقیقی برای اندازه گیری غلظت یون هیدرونیوم موجود در یک محلول وجود دارد که به کمک pH سنج های دیجیتال انجام می گیرد. این pH سنج ها با تعویض ولتاژ کوچکی که با ولد گرمی الکترود دستگاه درون محلول ایجاد می شود و تعارض نتیجه روی صفحه نمایشگر، مقدار pH آن محلول را مشخص می کند.



$$\log x = b \leftrightarrow x = a^b$$

$$\log ab = \log a + \log b \quad , \quad \log \frac{a}{b} = \log a - \log b \quad , \quad \log a^n = n \log a$$

(آ) با توجه به رابطه بالا، جاهای خالی زیر را پر کنید.

$$\log 2 = \dots \rightarrow 2 = 10^{\dots}$$

$$\log \dots = 1/48 \rightarrow 2 = 10^{\dots}$$

$$\log 7 = \dots \rightarrow \dots = 10^{\dots}$$

(ب) با استفاده از لگاریتم های بالا، بنویسید در هر مورد زیر به جای ؟ چه عددی باید قرار گیرد؟

$$\log 21 = ?$$

$$\log 1/8 = ?$$

$$\log ? = 1/85$$

۲. شیمی دان ها کیفیت pH را با تابع لگاریتم به صورت زیر بیان می کنند.

$$pH = -\log [H^+]$$

با توجه به این رابطه، جدول زیر را کامل کنید.

[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
3×10^{-3}	_____	_____
_____	۲	_____
$1/8 \times 10^{-2}$	_____	_____

۳. دانش آموزی مطابق روند زیر غلظت یون هیدرونیوم را برای شیر ترش شده با $pH = 2/7$ به درستی حساب کرده است. در این روند هر یک از جاهای خالی را با عدد مناسب پر کنید.

$$pH = -\log [H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \xrightarrow{pH=2/7} [H^+] = 10^{-2/7} = 10^{-2} \times 10^{-4} = \dots$$

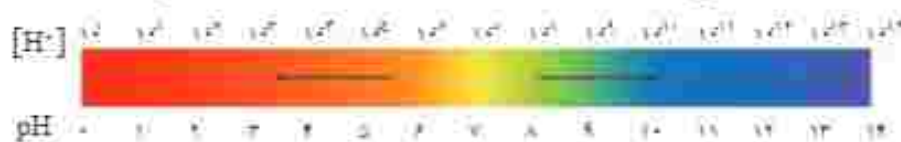
۴. جدول زیر را کامل کنید.

[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
_____	۲/۱۵	_____
$3/6 \times 10^{-2}$	_____	_____
_____	۱/۴	تازی
_____	۰	_____



شیر ترش شده، خاصیت اسیدی داشته و $pH < 7$ دارد.

اینگ می‌پذیرید که برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد زیرا اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد. این کمیت برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره «۱ تا ۱۴» بیان می‌شود (نمودار ۲).



نمودار ۲- گستره تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق

به نظر شما چرا گستره تغییر pH در محلول‌های آبی و در دمای اتاق از «۱ تا ۱۴» است؟ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که آب و همه محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. اما کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد، رفتاری که تأیید می‌کند که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در این سامانه‌ها با یکدیگر برابر است ($[H^+] = [OH^-]$). به همین دلیل چنین سامانه‌هایی، خنثی هستند.

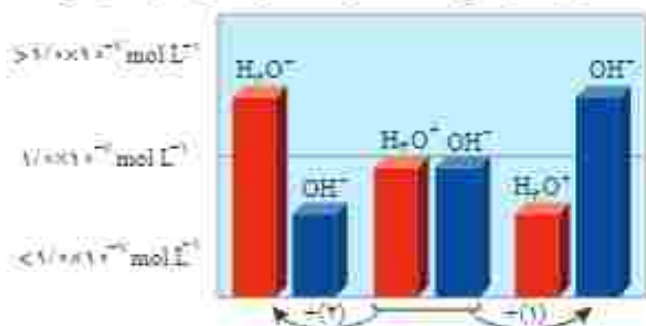
با هم ببیندیشیم

۱- آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. در واقع در یک نمونه از آب خالص شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های H_2O به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ یونیده می‌شوند. جالب این است که اندازه‌گیری‌ها و یافته‌های تجربی در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه زیر را تأیید می‌کنند:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

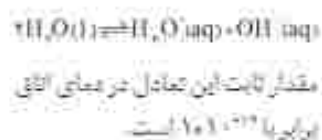
ا) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در دمای اتاق برای آب خالص حساب کنید.
ب) pH آب خالص و محلول‌های خنثی را در دمای $25^\circ C$ حساب کنید.

۲- شکل زیر تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را هنگام افزودن هر یک از مواد ۱ و ۲ به آب خالص نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آیا می‌دانید

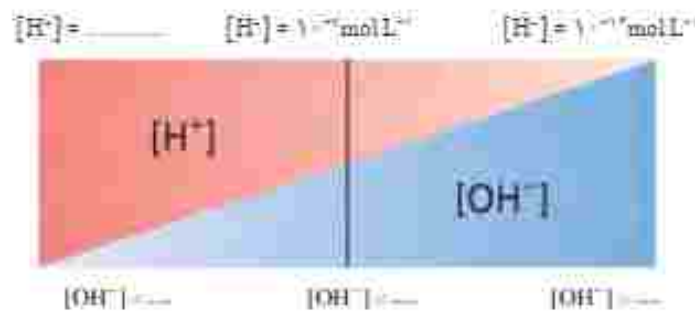
حتی در خالص‌ترین نمونه آب، مقدار ناچیزی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارد. یون‌هایی که به دلیل جابه‌جایی یون هیدروژن از یک مولکول آب به دیگری تولید می‌شوند. این ویژگی سبب می‌شود که هر نمونه آب خالص در دمای ثابت (مانند $25^\circ C$) یک سامانه تعادلی به شمار آید.



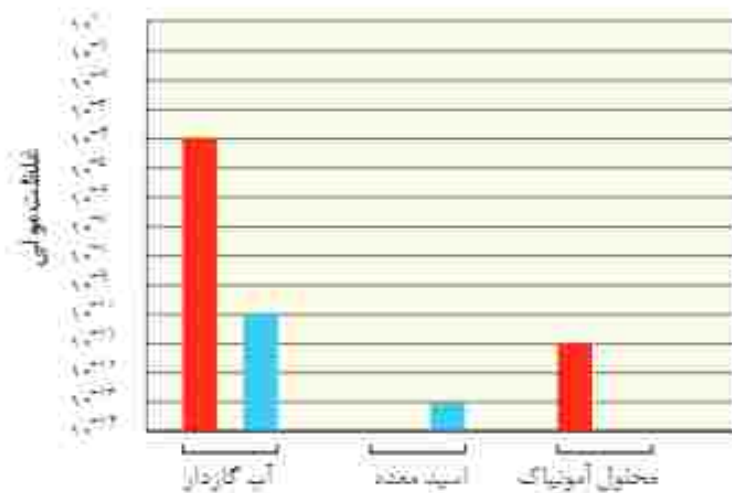
آ) کدام یک از مواد افزوده شده اسید آرتیومی است؟ چرا؟

ب) غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید را در مخلوط بازی یا یکدیگر مقایسه کنید.
پ) آیا می توان گفت در مخلوط های اسیدی، یون هیدروکسید وجود ندارد؟ توضیح دهید.

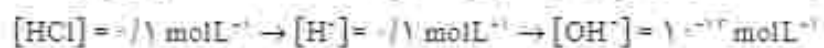
۳- گروهی از دانش آموزان برای نمایش تغییر غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید در مخلوط های آبی و دمای اتاق، الگوی زیر را طراحی کرده اند. جاهای خالی را پر کنید و اساس کار آنها را توضیح دهید.



۴- در نمودار زیر برای مخلوط آمونیاک، ستون نشان دهنده غلظت یون هیدروکسید و برای اسید معده، ستون نشان دهنده غلظت یون هیدرونیوم را رسم کنید.

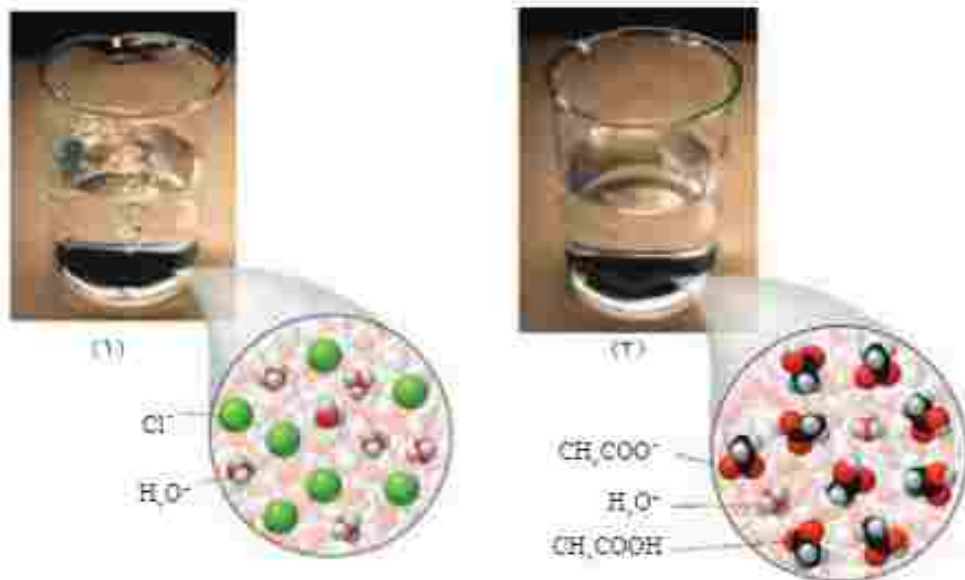


پی بردید که هر اندازه غلظت یکی از یون های هیدرونیوم یا هیدروکسید در محلولی بیشتر شود به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد، تا حاصل ضرب غلظت این یون ها در دمای اتاق برابر با 10^{-14} شود. با این توصیف برای محلول $1 \text{ mol/L}^{-1} \text{ HCl}$ می توان نوشت:



خود را بیازمایید

۱- در دما و غلظت یکسان، کدام محلول زیر کمتر است؟ چرا؟



۲- جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴				
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴				۲/۵
نیتریک اسید				۲/۷	
نمونه‌ای از آب یگ در باجه				۸/۵۲	

بازها محلول‌هایی با $7 < pH \leq 14$

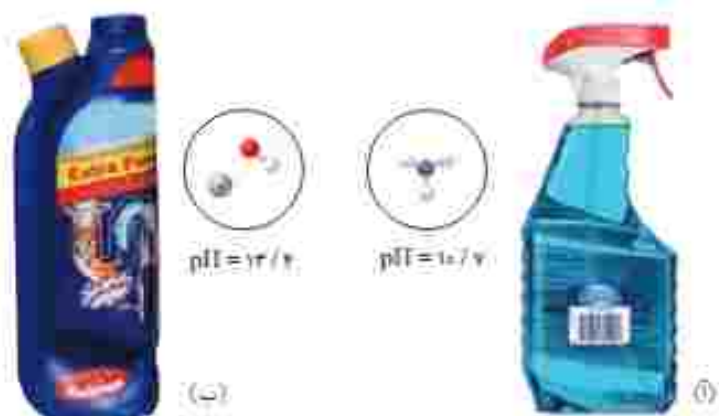
بازهای معروفی مانند سود سوزآور ($NaOH$) و پتاش سوزآور (KOH) بسیار قوی هستند. به طوری که موادی خورنده به شمار می‌روند. در محلول آبی این مواد $[OH^-] > [H^+]$ و pH محلول آنها در دمای اتاق در گستره ۷ تا ۱۴ خواهد بود. بدیهی است که هر چه غلظت یون هیدروکسید در محلول آنها بیشتر باشد، pH بزرگ‌تر و به ۱۴ نزدیک‌تر است. برای نمونه pH محلول مولار سدیم هیدروکسید برابر با ۱۴ است (چرا؟).

بازها کاربردهای گسترده‌ای در زندگی روزانه دارند که از جمله آنها می‌توان به شیشه پاک‌کن و لوله بازکن اشاره کرد (شکل ۹).

آیا می‌دانید

وازه قلبیه محلی خاکستر باقی مانده از سوختن گیاهان است که چربی‌ها را در خود حل می‌کند. قلیاها، بازهای محلول در آب هستند. قلیاهای گیوه ۱ در جدول دوره‌ای به فلزهای قلیایی منصفه‌الدردر اغلب ترکیب‌های آنها در آب خاصیت بازی یا قلیایی دارد.

• بازها نیز همانند اسیدها ثابت یونتی دارند که آن را با K_b نمایش می‌دهند. بدیهی است در نمای معین هر چه K_b بزرگتر باشد آن باز قوی‌تر است.



شکل ۹. نیروی یونته محلول بازی در حما و غلظت یگسان، (a) آمونیاک و (b) سدیم هیدروکسید.

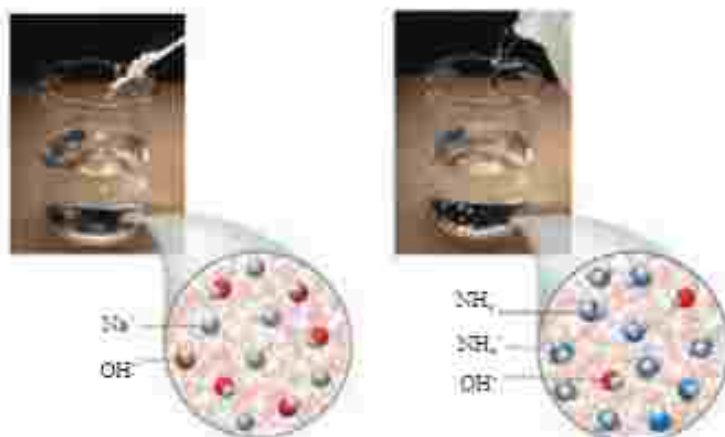
آیا می‌دانید

بازهای آلی مانند آمین‌ها، اندکی در آب یونیده می‌شوند و از جمله بازهای ضعیف به‌شمار می‌آیند.

آمونیاک از جمله بازهای ضعیف است. به طوری که در محلول آن افزون بر مقدار کمی از یون‌های آب پوشیده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک نیز یافت می‌شود (شکل ۱۰).

آیا می‌دانید

آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی، در آب به خوبی حل می‌شود. انحلال این ماده به نظر عمده مولکولی است و محلول آن حاوی شمار اندکی از یون‌های $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ و $\text{OH}^-(\text{aq})$ است. از این رو برای توجیه خاصیت بازی محلول آمونیاک، می‌توان آن را به صورت $\text{NH}_3 \cdot \text{OH}(\text{aq})$ در نظر گرفت. مخلوطی که یک سامانه تعادلی است.



شکل ۱۰. نمای ذره‌ای از محلول‌های سدیم هیدروکسید و آمونیاک.



خود را بیازمایید

۱- شکل‌های زیر رسانایی الکتریکی دو محلول بازی را در شرایط یگسان نشان می‌دهند. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.





• هنگام استفاده از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید به عنوان لوله‌بارکن، رعایت نکات ایمنی ضروری است زیرا تماس این محلول با بدن و تماس بخارات آن آسیب‌هایی به دنبال دارد.

آ) کدام محلول نشان‌دهنده باز ضعیف‌تری است؟ چرا؟

ب) پیش‌بینی کنید کدام محلول می‌تواند به عنوان لوله‌بارکن استفاده شود؟ چرا؟

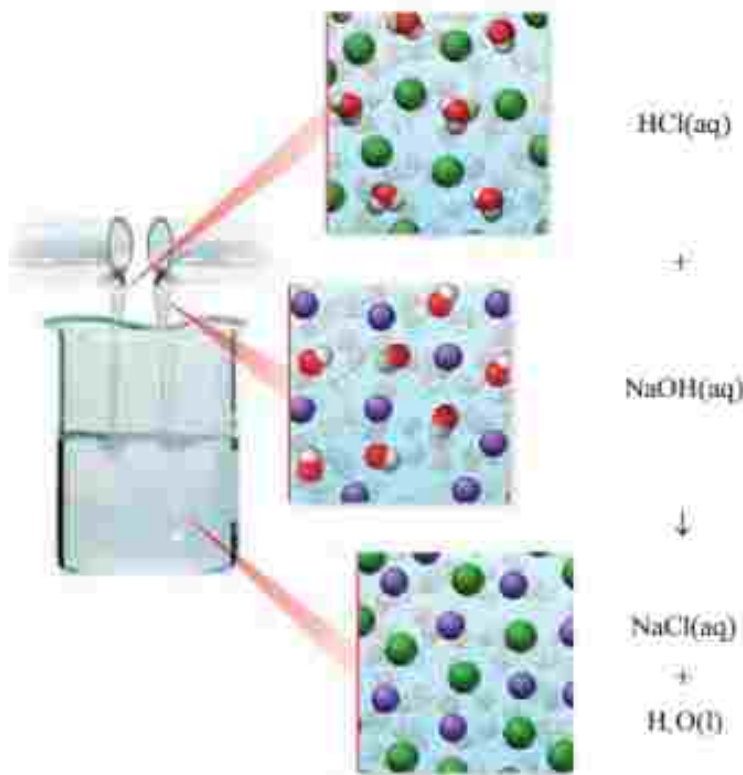
۲- اگر در 10^{-2} میلی‌لیتر از یک محلول 0.2 مول از پتاسیم هیدروکسید وجود داشته باشد:

آ) غلظت یون هیدروکسید را در این محلول حساب کنید.

ب) حساب کنید pH سنج دیجیتال چه عددی را برای این محلول نشان می‌دهد؟

شوینده‌های خورنده چگونه عمل می‌کنند؟

با برخی رفتارهای اسیدها و بازها آشنا شدید. یکی از رفتارهای جالب و پرکاربرد آنها واکنش‌های شیمیایی است که بین این دو دسته از مواد انجام می‌شود. برای نمونه به واکنش بین محلول هیدروکلریک اسید با سدیم هیدروکسید توجه کنید (شکل ۱۱).



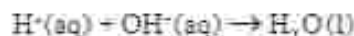
شکل ۱۱- معادله شیمیایی از یک واکنش اسید-باز

آیا می‌دانید

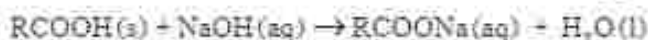
محلول استیک اسید یک پاک‌کننده بوده و خاصیت ضدعفونی‌کنندگی نیز دارد. استفاده از این اسید و محلول‌های اسیدی دیگر برای پاک کردن سنگ مرمر مناسب نیست زیرا می‌شود لایه‌ای از سنگ مرمر یا این اسیدها واکنش داده و سطح سنگ خورده شود.

اگر با دقت این معادله شیمیایی را بررسی کنید در می‌یابید که یون‌های هیدرونیوم در واکنش با یون‌های هیدروکسید به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند در حالی که یون‌های $\text{Cl}^-(\text{aq})$ و $\text{Na}^+(\text{aq})$ دست‌نخورده باقی می‌مانند. به همین دلیل می‌توان معادله واکنش میان اسید و بازهایی از این

صفت را به صورت زیر نمایش داد: معادله‌ای که نشان دهنده واکنش خنثی شدن^۱ اسید و باز است.



این واکنش مبنایی برای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست. برای نمونه فرض کنید که مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده است، برای باز کردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. معادله واکنش‌هایی که انجام می‌شود را می‌توان به شکل کلی زیر نمایش داد.



فرآورده چنین واکنش‌هایی، خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید. اما چرا برای باز کردن برخی لوله‌ها و مجاری از محلول غلیظ هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود؟ بدیهی است موادی که سبب گرفتگی این لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی دارند، به طوری که روی دیواره لوله‌ها و مجاری به شکل رسوب به‌جای مانده‌اند. در این حالت، لوله بازکن در واکنش با این رسوب‌ها، فرآورده‌های محلول در آب یا گازی تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری در آنها می‌شوند.

پیوند با زندگی

آیا می‌دانید

برگشت شیره معده به مری، رفلاکس معده نام دارد که سبب ایجاد مزه ترش در گلو و دهان می‌شود. ساده‌ترین روش درمان آن افزایش وعده‌های غذایی و کاهش حجم هر وعده غذایی است.



pH شیره معده به اندازهای است که سبب می‌شود در هر دقیقه حدود نیم میلیون یاخته از بافت دیواره آن از بین برود.

شاید در نزدیکان شما نیز کسانی باشند که از سوزش سینه یا ترش شدن دهان و گلو رنج می‌برند. آیا می‌دانید این درد و مزه ترش، ناشی از چیست؟ چگونه می‌توان آن را کاهش داد یا درمان کرد؟ معده برای هوارش غذا به اسید نیاز دارد. خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند.

در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0.1 - 0.2 \text{ mol L}^{-1}$ است. در واقع درون معده یک محیط بسیار اسیدی است و حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند! دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. حال اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود. بدیهی است که مصرف غذاها و داروهای اسیدی سبب تشدید بیماری‌های معده خواهد شد. از این رو کسانی که به این بیماری‌ها مبتلا هستند افزون بر کاهش مصرف این مواد باید از داروهای دیگری استفاده کنند.

ضد اسیدها داروهایی هستند که برای این منظور توسط پزشکان تجویز می‌شود. شیر منیزی یکی از رایج‌ترین آنهاست که شامل منیزیم هیدروکسید است. این دارو که به شکل سوسپانسیون مصرف می‌شود، اسید معده را مطابق معادله زیر خنثی می‌کند و سبب کاهش مقدار اسید معده می‌شود.



جدول زیر مواد مؤثر موجود در ضد اسیدهای گوناگون را نشان می‌دهد.

شماره ضد اسید	۱	۲	۳
عاده مؤثر	$\text{Al}(\text{OH})_3$ ، NaHCO_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$ ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$	NaHCO_3

خود را بیازمایید

۱- pH شیر معده را حساب کنید (غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود 2 mol L^{-1} است).

۲- در زمان استراحت، pH معده برابر با $2/7$ است. غلظت یون هیدرونیوم را در این حالت حساب کنید.

۳- با توجه به ویژگی و کاربرد سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) مطابق جدول بالا: (آ) پیش بینی کنید که محلول سدیم هیدروژن کربنات در آب چه خاصیتی دارد؟ چرا؟ (ب) توضیح دهید چرا برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند؟

در این فصل آموختید که مصرف مناسب مواد شوینده و پاک کننده در پیشگیری از بیماری‌ها مؤثر است. همچنین مصرف درست و به موقع داروها سبب درمان بیماری‌ها می‌شود. این توصیف نشان می‌دهد که نوع و میزان ارائه خدمات بهداشتی، دارویی و درمانی نقش تعیین کننده‌ای در سطح سلامت جامعه دارد. به دیگر سخن بهره‌گیری از دانش شیمی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها راهگشاست. از این رو می‌تواند بر شاخص امید به زندگی اثر داشته باشد.

تمرین های دوره ای

۱- برای هر یک از موارد زیر دلیلی بیاورید.

(آ) اسیدها و بازها با ثابت یونش کوچک، الکترولیت ضعیف به شمار می روند.

(ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته شده، ضعیف هستند.

(پ) در محلول ۱٪ مولاریتیک اسید در دمای اتاق، $[NO_3^-] = 10^{-4} \text{ mol/L}$ است.

(ت) در محلول ۱٪ مولاریتیک اسید، $[HCOOH] > [H^+]$ است.

۲- کاغذ pH بر اثر آغشته شدن به نمونه ای از یک محلول، به رنگ سرخ در می آید. همچنین رسانایی الکتریکی

این محلول در شرایط یکسان به طور آشکاری از محلول آبی سدیم کلرید کمتر است. این محلول محتوی کدام

ماده حل شونده می تواند باشد؟ توضیح دهید.



۳- در دما و غلظت یکسان، هر یک از شکل های زیر به کدام یک از محلول ها تعلق دارد؟ چرا؟

(آ) محلول استیک اسید ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

(ب) محلول هیدروبرمیک اسید (K_a بسیار بزرگ).

(پ) محلول هیدروسیانیک اسید ($K_a = 4.9 \times 10^{-10}$)



(۱)



(۲)

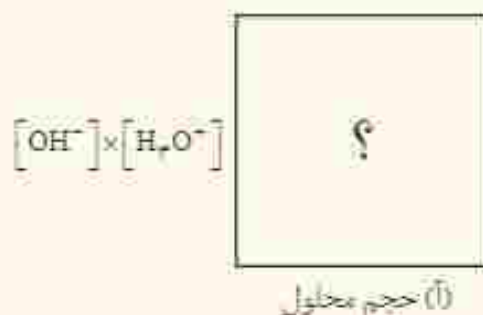


(۳)

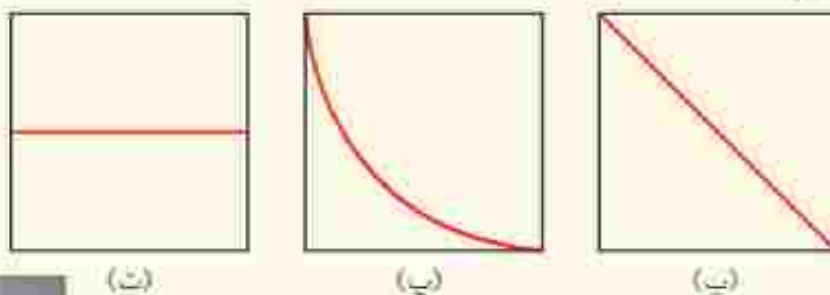
۴. رنگ گل اندیسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن $2 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم $4 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ است به رنگ سرخ شکوفا می شود. pH این دو نوع خاک را حساب کنید.



۵. به شکلی (آ) توجه کنید:



دانش آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل ضرب غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم محلول، شکل های ب تا ت را پیشنهاد داده است. کدامیک از این شکل ها ارتباط بین کمیت های داده شده را به درستی نشان می دهد؟



۶. در نمونه ای از عصاره گوجه فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم 4×10^{-6} برابر غلظت یون هیدروکسید است. pH آن را حساب کنید و در جایی خالی بنویسید.

۷- pH یک نمونه از آب سیب برابر با ۴/۷ است. نسبت غلظت یون های هیدرونیوم به یون های هیدروکسید را در این نمونه حساب کنید.

۸- شکل های زیر ۵۰ میلی لیتر از محلول آبی دو حل شونده متفاوت را نشان می دهد.



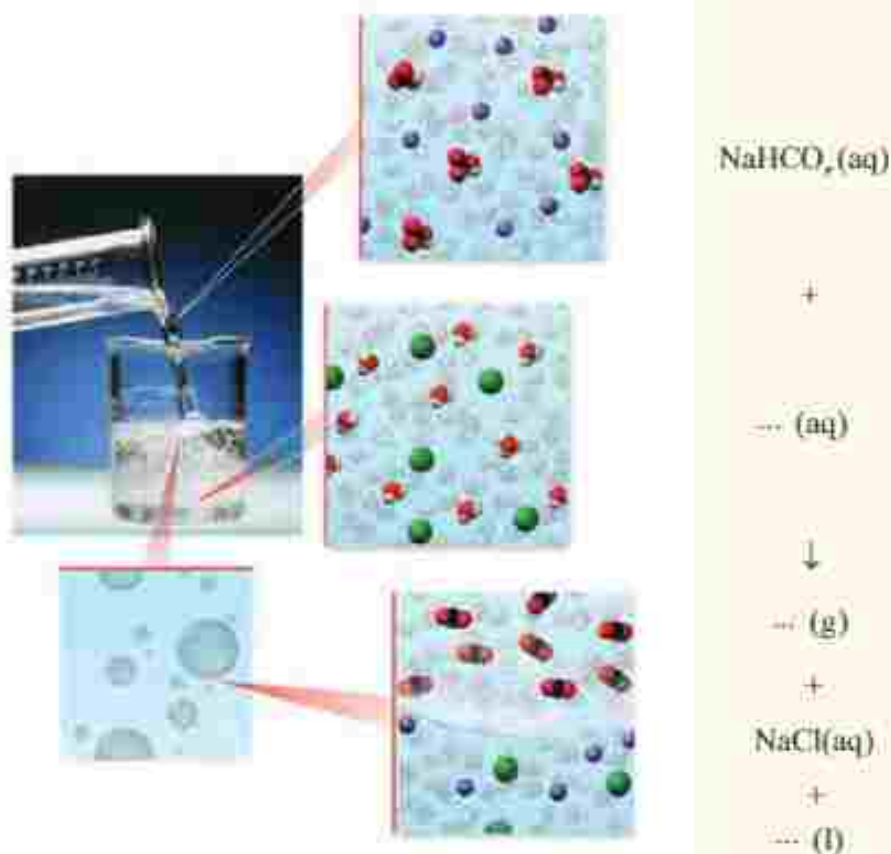
آ) این نوع حل شونده ها اسید آرنیوس هستند یا باز آرنیوس؟ چرا؟
 ب) درجه یونش و pH را برای هر یک از آنها حساب کنید (هر قره را ۱۰۰ مول از آن گونه در نظر بگیرید).
 ۹- HX و HY دو اسید ضعیف هستند. اگر ۱۲ گرم از HX و ۸ گرم از HY جداگانه در یک لیتر آب حل شوند، pH این دو محلول برابر خواهد شد. با مقایسه درجه یونش آنها مشخص کنید کدام اسید قوی تر است؟ چرا؟
 (۱ mol HX = ۱۵۰ g, ۱ mol HY = ۵۰ g)

۱۰- یک کارشناس شیمی، pH نمونه هایی از ۲۰۰ لیتر محلول تهیه شده (۱ و ۲) را اندازه گیری کرده است. حساب کنید چه جرمی از هر ماده حل شونده به ۲۰۰ لیتر آب افزوده شده است؟ از تغییر حجم چشم پوشی کنید.



(۱) $\xrightarrow{?gHNO_3}$ آب خالص $\xrightarrow{?gKOH}$ (۲)

۱۱- با توجه به شکل زیر که نمایی ذره‌های از یک واکنش را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) هر یک از جاهای خالی را با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.
 بی) از واکنش 10^{-2} میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید $1/2$ مول بر لیتر یا مقدار کافی از سدیم هیدروژن کربنات، چند میلی لیتر گاز کربن دی اکسید در STP تولید می‌شود؟

۱۲- ثابت یونش برای محلول‌های BOH(aq) و $\text{B}^+\text{OH}^-\text{(aq)}$ در دمای اتاق به ترتیب برابر با 10^{-4} و $1/10^{-4}$ است.

آ) کدام یک باز قوی‌تری است؟ چرا؟
 بی) pH کدام محلول کمتر است؟ چرا؟



هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْآيَاتِ حَيْثُ وَرَدْتُمُوهَا... (سوره رعد، آیه ۱۲)

اوست که برقی را به شما نشان می‌دهد که هم بایه ترس و هم بایه امید است.

پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده‌هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند، سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش‌های شامل داد و ستد الکترون به شکل هدفمند دنبال شود. واکنش‌هایی که مبتنی تولید انرژی الکتریکی هستند، تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری‌های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است. الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.



رشد دانش و پیشرفت فناوری، انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی، صنعتی و... را آسان‌تر کرده و افزایش سطح رفاه و آسایش را به دنبال داشته است. تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل و نقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان و کاهش اثر نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی نیم رخ‌ی از افزایش سطح رفاه و آسایش را نشان می‌دهند (شکل ۱).



پ) قطار برقی

ب) سمعک

آ) اتاق باتری

شکل ۱- نمونه‌هایی از فناوری که نقش الکتروشیمی را در آسایش و رفاه نشان می‌دهند.

دو رکن اساسی تحقق این فناوری‌ها، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است. می‌دانید که پرکاربردترین شکل انرژی در به‌کارگیری این فناوری‌ها انرژی الکتریکی است. الکتروشیمی^۱ شاخه‌ای از دانش شیمی است که فریبده خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد (شکل ۲).

الکتروشیمی



پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفیت (اطمینان از کیفیت قرارده)

ب) تولید مواد (مانند برق‌کافت و آبکاری)

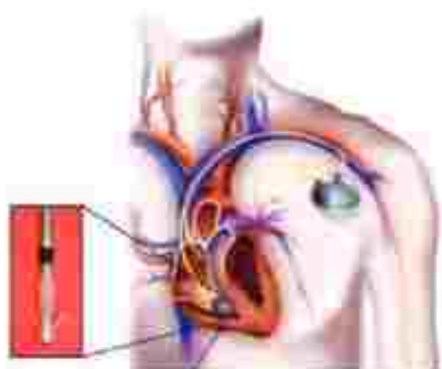
آ) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آنها)

شکل ۲- برخی کاربردهای الکتروشیمی

باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز یا انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. برای نمونه: تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است (شکل ۳).

آیا می دانید

فاصله میان اندام‌های مصنوعی و واقعی هر روز کمتر و کمتر می‌شود و به لطف پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه ساخت باتری، روش‌های کنترل‌شده با مغز و هوش مصنوعی، اندام‌های مکانیکی به عضوی از بدن تبدیل می‌شوند.



شکل ۳. برخی کاربردهای باتری



از سوی دیگر ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های مجنوبی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند، همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی، غذایی و... چه‌رذای دیگر از افزایش سطح رفاه و آسایش هستند. دستیابی به این موفقیت‌ها در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی است. دانشی که می‌تواند دستاوردهای گوناگونی را برای رفاه بشر به ارمغان آورد و در ایجاد آسایش بیشتر برای مردم همچنین پیشرفت کشورمان نقش ایفا کند. برای دستیابی به این مهم نخت باید بدانید در چه واکنش‌هایی الکترون داد و ستد می‌شود؟ چگونه می‌توان از این واکنش‌ها در تأمین الکتریسیته بهره جست؟ الکتروشیمی چه نقشی در تأمین انرژی سبز و پاک دارد؟ چگونه می‌توان خواص مواد را بهبود بخشید؟

انجام واکنش با سفر الکترون

از درس علوم به یاد دارید که یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها، اتصال آنها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه با یک نیغه مسی و نیغه‌ای دیگر مانند روی و یا میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ LED را روشن کرد (شکل ۴).

موتورسیکلت برقی و تلفن همراه نمونه‌هایی از وسایلی هستند که با انرژی ذخیره شده در باتری کار می‌کنند. در واقع باتری، مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی با سفر الکترون رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود و موتور را به حرکت درآورد. با این توصیف شناخت نوع و شیوه انجام واکنش‌های درون باتری‌ها کمک خواهد کرد تا بتوان از واکنش‌های شیمیایی برای رفع نیازها به درستی بهره برد.



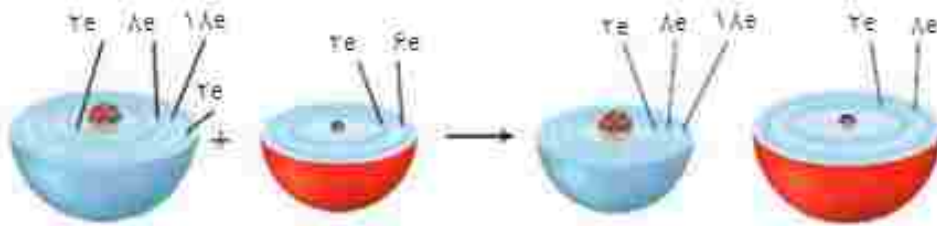
چرخ خورشیدی یکدیگر روشن است که از لامپ LED سول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.



شکل ۴- باتری لیمویی

با هم ببیندیشیم

اکسیژن ناقظی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آنها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند، در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد. شکل زیر الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم‌های روی و اکسیژن را با ساختار لایه‌ای اتم نشان می‌دهد.



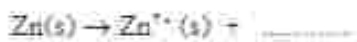
آ) کدام ساختار، اتم روی و کدام یک، اتم اکسیژن را نشان می‌دهد؟

ب) کدام اتم الکترون از دست داده و کدام الکترون گرفته است؟

پ) اگر گرفتن الکترون را کاهش^۱ و از دست دادن الکترون را اکسایش^۲ بنامیم، کدام گونه کاهش و کدام اکسایش یافته است؟

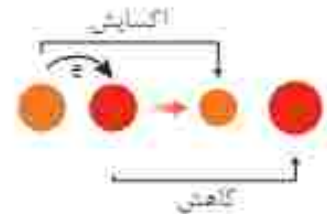
ت) تسمی دان‌ها هر یک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم‌واکنش^۳ نمایش می‌دهند که هر نیم‌واکنش باید از لحاظ جرم (اتم‌ها) و بار الکتریکی موازنه باشد.

اینک با قرار دادن شماره معینی الکترون، هر یک از نیم‌واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



ث) کدام یک از نیم‌واکنش‌های بالا، نیم‌واکنش اکسایش و کدام یک نیم‌واکنش کاهش را نشان می‌دهد؟ چرا؟

ج) ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود، اکسیدکننده^۴ و ماده‌ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می‌شود، کاهش‌دهنده^۵ نام دارد. در واکنش روی با اکسیژن، گونه اکسیدکننده و کاهش‌دهنده را مشخص کنید.



- اکسایش: از دست دادن الکترون
- کاهش: به دست آوردن الکترون

- اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. از این رو فلزها اغلب کاهش‌دهنده و نافلزها اغلب اکسیدکننده هستند.

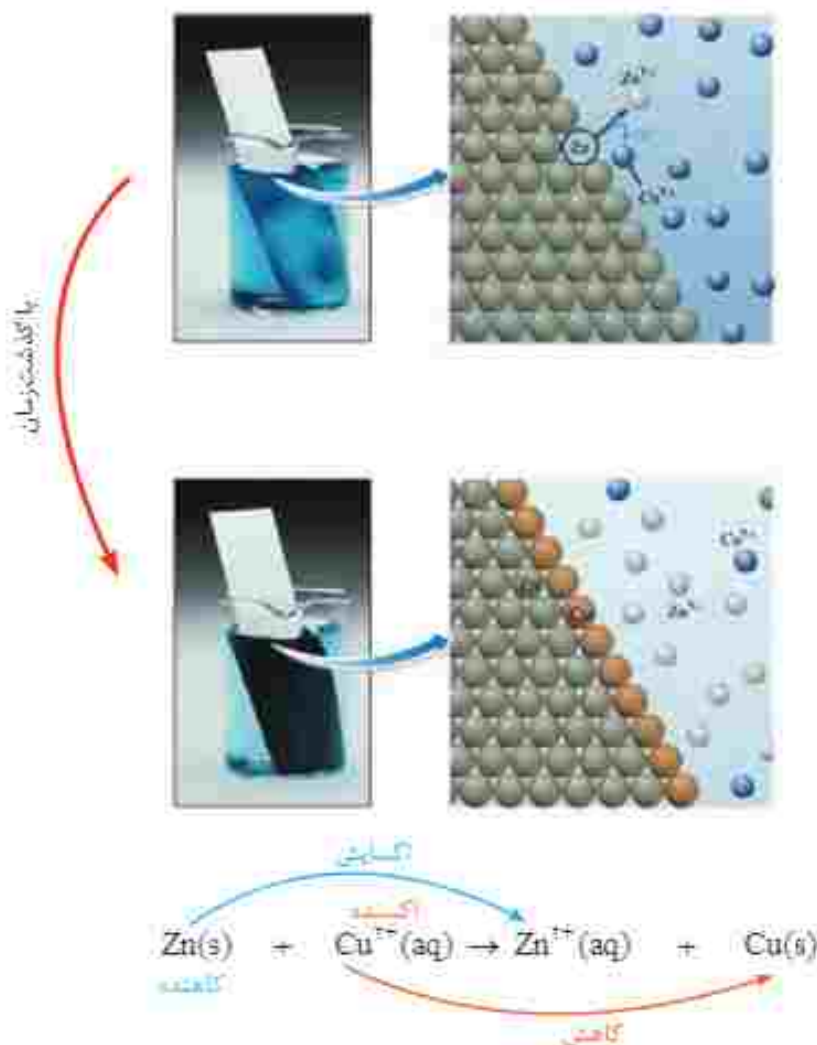
دریافتید که در واکنش‌های اکسایش-کاهش، گونه‌های شیمیایی الکترون داد و ستد می‌کنند به طوری که برخی گونه‌ها با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابند و در مقابل، برخی گونه‌ها با گرفتن الکترون کاهش می‌یابند.

1. Reduction
2. Oxidation
3. Half-Reaction
4. Oxidant
5. Reducant

برای نمونه هرگاه نیمی از جنس روی درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود. این تغییر رنگ نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی زیر است:



در این واکنش اتم های روی (Zn) هر یک با از دست دادن دو الکترون به یون های روی (Zn^{2+}) اکسایش یافته و هم زمان یا آن، هر یون مس (Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون به اتم مس (Cu) کاهش می یابد. در واکنش هایی از این دست، فرآورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند (شکل ۵).



شکل ۵: واکنش فلز روی با یون های مس (II)

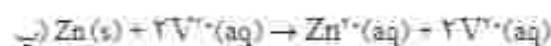
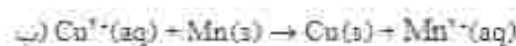
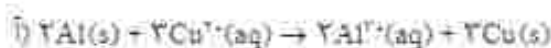
بنابراین می توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکترونی یکی نمونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت تر می شود، آن گونه اکسایش یافته و نمونه ای که بار الکترونی آن منفی تر می شود، کاهش می یابد.

خود را بیازمایید

- ۱) اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند. با توجه به این شکل که نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.
- آ) کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش یافته است؟ چرا؟
- ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و موازنه کنید.
- پ) نیم‌واکنش‌ها را با هم جمع کنید تا یا حذف الکترون‌ها، معادله واکنش به دست آید.
- ت) با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت داده شده را کامل کنید.

- در این واکنش، اتم‌های روی الکترون از دست می‌دهند و $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ می‌یابند و سبب $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ یون‌های هیدروژن می‌شوند، از این رو اتم‌های روی نقش $\frac{\text{اکسنده}}{\text{کاهنده}}$ دارند. در حالی که $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ یون‌های هیدروژن، الکترون از دست می‌آورند و $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ می‌یابند و سبب $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ اتم‌های روی می‌شوند، از این رو یون‌های هیدروژن نقش $\frac{\text{اکسنده}}{\text{کاهنده}}$ دارند.

۴- در هر یک از واکنش‌های زیر، گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

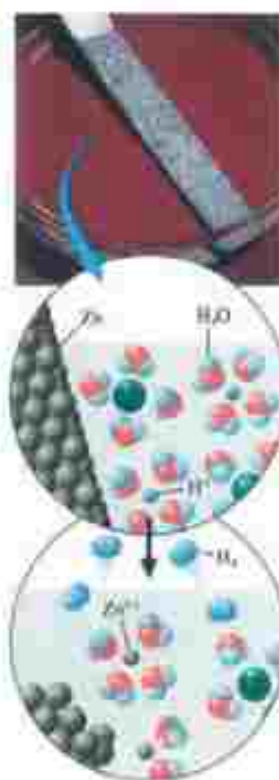


در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر در مورد سیر تحول تولید نور در فلاش عکاسی، از سوختن منیزیم تا لامپ‌های امروزی اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گزارش کنید. در بحث خود به نقش جریان الکتریکی در نوآوری‌های مرتبط با فلاش عکاسی اشاره نمایید.

جاری شدن انرژی با سفر الکترون

در برخی واکنش‌های اکسایش-کاهش اقزون بر باد و ستاره الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. در شیمی ۱ دیدید که فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در آکسیژن می‌سوزند، نور و گرما تولید می‌کنند.



• واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید

• در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شد. در این واکنش $\text{Mg}(s)$ با نور خیره‌کننده‌ای در $\text{O}_2(g)$ می‌سوزد و به $\text{MgO}(s)$ تبدیل می‌شود. در این واکنش گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.



واکنش ایوانگن با مخلوط مس (II) سولفات

همچنین از واکنش میان فلزهایی مانند روی، آهن و آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات گرما آزاد می‌شود. شکل ۶، واکنش بین فلز آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات را همراه با معادله شیمیایی آن نشان می‌دهد.



شکل ۶ هنگامی که $Al(s)$ درون $CuSO_4(aq)$ قرار گیرد، در اثر واکنش اکسایش-کاهش، دمای محلول افزایش می‌یابد. در واکنش بالا هر اتم آلومینیوم سه الکترون از دست می‌دهد و اکسایش می‌یابد در حالی که هر یون مس دو الکترون می‌گیرد و کاهش می‌یابد. یا این توصیف بر اساس معادله موازنه شده واکنش، چند الکترون میان اتم‌های آلومینیوم و یون‌های مس داد و ستد می‌شود؟

خود را بیازمایید

جدول زیر داده‌هایی را از قرار دادن برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای $25^\circ C$ نشان می‌دهد. یا توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

دما (°C)	تغییر دمای محلول	نشانه شیمیایی فلز	فلز
۲۳	کاهش	Fe	آهن
۲۰	کاهش	Au	طلا
۲۶	کاهش	Zn	روی
۲۰	کاهش	Cu	مس



تیغه مس در محلول روی سولفات پس از مدت طولانی تغییر نمی‌کند.

آ) تغییر دمای مخلوط واکنش نشان دهنده چیست؟

ب) هر یک از واکنش‌های زیر را کامل کرده پس گونه‌های کاهنده و اکسایش را مشخص کنید.



پ) با توجه به تغییر دمای هر سامانه، کدام فلز تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد؟ چرا؟
ت) فلزهای Au, Fe, Zn, Cu را بر اساس قدرت کاهندگی مرتب کنید.

ث) پیش‌بینی کنید هرگاه تیغه مس درون محلول روی سولفات قرار گیرد، آیا واکنشی انجام می‌شود؟ چرا؟

آیا می‌دانید

الکساندرو ولتا، سلول ولتا را ابداع کرد. سلولی که از صفحه‌های دایره‌ای شکل از جنس مس و روی تشکیل شده و به صورت یک در میان روی هم قرار گرفته‌اند و بین آنها کاغذی آغشته به محلول نمک خوراکی وجود دارد.



آیا می‌دانید

شاهد تاریخی نشان می‌دهد که ایرانیان باستان با طرف‌های سفالی، قطعه‌هایی از فلزهای آهن و مس همراه با محلول نمک خوراکی یا سرکه، دستگاهی برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی ساخته بودند.

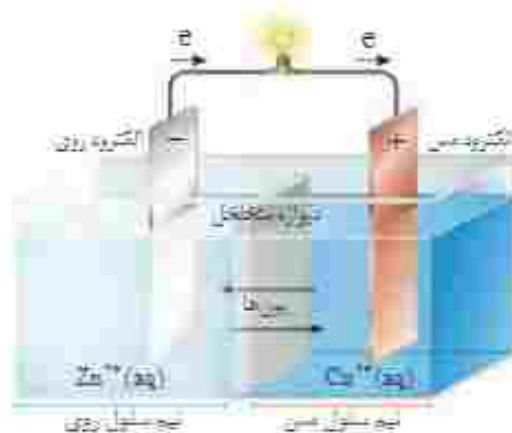


آموختید که تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده‌تر از مس است. با این توصیف در یک واکنش اکسایش-کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند با برخی کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم‌های فلزی بکاهد. در واکنش‌هایی از این دست، مخلوط واکنش گرم‌تر می‌شود زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد. به نظر شما آیا می‌توان این واکنش‌ها را به گونه‌ای انجام داد تا همراه با تولید گرما، از الکترون‌های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده کرد؟

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون‌ها

برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جایه‌جا نمود. اگر به‌جای داد و ستد مستقیم الکترون بین گونه‌های اکسیده و کاهنده در یک واکنش، بتوان الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جایه‌جا کرد آنگاه می‌توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش-کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود. آیا می‌دانید برای دستیابی به این هدف چه تغییری باید در شرایط و چگونگی انجام یک واکنش اکسایش-کاهش صورت گیرد؟

شیمی‌دان‌ها در پژوهش‌ها دریافته‌اند که هرگاه تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس (III) سولفات (نیم سلول مس) قرار گیرد و نیم‌سلول‌ها همانند شکل زیر به یکدیگر وصل شوند، الکترون‌ها در مدار بیرونی جایه‌جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد. نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی منجر به ساخت سلول گالوانی شد (شکل ۷).



شکل ۷- تمایی از سلول گالوانی Zn-Cu

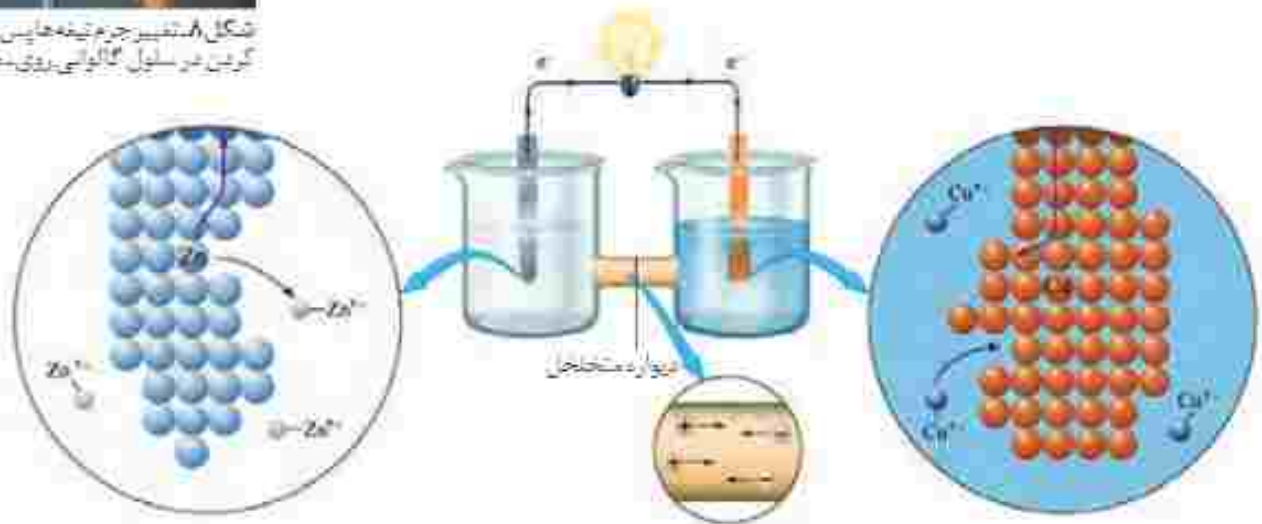


شکل ۸. ستفیر جرم تیغه‌هایس از کار کردن در سلول گالوانی روی-مس.

اگر پس از انجام واکنش، تیغه‌های روی و مس را از سلول گالوانی جدا کنید، خواهید دید که از جرم تیغه روی کاسته شده و بر جرم تیغه مس افزوده شده است (شکل ۸).

با هم ببیندیشیم

شکل زیر نمای ذره‌ای از سلول گالوانی روی-مس (Zn - Cu) را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آیا می‌دانید

میوره متخلخل از جنس سفال، خاک چینی (کامولین)، آلست یا نمود قشرده شیشه است که از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می‌کند اما برخی بین‌های موجود در دو محلول می‌توانند از آن عبور کنند.

• نیم‌واکنش اکسایش را نیم‌واکنش آندی و نیم‌واکنش کاهش را نیم‌واکنش کاتدی می‌نامند.

آ) نیم‌واکنش‌های انجام شده در هر نیم‌سلول و واکنش کلی سلول را بنویسید.
ب) آند^۱ الکترودی است که در آن نیم‌واکنش اکسایش و کاتد^۲ الکترودی است که در آن نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد. با این توصیف، کدام الکترود نقش آند و کدام نقش کاتد را دارد؟
پ) در مدار بیرونی، حرکت الکترون‌ها در چه جهتی است؟ چرا؟
ت) توضیح دهید چرا پس از مدتی جرم تیغه روی کم و جرم تیغه مس زیاد شده است؟

آموختید که سلول گالوانی، دستگاهی است که می‌تواند بر اساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند. برای نمونه در سلول گالوانی روی-مس، نیم‌واکنش اکسایش در آند (الکترود روی) انجام می‌شود و هر اتم روی دو الکترون از دست می‌دهد و به شکل یون روی وارد محلول می‌شود. به دلیل تولید الکترون در این الکترود آن را با علامت منفی نشان می‌دهند. الکترون‌های تولید شده در سطح الکترود روی از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکترود مس) روانه می‌شوند. هر یون مس موجود در محلول، این دو الکترون را می‌گیرد و به شکل اتم مس بر سطح تیغه می‌نشیند. انتظار می‌رود یا ادامه این روند به تدریج در محلول

۱. Anode
۲. Cathode

آیا می‌دانید

نور تولید شده توسط گرم شتاب، نتیجه تخریب واکنش شیمیایی می‌است که یک واکنش شیمیایی منحصربه‌فرد از نوع اکسایش و کاهش است. این واکنش‌ها به بیولوژیست‌ها معروفند که از طریق آنها این جانور برخی جانوران دیگر به جفت خود پیام می‌دهند. واکنش‌دهنده در این واکنش شیمیایی، اوسیتروپن کرم شب‌تاب و آنزیمی که این واکنش را کاتالیز می‌کند، لوسیفراز نام دارد.

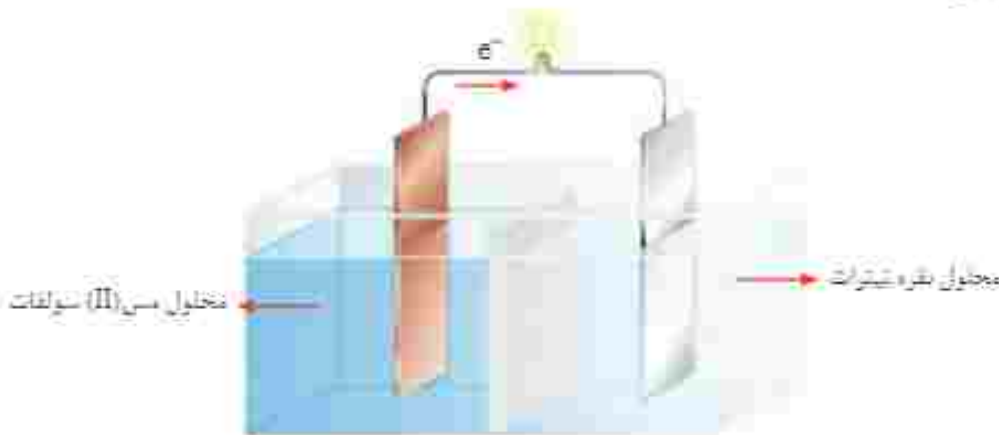


پیرامین الکتروود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون‌ها بیشتر شده اما در محلول پیرامین الکتروود کاتد، غلظت آنیون‌ها از کاتیون می‌بیشتر شود. جالب اینکه در عمل هیچ‌گاه چنین پدیده‌ای رخ نمی‌دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش - کاهش، محلول‌های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان‌پذیر است که کاتیون‌ها از نیم‌سلول آند به کاتد و آنیون‌ها از نیم‌سلول کاتد به آند یا گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

خود را بیازمایید

شکل زیر سلول گالوانی مس - نقره (Cu - Ag) را نشان می‌دهد. یا توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

پاسخ دهید.



آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید.

ب) نیم‌واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.

پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

ت) جهت حرکت یون‌ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید.

با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید. سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی، ویژگی‌های یک باتری را دارد. با اینکه هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد اما در آنها یا تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می‌کند. آیا می‌دانید این ولتاژ ناشی از چیست؟ چگونه می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد؟

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولت‌سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. کمیتی که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می‌شود. اینک می‌پرسید برای تعیین سهم هر یک از نیم‌سلول‌ها در ولتاژ سلول چه باید کرد؟

آیا می دانید

SHE شامل یک الکترود پلاتینی است که در محلولی با $\text{pH}=0$ و دمای 25°C قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار 1 atm از روی آن عبور داده می شود.



• رتبه بندی فلزها بر اساس E° آنها در یک جدول سری الکتروشیمیایی نامیده می شود.

اندازه گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به طور نسبی اندازه گیری شود. شیمی دان ها برای دستیابی به این هدف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند. در ادامه با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند (جدول ۱). این اندازه گیری ها در دمای 25°C ، فشار 1 atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت ها انجام شده است. در این شرایط پتانسیل اندازه گیری شده را پتانسیل استاندارد نیم سلول می نامند و با E° نمایش می دهند.

جدول ۱- پتانسیل کاهش استاندارد برای برخی نیم سلول ها

ردیف واکنش	$E^\circ (\text{V})$
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	+۱/۵۰
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	+۱/۲۰
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+۰/۸۰
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۳۴
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰/۰۰
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-۰/۱۴
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-۰/۴۴
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-۰/۷۶
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-۰/۱۱۸
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-۰/۶۶
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-۰/۲۷

کاهش، قوی تر

کاهش، قوی تر

آیا می دانید

هر یک از نیم واکنش های جدول E° می تواند بسته به شرایط انجام واکنش کنی، در جهت رفت یا برگشت پیش بروند.

همان گونه که مشاهده می کنید در این جدول، نیم واکنش ها به شکل کاهش نوشته شده اند و این پیشنهاد آیوپاک برای هماهنگی در همه منابع علمی معتبر به کار می رود. در هر نیم واکنش، گونه کاهش دهنده در سمت راست و گونه اکسید کننده در سمت چپ نوشته می شود. در این جدول علامت E° فلزهایی که قدرت کاهش دهنده بیشتری از H_2 دارند، منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهش دهنده کمتری از H_2 دارند، مثبت است.

خود را بیازمایید

- با استفاده از جدول ۱ مشخص کنید در سلول گالوانی ساخته شده از نقره و سربیم:
- (آ) کدام الکترود آند و کدام کاتد خواهد بود؟ چرا؟
- (ب) نیم واکنش‌های انجام شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به دست آورید.

پیوند با ریاضی

۱- با مراجعه به جدول ۱، هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\dots) = + \dots \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\dots/\text{Zn}) = - \dots \text{ V}$$

- ۲- در سلول گالوانی تشکیل شده از دو نیم سلول بالا مشخص کنید کدام یک نقش آند و کدام یک نقش کاتد را دارد؟

۳- شکل زیر سلول گالوانی استاندارد روی - مس را نشان می‌دهد. با توجه به آن به:

پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



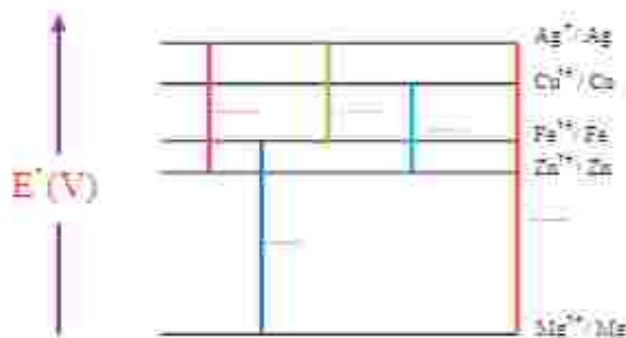
(آ) emf این سلول را از روی شکل مشخص کنید.

(ب) کدام رابطه زیر برای محاسبه این کمیت به کار رفته است؟ توضیح دهید.

$$emf = E^{\circ}(\text{کاتد}) - E^{\circ}(\text{آند}) \quad \square$$

$$emf = E^{\circ}(\text{آند}) - E^{\circ}(\text{کاتد}) \quad \square$$

- ۴- در نمودار زیر هر خط رنگی نشان دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد. با توجه به جدول پتانسیل استاندارد دانه پرسش‌ها پاسخ دهید:



آیا می‌دانید

emf کمیتی از جنبه انرژی است که آن را در فیزیک با نام نیروی محرکه الکتریکی شناختند. شیمی دان‌ها در منابع علمی معتبر آن را با E نیز نشان می‌دهند.

آن تخت برای هر سلول گالوانی، آند و کاتد را مشخص کرده سپس emf را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.

ب) اگر چند نیم سلول در اختیار داشته باشید و بخواهید از آنها یک سلول گالوانی یا بیشترین ولتاژ بسازید، از کدام نیم سلول ها استفاده می کنید؟ چرا؟

د- با استفاده از جدول ۱، emf سلولی را حساب کنید که واکنش اکسایش - کاهش زیر در آن رخ می دهد.



آیا می دانید

در هر تن از فلز دریاچه قه، بیش از 2×10^6 گرم آلیاژ وجود دارد.

آیا می دانید

مقدار فلزهای موجود در 500 میلیون تلفن همراه به شرح زیر است.

نام فلز	میلیارتن
مس	۲۹۰۰
نقره	۱۷۸
طلا	۱۷
پالادیم	۷۱۲
پلاتین	۱/۱۸

آیا می دانید

با بلایشت باتری ها می توان حجم کوچکی از فلزهای گوناگون را به چرخه مصرف برگرداند. جدول زیر مصرف سالانه فلزها برای تولید باتری در جهان را نشان می دهد.

نام فلز	میلیارتن (کیلوگرم)
کیبات	۱۳
لیتم	۲۰
نیکل	۱۵۰
منگنز	۵۲۰۰
پلاتین	۱/۱۸



با واکنش های اکسایش - کاهش و کاربرد آنها در ساخت سلول های گالوانی آشنا شدید. سلول هایی که می توانند به عنوان باتری، منبع تولید انرژی الکتریکی باشند، باید توجه داشت که هر باتری، ساختاری مناسب برای کاربردی معین دارد. در ادامه با برخی از آنها آشنا خواهید شد.

پیوند با زندگی

لیتم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

اگر به پیرامون خود توجه کنید وسایلی را می یابید که با باتری کار می کنند، ساخت مچی و تلفن همراه از جمله وسایلی هستند که انرژی الکتریکی آنها با استفاده از باتری تأمین می شود. باتری هایی که در شکل، اندازه و کارایی یا یکدیگر تفاوت آشکاری دارند اما در همه آنها با انجام شدن نیم واکنش های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می شود.

با رشد و پیشرفت چشمگیر صنایع گوناگون هر روز نیاز و تقاضا پیوسته برای ساخت باتری ها با ویژگی های گوناگون و کاربرد معین افزایش یافته است. شیمی دان ها در پی پاسخ به این نیازها طی پژوهش های بسیاری توانستند به فناوری ساخت باتری های جدید دست یابند. در این فناوری، نقش فلز لیتم پررنگ است زیرا لیتم در میان فلزها کمترین چگالی و E° را دارد. این ویژگی های لیتم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبک تر، کوچکتر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود. باتری های لیتمی از نوع دگمه ای در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود. دسته ای دیگر از باتری های لیتمی آنهایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می روند و می توان آنها را بارها شارژ کرد (شکل ۹).



شکل ۹. نمونه‌هایی از باتری‌های لیتیومی

افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیومی، سبب شد این غلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان پیدا کند. به طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیومی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می‌شوند. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری‌های لیتیومی و... تولید می‌شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط‌زیست را آلوده می‌کنند. از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

آیا می‌دانید

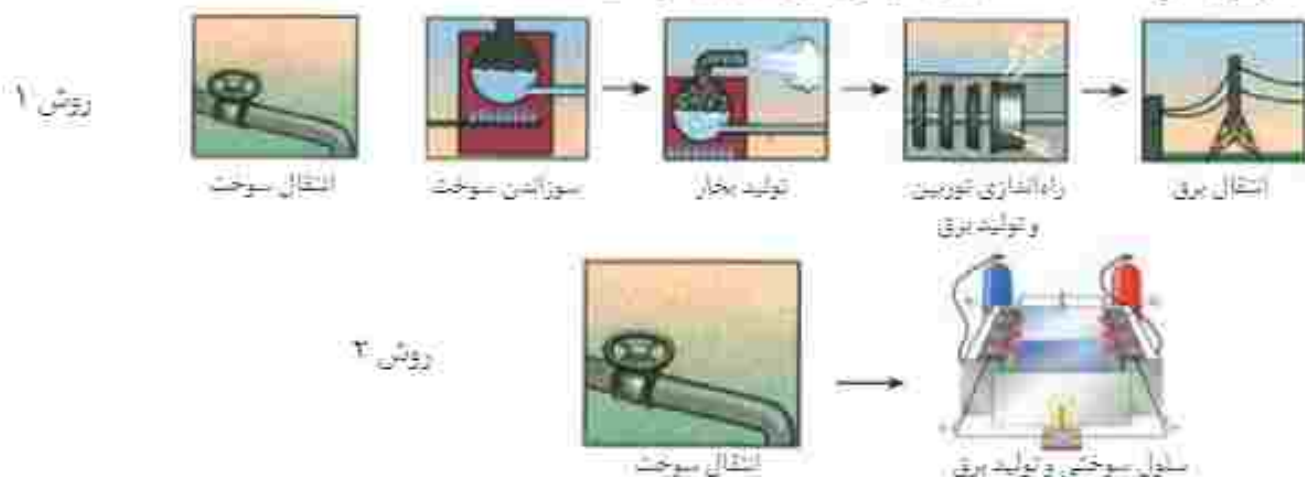
در سال ۱۸۳۹ ویلیام گروو قویک‌دان روزنامه‌نگار انگلیسی اصول کار سلول سوختی را کشف کرد. اما تولید سلول سوختی به سال ۱۸۸۹ توسط لودویگ گلمه و چارلز لجر بری می‌گردد. از سال ۱۹۶۰ تنها از سلول‌های سوختی در سفینه‌های جیمینی و آپولو برای تهیه الکتریسیته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد. در دهه هفتاد میلادی فناوری سلول سوختی در وسایل خانگی و خودروها به کار گرفته شد. از دهه هشتاد به بعد شرکت بالارد کانادا پژوهشی مجهز به سلول سوختی را ساخت. پیاد سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکه سوگله (باتری خورشیدی و سلول سوختی) با توان شش ماه پرواز به بهره برداری رسید.

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز

سوخت‌های فسیلی رایج‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب شده تا از ذخایر آنها به سرعت کاسته شود. از سوی دیگر گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، جهان را با چالشی نگران‌کننده روبه‌رو کرده است. با این توصیف، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی به ویژه در خودروها ضروری است. سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که شیمی دان‌ها برای گذر از این تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط‌زیست پیشنهاد می‌دهند. این سلول‌ها افزون بر کارایی بیشتر می‌توانند ردهای گرین‌دی اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستانار محیط‌زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.

خود را بیازمایید

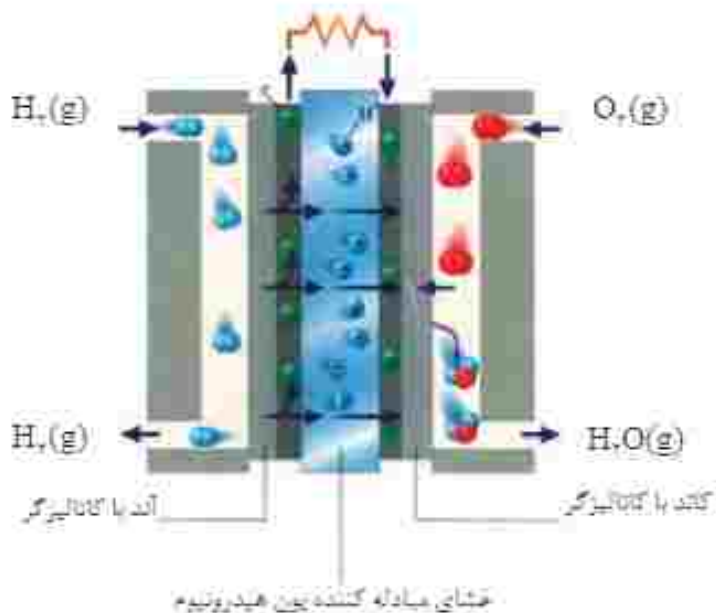
در هر یک از روش‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی نشان داده شده است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) در کدام روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است؟ چرا؟
ب) کدام روش کارایی بالاتری دارد؟ توضیح دهید.

- سولن گل هیدروژن در طول قرن سوز، باردهی نزدیک به ۴۰ درصد دارد و حتی که اکسایش آن در سلول سوختی باردهی را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن - اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- توجی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

آیا می‌دانید

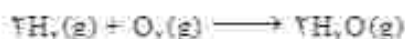
- در برخی از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور پژوهش‌هایی خوبی روی سلول‌های سوختی انجام شده و موفقیت‌هایی نیز به دست آمده است. تولید توده سلول سوختی در دانشگاه شهید رجایی نمونه‌ای از آنها است.

آیا می دانید

مهندسان و پژوهشگران کشور بر چند دانشگاه نمونه‌هایی از خودروهای برقی را طراحی کرده و ساخته‌اند. این خودرو از طریق ترکیب هیدروژن و اکسیژن در سلول سوختی انرژی خود را تأمین می‌کند. همچنین در این خودرو یک باتری شارژی وجود دارد.



همان‌گونه که شکل ۱۰ نشان می‌دهد هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به طوری که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به تیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. واکنش کلی در چنین سلولی به صورت زیر است:



از عملکرد این سلول پیداست که گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و هم‌زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد. روندی که در معادله واکنش دیده نمی‌شود زیرا همه گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های خنثی آن‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند. به راستی در واکنش‌هایی از این دست چگونه می‌توان گونه‌های اکسیده و کاهشنده را مشخص کرد؟ شیعی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش^۱ راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.

با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
 (آ) ساختار الکترون-نقطه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده را رسم کنید.

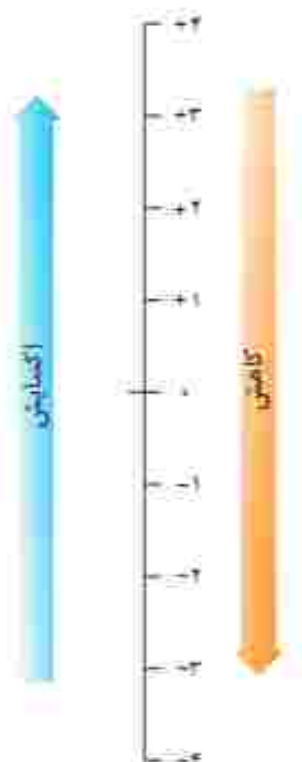
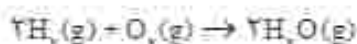


(ب) در هر ساختار:

- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
- همه الکترون‌های لپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.
- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خلصت بافضلی بیشتر نسبت دهید.

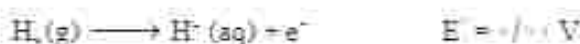
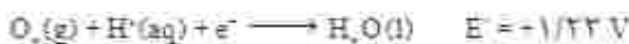
(پ) الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های خنثی همان اتم کم کنید. عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر را نشان می‌دهد.

۲- هرگاه بدانید که بیشتر شدن عدد اکسایش، نشان‌دهنده اکسایش یافتن و کمتر شدن آن نشان‌دهنده کاهش یافتن اتم‌هاست، در واکنش زیر گونه‌های اکسایش یافته، کاهش یافته، اکسیده و کاهشنده را مشخص کنید.



• افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است. درحالی‌که کاهش آن به معنای به دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است. این نمودار گستره عدد اکسایش در گروه ۱۴ را نشان می‌دهد.

۳- دانش آموزی نیم واکنش های انجام شده در نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را به صورت زیر از منابع علمی معتبر استخراج کرده است.



آ) هریک از نیم واکنش ها را موازنه کنید سپس واکنش کلی سلول را به دست آورید.
ب) emf این سلول را حساب کنید.

۴- با پیشرفت علم و فناوری، سلول های سوختی تازه ای طراحی شده اند که در آنها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می شود. با توجه به معادله واکنش کلی زیر به پرسش ها پاسخ دهید:



آ) با تعیین عدد اکسایش اتم ها، گونه های اکسیده و کاهشنده را مشخص کنید.

ب) از دید محیط زیست گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟

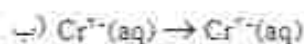
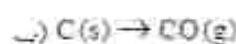
● اغلب فلزها و فلزهای واسطه عدد

اکسایش گوناگونی در ترکیب های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن در FeCl_2 و FeCl_3 به ترتیب +۲ و +۳ است. به همین دلیل این ترکیب ها را آهن (II) کلرید و آهن (III) کلرید می نامند. همچنین عدد اکسایش اتم گوگرد در SO_2 و SO_3 به ترتیب +۴ و +۶ است. (چرا؟)

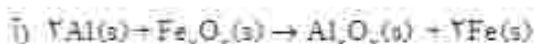
با تعیین عدد اکسایش اتم ها در یک گونه شیمیایی آشنا شدید. برای نمونه عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن به حالت آزاد برابر با صفر است. از این رو عدد اکسایش دیگر عناصر نیز به حالت آزاد مانند Fe، Mg و Cl برابر با صفر خواهد بود. در حالتی که عدد اکسایش یون های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آنهاست. برای نمونه عدد اکسایش یون اکسید و یون کلسیم در CaO به ترتیب برابر با -۲ و +۲ است. همچنین دریافتید که با تغییر عدد اکسایش اتم ها در یک واکنش می توان گونه های اکسیده و کاهشنده را تعیین کرد. روشی که به کمک آن می توان واکنش اکسایش - کاهش را از دیگر واکنش ها تشخیص داد.

خود را بیازمایید

۱- در هر مورد با تعیین عدد اکسایش مشخص کنید که آن اتم اکسایش یا کاهش یافته است؟



۲- در هریک از واکنش های زیر با محاسبه تغییر عدد اکسایش، گونه کاهشنده و اکسنده را تعیین کنید.



اینک می‌پذیرید که برای تأمین انرژی الکتریکی می‌توان از واکنش‌های اکسایش-کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد. با اینکه سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند اما در آنها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن-اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آنهاست. آیا با استفاده از دانش الکتروشیمی می‌توان راهی برای تولید گاز هیدروژن یافت؟

برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن

تاکنون با سلول‌هایی آشنا شدید که در آنها با انجام واکنش‌های اکسایش-کاهش انرژی تولید می‌شود. نوع دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند.

این سلول‌ها به سلول‌های الکترولیتی^۱ معروف هستند و برقکافت^۲ آب یک نمونه از واکنش‌هایی است که در آنها انجام می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. تجزیه آب به گازهای هیدروژن و اکسیژن با مصرف انرژی الکتریکی

• آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

خود را بیازمایید

نیم واکنش‌های انجام شده در سلول الکترولیتی هنگام برقکافت آب به صورت زیر است:



آ) با وارد کردن نماد الکترین در هر نیم واکنش مشخص کنید کدام نیم واکنش، آندی و کدام کاتدی است؟

ب) هر یک از نیم واکنش‌ها را موازنه کنید و معادله کلی واکنش را به دست آورید.

پ) پیش‌بینی کنید کاغذ pH در محلول پیرامون آند و کاتد به چه رنگی درمی‌آید؟ چرا؟

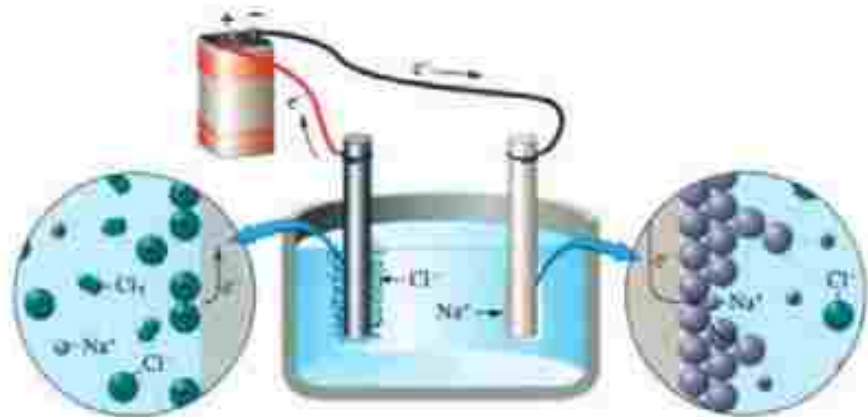
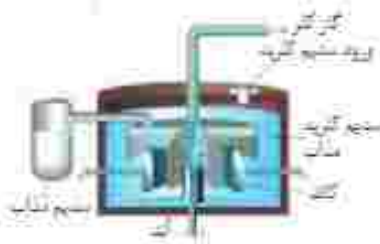
دریافتید که در سلول الکترولیتی، دو الکترود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند. در این سلول ها، کاتد الکترودی است که به قطب منفی باتری و آندی به قطب مثبت، باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون هلیی است که آزادانه جابه جا می شوند. در واقع الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به این سلول ولتاژ معینی اعمال شود، یون ها به سوی الکترود یا بار نامعنام حرکت می کنند. به طوری که کاتیون ها به سوی کاتد و آنیون ها به سوی آند روانه می شوند تا به سطح الکترودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

برقکافت (I) NaCl و تهیه فلز سدیم

فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شود، عنصری که در ترکیب های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد. این واقعیت نشان می دهد که یون های سدیم بسیار پایدارتر از اتم های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد. شکل ۱۲، تهیه این فلز را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی نشان می دهد.

آیا می دانید

سلول باتری بیک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار می رود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می شود.

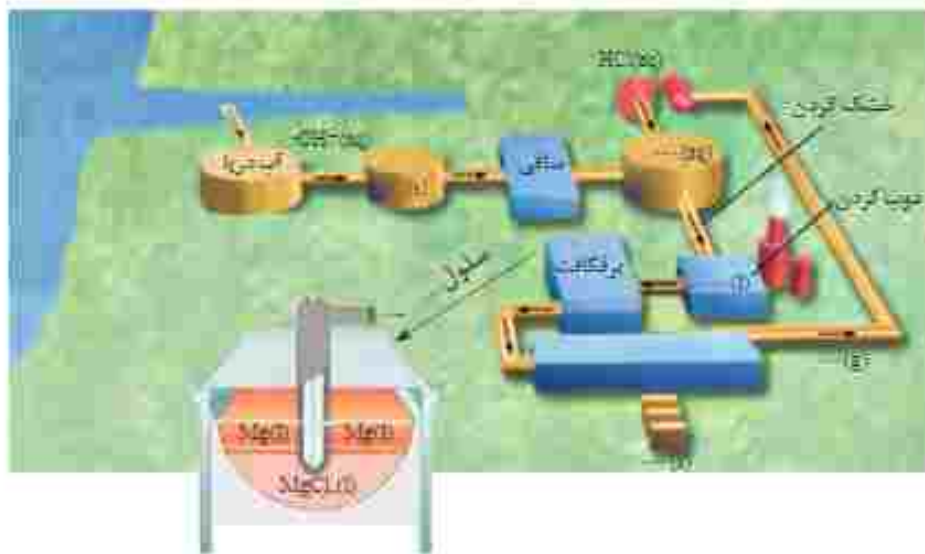


شکل ۱۲. برقکافت سدیم کلرید مذاب، با نوشتن نیم واکنش ها، معادله واکنش کلی را برای آن به دست آورید. از آنجا که دیگر فلزهای فعال نیز کاهنده های قوی هستند، باید آنها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آنها تهیه کرد. برای نمونه فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می کنند.

• سدیم کلرید خالص در 801°C ذوب می شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می آورد. این کار از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد؟

خود را بیازمایید

شکل صفحه بعد مراحل تهیه فلز منیزیم را از آب دریا نشان می دهد. جاهای خالی را پر کرده و درباره این روش در کلاس گفتگو کنید.



تاکنون با دو نوع سلول الکتروشیمیایی آشنا شدید. در سلول گالوانی، انجام یک واکنش اکسایش- کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده اما در سلول الکترولیتی با اعمال ولتاژ بیرونی معین، یک واکنش اکسایش- کاهش دلخواه انجام می‌شود. واکنش‌های انجام شده در هر دو سلول، مطلوب و سودمند هستند، این در حالی است که پیرامون ما واکنش‌های اکسایش- کاهش زیادی مانند سیاه شدن وسایل نقره‌ای، فساد مواد خوراکی و... انجام می‌شوند که مطلوب ما نیستند و گاهی زیان‌هایی به دنبال دارند.

خوردگی، یک واکنش اکسایش- کاهش ناخواسته

سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون به‌ویژه آهن برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو، هواپیما و... مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن یا ادامه اکسایش، لایه‌ای نود و شکننده تشکیل می‌شود که به تدریج فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است.

از آنجا که آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است. با این توصیف اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار می‌دهند، یک واکنش اکسایش- کاهش انجام



• طرف نقره‌ای بر اثر انجام واکنش اکسایش- کاهش کدر می‌شود.



• طرف نقره‌ای که در اثر انجام واکنش اکسایش- کاهش جلا می‌یابد.

• خوردگی به فرایند تدریجی خورد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش- کاهش گفته می‌شود. رنگ زرد زین آهن و رنگارنگی بر سطح نس از نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

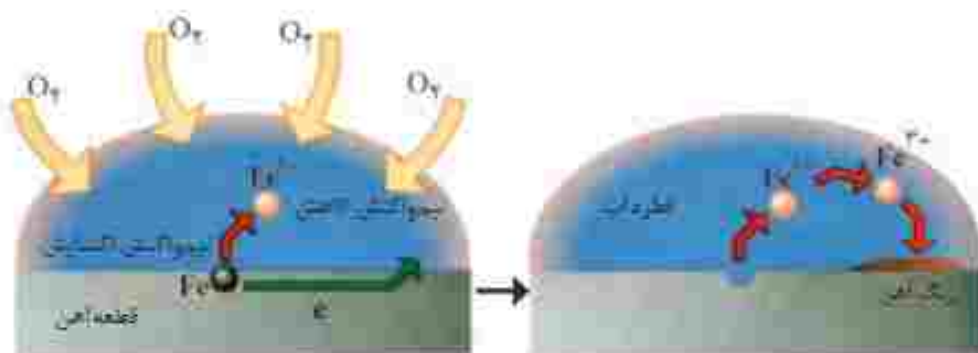
می‌شود. واکنشی که به‌طور طبیعی باعث اکسایش آهن می‌شود و از زیبایی و استحکام آن می‌کاهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ نمونه‌ای از زنگ آهن، پدیده آهنی گشتری در مجاورت هوا و رطوبت قرار گرفته و بر سطح آن زنگ آهن تشکیل شده است. فرآیندی که باعث خوردگی می‌شود.

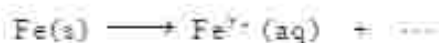
با هم بیندیشیم

۱- با توجه به شکل‌های زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) چگونگی تشکیل زنگ آهن را توضیح کنید.

ب) هر یک از نیم واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



پ) با توجه به اینکه زنگ آهن حاوی یون آهن (III) است، نیم واکنش اکسایش یون آهن (II) به یون آهن (III) را بنویسید.

ت) فرآورده نهایی خوردگی، زنگ آهن است. اگر فرمول شیمیایی آن را $\text{Fe}(\text{OH})_3$ در نظر بگیریم، معادله واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید.



۲- با توجه به نیم واکنش‌های زیر توضیح دهید چرا:



آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد؟

ب) با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان درخشان باقی

می‌ماند؟

آیا می‌دانید

فرمول شیمیایی $\text{Fe}(\text{OH})_3$ را به شکل $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ نیز نشان می‌دهند و با نام آهن (III) اکسید آهسته خوانده می‌شود.

بسی بریدند که فلزهای شجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. واکنش ناخواسته‌ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کند. بدیهی است که ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود باید توجه داشت که چنین روش‌هایی نمی‌توانند به‌طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به‌ندریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درین نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود. با توجه به آنچه که آموخته‌اید چه روش دیگری پیشنهاد می‌کنید که تا حد امکان آسیب‌ها و زیان‌های خوردگی را کاهش دهد؟

پیوند با صنعت

فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب یا هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن یا یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود. برای پیش‌بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهش استاندارد کمک گرفت. اینک به E فلزهای زیر توجه کنید.

$$E(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V}$$

$$E(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$$

$$E(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76\text{V}$$

$$E(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2.37\text{V}$$

تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشد، با توجه به E آنها بی‌شک روی یا منیزیم است که در رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. اکسایشی که نشان از فداکاری آنها داشته و سبب پیشگیری از اکسایش آهن خواهد شد. این در حالی است که اگر فلز مس در تماس با آهن باشد در این رقابت، آهن دچار خوردگی می‌شود. اینک می‌پذیرید که مهندسان با تکیه بر دانش الکتروشیمی توانسته‌اند روش‌های عملی و مؤثرتری برای حفاظت از آهن در محیط‌های گوناگون به کار گیرند (شکل ۱۴).



• باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود از این رو باید به شکل دورهای تکه‌های منیزیم را تعویض کرد.



(ب)

شکل ۱۴. حفاظت از آهن با منیزیم. (آ) بنده کشتی (ب) لوله‌های نفتی



• تانکر آب ساخته شده از آهن سفید

آیا می دانید

هنگامی که خراش در سطح آهن سفید ایجاد می شود، نیکوکنش کثرتی در سطح آهن انجام خواهد شد. گویی آهن نقش کاند را بازی می کند. به همین دلیل در منابع علمی فرایند حفاظت از آهن با فلز دیگر با استفاده از فلزهای کاهنده تر را حفاظت کاتدی می نامند.



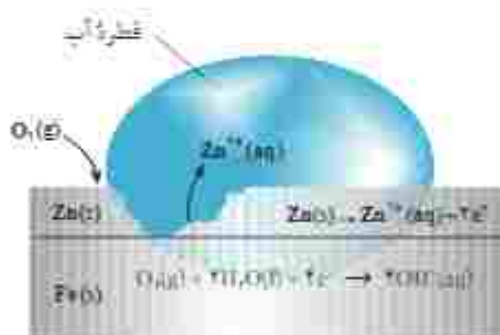
پس از منتهی



• قوطی هایی از جنس خنثی در اثر خراش زودتر و آسان تر دچار خوردگی می شوند.

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت ورقه های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به آهن گالوانیزه (آهن سفید) معروف است و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و... به کار می رود.

هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت می کنند. بدیهی است که فلز روی، اکسید شده و آهن محافظت می شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- رقابت آهن و روی برای آهن گالوانیزه

خود را بیازمایید

شکل زیر بخشی از یک ورقه آهنی را نشان می دهد که با لایه نازکی از قلع پوشیده شده است. به این نوع آهن، حلبی می گویند. از ورقه های حلبی برای ساختن قوطی های روغن نباتی و کنسرو استفاده می شود. با مراجعه به جدول E:



آ) در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، کدام فلز خورده می شود؟ کدام فلز در برابر خوردگی محافظت می شود؟

ب) نیم واکنش های اکسایش و کاهش را بنویسید.

پ) توضیح دهید چرا برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی توان برای ساختن ظروف پسته بندی مواد غذایی استفاده کرد؟

پیوند با زندگی

در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمانی، دستگیره در و... استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. خوردگی این فلزها از یک سوسپانسیون از بین رفتن زیبایی وسیله می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند. به همین دلیل، سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶ نمونه‌هایی از برخی وسایل فلزی

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد. فرایندی که در سلول الکترولیتی انجام می‌شود.

خود را بیازمایید

شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد با توجه به آن:



آ) قاشق فولادی به کدام قطب باتری متصل است؟

ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید.

پ) چرا الکترولیت را محلولی از نمک نقره انتخاب کرده‌اند؟

برخی فلزها یا اینکه اکسایش می‌یابند اما خیزده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیم یکی از این فلزهاست. فلزی فعال که به سرعت در هوا اکسید می‌شود ($E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1/66\text{V}$). این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند به طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند. این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده کرد (شکل ۱۷).



آ) چرخ گوشت



ب) قطعه‌ای از موتور خودرو

شکل ۱۷- برخی کاربردهای آلومینیم

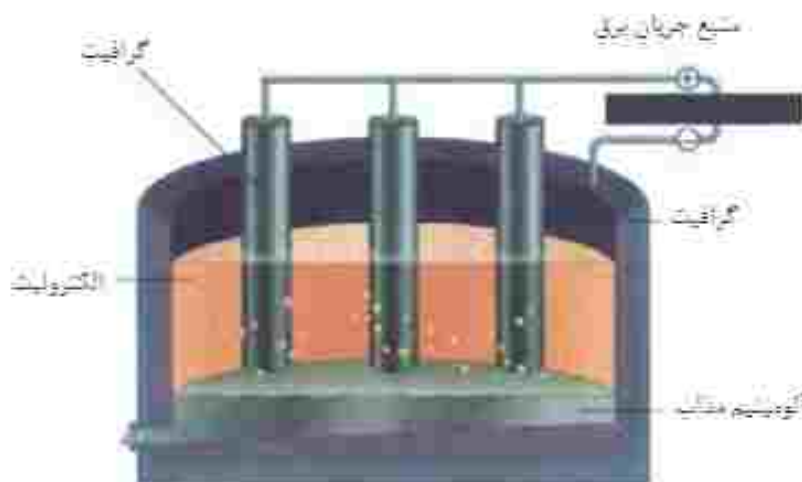


• چارلز مارین هال (۱۸۶۳-۱۹۱۳) این شیوه فایده‌آمیزی در ۲۳ سالگی این روش را ابداع کرد.



• آلومینیم مذاب تولید شده در فرایند هال

با این توصیف فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود. از این رو این فلز هم از برفکافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج‌ترین روشی که به فرایند هال معروف است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- فرایند هال برای تولید آلومینیم از Al_2O_3

آیا می‌دانید

آلومینیم در صنایع به‌طور عمده به شکل آلیاژ استفاده می‌شود. از این فلز آلیاژهای گوناگونی تهیه می‌شود. نمونه‌ای از آنها منگالیوم است که در ساخت بدنه کشتی به‌کار می‌رود. درصد فلزهای سازنده این آلیاژ مطابق جدول زیر است.

فلز	درصد جرمی
Al	۸۳
Mg	۱۵
Ca	۲

فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد؛ از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

خود را بیازمایید

لوجه آموزشی زیر، آبنگاری یک قاشق مسی را با فلز نقره نشان می‌دهد. درباره آن در کلاس گفت‌وگو کنید.

آبنگاری

پیش از برقراری جریان الکتریکی

نیمه این از جنس نقره به فلز مسی با نقره متصل می‌شود.

مدتی پس از برقراری جریان الکتریکی

جسمی که آبنگاری می‌شود به فلز مسی با نقره اتصال دارد. در این فلز نقره با آن هست تا این الکترون به یون نقره تبدیل می‌شود. در این فلز یون های نقره با گرفتن الکترون به نقره تبدیل می‌شوند و روی جسم می‌نشینند.

$$\text{Ag}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \quad \text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(s)$$

پوشاندن یک جسم با لایه‌ای نازک از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی، آبنگاری نامیده می‌شود. جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانایی جریان برقی باشد و محلول الکترولیت برای آبنگاری دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایه نقره‌ای از آن روی جسم قرار بگیرد.

تمرین های دوره ای

۱- برای هر یک از جمله های زیر دلیلی بنویسید.

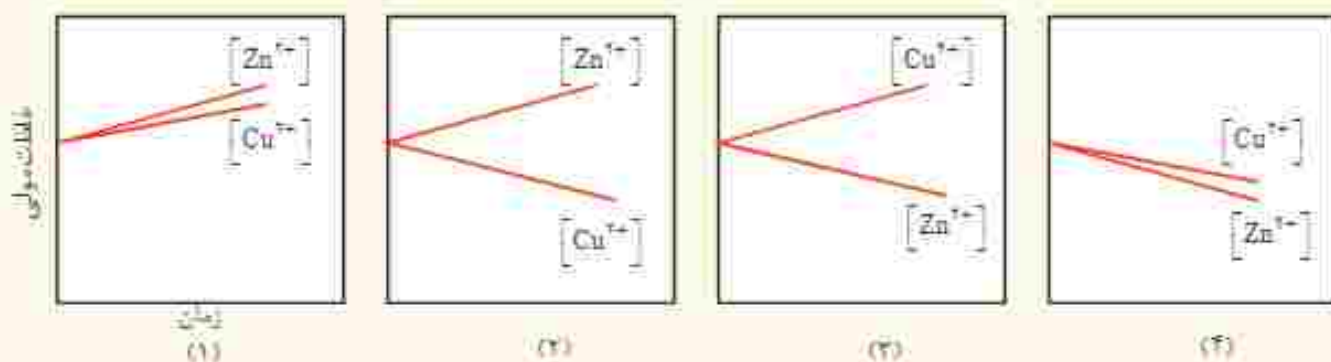
(آ) فلز پلاتین را می توان در بخش های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد.

(ب) فلز تور، اکسده ترین عنصر در جدول دوره ای است.

(پ) عدد اکسایش اکسیژن در OF_2 برابر با ۲+ است.

۲- با مراجعه به جدول ۱، توضیح دهید کدام نمودار تغییر غلظت یون ها را در سلول گالوانی روی-مس در بخشی از زمان

نشان می دهد.

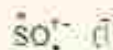
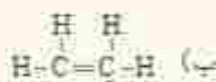
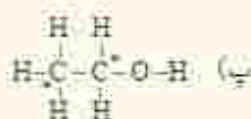


۳- emf سلولی که واکنش زیر در آن رخ می دهد برابر با $1/98V$ است. E° نیم سلول A را حساب کرده و با مراجعه به

جدول ۱، مشخص کنید A کدام فلز است؟



۴- عدد اکسایش اتم نشان داده شده با ستاره را مشخص کنید.



۵- در هر یک از واکنش های زیر گونه های اکسده و کاهش یافته را مشخص کنید.



۶- باتری های روی - نقره از جمله باتری های دگمه ای هستند که در آنها واکنش زیر انجام می شود.



(آ) گونه های اکسده و کاهش یافته را در آن مشخص کنید.

(ب) آند و کاتد را در این باتری مشخص کنید.

۷- با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

نیم‌واکنش کاهش	$E^{\circ}(V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+1/۳۳
$B^+(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	-1/۸۷
$C^{2+}(aq) + e^- \rightarrow C^+(aq)$	-1/۱۲
$D^+(aq) + 2e^- \rightarrow D(s)$	-1/۵۹

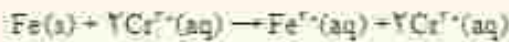
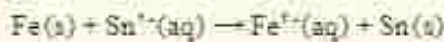
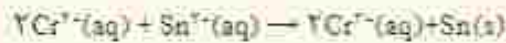
آ) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسندنده است؟

ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهشنده است؟

پ) کدام گونه(ها) می‌توانند C^{2+} را اکسید کنند؟

۸- با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهشنده و گونه‌های اکسندنده را بر حسب کاهش

قدرت مرتب کنید.



۹- با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد توضیح دهید محلول هیدروکلریک اسید را در کدام ظرف (مس یا

آهن) می‌توان نگاه داشت؟

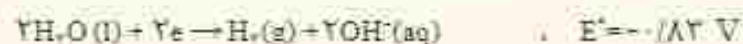
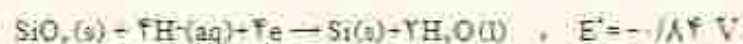
۱۰- قدر مطلق پتانسیل کاهش دو عنصر X و Y در زیر داده شده است. هنگامی که این دو نیم‌سلول را به هم وصل

می‌کنیم، جریان الکتریکی از اتم X به اتم Y برقرار می‌شود و با اتصال نیم‌سلول X به نیم‌سلول هیدروژن، الکترون‌ها از اتم

X به سمت نیم‌سلول هیدروژن جاری می‌شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی شامل این دو نیم‌سلول را حساب کنید.

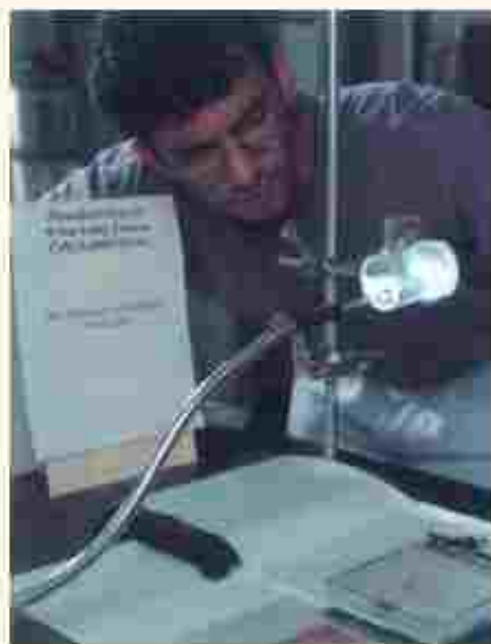


۱۱- شیمی دان ها در برخی سلول های الکتروشیمیایی برای انجام واکنش اکسایش- کاهش از نور بهره می برند و آنها را سلول نور الکتروشیمیایی می نامند.
در نمونه ای از آنها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می رود، یا توجه به نیم واکنش های زیر:



آ) نیم سلول آند و کاتد را مشخص و emf سلول را حساب کنید.

ب) یافته های تجربی نشان می دهند که الزون بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این سلول پایین است، یا این توصیف چرا برخی استفاده از آنها را برای تهیه گاز هیدروژن مناسب می دانند؟



۱۲- در یک آزمایش چهار فلز A، B، C و D رفتارهای زیر را نشان داده اند:

- فقط فلزهای A و C با محلول 1M هیدروکلریک اسید واکنش می دهند و گاز هیدروژن تولید می کنند.

- با قرار دادن فلز C در محلول های حاوی یون های D^{2+} ، B^{2+} و A^{2+} به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می کنند.
 - یون B^{2+} اکسندۀ قوی تری از D^{2+} است.
- با توجه به این داده ها، ترتیب کاهشگی این چهار فلز را مشخص کنید.

۱۳- جدول زیر نیروی الکتروموتوری سه سلول گالوانی را نشان می دهد:

	B^{2+}/B	C^{2+}/C
A^{2+}/A	+۰۸۹ V	+۰۵۸ V
B^{2+}/B	-	+۰۳۱ V

- الف) $E^{\circ} C^{2+}/C = +۰۱۰$ V و فلز A با یون C^{2+} واکنش ندهد.
- ب) مقدار پتانسیل کاهشگی استاندارد را برای دو عنصر A و B به دست آورید.
- ج) نماد اکسندۀ ترین و کاهشندۀ ترین گونه را بنویسید.



إِنَّا جَعَلْنَا مَا عَلَى الْأَرْضِ زِينَةً لِّهَا لِنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ مَعْبُدًا... (سوره کهف، آیه ۷)

مسئلاً ما آنچه را روی زمین است، زینت زمین قرار دادیم تا آنان را آزمایش کنیم که کدامشان بر عمل نیکوتر است.

آفریدگار هستی به ما فرصتی به نام زندگی بخشیده است تا برای پر رنگ کردن نقش و تأثیر خود در این جهان پهناور پیوسته تلاش کنیم. تلاشی آگاهانه و هدفمند برای آفریدن آثاری جاودانه، آن چنان که آینده‌ای باشد از شکرانه امروز و سرمایه‌ای ارزشمند برای آیندگان. پیوندگان چنین راهی در این پهنه، پیوسته به کشف اسرار می‌پردازند. از جمله آنکه چگونه شمار بسیاری ماده یا رفتارهای گوناگونی، تنها از شمار معینی اتم یا آرایش و چیدمانی نظام مند پدید آمده‌اند. شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثاری هنر مندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.



انسان از دیر باز مواد ضروری برای زندگی خود را از حیوان نعمت‌های الهی گسترده شده در جای‌جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز آنها را تغییر داده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در تعبیر این مواد، افزون بر محیط و شیوه زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته‌اند. با این توضیح، هر یک از آثار به‌جای مانده از گذشتگان در جهان را می‌توان تعدادی از هنر زمان خویش دانست که افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به‌شمار می‌رود (شکل ۱).



۱) نگاره‌های دوره ساسانی (ب) سفالینه‌های از ایران باستان (ج) مجسمه مولی در جزیره لیستر (د) مجسمه‌های در شهر شری مشگین شهر

شکل ۱- نمونه‌های فلزی، سفالی و سنگی به‌جای مانده از گذشتگان

بدیهی است که مواد اولیه برای ساخت چنین آثاری افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. توجه کنید که عمر طولانی این آثار، تأییدی بر این ویژگی‌ها است و هر چه عمر یادگار به‌جا مانده بیشتر باشد، گفتنی‌های بیشتری با خود دارد، گفتنی‌هایی که اسرار هنر، زیبایی و ماندگاری را فاش می‌کند. با رشد و پیشرفت علوم به ویژه شیمی، پرده از این اسرار برداشته شد تا پایه‌ای برای ساخت سازه‌ها و بناهای امروزی و در خور سلیقه فراهم گردد. شیمی دان‌ها در گام نخست نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به‌جا مانده را بررسی کردند. سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند. موادی با خواص ویژه که کاربردهای معین داشتند. برخی بر این باورند که چنین موادی را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

آیا می‌دانید

خاکسرس از نخستین مواد در دسترس بشر به‌شمار می‌رود. این مخلوط به دلیل تفاوت در نوع و مقدار اجزای سازنده بسیار متنوع است. به طوری که فرآورده‌های آن گسترده‌ای از لجر تا فلزوف چینی را از خود می‌گیرد. سفال معروف به جادوی آب و خاک از کهن‌ترین دست‌سازه‌های انسان است که از خاک رس ساخته می‌شود.

خود را بیازمایید

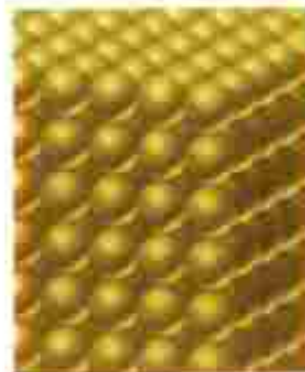
خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. جدول زیر درصد جرمی^۱ مواد سازنده نوعی خاک رس^۲ را نشان می‌دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است.

■ درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه نشان می‌دهد.

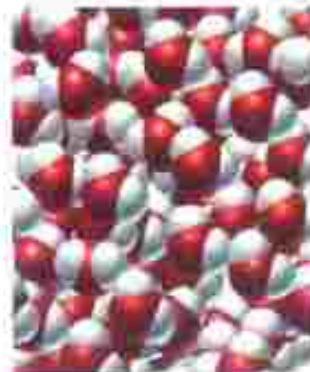
ماده	SiO ₂	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO و دیگر مواد
درصد جرمی	۶۶/۲۰	۲۷/۷۲	۱۳/۲۲	۱/۲۲	۰/۲۲	۰/۱

۱- با توجه به داده‌های جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
 (آ) نام شیمیایی هر یک از مواد موجود در این نوع خاک را بنویسید.
 (ب) سرخ‌قام بودن این نوع خاک، رس را به وجود کدام ماده نسبت می‌دهید؟
 (پ) پیش‌بینی کنید هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از این نوع خاک رس، از جرم کدام ماده به مقدار بیشتری کاسته می‌شود؟ چرا؟

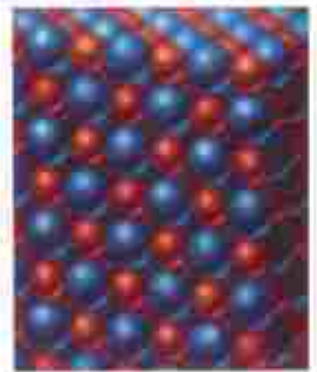
۲- اگر اجزای این مخلوط نخست جداسازی شده سپس خالص‌سازی شوند، پیش‌بینی کنید ساختار ذره‌ای هر یک از این اجزا در حالت خالص و جامد (به جز SiO₂) با کدام الگوی زیر همخوانی دارد؟ چرا؟



(پ)



(ب)



(آ)



■ نمونه‌ای از نقشکند روی سنگ مرگچنانه همدان

یا مواد سازنده نوعی خاک رس آشنا شدید که مخلوطی از اکسیدها را دربرمی‌گیرد. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که SiO₂ افزون‌ترین بیخاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، سخره‌ها و نیز شن و مانه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آنها شده است. آیا می‌دانید چه ساختاری باعث این رفتار ویژه می‌شود؟

۱. Mass Percent
 ۲. Clay

سیلیسی، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند. از این رو سیلیس^۱ (SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیارهٔ ما به شمار می‌رود. کوارتز^۲ از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. از شیمی ۲ به یاد دارید که SiO_2 ، شبه فلزی از خانوادهٔ کربن است، از این رو شاید تصور کنید که ساختار سیلیسیم مانند کربن است و سیلیس ساختاری همانند کربن دی اکسید دارد! (شکل ۲).

سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص توری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

آیا می‌دانید؟

عنصر سیلیسیم را می‌توان از واکنش سیلیس با کربن تهیه کرد درصد خلوص سیلیسیم تهیه شده در این واکنش برابر با ۹۵-۹۸٪ است. خواص فیزیکی سیلیسیم به درصد خلوص آن وابسته است، به طوری که سیلیسیم مورد استفاده در ابزار و وسایل الکترونیکی باید حداقل ۹۹٫۹۹۹۹۹۹٪ باشد. این سیلیسیم به سیلیسیم ۹۹٪ (تا ۹) معروف است امروزه برخی شرکت‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته سیلیسیم ۱۲٪ (مورده تا ۹) تولید می‌کنند.

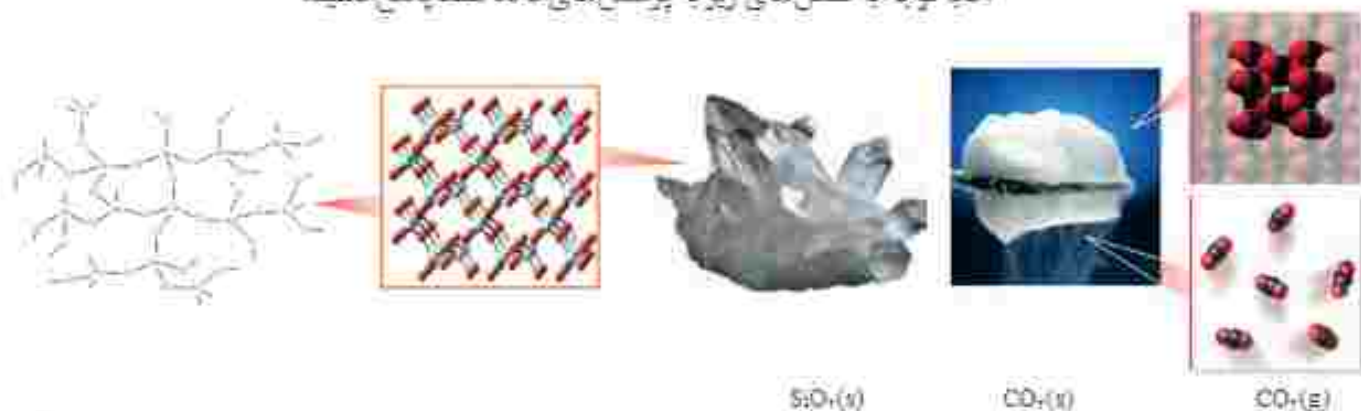


شکل ۲. نمونه‌ای از سیلیسیم، سیلیس و یخ خشک

برای آشکار شدن این موضوع باید ساختار هر یک از آنها را بررسی و با یکدیگر مقایسه کرد.

با هم ببیندیشیم

آیا توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



۱. Silica
۲. Quartz

● پختن لای سنگ بر روی دانه‌های
عراشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از
مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

آیا می‌دانید

سختی یک گالی، میزان مقاومت
آن را بر برابر خراشیده شدن نشان
می‌دهد و با یکدیگر موس (Mohs)
سجده می‌شود. الماس و کوارتز از
سخت ترین مواد موجود در طبیعت
هستند که به ترتیب درجه سختی
۱۰ و ۷ دارند.

آیا می‌دانید

فرایند ذوب یک ماده حاصل در دما
و فشار معین رخ می‌دهد که در آن
دما و فشار، ماده از حالت جامد به
مایع تبدیل می‌شود.
بر این فرایند، سیلین اثر می‌کند
چون ذره‌های سازنده ماده
در حالت جامد (اتم‌ها در جامد
کووالانسی و مولکول‌ها در ماده
مولکولی) به تدریج فشرایش می‌یابند
تا جایی که ذره‌ها می‌توانند با
همزیدن روی یکدیگر، از جایی به
جای دیگر حرکت کنند. بر این
شرایط حالت مایع پدید می‌آید.

آ) از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد مولکولی در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند. کدام ماده جزء مواد مولکولی است؟

ب) ماده کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند. بر این اساس کدام ماده، کووالانسی است؟

۲- پیش‌بینی کنید کدام ماده:

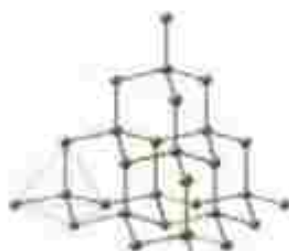
آ) سخت‌تر است؟ چرا؟

ب) نقطه ذوب پایین‌تری دارد؟ چرا؟

در یافتید که موادی مانند کربن دی‌اکسید و آب، مواد مولکولی به شمار می‌روند زیرا ذره‌های سازنده آنها مولکول‌های مجزا هستند، اما موادی مانند سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی Si-O-Si بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آناست. ساختاری که دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن چنین موادی است. از آنجا که این مواد در دما و فشار اتاقی به حالت جامد هستند، آنها را با نام جامد کووالانسی نیز می‌خوانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. دو عنصری که از آنها تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم‌های C و Si ، با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند.

خود را بیازمایید

۱- گرافیت و الماس از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزو جامدهای کووالانسی هستند. با توجه به ساختارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱)



(۲)



نقش زینای مداد بر کاغذ

آ) کدام ساختار، جامد کووالانسی با چپش دو بُعدی اتم‌ها و کدام یک، جامد کووالانسی با چپش سه بُعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد؟

ب) با توجه به اینکه گرافیت موجود در مغز مداد بر روی کاغذ اثر به‌جا می‌گذارد، کدام ساختار با این ویژگی همخوانی دارد؟ توضیح دهید.

پ) چرا در ساخت متنها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود؟

ت) کدام چگالی (۲/۲۷ یا ۲/۵۱ گرم بر سانتی متر مکعب) رایب گرافیت می‌توان نسبت داد؟ چرا؟

۲- با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

پیوند	C-C	Si-Si
میانگین آنالیزی (kJ/mol)	۳۴۸	۲۲۶

آ) اگر سیلیسیم خالص ساختاری همانند الماس داشته باشد، پیش‌بینی کنید نقطه ذوب الماس بالاتر است یا سیلیسیم؟ چرا؟

ب) اگر آنالیزی پیوند Si-O بیشتر از پیوند Si-Si و ساختار Si(s) یا SiO₂(s) مشابه باشد، توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود؟

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم

گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند (شکل ۲). چنین ساختاری با الگویی مانند گندوی زنبور عمل، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری‌که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دو بُعدی دانست و انتظار نمی‌رود شفاف و انعطاف‌پذیر باشد. یافته‌های تجربی نیز این ویژگی‌های گرافن را تأیید می‌کنند. یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است (شکل ۴).



شکل ۲- مدل گلوله و میله برای نمایش گرافن



شکل ۴- تهیه گرافن با استفاده از نوار چسب

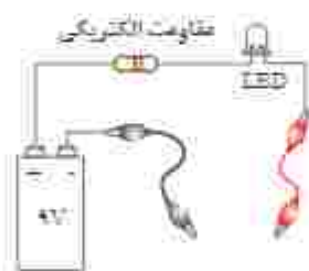
هر این روش، نخست مقداری گرده گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند. سپس یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند. به این ترتیب لایه‌هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می‌گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک‌تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه این کار لایه‌ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت‌های نوار چسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره کاربردهای گرافن اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

کاوش کنید ۱

درباره «وسائلی الکتریکی گرافن» کاوش کنید.



وسایل و مواد مورد نیاز: لامپ LED، باتری ۹ ولتی، سیم، سوکت، مقاومت ۲۲ اهمی، عداد و کاغذ.

- ۱- مداری مطابق شکل روبه‌رو بسازید.
- ۲- با یک عداد نرم، چهار گوشه‌ای ضخیم و تیره روی کاغذ بکشید، به طوری که حدود ۳ تا ۴ سانتی‌متر طول و حدود ۱/۵ سانتی‌متر عرض داشته باشد، سپس مستطیل را با مداد به طور کامل سیاه کنید.
- ۳- نوک فلزی دو سیم رابط را با مستطیل گرافیتی که ضخامتی در حدود چند نانومتر دارد تماس دهید سپس به لامپ نگاه کنید، چه رخ می‌دهد؟
- ۴- دو نقطه اتصال را به هم نزدیک یا از هم دور کنید، چه تغییری در شدت روشنایی لامپ پدید می‌آید؟

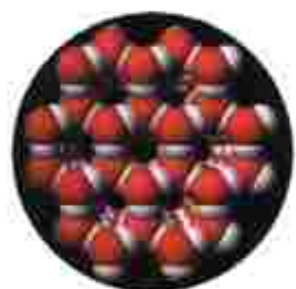
سازه‌های یخی، زیبا با ظاهری سخت اما زودگذار

با ساختار و رفتار سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کبوالاتی آشنا شدید. ماده‌ای که در حالت خالص و تراش خورده، شفاف، زیبا و سخت است. یخ نیز ظاهری شبیه به آن دارد. به طوری که سازه‌های یخی شفاف بوده و هنر به کار رفته در آنها، خود جلوه‌گر زیبایی است (شکل ۵).



شکل ۵. نمونه‌هایی از سازه‌های یخی

می‌دانید مولکول‌های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بُعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند گندوبی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن یا پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.



• ذرات برف یک سازه یخی طبیعی است که برای تشکیل آن حلقه‌های شش گوشه است.

• اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی هستند.

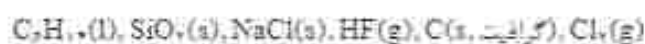
خود را بیازمایید

۱- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

در ساختار یک جامد $\frac{\text{کووالانسی}}{\text{مولکولی}}$ ، میان $\frac{\text{همه}}{\text{شمار معینی از}}$ اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود

دارد به همین دلیل چنین موادی نقطه ذوب $\frac{\text{بالایی}}{\text{پایینی}}$ دارند و دیرگداز هستند.

۲- واژه‌های شیمیایی رایج مانند ماده مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف کدام مواد زیر می‌توان به کار برد؟ چرا؟



آیا می‌دانید

دریافتید که مولکول‌ها واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم یا پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارند. رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد. برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی به حالت مایع

هر نمونه از گاز نجیب حاوی اتم‌هایی با برهم‌کنش‌های وان‌دروالز است، به همین دلیل گازهای نجیب مواد مولکولی به‌شمار می‌روند. گویی هر نمونه از گاز نجیب از مولکول‌های تک‌اتمی تشکیل شده است.

به فیروهای بین مولکولی آن وابسته است، در حالی که رفتار شیمیایی آن به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون های پیوندی) و جفت الکترون های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.

رفتار مولکول ها و توزیع الکترون ها

در شیمی (آموختید که ساختار لوویس، الکترون های ظرفیت اتم های سازنده یک گونه شیمیایی را طوری نمایش می دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی از قاعده هشت تایی پیروی می کند به جز اتم هیدروژن که تنها یک جفت الکترون پیوندی یا یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می شود. توزیع این جفت الکترون ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.

ساده ترین مولکول ها، دواتمی هستند. مولکول هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده اند، مولکول دو اتمی **جور هسته** نامیده می شوند. چنین مولکول هایی در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند، به دیگر سخن، گشتاور دو قطبی آنها صفر بوده و مولکول های ناقطبی هستند. از سوی دیگر مولکول های دو اتمی مانند HCl ، **مولکول دواتمی ناجور هسته** بوده و قطبی هستند. شکل ۶، توزیع الکترون ها را بر اساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای این مولکول ها نشان می دهد.



مثبت



منفی

(ب) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، همبندی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند. از این رو احتمال حضور آنها روی هسته های یکسان و متقارن است.

(ا) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت باافزای آن بیشتر است. از این رو احتمال حضور الکترون های پیوندی روی هسته ها، یکسان و متقارن نیست.

شکل ۶ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون ها در مولکول های دواتمی (ا) ناجور هسته (ب) جور هسته. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می دهد.

آیا می دانید

نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی ابزاری مناسب برای بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم های سازنده یک گونه شیمیایی است. این نقشه ها به شیمی دان ها کمک می کنند تا واکنش پذیری، قدرت اسیدی، قدرت بازی و... را برای گونه های شیمیایی پیش بینی و با یکدیگر مقایسه کنند.

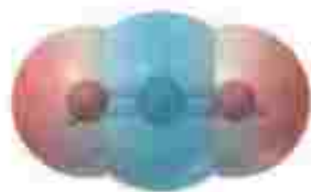
۱. Homonuclear Diatomic Molecule
۲. Heteronuclear Molecule

آیا می‌دانید

شیمی‌دان‌ها در مباحث نظری برای توجیه بارهای الکتریکی جزئی در یک گونه شیمیایی از یک کمیت نسبی به نام الکترونگاتیوی بهره می‌گیرند. کمیتی که برای اتم‌های یک عنصر بر گونه‌های شیمیایی مختلف متفاوت است.

بر اساس شکل ۶، توزیع یکنواخت و متقارن الکترون‌ها در مولکول‌های دو اتمی جور هسته، نشانه ناقصی بودن آن است در حالی که در مولکول‌های دو اتمی ناهجور هسته، توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده آن یکسان نیست. در این شرایط به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند. بدیهی است چنین مولکول‌هایی گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.

آیا می‌دانید نقشه پتانسیل مولکول‌های سه اتمی چگونه است؟ شکل ۷، دو نمونه از این نقشه‌ها را نشان می‌دهد.



(ب)



(ا)

شکل ۷. نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی (ا) آب (ب) کربن دی‌اکسید

در مولکول خطی کربن دی‌اکسید، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم کربن بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت داده می‌شود، هر چند که به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دو قطبی آن صفر است. اگر چه در مولکول خمیده آب تراکم بار الکتریکی روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است اما این مولکول برخلاف کربن دی‌اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند (چرا؟).

• در مولکول خطی سه اتمی، هسته هر سه اتم سازنده آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

• یکی از عواملی که می‌تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول‌های چند اتمی به هم بزند، وجود جهت الکترون‌های لایه‌بندی روی اتم مرکزی است.

خود را بنیاز مایید

۱- شکل زیر نقشه پتانسیل مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2) را نشان می‌دهد. با توجه به آنها گشتاور دو قطبی کدام مولکول برابر یا صفر است؟ چرا؟



کربونیل سولفید



اتین

۳- با توجه به نقشه پتانسیل مولکول‌های آمونیاک و گوگرد تری اکسید به پرسش‌های پاسخ دهید.



آمونیاک



گوگرد تری اکسید

آ) با بیان دلیل، هر یک از تم‌ها را در نقشه‌های بالا با (δ^-) و (δ^+) نشان‌دار کنید.

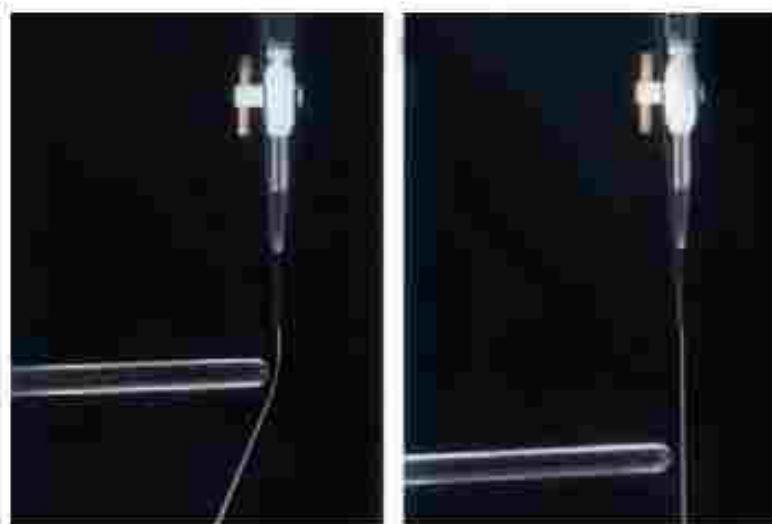
ب) کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟ چرا؟

۴- با توجه به شکل‌های زیر با دلیل پیش‌بینی کنید کدام مایع، کلروفرم (CHCl_3) و کدام یک

کربن‌تتراکلرید (CCl_4) است؟

آیا می‌دانید

کلروفرم مایعی بی‌رنگ بوده که بخار آن سمی و اعتیادآور است. در گذشته از آن به عنوان ماده بیهوش‌کننده بیمار در اتاق عمل استفاده می‌شد.

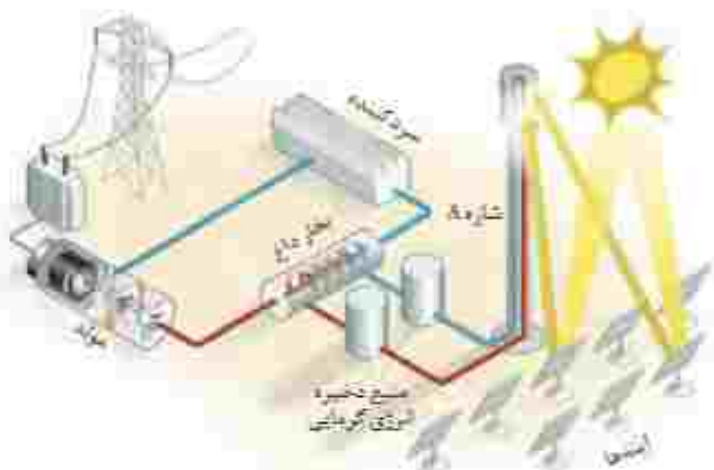


هنرمایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما می‌تاباند. بدیهی است که بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش رد پای زیست‌محیطی را به دنبال خواهد داشت. دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند (به‌ویژه شب‌هنگام که نیاز به آن بیشتر احساس می‌شود). گفتنی است که برای تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است، از این رو تنها در برخی کشورهای توسعه‌یافته انجام می‌شود.

با هم ببیندیشیم

شکل زیر تمامی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



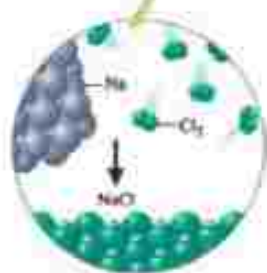
نمای از مجتمع فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی.



- ۱- مشخص کنید هر یک از جمله‌های زیر، توصیف کدام بخش از این فناوری است؟
 - آ) پرتوهای خورشیدی را روی برج گیرنده متمرکز می‌کنند.
 - ب) شاره‌ای بسیار داغ که باعث تولید بخار داغ می‌شود.
 - پ) شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد.
- ۲- با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N_2	-۲۱۰	-۱۹۶
H_2O	-۰.۰۳	۱۰۰
$NaCl$	۸۰۱	۱۴۱۳

- آ) کدام ماده در گستره دمایی کمتری به حالت مایع است؟ چرا؟
- ب) کدام ماده را به جای شاره A پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟
- ۳- با خطر زدن واژه نادرست در هر مورد، جمله زیر را کامل کنید. مطابق یک قاعده کلی هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر است. ضعیف‌تر



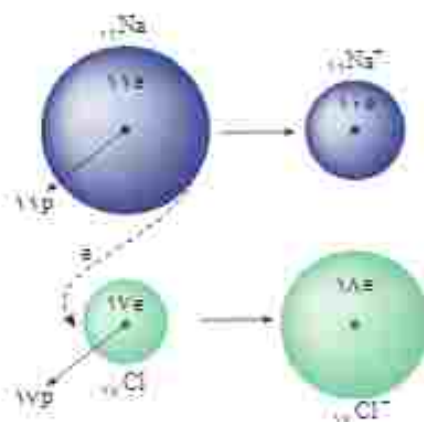
از واکنش فلز سدیم با کلر کلرید جفتد یونی سفید رنگی بر جای می ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمایی زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که بسیار گرماده است.

برایفتید که با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرنده برج، دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می یابد و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می شود تا حتی در روزهای لبری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می آورد.

داده های تجربی نشان می دهند که گستره دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود 125°C - 85°C است، گستره دمایی که برای مواد مولکولی نمی توان انتظار داشت! آیا می دانید این ویژگی نشان دهنده چه نوع نیروی جاذبه میان ذره ها است؟ و چه ساختاری برای سدیم کلرید تصویر می کند؟

چینش زیبا، منظم و سه بعدی یون ها در جامد یونی

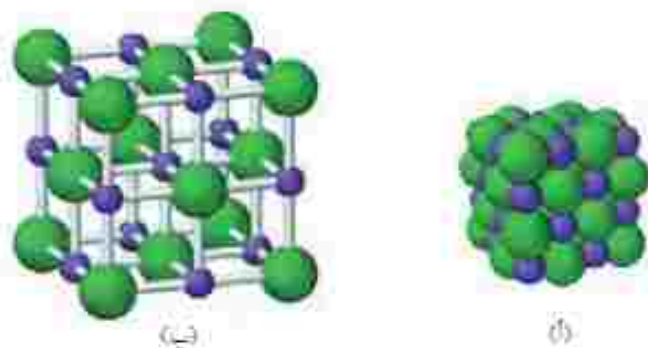
می دانید که هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم ها با یکدیگر الکترون دادوستد می کنند. در واکنش هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می شوند. شکل ۸، دادوستد الکترون میان اتم های سدیم و کلر را هنگام تشکیل سدیم کلرید نشان می دهد.



شکل ۸. دادوستد الکترون میان اتم ها چرا شعاع اتم ها هنگام تبدیل به یون تغییر می کند؟

پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون ها، میان یون های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون های همنام، نیروی دافعه پدید می آید. اگر هر یک از یون ها همانند کردانی باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت ها به آن وارد شود، به دیگر سخن این نیروها به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همه آنها و در فاصله های گوناگون وارد می شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می دهد که نیروهای جاذبه میان یون های ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون ها به سوی یکدیگر کشیده می شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن

آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است (شکل ۹).



شکل ۹: آرایش یون‌ها در شبکه بلوری سدیم کلرید (الف) فضا پرکن (ب) گنوله و میله

با کمی دقت در شکل ۹، در می‌یابید که آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به‌عنوان نماینده جامدهای یونی از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلوری عدد **کوئوردیناسیون** می‌گویند، بنابراین عدد کوئوردیناسیون هر یکه از یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با ۶ است (چرا؟).

• واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

• فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد.

آیا می‌دانید

در بسیاری از ترکیب‌های یونی عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون یکسان نیست. گلیسم فلورید از جمله آنها است. در این ترکیب یونی عدد کوئوردیناسیون کاتیون ۸ و عدد کوئوردیناسیون آنیون ۴ است.

با هم ببیندیشیم

- ۱- توضیح دهید چرا برای توصیف ترکیب‌های یونی در منابع علمی معتبر هیچ گاه واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به کار نمی‌رود؟
- ۲- جدول زیر اندازه شعاع برخی یون‌های متداول را در مقایسه با اندازه اتم سازنده آنها نشان می‌دهد. در مورد این جدول یا یکدیگر گفت و گو کنید و روندهای موجود در آن را توضیح دهید.

دوم		سوم		شماره گروه
۱	۲	۱۶	۱۷	
Li		O	F	
۱۵۲، ۷۶		۷۴، ۱۴۰	۷۱، ۱۳۳	
Na	Mg	S	Cl	
۱۸۶، ۱۰۲	۱۶۰، ۷۲	۱۰۲، ۱۸۲	۹۹، ۱۸۱	

۳- اگر هر یون را کره ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم ارز با نسبت بار به حجم آن است. کمیتی که می تواند برای مقایسه میزان برهم کنش میان یون ها به کار رود. نسبت ساده تری که می توان به کار برد، نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است. با این توصیف جدول زیر را کامل کنید و به پرسش ها پاسخ دهید.

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۱۰۲	$3/18 \times 10^{-2}$	F^-	۱۳۳	—
K^+	—	$7/134 \times 10^{-2}$	Cl^-	۱۸۱	—
Mg^{2+}	—	$2/77 \times 10^{-2}$	O^{2-}	۱۴۰	—
Ca^{2+}	۹۹	—	S^{2-}	۱۸۴	$1/19 \times 10^{-2}$

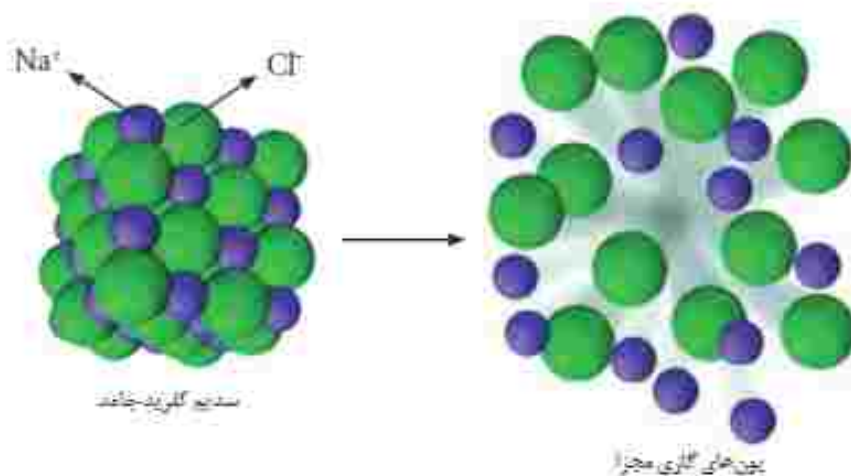
آ) چگالی بار کدام کاتیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

ب) چگالی بار کدام آنیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

پ) پیش بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی تر است؟ چرا؟

ت) پیش بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیف تر است؟ چرا؟

اینگ می پذیرید که توج و بار یون ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آنها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار آنهاست. هر چه نیروی جاذبه میان یون ها قوی تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فروریختن آن یا جدا کردن کامل یون ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. شکل ۱۰ فروریختن شبکه یونی سدیم کلرید را نشان می دهد.



شکل ۱۰- فروریختن شبکه یونی سدیم کلرید و تبدیل آن به یون های گازی مجزا

انرژی لازم برای فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید برابر با 787 kJ mol^{-1} بوده و بیشتر از پتاسیم برمید (689 kJ mol^{-1}) است، زیرا چگالی یار یون‌های سازنده شبکه در سدیم کلرید به ترتیب بیشتر از یون‌های سازنده در پتاسیم برمید است. در شیمی می‌توان چنین مقایسه‌ای را با دو معادله واکنش به صورت زیر نمایش داد:



گرما می‌تواند در فشار ثابت برای واکنش‌هایی از این دست را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند و با $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نمایش می‌دهند. بنابراین:

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(\text{NaCl}, s) = +787 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(\text{KBr}, s) = +689 \text{ kJ mol}^{-1}$$

خود را بیازمایید

۱- در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، هر یک از عبارات‌های زیر را کامل کنید:

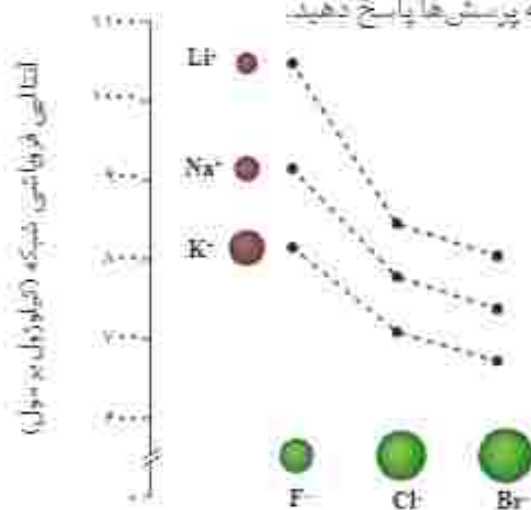
(آ) آنتالپی فروپاشی، گرما می‌آزاید / شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به $\frac{\text{اتم‌های}}{\text{یون‌های}}$ گازی سازنده است.

(ب) هر چه چگالی یار یون‌های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن $\frac{\text{آسان‌تر}}{\text{مشوارتر}}$ فروپاشیده می‌شود.

۲- با توجه به داده‌های متن درس پیش‌بینی کنید کدام آنتالپی فروپاشی شبکه را می‌توان

به $\text{KCl}(s)$ نسبت داد؟ چرا؟ 717 kJ mol^{-1} یا 649 یا 1037

۳- با توجه به نمودار زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروریشتی شبکه چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروریشتی شبکه چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

۴- با توجه به جدول زیر که آنتالپی فروریشتی شبکه را برای برخی ترکیب‌های یونی نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آنین / کاتیون	Ca^{2+}	Mg^{2+}
کلرید	۲۲۸۸	۲۹۶۵
سولفات	۲۴۸۸	۳۷۶۸

آ) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«آنتالپی فروریشتی شبکه هم با یار الکتریکی کاتیون و هم با یار الکتریکی آنیون، رابطه مستقیم دارد.»

ب) آیا می‌توان میان آنتالپی فروریشتی شبکه و نقطه ذوب جامدهای یونی، رابطه‌ای در نظر گرفت؟ توضیح دهید.

فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا

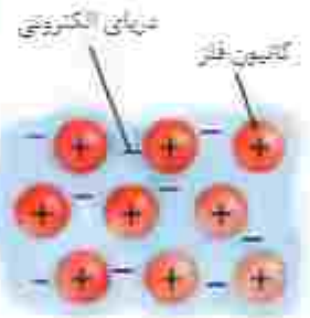
مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامه آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند به طوری که تمدن‌های آغازی نیز بر اساس گستره کاربری آنها نام‌گذاری شده‌اند.

پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجسته فلزها در تمدن بشری دارد. این عنصرها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند، آن‌چنان‌که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته یا فناوری کارآمد به گسترده‌ی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.

می‌دانید که فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند. عنصرهایی که در هر چهار دسته s، p، d و f جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند. داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست. به نظر شما این رفتارها از چه ساختاری سرچشمه می‌گیرند؟ شبکه بلوری فلزها یا ساختار

مواک کوبوالاتیسی، مولکولی و یونی چه تفاوت‌هایی دارد؟

با هم ببیندیشیم



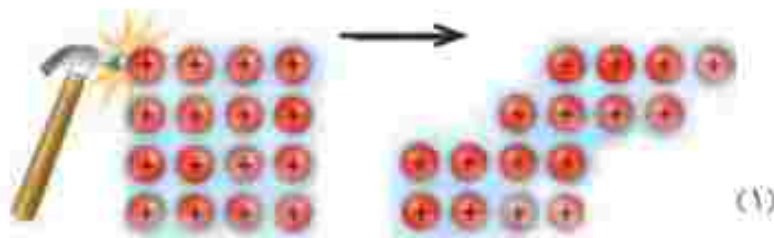
۱- این شکل یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آنها ارائه شده و به مدل دریای الکترونی^۱ معروف است. بر اساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آنها مستقرترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. با این توصیف به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پیش‌بینی کنید کدام الکترون‌ها (درونی - ظرفیت)، دریای الکترونی را می‌سازند؟ چرا؟
ب) کدام ویژگی دریای الکترونی سبب می‌شود که هر الکترون موجود در آن را نتوان تنها متعلق به یک اتم معین دانست؟

پ) درباره‌ی درستی جمله زیر با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

«دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند.»

۴- با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) هر یک از شکل‌ها نشان‌دهنده‌ی کدام رفتار فیزیکی فلز است؟

ب) رفتار فلز را در هر یک از این دو شکل با توجه به الگوی دریای الکترونی توجیه کنید.

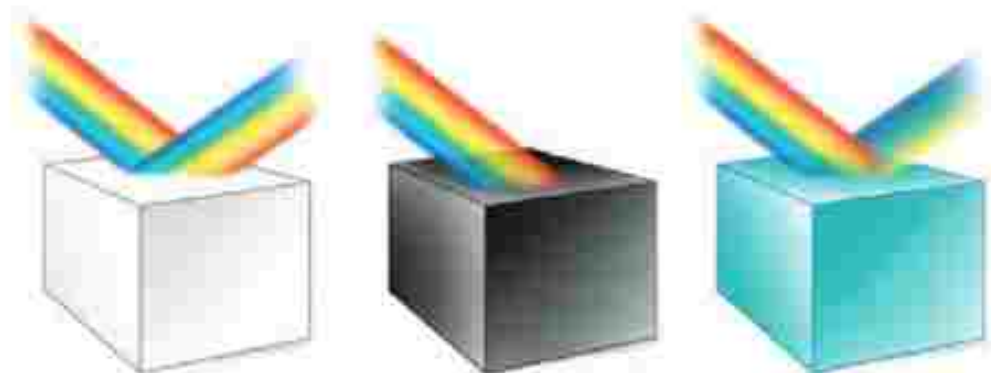
آیا می‌دانید

یکی از رفتارهای فیزیکی آشکار فلزها، جلازی آنها بوده که به بازتاب نور از سطح آنها وابسته است. سطح فلزها نور را همانند یک آینه به‌طور مستقیم بازتاب می‌کند. از این رو جلای ویژه‌ای دارند اما موادی که مات دیده می‌شوند نور بازتاب شده از سطح آنها در همه جهت‌ها پخش می‌شود.

رنگ، نماد زیبایی

طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم تجربی است که در آن رنگ و رنگ آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه‌ها است و به انسان لذتی همراه با آرامش می‌بخشد. آیا می‌دانید چرا پوشش بهاری به رنگ سبز، ابرها به رنگ سفید و گل رزه به رنگ سرخ دیده می‌شود؟ آیا می‌دانید چرا مخلول ترکیب‌های برخی فلزهای واسطه به رنگ‌های گوناگون دیده می‌شوند؟ به‌طور کلی اجسام و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسد. در واقع این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آنها در گستره 400 nm تا 700 nm است و چشم ما آنها را می‌بیند.

از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.

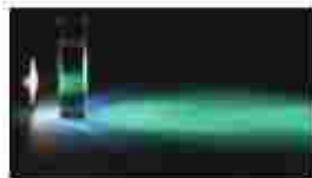


شکل ۱۱. تابیدن نور و دیدن مواد رنگی

بر اساس شکل ۱۱، اگر یک نمونه ماده همه طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همه آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود. همچنین چشم ما مواد رنگی را با حلول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آنها می‌بیند. اینک می‌پرسید که مواد رنگی چه ساختاری دارند؟ سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ دانه نام دارد. برای نمونه Fe_2O_3 و TiO_2 دوده از جمله رنگ دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی گانگی‌ها تهیه می‌کرد.

آیا می‌دانید

هرگاه نور سفید را به مخلوطی حاوی یون نیکل (Ni^{2+}) تابانیم، نوری که از آن عبور می‌کند به رنگ سبز است.



یون نیکل برخی از پرتوهای ناحیه مرئی را جذب می‌کند و ترکیب پرتوهای عبور کرده با همدیگر نور سبز را می‌سازد.

آیا می‌دانید

سبز، آبی و قرمز سه نور اصلی هستند هنگامی که دو تا از آنها مخلوط شوند نورهایی قرمز، زرد، فیروزه‌ای و ارغوانی پدید می‌آید از مخلوط هر سه، تنها نور سفید پدید می‌آید.



آیا می‌دانید

رنگدانه‌های آلی گستره وسیعی دارند به طوری که شمار آنها بسیار زیاد و متنوع است. از این مواد در غذا، نساجی و... استفاده می‌شود.

امروزه پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی آن چنان سریع و چشمگیر است که این فراورده‌ها در رقابتی اقتصادی افزون بر جنبه‌های کمی و کیفی از دیدگاه زیباشناختی، باید رنگ و رنگ آمیزی مناسب و جذابی نیز داشته باشند. چنین اهمیتی باعث تولید رنگ‌های ساختمانی گوناگونی شده است. رنگ‌هایی که در صنایع غذایی، نساجی، ساختمانی و... به کار می‌روند.

توجه کنید رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند. تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

خود را بیازمایید

شکل زیر پیشرفت واکنش فلز روی با محلول نیکی از وانادیم (V) را نشان می‌دهد.



با توجه به شکل به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

آ) آرایش الکترونی نیم وانادیم (V) را بنویسید.

ب) آرایش الکترونی وانادیم را در حالت‌های اکسایش (II) و (III) بنویسید.

پ) توضیح دهید چرا در هر مرحله رنگ محلول متفاوت از دیگری است؟

ت) در این واکنش، وانادیم (V) کدام نقش را دارد (اکسند یا کاهشنده)؟ چرا؟

تیتانیوم، فلزی فراتر از انتظار

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند، در واقع هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد.

برای نمونه فلزهای دسته *d* همانند فلزهای دسته *s* و *p* دارای ویژگی‌هایی مانند چلاند رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

در میان عنصرهای دسته *d* از دوره چهارم جدول دوره‌ای، تیتانیوم (Ti) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌هاست.

با هم ببیندیشیم

جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیوم را در مقایسه با فولاد زنگ‌نزن نشان می‌دهد. با توجه به جدول به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

فولاد	تیتانیوم	تفاوت ویژگی
۱۵۳۵	۱۶۶۷	نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
۷۱۹۰	۴۱۵۱	چگالی (g mL^{-3})
متوسط	ناچیز	واکنش با غده‌های موجود در آب دریا
ضعیف	عالی	مقاومت در برابر خوردگی
عالی	عالی	مقاومت در برابر ساییدگی

آ) هنگامی که موتور جت کار می‌کند همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیوم بر اساس کدام ویژگی‌ها برای ساخت این موتور به کار رفته است؟ توضیح دهید.

ب) توضیح دهید چرا امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما به جای فولاد از تیتانیوم استفاده می‌کنند؟

پ) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیوم، از چه مزایایی برخوردار است؟ توضیح دهید.

آیا می‌دانید

تیتانیوم، نهمین عنصر فراوان در پوسته جامد زمین است. این عنصر در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و از جمله کانی‌های آن TiO_2 و FeTiO_3 است.

از آنجا که تهیه فلز تیتانیوم خالص، گران و دشوار است، اغلب از TiO_2 در صنایع اولیه استفاده نمی‌شود. ترکیبی که پایدار، غیر سمی و منعکس‌کننده مناسبی برای پرندهای فرابصوت خورشید است. از این رنگ سفید در کرم‌های هندآفتاب و صنایع کاغذ استفاده می‌شود.



نمایی از موتور جت



موزه گوگنهایم در اسپانیا

آیا می‌دانید

بریلیم یکی از عنصرهای سنگ جدول تناوبی است. به طوری که چگالی آن تقریباً $\frac{2}{3}$ برابر چگالی آلومینیم است. سختی بریلیم شبیه بریلیم فولاد است. این عنصر به دلیل چگالی بسیار کم و استحکام بسیار زیاد در ساخت سفینه‌ها و شاتل‌ها و تلسکوپ‌های فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تلسکوپ جیمز وب ۱۸ آینه دارد. این آینه‌ها با استفاده از عنصر بریلیم بر روی تلسکوپ نصب شده‌اند تا در شرایط خفیف‌الحدود شوارزشای پس ستارگان بتوانند دوام بیاورند.



تیتانیوم افزون بر ویژگی‌های یادشده به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت یافته است. برای نمونه نیتینول آلیاژی از نیکل و تیتانیوم بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فرآورده‌های صنعتی و پزشکی به کار می‌رود (شکل ۱۲).



(پ)



(ا)



(ب)

آ سازه فکری در ارتودنسی (ب) استت برای رگ‌ها (پ) قاب عینک

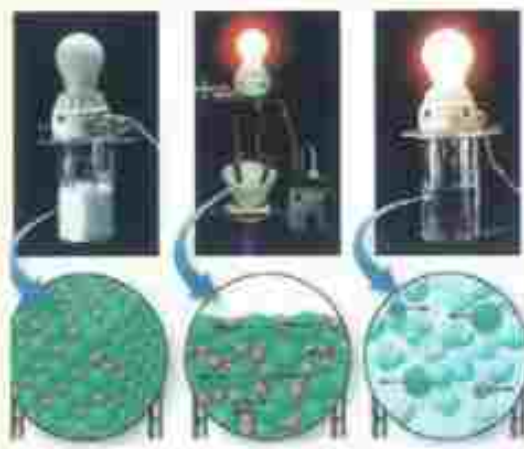
شکل ۱۲ برخی کاربردهای تیتانیوم

تمرین های دوره ای

- ۱- با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره ای عناصرها به پرسش های زیر پاسخ دهید.
 (آ) عنصرهای کدام گروهها جزو مواد مولکولی هستند؟
 (ب) عنصرهای کدام گروه جزو مواد کووالانسی هستند؟
 (پ) عنصرهای کدام دسته (s، p یا d) همگنی فلزند؟

- ۲- سیلیسیم گرید (SiC) یک ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.
 (آ) این ماده را در کدام دسته از مواد جای می دهید؟ چرا؟
 (ب) سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش بینی کنید.

- ۳- هر یک از شکل های زیر رفتاری از مواد یونی را نشان می دهد. در هر مورد آن رفتار را با دلیل توصیف کنید.



(آ)



(ب)

- ۴- برای هر یک از جمله های زیر دلیل بنویسید.
 (آ) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.
 (ب) ترکیب هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می روند.
 (پ) ترتیب واکنش پذیری فلزهای $\text{Ti} > \text{Ca} > \text{K}$ است.

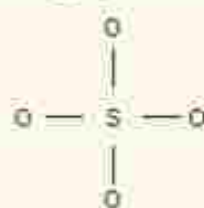
۵- سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن دار یافت می‌شوند. با توجه به ساختار لوویس آنیون‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



یون سیلیکات



یون فسفات



یون سولفات

آ) هر یک از ساختارهای لوویس را با جفت نقطه‌ها کامل کرده سپس بار الکتریکی هر آنیون را مشخص کنید.

ب) فرمول شیمیایی نمک حاصل از این آنیون‌ها را با یون سدیم سپس یون کلسیم بنویسید.

۶- نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی پروپان و دی‌متیل اتر با جرم مولی نزدیک به هم به صورت زیر است. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.



پروپان



دی‌متیل اتر

آ) کدام یک در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند؟ چرا؟

ب) توضیح دهید کدام یک از این دو ماده همگامی شکل، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟

۷- گروهی از دانش‌آموزان همه مواد خالص را بر اساس رفتار آنها مطابق نمودار زیر دسته‌بندی کرده‌اند. با پر کردن جاهای خالی نمونه‌ای برای هر جانشین مثال بزنید.





●●● وَأَنْ لِّسَ لِلْإِنْسَانِ الْأَفْسَقِ (سورة النجم، آیه ۳۹) ●●●

و اینکه برای انسان چو آنچه تلاش کرده (پیره‌ای) نیست.

رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره، کاردان و ورزیده هست. یافتنی است. در واقع برای بالا رفتن از نردبان پیشرفت، افزون بر انگیزه باید نخست تکیه‌گاه مناسبی برای آن یافت. این تکیه‌گاه دانش، توانایی، مهارت و زیرساخت‌های لازم است. با تأمین این شرایط برای دستیابی به هدفی معین، تلاش و پشتکار شرط کافی خواهد بود. آنچنان که تقاوم و خستگی ناپذیری در این راه پیامدهایی فراتر از انتظار توأم با کسب افتخار به دنبال خواهد داشت. از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری تورانام برد. بهره‌گیری از مدل کاتالیستی در خودرو و کود شیمیایی سبز و همچنین تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی به شمار می‌رود که در آنها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی را به سوی آینده‌ای روشن‌تر رقم می‌زند.



آیا می‌دانید

بزرگان برای انجام عمل جراحی، بیماران مختلف، نیاز دارند که با استفاده از داروهای بی‌هوشی آنها را به‌طور کامل بی‌هوش کنند یا بخشی از بدن آنها را به‌طور موقتی بی‌حس کند. اولین داروی بی‌هوشی در اواسط دهه ۱۸۰۰ میلادی (۱۱۰۰ حورشیمی) کشف شد. پس از آن و در طول ۳۰۰ سال شیمی‌دانان داروهای بی‌هوشی بسیار زیادی از جمله کتامین طراحی کرده و ساخته‌اند. داروهایی که سبب شده است تا امروزه انواع جراحی‌ها به‌آسانی انجام شوند. برخی از داروهای بی‌هوشی، استنشاقی و برخی تزریقی هستند.



یکی از ویژگی‌های ذاتی انسان، کنجکاوی و پرسشگری اوست. از این‌رو، پیوسته در پی شناخت محیط پیرامون خود است. او همواره برای زندگی و ادامه آن با چالش‌ها و مشکلات گوناگونی روبه‌رو بوده است. اما با بهره‌گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت توانسته برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد. انسان همچنین برای حل مسئله در هر زمان و مکان، راهکاری عملی یافته است. هرچند که برخی پاسخ‌های ارائه شده و راهکارهای استفاده شده، ساده و برخی دیگر پیچیده‌اند، اما هر یک از آنها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده‌اند. مجموعه چنین تلاشی‌هایی در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آنها، دانش شیمی و فناوری‌های آن است که نقش پررنگی برای گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است. شکل ۱ برخی از دستاوردهای مهم شیمی را در این راستا نشان می‌دهد.



فناوری شانسای و تولید مواد بی‌حس کننده و آنتی‌بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.



فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا، دارو...) را دگرگون ساخت.



فناوری تصفیه آب، منبع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.



گسترش فناوری صفحه‌های لمباتر در وسایل الکترونیکی، مدیون دانش شیمی است.



فناوری تولید بنزین به‌عمل و نقل، سرعت، پختید و مبدل‌های کاتالیزتی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.



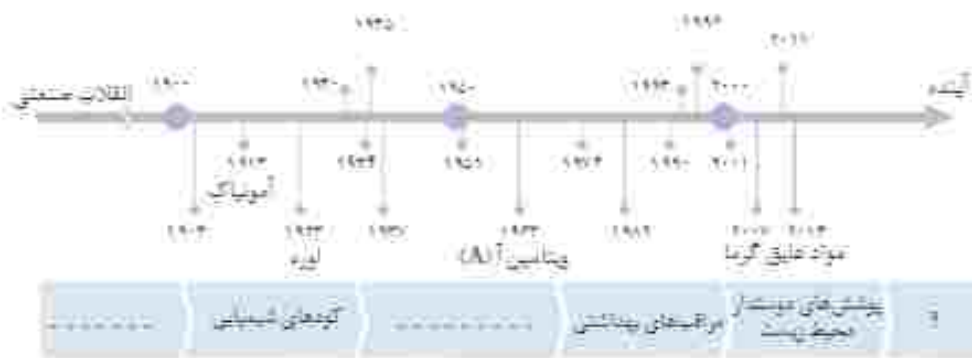
فناوری‌های شانسای و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.

شکل ۱- برخی دستاوردهای شیمی در جهان

شواهد تاریخی در گذر زمان نشان می‌دهد که انسان به‌تدریج با مسائل پیچیده‌تری روبه‌رو شده است. از این رو پیش‌بینی می‌شود که در آینده چالش‌های تازه و حیاتی‌تری پیش‌رو داشته باشد. بدیهی است برطرف کردن و حل هر یک از آنها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت (نمودار ۱).

آیا می دانید

شیمی دان ژاپنی برنده نوبل (۲۰۰۱)،
 ریوچی نوری (Ryoji Noyori)
 معتقد است:
 شیمی آگاهی مورد نیاز برای
 دستیابی به توسعه پایدار و حل
 مسأله‌ی که زندگی را روی زمین
 تهدید می‌کند فراهم می‌تشد.



نمودار اچند نمونه فرآورده حاصل از فناوری‌های شیمیایی در گذر زمان

باتوجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی و فناوری‌های آن می‌توانند آینده روشنی را برای جهان رقم بزنند. باید توجه داشت با اینکه استفاده بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند، اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیانبارتری به دنبال خواهد داشت. در واقع نوع استفاده از دانش و فناوری دو روی یک سکه هستند. برای نمونه تولید سلاح‌های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهد.

در این فصل با سه نمونه از دستاوردهای شیمی برای کاهش آلودگی هوا، افزایش فرآورده‌های کشاورزی و افزایش بهره‌وری منابع شیمیایی آشنا خواهید شد.

به دنبال هوای پاک

آیا می دانید

هر فرد روزانه به طور میانگینی
 ۱۱۰۰۰ لیتر هوا تنفس می‌کند.

تمشای آسمان آبی و تنفس در هوای پاک همیشه لذت بخش و شادمانی‌آور است. آنچنان‌که سعدی، استاد سخن، می‌فرماید: «هر نفسی که فرو می‌رود مُمید حیات است و چون بر می‌آید مُفَرَح دُلت...». آقوس که با رشد دانش و فناوری، گسترش منابع گوناگون و با رفتارهای نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. شاید شما هم لایه قهوه‌ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را به ویژه در زمستان می‌پوشاند، دیده باشید. هوایی که نه تنها شادمانی‌آور نیست بلکه نفس کشیدن را دشوار کرده و مشکلات تنفسی ایجاد می‌کند (شکل ۲).

آیا می دانید

هوای آلوده شامل ترکیبات آبی
 اکسیدها، مانند نیتروژن است. این
 مواد از واکنش هیدروکربن‌ها با
 سایر گازهای موجود در هواکره
 تشکیل می‌شوند.

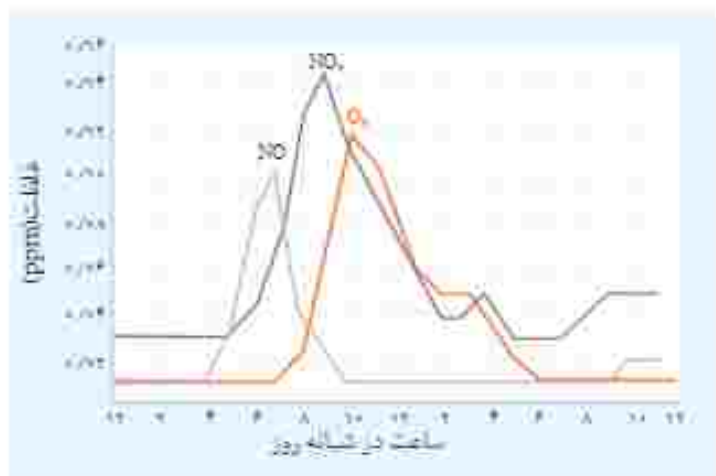


شکل ۲: یکی از چالش‌های مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است.

هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هوا گره پخش شده‌اند. در حالی که هوای آلوده افزون بر آنها حاوی گازهای گوناگونی مانند CO ، NO_x ، O_3 ، SO_2 ، NO ، ذره‌های معلق و مواد آلی قرار است. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهر را زشت می‌کند، فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

خود را بیازمایید

۱. نمودار زیر غلظت برخی از این آلاینده‌ها را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد.



آ) مقدار این آلاینده‌ها بین چه ساعت‌هایی از شبانه‌روز به بیشترین حد خود می‌رسد؟

ب) چرا هوای آلوده به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود؟

پ) چرا با کاهش مقدار گاز NO_x ، مقدار گاز O_3 رو به افزایش است؟

۲. شیمی ۱، آموختید که آلاینده‌های زیر در خروجی خودروها وجود دارند.



آ) دلیل وجود هیدروکربن‌ها در گازهای خروجی از موتور را توضیح دهید.

ب) پیدایش گازهای کربن مونوکسید، گوگرد دی‌اکسید و نیتروژن مونوکسید را با نوشتن

معادله شیمیایی موازنه شده توجیه کنید.

هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ هستند و نمی‌توان به آسانی وجود

آنها را تشخیص داد. همچنین نوع آلاینده‌ها و مقدار هر یک از آنها در شهرهای گوناگون

متفاوت است. آیا می‌توانید چگونگی می‌توان نوع و مقدار آلاینده‌ها را در یک نمونه هوای آلوده

تعیین کرد؟ برای پاسخ به این پرسش، باید رفتار این مواد را بررسی کرد. یکی از این رفتارها،

فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار آلاینده به ازای هر یک کیلوگرم (گرم)
CO	۵/۹۹
C.H	۱/۶۷
NO	۱/۰۲

• حساب کنید روزانه چند تن آلاینده وارد هوا گره می‌شود؟ فرض کنید روزانه صد میلیون خودرو در جهان به طور میانگین ۱۵ کیلومتر مسافت می‌پیمایند.

آیا می‌دانید

یکی از کاربردهای برجسته الکتروشیمی، اندازه‌گیری غلظت گونه‌های شیمیایی است. کاربردی که با دقت بالا برای گستره وسیعی از گونه‌ها در محیط‌های آزمایشگاهی، رستنی، صنعتی و... رنج شده‌اند. اساس اغلب اندازه‌گیری‌های الکتروشیمیایی، وجود دو الکترود در ساختار یک سلول است. از این دو الکترود، یکی استاندارد و دیگری شناساگر است. پتانسیل الکترود استاندارد ثابت اما پتانسیل الکترود شناساگر به غلظت نمونه آزمایشی بستگی دارد. از emf چنین سلول‌هایی می‌توان جهت پتانسیل الکترود شناساگر و سپس غلظت نمونه آزمایشی را تعیین کرد.

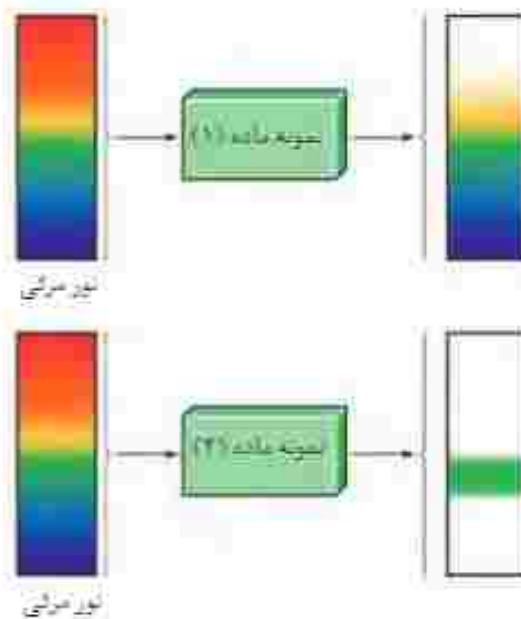
pH سنج دیجیتال، گلوکومتر و دستگاه اندازه‌گیری آلاینده‌ها در مراکز معاینه فنی خودروها بر همین اساس کار می‌کنند.

برهم کنش مواد با پرتوهای الکترومغناطیسی است.

پیش از این آمیختید هر گاه یک نمونه ماده در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی قرار گیرد، ممکن است گستره معینی از آنها را جذب و پرتوهای باقی مانده را بازتاب کند یا عبور دهد.

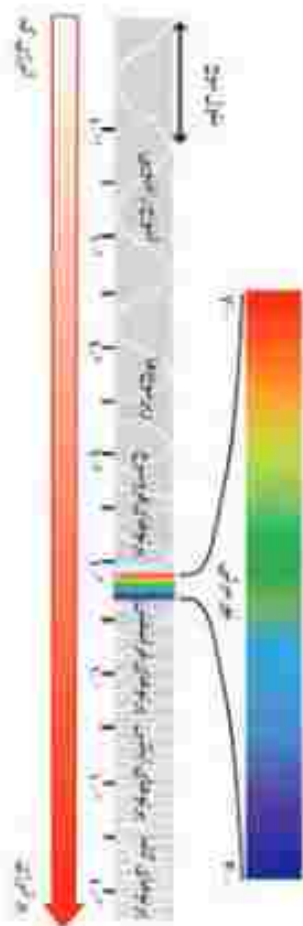
خود را بیازمایید

هر یک از شکل های زیر رفتار یک نمونه ماده را در برابر پرتوهای مرئی نشان می دهد. با توجه به آنها به پرسش های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام نمونه ماده طول موج های بیشتری از پرتوهای مرئی را جذب کرده است؟
ب) آیا ساختار این دو ماده یکسان است؟ چرا؟

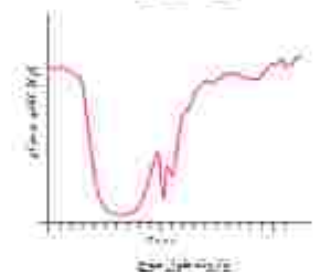
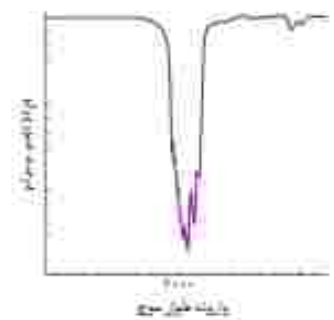
با توجه به اینکه پرتوهای مرئی، بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی را دربرمی گیرد، انتظار می رود دیگر پرتوها مانند فرورسرخ، قراینفش و... نیز یا ماده برهم کنش داشته باشند. شیمی دان ها با استفاده از چنین برهم کنش هایی میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش های گوناگون طیفسنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه گذاری کرده اند. یکی از رایج ترین روش های طیفسنجی که برای شناسایی گروه های عاملی به کار می رود، طیفسنجی فرورسرخ^۱ نام دارد. با توجه به اینکه شمار و نوع اتم های سازنده هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هر یک از آنها تنها گستره معین و منحصر به فردی از پرتوهای فرورسرخ را جذب می کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه های عاملی از یکدیگر است.



● گستره پرتوهای الکترومغناطیسی

آیا می دانید

در شیمی ۱ آموختید که نور، کلید شناخت جهان است. شیمی دان‌ها برای شناسایی ساختار دقیق مواد از رفتار آنها در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی (نور) بهره بسیاری برده‌اند. هر بخش از گستره پرتوهای الکترومغناطیس برهم‌کنش ویژه‌ای با ماده دارد و برای شناسایی بخشی از آن ماده به کار می‌رود. برای نمونه طیف‌سنجی فرسوخ برای شناسایی و تشخیص گروه‌های عاملی به کار می‌رود. شکل زیر بخشی از طیف فرسوخ دی‌متان را فرمول مولکولی $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ نشان می‌دهد.



● تمامی موتور خودروها بیشتر از 1000°C است.

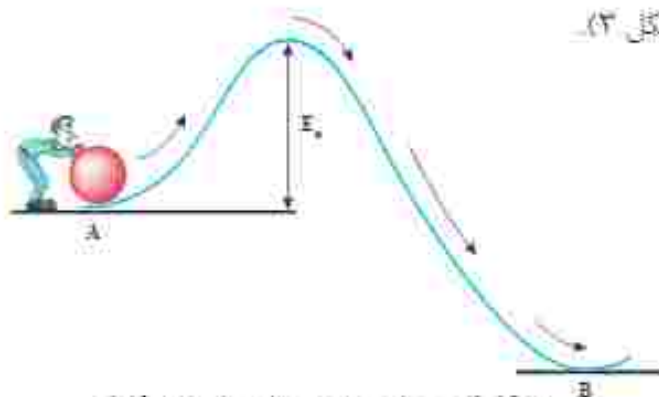
همچنین از طیف‌سنجی فرسوخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند گرین مونتوگسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد. افزون بر طیف‌سنجی فرسوخ می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد. ام‌آر‌آی (MRI) خود، نمونه‌ای از کاربرد طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

پس از شناسایی و تعیین میزان آلاینده‌ها اکنون این پرسش مطرح است که چگونه می‌توان مقدار این آلاینده‌ها را در هواکره کاهش داد یا آنها را حذف کرد؟ آشنایی با رفتار و واکنش‌های شیمیایی آلاینده‌ها، انرژی فعال‌سازی و نقش کاتالیزگر در چنین واکنش‌هایی می‌تواند ما را در حل این مسئله یاری کند.

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

در شیمی ۲ آموختید که واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند. برای نمونه واکنش رنگ زدن آهن کُند در حالی که واکنش سوختن متان، تند است. به راحتی چرا سرعت واکنش‌های شیمیایی با هم تفاوت دارند؟ همچنین می‌دانید که افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود؛ برای نمونه گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهد اما درین موتور خودرو اندکی از آنها به نیتروژن مونتوگسید تبدیل می‌شود. آیا می‌دانید چرا این واکنش در دمای اتاق انجام نمی‌شود؟

هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. برای درک بهتر این موضوع، فرض کنید شخصی می‌خواهد گلوله‌ای را از نقطه A به نقطه B منتقل کند (شکل ۳).



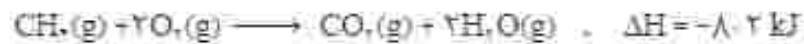
شکل ۳. عبور از سد انرژی برای جابه‌جایی گلوله

برای این منظور، او دست کم باید انرژی لازم برای رساندن گلوله به بالای قله را تأمین کند؛ زیرا از آن به بعد گلوله در اثر نیروی گرانش روی سطح شیب‌دار به پایین سرازیر می‌شود. بدیهی است هرچه ارتفاع قله کمتر باشد، انتقال گلوله آسان‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود (چرا؟).

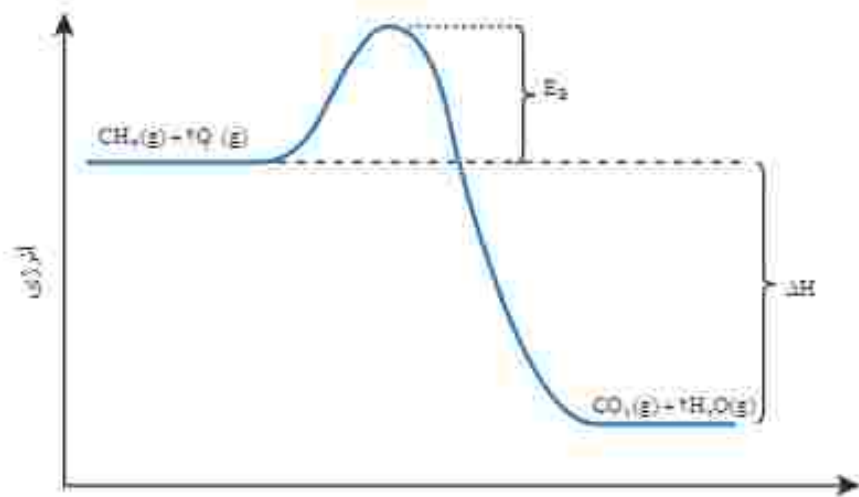


• هنگامی که نوک کبریت روی سطح زرقوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می‌کند.

برای واکنش‌های شیمیایی نیز چنین است، به طوری که برای آغاز هر واکنش شیمیایی، مقدار معینی از انرژی لازم است که به آن انرژی فعال‌سازی واکنش می‌گویند. یکی از روش‌های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش دهنده‌ها است. جالب اینکه واکنش‌های شیمیایی صرفاً نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند؛ برای نمونه به واکنش سوختن متان (گاز شهری) در اجاق گاز توجه کنید.



هرچند این واکنش گرماده است، اما برای آغاز شدن به جرقه یا شعله نیاز دارد. در واقع جرقه یا شعله فندک و کبریت، انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین می‌کند (نمودار ۲).



نمودار ۲ - نمودار انرژی پیشرفت واکنش سوختن متان

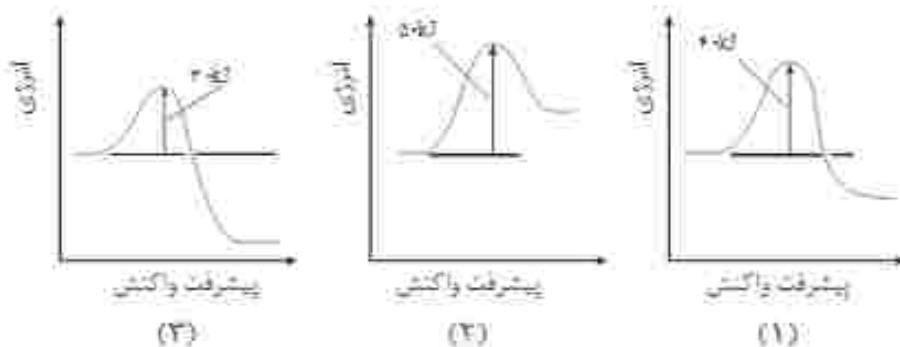
• انرژی فعال‌سازی واکنش را با E_a نمایش می‌دهند و با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند.

این نمودار نشان می‌دهد که واکنش دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فرآورده‌ها تبدیل شوند. فرآورده‌هایی که در این واکنش پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند، به دیگر سخن اگر انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین نشود، واکنش دهنده‌ها دست نخورده باقی می‌مانند.

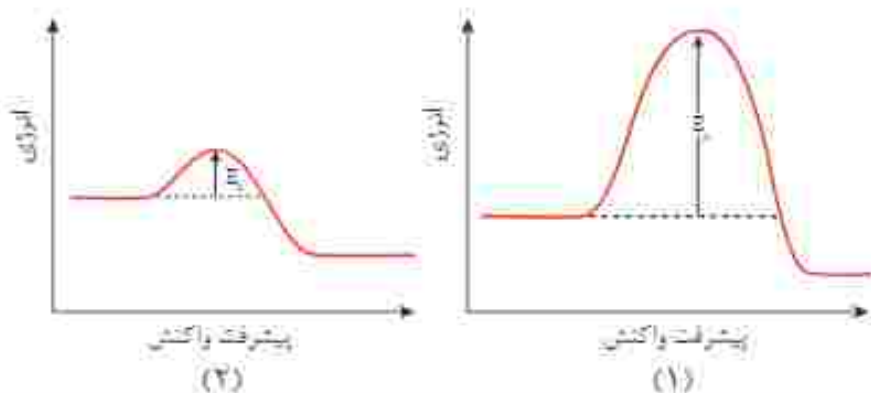
بدیهی است که هرچه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر است. در نتیجه واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود زیرا بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش دهنده‌ها برای عبور از این سد به انرژی بیشتری نیاز دارند. از این رو با افزایش دما، انرژی واکنش دهنده‌ها بیشتر می‌شود. به طوری که شمار ذره‌هایی که در واحد زمان می‌توانند به فرآورده‌ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد. این توصیف کفک می‌کند تا بتوان با مقایسه E_a واکنش‌ها، درباره سرعت و شرایط آغاز آنها اظهار نظر کرد.

خود را بیازمایید

با توجه به نمودارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



- آ) گرماده یا گرماگیر بودن هر یک از واکنش‌ها را مشخص کنید و پاسخ خود را توضیح دهید.
 ب) کدام واکنش در شرایط یکسان سریع‌تر انجام می‌شود؟ چرا؟
 پ) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد. با توجه به این واقعیت کدام نمودار به کدام واکنش مربوط است؟ چرا؟



برخی واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آنها صرفه اقتصادی ندارد (چرا؟). از این روش‌های دانه‌در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین‌تر) برای انجام چنین واکنش‌هایی هستند. به نظر شما چگونه می‌توان واکنش‌هایی از این دست که انرژی فعال‌سازی زیادی دارند را در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد؟ بدون تردید پاسخ شما، یافتن راهی برای کاهش انرژی فعال‌سازی است که با استفاده از کاتالیزگر امکان‌پذیر است. ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد، در حالی که خودش در پایان واکنش باقی می‌ماند، اما چگونه چنین چیزی ممکن است؟

• کاتالیزورها در واکنش شرکت نمی‌کنند، اما در پایان واکنش باقی می‌مانند. از این رو می‌توان آنها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزورها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شود.

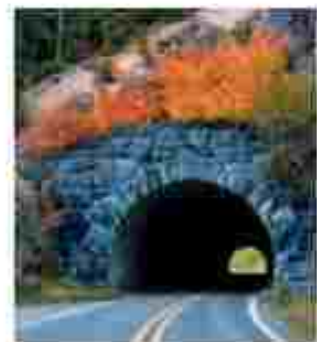
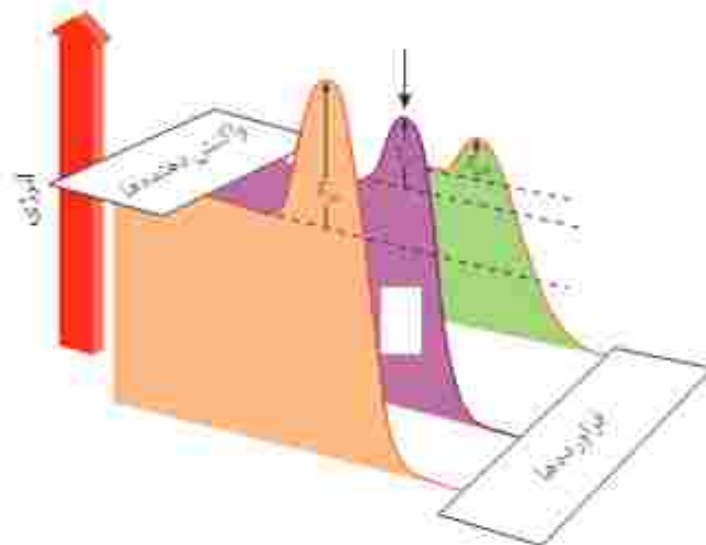
در بدن انسان مجموعه‌ای از واکنش‌های پیچیده انجام می‌شود. هدف این واکنش‌ها باید با سرعت‌های کنترل شده و دقیقی انجام شوند تا انسان را از دست‌گیرند. آنزیم‌ها برای کنترل این واکنش‌ها نقش حیاتی دارند. بیشتر آنزیم‌ها پروتئین‌هایی با مولکول‌های بزرگ هستند. هر واکنشی که در بدن انسان انجام می‌شود، آنزیم ویژه‌ای به آن سرعت می‌بخشد. نکته جالب این است که برخی آنزیم‌ها تنها تولید یک ماده خاصی در بگ واکنش ویژه را کنترل می‌کنند.

۱- جدول زیر برخی داده‌ها برای واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را در شرایط گوناگون نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شرایط آزمایش	دما (°C)	سرعت واکنش	انرژی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲

- آ) توضیح دهید چرا این واکنش در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود؟
 ب) نقش جرقه در انجام واکنش چیست؟
 پ) نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش چیست؟
 ت) کدام کمیت برای این واکنش در هر شرایطی ثابت می‌ماند؟

۲- هر یک از نمودارها را به کدام شرایط واکنش می‌توان نسبت داد؟ توضیح دهید.



کاتالیزگر را می‌توان به تونلی که در یک جاده کوهستانی تشبیه کرد. تونل با کوتاه کردن مسیر حرکت سبب می‌شود که مسافران زودتر به مقصد برسند. کاتالیزگر نیز با تغییر مسیر واکنش انرژی فعال‌سازی را کاهش داده و سبب می‌شود واکنش دهنده‌ها سریع‌تر به فرآورده‌ها تبدیل شوند.

۳- با خط وزن وازه نادرست در هر مورد، عبارت داده شده را کامل کنید.

کاتالیزگر در هر واکنش شیمیایی با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را کاهش افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند افزایش می‌یابد.

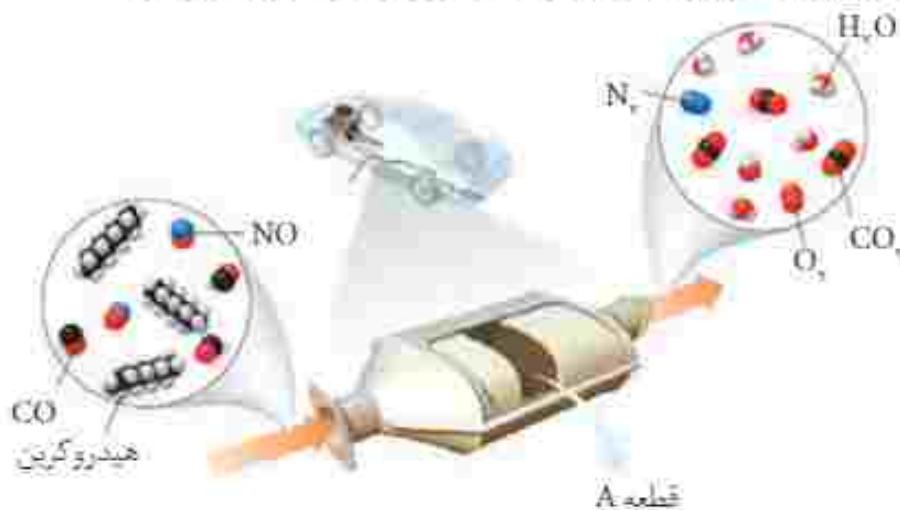
بسی بر دید که انرژی فعال سازی واکنش را می توان با استفاده از گرما تأمین کرد یا با استفاده از کاتالیزگر کاهش داده تا واکنش ها را با سرعت دلخواه انجام داد. اینک زمان آن رسیده است که در نقش یک شیمی دان یا مهندس شیمی با تکیه بر دانش شیمی خود، راهکارهایی برای کاهش یا حذف آلاینده های خروجی از موتور خودروها ارائه کنید. نکته شایان توجه این است که این آلاینده ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواگره می شوند. همچنین دمای آنها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می یابد.

آیا می دانید

گازهای خروجی از موتور تنها ۰.۴ تنایه در تماس با کاتالیزگرهای مدل کتالیستی هستند.

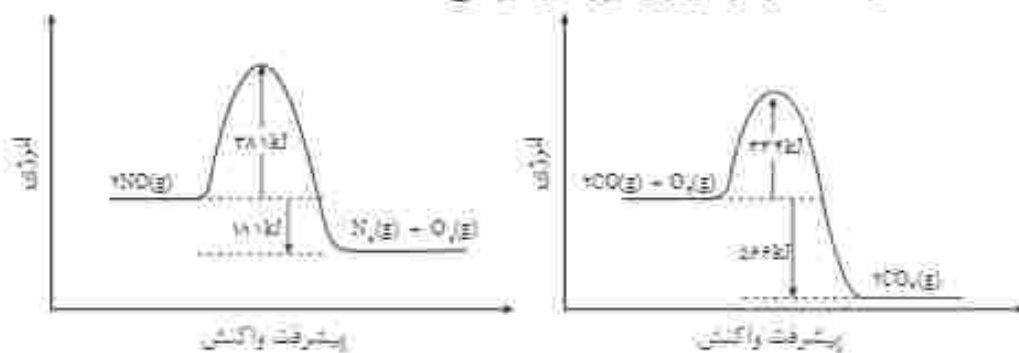
با هم ببیندیشیم

۱- برای حذف آلاینده های موجود در موتور خودروها (CO و NO ، C_xH_y) قطعه ای را در مسیر خروج گازها قرار می دهند. با توجه به شکل زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



۱) هر آلاینده پس از عبور از قطعه A به چه فرآورده ای تبدیل می شود؟
 ب) معادله شیمیایی حذف هر یک از آلاینده ها را بنویسید و موازنه کنید.

۲) با توجه به نمودارهای زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) چرا این واکنش ها در دماهای پایین انجام نمی شوند یا بسیار کند هستند؟
 ب) انرژی فعال سازی و آنتالپی هر واکنش را تعیین کنید.

۳- جدول زیر مقدار این آلاینده‌ها را در حضور و غیاب قطعه A نشان می‌دهد.
 (آ) یا توجه به آن پیش بینی کنید نقش این قطعه چیست؟

فرمول شیمیایی آلاینده				
NO	C.H	CO	در قیاب قطعه A	مقدار آلاینده بر حسب گرم
۱/۱۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در حضور قطعه A	به ازای طی یک کیلومتر

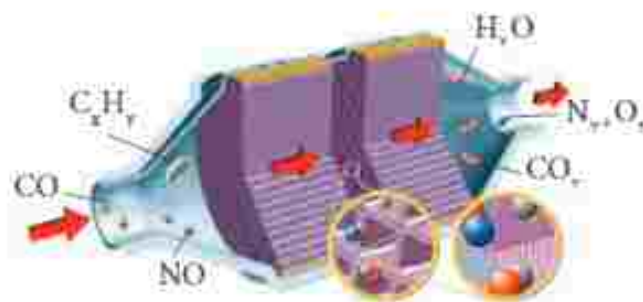
ب) تجربه نشان می‌دهد که کارایی قطعه A به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد. این قطعه «حتوی سه نوع کاتالیزگر است. یا این توصیف کدام عبارت زیر درست است؟ چرا؟

- هر کاتالیزگر می‌تواند به همه واکنش‌ها سرعت ببخشد.
- هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد.

آیا می‌دانید

برای سلامت خودرو ساری جهان در سال ۲۰۱۸ میلادی حدود $۱.۷ \times 10^8 \text{ kg Pd}$ و $۱.۲ \times 10^8 \text{ kg Pt}$ و $۲.۶ \times 10^8 \text{ kg Rh}$ مصرف شده است.

درمانند که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه‌ای قرار می‌دهند که می‌تواند باعث جذب یا کاهش آلاینده‌ها شود. **مبدل کاتالیستی** نامی است که به آن نسبت می‌دهند. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است. برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل بش (دانه) های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند (چرا؟) (شکل ۴).



شکل ۴- در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، نوده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ میکرومتر وجود دارند. یا اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کند اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

در میان تارنماها

یا ما رجوع به منابع معتبر اینترنتی درباره اینکه «ساخت مناسب برای خودروهای مجهز به مبدل کاتالیستی» بنویسید. بدون سرب است اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

خود را بیازمایید

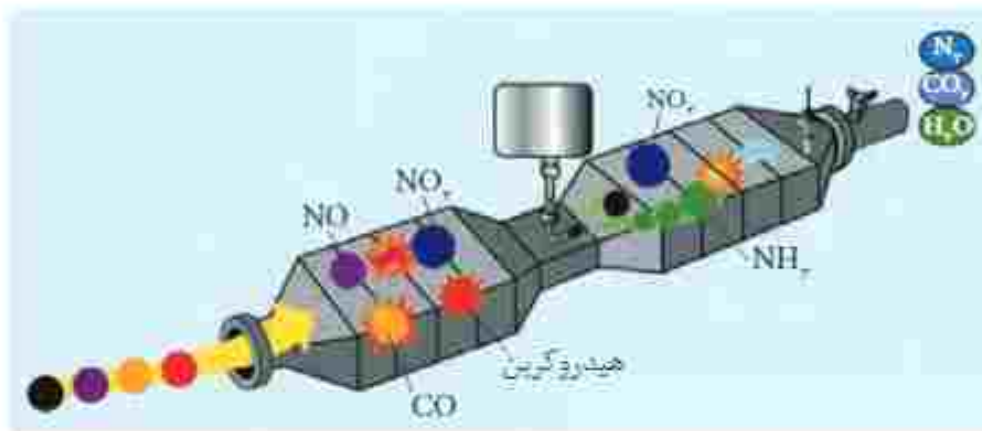
۱- با وجود مبدل کاتالیستی، در گازهای خروجی از آگزوز خودروها به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان گازهای CO ، NO ، C_xH_x و CO_2 بیشتری مشاهده می‌شود. آیا دلیل این پدیده را توضیح دهید.

ب) چه راهکاری برای برطرف کردن این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟

۲- درباره درستی جمله‌های زیر گفت‌وگو کنید.

- کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می‌کند.
- در حضور کاتالیزگر نباید واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام شود.
- کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

پی بردید که با استفاده از مبدل کاتالیستی می‌توان از ورود آلاینده‌های تولید شده در خودروهای بنزینی به هوا کره جلوگیری کرد. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از این نوع مبدل‌ها نمی‌توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد. بنابراین ضروری است برای حل این مسئله، تبدیلی نو طراحی کرد. پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی تبدیلی به شکل ۵ طراحی کرده‌اند.



شکل ۵. مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی

در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هوا کره جلوگیری می‌شود.



تفکر نقادانه

می‌دانید که افزایش گرین‌های اکسید سیاه ایجاد اثر گلخانه‌ای و بالا رفتن دمای کره زمین شدت آلودگی هوا در بخش‌های قطبی در حال آبه شدن هستند. این مسئله سبب خواهد شد تا رفقت و آمد گشتی‌ها و همچنین حقاری در اعماق اقیانوس قطب شمالی و استخراج سوخت‌های فسیلی آن منطقه آسان‌تر شود. براین اساس عده‌ای معتقدند که بسیاری به کنترل گرین دی‌اکسید هوا کره نیست. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

آیا می‌دانید

برای تأمین غذا افزون بر کودهای شیمیایی مناسب‌دستر و فناوری‌های دیگری از جمله شناسایی و تولید مواد شیمیایی برای کنترل آفت‌ها، به‌کارگیری بخش شیمی خاک، فرآوری فرآورده‌های کشاورزی و بخش تعیین‌کننده‌های دارند. برای تهیه تنظیم pH خاک در رشد گیاه مؤثر است.

می‌دانید که غذا به‌عنوان محور رشد و سلامتی، یکی از ضرورت‌های زندگی برای ادامه آن به‌شمار می‌رود. اما محدودیت منابع و روند رو به افزایش جمعیت سبب شده تا تأمین غذا به یکی دیگر از چالش‌های زندگی تبدیل شود. بهترین راه‌حل برای این مسئله، افزایش بهره‌وری در تولید فرآورده‌های کشاورزی است. در این راستا شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به‌طور مستقیم از هوا جذب کنند. از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود (شکل ۶).

نوع گیاه	گازهای مناسب برای رشد
گندم	۶۸ - ۷۵
پاپونیز	۵۷ - ۷۵
پنبه	۵۷ - ۶۸
پنجه‌خاکی	۶۸ - ۷۵



شکل ۶: در برخی کشورها برای افزایش بازده فرآورده‌های کشاورزی، آمونیاک منابع را به عنوان کود شیمیایی به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

● گیاهان برای رشد افزون بر گوگرد، نیتروژن و فسفر به عناصر دیگری مانند K, P, N, S نیاز دارند.

از شیمی ۱ به یاد دارید که در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی‌رود (چرا؟). از سوی دیگر این واکنش، برگشت‌پذیر است و می‌تواند در شرایط مناسب، به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش‌دهنده و فرآورده با غلظت ثابت است.

خود را بنامید

با توجه به معادله واکنش تعادلی تولید گاز آمونیاک و عبارت ثابت تعادل آن به پرسشی‌ها پاسخ دهید.



(آ) توضیح دهید چگونه می‌توان از روی معادله یک واکنش، عبارت ثابت تعادل را برای آن نوشت؟

(ب) جدول ستاره بعد غلظت تعادلی گونه‌ها را در دمای معینی برای این واکنش نشان

می‌دهد. با محاسبه K_c مشخص کنید میزان پیشرفت واکنش در این دما کم است یا زیاد؟ چرا؟

$[NH_3]$	$[H_2]$	$[N_2]$	K_c
۰.۰۲	۰.۵	۰.۴	_____

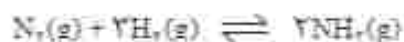
تولید فرآورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درجه بیشتری از واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند. از این روش می‌دانیم که در این واکنش شرایطی هستند که در آن واکنش دهنده‌ها تا حد ممکن به فرآورده‌ها تبدیل شده باشند. فریبش‌ها برای یافتن چنین شرایطی، این واکنش را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد و سرانجام موفق شد شرایط بهینه واکنش را بیابد.



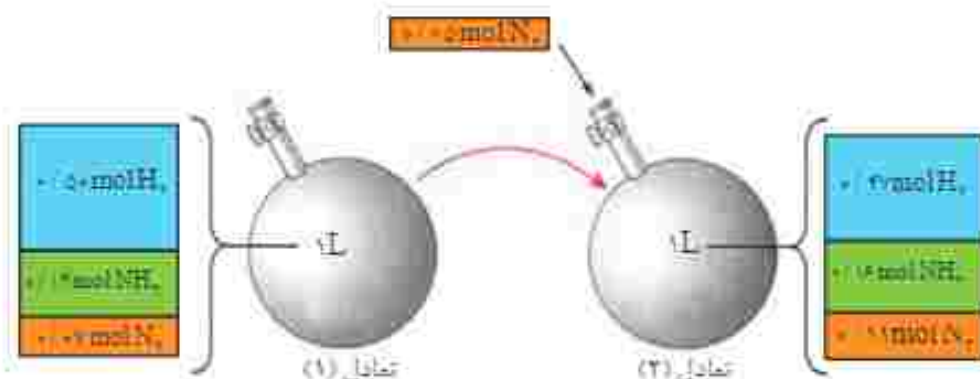
بهرآسانی او بر چه اساسی واکنش را در این شرایط طراحی کرد؟ چگونه میزان پیشرفت واکنش تعادلی را با تغییر شرایط افزایش داد؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها باید درباره واکنش‌های تعادلی بیشتر بیاموزید.

با هم بیندیشیم

در محفظه‌ای به حجم یک لیتر، تعادل زیر در دمای $200^\circ C$ برقرار است.



شکل زیر انزوین مقداری نیتروژن را به این سامانه در دمای ثابت نشان می‌دهد. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



۱- جدول زیر را کامل کنید.

K	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]	کمیّت
				تعادل
				۱
				۲

۲- غلظت کدام مواد در تعادل (۲) در مقایسه با تعادل (۱) افزایش یافته است؟

۳- با افزودن N₂(g) به تعادل (۱)، واکنش در چه جهتی پیش رفته است تا به تعادل جدید برسد؟ چرا؟

۴- K در این آزمایش چه تغییری کرده است؟ از این ویژگی چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۵- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

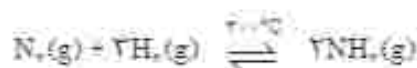
هنگامی که در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت کننده در سامانه تعادلی کاهش افزایش یابد، واکنش در جهت تولید مصرف آن تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل آغازی جدید برسد.

پس بردید که واکنش تعادلی با افزایش غلظت یکی از مواد شرکت کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه‌جایی، K ثابت می‌ماند.

بدیهی است که با کاهش غلظت هر ماده شرکت کننده، واکنش تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت. این ویژگی نشان می‌دهد که اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند. این توصیف، بیانی از اصل لوشاتلیه است.

خود را بیازمایید

واکنش تعادلی زیر در سامانه‌ای با حجم و دمای ثابت برقرار است. با هر یک از تغییرهای زیر تعادل در چه جهتی جابه‌جا می‌شود؟ چرا؟



آ) خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه

ب) وارد کردن مقداری گلز هیدروژن در سامانه

تغییر حجم سامانه در تعادل های گازی

با اثر تغییر غلظت یکی از مواد شرکت کننده بر تعادل گازی در دمای ثابت آشنا شدید. دریافتید که در دما و حجم ثابت با افزایش شمار مول های یکی از مواد شرکت کننده، غلظت آن افزایش می یابد و مطابق اصل لوشاتلیه واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت مصرف آن جابه جا می شود.

برای تغییر غلظت مواد شرکت کننده می توان از روش دیگری نیز بهره برد. روشی که در آن حجم سامانه در دمای ثابت تغییر می کند. برای نمونه اگر تعادل:



در سیلندری مجهز به پیستون روان (شکل ۷-آ) برقرار باشد، با افزایش فشار بر روی پیستون می توان حجم چنین سامانه ای را در دمای ثابت کاهش داد (شکل ۷-ب).



شکل ۷- کاهش حجم سامانه تعادلی در دمای ثابت

یافته های تجربی نشان می دهد که کاهش حجم این سامانه سبب می شود تعادل در جهت رقت جابه جا شود، به طوری که در تعادل جدید شمار مول های آمونیاک افزایش یافته و شمار مول های نیتروژن و هیدروژن کاهش می یابد اما ثابت تعادل تغییری نمی کند (شکل ۸).



شکل ۸- برقراری تعادل جدید برای کاهش ارتفاع

این جابه جایی نشان می دهد که کاهش حجم سامانه گازی در دمای ثابت، تعادل را در جهت مول های گازی کمتر جابه جا می کند.



۱- اگر در سامانه‌ای به شکل روبه‌رو، پیستون بیرون کشیده شود تا در دمای ثابت، حجم آن افزایش یابد:

آ) پیش‌بینی کنید تعادل در کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟ چرا؟

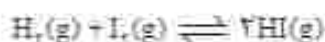
ب) با این تغییر، شمار مول‌های آمونیاک چه تغییری می‌کند؟

۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد عبارت زیر را کامل کنید.

هنگامی که در دمای ثابت، فشار بزرگ تعادل گازی $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ می‌یابد، واکنش در جهت

شمار مول‌های گازی $\frac{\text{کمتر}}{\text{بیشتر}}$ پیش می‌رود تا به تعادل $\frac{\text{جدید}}{\text{آغازی}}$ برسد.

۳- پیش‌بینی کنید در دمای ثابت با افزایش فشار بر سامانه تعادلی زیر:



آ) شمار مول‌های هر یک از مواد شرکت‌کننده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ب) غلظت مولی هر یک از مواد شرکت‌کننده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

پی بردید که کاهش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی یا افزایش فشار بر این سامانه در دمای ثابت سبب می‌شود که تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر جابه‌جا شود زیرا هرچه شمار مول‌های گاز موجود در یک سامانه کمتر باشد، شمار برخورد مولکول‌ها به دیواره‌ها کمتر و در نتیجه فشار گاز کمتر خواهد شد. بدیهی است که افزایش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد داشت.

دما، عاملی برای جابه‌جایی تعادل و تغییر K

یا رفتار تعادل گازی در برابر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده و تغییر فشار وارد بر سامانه در دمای ثابت آشنا شدید، رفتاری که با اصل لوشاتلیه توجیه می‌شود.

تنها عاملی که افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد، دماست. در واقع هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

جالب اینکه اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرمگیر بودن آنها بستگی دارد.

با هم ببیندیشیم

۱- جدول داده شده اثر دما را بر ثابت تعادل زیر نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها

پاسخ دهید.



دما (°C)	K
۲۵	$2/5 = 0.4$
۱۲۵	2×10^{-11}
۲۲۵	2×10^{-22}

آ) عبارت ثابت تعادل را برای آن بنویسید.

ب) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟ چرا؟

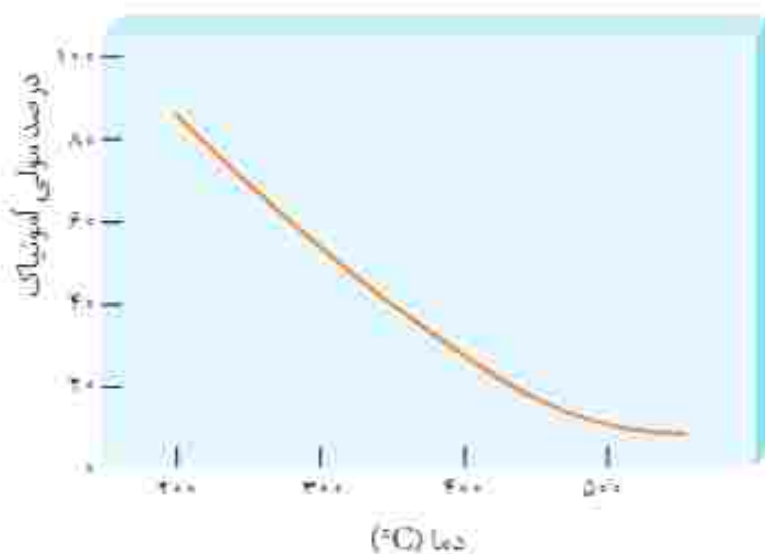
پ) با افزایش دما K چه تغییری کرده است؟ این تغییر، جابه‌جاشدن تعادل را در چه جهتی نشان می‌دهد؟

ت) اگر برای این واکنش $\Delta H > 0$ باشد، جابه‌جاشدن تعادل و افزایش K را به کمک اصل لوشاتلیه توجیه کنید.

۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی افزایش می‌یابد، واکنش در جهت $\frac{\text{مصرف}}{\text{تولید}}$ گرمایش می‌رود، اگر این واکنش گرماگیر باشد مقدار $\frac{\text{قراورده‌ها}}{\text{واکنش دهنده‌ها}}$ در سامانه کاهش می‌یابد.

۳- نمودار زیر درصد مولاتی آمونیاک را برای سامانه تعادلی زیر در فشار ثابت نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با افزایش دما درصد مولی آمونیاک در سامانه چه تغییری می کند؟

ب) این واکنش گرما ده است یا گرما گیر؟ چرا؟

پ) مقدار ثابت تعادل آن در سه دمای ۲۵، ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به صورت زیر است:

$$K_p = 6/1 \times 10^{-2} \quad , \quad K_0 = 2/24 \quad , \quad K_p = 6/1 \times 10^{-2}$$

کدام یک، ثابت تعادل را در دمای اتاق نشان می دهد؟ توضیح دهید.

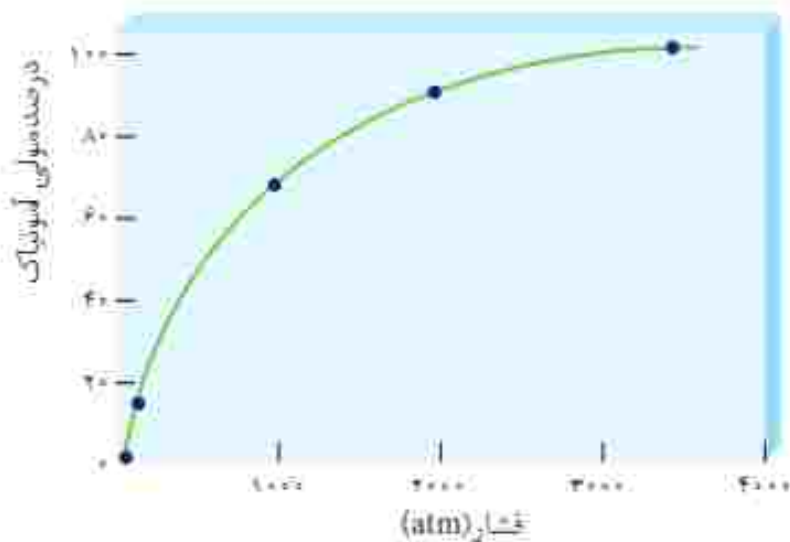
آیا می دانید

ساخت تجهیزات لازم برای تولید آمونیاک به ریچس هابر منبسط مهندسی کارل بوش است او کسی بود که مهندسی تجهیزات تولید آمونیاک را گسترش داد. از این رو، گاهی از فرآیند هابر به عنوان فرآیند هابر-بوش نام برده می شود.



فرانس هابر شیمی دان مشهور آلمانی و همکارش کارل بوش برای تلاش در تهیه آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزه نوبل دریافت کردند.

تاکنون آموختید که با تغییر غلظت، فشار و دما می توان سامانه های تعادلی را در جهت دلخواه جابه جا کرد. فریسی هابر نیز انتظار داشت که با تغییر این عوامل بتواند مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد. او می دانست که با افزایش دما و تأمین انرژی فعال سازی، سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. از این رو واکنش را در دماهای بالاتر بررسی کرد. دماهایی که در آنها واکنش با سرعت چشمگیری انجام می شد، اما با پیشرفت کمی به تعادل می رسید به طوری که سامانه بجزنتوی مخلوطی از هر سه گاز بود. جالب اینکه او هر چه دما را بالاتر می برد، درصد مولی آمونیاک در مخلوط کاهش می یافت (چرا؟). هابر دریافت که افزایش دما نمی تواند برای تولید آمونیاک بیشتر تمرینش باشد. او با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین تر یا سرعت مناسب انجام دهد، هر چند که هنوز هم درصد مولی آمونیاک در مخلوط مطلوب نبود. او برای رفع این مشکل، از افزایش فشار بر سامانه بهره برد (نمودار ۳).



نمودار ۳- در دمای ثابت، با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک در سامانه افزایش می یابد.

به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد. در پایان برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

۱- با توجه به شکل زیر که تعابیری از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می‌دهد به

پرسش‌ها پاسخ دهید.



• فرایند هابر نمونه‌ای از فناوری است که از تأثیر پیچیده شیمی بر زندگی ماست. هرچند تولید آمونیاک باعث انقلابی در رشد جنگ جهانی اول گردید، اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش باردهی قرار داده‌های کشاورزی فراهم شد.

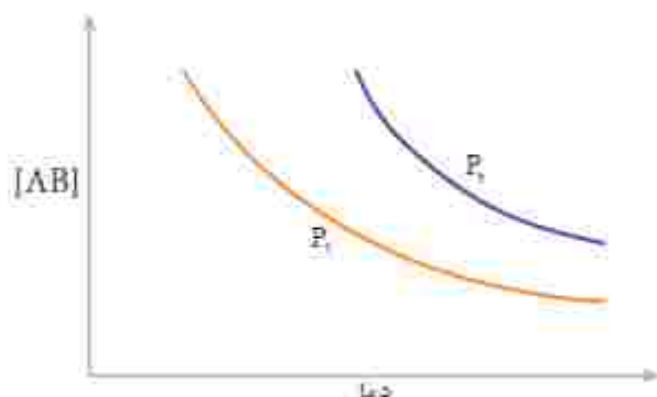
آ) در مورد روش کار هابر در این فناوری با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

ب) اگر نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب -۲۳ ، -۱۹۶ و -۲۵۲ درجه

سلسیوس باشد، کدام دما (۴۰°C یا -۲۰۰) را برای سرد کننده مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

۲- نمودار زیر تغییر غلظت فرآورده را برای واکنش تعادلی $A(g) + B(g) \rightleftharpoons AB(g)$

در دو شرایط متفاوت نشان می‌دهد.



آ) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟

ب) فشار P_1 از P_2 بزرگتر است یا کوچکتر؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

ارزش فناوری های شیمیایی

آیا می دانید



با وجود کشف منابع شیمیایی گوناگون، نفت هنوز قدرتمندترین و مهم‌ترین ماده برای اقتصاد جهان است. بر همین اساس دانشمندان کشورهای گوناگون بر خست و جوی منابع جدید این ماده شگفت‌انگیز حتی در شمالگان و جنوبگان هستند.



نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمرو و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. به همین دلیل برخی کشورها، صادرکننده این منابع و برخی دیگر واردکننده آنها هستند. در واقع برخی کشورهای دنیا با کسب درآمد از فروش منابع خود زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می‌کنند. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد این است که بسیاری از کشورهای منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فناوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آید، به فروش می‌رسانند. فرایندی که به خام فروشی منابع معروف است. روش دیگر این است که به کمک فناوری های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فرآورده‌های دیگر تبدیل کرد تا بتوان به قیمت بالاتری به فروش رساند. برای نمونه فروش نفت خام ساده‌ترین راه بهره‌برداری از این منبع طبیعی است و راه دیگر آن، پالایش نفت خام و تبدیل آن به فرآورده‌های پتروشیمیایی مانند آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین و ... است. خام فروشی برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است. برای نمونه قیمت یک تن مس خالص در بازارهای جهانی به هزاران برابر قیمت یک تن سنگ معدن مس می‌رسد. این تفاوت چشمگیر نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص سازی تا چه اندازه ارزشمند است (شکل ۹).



شکل ۹- مس، از سنگ معدن تا فلز (مس سرچشمه کرمان)

در شیمی ۲ با درصد خلوص مواد شیمیایی آشنا شدید، کمیتی که بر روی قیمت تمام شده آنها نقش تعیین کننده‌ای دارد. هر چه درصد خلوص ماده شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود. برای نمونه قیمت فلز مس با خلوص ۹۹/۹ درصد نسبت به فلز مس با خلوص ۹۶ درصد به طور چشمگیری بیشتر است. به همین دلیل فناوری های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآمدترین و درآمدزا به شمار می‌رود.

آیا می دانید

خود را بیازمایید

با توجه به شکل های زیر که قیمت تقریبی نفت خام و چند فراورده نفتی را نشان می دهد به پرسش های پاسخ دهید:



آ) با جست و جود در منابع معتبر، جدول زیر را کامل کنید.

نام ماده	روغن موتور	متانول	اتیلن پلیکول	پلی اتن	اتانول
قیمت (لیتر یا کیلوگرم (ریال))

ب) درباره جمله زیر گفت و گو کنید.

به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره وری اقتصاد یک کشور می شود.

فناوری را می توان به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست. فناوری ارتباطات، کشاورزی، غذایی، نظامی، دارویی، الکترونیکی و آموزشی از جمله فناوری هایی هستند که بشر امروزی از آنها برای حل مسائل خود بهره می برد. فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است. برای نمونه دانشمندان و مهندسان با استفاده از دانش مواد و دانش الکترونیسته و مغناطیس، وسایلی

پلیمر دینامیک Dymetex از گولار مقاوم تر است. هنگامی که صحبت از پلیمر های بسیار مقاوم در مقابل کشش می شود، اکثراً یاد گولار می افتد که مقاومت کششی آن حدود ۵ تا ۱۰ برابر مقاومت کششی فولاد هم جرم آن است. با این حال پلیمر تخصصی تریپا که جزء گردهای پلی اتن سنگین با قشره گی بسیار بالا، UHMWPE یا Ultra High Molecular Weight Polyethylene می باشد حتی مقاومت کششی بیشتری از گولار دارد. به دلیل مقاومت کششی بسیار بالای این پلیمر، از آن برای ساخت لیفت و طناب هایی بسیار مقاوم، مانند طناب های کوهنوردی استفاده می شود.

این پلیمر بسیار گران قیمت بوده و در حال حاضر هر تن از آن حدود ۲۵۰۰۰ دلار ارزش دارد. حال بیایید به بررسی ارزش فناوری در تولید این ماده بپردازیم.

شرکت پتروشیمی شتران اراک از این نوعی پلی اتن سنگین با نشانه اختصاری B CRP-۱۰ تولید می کند که در ساخت انواع لوله های آبرسانی، کشاورزی و شامپدنی به کار می رود. هر تن از این پلیمر حدود ۱۱۰۰۰ دلار ارزش دارد. اگر فرض کنیم قیمت هر تن آن حدود ۸۰۰۰ دلار باشد این شرکت پتروشیمی با تولید هر تن پلیمر B CRP-۱۰ حدود ۳۰۰۰ دلار ارزش افزوده ایجاد می کند. با این توصیف اگر شرکت

پتروشیمی شتران اراک، پلیمر دینامیک را از این تولید کند به ازای هر تن فراورده، در حدود ۲۴۰۰۰ دلار ارزش افزوده ایجاد خواهد کرد، بهر آن پلیمر تریپا ۲۵۰۰۰ دلار ارزش دارد.

مانند تلقین و رایانه همراه و بی سیم طراحی و تولید می کنند. وسایلی که مشکل برقراری ارتباط را برطرف می سازند. شیمی دان ها نیز با استفاده از دانش شیمی، مواد جدیدی می سازند یا روشی برای ساخت آسان تر و یا صرفه تر آنها ارائه می کنند. آنها همچنین به دنبال یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند. هر یک از این موارد بیانی از فناوری شیمیایی است (شکل ۱).



شکل ۱- روند کلی افزایش بهره وری با استفاده از فناوری های شیمیایی

در این درس به بررسی فناوری ساخت مواد شیمیایی جدید خواهیم پرداخت. اینکه شیمی دان ها چگونه و با چه روشی یک ماده شیمیایی را می سازند؟ بر چه اساسی مواد اولیه را انتخاب می کنند؟

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول های آلی

یکی از لذت بخش ترین فناوری های شیمیایی، سنتز مواد نو از جمله رنگ دانه ها، خوشبوکننده ها، داروهای ضد سرطان، الیاف، سوخت های دوستدار محیط زیست و مواد هوشمند است. در واقع سنتز را می توان کلون بسیاری از پژوهش های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می شود.

● سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند.

می دانید که اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند. گروه هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کنند. تولید یک ماده آلی جدید می تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد. شیمی دان ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده ای نو برای کاربردی معین سنتز می کنند. در این فرایند، شیمی دان ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند. برای نمونه در شیمی ۲ آموختید که برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

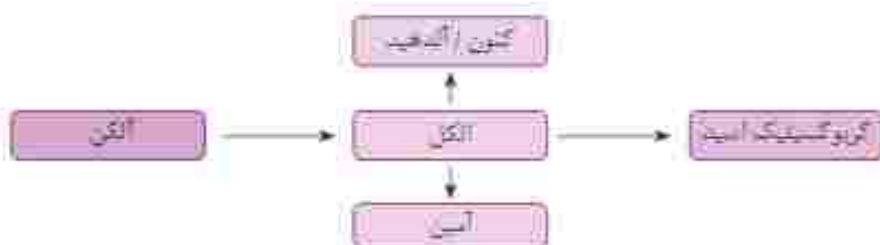
خود را بیازمایید

در نمودار زیر جاهای خالی را با نوشتن نام یا فرمول ماده شیمیایی پر کنید.



افشانه‌نی‌جسی‌گسسته‌مونه‌نی

اینک می‌پذیرید که می‌توان از گاز اتان مواد آلی گوناگون بر مصرف و اغلب ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است. به همین ترتیب با استفاده از مواد مناسب و واکنش‌های شیمیایی می‌توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد (نمودار ۴).



نمودار ۴- تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر

بدیهی است هرچه نوع و شمار گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد. توجه داشته باشید که بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کاررفته بستگی دارد. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند. در گام بعد دانش مهندسی برای تولید صنعتی آن ماده، فناوری لازم را طراحی و اجرا می‌کند.

آیا می‌دانید

سالانه در جهان حدود ۱۲۰ میلیارد لیتر اتانول تولید و مصرف می‌شود. اتانول را در صنعت از تخمیر مواد قندی موجود در گیاهانی مانند نیشکر، ذرت و ... تهیه می‌کنند. در کشور آمریکا و برزیل بزرگترین تولیدکننده اتانول در جهان هستند. به طوری که در حدود ۸۵ درصد کل اتانول تولید شده در جهان، مربوط به این دو کشور است.

صنایع شیمیایی یکی از بزرگترین صنایع کشور ما ایران است. کارخانه‌ها و شرکت‌های بسیار زیادی در این صنعت فعال هستند. تولیدات صنایع شیمیایی یا به‌طور مستقیم در زندگی روزانه ما مصرف می‌شوند یا برای تولید مواد و کالاهای جدید در صنایع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌همین دلیل صنایع شیمیایی بر صنایع دیگر تأثیر بی‌گذارد، به‌طوری که هرچه صنایع شیمیایی پیشرفته‌تر باشند و مواد با کیفیت بالاتری تولید کنند، کالاهای و محصولات تولید شده در شرکت‌ها و کارخانه‌های دیگر نیز کیفیت بالاتری خواهند داشت. در شکل زیر اغلب صنایعی که از تولیدات صنایع شیمیایی استفاده می‌کنند، نشان داده شده است.



ساخت بطری آب

سالانه شمار بسیار زیادی بطری پلاستیکی برای نگهداری و بسته‌بندی آب آشامیدنی تولید می‌شود. بطری آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می‌شود. برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

یکی از حقوق مصرف‌کنندگان این است که کالاهای تولید شده در صنایع گوناگون، از خلوص و کیفیت مناسب و باثباتی برخوردار باشند. در این راستا و برای اطمینان خاطر مصرف‌کنندگان همه کالاهای باید برچسب مشخصات و انواع مواد سازنده را داشته باشند. همچنین باید محتوای این برچسب‌ها توسط متخصصان شاغل در هر کارخانه تأیید شده باشد. بر همین اساس، یکی از جنبه‌های مهم در همه صنایع شیمیایی، کنترل کیفی فرآورده‌های تولید شده است. افراد شاغل در این پست باید دانش علوم تجربی و شیمی قوی داشته باشند. برای فهم بهتر، به این مثال توجه کنید: برچسب خوراکی‌ها، خواص تغذیه‌ای آنها را مشخص می‌کند. اگر بین شما به یک ماده غذایی افزودنی یا نگهدارنده حساسیت دارد، این حق سلامت که بدانید خوراکی‌ای که خورده‌اید می‌کند، از چه موادی تشکیل شده است، بنابراین بیشتر روی برچسب مواد غذایی اطلاعات دقیق آن نوشته شده باشد.

بخش کنترل کیفی در هر کارخانه‌ای موظف است که با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی دقیق و روزآمد و استفاده از ابزارها و دستگاه‌های اندازه‌گیری، محتوای و اجزای سازنده محصولات و مقدار آنها را تعیین و کنترل کند.

آیا می‌دانید
سالانه حدود ۶ میلیارد بطری پلاستیکی در سرتاسر جهان برای تأمین نگهداری و بسته‌بندی آب و نوشیدنی‌های گوارا تولید می‌شود.



آیا می‌دانید

تریلن نام تجاری و قدیمی پلی‌اتیلن ترفتالات است. این نام از مونومرهای این پلیمر، ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول گرفته شده است. البته نام تجاری امروزی این پلیمر، پت است.



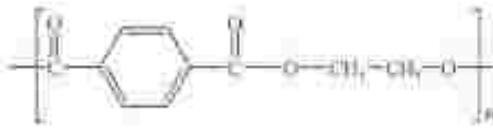
آیا می‌دانید

یکی از مراحل مهم هر تهیه یک ماده، جداسازی وخالص‌سازی آن است. واکنش پارازیلین با پتاسیم پرمنگات در محیط بازی را در نظر بگیرید پس از انجام واکنش مخلوطی به دست می‌آید که شامل پتاسیم پرمنگات اضافی، منگزیو (IV) اکسید، آب پارازیلین و اکسید بنزاده، ترفتالیک اسید و مواد دیگر است اکنون باید با استفاده از دانش شیمی، ترفتالیک اسید (قرنورده مورد نظر) را از مخلوط واکنش جداسازی کرد. بدیهی است درصورت خلوص ترفتالیک اسید به دانش و فناوری به کار رفته بستگی دارد.



خود را بیازمایید

فرمول ساختاری پلیمر سازنده بطری آب به شکل زیر است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) این پلیمر از کدام دسته پلیمرهاست؟ چرا؟

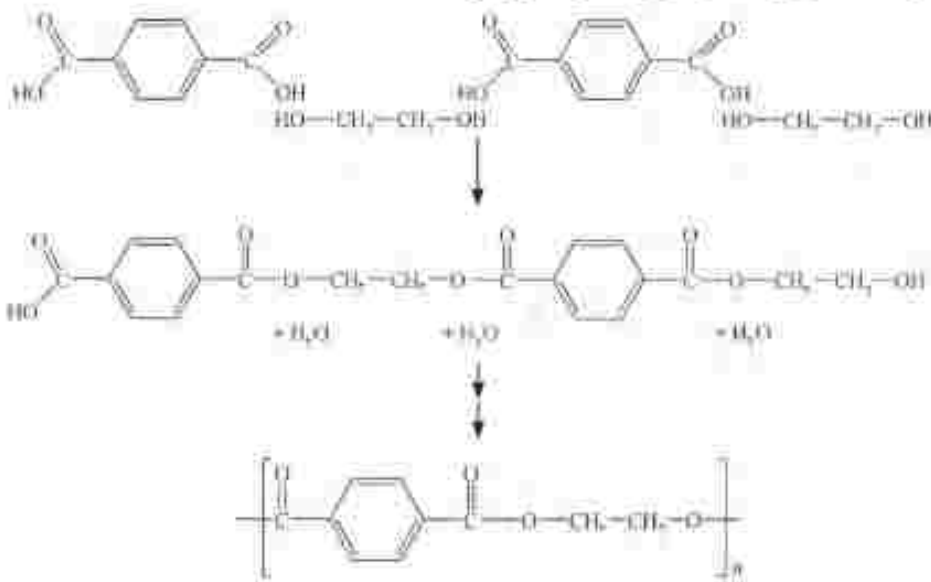
ب) ساختار مونومرهای سازنده این پلیمر را رسم کنید.

با توجه به آنچه که آموخته‌اید برای سنتز این پلیمر چه پیشنهادی دارید؟ پاسخ شما

درست است، از واکنش مونومرهای سازنده این پلیمر یعنی اتیلن گلیکول (الکل دواعلمی) با

ترفتالیک اسید (اسید دواعلمی) در شرایط مناسب می‌توان پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد.

شکل ۱۱، الگوی تشکیل این ماده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- الگوی تولید PET

اما مسئله این است که اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند. به دیگر سخن، به‌طور مستقیم نمی‌توان آنها را از نفت خام به دست آورد. پس چه باید کرد؟ در اینجا، با بهره‌گیری از دانش شیمی می‌توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می‌شوند، سنتز کرد.

اکتین باید در نقش یک شیمی‌دان، مواد اولیه و در دسترس را بررسی و براساس آموخته‌های خود، مواد مناسب برای سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول را انتخاب کرد. سپس مواد اولیه انتخاب شده را در شرایط مناسب واکنش داده و به ماده مورد نظر تبدیل نمود.

در یک واکنش شیمیایی قراردهایی تولید می شوند که دلخواه ما نیستند و سمات واکنش محبوب می شوند این سماتها، گاهی سمی و آذینده بوده و برای محیط زیست زیان آورند. بر همین اساس شیمی دان های دوستدار محیط زیست رشته های دانشگاهی زیر به نام شیمی سبز با راهکارهای زیر راه اندازی کرده اند.

شیمی سبز یا طراحی مواد و فرایندهای شیمیایی مناسب است. هدف از کاهش مواد زیان آور و سمی و حرکت در مسیر توسعه پایدار می شود. توسعه پایدار به معنی بهره برداری خوشمندانه و مناسب از منابع برای تأمین نیازهای امروز بدون تحمیل هزینه به آیندگان تعریف می شود.

۱- بررسی هاشان می دهند که می توان مواد زیر را علی فرایندهایی از نفت خام به دست آورد.



پارازایلن



اتین



بنزن

با بررسی فرمول های ساختاری زیر به پرسش های داده شده پاسخ دهید.



پارازایلن



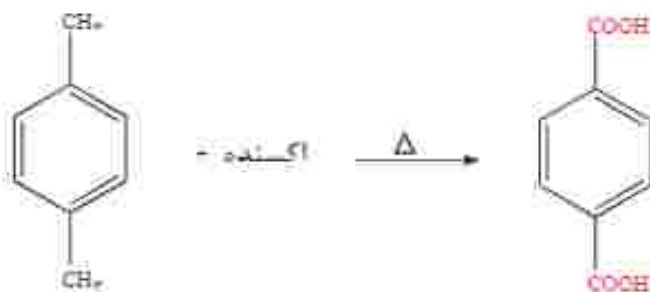
ترفتالیک اسید

آ) برای تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلن، چه تغییری باید در ساختار پارازایلن ایجاد کرد؟
ب) عدد اکسایش اتم های کربن شماره دار را در این دو ترکیب تعیین کنید.

پ) با توجه به آمونته های خود در یاره واکنش های اکسایش - کاهش، برای تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید کدام دسته از مواد زیر را مناسب می دانید؟ توضیح دهید.

- اکسنده ها □ کاهشنده ها

۲- پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با یازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می کند.



آ) در این واکنش بین پرمنگنات به منگنز (IV) اکسید تبدیل می شود. تغییر عدد اکسایش اتم منگنز در این واکنش چند است؟ (عدد اکسایش اتم منگنز در یون پرمنگنات برابر با +۷ است).
ب) انرژی فعال سازی این واکنش زیاد است یا کم؟ چرا؟

پی بردید که یون پرمنگنات گونه ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه های دیگر می شود. با وجود غلظت بالای آن، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی شود.

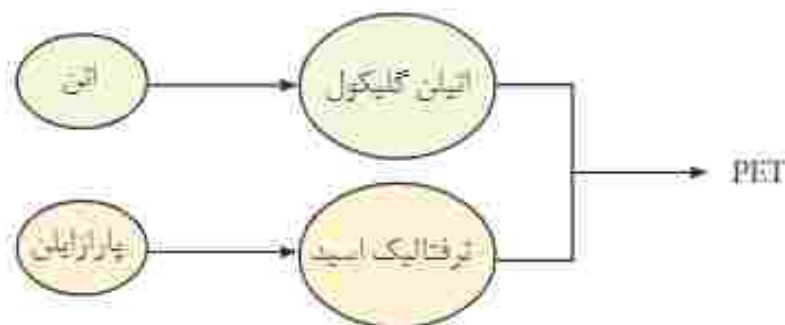
مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست. همه اینها نشان می‌دهد که اکسایش پارازایلین به ترفتالیک اسید دشوار است. از این رو شیعی ذابن‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش‌های فراوان دریافته‌اند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد. البته پژوهش‌ها برای یافتن واکنشی پربازده و با صرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.

تاکنون تهیه یکی از واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز برای سنتز پلیمر به‌کار رفته در بطوری آب را فرا گرفتید. هرچند انجام این واکنش در مقیاس صنعتی بسیار پیچیده‌تر و دشوارتر از آن چیزی است که روی کاغذ نوشته می‌شود.

اینک دومین واکنش‌دهنده (اتیلن گلیکول) را باید تهیه کرد. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را با یک ماده شیمیایی مناسب و مؤثر واکنش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.



اکنون می‌توان با انجام واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید (مونومرهای سازنده پلیمر) پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ فرایند کلی سنتز PET

این پلیمر همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به‌کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل پسماند آنها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به‌شمار می‌آید. بنابراین ضروری است بازیافت پلاستیک‌ها را به‌طور دقیق بررسی کنیم تا با نقش فناوری شیمیایی در بازیافت آنها آشنا شویم.

در میان تارنماها

آیا می دانید

سالانه ۸ تا ۱۰ میلیارد کیلوگرم پلاستیک وارد اقیانوس‌های شیبند. این مواد اقیانوس بر ماده پلیمری شامل مواد شیمیایی گوناگونی نیز مانند نرم‌کننده‌ها، رنگدانه‌ها و پلاستیک‌کننده هستند که برای جفتاران مضرند و سامانه عصبی آنها را مختل می‌کنند.



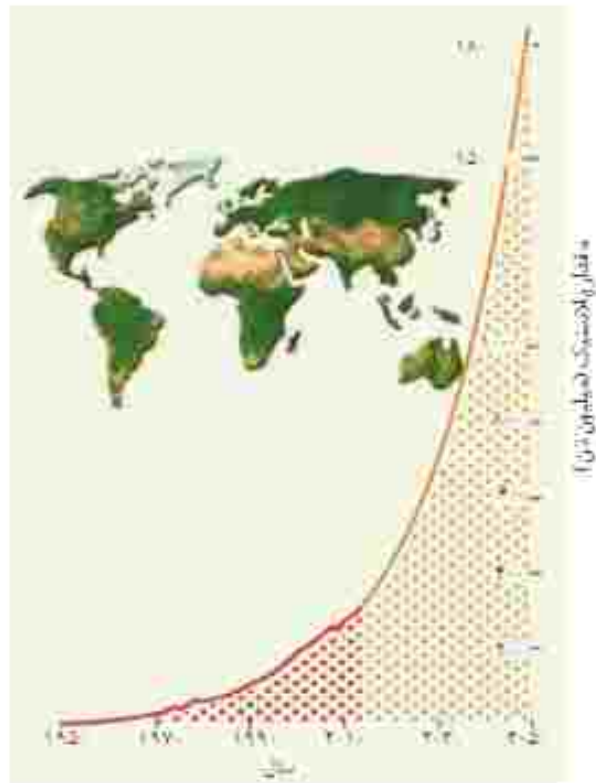
سالانه تعداد زیادی از جنس‌های پلاستیکی در اقیانوس‌های شیبند و می‌میرند.



در شیمی ۲ با پلیمرهای سبز که زیست تخریب پذیرند آشنا شدید. با مراجعه به منابع علمی معتبر، گزارشی از این پلیمرها در مقایسه با پلیمرهای حاصل از مواد نفتی از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی تهیه و در کلاس ارائه کنید.

باز یافت PET

پلاستیک‌ها را می‌توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست. این مواد به دلیل ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، نفوذپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند؛ به طوری که امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می‌شود و این روند روبه افزایش است (نمودار ۵).



نمودار ۵- روند تولید پلاستیک از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۵۰ میلادی

استفاده بی‌رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آنها سبب شده که در جای جایی گره زمین یافت شوند. از این رو باز یافت آنها اجتناب ناپذیر است. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید آنها را جداگانه جمع‌آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

آیا می دانید

فقط ۱۸ درصد پلاستیک های تولید شده در جهان بازیافت می شود!!!



صنعت بازیافت به یکی از کلیدی ترین صنایع در قرن آینده تبدیل خواهد شد. بسیاری از کشورهای که از دانش و فناوری پیشرفته تری برخوردار باشد سهم قابل توجهی از زمین بازار جهانی را به خود اختصاص خواهند داد.

آیا می دانید

سالانه حدود ۷۰ میلیون تن متانول در سراسر دنیا تولید می شود. از متانول برای تولید فرمالدهید، استیک اسید، سوخت و ... استفاده می شود. شرکت های پتروشیمی ایران نیز سالانه مقدار قابل توجهی متانول تولید می کنند، به طوری که کشور ایران به یکی از صادرکنندگان متانول تبدیل شده است.

یکی از راه های بازیافت این است که آنها را پس از شست و شو و تمیز کردن، خوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می کنند.

البته پس از شست و شوی مواد پلاستیکی می توان آنها را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد. اما راه دیگری نیز وجود دارد که این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می کنند. باید توجه داشت که سطح خاوری هر کشور یا گروه صنعتی است که تعیین می کند کدام راه را باید انتخاب کرد، زیرا برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بسیار دشوار است. از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای این پلیمر تولید می شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است. در سیمی ۲ آموختید که پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند. شیمی دان ها با بررسی های فراوان پی بردند که PET نیز در شرایط مناسبه با متانول واکنش می دهد و به مواد مفیدی تبدیل می شود؛ موادی که می توان آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد. بررسی ها نشان می دهد که سالانه به مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است. اکنون این پرسش مطرح می شود که چگونه می توان در مقیاس صنعتی متانول تولید کرد؟

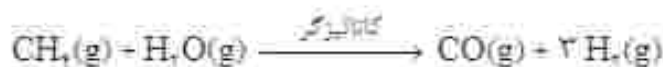
متانول طبیعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد. در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند. معادله شیمیایی این واکنش به صورت زیر است:



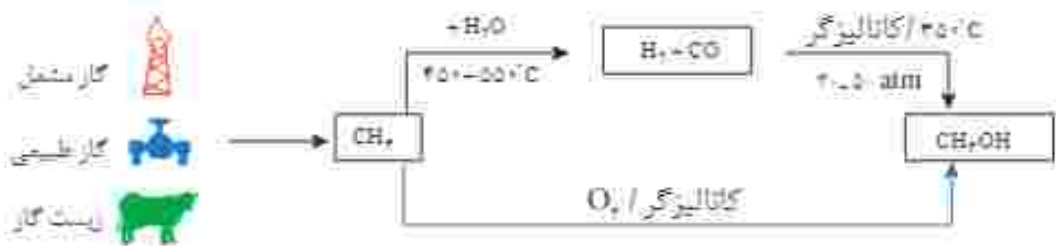
مواد واکنش دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند از این رو نخست باید آنها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد. برای تهیه گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن می توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد.

آیا می دانید

سالانه ۱۴۰ میلیارد متر مکعب گاز متان در میدان‌های نفتی تراسرکتسو عتیا سوزانده می‌شود.



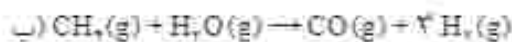
گاز متان سوزنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در این میدان‌ها برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از آن را می‌سوزانند. گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد (چرا؟) و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون از یک سو و ارزان بودن گاز متان از سوی دیگر، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد (نمودار ۶).



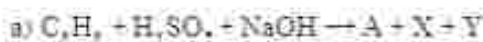
نمودار ۶ روش‌های تولید متانول: تولید مستقیم متانول از متان چه منشی تازه؟

خود را بیازمایید

۱- در هر یک از واکنش‌های زیر مشخص کنید کدام گونه اکسایش و کدام کاهش یافته است؟



۲- شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. معادله‌های شیمیایی موازنه نشده زیر تهیه ماده A را به دوروش نشان می‌دهد.



براین واکنش‌ها X و Y پسماند هستند، اما Z یک حلال صنعتی است.

آ) در کدام واکنش، همه اتم‌های مواد واکنش‌دهنده، به مواد ارزشمند تبدیل شده‌اند؟

چرا؟

ب) براساس اصول شیمی سبز، کدام واکنش از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد؟ چرا؟

• یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه‌تر است که شعاع بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فرآورده‌های سودمند تبدیل شود.

تصریح‌های دوره‌ای

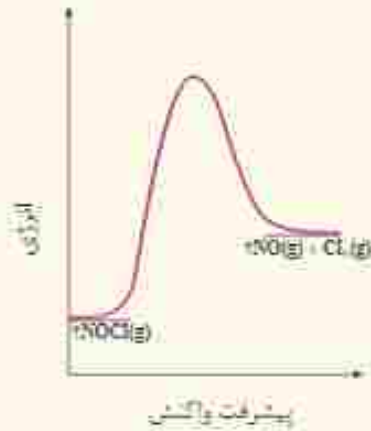
۱- برای هر یک از جمله‌های زیر دلیلی بنویسید.

(آ) استفاده از کاتالیزگر در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شود.

(ب) در تعادل‌های گازی گرماگیر با افزایش دما در فشار ثابت، K افزایش می‌یابد.

(پ) واکنشی که در آن از یک هیدروکربن، ترکیب آلی اکسیژن‌دار تولید می‌شود، یک واکنش اکسایش-کاهش است.

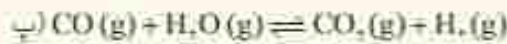
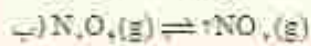
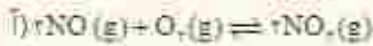
۲- با توجه به نمودارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(آ) انرژی فعال‌سازی و آنتالپی هر واکنش را روی نمودار مشخص کنید.

(ب) سرعت کدام واکنش در شرایط یکسان کمتر است؟ چرا؟

۳- در کدام سامانه تعادلی زیر، کاهش حجم سامانه در دمای ثابت سبب افزایش مقدار فراورده‌ها می‌شود؟ توضیح دهید.



۴- با توجه به نمودار روبه‌رو، درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را مشخص کنید:

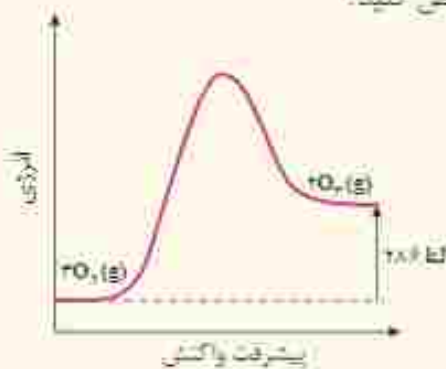
(آ) انرژی فعال‌سازی از آنتالپی واکنش بزرگ‌تر است.

(ب) آنتالپی (محتوای انرژی) فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.

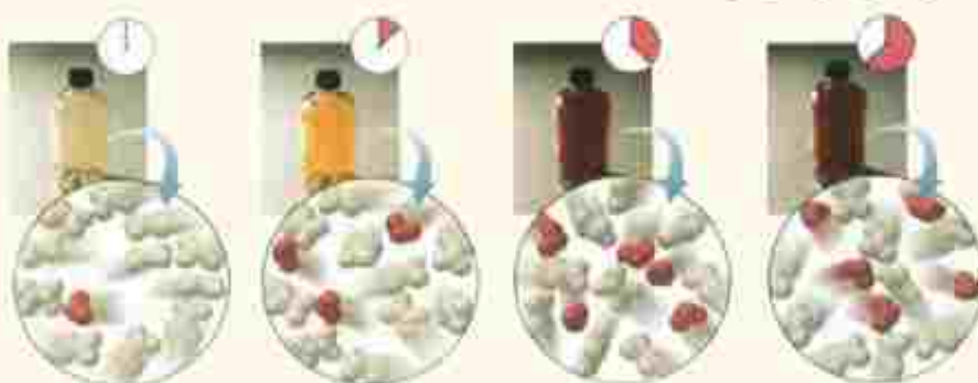
(پ) مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها بزرگ‌تر از فراورده‌ها است.

(ت) اگر این واکنش درون سیلندر یا پیستون روان به تعادل برسد، با افزایش

فشار در دمای ثابت، شعاع مول‌های اوزون کاهش می‌یابد.



۵. شکل زیر پیشرفت واکنش تبدیل گازی رنگ N_2O_4 به گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 را با گذشت زمان در دمای ثابت نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

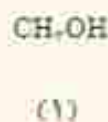
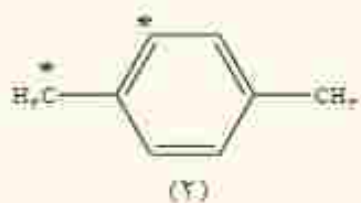


آ) آیا واکنش به تعادل رسیده است؟ توضیح دهید.

ب) اگر حجم سامانه ۲ لیتر و هر ذره هم ارز با ۱/۱ مول از آن گونه باشد، ثابت تعادل واکنش زیر را در این دما حساب کنید.



ج) با توجه به ساختار ترکیب‌های آلی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن ستاره‌دار را تعیین کنید.

ب) در تبدیل ترکیب (۲) به تریتالیک اسید، عدد اکسایش کدام اتم ستاره‌دار تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.

پ) روش تهیه یک دی‌استر از مواد (۱) و فرآورده حاصل از اکسایش (۲) را با نوشتن معادله‌های شیمیایی موازنه شده نشان دهید.

۷. هر یک از موارد زیر سنتز یک فرآورده هدف را نشان می‌دهد. هر نقطه چین را با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.



واژه‌نامه

فرآیند پوشش سطح یک جسم با لایه نازکی از یک فلز یا سولفید الکترولیتی است.	۶-	Electroplating	الکتروپلاتی
الکترومی که بر سطح آن اکسایش رخ می‌دهد.	۱۵	Anode	آند
ماده‌ای که می‌تواند در واکنش با بارها، تنگ تولید کند.	۱۲	Acid	اسید
ماده‌ای که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم (H ⁺) را افزایش می‌دهد.	۱۵	Arrhenius Acid	اسید آرنیوس
اسیدی که پس از حل شدن در آب، هر مولکول آن حداکثر یک هیدرونیوم تولید کند.	۱۸	Monoprotic Acid	اسید تک پروتون دار
گروه کمپلکس اسید باز تجزیه تر از گریته می‌شود یا می‌تواند بدون شلخته است.	۵	Fatty Acid	اسید چرب
اگر عملی حالت تعادلی یک ماده را بر وجه برآید، ماده را برای رسیدن به تعادل جدید در جوشی جدید جا می‌شود که تأثیر عامل یاد شده را به کمترین میزان خود برساند.	۱۲	Le Chatelier's Principle	اصل لو شاتلیه
فرایندی که در آن ماده‌ای با یا مولکول‌ها الکترون از دست می‌دهند.	۴-	Oxidation	اکسایش
موتی‌ای است که در یک واکنش اکسایش - کاهش مولکول دیگری را اکسید می‌کند.	۴-	Oxidant	اکسید کننده
رسانایی الکتریکی در یک نیم‌سلول الکتروشیمیایی است.	۲۲	Electrode	الکتروده
علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی از انجام واکنش اکسایش - کاهش است.	۲۸	Electrochemistry	الکتروشیمی
حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی است.	۱۵	Activation Energy	انرژی فعال‌ساز
ماده‌ای تجزیه می‌شود که در واکنش با اسیدها، تنگ تولید می‌کند.	۱۲	Base	باز
ماده‌ای که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدروکسید (OH ⁻) را افزایش می‌دهد.	۱۵	Arrhenius Base	باز آرنیوس
واکنش شیمیایی که با عبور جریان برق از محلول یونی یا ترکیب یونی مذاب انجام می‌شود.	۵۲	Electrolysis	برق‌کافت
اختلاف پتانسیل است که میان نیمه‌سلول (الکتروده) و محلول آبی دارای یون فلزی (الکترولیت) با غلظت یک مولار در دمای ۲۵°C (شرایط استاندارد) وجود دارد و نسبت به نیم‌سلول استاندارد هیدروژن مرجع تعیین می‌شود.	۲۷	Standard Electrode Potential	پتانسیل الکترودی استاندارد
پتانسیل الکترودی استاندارد که برای فرایند کاهش (گونه کاهشدهنده + e ⁻) گونه اکسید کننده محو می‌شود.	۲۷	Standard Reduction Potential	پتانسیل کاهش استاندارد
به انرژی جاذبه الکتروستاتیکی موجود میان یون‌های نامعادل می‌گویند.	۷۷	Ionic Bond	پیوند یونی
ترکیبی است که از یون‌ها در عنصر مختلف تشکیل شده است.	۷۸	Binary Ionic Compound	ترکیب یونی دوتایی
ترکیبی که در دمای استاندارد تنها یون‌های مثبت و منفی هستند.	۷۸	Ionic Compound	ترکیب یونی
ترکیبی که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است.	۴۹	Molecular Compound	ترکیب مولکولی
حالتی برای ماده شیمیایی برگشت پذیر با دمای ثابت است که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با یکدیگر برابر می‌شود.	۲۱	Chemical Equilibrium	تعادل شیمیایی
عدد ثابتی است که از جایگزین کردن غلظت‌های تعادلی مواد شرکت کننده در واکنش، در عبارت ثابت تعادل به دست می‌آید.	۲۲	Equilibrium Constant	ثابت تعادل

۱۳	Acid Ionization Constant (K_a)	ثابت یونش اسید
۱۱	Base Ionization Constant (K_b)	ثابت یونش باز
۶۱	Covalent Solid	جامد گیروالانسی
۷۳	Bonding Electron Pair	جفت الکترون پیوندی
۷۱	Non-Bonding Electron Pair	جفت الکترون ناپیوندی
۵۶	Cathodic Protection	حفاظت کاتدی
۵۸	Corrosion	خیزدگی
۱۷	Electronic Conductor	رسانایی الکترونی
۱۷	Ionic Conductor	رسانایی یونی
۱۷	Electrochemical Series	سری الکتروشیمیایی
۵۴	Electrolytic Cell	سلول الکترولیتی
۵۰	Fuel Cell	سلول سوختی
۲۲	Galvanic Cell	سلول گالوانی
۷۸	Crystal Lattice	شکله بلور
۶	Soap	صابون
۱۰۶	Equilibrium Constant Expression	عبارت ثابت تعادل
۵۴	Oxidation Number	عدد اکسایش
۱۷	Catalyst	کاتالیزور
۲۵	Cathode	کاتد
۲۰	Reduction	کاهش
۲۰	Reductant	کاهنده
۲۶	Electromotive Force	نیروی الکتروموتوری
۲۲	Half-Cell	نیم سلول
۲۰	Half-Reaction	نیم واکنش
۲۰	Oxidation - Reduction Reaction	واکنش اکسایش-کاهش
۲۵	Electrode Reaction	واکنش الکترودی
	مقدار ثابت تعادل برتری یونش یک اسید در محلول آبی و معین است.	
	مقدار ثابت تعادل برتری یونش یک باز در محلول آبی و معین است.	
	دارای جامداتی که در آن همه اتم های سارده با پیوندهای گیروالانسی با یکدیگر متصل شده اند و در مجموع شبکه ای توپا سه بعدی ایجاد می کند.	
	جفت الکترونی است که میان هسته دو اتم قرار دارد و پیوند شیمیایی را بوجود می آورد.	
	جفت الکترونی است که به یک اتم لقی دارد و در تشکیل پیوند شیمیایی شرکت نمی کند.	
	حفاظت قطب در برابر خیزدگی از راه اتصال آن به یک قطب یا II منفی تر است.	
	فرایندی است که در آن یک قطب بر اثر واکنش اکسایش-کاهش تخریب می شود.	
	مانده ای که جریان برق را به کمک الکترون ها از خود عبور می دهد.	
	مانده ای که جریان برق را به کمک حرکت یون ها از خود عبور می دهد.	
	فهرستی که در آن فلزها به ترتیب II مرتبه شده اند.	
	نوعی سلول الکتروشیمیایی که با عبور جریان برق از آن، یک تغییر شیمیایی روی می دهد.	
	نوعی سلول گالوانی است که در آن انرژی الکترونی از اکسایش یک سوخت گازی شکل مشتق می شود یا مثال به دست می آید.	
	نوعی سلول الکتروشیمیایی که با انجام یک واکنش اکسایش-کاهش، انرژی الکترونی تولید می کند.	
	رژیم مدیسی، منظم و تکرار شونده نره های (اتم ها) بین جاد و مولکول ها سارده با یکدیگر است.	
	به نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم، اسیدهای چرب گفته می شود.	
	رابطه ای ریاضی است که نسبت حاصل ضرب غلظت تعدادی فرایده (ها) به توان ضرب استوکیومتری آن (ها) به حاصل ضرب غلظت تعدادی واکنش دهنده (ها) به توان ضرب استوکیومتری آن (ها) را بر معنی نشان می دهد.	
	به بار الکترونی نسبی اتم یک عنصر در گونه شیمیایی گفته می شود.	
	ماده ای که بر سرعت واکنش های شیمیایی می افزاید.	
	الکترودی که بر سطح آن نیم واکنش کاهش رخ می دهد.	
	فرایندی که در آن اتم ها بین جاد یا مولکول ها الکترون دریافت می کنند.	
	گونه ای است که در یک واکنش اکسایش-کاهش گونه دیگر را کاهش می دهد.	
	اختلاف پتانسیل الکترودی استاندارد دو نیم سلول در یک سلول گالوانی است.	
	نیمی از یک سلول الکتروشیمیایی که الکترود و الکترولیت را شامل می شود.	
	واکنشی است که در یک نیم سلول رخ می دهد.	
	واکنشی که در آن یک یا چند الکترون از گونه ای به گونه دیگر منتقل می شود.	
	واکنش اکسایش یا کاهش که در مرز میان رسانای الکترونی و رسانای یونی رخ می دهد.	

منابع

- ۱- اصول شیمی عمومی، مارتن سیلبرگ، ترجمه: دکتر مجید میرمحمدصادقی - دکتر غلامعباس پارساافر - دکتر محمدرضا سعیدی، انتشارات نوروزیان، سال ۱۳۹۴.
- ۲- شیمی عمومی، بروس آدوارد ریستن، کنودور لسلی براون، هرولد بوجین لی می جونپور، ترجمه: مجید محمودی هاشمی، علی نغزآبادی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۹۵.
- ۳- شیمی عمومی، جان کرمور لیمبر، ترجمه: عیسی باوری، انتشارات دانشگاهی، سال ۱۳۹۵.
- 4- Silberberg, M. S., Principles of General Chemistry, Mc GrawHill, 2007.
- 5- Reger, D. L., Gooda, S. R. Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- 6- Kotz, John C., Treichel, Paul M., Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity, 2006, Thomson - Brooks Cole.
- 7- Ebbing, Darrell D., Gammon, Steven D., General Chemistry, 2009, Brooks/Cole.
- 8- Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, 2010, Pearson.
- 9- Russo, S., Silver, M., Introductory Chemistry, 2011, Prentice Hall.
- 10- Phillips, J.S.; Stozak, V.S.; Wistrom, C.; Zike, D. Chemistry, Concepts and Applications, 2009, Glencoe McGraw- will.
- 11- Gilbert, T.R.; Kirra, R.V., Foster, N.; Davies, Chemistry, the science context, 2009, WW Norton & Company.
- 12- Middlecamp Catherine H. [et al.] Chemistry In Context: Applying Chemistry To Society, 2012.
- 13- Seager Spencer L., Slabaugh Micheal R., Chemistry for Today General, Organic, and Biochemistry, 2014.
- 14- Tro Nivaldi J., Chemistry in Focus, A Molecular View of Our World, 2009.
- 15- Chang Raymond, Chemistry, 2010.
- 16- Burdge, J., Overby, J., Chemistry (atom first), Mc Graw Hill, 2018.
- 17- Zumdahl, S.S.; Zumdahl, S.A.; DeDoste, D.J., Chemistry, CENGAGE Learning, 2018.
- 18- NCNurry, J.E.; FAY R.C., General Chemistry, Pearson, 2014.
- 19- Smith, J.G., Principles of General, Organic & Biological Chemistry, Mc Graw Hill, 2012.
- 20- Chastko, A.; Goldie, J.; Mustoe, F.; Phillips, I.; Searle, S., Inquiry into Chemistry, Mc Graw Hill, 2007.

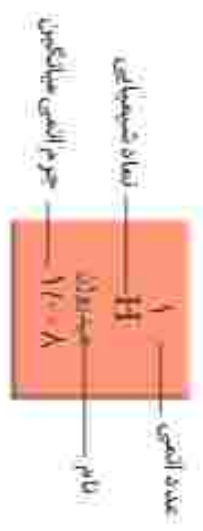


سالمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را بعنوان یک سیاست اجرایی مهم ملی می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های بررسی توانگشته، کتاب‌های درسی را در اولویت سالی چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجحیت تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهوش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارجح نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مشارکتی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کردند، به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب شیمی ۳ - کد: ۱۱۲۲۱۰

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	تاریخ	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	شمس حیدری	گرمشک	۲۲	صباح شیری	ایلام
۲	سعید هدایتی	شیراز	۲۴	زاین مسگری کیا	همدان، ناحیه ۱
۳	سید حبیبی	قزوین	۲۵	مهناز غراشانی زاده	خراسان جنوبی
۴	سوسن باقری	مرکزی	۲۶	علیرضا بادسی	سیستان و بلوچستان
۵	مریم قربانی	خراسان شمالی	۲۷	محمد سلیمشخانی	ایلام
۶	فاطمه شعلی	سمنان	۲۸	محمدعلی سلیمی نیا	کرمان
۷	آرزو توتوچی	آذربایجان شرقی	۲۹	جلال حسن روحی	ارمنجان
۸	هدا نظاری	کرمانشاه	۳۰	حسن گاشی	اصفهان
۹	مونا احمدی	قزوین	۳۱	داریوش تهرانی سلامی	گیلان
۱۰	ناز مصوری	خراسان شمالی	۳۲	رقیه پور قیادی	ارستان
۱۱	آرینا معصوم پور	سمنان	۳۳	مرتضی زاری	یلدره‌پایس، ناحیه ۱
۱۲	مرتضی فتحی زاده	ایلام	۳۴	علی حمیدی	تهران (شهرستان خا)
۱۳	وحید اسدی	قزوین	۳۵	زهرا شعلی	زنجان
۱۴	فریبا مرسلی	آذربایجان شرقی	۳۶	علیرضا حبلی	گلستان
۱۵	مریم خراسانی	خراسان جنوبی	۳۷	تعمیر احمدی	زنجان
۱۶	احسان عقیقی	اراک، ناحیه ۱	۳۸	زهرا ارزانی	کرج، ناحیه ۹
۱۷	راضیه اکبری سعید	گیودرلهک	۳۹	محمد قادر پناه	ارمنجان
۱۸	پیمان حبیبی	کرمانشاه	۴۰	فرهنگ جلالی	اهواز، ناحیه ۱
۱۹	فریده سلطانی اصل	تهران (شهرستان خا)	۴۱	حسن نظری	اصفهان
۲۰	ولی جوان	قزوین	۴۲	مسعود راستیانی منش	گیلانویه و بیدرآحمد
۲۱	محمدعلی رضایت	قزوین	۴۳	حسین موحیدی نیا	یلدره‌پایس، ناحیه ۱
۲۲	سیده لیلا فانی	یزد	۴۴	عابد رحمانی	ارمنجان
۲۳	یحیی حمید	خوزستان	۴۵	سحانه گیلی	گرمات‌آه
۲۴	شاهلا مهدوی	اصفهان	۴۶	غیاث‌الاحمد نجفی	بوشهر
۲۵	فریض الله گریخی	اهواز، ناحیه ۲	۴۷	حجت اله پاک عطرب	خراسان رضوی
۲۶	علویه رزق	بازرگان	۴۸	مژگان آبی	شهرتهران
۲۷	ملیحه خیار	خراسان رضوی	۴۹	غیاثعلی صادقی	گلستان
۲۸	مژگل حسین پور	گیلان	۵۰	جستید لطفیل	شهرتهران
۲۹	منوچهر استغیال زاده	کرمان	۵۱	علی شهری	تهران (شهرستان خا)
۳۰	جهان‌نیا حاجتی	قزوین	۵۲	اکبر رضایی	تهران
۳۱	محمدامین طهمی	تهران	۵۳	مهدی هاشمیان	خوزستان
۳۲	اوزنگ باقی	گیلان			

جدول دوره ای عناصر



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																
H Hydrogen 1.008	He Helium 4.003	Li Lithium 6.941	Be Beryllium 9.012	B Boron 10.811	C Carbon 12.011	N Nitrogen 14.007	O Oxygen 15.999	F Fluorine 18.998	Ne Neon 20.180	Na Sodium 22.990	Mg Magnesium 24.305	Al Aluminum 26.982	Si Silicon 28.086	P Phosphorus 30.974	S Sulfur 32.065	Cl Chlorine 35.453	Ar Argon 39.948	K Potassium 39.098	Ca Calcium 40.078	Sc Scandium 44.956	Ti Titanium 47.887	V Vanadium 50.942	Cr Chromium 51.996	Mn Manganese 54.938	Fe Iron 55.845	Co Cobalt 58.933	Ni Nickel 58.693	Cu Copper 63.546	Zn Zinc 65.38	Ga Gallium 69.723	Ge Germanium 72.64	As Arsenic 74.922	Se Selenium 78.96	Br Bromine 79.904	Kr Krypton 83.8	Rb Rubidium 85.468	Sr Strontium 87.62	Y Yttrium 88.906	Zr Zirconium 91.224	Nb Niobium 92.906	Mo Molybdenum 95.94	Tc Technetium 98	Ru Ruthenium 101.07	Rh Rhodium 102.91	Pd Palladium 106.42	Ag Silver 107.87	Cd Cadmium 112.41	In Indium 114.82	Sn Tin 118.71	Sb Antimony 121.76	Te Tellurium 127.6	I Iodine 126.91	Xe Xenon 131.29	Ba Barium 137.33	La Lanthanum 138.91	Ce Cerium 140.12	Pr Praseodymium 140.91	Nd Neodymium 144.24	Pm Promethium 145	Sm Samarium 150.36	Eu Europium 151.96	Gd Gadolinium 157.25	Tb Terbium 158.93	Dy Dysprosium 162.50	Ho Holmium 164.93	Er Erbium 167.26	Tm Thulium 168.93	Yb Ytterbium 173.05	Lu Lutetium 174.97	Hf Hafnium 178.49	Ta Tantalum 180.95	W Tungsten 183.84	Re Rhenium 186.21	Os Osmium 190.23	Ir Iridium 192.22	Pt Platinum 195.08	Au Gold 196.97	Hg Mercury 200.59	Tl Thallium 204.38	Pb Lead 207.2	Bi Bismuth 208.98	Po Polonium 209	At Astatine 210	Rn Radon 222	Fr Francium 223	Ra Radium 226	Ac Actinium 227	Th Thorium 232.04	Pa Protactinium 231.04	U Uranium 238.03	Np Neptunium 237	Pu Plutonium 244	Am Americium 243	Cm Curium 247	Bk Berkelium 247	Cf Californium 251	Es Einsteinium 252	Fm Fermium 257	Mn Mendelevium 258	Nv Nobelium 259	Lr Lawrencium 260	Rf Rutherfordium 261	Db Dubnium 262	Sg Seaborgium 266	Bh Bohrium 264	Hs Hassium 277	Mt Meitnerium 268	Ds Darmstadtium 271	Rg Roentgenium 272	Cn Copernicium 285	Fl Flerovium 289	Mc Moscovium 288	Lv Livermorium 293	Ts Tennessine 289	Og Oganesson 294

جدول دوره ای عناصر بر اساس عدد اتمی مرتب شده است. در این جدول، عناصر به صورت مربعی نمایش داده شده و هر مربع شامل نماد عنصر، نام کامل عنصر و عدد اتمی آن است. عناصر در جدول به صورت دوره‌ای و گروه‌بندی شده‌اند. عناصری که در جدول به صورت ... نمایش داده شده‌اند، عناصری هستند که در طبیعت یافت نمی‌شوند و فقط در آزمایشگاه ساخته شده‌اند.