

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

شیمی (۳)

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

پایه دوازدهم

دوره دوم متوسطه

محمد کامیار عبدی





وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شیمی (۳) - پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۳۹۰

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، شریف کامیابی، رضا فارغی علمداری، محسن گلبن حقیقی، محمد قربان دکامین، رسول عبدالله میرزائی، عابد بدریان، دوست محمد سمیعی، معصومه شاه‌محمدی‌اردبیلی، راضیه بنگدارسخی، حسین زمانی‌سیفی‌کار، فرشاد صیرفی‌زاده، بهزاد زنجانی‌نژاد و منصور مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، رضا فارغی علمداری و رسول عبدالله میرزائی (اعضای گروه تألیف).

حسن حذرخانی (ویراستار علمی) - علی‌اکبر میرجعفری (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

احمد رضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - مجید ناکری یونسی (مدیر هنری) - توفیق علائی (طراح گرافیک و صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد) - سیده فاطمه طباطبایی، فاطمه پزشکی، حمید ثابت کلاچاهی (امور آماده‌سازی)

تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)، تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ هشتم ۱۴۰۴

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۳۱۵۶-۳

ISBN: 978-964-05-3156-3

جوان‌ها قدر جوانیشان را
بدانند و آن را در علم و
تقوی و سازندگی خودشان
صرف کنند که اشخاصی
امین و صالح بشوند.
مملکت ما با اشخاص امین
می‌تواند مستقل باشد.
امام خمینی «قُدّس سرّه»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی 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

فصل اوّل: مولکول ها در خدمت تندرستی ۱



فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۳۷



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



فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن تر ۹۱



واژه‌نامه ۱۲۴

منابع ۱۲۶

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:

- مسئولیت‌پذیر، نوع دوست، جمع‌گرا و جهان‌اندیش باشند.
- ضمن بهره‌برداری از منابع طبیعی، آنها را امانت الهی بدانند و این منابع را برای نسل‌های آینده حفظ کنند.
- از آموخته‌های خود در زندگی فردی و اجتماعی بهره‌گیرند تا زندگی سالم و با نشاطی برای خود و جامعه فراهم کنند.
- اخلاق مدار باشند و در همه حال خداوند را ناظر و حاضر بر اعمال خود بدانند.
- بر اساس این برنامه، دانش‌آموزان دوره‌دوم متوسطه باید به این شایستگی‌ها برسند:
- با درک ماهیت، روش و فرایند علوم تجربی، این علوم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال 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 اخلاق 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. قلمرو علوم تجربی، سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های خرد و کلان و گوناگونی تشکیل شده است. هر سامانه از اجزایی ساخته شده است که:

- ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند.
- با هم در ارتباط اند 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 دوره‌دوم متوسطه برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک به طور مشترک به میزان سه ساعت در پایه‌دهم، سه ساعت در پایه‌یازدهم و چهار ساعت در پایه‌دوازدهم ارائه می‌شود. شایان گفتن است درسی با عنوان «آزمایشگاه علوم» نیز برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک در نظر گرفته شده است که در پایه‌دهم دو ساعت و در پایه‌یازدهم یک ساعت خواهد بود.

کتابی که پیش روی شماست، سومین کتاب شیمی در دوره‌دوم متوسطه است که با تلاش و کوشش مشتاقانه و دلسوزانه جمعی از استادان، کارشناسان و دبیران، تدوین و تألیف شده است. رسالت اصلی محتوا در این کتاب تربیت افرادی است که با کسب سواد علمی شیمی مبتنی بر اصول نقشه جامع علمی کشور، بتوانند زندگی خود را در همه سطح‌ها بهبود بخشند. بر همین اساس، رویکرد سازماندهی محتوا در این درس، زمینه محور و ارتباط با زندگی و رویکرد آموزشی محتوا، یادگیری فعال و کشف مفهوم است. گفتنی است انتخاب رویکرد زمینه محور، سبب شده است تا از ارائه منسجم 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 گستره محتوا در این موارد، ارتباط آن موضوع با زندگی است.

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

یکی دیگر از ویژگی‌های کتاب شیمی دوازدهم، تصویر محور 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 ماندگاری آن را بیشتر کنند. همچنین برای آشنایی شما همکاران گرامی 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 عین حال باید نکات اشاره شده در حاشیه کتاب در خصوص حدود 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، انتقادهای سازنده شما همکاران گرامی و صاحب‌نظران آموزشی است.

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



سخنی با دانش‌آموزان گرامی

به دنبال کتاب شیمی ۱ و ۲، این کتاب در دوره دوم متوسطه برای پایه دوازدهم تألیف و چاپ شده است. در شیمی ۱ با پیدایش عنصرها و رفتار آنها، هواکره و اجزای سازنده و در پایان با اهمیت و نقش کلیدی آب در زندگی آشنا شدید. از آنجا که هوا و آب دو نیاز حیاتی برای زندگی و ادامه آن هستند می‌توان پس از این دو، 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 بدانیم، در پی غذای سالم و پوشاک نیازی پایان‌ناپذیر تألیف شده است. به دنبال شیمی ۱ و ۲، در آخرین کتاب شیمی دوره دوم متوسطه، فصل‌های «مولکول‌ها در خدمت تندرستی»، «آسایش و رفاه در سایه شیمی»، «شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری» و «شیمی راهی به سوی آینده روشن‌تر» تألیف شده است. از آنجا که انتظار می‌رود، دانش‌آموزان پس از یادگیری مفاهیم شیمی، بتوانند آموخته‌های 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 ۳ نیز همانند کتاب‌های پیشین از عنوان‌های گوناگونی استفاده شده که هر عنوان و نقش آن در فرایند آموزش به شرح زیر است:

● **با هم بیندیشیم:** در نظام آموزشی نوین به روش‌های فعال و تعاملی توجه ویژه‌ای می‌شود. در این محتوا در فعالیت گروهی با هم‌کلاسی‌ها، 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 عجین است. در این بخش با انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی افزون بر کشف یا تعمیق 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 به‌ویژه 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 بیازمایید:** این بخش شامل تمرین‌ها، پرسش‌ها و فعالیت‌هایی است که براساس پیش‌دانسته‌ها و آموخته‌های شما از مفاهیم و موضوعات مرتبط با کتاب درسی طراحی شده‌اند. هدف از این بخش‌ها، تثبیت، تعمیق، یادآوری و آماده‌سازی زمینه‌های لازم برای فرایند یادگیری است.

● **در میان تارنما:** 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 به‌صورت یک گزارش علمی در کلاس ارائه کنید.

گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری



محمّد کامیار عبدی

●●● وَاللّٰهُ يُحِبُّ الْمُطَهِّرِينَ... (سورة 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 براساس 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. صنعت تولید شوینده ها و فراورده های پاک کننده، یکی از صنایع بزرگ و سودآور است که سالانه سود فراوانی را نصیب صاحبان آن می کند.



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

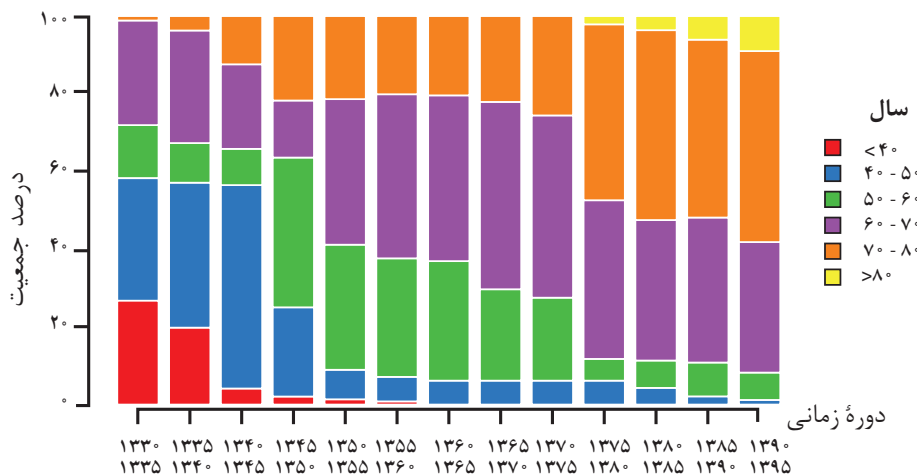
پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. حفاری های باستانی از شهر بابل نشان می دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می کردند. نیاکان 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، آسان 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 وبا یک 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 مؤثرترین 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 با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می کنند.

خود را بیازمایید

نمودار زیر توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آنها در دوره های زمانی گوناگون نشان می دهد.



آ) با توجه به نمودار، جدول زیر را برای گستره سنی ۴۰ تا ۵۰ سالگی کامل کنید.

دوره زمانی	۱۳۳۰-۱۳۳۵	۱۳۶۵-۱۳۷۰	۱۳۹۰-۱۳۹۵
درصد جمعیت	۲۰٪	۷٪	۱٪

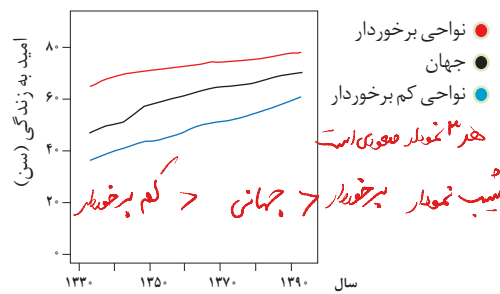
آیا می دانید

شاخص امید به زندگی به عوامل گوناگونی مانند میزان شادی افراد جامعه، سلامت محیط زیست، سطح آگاهی مردم، میزان ورزش همگانی، نوع تغذیه و نیز شیوه و میزان ارائه خدمات بهداشتی و درمانی وابسته است، براساس آمار سازمان بهداشت جهانی، مردم کشور موناکو بیشترین امید به زندگی را با میانگین سنی بیش از ۸۵ سال و مردم کشور سیرالئون کمترین امید به زندگی را با میانگین سنی زیر ۵۰ سال دارند. میانگین سنی امید به زندگی در ایران ۷۳/۵ سال است. سازمان بهداشت جهانی در اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۲ خورشیدی (۲۰۲۳ میلادی) پایان وضعیت اضطراری بیماری کووید ۱۹ را اعلام کرد. این موفقیت مرهون تلاش‌های دانشمندان، داروسازان، پرستاران و پزشکان است. در این میان شیمی‌دان‌ها با طراحی و تولید انواع ضد عفونی کننده‌ها، شوینده‌ها و داروها نقش بسزایی در پیشگیری، کنترل و درمان این بیماری داشتند. این دستاورد بزرگ نمونه‌ای از کارکرد «مولکول‌ها در خدمت تندرستی» را یادآوری می‌کند.

ب) در دوره زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۰، امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان حدود چند سال است؟ ۲۰-۵۰ سال

پ) در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟ ۷۰-۲۰ سال

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؟ ۸۰-۷۰ سال



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

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 می‌دهد که امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم برخوردار بیشتر است.

در میان تارنماها

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

آ) درباره همه‌گیری وبا و نیز آمار جان‌باختگان این بیماری در ایران و جهان از آغاز سده بیستم تا کنون، گزارشی تهیه و به کلاس ارائه دهید.

ب) درباره همه‌گیری کرونا و انواع ضد عفونی کننده‌ها 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 هم‌کلاسی‌های خود گزارش دهید.

آیا می دانید

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. تنفس گاز کلر برای سلامتی بدن بسیار مضر است.



سلامت و بهداشت در شاخص 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.

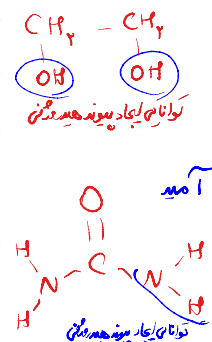
پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

افراد هر جامعه برای انجام فعالیت‌های روزانه خود در هر محیطی، کم و بیش در معرض انواع آلاینده‌ها هستند، به‌طوری که بدن، پوشاک و ابزاری 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 داشتن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی باید این آلودگی‌ها را زدود. اکنون فرض کنید هنگام خوردن عسل مقداری از آن روی لباس می‌ریزد و دست‌ها به آن آغشته می‌شود. چگونه می‌توان این عسل 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.

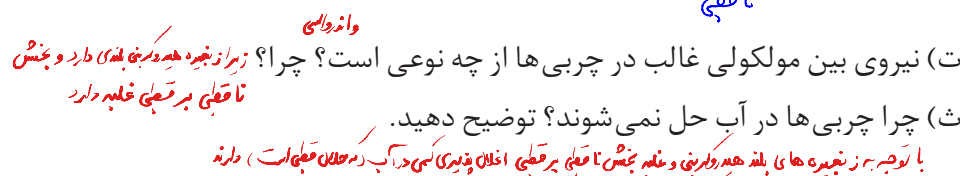
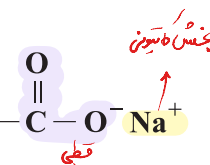
خود را بیازمایید

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

نام ماده (نام عامل)	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	✓	×
نمک خوراکی	NaCl	✓	×
بنزین (ناقطه)	C_8H_{18}	×	✓
اوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	✓	×
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$	×	✓
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	×	✓



صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

[illegible]

(آ) بخش‌های قطبی و ناقطبی آن را مشخص کنید.

(ب) کدام بخش صابون آب‌دوست و کدام بخش آب‌گریز است؟ **بخش قطبی آب‌دوست / بخش ناقطبی آب‌گریز**

(پ) هرگاه مخلوط مقداری از این صابون و آب را هم بزنید، مولکول‌های صابون در سرتاسر مخلوط پخش می‌شوند. از این تجربه درباره نیروهای جاذبه بین صابون و آب چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید. **نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب و صابون، اندازه‌ای است که سبب جدایی و پخش صابون در آب می‌شود**

(ت) هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزید و مخلوط را به هم بزنید، مخلوطی مانند شکل روبه‌رو به دست می‌آید. با توجه به این مشاهده، درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید. **یعنی نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب و صابون، اندازه‌ای است که سبب جدایی و پخش صابون در آب می‌شود**

صاحبون درازی موکلون های دو بخش است که به کمک بخش قطعی به طور عمده راک و به کمک بخش ناقص به طور عمده روشن حل مسود

مخلوط‌ها نقش بسیار پررنگی در زندگی ما دارند به طوری که اغلب موادی که در زندگی روزانه با آنها سروکار داریم، از مخلوط دویا چند ماده تشکیل شده‌اند. آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها، سرامیک‌ها، حبس‌ها، شوینده‌ها و داروها همگی مخلوط هستند. مخلوط‌ها

توماس گراهام (۱۸۶۹-۱۸۰۵ میلادی) شیمی‌دان انگلیسی در سال ۱۸۶۰ میلادی در بررسی موادی مانند نشاسته، چسب و ژلاتین پی برد که خواص آنها با محلول‌ها تفاوت دارد. او برای توصیف این مواد از واژهٔ کلئوئید استفاده کرد. کلئوئید از واژهٔ یونانی به معنای چسب گرفته شده است.



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

خواص متفاوتی دارند. برای نمونه محلول مس (II) سولفات در آب، مخلوطی همگن است که نور را عبور می‌دهد. در حالی که شربت معده یک سوسپانسیون است. مخلوطی ناهمگن که ته‌نشین می‌شود 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 دولایه مجزا تشکیل می‌دهند. اما اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است. شکل ۱، رفتار این مخلوط را نشان می‌دهد که همگن نبوده و حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است. این نوع مخلوط‌ها، کلوئید^۱ نامیده می‌شوند. نور در محلول و کلوئید رفتار متفاوتی دارد (شکل ۲). شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند.



● رنگ پوششی، نمونه‌ای از یک کلوئید است.



شکل ۲- مقایسه رفتار نور در یک محلول و کلوئید. ذره‌های موجود در کلوئید درشت‌تر از ذره‌های موجود در محلول اند و به همین دلیل نور را پخش می‌کنند.

آیا می‌دانید؟

نمونه‌ای از کلوئید طلا: در این نمونه اتم‌های طلا به صورت توده‌های کوچک و بزرگ در آب پخش شده‌اند اما ته‌نشین نمی‌شوند. کلوئیدی که نخستین بار توسط مایکل فارادی تهیه شد.



نور را پخش می‌کند (تاثیر دایالیز).

خود را بیازمایید

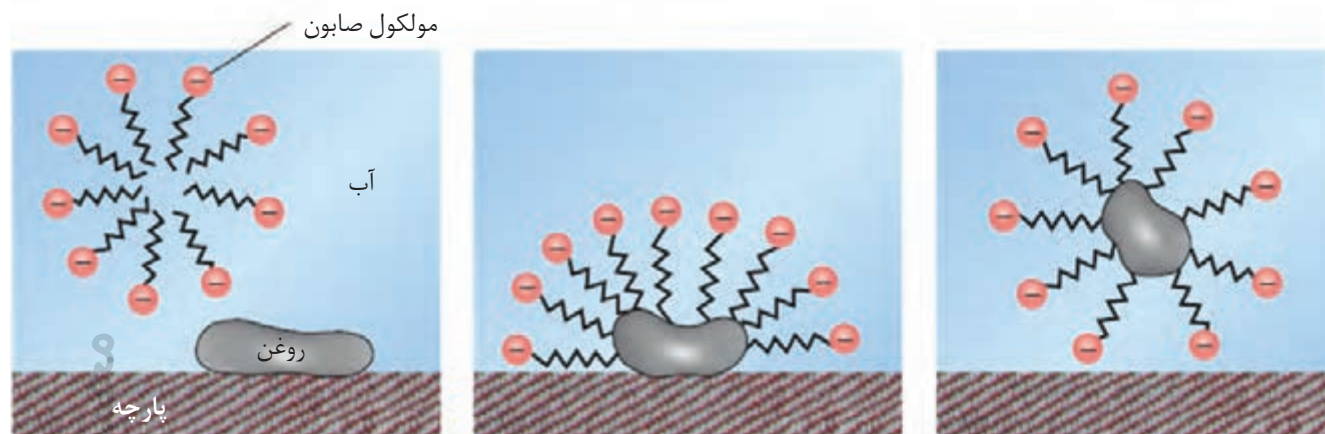
۱- در جدول زیر برخی ویژگی‌های کلوئید با مخلوط‌های دیگر مقایسه شده است. آن را کامل کنید.

ویژگی / نوع مخلوط	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کند	نور را پخش می‌کند	نور را عبور می‌دهد (تاثیر دایالیز)
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است / ته‌نشین می‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	توده‌های مولکولی ریز	یون‌ها و مولکول‌ها

۲- درباره جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«رفتار کلوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول‌ها 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 با آب و صابون، مولکول‌های صابون، لکه چربی را زدوده و پاک می‌کند. در واقع مولکول‌های صابون، پاک کننده مناسبی برای چربی‌ها به شمار می‌رود. اکنون باید دید که صابون چگونه سبب پراکنده 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 یا روغن با صابون - برای پاک کردن لکه‌های چربی از چه مواد 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 با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، گویی مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم کم 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 پاک کنندگی صابون به عوامل گوناگونی بستگی دارد. هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزداید، قدرت پاک کنندگی 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 پاک کنندگی آن تأثیر دارد.

کاوش کنید ۱

درباره «پاک کنندگی صابون در آب‌های گوناگون» کاوش کنید.

وسایل و مواد مورد نیاز: منیزیم 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 چای خوری صابون رنده شده بریزید.

۳- به محتویات بشر شماره ۲، نصف قاشق چای خوری منیزیم کلرید و به محتویات بشر

شماره ۳، نصف قاشق چای خوری کلسیم کلرید بیفزایید.

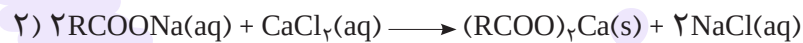
۴- محتویات هر بشر را به مدت ۳۰ ثانیه و با سرعتی برابر به هم بزنید. ارتفاع کف ایجاد شده را اندازه گیری و در جدول زیر یادداشت کنید. سپس به پرسش ها پاسخ دهید.

شماره بشر	۱	۲	۳
ارتفاع کف ایجاد شده (cm)	۸	۶	۷

(آ) از این داده ها چه نتیجه ای می گیرید؟

(ب) با توجه به معادله های شیمیایی زیر، توضیح دهید چرا ارتفاع کف در ظرف شماره ۲ و

۳ کمتر از ظرف شماره ۱ است؟



(پ) آیا قدرت پاک کنندگی صابون در آب دریا و آب چشمه یکسان است؟ چرا؟ ^{خیر} زیرا میزان و غلظت مواد حل شده در آن ها متفاوت است

۸ آیا می دانید

نبود صابون، کمبود آن یا مصرف نادرست آن سبب ایجاد بیماری و افزایش مرگ و میر در جهان می شود. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی برآورد می شود که سالانه ۱/۵ میلیون کودک در سراسر دنیا به دلیل کمبود بهداشت می میرند. به همین دلیل ۱۵ اکتبر (۲۳ مهرماه) را روز جهانی شستن دست ها نامیده اند تا مردم فراموش نکنند همیشه در شرایط بحرانی و حوادث غیرمترقبه مانند زلزله، سیل و... باید از صابون و شوینده ها برای شستن دست ها استفاده کنند.

آب دریا و آب های مناطق کویری که شور هستند، مقادیر چشمگیری از یون های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب هایی به آب سخت^۱ معروف اند. صابون در این آب ها به خوبی کف نمی کند و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می یابد، زیرا صابون با یون های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می دهد. لکه های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آنها برجای می ماند، نشانه ای از تشکیل چنین رسوب هایی است.

خود را بیازمایید

دانش آموزی برای مقایسه قدرت پاک کنندگی 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 پرسش ها پاسخ دهید.

نوع صابون	نوع پارچه	دما (°C)	درصد لکه باقی مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم دار	نخی	۴۰	۵
صابون آنزیم دار	پلی استر	۴۰	۱۵

آ) دما چه اثری بر قدرت پاک کنندگی صابون دارد؟ باعث افزایش قدرت پاک کنندگی صابون می شود

ب) قدرت پاک کنندگی صابون با افزودن آنزیم چه تغییری می کند؟ افزایش می یابد

پ) آیا میزان چسبندگی لکه های چربی روی پارچه های گوناگون یکسان است؟ از کدام

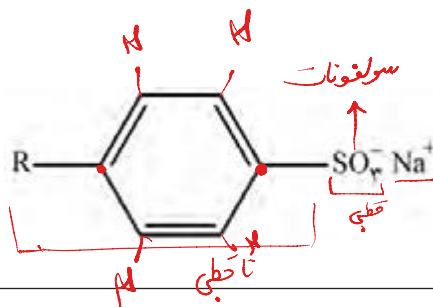
داده جدول چنین نتیجه ای به دست می آید؟ در دمای ۴۰ صابون کمتر چربی ها را از پارچه نفی پاک کرده است

ولی ۱۵ دما صابون روی پارچه های پشمی مانده است

نقش پاک کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن از پاکیزگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش یابد. این روند سبب رشد چشمگیر صابون سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ در جهان تبدیل شده است. صنعتی که نقش چشمگیری در کاهش بیماری های 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 بود! از این رو تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش های سنتی تقریباً ناممکن شد. همچنین صابون در همه شرایط به خوبی عمل نمی کرد زیرا استفاده از آن در محیط های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور، پاسخگوی نیاز انسان نبود. نگرانی هایی از این دست، شیمی دان ها را برای شناسایی و تولید دیگر پاک کننده ها ترغیب کرد.

در جست و جوی پاک کننده های جدید

افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی دان ها وارد عمل شوند. آنها در جست و جوی موادی بودند که قدرت پاک کنندگی 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، شیمی دان ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آنها شبیه صابون باشد. آنها توانستند از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک کننده ای با فرمول همگانی زیر تولید کنند. موادی که به پاک کننده های غیرصابونی^۱ مشهورند.



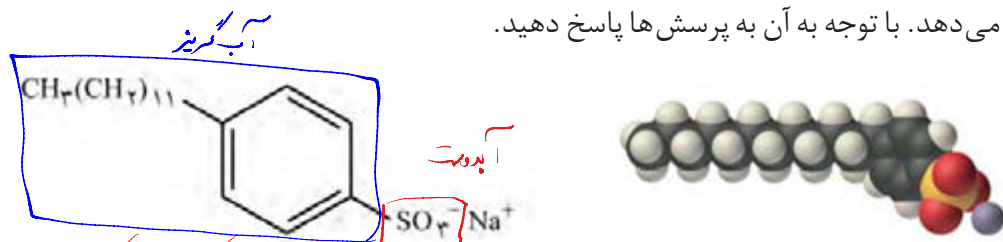
● حفظ کردن نام و ساختار شوینده ها و پاک کننده ها جزو هدف های آموزشی این کتاب نیست. بنابراین طرح هرگونه پرسش از این موارد در آزمون های نهایی و کنکور ممنوع است.

خود را بیازمایید

آیا می دانید

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

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



- (آ) بخش های 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 $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ همانند $RCOONa$ یک پاک کننده است با 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

در جنوب ایران نیز گیاهی به نام اشنان (اشلونگ) می روید که در گذشته نه چندان دور، مغز ریشه آن را خشک کرده و به عنوان شوینده استفاده می کردند.

صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه 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).



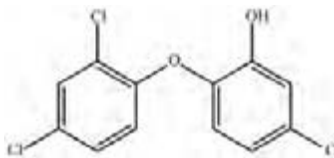
شکل ۴- سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می شود و به دست مشتریان می رسد. البته توجه داشته باشید صابون های سنتی در شهر های دیگری مانند آشتیان، رودبار و ... نیز تولید می شوند.

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 افزون بر خاصیت پاک کنندگی، خواص ویژه ای نیز دارند. برای نمونه صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش

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

آیا می دانید

ترکیب‌های آروماتیک کلردار مانند تریکلوسان 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.



صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین به منظور افزایش خاصیت ضد عفونی کنندگی 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.

آیا می دانید

ورود نمک‌های فسفات ناشی از مصرف شوینده‌ها سبب شد تا فاجعه مرگبار 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.

با هم ببیندیشیم

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 پاک کننده که به شکل پودر عرضه می شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه های صنعتی استفاده می شود. با توجه به الگوی زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



(آ) توضیح دهید چرا از این پودر برای باز کردن لوله ها و مسیرهایی استفاده می شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی ها بسته شده اند؟ *مخلوط خاصیت بازی دارد که در تماس با چربی ها و روغن مواد سبب مایون لوله می کند موادی که در آب حل شده و خودشان پاک کننده هستند*

(ب) از آنجا که واکنش این مخلوط با آب گرماده است، توضیح دهید این ویژگی چه اثری بر قدرت پاک کنندگی آن دارد؟ *چون واکنش گرماده است، با افزایش دما قدرت پاک کنندگی افزایش می یابد و همچنین باعث ذوب شدن چربی ها نیز می شود*

(پ) تولید گاز چگونه قدرت پاک کنندگی این مخلوط را افزایش می دهد؟ توضیح دهید. *با ایجاد فشار کمکی باز کردن مجاری را راحت تر می کند*

تا اینجا با برخی ویژگی ها و رفتارهای مواد شوینده و ساختار برخی از آنها آشنا شدید. اکنون می پرسید که از نظر شیمیایی پاک کننده ها به کدام دسته از مواد تعلق دارند؟ چه واکنش هایی انجام می دهند؟ آیا خاصیت اسیدی و بازی همه آنها یکسان است؟ چرا این مواد سبب تغییر pH محیط می شوند؟ pH یک سامانه نشان دهنده چیست؟ این کمیت چگونه اندازه گیری و محاسبه می شود؟ pH شوینده ها چه اثری روی بدن و محیط زیست دارد؟ برای یافتن پاسخ پرسش هایی از این دست، آشنایی و درک مفاهیمی مانند اسید، باز و قدرت اسیدی و بازی ضروری است.

اسیدها و بازها

هر روز در بخش های گوناگون زندگی افزون بر شوینده ها و پاک کننده ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می شود 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 می دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می کنند. برای نمونه دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است. در حالی که بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می کنند اما به آن نیز آسیب می رسانند (شکل ۵).



● یاخته های دیواره معده با ورود مواد غذایی به آن هیدروکلریک اسید ترشح می کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره بینی موجود در غذا را نیز از بین می برد.

آیا می دانید ؟

آرنیوس معتقد بود که اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب، به طور جزئی یا کامل شکسته می شوند و ذره هایی باردار به نام یون پدید می آورند. این ایده آرنیوس، در زمان خود یک ایده انقلابی بود. در آن زمان اغلب شیمی دان ها بر این باور بودند که مولکول ها نمی توانند به یون های مثبت و منفی شکسته شوند. به همین دلیل با دادن کرسی استادی به وی مخالفت کردند. اما شیمی دان های جوان در پژوهش های خود به نتایجی دست یافتند که با نظریه آرنیوس هم خوانی داشت. این روند ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۹۰۳ میلادی، جایزه نوبل شیمی به وی اهدا شد.



سوانت آرنیوس ۱۸۵۹-۱۹۲۷
شیمی دان سوئدی ، برنده جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۰۳.



پ) تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده ها ضروری است.



ب) اغلب داروها ترکیب هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.



آ) برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می افزایند.



ج) ورود فاضلاب های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می شود.



ث) اغلب میوه ها دارای اسیدند و pH آنها کمتر از ۷ است.



ت) زندگی بسیاری از آبزیان به pH آب وابسته است.

شکل ۵- نمونه هایی از مواد اسیدی و بازی در زندگی

شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می دهند پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی دان ها افزون بر ویژگی های اسیدها و بازها با برخی واکنش های آنها نیز آشنا بودند. اما توجیه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت. سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد، او بر روی رسانایی الکتریکی محلول های آبی کار می کرد. یافته های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

با هم بیندیشیم

۱- با حل شدن اسیدها یا بازها در آب، مقدار یون های موجود در آب افزایش می یابد. شکل های زیر نمای ذره ای از محلول چند ماده در آب را نشان می دهند. با توجه به شکل و تغییر رنگ کاغذ pH به پرسش ها پاسخ دهید.



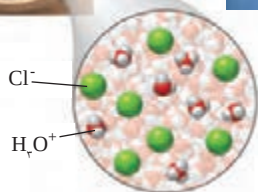
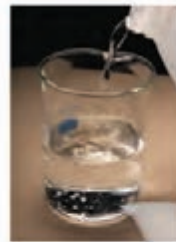
Na^+
 OH^-

(۱)



F^-
 HF
 H_3O^+

(۲)



(۴)

(آ) کدام محلول‌ها خاصیت اسیدی و کدام‌ها خاصیت بازی دارند؟ / ۴ بازی / ۲ اسیدی

(ب) خاصیت اسیدی محلول‌های ۲ و ۳ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟ H_2O^+ چون در هر دو محلول ۲ و ۳ مشترک یافت می‌شود

پ) خاصیت بازی محلول های ۱ و ۴ را به کدام یون نسبت می دهید؟ چرا؟ OH^- چون در هر دو محلول OH^- مشترک یافت می شود

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 زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

(آ) گاز هیدروژن کلرید یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت

یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می شود.

(ب) سدیم هیدروکسید جامد یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش

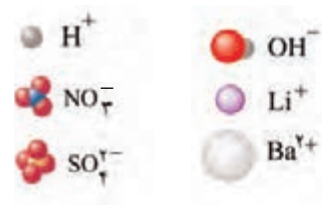
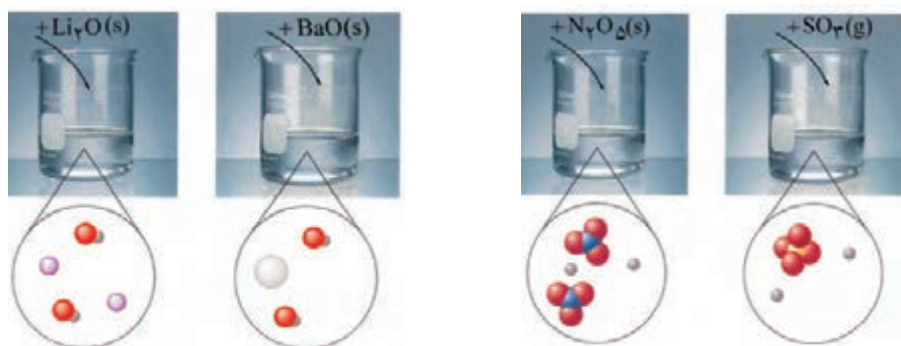
غلظت یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می شود.

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 براساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ توصیف کرد. بدیهی است هرچه $[H^+]$ 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.

آ) Li_2O و BaO باز آرنیوس است زیرا با حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید شده است / SO_3 و N_2O_5 اسید آرنیوس است زیرا با حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم شده است

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.

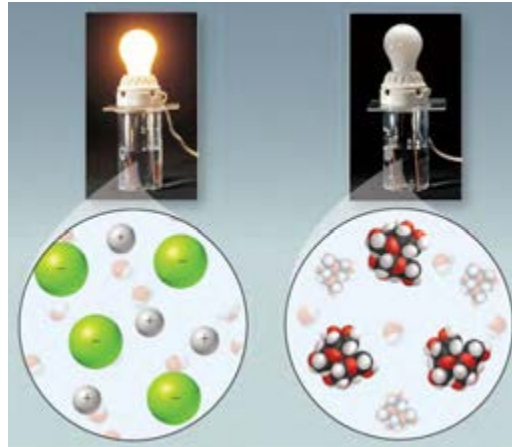
نام ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	نوع اکسید		رنگ کاغذ pH در محلول
		اسیدی	بازی	
گوگرد تری اکسید	SO_3	✓		سرخ
کربن دی اکسید	CO_2	✓		سرخ
کلسیم اکسید	CaO		✓	آبی
سدیم اکسید	Na_2O		✓	آبی

اکنون با اینکه می توان اسید و باز را براساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی توان درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد. برای نمونه آیا می دانید در دمای 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

برخی از 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 (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به وسیله الکتردها 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.



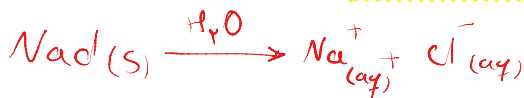
شکل ۶- مقایسه رسانایی الکتریکی محلول های آبی سدیم کلرید و شکر

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 ناهمنام 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

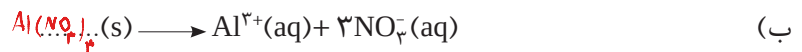
یون ها نشان دهنده جابه جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $\text{NaCl}(\text{s})$ ، **الکترولیت^۳** و به $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، **محلول الکترولیت^۴** می گویند نکته جالب این است که همه محلول های یونی رسانایی یکسانی ندارند (شکل ۶).

خود را بیازمایید

۱- با توجه به شکل بالا 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، روشنایی یکسانی در لامپ ایجاد نمی کنند. برای نمونه شکل ۷، رسانایی الکتریکی محلول ۱/۱۰ مولار هیدروکلریک اسید را در مقایسه با محلول ۱/۱۰ مولار هیدروفلوئوریک اسید در دمای اتاق نشان می دهد.

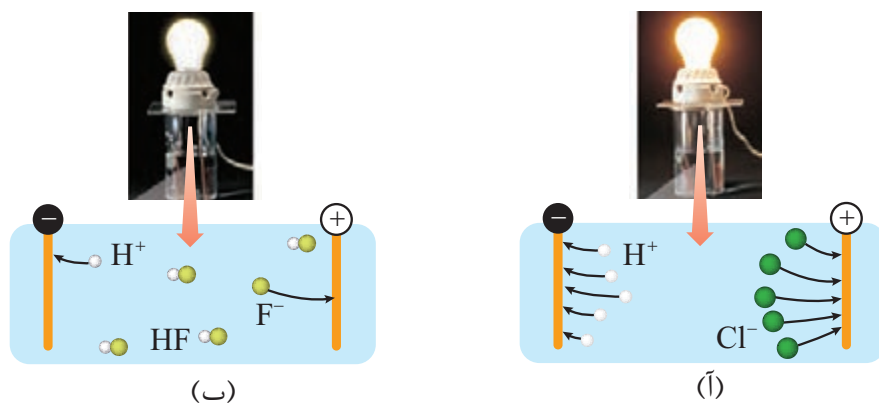
۱- Electronic Conductor

۲- Ionic Conductor

۳- Electrolyte

۴- Electrolyte Solution

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

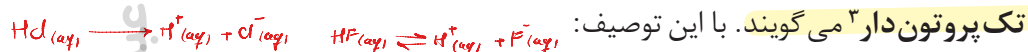


شکل ۷- رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت آ (HCl(aq)) ب (HF(aq))

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 شیمی‌دان‌ها به کمک مدل آرنیوس، هیدروکلریک اسید را یک **اسید قوی**^۱ و هیدروفلوئوریک اسید را یک **اسید ضعیف**^۲ می‌نامند.

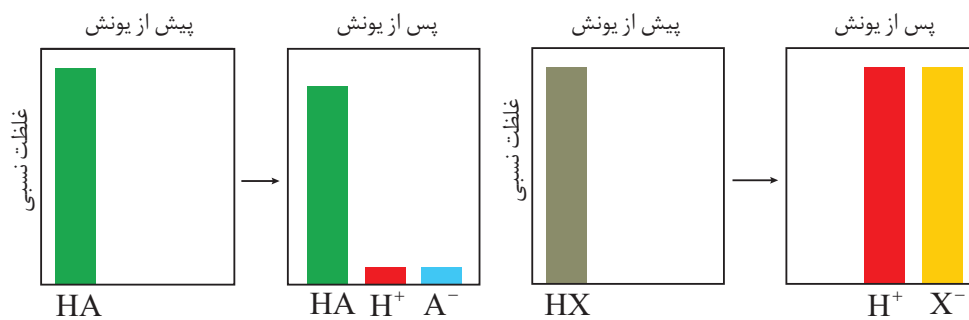
با هم بیندیشیم

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



۱- معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون‌دار 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.



آ کدام اسید به طور کامل و کدام یک به طور جزئی یونیده شده است؟

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

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

- در رابطه درجه یونش به جای شمار مولکول ها، می توان شمار مول ها یا غلظت مولی گونه ها را قرار داد.

ب) کدام نمودار را می توان به هیدروکلریک اسید و کدام نمودار را می توان به هیدروفلوئوریک اسید نسبت داد؟ چرا؟
 نمودار سمت راست اغلال HCl و نمودار سمت چپ اغلال HF را می بینیم. زیرا هیدروکلریک اسید یک اسید قوی است و HF یک اسید ضعیف است.

۳- شیمی دان ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام **درجه یونش** (α) استفاده می کنند که به صورت زیر بیان می شود:

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

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{شمار مولکول های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول های حل شده}} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{اسید اولیه}]} = \frac{\text{mol H}^+}{\text{mol اسید اولیه}}$$

آ) پیش بینی کنید درجه یونش برای HCl در محلول هیدروکلریک اسید چند است؟ چرا؟
 زیرا همه مولکول های HCl در آب یونیده می شوند و صورت و طرح با هم برابر است.

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.

$$\alpha = \frac{24}{1000} = 0.024$$

$$\alpha\% = 0.024 \times 100 = 2.4\%$$

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

خود را بیازمایید

۱- نیتریک اسید، یک اسید قوی است. در محلول ۲٪ مولار این اسید، غلظت یون های هیدرونیوم و نترات را با دلیل پیش بینی کنید.

چون نیتریک اسید یک اسید قوی است پس در محلول به مقدار کامل یونیده می شود. و همه مولکول های آن به یون تبدیل می شوند. پس $[\text{H}^+] = [\text{NO}_3^-] = 0.02 \text{ mol/L}$

۲- اگر در محلول ۱٪ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر با $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ باشد:



آ) معادله یونش استیک اسید را بنویسید.

$$\alpha = \frac{1 \times 10^{-3} \times 100}{0.01} = 1.35\%$$

ب) درصد یونش آن را حساب کنید.

در زندگی روزانه با انواع اسیدها سر و کار داریم که برخی قوی و اغلب آنها ضعیف هستند. اسیدهای قوی را می توان محلولی شامل یون های آب پوشیده دانست، به طوری که در آنها تقریباً مولکول های یونیده نشده یافت نمی شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون های آب پوشیده، مولکول های اسید نیز یافت می شوند. برای نمونه، در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون های آب پوشیده هم زمان با شمار زیادی از مولکول های استیک اسید یونیده نشده حضور دارند. یافته های تجربی نشان می دهند که در شرایط معین، غلظت همه گونه های موجود در محلول این اسید، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.



- کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آنها می تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.



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

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

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

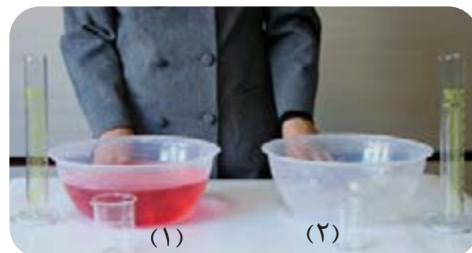
تعادل
 $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$
 غلظت یون‌ها، ثابت به‌اند
 سامانه بسته باشد

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.

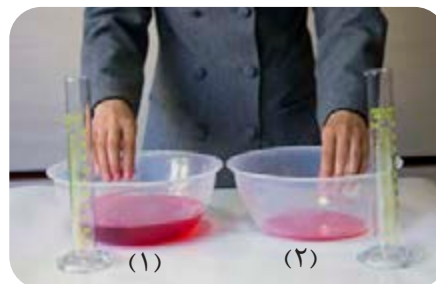
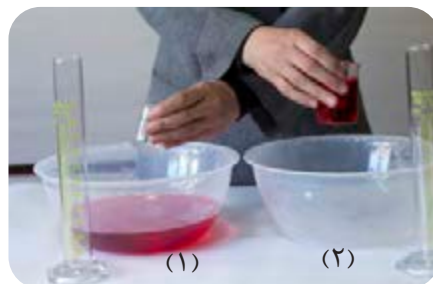
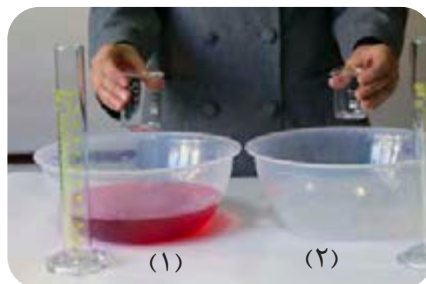
کاوش کنید

درباره «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 میلی لیتری، دو استوانه مدرج ۱۰۰ میلی لیتری و حدود یک لیتر آب حاوی رنگ خوراکی.
- ۱- 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.



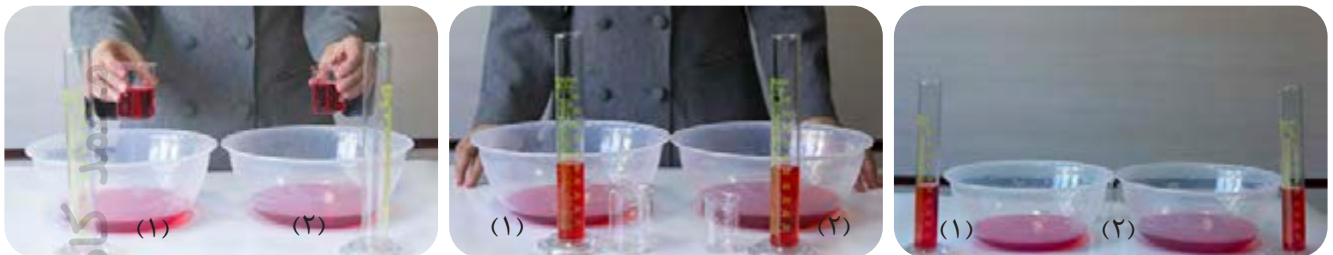
- ۳- با بشر ۱۰۰ میلی لیتری، از محتویات ظرف (۱) بردارید و به ظرف (۲) بریزید، هم‌زمان با بشر ۵۰ میلی لیتری از محتویات ظرف (۲) بردارید (ظرف خالی) و به ظرف (۱) بریزید. محتویات کدام ظرف را می‌توان به عنوان فراورده در نظر گرفت؟ چرا؟



۴- جابه‌جایی محتویات دو ظرف را با همین روند ادامه دهید اما پیش از اینکه هر بار به ظرف 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).



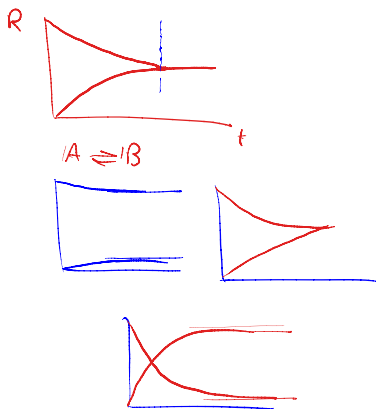
۵- سرانجام به مرحله‌ای خواهید رسید که حجم محلول‌های جابه‌جا شده میان دو ظرف برابر و مقدار محتویات هر ظرف ثابت خواهد ماند اما مقدار این محتویات با هم برابر نیست.



۶- درباره درستی نتیجه زیر گفت‌وگو کنید.

«در یک واکنش برگشت‌پذیر که هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت به‌طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند».

واکنش‌های برگشت‌پذیر، 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 واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند. این ویژگی تنها هنگامی رخ می‌دهد که سرعت واکنش رفت با برگشت برابر شود زیرا در این شرایط، هر مقداری از فراورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آنها مصرف می‌شود. برای واکنش‌دهنده‌ها 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.



● نماد $\rightleftharpoons$ ، در واکنش‌های تعادلی به کار می‌رود.

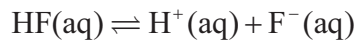
- حفظ مواد g و q را می‌نویسیم



$$K = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

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

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 نشده، 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 H^+ و F^- به یکدیگر پدید می‌آیند، برابر است. این رفتار سامانه تعادلی نشان می‌دهد که سرعت تولید هر گونه با 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**^۱ 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.

با هم بیندیشیم

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

$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			شماره محلول
	$[H^+]$	$[F^-]$	$[HF]$	
5.1×10^{-4}	1.75×10^{-2}	1.75×10^{-2}	۰/۵۲	۱
5.1×10^{-4}	1.31×10^{-2}	1.31×10^{-2}	۰/۲۹	۲
5.1×10^{-4}	2.43×10^{-2}	2.43×10^{-2}	۱/۰	۳

آ) توضیح دهید چرا در هر سه محلول $[H^+] = [F^-]$ است؟ زیرا برای هر مول HF مدرک یونیده‌ی H^+ و F^- یک یون تولید می‌شود.

ب) کسر داده شده در ستون آخر را عبارت ثابت تعادل می‌نامند و با K نمایش می‌دهند.

مقدار K را حساب کرده و جاهای خالی را پر کنید.

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

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

ت) آیا ثابت تعادل در دمای ثابت به مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها بستگی دارد؟ توضیح دهید.

خیر، زیرا با انزال مقدار متفاوت از HF در آب و ایجاد سامانه تعادلی برای K، تفاوت مقدار دمای آن به دست آمده است.



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

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

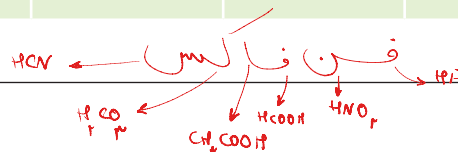
(ب) اگر غلظت تعادلی استیک اسید در این محلول برابر با $2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ باشد، ثابت تعادل را در این دما حساب کنید.

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-6}$$

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 می شود. ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می دهد. به دیگر سخن ثابت یونش، بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ تر باشد، آن اسید قوی تر است. جدول زیر ثابت یونش برخی اسیدها را در دمای اتاق نشان می دهد.

جدول ۱- ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش (K_a)	معادله یونش در آب
هیدرویدیک اسید	HI	بسیار بزرگ	$\text{HI(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$
هیدروبرمیک 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	$\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
نیترو اسید	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 منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند.



(آ)



(ب)

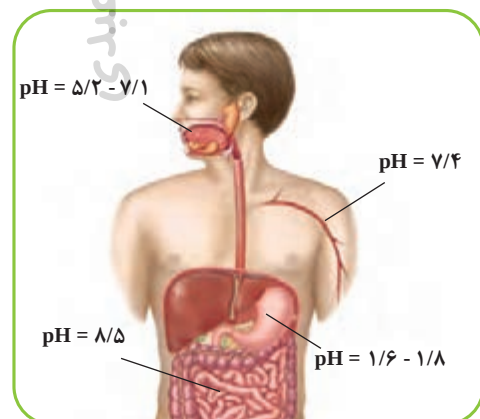
آ) سرعت کدام واکنش بیشتر است؟ چرا؟ *زیرا تولید حباب‌های گاز معدوم سریع‌تر است*
 ب) غلظت یون هیدرونیوم در محلول کدام اسید بیشتر است؟ چرا؟ *زیرا هرچه غلظت یون هیدرونیوم بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است*
 پ) اگر ثابت یونش یک اسید، K_a و دیگری K_{a_2} باشد، ثابت یونش این دو اسید را با یکدیگر مقایسه کنید و پاسخ خود را توضیح دهید. *پس K_{a_2} زیر K_{a_1} در سراسر اتماسان هرچه غلظت H^+ بیشتر باشد، ثابت یونش آن کمتر است*

۲- باران اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید است در حالی 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.

زیرا نیتریک اسید و سولفوریک اسید، اسید قوی هستند و کربنیک اسید، اسید ضعیف است و غلظت H^+ در باران اسیدی بیشتر از باران معمولی است

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، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است. 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:

$$\log_x^x = \log x$$

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

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 تقویت ولتاژ کوچکی که با وارد کردن الکتروود دستگاه درون محلول ایجاد می شود و نمایش نتیجه روی صفحه نمایشگر، مقدار pH آن محلول را مشخص می کند.



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

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

$$\log 2 = 0.30 \rightarrow 2 = 10^{0.30}$$

$$\log 5 = 0.7$$

$$\log 3 = 0.48 \rightarrow 3 = 10^{0.48}$$

$$\log 7 = 0.85 \rightarrow 7 = 10^{0.85}$$

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

$$\log 21 = ? \quad \log 21 = \log 3 + \log 7 = 0.48 + 0.85 = 1.33$$

$$\log 0.8 = ? \quad \log 0.8 = \log \frac{8}{10} = \log 8 - \log 10 = 0.90 - 1 = -0.10$$

$$\log ? = 1.85 \quad 1.85 = 0.85 + 1.00 = \log 7 + \log 10 = \log 70$$

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

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

$$pH = -\log [H^+] = -\log (3 \times 10^{-9}) = -(\log 3 + \log 10^{-9}) = -0.48 - 9 = 8.52$$

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

[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
3×10^{-9}	8.52	بازی
10^{-4}	4	اسیدی
$1/8 \times 10^{-2}$	1.74	اسیدی

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.

$$pH = -\log [H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \xrightarrow{pH=2.7} [H^+] = 10^{-2.7} = 10^{-3} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-3}$$

۴- جدول زیر را کامل کنید.

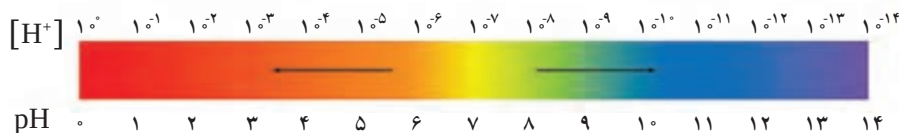
[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
2×10^{-3}	2.7	اسیدی
$3/6 \times 10^{-4}$	3.44	اسیدی
4×10^{-3}	11/4	بازی
1	0	اسیدی

● شیر ترش شده، خاصیت اسیدی

داشته و $pH < 7$ دارد.

$$pH = 2.15 \quad [H^+] = 10^{-2.15} = 10^{-3} \times 10^{0.85} = 7 \times 10^{-3}$$

اینک 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 ° 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 ° 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 بیندیشیم

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:

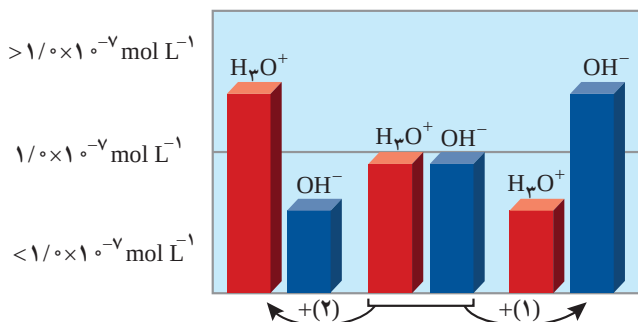
$$[H^+] = [OH^-] \quad [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

آ غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در دمای اتاق برای آب خالص حساب کنید.

ب) pH آب خالص و محلول‌های خنثی^۱ را در دمای °C ۲۵ حساب کنید.

$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} = 7$$

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، مقادیر 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 °C ۲۵) یک سامانه تعادلی به شمار آید.



مقدار ثابت این تعادل در دمای اتاق برابر با 1×10^{-14} است.

آ) کدام یک از مواد افزوده شده اسید آرنیوس است؟ چرا؟ *زیرا باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم شده است*

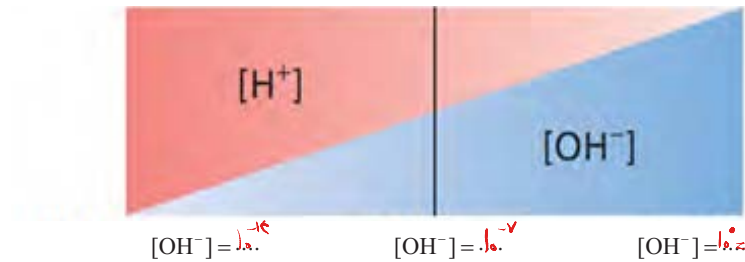
ب) غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی با یکدیگر مقایسه کنید. *در همه محلول های بازی $[H^+] < [OH^-]$ است*

پ) آیا می توان گفت در محلول های اسیدی، یون هیدروکسید وجود ندارد؟ توضیح دهید. *خیر زیرا همه محلول های آبی (اسیدی، بازی، خنثی) یون های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارند اما مقادیر آن ها متفاوت است*

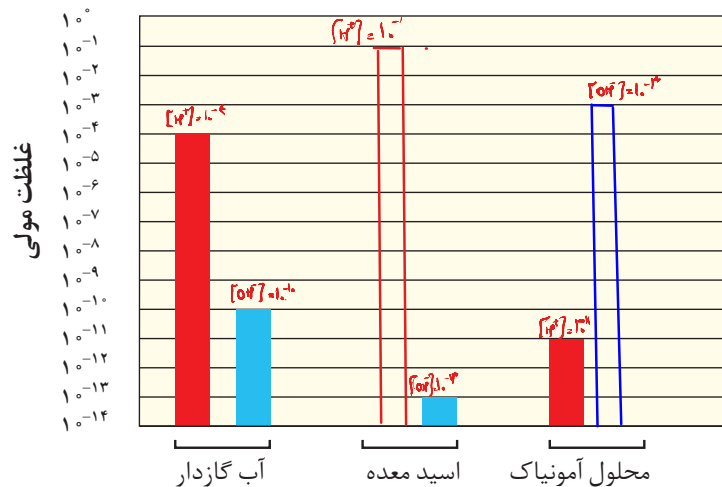
به طوری که در محلول های اسیدی $[H^+] > [OH^-]$ و در محلول های بازی $[OH^-] > [H^+]$

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

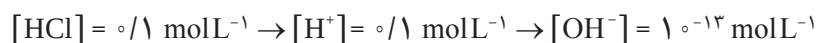
$$[H^+] = 1 \times 10^{-14} \dots \quad [H^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \quad [H^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$



۴- در نمودار زیر برای محلول 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 1×10^{-14} شود. با این توصیف برای محلول HCl 1 mol L^{-1} می توان نوشت:

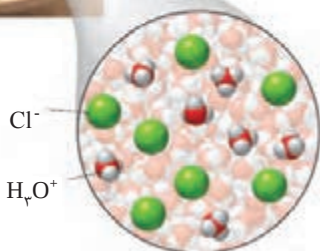


خود را بیازمایید

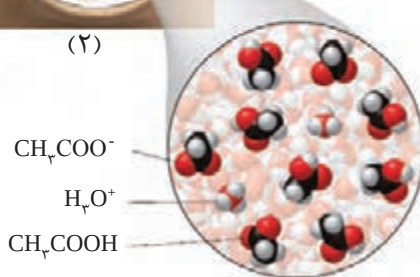
۱- در دما و غلظت یکسان، pH کدام محلول زیر کمتر است؟ چرا؟ ^{HCl} زیرا در دما و غلظت یکسان یون هیدروژن در محلول HCl بیشتر است



(۱)



(۲)



۲- جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴	4×10^{-3}	2.5×10^{-12}	۲٫۴	۱۰۰
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	10^{-10}	۴	۲/۵
نیتریک اسید	2×10^{-4}	2×10^{-4}	5×10^{-11}	۳/۷	۱۰۰
نمونه‌ای از آب یک دریاچه		3×10^{-9}	3.3×10^{-6}	۸/۵۲	

$$[\text{H}^+] = M \alpha \xrightarrow{\alpha=1} [\text{H}^+] = M \quad [\text{H}^+] = 0.004$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad 4 \times 10^{-3} [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-12}$$

$$pH = -\log[\text{H}^+] = -\log(0.004) = -(\log 4 + \log 10^{-3}) = -(\log 4 - 3) = 3 - \log 4 = 3 - 0.6 = 2.4$$

بازها محلول‌هایی با $14 > \text{pH} \leq 7$

بازهای معروفی مانند سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) بسیار قوی هستند به طوری که موادی خورنده به شمار می‌روند. در محلول آبی این مواد $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ 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).

هیدروکسید گروه ۱ ← باز قوی و قوی‌ترین

هیدروکسید گروه ۲ ← باز قوی و قوی‌ترین
 $[\text{OH}^-] = 0.004 \rightarrow$
 $[\text{OH}^-] = 0.004$
 بزرگ‌ترین و بزرگ‌ترین

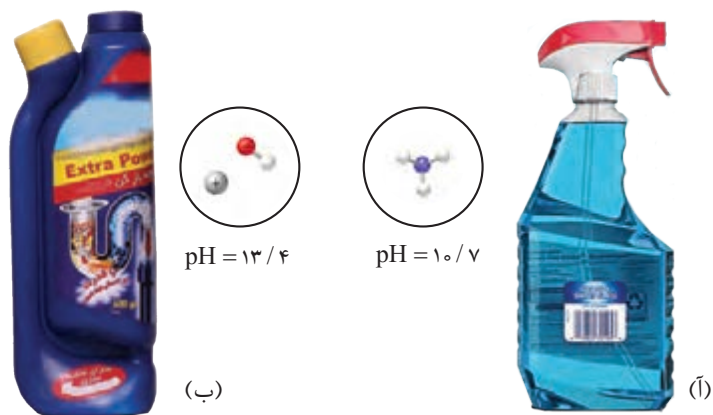
آیا می‌دانید

واژه قلیا به معنی خاکستر باقی‌مانده از سوختن گیاهان است که چربی‌ها را در خود حل می‌کند. قلیاها، بازهای محلول در آب هستند. فلزهای گروه ۱ در جدول دوره‌ای به فلزهای قلیایی معروف‌اند زیرا اغلب ترکیب‌های آنها در آب خاصیت بازی یا قلیایی دارد.

● بازها نیز همانند اسیدها ثابت یونش دارند که آن را با K_b نمایش می‌دهند. بدیهی است در دمای معین هر چه K_b بزرگتر باشد، آن باز قوی‌تر است.

آیا می‌دانید

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

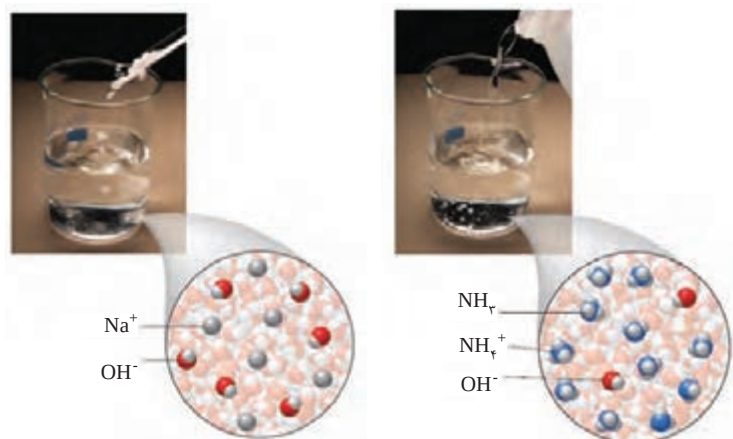


شکل ۹- دو نمونه محلول بازی در دما و غلظت یکسان، (آ) آمونیاک و (ب) سدیم هیدروکسید

آمونیاک از جمله بازهای ضعیف^۱ 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 به‌خوبی حل می‌شود. انحلال این ماده به‌طور 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 به‌صورت $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$ در نظر گرفت. محلولی که یک سامانه تعادلی است.

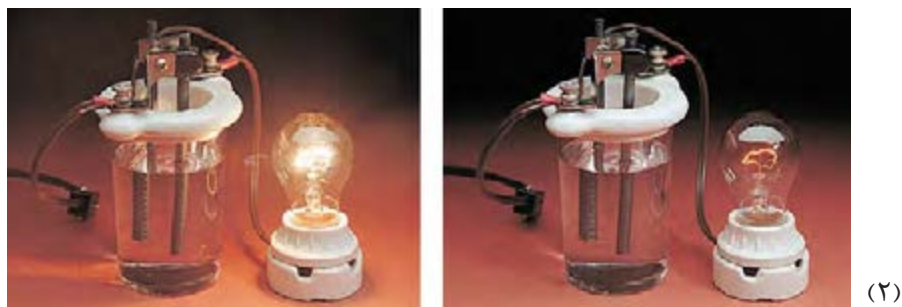


شکل ۱۰- نمای ذره‌ای از محلول‌های سدیم هیدروکسید و آمونیاک



خود را بیازمایید

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

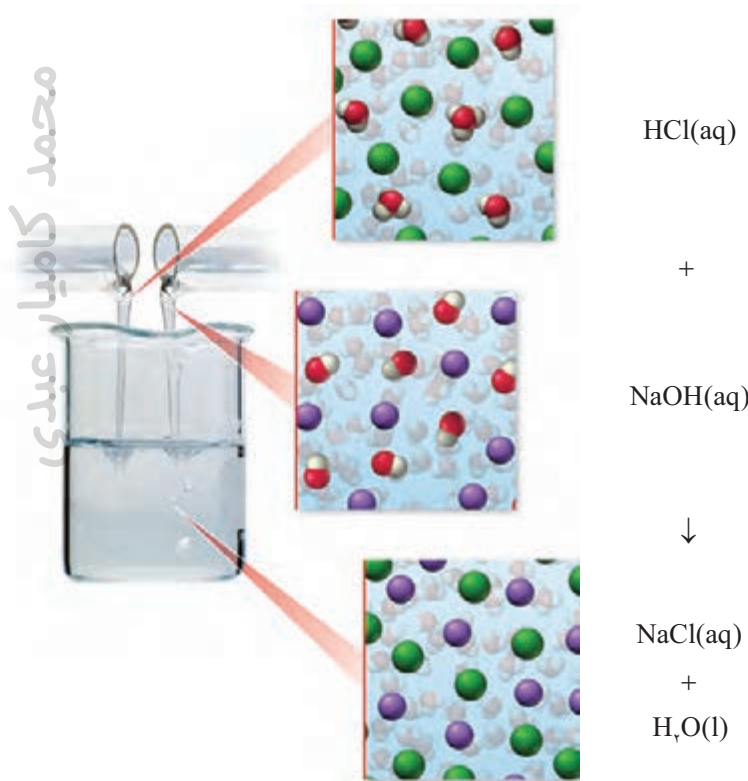




- هنگام استفاده از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید به عنوان لوله بازکن، رعایت نکات ایمنی ضروری است، زیرا تماس این محلول با بدن و تنفس بخارات آن آسیب جدی به دنبال دارد.

آیا می دانید

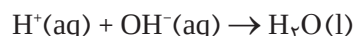
محلول استیک اسید یک پاک کننده بوده و خاصیت ضد عفونی کنندگی نیز دارد. استفاده از این اسید و محلول های اسیدی دیگر برای پاک کردن سنگ مرمر مناسب نیست زیرا سبب می شود لایه ای از سنگ مرمر با این اسیدها واکنش داده و سطح سنگ خورده شود.



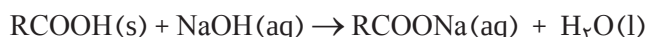
شکل ۱۱ - نمای ذره ای از یک واکنش اسید - باز

اگر با دقت این معادله شیمیایی را بررسی کنید در می یابید که یون های هیدرونیوم در واکنش با یون های هیدروکسید به مولکول های آب تبدیل می شوند در حالی که یون های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دست نخورده باقی می مانند. به همین دلیل می توان معادله واکنش میان اسید و بازهایی از این

دست را به صورت زیر نمایش داد. معادله‌ای که نشان‌دهنده 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.



فراورده 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 به جای مانده‌اند. در این حالت، لوله بازکن در واکنش با این رسوب‌ها، فراورده‌های محلول در آب یا گازی تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری در آنها می‌شوند.

پیوند با زندگی

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 گوارش 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 $3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 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.

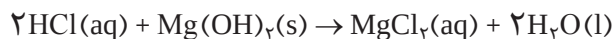
آیا می‌دانید

برگشت شیره معده به مری، ریفلاکس 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.

ضداسیدها^۱ 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 معادلۀ زیر خنثی می‌کند و سبب کاهش مقدار اسید معده می‌شود.



جدول زیر مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای گوناگون را نشان می‌دهد.

شماره ضداسید	۱	۲	۳
ماده مؤثر	Al(OH)_3 , NaHCO_3	Al(OH)_3 , Mg(OH)_2	NaHCO_3

درم هم‌زمان کربنات

خود را بیازمایید

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} (10^{-4}) = 4$$

۱- pH شیر معده را حساب کنید (غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $3 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ است).

۲- در زمان استراحت، pH معده برابر با ۳/۷ است. غلظت یون هیدرونیوم را در این حالت

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3.7} = 10^{-4} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-4}$$

حساب کنید.

۳- با توجه به ویژگی و کاربرد سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) مطابق جدول بالا:

آ) پیش‌بینی 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؟

پس از پاسخ دادن به این سؤالات، به جدول زیر مراجعه کنید و با دقت پاسخ دهید.

درم هم‌زمان کربنات

در این فصل آموختید که مصرف مناسب مواد شوینده و پاک‌کننده 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

تعیین‌کننده‌ای در سطح سلامت جامعه دارد. به دیگر سخن بهره‌گیری از دانش شیمی در

پیشگیری و درمان بیماری‌ها راهگشاست. از این‌رو می‌تواند بر شاخص امید به زندگی اثر

داشته باشد.

تمرین‌های دوره‌ای

۱- برای هر یک از موارد زیر دلیلی بیاورید.

(آ) اسیدها و بازها با ثابت یونش کوچک، الکترولیت ضعیف به شمار می‌روند. *آپ یونش کوچک نشان دهنده میزان یونش کم و غلظت کم یون‌ها است*

(ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته شده، ضعیف هستند. *مصرف خود را در داروها و اسفاده بسیاری آب لخته‌های گوناگون مانند شیشه این و آن است*

(پ) در محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید در دمای اتاق، $[NO_3^-] = 0.1 \text{ mol L}^{-1}$ است. *نیترو اسید و اسید قوی است که به نیترو یونش کم و یونش کم در محلول*

(ت) در محلول ۰/۱ مولار فورمیک اسید، $[HCOOH] > [H^+]$ است. *فرمیک اسید یک اسید ضعیف است که به فرمیک یونش کم و یونش کم در محلول*

و مولکول‌های فرمیک اسید به صورت یونش نشسته در محلول وجود دارند

۲- کاغذ pH بر اثر آغشته شدن به نمونه‌ای از یک محلول، به رنگ سرخ در می‌آید. همچنین رسانایی الکتریکی

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

ماده حل‌شونده می‌تواند باشد؟ توضیح دهید. *رنگ سرخ نشان دهنده اسیدی بودن محلول است، به نیترو یونش کم و یونش کم در محلول*

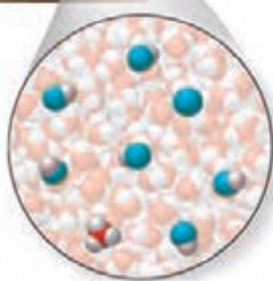


۳- در دما و غلظت یکسان، هر یک از شکل‌های زیر به کدام یک از محلول‌ها تعلق دارد؟ چرا؟

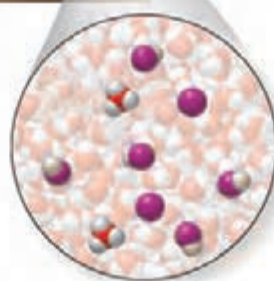
(آ) محلول استیک اسید ($K_a = 1/8 \times 10^{-5}$). (۲) *در اسید یک پروتون دگر چه آپت یونش کم و یونش کم*

(ب) محلول هیدروبرمیک اسید (K_a بسیار بزرگ). (۳) *بزرگتر باشد غلظت یون هیدروبرمیک اسید*

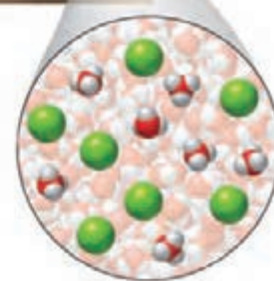
(پ) محلول هیدروسیانیک اسید ($K_a = 4/9 \times 10^{-10}$). (۱)



(۱)



(۲)



(۳)

$$pH = -\log(H^+) = -\log(2 \times 10^{-9}) = -(\log 2 + \log 10^{-9}) = 8.7$$

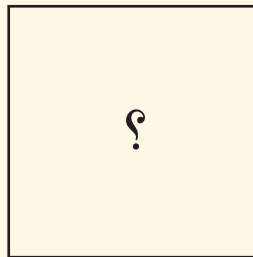
۴- رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن

10^{-5} mol/L است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم 10^{-9} mol/L است به رنگ

سرخ شکوفا می‌شود. pH این دو نوع خاک را حساب کنید. $pH = -\log(H^+) = -\log(2 \times 10^{-9}) = -(\log 2 + \log 10^{-9}) = 8.7$



۵- به شکل (آ) توجه کنید:



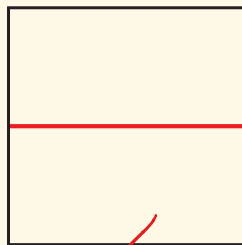
(آ) حجم محلول

با توجه به اینکه در معادله ثابت برای محلول‌های آبی
مقدار $[OH^-][H^+]$ همواره معادله ثابت است
از این و با تفسیر مقدار حجم محلول
حاصل ضرب $[OH^-][H^+]$ ثابت است
و نمودار آن مناسبت است

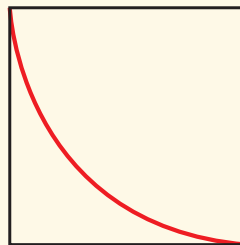
دانش‌آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم

محلول، شکل‌های ب تا ت را پیشنهاد داده است. کدامیک از این شکل‌ها ارتباط بین کمیت‌های داده شده را به

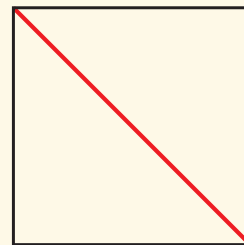
درستی نشان می‌دهد؟



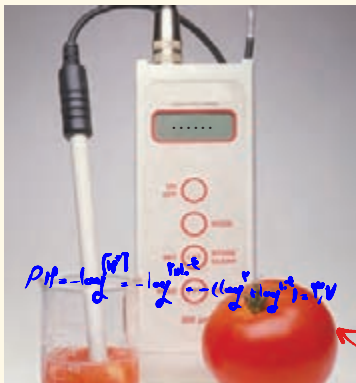
(ت)



(پ)



(ب)



۶- در نمونه‌ای از عصاره گوجه فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم $10^{-4} \times 4$ برابر

غلظت یون هیدروکسید است. pH آن را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = 4 \times 10^{-4} \quad [OH^-] = \frac{[H^+]}{4 \times 10^{-4}}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \quad [OH^-] = \frac{[H^+]}{4 \times 10^{-4}} \rightarrow [H^+] \left(\frac{[H^+]}{4 \times 10^{-4}} \right) = 10^{-14}$$

$$[H^+]^2 = 4 \times 10^{-18}$$

$$[H^+] = \sqrt{4 \times 10^{-18}} = 2 \times 10^{-9}$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-9}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{10^{-4}}{10^{-10}} = (10^{-4})^{-1} = 10^4$$

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.

محلول پررنگ تر

$$\alpha = \frac{10}{100} = 0.1$$

$$\alpha = \frac{10}{100} = 0.1$$

$$\alpha = \frac{10}{100} = 0.1$$

محلول رقیق تر

$$\alpha = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$\alpha = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$\alpha = \frac{1}{10} = 0.1$$

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 ذره 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- 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

۲

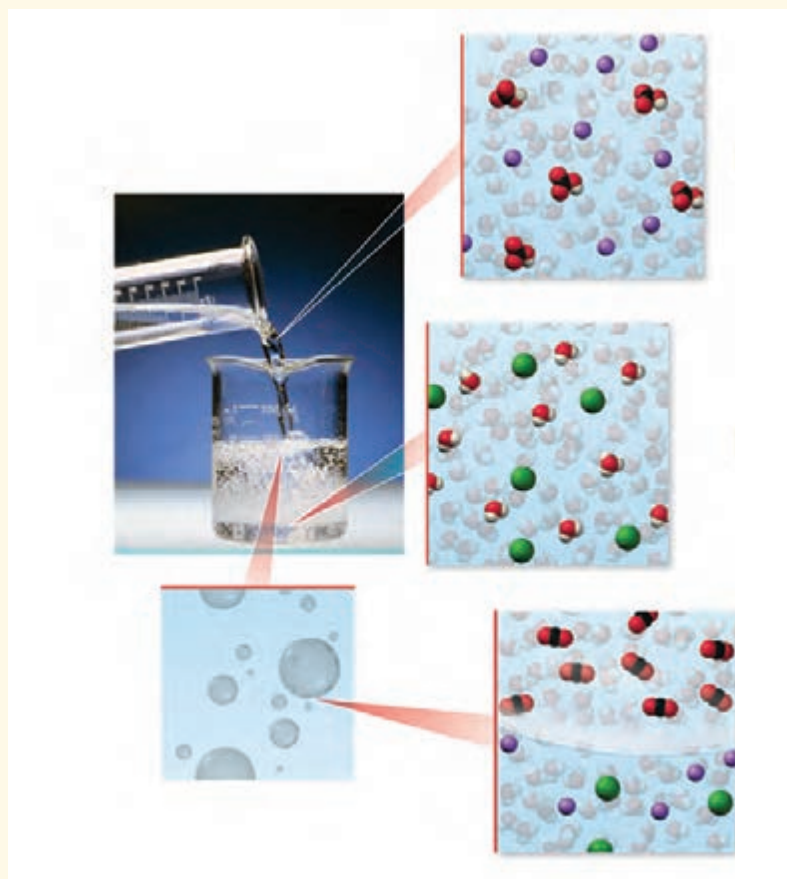
۳

آب خالص

۱) $?gHNO_3$

۲) $?gKOH$

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



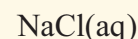
+



↓



+



+



آ) هر یک از جاهای خالی را با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.

ب) از واکنش ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۲ مول بر لیتر با مقدار کافی از سدیم هیدروژن

$$0.1 \text{ L HCl} \times \frac{0.2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1000 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} = 448 \text{ mL CO}_2$$

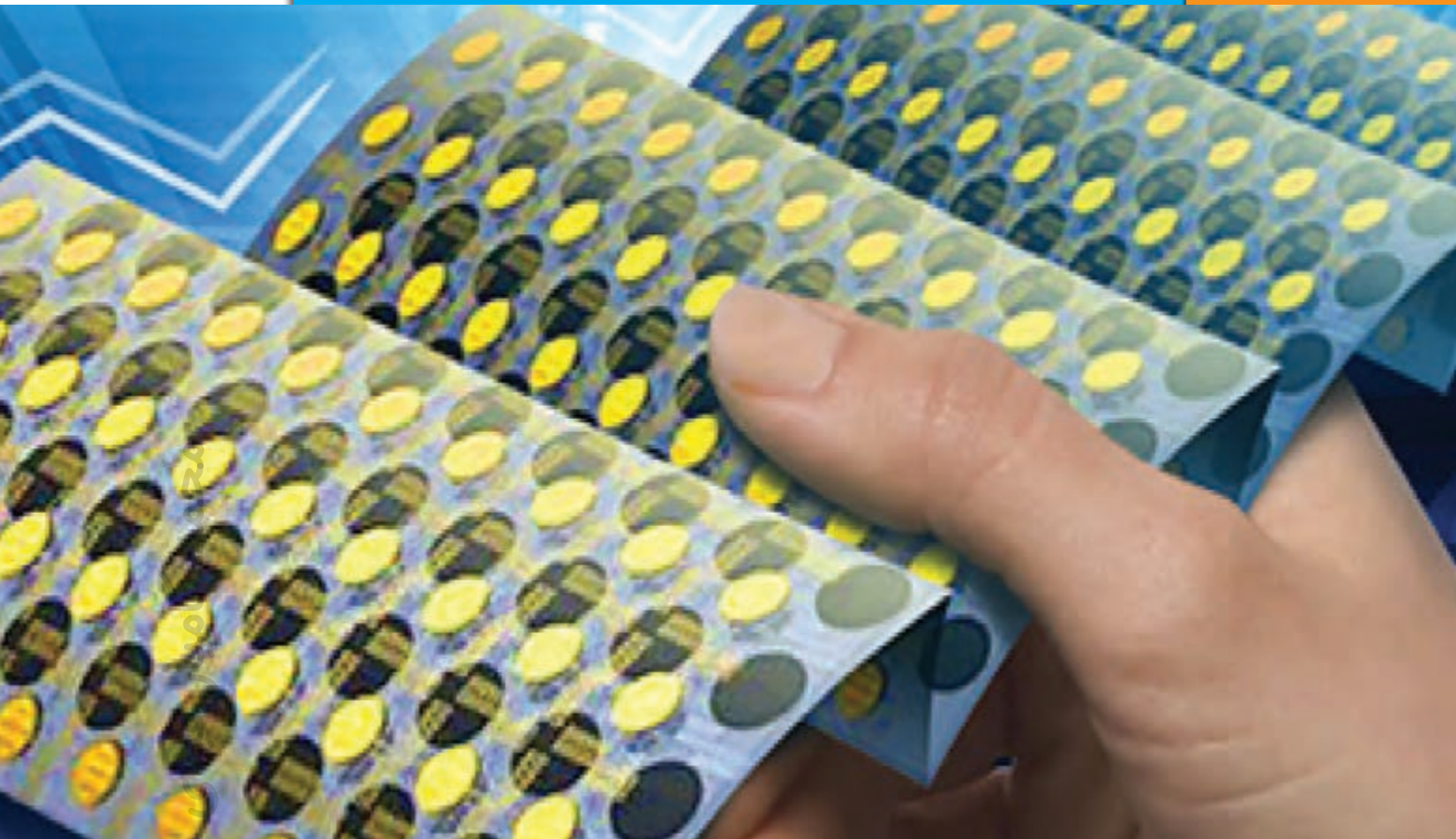
۱۲- ثابت یونش برای محلول‌های $\text{BOH}(\text{aq})$ و $\text{B}'\text{OH}(\text{aq})$ در دمای اتاق به ترتیب برابر با 10^{-5} و 10^{-4} است.

۴-۱۰/۸ است.

آ) کدام یک باز قوی‌تری است؟ چرا؟ $\text{B}'\text{OH}$ زیرا K_b بزرگتری دارد

ب) pH کدام محلول کمتر است؟ چرا؟ BOH زیرا باز ضعیف‌تری است و غلظت یون هیدروکسید آن کمتر و در نتیجه

غلظت یون هیدروژنم آن بیشتر است و هر چه غلظت یون هیدروژنم بیشتر باشد pH کم‌تر است (با هم رابطه عکس دارند)



هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا... (سوره رعد، آیه ۱۲)

اوست که برق را به شما نشان می‌دهد که هم مایه ترس و هم مایه 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 مبنای 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 به کارگیری این فناوری‌ها انرژی الکتریکی است. الکتروشیمی^۱ شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد (شکل ۲).

الکتروشیمی



پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)



ب) تولید مواد (مانند برق‌کافت و آبکاری)



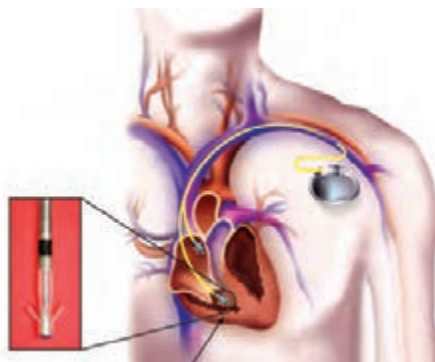
آ) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آنها)

شکل ۲- برخی قلمروهای الکتروشیمی

باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم‌کننده 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، روبات‌های کنترل‌شونده 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 محتوی 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... چهره‌ای 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 نخست باید بدانید در چه واکنش‌هایی الکترون داد و ستد می‌شود؟ چگونه می‌توان از این واکنش‌ها در تأمین الکتروسیته 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 تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با 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.

محمد کامیار



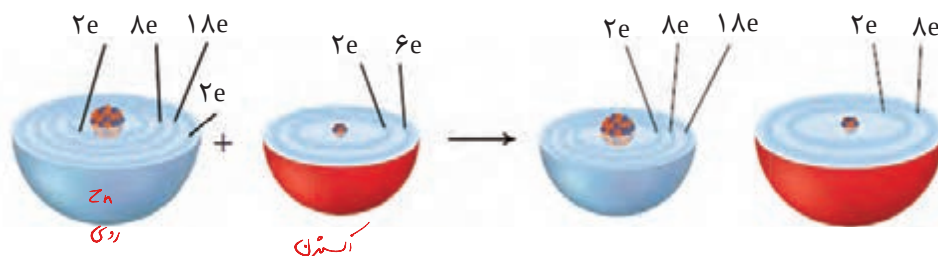
● چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.



شکل ۴- باتری لیمویی

با هم بیندیشیم

اکسیژن نافلزی 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.



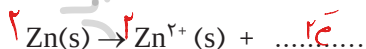
☆: اگر عدد الکترون از نظر ریاضی کم شد هافش
اگر عدد الکترون از نظر ریاضی بیشتر شد اکسایش

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؟ (روی ح از دست داد / اکسیژن ح گرفته است)

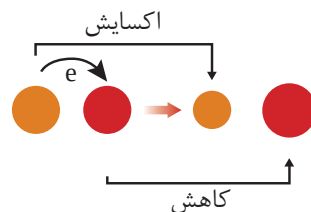
پ) اگر گرفتن الکترون را کاهش^۱ و از دست دادن الکترون را اکسایش^۲ بنامیم، کدام گونه کاهش و کدام اکسایش یافته است؟ (اتم روی اکسایش / اتم اکسیژن کاهش یافته است)

ت) شیمی دان‌ها هریک 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 شمار معینی الکترون، هریک از نیم‌واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



ث) کدام یک از نیم‌واکنش‌های بالا، نیم‌واکنش اکسایش و کدام یک نیم‌واکنش کاهش را نشان می‌دهد؟ چرا؟ (نیم واکنش اول اکسایش است زیرا دو اتم روی الکترون از دست داده‌اند نیم واکنش دوم کاهش است زیرا اتم‌های اکسیژن الکترون گرفته‌اند)

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



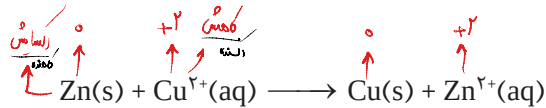
- اکسایش: از دست دادن الکترون
- کاهش: به دست آوردن الکترون

- 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 کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

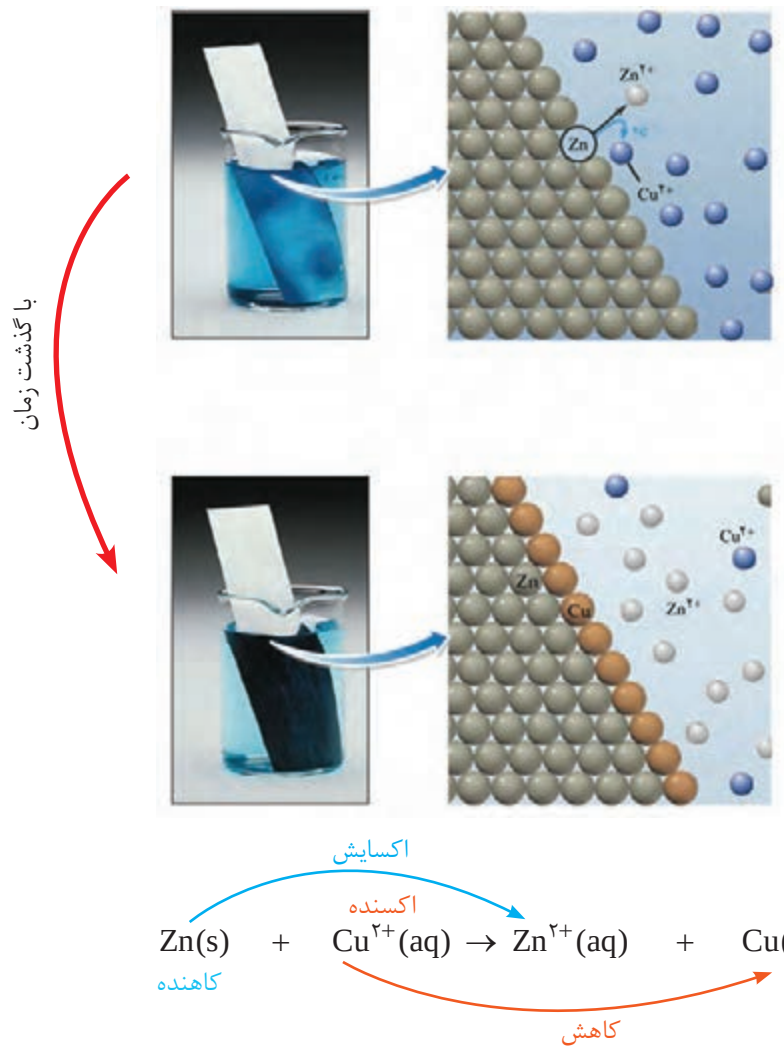
دریافتید که در واکنش‌های اکسایش-کاهش، گونه‌های شیمیایی الکترون داد و ستد می‌کنند به طوری که برخی گونه‌ها با ازدست دادن الکترون اکسایش می‌یابند و در مقابل، برخی گونه‌ها با گرفتن الکترون کاهش می‌یابند.

۱- Reduction
۲- Oxidation
۳- Half-Reaction
۴- Oxidant
۵- Reductant

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



در این واکنش اتم‌های روی (Zn) هر یک با از دست دادن دو الکترون به یون‌های روی (Zn^{2+}) اکسایش یافته و هم‌زمان با آن، هر یون مس (Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون به اتم مس (Cu) کاهش می‌یابد. در واکنش‌هایی از این دست، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند (شکل ۵).



شکل ۵- واکنش فلز روی با یون‌های مس (II)

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.

به این شکل که نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

سہا پاسخ دھید۔
روی السامع ینتم است زیر السور

(آ) کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش یافته است؟ چرا؟ (در حال / در آن هنگام هیروان کاهش یافته اند زیرا استخوان کربن دایکساید را از دست می‌دهند)



(ب) نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و موازنه کنید.

پ) نیم واکنش‌ها را با هم جمع کنید تا با حذف الکترون‌ها، معادله واکنش به دست آید.



(ت) با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت داده شده را کامل کنید.

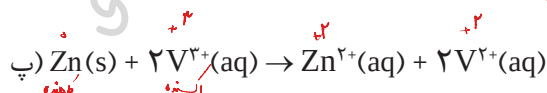
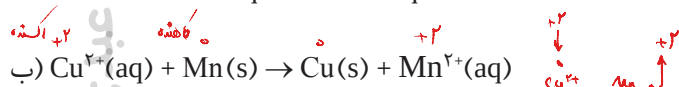
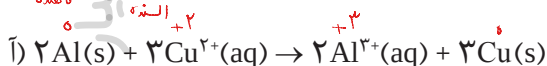
در این واکنش، اتم‌های روی الکترون از دست می‌دهند و ~~کاهش~~ اکسایش می‌یابند و سبب به دست می‌آورند

کاهش یون های هیدروژن می شوند، از این رو اتم های روی نقش ~~اکسند~~ دارند. در حالی که ~~اکسایش~~ کاهنده

یون‌های هیدروژن، الکترون از دست می‌دهند و کاهش می‌یابند و سبب کاهش اتم‌های اکسایش

روی می‌شوند، از این رو یون‌های هیدروژن نقش $\frac{\text{اکسنده}}{\text{کاهنده}}$ دارند.

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



● در گذشته برای عکاسی از

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 نماید.

سوختن منیزیم به عنوان منبع نور

استفاده می‌شد. در این واکنش

Mg(s) با نور خیره‌کننده‌ای در

$\text{O}_2(\text{g})$ میں، سوڑا و $\text{MgO}(\text{s})$

تبدیل می شود. در این واکنش

گروه های اکسید و کاهش را

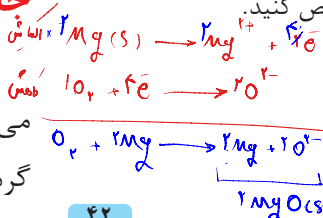
شخصی

جاری شدن انرژی با سفر الکترون

در برخی واکنش‌های اکسایش - کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد

۱. دیدید که فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در اکسیژن می‌سوزند، نور و

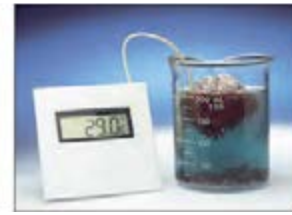
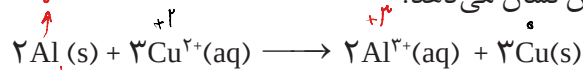
گرما تولید می کنند.





● واکنش الیاف آهن با محلول مس (II) سولفات.

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



شکل ۶- هنگامی که $\text{Al}(\text{s})$ درون $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ قرار گیرد، بر اثر واکنش اکسایش-کاهش، دمای محلول افزایش می‌یابد.

در واکنش بالا هر اتم آلومینیم سه الکترون از دست می‌دهد و اکسایش می‌یابد در حالی که هر یون مس دو الکترون می‌گیرد و کاهش می‌یابد. با این توصیف بر اساس معادله موازنه شده واکنش، چند الکترون میان اتم‌های آلومینیم و یون‌های مس داد و ستد می‌شود؟ 6mol

تغییر دما: کاهش × زرد شدن × قرمز شدن

محمد کامیار عبد

خود را بیازمایید

جدول زیر داده‌هایی را از قرار دادن برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای 20°C نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

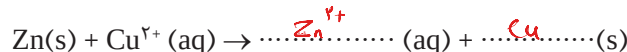
نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی ($^\circ\text{C}$)
آهن	Fe	23°
طلا	Au	20°
روی	Zn	26°
مس	Cu	20°

هر چه دما بیشتر باشد
فلز مورد نظر، کاهش دما و واکنش پذیرتر است



آ) تغییر دمای مخلوط واکنش نشان دهنده چیست؟ نشانه انجام واکنش است

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



پ) هر چه افزایش دما بیشتر باشد نشانه واکنش پذیرتر است؛ به معنی هر چه تفاوت دما بیشتر باشد واکنش پذیرتر است

پ) با توجه به تغییر دمای هر سامانه، کدام فلز تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد؟ چرا؟

ت) فلزهای Au ، Fe ، Zn و Cu را بر اساس قدرت کاهندگی مرتب کنید. $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Au}$

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

انجام می‌شود؟ چرا؟ زیرا تمایل مس برای از دست دادن الکترون کمتر از روی است. به نظر می‌رسد واکنش پذیری مس کمتر از روی است و واکنش انجام نمی‌شود.

● تیغه مس در محلول روی سولفات

پس از مدت طولانی تغییری نمی‌کند.

آیا می دانید

آلساندرو 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 می دانید

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



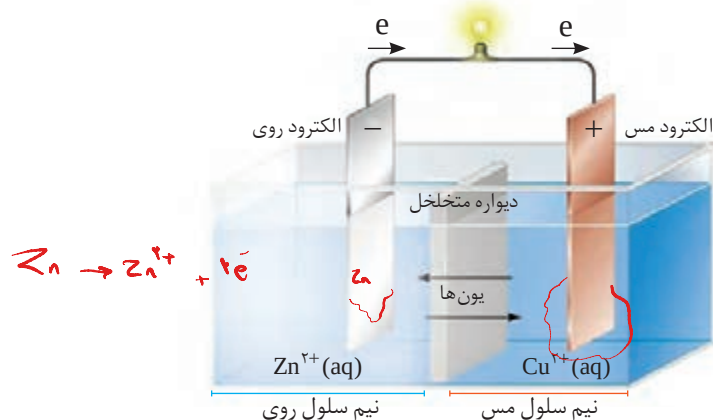
آموختید که تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده‌تر از مس است. با این توصیف در یک واکنش اکسایش - کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند با برخی کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم‌های 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 جابه‌جا نمود. اگر به جای داد و ستد مستقیم الکترون بین گونه‌های اکسند و کاهنده در یک واکنش، بتوان الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا 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 (II) سولفات (نیم سلول مس) قرار گیرد و نیم سلول‌ها همانند شکل زیر به یکدیگر وصل شوند، الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد. نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی منجر به ساخت سلول گالوانی^۱ شد (شکل ۷).



شکل ۷- نمایی از سلول گالوانی Zn-Cu

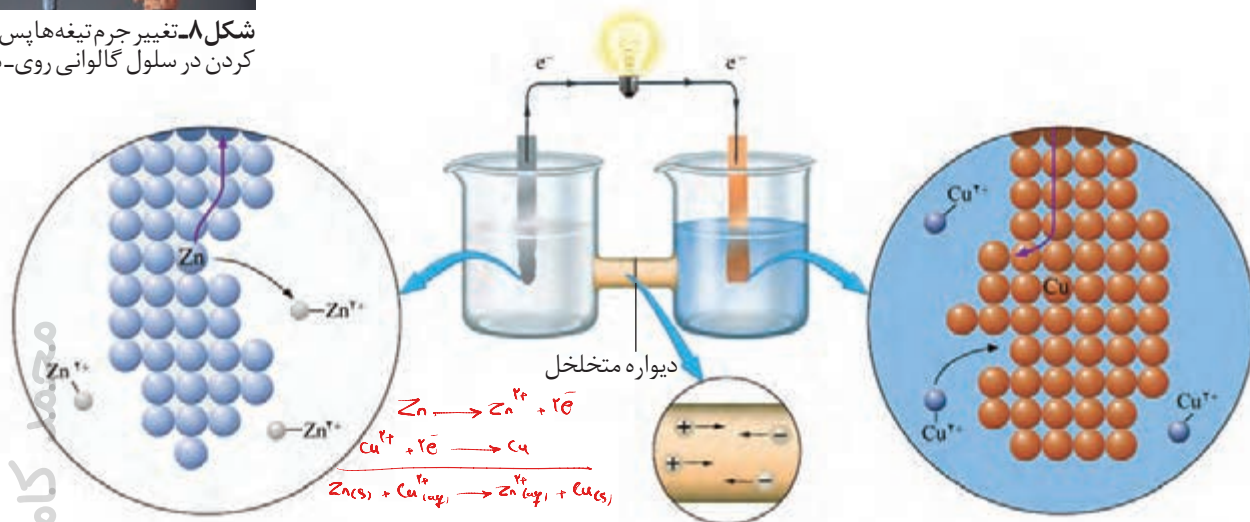


شکل ۸- تغییر جرم تیغه‌ها پس از کار کردن در سلول گالوانی روی-مس.

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.



آ) نیم‌واکنش‌های انجام شده در هر نیم سلول 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 الکتروند 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؟
با گذشت زمان واکنش نیم‌واکنش اکسایش در سمت راست و نیم‌واکنش کاهش در سمت چپ رخ می‌دهد. در کاتد، الکترون‌های بیرونی از روی به سمت کاتد می‌روند و در آنجا به یون‌های مس در محلول می‌پیوندند و به شکل فلز مس در می‌آیند. در آنود، فلز مس به یون‌های مس در محلول می‌پیوندد و به شکل یون‌های مس در محلول می‌ماند. این فرآیند را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

آیا می‌دانید

دیواره متخلخل از جنس سفال، خاک چینی (کائولن)، آزنست یا گرد فشرده شیشه است که از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می‌کند اما برخی یون‌های موجود در دو محلول می‌توانند از آن عبور کنند.

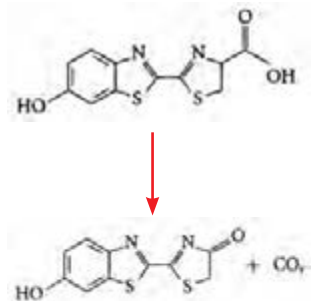
آموختید که سلول گالوانی، دستگاهی است که می‌تواند بر اساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند. برای نمونه در سلول گالوانی روی-مس، نیم‌واکنش اکسایش در آند (الکترود روی) انجام می‌شود و هر اتم روی دو الکترون از دست می‌دهد و به شکل یون روی وارد محلول می‌شود. به دلیل تولید الکترون در این الکترود آن 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 با ادامه این روند به تدریج در محلول

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

۱- Anode
۲- Cathode

آیا می دانید ؟

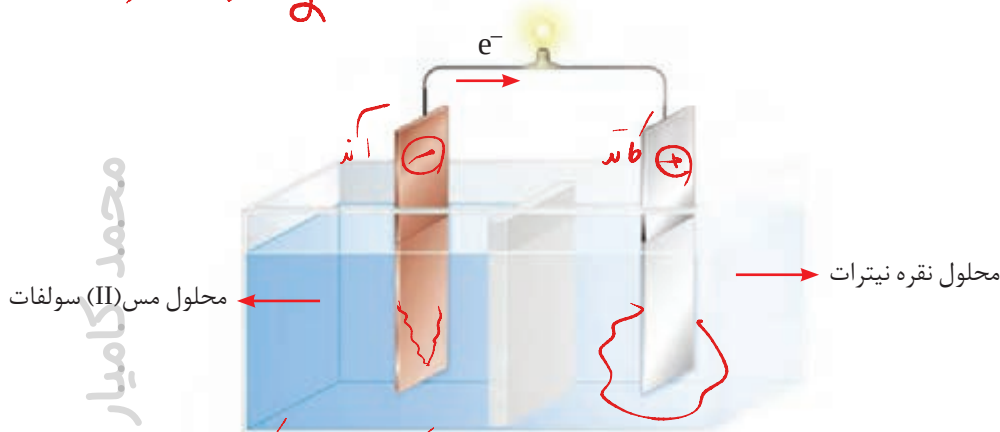
نور تولید شده توسط کرم شب تاب، نتیجه انجام واکنش شیمیایی زیر است که یک واکنش شیمیایی منحصر به فرد از نوع اکسایش - کاهش است. این واکنش ها به بیولوژیست ها معروف اند که از طریق آنها این جانور و برخی جانوران دیگر به جفت خود پیام می دهند. واکنش دهنده در این واکنش شیمیایی، **لوسیفیرین** کرم شب تاب و آنزیمی که این واکنش را کاتالیز می کند، **لوسیفراز** نام دارد.



پیرامون الکتروود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون ها بیشتر شده اما در محلول پیرامون الکتروود کاتد، غلظت آنیون ها از کاتیون مس بیشتر شود. جالب اینکه در عمل هیچ گاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش - کاهش، محلول های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

خود را بیازمایید

شکل زیر سلول گالوانی مس - نقره (Cu - Ag) را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



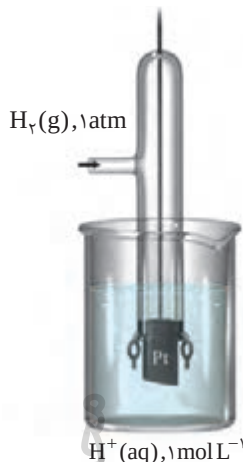
- آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید. **الکتروده مس منفی / الکتروود نقره مثبت**
- ب) نیم واکنش های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.
- پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می کند؟ توضیح دهید. **از جرم نقره مس و جرم نقره مس افزوده می شود**
- ت) جهت حرکت یون ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید. **جهت حرکت یون ها از نیم سلول مس به نیم سلول نقره و جهت حرکت یون ها از نیم سلول نقره به نیم سلول مس است**

با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید. سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی، ویژگی های یک باتری را دارد. با اینکه هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد اما در آنها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می کند. آیا می دانید این ولتاژ ناشی از چیست؟ چگونه می توان آن را اندازه گیری کرد؟

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولتسنج قرار گیرد، ولتاژی که ولتسنج نشان می دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. کمیتی که به **نیروی الکتروموتوری** معروف است و با **emf** نمایش داده می شود. اینک می پرسید برای تعیین سهم هر یک از نیم سلول ها 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

$E^\circ (\text{V})$	نیم واکنش کاهش	نیم واکنش اکسایش
$+1.50$	$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	
$+1.20$	$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	
$+0.80$	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	
$+0.34$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	
0.00	$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	
-0.14	$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	
-0.44	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	
-0.76	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	
-1.18	$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	
-1.66	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	
-2.37	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	

اکسند قوی تر

کاهنده قوی تر

آیا می دانید

هر یک از نیم واکنش های جدول E° می تواند بسته به شرایط انجام واکنش کلی، 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 کاهنده در سمت راست و گونه اکسند در سمت چپ نوشته می شود. در این جدول علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از H_2 دارند، منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از H_2 دارند، مثبت است.

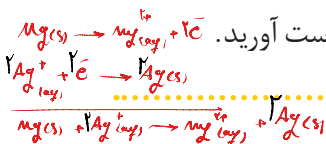
خود را بیازمایید

با استفاده از جدول ۱ مشخص کنید در سلول گالوانی ساخته شده از نقره و منیزیم:

منیزیم اکسید شده و نقره کاتد می‌شود. زیرا منیزیم پتانسیل کاهش یافته‌تر از نقره دارد.

آ) کدام الکترون‌دهنده و کدام کاتد خواهد بود؟ چرا؟

ب) نیم‌واکنش‌های انجام شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به دست آورید.



پیوند با ریاضی

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

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

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

۲- در سلول گالوانی تشکیل شده از دو نیم‌سلول بالا مشخص کنید کدام یک نقش آند و

کدام یک نقش کاتد را دارد؟ روی، آند و مس، کاتد است زیرا E° نیم‌سلول روی منفی‌تر است.

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. $+1.10 \text{ V}$

ب) کدام رابطه زیر برای محاسبه این

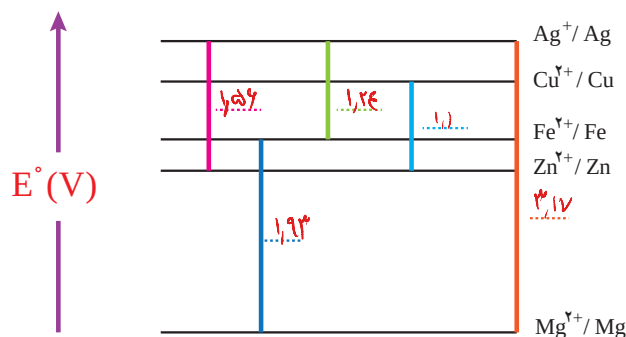
کمیت به کار رفته است؟ توضیح دهید.

$$\text{emf} = E^\circ(\text{آند}) - E^\circ(\text{کاتد}) \quad \square \quad \text{چون } \text{emf} \text{ برابر با } + \text{ پس باید}$$

تفاوت E° دو نیم‌سلول برابر مقدار باشد.
در این مدار برابر $E^\circ_{\text{آند}} - E^\circ_{\text{کاتد}} = \text{emf}$ است.

۴- در نمودار زیر هر خط رنگی نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را

نشان می‌دهد. با توجه به جدول پتانسیل استاندارد به پرسش‌ها پاسخ دهید.

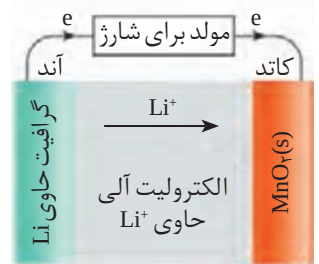


آیا می‌دانید

emf کمیتی از جنس انرژی است که آن را در فیزیک با نام نیروی محرکه الکتریکی شناختید. شیمی‌دان‌ها در منابع علمی معتبر آن را با $E^\circ_{\text{سلول}}$ نیز نشان می‌دهند.

آیا می دانید

آند در بسیاری از باتری های لیتیومی درون تلفن یا رایانه همراه که بارها و بارها شارژ می شوند، الکترون گرفتاری است که اتم های لیتیوم در سطح آن جای گرفته اند. کاتد این باتری ها حاوی اکسید یا سولفید فلزی است که بایون های Li^+ ترکیب می شود و الکترولیت، نمکی از لیتیوم در یک حلال آلی است (الکترولیت می تواند پلیمر جامدی باشد که بایون های Li^+ را جابه جایی کند).



آیا می دانید

در سال ۱۸۳۹ ویلیام گرو فیزیک دان و روزنامه نگار انگلیسی اصول کار سلول سوختی را یافت، اما تولید آنها به سال ۱۸۸۹ توسط لودویگ مند و چارلز لنجر برمی گردد. از ۱۹۶۰ ناسا از سلول های سوختی در سفینه جیمینی و آپولو برای تهیه برق و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد. در دهه هفتاد میلادی فناوری سلول سوختی در لوازم خانگی و خودروها رایج شد. از دهه هشتاد به بعد شرکت بالارد کانادا زیردریایی با این سلول ها را ساخت. پهباد سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکه دوگانه (باتری خورشیدی و سلول سوختی) با توان شش ماه پرواز به بهره برداری رسید.



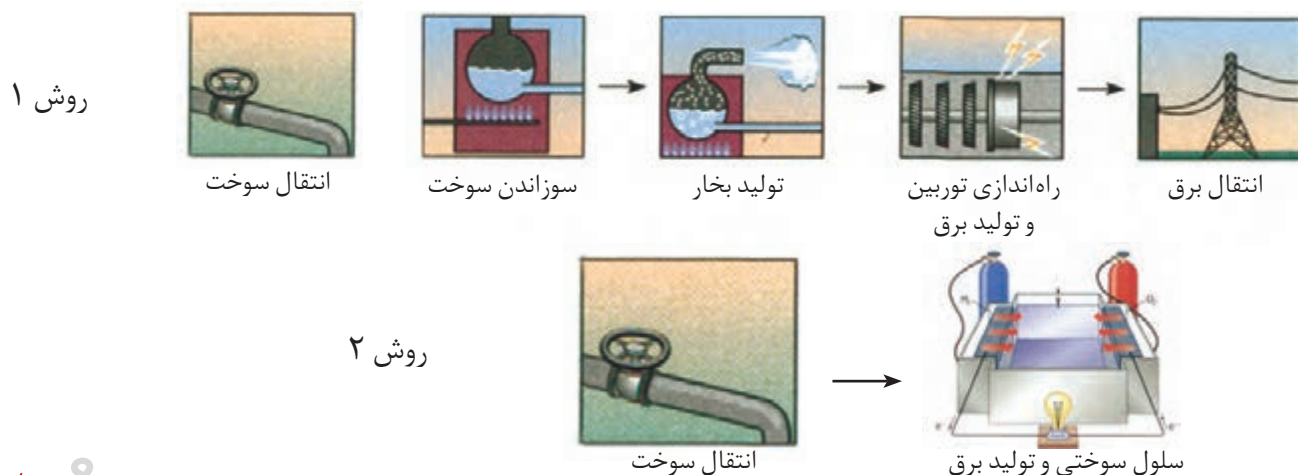
شکل ۹- نمونه هایی از باتری های لیتیومی

افزایش تقاضا برای باتری های لیتیومی، سبب شد این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان پیدا کند به طوری که سالانه از میلیارد ها باتری لیتیومی درون دستگاه های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می شود و سرانجام این دستگاه ها به همراه باتری های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می شوند. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری های لیتیومی و... تولید می شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده می کنند. 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.

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز

سوخت های فسیلی رایج ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه ها به شمار می روند. از این رو استخراج و مصرف بی رویه این سوخت ها سبب شده تا از ذخایر آنها به سرعت کاسته شود. از سوی دیگر گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، جهان را با چالشی نگران کننده روبه رو کرده است. با این توصیف، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی به ویژه در خودروها ضروری است. **سلول سوختی** نوعی سلول گالوانی است که شیمی دان ها برای گذر از این تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می دهند. این سلول ها افزون بر کارایی بیشتر می توانند رد پای کربن دی اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می روند.

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.

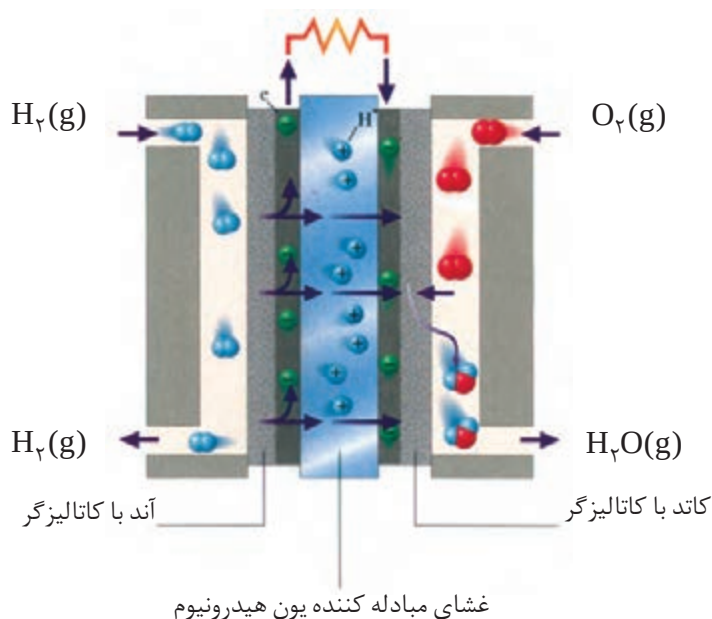


آ) در کدام روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است؟ چرا؟ **زیرا هر چه مراحل تبدیل و انتقال انرژی بیشتر باشد میزان اتلاف انرژی به صورت گرما بیشتر است.**

ب) کدام روش کارایی بالاتری دارد؟ توضیح دهید. **روش ۲ هر چه میزان اتلاف انرژی به صورت گرما کمتر باشد، کارایی بالاتر است.**

● سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد. **۲۰٪**

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 - نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

آیا می‌دانید

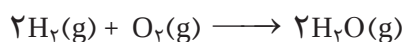
● در برخی از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور، پژوهش‌های خوبی روی سلول‌های سوختی انجام شده و موفقیت‌هایی نیز به دست آمده است. تولید توده سلول سوختی در دانشگاه شهید رجایی نمونه‌ای از آنها است.

آیا می‌دانید

مهندسان و پژوهشگران کشور در 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 به‌طوری که شامل یک غشا، الکتروود آند و الکتروود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. واکنش کلی در چنین سلولی به‌صورت 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 ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند. به راستی در واکنش‌هایی از این دست چگونه می‌توان گونه‌های اکسند و کاهنده را مشخص کرد؟ شیمی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش^۱ راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.

با هم بیندیشیم

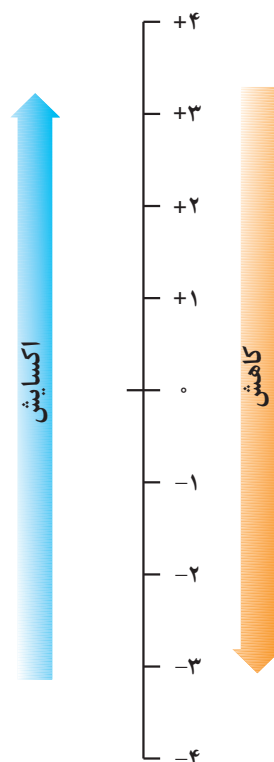
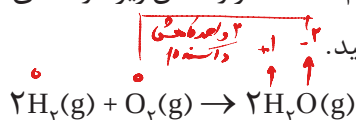
- ۱- با توجه به واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
(آ) ساختار الکترون - نقطه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده را رسم کنید.



(ب) در هر ساختار:

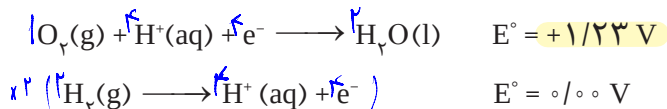
- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
 - همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.
 - به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت دهید.
- (پ) الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های ظرفیت 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، اکسند و کاهنده را مشخص کنید.

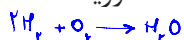


● افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است درحالی‌که کاهش آن به معنای به‌دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است. این نمودار گستره عدد اکسایش در گروه ۱۴ را نشان می‌دهد.

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.



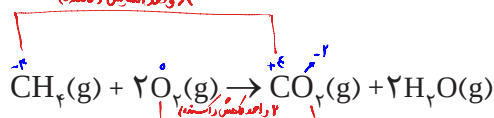
آ) هر یک از نیم واکنش ها را موازنه کنید سپس واکنش کلی سلول را به دست آورید.
 ب) emf این سلول را حساب کنید.



$$emf = E_{\text{red}} - E_{\text{ox}}$$

$$emf = 1.23 - (0) = +1.23$$

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 اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

ب) از دید محیط زیست گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟ برخلاف متان، کالای CO₂ تولید نمی کند و دوستدار محیط زیست است.

اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد

اکسایش گوناگونی در ترکیب های

خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش

آهن در FeCl₂ و FeCl₃ به ترتیب +۲ و

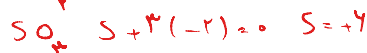
+۳ است. به همین دلیل این

ترکیب ها را آهن (II) کلرید و آهن

(III) کلرید می نامند. همچنین عدد

اکسایش اتم گوگرد در SO₂ و SO₃

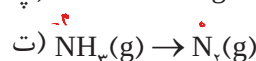
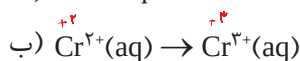
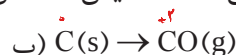
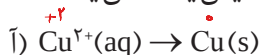
به ترتیب +۴ و +۶ است. (چرا؟)



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 حالی 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 اکسنده و کاهنده را تعیین کرد. روشی که به کمک آن می توان واکنش اکسایش - کاهش را از دیگر واکنش ها تشخیص داد.

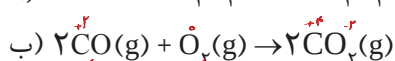
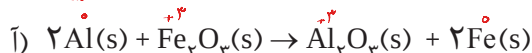
خود را بیازمایید

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



۲- در هر یک از واکنش های زیر با محاسبه تغییر عدد اکسایش، گونه کاهنده و اکسنده را

تعیین کنید.

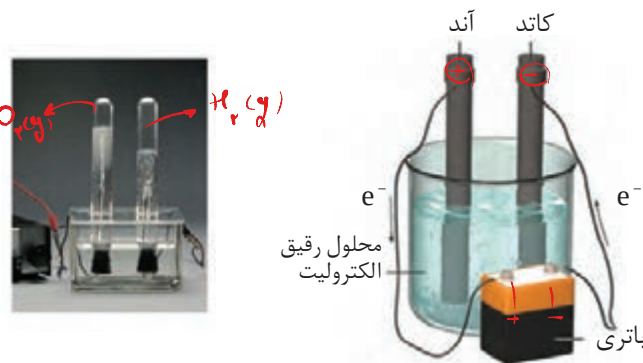


اینک می‌پذیرید که برای تأمین انرژی الکتریکی می‌توان از واکنش‌های اکسایش - کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد. با اینکه سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند اما در آنها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. یکی 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).

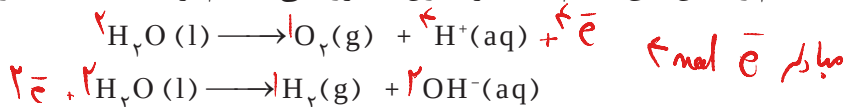


• آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

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

خود را بیازمایید

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



(آ) با وارد کردن نماد الکترون 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.

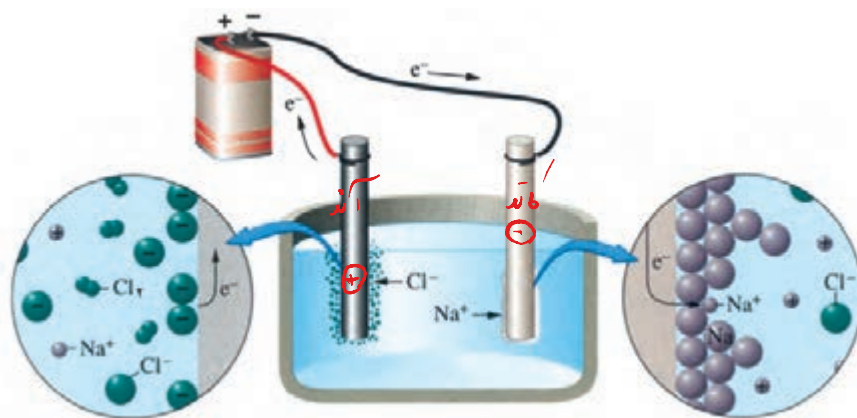
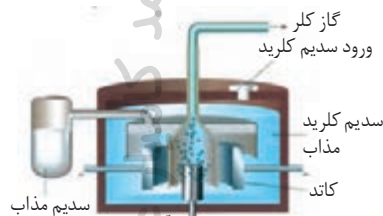
(۱۰٪ پ) پیش‌بینی کنید کاغذ pH در محلول پیرامون آند و کاتد به چه رنگی درمی‌آید؟ چرا؟

در محلول آند، محیط اسیدی و در محلول کاتد، محیط بازی می‌شود. به رنگ آبی و قرمز درمی‌آید.

دریافتید که در سلول الکترولیتی، دو الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند. در این سلول ها، کاتد الکتروودی است که به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون هایی 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 الکتروود با بار ناهمنام حرکت می کنند. به طوری که کاتیون ها به سوی کاتد و آنیون ها به سوی آند روانه می شوند تا به سطح الکتروودها 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.



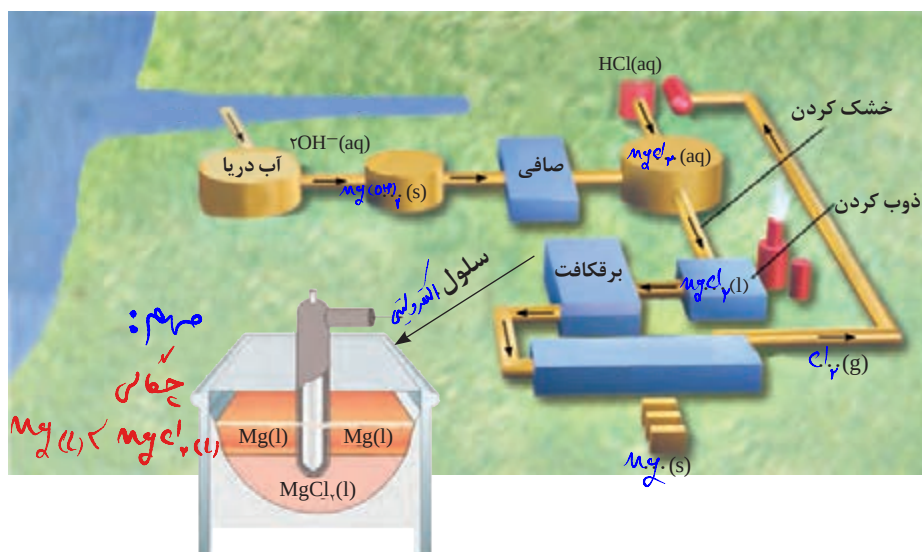
شکل ۱۲- برقکافت سدیم کلرید مذاب، با نوشتن نیم واکنش ها، معادله واکنش کلی را برای آن به دست آورید.

● 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؟

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.

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 گفت و گو 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 با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد 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 کاهش‌دهی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهش‌دهی 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 گیرند، یک واکنش اکسایش - کاهش انجام



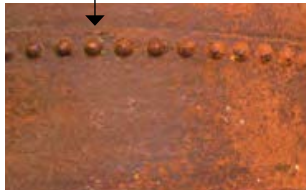
● ظرف نقره‌ای در اثر انجام واکنش اکسایش - کاهش کدر می‌شود.



● ظرف نقره‌ای که در اثر انجام واکنش اکسایش - کاهش، جلا می‌یابد.

● **خوردگی** به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش - کاهش گفته می‌شود. زنگ زدن آهن و زنگار سبز بر سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

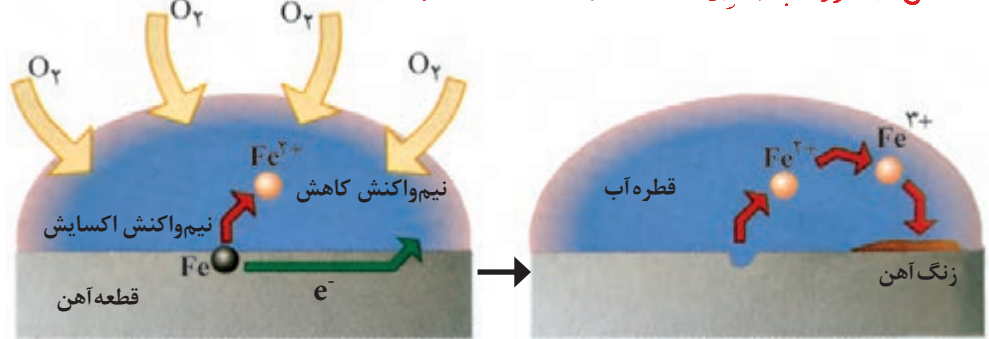
می‌شود. واکنشی که به‌طور طبیعی باعث اکسایش آهن می‌شود و از زیبایی و استحکام آن می‌کاهد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمونه‌ای از زنگ زدن آهن، بدنه آهنی کشتی در مجاورت هوا و رطوبت قرار گرفته و بر سطح آن زنگ آهن تشکیل شده است. فرایندی که باعث خوردگی می‌شود.

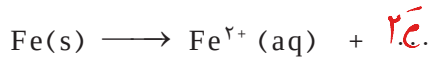
با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به شکل‌های زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.
(آ) آهن در حضور رطوبت و اکسیژن تحت به Fe^{2+} و سپس به Fe^{3+} اکسایش می‌یابد و منجر به تولید زنگ آهن می‌شود.



(آ) چگونگی تشکیل زنگ آهن را توصیف 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)



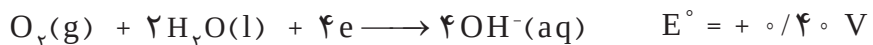
به یون آهن (III) را بنویسید.

(ت) فراورده نهایی خوردگی، زنگ آهن است. اگر فرمول شیمیایی آن را $Fe(OH)_3$ در نظر

گیریم، معادله واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید.



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



پس (آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد؟
زیرا در محیط اسیدی E° کاهش اکسیدان $+1.23 \text{ V}$ است و در محیط خنثی یا قلیایی E° برای کاهش اکسیدان $+0.40 \text{ V}$ است. این E° بیشتر در نیم واکنش اکسایش آهن (II) به آهن (III) قرار می‌گیرد.

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

می‌ماند؟ فلز طلا برای انجام واکنش با اکسایش یا به دلیل درخشان بودن در محلول باید تعادل داشته باشد و یا به دلیل اینکه در محلول باقی می‌ماند.

با E° در محلول‌های نوآبیه عنوان داده شده است و آنرا محاسبه کنید.

فرمول شیمیایی $Fe(OH)_3$ را به شکل $(Fe_2O_3 \cdot 3H_2O)$ نیز نشان می‌دهند و با نام آهن (III) اکسید آبپوشیده خوانده می‌شود.

پی بردید که فلز نجیبی مانند طلا حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابد 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 به طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درون 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 با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود. برای پیش بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهشی استاندارد کمک گرفت. اینک به E° فلزهای زیر توجه کنید.

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

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

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

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

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 مهندسين 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.

منیزیم



(ب)



منیزیم

(آ)

شکل ۱۴- حفاظت از آهن با منیزیم، (آ) بدنه کشتی (ب) لوله‌های نفتی



● تانکر آب ساخته شده از آهن سفید.

آیا می دانید

هنگامی که خراشی در سطح آهن سفید ایجاد می شود، نیمه واکنش کاتدی در سطح آهن انجام خواهد شد، گویی آهن نقش کاتد را دارد. به همین دلیل در منابع علمی فرایند حفاظت از آهن یا هر فلز دیگر با استفاده از فلزهای کاهنده تر را حفاظت کاتدی می نامند.



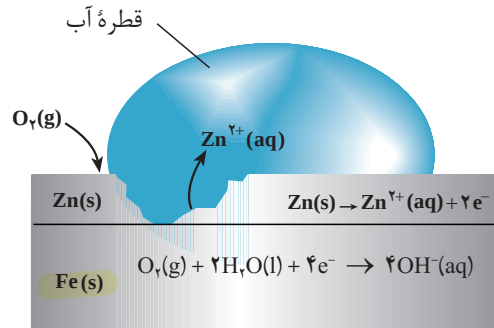
پس از مدتی



● قوطی هایی از جنس حلبی 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^۱ (آهن سفید) معروف است و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و... به کار می رود.

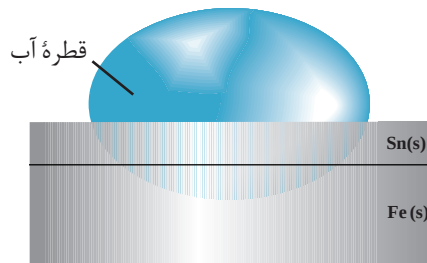
هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت می کنند. بدیهی است که فلز روی، اکسید شده و آهن محافظت می شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- رقابت آهن و روی در 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° :



آهن

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

$$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$$

$$O_2 + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$$
 ب) نیمه واکنش های اکسایش و کاهش را بنویسید.

پ) توضیح دهید چرا برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی توان برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده کرد؟ **زیرا فلز روی در آهن گالوانیزه در طول مدت نگهداری مواد غذایی با آن ها واکنش می دهد و باعث فساد آن ها می شود (واکنش با اسید مواد غذایی)**

در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان، دستگیره در و... استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. خوردگی این فلزها از یک سو سبب 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).

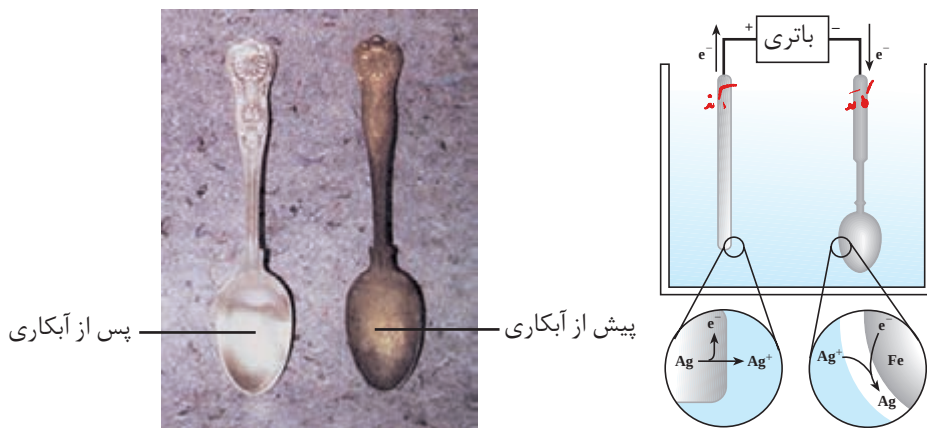


شکل ۱۶- نمونه‌هایی از برخی وسایل فلزی

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری^۱ 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؟ منفی

ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید. $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$

۳۴) چرا الکترولیت را محلولی از نمک نقره انتخاب کرده اند؟ زیرا باید یون های Ag^+ در الکترولیت موجود باشند تا هکس یاقین در آن به شکل Ag_2O از محلول نقره بر سطح جیسم مورد الکتریسیته بپایند.

برخی فلزها با اینکه اکسایش می یابند اما خورده نمی شوند.

از این فلزها می توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی تری استحکام خود را حفظ می کنند.

آلومینیم یکی از این فلزهاست. فلزی فعال که به سرعت در هوا اکسید می شود ($E^\circ (Al^{3+}/Al) = -1.66V$). این فلز

با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 از ادامه اکسایش

جلوگیری می کند به طوری که لایه های زیرین برای مدت

طولانی دست نخورده باقی می ماند و استحکام خود را حفظ

می کند. این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت

لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده کرد (شکل ۱۷).



آ) چرخ گوشت



ب) قطعه ای از موتور خودرو

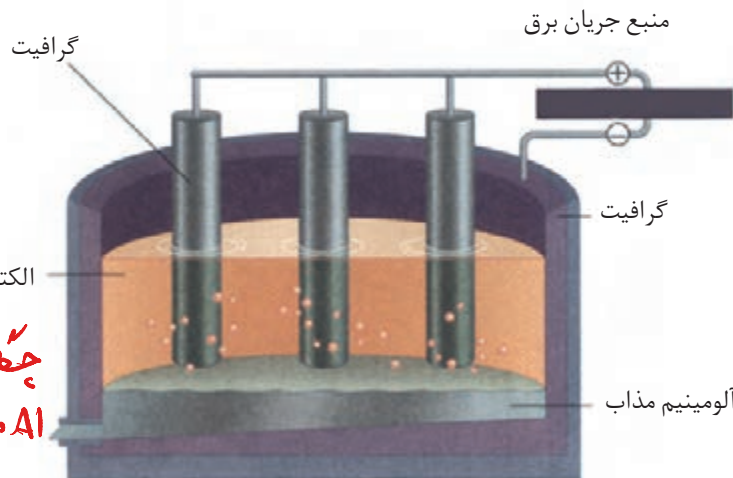
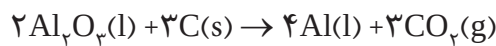
شکل ۱۷- برخی کاربردهای آلومینیم



● چارلز مارتین هال (۱۸۶۳-۱۹۱۴)

این شیمی دان آمریکایی در ۲۳ سالگی این روش را ابداع کرد.

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 می شود از این رو این فلز هم از برقکافت نمک های مذاب آن به دست می آید. رایج ترین روشی که به فرایند هال معروف است (شکل ۱۸).



چهار
۸۱ مذاب < الکترولیت



● آلومینیم مذاب تولید شده در فرایند هال

شکل ۱۸- فرایند هال برای تولید آلومینیم از Al_2O_3

آیا می دانید

آلومینیم در صنایع به طور عمده به شکل آلایژ استفاده می شود. از این فلز آلایژهای گوناگونی تهیه می شود. نمونه ای از آنها مگنالیوم است که در ساخت بدنه کشتی به کار می رود. درصد فلزهای سازنده این آلایژ 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 می توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه تولید قوطی های آلومینیمی از قوطی های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

خود را بیازمایید

لوحه آموزشی زیر، آبکاری یک قاشق مسی را با فلز نقره نشان می دهد. درباره آن در کلاس گفت و گو کنید.

محمد کامیار عبد

آبکاری

پیش از برقراری جریان الکتریکی

تیغه ای از جنس نقره به قطب مثبت باتری متصل می شود.

مدتی پس از برقراری جریان الکتریکی

جسمی که آبکاری می شود به قطب منفی باتری اتصال دارد. در این قطب یون های نقره با گرفتن الکترون به نقره تبدیل می شوند و روی جسم می نشینند.

در این قطب فلز نقره با از دست دادن الکترون به یون نقره تبدیل می شود

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

پوشاندن یک جسم با لایه ای نازک از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی، آبکاری نامیده می شود. جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای جریان برق باشد و محلول الکترولیت برای آبکاری دارای یون های فلزی باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.

تمرین‌های دوره‌ای

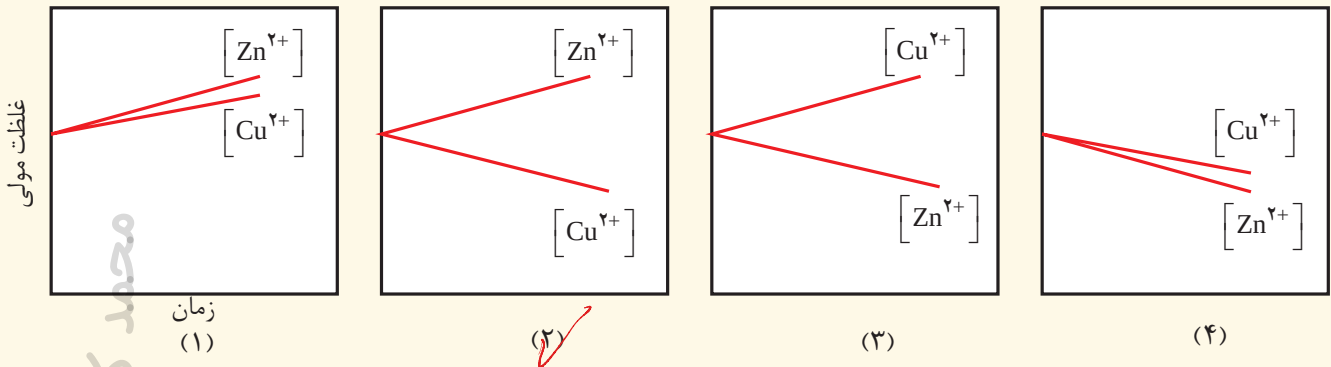
۱- برای هر یک از جمله‌های زیر دلیلی بنویسید.

(آ) فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد. *فلزی با دانسیته پرمی و نیمه بالا دارد (۱۰۲۲) که می‌تواند در بدن کم‌ت‌ها و مفرغی‌های خود را حفظ کند.*

(ب) فلوئور، اکسندترین عنصر در جدول دوره‌ای است. *فلوئور شلال ترین نافلز و اکسندترین گونه در جدول پاشایی کاهشی است و با ۲۸٪ غنای اتم و پاشایی زیادی برای دریافت اکسیدول بپذیرد و کاهشی‌ها را اکسید کند.*

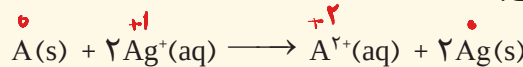
۶.۴.۲
تقریباً -۱.۵۰۲
تقریباً -۱.۵۰۲

۲- با مراجعه به جدول ۱، توضیح دهید کدام نمودار تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی-مس در بخشی از زمان نشان می‌دهد. *نمودار ۲ زیرا در سلول Zn با لوت زمان به دلیل کسایش تیفه روی [Zn^{۲+}] افزایش می‌یابد و به دلیل کاهش یون‌های مس [Cu^{۲+}] کم می‌شود.*

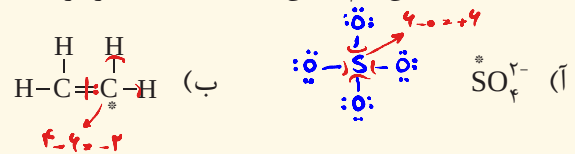
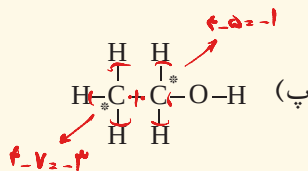


۳- emf سلولی که واکنش زیر در آن رخ می‌دهد برابر با ۱/۹۸ V است. E° نیم سلول A را حساب کرده و با مراجعه به جدول ۱، مشخص کنید A کدام فلز است؟

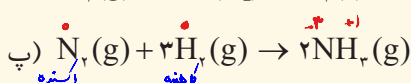
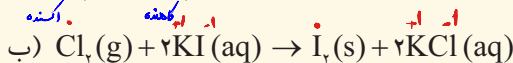
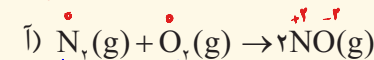
$$emf = E_{\text{کاهنده}} - E_{\text{اکسند}} \\ ۱,۹۸ = +۰,۸ - E_{\text{کاهنده}} \\ E_{\text{کاهنده}} = -۱,۱۸ \rightarrow Mn$$



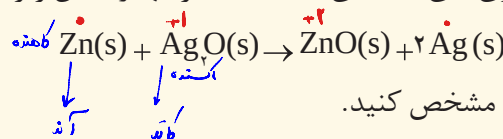
۴- عدد اکسایش اتم نشان داده شده با ستاره را مشخص کنید.



۵- در هر یک از واکنش‌های زیر گونه‌های اکسند و کاهنده را مشخص کنید.



۶- باتری‌های روی-نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آنها واکنش زیر انجام می‌شود.



(آ) گونه‌های اکسند و کاهنده 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	$E^{\circ}(\text{V})$
$\text{A}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{A}(\text{s})$	$+1/33$
$\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{B}(\text{s})$	$+0/87$
$\text{C}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{C}^{2+}(\text{aq})$	$-0/12$
$\text{D}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{D}(\text{s})$	$-1/59$

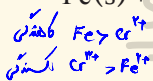
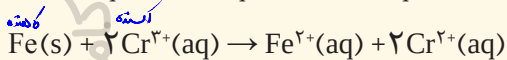
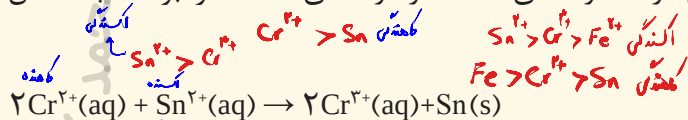
(آ) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟

(ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟

پ) کدام گونه (ها) می توانند C^{2+} را اکسید کنند؟ گونه هایی می توانند C^{2+} را اکسید کنند که از آن اکسید شده باشند یعنی E^+ بزرگتری (مثبت تر) داشته باشند پس B^{2+} و A^{3+} می توانند C^{2+} را به C^{4+} اکسید کنند

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

قدرت مرتب کنید.



السنه ثعین السنه قوی

کاهنه نین → کاهنه وعا

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

آهنی) می توان نگه داشت؟ با توجه به اتم غنی آهن، مقعر است با هسته کربن، سیسید و آلیاژ می دهد و ظرف سوخت می شود ولی سطح مس مثبت است و با سیسید و آلیاژ نمی دهد و برای ناهیداری آن مناسب است

۱۰- به قدر مطلق پتانسیل کاهشی استاندارد دو نیم سلول زیر توجه کنید. هنگامی که این دو نیم سلول را به هم وصل

می‌کنیم، جریان الکتریکی از نیم سلول X به نیم سلول Y برقرار می‌شود اما با اتصال نیم سلول X به SHE، الکترون‌ها از

نیم سلول X به سمت SHE جاری می شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی از این دو نیم سلول را حساب کنید.

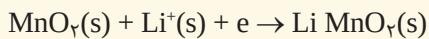
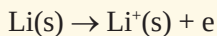
$$\text{ent} = E_{\text{in}} - E_{\text{out}}$$

$$Y^+ + e^- \rightarrow Y \quad |E^0| = 0.34 \text{ V} \quad +.34 \text{ eV} \quad \text{emf} = +.34 - (-.05) = +.39 \text{ V}$$

$$X^{r+} + r e^- \rightarrow X \quad |E^\circ| = 0.75 \text{ V} \quad \text{---}, 25$$

۱۱- اگر کاتد نوعی باتری لیتیومی که در تلفن همراه به کار می‌رود، حاوی $\text{MnO}_2(\text{s})$ باشد؛ نیم‌واکنش‌ها به شکل زیر خواهند

بود:





(آ) عدد اکسایش Mn را در MnO_2 و $Li MnO_2$ تعیین کنید.

(ب) هنگامی که تلفن یا رایانه همراه روشن است و باتری نقش سلول گالوانی را دارد، چگونگی جابه جایی الکترون ها و یون های لیتیم را توصیف کنید.

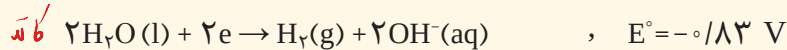
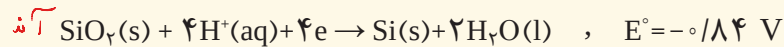
جواب: جریان الکترون ها همواره از سمت کاتد به سمت آنود است. در نتیجه یون های لیتیم در باتری از طریق مدار خارجی به سمت آنود می رود و یون ها لیتیم از کاتد به سمت آنود می روند.

(پ) هنگامی که تلفن یا رایانه همراه در حال شارژ شدن است و باتری نقش سلول الکترولیتی را دارد، چگونگی جابه جایی الکترون ها و یون های لیتیم را توصیف کنید.

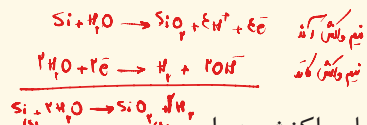
جواب: جریان الکترون ها همواره از سمت کاتد به سمت آنود است. در نتیجه در این سلول الکترولیت، الکترون ها از MnO_2 (آنود) جدا شده و از طریق مدار خارجی به سمت کاتد می حرکت می کنند. یون های لیتیم نیز از کاتد به سمت آنود حرکت می کنند.

۱۲- شیمی دان ها در برخی سلول های الکتروشیمیایی برای انجام واکنش اکسایش - کاهش از نور بهره می برند که آنها را سلول نور الکتروشیمیایی می نامند.

در نمونه ای از آنها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می رود، با توجه به نیم واکنش های زیر:



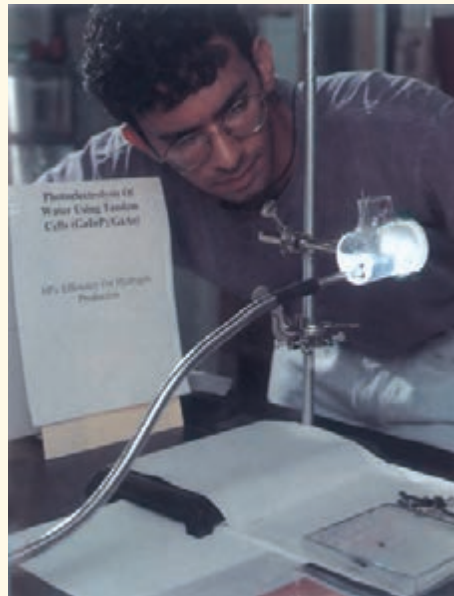
$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$
 $E_{cell} = -0.83 - (-0.84) = +0.01 V$
 واکنش کلی



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

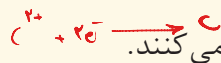
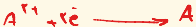
(ب) یافته های تجربی نشان می دهند که افزون بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این سلول پایین است، با این توصیف چرا برخی استفاده از آنها را برای تهیه گاز هیدروژن مناسب می دانند؟

گاز هیدروژن سوخت مناسب برای پیل های خورشیدی و دو سده در محیط زیست است. به همین دلیل به آن انرژی سبز می گویند. بازده و سرعت کم واکنش امکان جمع آوری ایمن آن را میسر می کند.



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

- فقط فلزهای A و C با محلول 1° مولار 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 $B^{2+}(aq)$ اکسندۀ قوی تری از $D^{2+}(aq)$ است.

با توجه به این داده ها، ترتیب کاهش را این چهار فلز را مشخص کنید. $C > A > D > B$

نیم سلول	B^{2+}/B	C^{2+}/C
A^{2+}/A	0.74 V	0.30 V
B^{2+}/B	—	1.04 V

۱۴- جدول روبه روی الکتروموتوری سه سلول گالوانی را نشان می دهد؛

اگر $E^\circ(C^{2+}/C) = -0.84 \text{ V}$ و در این سلول ها، نیم سلول کاند باشد:

فلز A با یون C^{2+} واکنش نمی دهد. به برعکس واکنش می دهد. $A < C$

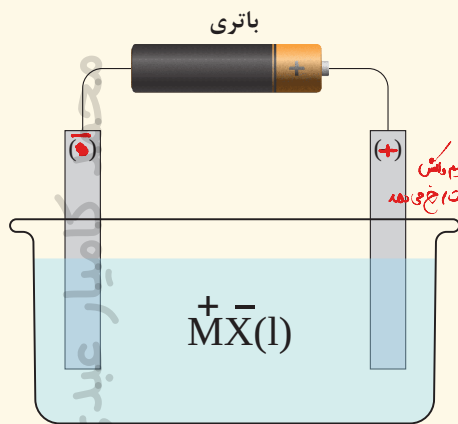
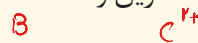
$$E_A^\circ = -0.44 \text{ V} \rightarrow E_A^\circ = -0.14 \text{ V} \quad (E_A^\circ = -0.44 \text{ V})$$

(آ) پتانسیل کاهش استاندارد را برای دو نیم سلول B^{2+}/B و A^{2+}/A به دست

$$E_B^\circ = -1.18 \text{ V} \rightarrow E_B^\circ = -0.14 \text{ V} \quad (E_B^\circ = -1.18 \text{ V})$$

آوردید.

(ب) نماد شیمیایی اکسندۀ ترین و کاهش دۀ ترین گونه را بنویسید.



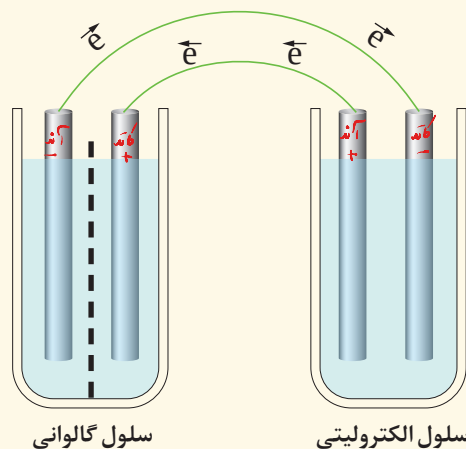
۱۵- با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.

(آ) این سلول گالوانی است یا الکترولیتی؟ چرا؟ (زیرا برای انجام کار (در باتری) استفاده می شود)

(ب) در سطح کدام الکتروود، نیم واکنش اکسایش رخ می دهد؟ چرا؟ (قطب (-) است. زیرا در سلول الکترولیتی، نیم واکنش اکسایش در آند (قطب مثبت) رخ می دهد)

(پ) در سطح کدام الکتروود، اتم های M پدید می آیند؟ چرا؟ (کاتد) $M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$

(ت) در سطح کدام الکتروود از یون ها، الکترون آزاد می شود؟ (در سطح آند (قطب مثبت))



۱۶- می دانید که برای استفاده از هر سلول الکترولیتی به یک مولد یا

باتری (سلول گالوانی) نیاز است، شکل روبه روی این ویژگی را نشان می دهد.

نخست آند و کاتد را برای هر الکتروود در هر سلول مشخص کنید، سپس

روند انجام فرایند جابه جایی الکترون ها را هنگام استفاده از یک سلول

الکترولیتی توضیح دهید. در هنگام کارکرد الکترولیز در سلول گالوانی رخ می دهد

و الکترون های حاصل به سمت کاتد سلول الکترولیتی می روند

به قطب (+) به سمت کاتد سلول الکترولیتی و اکسایش

الکترولیز رخ می دهد و سبب می شود الکترون های

تولید شده به سمت کاتد سلول گالوانی جریان یابد و آند



●●● إِنْ جَعَلْنَا مَا عَلَى الْأَرْضِ زِينَةً لِّهَا لَنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا... (سورة كهف، آیه ۷) ●●●

مسلماناً ما آنچه را روی زمین است، زینت زمین قرار دادیم تا آنان را آزمایش کنیم که کدامشان در عمل نیکوترند.

● 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 اثری جاودانه، آن چنان که آینده‌ای باشد از شکرانه امروز و سرمایه‌ای ارزشمند برای آیندگان. پویندگان چنین راهی در این پهنه، پیوسته به کشف اسرار می‌پردازند از جمله آنکه چگونه شمار بسیاری ماده با رفتارهای گوناگون، تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند. شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق اثری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.



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



(آ) تنگ آبخوری دوره ساسانی (ب) سفالینه‌ای از ایران باستان (پ) مجسمه موآی در جزیره ایستر (ت) مجسمه‌ای در شهر یثری مشگین شهر

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

بدیهی است که مواد اولیه برای ساخت چنین آثاری افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری 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 به جا 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 ستایش فراهم گردد.

شیمی‌دان‌ها در گام نخست نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به جا 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

خاک‌رس از نخستین مواد دسترس بشر به شمار می‌رود. این مخلوط به دلیل تفاوت در نوع و مقدار اجزای سازنده بسیار متنوع است، به طوری که فراورده‌های آن گستره‌ای از آجر تا ظروف چینی را در بر می‌گیرد. سفال معروف به جادوی آب و خاک از کهن‌ترین دست سازه‌های انسان است که از خاک رس ساخته می‌شود.

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

ماده	سیلیس	آلومینا	آب	سدیم اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	طلا و ...
	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

● درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه نشان می دهد.

۱- با توجه به داده های جدول به پرسش های زیر پاسخ دهید:

(آ) نام شیمیایی هر یک از مواد موجود در این نوع خاک را بنویسید.

(ب) سرخ فام بودن این نوع خاک رس را به وجود کدام ماده نسبت می دهید؟ Fe_2O_3

(پ) پیش بینی کنید هنگام پختن سفالینه های تهیه شده از این نوع خاک رس، از جرم کدام

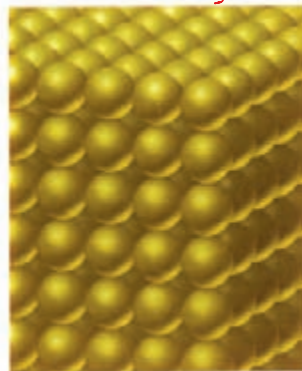
ماده به مقدار بیشتری کاسته می شود؟ چرا؟ *زیرا با افتار مولکول دارد و برهم کنش آن تعیین است و آب تفرجی می شود*

۲- اگر اجزای این مخلوط نخست جداسازی شده سپس خالص سازی شوند، پیش بینی

کنید ساختار ذره ای هریک از این اجزا در حالت خالص و جامد (به جز SiO_۲) با کدام الگوی

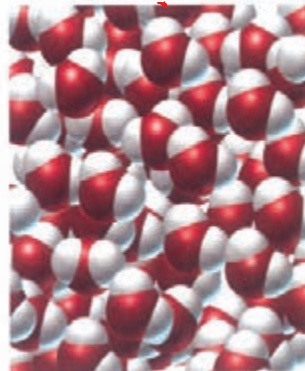
زیر همخوانی دارد؟ چرا؟

طلا و دیگر فلزات



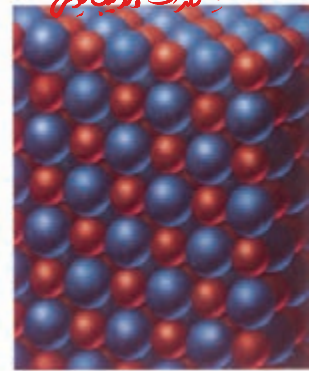
(پ)

آب



(ب)

اسید فلزات و ترکیب یونی



(آ)

با مواد سازنده نوعی خاک رس آشنا شدید که مخلوطی از اکسیدها را در برمی گیرد.

یافته های تجربی نشان می دهد که SiO_۲ افزون برخاک های رس، یکی از سازنده های

اصلی بسیاری از سنگ ها، صخره ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام

و ماندگاری سازه های سنگی و نقشکندهای روی آنها شده است. آیا می دانید چه ساختاری

باعث این رفتار ویژه می شود؟

محمد کامیار عبدی



● نمونه ای از نقشکند روی سنگ در گنجانمه همدان.

۱- Mass Percent

۲- Clay

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند، از این رو سیلیس^۱ (SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیاره 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 $\text{Si}^{۴+}$ ، شبه فلزی از خانواده 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 نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

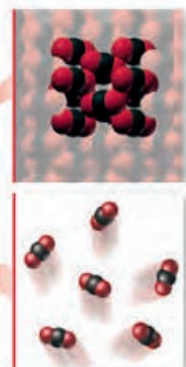
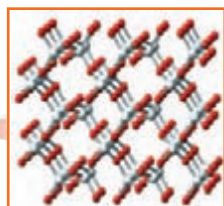
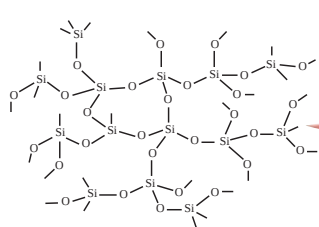


شکل ۲- نمونه‌ای از سیلیسیم، سیلیس و یخ خشک

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

با هم ببیندیشیم

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



$\text{SiO}_2(\text{s})$

$\text{CO}_2(\text{s})$

$\text{CO}_2(\text{g})$

● پختن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

(آ) از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد مولکولی در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند. کدام ماده جزو مواد مولکولی است؟ CO_2

(ب) ماده کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند. بر این اساس کدام ماده، کووالانسی است؟ SiO_2

۸ آیا می‌دانید

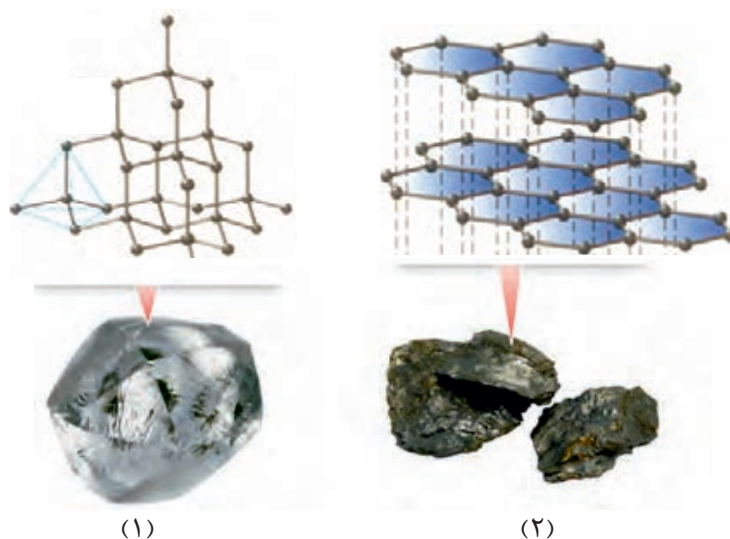
سختی یک کانی، میزان مقاومت آن را در برابر خراشیده شدن نشان می‌دهد و با یکای موس (Mohs) سنجیده می‌شود. الماس و کوارتز از سخت‌ترین مواد موجود در طبیعت هستند که به ترتیب درجه سختی ۱۰ و ۷ دارند.

۲- پیش‌بینی کنید کدام ماده:
(آ) سخت‌تر است؟ چرا؟ SiO_2 زیرا وجود دسته‌های پیوندهای اشتراکی در سراسر ساختار آن ایجاد فشار روی آن را می‌توان کرد.
(ب) نقطه ذوب پایین‌تری دارد؟ چرا؟ CO_2 زیرا در ساختار آن میان مولکول‌های مجزا برهم‌کنش‌های واندروالسی وجود دارد که از پیوندهای اشتراکی ضعیف‌تر بوده و با انرژی کمتر می‌توان مولکول‌ها را از یک جدا کرد.

دریافتید 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 غول‌آسا است. ساختاری که دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن چنین موادی است. از آنجا که این مواد در دما و فشار اتاق 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 تک اتمی 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.



فرایند ذوب یک ماده خالص در دما و فشار معین رخ می‌دهد که در آن دما و فشار، ماده از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود. در این فرایند، میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده در حالت جامد (اتم‌ها در جامد کووالانسی و مولکول‌ها در ماده مولکولی) به تدریج افزایش می‌یابد تا جایی که ذره‌ها می‌توانند با لغزیدن روی یکدیگر، از جایی به جای دیگر حرکت کنند. در این شرایط حالت مایع پدید می‌آید.

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



● نقش زیبایی مداد بر کاغذ.

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

ساختار (۲) زیرا ساختار لایه‌ای دارد و بین لایه‌ها نیروهای ضعیف وجود دارد که هنگام نوشتن لایه‌هایی از آن بر سطح کاغذ می‌نشینند.

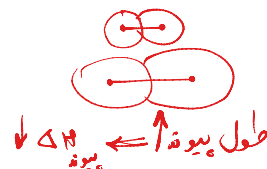
پ) چرا در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود؟

ب) الماس جامد کووالانسی ۳ بعدی است که در هر سر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوندهای سه بعدی به هم متصل‌اند این ساختار سخت برای برش شیشه مناسب است.

ت) کدام چگالی (۲۲۷ یا ۳/۵۱ گرم بر سانتی متر مکعب) را به گرافیت می‌توان نسبت داد؟ چرا؟
زیرا گرافیت به دلیل نامنه بین لایه‌ها، تعداد اتم‌های کربن کمتری در واحد حجم دارد.

۲- باتوجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

پیوند	C-C	Si-Si
میانگین آنتالپی (kJmol ⁻¹)	۳۴۸	۲۲۶



آ) اگر سیلیسیم خالص ساختاری همانند الماس داشته باشد، پیش‌بینی کنید نقطه ذوب الماس بالاتر است یا سیلیسیم؟ چرا؟
زیرا طول پیوند در الماس (C-C) از Si-Si در سیلیسیم کوتاه‌تر و میانگین آنتالپی آن بیشتر است از این رو هنگام ذوب شدن الماس نیاز به گرمای بیشتری دارد.

ب) اگر آنتالپی پیوند Si-O بیشتر از پیوند Si-Si و ساختار Si(s) با SiO₂(s) مشابه باشد،

توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود؟
سیلیس و سیلیسیم هر دو جامد کووالانسی هستند اما پیوندهای قوی‌تر Si-O در ساختار سیلیس به هم می‌شود که این ماده پایدارتری از سیلیسیم داشته باشد و در طبیعت به میزان بیشتری یافت شود.

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم

گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند (شکل ۳). چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری که 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 می‌رود شفاف و انعطاف‌پذیر باشد. یافته‌های تجربی نیز این ویژگی‌های گرافن را تأیید می‌کنند. یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوارچسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است (شکل ۴).



شکل ۳- مدل گلوله و میله برای نمایش گرافن.



شکل ۴- تهیه گرافن با استفاده از نوار چسب

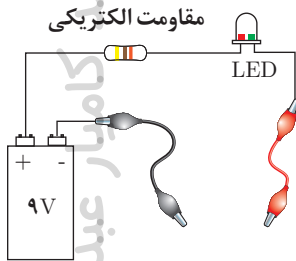
در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند. سپس یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند. به این ترتیب لایه‌هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوار چسب قرار می‌گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک‌تری از گرافیت 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 «رسانایی الکتریکی گرافن» کاوش کنید.



وسایل و مواد مورد نیاز: لامپ LED، باتری ۹ ولتی، سیم، سوکت، مقاومت 330Ω اهمی، مداد و کاغذ.

۱- مداری مطابق شکل روبه‌رو بسازید.

۲- با یک مداد 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؟

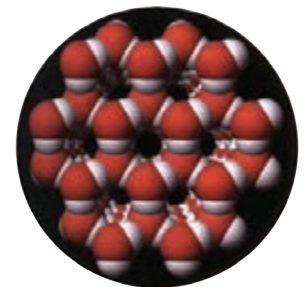
نزدیک کردن → ↑ شدت روشنایی
دور کردن → ↓ شدت روشنایی

سازه‌های یخی، زیبا با ظاهری سخت اما زود گداز

با ساختار و رفتار سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کووالانسی 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



● دانه برف یک سازه یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های شش گوشه است.

● اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی هستند.

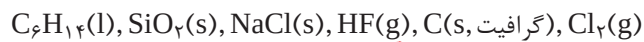
می‌دانید مولکول‌های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بُعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است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

خود را بیازمایید

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

نکته مهم: در ساختار یک جامد کووالانسی، میان $\frac{\text{همه}}{\text{شمار معینی از}}$ اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد به همین دلیل چنین موادی نقطه ذوب بالایی 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؟ **زیرا مواد نام برده از واحدهای مولکولی تشکیل شده‌اند**



آیا می‌دانید

دریافتید که مولکول‌ها، واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با 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 وان‌دروالس است، به همین دلیل گازهای نجیب، مواد مولکولی به‌شمار می‌روند. گویی هر نمونه از گاز نجیب از مولکول‌های تک‌اتمی تشکیل شده است.

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

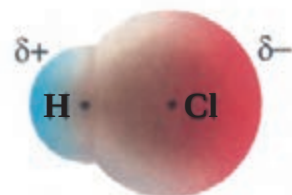
رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

در شیمی ۱ آموختید که ساختار لوویس، الکترون‌های ظرفیت اتم‌های سازنده یک گونه شیمیایی را طوری نمایش می‌دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کند به جز اتم هیدروژن که تنها یک جفت الکترون پیوندی یا یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می‌شود. **توزیع این جفت الکترون‌ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.**

ساده‌ترین مولکول‌ها، دواتمی هستند. مولکول‌هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، **مولکول دو اتمی جور هسته**^۱ نامیده می‌شوند. چنین مولکول‌هایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند، به دیگر سخن، **گشتاور دو قطبی آنها صفر بوده و مولکول‌های ناقطبی هستند.** از سوی دیگر مولکول‌های دو اتمی مانند HCl ، **مولکول دواتمی ناجور هسته**^۲ بوده و قطبی هستند. شکل ۶، توزیع الکترون‌ها را بر اساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای این مولکول‌ها نشان می‌دهد.



مثبت



منفی

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

(آ) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

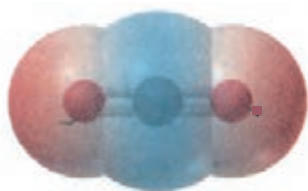
شکل ۶- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون‌ها در مولکول‌های دواتمی (ناجور هسته ب) جور هسته. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

آیا می دانید

شیمی دان ها در مباحث نظری برای توجیه بارهای الکتریکی جزئی در یک گونه شیمیایی از یک کمیت نسبی به نام الکترونگاتیوی بهره می گیرند. کمیتی که برای اتم های یک عنصر در گونه های شیمیایی مختلف، متفاوت است.

بر اساس شکل ۶، توزیع یکنواخت و متقارن الکترون ها در مولکول های دو اتمی جور هسته، نشانه ناقطبی بودن آن است در حالی که در مولکول های دو اتمی ناجور هسته، توزیع الکترون ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم های سازنده آن یکسان نیست، در این شرایط به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی^۱ منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می دهند. بدیهی است چنین مولکول هایی گشتاور دو قطبی بزرگ تر از صفر دارند.

آیا می دانید نقشه پتانسیل مولکول های سه اتمی چگونه است؟ شکل ۷، دو نمونه از این نقشه ها را نشان می دهد.



(ب)



(آ)

شکل ۷- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی (آ، آب، ب) کربن دی اکسید

در مولکول خطی کربن دی اکسید، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم های اکسیژن بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم کربن بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت داده می شود، هر چند که به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند 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 بر خلاف کربن دی اکسید در میدان الکتریکی جهت گیری می کند (چرا؟).

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

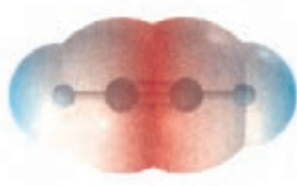
• یکی از عواملی که می تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول های چند اتمی به هم بزند، وجود جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم مرکزی است.

خود را بیازمایید

۱- شکل زیر نقشه پتانسیل مولکول های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2) را نشان می دهد. با توجه به آنها گشتاور دو قطبی کدام مولکول برابر با صفر است؟ چرا؟ *زیرا توزیع بار پیرامون اتم مرکزی آن بر خلاف کربونیل سولفید متقارن است*



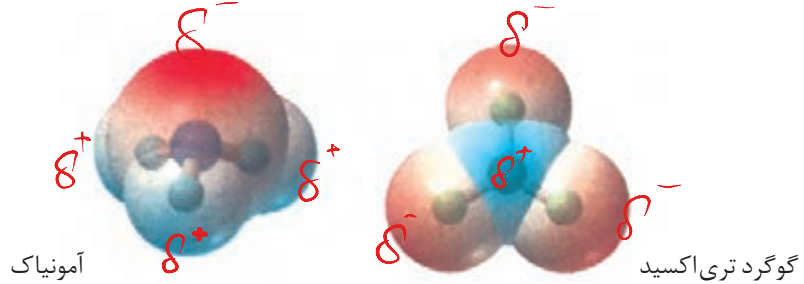
کربونیل سولفید



اتین

۲- با توجه به نقشه پتانسیل مولکول های آمونیاک و گوگرد تری اکسید به پرسش ها پاسخ دهید.

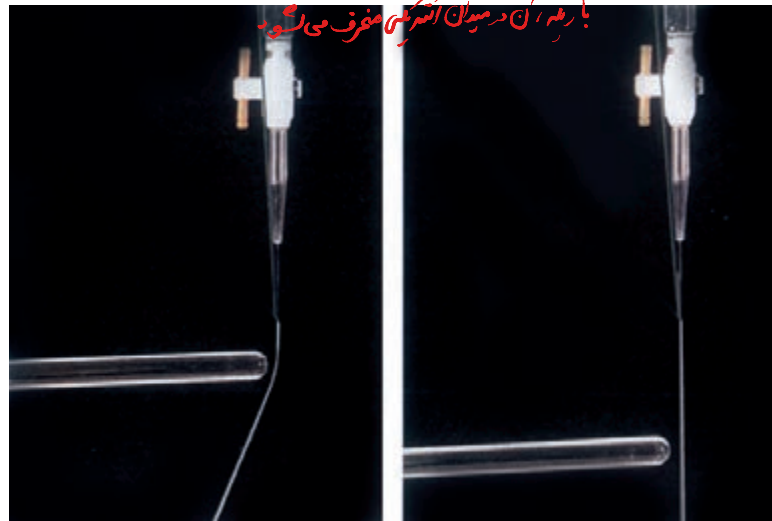
در مولکول NH_3 قطب ناقطبی است و از H بیشتر است
پس تراکم بار روی N بیشتر است و با δ^- نشان می دهیم
در مولکول SO_2 قطب ناقطبی است و O های بیشتر است
پس تراکم بار O های بیشتر است و با δ^- نشان می دهیم



(آ) با بیان دلیل، هر یک از اتم ها را در نقشه های بالا با (δ^+) و (δ^-) نشان دار کنید.

(ب) کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟ چرا؟
 NH_3 و SO_2 ناقطبی است و در نتیجه قطبی است و توزیع بار بیرونی
 اتم مرکزی SO_2 متقارن و ناقطبی است

۳- با توجه به شکل های زیر با دلیل پیش بینی کنید کدام مایع، کلروفرم ($CHCl_3$) و کدام یک کربن تتراکلرید (CCl_4) است؟
 در کلروفرم توزیع بار بیرونی اتم مرکزی نامتقارن است و مولکول قطبی است و
 با رنگ آبی در میان الکتردهای منفی می نشیند



آیا می دانید

کلروفرم، مایعی بی رنگ بوده که بخار آن سمی و اعتیاد آور است. در گذشته از آن به عنوان ماده بیهوش کننده بیمار در اتاق عمل استفاده می شد.

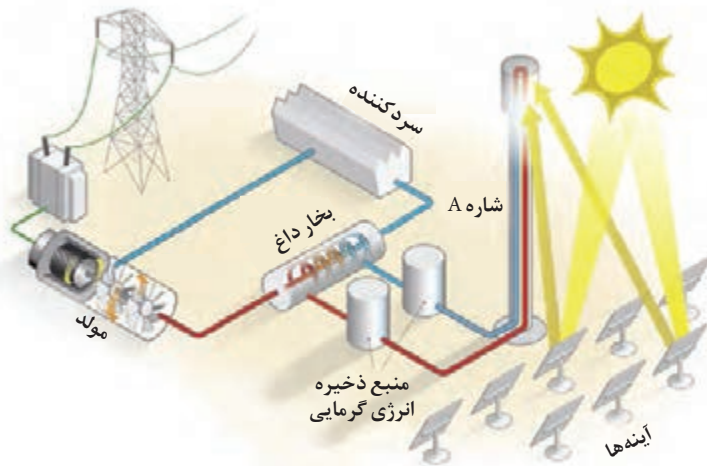


هنر نمایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق

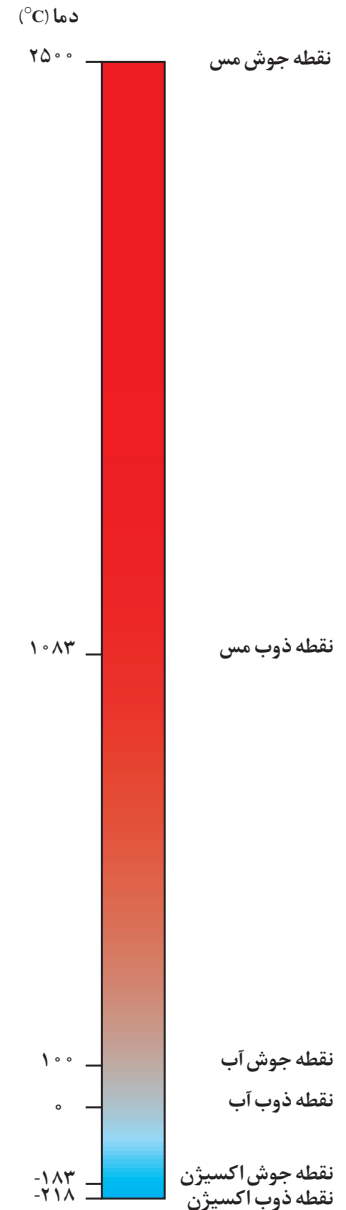
خورشید بزرگ ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می دارد. بدیهی است که بهره گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش رد پای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند (به ویژه شب هنگام که نیاز به آن بیشتر احساس می شود). گفتنی است که برای تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است، از این رو تنها در برخی کشورهای توسعه یافته انجام می شود.

با هم بیندیشیم

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



● نمایی از مجتمع فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی.



● نقطه ذوب و جوش چند ماده و گستره دمایی که مایع هستند.

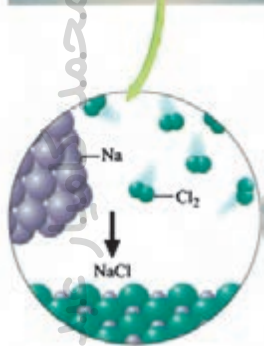
محیط کامیار عبودی

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

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N_2	-210	-196
HF	-83	19
NaCl	801	1413

- ۳- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، جمله زیر را کامل کنید.
 (آ) کدام ماده در گستره دمایی کمتری به حالت مایع است؟ چرا؟ **N_2** **زیر تفاوت نقطه ذوب و جوش آن کمتر است**
 (ب) کدام ماده را به جای شار A پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟ **$NaCl$** **زیر تفاوت نقطه ذوب و جوش آن بیشتر بوده و گستره مایع بیشتری به حالت مایع است**

۳- با خط 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**



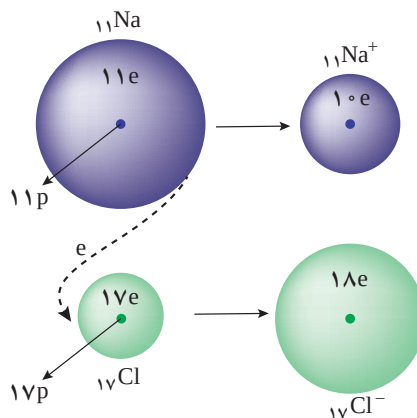
● از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی بر جای می ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که بسیار گرماده است.

دریافتید 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 ابری 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 $135^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$ 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

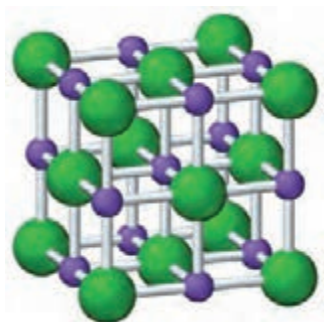
می دانید که هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فرآورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم ها با یکدیگر الکترون دادوستد می کنند. در واکنش هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می شوند. شکل ۸، دادوستد الکترون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



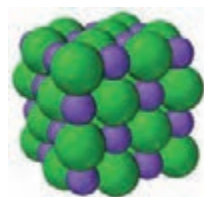
شکل ۸- دادوستد الکترون میان اتم ها. چرا شعاع اتم ها هنگام تبدیل به یون تغییر می کند؟

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 کره ای باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهات 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).



(ب)



(آ)

شکل ۹- آرایش یون‌ها در شبکه بلوری سدیم کلرید (آ) فضا پرکن (ب) گلوله و میله

با کمی دقت در شکل ۹، در می‌یابید که آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به عنوان 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 بلور، عدد کوئوردیناسیون^۱ می‌گویند، بنابراین عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با ۶ است (چرا؟).

با هم بیندیشیم

- توضیح دهید چرا برای توصیف ترکیب‌های یونی در منابع علمی معتبر هیچ گاه واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به کار نمی‌رود؟ در شبکه بلوری ترکیب‌های یونی، ارایش یون‌ها در سرتاسر شبکه از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند. هرگاه یون‌ها و کاتیون عدد کوئوردیناسیون معینی در شبکه بلوری که در ساختار آن‌ها مولکول وجود ندارد.
- جدول زیر اندازه شعاع برخی یون‌های متداول را در مقایسه با اندازه اتم سازنده آنها نشان می‌دهد. در مورد این جدول با یکدیگر گفت‌وگو کنید و روندهای موجود در آن را توضیح دهید.

دوره	گروه	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F ^{۱-}	۷۱، ۱۳۳	O ^{۲-}		Li ^{۱+}
			۷۳، ۱۴۰		۱۵۲، ۷۶
سوم	Cl ^{۱-}	۹۹، ۱۸۱	S ^{۲-}	Mg ^{۲+}	Na ^{۱+}
			۱۰۲، ۱۸۴	۱۶۰، ۷۲	۱۸۶، ۱۰۲

● 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

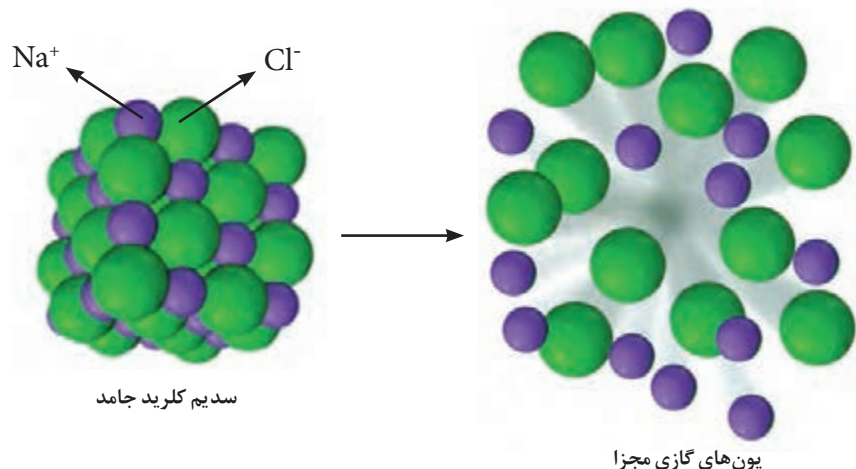
در بسیاری از ترکیب‌های یونی عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون یکسان نیست. کلسیم فلوئورید از جمله آنها است. در این ترکیب یونی عدد کوئوردیناسیون کاتیون، ۸ و عدد کوئوردیناسیون آنیون، ۴ است.

۳- اگر هریون 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 کاربرد، 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	$9/80 \times 10^{-3}$	F ⁻	۱۳۳	1.02×10^{-3}
K ⁺	۱۳۸	$7/24 \times 10^{-3}$	Cl ⁻	۱۸۱	5.52×10^{-3}
Mg ²⁺	۷۲	$2/77 \times 10^{-2}$	O ²⁻	۱۴۰	1.44×10^{-2}
Ca ²⁺	۹۹	2.02×10^{-2}	S ²⁻	۱۸۴	1.09×10^{-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؟

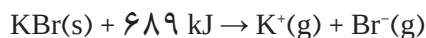
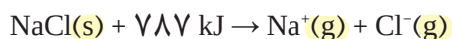
اینک می پذیرید که نوع و بار یون ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آنها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار آنهاست. هر چه نیروی جاذبه میان یون ها قوی تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فروپاشی آن یا جدا کردن کامل یون ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. شکل ۱۰، فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید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



شکل ۱۰- فروپاشی 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 بار 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:



گرمای مصرف شده 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 عبارت‌های زیر را کامل کنید:

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

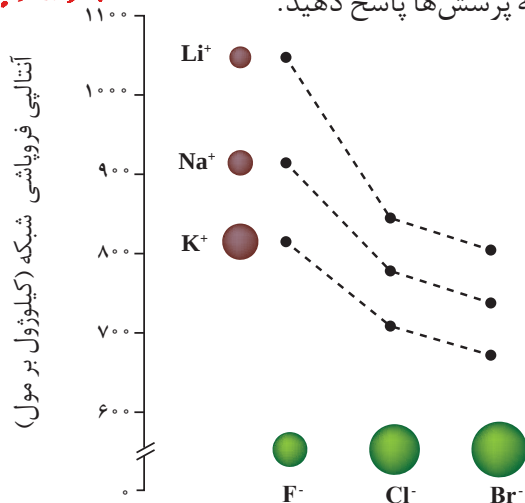
(ب) هر چه $\frac{\text{بلر}}{\text{چگالی بار}}$ یون‌های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن $\frac{\text{آسان‌تر}}{\text{دشواری‌تر}}$ فروپاشیده می‌شود.

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

به KCl(s) نسبت داد؟ چرا؟ 717 kJ mol^{-1} ، ۶۴۹ یا ۱۰۳۷

زیرا آنتالپی فروپاشی شبکه KCl از KBr بیشتر است (زیرا شعاع یون Cl^- از Br^- کمتر و چگالی بار بیشتر است) و از NaCl کمتر است (زیرا شعاع یون K^+ از Na^+ بیشتر است و چگالی بار آن کمتر است)

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



هر چه شعاع کاتیون افزایش یابد از چپ به راسته و آنتالپی فروپاشی کاهش می یابد

(آ) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

(ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

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

آنیون \ کاتیون	F^{-}	O^{2-}
Na^{+}	۹۲۶	۲۴۸۸
Mg^{2+}	۲۹۶۵	۳۷۹۸

اثر بار کاتیون در آنتالپی فروپاشی - معایب NaF با MgF_2 یا Na_2O با MgO

(آ) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید.

«آنتالپی فروپاشی شبکه هم با بار الکتریکی کاتیون و هم با بار الکتریکی آنیون، رابطه مستقیم دارد.»

اثر بار آنیون در آنتالپی فروپاشی - معایب Na_2O و NaF (یا معایب MgO با MgF_2)

(ب) آیا می توان میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب جامدهای یونی رابطه ای در نظر گرفت؟ توضیح دهید. **بم / اغلب ترکیب های یونی کم داری آنتالپی فروپاشی کم، بزرگتری هستند نقطه ذوب بالایی دارند**

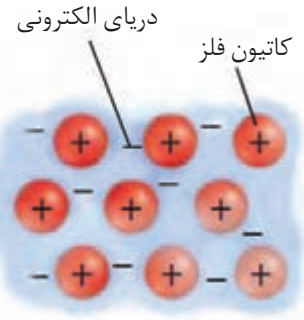
فلزها، عنصرهایی شکل پذیر با جلایی زیبا

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامه آن ضروری و ارزشمند بوده اند به طوری که تمدن های آغازی نیز بر اساس گستره کاربری آنها نام گذاری شده اند.

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 عناصرها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می روند، آن چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.

می دانید که فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره ای را تشکیل می دهند، 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 شکل پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست. به نظر شما این رفتارها از چه ساختاری سرچشمه می گیرند؟ شبکه بلوری فلزها با ساختار مواد کووالانسی، مولکولی و یونی چه تفاوت هایی دارد؟

با هم بیندیشیم



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 سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. با این توصیف به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

زیرا در فلز دریای الکترون هست و نیروی جاذبه هست
و کاتیون‌ها را می‌کشد

آپیش‌بینی 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؟ **جابه‌جایی آسان الکترون‌های ظرفیت در شبکه بلوری**

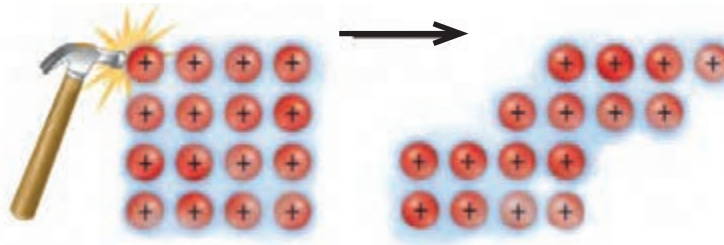
پ) دربارهٔ درستی جملهٔ زیر با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

دریای الکترونی فلزها سیایی با بار الکتریکی منفی است
که با جابه‌جایی آسان و یکنواخت میان یون‌های
شکل، نیروی یکنواختی به کاتیون‌ها اعمال کرده
و آن‌را پس از الکترونی‌های آن‌ها را حفظ می‌کند

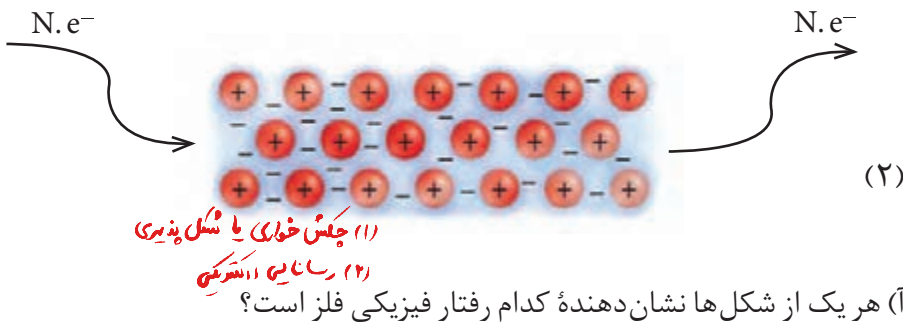
«دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند.»

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

محمد کامیار عبدی



جمله‌ای که ضرب می‌آید به فلز وارد می‌شود لایه‌ای یا لایه‌هایی از کاتیون‌ها
در شبکه فلزی جابه‌جا شده و دریای تغییر شکل دریای الکترونی
جاذبه بین لایه‌ها را حفظ می‌کند
با ورود الکتریسیته (ج.ع. ۸۰) از یک سو در خروج همان تعداد
از الکترون‌ها (هم‌زمان) از سوی دیگر به علت حرکت آسان
دریای الکترونی رسانایی الکتریکی را نشان می‌دهد

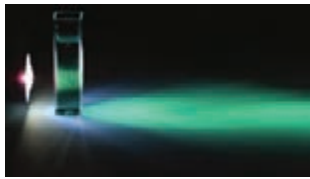


آیا می‌دانید

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

آ) هر یک از شکل‌ها نشان‌دهندهٔ کدام رفتار فیزیکی فلز است؟
ب) رفتار فلز را در هر یک از این دو شکل با توجه به الگوی دریای الکترونی توجیه کنید.

هرگاه نور سفید را به محلولی حاوی یون نیکل (Ni^{2+}) بتابانیم، نوری که از آن عبور می کند به رنگ سبز است.



یون نیکل برخی از پرتوهای ناحیه مرئی را جذب می کند و ترکیب پرتوهای عبور کرده با همدیگر نور سبز را می سازد.

«رنگ، نماد زیبایی»

طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم تجربی است که در آن رنگ و رنگ آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه ها است و به انسان لذتی همراه با آرامش می بخشد. آیا می دانید چرا پوشش بهاری به رنگ سبز، ابرها به رنگ سفید و گل رُز به رنگ سرخ دیده می شود؟ آیا می دانید چرا محلول ترکیب های برخی فلزهای واسطه به رنگ های گوناگون دیده می شوند؟ به طور کلی احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می رسد، 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 می بیند.

از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی تواند پیرامون خود را ببیند. شکل ۱۱، نشان می دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده آن را عبور می دهند یا بازتاب می کنند.



شکل ۱۱- تابیدن نور و دیدن مواد رنگی

سبز، آبی و قرمز سه نور اصلی هستند. هنگامی که دو تا از آنها مخلوط شوند نورهای فرعی زرد، فیروزه ای و ارغوانی پدید می آید. از مخلوط هر سه، تنها نور سفید پدید می آید.



بر اساس شکل ۱۱، اگر یک نمونه ماده همه طول موج های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همه آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می شود، همچنین چشم ما مواد رنگی را با طول موج های عبوری یا بازتاب شده از آنها می بیند. اینک می پرسید که مواد رنگی چه ساختاری دارند؟ سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می بخشد، رنگ دانه^۱ نام دارد، برای نمونه Fe_2O_3 ، TiO_2 و دوده از جمله رنگ دانه های معدنی هستند که به ترتیب رنگ های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی ها تهیه می کرد.

آیا می دانید

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 رنگ‌آمیزی مناسب و جذابی نیز داشته باشند. چنین اهمیتی باعث تولید رنگ‌های ساختگی 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

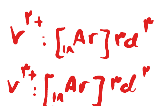
شکل زیر پیشرفت واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم (V) را نشان می‌دهد.

محلولی از نمک وانادیم (V) محلولی از نمک وانادیم (IV) محلولی از نمک وانادیم (III) محلولی از نمک وانادیم (II)

با توجه به شکل به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



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 (اکسنده یا کاهنده)؟ چرا؟

زیرا اتم‌های روی با اتم‌های وانادیم (V) واکنش می‌دهد و وانادیم (V) به وانادیم (II) کاهش می‌یابد (اکسنده).

به ترتیب به وانادیم (IV)، وانادیم (III)، وانادیم (II) کاهش می‌یابد (اکسنده).

با توجه به اتم‌های راکتورهای ظرفیت‌های درونی‌ها متفاوت است پس رنگ آن‌ها نیز متفاوت است

تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار

آیا می دانید

تیتانیم، نهمین عنصر فراوان در پوسته جامد زمین است. این عنصر در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شود و از جمله کانی های آن TiO_2 و FeTiO_3 است.

از آنجا که تهیه فلز تیتانیم خالص، گران و دشوار است، اغلب از TiO_2 در صنایع اولیه استفاده می شود. ترکیبی که پایدار، غیر سمی و منعکس کننده و همچنین پراکنده کننده مناسبی برای پرتوهای فرابنفش خورشید است. از این رنگ سفید در کرم های ضد آفتاب و صنایع کاغذ استفاده می شود.

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت های آشکاری در برخی رفتارها نشان می دهند، 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 ویژگی هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل پذیری هستند، اما در ویژگی هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم جدول دوره ای، تیتانیم (Ti) با ویژگی های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی هاست.

با هم بیندیشیم

جدول زیر برخی ویژگی های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ نزن نشان می دهد. با توجه به جدول به پرسش های داده شده پاسخ دهید.

ویژگی	ماده	تیتانیم	فولاد
نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	۱۶۶۷	۱۵۳۵	
چگالی (g mL^{-1})	۴/۵۱	۷/۹۰	
واکنش با ذره های موجود در آب دریا	متوسط	ناچیز	
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	ضعیف	
مقاومت در برابر سایش	عالی	عالی	

آ) هنگامی که موتور جت کار می کند همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیم بر اساس کدام ویژگی ها برای ساخت این موتور به کار رفته است؟ توضیح دهید. **به دلیل دمای ذوب بالا، چگالی کم و مقاومت در برابر سایش**

ب) توضیح دهید چرا امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما به جای فولاد از تیتانیم استفاده می کنند؟ **چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی و عدم واکنش با ذره های موجود در آب دریا**

پ) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم، از چه مزایایی برخوردار است؟ توضیح دهید. **زیبایی، درخشش، شکل پذیری مناسب، چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی**

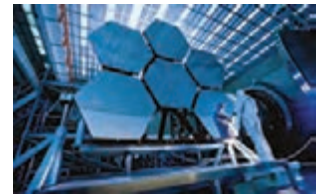


● نمایی از موتور جت



● موزه گوگنهایم در اسپانیا

بریلیم یکی از عنصرهای سبک جدول تناوبی است. به طوری که چگالی آن تقریباً $\frac{2}{3}$ برابر چگالی آلومینیم است. سختی بریلیم شش برابر 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 فوق‌العاده دشوار فضای بین ستارگان بتوانند دوام بیاورند.



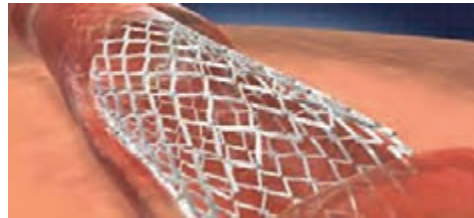
تیتانیم افزون بر ویژگی‌های یادشده به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت یافته است. برای نمونه **نیتینول**^۱ آلیاژی از نیکل و تیتانیم بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فرآورده‌های صنعتی و پزشکی به کار می‌رود (شکل ۱۲).



(پ)



(آ)



(ب)

آ) سازه فلزی در ارتودنسی ب) استنت برای رگ‌ها پ) قاب عینک

شکل ۱۲- برخی کاربردهای تیتانیم

تمرین‌های دوره‌ای

۱- با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای عناصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(آ) عنصرهای کدام گروه‌ها جزو مواد مولکولی هستند؟ ۱۵ / ۱۷ / ۱۸

(ب) عنصرهای کدام گروه جزو مواد کووالانسی هستند؟ ۱۴

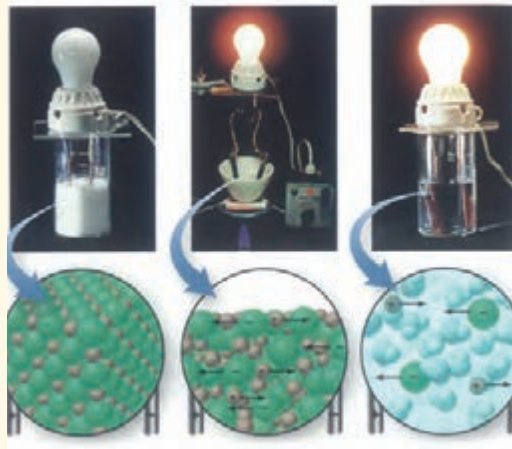
(پ) عنصرهای کدام دسته (s, p یا d) همگی فلزند؟ d

۲- سیلیسیم کربید (SiC) یک سایندهٔ ارزان است که در تهیهٔ سنباده به کار می‌رود.

(آ) این ماده را در کدام دسته از مواد جای می‌دهید؟ چرا؟ ^{جامد کووالانسی} زیرا ماده‌ای سخت است که به عنوان سنباده به کار می‌رود

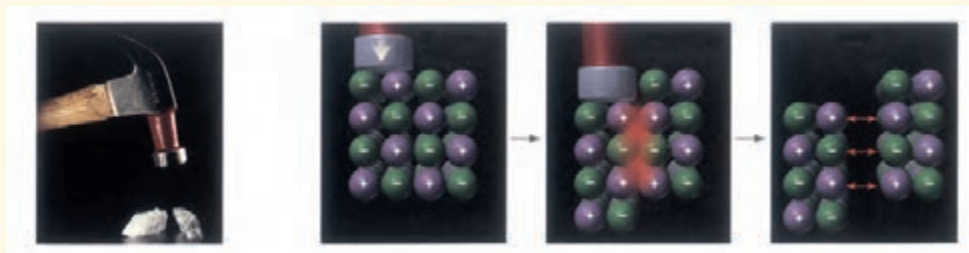
(ب) سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش بینی کنید. چون طول پیوند Si-C در سیلیسیم کربید از C-C در الماس بیشتر است؛ Si-Si در سیلیسیم کمتر است پس می‌توانیم بگوییم پیوند آن در نتیجه سختی آن از الماس کمتر و از سیلیسیم بیشتر است

۳- هر یک از شکل‌های زیر رفتاری از مواد یونی را نشان می‌دهد. در هر مورد آن رفتار را با دلیل توصیف کنید.



(آ) ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای کسری نیستند زیرا در این حالت یون‌ها حرکت انتقالی ندارند و جابه‌جایی نمی‌شوند اما در حالت مذاب یا محلول در آب به دلیل جابه‌جایی یون‌ها به سوی قطب‌های نامیوس رسانایی خوبی می‌شود

(ب) هنگامی که به جامد یونی ضربه‌ای در راستای معین وارد می‌شود با جابه‌جایی لایه‌ها از یون‌ها و قرار گرفتن یون‌های همنام مقابل یکدیگر نیروهای دافعه الکتریکی رخ می‌دهد که لایه‌ها از هم جدا شود (آ)



(ب)

۴- برای هر یک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید. جامدهای کووالانسی به طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند و شمار محدودی دارند در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع دوقدرت‌ها می‌سازند. بسیاری از اینها همچنین انواع اتصال دگانه‌ها بیشتر است.

(آ) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است. (ب) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند.

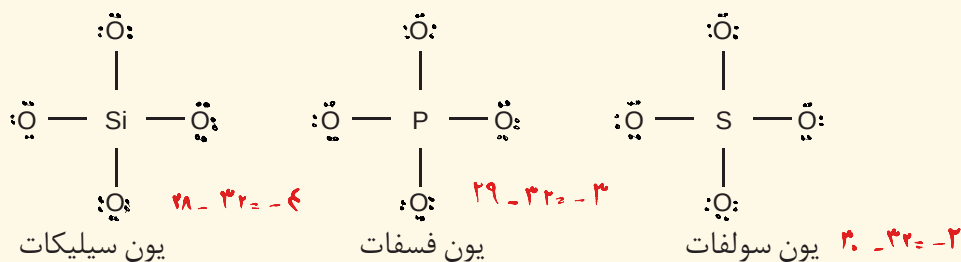
(پ) ترتیب واکنش‌پذیری فلزهای پتاسیم، کلسیم و تیتانیوم به صورت $K > Ca > Ti$ است.

(ب) موادی یونی و مولکولی کووالانسی در دما و فشار اتاق، ترکیب‌هایی جامد هستند به همین دلیل ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند مولکولی اند

(پ) در دوره چهارم پتاسیم فلز قلیایی با کمترین فلز قلیایی، کلسیم فلز قلیایی، تیتانیوم فلز واسطه، و چهارمین فلز واسطه است.

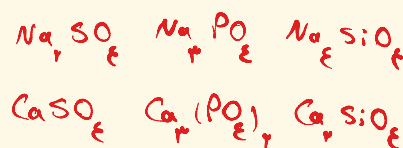
مجموع اکترون‌های بیرونی دنا پروتونی - مجموع اکترون‌های فلزتها = بار اکترونی *

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.



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

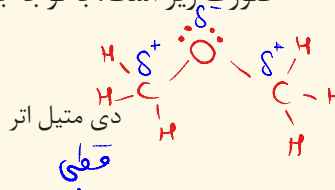
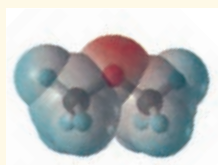
ب) فرمول شیمیایی نمک حاصل از این آنیون‌ها را با یون سدیم سپس یون کلسیم بنویسید.



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

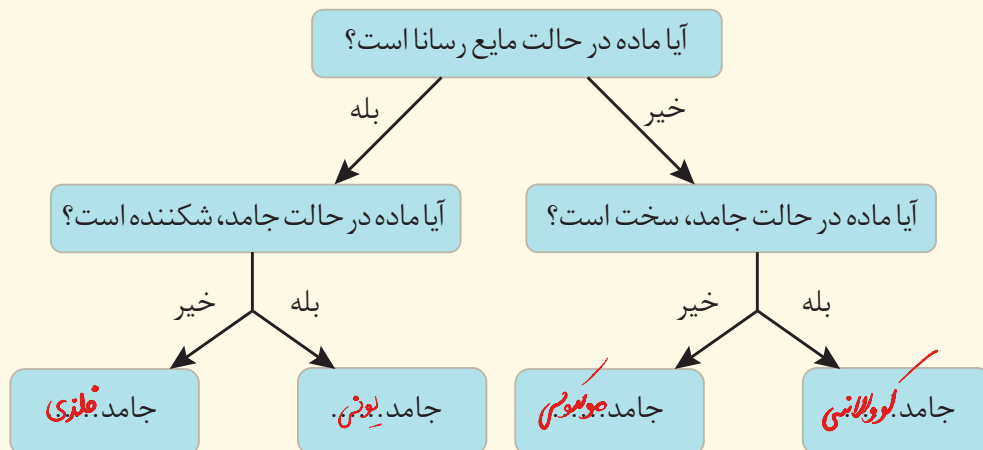


دی‌متیل اتر قطبی

ب) دی‌متیل اتر به دلیل قطبیت بودن مولکول‌ها، نیروهای جاذبه قوی‌تری میان آن‌ها برقرار شده و آسان‌تر مایع می‌شوند.

آ) کدام یک در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند؟ چرا؟ *زیرا توزیع بارهای الکترونی بیرون اتم مرکزی متقارن است*
 ب) توضیح دهید کدام یک از این دو ماده گازی شکل، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟

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





●●● وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى (سورة النجم، آیه ۳۹) ●●●

و اینکه برای انسان جز آنچه تلاش کرده (بهره‌ای) نیست.

رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره، کاردان و ورزیده دست‌یافتنی 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 تداوم و خستگی‌ناپذیری 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 نور نام برد. بهره‌گیری از مبدل 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.



پزشکان برای انجام عمل جراحی بیماران مختلف، نیاز دارند که با استفاده از داروهای بیهوشی آنها را به طور کامل بیهوش کنند یا بخشی از بدن آنها را به طور موضعی بی حس کنند. اولین داروی بیهوشی در اواسط دهه ۱۸۰۰ میلادی (۱۱۰۰ خورشیدی) کشف شد. پس از آن و در طول ۲۰۰ سال شیمی دانان داروهای بیهوشی بسیار زیادی از جمله کتامین طراحی کرده و ساخته اند. داروهایی که سبب شده است تا امروزه انواع جراحی ها به آسانی انجام شوند. برخی از داروهای بیهوشی، استنشاقی و برخی تزریقی هستند.



یکی از ویژگی های ذاتی انسان، کنجکاوی و پرسشگری اوست. از این رو، پیوسته در پی شناخت محیط پیرامون خود است. او همواره برای زندگی و ادامه آن با چالش ها و مشکلات گوناگونی روبه رو بوده است اما با بهره گیری 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. هر چند که برخی پاسخ های ارائه شده و راهکارهای استفاده شده، ساده و برخی دیگر پیچیده اند، اما هر یک از آنها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده اند. مجموعه چنین تلاش هایی در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آنها، دانش شیمی و فناوری های 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 می دهد.



فناوری شناسایی و تولید مواد بی حس کننده و آنتی بیوتیک، راه را برای جراحی های گوناگون هموار کرد.

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

فناوری تصفیه آب، مانع گسترش بیماری هایی از جمله وبا در جهان شده است.



گسترش فناوری صفحه های نمایشگر در وسایل الکترونیک، مدیون دانش شیمی است.

فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید و مبدل های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.

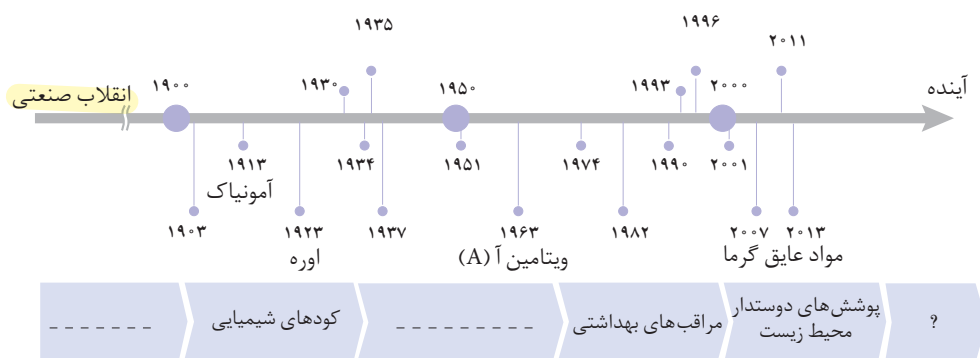
فناوری های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.

شکل ۱- برخی دستاوردهای شیمی در جهان

شواهد تاریخی در گذر زمان نشان می دهد که انسان به تدریج با مسائل پیچیده تری روبه رو شده است. از این رو پیش بینی می شود که در آینده چالش های تازه و حیاتی پیش رو داشته باشد. بدیهی است برطرف کردن و حل هر یک از آنها به دانش و فناوری های پیشرفته تری نیاز خواهد داشت (نمودار ۱).

آیا می دانید

شیمی دان ژاپنی برنده نوبل ۲۰۰۱، ریوجی نویوری (Ryoji Noyori) معتقد است: شیمی آگاهی مورد نیاز برای دستیابی به توسعه پایدار و حل مسائلی که زندگی را روی زمین تهدید می کند، فراهم می نماید.



نمودار ۱- چند نمونه فراورده حاصل از فناوری های شیمیایی در گذر زمان

باتوجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی و فناوری های آن می توانند 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 می کند، اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب تر و زیانبارتری به دنبال خواهد داشت. در واقع نوع استفاده از دانش و فناوری دو روی یک سکه هستند. برای نمونه تولید سلاح های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می دهد.

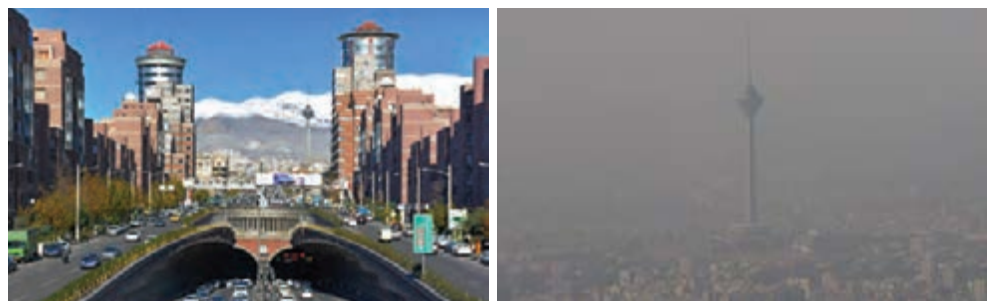
در این فصل با سه نمونه از دستاوردهای شیمی برای کاهش آلودگی هوا، افزایش فراورده های کشاورزی و افزایش بهره وری منابع شیمیایی آشنا خواهید شد.

به دنبال هوای پاک

تماشای آسمان آبی و تنفس در هوای پاک همیشه لذت بخش و شادی آفرین است آنچنان که سعدی، استاد سخن، می فرماید: «هر نفسی که فرو می رود مُمدِّ حیات است و چون بر می آید مُفَرِّح ذات، ...». افسوس که با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با رفتارهای نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. شاید شما هم لایه قهوه ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را به ویژه در زمستان می پوشاند، دیده باشید. هوایی که نه تنها شادی آفرین نیست بلکه نفس کشیدن را دشوار کرده و مشکلات تنفسی ایجاد می کند (شکل ۲).

آیا می دانید

هوای آلوده شامل ترکیبات آلی اکسیژن دار مانند اتانال است. این مواد از واکنش هیدروکربن ها با سایر گازهای موجود در هواکره تشکیل می شوند.



شکل ۲- یکی از چالش های مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است.

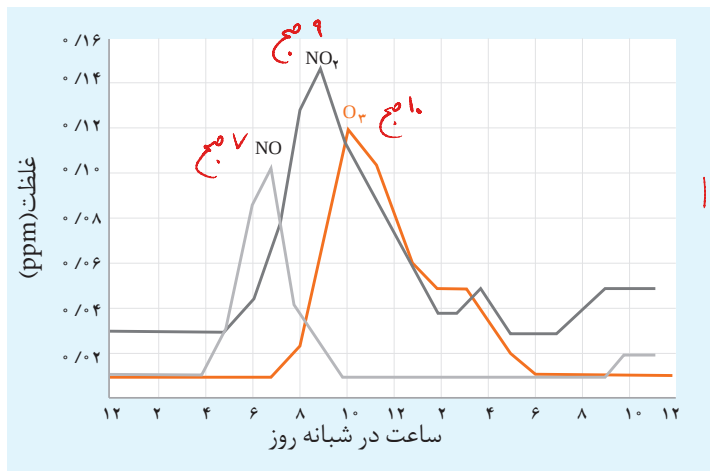
مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)	فرمول شیمیایی آلاینده
۵/۹۹	CO
۱/۶۷	C _x H _y
۱/۰۴	NO

$$100 \times 10^4 \times \frac{20 \text{ km}}{1} \times \frac{1,496 \times 10^8 \text{ km}}{1 \text{ km}}$$

یکی از کاربردهای برجسته الکتروشمیی، اندازه‌گیری غلظت گونه‌های شیمیایی است. کاربردی که با دقت بالا برای گستره وسیعی از گونه‌ها در محیط‌های آزمایشگاهی، زیستی، صنعتی و... رایج شده‌اند. اساس اغلب اندازه‌گیری‌های الکتروشمیایی، 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 گونهٔ آزمایشی بستگی دارد. از emf چنین سلول‌هایی می‌توان نخست پتانسیل الکترود شناساگر و سپس غلظت گونهٔ آزمایشی را تعیین کرد.

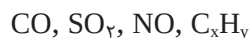
94

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



(ب) چرا هوای آلوده به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود؟ به دلیل وجود NO_2

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



(ب) پیدایش گازهای کربن مونوکسید، گوگرد دی اکسید و نیتروژن مونوکسید را با نوشتن معادله شیمیایی، موازنه شده توجیه کنید.



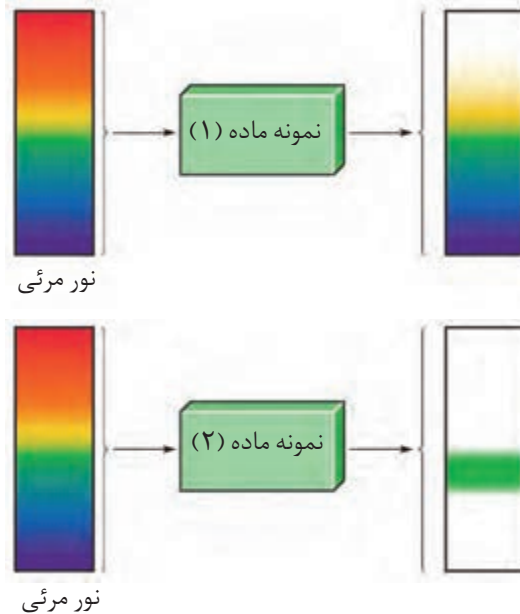
هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ هستند و نمی‌توان به آسانی وجود آنها را تشخیص داد. همچنین نوع آلاینده‌ها و مقدار هریک از آنها در شهرهای گوناگون متفاوت است. آیا می‌دانید چگونه می‌توان نوع و مقدار آلاینده‌ها را در یک نمونه هوای آلوده تعیین کرد؟ برای پاسخ به این پرسش، باید رفتار این مواد را بررسی کرد. یکی از این رفتارها،

برهم کنش مواد با پرتوهای الکترومغناطیسی است.

پیش از این آموختید هرگاه 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

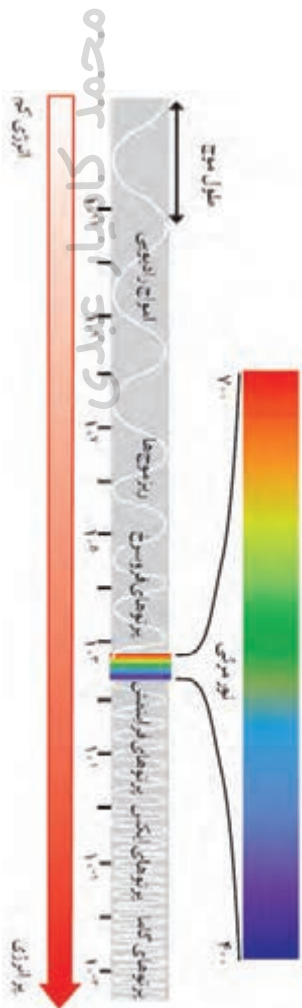
هر یک از شکل های زیر رفتار یک نمونه ماده را در برابر پرتوهای مرئی نشان می دهد، با توجه به آنها به پرسش های زیر پاسخ دهید.



- آ) کدام نمونه ماده طول موج های بیشتری از پرتوهای مرئی را جذب کرده است؟ **نمونه ماده (۲)**
ب) آیا ساختار این دو ماده یکسان است؟ چرا؟ **خیر زیرا رفتار متفاوت در برهم کنش با پرتوهای الکترومغناطیسی دارند**
(مذهب و عبور و بازتاب)

با توجه به اینکه پرتوهای مرئی، بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی را دربرمی گیرد، انتظار می رود دیگر پرتوها مانند فروسرخ، فرابنفش و... نیز با ماده برهم کنش داشته باشند. شیمی دان ها با استفاده از چنین برهم کنش هایی میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش های گوناگون طیف سنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه گذاری کرده اند.

یکی از رایج ترین روش های طیف سنجی که برای شناسایی گروه های عاملی به کار می رود، **طیف سنجی فروسرخ**^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 فروسرخ را جذب می کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه های عاملی از یکدیگر است.



● گستره پرتوهای الکترومغناطیسی

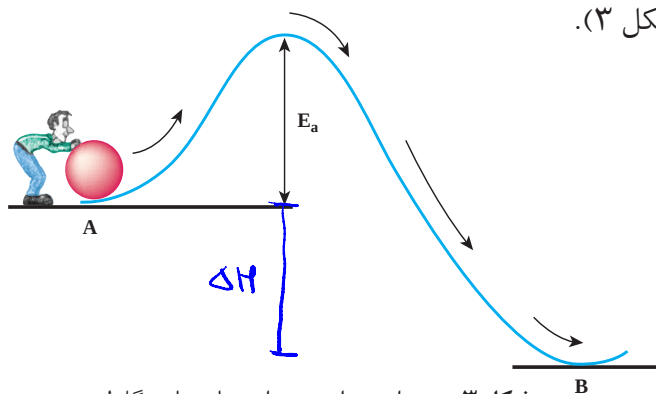
همچنین از طیف سنجی فروسرخ می توان برای شناسایی آلاینده هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول ها در فضای بین ستاره ای استفاده کرد. افزون بر طیف سنجی فروسرخ می توان از برهم کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد. ام.آر.آی (MRI) خود، نمونه ای از کاربرد طیف سنجی در علم پزشکی است.

پس از شناسایی و تعیین میزان آلاینده ها اکنون این پرسش مطرح است که چگونه می توان مقدار این آلاینده ها را در هواکره کاهش داد یا آنها را حذف کرد؟ آشنایی با رفتار و واکنش های شیمیایی آلاینده ها، انرژی فعال سازی و نقش کاتالیزگر در چنین واکنش هایی می تواند ما را در حل این مسئله یاری کند.

انرژی فعال سازی در واکنش های شیمیایی

در شیمی ۲ آموختید که واکنش های شیمیایی با سرعت های گوناگون انجام می شوند. برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کُند در حالی که واکنش سوختن متان، تند است. به راستی چرا سرعت واکنش های شیمیایی با هم تفاوت دارند؟ همچنین می دانید که افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش های شیمیایی می شود؛ برای نمونه گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی دهد اما درون موتور خودرو اندکی از آنها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می شود. آیا می دانید چرا این واکنش در دمای اتاق انجام نمی شود؟

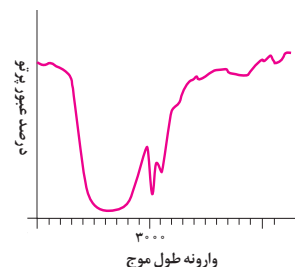
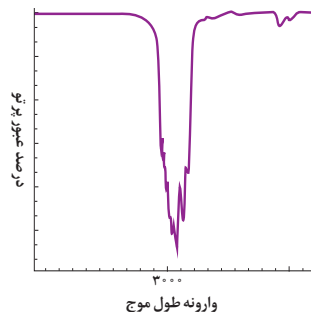
هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش دهنده ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. برای درک بهتر این موضوع، فرض کنید شخصی می خواهد گلوله ای را از نقطه A به نقطه B منتقل کند (شکل ۳).



شکل ۳- عبور از سد انرژی برای جابه جایی 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 بر اثر نیروی گرانش روی سطح شیب دار به پایین سرازیر می شود. بدیهی است هرچه ارتفاع قله کمتر باشد، انتقال گلوله آسان تر و سریع تر انجام می شود (چرا؟).

در شیمی ۱ آموختید که نور، کلید شناخت جهان است. شیمی دان ها برای شناسایی ساختار دقیق مواد از رفتار آنها در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی (نور) بهره بسیاری برده اند. هر بخش از گستره پرتوهای الکترومغناطیس برهم کنش ویژه ای با ماده دارد و برای شناسایی بخشی از آن ماده به کار می رود. برای نمونه طیف سنجی فروسرخ برای شناسایی و تشخیص گروه های عاملی به کار می رود. شکل زیر بخشی از طیف فروسرخ دو ماده با فرمول مولکولی یکسان را (C_2H_6O) نشان می دهد.

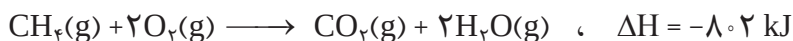


● دمای موتور خودروها بیشتر از 1000°C است.

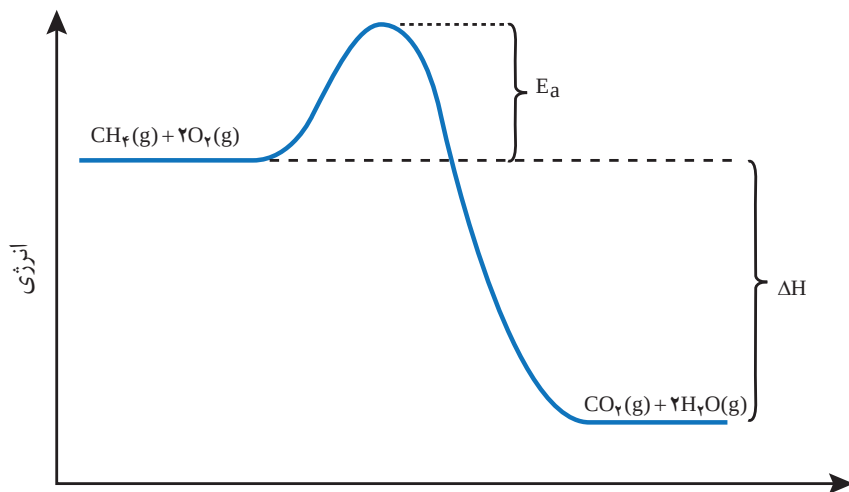


● هنگامی که نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می‌کند.

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^۱ واکنش می‌گویند. یکی از روش‌های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها است. جالب اینکه واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر 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.



هر چند 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 واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. فراورده‌هایی که در این واکنش پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند، به دیگر سخن اگر انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌ها دست نخورده باقی می‌مانند.

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

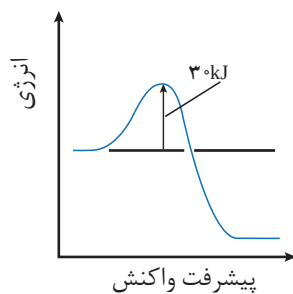
دما چگونه باعث سرعت می‌شود؟

خود را بیازمایید

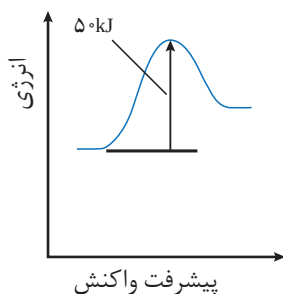
آ) ماده ۳ گرم و ۲ گرم آب در واکنش های گرماده انرژی انرژری را تا پای آخر آورده که مقدار واکنش دهنده حالت در حال کم در واکنش های گرماده را تا پای آخر آورده ها بیشتر واکنش دهنده حالت

ب) ۳۰ گرم آب و ۴۰ گرم آب و ۵۰ گرم آب با هم با هم سرعت واکنش بیشتر

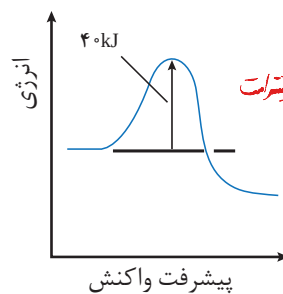
ج) نمودار ۱) سوختن هیدروژن و نمودار ۲) سوختن فسفر سفید
۳) سوختن فسفر به علت اینکه در دمای اتاق تا من می شود که واکنش



(۳)



(۲)



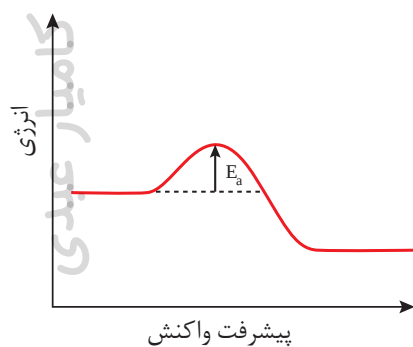
(۱)

آ) گرماده یا گرماگیر بودن هر یک از واکنش ها را مشخص کنید و پاسخ خود را توضیح دهید.

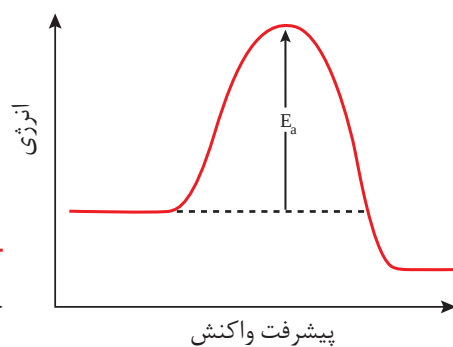
ب) کدام واکنش در شرایط یکسان سریع تر انجام می شود؟ چرا؟

پ) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می سوزد. با توجه به این

واقعیت کدام نمودار به کدام واکنش مربوط است؟ چرا؟



(۲)



(۱)

برخی واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فراورده ها در آنها صرفه اقتصادی ندارد (چرا؟). از این رو شیمی دان ها در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین تر) برای انجام چنین واکنش هایی هستند. به نظر شما چگونه می توان واکنش هایی از این دست که انرژی فعال سازی زیادی دارند را در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد؟ بدون تردید پاسخ شما، یافتن راهی برای کاهش انرژی فعال سازی است که با استفاده از کاتالیزگر امکان پذیر است. ماده ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می دهد، در حالی که خودش در پایان واکنش باقی می ماند. اما چگونه چنین چیزی ممکن است؟

● کاتالیزگرها در واکنش شرکت می کنند؛ اما در پایان واکنش باقی می مانند. از این رو می توان آنها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود.

در بدن انسان مجموعه‌ای از واکنش‌های پیچیده انجام می‌شود. همه این واکنش‌ها باید با سرعت‌های کنترل شده و دقیقی انجام شوند تا انسان را زنده نگه‌دارند. 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 خاص در یک واکنش ویژه را کنترل می‌کنند.

محمد



● کاتالیزگر را می‌توان به تونلی 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 واکنش‌دهنده‌ها سریع‌تر به فرآورده‌ها تبدیل شوند.

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	آنتالپی 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

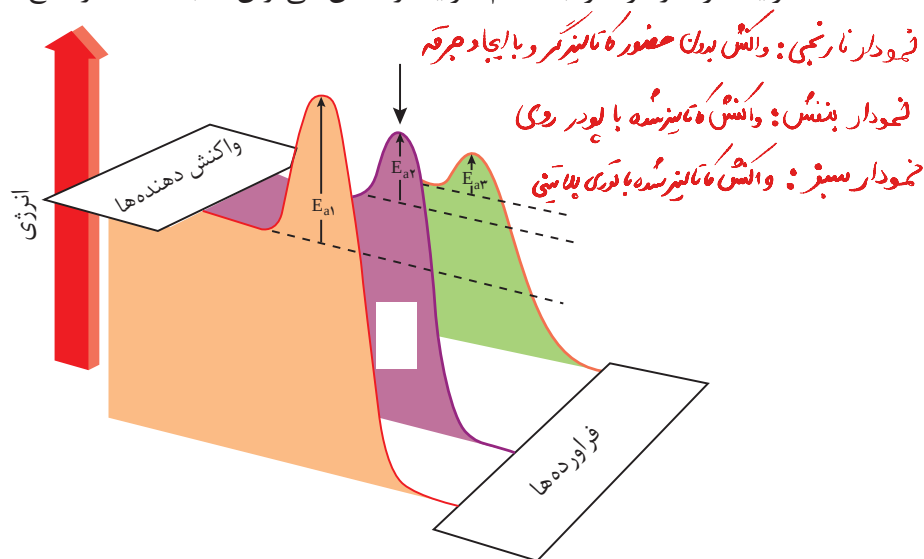
آ) توضیح دهید چرا این واکنش در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود؟

ب) نقش جرقه در انجام واکنش چیست؟ **تأمین E_a**

پ) نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش چیست؟ **نفس‌مانیزگر**

ت) کدام کمیت برای این واکنش در هر شرایطی ثابت می‌ماند؟ **آنتالپی واکنش (ΔH)**

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



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

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

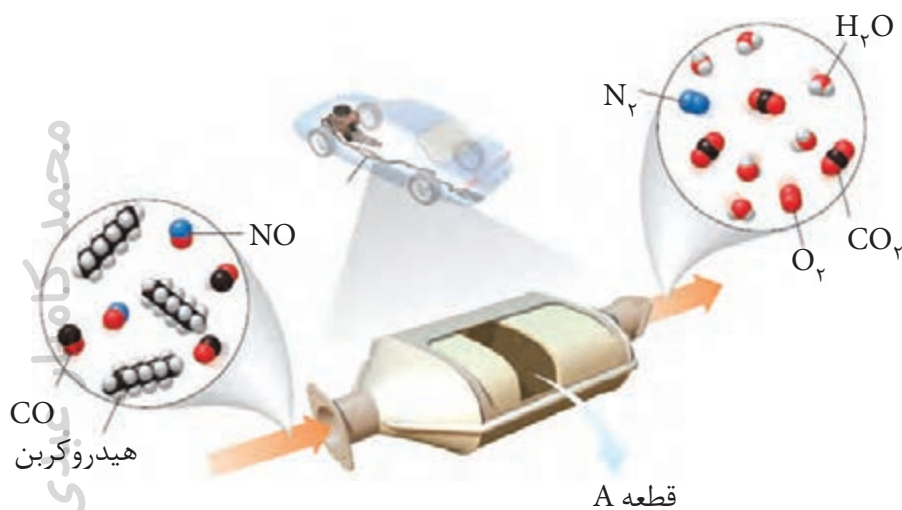
پی بردید که انرژی فعال سازی واکنش را می توان با استفاده از گرما تأمین کرد یا با استفاده از کاتالیزگر کاهش داده تا واکنش ها را با سرعت دلخواه انجام داد. اینک زمان آن رسیده است که در نقش یک شیمی دان یا مهندس شیمی با تکیه بر دانش شیمی خود، راهکارهایی برای کاهش یا حذف آلاینده های خروجی از اگزوز خودروها ارائه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

آیا می دانید

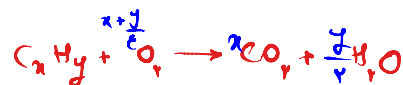
گازهای خروجی از اگزوز تنها ۰/۴ ثانیه در تماس با کاتالیزگرهای مبدل کاتالستی هستند.

با هم بیندیشیم

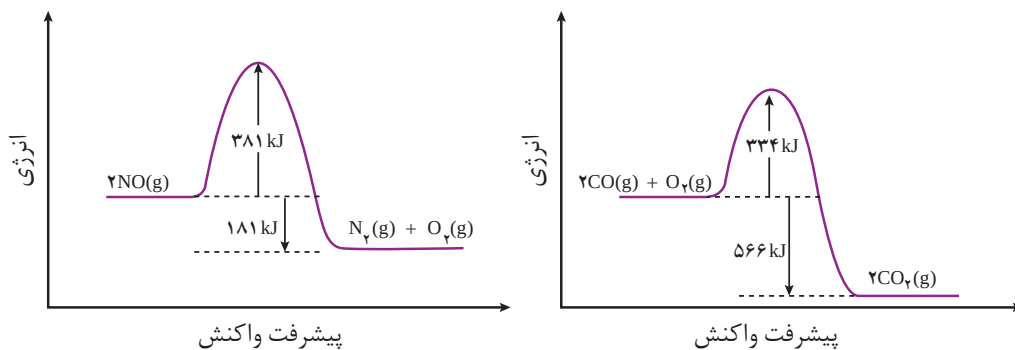
۱- برای حذف آلاینده های موجود در اگزوز خودروها (CO و NO , C_xH_y) قطعه ای را در مسیر خروج گازها قرار می دهند. با توجه به شکل زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



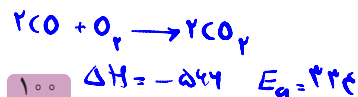
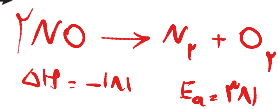
(آ) هر آلاینده پس از عبور از قطعه A به چه فرآورده ای تبدیل می شود؟
(ب) معادله شیمیایی حذف هر یک از آلاینده ها را بنویسید و موازنه کنید.



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؟ E_a آنها زیاد است و در دمای اتاق تأمین نمی شود.
(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) با توجه به آن پیش بینی کنید نقش این قطعه چیست؟ **عامل کاهش دهنده آلاینده‌های خروجی از موتور خودروهاست**

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C _x H _y	NO
مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب قطعه A	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور قطعه A	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

۸۹٪ : CO
۹۵,۸٪ : C_xH_y
۹۲,۱٪ : NO

در حضور قطعه A
در غیاب قطعه A

ب) تجربه نشان می‌دهد که کارایی قطعه A به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد.

این قطعه محتوی سه نوع کاتالیزگر است. با این توصیف کدام عبارت زیر درست است؟ چرا؟ **عبارت دوم**
 ● هر کاتالیزگر می‌تواند به همه واکنش‌ها سرعت ببخشد.
 ● هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد. ✓

زیرا اکسید کربن و مونوکسید کربن و هیدروکربن‌ها را به CO₂ و H₂O و H₂ تبدیل می‌کند و این واکنش‌ها را تسهیل می‌کند.
 دگرگونی کاتالیزگرها نیست در واقع هر کاتالیزگر شمار معدودی واکنش‌ها را تسهیل می‌کند.

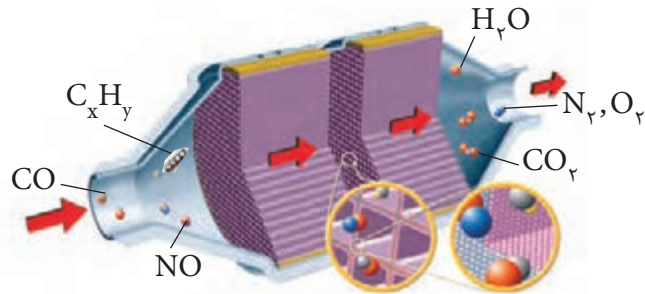
آیا می‌دانید

برای صنعت خودرو سازی جهان در سال ۲۰۰۸ میلادی حدود ۱/۳ × ۱۰^۵ kg Pd، ۱/۲ × ۱۰^۵ kg Pt و ۲/۶ × ۱۰^۴ kg Rh مصرف شده است.

دریافتید که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه‌ای قرار می‌دهند که می‌تواند باعث

حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود. **مبدل کاتالیستی**^۱ 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) نشانداده شده است. برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل **مش (دانه) های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند (چرا؟) (شکل ۴).**

افزایش سطح تماس



شکل ۴- در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

با 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

با مراجعه به منابع معتبر اینترنتی درباره اینکه «سوخت مناسب برای خودروهای مجهز به مبدل کاتالیستی، بنزین بدون سرب است» اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

خود را بیازمایید

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_y بیشتری مشاهده می شود. (آ) دلیل این پدیده را توضیح دهید.

(ب) چه راهکاری برای برطرف کردن این مشکل پیشنهاد می کنید؟
 در ضمن روشن شدن خودرو مبدل کاتالیستی را به دمای مناسب برساند

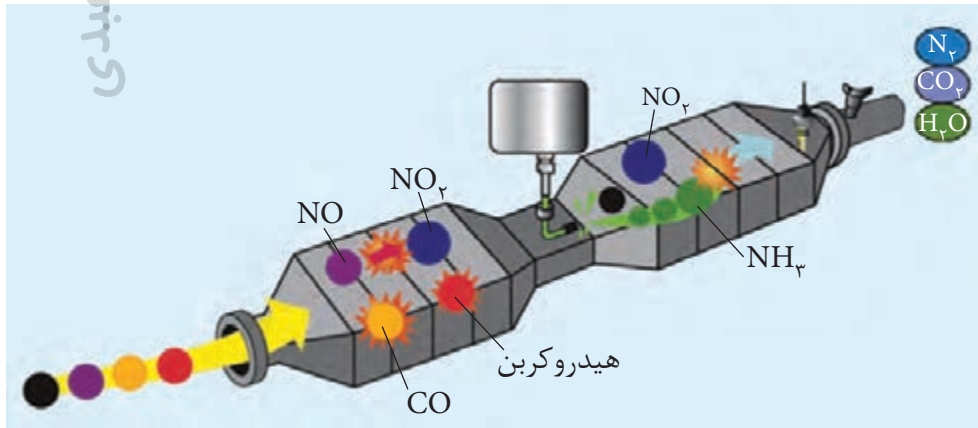
۲- درباره درستی جمله های زیر گفت و گو کنید.

● کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می کند.

● در حضور کاتالیزگر نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود.

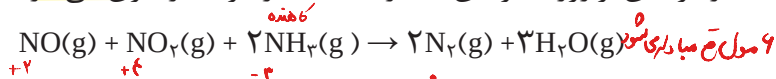
● کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

پی بردید که با استفاده از مبدل کاتالیستی می توان از ورود آلاینده های تولید شده در خودروهای بنزینی به هوا کره جلوگیری کرد. اما بررسی ها نشان می دهد که با استفاده از این نوع مبدل ها نمی توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد. بنابراین ضروری است برای حل این مسئله، مبدلی نو طراحی کرد. پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی مبدلی به شکل ۵ طراحی کرده اند.



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 می شود.



تفکر نقادانه

می دانید که افزایش کربن دی اکسید سبب ایجاد اثر گلخانه ای و بالا رفتن دمای کره زمین شده است. در نتیجه یخ های قطبی در حال آب شدن هستند. این مسئله سبب خواهد شد تا رفت و آمد کشتی ها و همچنین حفاری در اعماق اقیانوس قطب شمال و استخراج سوخت های فسیلی آن منطقه آسان تر شود. براین اساس عده ای معتقدند که نیازی به کنترل کربن دی اکسید هوا کره نیست. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

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 فراورده‌های 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 این‌رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود (شکل ۶).

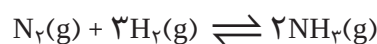


شکل ۶- در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به‌عنوان کود شیمیایی به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

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 فراورده با غلظت ثابت است.

خود را بیازمایید

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



$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

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

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

آیا می‌دانید

برای تأمین غذا افزون بر کودهای شیمیایی مناسب، دانش‌وفناوری‌های دیگری از جمله شناسایی و تولید مواد شیمیایی برای کنترل آفت‌ها، به‌کارگیری دانش شیمی خاک، فراوری فراورده‌های کشاورزی و ... نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. برای نمونه تنظیم pH خاک در رشد گیاه مؤثر است.

نام گیاه	گستره pH مناسب برای رشد
گندم	۶/۸ - ۷/۵
جو	۵/۷ - ۷/۵
ذرت	۵/۷ - ۶/۸
یونجه	۶/۸ - ۷/۵

● گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی‌اکسید و آب به عنصرهایی مانند K، P، N و ... نیاز دارند.

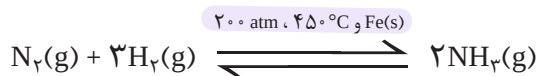
آ) عبارت ثابت تعادل لکری است که صورت آن حاصل ضرب غلظت‌های فراورده‌ها به توان ضریب استوکیومتری و منفرجه آن حاصل ضرب غلظت‌های واکنش‌دهنده به توان ضریب استوکیومتری است

کم - که کوچک است و نشان می دهد در این شرایط با پیشرفت کمی به تعادل رسیده است

می دهد. با محاسبه K، مشخص کنید میزان پیشرفت واکنش در این دما کم است یا زیاد؟ چرا؟

$[NH_3]$	$[H_2]$	$[N_2]$	K
۰/۰۲	۰/۵	۰/۴	$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.02)^2}{(0.4)(0.5)^3} = 0.008$

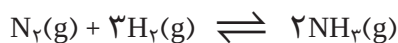
تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند. از این رو شیمی دان ها به دنبال یافتن شرایطی هستند که در آن، واکنش دهنده ها تا حد ممکن به فراورده ها تبدیل شده باشند. فریتس هابر برای یافتن چنین شرایطی، این واکنش را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد و سرانجام موفق شد شرایط بهینه واکنش را بیابد.



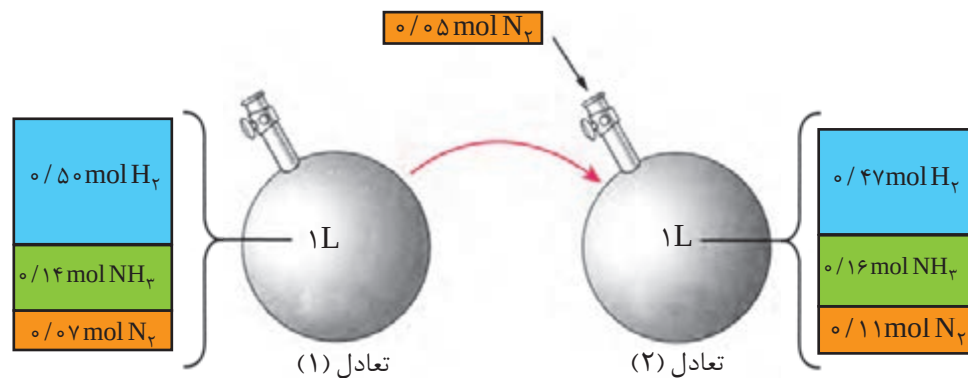
به راستی او بر چه اساسی واکنش را در این شرایط طراحی کرد؟ چگونه میزان پیشرفت واکنش تعادلی را با تغییر شرایط افزایش داد؟ برای یافتن پاسخ این پرسش ها باید درباره واکنش های تعادلی بیشتر بیاموزید.

با هم بیندیشیم

در محفظه ای به حجم یک لیتر، تعادل زیر در دمای 200°C برقرار است.



شکل زیر افزودن مقداری نیتروژن را به این سامانه در دمای ثابت نشان می دهد. با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.



۱- جدول زیر را کامل کنید.

تعداد	کمیت	[NH ₃]	[H ₂]	[N ₂]	K
۱		۰/۱۴	۰/۵	۰/۰۷	۲/۲۴
۲		۰/۱۶	۰/۴۷	۰/۱۱	۲/۲۴

۲- غلظت کدام مواد در تعادل (۲) در مقایسه با تعادل (۱) افزایش یافته است؟ N_2 و NH_3

۳- با افزودن $N_2(g)$ به تعادل (۱)، واکنش در چه جهتی پیش رفته است تا به تعادل جدید برسد؟ چرا؟ **زیرا از N_2 و H_2 سه سده دپ $[NH_3]$ افزوده شده است**

۴- K در این آزمایش چه تغییری کرده است؟ از این ویژگی چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ **در دمای ثابت با تغییر غلظت هر یک از مواد شرکت کننده K تغییر نمی‌کند ثابت مانده است**

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

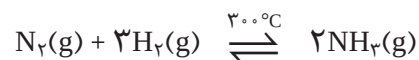
★ هنگامی که در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت کننده در سامانه تعادلی ~~کاهش~~ افزایش یابد، واکنش در جهت ~~تولید~~ مصرف آن تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل ~~آغازی~~ جدید برسد.

پی 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^۱ 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؟



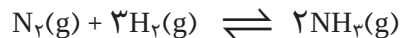
آ) خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه **در جهت رفت یا تولید گاز آمونیاک تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد**
 ب) وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه **در جهت رفت یا مصرف گاز هیدروژن تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد**

تغییر حجم سامانه در تعادل های گازی

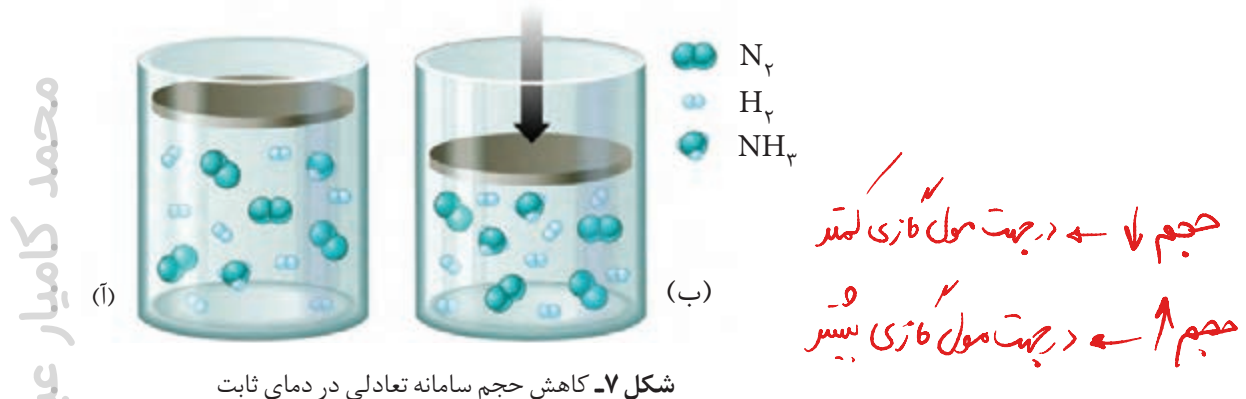
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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:

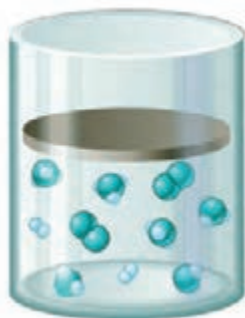


در سیلندری مجهز به پیستون روان (شکل ۷-آ) برقرار باشد، با افزایش فشار بر روی پیستون می توان حجم چنین سامانه ای را در دمای ثابت کاهش داد (شکل ۷-ب).



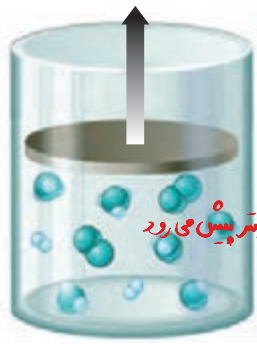
شکل ۷- کاهش حجم سامانه تعادلی در دمای ثابت

یافته های تجربی نشان می دهد که کاهش حجم این سامانه سبب می شود تعادل در جهت رفت 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 اثر فشار

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:

پیش‌بینی کنید تعادل در کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟ چرا؟ **برگشت** **افزایش حجم در دمای ثابت فشار کاهش یافته**
 (ب) با این تغییر، شمار مول‌های آمونیاک چه تغییری می‌کند؟ **کاهش می‌شود**
واکنش در جهت افزایش فشار یا شمار مول‌های گازی بیشتر پیش می‌رود

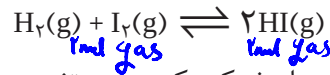


۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد عبارت زیر را کامل کنید.

★ هنگامی که در **دمای ثابت**، فشار بر یک تعادل گازی **افزایش** می‌یابد، واکنش در جهت **کاهش**

شمار مول‌های گازی **کمتر** پیش می‌رود تا به تعادل **جدید** 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؟ **تأثیر نمی‌ماند چون مول‌های دو طرف برابر است پس با تغییر حجم یا فشار در دمای ثابت شمار مول شرکت‌کننده ثابت می‌ماند**

(ب) غلظت مولی هر یک از مواد شرکت‌کننده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ **افزایش می‌یابد** **با توجه به اینکه شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده ثابت می‌ماند اما با افزایش فشار یا کاهش حجم سامانه غلظت همه مواد شرکت‌کننده افزایش می‌یابد**

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

با 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 گرماگیر بودن آنها بستگی دارد.

$$K = \frac{[\text{C}][\text{D}]}{[\text{A}][\text{B}]}$$



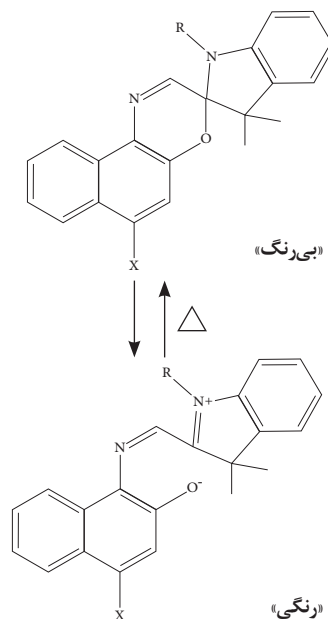
گرماده
 ↑ دما ← رفت ← K
 ↓ دما ← برگشت ← K



گرماده
 (۱) ↑ دما ← برگشت ← K
 (۲) ↓ دما ← رفت ← K

آیا می دانید

برخی ساختارهای شیمیایی وجود دارند که در اثر گرما به هم تبدیل می شوند و رنگ آنها تغییر می کند. برای مثال دو ساختار زیر مربوط به یک نوع رنگ به نام «لکو» هستند.

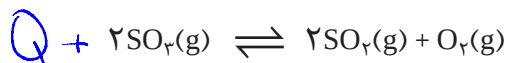


در یک کاربرد خلاقانه برای افزایش مشتری، از این مواد برای ظاهر کردن تصاویرهای گوناگون روی لیوان های سفالی هنگام نوشیدن نوشیدنی های گرم و سرد استفاده می کنند.



با هم بیندیشیم

۱- جدول داده شده اثر دما را بر ثابت تعادل زیر نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



دما (°C)	۲۵	۲۲۵	۴۳۵
K	$2/5 \times 10^{-25}$	4×10^{-11}	4×10^{-5}

$$K = \frac{[SO_3]^2 [O_2]}{[SO_2]^2}$$

(آ) عبارت ثابت تعادل را برای آن بنویسید.

(ب) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟ چرا؟ *زیرا K بزرگتر است*

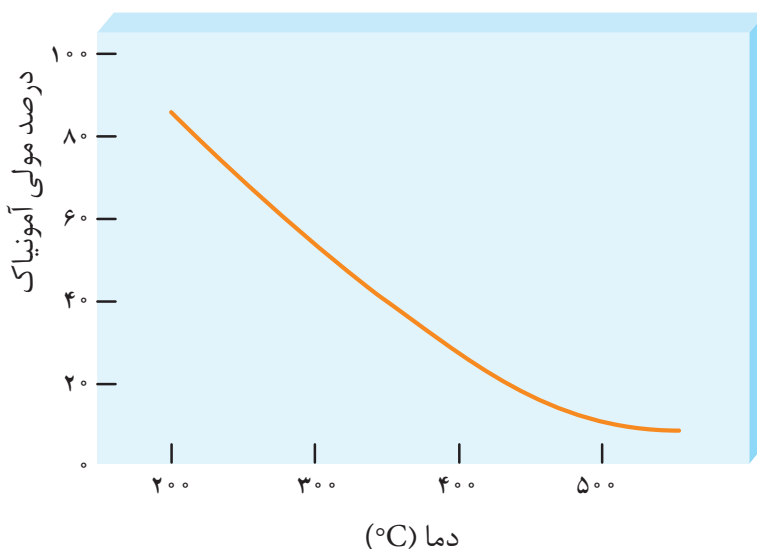
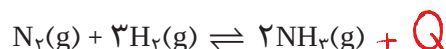
(پ) با افزایش دما K چه تغییری کرده است؟ این تغییر، جابه جا شدن تعادل را در چه جهتی نشان می دهد؟ *زیرا با افزایش دما تعادل به سمت راست جابه جا شده است (در جهت رفت)*

(ت) اگر برای این واکنش $\Delta H > 0$ باشد، جابه جا شدن تعادل و افزایش K را به کمک اصل لوشاتلیه توجیه کنید. *$\Delta H > 0$ نشان می دهد که واکنش در جهت رفت گرمایریافته است. با این توصیف با افزایش دما واکنش در جهت مصروف گرمایی در جهت رفت تا حد امکان پیش می رود تا به تعادل جدید برسد.*

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

* هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی افزایش می یابد، واکنش در جهت *مصروف گرمایی* / *تولید گرما* پیش می رود، اگر این واکنش گرماگیر باشد مقدار *فراورده ها* / *واکنش دهنده ها* در سامانه کاهش می یابد.

۳- نمودار زیر درصد مولی آمونیاک را برای سامانه تعادلی زیر در فشار ثابت نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) با افزایش دما درصد مولی آمونیاک در سامانه چه تغییری می کند؟ **کاهش یافته است**
 ب) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟ **زیر درجهت معکوس گرما یا درجهت برگشت پیش رفته و از مقدار فرآورده NH_3 کاسته شده است**
 پ) مقدار ثابت تعادل آن در سه دمای ۲۵، ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به صورت زیر است.

$$K_1 = 6/2 \times 10^{-4} \quad , \quad K_2 = 2/24 \quad , \quad K_3 = 6/0 \times 10^{-5}$$

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

چون واکنش درجهت رفت گرماده است پس هر چه دما پایین تر باشد میزان پیشرفت واکنش (K) بیشتر است با این توصیف هم ثابت تعادل را در دمای اتاق نشان می دهد

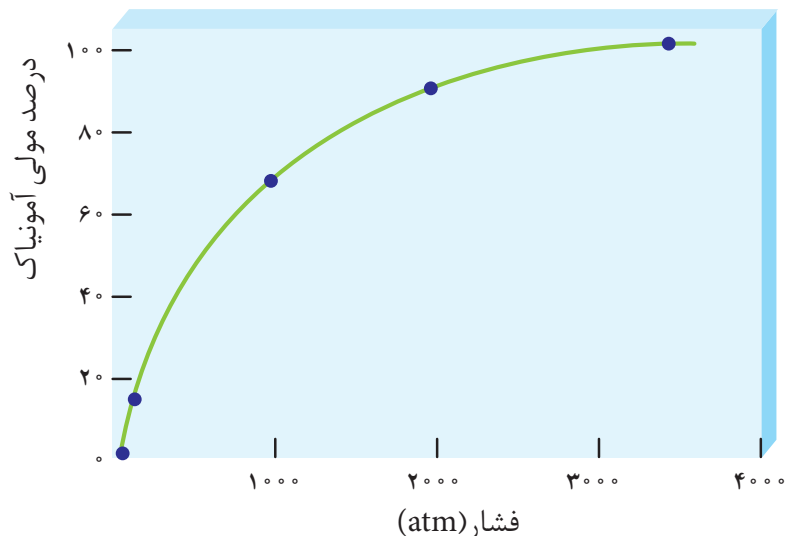
آیا می دانید

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



فریتس هابرشیمی 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. فریتس 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 محتوی 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 ثمربخش باشد. او با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین تر با 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.

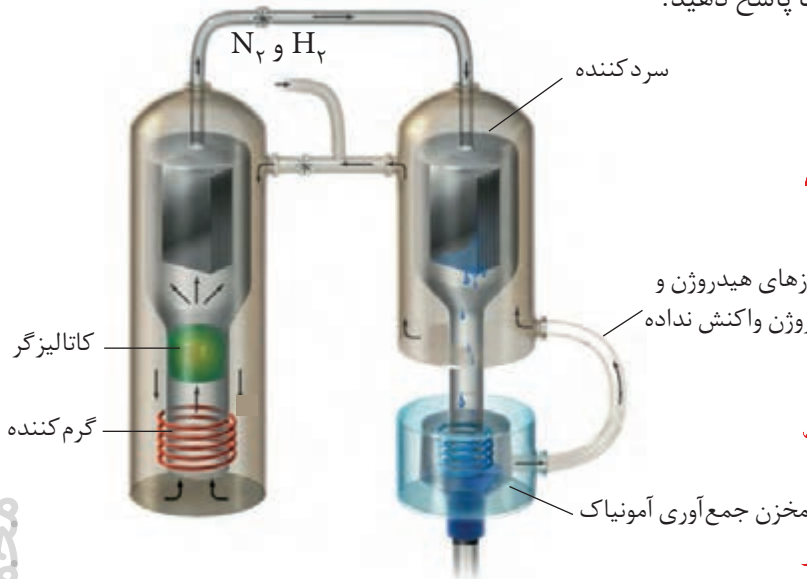
به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد. در پایان برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

● فرایند هابر نمونه تاریخی جالبی از تأثیر پیچیده شیمی بر زندگی ماست. هرچند تولید آمونیاک باعث طولانی تر شدن جنگ جهانی اول گردید، اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده های کشاورزی فراهم شد.

(آ) گازهای N_2 و H_2 پس از عبور از گرم کننده در محفظه کاتالیزگر $Fe(s)$ با یکدیگر واکنش داده و مقدار آمونیاک تولید می کنند مخلوط واکنش که حاوی حدود ۱۵٪ گاز است به محفظه سرد کننده وارد شده که در اینجا سرما رساندن دما به حدود $-40^\circ C$ تنها NH_3 به حالت مایع تبدیل و جدایی شود گازهای N_2 و H_2 مجدد در مخلوط دوباره بازگردانی شده و وارد محفظه تولید آمونیاک می شوند

(ب) $-40^\circ C$ / زیرا در این دما تنها NH_3 مایع و جدایی شود

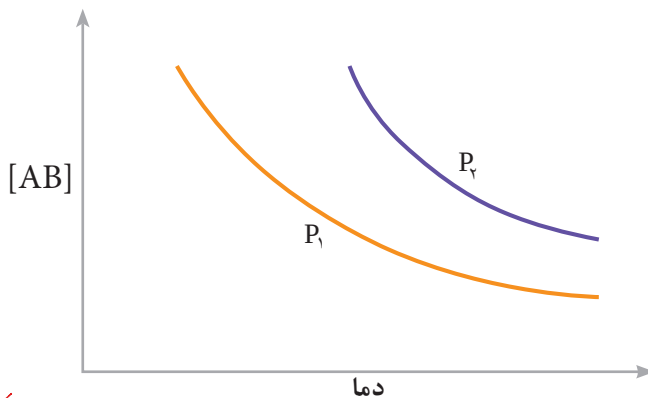


(آ) در مورد روش کار هابر در این فناوری با یکدیگر گفت و گو کنید.

(ب) اگر نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $-33^\circ C$ ، $-196^\circ C$ و $-253^\circ C$ درجه سلسیوس باشد، کدام دما ($-40^\circ C$ یا $-200^\circ C$) را برای سرد کننده مناسب می دانید؟ توضیح دهید.

۲- نمودار زیر تغییر غلظت فراورده را برای واکنش تعادلی $A(g) + B(g) \rightleftharpoons AB(g)$ در دو شرایط متفاوت نشان می دهد.

★ واکنش گرم



گرماده نمودار نشان می دهد با افزایش دما مقدار فراورده کم شده است (آ) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟ زیرا تعادل در جهت معکوس گرایش یافته است (جهت برگشت) پس نتایج

(ب) فشار P_2 از P_1 بزرگ تر است یا کوچک تر؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

در دمای ثابت و در فشار P_2 مقدار فراورده بیشتر شده پس واکنش در جهت رفت یا شمار مول های کمتر پس نتیجه است

پس میتوان نتیجه گرفت در دمای ثابت فشار افزایش یافته و $P_2 > P_1$ است



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



نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به‌طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. به‌همین 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 کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به‌دست می‌آید، به فروش می‌رسانند. فرایندی که به خام فروشی منابع معروف است. روش دیگر این است که به کمک فناوری‌های 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 خالص‌سازی تاچه 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 تمام‌شده آنها نقش تعیین‌کننده‌ای 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 به‌طور چشمگیری بیشتر است. به‌همین دلیل فناوری‌های جداسازی و خالص‌سازی مواد یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به‌شمار می‌رود.

پلیمر دینیمال Dyneema از کولار مقاوم تر است. هنگامی که صحبت از پلیمرهای بسیار مقاوم در مقابل کشش می شود اکثراً یاد کولار می افتیم که مقاومت کششی آن حدود ۵ تا ۱۰ برابر مقاومت کششی فولاد هم جرم آن است. با این حال پلیمر تخصصی دینیمال که جزو گریدهای پلی اتن سنگین با فشردگی بسیار بالا، UHMWPE یا Ultra High Molecular Weight Polyethene می باشد حتی مقاومت کششی بیشتری از کولار دارد. به دلیل مقاومت کششی بسیار بالای این پلیمر، از آن برای ساخت الیاف 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 ۲۵۰۰ دلار ارزش دارد. حال بیایید به بررسی ارزش فناوری در تولید این ماده بپردازیم.

شرکت پتروشیمی شازند اراک از اتن، نوعی پلی اتن سنگین با نشانه اختصاری CRP-۱۰۰B تولید می کند که در ساخت انواع لوله های آبرسانی، کشاورزی و آشامیدنی به کار می رود. هر تن از این پلیمر حدود ۱۱۰۰ دلار ارزش دارد. اگر فرض کنیم قیمت هر تن اتن حدود ۸۰۰ دلار باشد این شرکت پتروشیمی با تولید هر تن پلیمر CRP-۱۰۰B حدود ۳۰۰ دلار ارزش افزوده ایجاد می کند. با این توصیف اگر شرکت پتروشیمی شازند اراک، پلیمر دینیمال را از اتن تولید کند به ازای هر تن فرآورده، در حدود ۲۴۰۰ دلار ارزش افزوده ایجاد خواهد کرد، زیرا هر تن پلیمر دینیمال ۲۵۰۰ دلار ارزش دارد.

با توجه به شکل های زیر که قیمت تقریبی نفت خام و چند فرآورده نفتی را نشان می دهد به پرسش ها پاسخ دهید.



(آ) با جست و جو در منابع معتبر، جدول زیر را کامل کنید.

نام ماده	روغن موتور	تانول	کerosen	پلی اتن	تانول
قیمت ۱۵۹ 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.»

تعریف:

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 الکتریسیته و مغناطیس، وسایلی

● مواد خام، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آنها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

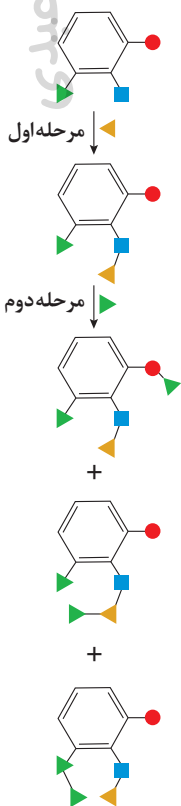
مانند تلفن و رایانه همراه و بی‌سیم طراحی و تولید می‌کنند، وسایلی که مشکل برقراری ارتباط را برطرف می‌سازند. شیمی‌دان‌ها نیز با استفاده از دانش شیمی، مواد جدیدی می‌سازند یا روشی برای ساخت آسان‌تر و با صرفه‌تر آنها ارائه می‌کنند. آنها همچنین به دنبال یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند. هریک از این موارد بیانی از فناوری شیمیایی است (شکل ۱).



شکل ۱- روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی

آیا می‌دانید

سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کند. تصویر زیر، شمای کلی از یک نوع سنتز را نشان می‌دهد.



در این درس به بررسی فناوری ساخت مواد شیمیایی جدید خواهیم پرداخت. اینکه شیمی‌دان‌ها چگونه و با چه روشی یک ماده شیمیایی را می‌سازند؟ بر چه اساسی مواد اولیه را انتخاب می‌کنند؟

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

یکی از لذت‌بخش‌ترین فناوری‌های شیمیایی، سنتز مواد نو از جمله رنگ‌دانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف، سوخت‌های دوستدار محیط زیست و مواد هوشمند است. در واقع سنتز را می‌توان کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می‌شود.

می‌دانید که اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند. گروه‌هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می‌کنند. تولید یک ماده آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد. شیمی‌دان‌ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش‌های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده‌ای نو برای کاربردی معین سنتز می‌کنند. در این فرایندها، شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می‌کنند. برای نمونه در شیمی ۲ آموختید که برای سنتز یک استر می‌توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

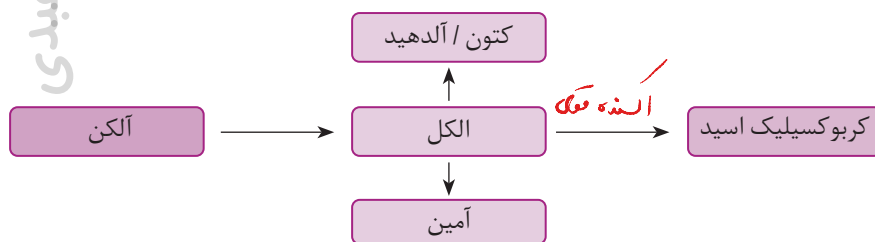
خود را بیازمایید

در نمودار زیر جاهای خالی را با نوشتن نام یا فرمول ماده شیمیایی پر کنید.



آیا می دانید

سالانه در جهان حدود ۱۳۰ میلیارد لیتر اتانول تولید و مصرف می شود. اتانول را در صنعت از تخمیر مواد قندی موجود در گیاهانی مانند: نیشکر، ذرت و ... تهیه می کنند. دو کشور امریکا 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.



نمودار ۴- تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر

بدیهی است هرچه نوع و شمار گروه های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته تر 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 شیمی دان ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش های 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 می کند.

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 می‌گذارد، به‌طوری که هرچه صنایع شیمیایی پیشرفته‌تر باشند و مواد با کیفیت بالایی 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. بیشتر بطری‌های آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات^۱ (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 بالایی برخوردار باشند. در این راستا و برای اطمینان خاطر مصرف‌کنندگان همه کالاهای باید برچسب مشخصات و انواع مواد سازنده را داشته باشند. همچنین باید محتویات 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 بدن شما به یک ماده غذایی، افزودنی یا نگهدارنده حساسیت دارد، این حق شماست که بدانید خوراکی‌ای که خریداری می‌کنید، از چه موادی تشکیل شده است. بنابراین باید 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، محتویات و اجزای سازنده محصولات و مقدار آنها را تعیین و کنترل کند.

آیا می‌دانید

سالانه حدود ۶۰۰ میلیارد بطری پلاستیکی در سرتاسر جهان برای تأمین، نگهداری و بسته‌بندی آب و نوشیدنی‌های گازدار تولید می‌شود.



۱۴۹۹/میل
۲۸۴۵۰۰
ترفتالات پلی اتیلن
PET
بسته‌بندی
کشاورزی
کاغذسازی
لوازم پزشکی
نساجی پارچه و
تصفیه آب
تغذیه و علوم غذایی
صنایع دفاعی
هوافضا
محیط زیست
لوله‌سازی
ساختمان‌سازی
نسوبنده‌ها و لوازم بهداشتی
چسب و درزگیرها
رنگ و پوشش سطح
معادن و ذخایر
خودروسازی
لوازم خانگی
داروسازی
پتروشیمی
بسته‌بندی

آیا می دانید

تریلن نام تجاری و قدیمی پلی اتیلن ترفتالات است. این نام از مونومرهای این پلیمر، **ترفتالیک اسید** و **اتیلن** گلیکول گرفته شده است. البته نام تجاری امروزی این پلیمر، **پت** است.



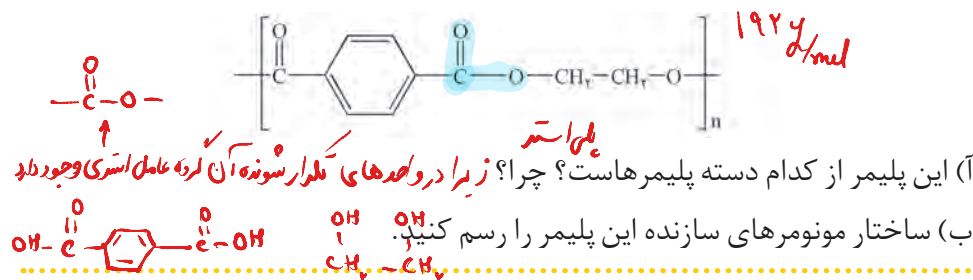
آیا می دانید

یکی از مراحل مهم در تهیه یک ماده، جداسازی و خالص سازی آن است. واکنش پارازایلن با پتاسیم پرمنگنات در محیط بازی را در نظر بگیرید. پس از انجام واکنش مخلوطی به دست می آید که شامل، پتاسیم پرمنگنات اضافی، منگنز (IV) اکسید، آب، پارازایلن و واکنش نداده، ترفتالیک اسید و مواد دیگر است. اکنون باید با استفاده از دانش شیمی، ترفتالیک اسید (فرآورده مورد نظر) را از مخلوط واکنش جداسازی کرد. بدیهی است درصد خلوص ترفتالیک اسید به دانش و فناوری به کار رفته بستگی دارد.

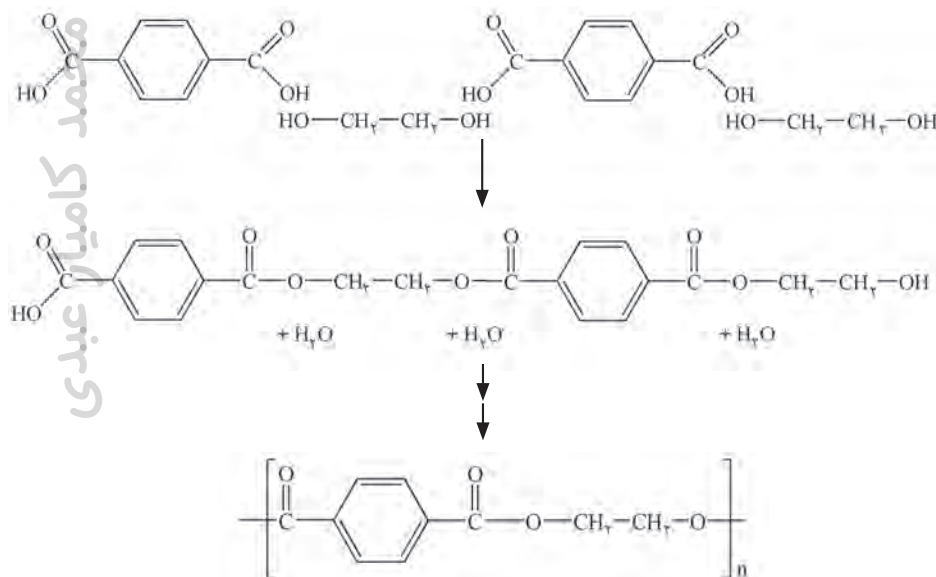


خود را بیازمایید

فرمول ساختاری پلیمر سازنده بطری آب به شکل زیر است. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



با توجه به آنچه که آموخته اید برای سنتز این پلیمر چه پیشنهادی دارید؟ پاسخ شما درست است، از واکنش مونومرهای سازنده این پلیمر یعنی اتیلن گلیکول (الکل دوعاملی) با ترفتالیک اسید (اسید دوعاملی) در شرایط مناسب می توان پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد. شکل ۱۱، الگوی تشکیل این ماده را نشان می دهد.



شکل ۱۱- الگوی تولید PET

اما مسئله این است که اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند. به دیگر سخن، به طور مستقیم نمی توان آنها را از نفت خام به دست آورد. پس چه باید کرد؟ در اینجا، با بهره گیری از دانش شیمی می توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می شوند، سنتز کرد.

اکنون باید در نقش یک شیمی دان، مواد اولیه و در دسترس را بررسی و براساس آموخته های 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.

آیا می دانید

با هم ببیندیشیم

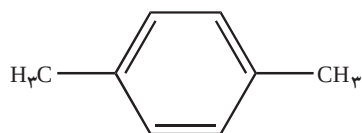
در یک واکنش شیمیایی فرآورده‌هایی تولید می‌شوند که دلخواه ما نیستند و پسماند واکنش محسوب می‌شوند. این پسماندها، گاهی سمی و آلاینده بوده و برای محیط زیست زیان آورند. بر همین اساس شیمی‌دان‌های دوستدار محیط زیست رشته‌ای دانشگاهی به نام شیمی سبز با راهکارهای زیر راه‌اندازی کرده‌اند.

پرزاده از دیدگاه اتمی بازده نزدیک به ۱۰۰ درصد طراحی واکنش تک مرحله‌ای آسیب کم تر به محیط زیست پسماند

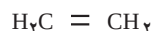
green synthesis

شیمی سبز با طراحی مواد و فرایندهای شیمیایی مناسب سبب حذف یا کاهش مواد زیان‌آور و رسمی و حرکت در مسیر توسعه پایدار می‌شود. توسعه پایدار به معنی بهره‌برداری هوشمندانه و مناسب از منابع برای تأمین نیازهای امروز بدون تحمیل هزینه به آیندگان تعریف می‌شود.

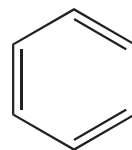
۱- بررسی‌ها نشان می‌دهند که می‌توان مواد زیر را طی فرایندهایی از نفت خام به دست آورد.



پارازایلن C_8H_{10}

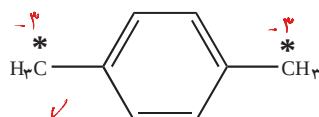


اتن

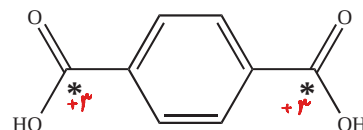


بنزن

با بررسی فرمول‌های ساختاری زیر به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



پارازایلن



ترفتالیک اسید

با در نظر گرفتن این پارازایلن به گروه عاملی که در کربن تبدیل می‌شود

آ) برای تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلن، چه تغییری باید در ساختار پارازایلن ایجاد کرد؟
ب) عدد اکسایش اتم‌های کربن ستاره دار را در این دو ترکیب تعیین کنید.

پ) با توجه به آموخته‌های خود درباره واکنش‌های اکسایش - کاهش، برای تبدیل پارازایلن

به ترفتالیک اسید کدام دسته از مواد زیر را مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

برای تبدیل عدد اکسایش کربن‌ها از ۳- در پارازایلن به ۳+ در

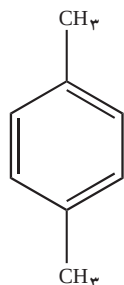
کاهنده‌ها □

اکسنده‌ها

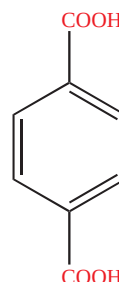
ترفتالیک اسید (انجام اکسایش) به اکسنده نیاز داریم

۲- پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با

بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند.



+ اکسنده



آ) در این واکنش یون پرمنگنات به منگنز (IV) اکسید تبدیل می‌شود. تغییر عدد اکسایش اتم

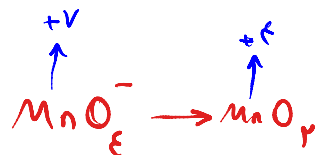
منگنز در این واکنش چند است؟ (عدد اکسایش اتم منگنز در یون پرمنگنات برابر با ۷+ است).

ب) انرژی فعال‌سازی این واکنش زیاد است یا کم؟ چرا؟ (چون برای انجام این واکنش افزون بر اکسنده به گرمای نیاز است)

پس Fe^{2+} را باید زیاد اضافه کرد...

پی بردید که یون پرمنگنات گونه‌ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه‌های دیگر می‌شود.

با وجود غلظت بالای آن، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود.



نفتالین $C_{10}H_8$

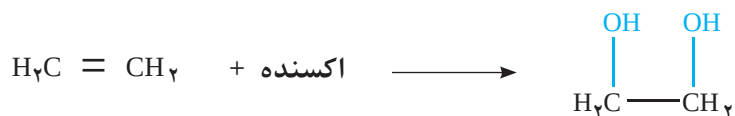
استیرن C_8H_8

پارازایلن C_8H_{10}

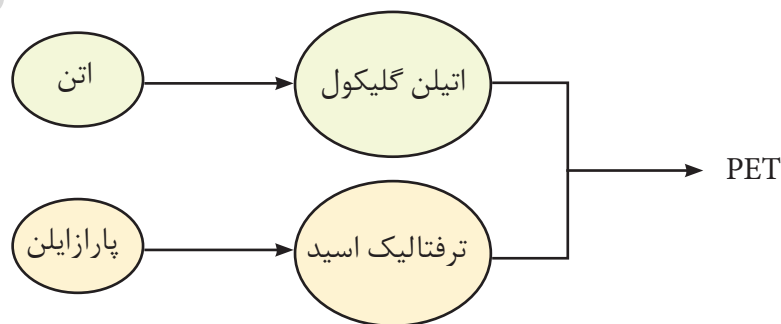
مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست. همه اینها نشان می‌دهد که اکسایش پارازیلین به ترفتالیک اسید دشوار است. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش‌های فراوان دریافتند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد. البته پژوهش‌ها برای یافتن واکنشی پربازده و باصرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.

تاکنون تهیه یکی از واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز برای سنتز پلیمر به کار رفته در بطری 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 به کندی 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.

آیا می دانید

سالانه ۸ تا ۱۰ میلیارد کیلوگرم پلاستیک وارد اقیانوس‌ها می‌شوند. این مواد افزون بر ماده پلیمری شامل مواد شیمیایی گوناگونی نیز مانند نرم‌کننده‌ها، رنگ‌دانه‌ها و پایدارکننده هستند که برای جانداران مضرند و سامانه عصبی آنها را مختل می‌کنند.



سالانه تعداد زیادی از جانوران دریایی در دام پلاستیک‌ها می‌افتند و می‌میرند.

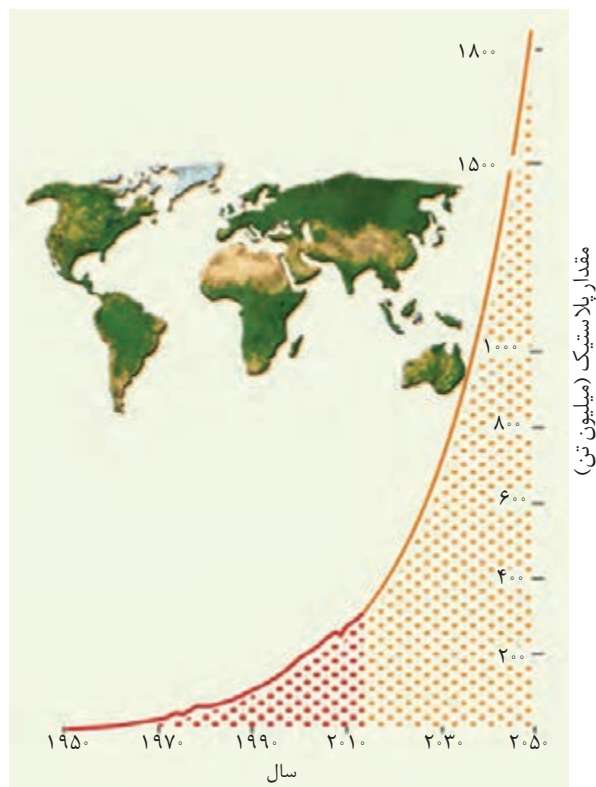


در میان تارنماها

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.

بازیافت PET

پلاستیک‌ها را می‌توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست. این مواد به دلیل ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند؛ به طوری که امروزه سالانه حدود ۴۰ 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 تخریب‌ناپذیری آنها سبب شده که در جای جای کره زمین یافت شوند. از این رو بازیافت آنها اجتناب‌ناپذیر 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. بدیهی است هر کشوری که از دانش و فناوری پیشرفته تری برخوردار باشد سهم قابل توجهی از این بازار جهانی را به خود اختصاص خواهد داد.

آیا می دانید

سالانه حدود ۷۰ میلیون تن متانول در سرتاسر 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 صادر کنندگان متانول تبدیل شده است.

یکی از راه های بازیافت این است که آنها را پس از شست و شو و تمیز کردن، ذوب 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 فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که تعیین می کند کدام راه را باید انتخاب کرد، زیرا برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است. از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای این پلیمر تولید می شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است. در شیمی 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 مناسب 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؟

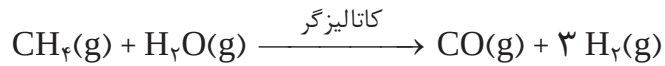
متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد. در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند. معادله شیمیایی این واکنش به صورت زیر است:



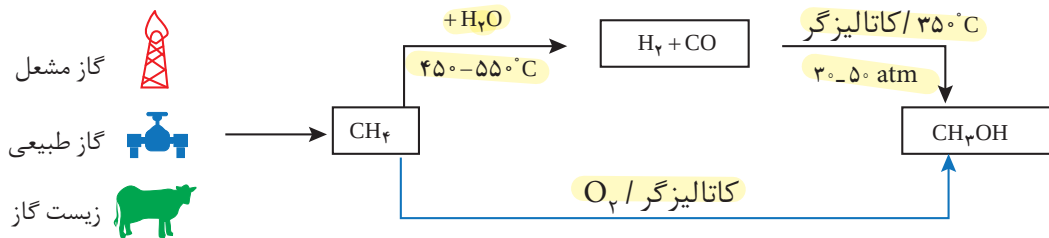
مواد واکنش دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند از این رو نخست باید آنها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد. برای تهیه گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن می توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد.

آیا می دانید

سالانه ۱۴۰ میلیارد متر مکعب گاز متان در میدان های نفتی در سرتاسر دنیا سوزانده می شود.



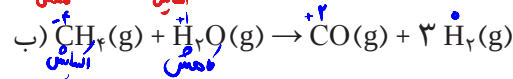
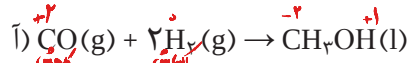
گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود. در این میدان ها برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از آن را می سوزانند. گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد (چرا؟) و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون از یک سو و ارزان بودن گاز متان از سوی دیگر، پژوهش های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد (نمودار ۶).



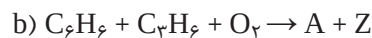
نمودار ۶- روش های تولید متانول. تولید مستقیم متانول از متان چه مزیتی دارد؟

خود را بیازمایید

۱- در هر یک از واکنش های زیر مشخص کنید کدام گونه اکسایش و کدام کاهش یافته است؟



۲- شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. معادله های شیمیایی موازنه نشده زیر تهیه ماده A را به دو روش نشان می دهد.



در این واکنش ها X و Y پسماند هستند، اما Z یک حلال صنعتی است.

آ) در کدام واکنش، همه اتم های مواد واکنش دهنده، به مواد ارزشمند تبدیل شده اند؟

چرا؟ واکنش b زیرا A فرآورده هدف و Z نیز حلال صنعتی است و هر دو فرآورده از جمله مواد قابل استفاده هستند.

ب) براساس اصول شیمی سبز، کدام واکنش از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد؟ چرا؟

واکنش b زیرا شمار اتم های بیشتری از مواد واکنش دهنده به فرآورده های سودمند تبدیل شده است.

● یک واکنش شیمیایی هنگامی از

دیدگاه اتمی به صرفه تر است که شمار

بیشتری از اتم های واکنش دهنده به

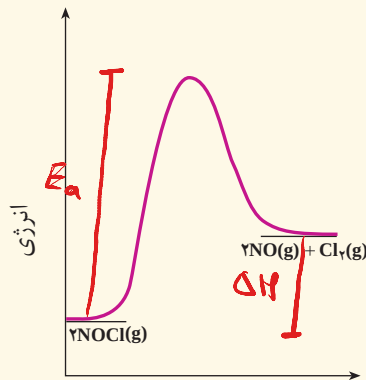
فرآورده های سودمند تبدیل شود.

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

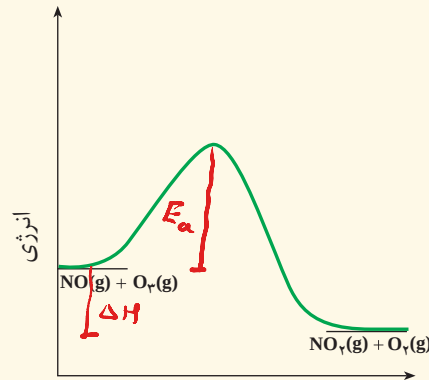
استفاده از کاتالیزور با انرژی می شود تا واکنش در دما و فشار پایین تر با سرعت مناسب انجام شود.
به همین دلیل از مصرف انرژی می کاهد. کاهش مصرف انرژی از مصرف سوخت
فصلی می کاهد و باعث کاهش تولید آلودگی می شود.

(آ) استفاده از کاتالیزور در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود.
(ب) در تعادل های گازی گرماگیر با افزایش دما در فشار ثابت، K افزایش می یابد.
(پ) واکنشی که در آن از یک هیدروکربن، ترکیب آلی اکسیژن دار تولید می شود، یک واکنش اکسایش - کاهش است.
چون اتم اکسیژن خاصیت نافذی بیشتر از کربن و هیدروژن دارد با تولید ترکیب آلی اکسیژن دار عدد اکسایش اتم های کربن متصل به اکسیژن افزایش می یابد.

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



پیشرفت واکنش



پیشرفت واکنش

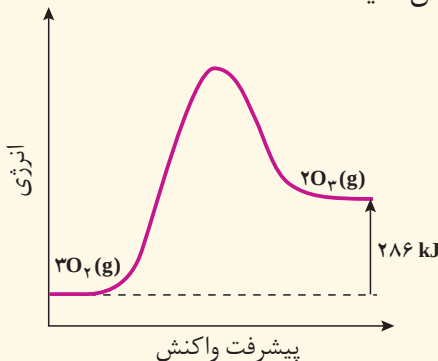
(آ) انرژی فعال سازی و آنتالپی هر واکنش را روی نمودار مشخص کنید.

(ب) سرعت کدام واکنش در شرایط یکسان کمتر است؟ چرا؟ E_a آن بیشتر است و هرچه E_a بیشتر باشد سرعت کمتر است.

۳- در کدام سامانه تعادلی زیر، کاهش حجم سامانه در دمای ثابت سبب افزایش مقدار فرآورده ها می شود؟ توضیح دهید.

- (آ) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ کاهش حجم سامانه در دمای ثابت نشانه افزایش فشار بر سامانه تعادلی است به همین دلیل واکنش درجهت تولید مول گازی کمتر پیش می رود با این توصیف سامانه (آ) درجهت مول گازی کمتر یعنی فرآورده پیش خواهد رفت.
- (ب) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
- (پ) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

۴- با توجه به نمودار روبه رو، درستی یا نادرستی هر یک از جمله های زیر را مشخص کنید:



پیشرفت واکنش

(آ) انرژی فعال سازی از آنتالپی واکنش بزرگ تر است. ✓

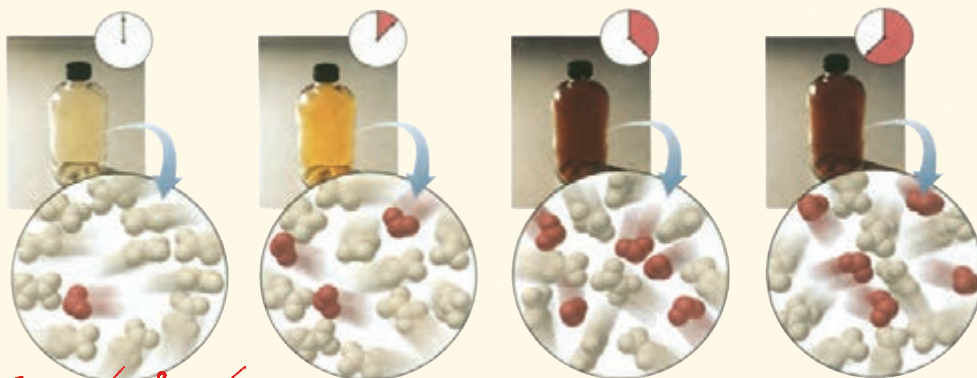
(ب) آنتالپی (محتوای انرژی) فرآورده ها از واکنش دهنده ها کمتر است. ✗

(پ) مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده ها بزرگ تر از فرآورده ها است. ✓

(ت) اگر این واکنش درون سیلندر با پیستون روان به تعادل برسد، با افزایش

فشار در دمای ثابت، شمار مول های اوزون کاهش می یابد. ✗

۵- شکل زیر پیشرفت واکنش تبدیل گاز بی‌رنگ 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.



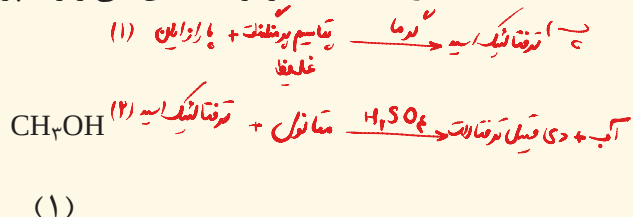
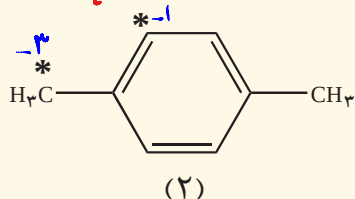
آ) آیا واکنش به تعادل رسیده است؟ توضیح دهید.
 ب) اگر حجم سامانه ۲ لیتر و هر ذره هم ارز با ۱٪ مول از آن گونه باشد، ثابت تعادل واکنش زیر را در این دما حساب کنید.

$$[NO_2] = \frac{5 \times 0.1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.25 \text{ mol/L}$$

$$[N_2O_4] = \frac{9 \times 0.1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.45 \text{ mol/L}$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.25)^2}{0.45} = 0.139$$

۶- با توجه به ساختار ترکیب‌های آلی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:



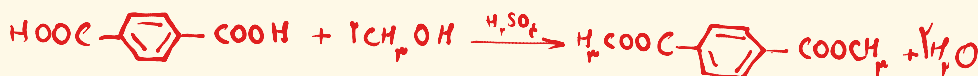
تنها عدد اکسایش اتم کربن در مثل تغییری نداشته زیرا به لوله در بولکسل (ساختی) یا به (از ۴-۳)

آ) عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن ستاره‌دار را تعیین کنید.

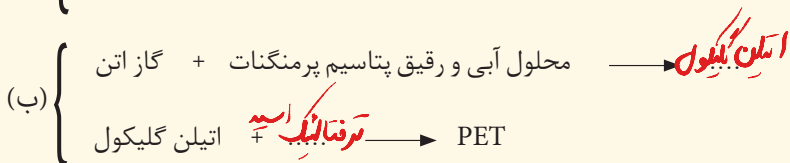
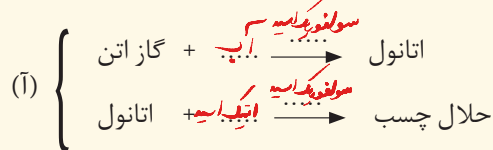
ب) در تبدیل ترکیب (۲) به ترمتالیک اسید، عدد اکسایش کدام اتم ستاره‌دار تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.

پ) روش تهیه یک دی‌استر از مواد (۱) و فراورده حاصل از اکسایش (۲) را با نوشتن معادله‌های شیمیایی موازنه شده

نشان دهید.



۷- هر یک از موارد زیر سنتز یک فراورده هدف را نشان می‌دهد. هر نقطه چین را با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.



واژه‌نامه

آبکاری	۶۰	Electroplating	فرایند پوشاندن سطح یک جسم با لایه نازکی از یک فلز با سلول الکترولیتی است.
آند	۴۵	Anode	الکترودی که در سطح آن اکسایش رخ می‌دهد.
اسید	۱۳	Acid	ماده‌ای که مزه ترش دارد و در واکنش با بازها، نمک تولید کند.
اسید آرنیوس	۱۵	Arrhenius Acid	ماده‌ای که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم (H_3O^+) را افزایش می‌دهد.
اسید تک پروتون دار	۱۸	Monoprotic Acid	اسیدی که پس از حل شدن در آب هر مولکول آن حداکثر یک هیدرونیوم تولید کند.
اسید چرب	۵	Fatty Acid	کربوکسیلیک اسید با زنجیر دراز کربنی سیر شده یا سیر نشده بدون شاخه است.
اصل لوشاتلیه	۱۰۴	Le Chatelier's Principle	اگر عاملی حالت تعادلی یک سامانه را برهم بزند، سامانه برای رسیدن به تعادل جدید در جهتی جابه‌جا می‌شود که تأثیر عامل یاد شده را به کمترین میزان خود برساند.
اکسایش	۴۰	Oxidation	فرایندی که در آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون از دست می‌دهند.
اکسنده	۴۰	Oxidant	گونه‌ای است که در یک واکنش اکسایش - کاهش گونه دیگر را اکسید می‌کند.
الکتروُد	۴۴	Electrode	رسانای الکتریکی در یک نیم سلول الکتروشیمیایی است.
الکتروشیمی	۳۸	Electrochemistry	علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی از انجام واکنش اکسایش - کاهش است.
انرژی فعال سازی	۹۵	Activation Energy	حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی است.
باز	۱۳	Base	ماده‌ای تلخ مزه که در واکنش با اسیدها، نمک تولید می‌کند.
باز آرنیوس	۱۵	Arrhenius Base	ماده‌ای که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدروکسید (OH^-) را افزایش می‌دهد.
برق‌کافت	۵۴	Electrolysis	واکنش شیمیایی که با عبور جریان برق از محلول یونی یا ترکیب یونی مذاب انجام می‌شود.
پتانسیل الکترودی استاندارد	۴۷	Standard Electrode Potential	اختلاف پتانسیلی است که میان تیغه فلزی (الکتروُد) و محلول آبی دارای یون فلزی (الکتروَلیت) با غلظت یک مولار در دمای $25^\circ C$ (شرایط استاندارد) وجود دارد و نسبت به نیم سلول استاندارد هیدروژن سنجیده می‌شود.
پتانسیل کاهش استاندارد	۴۷	Standard Reduction Potential	پتانسیل الکترودی استاندارد که برای فرایند کاهش (گونه کاهنده $\rightleftharpoons ne +$ گونه اکسنده) گزارش می‌شود.
پیوند یونی	۷۷	Ionic Bond	به نیروی جاذبه الکتروستاتیکی موجود میان یون‌های ناهم نام می‌گویند.
ترکیب یونی دوتایی	۷۸	Binary Ionic Compound	ترکیبی است که از یون دو عنصر مختلف تشکیل شده است.
ترکیب یونی	۷۸	Ionic Compound	ترکیبی که ذره‌های سازنده آنها یون‌های مثبت و منفی هستند.
ترکیب مولکولی	۶۹	Molecular Compound	ترکیبی که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است.
تعادل شیمیایی	۲۱	Chemical Equilibrium	حالتی برای سامانه شیمیایی برگشت پذیر با دمای ثابت است که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با یکدیگر برابر می‌شود.
ثابت تعادل	۲۲	Equilibrium Constant	عدد ثابتی است که از جایگزین کردن غلظت‌های تعادلی مواد شرکت کننده در واکنش، در عبارت ثابت تعادل به دست می‌آید.

ثابت یونش اسید	۲۳	Acid Ionization Constant (K_a)	مقدار ثابت تعادل برای یونش یک اسید در محلول آبی و دمای معین است.
ثابت یونش باز	۲۹	Base Ionization Constant (K_b)	مقدار ثابت تعادل برای یونش یک باز در محلول آبی و دمای معین است.
جامد کووالانسی	۶۹	Covalent Solid	ماده جامدی که در آن همه اتم‌های سازنده با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند و در مجموع شبکه‌ای دو یا سه بعدی ایجاد می‌کند.
جفت الکترون پیوندی	۷۳	Bonding Electron Pair	جفت الکترونی است که میان هسته دو اتم قرار دارد و پیوند اشتراکی را به وجود می‌آورد.
جفت الکترون ناپیوندی	۷۴	Non- Bonding Electron Pair	جفت الکترونی است که به یک اتم تعلق دارد و در تشکیل پیوند شیمیایی شرکت نمی‌کند.
حفاظت کاتدی	۵۶	Cathodic Protection	حفاظت فلز در برابر خوردگی از راه اتصال آن به یک فلز با E° منفی‌تر است.
خوردگی	۵۹	Corrosion	فرایندی است که در آن یک فلز بر اثر واکنش اکسایش - کاهش تخریب می‌شود.
رسانای الکترونی	۱۷	Electronic Conductor	ماده‌ای که جریان برق را به کمک الکترون‌ها از خود عبور می‌دهد.
رسانای یونی	۱۷	Ionic Conductor	ماده‌ای که جریان برق را به کمک حرکت یون‌ها از خود عبور می‌دهد.
سری الکتروشیمیایی	۴۷	Electrochemical Series	فهرستی که در آن فلزها به ترتیب E° مرتب شده‌اند.
سلول الکترولیتی	۵۴	Electrolytic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی که با عبور جریان برق از آن، یک تغییر شیمیایی روی می‌دهد.
سلول سوختی	۵۰	Fuel Cell	نوعی سلول گالوانی است که در آن انرژی الکتریکی از اکسایش یک سوخت گازی شکل مانند هیدروژن یا متان به دست می‌آید.
سلول گالوانی	۴۴	Galvanic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی که با انجام یک واکنش اکسایش - کاهش، انرژی الکتریکی تولید می‌کند.
شبکه بلور	۷۸	Crystal Lattice	آرایش سه بعدی، منظم و تکرار شونده ذره‌های (اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها) سازنده یک بلور است.
صابون	۶	Soap	به نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم، اسیدهای چرب گفته می‌شود.
عبارت ثابت تعادل	۱۰۲	Equilibrium Constant Expression	رابطه‌ای ریاضی است که نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده (ها) به توان ضریب استوکیومتری آن (ها) به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده (ها) به توان ضریب استوکیومتری آن (ها) را در دمای معین نشان می‌دهد.
عدد اکسایش	۵۲	Oxidation Number	به بار الکتریکی نسبی اتم یک عنصر در گونه شیمیایی گفته می‌شود.
کاتالیزگر	۹۷	Catalyst	ماده‌ای که بر سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌افزاید.
کاتد	۴۵	Cathode	الکترودی که در سطح آن، نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد.
کاهش	۴۰	Reduction	فرایندی که در آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون دریافت می‌کنند.
کاهنده	۴۰	Reductant	گونه‌ای است که در یک واکنش اکسایش - کاهش گونه دیگر را کاهش می‌دهد.
نیروی الکتروموتوری	۴۶	Electromotive Force	اختلاف پتانسیل الکترودی استاندارد دو نیم‌سلول در یک سلول گالوانی است.
نیم سلول	۴۴	Half-Cell	نیمی از یک سلول الکتروشیمیایی که الکتروکاتود و الکترولیت را شامل می‌شود.
نیم‌واکنش	۴۰	Half-Reaction	واکنشی است که در یک نیم سلول رخ می‌دهد.
واکنش اکسایش - کاهش	۴۰	Oxidation - Reduction Reaction	واکنشی که در آن یک یا چند الکترون از گونه‌ای به گونه دیگر منتقل می‌شود.
واکنش الکترودی	۴۵	Electrode Reaction	واکنش اکسایش یا کاهش که در مرز میان رسانای الکترونی و رسانای یونی رخ می‌دهد.

منابع

- ۱- اصول شیمی عمومی، مارتین سیلبربرگ، ترجمه: دکتر مجید میرمحمدصادقی – دکتر غلامعباس پارسا فر – دکتر محمد رضا سعیدی، انتشارات نوپردازان، سال ۱۳۹۴.
- ۲- شیمی عمومی، بروس ادوارد پرستن، تئودور لسللی براون، هرولد یوجین لی می جونور، ترجمه: محمد محمودی هاشمی، علی عزآبادی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۹۵.
- ۳- شیمی عمومی، چارلز مورتیمر، ترجمه: عیسی باوری، انتشارات دانشگاهی، سال ۱۳۹۵.
- 4- Silberberg, M. S. , Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- 5- Reger, D. L. ,Goode, 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.; Strozak, V.S.; Wistrom, C.; Zike, D. Chemistry, Concepts and Applications, 2009, Glencoe McGraw- will.
- 11- Gilbert, T.R.; kirss, R.V., Foster, N.; Davies, Chemistry, the science context, 2009, W.W. 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 Itill, 2012.
- 20- Chastko, A.; Goldie, J.; Mustoe, F.; Phillips, I., Searle, S., Inquiry into Chemistry, Mc Graw Itill, 2007.



سازمان 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 به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند 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 باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند 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	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	شمسی حیدری	کرمانشاه	۳۳	صباح شیر	ایلام
۲	سعید همایونی	شیراز	۳۴	رامین عسگری کیا	همدان، ناحیه ۱
۳	مسیب حسینی	فارس	۳۵	مهناز خراشادی زاده	خراسان جنوبی
۴	سوسن نادری	مرکزی	۳۶	علیرضا بادینی	سیستان و بلوچستان
۵	مریم قربانی	خراسان شمالی	۳۷	احمد سلیمانخانی	ایلام
۶	فاطمه شفاهی	سمنان	۳۸	محمدعلی اسلامی نیا	کرمان
۷	ژیلّا توتونچی	آذربایجان شرقی	۳۹	غلام حسن روحی	اردبیل
۸	هما غفاری	کردستان	۴۰	حسن کاشی	اصفهان
۹	منور احمدی	قزوین	۴۱	داریوش نژادی سلامی	گیلان
۱۰	نادر منصوری	خراسان شمالی	۴۲	رقیه پور قبادی	لرستان
۱۱	آریتا معصوم پور	سمنان	۴۳	مرتضی زارعی	بندرعباس، ناحیه ۱
۱۲	مرتضی فتاحی راد	ایلام	۴۴	علی مویدی	تهران (شهرستان‌ها)
۱۳	وحید اسدی	قزوین	۴۵	زهره شمالی	زنجان
۱۴	فریبا مرسلی	آذربایجان شرقی	۴۶	علیرضا حنفی	گلستان
۱۵	مریم خزاعی	خراسان جنوبی	۴۷	ناهید احمدی	زنجان
۱۶	احسان غفوری	اراک، ناحیه ۱	۴۸	زهرا ارزانی	کرج، ناحیه ۲
۱۷	راضیه اکبری منبع	کبودرآهنگ	۴۹	محمد قادر پناه	لرستان
۱۸	پژمان حبیبی	کردستان	۵۰	فرهنگ حامدی	اهواز، ناحیه ۱
۱۹	فریده سلطانی اصل	تهران (شهرستان‌ها)	۵۱	حسن متقی	اصفهان
۲۰	ولی خویان	قزوین	۵۲	مسعود راستیانی منش	کهگیلویه و بویراحمد
۲۱	محمدعلی رضایت	فارس	۵۳	حسین موحدی نیا	بندرعباس، ناحیه ۱
۲۲	سیده لیلا فانی	یزد	۵۴	صابر رجائی	اردبیل
۲۳	یحیی حمید	خوزستان	۵۵	سمانه کیانی	کرمانشاه
۲۴	شهلا مهدوی	اصفهان	۵۶	عبدالمحمد محسنی	بوشهر
۲۵	فیض الله کریمی	اهواز، ناحیه ۲	۵۷	حجت اله پاک فطرت	خراسان رضوی
۲۶	طوبی زارع	مازندران	۵۸	مژگان آبی	شهر تهران
۲۷	ملیحه خباز	خراسان رضوی	۵۹	عباسعلی صمدی	گلستان
۲۸	مژگان حسین پور	گیلان	۶۰	جمشید لطفیان	شهر تهران
۲۹	منوچهر اسماعیل زاده	کرمان	۶۱	علی شهروی	تهران (شهرستان‌ها)
۳۰	جهان پناه حاتمی	قزوین	۶۲	اکبر رضایی	تهران
۳۱	محمدامین نظامی	تهران	۶۳	مهدی هاشمیان	خوزستان
۳۲	اورنگ باقی	گیلان			

جدول دوره ای عناصرها

۱۸	He	عدد اتمی ————— ۱	نام ————— هیدروژن	جرم اتمی میانگین ————— ۱.۰۰۸	نماد شیمیایی ————— H	۲	۱
۱۷	F	فلز قوی	۱۹.۰۰	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
۱۶	O	اکسیژن	۱۶.۰۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۱۵	N	نیتروژن	۱۴.۰۱	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
۱۴	C	کربن	۱۲.۰۱	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
۱۳	B	بور	۱۰.۸۰	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
۱۲	Be	بهریم	۹.۰۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
۱۱	Li	لیتیم	۶.۹۴	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
۱۰	H	هیدروژن	۱.۰۰۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

جدول دوره ای عنصر ها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم،

محمد کامران

آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar و Au است که همگی با حرف A آغاز می شود.