

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

شیمی (۳)

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

راهنمای معلم

پایه دوازدهم

دوره دوم متوسطه



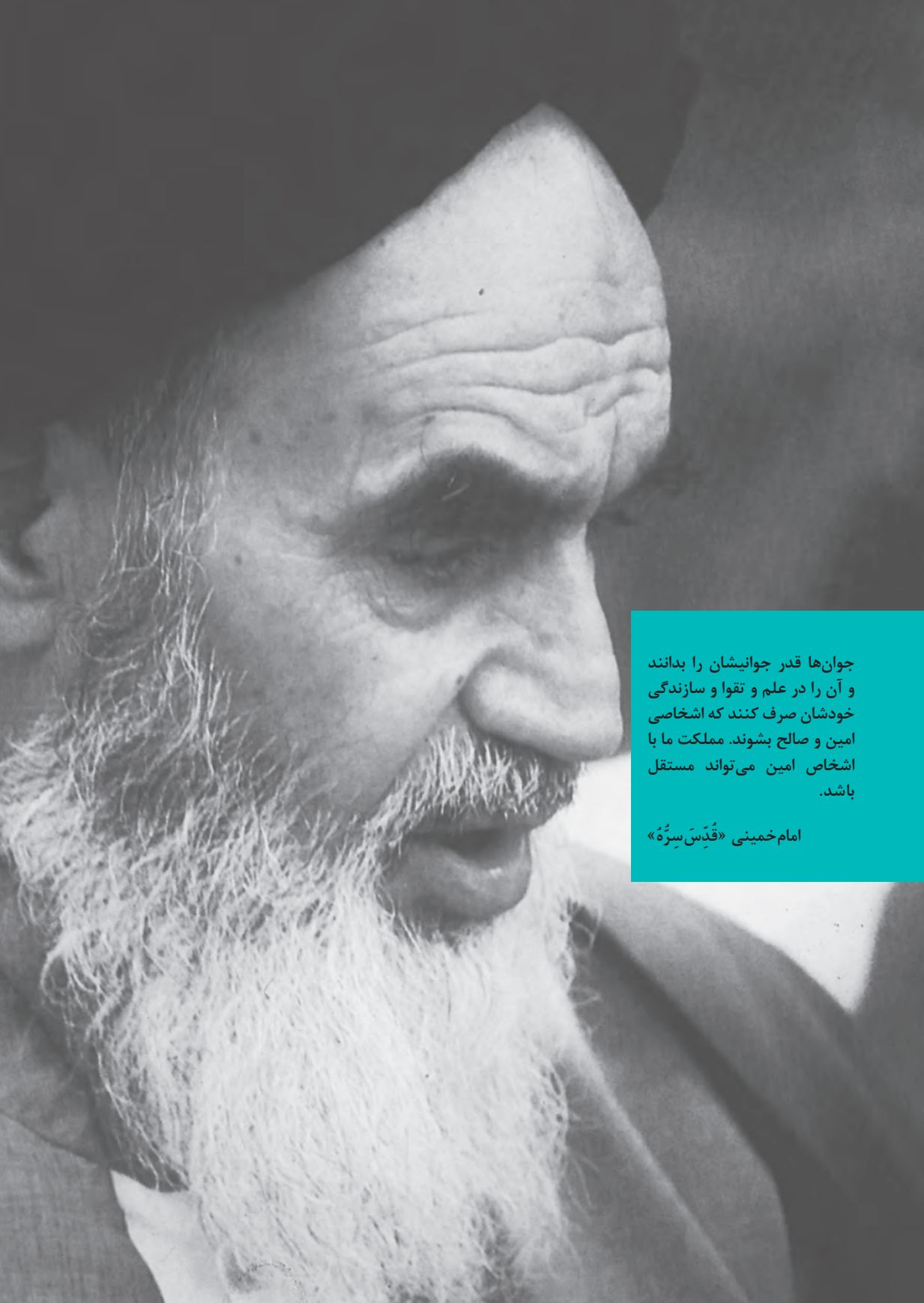
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- نام کتاب: راهنمای معلّم شیمی(۳) - پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه - ۱۱۲۳۷۲
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، رضا فارغی‌علمداری، سیروس جمالی، محمد قربان دکامین، رسول عبدالله میرزایی، منصور مختاری، معصومه شاه‌محمدی اردبیلی، راضیه بنکدارسخی و حسین زمانی سیفی‌کار (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: حسن حذرخانی، شریف کامیابی، علیرضا عابدین، رسول عبدالله میرزایی و دوست محمد سمیعی (اعضای گروه تألیف) - علیرضا عابدین (ویراستار علمی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - سورش سعادت‌مندی (صفحه‌آرا) - فاطمه باقری‌مهر، زهرا ایمانی‌نصر، سید کیوان حسینی، فاطمه صفری ذولفقاری، فاطمه پزشکی و ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
- ناشر: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۹

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۳۴۵۸-۸

ISBN: 978-964-05-3458-8



جوان‌ها قدر جوانیشان را بدانند
و آن را در علم و تقوا و سازندگی
خودشان صرف کنند که اشخاصی
امین و صالح بشوند. مملکت ما با
اشخاص امین می‌تواند مستقل
باشد.

امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ»

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

کلیات ۱

فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۳۷

واحد یادگیری ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۴۰

واحد یادگیری ۲: پاکیزگی محیط با مولکول‌ها ۵۴

واحد یادگیری ۳: در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید ۵۸

واحد یادگیری ۴: اسیدها و بازها ۶۲

واحد یادگیری ۵: ثابت تعادل و قدرت اسیدی ۶۷

واحد یادگیری ۶: pH، مقیاس اسیدی بودن ۷۰

واحد یادگیری ۷: بازها ۷۴

پاسخ پرسش‌های درون فصل ۷۴

فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۹۷

واحد یادگیری ۱: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۱۰۰

واحد یادگیری ۲: انجام واکنش با سفر الکترون ۱۰۷

واحد یادگیری ۳: واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت‌شده الکترون (سلول‌های گالوانی) ۱۱۳

واحد یادگیری ۴: پتانسیل استاندارد ۱۱۶

واحد یادگیری ۵: سلول سوختی ۱۴۰

واحد یادگیری ۶: برق‌کافت ۱۴۹

واحد یادگیری ۷: خوردگی و حفاظت ۱۵۸

واحد یادگیری ۸: آبکاری ۱۶۶

پاسخ پرسش‌های درون فصل ۱۸۴

فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری	۲۰۳
واحد یادگیری ۱: شیمی جلوه‌ای از هنر	۲۰۴
واحد یادگیری ۲: گرافن	۲۱۰
واحد یادگیری ۳: رفتار مولکول و توزیع الکترون ها	۲۱۳
واحد یادگیری ۴: هنر‌نمایی شماره	۲۱۹
واحد یادگیری ۵: چینش سه بعدی یون ها	۲۲۴
واحد یادگیری ۶: فلزها	۲۲۷
پاسخ پرسش‌های درون فصل	۲۳۱
منابع	۲۴۰

کلیات

ضرورت، قلمرو و اهداف حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی در برنامه درسی ملی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی به شرح زیر توصیف شده است: علم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف و دانشی آزمودنی است که با ظهور شواهد و دلایل جدید در معرض تغییر قرار گرفته و از گستره وسیعی از روش‌های تحقیق بهره می‌برد. بدیهی است علوم تجربی هم در مرحله تکوین و شکل‌گیری چارچوب‌های مفهومی و هم در عرصه چگونگی کاربرد و عمل و تصرف در طبیعت در بستر گستره دیگر حوزه‌های معرفتی بشر شکل می‌گیرد و نشو و نما می‌کند. از این رو، تعاملی انکارناپذیر با فلسفه، باورها و ارزش‌های پذیرفته شده فرد و جامعه دارد. با توجه به جهت‌گیری‌های این برنامه، علم تجربی حاصل کوشش انسان برای درک واقعیت‌های هستی و کشف فعل خداوند است.

مطابق این برنامه ضرورت و کارکرد این حوزه عبارت است از پرورش علمی فراگیران و برخوردار شدن ایشان از سواد علمی فناوریانه در بُعد شخصی و فردی از لازمه‌های زندگی سالم و موفقیت‌آمیز و در بُعد اجتماعی لازمه بقای عزت‌مدار و توسعه پایدار ایران اسلامی است، از این رو، رشد و ارتقا توانمندی‌ها و شایستگی‌های عقلانی، ایمانی، دانشی، مهارتی و اخلاقی متریان در عرصه علوم تجربی به شناخت و استفاده مسئولانه از طبیعت به مثابه بخشی از خلقت الهی با هدف تکریم، آبادانی و آموختن از آن برای ایفای نقش سازنده در ارتقای سطح زندگی فردی، خانوادگی، ملی و جهانی می‌انجامد. آموزش علوم تجربی از یک سو در ایجاد بصیرت و بینش عمیق نسبت به درک دنیای اطراف و زمینه‌سازی برای تعظیم خالق متعال از طریق درک عظمت خلقت ضرورت دارد و از سوی دیگر با عنایت به وابستگی روزافزون ابعاد گوناگون زندگی انسان به یافته‌ها و فرآورده‌های علمی فناوریانه ضروری می‌نماید. از این رو، اگرچه پرورش سواد علمی فناوریانه محور مشترک تمامی برنامه‌های آموزش علوم به شمار می‌آید، ولی براساس مبانی تربیت اسلامی، علاوه بر این محور، تعمیق و تعالی نگرش توحیدی و دستیابی به درک غایتمند از خلقت و به عبارتی بازکشف و کشف رمز و راز لایه‌های مادی هستی، از محورهای مهم تربیت علمی است. در این سند قلمرو حوزه به صورت زیر توصیف شده است. حوزه یادگیری علوم تجربی شامل زندگی و موجودات، زمین و پیرامون آن، تغییرات ماده و انرژی، طبیعت و مواد فراوری شده، علوم در اجتماع، علوم در زندگی روزانه، تاریخ علم در ایران و اسلام است. تربیت علمی فناوریانه تنها آموزش یافته‌ها و فرآورده‌های علمی یا به عبارت دیگر تنها مفاهیم و دانش علمی را در بر نمی‌گیرد؛ بلکه فرایندهای علمی و روش علم‌آموزی همچون مهارت‌های فرایندی (مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه و مدل‌سازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق و برقراری ارتباط) و مهارت‌های پیچیده تفکر را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. همچنین نگرش‌های ناشی از علم و نگرش‌های ناظر به علم و فناوری از اجزای جدایی‌ناپذیر فعالیت‌های علمی فناوریانه است و دریچه‌ای برای ورود مبانی فلسفی پذیرفته شده را فراهم می‌کند. این قلمرو در قالب درس‌های علوم تجربی در دوره اول و دوم ابتدایی و درس‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی

و آزمایشگاه علوم در دوره دوم متوسطه پوشش داده می‌شود. در جدول‌های ۱ و ۲ ساعت دروس حوزه یادگیری علوم تجربی نشان داده شده است.

جدول ۱- عنوان درس‌های حوزه یادگیری علوم تجربی و ساعت آنها در دوره‌های اول و دوم ابتدایی و دوره اول متوسطه

نام دوره	نام پایه	نام درس	میزان ساعت
اول ابتدایی	اول	علوم تجربی	۳
	دوم		۳
	سوم		۳
دوم ابتدایی	چهارم	علوم تجربی	۳
	پنجم		۳
	ششم		۲
دوره اول متوسطه	هفتم	علوم تجربی	۳
	هشتم		۳
	نهم		۳

جدول ۲- عنوان درس‌های حوزه یادگیری علوم تجربی و ساعت آنها در دوره دوم متوسطه

نام درس									
نام پایه	شیمی		زیست‌شناسی		فیزیک		زمین‌شناسی		آزمایشگاه علوم
	رشته علوم تجربی	رشته ریاضی و فیزیک	رشته علوم تجربی	رشته ریاضی و فیزیک	رشته علوم تجربی	رشته ریاضی و فیزیک	رشته علوم تجربی	رشته ریاضی و فیزیک	رشته ریاضی و فیزیک
دهم	۳	۳	۳	۴	۳				۲
یازدهم	۳	۳	۴	۴	۳				۱
دوازدهم	۴	۴	۴	۴	۳				

برنامه درسی ملی انتظار دارد که محتوای ارائه شده در این دروس و قلمروها بتوانند نسلی توانمند در جنبه‌های زیر تربیت کنند.

- کشف، درک و تفسیر پدیده‌ها و رویدادهای طبیعی به عنوان آیات الهی
- تدبیر در نظام هستی با مطالعه قوانین، رویدادهای طبیعی و روابط بین پدیده‌ها به منظور درک هدفمندی و قانونمندی هستی
- حفظ منابع طبیعی به عنوان امانت الهی به منظور تکریم و آبادانی آن
- تعمیم آموزه‌های علمی به زندگی فردی و اجتماعی به منظور داشتن زندگی سالم و با نشاط
- مسئولیت‌پذیری، نوع دوستی، جمع‌گرایی و جهانی‌اندیشی
- دستیابی به مراتبی از حیات طیبه

برای تحقق این مهم، برای دوره‌های چهارگانه حوزه تربیت و یادگیری علوم، شایستگی‌هایی تعریف شده است. در جدول ۳ این شایستگی‌ها نشان داده شده‌اند.

جدول ۳

دوره	شایستگی‌ها
اول	با کسب و تقویت مهارت‌های پایه یادگیری، محیط اطراف خود / رفتارهای زیستی را مطالعه و یافته‌های خود را در زندگی به کار می‌گیرد.
دوم	با به کارگیری مهارت‌های پایه یادگیری، الگوها و روابط را در محیط زندگی کشف و یافته‌های خود را براساس معیارهای علمی تحلیل می‌کند/ ارائه می‌دهد/ مسئولانه به کار می‌گیرد. رابطه سلامت خود را با محیط‌زیست بررسی و روش‌هایی برای حفظ / ارتقای سطح سلامت خود و محیط‌زیست به کار می‌گیرد.
سوم	با کشف روابط و الگوها در پدیده‌های طبیعی، یافته‌های خود را به روش علمی و مبتنی بر اصول اخلاقی ارائه می‌دهد. الگوهای رفتاری در زندگی شخصی و محیط اطراف را براساس معیارهای زندگی سالم مطالعه و تأثیر آن را بر منابع / خود و محیط‌زیست و جامعه تحلیل می‌کند.
چهارم	نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد/ به کار می‌گیرد. با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند/ گزارش می‌کند/ به کار می‌گیرد. با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری آن را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده) تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند. با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

رویکرد سازماندهی محتوا

برنامه درسی ملی به منظور تحقق اهداف و رسیدن به آرمان‌های برنامه، رویکرد سازماندهی محتوا را برای حوزه‌های یادگیری به‌طور خاص مشخص کرده است. درباره رویکرد سازماندهی محتوا در حوزه یادگیری علوم تجربی این‌گونه نظر می‌دهد: با عنایت به پذیرش اصل همه‌جانبه‌نگری و براساس پذیرش رویکرد تلفیق در همه حوزه‌های یادگیری، پرورش علمی با اتخاذ روش‌هایی که با تلفیق نظر و عمل سازگاری دارند به پرورش مهارت‌های فرایندی علمی می‌پردازد و به انتقال فراورده‌های دانش اکتفا نمی‌کند. بر این اساس

یادگیرنده در محور تمامی فعالیت‌های یادگیری قرار می‌گیرد و آموختن روش و مسیر کسب علم، آگاهی و توانایی یکی از اهداف اصلی آموزش تلقی می‌شود. این امر در مسیری رشدیابنده و تعالی‌جو، زمینه‌ساز پرورش انواع تفکر می‌شود و در ادامه، در صورت عنایت خاص آموزشگران، نیل به خودیادگیری، ژرف‌اندیشی و تعالی‌جویی در متریان را میسر می‌سازد. ایجاد ارتباط بین آموزه‌های علمی و زندگی واقعی و مرتبط ساختن محتوای یادگیری با کاربردهای احتمالی آن به معنادار شدن یادگیری و کسب علم مفید، سودمند و هدف‌دار برای متریان منجر می‌شود. این امر به پرورش انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر، متفکر و خلاق مدد می‌رساند.

بر همین اساس می‌توان گفت که کار علم تجربی مطالعه و بررسی ابعاد مادی سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های کلان و خرد متفاوتی تشکیل شده است. هر سامانه نیز از اجزایی ساخته شده است که ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند و این اجزا برای حفظ پایداری تغییر می‌کنند و با هم در ارتباط اند. این نگاه و رویکرد منجر به فهم کلان و کل نگرانه از جهان هستی می‌شود. به گونه‌ای که می‌توان برای حوزه‌های یادگیری گوناگون ایده‌های کلیدی تعریف کرد. برخی از آنها عبارت‌اند از:

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- علت و معلول
- تغییر
- پایداری
- کمیت‌ها و اندازه‌گیری
- سامانه
- مدل‌سازی
- ماده و انرژی

این ایده‌های کلیدی سبب می‌شود یافته‌های دانش‌آموزان درباره خود، خدا، خلق و خلقت سازمان پیدا کند و شخص نگاه کل نگرانه به جهان داشته باشد. همچنین این ایده‌ها کمک می‌کنند تا تفسیر پیرامون حقایق و داده‌های گوناگون آسان‌تر شود. ایده‌های کلیدی مجموعه‌ای از مفاهیم و مهارت‌های اساسی را شامل می‌شوند که قلمرو محتوایی هر درس و دامنه آن را تعیین می‌کنند. در جدول ۴ ایده‌های کلیدی، مفاهیم اساسی و خرده مفاهیم درس شیمی نشان داده شده است.

جدول ۴

الف) ایده‌های کلیدی، مفاهیم اساسی و خرده مفاهیم درس شیمی

ایده کلیدی	مفهوم اساسی	استاندارد محتوا	خرده مفاهیم
واحد سازنده	جهان از ذره‌های ریز و گوناگونی ساخته شده است. هر ذره ساختار مشخص و معینی دارد. مدل‌ها برای مطالعه و تبیین ساختار مواد به کار می‌روند.	انواع (اتم، مولکول، یون، درشت مولکول‌ها، عنصر، ترکیب، آلوتروپ، طبیعی، مصنوعی)، ساختار (ساختار اتم، مولکول، یون، آرایش الکترونی) و مدل‌ها (مدل‌های اتمی، مدل‌های مولکولی)	
ساختار و عملکرد	مواد انرژی دارند. شکل و مقدار انرژی مواد گوناگون، متفاوت است و به دما، فشار و حالت آنها بستگی دارد.	انواع انرژی (درونی، ذخیره‌ای، جنبشی)، گرما (دما، جابه‌جایی انرژی، ظرفیت گرمایی)	
عملکرد	خواص شیمیایی ماده تابع نوع ذره‌های سازنده و ساختار آن است. خواص آنها به‌طور تناوبی تکرار می‌شود.	خواص، رفتار و واکنش‌پذیری ذره‌ها (خاصیت فلزی و نافلزی، الکترونگاتیوی، یونش، پیوند یونی، کووالانسی و داتیو، خاصیت تناوبی عنصرها)، مواد طبیعی و مصنوعی	
نیروهای بین مولکولی/نیروهای بنیادی	بین ذره‌های سازنده هر ماده نیروی مشخصی وجود دارد. خواص فیزیکی مواد به نیروی بین ذره‌های سازنده و ساختار آنها بستگی دارد.	انواع (یونی، کووالانسی، واندروالسی، هیدروژنی، لاندون)، ویژگی و رفتار فیزیکی ذره‌ها (جرم، حجم، حالت، رسانایی گرمایی، ظرفیت گرمایی، رسانایی الکتریکی، نقطه ذوب و جوش، تراکم‌پذیری، چکش‌خواری و شکنندگی، سختی و نرمی، جذب آب و ضدآب)	
روابط و الگوها	مواد به دو صورت فیزیکی و شیمیایی روی هم اثر می‌گذارند. میزان اثرگذاری مواد روی یکدیگر به نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد.	انواع برهم‌کنش‌ها (انحلال، مخلوط و انواع آن)، واکنش‌های شیمیایی (تجزیه، ترکیب، سوختن، اسید-باز، اکسایش کاهش، جابه‌جایی)، قوانین (هنری، هس، پایستگی انرژی (اول ترمودینامیک، دوم ترمودینامیک، فارادی، قانون پایستگی جرم)	
الگوها	هر عنصر طیف اتمی مشخصی دارد.	طیف و الگوهای اتمی	
پایداری، تغییر و اندازه‌گیری	مواد با گذشت زمان به‌صورت فیزیکی یا شیمیایی تغییر می‌کنند. واکنش‌های شیمیایی با سرعت گوناگون انجام می‌شوند. مواد برای رسیدن به پایداری تغییر می‌کنند. در تغییر مواد مقدار جرم و انرژی پایسته است.	سرعت (آهنگ) واکنش، پرتوژایی، انواع تعادل (شیمیایی، فیزیکی)، پایستگی انرژی و جرم	
تغییر و اندازه‌گیری	تغییر انرژی و ماده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری است.	تروشیمی (انواع آنتالپی‌های فیزیکی و شیمیایی)، الکتروشیمی (نیروی الکتروموتوری)، ترمودینامیک، استوکیومتری (مول، جرم، حجم، چگالی، بازده)	

جدول ۵

ب) ایده‌های کلیدی، مهارت‌های اساسی و خرده مهارت‌های شیمی

خرده مهارت	مهارت	ایده کلیدی	
مشاهده، پیش‌بینی، فرضیه‌سازی، اندازه‌گیری و به کارگیری اعداد، برقراری ارتباط، رسم نمودار، کار با ابزار، توضیح دادن و استنباط، تفسیر، نتیجه‌گیری، تعیین متغیرها، متغیر عملیاتی، جمع‌آوری اطلاعات، طراحی تحقیق، انجام تحقیق، طبقه‌بندی	مهارت‌های فرایندی علوم	روش علمی	علوم تجربی، جهان مادی را سامانه‌ای کلان در نظر می‌گیرد و این سامانه را از سه منظر مطالعه می‌کند.
تغییرپذیری، تجربه‌پذیری، آزمایش و خطا، محدود بودن، مستند بودن بر شواهد، بی‌طرفی، اجتماعی بودن علم، منطق و تخیل علمی، اخلاق علمی	ماهیت علم		

سازماندهی محتوایی کتاب شیمی دوازدهم

کتاب شیمی دوازدهم بر اساس رویکرد ذکر شده در صفحه قبل تألیف شده است. جدول ۶ ایده‌های کلیدی و مفاهیم اساسی محتوای شیمی دوازدهم را نشان می‌دهد.

جدول ۶

خرده مفاهیم	استاندارد محتوا	مفهوم اساسی	ایده کلیدی
<ul style="list-style-type: none"> انواع (مولکول، یون، درشت مولکول‌ها، عنصر، ترکیب، کلئید، محلول، سوسپانسیون) آلوتروپ (طبیعی، مصنوعی)، ساختار (ساختار مولکول‌های آلی، یون، آرایش الکترونی) و مدل‌ها (مدل‌های اسید و باز) 	<ul style="list-style-type: none"> جهان‌ازدرد‌های ریزوگوناگونی ساخته شده است. هر ذره ساختار مشخص و معینی دارد. مدل‌ها برای مطالعه و تبیین ساختار و رفتار مواد به کار می‌روند. 	واحد سازنده	
<ul style="list-style-type: none"> انواع انرژی (درونی، ذخیره‌ای، جنبشی)، انرژی شبکه ترکیب‌های یونی، پتانسیل نیم سلول‌ها، نیروی الکتروموتوری 	<ul style="list-style-type: none"> مواد انرژی دارند. شکل و مقدار انرژی مواد گوناگون، متفاوت است و به دما، فشار و حالت آنها بستگی دارد. 	ماده و انرژی	
<ul style="list-style-type: none"> خواص، رفتار و واکنش‌پذیری ذره‌ها (اسیدها، بازها، فلزها، کاهنده‌ها، اکسنده‌ها)، مواد آلی 	<ul style="list-style-type: none"> خواص شیمیایی ماده تابع نوع ذره‌های سازنده و ساختار آن است. مولکول‌های صابون رفتار دوگانه دارند. رفتار مخلوط‌ها به اندازه ذره‌های مخلوط بستگی دارد. 	رفتار و عملکرد	ساختار و عملکرد
<ul style="list-style-type: none"> انواع (یونی، کووالانسی، واندرالسسی، هیدروژنی، لاندون، انرژی شبکه)، ویژگی و رفتار فیزیکی ذره‌ها (رسانایی الکتریکی، نقطه ذوب و جوش، تراکم‌پذیری، چکش خواری و شکنندگی، سختی و نرمی، جاذب آب و ضدآب، قدرت پاک‌کنندگی) 	<ul style="list-style-type: none"> بین ذره‌های سازنده هر ماده نیروی مشخصی وجود دارد. خواص فیزیکی مواد به نیروی بین ذره‌های سازنده و ساختار آنها بستگی دارد. 	نیروهای بین مولکولی/نیروهای بنیادی	

ایده کلیدی	مفهوم اساسی	استاندارد محتوا	خرده مفاهیم
روابط و الگوها	برهم کنش‌ها	<ul style="list-style-type: none"> مواد به دو صورت فیزیکی و شیمیایی روی هم اثر می‌گذارند. میزان اثرگذاری مواد یکدیگر به نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد. 	<ul style="list-style-type: none"> انواع برهم کنش‌ها (انحلال، مخلوط و انواع آن، محلول، کلوئید و سوسپانسیون)، واکنش‌های شیمیایی (اسید - باز، اکسایش - کاهش، جابه‌جایی، استری شدن و تولید پلیمر)
	الگوها		
پایداری، تغییر و اندازه‌گیری	پایداری، تغییر و زمان	<ul style="list-style-type: none"> مواد با گذشت زمان به صورت فیزیکی یا شیمیایی تغییر می‌کنند. واکنش‌های شیمیایی با سرعت گوناگون انجام می‌شوند. مواد برای رسیدن به پایداری تغییر می‌کنند. در تغییر مواد مقدار جرم و انرژی پایسته است. 	<ul style="list-style-type: none"> انواع تعادل (شیمیایی، فیزیکی)، بویایی تعادل، مفهوم تعادل، ثابت تعادل و عوامل مؤثر بر جابه‌جایی تعادل
	تغییر و اندازه‌گیری	<ul style="list-style-type: none"> تغییر انرژی و ماده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری است. 	<ul style="list-style-type: none"> پتانسیل نیم سلول، نیروی الکتروموتوری، تغییر جرم در واکنش‌های اکسایش کاهش، پایداری انرژی و جرم، استوکیومتری (مول، جرم، حجم و بازده در واکنش‌های اسید و باز و اکسایش و کاهش)، Ph، میزان اسیدی و بازی بودن سامانه‌ها، غلظت‌های تعادلی، ثابت تعادل

این ایده‌ها، مفاهیم و خرده مفاهیم در سه فصل به شرح زیر توزیع شده‌اند :

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

- واحد سازنده : اجزا، انواع، ساختار - اتم، مولکول‌های اسیدهای چرب، استرها، صابون‌ها، چربی‌ها، اسیدها، بازها و یون‌ها
- رفتار و عملکرد : خاصیت اسیدی و بازی، رفتار پاک‌کنندگی، مخلوط‌ها (کلوئید، محلول و سوسپانسیون)، الکترولیت‌ها، رسانایی محلول‌ها
- برهم کنش‌ها و الگوها : واکنش اسیدها با بازها، واکنش چربی‌ها با پوسنده‌های خورنده، واکنش‌های برگشت پذیر و تعادل
- تغییر و اندازه‌گیری : میزان اسیدی بودن محلول، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید، pH، ثابت تعادل، غلظت‌های تعادلی

آسایش و رفاه در سایه شیمی

- انرژی : انرژی پتانسیل و جنبشی در مواد، راه‌های آزادسازی انرژی مواد، پتانسیل نیم سلول، نیروی الکتروموتوری

- تغییر، پایداری و زمان: خوردگی فلزات، راه‌های تغییر ماندگاری مواد و بهبود خواص آنها، باتری‌ها و سلول گالوانی و تغییر غلظت مواد، استخراج فلزها از سنگ معدن آنها
- تغییر و اندازه‌گیری: اندازه‌گیری تغییر جرم، حجم و مول در واکنش‌های الکتروشیمیایی، نیروی الکتروموتوری
- رفتار و عملکرد: رفتار مواد در برابر انرژی الکتریکی، رفتار فلزها در هواکره، رفتار فلزها در محلول‌های شیمیایی
- برهم‌کنش‌ها و الگوها: انواع واکنش‌های الکتروشیمیایی و سری الکتروشیمیایی

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

- واحد سازنده: اجزا، انواع و ساختار ترکیب‌های یونی، مولکولی و کووالانسی، رنگ و رنگدانه و مواد هوشمند
- رفتار و عملکرد: رفتار فیزیکی و شیمیایی دگر شکل‌های کربن، ترکیب‌های کووالانسی، یونی و مولکولی، پیوند فلزی، رفتار مواد در برابر نور، نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی و قطبیت مولکول‌ها، نقطه ذوب ترکیب‌های یونی، آرایش الکترونی یون‌ها و رنگ آنها
- انرژی: انرژی پتانسیل و جنبشی در مواد، آنتالپی فروپاشی شبکه یونی
- برهم‌کنش‌ها: انواع واکنش‌های آلی و معدنی، پیوندهای اشتراکی
- پایداری، تغییر و زمان: پایداری و ماندگاری مواد در طبیعت
- تغییر و اندازه‌گیری: درصد خلوص، بازده درصدی
- الگوها: رفتار تناوبی یون‌ها، قواعد واکنش‌پذیری مواد

شیمی راهی به سوی آینده روشن‌تر

- انرژی: انرژی فعال‌سازی، آنتالپی واکنش‌ها
- واحد سازنده: اجزا، انواع و ساختار مواد آلی، گازهای سازنده هوا کره و پلاستیک‌ها
- رفتار و عملکرد: رفتار مواد در برابر نور، گرما و فشار و کاتالیزگر
- پایداری، تغییر و زمان: پایداری و ماندگاری پلیمرها در طبیعت، ماندگاری گازهای سازنده هواکره، اثر دما، فشار و کاتالیزگر روی واکنش‌های برگشت‌پذیر و تعادل
- تغییر و اندازه‌گیری: درصد خلوص، بازده درصدی، اقتصاد اتمی، استوکیومتری سنتز مواد در مقیاس صنعتی
- برهم‌کنش‌ها: واکنش‌های مواد معدنی، واکنش‌های مبدل کاتالپستی، واکنش‌های ترکیب‌های آلی

در اینجا باید اشاره کنیم که محتوای کتاب با رویکرد زمینه محور طراحی، تألیف و سازماندهی شده است. برای آشنایی بیشتر شما با رویکرد زمینه محور مطالبی در این خصوص ارائه می‌دهیم.

یادگیری زمینه محور

زمینه محور بودن ویژگی‌ای است که در همه انواع آموزش باید به دنبال آن باشیم. وقتی در رادیو از یک بیماری حرف می‌زنند که ما یا یکی از عزیزانمان درگیر آن بیماری است، تمام هوش و حواسمان را به رادیو می‌دهیم تا از گفته‌های این پزشک چیزی یاد بگیریم که به کارمان می‌آید و شدیداً در زمان حال و یا آینده به آن نیاز داریم. چون گفته‌های پزشک در آن زمینه‌ای است که با زندگی ما در ارتباط است. این قاعده در تمام آموزش‌های رسمی هم جاری است.

هنگامی که می‌خواهیم مفهومی را در یک موضوع درسی آموزش دهیم، تأثیر تلاشمان دوجندان می‌شود. این امر زمانی تحقق می‌یابد که دانش‌آموزان بتوانند برای آنچه یاد می‌گیرند، دلیل و معنایی در محیط اطرافشان بیابند یا در یک جمله احساس کنند آنچه یاد می‌گیرند به زندگی آنان ارتباط دارد. همان‌طور که گفته شد این امر خاص دانش‌آموز نیست، بلکه هر یادگیرنده‌ای اگر برای آنچه می‌آموزد دلیلی در ارتباط با زندگی و محیط روزمره‌اش بیابد، بهتر یاد می‌گیرد. برای مثال مشکل او را حل کند و در عمل فایده آموختنش را در زندگی احساس کند، به زبان ساده احساس کند که آنچه می‌آموزد در زندگی روزمره به دردمش می‌خورد.

هیچ نوع آموزشی نمی‌تواند در خلأ اتفاق بیفتد. هر آموزشی نیازمند بافت و زمینه خاص خود است تا برای یادگیرنده معنادار شود. درست مثل اینکه رانندگی، خیاطی، مکانیکی و آشپزی یاد می‌گیریم تا از آنها استفاده کنیم، درس علوم تجربی نیز شامل محتوا، موضوع‌ها و مفاهیمی است که می‌تواند به محیط زندگی یادگیرنده وصل شود. این شیوه کار از ایده‌هایی که مفاهیم و موضوعات را در موقعیت‌های اصلی و واقعی آنها به کار می‌گیرد استفاده می‌کند و باعث می‌شود دانش‌آموزان حاصل یادگیری را به محیط واقعی زندگی بکشانند و از آن در عمل بهره بگیرند. شیوه یادگیری‌ای که به این ویژگی توجه خاص دارد آموزش «زمینه‌محور» خوانده می‌شود و می‌تواند بستر آموزش همه موضوعات درسی قرار بگیرد.

ویژگی رویکرد زمینه محور

در رویکرد زمینه محور یا تماتیک، اصل این است که آموزش مفاهیم علمی در زمینه زندگی روزمره فراگیران اتفاق می‌افتد. این رویکرد از این بابت تماتیک نامیده می‌شود که تم‌ها (Themes) یا موضوع‌های مربوط به زندگی، زمینه آموزش قرار می‌گیرند و مفاهیم علمی در ارتباط با این موضوع‌ها طرح می‌شوند.

در این فرایند فراگیران با موضوع احساس نزدیکی و آشنایی می‌کنند و انگیزه بیشتری برای یادگیری پیدا می‌کنند. زمانی که موضوع‌ها و زمینه‌های یادگیری دانش‌آموزان از بطن زندگی روزمره آنان اخذ می‌شود، آنان در فرایند یادگیری و در عمل با موضوع (Theme) درگیر می‌شوند و در ارتباط با آن موضوعات علمی آموخته‌های خود را به کار می‌گیرند و این به معنای به کارگیری و ارائه علوم و موضوعات و مفاهیم علمی در موقعیت و مکان‌های آشنا و مناسب کودک است. به این ترتیب یادگیری برای آنان مفید و معنادار و به اصطلاح به درد بخور می‌شود. برای مثال یادگیری مفاهیمی در رابطه با اصطکاک زمانی مفید است که یادگیرنده مفاهیم را در قضاوت برای کنش مناسب پیاده‌روی، تأیر مناسب برف برای ماشین، رفع مشکل دری که در باز و بسته شدن صدا می‌کند و یا موارد مرتبطی که با آن درگیر است بیاموزد.

این رویکرد بر این واقعیت تأکید دارد که یادگیری با شخصیت و احساساتی که مخاطب (فراگیر) از خود نشان می‌دهد ارتباط دارد. در این فرایند تجربه‌های یادگیری از تعامل با محیط یادگیری کسب می‌شود و ساخت‌وساز شخصی دانش‌هنگامی به واقع اتفاق می‌افتد که بین آنچه دانش‌آموز در زمان حال می‌داند و آنچه در ارتباط با محیط کسب می‌کند تعاملی روی دهد. (تأثیر زمینه و محیط بر یادگیری).

این رویکرد بسیاری از حوزه‌های برنامه درسی را به هم پیوند می‌زند و یکپارچه می‌کند. در صورتی که این امر اتفاق بیفتد، آموخته‌های فراگیر پراکنده نیستند و از یک انسجام درونی برخوردار می‌شوند. به این دلیل رویکرد زمینه محور؛ بستر خوبی برای پیشرفت تدریجی سواد علمی نوآموزان همراه با افزایش توانایی خواندن و نوشتن آنهاست.

رویکرد زمینه محور یادگیری را به فرایندی لذت بخش، نشاط آور و پرفایده تبدیل می‌کند.

در رویکرد زمینه محور معلم به وجوه مختلف و محیط‌های مختلف یادگیری (کلاس، آزمایشگاه، خانه، مزرعه گندم، زمین ورزش، آشپزخانه، غذاهای روزانه و...) نظر دارد. این روش کار به وی اجازه می‌دهد تا از محیط‌های یادگیری متنوعی استفاده کند (اجتماعی، فرهنگی، فیزیکی و روحی) که دستیابی به پیامدهای یادگیری را ممکن می‌سازند.

آموزش زمینه محور اهمیت و لزوم یادگیری را به فراگیر می‌چشاند. معلم مفاهیم را با مثال و مصداق‌هایی که از محیط زندگی فراگیر می‌گیرد آموزش می‌دهد، برای مثال در علوم تجربی در موضوع‌هایی مثل جانور، گیاه، آهن ربا، آب و خاک، سنگ و مثال‌های مربوطه از محیط زندگی کودک گرفته می‌شود و در همان فضا پرورش می‌یابد. به عنوان مثال وقتی از جانوران و یا گیاهان صحبت می‌کند تا دانش فراگیر را در این زمینه‌ها زیادتیر کند، جانور برای کودک آشناست و مثال‌ها از خود کودک و در ارتباط با محیط آشنای او آورده می‌شود و در نهایت حاصل کار و تعامل دانش‌آموزان با یکدیگر و با معلم، فراگیر را به درک دانشی می‌رساند که خود در تعامل با محیط زندگی‌اش کسب کرده است، متناسب با نیازهای اوست و امری از بالا به پایین نیست.

اعتقاد بر این است که این شیوه یادگیری باعث می‌شود تا فراگیر آموزش را به محیط عادی و روزمره زندگی خود بکشاند. بدیهی است زمانی که فراگیر بین آموخته‌ها و نیازهای روزمره ارتباط تنگاتنگی می‌بیند انگیزه یادگیری او بیشتر شود، میزان مشارکت وی در فرایند یادگیری زیادت‌ر و دامنه آموخته‌های وی وسیع‌تر می‌شود.

رویکرد زمینه محور از مهارت‌هایی که در رویکرد فرایندمحور مورد تأکید است و یا روش‌هایی که در رویکرد پژوهش محور استفاده می‌شود بهره می‌جوید و نه تنها مغایرتی با این روش‌ها ندارد بلکه بر پرورش توانایی‌هایی که مورد تأکید رویکرد پژوهش محور یا مهارت محور است، نیز تمرکز دارد، و آنها را به کار می‌گیرد تا یادگیری را برای یادگیرنده معنادار، مرتبط با زندگی روزمره وی و کاربردی کند.

به طور خلاصه آموزش زمینه محور

- ارتباط فراوان با زندگی فراگیران دارد؛
- انسجام درونی دارد، یکپارچه و مرتبط با هدف‌های آموزشی است، اهداف نگرشی، مهارتی و دانشی در محیطی اجتماعی و خلاق در یک زمینه آموزشی یکپارچه می‌شوند؛
- قابلیت عمیق شدن دارد : در یک زمینه آموزشی به جای درگیر شدن با گستره یک موضوع، به عمق آن می‌پردازد تا یادگیری مؤثر و پربازده شود؛
- نقاط اتصال خوبی به موضوع‌های مختلف دارد : این نقاط اتصال از یک سو پوشش به حوزه محتوایی آموزش را در برمی‌گیرند و از سوی دیگر به خواست‌های برنامه درسی ملی و دیگر اسناد بالادستی و انتظارات سازمان‌ها و نهادهای گوناگون توجه می‌کنند و در عین حال لازم است به ظرفیت متقابل حوزه‌های یادگیری مثل زبان، مطالعات اجتماعی، خلاقیت و هنر، دین و اخلاق عنایت داشته باشد و با حوزه‌های یادگیری مشترک بین دروس اتصال داشته باشد.

فعالیت‌های آموزش زمینه محور

- با توجه به ویژگی آموزش زمینه محور هر فعالیتی که پیشنهاد می‌کنید باید دارای ویژگی‌های زیر باشد :
- در ارتباط با زندگی روزمره دانش آموز باشد (رویکرد مسئله محور) (مثال : مشکل کم آبی / محیط‌زیستی / انرژی / محاسبات روزمره در خرید / کارهای بانکی / ...)
- قابل تجربه و آزمایش باشد، به کودک کمک کند تا با بروز خلاقیت‌های خود کشف کند، اختراع کند و به ایده‌های نویندیشد. این فعالیت‌ها قلب یادگیری مفهومی هستند (رویکرد پژوهش محور) (معرفی فعالیت‌های پژوهشی در ارتباط با مسئله طرح شده (مثال : مسئله آلودگی محیط‌زیست / کم آبی / صرفه‌جویی در انرژی محاسبات روزمره / کارهای بانکی / ارتباطات روزمره با اجتماع و ...)

- کاربرد داشته باشد، مفاهیم و اطلاعاتی که نهادینه شده است دانش آموز را به تصور یک آینده مجازی می‌کشاند (ارتباط بین تئوری و عمل) (تصور شغلی که در ارتباط با مسئله (مثال: مشکل کم‌آبی) / حل مسئله (مثال: ارائه راه‌حل‌هایی برای حل مشکل کم‌آبی از طریق برخورد مناسب با مسئله)؛
- تا حد امکان دانش آموز را به کار گروهی تشویق کند. یادگیری مشارکتی و تعاملی مقدمه یادگیری مفهومی پایدار است (یادگیری مشارکتی) (انجام پژوهش‌ها و یا جمع‌آوری اطلاعات به صورت گروهی و تعامل در مورد یافته‌ها و تجزیه و تحلیل آنها)؛
- از نتایج آموخته‌ها استفاده کند. به عبارت دیگر موقعیت‌های جدیدی فراهم کند که دانش آموز بتواند آموخته‌ها را در آن موقعیت‌ها نیز به کار گیرد (پژوهش علم در عمل) (مثال: انجام فعالیت‌هایی در مدرسه یا خانه برای حفاظت از آب / جلوگیری از آلودگی آب/ صرفه‌جویی در مصرف آب و...).

پرسش‌هایی که در آموزش زمینه محور باید به آن پاسخ داد

- در هنگام برنامه‌ریزی برای تدریس پرسش‌های زیر می‌تواند میزان پایداری به هدف‌های آموزش زمینه‌محور را ارزیابی کند. بدیهی است هر چه تعداد پاسخ‌های مثبت بیشتر باشد آموزش به رویکرد زمینه‌محور نزدیک‌تر است.
- آیا مفاهیمی که آموزش می‌دهید از محیط زندگی دانش‌آموز گرفته شده است؟ به عبارتی برای وی آشنا است؟
- مثال‌ها از زندگی روزمره دانش‌آموز گرفته شده است؟
- مفاهیم براساس دانش فعلی دانش‌آموز بنا نهاده شده است؟
- مثال‌ها و تمرین‌ها شامل موقعیت‌های حل مسئله واقعی است که دانش‌آموز با آنها آشناست/ درگیر است؟
- مثال‌ها و تمرین‌ها نگرشی در دانش‌آموز برای اینکه بگوید «من باید این را یاد بگیرم» ایجاد می‌کند.
- آیا دانش‌آموزان خودشان اطلاعات را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کنند تا مفاهیم را بیاموزند؟
- آیا به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود تا اطلاعاتی را که جمع‌آوری کرده‌اند تجزیه و تحلیل کنند؟
- آیا فعالیت‌های آموزشی، دانش‌آموزان را به کاربرد مفاهیم و اطلاعات در زمینه‌های مفید و مرتبط با زندگی‌شان مثل تصور آینده (مثل آینده شغلی) و مکان‌های ناآشنا (مثل محیط‌های کاری و کارگاه‌ها) تشویق می‌کند؟
- آیا دانش‌آموزان به کار در گروه‌های تعاملی که طی آن گفت‌وگوهای مهم انجام می‌شود و ایده‌ها رد و بدل می‌شوند و تصمیم‌گیری می‌شود شرکت می‌کنند؟
- آیا درس‌ها، تمرین‌ها، آزمایش‌ها، توان خواندن و نوشتن و مهارت‌های ارتباطی دیگر، به غیر از استدلال‌های علمی را پرورش می‌دهد؟

رویکرد آموزشی محتوا

شما چه نوع دانش‌آموزانی را تربیت می‌کنید؟ از چه روش‌هایی برای تدریس و رسیدن به این هدف استفاده می‌کنید؟ آیا شما هم به دنبال تربیت افرادی با ویژگی‌های زیر هستید؟

- پرسشگر
- اخلاق مدار
- کاوشگر
- متفکر
- باسواد علمی
- ریسک‌پذیر
- مسئول
- نوع‌دوست
- جهان‌اندیش

روش‌های آموزش در جهان متفاوت است. اما نقطه اشتراک آموزگاران خوب شوقشان به الهام دادن به شاگردانشان است. همه این روش‌ها از سه راهبرد آموزشی شامل راهبرد مستقیم، تعاملی و اکتشافی تبعیت می‌کنند. در راهبرد مستقیم حقایق و مفاهیم به‌طور مستقیم و بی‌واسطه و آماده شده به مخاطب ارائه می‌شود. در این راهبرد جریان تدریس یک‌سویه است. در حالی که در راهبرد تعاملی، هر دو طرف یعنی دبیر و دانش‌آموز در تعامل با یکدیگر حقایق و مفاهیم را بررسی می‌کنند و جریان تدریس دو سویه است. اما در آموزش اکتشافی، کشف مفهوم باید توسط دانش‌آموز اتفاق بیفتد. به متن زیر توجه کنید:

این عبارات را بارها شنیده‌ایم:

- اگر به من بگی ← فراموش می‌کنم
- اگر نشانم بدهی ← ممکنه یادم بمونه
- اگر درگیر کار و شریکم کنی ← آن وقت می‌فهمم

توجه داشته باشید در راهبرد اکتشافی علاوه بر اینکه باید فراگیر را درگیر یادگیری کنید باید زمینه‌ای را فراهم کنید تا او با انجام فعالیت، گفت‌وگو، آزمایش و... مفهوم مورد نظر را کشف کند. از این‌رو کتاب تلاش کرده است تلفیقی از دو راهبرد تعاملی و اکتشافی را به کار گیرد. برای همین منظور، روش‌های گوناگون ارائه در محتوا آورده شده که شامل موارد زیر است:

- با هم ببندیشیم
- کاوش کنید
- ارتباط با زندگی
- ارتباط با صنعت
- ارتباط با ریاضی
- آیا می‌دانید
- خود را بیازمایید
- ما می‌توانیم
- تفکر نقاد

(به منظور توصیف و روشن شدن کاربری هریک از این عنوان‌ها به کتاب درسی شیمی ۱۲ مراجعه شود.) برای اینکه بتوان یک آموزش مؤثر، کارآمد و معنادار داشته باشیم، باید بتوانیم طراحی آموزشی خوبی داشته باشیم. در اینجا مطالبی را به منظور تقویت دانش و مهارت شما در طراحی آموزشی ارائه می‌دهیم.

یادگیری رشددهنده چگونه محقق می‌شود؟

آیا راهی وجود دارد که همه دانش‌آموزان در سیر تحصیلی خود احساس موفقیت کنند؟ چه راهکارهایی برای افزایش انگیزه و رغبت در دانش‌آموزان نسبت به یادگیری وجود دارد؟ آیا سودای یادگیری لذت‌بخش قابل تحقق است؟ آیا الگویی کارآمد برای بهبود وضعیت آموزشی فرزندان ما وجود دارد که هم به جنبه کلاسی و یادگیری دسته‌جمعی و هم به جنبه انفرادی آن به‌طور هم‌زمان و به‌صورتی به هم پیوسته و ساختارمند مدد رساند؟

در این ارائه، که دارای دو بخش است، تلاش می‌شود پاسخی مثبت و قابل اجرا به پرسش‌های بالا داده شود. در بخش اول، به عنوان مقدمه و تبیین ضرورت موضوع، تصویری از دانش‌آموز، معلم، فرایند یاددهی - یادگیری و محیط یادگیری مطلوب در اسناد تحولی وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران ترسیم شده است، و با مرور وضع موجود مدارس، لزوم اتخاذ روش‌هایی عملی و کارآمد برای تحقق این چشم‌انداز مورد تأکید قرار می‌گیرد.

در دومین بخش، که بخش اصلی را تشکیل می‌دهد، یک الگوی سه ضلعی برای بهبود فرایند یاددهی - یادگیری در کلاس‌های درس و ارتقای سطح یادگیری دانش‌آموزان پیشنهاد می‌شود. این الگوی سه‌وجهی، با نگاهی سیستمی، امکان در کنار هم قرار دادن و توجه هم‌زمان به دستاوردهای متعدد و متنوع تلاشگران و متخصصان عرصه برنامه‌ریزی درسی، تکنولوژی آموزشی و پداگوژی به عنوان علم و هنر یاددهی - یادگیری را فراهم می‌سازد. در این بخش تلاش می‌شود، پیرامون هر یک از اضلاع سه‌گانه، محورها و مشخصه‌های مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد ارائه گردد و مشخصات فرایند یادگیری مطلوب به روشنی ترسیم شود. این الگو عرصه گسترده‌ای برای فعالیت معلم به عنوان عنصر فکور نظام آموزشی و دانش‌آموز به عنوان یادگیرنده فعال و با انگیزه فراهم می‌کند.

یادگیری، دغدغه مشترک

شاید بتوان گفت یادگیری، به مثابه یک مسئله، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مشترک آموزشگران در سراسر جهان است. به عبارت دیگر گرچه نظام‌های آموزشی در انتخاب اهداف، اولویت‌ها و محتوای آموزشی ممکن است با هم تفاوت‌های چشمگیر داشته باشند، اما همگی در این نقطه اشتراک نظر دارند که در هر حال باید فرایند یاددهی - یادگیری به‌گونه‌ای شکل گیرد که برای دانش‌آموزان فضایی پرانگیزه و آکنده از احساس لذت، احساس موفقیت و احساس مفید بودن به وجود آورد.

معمولاً از چنین یادگیری مطلوبی با توصیفاتی همچون یادگیری مؤثر، یادگیری فعال و یادگیری رشد‌دهنده یاد می‌شود. بسیاری از مشکلات به ظاهر فردی دانش‌آموزان در عرصه یادگیری که موجب افت تحصیلی ایشان می‌شود، ریشه در عدم شکل‌گیری یک فرایند صحیح یاددهی - یادگیری در سطح مدرسه و کلاس درس دارد. به عبارت دیگر، هدایت صحیح دانش‌آموزان دارای استعدادهاى برتر از یک سو و جبران نقاط ضعف دانش‌آموزان نیازمند به ترمیم از سوی دیگر، هر دو در بستر یک فضای یاددهی - یادگیری مطلوب و با دقت طراحی شده امکان‌پذیر است. چنین فضایی می‌تواند به رشد و پیشرفت تمامی دانش‌آموزان، در هر موقعیتی که قرار دارند، بینجامد. توجه به احیای کارکردهای آموزشی کلاس درس از جنبه دیگری حائز اهمیت فراوان است. واقعیت این است که امروزه بسیاری از مدرسه‌ها صرفاً به کلاس درس تقلیل پیدا کرده‌اند. یعنی دانش‌آموزان وقتی به مدرسه می‌آیند، تقریباً مستقیماً به کلاس درس می‌روند و سپس به خانه بازمی‌گردند. به عبارت دیگر چون بیشتر مدارس از برنامه‌های غیررسمی و غیرکلاسی، مانند فعالیت‌های آزاد، پرورشی، ورزشی، نمایش، سرود و دیگر فعالیت‌هایی که به جوّ مدرسه هویت خاصی می‌دهد، کمتر استفاده می‌کنند، بنابراین حضور در کلاس، تقریباً همهٔ زمان حضور در مدرسه را به خود اختصاص می‌دهد! شاید گفته شود حال که چنین است باید کاری کرد که دست کم همین کلاس درس بتواند بیش از پیش سبب رشد و ارتقای بیشتر دانش‌آموزان شود. اما متأسفانه پژوهش‌های مرتبط با فضای حاکم بر کلاس‌های درس چنین چشم‌اندازی را آشکار نمی‌سازد. نتایج پژوهشی که در کلاس‌های درسی پنج استان ایران انجام شده نشان می‌دهد که نحوهٔ ادارهٔ کلاس‌های درسی ایران، مشخصه‌هایی دارد که کاملاً تکرار می‌شوند. این مشخصه‌ها عبارت‌اند از:

- دانش‌آموزان در کلاس‌ها، معمولاً ساکت می‌نشینند؛
- اداره کلاس بیشتر برعهدهٔ معلم است و او تسلط کاملی بر کلیهٔ فعالیت‌های کلاسی دارد؛
- بسیاری از برنامه‌های کلاس به برنامه‌های حافظه‌مدار معطوف می‌شود و در عمل، به خاطر سپردن آنچه که معلم در فرایند یادگیری روی آنها تأکید می‌کند بسیار اهمیت دارد؛
- معلمان عمدتاً از روش‌های دستوری استفاده می‌کنند؛ یعنی خیلی وقت‌ها از دانش‌آموزان می‌خواهند کارهای معینی را انجام دهند و این خواستهٔ خود را به‌طور مستقیم ابراز و بیان می‌کنند؛
- معمولاً از دانش‌آموزان خواسته نمی‌شود آنچه را که یاد گرفته‌اند در موقعیت‌های جدیدی به کار ببرند یا تعمیم دهند؛
- معلمان، اغلب، فرایند یاددهی - یادگیری را براساس شیوه‌ای که کتاب درسی ارائه کرده است اجرا می‌کنند. اگر مجموعه نتایج فوق و نیز نتایج پژوهش‌های دیگر را مدنظر قرار دهیم به نظر می‌رسد نیازمند راه‌حلی هستیم که از طریق آن فرایند یاددهی - یادگیری را چه در کلاس درس و چه بیرون از آن احیا کنیم و فضای مدرسه‌ای موجود را به فضایی پویا و رشد‌دهنده ارتقا دهیم تا نتایج بهتری را به دست آوریم.

این موضوع در سه سند تحولی مهم نظام آموزشی ایران که در سال‌های اخیر تولید شده، یعنی کتاب «مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران»، «سند تحول بنیادین آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران» و «برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران» مورد توجه قرار گرفته است.

در کتاب مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران بر اهمیت «درک و اصلاح مداوم موقعیت خود توسط یادگیرنده» تأکید شده است و «تدارک موقعیت‌های یادگیری و فرصت‌های تربیتی که امکان به‌کارگیری و پرورش ظرفیت‌شناختی را از طریق فعالیت و تلاش متربی فراهم کند» از ویژگی‌های مهم نظام تربیتی مطلوب ذکر کرده است (صص ۳۵۱ و ۳۷۶). در این کتاب تأکید شده است که مدرسه باید فرصت‌های یادگیری ساده و رشددهنده‌ای را در چارچوب اهداف متعالی خود برای دانش‌آموزان تدارک ببیند: «ابجاد فضایی هدفمند از تجربیات و اشکال واقعی حیات طیبه با تدارک مجموعه‌ای از موقعیت‌ها، فرصت حرکت رشدیابنده و تعالی‌بخش برای متربیان، به این معنا که تجربیات مدرسه‌ای باید شکل ساده شده (و نه پیچیده) از تجربه حیات طیبه باشد» (ص ۳۶۰). در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران نیز «ارتقای اثربخشی و افزایش کارآیی در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی» از اهداف کلان آموزش و پرورش برشمرده شده است (هدف کلان شماره ۷). در این سند همچنین به «بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی‌بخش» در طراحی، تدوین و اجرای برنامه درسی به‌عنوان یک راهکار اساسی اشاره شده است. (فصل ۷، راهکار ۱-۱).

در برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران به‌طور مبسوط‌تر به موضوع یادگیری و کیفیت آن پرداخته شده است. در فصل سوم این سند با عنوان کلی «اصول ناظر بر برنامه‌های درسی و تربیتی» دو اصل به‌طور مستقیم به چگونگی شکل‌گیری فرایند یاددهی - یادگیری اشاره می‌نماید:

اصل ۳-۳: اعتبار نقش یادگیرنده: برنامه‌های درسی و تربیتی باید به نقش فعال، داوطلبانه و آگاهانه دانش‌آموز در فرایند یاددهی - یادگیری و تربیت‌پذیری توجه نماید و زمینه تقویت و توسعه روحیه پرسشگری، پژوهشگری، خلاقیت و کارآفرینی را در وی فراهم سازد.

اصل ۹-۳: یادگیری مادام‌العمر: برنامه‌های درسی و تربیتی باید زمینه کسب شایستگی‌ها و مهارت‌های لازم برای استمرار و معنادار شدن یادگیری و پیوستگی تجارب یادگیری در زندگی را برای دانش‌آموزان تأمین کند. (ص ۱۰) در بخش ۴-۴ این سند نیز ذیل عنوان «رویکرد و جهت‌گیری کلی یاددهی - یادگیری» چنین ذکر شده است.

● یاددهی - یادگیری فرایندی زمینه‌ساز برای ابراز گرایش‌های فطری، شناخت موقعیت یادگیرنده و اصلاح مداوم آن است.

● یادگیری حاصل تعامل خلاق، هدفمند و فعال یادگیرنده با محیط‌های متنوع یادگیری است.

● دیدگاه دانش‌آموزان را به‌طور معنادار نسبت به ارتباط با خود، خداوند، دیگران و مخلوقات، تحت تأثیر قرار دهد.

در قسمت ۶-۴ همین بخش تأکید شده است که محیط یادگیری باید از صفاتی مانند منعطف، پویا، برانگیزاننده و غنی برای پاسخ‌گویی به نیازها، علایق و ویژگی‌های دانش‌آموزان برخوردار باشد و زمینه بهبود موقعیت ایشان و ارتقای کیفیت فرایند یاددهی - یادگیری را فراهم آورد. (ص ۱۳) برنامه درسی ملی همچنین در الگوی هدف‌گذاری به ماتریسی اشاره می‌کند که از یک سو در برگیرنده پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق است و از سوی دیگر چهار عرصه رابطه با خویشتن، رابطه با خداوند متعال، رابطه با خلق خدا یعنی سایر انسان‌ها و رابطه با خلقت الهی یعنی سایر مخلوقات و طبیعت است و تأکید می‌نماید که در طراحی و تدوین برنامه‌ها باید این الگو مورد استفاده قرار گیرد. فراتر از همه مطالب فوق، «برنامه درسی ملی ایران» در فصل نهم، با تأکید بر این موضوع که راهبردهای یاددهی - یادگیری باید بتواند بستر لازم را برای تحقق اهداف برنامه درسی و تربیتی در راستای شکوفایی فطرت و دستیابی به مراتبی از حیات طیبه تدارک ببیند؛ برای تحقق این مهم علاوه بر اصول ناظر به برنامه‌های درسی و تربیتی، «اصول حاکم بر راهبردهای یاددهی - یادگیری» را به شرح زیر در ۹ بند ارائه می‌کند.

- امکان درک و تفسیر پدیده‌ها، وقایع و روابط را در موقعیت‌های واقعی زندگی تدارک ببیند، به‌گونه‌ای که شرایط را برای درک و تصمیم‌گیری در مورد مسائلی که دانش‌آموزان در موقعیت‌های مختلف با آن مواجه می‌شوند با رعایت نظام معیار اسلامی فراهم کند.
- انگیزه دانش‌آموزان را از طریق کاوشگری در تلاش مداوم برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی درباره پدیده‌ها، وقایع و روابط آن شکوفا و تقویت کند.
- امکان درک و تفسیر قوانین کلی حاکم بر هستی و رابطه‌های علت و معلولی یا وابستگی پدیده‌ها را همراه با افزایش بصیرت در دانش‌آموزان فراهم کند.
- فرصت‌هایی را تدارک ببیند که شایستگی‌های کسب شده در فواصل زمانی توسط دانش‌آموز مرور شود و تصمیماتی برای تعدیل، بازنگری یا ادامه مسیر یادگیری توسط او اتخاذ گردد.
- فرصت لازم برای پیوند نظر و عمل، تلفیق دانش و تجربیات پیشین با یادگیری‌های جدید را به‌صورت یکپارچه و معنادار جهت تحقق ظرفیت‌های وجودی دانش‌آموزان و توسعه شایستگی‌ها فراهم کند.
- با بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی‌بخش و با سازماندهی نوآورانه و خلاق فرایند جمع‌آوری و انباشت حقایق، زمینه ساختن علم و معرفت را فراهم نماید.
- صرفاً به انتقال دانش محدود نشده، بلکه زمینه تولید علم از سوی دانش‌آموزان را با تأکید بر مشارکت آنان در مفهوم، تدارک ببیند.
- زمینه تعامل مؤثر دانش‌آموزان را با معلم، همسالان و انواع محیط‌های یادگیری فراهم کند.

● زمینه بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین آموزشی را فراهم نماید و استفاده از آنها را با نگاه تقویتی، تکمیلی و توانمندسازی (نه نگاه جایگزینی و واگذاری) دنبال کند.

در کنار تأکیدات فوق، که کم و بیش در اسناد آموزش و پرورش کشورهای مختلف با تفاوت‌هایی اندک تکرار شده است، رشته‌های تخصصی ذیل عنوان کلی علوم تربیتی مانند برنامه‌ریزی درسی، تکنولوژی آموزشی، روان‌شناسی تربیتی، پداگوژی و حتی فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز در زمینه موضوع یاددهی - یادگیری مباحث مبسوطی را مطرح کرده‌اند و هر یک فهرست بلند بالایی از یافته‌های خود را به شکل توصیفی یا تجویزی و توصیه‌ای در اختیار آموزشگران قرار داده‌اند و انتظار دارند که آموزشگران، به هنگام تدریس آنها را سرلوحه کار خود قرار دهند. گروهی بر لزوم توجه به نظریه‌های یادگیری در هنگام تدریس پافشاری می‌کنند. گروهی دیگر بر اهمیت به‌کارگیری الگوهای تدریس در هنگام نوشتن طرح درس تأکید دارند. تأکید بر سطوح رشد شناختی، اهمیت عنصر ارزشیابی، توجه به تفاوت‌های فردی و بسیاری تأکیدات دیگر در همین راستا انجام می‌شود. بدیهی است جامه عمل پوشاندن به تمامی تأکیدات فوق در فضایی پراکنده و غیرمنسجم امکان‌پذیر نیست و نتیجه‌ای جز سردرگمی در پی ندارد. به نظر می‌رسد ما امروز بیش از هر زمان دیگر نیازمند الگویی هستیم که امکان در کنار هم نشستن و توجه هم‌زمان به یافته‌های فوق را فراهم کند و برای آموزشگران آرامش به ارمغان آورد. «الگوی سه ضلعی ارتقای یادگیری» با چنین دیدگاهی و براساس تجربه زیستی ارائه‌کننده در طی سه دهه تدریس، مطالعه، پژوهش و آموزش معلمان تدوین شده است و می‌کوشد با ارائه یک ترسیم هندسی، عناصر گوناگون مؤثر در تدریس را در فضایی هماهنگ و نظام‌مند در کنار هم بنشانند و امکان توجه هم‌زمان به آنها را فراهم سازد. این الگو از سویی یک راهنمای عمل در اختیار معلمان می‌گذارد و از سوی دیگر یک چک‌لیست برای سنجش کیفیت تدریس برای کنشگران عرصه تعلیم و تربیت ارائه می‌دهد. در ادامه به شرح و تبیین این الگو می‌پردازیم.

الگوی سه ضلعی ارتقای یادگیری



این الگو همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، دارای سه ضلع اصلی است. اولین و مهم‌ترین ضلع الگو که قاعده مثلث را تشکیل می‌دهد، طراحی آموزشی است. این ضلع دربرگیرنده مهم‌ترین اقدامات و مراقبت‌هایی است که به شکل‌گیری فرایند مؤثر یادگیری منجر می‌شوند. دومین ضلع تأکید بر استفاده از رسانه‌های پرشمار در فرایند یادگیری و سومین ضلع تأکید بر اهمیت ارائه آموخته‌ها به عنوان برون‌داد یادگیری توسط دانش‌آموزان است.

ضلع اول، طراحی آموزشی

برای هر واحد یادگیری نیازمند یک طراحی آموزشی هستیم. اگر یادگیری را سیر و سفری از مبدأ به مقصدی معین تصور کنیم، اولین گام در به کارگیری این الگو ترسیم نقشه حرکت یا طراحی مسیری است که یادگیرنده در فرایند یادگیری باید بپیماید. به عبارت دیگر طراحی آموزشی به منزله تعیین فعالیت‌های یادگیری است که در مجموع به رشد دانش آموز می‌انجامد. گاهی این فعالیت یادگیری را می‌توان براساس روشی که کتاب درسی پیشنهاد می‌کند، شروع کرد و پیش رفت. این روش، در صورتی که کتاب درسی با رعایت اصول یاددهی - یادگیری تدوین شده باشد و با شرایط و فضای محیط سازگار باشد، تصمیم خوبی است، ولی لزوماً بهترین راه نیست. تفاوت طراحی آموزشی با تهیه طرح درس این است که در طراحی آموزشی یک واحد یادگیری که ممکن است تدریس آن چندین جلسه آموزشی را به خود اختصاص دهد، موضوع کار است در حالی که تهیه طرح درس معمولاً اقدامی محدودتر است و برای یک جلسه درس تنظیم می‌شود. مهم‌ترین اقدامات و مراقبت‌هایی که در یک طراحی آموزشی باید طراحان به آن توجه کنند، عبارت است از:

هدف از جنس شایستگی: اولین گام برای اینکه بتوان فرایند یاددهی - یادگیری رشددهنده‌ای به وجود آورد، باید از انتها شروع کرد؛ یعنی پایان یادگیری را دید و مشخص کرد که دانش آموز پس از پشت سر گذاشتن این واحد یادگیری باید به چه شایستگی‌هایی برسد. به عبارت دیگر قرار است چه صلاحیت‌ها، صفات و توانمندی‌هایی در او به وجود آید و انتظار می‌رود به چه نوع تولید ذهنی یا فکری برسد و چه توانمندی‌هایی را از خودش نشان دهد؛ اینها باید آشکار باشند. پس از تعیین هدف واحد یادگیری، یک طراحی آموزشی خوب دارای ملاک‌ها و مشخصه‌هایی است که در ادامه آنها را مرور می‌کنیم:

طراحی دقیق، رشددهنده، تدریجی، سیر منطقی، پله‌های ارزشمند و قابل دستیابی:

باید تصویری از مسیری که قرار است دانش آموز بپیماید، رسم کنیم؛ یعنی مشخص کنیم وقتی دانش آموزی درسی را می‌آموزد، قرار است چه پله‌هایی را بپیماید. این پله‌ها، راهکار یادگیری یا طراحی آموزشی هستند که معلم می‌خواهد به اجرا درآورد. منظور از پله‌ها مجموعه فعالیت‌هایی است که برای کلاس درس پیش‌بینی می‌شود.

این پله‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که نه آنقدر زیاد و بلند باشند که دانش آموز در پیمودن آنها احساس ناتوانی کند و نه آنقدر کوتاه و کم تعداد باشند که دانش آموز احساس کند با بالا رفتن از آنها کار مهمی انجام نداده است و آنها را پیش پا افتاده تلقی کند. بدین ترتیب، تعداد این پله‌ها و توالی آنها بسیار مهم است.

یک شروع خوب: اینکه یک درس چگونه شروع شود و در این شروع، چه کاری باید کرد که فعالیت یادگیری بسیار جذاب باشد، بسیار مهم است؛ زیرا، اولین قدم در یادگیری این است که دانش آموز به موضوع جذب شود؛ یک چشم‌انداز در پیش رویش گشوده شود تا بداند دارد چه چیزی را می‌آموزد؛

قرار است به کجا برسد و این یادگیری در زندگی، به چه کار او می‌آید. بنابراین، باید مسئله ارتباط مطالب درسی با زندگی و مفید بودنشان، برای دانش‌آموزان ترسیم شود. بدین ترتیب، اولین پله این است که مشخص کنیم دانش‌آموزان را با چه نوع فعالیتی می‌توان با مسئله درگیر کرد و هوش و حواسشان را به مسئله جلب کرد تا احساس کنند می‌خواهند این مسیر را ادامه دهند.

توجه به پیش‌دانسته‌ها: دومین پله توجه به پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان است. اگر به پیش‌دانسته‌ها توجه شود، وقت دوباره‌ای صرف تولید آنها نمی‌شود که هم برای دانش‌آموزان کسالت‌آور باشد و هم بخشی از زمان یادگیری را به خود اختصاص دهد. معلم می‌تواند پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان را در کلاس احصا کند تا ببیند اگر آنها در این پیش‌دانسته‌ها باهم اشتراک ندارند؛ با فعالیتی که تدارک می‌بیند، آنها را به اشتراک بگذارد و نقطه شروعشان در یادگیری را با هم یکی کند.

انتخاب الگوی تدریس: الگوهای تدریس در واقع حاصل تجربیات موفق معلمانند که به صورتی قابل تعمیم در می‌آیند و از آنها می‌توان برای تدریس موضوعات مختلف درسی استفاده کرد. گاهی انتخاب درست یک الگو در موفقیت تدریس بسیار مؤثر است؛ مثلاً وقتی می‌خواهیم به دانش‌آموزان مفاهیم اخلاقی را با تأکید بر شفاف‌سازی ارزش‌ها آموزش دهیم، ممکن است انتخاب الگویی مانند محاکم قضایی، به تدریس، جذابیت و کارایی خاصی ببخشد و روند یادگیری را تسهیل کند. در یک طراحی آموزشی طولانی و چندمرحله‌ای، گاهی لازم است از چند الگوی تدریس در موقعیت‌های مختلف استفاده نمود. بسیاری از معلمان به دلیل عدم آشنایی کامل با الگوهای تدریس متنوع، از الگوهای کم‌شماری استفاده می‌کنند و فضای تدریس، آنها تکراری و کسالت‌آور می‌شود. گاهی هم به دلیل آشنایی سطحی با الگوهای تدریس، آنها را به صورت ناقص و غیرحرفه‌ای اجرا می‌کنند. در حالی که اجرای حرفه‌ای الگوهای متنوع تدریس بر جذابیت کار و مؤثر بودن تدریس می‌افزاید.

یادگیری فعال، تولید مفهوم توسط یادگیرنده: نکته دیگری که در طراحی آموزشی باید توسط «تولید مفهوم» به آن توجه شود، این است که مشخص شود فعالیت‌ها چگونه به نقش دانش‌آموزان می‌انجامند. آیا معلم، در انجام فعالیت‌ها، دانش‌آموزان را در نقش دریافت‌کننده مفهوم قرار می‌دهد یا تولیدکننده مفهوم؟ زیرا ممکن است معلم مفهومی را مستقیماً توضیح دهد و دانش‌آموزان دریافت‌کننده آن باشند؛ اما ممکن است معلم همین مفهوم را به گونه‌ای ارائه کند که آنها با انجام فعالیت‌های ذهنی، فعالیت‌های عملی و مطالعه منابع مناسب یادگیری، خود به مفهوم‌سازی و تولید مفهوم بپردازند. حتی خواندن یک متن علمی و گفت‌وگو درباره آن یک یادگیری فعال به شمار می‌آید. چون دانش‌آموز به واسطه درک و فهم خودش در مسیر آموزش حرکت و از متن، مفهوم‌سازی می‌کند و بدین ترتیب یک یادگیرنده فعال به شمار می‌آید. در واقع مهم‌ترین دستاورد نظریه‌های یادگیری ساختن گرای، تأکید بر تولید مفهوم و یادگیری فعال توسط یادگیرنده است.

یادگیری مشارکتی، اجتماعی و گروهی: یادگیری مشارکتی هم بخشی از یک برنامه یادگیری خوب است. در این طراحی آموزشی متعادل، حجم فعالیت‌های گروهی همچون بحث و گفت‌وگو، انجام فعالیت‌های عملی گروهی و حتی امتحان گروهی در کنار فعالیت‌های انفرادی قابل توجه و در اولویت است. یادگیری مشارکتی نیز از تأکیدات اصلی نظریه ساختن‌گرایی به شمار می‌آید.

سطوح بالای عملکرد یادگیری: یک تحقیق نشان داده است که عموماً سطح فعالیت‌هایی که معلمان از دانش‌آموزان می‌خواهند که انجام دهند، در سطوح پایین یادگیری انجام می‌شود. مثلاً وقتی معلمی از دانش‌آموزان می‌خواهد درباره موضوعی اطلاعات جمع‌آوری کنند؛ آنها معمولاً این اطلاعات را در سطح اولیه و صرفاً از یک منبع به دست می‌آورند و ارائه می‌دهند. حتی گاهی فعالیت‌ها در همین حد هم انجام نمی‌شود و کار سطحی‌تری انجام می‌شود؛ مثلاً دانش‌آموزان بدون آنکه حتی در اینترنت هم جست‌وجوی دقیقی انجام دهند، فقط با گرفتن یک پرینت کارشان را ارائه می‌دهند. گو اینکه اگر دانش‌آموزان جمع‌آوری اطلاعات را به خوبی هم انجام دهند، باز هم در صورت ارائه عینی اطلاعات، در سطح اول و کف یادگیری قرار دارند. توجه به سطوح بالاتر یادگیری به این معناست که معلم، مثلاً وقتی دانش‌آموزان مشغول جمع‌آوری اطلاعات هستند، از آنها بخواهد تحلیلی روی اطلاعات، از نظر طبقه‌بندی اطلاعات و توصیف و تبیین آنها به شیوه‌های خلاقانه و نوآورانه ارائه کنند و اعتبار منابعی را که به آنها استناد کرده‌اند، ارزیابی کنند. این‌گونه اقدامات توجه به سطوح بالاتر یادگیری را نشان می‌دهد که در فعالیت‌های دیگر یادگیری و موضوعات و مسائل مختلف باید به آنها توجه شود. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد، این است که گاهی معلم در تمریناتی که به دانش‌آموزان می‌دهد مسئله‌ای را پیچیده‌تر مطرح می‌کند. این کار، لزوماً دانش‌آموز را به سطوح بالاتر یادگیری نمی‌برد، بلکه صرفاً سطح دشواری مطلب را بیشتر می‌کند و این روش مطلوبی نیست، چون بر احساس موفقیت دانش‌آموزان تأثیر منفی می‌گذارد. مثلاً معلم ریاضی، کسر مرکبی را به دانش‌آموزان می‌دهد و از آنها می‌خواهد که آن را ساده کنند. این سطح اول یادگیری است. حال اگر این معلم طبقات کسر را بیشتر کند، دانش‌آموزانش را به سطوح بالاتر یادگیری نبرده است، بلکه فقط مسئله را برای آنان دشوارتر کرده است. در حالی که او می‌توانست از دانش‌آموزان بخواهد برای یک مسئله، یک کسر بنویسند و از این طریق آنها را به سطح بالاتری ارتقا دهد. همچنین می‌توانست، در یک سطح بالاتر، یک عدد کسری به آنها بدهد و بخواهد که برای این کسر، یک مسئله بنویسند. بنابراین، بالا بردن سطح یادگیری جزء هدف‌های مهم آموزش است و نباید آن را با دشوار کردن یادگیری یکی تصور کرد. توجه به این نکته که دانش‌آموزان باید رشد کنند و از سطح اولیه یادگیری تکنیک‌ها و دانش به سطوح بالاتر یادگیری، از جمله تجزیه و تحلیل اطلاعات و همچنین ترکیب کردن آنها بروند، در تمام دروس لازم است و از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای طبقه‌بندی سطوح رشد شناختی، روش‌های مختلفی به رسمیت شناخته می‌شود و معلمان با انتخاب‌های گوناگونی روبه‌رو هستند. این طبقه‌بندی ممکن است، مانند آنچه که در الگوی مطالعه «تیمز» به کار می‌رود. دارای سه سطح دانش مروری، دانش کاربردی و دانش ترکیبی باشد.

یا ممکن است سطوح پنج گانه بلوم در نظر گرفته شود. همچنین ممکن است سطوح بلوم جدید که شاگردان او در سال ۲۰۰۰ برای هزاره سوم ارائه کردند، مورد توجه قرار گیرد. بدین ترتیب این مهم نیست که از چه نوع طبقه‌بندی‌ای استفاده می‌شود بلکه مهم این است که توجه کنیم دانش‌آموزان در کف یادگیری باقی نمانند و فعالیت‌های معلم سطوح بالاتر یادگیری را نشانه‌روی کرده باشد. به عبارت دیگر، معلم هرگز نباید به سطوح پایین یادگیری راضی باشد و تنها خشنود باشد که دانش‌آموزان او توانسته‌اند مطلبی را حفظ و آن را بیان کنند.

کار بست آموخته‌ها در موقعیت جدید: ارتباط با زندگی، یعنی استفاده از فعالیت‌هایی در طراحی آموزشی که موضوع درس را به زندگی ارتباط می‌دهند. کار بست آموخته‌ها در موقعیت جدید، توجه به وجه کاربردی و مفید بودن یادگیری است. ایجاد این توانایی در دانش‌آموزان که بتوانند چند دقیقه درباره اهمیت موضوع درس سخن بگویند یا برای کاربردهای آن مثال‌هایی بزنند و دیگران را نسبت به مفید و ضروری بودن آموختن این واحد یادگیری متقاعد کنند، نشانه‌ای از تحقق این امر به شمار می‌آید.

توجه به تفاوت‌های فردی در یادگیری: وجود تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان با یکدیگر در زمینه انواع هوش، سبک یادگیری، استعداد تحصیلی، بستر فرهنگی و اجتماعی خانواده، زبان مادری، میزان دانسته‌های قبلی، بدفهمی‌ها و به ویژه علایق و توانمندی‌های گوناگون سبب می‌شود که یک نسخه واحد برای همگان بهترین نتیجه را به همراه نداشته باشد. از این رو لازم است در طراحی آموزشی وجود فعالیت‌های موازی و انعطاف پذیر پیش‌بینی شود. برای دستیابی به یک هدف آموزشی همیشه راه‌های متنوعی در پیش روی ماست و در یک طراحی آموزشی مطلوب به این امر توجه می‌شود. ارائه بازنمایی‌های مختلف یک مطلب و مطرح کردن مسائل باز پاسخ که امکان ورود به یک موضوع از جوانب گوناگون را فراهم می‌کند، نمونه‌هایی از توجه به تفاوت‌های یادگیری به شمار می‌آید.

رویکرد تلفیقی: برای استفاده از رویکرد تلفیقی دلایل بی‌شماری وجود دارد و مزایای این رویکرد در بهبود کیفیت، سرعت و گستره یادگیری و پاسخ‌گویی به نیاز فراگیران محل مناقشه نیست. در طراحی آموزشی با بهره‌گیری از رویکرد تلفیقی مرزهای بین ساحت‌های شش‌گانه رشد و تربیت؛ یعنی ساحت دینی و اخلاقی، ساحت علمی و فناوریانه، ساحت اجتماعی و سیاسی، ساحت زیستی و بدنی، ساحت اقتصادی و حرفه‌ای و ساحت زیبایی‌شناسی و هنری کم رنگ می‌شود و امکان پوشش دادن به دو یا چند حوزه تربیت و یادگیری در یک زمان فراهم می‌گردد. از بین روش‌های مختلف تلفیق، استفاده از یادگیری زمینه محور و رویکرد تماتیک در سازماندهی محتوای یادگیری از روش‌های پیشرفته برنامه‌ریزی درسی به شمار می‌آید. در این نوع طراحی آموزشی یک موضوع مناسب و دارای قابلیت کافی به عنوان تم یا زمینه یادگیری در مرکز قرار می‌گیرد و پیرامون آن مباحث مختلف مرتبط با آن بسط داده می‌شود. موضوعی که به عنوان تم انتخاب می‌شود، باید دارای اجزای منسجم مفهومی درونی و بازوهای ارتباطی بیرونی کافی و قابلیت عمق بخشی باشد؛ مثلاً در زمینه آموزش محیط‌زیست، آب یک تم مناسب است. همچنین در ساحت آموزش‌های اخلاقی، حق الناس قابلیت ارائه به صورت تماتیک را دارد.

جلوهٔ ارائه و ارزشیابی: ترسیم برون‌دادهای مورد انتظار در قالب جملاتی از جنس شایستگی و روشنگری دربارهٔ جایگاه مطلوبی که یادگیرنده در پایان فرایند یادگیری باید بدان دست یابد، از دیگر مشخصه‌های یک طراحی آموزشی کامل است و به دانش‌آموزان احساس آرامش می‌دهد. این کار در دورهٔ غلبه و تسلط اهداف رفتاری بر فضای یادگیری هم انجام می‌شد، اما تفاوت آن در نوع بینشی بود که بر تدوین اهداف آموزشی به صورت محدودکننده و مکانیکی در آن زمان حاکم بود.

فعالیت‌های خارج از کلاس، کلاس معکوس: آخرین نکته‌ای که در این باب خیلی مهم است، توجه به فعالیت‌های بیرون از کلاس است. معلم نباید در طراحی خود فقط به درون کلاس بیندیشد، بلکه باید مسیری را برای ادامهٔ یادگیری در بیرون کلاس ترسیم کند؛ در عین حال که دقیقاً به برنامهٔ داخل کلاس مربوط می‌شود. این موضوع با عنوان کلاس معکوس در سال‌های اخیر مورد توجه عمیق متخصصان فناوری آموزشی قرار گرفته است و ضمن مدیریت زمان یادگیری، زمینهٔ تحقق اهدافی مانند یادگیری مادام‌العمر را فراهم می‌کند. کلاس معکوس در ضلع سوم الگو نیز مجدداً مورد تأکید قرار می‌گیرد.

فراشناخت: در پایان فرایند یادگیری مناسب است که یادگیرندگان نگاهی از فراز به سیر و سفر خود در مسیر یادگیری این درس بیندازند و چگونگی حرکت خود را در این مسیر بازشناسی و تحلیل کنند. سپس راهی را به سوی ادامهٔ یادگیری در آینده پیشنهاد کنند. اگر هدف از یادگیری، تبدیل دانش‌آموز به یادگیرنده مادام‌العمر است؛ چنین امری ضرورت تام دارد.

ضلع دوم، رسانه‌های آموزشی پرشمار (بستهٔ آموزشی به جای کتاب درسی)

در گذشته، گفتار شفاهی معلم، جزوه‌های آموزشی و گاهی کتاب درسی تنها رسانه‌های آموزشی در هر کلاس درس بودند و دانش‌آموز و معلم رسانهٔ دیگری در اختیار نداشتند؛ اما، در سال‌های اخیر امکاناتی فراهم شده است که با استفاده از آنها می‌توان کلاس‌های درس را بسیار متنوع‌تر اداره کرد. امروزه این امری بدیهی انگاشته می‌شود که اولین قدم برای داشتن یک کلاس فعال و پرتأثیر آن است که از سمت یادگیری تک رسانه‌ای به سوی رسانه‌های یادگیری پرشمارتر حرکت کنیم.

سبک‌های یادگیری: تمامی دانش‌آموزان از نظر سبک‌های یادگیری یکسان نیستند؛ بنابراین توجه به سبک‌های یادگیری دیداری، شنیداری و جنبشی در کلاس درس لازم است. استفاده از رسانه‌های آموزشی گوناگون این امکان را فراهم می‌سازد که هر دانش‌آموز از هر رسانه‌ای بیشترین بهره را ببرد که با آن سازگاری بیشتری دارد. اصولاً پشتیبانی متقابل رسانه‌های یادگیری از یکدیگر به هم افزایی و سینرژی منجر می‌شود. مثلاً اگر در کنار یک متن علمی، یک فیلم آموزشی هم نمایش داده شود، تأثیرگذاری آن بسیار بیشتر از به کارگیری هریک از این دو به تنهایی خواهد بود.

تنوع حداکثری: رسانه‌هایی مثل فیلم‌های آموزشی، پاورپوینت‌های فعال، فایل‌های تصویری و صوتی، متن‌های آموزشی گوناگون، صفحات گرافیک اطلاع‌رسان (اینفوگرافیک) و... همه و همه از رسانه‌های پشتیبان کلاس و مدرسه محسوب می‌شوند و ماهمه آنها را جزء رسانه‌های یادگیری به شمار می‌آوریم. رسانه‌های مکتوب همچون دایرةالمعارف‌ها، مجلات، کتاب‌های موضوعی، کتاب‌های مرجع، پوسترها و جارت‌ها و رسانه‌های غیرمکتوب مانند فایل‌های صوتی، تصاویر، برنامه‌های تلویزیونی، فیلم‌های آموزشی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای و اخیراً اپلیکیشن‌های تلفن همراه، همگی رسانه‌های یادگیری‌اند. خوشبختانه در سال‌های اخیر برای پشتیبانی از کلاس درس ابزارها، امکانات و تجهیزات بسیاری به بازار آمده است. برای مثال فیلم‌های فراوانی برای آموزش درس تولید شده؛ به طوری که حتی گاهی تدریس یک درس منوط به داشتن فیلم آموزشی است یا در بعضی از دروس، طرح درس بر مبنای نمایش فیلم گذاشته شده و بعضی از پایگاه‌های اینترنتی مشخصاً برای پشتیبانی از آموزش و کلاس درس طراحی شده‌اند. وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران برای این کار به ویژه تولید فیلم‌های آموزشی اقدامات خوبی انجام داده است و اکنون، قطعه‌های فراوانی وجود دارند که معلمان برای بهبود کیفیت فرایند تدریس می‌توانند از آنها استفاده کنند.

مهارت‌های جست‌وجو: در چنین فضایی، معلمانی که مهارتشان ارتقا یافته است، می‌توانند نه تنها خود از رایانه و فضای اینترنت برای جست‌وجوهای هدف‌دار استفاده کنند، بلکه با آموزش دانش‌آموزان نیز می‌توانند کمک کنند که آنها نقش فعالی در ارتقای یادگیری ایفا کنند. به این موضوع در ضلع سوم نیز اشاره می‌شود.

تولید رسانه‌های خود ساخته: استفاده از این امکانات، نباید نقش معلمان را در تولید رسانه‌های یادگیری کم رنگ کند؛ بلکه معلم خودش هم می‌تواند موضوعی را انتخاب کند و درباره آن دست به تولید بزند؛ یعنی در عین اینکه انتخاب رسانه‌های یادگیری امری مطلوب است؛ اما دستکاری این قطعات و تولید قطعات آموزشی خود ساخته نیز ضرورت دارد. این کار مستلزم کسب توانمندی‌هایی است که قبلاً برای معلمان مطرح نبوده است. توانایی کار با نرم‌افزارهای صوتی و تصویری مختلف و تولید کارهای ساده با شرکت در یک دوره فشرده آموزشی و انداختن خود به عرصه عمل امکان‌پذیر است. تولید رسانه‌ها هم به صورت فردی و هم به صورت کار گروهی قابل انجام است.

به اشتراک گذاشتن: معلمان می‌توانند تولیداتی را که برای کلاس‌های درس خود داشته‌اند، از طریق شبکه‌هایی که در اختیار دارند، اشاعه دهند و به اشتراک بگذارند تا دیگران نیز از آن استفاده کنند برای مثال وقتی معلمی یک نقشه مفهومی جالب و جذاب یا یک گرافیک اطلاع‌رسان را تهیه می‌کند یا از انجام یک آزمایش فیلم می‌گیرد، می‌تواند آن را در فضای مجازی بارگذاری کند تا معلمان دیگر از آن استفاده کنند.

ضلع سوم، ارائه آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

ضلع سوم مثلث ارتقای یادگیری، تأکید بر عرضه حاصل و برون داد یادگیری و ایجاد توسط دانش‌آموزان است. منظور از ارائه این (Presentation) فرصت ارائه آموخته‌ها است که دانش‌آموز دستاوردهای میانی یا نهانی خود را از سیر و سفر یادگیری نمایش دهد و به مؤثرترین شکل ممکن در اختیار دیگران بگذارد. ارائه به منزله هدف و روش: اگر یک فرایند یادگیری به دستیابی به مطلبی قابل ارائه منجر شد، می‌توان آن را یک یادگیری موفقیت‌آمیز تلقی کرد. باید تأکید کرد که ارائه آموخته‌های دانش‌آموز در سطح مدرسه، هم از نظر روشی و هم از نظر هدفی دارای اهمیت ویژه است و موجب احیای فرایند آموزش و عینیت بخشی به هدف یادگیری می‌شود. از این رو، باید بر ارائه بسیار تأکید کرد. اگر در فضای مدرسه، به ارائه دانش‌آموزان اهمیت داده شود، دانش‌آموزان به این فضا دل بسته و علاقه مند می‌شوند و احساس آزادی عمل می‌کنند. دانش‌آموزانی که در مدرسه با فرصت‌های متعدد برای ارائه روبه رو می‌شوند، رشد می‌کنند؛ به خودباوری و اعتماد به نفس می‌رسند؛ نسبت به آموخته‌ها احساس مالکیت پیدا می‌کنند و این امر موجب انگیزه مضاعف آنها در جهت یادگیری می‌شود. یک ارائه موفق، در یک کلام موجب احساس موفقیت در یادگیرنده می‌شود و براساس یک ضرب‌المثل انگلیسی، هیچ چیز مانند موفقیت، موفقیت بعدی را نمی‌آفریند.

سیمای مدرسه حامی ارائه: در محیط یادگیری باید از جنبه‌های مختلف به فضای حامی ارائه یاری رساند. اختصاص زمان به ارائه دانش‌آموزان، از ارائه یک دقیقه‌ای تا ارائه یک ساعته، توجه به ارائه فردی، گروهی، و حتی کلاسی (مانند سرودی که کل دانش‌آموزان یک کلاس یا مدرسه آن را اجرا می‌کنند) تنوع در قالب ارائه (مثلاً متنی که دانش‌آموزی می‌نویسد و به دیوار کلاس یا راهروی مدرسه می‌زند یا بین دانش‌آموزان مدرسه آن را توزیع می‌کند، یا انشا و شعری که دانش‌آموزی در کلاس آن را می‌خواند، یا یک قطعه نمایشی که دانش‌آموزان آن را اجرا می‌کنند، یا فیلمی که با امکانات اولیه تولید شده است و به نمایش درمی‌آید و غیره) از جمله اقدامات یک مدرسه حامی ارائه است اگر مدرسه ای درست روی ارائه دانش‌آموزی کار کند، فضای آن مدرسه با گذشته تفاوت چشمگیری پیدا خواهد کرد؛ به طوری که هنگام ورود به آن، جلوه‌های گوناگون ارائه در جاهای مختلف دیده می‌شود. بدین ترتیب هم دیوار کلاس‌ها و راهروهای مدرسه و هم فضای آنها، از قالب‌های مختلف ارائه دانش‌آموزی، پرمی‌شود.

ترکیب فکورانه مهارت‌ها: به طور کلی، ارائه فعالیتی است که از ترکیب مهارت‌های مختلف دانش‌آموزان (مهارت‌های مکتوب، مهارت‌های هنری و مهارت‌های خلاقانه) به وجود می‌آید و بستری است برای اینکه آنها بتوانند استعداد‌های نهفته خود را آشکار سازند. بنابراین ارائه ماهیتی کاملاً تلفیقی و بسیار سازنده و رشددهنده دارد. جنبه هدفی ارائه از همین ماهیت نشئت می‌گیرد. نوع ارائه دانش‌آموز باید فکورانه باشد؛ یعنی عناصری مانند خلاقیت، هنر، استفاده از رسانه‌های متنوع و استفاده از فنون سواد رسانه‌ای را دربرگیرد.

هنگام ارائه همیشه از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود که چگونه می‌توانند یک مطلب یا موضوع را به صورتی جدید به دوستانشان عرضه کنند و این عرصه نوآوری و خلاقیت است.

تضمین یادگیری: پژوهشی با عنوان (Visible Learning) نشان می‌دهد چگونه فعالیت‌های مختلف، می‌توانند به ارتقای سطح عملکرد دانش‌آموزان، منجر شوند. در این پژوهش، تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان تحلیل شده است. «ارائه»، از بین بیش از صد عاملی که در این پژوهش نقش آنها مورد تحلیل قرار گرفته یا قرار گرفتن دانش‌آموز در موقعیتی که بتواند کار خود را به دیگران عرضه کند، از بالاترین ضریب تأثیر در پیشرفت تحصیلی آنها برخوردار بوده است. بدین ترتیب هر طراحی آموزشی که به نوعی ارائه دانش‌آموز در آن وجود داشته باشد، تضمینی است بر اینکه دانش‌آموز به پیشرفت قابل قبولی دست می‌یابد. جمله مشهوری در حوزه‌های علمیه ما وجود دارد که اگر می‌خواهید چیزی را خوب یاد بگیرید باید آن را تدریس کنید. ارائه هم در واقع یک نوع تدریس دانش‌آموز و در اختیار گذاشتن یافته‌های خود برای دیگران است.

کلاس معکوس: ارائه به شکل جالبی هم به کلاس معکوس (وارون) نیز ربط پیدا می‌کند؛ چون در کلاس معکوس، چرخه‌ای از یادگیری توسط معلم در کلاس درس سازماندهی می‌شود و در بیرون از کلاس تا مرحله دستیابی به نتایج توسط دانش‌آموز دنبال می‌شود، سپس مجموعه آموخته‌های هر دانش‌آموز (انفرادی یا گروهی) به ارائه‌ای منجر می‌شود که او یافته‌های خود را با دیگران به اشتراک می‌گذارد. بدین ترتیب، هر ارائه‌ای خود یک رسانه یادگیری برای دانش‌آموزان دیگر محسوب می‌شود.

ارزشیابی: باید تأکید کرد که ارائه معتبرترین ابزار ارزشیابی یادگیری محسوب می‌شود و با رویکردهای ارزشیابی در خدمت یادگیری سازگاری فراوان دارد. هنگامی که دانش‌آموزی یافته‌های خود را ارائه می‌کند، در واقع سطح کیفی فرایندی که پیموده و فراورده‌هایی را که به دست آورده است در معرض قضاوت دیگران قرار می‌دهد. از این طریق ادامه مسیر او، جنبه‌هایی که نیازمند بهبود یا ترمیم هستند و عرصه‌هایی که قابلیت سرمایه‌گذاری و شکوفایی دارند، آشکار می‌شود و بازخوردهای رشددهنده‌ای فراهم می‌شود. بدین ترتیب اضلاع این مثلث؛ یعنی طراحی آموزشی کارآمد، رسانه‌های یادگیری پرشمار و ارائه، فضایی به وجود می‌آورند که همه دانش‌آموزان می‌توانند در آن به خوبی رشد کنند.

برای مطالعه بیشتر در این باره و موضوعات مرتبط به منابع ارائه شده در پایان کتاب مراجعه کنید.

روش‌های یادگیری متناسب با رویکردهای نوین آموزشی

آموزش پژوهش محور چیست؟

آموزش پژوهش محور در علوم رویکردی است که از درک شیوه یادگیری دانش آموز، ماهیت پژوهش علم و تأکید بر مفاهیم مهمی که باید آموخته شود نشئت می‌گیرد، و بر این باور استوار است که دانش آموز به واقع آن چیزی را می‌آموزد که خود درک می‌کند و نه آنچه دیگران به او منتقل می‌کنند. این رویکرد قبل از اینکه یک فرایند یادگیری مصنوعی باشد که انگیزه آن بر اساس رضایت از پاداش است، به عمق یادگیری می‌پردازد و انگیزه آن رضایت از یادگیری و درک شخصی است. آموزش پژوهش محور به کمیت اطلاعات حفظ شده تأکید ندارد و ایده‌ها یا مفاهیم با رشد سنی یادگیرنده عمیق‌تر می‌شود.

یادگیری دانش آموز محور

آموزش پژوهش محور بر تجارب و پژوهش‌هایی که درک بسیار شفافی از چگونگی یادگیری دانش آموز ارائه می‌دهد استوار است. این تجارب بیان می‌کند که کنجکاوی طبیعی دانش آموزان، حداقل بخشی از آن، برای شناخت دنیای طبیعی اطراف آنان است که از طریق توجه به الگوها و ارتباطها در تجاربتشان و در تعامل با دیگران ارضا می‌شود. دانش آموزان دانش و درک خود را از طریق انعکاس تجاربتشان می‌سازند. این شیوه کار در بعضی مواقع باعث درک نادرست از واقعیات می‌شود گرچه حاصل تفکر منطقی است. مثلاً بسیاری از دانش آموزان (و حتی بزرگسالان) هنوز فکر می‌کنند سایه زمین باعث پیدایش فازهای مختلف ماه می‌شود. تجربه روزمره دانش آموز نشان می‌دهد که وقتی چیزی تابش نور را سد کند سایه درست می‌شود که این امر در مورد زمین هم صدق می‌کند که نور خورشید به آن می‌تابد و زمین مسیر نور خورشید را سد می‌کند. این تفکر گرچه منطقی است اما درست نیست و به دلیل کمبود تجارب و سابقه ذهنی در این موارد است. آموزش علوم به دنبال بسط تجارب دانش آموزان با هدف درک درست و علمی جهان اطراف است.

ماهیت پژوهش در علوم

مبنای دیگر آموزش پژوهش محور درک فرایند پژوهش علمی است. این مراحل به صورت مرحله‌ای که دانشمندان در کارهایشان دنبال می‌کنند ارائه می‌شود. اما باید متوجه بود که این مراحل گام‌هایی نیست که باید دنبال شود بلکه یک سری مراحل است که فرایند را هدایت می‌کند. برای دانش آموزان با فاز اکتشاف آغاز می‌شود که در آن دانش آموزان با پدیده‌ای که باید مطالعه کنند آشنا می‌شوند. به دنبال آن مرحله تحقیق آغاز می‌شود که ممکن است خود از چندین بخش تشکیل شود. مراحل رفت و برگشتی این مرحله نشان می‌دهد که این، یک فرایند خطی نیست. در پژوهش علمی، چه دانش آموز پژوهشگر باشد و چه یک دانشمند مراحل

کار بسیار پیچیده است و مرتب رفت و برگشت دارد و کارها باید مجدداً چک شوند. برای مثال اگر حاصل آزمایش‌ها فرضیه دانش‌آموزان را تأیید نکند لازم است آنان پیش‌بینی و یا پرسش خود را تغییر دهند و دوباره از ابتدا تجربه جدیدی را شروع کنند. اگر طراحی آزمایش‌ها جواب ندهد، باید آزمایش مجددی طرح شود. اگر به نتیجه‌ای متفاوت از نتیجه گروه دیگر رسیدند، لازم می‌شود هر دو گروه کار خود را بازبینی کنند. در مرحله سوم نتایج آزمایش‌ها در کلاس باید تجزیه و تحلیل شود و به یک نتیجه‌گیری نهایی برسد. در مرحله چهارم دانش‌آموزان نتایج کار خود (یافته‌ها و درک جدید) را به گروه وسیع‌تری از مخاطبان اعلام می‌کنند.

در اینجا دو نتیجه نهایی وجود دارد: اول اینکه بر اساس موضوع مورد نظر و ماهیت پژوهشی که طرح شده معلم ممکن است مراحل متفاوت دیگری پیشنهاد کند. دوم اینکه یک مرحله هیچ‌گاه همه مراحل را شامل نمی‌شود؛ یعنی در این روش با یک گام نمی‌توان مسیر چند گام را پیمود.

یک چارچوب برای آموزش پژوهش محور می‌تواند به صورت مراحل بی در پی زیر باشد:

طرح پرسش، مناظره، مشارکت، ثبت، بازتاب دادن، به اشتراک گذاشتن، درگیر کردن و یا طرح پرسش‌هایی مثل:

مشکل من کجاست؟ پرسش من چیست؟ دانش من در این مورد چیست؟ چه چیز جالب است؟

طراحی و هدایت پژوهش در علوم

۱ نقشه و طراحی

پرسش من چیست؟ چه می‌خواهم بدانم؟ چگونه خواهم فهمید؟

۲ اجرا

چه مشاهده می‌کنم؟ آیا از ابزار درستی استفاده می‌کنم؟ تا چه اندازه جزئیات کار را ثبت می‌کنم؟

۳ سازماندهی و تحلیل اطلاعات

اطلاعات را چگونه سازماندهی کنم؟ چه الگویی می‌بینم؟ چه ارتباطی وجود دارد؟ این چه معنایی دارد؟

۴ نتیجه‌گیری

چه ادعایی می‌توانم ارائه کنم؟ چه شواهدی دارم؟ چه چیز دیگری باید بدانم؟

۵ فرموله کردن یک پرسش جدید

چه پرسشی از قبل هنوز بدون پاسخ مانده؟ چه پرسش تازه‌ای برای طرح شده؟ چگونه می‌توانم بفهمم؟

۶ نتیجه‌گیری نهایی

از تمام پژوهش‌ها چه یاد گرفتیم؟

چه شواهدی برای پشتیبانی ایده‌هایمان داریم؟

۷ تبادل نظر با مخاطبان دیگر

من می‌خواهم به دیگران چه بگویم؟ چگونه بگویم؟ چه مواردی را باید حتماً بگویم؟

تذکر

یک واحد یادگیری با بخشی از یک واحد یادگیری ممکن است قبل از رسیدن به نتیجه شامل چند مرحله آزمایش باشد. یک واحد یادگیری به ندرت ممکن است شامل همه اجزای طراحی و انجام مراحل این نمودار باشد.

اصول مهم رویکرد پژوهش محور چیست؟

آموزش پژوهش محور در کلاس‌های مختلف متفاوت است. موارد بسیار متعدد و متفاوتی برای سازگار کردن دانش، مهارت و علائق معلم و دانش‌آموزان وجود دارد. اما موارد مهمی در همه آموزش‌های پژوهش محور مهم است. این روش‌ها برای اولین بار در حوزه علوم تجربی مطرح شد ولی بعداً با تعدیل‌هایی در سایر موضوعات درسی نیز مورد استفاده قرار گرفت. قابل ذکر است که آموزش پژوهش محور در حوزه‌های مختلف گام‌های متفاوتی دارد. برای مثال پژوهش در تاریخ یا برخی موضوعات اجتماعی گام تجربه مستقیم را ندارد و یا در علوم تجربی تجربه مستقیم هسته مرکزی آموزش علوم تجربی است. در این رویکرد دانش‌آموز باید اولاً پرسش یا مسئله محوری کار را بداند و نسبت به آن احساس مالکیت کند، یعنی احساس کند پرسشی که طرح می‌کند پرسش خودش است. ثانیاً دانش‌آموزان نیازمند آن هستند که مهارت‌های مرتبط با حل مسئله در حوزه آموزشی ذی‌ربط را کسب نموده باشد. برای مثال در علوم تجربی برای اینکه دانش‌آموز بتواند پژوهش‌های علمی را انجام دهد باید مهارت‌هایی مانند مهارت مشاهده، کار با ابزار، توانایی در استدلال، تعامل با دیگران، نوشتن برای خود و برای دیگران و... را یاد بگیرد. این رویکرد در موضوعات تاریخی با اجتماعی ناظر به مهارت کاوش تاریخی، تحلیل داده‌های تاریخی، درک الگوهای رفتاری، شناسایی شواهد معتبر، درک دیدگاه‌های دیگر، استنباط، مشاهده (مستقیم، غیرمستقیم، مشاهده مشارکتی) و... است که در قالب پروژه‌های خدماتی، تولیدی، کاوشگری و مشارکتی اجرا می‌شود. در اجرای پروژه‌ها استفاده از منابع دست دوم آموزش تجارب دست اول را کامل می‌کند، علاوه بر آن یادگیری معمولاً حاصل یک فعالیت گروهی است.

اهمیت ملاحظات آموزشی در آموزش پژوهش محور

علاوه بر اصولی که در طراحی برنامه آموزش پژوهش محور لازم است در نظر گرفته شود موارد مهمی نیز در روش‌های آموزش باید لحاظ شود که به شرح زیر است:

سازمان‌دهی کلاس (فضای فیزیکی کلاس)

۱ فرهنگ حاکم بر کلاس

۲ هنر بحث و گفت‌وگو

۳ استفاده از تجارب و ایده‌های قبلی دانش‌آموزان

۴ گفت‌وگوی گروهی

۵ هدایت دانش‌آموزان در یادداشت‌برداری/ یادداشت گروهی، یادداشت کلاسی

دفتر علوم/ ریاضی/....

استراتژی‌های خاص در آموزش

● هدایت دانش‌آموزان در هنگام طراحی تحقیق

● کمک به دانش‌آموزان در تحلیل حاصل کار برای رسیدن به یک نتیجه معتبر

● مقایسه و تقابل با «حقایق پذیرفته شده»

● سنجش تکوینی (رشددهنده)

آموزش به مدل 7E و

مدل 5E مدل آموزشی است که براساس رویکرد ساخت گرایانه در فرایند یادگیری طراحی شده است و معتقد

است که فراگیران هر دانش جدیدی را بر پایه دانش فعلی خود می‌سازند. این مدل برای هر سنی و در هر موضوع

درسی قابل استفاده است. هر مرحله در این مدل یک فاز یادگیری را شرح می‌دهد و به معلم و دانش‌آموز امکان

می‌دهد با فعالیت‌های مشترک بر دانش فعلی خود دانش جدید را بنا نهند. این مراحل عبارت‌اند از:

درگیر کردن^۱

تحریک کنجکاوی و علاقه، قراردادن آموزش در یک زمینه معنادار، طرح پرسش برای تحقیق – آشکار

ساختن ایده‌ها و باورهای فعلی دانش‌آموزان – فعالیت یا متون در مدل‌های چندگانه برای پژوهش و یا

برانگیختن انگیزه‌ها، طرح پرسش، تحریک دانش‌آموزان به طرح پرسش‌هایشان به هر روش ممکن مثل

نوشتن، نمایش بازی کردن و... به گونه‌ای که معلم ایده‌های دانش‌آموزان را کشف کند و بتواند در مورد

جهت دادن‌ها تصمیم‌گیری کند، نوعی سنجش تشخیصی است.

کشف کردن^۲

بسط تجارب از پدیده‌ها یا مفاهیمی که پاسخ پرسش‌های دانش‌آموز منجر به کشف آن می‌شود، ایده‌های

آنان را بیان و آزمایش می‌کند، مسائل را بررسی یا حل می‌کند. برای تجربه پدیده‌ها، پرسش‌هایی مطرح

می‌کند، از طریق مشاهده و اندازه‌گیری ایده‌ها را تست می‌کند و به پرسش‌ها پاسخ می‌دهد. پژوهش‌هایی در

زمینه مواد نوشته شده مثل روزنامه‌ها و مقالات انجام می‌دهد که به قضاوت در مورد اعتبار منابع می‌پردازد

و نیز پایایی ایده‌های علمی که در نوشته‌ها طرح شده است را بررسی می‌کند.

شرح دادن^۱

معرفی ابزار مفهومی که برای تفسیر شواهد و بیان پدیده‌ها و ساخت مدل‌های چندگانه براساس توجیه ادعاهای طرح شده بر پایه شواهد جمع‌آوری شده، مقایسه توضیحاتی که دانش‌آموزان و گروه‌های مختلف ارائه می‌کنند/ در نظر گرفتن توضیحات علمی موجود، آنچه دانش‌آموزان می‌خوانند یا معلم شرح می‌دهد تا بتوان به مفاهیم جدید دسترسی پیدا کرد، گفت‌وگو در گروه‌های کوچک برای بیان توضیحات، مقایسه ایده‌ها که شواهد را به پدیده‌ها مربوط می‌سازد. نوشته‌ها و نقاشی‌های فردی و گروهی برای بیان شفاف ایده‌های کسب شده.

سنجش تکوینی برای بازخورد به معلم تا برنامه کاری‌اش را بر اساس میزان آموخته‌ها و مهارت‌های کسب شده توسط دانش‌آموزان طراحی کند (مثلاً تهیه یک پوستر، ارائه به صورت پاورپوینت، نقاشی، نوشته، درگیر کردن مخاطبان برای شفاف‌سازی یک ایده و...)

به مشارکت گذاشتن^۲

استفاده و کاربرد مفاهیم و تشریح آن در زمینه جدید به بررسی کاربرد هدف عام آن. ثبت و توسعه توصیفات و درک استفاده و تلفیق کردن آن در فعالیت‌های نوشتاری؛ نموداری؛ ریاضی؛ پژوهش‌های دانش‌آموزی، تمرین‌ها و تکالیف دانش‌آموزی؛ به مشارکت گذاشتن ایده‌ها به صورت مختلف، به عبارتی آموخته‌ها را در زمینه‌های جدید به صورت‌های مختلف به کار گیرد.

ارزشیابی^۳

فراهم آوردن فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان تا ایده‌هایشان را بررسی کرده و در مهارت‌ها و آموخته‌ها بازتاب دهند. نشان دادن شواهدی برای اثبات تغییر ایده‌ها و باورهای دانش‌آموزان. پاسخ به پرسش‌هایی که احتمالاً در بخش اول کار «درگیری» هم طرح شده است. بازتاب تغییراتی که در فاز درگیری و توصیف (۲ و ۱) پیش می‌آید و ارزشیابی برای کمک به دانش‌آموزان تا از آنچه در فرایند یادگیریشان اتفاق می‌افتد آگاه باشند و به فراشناخت برسند و بتوانند فرایند یادگیری خود را کنترل کنند.

به دلیل موفقیت این شیوه کار در عمل این مراحل به 7E توسعه داده شده است. در این مدل مرحله اول به دو بخش: استخراج^۴ و درگیر کردن تقسیم شده‌اند. در این شیوه بر تجارب اولیه دانش‌آموزان تأکید بیشتری می‌شود و آن را زیر بنای گام‌های بعدی آموزش می‌داند. تفاوت دیگر در اضافه کردن مرحله تعمیم دادن است که در مدل قبلی مرحله تعمیم فقط شرایط حال را در نظر می‌گیرد در حالی که در مدل جدید یادگیری به شرایط پیش‌بینی نشده نیز تعمیم داده می‌شود. به عبارت دیگر مرحله اول مدل 5E به دو مرحله در مدل 7E و فاز چهارم و پنجم مدل 5E به سه فاز در مدل 7E^۵ تبدیل شده است.

۱- Explain

۲- Elicit

۲- Elaborate

۵- Elicit, Elaborate, Evaluate, Extend Engagement, Engagement, Explain

۳- Evaluate

آموزش به روش طراحی معکوس

در روش طراحی معکوس ابتدا پیامدهای آنچه قرار است آموزش داده شود مشخص می‌گردد. تعیین پیامدها برای روشن شدن مسیری که دانش‌آموز باید طی کند بسیار مهم است و نگاه معلم را همواره بر پیامد متمرکز نگاه می‌دارد. پیامد و یا اهداف معمولاً در چارچوب «ایده کلیدی» مطرح می‌شوند و این باعث می‌گردد تا معلم از محدوده توجه به حافظه و به عبارتی «آموزش برای به خاطر سپردن» کاملاً خارج شود و همواره بر تحقق اهداف در قالب پیامدها متمرکز بماند. در صورت طی این مسیر، دانش‌آموزان قادر خواهند بود، بین اطلاعات جدید و دانش و آموخته‌های پیشین خود ارتباط برقرار کنند، واقعیت‌ها و حقایق را به «مسائل کلی» و روزمره‌ای که با آن برخورد می‌کنند پیوند دهند و آموخته‌های خود را در زمینه‌های جدید به کار گیرند. به این منظور باید در روند و پایان آموزش به سه سؤال زیر پاسخ داد:

- ۱ ایده‌های کلیدی، مفاهیم اساسی، مهارت‌هایی که دانش‌آموزان باید به آن دست یابند، کدام‌اند؟
- ۲ چه مدارک و شواهدی بیانگر آن است که پیامدها تحقق یافته و دانش‌آموزان به راستی مطالب اصلی را فرا گرفته‌اند و می‌توانند آموخته‌های خود را به نحوی معنادار و مؤثر در موقعیت‌های جدید به کار گیرند؟
- ۳ چه راهبردها و راهکارهایی (فعالیت‌های یادگیری، تکالیف عملکردی) به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا خود مفاهیم را بسازند و به افرادی صاحب دانش و توانمندی در زمینه‌ای خاص تبدیل شوند.

روش طراحی معکوس ضمن بهره‌گیری از انواع راهبردهای ذکر شده (آموزش پروژه محور، آموزش به روش 5E و 7E و زمینه محور) فرایند یاددهی - یادگیری را با پاسخ به سه پرسش فوق دنبال می‌نماید. در این شیوه کار، در فرایند یاددهی - یادگیری باید موقعیت‌هایی ایجاد شود که در آنها دانش‌آموزان پرسش هدف‌دار و مرتبط طرح کنند، راهکارهایی برای حل مسئله ارائه دهند و در مورد اینکه چگونه به نتیجه مورد نظر می‌رسند، توضیح دهند.

طراحی معکوس مبتنی بر درک اصیل^۱ و استفاده عقلانی و مؤثر از آموخته‌ها است، به گونه‌ای که ما را به آن سوی آنچه می‌بینیم و استفاده از ایده‌های کلیدی برای ساخت معنا هدایت کند. از این منظر درک یک پدیده «دیدن آن پدیده در ارتباط با سایر پدیده‌ها، توجه به شیوه کارکرد، نتایج و علل آن، مدل‌ها و ارائه توضیحات مؤثر است».

ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان

از آنجا که ارزشیابی، جزئی از مراحل آموزش و یادگیری است، روش‌های پیشنهادی زیر، که توسط بیشتر معلمان در کلاس اجرا می‌شود، می‌تواند در ارزشیابی آنچه دانش‌آموزان در هر جلسه و در طول سال یاد گرفته‌اند، مفید واقع شود.

ارائه آموخته‌ها و گزارش فعالیت‌ها: دانش‌آموزان با برنامه‌ریزی معلم می‌توانند بعضی آموخته‌های خود را به صورت سمینار در کلاس ارائه دهند یا نتایج فعالیت‌های کتاب را به صورت‌های مختلف در کلاس گزارش کنند. این ارائه می‌تواند به صورت پرده‌نگار، پوستر، روزنامه دیواری یا مقاله باشد. معلم با در نظر گرفتن موارد مختلف، ارزیابی خود را از ارائه دانش‌آموز به صورت فهرست وار تهیه کرده، جمع‌بندی آن را در دفتر ثبت نمرات وارد می‌کند.

مشاهده کارهای عملی دانش‌آموزان: در حین برگزاری آزمایشگاه و فعالیت‌های فردی و گروهی یا پس از آن، بازبینی (چک لیست‌هایی) تهیه می‌شود و مطابق آنها نمراتی به دانش‌آموز تعلق می‌گیرد و در دفتر نمرات ثبت می‌شود.

پرسش کلاسی: در هر جلسه و در بخشی از وقت کلاس، از مباحث تدریس شده یا ارائه شده توسط دانش‌آموزان در جلسه گذشته، سؤالاتی شفاهی از بعضی دانش‌آموزان پرسیده و نمره دانش‌آموز در دفتر نمرات ثبت شود.

آزمونک (کوئیز): بدون اطلاع قبلی دانش‌آموزان، می‌توان آزمون کتبی کوتاهی برگزار کرد که در آن به دو یا سه سؤال پاسخ دهند. نمره کسب شده در این کوئیزها نیز در دفتر نمرات ثبت می‌شود.

آزمون پایان فصل: پس از اتمام هر یک از فصل‌های کتاب و با اطلاع قبلی دانش‌آموزان به صورت کتبی و در زمان مشخصی برگزار می‌شود. نمره این امتحان نیز در دفتر ثبت می‌شود.

نمره مستمر دانش‌آموزان: با جمع‌بندی نمرات شفاهی، آزمونک پایان فصل، مشاهده کار عملی، فعالیت دانش‌آموزی و... همراه با نظر دبیر در مورد دانش‌آموز که در طول سال تحصیلی به دست آمده است، نمره‌ای به عنوان مستمر اول و دوم در کارنامه ثبت می‌شود که حداکثر دارای ۲۰ امتیاز است.

امتحان میان سال: مطابق بودجه‌بندی پیشنهادی دفتر، آزمون ۲۰ نمره‌ای طراحی و طبق برنامه مدرسه برگزار می‌شود. نمره دانش‌آموز، به عنوان نمره میان سال در کارنامه ثبت می‌شود.

امتحان پایانی: امتحان پایانی سال دوازدهم به صورت نهایی برگزار می‌شود. این امتحان با توجه به بودجه‌بندی اعلام شده از سوی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری و به صورت کتبی و در سطح ملی برگزار شده و نمره آن به صورت جداگانه در کارنامه ثبت می‌شود. این نمره در آزمون ورودی دانشگاه‌ها و کنکور سراسری حائز اهمیت است.

جدول ۷- بارم بندی و بودجه بندی شیمی دوازدهم

فصل	نوبت اول	نوبت پایانی (آزمون های نهایی— خرداد، شهریور، دی)
اول (مولکول ها در خدمت تندرستی)	۱۱/۵	۶/۵
دوم (آسایش و رفاه در سایه الکترو شیمی)	۸/۵	۵
سوم (شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری)	—	۴
چهارم (شیمی راهی به سوی آینده روشن تر)	—	۴/۵
مجموع	۲۰	۲۰

- نمرات هر فصل می تواند نیم نمره نسبت به بارم پیشنهادی فوق تغییر کند.
- سهم محاسبات کمی و عددی در هر آزمون بین ۳۰ تا ۳۵ درصد از نمره کل آزمون را شامل می شود.
- آیا می دانید، تفکر نقاد و در میان تارنماها جزو ارزشیابی نیست.
- در صورت پرسش، داده های حافظه محور و مورد نیاز ارائه شود.
- پیوست جدول تناوبی در آزمون ضروری است.

توصیه ها و محدوده طرح پرسش ها در آزمون

- پیشنهاد مؤکد می شود پرسش هایی مرتبط با زندگی و صنعت طراحی کنید و اطلاعات و داده هایی درباره مفاهیم درسی موجود در کتاب ارائه و بر اساس داده های صورت مسئله پرسش های مفهومی و با سطوح بالای ارزشیابی طرح کنید.
 - معادله شیمیایی موازنه شده در محاسبات کمی و عددی داده شود.
 - رسم آرایش الکترونی تا عنصر شماره ۳۶ جدول تناوبی مجاز است.
 - نامگذاری ترکیب های آلی جزو اهداف کتاب درسی نیست و فقط نام ترکیب های آلی موجود در کتاب می تواند مورد ارزشیابی قرار گیرد.
- پیشنهاد می شود که در ارزیابی های مستمر و نهایی، انتظارات عملکردی مورد توجه قرار گیرد. جدول صفحه بعد فهرستی از این انتظارات و سهم آنها را نشان می دهد.

جدول ۸

ردیف	انتظارات عملکردی	مستمر	پایانی
۱	طراحی آزمایش	۲-۴	۲
۲	اجرای آزمایش، ثبت داده‌ها، نتیجه‌گیری و ارائه گزارش	۲-۴	-
۳	تجزیه و تحلیل داده‌ها، رسم نمودار، نتیجه‌گیری از داده‌ها، پیش‌بینی و نمودار خوانی و...	۲-۴	۲
۴	انجام تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات (طراحی، اجرا، ثبت داده‌ها، تجزیه و تحلیل، ارائه گزارش)	۲-۳	-
۵	مشارکت و تعامل در فرایند آموزش (انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، مشارکت در بحث‌های گروهی، کنجکاوی علمی و طرح پرسش‌های مفهومی)	۴-۶	-
۶	پاسخ به پرسش‌های مفهومی (کاربرد، استدلال و قضاوت)	۱-۳	۸
۷	توانایی حل پرسش‌های محاسباتی	۲-۳	۶
۸	حل مسائل در شرایط جدید (کاربرد و استدلال)	-	۲

اجزای بسته آموزشی مرتبط با کتاب

به منظور حمایت فکری معلمان، تقویت صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی آنها، تسهیل فرایند آموزش و مراقبت از برنامه برای رسیدن به اهداف، رسانه‌های گوناگونی در قالب بسته آموزشی تولید و در اختیار معلمان قرار می‌گیرد. برای کتاب شیمی دوازدهم موارد زیر تولید شده است.

- کتاب راهنمای معلم
- نرم‌افزار آموزشی شیمی
- کتاب کار
- محتوای پشتیبان تحت وب در سایت گروه
- پوسته‌های آموزشی
- فیلم‌های آموزشی و علمی (۱۲۵ قطعه فیلم ۳ تا ۷ دقیقه‌ای) که در تارنمای گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری بارگذاری شده است.
- محتوای الکترونیکی به صورت واحد یادگیری

فصل ۱

مولکول‌ها در خدمت تندرستی



نقشه مفهومی (۱)

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

امید به زندگی / عوامل مؤثر بر تندرستی انسان

شوینده‌های خورنده

- برهم کنش شیمیایی شوینده‌ها با آلاینده‌ها
- بررسی قدرت پاک‌کنندگی یک شوینده خاص (مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید)
- شناسایی خصلت اسیدی و بازی شوینده‌های خورنده

شوینده‌های غیرصابونی

- ساختار شوینده‌های غیرصابونی و رفتار آنها
- شباهت‌ها و تفاوت‌های شوینده‌های غیرصابونی و صابونی
- قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌های غیرصابونی

شوینده‌های صابونی

- ساختار صابون و تعریف آن
- ساختار چربی‌ها و تعریف آنها
- انحلال‌پذیری مواد در آب و حلال‌های ناقطبی
- رفتار صابون و ساختار آن
- بررسی انحلال صابون در آب
- خواص مخلوط صابون در آب (کلونید) و مقایسه آن با محلول و سوسپانسیون
- ساز و کار پاک‌کنندگی صابون
- قدرت پاک‌کنندگی صابون و عوامل مؤثر بر آن
- قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب سرد
- تولید صابون در کشور

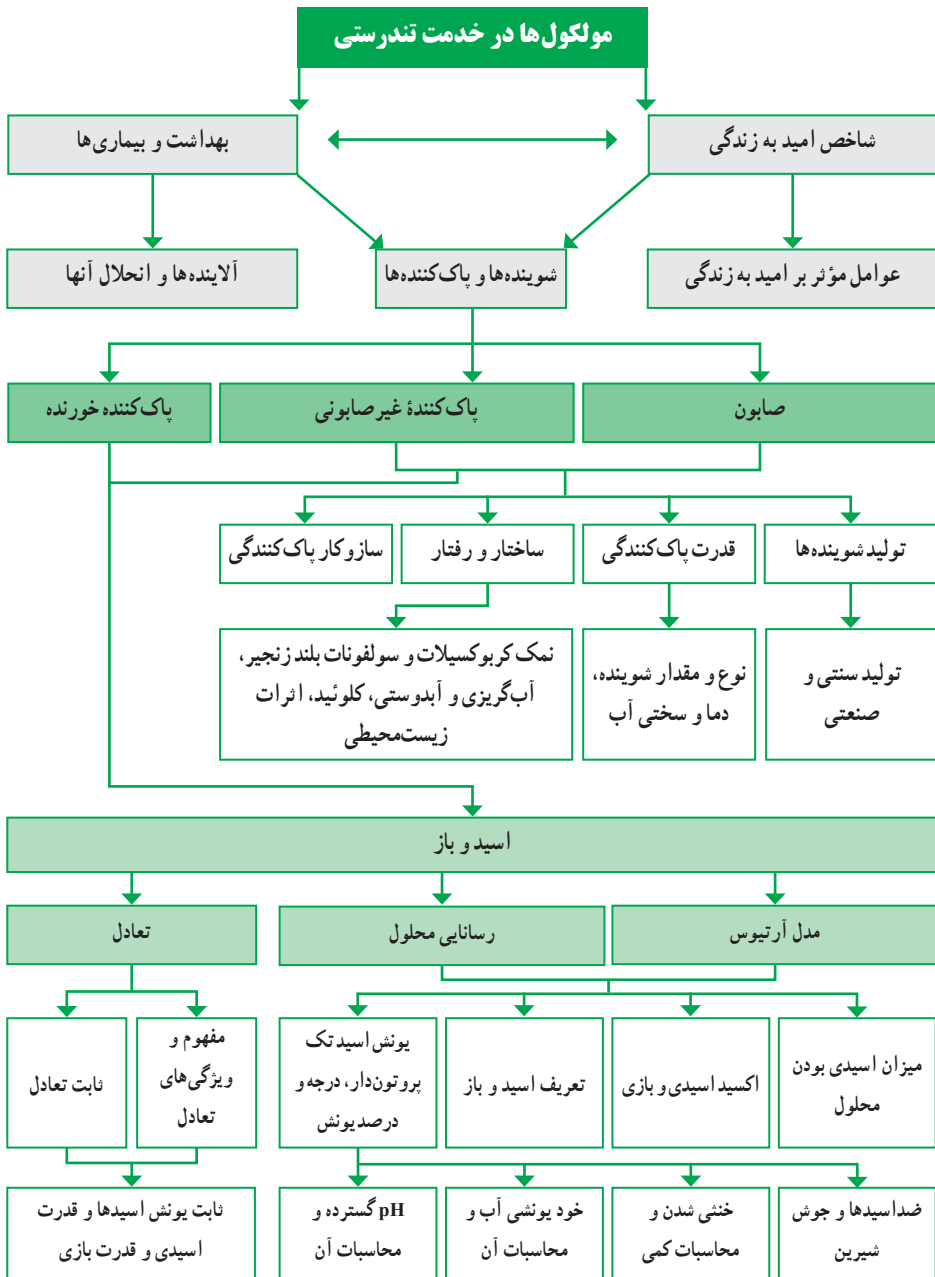
اسیدها و بازها

- میزان اسیدی بودن سامانه و pH
- $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
- نوع و غلظت یون‌ها در آب خالص
- گستره pH
- محاسبه‌های کمی
- $\text{pH}_1, [\text{H}_3\text{O}^+], [\text{OH}^-]$
- بازهای قوی و ضعیف
- واکنش شوینده‌های خورنده
- خنثی شدن و محاسبه‌های کمی آن
- ضداسیدها و خاصیت بازی جوش شیرین

- برگشت‌پذیری و مفهوم تعادل
- ویژگی واکنش تعادلی و لحظه تعادل
- تعادل در سامانه آبی و محلول اسیدها
- ثابت تعادل و وابستگی آن به دما
- ثابت یونش اسیدها و قدرت اسیدی

- نظریه آرنیوس
- رفتار اکسید فلزها و نافلزها
- رسانایی محلول‌ها
- میزان اسیدی بودن محلول
- درجه و درصد یونش
- قدرت اسیدی

نقشه مفهومی (۲)



مولکول‌ها در خدمت تندرستی

از صفحه ۱ تا ۶

واحد
یادگیری ۱

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- عوامل گوناگون مؤثر بر شاخص امید به زندگی را بررسی، تجزیه و تحلیل کنند و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهند.
- انحلال مواد گوناگون از جمله چربی‌ها، نمک‌ها، گازهای هواکره و قندها را در حلال‌های قطبی و ناقطبی بررسی کنند.
- ساختار صابون را از چربی تشخیص دهند و رفتار آب‌گریزی و آب‌دوستی آن را با توجه به ساختار صابون توجیه کنند.

پرسش‌های اساسی

- چه شاخصی می‌تواند تندرستی یک جامعه را به خوبی نشان دهد؟ عوامل مؤثر بر این شاخص چیست؟
- اساس انحلال‌پذیری مواد در آب و حلال‌های ناقطبی مانند هگزان چیست؟
- چربی و صابون چه ساختارهایی دارند؟ انحلال‌پذیری آنها در آب چگونه است؟

روش تدریس پیشنهادی – الگوی دریافت مفهوم و بارش فکری

توصیه می‌شود مراحل زیر به ترتیب انجام شود :

- دانش‌آموزان را گروه‌بندی کنید و به هر گروه یک پاکت حاوی کارت‌های زیر را بدهید و از آنها بخواهید کارت‌ها را به دو گروه تقسیم و ویژگی‌های هر گروه را بیان کنند و در صورت امکان نام مناسبی برای گروه (بلی یا خیر) پیشنهاد دهند.

C_8H_{18} خیر	NaCl بلی
$CO(NH_2)_2$ بلی	$C_{57}H_{112}O_6$ خیر
C_7H_5OH بلی	$C_{25}H_{52}$ خیر
بنزن (خیر)	عسل (بلی)
$CH_3(CH_2)_{15}CH_2COOH$ (خیر)	$H_3CCH_2CH_2COOH$ (بلی)

۲ پس از فعالیت‌های گروه‌ها، از نماینده هر گروه بخواهید گزارش مختصری از مباحث انجام شده در گروه را ارائه دهد.

۳ سپس معلم با بیان ویژگی‌های مواد که در گروه (بلی) قرار گرفته‌اند، آنها را به عنوان مواد محلول در آب معرفی نماید و نتیجه بگیرد : ترکیب‌های یونی و ترکیب‌های آلی که در آنها بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد به‌ویژه الکل، اسیدهای آلی، آلدهیدها و کتون‌ها با تعداد اتم کربن کم، در گروه مواد محلول در آب قرار می‌گیرند.

۴ معلم می‌تواند به ویژگی‌های مواد که در گروه (خیر) قرار گرفته‌اند اشاره نموده و بیان نماید موادی مانند CH_4 که ناقطبی‌اند یا ترکیب‌های آلی سنگین که در آنها بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه دارد مانند اسیدهای چرب، الکل‌ها و اسیدهای آلی با تعداد کربن زیاد در هگزان که ناقطبی است حل می‌شوند.

۵ در این مرحله معلم ساختار گستره صابون و اسید چرب را بر روی تابلو رسم نماید و بدون بیان نام آنها، از دانش‌آموزان بخواهد این دو ساختار (۱) و (۲) را با هم مقایسه نموده و به سؤالات زیر پاسخ دهند. (آ) تشابه و تفاوت آنها را بیان کنند.

(ب) بخش‌های قطبی و ناقطبی هر یک را مشخص کنند.

(پ) با دلیل بیان کنند کدام ترکیب در آب و کدام در هگزان محلول است.

۶ حال معلم به کمک دانش‌آموزان، در مورد تأثیر مواد پاک‌کننده بر امید به زندگی بحث کرده و خود را بیازماید صفحات ۲ و ۳ را حل و تجزیه و تحلیل کنند.

بر دانش خود بیفزایید

انحلال‌پذیری مواد

می‌دانیم اگر نیروی بین مولکولی حل‌شونده و حلال از لحاظ نوع و میزان جاذبه، نزدیک به یکدیگر باشند، انتظار می‌رود که در یکدیگر حل شوند. به طوری که می‌توان گفت «شبيه، شبيه را در خود حل می‌کند». بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که :

- هیدروکربن‌ها در حلال‌های ناقطبی (مانند CCl_4 و ...) حل می‌شوند اما در آب نامحلول هستند.
- گازها با مولکول‌های ناقطبی مانند O_2 ، N_2 و ... در هیدروکربن‌ها و حلال‌های ناقطبی بهتر حل شده اما در آب ناچیز حل می‌شوند.
- اغلب نمک‌ها در حلال‌های بسیار قطبی مانند آب حل می‌شوند، اما در هگزان و حلال‌های ناقطبی نامحلول هستند.

• ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار (الکل‌ها، آلدئیدها، اترها، کتون‌ها، استرها و اسیدها) و ترکیب‌های نیتروژن‌دار (مانند آمین‌ها و آمیدها) که شمار اتم‌های کربن آنها کمتر یا مساوی ۵ تا است در آب محلول هستند. برای نمونه جدول ۱ انحلال‌پذیری چند الکل را در آب و هگزان در 25°C نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید، ۱- هگزانول با داشتن گروه هیدروکسیل، در آب نامحلول است.

جدول ۱- انحلال‌پذیری برخی الکل‌ها در آب (25°C)

فرمول الکل	نام الکل	مدل فضا پرکن	انحلال‌پذیری در آب (مواد حل‌شونده / $1000\text{g H}_2\text{O}$)	انحلال‌پذیری در هگزان
CH_3OH	متانول		∞	۱/۲
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	اتانول		∞	∞
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{OH}$	۱- پروپانول		∞	∞
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$	۱- بوتانول		۱/۸	∞
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$	۱- پنتانول		۰/۳۰	∞
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$	۱- هگزانول		۰/۰۵۸	∞

انحلال‌پذیری بی‌نهایت بیان می‌کند که حل‌شونده به هر نسبتی در حلال حل می‌شود و نمی‌توان از آن محلول سیر شده تهیه کرد.

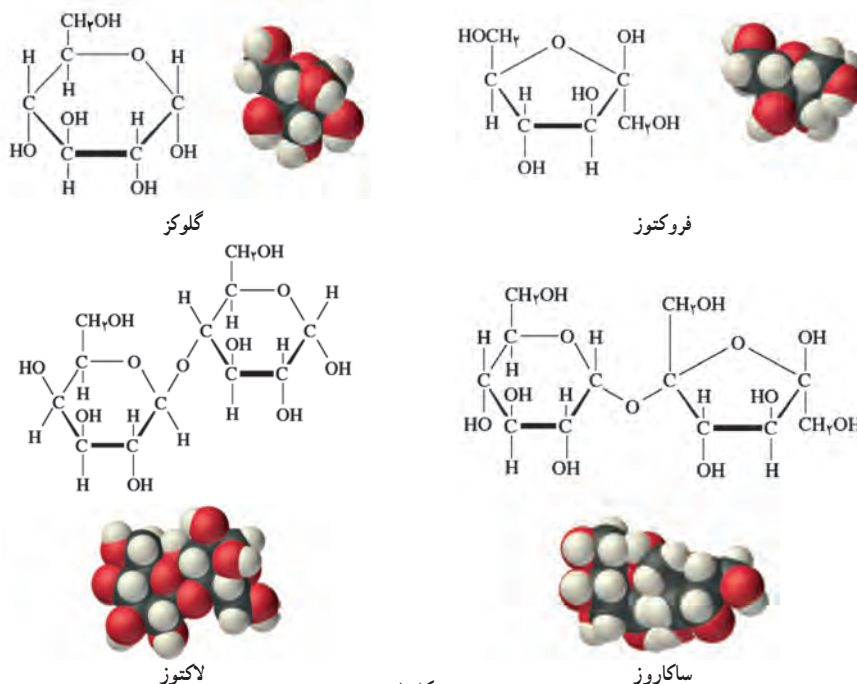
جدول ۲ انحلال‌پذیری چند اسید آلی در آب را نشان می‌دهد.

جدول ۲- انحلال‌پذیری برخی کربوکسیلیک اسیدها در آب (25°C)

نام	فرمول ساختاری	انحلال‌پذیری در آب
متانوئیک اسید	HCOOH	محلول
اتانوئیک اسید	CH_3-COOH	محلول
پروپانوئیک اسید	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$	محلول
بوتانوئیک اسید	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	محلول
پنتانوئیک اسید	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	کم محلول
هگزانوئیک اسید	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	نامحلول

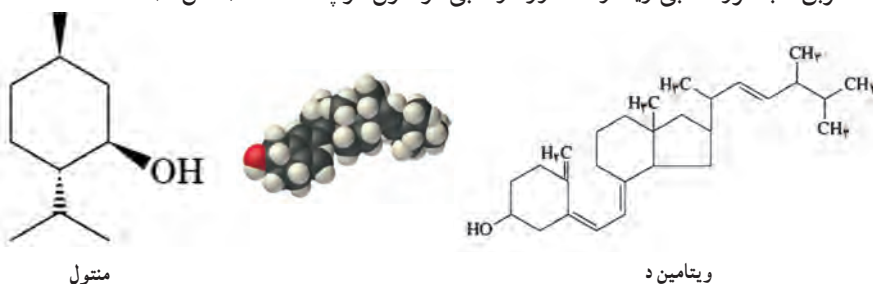
جدول ۲ نشان می‌دهد که هرچه طول زنجیر هیدروکربنی در اسید آلی افزایش می‌یابد، انحلال‌پذیری آنها در آب کمتر و آب‌گریزی آنها بیشتر می‌شود.

● کربوهیدرات‌های ساده (قندهای ساده) مانند گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و مالتوز (شکل ۱) در آب حل می‌شوند.



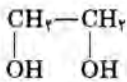
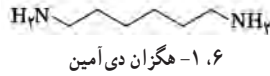
● ترکیب‌های آلی که به ازای هر گروه $-OH$ ، $-COOH$ ، $-NH_2$ بیش از ۵ کربن دارند در آب نامحلول هستند اما در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

برای نمونه، ترکیب‌های زیر با داشتن گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل در آب نامحلول هستند، زیرا نسبت کربن‌ها به گروه قطبی زیاد و گشتاور دوقطبی مولکول کوچک است (شکل ۲).

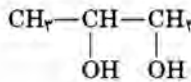


شکل ۲

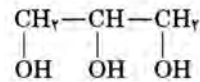
• ترکیب‌های آلی که شماره گروه‌های هیدروکسیل و آمین در آنها زیاد است (شکل ۳)، به خوبی در آب حل می‌شوند.



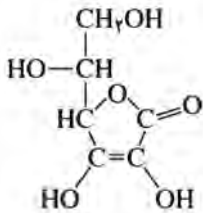
اتیلن گلیکول (۲، ۱- اتان دی اول)



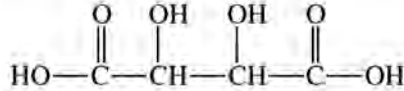
پروپیلن گلیکول (۲، ۱- پروپان دی اول)



گلیسرین (گلیسرول) (۱، ۳، ۲- پروپان تری اول)



ویتامین ث آسکوربیک اسید



تارتاریک اسید (اسید انگور)

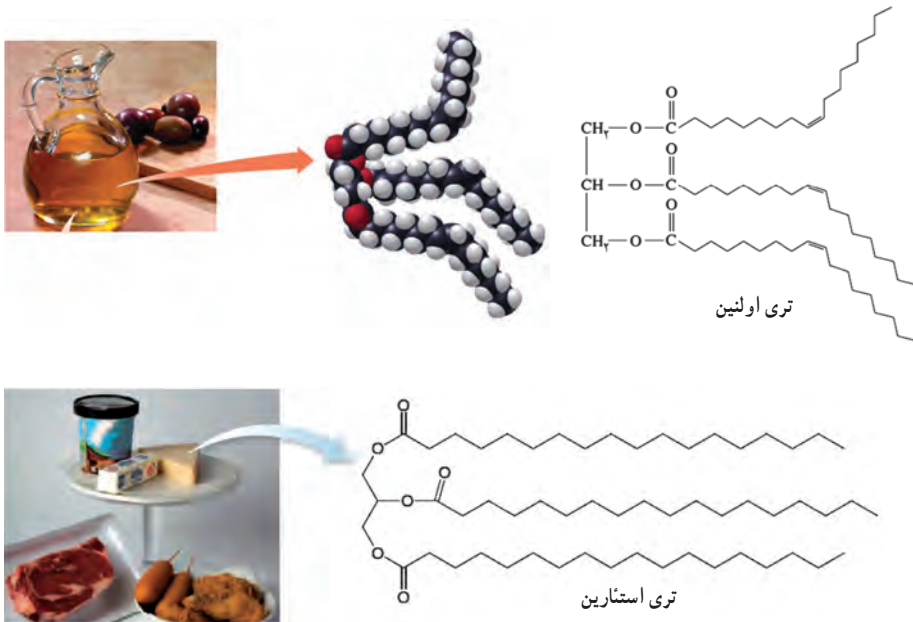
شکل ۳

چربی‌ها

چربی‌ها موادی هستند که در بدن موجودات زنده وجود دارند. این مواد در حلال‌های قطبی مانند آب نامحلول هستند و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان و کم قطبی مانند کلروفرم حل می‌شوند. در اینجا چربی همان لیپید است که شامل انواع گوناگونی از مواد آلی (آب‌گریز و چربی‌دوست) هستند. شکل ۴ نمونه‌هایی از چربی‌ها شامل استروئیدها، ترپنوئیدها، تری‌گلیسیریدها و فسفولیپیدها را نشان می‌دهد.

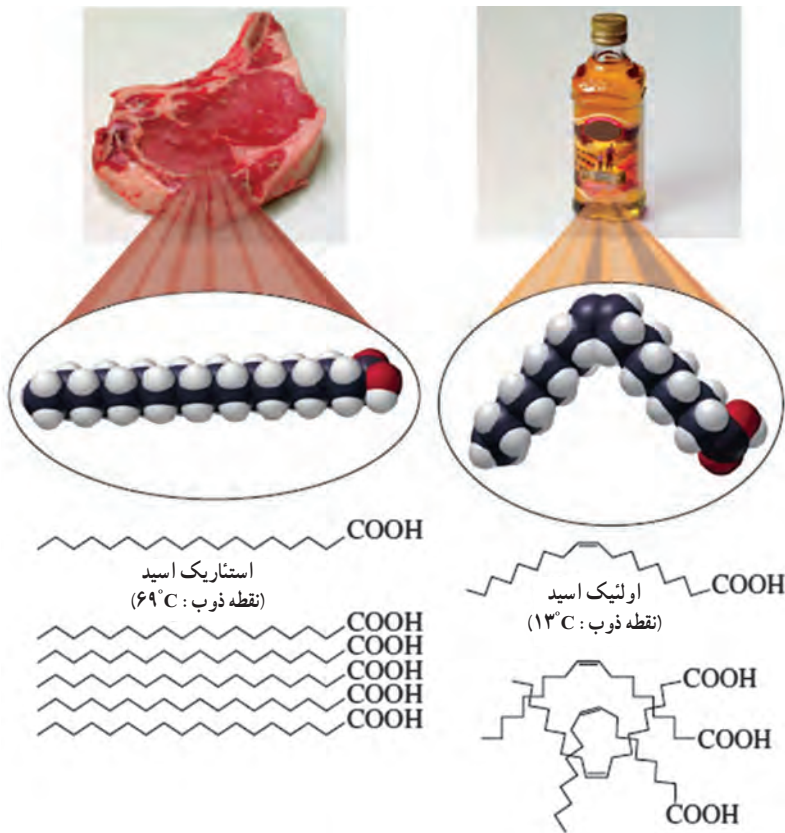
تری گلیسیریدها

یک مولکول تری گلیسیرید، گلیسرین استری شده با سه مولکول اسید چرب است. در واقع تری گلیسیرید یک استر سه‌عاملی است که از سه مولکول اسید چرب و یک مولکول گلیسرین ساخته شده است. تری گلیسیریدها به حالت فیزیکی جامد یا مایع یافت می‌شوند. به تری گلیسیرید جامد، چربی و به تری گلیسیرید مایع، روغن می‌گویند. حالت فیزیکی تری گلیسیریدها به اسیدهای چرب سازنده آنها برمی‌گردد. در تری گلیسیریدهای جامد، اسیدهای چرب سازنده سیر شده هستند، در حالی که در تری گلیسیریدهای مایع، اسیدهای چرب سازنده، سیر نشده هستند. برای مثال، در شکل ۵ دو نمونه از تری گلیسیریدهای مایع و جامد نشان داده شده است.



شکل ۵

شکل روغن جامد مخلوطی از تری‌گلیسیریدهای جامد و روغن مایع مخلوطی از تری‌گلیسیریدهای مایع است. تفاوت حالت فیزیکی تری‌گلیسیریدها با نیروی بین‌مولکولی آنها قابل توجه است. به طوری که می‌توان گفت نیروی بین‌مولکولی در تری‌گلیسیریدهای مایع ضعیف‌تر از تری‌گلیسیریدهای جامد است. برای فهم این تفاوت به شکل ۶ توجه کنید :



شکل ۶- مقایسه نقطه ذوب دو اسید چرب سازنده تری‌گلیسیریدها

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، مولکول‌های اسید چرب سیر شده، می‌توانند به‌طور منظم روی هم چیده شوند و تا حد ممکن به یکدیگر نزدیک شوند. در نتیجه جاذبه‌های وان‌دروالسی بیشتر شده و نیروی بین‌مولکولی افزایش می‌یابد و نقطه ذوب بالاتر می‌رود. اما در مولکول‌های اسید چرب سیر نشده، به دلیل وجود پیوند دوگانه امکان نزدیکی زیاد کاهش می‌یابد و مولکول‌ها نمی‌توانند منظم روی هم قرار بگیرند و به یکدیگر نزدیک شوند. بنابراین جاذبه وان‌دروالسی بین مولکول‌ها ضعیف‌تر بوده و نقطه ذوب پایین‌تر می‌آید (جدول ۳).

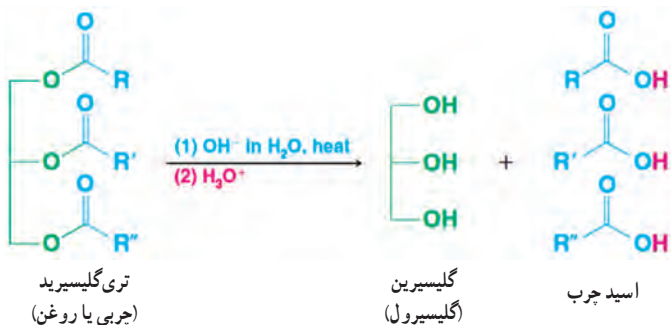
جدول ۳— مقایسه نقطه ذوب چند اسید چرب

نقطه ذوب (°C)	فرمول ساختاری	نام	شمار اتم کربن/ شمار پیوند دوگانه
۴۴	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	لوریک اسید	۱۲: ۰
۵۸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	میرستیک اسید	۱۴: ۰
۶۳	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$	پالمیتیک اسید	۱۶: ۰
۷۰	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	استئاریک اسید	۱۸: ۰
۷۷	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{COOH}$	آراشیدیک اسید	۲۰: ۰
۱	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	پالمیتوئیک اسید	۱۶: ۱
۱۶	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	اولنیک اسید	۱۸: ۱
-۵	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	لینولئیک اسید	۱۸: ۲
-۱۱	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	لینولنیک اسید	۱۸: ۳
-۴۹	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	آراشیدونیک اسید	۲۰: ۴

توجه کنید که هرچه تعداد پیوندهای دوگانه در ساختار تری‌گلیسیرید بیشتر باشد، نقطه ذوب آن پایین‌تر است.

تجزیه چربی‌ها و روغن‌ها

تری‌گلیسیریدها با آب در محیط اسیدی واکنش می‌دهند و به اسیدهای چرب و گلیسرین (گلیسرول) تبدیل می‌شوند. شکل ۷، معادله نمادی واکنش آبکافت تری‌گلیسیریدها را نشان می‌دهد.

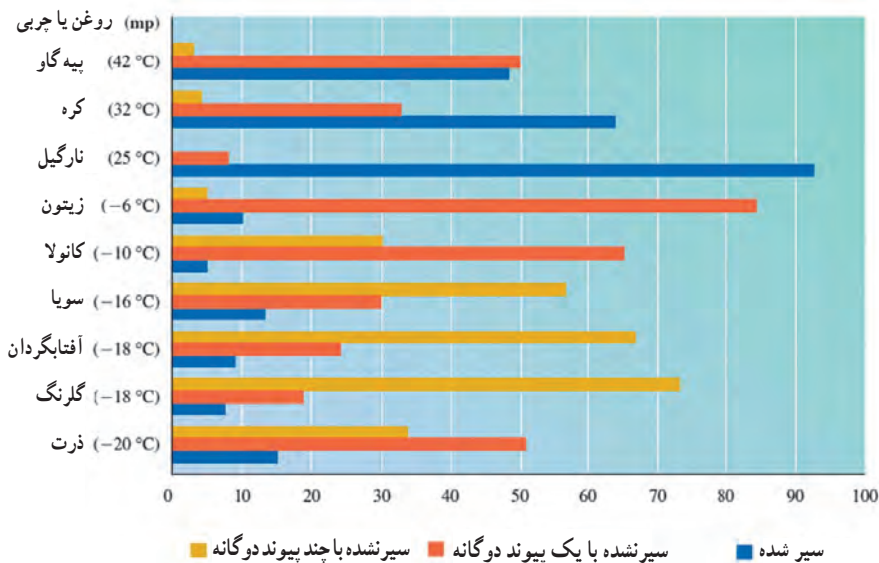


شکل ۷- آبکافت تری‌گلیسرید

در این معادله گروه R، بیانگر آلکیل یا آلکنیل و ... بلند زنجیر است.

شیمی‌دان‌ها با انجام این واکنش‌ها و با استفاده از دستگاه‌ها و روش‌های شناسایی گوناگون، اسیدهای چرب سازنده انواع روغن‌ها و چربی‌ها را مشخص می‌کنند. جدول‌های ۴ و ۵ اطلاعاتی درباره اسیدهای چرب سازنده برخی روغن‌ها و چربی‌ها نشان می‌دهند.

جدول ۴- نقطه ذوب همراه با درصد چربی اسیدهای چرب در چند روغن یا چربی



جدول ۵- ترکیب درصد اسیدهای چرب در برخی روغن‌ها و چربی‌ها (درصد مولی)

روغن یا چربی	سیر شده								سیر نشده			
	C _۴	C _۶	C _۸	C _{۱۰}	C _{۱۲}	C _{۱۴}	C _{۱۶}	C _{۱۸}	C _{۱۶}	C _{۱۸}	C _{۱۸}	C _{۱۸}
	Butyric Acid	Caproic Acid	Caprylic Acid	Capric Acid	Lauric Acid	Myristic Acid	Palmitic Acid	Stearic Acid	Palmitoleic Acid	Oleic Acid	Linolenic Acid	Linolenic Acid
کره	3-4	1-2	0-1	2-3	2-5	8-15	25-29	9-12	4-6	18-33	2-4	
بیه گاو						2-5	24-34	15-30		35-45	1-3	0-1
زیتون						0-1	5-15	1-4		67-84	8-12	
بادام زمینی							7-12	2-6		30-60	20-38	
ذرت						1-2	7-11	3-4	1-2	25-35	50-60	
دانه بنه						1-2	18-25	1-2	1-3	17-38	45-55	
سویا						1-2	6-10	2-4		20-30	50-58	5-10
بذر کنان							4-7	2-4		14-30	14-25	45-60
نارگیل		0-1	5-7	7-9	40-50	15-20	9-12	2-4	0-1	6-9	0-1	
چکر ماهی						5-7	8-10	0-1	18-22	27-33	27-32	

جالب توجه است بدانید که تجزیه روغن‌ها و چربی‌ها نشان می‌دهد که مقدار اسید چرب موجود با مقدار تری‌گلیسیرید استفاده شده همخوانی ندارد. این مشاهده بیانگر آن است که در روغن‌ها و چربی‌ها علاوه بر تری‌گلیسیریدها مقادیر کمی اسیدهای چرب آزاد نیز وجود دارد.

خودارزیابی

جدول ۶ برخی خواص فیزیکی اسیدها را نشان می‌دهد. با توجه به آن سه رفتار کلی اسیدها را بیان کنید.

جدول ۶

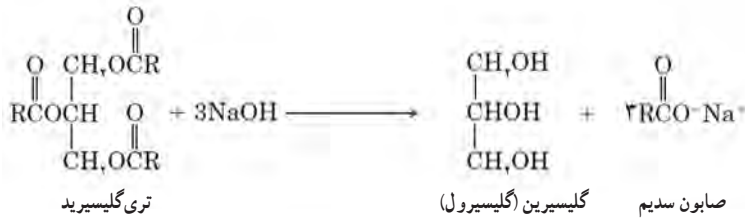
نام رایج	فرمول ساختاری	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	انحلال پذیری (گرم حل‌شونده / ۱۰۰۰g H _۲ O)
فرمیک اسید	H-COOH	۱۰۱	۸	∞
استیک اسید	CH _۳ -COOH	۱۱۸	۱۷	∞
پروپونیک اسید	CH _۳ -CH _۲ -COOH	۱۴۱	-۲۱	∞
بوتیریک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۲ -COOH	۱۶۴	-۵	∞
والریک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۳ -COOH	۱۸۶	-۳۴	۵
کاپرونیک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۴ -COOH	۲۰۵	-۳	۱
کاپریلیک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۵ -COOH	۲۳۹	۱۷	نامحلول
کاپریک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۶ -COOH	۲۷۰	۳۲	نامحلول
لوریک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _۷ -COOH	۲۹۹	۴۴	نامحلول
میرسیستیک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _{۱۲} -COOH	تجزیه می‌شود	۵۸	نامحلول
پالمیتیک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _{۱۴} -COOH	تجزیه می‌شود	۶۳	نامحلول
استئاریک اسید	CH _۳ -(CH _۲) _{۱۶} -COOH	تجزیه می‌شود	۷۱	نامحلول

پاسخ :

- با افزایش شمار کربن، انحلال پذیری کربوکسیلیک اسیدها کاهش می‌یابد.
- هرچه شمار کربن کربوکسیلیک اسیدها بیشتر باشد، نقطه ذوب آنها بالاتر است.
- در دمای بالاتر از 30°C ، اسیدهای چرب تجزیه می‌شوند.

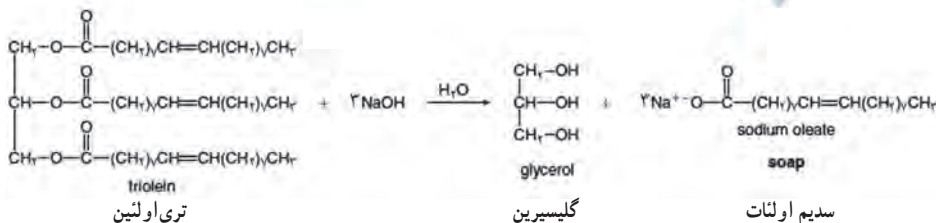
صابون

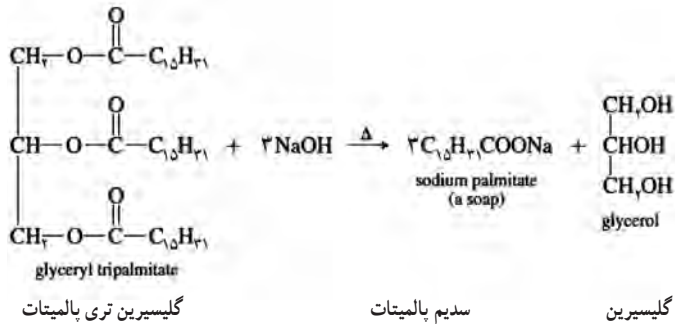
به نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم کربوکسیلیک اسیدهایی که طول زنجیر کربنی آنها بلند باشد، صابون می‌گویند. صابون‌ها اغلب نمک سدیم کربوکسیلات هستند که از واکنش تری‌گلیسیریدها با سود سوزآور تهیه می‌شوند. این واکنش به واکنش صابونی شدن معروف است که آن را با معادله نمادی زیر نشان می‌دهند.



شکل ۸- واکنش صابونی شدن

در این معادله گروه R، نماینده گروه آلکیل بلندزنجیر یا گروه آلکنیل بلند است. توجه داشته باشید که گروه‌های R می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند. شکل ۹، سه واکنش صابونی شدن برای دو تری‌گلیسیرید مختلف را نمایش می‌دهد.

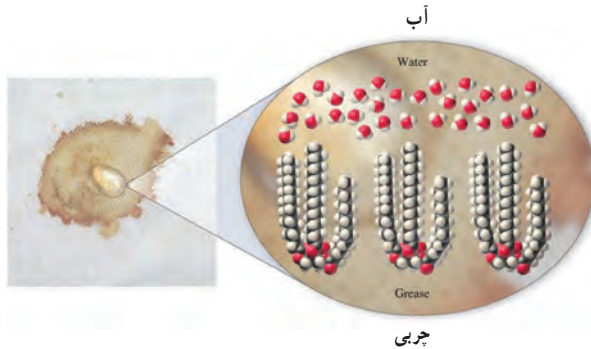




شکل ۹

انحلال صابون در آب

چربی‌ها موادی آب‌گریز هستند؛ زیرا مولکول‌های آنها ناقطبی بوده و با آب جاذبه قابل توجهی برقرار نمی‌کنند. از این رو آب و روغن، یک مخلوط ناهمگن خواهد شد.



شکل ۱۰

مولکول‌های صابون دارای یک سر بسیار قطبی (یونی) و یک سر ناقطبی‌اند؛ بنابراین وقتی مولکول‌های صابون در کنار مولکول‌های آب قرار می‌گیرند، از سر آب دوست (یونی) به مولکول‌های آب نزدیک می‌شوند و با ایجاد جاذبه‌های قوی یون دو قطبی در لابه‌لای مولکول‌های آب پخش می‌شوند. هنگامی که مولکول‌های صابون در لابه‌لای مولکول‌های آب پخش می‌شوند، از سر ناقطبی دور هم جمع می‌شوند و قطره‌های کروی ریز ایجاد می‌کنند. به طوری که سر ناقطبی مولکول‌های صابون به سمت داخل و سر قطبی مولکول‌های صابون در سطح قطره‌ها قرار می‌گیرند (شکل ۱۱).

پاکیزگی محیط با مولکول ها

از انتهای صفحه ۶ تا ۱۰

واحد
یادگیری ۲

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ انواع مخلوط ها را تشخیص دهند و ویژگی های آنها را مقایسه کنند.
- ۲ درباره فرایند پاک کنندگی صابون، قدرت پاک کنندگی صابون و عوامل مؤثر بر آن گزارشی ارائه دهند.
- ۳ علت تفاوت رفتار صابون در آب های شور و شیرین را از نظر شیمیایی توضیح دهند.

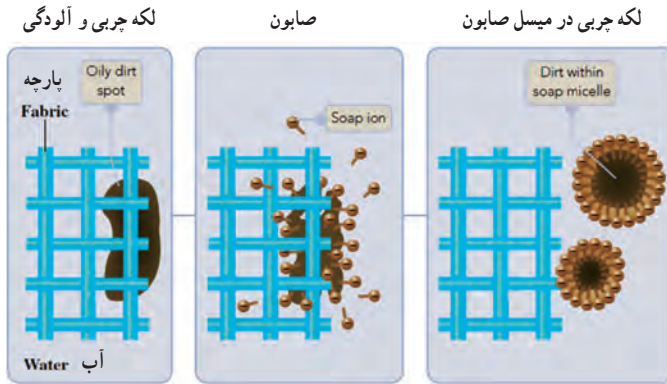
پرسش های اساسی

- ۱ تفاوت محلول، کلوئید و سوسپانسیون در چیست؟
- ۲ صابون چگونه لکه های چربی و آلودگی ها را از محیط های گوناگون پاک می کند؟
- ۳ قدرت پاک کنندگی صابون به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۴ چرا صابون در آب های شور کف نمی کند؟

بر دانش خود بیفزایید

خاصیت پاک کنندگی صابون

مولکول های صابون رفتار دوگانه دارند، از یک سر، آب گریز (چربی دوست) و از سر دیگر، آب دوست (چربی گریز) هستند؛ به همین دلیل توانایی پاک کنندگی لکه های چربی و کثیفی را که اجزای سازنده آنها مولکول های ناقطبی اند، دارند. حال اگر به مخلوط آب و صابون چند قطره چربی بیفزایید و آن را هم بزیند (با اینکه به پارچه یا ظرف آغشته به چربی، مخلوط آب و صابون را بیفزایید)، مولکول های ناقطبی چربی با بخش ناقطبی صابون برهم کنش قابل توجهی ایجاد می کنند. در این حالت میسل هایی تولید می شوند که سطح بیرونی آن را بخش یونی صابون و بخش درونی آن را سر ناقطبی صابون و مولکول های چربی تشکیل می دهند (شکل ۱۳). این میسل ها در آب کلوئید جدید آب، چربی و صابون را می سازند. در واقع صابون یک امولسیون کننده است؛ زیرا می تواند مولکول های قطبی آب و ناقطبی چربی را کنار هم پایدار نگه دارد.



شکل ۱۳- فرایند پاک کردن لکه چربی با استفاده از صابون

کلوئیدها

هر سیستم کلوئیدی ذره‌هایی دارد که دست کم یکی از ابعاد آنها ۲ تا ۱۰۰۰ نانومتر است و در محیط پراکنده است. این ذره‌ها را ذره‌های کلوئیدی یا فاز پخش‌شونده و محیط آنها را فاز پیوسته یا فاز پخش‌کننده می‌نامند. از آنجا که هر دو فاز پخش‌شونده و پخش‌کننده می‌توانند به حالت جامد، مایع و یا گاز باشند (هنگامی که در مخلوط، هر دو فاز به حالت گاز باشند، مخلوط یک کلوئید به شمار نمی‌رود و به آن مخلوط همگن یا محلول گازی می‌گویند). ساده‌ترین دسته‌بندی سیستم‌های کلوئیدی براساس حالت فیزیکی فازهای پخش‌شونده و پخش‌کننده خواهد بود. سول یک سیستم کلوئیدی است که فاز پخش‌کننده آن، مایع یا گاز است. اگر فاز پخش‌کننده به حالت گاز باشد، به آن ائروسول می‌گویند. برای نمونه مه، ائروسولی از ذره‌های مایع در گاز و دود ائروسولی با ذره‌های مایع یا جامد در گاز است. دود تنباکو، ائروسولی از ذره‌های مایع در گاز و دود سفیدرنگ نشادر حاصل واکنش HCl(g) با $\text{NH}_3(\text{g})$ ، ائروسولی از ذره‌های جامد در گاز است.

جو زمین دارای ائروسولی از H_2SO_4 آبی و قطره‌های بسیار ریز SO_4 ، NH_4 است که از سوختن سوخت‌های گوگردار و انفجار آتشفشان‌ها پدید می‌آید. این ائروسول سولفات‌دار، افزون بر اسیدی کردن باران، برخی پرتوهای خورشید را بازمی‌تاباند و سبب سرد شدن زمین می‌شود.

هنگامی که در یک سیستم کلوئیدی هر دو فاز پخش‌شونده و پخش‌کننده به حالت مایع باشند، به آن امولسیون می‌گویند؛ مانند کره و مایونز که امولسیون‌های خوراکی‌اند. سیستم کلوئیدی که دارای ذره‌های جامد معلق در مایع (فاز پخش‌شونده جامد و فاز پخش‌کننده مایع) باشد، مخلوط معلق کلوئیدی یا سوسپانسیون کلوئیدی به‌شمار می‌رود. برای نمونه هنگامی که محلول آبی دارای یون‌های $\text{Cl}^-(\text{aq})$ به محلول آبی دارای یون‌های $\text{Ag}^+(\text{aq})$ افزوده می‌شود، می‌تواند رسوب AgCl با بلورهای بسیار ریز پدید آورد. این رسوب، با صافی جدا نمی‌شود و به‌صورت ذره‌های جامد معلق در مایع (سوسپانسیون کلوئیدی) باقی می‌ماند. یکی دیگر از سیستم‌های کلوئیدی، کف است که در آن حباب‌های گاز (فاز پخش‌شونده) در مایع یا جامدی (فاز پخش‌کننده) پراکنده‌اند. در این سیستم کلوئیدی، قطر حباب‌ها بیش از ۱۰۰۰ نانومتر است، ولی فاصله میان حباب‌ها کمتر از ۱۰۰۰۰ نانومتر است.

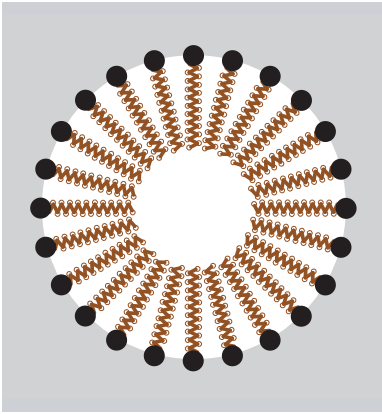
کف صابون و کفی که در ساحل دریا تشکیل می‌شود، سیستم‌های کلوئیدی گاز در مایع هستند؛ درحالی که سنگ‌پا، کف جامدی است که در آن حباب‌های هوا در سنگی که پیش از آن آتشفشانی بوده، معلق‌اند. دیگر کف جامد، یونولیت است که امروزه انواع آن، کاربردهای فراوانی یافته‌اند.

در نوع دیگری از دسته‌بندی، کلوئیدها در دو دسته جای می‌گیرند. در یکی ذره‌های معلق، مولکول‌های منفردند و به آن، کلوئید تک‌مولکولی می‌گویند و در دیگری ذره‌های معلق از گردهمایی شماری مولکول پدید آمده‌اند و ذره‌های کلوئیدی، توده‌های مولکولی‌اند. برای نمونه ذره‌های کلوئیدی و پراکنده Au و AgCl در آب، توده‌های مولکولی‌اند و به همین دلیل سیستم‌های دوفازی هستند، درحالی که محلول یک پلیمر مانند پروتئین در آب، دارای ذره‌های کلوئیدی به صورت مولکول‌های منفرد است و سیستم یک‌فازی به شمار می‌رود. توجه کنید اندازه بزرگ مولکول‌ها در چنین کلوئیدهایی موجب می‌شود که محلول آبی پروتئین از لحاظ خواصی مانند پراکندگی نور و ته‌نشینی هنگام ساترifiوژ، رفتاری همانند ذره‌های کلوئیدی به صورت توده‌های مولکولی داشته باشد. بر همین اساس محلول‌های پلیمری مانند محلول آبی پروتئین، یک سیستم کلوئیدی به‌شمار می‌رود.

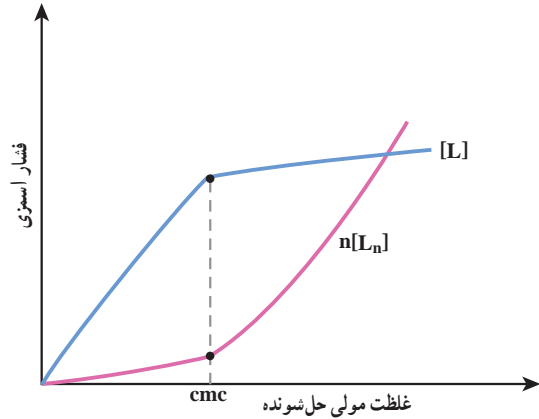
کلوئیدهای حلال دوست و حلال‌گریز

در سومین الگو از دسته‌بندی کلوئیدها، می‌توان آنها را در دو دسته حلال‌دوست و حلال‌گریز جای داد. هنگامی که پروتئینی در آب انداخته می‌شود، مولکول‌های پلیمر به تدریج در آب پراکنده می‌شوند و یک سیستم کلوئیدی پدید می‌آورند. این پدیده نشان می‌دهد که مولکول‌های این پلیمر به دلیل حلال دوستی در فاز پخش‌کننده، پراکنده شده و یک سول حلال‌دوست تشکیل می‌دهند. این سول حلال‌دوست (مخلوط همگن یا یک‌فازی) از لحاظ ترمودینامیکی پایدارتر از سیستم دوفازی شامل فاز پراکنده شونده و فاز پراکنده‌کننده است (در مواردی نیز با تجمع مولکول‌ها و تشکیل توده‌های مولکولی، کلوئید حلال‌دوست پدید می‌آید). برای درک بهتر این مطلب به نمونه‌ای کاربردی در زندگی روزمره توجه کنید. هنگامی که نمودار فشار اسمزی ۲ برای محلول آبی صابون ($\text{RCOO}^- \text{Na}^+$ و $\text{RCOO}^- \text{K}^+$) بر پایه غلظت استوکیومتری حل‌شونده رسم می‌شود (نمودار شکل ۱۴) در نقطه‌ای، مانند نقطه cmc (Critical micelle Concentration) غلظت میسلی بحرانی افت شدیدی رخ می‌دهند.

در این مخلوط توانایی پخش نور در نقطه cmc ، شروع به افزایش می‌کند. این ویژگی نشان می‌دهد که در بالاتر از cmc ، بخش عمده‌ای از یون‌ها تجمع کرده‌اند تا ذره‌های کلوئیدی با اندازه‌های گوناگون پدید آورند. هریک از این تجمع‌ها که می‌تواند کروی، استوانه‌ای و... باشند، میسل نام دارند (شکل ۱۵). از آنجا که رقیق کردن محلول، تا زیر نقطه cmc باعث حذف میسل‌ها می‌شود، تشکیل میسل‌ها یک فرایند برگشت‌پذیر (دوسویه) است. داده‌های پراکندگی نور نشان می‌دهد که میسل‌های کروی از ۲۰ تا ۱۰۰ واحد منومری دارد و این تعداد بستگی به نوع ماده دارد.



شکل ۱۵- میسل صابون در محلول آبی



شکل ۱۴- غلظت منومر، $[L]$ و غلظت میسل، $[L_n]$ برحسب غلظت استوکیومتری

در شکل ۱۵، یک میسل صابون در آب نشان داده شده است. بخش ناقطبی (هیدروکربنی) آن به سمت مرکز و بخش قطبی (آنیونی) آن به سمت بیرون جهت‌گیری کرده است. بسیاری از گروه‌های COO^- (بخش آنیونی) میسل، حلال‌پوشی شده و به یون‌های Na^+ و K^+ متصل‌اند. هنگامی که غلظت شوینده بالا است، میسل‌های غیرکروی نیز تشکیل می‌شوند که شکلی همانند استوانه یا قاعده نیم‌کره یا دایره دارند.

نمونه دیگری از کلوئیدهای حلال‌دوست، از حل شدن مولکول‌های چربی در میسل‌های ایجاد شده با آنیون اسیدهای حاصل از صفرای می‌باشد. با این فرایند، چربی در روده جذب می‌شود. همچنین، انحلال کلسترول در نمک‌های میسلی پدید آمده از اسیدهای صفرای به دفع کلسترول از بدن کمک می‌کند. برای نمایش کلوئیدهای حلال‌گریز، می‌توان $\text{AgCl}(s)$ را در آب ریخت. در این مخلوط، سیستم کلوئیدی پراکنده، خود به خود به وجود نمی‌آید. این کلوئید در پایدارترین حالت، یعنی کمترین منطقه‌های سطح مشترک به سر می‌برد. از سوی دیگر، عمر طولانی این کلوئیدها به دلیل جذب یون‌ها روی ذره‌های کلوئیدی است که دافعه میان ذره‌های باردار همنام، از تجمع آنها جلوگیری می‌کند.

وجود یون‌های جذب شده را می‌توان با مهاجرت ذره‌های کلوئیدی در یک میدان الکتریکی اثبات کرد. این پدیده، الکتروفوز نام دارد. برای تهیه کلوئید حلال‌گریز، می‌توان از واکنش‌های رسوب‌ساز نیز کمک گرفت. رسوب‌ها در چنین واکنش‌هایی، هنگامی که در محلول‌های بسیار رقیق و محلول‌های غلیظ تشکیل می‌شوند، تمایل به ایجاد کلوئید دارند.

با خرد کردن مکانیکی یک جامد مانند AgCl به ذره‌های ریز و پخش آن در محیطی مانند آب همراه با تکان دادن شدید و همچنین دو مایع مخلوط نشدنی آب و روغن در حضور یک امولسیون‌کننده، می‌توان سول‌های حلال‌گریز تهیه کرد.

در جستجوی پاک‌کننده‌های جدید

از انتهای صفحه ۱۰ تا ۱۴

واحد
یادگیری ۳

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود:

- ۱ ساختار پاک‌کننده‌های صابونی را از غیرصابونی تشخیص دهند و با مقایسه ساختار، رفتار آنها را مقایسه کرده و تبیین کنند.
- ۲ درباره چگونگی پاک‌کنندگی، قدرت پاک‌کنندگی و عوامل مؤثر بر پاک‌کنندگی صابون‌های سولفوناتی گزارشی ارائه دهند.
- ۳ با شناسایی پاک‌کننده‌های خورنده، رفتار آنها را توضیح دهند.

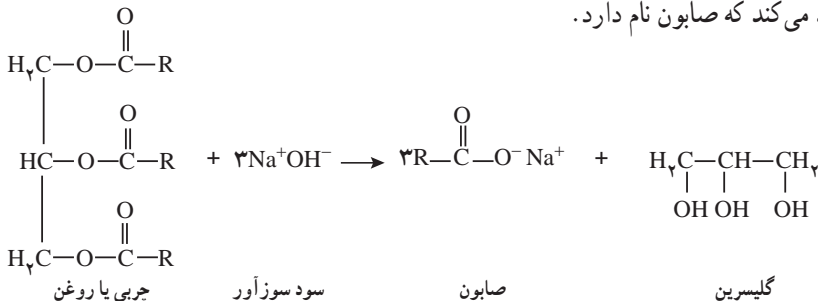
پرسش‌های اساسی

- ۱ وجود چه ساختارهایی سبب می‌شود تا یک ماده همانند صابون رفتار کند؟
- ۲ ساختار و رفتار پاک‌کننده‌های غیرصابونی چگونه است؟
- ۳ چه پاک‌کننده‌هایی خورنده هستند؟ رفتار شیمیایی آنها چگونه است؟

بر دانش خود بیفزایید

صابون‌ها

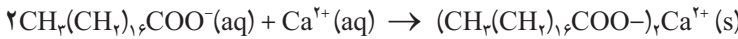
آبکافت تری‌گلیسیریدها مانند چربی‌ها و روغن‌ها با محلول آبی بازهای قوی مانند (NaOH و KOH)، نمکی تولید می‌کند که صابون نام دارد.



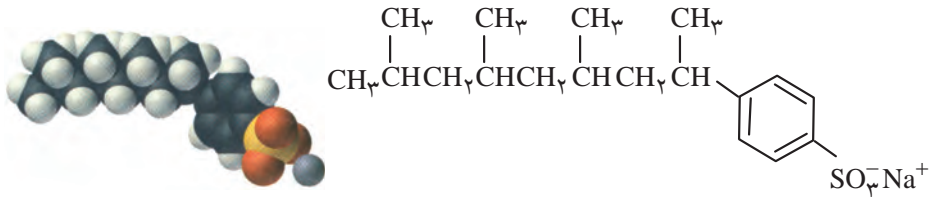
در گذشته نیز برای تهیه صابون، چربی‌های حیوانی را با خاکستر چوب می‌جوشاندند و فرآورده آن را با استفاده از محلول غلیظ آب و نمک از مخلوط حاصل جدا می‌کردند.

چربی‌ها و روغن‌هایی که برای ساخت صابون‌ها به کار می‌روند، عبارت‌اند از :
 (آ) پیه یا چربی گوسفند که بخش عمده آن استرستتاریک اسید ($C_{17}H_{35}COOH$) است. برای آنکه این نوع صابون‌ها، خیلی سخت و سفت نشوند، آن را با روغن نارگیل مخلوط می‌کنند.
 (ب) اغلب صابون‌ها در آب سخت (مانند آب دریا) به خوبی کف نمی‌کنند؛ زیرا با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} موجود در آب دریا رسوب تشکیل می‌دهند. لذا برای تهیه صابون‌هایی که انحلال‌پذیری بیشتری دارند، از روغن نارگیل که عمده آن استری از لوریل اسید ($C_{11}H_{23}COOH$) است، استفاده می‌کنند.
 (پ) از روغن نخل و روغن زیتون که به‌طور عمده دارای استر اولئیک اسیدند، به ترتیب در تهیه صابون‌های آرایشی و کاستیل استفاده می‌شود.

دیدید که برخی ناخالصی‌های موجود در آب باعث کاهش عملکرد صابون می‌شوند. مخصوصاً این مشکل در خصوص یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت می‌باشد. این یون‌ها با مولکول‌های صابون تشکیل یک کف (تفاله) لزج چرب شبیه کلوخه را کرده که در موقع حمام کردن روی پوست و یا روی وان حمام ته‌نشین (رسوب) می‌شوند.

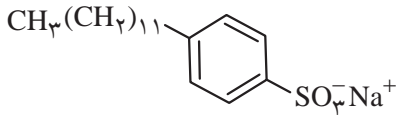


صابون در آب سخت یک انتخاب ضعیف برای شست‌وشوی مو، ظروف یا لباس می‌باشد؛ زیرا با تشکیل یک لایه لزج به صورت یک فیلم خاکستری روی سطح تمیز شده ظاهر می‌شود.
 در دهه ۱۹۵۰، شیمی‌دان‌ها شوینده‌های سنتزی را توسعه دادند که برعکس صابون‌ها، یا یون‌های آب سخت واکنش نمی‌دهند. یکی از اولین شوینده‌های سنتزی موفق در این زمینه، شوینده آلکیل بنزن سولفونات (ABS) بود (شکل ۱۶). این شوینده‌ها تشکیل لایه لزج نداده و تهیه آنها هزینه بر نمی‌باشد. مشخص شد که این شوینده‌ها کاربرد وسیعی در فرمولاسیون بودرهای لباسشویی و سایر پاک‌کننده‌ها دارند. علی‌رغم اینکه شوینده‌های ABS زیست تخریب‌پذیر نبودند، اما یک جایگزین مناسب برای صابون بودند.



شکل ۱۶- سدیم آلکیل بنزن سولفونات، یک پاک‌کننده ABS

محققین متوجه شدند که علت تجزیه نشدن این مولکول‌ها، وجود زنجیرهای آلکیل پرشاخه می‌باشد. میکروارگانیزم‌هایی که زنجیر آلکیل راست زنجیر را در صابون تجزیه می‌کنند، نمی‌توانند زنجیرهای آلکیل شاخه‌دار را تجزیه کنند؛ بنابراین شوینده‌های ABS در طبیعت انباشته می‌شوند.

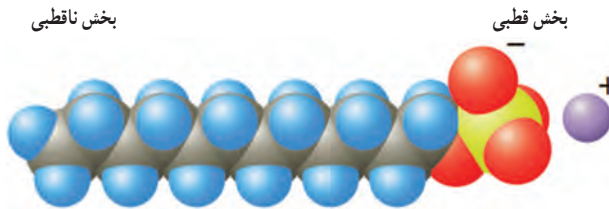


شکل ۱۷- سدیم بارا - دودسیل بنزن سولفونات، یک پاک کننده LAS. زنجیر آلکیل خطی اجازه تخریب پاک کننده های LAS توسط میکروارگانسیم ها را می دهد.

برای حل این مشکل صنعت شوینده ها بایستی دنبال طراحی و سنتز گونه های اصلاح شده ای از شوینده های ABS می رفت. شیمی دان ها نوع دیگری از شوینده های ABS را که در آنها آلکیل های شاخه دار با گروه های آلکیل راست زنجیر جایگزین شده بودند را سنتز کردند که خیلی شبیه صابون بودند.

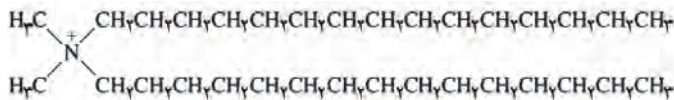
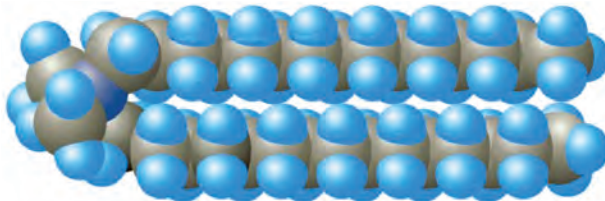
این شوینده های خطی آلکیل سولفونات (LAS) (شکل ۱۷) زیست تخریب پذیر بودند و مشکل ABS های قبلی را نداشتند. مولکول های LAS پس از تجزیه به صورت مواد بی خطر H_2O ، CO_2 و SO_4^{2-} وارد طبیعت می شوند. به شوینده های LAS و ABS شوینده های آنیونی اطلاق می شود، به خاطر اینکه بخش قطبی این مولکول ها یک یون منفی است.

شیمی دان ها همچنین انواع شوینده های آنیونی، کاتیونی و غیر یونی را (شکل ۱۸- آ، ب، پ) توسعه دادند. در شوینده های کاتیونی، قسمت قطبی یک یون مثبت می باشد و در شوینده های غیر یونی، بخش قطبی غیر یونی بوده اما به خاطر حضور گروه های قطبی OH یا سایر گروه های قطبی، خصلت قطبی دارد.



سدیم لوریل سولفات

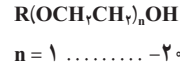
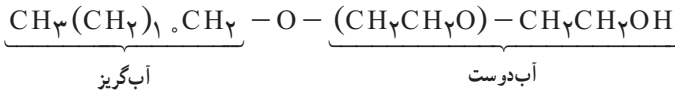
شکل ۱۸- آ. شوینده آنیونی



بخش آب دوست

بخش آب گریز

شکل ۱۸- ب. شوینده کاتیونی



شکل ۱۸- ب. شوینده غیریونی

یک شوینده غیریونی با فرمول زیر را در نظر بگیرید.



این شوینده چربی حل شده را پاک می‌کند، اما حلالیت کمی در آب دارد و قدرت پاک‌کنندگی آن با تغییر طول زنجیر هیدروکربنی و تعداد اتم‌های اکسیژن تغییر می‌کند. یکی از ویژگی‌های صابون‌های غیریونی این است که در آب سرد به خوبی کف می‌کنند. همچنین صابون‌های کاتیونی خاصیت میکروب‌کشی قوی‌تری دارند و از این‌رو از آنها در استریلیزه کردن محیط‌ها و ابزار بیمارستانی استفاده می‌شود.

پاک‌کننده‌های خورنده

برخی محصولات خانگی به لحاظ شیمیایی خیلی فعال هستند. شاید فعال‌ترین، آنهایی باشند که برای حذف کلوخه‌ها از محل‌های عبور (آبگذرها) استفاده می‌شوند. این مواد اغلب حاوی یک باز قوی نظیر سدیم هیدروکسید می‌باشند. زمانی که با آب مخلوط می‌شوند سدیم هیدروکسید جامد حل شده، به صورت غیرقابل کنترلی محلول NaOH را تولید می‌کند. این محلول باعث ذوب چربی‌های جمع شده در کلوخه‌ها شده و برخی از مولکول‌های چربی را به مولکول‌های صابون تبدیل می‌کند، این عمل باعث حل شدن بیشتر چربی می‌شود. محلول NaOH همچنین باعث حل شدن رشته‌های پروتئین در مو می‌شود که معمولاً از اجزای تشکیل‌دهنده کلوخه لوله‌های مجاری آب می‌باشد.

برخی از انواع این نوع پاک‌کننده‌ها حاوی مقدار کمی آلومینیم می‌باشد. آلومینیم در محلول NaOH حل شده و تولید گاز هیدروژن را می‌کند. گاز خارج شده به صورت فیزیکی باعث شکسته شدن کلوخه‌ها می‌شود. موقع استفاده از محلول NaOH بایستی با دقت کار کرد. آنها به شدت خورنده بوده و نباید با پوست تماس داشته باشند.

اسیدها و بازها

از انتهای صفحه ۱۴ تا ۱۹

واحد یادگیری ۴

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

۱. ضمن تعریف اسید و باز مطابق نظریه آرنیوس، رفتار اسیدها و بازها را توضیح دهند.
۲. رسانایی محلول‌های اسیدی و بازی را براساس درجه تفکیک آنها مقایسه کنند و گزارش دهند.
۳. معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون دار بنویسند و محاسبات کمی مربوط به درجه یونش و درصد یونش را انجام دهند.

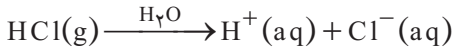
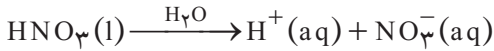
پرسش‌های اساسی

۱. مبنای تعریف اسید و باز چیست؟
۲. رسانایی در محلول‌ها چگونه انجام می‌شود و چه ارتباطی با نوع حل‌شونده دارد؟
۳. چرا رفتار اسیدها با یکدیگر تفاوت دارد؟

بر دانش خود بیفزایید

نظریه آرنیوس

در سال ۱۸۸۴ شیمی‌دان سوئدی سوانت آرنیوس (Svante Arrhenius) تعریفی روشن از اسید و باز براساس نظریه تولید یون از الکترولیت‌ها ارائه نمود. وی بیان کرد که الکترولیت‌هایی چون اسیدها، بازها و نمک‌ها در محلول‌های آبی به یون‌ها تبدیل می‌شوند. آرنیوس با بررسی رسانایی الکتریکی محلول اسیدها و بازها استدلال کرد که اسید باید در آب یون‌های H^+ تولید کند. در واقع اسید آرنیوس ترکیبی است که با حل شدن در آب تولید یون هیدروژن می‌کند. باز آرنیوس ترکیبی است که با حل شدن در آب یون هیدروکسید تولید می‌کند. بنابراین عامل اسیدی یون هیدروژن و عامل بازی یون هیدروکسید می‌باشد. نیتریک اسید و گاز هیدروژن کلرید، مثال‌هایی از اسیدهای آرنیوس هستند :



آرنیوس قدرت اسیدی را نیز بر همین مبنا تعریف کرد. به عقیده او اسید قوی در محلول‌های آبی به طور کامل یونیده می‌شود، اما میزان یونش اسید ضعیف کمتر است. اسید آرنیوس در حالت خالص خود (و نه در محلول) یک ترکیب مولکولی است و یون H^+ ندارد. این یون پس از حل شدن اسید در آب، تشکیل می‌گردد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت مبتنی بر نظریه آرنیوس :

● اسید ماده‌ای است که در آب هیدرونیوم تولید می‌کند و غلظت آن را افزایش می‌دهد؛ مانند



● باز ماده‌ای است که در آب یون هیدروکسید تولید می‌کند و غلظت آن را افزایش می‌دهد؛ مانند



نظریه تفکیک یونی و الکترولیت‌ها

آرنیوس بر اساس نظریه تفکیک یونی می‌گفت :

● ترکیب‌هایی را الکترولیت می‌نامند که هنگام انحلال در آب (حلال مناسب دیگری) بتوانند به ذره‌هایی با بار الکتریکی مثبت و منفی تبدیل شوند.

● الکترولیت‌ها در محلول‌ها به طور کامل به یون تبدیل نمی‌شوند و کسری از مولکول‌های آن در محلول به شکل آغازی باقی می‌مانند. در این حالت بین آنها و یون‌های موجود در محلول، نوعی تعادل ایجاد می‌شود.

● بین یون‌ها هیچ برهم‌کنشی وجود ندارد و محلول الکترولیت، ایدئال در نظر گرفته می‌شود. آرنیوس معتقد بود الکترولیت قوی، ترکیبی است که هنگام انحلال در آب به طور کامل به یون‌های مجزا تبدیل شود (شکل ۱۹).

(فرایند یونشی، هیچ یونی از آغاز وجود ندارد)



(تفکیک یونی، یون‌ها در آغاز وجود دارند)

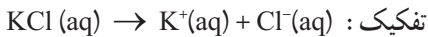
شکل ۱۹- فرایند یونش و تفکیک یونی در اسید و باز آرنیوس

او برای مرزبندی بین الکترولیت قوی و ضعیف از مفهومی به نام درجه تفکیک یا یونش (α) استفاده کرد.

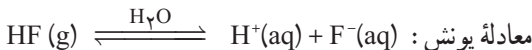
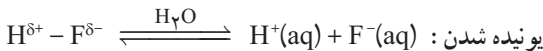
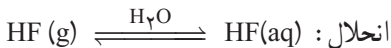
$$\alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های تفکیک یا یونیده شده}}{\text{تعداد مولکول‌های حل شده}}$$

$$\alpha \% = \alpha \times 100 \quad (\text{درصد یونش})$$

او برای انحلال ترکیب یونی در آب فقط فرایند تفکیک را در نظر می‌گرفت و ایجاد یک محلول الکترولیت را شامل انحلال ترکیب یونی، سپس تفکیک یون‌های آن می‌دانست. برای محلول آبی الکترولیت قوی، α و $\alpha\%$ تقریباً به ترتیب برابر با ۱ و ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شد.



این درحالی است که وی الکترولیت حاصل از انحلال یک ترکیب مولکولی قطبی مانند HF در آب را شامل انحلال و یونیده شدن می‌دانست:



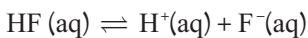
برای تعادل بالا می‌توان عبارت ثابت تعادل (K) را نوشت:

$$K = \frac{a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{F}^-}}{a_{\text{HF}}}$$

در اینجا a_{H^+} ، a_{F^-} و a_{HF} به ترتیب فعالیت یون H^+ ، F^- و HF است که در محلول‌های رقیق و بسیار رقیق هر الکترولیت می‌توان آنها را هم ارز با غلظت مولی دانست.

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$$

اینک می‌توان محاسبه مربوط به این تعادل را براساس α نوشت:



M_0 : غلظت مولی آغازی HF محلول در آب

$$K = \frac{(\alpha M_0)(\alpha M_0)}{M_0 - \alpha M_0} = \frac{M_0 \alpha^2}{1 - \alpha}$$

برای الکترولیت‌های قوی، K بسیار بزرگ است که نشان می‌دهد که α به عدد یک یا به عبارت دیگر $\alpha\%$ به 100% نزدیک است در حالی که برای الکترولیت‌های ضعیف، α عدد کوچکی است و می‌توان از آن در برابر یک صرف نظر کرد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K = M_0 \cdot \alpha^2, \quad \alpha \leq 0.3$$

و در نتیجه α برابر خواهد بود با:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{M_0}}$$

به جای M_0 می‌توان هم‌ارز آن $\frac{1}{V_m}$ (حجمی از محلول که حاوی یک مول حل‌شونده است) را جایگزین کرد؛ بنابراین خواهیم داشت:

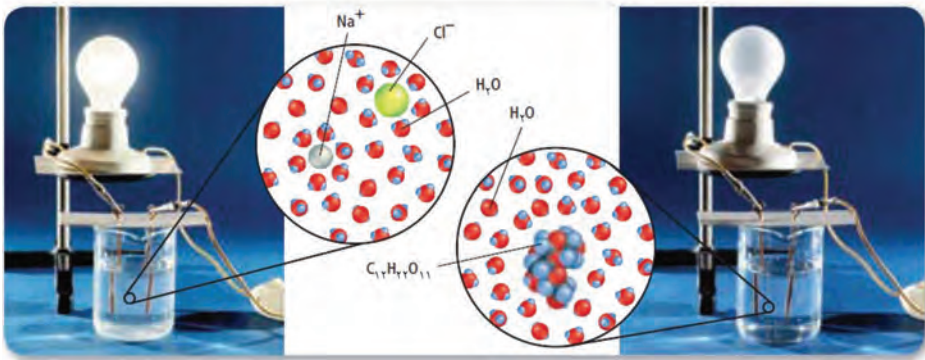
$$K = \frac{1}{V_m} \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{K V_m}$$

این معادله به خوبی اثر رقت در محلول را نشان می‌دهد. در واقع با رقیق شدن محلول درجه تفکیک یا یونش افزایش می‌یابد؛ بنابراین محلول $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ و $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ از HF به ترتیب حجم مولی (V_m) برابر با 10 و $100 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ دارند، از این رو، α برای محلول 0.01 مولار HF بزرگ‌تر از 0.1 مولار آن است.

آیا محلول یک الکترولیت قوی همواره رسانای خوب جریان برق است؟ رسانایی الکتریکی در محلول به عهده یون‌هاست. هرچه تعداد یون‌های مجزا در آب بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی محلول آبی بیشتر خواهد بود؛ بنابراین تنها با استفاده از α نمی‌توان درباره میزان رسانایی یک محلول قضاوت کرد. نمونه بارز این مسئله، AgCl است که دارای α بزرگی است (یعنی هر مقدار از آن که در آب حل می‌شود تقریباً به یون تفکیک می‌شود) ولی انحلال‌پذیری آن در آب کم است. بنابراین تعداد یون‌ها در محلول ناچیز و رسانایی الکتریکی بسیار کمی دارد. یک محلول رسانای خوب، محلولی است که هم حل‌شونده آن الکترولیت قوی باشد (α خوبی داشته باشد) و هم، حلالیت مناسبی در آب داشته باشد.

قدرت اسیدی و رسانایی

محلول‌هایی که حاوی یون هستند، می‌توانند جریان الکتریکی را عبور دهند (شکل ۲). میزان رسانایی محلول‌ها با مقدار و نوع یون‌های موجود در محلول رابطه دارد. به طوری که هرچه میزان رسانایی بیشتر باشد، در شرایط یکسان مقدار یون‌های موجود در محلول بیشتر است. در جدول ۷ رسانایی محلول‌های ۱٪ مولار چند ترکیب نشان داده شده است.



شکل ۲- مقایسه رسانایی محلول‌های شکر در آب و نمک در آب

جدول ۷

اسید یا باز	رسانایی الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) برای محلول ۱٪ مول بر لیتر	pH
هیدروکلریک اسید	۲۵	۱/۰
سولفوریک اسید	۴۰	۰/۷
نیتریک اسید	۲۵	۱/۰
متانوئیک اسید	۲	۲/۴
اتانوئیک اسید	۰/۵	۲/۹
سیتریک اسید	۴	۲/۱
سدیم هیدروکسید	۲۰	۱۳/۰
پتاسیم هیدروکسید	۱۵	۱۳/۰
آمونیاک	۰/۵	۱۱/۱

با توجه به این داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در محلول ۱٪ مولار هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید و نیتریک اسید نسبت به متانوئیک اسید، اتانوئیک اسید و سیتریک اسید مقدار یون‌های موجود در محلول خیلی بیشتر است. از این رو باید درجه یونش هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید و نیتریک اسید خیلی بزرگ‌تر باشد.

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

از انتهای صفحه ۲۰ تا ۲۳

واحد
یادگیری ۵

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ ضمن تعریف اسید و باز مطابق نظریه آرنیوس، رفتار اسیدها و بازها را توضیح دهند.
- ۲ رسانایی محلول‌های اسیدی و بازی را براساس درجه تفکیک آنها مقایسه کنند و گزارش دهند.
- ۳ معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون‌دار بنویسند و محاسبات کمی مربوط به درجه یونش و درصد یونش را انجام دهند.

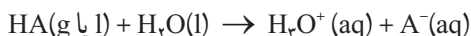
پرسش‌های اساسی

- ۱ چگونه می‌توان قدرت اسیدها را مقایسه کرد؟
- ۲ رسانایی در محلول‌ها چگونه انجام می‌شود و چه ارتباطی با نوع حل‌شونده دارد؟
- ۳ چرا رفتار اسیدها با یکدیگر تفاوت دارد؟

بر دانش خود بیفزایید

اسیدهای قوی و ضعیف

قدرت اسیدها و بازها در آب براساس مقدار یون H_3O^+ یا OH^- تولید شده به ازای انحلال یک مول از این مواد سنجیده می‌شود، از این رو گستره متفاوتی دارد. اسیدها و بازها را براساس مقدار یونش یا تفکیک یونی در آب به دو گروه ضعیف و قوی طبقه‌بندی می‌کنند. محلول آبی اسیدها و بازها، الکترولیت است و طبقه‌بندی آنها براساس قدرت نیز با نوع الکترولیت آنها در ارتباط است. می‌دانید که الکترولیت‌های قوی در آب تقریباً به‌طور کامل یونیده می‌شوند و انحلال یونی دارند اما تفکیک یونی و یونش الکترولیت‌های ضعیف، جزئی است. اسیدهای قوی نیز تقریباً به‌طور کامل در آب یونش می‌یابند.



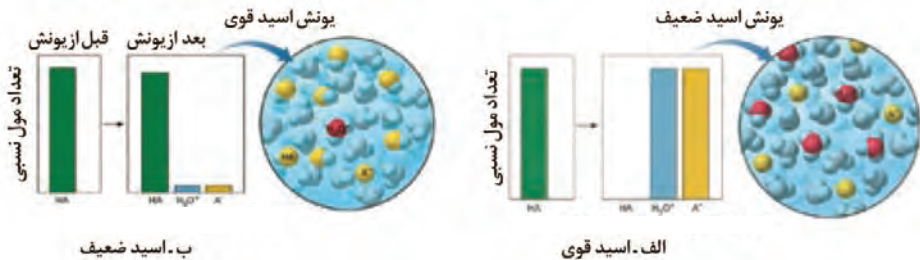
درواقع در محلول رقیق یک اسید قوی تقریباً هیچ ذره‌ای به شکل HA وجود ندارد. بنابراین $[HA] \approx [H_3O^+]$ به عبارت دیگر $\approx [HA]_{aq}$ و مقدار K_C بسیار بزرگ است.

$$Q_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]} \quad \text{و در تعادل: } Q_c = K_c \gg 1$$

در چنین محلول‌هایی درجه یونش برابر با یک و درصد یونش، 100% خواهد بود.

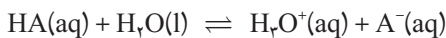
$$\text{درجه یونش} = \frac{[H^+]}{[HA]} = 1 \quad \text{و درصد یونش} = 1 \times 100 = 100\%$$

شکل ۲۱، نمایی از غلظت گونه‌ها را پیش و پس از انحلال در یک اسید قوی و یک اسید ضعیف نشان می‌دهد.



شکل ۲۱— ارتفاع نمودارها، مقدار نسبی مول گونه‌ها، پیش و پس از انحلال و یونیده شدن اسید در آب را نشان می‌دهد.

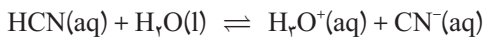
این در حالی است که اسیدهای ضعیف در آب به میزان کمی یونیده می‌شوند.



در محلول رقیق یک اسید ضعیف، اغلب مولکول‌های HA به صورت یونیده نشده وجود دارند. در محلول این اسیدها، گونه غالب، مولکول HA می‌باشد. یعنی داریم:

$$[H_3O^+] \ll [HA] \rightarrow [HA]_{aq} \approx [HA]$$

برای این اسیدها، مقدار K_c بسیار کوچک است. هیدروسیانیک اسید مثالی از اسیدهای ضعیف است:



$$Q_c = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[H_2O][HCN]} \quad \text{و در تعادل: } Q_c = K_c \ll 1$$

برای هر اسید، ثابت تعادل ویژه‌ای در نظر گرفته می‌شود. برای اسیدی با فرمول مولکولی HA می‌توان نوشت:

$$K_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]}$$

از آنجا که $[H_2O]$ بسیار بزرگ‌تر از $[HA]$ و مقداری ثابت است:

$$K_c [H_2O] = K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

همانند دیگر تعادل‌ها، مقدار K_a تنها به دما وابسته است. این کمیت، میزان پیشرفت واکنش در تولید فراورده‌ها و به عبارت دیگر میزان یونیده شدن اسید را نشان می‌دهد. بزرگی مقدار ثابت یونش یک اسید ضعیف می‌تواند اطلاعات کلی در مورد کسری از مولکول‌های HA که در آب یونیده شده‌اند را نمایان سازد (جدول ۸).

جدول ۸— ثابت یونش اسید (K_a) و درصد یونش برای محلول یک مولار اسید ضعیف در دمای اتاق

نام	فرمول شیمیایی	K_a	درصد یونش
فسفریک اسید	H_3PO_4	$7/5 \times 10^{-2}$	۸/۳
هیدروفلوئوریک اسید	HF	$6/8 \times 10^{-4}$	۲/۶
نیترواسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$	۲/۱
استیک اسید	$HC_2H_3O_2$	$1/8 \times 10^{-5}$	۰/۴۲
کربنیک اسید	H_2CO_2	$4/3 \times 10^{-7}$	۰/۰۶۵
یون دی‌هیدروژن فسفات	$H_2PO_4^-$	$6/2 \times 10^{-8}$	۰/۰۲۵
هیدروسیانیک اسید	HCN	$4/9 \times 10^{-10}$	۰/۰۰۲۲
یون هیدروژن کربنات	HCO_3^-	$5/6 \times 10^{-11}$	۰/۰۰۰۷۵
یون هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}	$4/2 \times 10^{-13}$	۰/۰۰۰۰۶۵

بنابراین برای محلول‌هایی از اسیدهای ضعیف با فرمول عمومی HA در دما و غلظت برابر، هرچه مقدار K_a کوچک‌تر باشد، درصد یونش اسید نیز کمتر بوده و اسید ضعیف‌تر است.

pH، مقیاس اسیدی بودن

از انتهای صفحه ۲۳ تا ۲۸

واحد
یادگیری ۶

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ تفاوت قدرت اسیدی و میزان اسیدی بودن محیط را تبیین کنند.
- ۲ مفهوم pH و رابطه ریاضی مربوط به آن را توضیح دهند و گستره pH را تبیین کنند.
- ۳ محاسبات کمی مربوط به غلظت یون هیدرونیوم، میزان اسیدی بودن محیط و pH را برای محلول‌های گوناگون حساب کنند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ چگونه می‌توان میزان اسیدی بودن محیط را به زبان ساده و کمی بیان کرد؟
- ۲ چگونه می‌توان مفاهیم علوم تجربی و شیمی را به زبان ریاضی بیان کرد؟
- ۳ چرا در دمای اتاق گستره pH بین ۰ تا ۱۴ است؟

مقیاس pH

دو روش متداول آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری pH، استفاده از دستگاه pHسنج و شناساگرهای اسید - باز می‌باشد.

از آنجا که $[H^+]$ در محلول‌های آبی و دمای اتاق در گستره‌ای از $10^{-14}M$ تا 10^0M تغییر می‌کند، بنابراین مقیاس pH، روشی مناسب برای نمایش میزان اسیدی بودن محلول فراهم می‌سازد. این روش توسط سورن سورنسون (Soren Sorenson) بیوشیمی‌دان دانمارکی در سال ۱۹۰۹ ارائه گردید. pH، یک کمیت لگاریتمی در مبنای ده می‌باشد.

$$pH = -\log [H^+] \quad \text{یا} \quad pH = -\log [H_3O^+]$$

ضروری است تعداد ارقام اعشاری قرار داده شده در رابطه لگاریتم با تعداد ارقام با معنی در عدد اولیه برابر باشد.

$$pH = 9.00$$

دو رقم معنی دار در ۹
سه رقم اعشار

$$[H^+] = 1.26 \times 10^{-10} M$$

لگاریتم‌های مشابهی نیز برای $[OH^-]$ و K_a بیان می‌شود.

$$pOH = -\log [OH^-] \quad \text{و} \quad pK_a = -\log K_a$$

برای اندازه‌گیری pH یک محلول، اغلب از دستگاه pH سنج استفاده می‌شود. ابزاری الکترونیکی با یک ردیاب که در محلولی با pH مجهول قرار داده می‌شود.

ردیاب شامل یک محلول اسیدی است که توسط یک غشای شیشه‌ای ویژه که عبور انتخابی نسبت به یون‌های H^+ دارد، احاطه شده است. اگر pH محلول مجهول با pH محلول ردیاب متفاوت باشد، به دلیل اختلاف غلظت میان دو محلول، یک پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌گردد و بر روی دستگاه ثبت می‌شود.



شکل ۲۲- به کارگیری pH سنج برای اندازه‌گیری pH مواد غذایی

می‌دانید که در دمای $25^\circ C$ و در آب خالص $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ و از طرفی داریم :

$$K_w = [H_3O^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

با اعمال لگاریتم به دو طرف رابطه بالا :

$$-\log K_w = -\log ([H_3O^+] [OH^-])$$

$$pK_w = -\log([H_3O^+] - \log [OH^-])$$

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

نتیجه روابط صفحه قبل آن است که در دمای 25°C ، گستره pH از صفر تا ۱۴ متغیر است و مقدار pH نمایانگر غلظت یون هیدرونیوم در محلول می‌باشد. بنابراین اسیدی یا بازی بودن یک محلول را می‌توان با توجه به مقدار pH تعیین کرد. برای دمای 25°C داریم:

محلول		
خنثی	بازی	اسیدی
$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}\text{M}$	$[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7}\text{M}$	$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7}\text{M}$
pH = 7	pH > 7	pH < 7

روابط بالا نشان می‌دهد که با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، pH کاهش می‌یابد. توجه نمایید که تعریف pH و تمامی محاسبات انجام شده برای غلظت یون‌های H_3O^+ و OH^- در معرض خطا قرار دارند، زیرا فرض ما رفتار ایدئال محلول‌ها است. در واقع تشکیل جفت یون و دیگر برهم‌کنش‌های بین مولکولی می‌تواند بر غلظت واقعی گونه‌ها در محلول تأثیرگذار باشد.

غلظت واقعی یا مؤثر یک حل‌شونده ممکن است با آنچه که ما بر مبنای مقدار آغازی ماده حل‌شونده انتظار داریم، یکسان نباشد. یکی از این راه‌ها جایگزین کردن فعالیت یون به جای غلظت آن است. در واقع در این عمل غلظت مؤثر یون محاسبه می‌گردد.

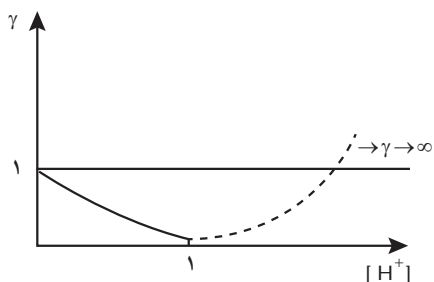
$$\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$$

a_{H^+} فعالیت یون هیدرونیوم را نشان می‌دهد. برای هر محلول ایدئال مقدار عددی غلظت هر یون با فعالیت آن برابر است و در محلول‌های حقیقی این دو، تفاوت محسوسی دارند. به جز محلول‌های رقیق، pH اندازه‌گیری شده معمولاً با آنچه که از محاسبات فرمولی به دست می‌آید، برابر نیست، زیرا غلظت یون H^+ برحسب مول بر لیتر با مقدار فعالیت آن یکسان نیست.

$$a_{\text{H}^+} = \gamma_{\text{H}^+} \cdot [\text{H}^+]$$

محلول‌های بسیار رقیق همچون محلول‌های آرمانی (ایدئال) رفتار می‌کنند. بنابراین

$$\gamma_{\text{H}^+} = 1 \quad a_{\text{H}^+} = [\text{H}^+]$$



با افزایش غلظت یون H^+ ، مقدار γ_{H^+} کمتر شده و حاصل ضرب آنها عددی ثابت می‌شود. این ویژگی تا $a_{H^+} = 1$ ادامه می‌یابد. به عبارت دیگر قوی‌ترین اسیدها در فعالیت ۱ M دیده می‌شوند و در فعالیت بیش از ۱ M، مقدار ضریب فعالیت یون هیدروژن و هر یون دیگری به دلیل نیروهای دافعه بین ذره‌ای افزایش می‌یابد. نمودار روبه‌رو این ارتباط را نمایش می‌دهد.

pH، مقیاسی لگاریتم در مبنای ۱۰ است. یک واحد در تغییر pH به معنای یک واحد تغییر در توان ۱۰ است؛ برای مثال غلظت یون H^+ در محلولی با $pH = 3$ ، ده برابر غلظت این یون در محلولی با $pH = 4$ می‌باشد. در مسائل عددی می‌توان با توجه به روابط میان غلظت گونه‌های موجود در محلول pH آن را به‌دست آورد.

مثال: pH نمونه‌ای از خون انسان در دمای $25^\circ C$ برابر $7/41$ می‌باشد.

pOH، $[OH^-]$ و $[H^+]$ را برای این نمونه خون محاسبه کنید.

$$pH + pOH = 14 \qquad pOH = 14 - 7/41 = 6/59$$

با توجه به رابطه‌های $pH = -\log [H^+]$ و $pOH = -\log [OH^-]$ می‌توان نوشت:

$$\log [H^+] = -7/41 \qquad \log [OH^-] = -6/59$$

برای به‌دست آوردن $[H^+]$ و $[OH^-]$ باید آنتی‌لگاریتم دو عدد $-7/41$ و $-6/59$ را داشته باشیم.

$$\text{antilog}(-7/41) = 10^{-7/41} = [H^+] = 3/9 \times 10^{-8}$$

$$\text{antilog}(-6/59) = 10^{-6/59} = [OH^-] = 2/6 \times 10^{-7}$$

برای برخی اعداد متداول می‌توان غلظت یون‌های هیدروژن و هیدروکسید را به‌روش زیر به‌دست آورد.

مثال: محاسبه غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های با $pH = 3/5$ و $pH = 4/15$

$$pH = 3/5 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3/5} = 10^{-0/5} \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2}$$

$$pH = 4/15 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4/15} = 10^{-0/15} \times 10^{-5} = 7 \times 10^{-5}$$

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
- ۱ ارتباط میزان رسانایی با میزان بازی بودن محیط را توضیح دهند.
 - ۲ محاسبات کمی مربوط به غلظت یون هیدروکسید، میزان اسیدی بودن محیط و pH را برای محلول‌های بازی گوناگون حساب کنند.
 - ۳ چگونگی عملکرد شوینده‌های خورنده را شرح دهند.
 - ۴ کاربرد اسیدها و بازها برای افزایش سطح سلامت انسان و سطح بهداشت جامعه را توضیح دهند.
 - ۵ نقش اسیدها و بازها در میزان امید به زندگی جوامع را تبیین کنند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ چگونه می‌توان میزان اسیدی بودن محیط‌های بازی را بیان کرد؟
- ۲ خورنده‌های شوینده بر چه اساسی رفتار می‌کنند؟
- ۳ نقش اسیدها و بازها در زندگی شخصی انسان‌ها چیست؟
- ۴ اسیدها و بازها چه تأثیری روی سن امید به زندگی انسان‌ها دارد؟

پاسخ پرسش‌های درون فصل

خود را بیازمایید صفحه ۲

(آ)

۱۳۹۰-۱۳۹۵	۱۳۶۵-۱۳۷۰	۱۳۳۰-۱۳۳۵	دوره زمانی
حدود ۱٪	حدود ۷٪	حدود ۳۰٪	درصد جمعیت

(ب) ۳۰٪

(ب) ۶۰-۷۰ سال

(ت) افزایش یافته است. به دلیل افزایش سطح آگاهی مردم، سلامت جامعه، سلامت محیط‌زیست، نوع تغذیه و... امید به زندگی زیاد شده است.

(ث) ۷۰-۸۰ سال

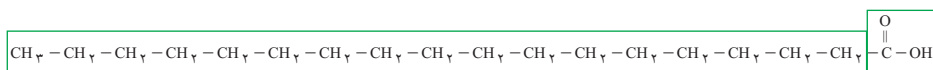
خود را بیاز مایید صفحه ۴

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	✓	✗
نمک خوراکی	NaCl	✓	✗
بنزین	C_8H_{18}	✗	✓
اوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	✓	✗
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{114}\text{O}_6$	✗	✓
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	✗	✓

باهم بیندیشیم صفحه ۵

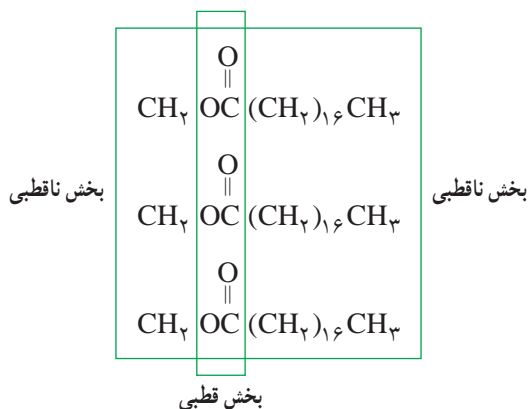
۱ (آ) (۱) اسید چرب و (۲) استر بلند زنجیر است.

(ب)



بخش ناقطبی

بخش قطبی

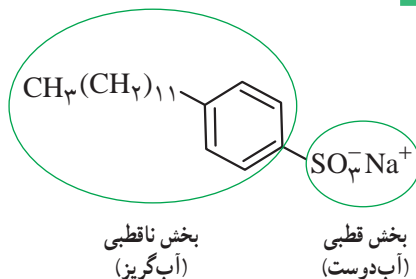


۲ کلوتید همانند سوسپانسیون مخلوطی ناهمگن است و نور را پخش می‌کند در حالی که همانند محلول، پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود.

خود را بیاز مایید صفحه ۹

(آ) با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد.
 (ب) افزودن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.
 (پ) خیر. به‌طوری که صابون آنزیم‌دار در دمای 40° درجه سلسیوس همه لکه را از روی پارچه نخی زدوده است، در حالی که ۱۵ درصد از لکه بر روی پارچه پلی‌استر باقی مانده است.

خود را بیاز مایید صفحه ۱۱



(ب)

شباهت : همانند صابون دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی است.
 تفاوت : در بخش ناقطبی افزون بر زنجیر هیدروکربنی دارای حلقه بنزنی است. در بخش قطبی به جای $\text{COO}^{-}\text{Na}^{+}$ دارای $\text{SO}_3^{-}\text{Na}^{+}$ است.

(پ) همانند صابون دارای مولکول‌های دوبخشی است، از سر قطبی در آب و از سر ناقطبی با مولکول‌های چربی در ارتباط است. به این ترتیب می‌تواند همانند پلی میان مولکول‌های آب و چربی عمل کند، روندی که به تدریج لکه‌های چربی را می‌زداید.

باهم بیندیشیم صفحه ۱۲

۱ جوهرنمک و سرکه سفید، خاصیت اسیدی اما صابون و محلول سود خاصیت بازی دارند.
 ۲ (آ) این مخلوط خاصیت بازی دارد که در واکنش با چربی‌ها و روغن‌ها موادی همانند صابون تولید می‌کنند. موادی که در آب حل شده و خود یک پاک‌کننده هستند.
 (ب) چون واکنش گرماده است با افزایش دما قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. همچنین دما سبب ذوب شدن چربی نیز می‌شود پس شناور شده و شسته می‌شود.

ب) افزون بر تولید پاک کننده و افزایش دما، تولید گاز در این واکنش با ایجاد فشار و رفتار مکانیکی باز کردن مجاری را تسهیل می کند. به عبارت دیگر هنگام عبور از لابه لای مواد، خلل و فرج ایجاد می کند و آنها را سست تر می کند.

با هم بیندیشیم صفحه ۱۴

۱ آ) یون $H_2O^+(aq)$ ، یونی که در هر محلول (۲) و (۳) به طور مشترک یافت می شود.

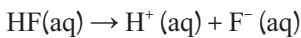
ب) یون $OH^-(aq)$ یونی که در دو محلول (۱) و (۴) به طور مشترک یافت می شود.

۲ اسید آرنیوس در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم و باز آرنیوس در آب باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید می شود.

۳ آ) گاز هیدروژن کلرید، یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم هیدروکسید می شود.

ب) سدیم هیدروکسید جامد، یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم هیدروکسید می شود.

با هم بیندیشیم صفحه ۱۸



۲ آ) HX به طور کامل اما HA به طور جزئی یونیده شده است.

ب) نمودار سمت راست انحلال HCl و نمودار سمت چپ HF را نشان می دهد، زیرا هیدروکلریک اسید به طور کامل اما HF به طور جزئی یونیده می شود.

۳ آ) برابر با یک است زیرا همه مولکول های HCl در آب یونیده می شوند. در واقع صورت و مخرج کسر با یکدیگر برابرند.

$$\alpha = \frac{۲۴}{۱۰۰۰} = ۰/۰۲۴ \text{ یا } ۲/۴ \% \quad \text{ب)}$$

خود را بیازمایید صفحه ۱۹

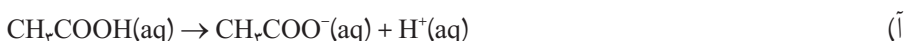
۱ چون نیتریک اسید یک اسید قوی است پس در محلول به‌طور کامل یونیده شده و همه مولکول‌های

$$[H^+] = [NO_3^-] = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

آن به یون تبدیل می‌شوند از این رو:

۲ غلظت مولی اسید حل شده 0.1 mol.L^{-1} است اما از این مقدار تنها $1/35 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ آن

یونش یافته از این رو:



$$\alpha = \frac{1/35 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100 = 1/35\% \quad (B)$$

با هم ببیندیشیم صفحه ۲۲

آ زیرا به ازای هر مولکول HF که در آب یونیده می‌شود یک یون $F^-(aq)$ همراه با یک یون $H^+(aq)$

تولید می‌شود.

(ب)

$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			شماره محلول
	$[H^+]$	$[F^-]$	$[HF]$	
$5/89 \times 10^{-4}$	$1/75 \times 10^{-2}$	$1/75 \times 10^{-2}$	$0/52$	۱
$5/91 \times 10^{-4}$	$1/31 \times 10^{-2}$	$1/31 \times 10^{-2}$	$0/29$	۲
$5/90 \times 10^{-4}$	$2/43 \times 10^{-2}$	$2/43 \times 10^{-2}$	$1/0$	۳

(ب) این یافته‌های تجربی نشان می‌دهد در یک دمای معینی برای هر سامانه تعادلی، فقط یک مقدار ثابت

برای K وجود دارد.

(ت) خیر زیرا مطابق جدول، با انحلال مقادیر متفاوت از HF در آب و ایجاد یک سامانه تعادلی، برای K

تنها یک مقدار در دمای اتاق به‌دست آمده است.

۲

آ از آنجا که در محلول استیک اسید به ازای یونش هر مولکول CH_3COOH تنها یک یون $H^+(aq)$ و

یک یون $CH_3COO^-(aq)$ تولید می‌شود پس:

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(6 \times 10^{-4})(6 \times 10^{-4})}{2 \times 10^{-2}} = 1/8 \times 10^{-5} \quad (B)$$

خود را بیازمایید صفحه ۲۳

۱ (آ) در ظرف (آ) زیرا تولید حباب‌های گاز هیدروژن آشکارتر است.
 (ب) در ظرف (آ) زیرا هرچه غلظت واکنش دهنده‌ها (یون H_2O^+) بیشتر باشد سرعت واکنش بیشتر است.
 (پ) $K_{a1} > K_{a2}$ زیرا در شرایط یکسان، هرچه غلظت یون هیدرونیوم در محلول یک اسید بیشتر باشد، ثابت یونش آن بزرگ‌تر خواهد بود.

۲ نیتریک اسید و سولفوریک اسید مطابق جدول ۱، اسید قوی هستند در حالی که کربنیک اسید یک اسید ضعیف است به همین دلیل غلظت یون هیدرونیوم در باران اسیدی بیشتر از باران معمولی است.

پیوند با ریاضی صفحه ۲۴

۱

$$2 = 10^{0.3}$$

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

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

(آ)

(ب)

$$\log 21 = \log(3 \times 7) = \log 3 + \log 7 = 0.48 + 0.85 = 1.33$$

$$\log 0.8 = \log(0.1 \times 8) = \log 10^{-1} + \log 2^3 = -1 + 3(0.3) = -0.1$$

$$\log ? = 1.85 = 1 + 0.85 = \log 10 + \log 7 = \log(10 \times 7) = \log 70$$

۲

[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
3×10^{-9}	۸/۵۲	بازی
1×10^{-4}	۴	اسیدی
$1/8 \times 10^{-2}$	۱/۷۴	اسیدی

۳

$$pH = -\log[H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-2.7} = 10^{-2} \times 10^{-0.7} = 2 \times 10^{-3}$$

۴

[H ⁺]	pH	خاصیت محلول
7×10^{-2}	۲/۱۵	اسیدی
$3/6 \times 10^{-4}$	۳/۴۴	اسیدی
4×10^{-12}	۱۱/۴	بازی
۱	۰	اسیدی

با هم بیندیشیم صفحه ۲۶

۱ آ) مطابق معادله واکنش به ازای هر مولکول آب که یونیده می‌شود یک یون هیدرونیوم و یک یون هیدروکسید تولید خواهد شد. از این رو در آب خالص $[H^+] = [OH^-]$ است پس:

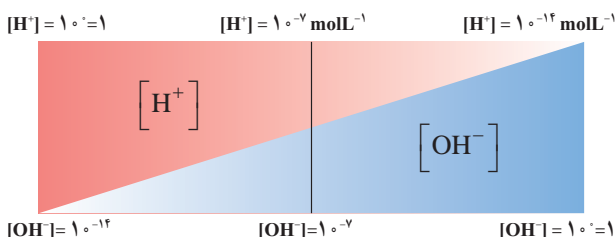
$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [H^+]^2 = 10^{-14} \rightarrow [H^+] = 10^{-7} = [OH^-]$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} \quad (ب)$$

۲ آ) ماده (۲) زیرا باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم در سامانه شده است.

(ب) در همهٔ محلول‌های بازی، $[OH^-] > [H^+]$ است.

(پ) خیر زیرا در همهٔ محلول‌های آبی (اسیدی، بازی یا خنثی) یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارند اما مقدار آنها متفاوت است. به طوری که در محلول‌های اسیدی $[H^+] < [OH^-]$ اما در محلول‌های بازی $[OH^-] > [H^+]$ است.



این طرح نشان می‌دهد که برای هر محلول آبی در دمای اتاق، $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است و با افزایش غلظت یکی از غلظت دیگری کاسته می‌شود اما همواره در این دما، حاصل ضرب غلظت این یون‌ها برابر با 10^{-14} است.



خود را بیازمایید صفحه ۲۷

۱ pH محلول هیدروکلریک اسید کمتر است زیرا در شرایط یکسان، $[H^+]$ در محلول آن بیشتر است.

۲

نام محلول	غلظت محلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	$۲/۵ \times ۱۰^{-۱۲}$	۲/۴	۱۰۰
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	$۱۰^{-۱۰}$	۴	۲/۵
نیتریک اسید	۲×۱۰^{-۴}	۲×۱۰^{-۴}	۵×۱۰^{-۱۱}	۳/۷	۱۰۰
نمونه‌ای از آب یک دریاچه		۳×۱۰^{-۹}	$۳/۳ \times ۱۰^{-۶}$	۸/۵۲	

خود را بیازمایید صفحه ۲۹

۱ آ) محلول (۲) زیرا شدت روشنایی کمتر لامپ نشان از وجود یون‌های کمتری در این محلول است.

این رفتار، ضعیف‌تر بودن این باز را تأیید می‌کند.

ب) محلول (۱)، محلول باز قوی است که می‌تواند در واکنشی گرماده با مواد موجود در لوله سریع‌تر

واکنش دهد.

۲ آ) $KOH(aq)$ محلول یک باز قوی را نشان می‌دهد که در آن :

$$[KOH] = [K^+] = [OH^-] = \frac{۰/۰۲ \text{ mol}}{۰/۱ \text{ L}} = ۰/۲ \text{ mol} \cdot \text{L}^{-۱}, [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}, [H^+] = ۵ \times ۱۰^{-۱۴}$$

ب)

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۵ \times ۱۰^{-۱۴}) = ۱۳/۳$$

خود را بیازمایید صفحه ۳۲

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۳ \times ۱۰^{-۷}) = ۲/۵۲$$

۱

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{-۰/۳} \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

۲

۳ آ) چون سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) برای خنثی کردن بخشی از اسید معده به کار می‌رود

پس باید دارای خاصیت بازی باشد.

ب) به دلیل اینکه جوش شیرین خاصیت بازی دارد با افزایش خاصیت بازی شوینده‌ها می‌توان قدرت

پاک کردن چربی را افزایش داد.

پاسخ تمرین‌های دوره‌ای

تمرین‌های دوره‌ای بخش ۱

۱) ثابت یونش کوچک نشان‌دهنده میزان یونش کم و غلظت کم یون‌ها در محلول است. (ب) اغلب اسیدهای شناخته شده (آلی و معدنی) ضعیف هستند به طوری که مصرف خوراکی‌ها و داروها و همچنین استفاده از بسیاری پاک‌کننده‌های گوناگون، این ویژگی را تأیید می‌کند. (پ) نیتریک اسید، یک اسید قوی است (K_a بزرگ). از این رو در محلول آن، یونش به طور کامل رخ می‌دهد و به ازای یونش هر HNO_3 در محلول، یک یون هیدرونیوم و یک یون نیترات تولید می‌شود. پس:

$$[\text{HNO}_3] = [\text{H}^+] = [\text{NO}_3^-] = 0.1 \text{ molL}^{-1}$$

(ت) فورمیک اسید یک اسید ضعیف است ($K_a = 1/8 \times 10^{-4}$) از این رو در محلول به طور جزئی یونیده می‌شود، در واقع مولکول‌های HCOOH به طور عمده به شکل یونیده نشده در محلول وجود دارند.

۲) رنگ سرخ کاغذ pH نشانه اسیدی بودن محلول است. رسانایی الکتریکی کم آن، محلول الکترولیت ضعیف را یادآوری می‌کند. این ویژگی‌های محلول یک اسید ضعیف است که با HCOOH(aq) همخوانی دارد. HCl و KOH الکترولیت‌های قوی بوده اما CH_3OH غیر الکترولیت است. NH_3 با اینکه الکترولیت ضعیف است اما محلول آبی آن خاصیت بازی دارد.

۳) براساس مقدار ثابت یونش، محلول (۳) با هیدروبرمیک اسید، محلول (۲) با استیک اسید و محلول (۱) با هیدروسیانیک اسید همخوانی دارد، زیرا برای اسیدهای تک پروتون‌دار هرچه غلظت یون هیدرونیوم بیشتر باشد، ثابت یونش بزرگ‌تر است.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-5}) = 4.7 \quad ۴$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(4 \times 10^{-6}) = 5.4$$

۵) با توجه به اینکه در دمای ثابت برای محلول‌های آبی حاصل ضرب $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ همواره مقدار ثابتی است، از این رو با تغییر حجم محلول، حاصل ضرب غلظت این یون‌ها ثابت می‌ماند در واقع نمودار (ت) برای این توصیف مناسب است.

$$\frac{[\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = 4 \times 10^6 \rightarrow [\text{H}^+] = 4 \times 10^6 [\text{OH}^-] \quad ۶$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \rightarrow 4 \times 10^6 [\text{OH}^-]^2 = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 0.25 \times 10^{-20} \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.5 \times 10^{-10} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 10^{-4}$$

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

$$\text{pH} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.7} = 10^{-0.7} \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5}$$

۷

۸) آ) اسید آرنیوس، زیرا با حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم شده‌اند.

۸

$$\alpha(1) = \frac{1}{1} = 1$$

ب)

$$[\text{H}^+]_1 = \frac{1 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{pH}(1) = -\log[\text{H}^+]_1 = -\log(2 \times 10^{-5}) = 4.7$$

$$\alpha(2) = \frac{1}{1} = 1$$

$$[\text{H}^+]_2 = \frac{1 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{pH}(2) = -\log[\text{H}^+]_2 = -\log(2 \times 10^{-5}) = 4.7$$

$$n(\text{HX}) = 12 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{150 \text{ g}} = 0.08 \text{ mol} \rightarrow [\text{HX}] = 0.08 \text{ molL}^{-1}$$

۹

$$n(\text{HY}) = 18 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{112 \text{ g}} = 0.16 \text{ mol} \rightarrow [\text{HY}] = 0.16 \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{pH}(\text{HX}) = \text{pH}(\text{HY}) \rightarrow [\text{H}^+]_{\text{HX}} = [\text{H}^+]_{\text{HY}}$$

$$[\text{HX}] \times \alpha(\text{HX}) = [\text{HY}] \times \alpha(\text{HY}) \rightarrow \frac{\alpha(\text{HX})}{\alpha(\text{HY})} = \frac{[\text{HY}]}{[\text{HX}]} = \frac{0.16}{0.08} = 2$$

$$\alpha(\text{HX}) = 2\alpha(\text{HY}) \rightarrow \alpha(\text{HX}) > \alpha(\text{HY})$$

HX اسید قوی‌تری از HY است.

۱۰

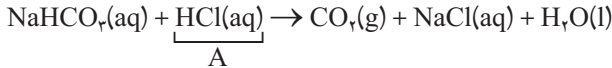
$$\text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} = [\text{KOH}]$$

$$[\text{KOH}] = \frac{n}{V} \rightarrow 10^{-2} \text{ molL}^{-1} = \frac{n}{200 \text{ L}} \rightarrow n = 2 \text{ mol یا } 112 \text{ g KOH}$$

$$\text{pH} = 4/7 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4/7} = 10^{-0.57} \approx 2.7 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1}$$

$$[\text{HNO}_3] = \frac{n}{V} \rightarrow 2.7 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1} = \frac{n}{200 \text{ L}} \rightarrow n = 0.54 \text{ mol یا } 0.54 \times 63 \text{ g} = 34 \text{ g HNO}_3$$

(آ)

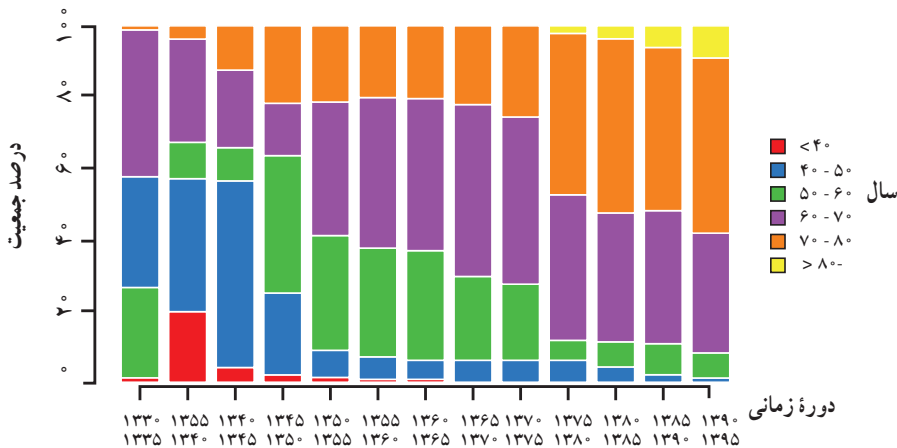


(ب)

$$? \text{ L CO}_2 = 0.54 \text{ mol A} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol A}} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 12.1 \text{ L CO}_2$$

خودارزیابی

۱ با توجه به نمودار زیر، امروزه به تقریب چند درصد مردم دنیا در مناطقی زندگی می‌کنند که امید به زندگی بالای ۶۰ سال است؟



۸۵ (د)

۵۷ (ج)

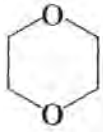
۹۲ (ب)

۸ (الف)

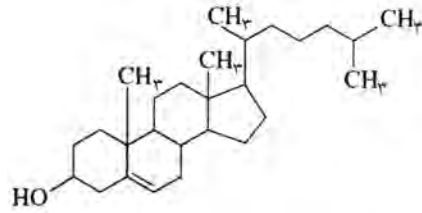
۲ کدام ماده در آب محلول است؟ چرا؟

(ب)

(آ)



دی اکسان



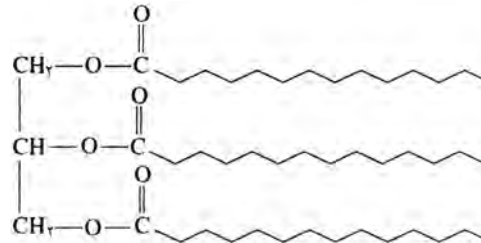
کلسترول

(ت)

(ب)



۱- تیوپروپانول

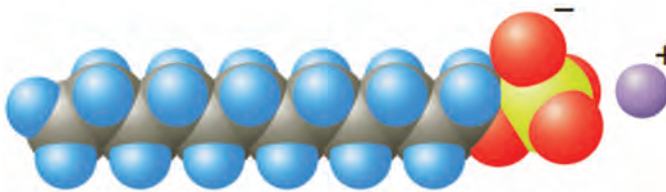


تری گلیسرید

۳ چه تعداد از ترکیب‌های زیر با آب پیوند هیدروژنی می‌دهند؟

«اوره، گلوکز، فرمالدهید، استون، سدیم کلرید، صابون، متیل آمین، متیل فلوئورید، کلروفرم»

۴ درباره ترکیب زیر کدام جمله درست است؟



سدیم لوریل سولفات

آ) اتم گوگرد مستقیماً به اتم کربن وصل نیست.

ب) خاصیت پاک‌کنندگی ندارد.

پ) عدد اکسایش اتم گوگرد در آن برابر با ۴+ است.

ت) مخلوط آن با آب یک کلوئید است.

۵ کدام عبارت زیر نادرست است؟

آ) روغن زیتونی که روی آن نوشته شده، صددرصد خالص است، ناخالص است.

ب) با افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل در ترکیب‌های مولکولی و کوچک، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.

پ) قدرت پاک‌کنندگی صابون‌های گوناگون به ساختار آنها و دما وابسته است.

ت) در شرایط یکسان قدرت پاک‌کنندگی یک پاک‌کننده صابونی از غیرصابونی بیشتر است.

۶ یون $\text{P}_3\text{O}_5^{n-}$ برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی به شوینده‌ها افزوده می‌شود. n در این یون برابر با چند است؟

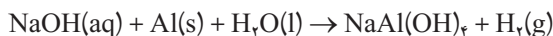
۶ (ت)

۴ (پ)

۵ (ب)

۳ (آ)

۷ واکنش نمادی زیر را در نظر بگیرید :



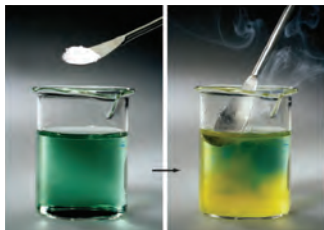
کدام گزینه برای آن درست است؟

آ) مجموع ضرایب مواد پس از موازنه برابر با ۹ است.

ب) این واکنش گرماگیر است.

پ) عدد اکسایش آلومینیم در NaAl(OH)_4 برابر با ۵+ است.

ت) تولید گاز در این واکنش به همراه خاصیت بازی محلول، دلیل پاک‌کنندگی زیاد آن است.



۸ افزودن مواد به محلول آبی برم تیمول، رنگ آن را تغییر

می‌دهد. با توجه به شکل روبه‌رو در جای علامت سؤال

کدام ماده را می‌توان قرار داد؟

ب) کلسیم اکسید

آ) آمونیاک

ت) سیلیس

پ) تترافسفردکااکسید

۹ رسانی کدام محلول بیشتر است؟

(آ) هیدروکلریک اسید
(ب) سدیم هیدروکسید
(پ) متانویک اسید
(ت) اتانول

۱۰ با توجه به داده‌های جدول زیر، pH محلول آبی ۰/۱ مولار کدام ترکیب از بقیه کمتر است؟

رنگ کاغذ پی اچ	رسانی محلول ۰/۱ مولار (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	ترکیب
سرخ	۲۵	A
	۲۵	B
	۴۰	C
آبی	۲۰	D
	۱۵	E
سرخ	۲	F
	۰/۵	G
	۴	H
آبی	۰/۵	I

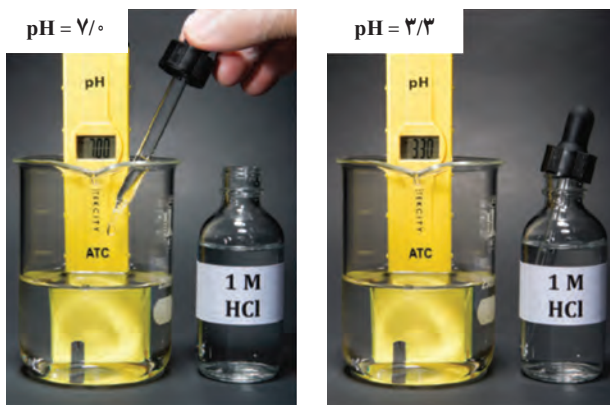
A (آ) B (ب) G (پ) C (ت)

۱۱ هرگاه بدانید که میزان بازی بودن محلول‌های ۰/۱ مولار ترکیب‌های D، E با هم برابر است. با توجه به جدول زیر کدام گزینه برای این دو ترکیب درست است؟

رنگ کاغذ پی اچ	رسانی محلول ۰/۱ مولار (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	ترکیب
سرخ	۲۵	A
	۲۵	B
	۴۰	C
آبی	۲۰	D
	۱۵	E
سرخ	۲	F
	۰/۵	G
	۴	H
آبی	۰/۵	I

(پ) رسانی کاتیون در محلول ترکیب E بیشتر از محلول D است.
(ت) قدرت بازی D با E برابر است.
(ب) D یک باز دو ظرفیتی است.
(آ) D باز قوی‌تری است.

۱۲ با توجه به شکل زیر برای انجام تغییر نشان داده شده، چند مول گاز هیدروژن کلرید باید به آب مقطر بیفزاییم؟



حجم آب = ۴۰۰ میلی لیتر

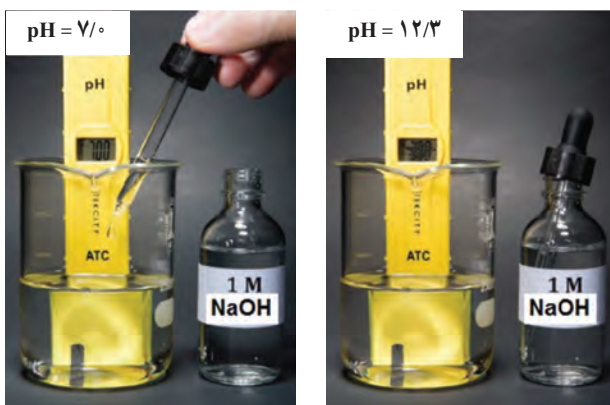
ت) ۰/۰۰۰۸

پ) ۰/۰۰۰۲

ب) ۰/۰۰۲

آ) ۰/۰۰۸

۱۳ با توجه به شکل زیر برای انجام تغییر نشان داده شده، چند گرم سود باید به آب مقطر بیفزاییم؟
($1 \text{ mol NaOH} = 40 \text{ g}$)



حجم آب = ۴۰۰ میلی لیتر

ت) ۰/۱۶

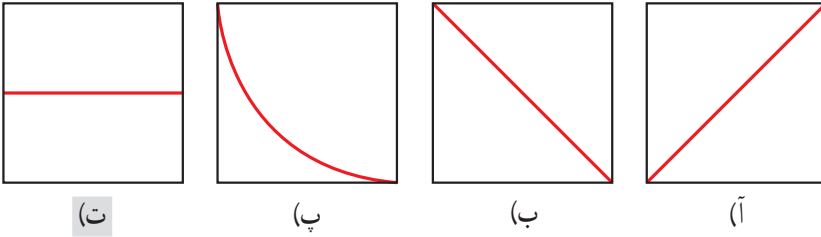
پ) ۰/۴

ب) ۰/۳۲

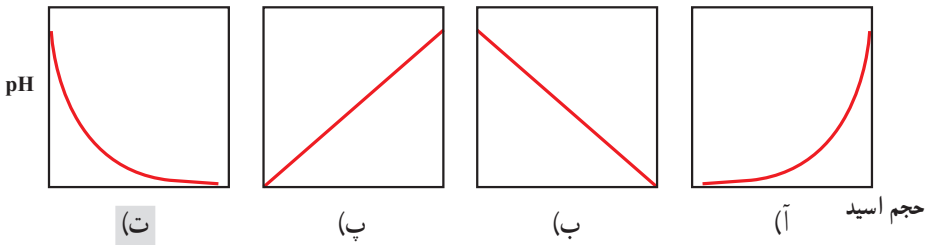
آ) ۰/۸

۱۴ به دو لیتر آب مقطر کم کم هیدروکلریک اسید غلیظ میفزاییم، کدام نمودار تغییرات $[OH^-] \times [H_3O^+]$ برحسب حجم را به درستی نشان می دهد؟

$[OH^-] \times [H_3O^+]$

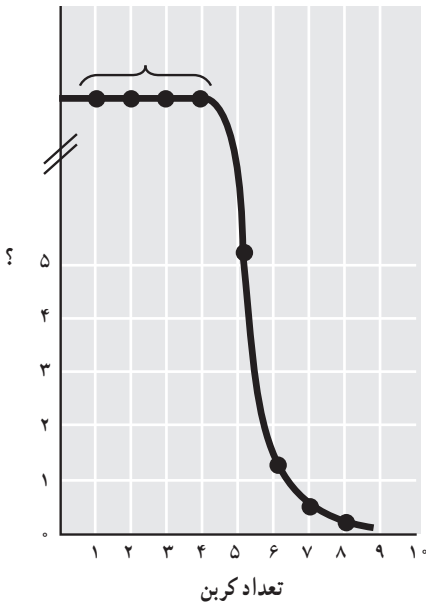


۱۵ به دو لیتر آب مقطر، کم کم هیدروکلریک اسید غلیظ میفزاییم، کدام نمودار بی اچ (pH) محلول را برحسب حجم به درستی نشان می دهد؟



۱۶ نمودار زیر یکی از خواص کربوکسیلیک اسیدها را برحسب تعداد کربن نشان می دهد. روی خط عمودی کدام کمیت را می توان قرار داد؟

- (آ) گرانی
- (ب) نقطه ذوب
- (پ) انحلال پذیری در آب
- (ت) چگالی



۱۷ در یک لیتر از نمونه‌ای شربت ضد اسید، ۲٪ مول آلومینیم هیدروکسید و ۲۵٪ مول منیزیم هیدروکسید وجود دارد. این نمونه با چند مول HCl واکنش می‌دهد؟

آ) ۰/۴۵ (ب) ۰/۱۱ (پ) ۰/۱۰ (ت) ۰/۸۵

۱۸ غلظت یون هیدرونیوم در یک نمونه محلول اسیدی ۷۰۰ برابر غلظت یون هیدروکسید در آب مقطر است. بی‌اج (pH) این نمونه چند است؟

آ) ۵/۸۵ (ب) ۴/۱۵ (پ) ۴/۸۵ (ت) ۶/۱۵

۱۹ بی‌اج (pH) یک نمونه محلول بازی برابر با ۱۱/۴۸ است. غلظت یون هیدروکسید در آن چند برابر غلظت یون هیدروکسید در آب خالص است؟

آ) ۳۰۰۰۰ (ب) ۳۰۰۰ (پ) ۶۰۰۰ (ت) ۶۰۰۰۰

۲۰ کدام جمله نادرست است؟

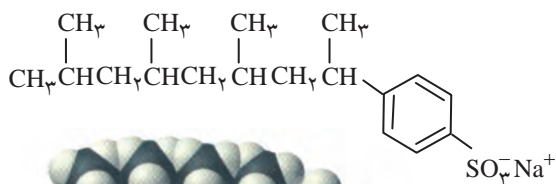
آ) در محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک اسید، غلظت یون هیدرونیوم با یون کلرید برابر است.

ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته شده ضعیف هستند.

پ) هرچه درجه یونش یک اسید بزرگ‌تر باشد، محلول آن اسیدی‌تر است.

ت) واکنش میان یک اسید چرب با سودسوزآور یک واکنش خنثی شدن است.

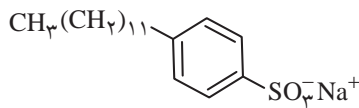
۲۱ برای این دو پاک‌کننده غیرصابونی کدام گزینه درست است؟



بخش ناقطبی

بخش قطبی

آلکیل بنزن سولفونات شاخه‌دار



بخش ناقطبی

بخش قطبی

آلکیل بنزن سولفونات خطی

آ) زیست تخریب پذیرند. (ب) عدد اکسایش همه اتم‌های کربن شاخه آلکیل آنها یکسان است.

ب) قدرت پاک‌کنندگی یکسانی دارند. (ت) در آب‌های سخت رسوب نمی‌دهند.

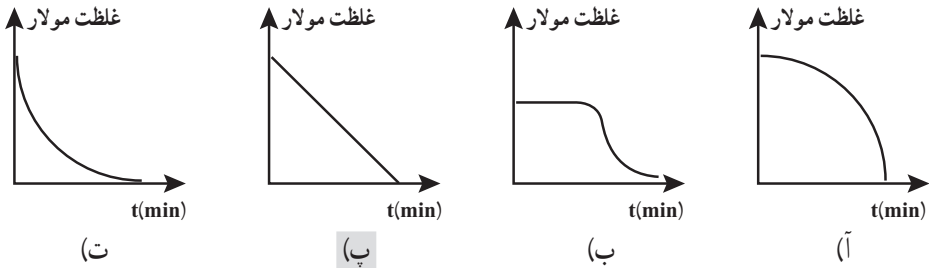
۲۲ اگر مقدار α برای اسید HA برابر 10% باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن به تقریب کدام است؟

- (آ) 9×10^{-2} ، $1/11 \times 10^{-6}$ (ب) 1×10^{-2} ، $1/11 \times 10^{-6}$
 (پ) 9×10^{-3} ، $1/11 \times 10^{-4}$ (ت) 1×10^{-2} ، $1/11 \times 10^{-2}$

۲۳ اگر نسبت غلظت مولار یون هیدروکسید به یون هیدرونیوم در یک محلول باز قوی برابر 10^1 باشد، برای خنثی کردن 100 mL از این محلول، چند مول HCl نیاز است؟

- (آ) 10^{-2} (ب) 5×10^{-2} (پ) 10^{-3} (ت) 5×10^{-3}

۲۴ به یک لیتر محلول دو مولار سدیم هیدروکسید به طور پیوسته در هر دقیقه، 200 mL آب مقطر اضافه می شود. نمودار تغییر غلظت این محلول کدام است؟



۲۵ با توجه به داده های جدول زیر، pH محلول آبی $1/10$ مولار کدام ترکیب از بقیه بیشتر است؟

ترکیب	رسانایی محلول $1/10$ مولار (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	رنگ کاغذ بی اچ (pH)
A	۲۵	سرخ
B	۲۵	سرخ
C	۴۰	سرخ
D	۲۰	آبی
E	۱۵	آبی
F	۲	سرخ
G	۰/۵	سرخ
H	۴	سرخ
I	۰/۵	آبی

C (ت)

G (ب)

D (ب)

A (آ)

۲۶ افزودن PO_4^{5-} به شوینده‌ها چه نتایج و آثاری را دربردارد؟

آ) محیط را بازی می‌کند و قدرت پاک‌کنندگی شوینده را افزایش می‌دهد.

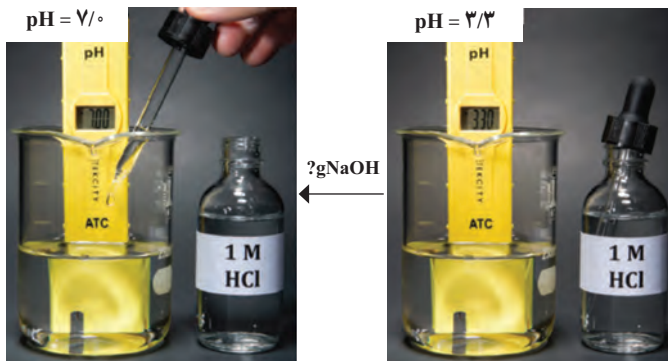
ب) با یون‌های منیزیم و کلسیم، جاذبه‌های قوی می‌دهد و قدرت پاک‌کنندگی را افزایش می‌دهد.

پ) پس از ورود به آب‌های سطحی، آبکافت می‌شود و محیط را اسیدی می‌کند.

ت) همه موارد درست است.

۲۷ با توجه به شکل زیر برای انجام تغییر نشان داده شده، چند گرم سود باید به محلول سمت چپ بیفزاییم؟

($40 \text{ g} = 1 \text{ mol NaOH}$)



حجم آب = ۴۰۰ میلی‌لیتر

ت) ۰.۰۰۴

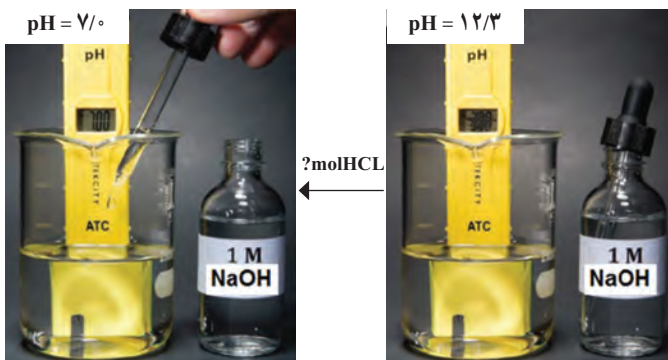
پ) ۰.۰۴

ب) ۰.۰۰۸

آ) ۰.۰۲

۲۸ با توجه به شکل زیر برای انجام تغییر نشان داده شده، چند مول هیدروژن کلرید باید به محلول سمت

چپ بیفزاییم؟



حجم آب = ۴۰۰ میلی‌لیتر

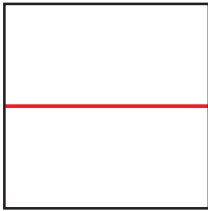
ت) ۰.۰۰۴

پ) ۰.۰۲

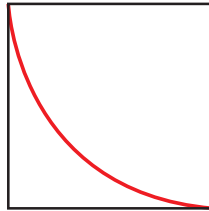
ب) ۰.۰۰۸

آ) ۰.۸

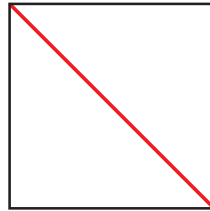
۲۹ به دو لیتر آب مقطر کم کم سودسوز آور غلیظ اضافه می کنیم. کدام نمودار تغییرات $[OH^-] \times [H_3O^+]$ بر حسب حجم را به درستی نشان می دهد؟



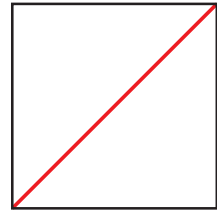
(ت)



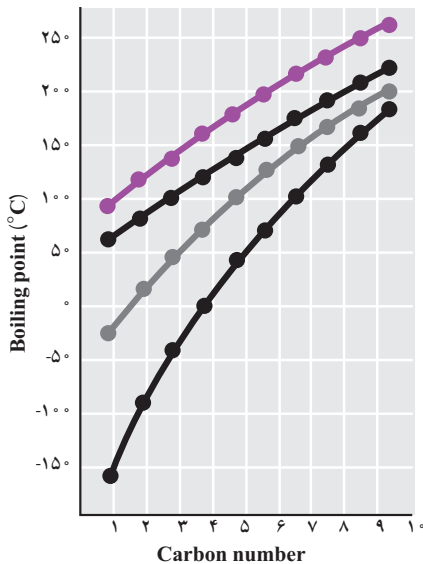
(پ)



(ب)



(آ)



۳۰ نمودار روبه‌رو نقطه جوش چند دسته از ترکیب‌های آلی را بر حسب تعداد کربن نشان می دهد. خط بنفش روی نمودار به کدام دسته از ترکیب‌ها تعلق دارد؟

- آ) الکل‌ها
- ب) آلدهیدها
- پ) اسیدها
- ت) آلکان‌ها

۳۱ بی اچ (pH) یک نمونه محلول برابر با ۱۱/۷ است. غلظت یون هیدروکسید در آن چند برابر غلظت یون هیدروکسید در آب خالص است؟

۵۰۰۰۰ (ت)

۵۰۰۰ (پ)

۳۰۰۰ (ب)

۳۰۰۰۰ (آ)

۳۲ اگر pH محلول اسید ضعیف HA برابر $\frac{3}{4}$ و درصد یونش آن برابر $\frac{2}{5}\%$ باشد، غلظت مولار آن کدام است؟ 200 میلی لیتر از آن، چند مول سدیم هیدروکسید را خنثی می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید، $\log 0.4 \approx -0.4$)

- (ب) $3/2 \times 10^{-2}$ ، $1/4 \times 10^{-2}$ (آ) $1/6 \times 10^{-2}$ ، $1/4 \times 10^{-2}$
 (ت) $3/2 \times 10^{-2}$ ، $1/6 \times 10^{-2}$ (پ) $1/6 \times 10^{-2}$ ، $1/6 \times 10^{-2}$

۳۳ مقدار K_a ی اسید HA برابر $2 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با pH = ۱ حل شود، $[A^-]$ به تقریب، به چند مول بر لیتر می رسد؟

- (آ) 2×10^{-4} (ب) $4/5 \times 10^{-2}$ (پ) 2×10^{-2} (ت) $4/5 \times 10^{-2}$

۳۴ کدام گزینه درست است؟

(آ) چربی ها مخلوطی از استرهای بلند زنجیر هستند که مقدار اندکی اسید چرب آزاد هم دارند.

(ب) هرچه پی اچ (pH) یک محلول کوچک تر باشد، اسید آن قوی تر است.

(پ) پاک کننده های صابونی در آب دریا قدرت پاک کنندگی خود را حفظ می کنند.

(ت) رسانایی محلول ۱ مولار اسیدهای قوی تک پروتون دار با بازهای قوی تک ظرفیتی برابر است.

۳۵ کدام گزینه نادرست است؟

(آ) غلظت تعادلی مواد به غلظت اولیه واکنش دهنده ها در یک واکنش تعادلی وابسته است.

(ب) در دمای ثابت، مقدار ثابت تعادل ثابت است.

(پ) غلظت یون هیدرونیوم در باران اسیدی از باران معمولی بیشتر است.

(ت) در باران اسیدی یون هیدروکسید وجود ندارد.

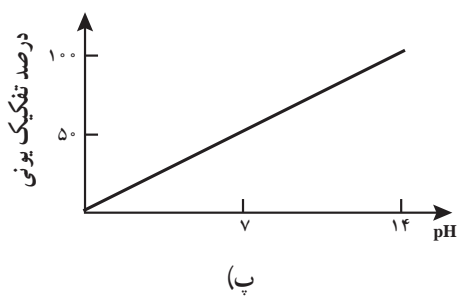
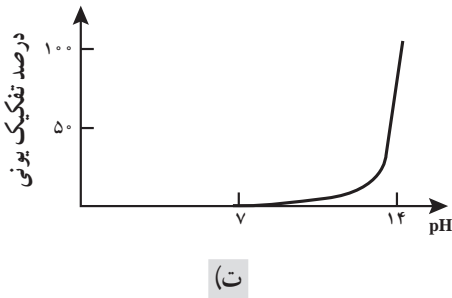
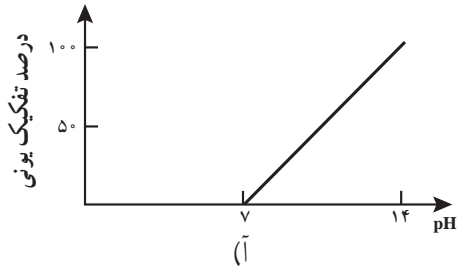
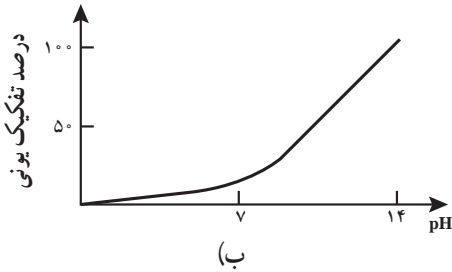
۳۶ اگر pH دو محلول جداگانه از اتانویک اسید ($K_a \approx 2 \times 10^{-5}$) و کلرواتانویک اسید ($K_a \approx 2 \times 10^{-3}$)، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی تر به غلظت مولار دیگری، به تقریب کدام است؟

- (آ) 0.1 (ب) 0.3 (پ) 0.1 (ت) 0.3

۳۷ اگر pH محلول اسید ضعیف HA که در هر میلی لیتر آن $2/5 \times 10^{-7}$ مول از آن وجود دارد، برابر ۵ باشد، درصد تفکیک یونی آن در شرایط آزمایش، کدام است؟

- (آ) 0.4 (ب) 0.2 (پ) 4 (ت) 2

۳۸ نمودار وابستگی pH محلول یک مولار باز BOH نسبت به درصد تفکیک آن، به کدام صورت است؟



۳۹ کدام گزینه نادرست است؟

- (آ) هرچه بی اچ (pH) یک محلول کوچک تر باشد، میزان اسیدی بودن آن محلول بیشتر است.
 (ب) گستره بالایی بی اچ (pH) تابع دماست.
 (پ) در یک قطره از سود سوزآور غلیظ، یون هیدرونیوم وجود ندارد.
 (ت) اغلب اسیدهای شناخته شده، ضعیف هستند.

۴۰ جرم مولی صابون به دست آمده از کربوکسیک اسیدی که در آن گروه R، شامل ۱۴ اتم کربن است، برابر چند گرم است؟
 ($\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(ت) ۲۶۴

(پ) ۲۵۸

(ب) ۲۴۱

(آ) ۲۲۰

۴۱ چند میلی گرم سدیم کربنات برای خنثی کردن پنج لیتر محلول اسید قوی با $\text{pH} = 5$ ، لازم است؟

($\text{Na} = 23, \text{C} = 12, \text{O} = 16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(ت) ۱۰/۶

(پ) ۵/۳

(ب) ۴/۲۵

(آ) ۲/۶۵

فصل ۲

آسایش و رفاه در سایه شیمی

معلم نقش اساسی در فرایند آموزش اثربخش دارد. برای نیل به این موضوع کاربست شیوه‌های نوین با محوریت تفکر و پرورش آن در فراگیران ضرورت دارد. لذا برای نیل به این موضوع، آشنایی معلمان با دانش موضوعی - تربیتی ضروری است تا بتوانند آنها را در شرایط مختلف برای نیل به آموزش کارآمد در علوم پایه به کار بگیرند. دانش موضوعی - تربیتی، شرایطی را مهیا می‌کند که بتوان به مفیدترین شکل ممکن، به ارائه مفاهیم پرداخت تا موضوعات مختلف علمی توسط فراگیران قابل درک باشد. این دانش، ترکیبی از دانش موضوعی، آگاهی از دانش‌آموزان و کج فهمی‌های احتمالی آنها، دانش برنامه درسی و دانش عمومی تربیتی می‌باشد. دانش موضوعی - تربیتی بیان می‌دارد که چه موضوعی، در چه زمانی و با چه ضرورتی، چگونه تدریس شود تا نتیجه مطلوب و اثر بخش در آموزش حاصل شود.

تسلط بر محتوای دانش موضوعی در تدریس مهم است و صرف نظر از شیوه آموزش، معلمان باید تسلط کافی بر روی موضوع تدریس داشته باشند تا بتوانند یادگیری دانش‌آموزان را جهت بخشیده و با تسلط بر محتوای موضوعی، امکان به کارگیری روش‌های نوین در آموزش را تسهیل نمایند. تسلط بر موضوع منجر به طرح مواردی می‌شود که در ایجاد علاقه و انگیزه در فراگیران برای آموزش آن موضوع تأثیرگذار است. درک کج فهمی‌های دانش‌آموزان در موضوع مورد تدریس، در فرایند آموزش ضرورت دارد تا معلم ضمن تشخیص، بتواند کج فهمی‌های دانش‌آموزان را با فراهم کردن شرایط یادگیری فعال اصلاح نماید.

کاربست کاوشگری در آموزش، موقعیت فعلی را در آموزش مهیا می‌کند که در آن مسئله‌ای به دانش‌آموزان ارائه و سپس آنها برای پاسخگویی به آن اطلاعات را گردآوری و بررسی می‌کنند و نتایج خود را گزارش می‌دهند. این روش باعث می‌شود که فرد نسبت به روش علمی فهم درستی به دست آورد و در این رابطه، مهارت لازم را در فرایند تفکر کسب نماید. تدریس باید به گونه‌ای باشد که نیاز تفکر فراگیر را تأمین و به تفکرات او، فرصت فعالیت بیشتری بدهد. آموزش مبتنی بر کاوشگری، یکی از بهترین شیوه‌های آموزش برای سیر در تفکر، همگام با یادگیری موضوعات علمی مرتبط با برنامه درسی می‌باشد.

دانش موضوعی - تربیتی در فصل مشترک محتوا و فرایند تعلیم و تربیت، با درک چگونگی سازماندهی و ارائه اثربخش محتوا، در تبدیل دانش موضوعی به شکلی که برای دانش‌آموزان قابل درک باشد به ایفای نقش می‌پردازد و بر اثر بخشی آموزش معلم تأثیر می‌گذارد. دبیران شیمی می‌توانند همگام با آموزش مفاهیم در حیطه شناختی، به مهارت‌های تفکر و دست‌ورزی همراه با ارزش‌ها، نگرش‌های علمی و نگرش به خود در فراگیران نیز توجه نمایند تا بتوانند مهارت‌های تفکر دانش‌آموزان و سطوح درک و فهم آنها را در حیطه‌های شناختی از مفاهیم علوم در ارتباط با زندگی روزمره تعالی دهند.

در این میان توجه به ارزشیابی برای تعیین پیش‌زمینه‌ها و پیشرفت‌های یادگیرندگان و کمک به پیشرفت شخصی و اجتماعی آنها ضرورت دارد. نتایج ارزیابی‌های چندگانه برای هدایت و بهبود آموزش،

تجزیه تحلیل کردن یادگیری دانش آموزان و درگیر کردن آنها در تحلیل فعالیت‌های خودشان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد یاد شده پیشنهاد می‌شود در این فصل دبیران محترم ابتدا ضرورت توجه به این حیطه از دانش را با در نظر گرفتن ارتباط و تعامل آن با زندگی روزمره برای دانش آموزان تبیین نموده و سپس بر روی اهداف نگرشی تمرکز داشته باشند تا انگیزه ورود به حوزه دانش الکتروشیمی در فراگیران برای یادگیری و توسعه این دانش در جهت رفاه و آسایش انسان حاصل شود. تلاش شده است با ارائه مطالب مختلف در مقدمه و بخش‌های داخل فصل، محتوای لازم در جهت کارست توسط معلم برای ایجاد فضای انگیزشی در فراگیران ارائه شود. در این فصل تلاش شده تا دانش موضوعی به زبانی ساده ارائه شود تا دبیران محترم بتوانند آن را با رویکردهای فعال در آموزش به کار بگیرند، هر چند که در محتوای ارائه شده و کتاب درسی در بخش‌های «باهم بیندیشیم» و «کاوش کنید» این موضوع قابل دسترسی است. در پایان فصل گزارش جمع بندی با تأکید بر نگرش به دانش الکتروشیمی ارائه شده است. همچنین با توجه به اهمیت کج فهمی در آموزش شیمی، این موضوع در ارتباط با الکتروشیمی مورد بررسی قرار گرفته است.

لازم به ذکر است بخشی از محتوای آموزشی ارائه شده در این فصل فراتر از اهداف آموزشی کتاب درسی می‌باشد که می‌تواند ضمن فراهم کردن دانش مرتبط برای دبیران، آنان را در خلق فرصت‌های تفکر مبتنی بر اهداف و مفاهیم ارائه شده در کتاب درسی یاری نماید.



آسایش و رفاه در سایه شیمی

از صفحه ۳۷ تا ۳۹

واحد یادگیری ۱

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ نقش شیمی را در افزایش سطح رفاه و آسایش تحلیل کنند.
- ۲ الکتروشیمی را به عنوان یکی از شاخه های مهم شیمی بشناسند و نقش آن را در تأمین انرژی بیان کنند.
- ۳ نمونه هایی از فرآورده های الکتروشیمی را بشمارند و نقش آنها را در زندگی توضیح دهند.

پرسش های اساسی

- ۱ الکتروشیمی چگونه و در چه زمینه هایی موجب افزایش آسایش و رفاه می شود؟
- ۲ الکتروشیمی چه دستاوردهایی را به ارمغان آورده است؟

روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، پژوهش گروهی، بارش فکری

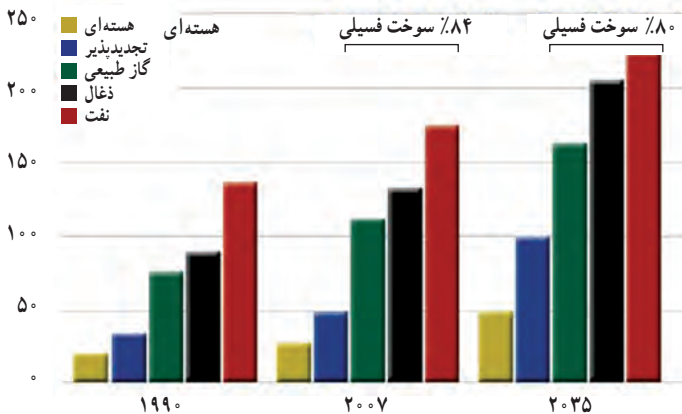
توصیه می شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

- ۱ فهرستی از فناوری های مرتبط با الکتروشیمی مانند باتری، سلول های سوختی، آبکاری، برقکافت و ... تهیه کنید.
- ۲ از هر گروه بخواهید یکی از موارد را انتخاب و درباره آنها پژوهش نموده و مطالب جمع آوری شده را به شکل پوستر درآورند.
- ۳ پوستر هر گروه را در تابلوی کلاس نصب و در مورد آنها با گروه ها گفت و گو کنید. از این بحث و گفت و گوها نقش الکتروشیمی در آسایش و رفاه را استخراج و جمع بندی کنید.

بر دانش خود بیفزایید

در دهه‌های اخیر، انرژی در کنار سایر عوامل تولید، نقش کلیدی در رشد اقتصادی کشورها داشته و اهمیت آن همچنان رو به افزایش است. دستیابی به توسعه پایدار از مهم‌ترین اهداف اقتصادی برای هر کشوری به‌شمار می‌رود. در این میان، انرژی به عنوان عامل تأثیرگذار در تولید، یکی از عوامل اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود. انرژی در جهان امروز یک عامل راهبردی است و نقش ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصاد، رفاه اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی و امنیت یک جامعه ایفا می‌کند. از این رو میزان دسترسی کشورها به منابع گوناگون انرژی، نشانگر پیشرفت، قدرت سیاسی و اقتصادی آنان می‌باشد. وابستگی روزافزون به انرژی موجب تعامل این بخش با سایر بخش‌های اقتصادی شده و سرعت در مسیر رشد و توسعه اقتصادی را وابسته به سطح مصرف انرژی کرده است. افزایش جمعیت و رشد اقتصادی در دهه‌های آینده سبب خواهد شد که تقاضای انرژی نیز دستخوش رشد شدیدی شود. این افزایش در تقاضای جهانی انرژی در شرایطی اتفاق می‌افتد که نه تنها بخش عمده انرژی جهانی همچنان به نفت وابسته خواهد ماند، بلکه نگرانی‌های مرتبط با منابع محدود سوخت‌های فسیلی و اثر گلخانه‌ای ناشی از مصرف آن وجود خواهد داشت. لذا در سال‌های اخیر توجه به منابع انرژی جدید بیشتر مورد توجه واقع شده است.

شکل ۱، تقاضای جهانی مصرف انرژی را نشان می‌دهد. در این نمودار تغییر مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی را با انرژی‌های تجدیدپذیر مقایسه کنید. دلیل توجه بیشتر به استفاده از منابع انرژی‌های نو چیست؟



شکل ۱- نمودار تقاضای جهانی مصرف انرژی

نمودار بالا نشان می‌دهد با اینکه در گذر زمان مصرف جهانی انرژی در راستای تأمین آسایش و رفاه انسان، پیوسته افزایش یافته اما مصرف سوخت‌های فسیلی کاهش یافته است.

مایکل فارادی در اوایل قرن نوزدهم اصول پایه برای تولید الکتریسیته را بنیان نهاد. از آن پس به مرور استفاده از انرژی الکتریکی در زندگی رایج شد. شکلی از انرژی که به زندگی انسان روشنایی بخشید و نویدی از آسایش می داد. با گذشت زمان وسایل مختلفی ساخته شد که بهره برداری از آنها وابسته به انرژی الکتریکی بود. این ویژگی نشان می داد که انرژی الکتریکی می تواند پرکاربردترین شکل انرژی در زندگی باشد. به تدریج مصرف این شکل از انرژی افزایش یافت تا جایی که تأمین آن دشوار و دشوارتر شد. سوزاندن سوخت های فسیلی در قرن بیستم توانست بخش عمده ای از انرژی الکتریکی را تأمین کند. اما جهان از یک سو با رشد جمعیت و افزایش تقاضای انرژی رو به رو بود و از سوی دیگر منابع سوخت های فسیلی محدود بوده و مصرف آنها با زیان های زیست محیطی همراه بود. این چالش ها در قرن بیست و یکم نیاز به منابع جدید را همراه با صرفه جویی در مصرف انرژی آشکار ساخت. در این میان بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند آب، باد و خورشید با استقبال روبه رو شد. باید توجه داشت که استفاده از فناوری های جدید می تواند مصرف بهینه انرژی الکتریکی را ممکن سازد.

الکتریسیته به عنوان انرژی مصرفی رایج در زندگی روزمره، باعث افزایش سطح توسعه انسانی، رفاه انسان و بهبود در کیفیت زندگی می شود. عرضه مداوم، انتقال به نقاط دورافتاده، پاک بودن و انتشار گاز گلخانه ای کمتر و تجدیدپذیر بودن انرژی الکتریکی باعث شده که الکتریسیته در توسعه اقتصادی کشورها نقش آفرین باشد. در شکل ۲، سهم حامل های انرژی در مصرف نهایی ایران و جهان در سال ۱۳۹۲ نشان داده شده است.

در گذر زمان مصرف این شکل از انرژی افزایش یافت تا جایی که تأمین آن دشوار و دشوارتر شد. سوخت های فسیلی در قرن حاضر در حدود ۸۵ درصد از انرژی الکتریکی مورد نیاز ما را تولید می کنند. چالش های پیش رو در تأمین انرژی الکتریکی از سوخت های فسیلی عبارت اند از:

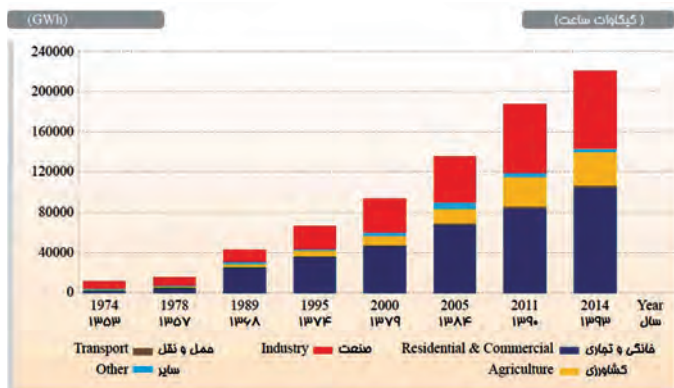
چالش اول: امنیت در تأمین منابع سوخت های فسیلی و بحران های سیاسی و منطقه ای تأثیرگذار بر آن
چالش دوم: سادگی استفاده از سوخت های فسیلی مانند سوختنی و تعامل آن با نگرانی های زیست محیطی
چالش سوم: توجه به این واقعیت، که سوخت های فسیلی در عرضه محدود هستند.

با توجه به این چالش ها، چه راهکاری را بایستی در نظر گرفت؟

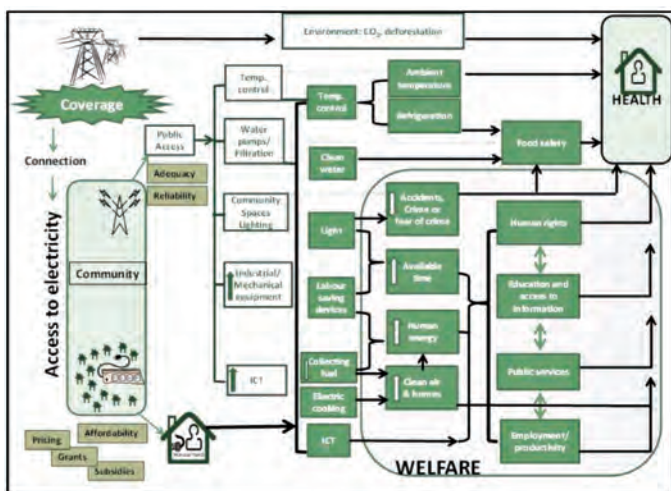
در این میان بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند آب، باد و خورشید در تأمین انرژی الکتریکی راه حل مناسبی است. با این حال تغییرات عمده در نحوه استفاده از سوخت های فسیلی و روش هایی که منجر به کاهش قیمت انرژی می شود حائز اهمیت هستند. همچنین استفاده از فناوری های جدید، امکان مصرف بهینه انرژی الکتریکی را ممکن ساخت که می تواند در جهت حفظ بیشتر منابع مرتبط با تأمین انرژی الکتریکی کمک نماید.



شکل ۲- سهم حامل‌های انرژی در مصرف نهایی در ایران و جهان در سال ۱۳۹۲



شکل ۳- شیوه‌های مصرف انرژی الکتریکی در بخش‌های مختلف در ایران در سال‌های مختلف

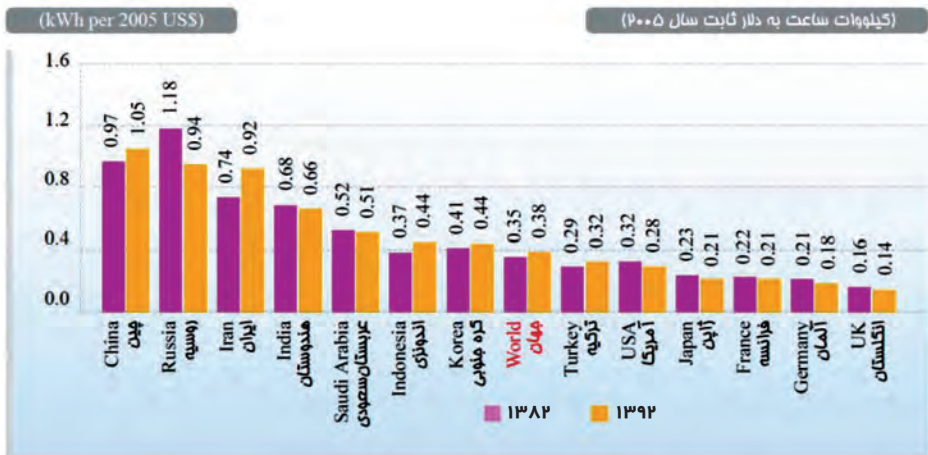


شکل ۴- انرژی الکتریکی و تأثیر آن بر رفاه انسان

مصرف بی‌رویه و غیر بهینه انرژی منجر به آن شده که مفاهیم جدیدی برای معرفی مصرف صحیح انرژی و افزایش رفاه اجتماعی تعریف شود. در این راستا به کارایی مصرف انرژی افزون بر منابع جدید انرژی در جوامع مختلف، توجه شده است. کارایی مصرف انرژی، میزان محصولی است که به ازای هر واحد انرژی مصرفی در یک سیستم تولیدی یا خدماتی حاصل می‌شود. شدت مصرف انرژی یکی از شاخص‌های بررسی کارایی مصرف انرژی است. این شاخص با تقسیم انرژی بر تولید ناخالص داخلی به دست می‌آید. به طور کلی می‌توان گفت با پیشرفت اقتصاد و رشد توسعه، شدت انرژی کاهش می‌یابد. عواملی همچون تغییر در ساختار تولید محصولات می‌تواند شدت انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. بالا بودن شدت مصرف انرژی، نشانگر مصرف بیشتر انرژی است. مثلاً اگر شدت مصرف انرژی در کشور (آ) دو برابر کشور (ب) باشد یعنی کشور (آ) برای تولید میزان برابری کالا و خدمات دو برابر کشور (ب) انرژی مصرف کرده است.

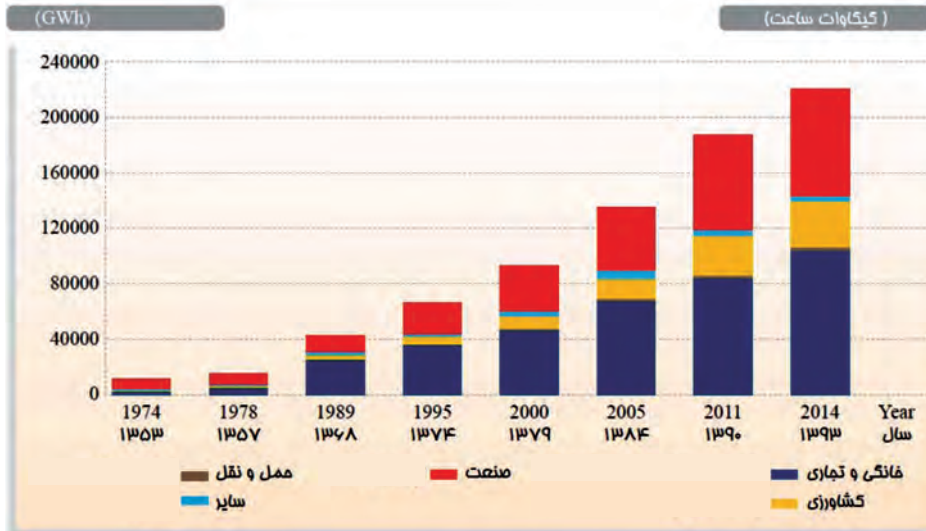
تولید ناخالص داخلی یکی از معیارهای اندازه‌گیری در اقتصاد است. تولید ناخالص داخلی دربرگیرنده مجموع ارزش کالاها و خدماتی است که در انتهای زنجیر تولید هستند و خود آنها برای تولید و خدمات دیگر خریداری نمی‌شوند که در طی یک دوره معین، معمولاً یک سال، در یک کشور تولید می‌شود.

در شکل ۵، شدت مصرف انرژی الکتریکی در کشورهای مختلف در دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ نشان داده شده است.



شکل ۵- شدت مصرف انرژی الکتریکی در برخی از کشورهای منتخب جهان در دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲

شکل ۶، مصرف انرژی الکتریکی را برای بخش‌های مختلف در ایران نشان می‌دهد.



شکل ۶- نمودار مصرف انرژی الکتریکی برای بخش‌های مختلف در ایران در سال‌های مختلف

فناوری‌هایی مانند خودروهای الکتریکی، تلفن همراه، رایانه قابل حمل، تنظیم‌کننده ضربان قلب و اندام‌های مصنوعی که آسایش و رفاه را برای زندگی بهتر تأمین می‌نمایند، دستاوردهایی از علوم و مهندسی‌های وابسته به آنها است. از آنجا که هر فناوری بدون منبع انرژی کارایی ندارد می‌توان به جایگاه و اهمیت باتری در تأمین انرژی برای آنها پی‌برد. دستگاهی که می‌تواند انرژی مورد نیاز را در محل استفاده تأمین نماید.

زندگی ما به منابع انرژی مشخصی که انرژی را به مدت طولانی تأمین کرده و قابل اعتماد در جهت تأمین انرژی الکتریکی بوده و دارای اندازه مناسب هستند، وابسته است. شما این وسایل تولیدکننده انرژی را به عنوان باتری که در آن با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌شود، می‌شناسید. بدون باتری وسایل الکترونیکی قابل حمل که در جهت رفاه و آسایش ما طراحی شده‌اند، کاربردی نخواهند داشت. شما باتری را در ابعاد کوچک و بزرگ در تنظیم‌کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن‌های همراه، اندام‌های مصنوعی، دوربین‌های دیجیتال، رایانه قابل حمل، خودروهای الکتریکی و اتومبیل به کار می‌برید. فرایند اساسی که در باتری جریان دارد، انتقال الکترون است. آیا همه باتری‌ها دارای عملکرد مشابهی هستند؟ به نظر شما باتری قابل شارژ چیست؟



شکل ۷- موتورسیکلت برقی ایرانی، ساخت شرکت دانش بنیان بنا شریف با باتری لیتیم - یون

می‌دانید که بخش عمده انرژی الکتریکی از سوخت‌های فسیلی تأمین شده و سبب ورود آلاینده‌ها به محیط‌زیست می‌شود. بدیهی است که تأمین انرژی الکتریکی از روش‌های دوستدار محیط‌زیست، ردپای کمتری به جا می‌گذارد. در این راستا فناوری‌های جدیدی برای تولید باتری با به عرصه ظهور گذاشته‌اند. باتری‌هایی که افزون بر تأمین انرژی الکتریکی، امکان ذخیره‌سازی این انرژی را فراهم می‌کنند و دوستدار محیط‌زیست نیز هستند.

برای آشنایی و درک عملکرد باتری‌های به کار رفته در زندگی روزمره، نیاز است از الکتروشیمی بیشتر بدانیم. دانشی که به بررسی انجام واکنش‌های شیمیایی برای تولید انرژی الکتریکی و نیز مصرف انرژی الکتریکی برای انجام واکنش‌های شیمیایی دلخواه می‌پردازد. باتری می‌تواند بخشی از تفاوت انرژی شیمیایی مواد فرآورده با واکنش دهنده را به انرژی الکتریکی تبدیل کند. از آنجا که هر روز نیاز به فناوری جدیدی احساس می‌شود و کارایی آن به تأمین انرژی در محل مورد استفاده وابسته است، پژوهش‌هایی در راستای تولید باتری‌های ارزان‌تر، کوچک‌تر، سبک‌تر، انعطاف‌پذیرتر، ایمن‌تر، دوستدار محیط‌زیست و با کارایی بیشتر انجام می‌شود.

الکتروشیمی، دانش کاربرد واکنش‌های شیمیایی برای ایجاد جریان الکتریکی و یا به کاربردن جریان الکتریکی برای ایجاد تغییرات شیمیایی است. براساس قانون پایستگی انرژی، انرژی نه خودبه‌خود تولید شده و نه از بین می‌رود بلکه می‌تواند از یک شکل به شکل دیگری تبدیل شود، از این رو در واکنش‌های مرتبط با الکتروشیمی، انرژی الکتریکی و انرژی شیمیایی در ارتباط با یکدیگرند. به کمک فناوری باتری، می‌توان انرژی شیمیایی را در محل مورد استفاده به انرژی الکتریکی تبدیل نمود. از طرف دیگر جریان الکتریکی می‌تواند در ایجاد واکنش‌های شیمیایی به کار رود. شما پیش از این با کاربرد جریان الکتریکی در تجزیه آب آشنا هستید که جریان الکتریکی می‌تواند آب را به اکسیژن و هیدروژن تجزیه کند. در حال حاضر نیز استفاده از نیروی الکتریکی جهت ایجاد تغییرات شیمیایی نقش مهمی در توسعه شیمی دارد که شما در این فصل با برخی از موارد آن آشنا خواهید شد.

دانش الکتروشیمی که در ارتباط با الکتروسیته است می‌تواند دستاوردهای گوناگونی را برای رفاه بشری به ارمغان آورد. شناخت قوانین مرتبط با این دانش می‌تواند ما را در ایجاد آسایش برای مردم سهیم نموده و در سرعت بخشی فرایند پیشرفت کشورمان شریک نماید.

انجام واکنش با سفر الکترون

از صفحه ۳۹ تا ۴۴

واحد
یادگیری ۲

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ ماهیت واکنش‌های شیمیایی که با انجام آنها انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود را بشناسند و تفاوت آنها را با سایر واکنش‌های شیمیایی توضیح دهند.
- ۲ گونه‌های اکسید شده و کاهش یافته را در یک واکنش اکسایش – کاهش مشخص کنند و واکنش کلی را به صورت نیم واکنش‌های اکسایش – کاهش بیان کنند.
- ۳ با در نظر داشتن قانون پایستگی بار الکتریکی بتوانند واکنش‌های اکسایش – کاهش را موازنه کنند.
- ۴ با استفاده از خواص ماکروسکوپی (دما، رنگ و...) انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های اکسایش – کاهش را پیش‌بینی کنند.

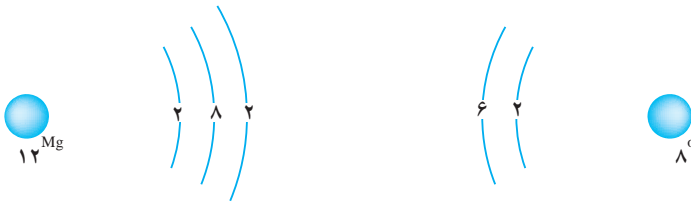
پرسش‌های اساسی

- ۱ واکنش‌های اکسایش – کاهش چگونه و در چه زمینه‌هایی به کمک ما می‌آیند؟
- ۲ چگونه می‌توان به کمک آزمایش ساده قدرت کاهندگی فلزات را با یکدیگر مقایسه کرد؟

روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی

توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

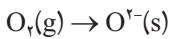
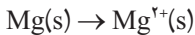
- ۱ ساختار لایه‌ای زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید باهم فکری در گروه به موارد خواسته شده پاسخ دهند.



- آ) در واکنش بین اتم منیزیم و اتم اکسیژن کدام اتم الکترون از دست می‌دهد؟ کدام اتم الکترون می‌گیرد؟
ب) از دست دادن الکترون را اکسایش می‌نامند. کدام اتم اکسایش می‌یابد؟ به چه گونه‌ای تبدیل می‌شود؟
پ) گرفتن الکترون را کاهش می‌نامند. کدام اتم کاهش می‌یابد؟ به چه گونه‌ای تبدیل می‌شود؟

- ۲ نتایج سایر گروه‌ها را به تابلوی کلاس منتقل و پس از تبادل نظر نتیجه‌گیری کنید و از آنها بخواهید ساختار لایه‌ای گونه‌های به‌دست آمده را رسم کنند.

- ۳ از گروه‌ها بخواهید با معادله نشان دهند چه گونه‌هایی به هم تبدیل می‌شوند، آنها باید به موارد زیر برسند.



- ۴ از گروه‌ها بخواهید هر نیم‌واکنش را از لحاظ جرم (اتم‌ها) و بار الکتریکی موازنه کنند و با دلیل مشخص کنند که کدام نیم‌واکنش، اکسایش و کدام نیم‌واکنش، کاهش است.

- ۵ با تعریف ماده اکسند و ماده کاهنده از آنها بخواهید در نیم‌واکنش‌ها گونه اکسند و کاهنده را مشخص کنند.

- ۶ در هر مورد نتایج کار گروه‌ها به تابلو منتقل و نتیجه‌گیری کنید.

- ۷ نمونه‌های دیگری را برای تمرین و تسلط در اختیار گروه‌ها قرار دهید و مسیر طی شده را از آنها بخواهید.

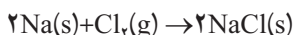
بر دانش خود بیفزایید

انجام واکنش با سفر الکترون

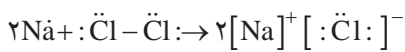
جابه‌جایی بار الکتریکی نشانه جریان الکتریکی است، این جابه‌جایی بار در شیمی به شکل داد و ستد الکترون بین گونه‌های مختلف، می‌تواند منجر به انجام واکنش‌های شیمیایی شود. برای تولید جریان الکتریکی در باتری، یک گونه الکترون از دست داده و الکترون آزاد شده از طریق مدار الکتریکی جابه‌جا شده و گونه دیگر، الکترون را می‌گیرد و انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. به این دسته از واکنش‌های شیمیایی که در



آن انتقال الکترون بین گونه‌های واکنش‌دهنده رخ می‌دهد، واکنش‌های اکسایش – کاهش می‌گویند. اتم‌ها می‌توانند با دادن و گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن پایدار شوند. واکنش زیر را در نظر بگیرید. فلز سدیم در گاز کلر واکنش داده و سدیم کلرید تشکیل می‌شود. از واکنش سدیم در گاز کلر، سدیم کلرید تشکیل می‌شود.



در این واکنش انتقال الکترون بین فلز سدیم و نافلز کلر رخ می‌دهد.

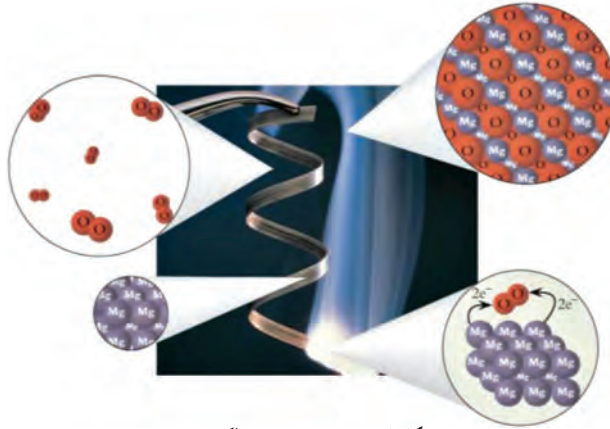


به این گونه واکنش‌ها، که در آن انتقال الکترون رخ می‌دهد، واکنش‌های اکسایش – کاهش گفته می‌شود. در این واکنش سدیم اکسایش و کلر کاهش یافته است. پس در واکنش یاد شده سدیم گونه اکسایش یافته و کلر گونه کاهش یافته است.

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها منتقل نمایند. در این واکنش‌ها، فلزها الکترون یا الکترون‌های خود را از دست داده و با تبدیل شدن به کاتیون، اکسایش می‌یابند و نافلزها با گرفتن الکترون یا الکترون‌های فلزها، با تبدیل شدن به آنیون، کاهش یافته و ترکیب‌های یونی را ایجاد می‌نمایند.

اتم‌های فلزی با اکسیژن واکنش داده و اکسیدهای فلزی را ایجاد می‌نمایند. با تشکیل اکسید فلزی، گرما آزاد می‌شود، که گاهی اوقات با ایجاد نور شدید همراه است. این واکنش، نوعی واکنش اکسایش – کاهش است که در طی آن، فلزها الکترون از دست داده و اکسایش می‌یابند.

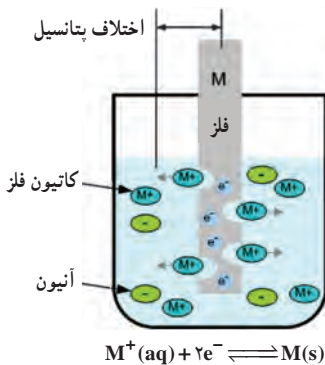
برای کاربرد واکنش‌های اکسایش – کاهش می‌توان به استفاده از نور حاصل از سوختن منیزیم در زمان‌های قدیم در عکاسی به عنوان منبع نور اشاره نمود. در این واکنش منیزیم $\text{Mg}(s)$ با نور خیره‌کننده‌ای در اکسیژن $\text{O}_2(g)$ می‌سوزد و به منیزیم اکسید $\text{MgO}(s)$ تبدیل می‌شود (شکل ۸).



شکل ۸- سوختن منیزیم در اکسیژن

سفری به میل الکترون

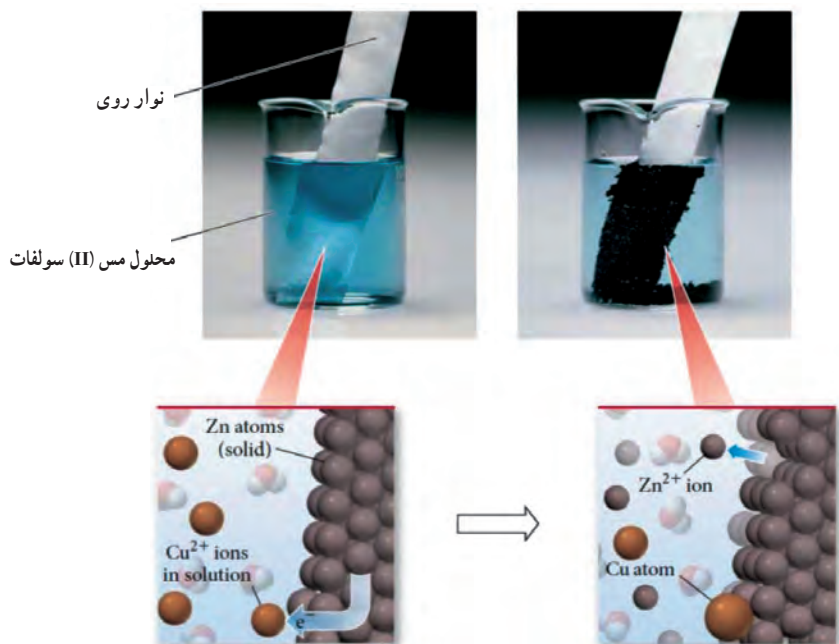
اگر تیغه‌ای از فلز M درون یک محلول غوطه ور شود، پس از گذشت زمانی کوتاه، واکنش اکسایش M و تبدیل آن به M^+ و الکترون به تعادل می‌رسد. پس از رسیدن به تعادل، برخی از کاتیون‌های M^+ جذب فلز شده و با الکترون‌های موجود در سطح فلز کاهش یافته و به M تبدیل می‌شوند. لذا فلز در تعادل با کاتیون‌های خود قرار گرفته و جدایی بار الکتریکی منفی و مثبت در فاصله بسیار کم بین سطح فلز و محلول، اختلاف پتانسیل الکتریکی در حد ولت ایجاد می‌کند. میزان اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شده با میزان بار موجود در سطح فلز رابطه مستقیم دارد. چون فلزهای مختلف در زمان تعادل با آب دارای مقادیر متفاوتی از الکترون‌های آزاد حاصل از اکسایش فلز، در سطح خود می‌باشند لذا اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شده در فلزهای گوناگون متفاوت خواهد بود. به واکنش تعادلی فلز M در آب، نیم واکنش

شکل ۹- واکنش تعادلی فلز M در آب - نیم واکنش M^+/M

فلز M در آب گفته شده و به صورت M^+/M نمایش داده می‌شود. مقدار بار مثبت موجود در سمت محلول با مقدار بار منفی ناشی از حضور الکترون‌ها در سطح فلز، برابر بوده و مجموعه الکترون در درون آب بدون بار الکتریکی می‌باشد. محلول حاوی تیغه فلزی M می‌تواند از پیش شامل کاتیون‌های M^+ نیز باشد. غلظت کاتیون‌های فلز در محلول بر روی اختلاف پتانسیل تیغه فلزی تأثیر می‌گذارد (شکل ۹).

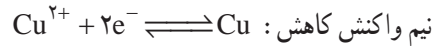
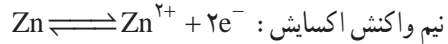
در واکنش‌های اکسایش - کاهش، به موادی که منجر به انجام نیم واکنش اکسایش و کاهش می‌شوند به ترتیب اکسنده و کاهنده گفته می‌شود. مواد اکسنده با اکسایش گونه کاهنده، به گونه کاهش یافته تبدیل می‌شوند. برای انجام هر واکنش اکسایش - کاهش هر دو گونه اکسنده و کاهنده لازم می‌باشند. در طی این واکنش گونه اکسنده، کاهش یافته و گونه کاهنده، اکسید می‌شود.

برای پیش‌بینی امکان انجام واکنش اکسایش - کاهش میان دو گونه، همواره لازم است که تمایل نسبی این دو گونه برای اکسایش یا کاهش را معین نمود. به نظر شما چگونه می‌توان با استفاده از اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی در حالت نیم واکنش، تمایل نسبی بین دو گونه را برای انجام واکنش اکسایش - کاهش سنجید؟ یک تیغه از جنس فلز روی را در محلول آبی دارای کاتیون مس (II) در نظر بگیرید (شکل ۱۰). با وارد شدن تیغه روی در محلول مس (II) سولفات، لایه تیره‌ای از مس بر روی تیغه روی تشکیل می‌شود. با گذشت زمان و انجام واکنش، محلول آبی مس (II) سولفات با خارج شدن کاتیون‌های Cu^{2+} و وارد شدن کاتیون‌های Zn^{2+} بی‌رنگ، سرانجام بسیار کم‌رنگ می‌شود.

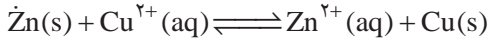


شکل ۱۰- واکنش تیغه فلزی روی با محلول مس(II) سولفات (CuSO_4)

نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش انجام شده به صورت زیر می‌باشد :

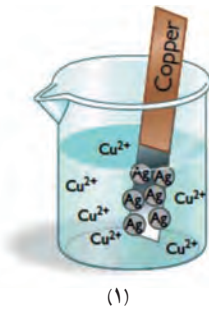


از جمع کردن نیم واکنش اکسایش و کاهش، واکنش کلی اکسایش-کاهش را می‌توان نوشت.



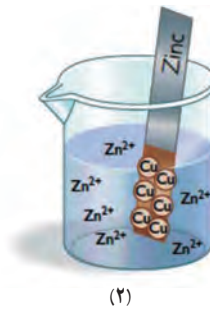
پس در مقایسه واکنش‌پذیری روی و مس برای از دست دادن الکترون، روی فعال‌تر است. در شکل زیر واکنش‌پذیری روی، مس و نقره مقایسه شده است.

تیغه مس در محلول نقره نیترات



(۱)

تیغه روی در محلول مس (II) نیترات

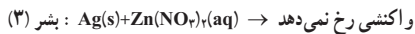
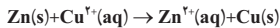
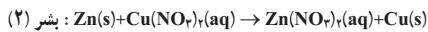
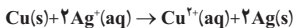
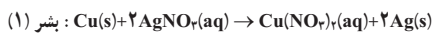


(۲)

تیغه نقره در محلول روی نیترات



(۳)



شکل ۱۱- مقایسه فعالیت روی، مس و نقره در واکنش اکسایش-کاهش

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون‌ها (سلول‌های گالوانی)

از صفحه ۴۴ تا ۴۶

واحد
یادگیری ۳

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود:

- ۱ چگونگی تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی در باتری را شرح دهند.
- ۲ توضیح دهند که چگونه با انجام واکنش در سلول گالوانی جرم تیغه‌ها کم یا زیاد می‌شود.
- ۳ نقش دیواره متخلخل در سلول گالوانی را توضیح دهند.

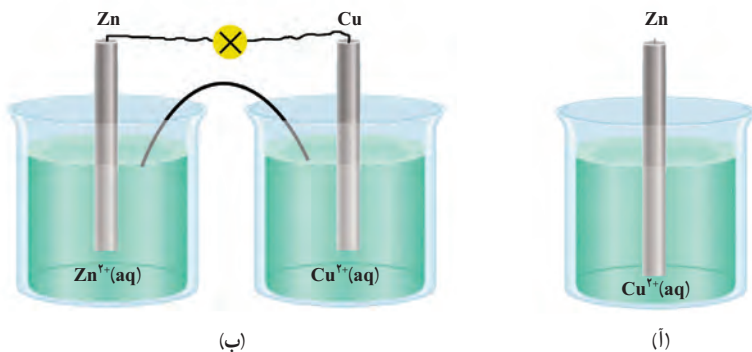
پرسش‌های اساسی

- ۱ چرا جهت حرکت الکترون‌ها از آند به کاتد است و برعکس حرکت نمی‌کنند؟
- ۲ برچه اساس در سلول گالوانی علامت الکتروآند، منفی و علامت الکتروکاتد، کاتد مثبت است؟

روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

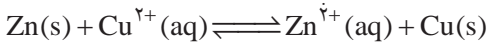
توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ۱ تصاویر زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید تشابه و تفاوت این دو تصویر را بنویسند.



سلول یا دیواره متخلخل

گروه‌ها در این بررسی باید به نتایج زیر برسند :
تشابه : در هر دو تصویر واکنش زیر انجام می‌شود.



تفاوت : در شکل (آ) واکنش اتم‌های Zn با یون‌های Ca^{2+} مستقیماً انجام می‌شود و انرژی آزاد شده هدر می‌رود اما در شکل (ب) اتم‌های روی با یون‌های مس (II) به‌طور غیرمستقیم واکنش می‌دهند و بخشی از انرژی آزاد شده به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. شکل (ب) سلول گالوانی نامیده می‌شود.

۲ از گروه‌ها بخواهید درباره ساختار و فرایندهای انجام شده در سلول گالوانی شکل (ب) گفت‌وگو کنند و به موارد زیر پاسخ دهند.

(آ) نیم‌واکنش‌های هر نیم‌سلول را مشخص کنند.

(ب) با مطالعه کتاب درسی و با دلیل آند و کاتد را مشخص کنند.

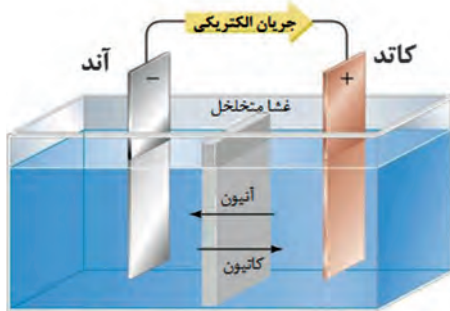
(پ) جهت حرکت الکترون‌ها را در مدار بیرونی با دلیل مشخص کنند.

(ت) با گذشت زمان تغییر جرم آند و کاتد را تحلیل کنند.

۳ در هر مورد نتایج فعالیت گروه‌ها را به تابلوی کلاس منتقل و پس از بحث و گفت‌وگو نتیجه‌گیری کنید.

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون‌ها

چگونه می‌توان از الکترون‌های آزاد شده در واکنش اکسایش – کاهش برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده نمود؟ آیا می‌توان الکترون‌های آزاد شده در گونه اکسایش یافته را به کمک سیم فلزی به گونه کاهش یافته منتقل نمود؟ به نظر می‌رسد در انجام واکنش‌های اکسایش – کاهش می‌توان به‌گونه‌ای عمل نمود که نیم‌واکنش اکسایش در یک مکان و نیم‌واکنش کاهش در مکان دیگر رخ بدهد. برای انجام اتصال بین دو



مکان واکنش اکسایش

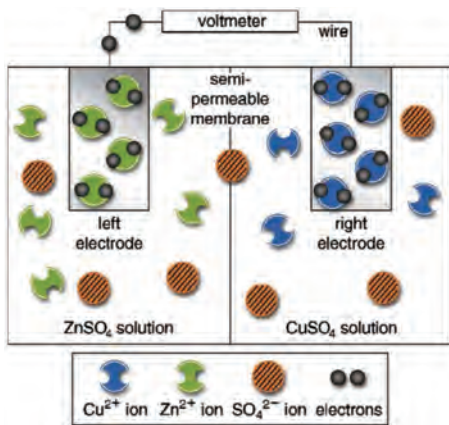
مکان واکنش کاهش

شکل ۱۲- نمای کلی از سلول گالوانی

ظرف، از غشا متخلخل استفاده می‌شود که اجازه نفوذ و عبور به برخی از یون‌ها را داده تا یون‌ها به آهستگی از یک طرف به طرف دیگر مهاجرت کنند تا هر دو مکان اکسایش و کاهش از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این غشا از مخلوط شدن سریع و مستقیم دو الکترولیت جلوگیری نموده و با ساختار متخلخل، امکان عبور یون‌ها را مهیا می‌کند تا اتصال الکتریکی بین دو مکان مهیا شود. به این وسیله سلول گالوانی گفته می‌شود (شکل ۱۲).

در سلول گالوانی که نوعی سلول الکتروشیمیایی است، الکترودی که در آن نیم واکنش اکسایش رخ می‌دهد، آند و الکترودی که در آن نیم واکنش کاهش رخ می‌دهد، کاتد نامیده می‌شود. در آند سلول گالوانی، الکترون‌ها آزاد شده و از طریق سیم در مدار خارجی به سمت کاتد جریان پیدا می‌کنند. الکترون‌های جریان یافته به سمت کاتد، توسط کاتیون‌های موجود در محلول دریافت شده و نیم واکنش کاهش بر روی تیغه فلزی در کاتد رخ می‌دهد. پس آند دارای بار منفی بوده و کاتد دارای بار مثبت می‌باشد و الکترون‌ها در سلول گالوانی از قطب منفی به سمت قطب مثبت جریان می‌یابند. با توجه به واکنش کاهش کاتیون در کاتد سلول گالوانی، مقدار کاتیون نسبت به آنیون در سمت کاتد کم شده و با در نظر گرفتن خنثی بودن محلول از نظر بار الکتریکی، از طریق غشا متخلخل، کاتیون‌ها از سمت آند به سمت کاتد جریان می‌یابند. همان‌گونه که در شکل ۱۲ نشان داده شده، آنیون‌ها نیز می‌توانند از سمت کاتد به سمت آند حرکت نمایند.

سلول گالوانی شبیه‌سازی شده روی مس در شکل ۱۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل نشان داده شده در ترسیم سلول گالوانی، آند در سمت چپ و کاتد در سمت راست نشان داده می‌شود. دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ (ولت متر)، پتانسیل الکتریکی $V \frac{1}{1}$ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- نمای شبیه‌سازی شده از سلول گالوانی روی مس

زمانی که ولت متر را برمی‌داریم جریان الکتریکی در مدار برقرار می‌شود با برقراری جریان الکتریکی در مدار، نیم واکنش اکسایش در آند انجام شده و الکترون‌ها از سمت آند به کاتد حرکت نموده و نیم واکنش کاهش در آنجا رخ می‌دهد. با گذشت زمان از جرم تیغه روی کاسته شده و به جرم تیغه مس افزوده می‌شود.

برای اندازه‌گیری نسبی پتانسیل فلزهای مختلف، برای انجام واکنش اکسایش - کاهش در مقایسه با یکدیگر، می‌توان از سلول گالوانی استفاده نمود. تیغه‌های فلزی در سلول گالوانی برای اندازه‌گیری

پتانسیل سلول به یک ولت سنسج با مقاومت بالا متصل می‌شوند. ولت سنسج، اختلاف پتانسیل بین کاتد و آند را با مقیاس ولت نشان می‌دهد. به عبارت دیگر اختلاف پتانسیل بین کاتد با آند، پتانسیل سلول گالوانی نامیده می‌شود. در صورتی که اندازه‌گیری پتانسیل در دمای $25^{\circ}C$ و در غلظت 1 M محلول‌های الکترولیت در آند و کاتد انجام شود، در آن صورت هر الکتروود غوطه‌ور در الکترولیت خود، نیم سلول استاندارد نامیده می‌شود.

پتانسیل استاندارد

از صفحه ۴۷ تا ۵۰

واحد
یادگیری ۴

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ ماهیت نیروی الکتروموتوری را در یک سلول گالوانی بشناسند و چگونگی و چرایی تغییر آن با گذشت زمان را تشریح کنند.
- ۲ با استفاده از داده‌های جدول سری الکتروشیمیایی و پتانسیل‌های استاندارد، یک باتری با بیشترین ولتاژ طراحی کنند. دلایل استفاده از باتری‌های لیتیومی در وسایل الکترونیکی را توضیح دهند.

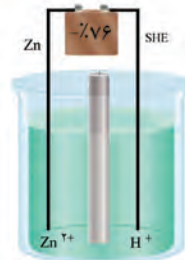
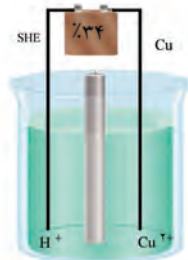
پرسش‌های اساسی

- ۱ چرا پتانسیل یک نیم سلول را نمی‌توان به‌طور مستقل اندازه‌گیری کرد؟
- ۲ چگونه می‌توان پتانسیل استاندارد یک نیم سلول را تعیین نمود؟
- ۳ چگونه از روی داده‌های پتانسیل استاندارد می‌توان جهت انجام واکنش‌های اکسایش – کاهش را پیش‌بینی کرد؟

روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

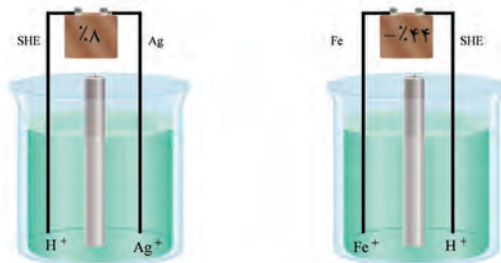
توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

- ۱ تصویرهای زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از بحث و تبادل نظر گروه در هر مورد به سؤال‌های زیر پاسخ دهند.



- آ) با مطالعه کتاب درسی واژه SHE را معنی کنید؟
 ب) SHE چه ویژگی‌هایی دارد و به چه منظور به کار می‌رود؟
 پ) با توجه به سلول‌های گالوانی نشان داده شده پتانسیل نیم سلول (E°) SHE، Cu، Zn را مشخص کنید.
 ت) نیم واکنش کاهش همراه با پتانسیل آنها را برای SHE، Cu، Zn به ترتیب از بیشتر به کمتر مرتب کنید. گروه‌ها پس از بحث و تبادل نظر باید به نتایج زیر برسند.

- ۲ تصویرهای دیگری مشابه نمونه‌های زیر در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پتانسیل الکترودی (E°) برای نیم واکنش کاهش آنها را نوشته، مرتب کنند و به موارد زیر پاسخ دهند.



- آ) علامت مثبت برای E° نیم سلول‌ها به چه معنی است؟
 ب) علامت منفی برای E° نیم سلول‌ها به چه معنی است؟
 پ) اگر دو نیم سلول با هم سلول گالوانی را تشکیل دهند میزان E° نیم سلول‌ها چه کمکی در تشخیص آند و کاتد و جهت حرکت الکترون‌ها دارند؟

نکته

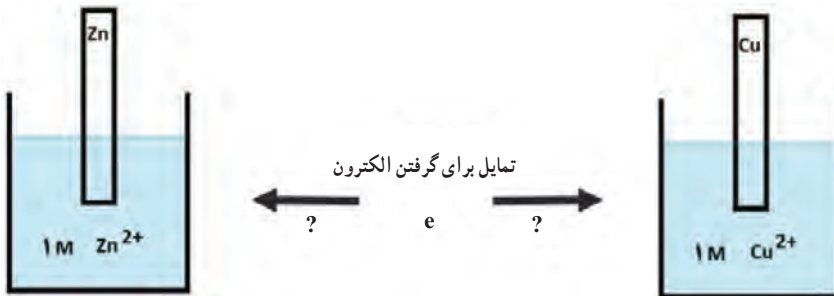
در هر یک از موارد بالا نتایج‌های گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از بحث و تبادل نظر نتیجه‌گیری کنید.

- ۳ با مطالعه کتاب درسی مفهوم نیروی الکتروموتوری (emf) را بیان و رابطه‌ای برای محاسبه آن در یک سلول الکتروشیمیایی ارائه دهید.
 ۴ از گروه‌ها بخواهید درباره باتری‌های لیتیومی، پژوهش انجام داده، سپس داده‌ها را جمع‌بندی به صورت پوستر درآورده به کلاس ارائه دهند، پوسترها را به تابلو کلاس منتقل و گروه‌ها پس از مطالعه آنها را با هم مقایسه کنند.

بر دانش خود بیفزایید

چگونه می‌توانیم پتانسیل سلول گالوانی را محاسبه کنیم؟

در واکنش الکتروشیمیایی که در سلول گالوانی رخ می‌دهد هر نیم سلول تمایل دارد تا در تعامل با نیم سلول دیگر، الکترون بگیرد. اما در این میان، آن نیم سلولی الکترون می‌گیرد که نسبت به دیگری اکسندۀ قوی‌تری است. لذا در این تعامل، یکی الکترون از دست می‌دهد و دیگری الکترون می‌گیرد. پتانسیل سلول الکتروشیمیایی، معیاری از اختلاف قدرت در به‌دست آوردن الکترون، بین دو نیم سلول می‌باشد (شکل ۱۴).



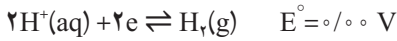
شکل ۱۴- کنش الکترونی بین دو نیم سلول برای به دست آوردن الکترون



شکل ۱۵- ساختار SHE

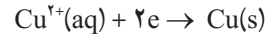
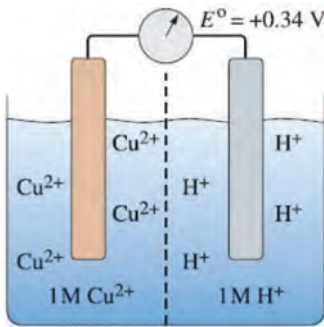
چگونه می‌توان این اختلاف قدرت بین دو نیم سلول در به دست آوردن الکترون را سنجید؟ مبنای مقایسه چیست؟ یک راه حل استفاده از مبنای استاندارد است تا این کنش الکترونی نسبت به آن سنجیده شود. برای این منظور می‌توان از الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE) استفاده نمود. نیم سلول استاندارد هیدروژن شامل الکتروود پلاتین (پلاتین از لحاظ شیمیایی واکنش نمی‌دهد اما هادی خوبی برای الکتروسیته است) غوطه‌ور شده در محلول یک مولار از یون‌های H^+ (HCl) در دمای $25^\circ C$ می‌باشد که گاز هیدروژن با فشار یک اتمسفر به درون این نیم سلول وارد می‌شود (شکل ۱۵).

پتانسیل نیم سلول استاندارد هیدروژن به صورت زیر برابر با صفر ولت در نظر گرفته می شود:



زمانی که در یک سلول گالوانی، الکتروود استاندارد هیدروژن به نیم سلول Cu^{2+}/Cu متصل می شود، نیم سلول Cu^{2+}/Cu ، اکسنده قوی تری نسبت به الکتروود استاندارد هیدروژن می باشد. بنابراین واکنش کاهش

در این نیم سلول Cu^{2+}/Cu رخ می دهد.



در صورتی که در سلول الکتروشیمیایی، واکنش کاهش در نیم سلول Cu^{2+}/Cu رخ دهد واکنش انجام شده در نیم سلول H^+/H_2 به صورت زیر می باشد:



شکل ۱۶- سلول گالوانی SHE - Cu

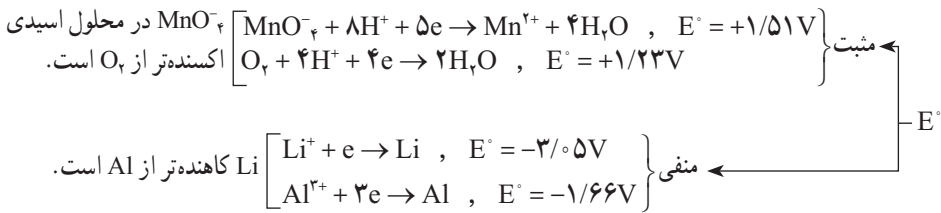
همان گونه که از شکل ۱۶ معلوم است ولتاژ اندازه گیری شده در سلول گالوانی روبه رو (شامل نیم سلول الکتروود استاندارد هیدروژن و نیم سلول Cu^{2+}/Cu) برابر با ۰/۳۴ V می باشد. از آنجایی که پتانسیل SHE برابر با صفر فرض شده است، پتانسیل نیم سلول استاندارد Cu^{2+}/Cu برابر با ۰/۳۴ V می باشد. در سلول گالوانی تشکیل شده، بین گونه های Cu^{2+} و H^+ ، کاتیون های مس اکسنده قوی تری هستند.

پتانسیل نیم سلول استاندارد Cu^{2+}/Cu مربوط به واکنش کاهش کاتیون مس می باشد. به کارگیری واژه استاندارد برای این پتانسیل ها، یادآور شرایط غلظت $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ برای یون های محلول و فشار یک اتمسفر برای گازهاست و اندازه گیری ها در 25°C انجام می گیرد. برای هماهنگی بیشتر و براساس یک قرارداد، پتانسیل های استاندارد برای واکنش کاهش گزارش می شود. به عبارت دیگر در نیم واکنش یاد شده، الکترون ها در سمت چپ و گونه کاهش یافته همواره در سمت راست معادله واکنش نوشته می شود. واکنش های اکسایش - کاهش براساس پتانسیل استاندارد کاهشی آنها در یک جدول مرتب می شود که مثبت ترین مقدار پتانسیل استاندارد مربوط به نیم واکنشی است که در بالای جدول قرار دارد. به این جدول، جدول سری الکتروشیمیایی گفته می شود (جدول ۱). در این جدول در هر نیم سلول، گونه کاهنده در سمت راست و گونه های اکسنده در سمت چپ قرار دارد.

جدول ۱- پتانسیل‌های کاهش استاندارد

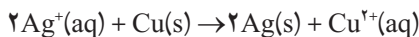
$F_2(g) + 2 e^-$	$\longrightarrow 2 F^-(aq)$	2.87
$H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.78
$PbO_2(s) + 4 H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow PbSO_4(s) + 2 H_2O(l)$	1.69
$MnO_4^-(aq) + 4 H^+(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow MnO_2(s) + 2 H_2O(l)$	1.68
$MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^-$	$\longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$	1.51
$Au^{3+}(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow Au(s)$	1.50
$PbO_2(s) + 4 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Pb^{2+}(aq) + 2 H_2O(l)$	1.46
$Cl_2(g) + 2 e^-$	$\longrightarrow 2 Cl^-(aq)$	1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^-$	$\longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$	1.33
$O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^-$	$\longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.23
$MnO_2(s) + 4 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2 H_2O(l)$	1.21
$IO_3^-(aq) + 6 H^+(aq) + 5 e^-$	$\longrightarrow \frac{1}{2} I_2(aq) + 3 H_2O(l)$	1.20
$Br_2(l) + 2 e^-$	$\longrightarrow 2 Br^-(aq)$	1.09
$VO_2^+(aq) + 2 H^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow VO^{2+}(aq) + H_2O(l)$	1.00
$NO_3^-(aq) + 4 H^+(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow NO(g) + 2 H_2O(l)$	0.96
$ClO_2(g) + e^-$	$\longrightarrow ClO_2^-(aq)$	0.95
$Ag^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^-$	$\longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77
$O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow H_2O_2(aq)$	0.70
$MnO_4^-(aq) + e^-$	$\longrightarrow MnO_4^{2-}(aq)$	0.56
$I_2(s) + 2 e^-$	$\longrightarrow 2 I^-(aq)$	0.54
$Cu^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow Cu(s)$	0.52
$O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^-$	$\longrightarrow 4 OH^-(aq)$	0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Cu(s)$	0.34
$SO_4^{2-}(aq) + 4 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow H_2SO_3(aq) + H_2O(l)$	0.20
$Cu^{2+}(aq) + e^-$	$\longrightarrow Cu^+(aq)$	0.16
$Sn^{4+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15
$2 H^+(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow H_2(g)$	0
$Fe^{3+}(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow Fe(s)$	-0.036
$Pb^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Pb(s)$	-0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Sn(s)$	-0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Ni(s)$	-0.23
$Cd^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Fe(s)$	-0.45
$Cr^{3+}(aq) + e^-$	$\longrightarrow Cr^{2+}(aq)$	-0.50
$Cr^{3+}(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow Cr(s)$	-0.73
$Zn^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Zn(s)$	-0.76
$2 H_2O(l) + 2 e^-$	$\longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$	-0.83
$Mn^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Mn(s)$	-1.18
$Al^{3+}(aq) + 3 e^-$	$\longrightarrow Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow Na(s)$	-2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Ca(s)$	-2.76
$Ba^{2+}(aq) + 2 e^-$	$\longrightarrow Ba(s)$	-2.90
$K^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow K(s)$	-2.92
$Li^+(aq) + e^-$	$\longrightarrow Li(s)$	-3.04

چگونه می‌توان امکان انجام واکنش اکسایش-کاهش بین دو گونه اکسنده و کاهنده را براساس پتانسیل کاهشی استاندارد آنها پیش‌بینی نمود؟ در جدول سری الکتروشیمیایی، در هر نیم سلول که نسبت به نیم سلول دیگر دارای پتانسیل کاهش استاندارد کمتری (با در نظر گرفتن علامت منفی و مثبت در جلو اعداد) می‌باشد تمایل گونه کاهنده برای اکسایش بیشتر و تمایل گونه اکسنده برای کاهش کمتر است.

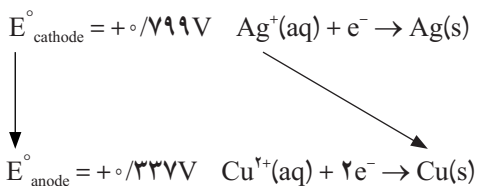


محاسبه پتانسیل سلول گالوانی

پتانسیل هر سلول گالوانی استاندارد می‌تواند از پتانسیل کاهش استاندارد نیم واکنش‌های کاهش محاسبه شود. سلول گالوانی را در نظر بگیرید که در آن واکنش زیر صورت می‌گیرد:



در این سلول گالوانی آند از مس و کاتد از نقره تشکیل شده است. نیم واکنش اکسایش در آند منجر به تشکیل Cu^{2+} و نیم واکنش کاهش در کاتد، منجر به کاهش Ag^+ و تولید نقره می‌شود. از روی جدول پتانسیل کاهش استاندارد موارد زیر را داریم:



پتانسیل سلول گالوانی، اختلاف پتانسیل کاهش کاتد و آند بوده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = (+0/799\text{V}) - (+0/337\text{V})$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = +0/462\text{V}$$

خود را بیازمایید

سلول گالوانی را در نظر بگیرید که شامل نیم سلول استاندارد منیزیم و نیم سلول استاندارد کادمیم است. در صورتی که واکنش های نیم سلولی به صورت زیر باشند :



واکنش کلی سلول گالوانی را نوشته و پتانسیل استاندارد سلول گالوانی را در دمای 25°C محاسبه نمایید. با شناخت واکنش های اکسایش – کاهش می توانیم به بررسی کاربرد آنها در زندگی روزمره بپردازیم. در بخش های بعدی این فصل با مواردی از کاربرد این واکنش ها در جهت فراهم کردن شرایط رفاه بیشتر در زندگی روزمره آشنا خواهیم شد.

در مورد پتانسیل سلول گالوانی بیشتر بدانیم :

سلول گالوانی تغییر انرژی آزاد واکنش خود به خودی را به انرژی جنبشی حرکت الکترون ها در مدار خارجی یعنی انرژی الکتریکی تبدیل می کند. انرژی الکتریکی با اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو الکتروود متناسب است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو الکتروود، پتانسیل سلول (E_{cell})، ولتاژ سلول یا نیروی الکتروموتوری (emf) نامیده می شود. هنگام کار کردن سلول گالوانی، الکترون ها از سمت الکتروود منفی به سمت الکتروود مثبت به طور خود به خودی جریان پیدا می کنند. جریان خود به خودی الکترون ها به سمت الکتروود می باشد که دارای پتانسیل مثبت تر نسبت به الکتروود دیگر می باشد.

برای پتانسیل سلول گالوانی می توانیم موارد زیر را در نظر بگیریم :

$E_{\text{cell}} > 0$ ، در این حالت واکنش سلول خود به خودی است و بزرگ بودن مقدار مثبت آن نشان دهنده این است که سلول گالوانی می تواند کار بیشتری را انجام دهد.

$E_{\text{cell}} < 0$ ، در این حالت واکنش سلول غیر خود به خودی است.

$E_{\text{cell}} = 0$ ، زمانی رخ می دهد که واکنش سلول گالوانی به تعادل می رسد و سلول گالوانی نمی تواند کاری

انجام دهد.

حال به بررسی بیشتر پتانسیل سلول گالوانی می‌پردازیم :

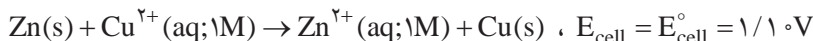
یکای پتانسیل الکتریکی در SI، ولت (V) و یکای بار الکتریکی، کولن (C) است. بنا به تعریف، اگر بین دو الکترود به میزان یک ولت اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشند، یک ژول انرژی برای هر کولن از باری که بین دو الکترود حرکت می‌کند، آزاد یا مصرف می‌شود.

$$1V = 1 J/C$$

با پیشرفت واکنش، پتانسیل سلول گالوانی از تغییر غلظت مواد واکنش‌دهنده، از دست دادن انرژی از طریق گرم شدن سلول گالوانی و مدار خارجی تأثیر می‌پذیرد. بنابراین برای آنکه بتوانیم پتانسیل سلول‌های گالوانی مختلف را با هم مقایسه کنیم، به پتانسیل استاندارد سلول گالوانی (E°_{cell}) نیاز است.

پتانسیل استاندارد سلول گالوانی در شرایط دمایی خاص (اغلب ۲۹۸ کلوین) و بدون آنکه جریانی از مدار عبور کند و همه اجزای شرکت‌کننده در واکنش در حالت استاندارد باشند، تعریف می‌شود. حالت استاندارد برای گازها، فشار یک اتمسفر، برای محلول‌ها، غلظت یک مولار و برای الکترودها، حالت خالص و جامد در نظر گرفته می‌شود.

برای مثال پتانسیل سلول گالوانی روی – مس در دمای ۲۹۸ کلوین با غلظت کاتیون‌های روی و مس یک مولار ($[Zn^{2+}] = [Cu^{2+}] = 1M$) برابر با $1.10V$ می‌باشد.

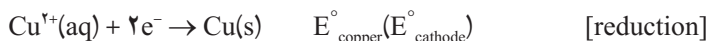
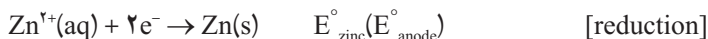


حال به نقش واکنش‌های نیم سلولی در پتانسیل استاندارد سلول گالوانی بیشتر می‌اندیشیم :

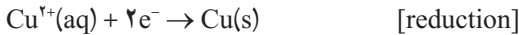
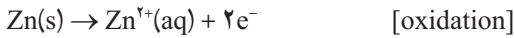
می‌دانید که هر نیم‌واکنش بخشی از واکنش کلی سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد از این‌رو پتانسیل هر نیم سلول بخشی از پتانسیل کلی سلول گالوانی را شامل می‌شود.

پتانسیل استاندارد الکترودی ($E^\circ_{\text{half-cell}}$) پتانسیل هر نیم سلول با اجزای شرکت‌کننده در نیم‌واکنش آن در حالت استاندارد می‌باشد. طبق قرارداد، پتانسیل استاندارد الکترود، به صورت نیم واکنش کاهش نوشته می‌شود.

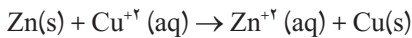
دوباره سلول گالوانی روی – مس را در نظر بگیرید. پتانسیل استاندارد الکترودی برای هر دو نیم واکنش به شکل کاهش نوشته می‌شود :



اما چون واکنش کلی سلول گالوانی شامل اکسایش روی و کاهش مس می‌باشد پس بایستی نیم‌واکنش مرتبط با نیم سلول روی را وارونه نماییم. لذا خواهیم داشت:



واکنش کلی سلول گالوانی روی – مس، حاصل مجموع نیم‌واکنش‌های بالاست:



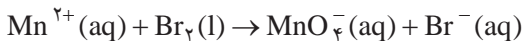
چون جریان خود به خودی الکترون‌ها از الکتروود منفی به الکتروود مثبت است، و الکتروود مس (کاتد) پتانسیل استاندارد الکتروودی مثبت‌تری نسبت به الکتروود روی (آند) دارد، لذا برای به دست آوردن پتانسیل سلول گالوانی مثبت که نشان دهنده واکنش خودبه خودی در آن می‌باشد بایستی پتانسیل استاندارد الکتروود آند را از پتانسیل استاندارد الکتروود کاتد کرد یعنی:

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{copper}}^{\circ} - E_{\text{zinc}}^{\circ}$$

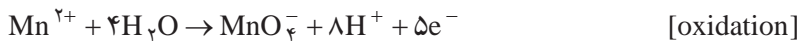
در حالت کلی می‌توان نوشت:

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode(reduction)}}^{\circ} - E_{\text{anode(oxidation)}}^{\circ}$$

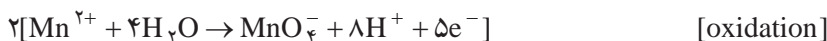
از علامت پتانسیل سلول گالوانی می‌توان به خودبه خودی بودن واکنش اکسایش – کاهش پی‌برد. واکنش زیر را بین کاتیون منگنز و برم در محیط اسیدی در نظر بگیرید، با محاسبه پتانسیل سلول گالوانی نشان دهید که آیا واکنش زیر خودبه خود انجام می‌گیرد یا نه؟



از جدول پتانسیل کاهش استاندارد داریم:



از آنجاکه در واکنش بالا منگنز اکسید شده و برم کاهش یافته است لذا به شرط انجام واکنش، نیم واکنش آندی و کاتدی به صورت بالا خواهد بود. همچنین در نیم‌واکنش اکسایش، ۵ الکترون تولید و در نیم‌واکنش کاهش ۲ الکترون مصرف شده است که برای به دست آوردن واکنش کلی سلول گالوانی و حذف تعداد الکترون‌های مبادله شده از طرفین معادله، باید نیم‌واکنش اکسایش را در ۲ و نیم‌واکنش کاهش را در ۵ ضرب کرد (تا تعداد کل الکترون‌های مبادله شده ده الکترون و از طرفین معادله واکنش کلی سلول گالوانی حذف شوند). بنابراین خواهیم داشت:



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode(reduction)}}^{\circ} - E_{\text{anode(oxidation)}}^{\circ} = 1/0.7\text{V} - 1/0.51\text{V} = -0.14\text{V}$$

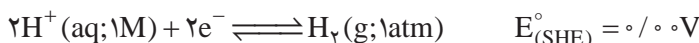
چون علامت پتانسیل سلول گالوانی مثبت نیست لذا واکنش ارائه شده بین کاتیون منگنز و برم به صورت خود به خودی انجام نمی‌شود.

در مطالب بالا از پتانسیل استاندارد الکترودی در جدول استفاده شد و نشان داد که در هر سلول گالوانی بخشی از پتانسیل سلول گالوانی مربوط به آند و بخشی دیگر مربوط به کاتد است. حال بایستی پرسید که سهم آند و کاتد در پتانسیل سلول گالوانی چگونه محاسبه می‌شود:

برای این منظور پتانسیل استاندارد هر نیم واکنش در یک سلول گالوانی نسبت به نیم واکنش استاندارد مرجع سنجیده می‌شود. توجه کنید که به پتانسیل استاندارد الکترودی مرجع مقدار برابر با صفر ولت نسبت داده می‌شود.

$$E_{\text{reference}}^{\circ} = 0/0.0\text{V}$$

الکترود استاندارد هیدروژن به عنوان نیم واکنش استاندارد مرجع در نظر گرفته می‌شود که شامل الکترود پلاتین، گاز هیدروژن در فشار یک اتمسفر و محلول اسید قوی یک مولار می‌باشد.



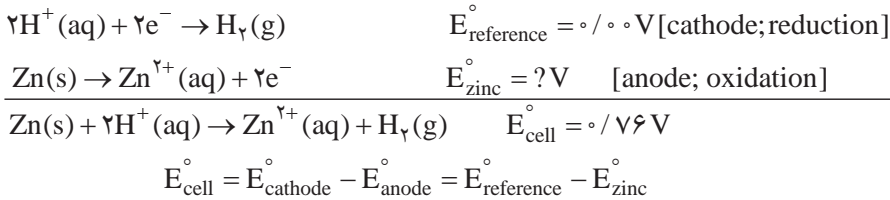
هنگامی که در یک سلول گالوانی الکترود استاندارد هیدروژن با نیم واکنش مجهول به کار می‌رود اگر جریان الکترونی به سمت SHE باشد، الکترود مجهول نقش آند را ایفا نموده و یون‌های هیدروژن در واکنش کاهش شرکت می‌کنند که در آن صورت در نیم واکنش دیگر، اکسایش رخ خواهد داد و پتانسیل استاندارد نمونه مجهول به صورت زیر با پتانسیل سلول گالوانی رابطه خواهد داشت:

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} = E_{\text{reference}}^{\circ} - E_{\text{unknown}}^{\circ} = 0/0.0\text{V} - E_{\text{unknown}}^{\circ} = -E_{\text{unknown}}^{\circ}$$

در صورت عکس، الکترود استاندارد هیدروژن به عنوان آند عمل خواهد کرد:

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} = E_{\text{unknown}}^{\circ} - E_{\text{reference}}^{\circ} = E_{\text{unknown}}^{\circ} - 0/0.0\text{V} = E_{\text{unknown}}^{\circ}$$

برای مثال یک سلول گالوانی را شامل نیم‌واکنش Zn / Zn^{2+} با SHE در نظر بگیرید. با اندازه‌گیری تجربی، جریان الکترون از سمت نیم‌واکنش روی به سمت SHE بوده و نیم‌واکنش روی نقش آند را در سلول گالوانی دارد. پتانسیل اندازه‌گیری شده این سلول در حالت استاندارد برابر با 0.76 V می‌باشد. پس خواهیم داشت:

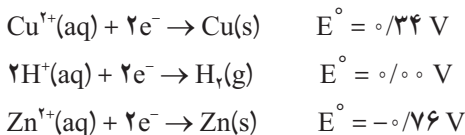


لذا خواهیم داشت:

$$E_{\text{zinc}}^\circ = E_{\text{reference}}^\circ - E_{\text{cell}}^\circ = 0.00\text{ V} - 0.76\text{ V} = -0.76\text{ V}$$

مقایسه نسبی عوامل اکسنده و کاهنده

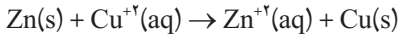
با در نظر گرفتن پتانسیل استاندارد روی و مس می‌توانیم آنها را به ترتیب کاهش پتانسیل مرتب کنیم. لذا خواهیم داشت:



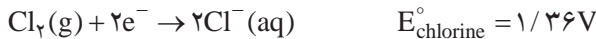
با مقایسه مقادیر پتانسیل استاندارد می‌توان دریافت که تمایل Cu^{2+} برای دریافت الکترون از H^+ و Zn^{2+} بیشتر است. به عبارت بهتر، قدرت اکسندگی کاتیون‌های Cu^{2+} ، H^+ و Zn^{2+} به ترتیب کاهش و قدرت کاهندگی Cu ، H_2 و Zn به ترتیب افزایش پیدا می‌کند.

با ادامه این فرایند برای نیم سلول‌های دیگر، لیستی از نیم واکنش‌ها را می‌توان مرتب نمود که پتانسیل استاندارد الکترودی آنها از بالا به پایین در حال کاهش است. همه مقادیر نسبت به الکتروود استاندارد هیدروژن سنجیده شده و نیم واکنش‌ها به شکل کاهشی نوشته می‌شوند. بنابراین، پتانسیل استاندارد آنها، پتانسیل استاندارد کاهش نامیده می‌شود. در واقع واکنش‌دهنده‌ها عامل اکسایش (اکسنده) و فراورده‌ها عامل کاهش (کاهنده) هستند. گویی یک اکسنده قوی یک کاهنده ضعیف را تشکیل می‌دهد و بر عکس.

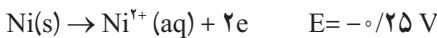
همه واکنش‌های اکسایش – کاهش مجموع دو نیم‌واکنش است، که در آن یک اکسنده با یک کاهنده وارد واکنش می‌شود. به عنوان مثال، در واکنش روی – مس، روی و مس عامل‌های کاهنده درحالی که Zn^{2+} و Cu^{2+} عامل‌های اکسنده هستند. عوامل کاهنده و اکسنده قوی‌تر به‌طور خود به خودی با هم واکنش می‌دهند تا عوامل کاهنده و اکسنده ضعیف‌تر را تشکیل دهند.



عامل اکسنده قوی‌تر، پتانسیل استاندارد کاهش بزرگ‌تر (بیشتر مثبت یا کمتر منفی) را دارد و عامل کاهنده قوی‌تر پتانسیل استاندارد کاهش کوچک‌تر (کمتر مثبت، بیشتر منفی) را دارد. یک واکنش خود به خودی ($E_{cell}^{\circ} > 0$)، بین یک عامل اکسنده و هر کاهنده‌ای که در جدول پتانسیل کاهش استاندارد پایین‌تر از آن باشد، رخ می‌دهد. به عبارت دیگر، در یک واکنش خود به خود، نیم‌واکنش بالاتر در جدول پتانسیل کاهش استاندارد، در کاتد و نیم‌واکنش پایین‌تر در جدول در آند به‌صورت وارونه انجام می‌شود. گویی عامل اکسنده قوی‌تر (بالاتر سمت چپ) و عامل کاهنده قوی‌تر (پایین‌تر سمت راست) واکنش‌دهنده‌ها خواهند بود. دو نیم‌واکنش زیر را در نظر بگیرید :



با توجه به مقادیر پتانسیل کاهش استاندارد، گاز کلر به‌عنوان اکسنده و نیکل به‌عنوان کاهنده عمل می‌کند. لذا نیم‌واکنش نیکل را به شکل اکسایش می‌نویسیم :



با این وجود، علامت پتانسیل کاهش استاندارد (E) نیم سلول را بر عکس نمی‌کنیم چون در محاسبه (آند – کاتد) این کار را انجام خواهیم داد.

سپس بایستی اطمینان پیدا نمود که الکترون‌های از دست داده شده یا گرفته شده یکسان هستند در غیر این صورت برای یکسان‌سازی آن بایستی در ضریبی ضرب نمود تا تعداد الکترون‌های مبادله شده برای هر نیم‌واکنش یکسان باشند. بایستی توجه نمود که طی این عمل، پتانسیل کاهش استاندارد هر نیم‌واکنش تغییر نکرده و در ضریب، ضرب نمی‌شود. پتانسیل کاهش استاندارد یک کمیت شدتی بوده و به مقدار ماده وابسته نیست. حال برای به‌دست آوردن واکنش موازنه شده نیم‌واکنش‌ها را جمع بزنید.

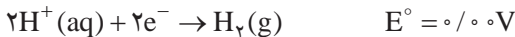


پتانسیل استاندارد سلول به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} = E_{\text{chlorine}}^{\circ} - E_{\text{nickel}}^{\circ} = 1/36V - (-0/25V) = 1/61V$$

بررسی قدرت کاهندگی فلزها

برخی فلزها در واکنش با اسیدها، گاز هیدروژن آزاد نموده و حتی برخی در واکنش با آب نیز گاز هیدروژن آزاد می‌کنند. حال می‌خواهیم واکنش‌پذیری فلزها را از دیدگاه واکنش‌های اکسایش-کاهش بررسی نماییم. پتانسیل کاهش استاندارد یون‌های هیدروژن به صورت زیر می‌باشد:



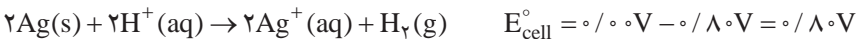
برای بررسی این که کدام فلزها H^+ را از اسید کاهش می‌دهند، یک فلز را انتخاب کنید، نیم واکنش آن را به شکل اکسایش بنویسید، مجموع این نیم واکنش را با نیم واکنش SHE در نظر بگیرید و emf سلول را از جهت مثبت یا منفی بودن بررسی نمایید. اگر که پتانسیل سلول مثبت باشد واکنش انجام می‌گیرد. به عنوان مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:



پس آهن در اسید حل شده و گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

حال اگر فلز دیگری را داشته باشیم و بخواهیم فعالیت آن را در واکنش با اسید با فلز آهن مقایسه کنید اگر پتانسیل سلول آن مثبت و بزرگ‌تر از آهن باشد، واکنش‌پذیری آن فلز با اسید بیشتر خواهد بود. به عبارت بهتر فلز جدید کاهنده قوی‌تری از فلز آهن خواهد بود.

فلزهایی که در جدول پتانسیل کاهش استاندارد در بالای هیدروژن قرار گرفته و دارای پتانسیل استاندارد کاهش مثبت هستند نمی‌توانند گاز هیدروژن را از اسید آزاد نموده و در اسید حل نمی‌شوند. به عنوان مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:

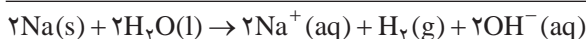


پس نقره نمی‌تواند گاز هیدروژن را در محیط اسیدی تولید نماید.

پتانسیل کاهش استاندارد آب را در نظر بگیرید:



از طرف دیگر فلزهایی که دارای پتانسیل منفی تری هستند می‌توانند حتی آب را کاهش داده و گاز هیدروژن را آزاد نمایند. برای مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:



$$E_{\text{cell}}^\circ = -0/83\text{V} - (-2/71\text{V}) = 1/88\text{V}$$

پس سدیم با آب واکنش داده و گاز هیدروژن را آزاد می‌کند. این موضوع در فلزهای گروه اول و دوم اصلی عناصر مشاهده می‌شود.

حال به بررسی بیشتر قدرت کاهندگی فلزها می‌پردازیم. برخی فلزها می‌توانند فلز دیگر را از محلول نمک آن آزاد نمایند. این واکنش زمانی رخ می‌دهد که پتانسیل سلول محاسبه شده برای واکنش مثبت باشد. هر فلزی که در جدول پتانسیل کاهش استاندارد پایین‌تر باشد می‌تواند یون فلز بالاتر را کاهش دهد. برای مثال روی می‌تواند یون‌های آهن را از محلول آبی آن آزاد کند.



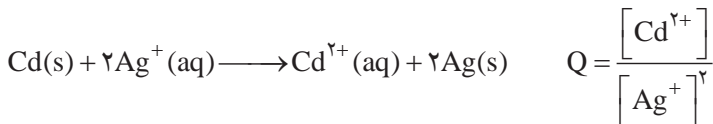
این واکنش در خوردگی آهن نقش داشته و منجر به حفاظت آهن در فرایند خوردگی می‌شود. وقتی شما با دندان پر شده ورقه آلومینیمی را گاز می‌گیرید در این حالت ورقه آلومینیم به عنوان آند عمل کرده و آب دهان مانند الکترولیت و ماده‌ای که دندان با آن پر شده است (اغلب نقره/قلع/آلیاژ جیوه) مانند کاتد عمل می‌کند که گاز اکسیژن در آن به آب کاهش می‌یابد. جریان تولید شده بین آند و کاتد توسط اعصاب دندان به صورت درد حس می‌شود.

تأثیر غلظت بر روی پتانسیل سلول

تاکنون تنها سلول‌های الکتروشیمیایی استاندارد بررسی شد. در حالی که در عمل غلظت اجزای شرکت‌کننده در واکنش، منطبق با شرایط استاندارد نبوده و از طرف دیگر طی عملکرد سلول، غلظت اجزا تغییر می‌کند و با تغییر غلظت اجزای اکسند و کاهنده، پتانسیل سلول تغییر می‌کند. رابطه‌ای که این ارتباط را بین پتانسیل استاندارد سلول و پتانسیل سلول نشان می‌دهد تحت عنوان رابطه نرنست شناخته می‌شود.

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

در این رابطه، Q (خارج قسمت واکنش) نسبت غلظت فراورده‌ها به واکنش دهنده‌ها می‌باشد که در حال تغییر هستند (مواد جامد و مایع خالص در معادله ذکر شده برای Q ظاهر نمی‌شوند). به عنوان مثال داریم:



حال چگونه تغییر Q بر پتانسیل سلول اثر می‌گذارد؟

- When $Q < 1$ and thus $[\text{reactant}] > [\text{product}]$, $\ln Q < 0$, so $E_{\text{cell}} > E_{\text{cell}}^{\circ}$.
- When $Q = 1$ and thus $[\text{reactant}] = [\text{product}]$, $\ln Q = 0$, so $E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^{\circ}$.
- When $Q > 1$ and thus $[\text{reactant}] < [\text{product}]$, $\ln Q > 0$, so $E_{\text{cell}} < E_{\text{cell}}^{\circ}$.

اگر که دما برابر با ۲۹۸ کلوین باشد، با جای‌گذاری مقادیر ثابت در معادله نرنست خواهیم داشت:

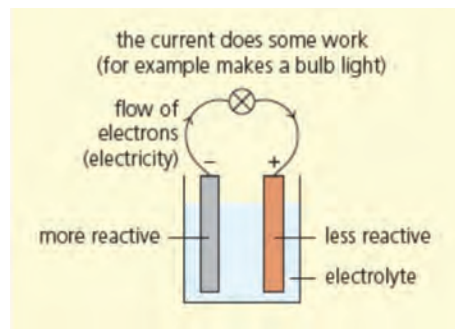
$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^{\circ} - \frac{0.0592\text{V}}{n} \log Q$$

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

ما در زندگی روزمره خود از انواع باتری استفاده می‌کنیم. برای نمونه وسایل نقلیه برای شروع حرکت خود نیازمند باتری هستند، تلفن‌های همراه و بسیاری از لوازم کاربردی در زندگی روزمره به باتری نیاز دارند. در شکل زیر مدل ساده‌ای از باتری (یک نوع سلول گالوانی) نشان داده شده است.

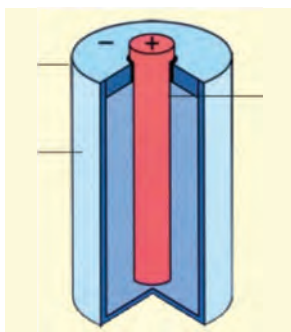


(ب) لیتیم، نفت سفید: عنصری مهم در اقتصاد کشورها



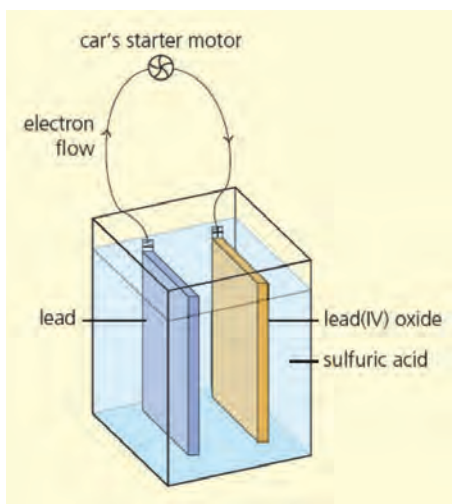
شکل ۱۷- (آ) مدل ساده‌ای از یک باتری

هر سلول گالوانی از دو نیم سلول تشکیل شده که هر کدام دارای پتانسیل کاهش استاندارد متفاوتی است. هنگام کار کردن سلول گالوانی، نیم واکنش های اکسایش و کاهش به ترتیب در هر یک از الکترودهای آند و کاتد رخ می دهد. پتانسیل الکتریکی باتری از تفاضل پتانسیل کاتد از آند به دست می آید. در انواع مختلف باتری دو ماده جامد با واکنش پذیری مختلف وجود دارد که در دو قطب باتری قرار گرفته و بین آنها الکترولیت مناسب وجود دارد. جریان الکتریکی بین دو قطب باتری برقرار شده و یونها درون الکترولیت باتری برای انتقال جریان الکتریکی حرکت می کنند و ماده واکنش پذیرتر که در قطب منفی باتری قرار دارد، جریان الکترون ها را در مدار خارجی تأمین می کند. ما در انجام فعالیت های روزمره از باتری های مختلف برای رفاه و آسایش خود استفاده می کنیم.



شکل ۱۸- مدل ساده ای از باتری قلمی

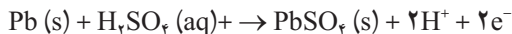
شکل ۱۸ مدل ساده ای از باتری های قلمی ساده را نشان می دهد. در این نوع باتری قطب منفی پیرامون باتری و قطب مثبت در درون آن قرار گرفته و بین این دو، الکترولیت قرار دارد. اغلب از فلز روی به عنوان قطب منفی و منگنز (IV) اکسید (MnO_2) به عنوان قطب مثبت استفاده می شود. در آند، روی اکسید شده و در کاتد Mn^{+4} به Mn^{+3} تبدیل می شود. چون ماده به کار رفته در قطب مثبت به صورت جامد یونی می باشد لذا برای اتصال الکتریکی آن، میله زغالی به کار می رود.



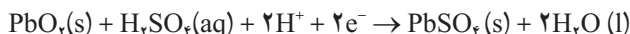
شکل ۱۹- مدل ساده ای از باتری ماشین

الکترولیت به کار رفته در باتری های قلمی اغلب قلیا می باشد لذا به این باتری ها، باتری های آلکالاین هم گفته می شود. نوع دیگری از باتری ها در زندگی روزمره، باتری های سرب - اسیدی هستند. باتری ماشین اغلب از دو ماده واکنش پذیر سرب و سرب (IV) اکسید تشکیل شده که هر کدام به شکل صفحاتی تهیه شده و بین آنها الکترولیت اسیدی قرار دارد. به این نوع باتری، باتری سرب - اسیدی هم گفته می شود. مدل ساده ای از این نوع باتری در شکل ۱۹ نشان داده شده است.

در قطب منفی این نوع باتری، سرب اکسایش یافته و به سرب (II) سولفات تبدیل می‌شود که نیم‌واکنش انجام شده به صورت زیر می‌باشد:

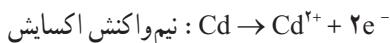


جریان الکترون‌ها از مدار خارجی، منجر به استارت زدن ماشین می‌شود. الکترون‌های منتقل شده به کاتد، باعث کاهش سرب (IV) اکسید به سرب (II) سولفات می‌شود. نیم‌واکنش کاتدی به صورت زیر می‌باشد:



باتری‌های سرب - اسیدی این قابلیت را دارند که پس از استفاده شارژ شده و مورد استفاده قرار گیرند. دسته دیگری از باتری‌های قابل شارژ که امروزه در وسایل الکتریکی قابل حمل استفاده می‌شود، باتری‌های نیکل - کادمیم می‌باشند.

واکنش زیر را در نظر بگیرید که در یک باتری نیکل - کادمیم (Ni - Cd) رخ می‌دهد:

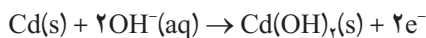


از جمع کردن دو نیم‌واکنش بالا، واکنش کلی زیر حاصل می‌شود:

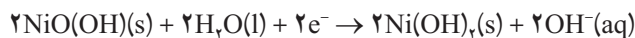


حرکت الکترون‌ها از مدار خارجی به علت اختلاف پتانسیل، باعث جریان الکتروسیسته می‌شود. واکنش شیمیایی که در یک سلول Ni - Cd رخ می‌دهد پیچیده‌تر از آن است که در معادلات فوق نمایش داده شد. فلز کادمیم در آند، حاوی اتم‌های کادمیم است که به Cd^{2+} اکسایش می‌یابد. این به نوبه خود با OH^- ترکیب می‌شود تا Cd(OH)_2 را شکل دهد. به طور هم‌زمان، Ni^{3+} ، موجود در NiO(OH) بر روی کاتد نیکل، به Ni^{2+} در شکل شیمیایی Ni(OH)_2 کاهش می‌یابد. یک خمیر الکترولیت مبتنی بر آب حاوی یک محلول بسیار متراکم از باز قوی NaOH یا KOH، الکترودها را تفکیک می‌کند و امکان جریان بار را فراهم می‌آورد. لذا به طور دقیق‌تر نیم‌واکنش‌های اکسایش - کاهش به شکل زیر می‌باشد:

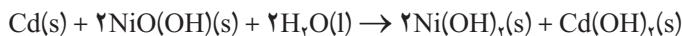
نیم‌واکنش اکسایش (آند):



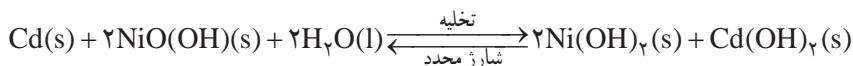
نیم‌واکنش کاهش (کاتد):



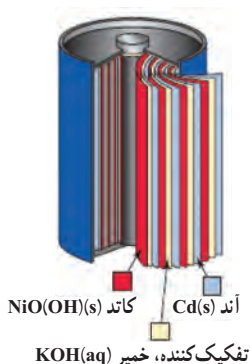
واکنش کلی (مجموع دو نیم‌واکنش):



«باتری» Ni - Cd قابل شارژ است که یک مزیتی مضاعف برای بسیاری از کاربردها است. یک باتری قابل شارژ، واکنش‌های الکتروشیمیایی را به کار می‌گیرد که می‌توانند در هر دو جهت انجام شوند. این انتقال الکترون‌ها هم در فرایند دشارژ (تخلیه) و هم شارژ رخ می‌دهد.



چه ویژگی‌هایی باعث قابلیت ایجاد شارژ برای یک باتری می‌شوند؟ نکته کلیدی این است که هم واکنش‌دهنده‌ها و هم فرآورده‌ها جامد هستند. همچنین، فرآورده‌های جامد به جای انتشار، به یک شبکه فولادی ضدزنگ درون باتری می‌چسبند. که در صورت دریافت ولتاژ مناسب هنگام شارژ، می‌توان فرآورده‌ها را به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل نمود. اگرچه یک باتری قابل شارژ را می‌توان بارها تخلیه و شارژ نمود، ولی نهایتاً تجمع ناخالصی‌ها، از بین رفتن تفکیک‌کننده‌ها، یا تولید فرآورده‌های جانبی ناخواسته، عمر مفید آن را کم می‌کند.



باتری Ni-Cd در دریل برقی قابل شارژ

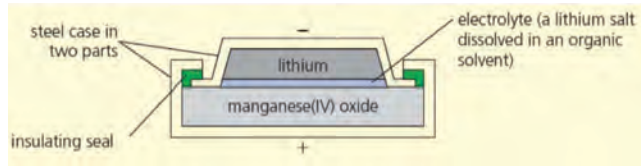
شکل ۲۰- نمایش یک سلول گالوانی Ni-Cd که نشان می‌دهد چگونه قطعات برای افزایش مساحت الکترودها لایه‌بندی می‌شوند.

لیتیم فلزی است که امروزه در فناوری باتری‌های جدید مورد توجه است. با ارزش‌ترین ماده معدنی که اکنون همه در جست‌وجوی آن هستند. به نظر شما دلیل این موضوع چیست؟ لیتیم کمترین چگالی و پایین‌ترین پتانسیل کاهش استاندارد را در بین فلزها دارد. لذا به کمک این فلز می‌توان باتری‌های سبک با میزان ذخیره انرژی بالا تولید نمود. تقاضا برای لیتیم در جهان با توجه به گسترش کاربرد آن در باتری‌ها رو به افزایش است که منجر به افزایش قیمت آن می‌شود و به نظر می‌رسد یکی از عوامل مؤثر در صنعت انرژی در دهه‌های آینده باشند.

یکی از کاربردهای لیتیم در فناوری باتری، باتری‌های دگمه‌ای هستند. آیا در ساعت مچی خود از این نوع باتری‌ها استفاده می‌کنید؟ ساختار ساده‌ای از این نوع باتری که در اندازه‌های متفاوت وجود دارد در شکل ۲۱ نشان داده شده است.



باتری دگمه‌ای در اندازه‌های مختلف



شکل ۲۱- مدل ساده‌ای از باتری دگمه‌ای

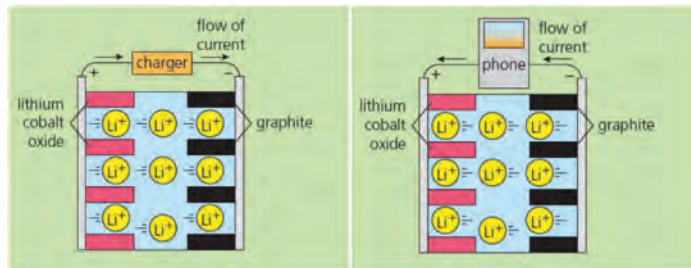
این باتری‌ها اغلب در قطب منفی خود، لیتیم دارند. به جدول E° مراجعه کنید و بر اساس آن توضیح دهید که دلیل استفاده از لیتیم در این نوع از باتری‌ها چیست؟ الکترون‌های آزاد شده از آند، از طریق مدار خارجی به کاتد رسیده و در آنجا نیم‌واکنش کاتدی را منجر می‌شوند. در باتری دگمه‌ای اغلب کاتد از منگنز (IV) اکسید تشکیل شده که در نیم‌واکنش کاتدی عدد اکسایش منگنز از +۴ به +۳ کاهش می‌یابد.

باتری‌های مختلف نیاز ما را به تأمین انرژی در وسایل مختلف تأمین می‌کنند. با توجه به مقدار نیاز ما به انرژی الکتریکی، از یکی از انواع باتری استفاده می‌کنیم. باتری‌ها، انرژی ذخیره شده در مواد واکنش دهنده خود را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. آیا ما می‌توانیم مجدداً با اعمال انرژی الکتریکی، آن را در باتری ذخیره کرده و مجدداً مورد استفاده قرار دهیم؟ آیا شما با این دسته از باتری‌ها آشنا هستید که آنها را بعد از استفاده شارژ کرده و دوباره مورد استفاده قرار دهیم؟

باتری لیتیم-یون، ذخیره‌کننده خوب انرژی الکتریکی است که اغلب در لوازم الکترونیکی از قبیل تلفن همراه و خودروهای الکتریکی از آن بهره می‌بریم. در شکل ۲۲ مدل ساده‌ای از این نوع باتری را هنگام شارژ و ذخیره انرژی الکتریکی و در زمان استفاده نشان می‌دهد.

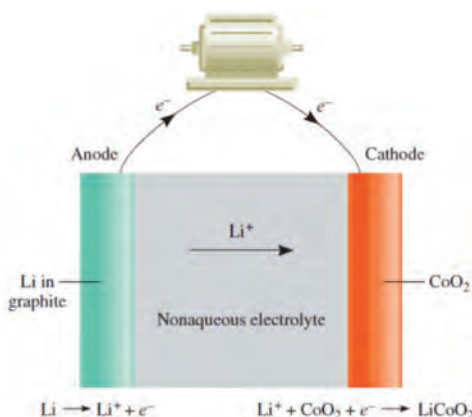


دریاچه نمک قم: منبع لیتیم (در هر تن از نمک دریاچه، بالای ۳۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.)

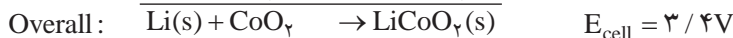
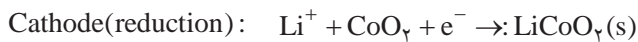
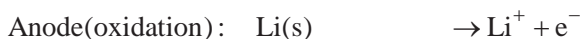


شکل ۲۲- مدل ساده‌ای از باتری لیتیم یون هنگام شارژ و هنگام استفاده در تلفن همراه

در این نوع باتری‌ها، در قطب منفی از گرافیت و در قطب مثبت از ترکیب لیتیم کبالت اکسید LiCoO_2 استفاده می‌شود. در زمان شارژ باتری، قطب منفی دارای بار منفی شده و یون‌های لیتیم از سمت قطب مثبت به سمت قطب منفی حرکت کرده و گرافیت آنها را به خود جذب می‌کند. به هنگام استفاده از باتری در وسیله الکترونیکی، یون‌های لیتیم جذب شده در گرافیت به سمت الکتروود لیتیم کبالت اکسید حرکت کرده و الکترون‌ها در مدار خارجی جریان یافته و به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند. به عبارت بهتر، حرکت یون‌های لیتیم بین قطب منفی و مثبت، جریان الکتریکی را در مدار خارجی برقرار می‌کند. پتانسیل الکتریکی تولید شده از هر سلول لیتیم – یون، حدود سه ولت می‌باشد (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- باتری لیتیم – یون



مزیت باتری لیتیم – یون این است که لیتیم منفی‌ترین پتانسیل کاهش استاندارد را دارد و از این رو یک عامل کاهنده قوی محسوب می‌شود. از طرف دیگر لیتیم سبک‌ترین فلز بوده به گونه‌ای که $6/941$ گرم از آن یک مول الکترون آزاد می‌کند. همچنین این باتری می‌تواند بارها شارژ شده و مورد استفاده قرار گیرد. باتری‌ها در تولید برق و ذخیره آن در وسایل قابل حمل الکترونیکی کاربرد دارند. امروزه از مواد مختلفی برای استفاده در آند و کاتد باتری‌ها و الکترولیت آنها استفاده می‌شود تا بتوان باتری با توان الکتریکی بالا و جرم کمتر تولید نمود. از این رو باتری‌های جدید سبک‌تر شده و انرژی الکتریکی بیشتری را برای کارکرد لوازم مختلف الکتریکی در اختیار ما قرار می‌دهند.



سرب، نیکل، آرسنیک و کادمیم فلزهای سمی هستند که در بیشتر تلفن‌های همراه یافت می‌شوند.

امروزه تجهیزات الکترونیکی زیادی به بازار ارائه می‌شود که کارکرد آنها مرتبط با استفاده از انرژی الکتریکی ذخیره شده در باتری‌ها می‌باشد. در این میان کاربرد باتری‌های جدید در وسایل نقلیه الکتریکی، نوید بخش رفع نگرانی‌های زیست محیطی در مسیر پیشرفت پایدار است. لذا محققین تلاش می‌نمایند تا باتری‌های جدید را سبک‌تر و با توان و عمر بالاتر که بتوان بارها آنها را شارژ و استفاده کرد، با کمک دانش شیمی طراحی نموده و تا حد امکان از مواد جدیدی استفاده نمایند که برای محیط‌زیست خطرات کمتری دارد.

روزانه مقادیر زیادی باتری مورد استفاده قرار گرفته و سپس دور انداخته می‌شوند. برخی از باتری‌ها تنها یک بار استفاده شده و برخی دیگر بارها پس از شارژ، استفاده می‌شوند. موادی که در باتری‌ها به کار رفته، متفاوت بوده و اغلب ارزشمند هستند. از طرف دیگر برخی از باتری‌ها حاوی فلزهای سنگین بوده که می‌توانند پس از دور انداختن وارد محیط زیست شده و به آن آسیب می‌رسانند. با توجه به اینکه در ساختار باتری اجزای گوناگونی به کار رفته پس گستره وسیعی از فرایندهای بازیافت، برای باتری‌ها به کار می‌رود. در گام نخست برچسب به کار رفته بر روی باتری برداشته شده سپس محفظه نگهدارنده باتری با روش‌های مکانیکی باز می‌شود. در گام بعدی، با روش‌های مرتبط با شیمی و مهندسی مواد، فلزهای باتری جداسازی شده تا دوباره استفاده شوند.



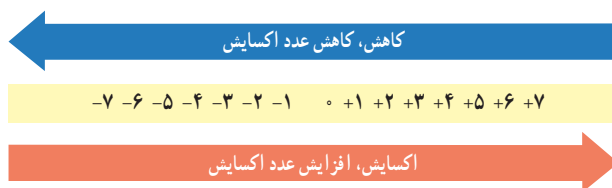
شکل ۲۴- چرخه بازیافت تلفن همراه

انتقال الکترون بین نافلزها

انتقال الکترون به طور کامل بین فلزها و نافلزها انجام می‌گیرد و منجر به انجام واکنش‌های اکسایش-کاهش شده که طی آن یک گونه الکترون از دست داده و گونه دیگر الکترون می‌گیرد. تبادل الکترون بین نافلزها هم انجام می‌گیرد. اما چگونه می‌توان تبادل الکترون بین گونه‌های واکنش‌دهنده را فهمید؟ چه شاخصی برای این شناسایی می‌تواند به ما کمک نماید؟ عدد اکسایش شاخصی است که می‌تواند در شناسایی واکنش‌های اکسایش-کاهش به ما کمک کند. عدد اکسایش یک اتم در یک ترکیب، برابر با تعداد الکترون‌هایی است که آن اتم برای تبدیل شدن به اتم خنثی می‌گیرد یا از دست می‌دهد. علامت مثبت عدد اکسایش نشان‌دهنده به دست آوردن الکترون برای تبدیل شدن به حالت بدون بار، و علامت منفی عدد اکسایش، نشان‌دهنده از دست دادن الکترون برای تبدیل شدن به حالت بدون بار می‌باشد. لذا با دادوستد الکترون بین گونه‌های واکنش‌دهنده، اعداد اکسایش تغییر می‌یابد. همچنین عدد اکسایش صفر نشان می‌دهد که آن اتم دارای آرایش الکترونی اتم خنثی است. برای اتم در حالت عنصری ترکیب نیافته و یا در حالت ترکیب خالص آن عنصر، عدد اکسایش صفر منظور می‌شود.

موارد زیر می‌تواند در تعیین اعداد اکسایش به کار گرفته شود.

- ۱ مجموع اعداد اکسایش در یک مولکول برابر با صفر است. در حالی که برای یک یون چند اتمی، مجموع اعداد اکسایش برابر با بار یون و با در نظر گرفتن علامت آن می‌باشد.
- ۲ عدد اکسایش عنصرها به شکل اتمی (از قبیل Fe, Na, O, ... و H, O, ...) یا دو اتمی (از قبیل H₂, O₂, ...) برابر صفر می‌باشد.
- ۳ عدد اکسایش در یون تک‌اتمی برابر با بار یون است، برای مثال عدد اکسایش Na⁺ برابر با +۱ و عدد اکسایش Cl⁻ برابر با -۱ می‌باشد.
- ۴ در ترکیب‌های مختلف، عدد اکسایش فلزهای گروه ۱ برابر با +۱ و فلزهای گروه ۲ برابر با +۲ می‌باشد.
- ۵ در ترکیب‌های مختلف، عدد اکسایش فلوتور (F) برابر -۱ می‌باشد.
- ۶ در ترکیب‌های مختلف، عدد اکسایش اکسیژن (O) برابر -۲ می‌باشد. فقط در ترکیب OF₂، عدد اکسایش اکسیژن برابر +۲ می‌باشد.
- ۷ در ترکیب‌های مختلف هیدروژن با نافلزها، عدد اکسایش هیدروژن (H) برابر با +۱ بوده و در ترکیب‌های مختلف هیدروژن با فلزها، عدد اکسایش هیدروژن (H) برابر با -۱ می‌باشد.
- ۸ عدد اکسایش یک اتم می‌تواند در ترکیب‌های گوناگون، متفاوت باشد.

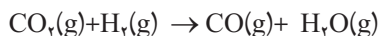


از تغییر اعداد اکسایش در واکنش‌های اکسایش – کاهش می‌توان گونه‌های اکسایش یافته یا کاهش یافته را مشخص نمود.

برای آشنایی دانش آموزان با مفهوم عدد اکسایش و تعیین آن از فعالیت یادگیری زیر سود جست :

باهم ببیندیشیم

دادوستد الکترون در واکنش‌های اکسایش – کاهش با انتقال الکترون از گونه اکسایش یافته به گونه کاهش یافته همراه است. واکنش زیر را در نظر بگیرید :



آ) ساختار لوویس هر یک از مواد شرکت کننده را رسم نموده و برای هر اتم، جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی را مشخص کنید. مجموع تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی هر یک از اتم‌ها را در هر ترکیب در واکنش بالا محاسبه نمایید.

ب) در ساختار لوویس برای محاسبه تعداد الکترون پیوندی برای هر اتم، هر زوج الکترون پیوندی به اتمی در آن پیوند نسبت داده می‌شود که دارای خصلت نافلززی بیشتری است.

پ) در هر اتم در هر ترکیب، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن اتم را در حالت خنثی، از مجموع تعداد الکترون پیوندی و ناپیوندی آن کم کنید. عدد حاصل می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

د) با توجه به اعداد اکسایش محاسبه شده، مشخص کنید که عدد اکسایش کدام اتم یا اتم‌ها در مواد واکنش دهنده در مقایسه با فرآورده‌ها تغییر یافته است؟ براساس تغییر عدد اکسایش، گونه‌های اکسایش و کاهش یافته را مشخص کنید.

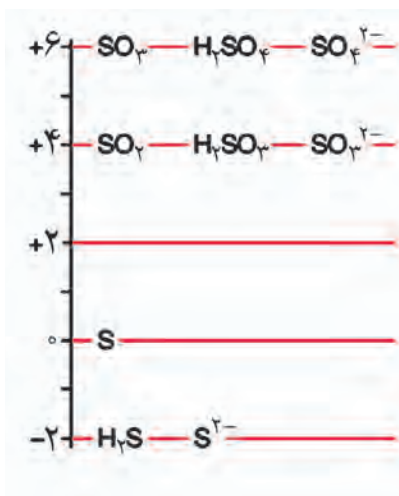
تغییر اعداد اکسایش در گونه‌های واکنش دهنده نسبت به فرآورده‌ها، می‌تواند برای شناسایی واکنش‌های اکسایش – کاهش به کار رود. در واکنش اکسایش – کاهش، گونه‌ای که الکترون از دست داده، اکسایش می‌یابد که همراه با افزایش عدد اکسایش آن است. همچنین گونه‌ای که الکترون گرفته، کاهش می‌یابد که همراه با کاهش عدد اکسایش آن می‌باشد. پس می‌توان گفت در واکنش اکسایش – کاهش الکترون‌های گونه اکسایش یافته به گونه کاهش یافته منتقل شده است.

تغییر اعداد اکسایش در گونه‌های واکنش دهنده نسبت به فرآورده‌ها، می‌تواند برای شناسایی واکنش‌های اکسایش – کاهش به کار رود. در واکنش اکسایش – کاهش، گونه‌ای که الکترون از دست داده، اکسایش می‌یابد که همراه با افزایش عدد اکسایش آن است. همچنین گونه‌ای که الکترون گرفته، کاهش می‌یابد که همراه با کاهش عدد اکسایش آن می‌باشد. پس می‌توان گفت در واکنش اکسایش – کاهش الکترون‌های گونه اکسایش یافته به گونه کاهش یافته منتقل شده است.

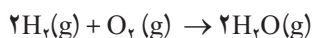
ه) آیا می‌توان برای شناخت دادوستد الکترون در واکنش شیمیایی، از شاخص تغییر عدد اکسایش اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش استفاده نمود؟ در این مورد در کلاس بحث نمایید.

خود را بیازمایید

آ) واکنش سوختن هیدروژن به صورت زیر می‌باشد :



تغییر عدد اکسایش گوگرد در ترکیبات مختلف



با توجه به اعداد اکسایش واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها بیان کنید که آیا واکنش سوختن هیدروژن، واکنش اکسایش - کاهش می‌باشد؟ در صورتی که واکنش سوختن هیدروژن، واکنش اکسایش - کاهش می‌باشد گونه‌های اکسایش و کاهش یافته در واکنش را مشخص نمایید.

ب) عدد اکسایش کلر را در HClO_2 و HClO_4 محاسبه و باهم مقایسه نمایید.

سلول سوختی

از صفحه ۵۰ تا ۵۴

واحد
یادگیری ۵

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ نقش الکتروشیمی در کاهش ردپای کربن دی اکسید را تشریح کنند.
- ۲ چگونگی و اساس عملکرد خودروهایی هیبریدی را بیان کنند.
- ۳ مفهوم عدد اکسایش را بشناسند و با استفاده از آن گونه‌های اکسید شده و کاهش یافته را در یک واکنش اکسایش - کاهش مشخص کنند.

پرسش‌های اساسی

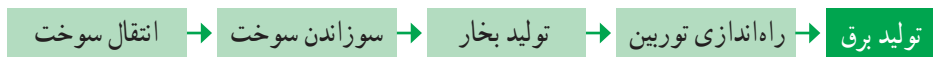
- ۱ سلول سوختی هیدروژن برای سال‌ها در پروازهای فضایی مورد استفاده قرار گرفته است. دلیل آن چیست؟
- ۲ از کدام یک از مواد به‌عنوان سوخت در سلول سوختی هیدروژن استفاده می‌کنید؟ CH_4 یا H_2 ؟ چرا؟

روش تدریس پیشنهادی - مشارکتی

توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

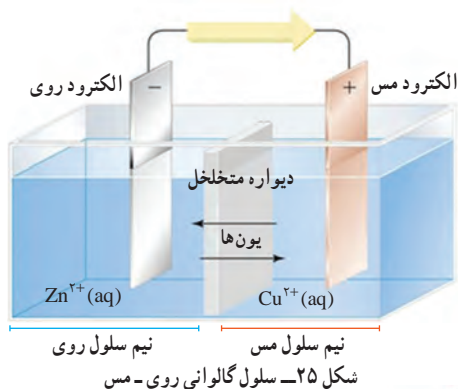
- ۱ تصاویر زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با توجه به تصاویر دو روش ارائه شده برای تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی را باهم مقایسه کنید.

روش (۱)

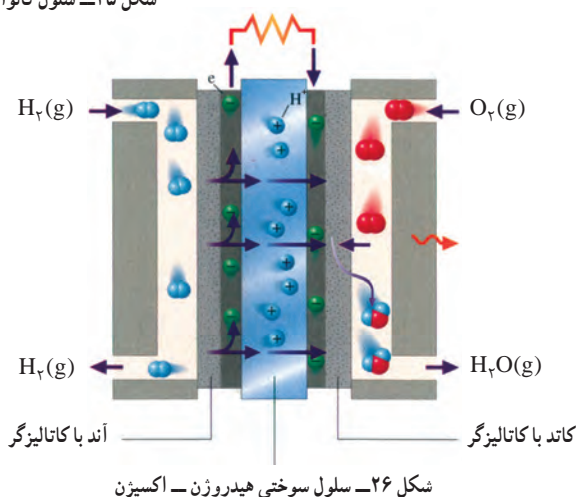


روش (۲)





۲ حال تصاویر زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از مقایسه در تصویر به سؤال‌های مطرح شده پاسخ دهند.



آ) تشابه و تفاوت دو تصویر؟

ب) نیم‌واکنش‌هایی که در هر یک انجام می‌شود؟ آنها در پاسخ‌هایشان باید به موارد زیر بپردازند.

تشابه: هر دو سلول گالوانی‌اند و ویژگی‌های کلی آن را دارند.

تفاوت: نوع آند و کاتد، دیواره متخلخل نیم‌واکنش‌ها، واکنش کلی در دو سلول متفاوت است.

۳ نتایج فعالیت گروه‌ها را بر تابلو کلاس منتقل و پس از تبادل نظر با دانش‌آموزان، سلول‌های سوختی را معرفی و ساختار و کارکرد نیم‌واکنش‌ها و واکنش کلی و اهمیت آن را بیان کنید.

۴ از دانش‌آموزان بخواهید در یک پژوهش گروهی، اطلاعاتی در مورد سلول‌های سوختی جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به شکل پوستر درآورده، به کلاس ارائه نمایند.

۵ با معرفی عدد اکسایش و چگونگی حساب کردن آن و محاسبه تغییر عدد اکسایش نیم‌واکنش اکسایش، نیم‌واکنش کاهش، گونه کاهنده‌های اکسنده را مشخص کنید.

بر دانش خود بیفزایید

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی پاک

واکنش سوختن هیدروژن را می‌توان در یک سلول الکتروشیمیایی انجام داد تا دادوستد الکترون کنترل شده انجام گیرد و بتوان الکتریسیته تولید نمود. انجام این واکنش منجر به ظهور یکی از فناوری‌های جدید در تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی، یعنی فناوری سلول سوختی می‌شود که در حال حاضر پیشرفت‌های خوبی برای حضور تجاری در رفع نیازهای جامعه داشته است. این فناوری می‌تواند در لوازم الکترونیکی قابل حمل گوناگون و وسایل نقلیه برقی، انرژی الکتریکی مورد نیاز را با بازده مناسب تأمین نماید.

سلول سوختی، سلول گالوانی است که در آن واکنشگرها (اکسنده و کاهشنده) به طور مداوم به درون سلول وارد شده و با جریان آنها، الکتریسیته به طور مداوم تولید می‌شود.

در سلول سوختی، انرژی شیمیایی سوخت طی فرایندی الکتروشیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. سلول‌های سوختی از دو الکتروود، سوخت (آند) و اکسیدان (کاتد) و الکترولیت تشکیل شده‌اند. الکتروودها از قسمت‌های مهم سلول‌های سوختی هستند. در سلول‌های سوختی دمای پایین (سلول‌های سوختی با غشاء پلیمری، سلول سوختی قلبایی و سلول سوختی اسید فسفریک) از الکتروودهای متخلخل (گازی نفوذی) استفاده می‌شود. هر الکتروود دارای لایه گاز رسان یا یک لایه از کاتالیست می‌باشد که لایه کاتالیست روی سطحی که به طرف الکترولیت قرار دارد، کشیده شده است.

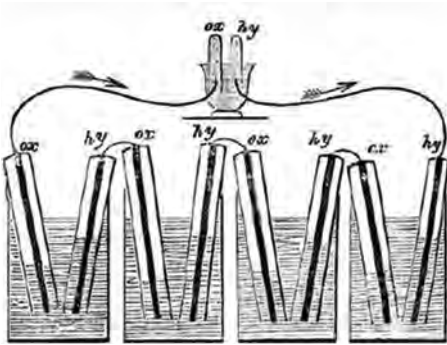
یک واحد سلول سوختی بدون توجه به نوع آن دارای دو الکتروود سوخت و اکسیدان (اغلب اکسیژن محیط) و الکترولیت است. الکترولیت می‌تواند قلبایی یا اسیدی و نیز جامد یا مایع باشد. نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی در سلول سوختی با سوخت هیدروژن و الکترولیت اسیدی به صورت زیر است:



و نمایش آیوپاک سلول به صورت زیر خواهد بود:

الکتروود آند | H_2 | H^+ | O_2 | الکتروود کاتد

مکانیسم تولید جریان در این سلول‌ها به این صورت است که در آند سوخت اکسید شده و الکترون‌ها از سیم به کاتد می‌رسند. در کاتد هم اکسیژن کاهش یافته و الکترون‌ها در آن مصرف می‌شوند. با تغذیه پیوسته آند و کاتد با واکنشگرهای گازی و انجام منظم واکنش‌های کاتدی و آندی، جریانی از الکترون‌ها در سیم ایجاد و در نتیجه جریان الکتریسیته برقرار می‌شود. فرآورده واکنش در سلول‌های با سوخت هیدروژن و



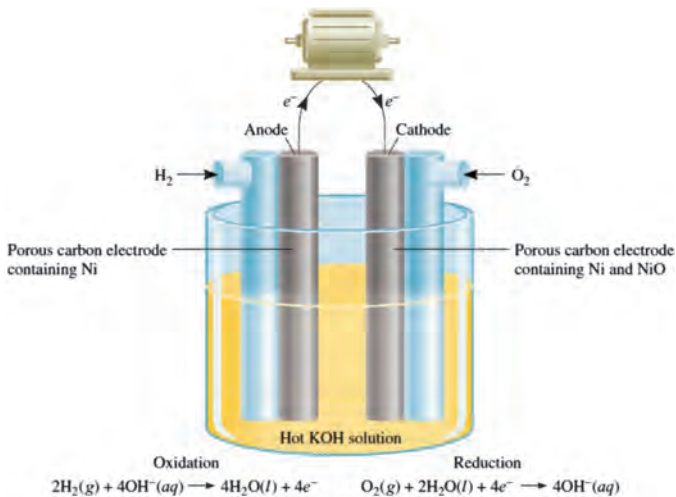
شکل ۲۵- اولین سلول سوختی سر ویلیام گرو

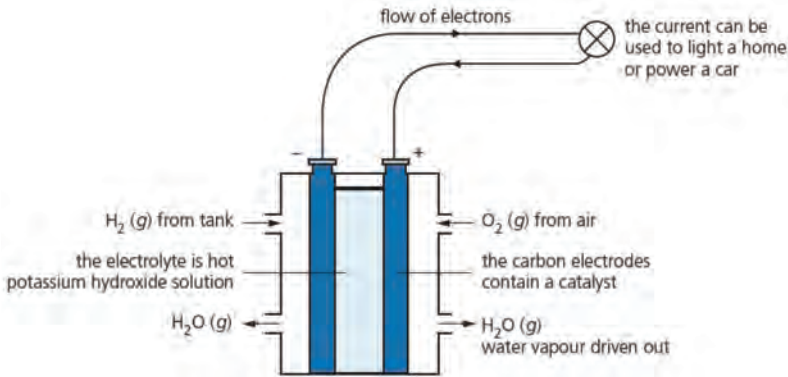
اکسیدان و اکسیژن، در نهایت آب و گرما است. در سلول‌ها با انواع دیگر سوخت مانند هیدروکربن‌ها و متانول افزون بر آب، کربن دی‌اکسید هم تولید می‌شود. برای خروج آب دمای بخش‌هایی از سلول را بالا می‌برند تا با تشکیل بخار آب از ایجاد رطوبت در سلول که می‌تواند بر عملکرد آن تأثیر منفی داشته باشد، جلوگیری نمایند.

تاریخچه این سیستم‌ها به قرن نوزدهم برمی‌گردد که کار دانشمند انگلیسی ویلیام گرو^۱ می‌باشد. او اولین سلول سوختی را در سال ۱۸۳۹ با سر مشق گرفتن از واکنش برکافت آب در واکنش وارونه و در حضور کاتالیست پلاتین ساخت.

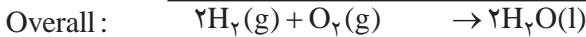
به مرور زمان، تلاش‌های گسترده‌ای در جهت افزایش بازده این سیستم‌ها (سیستم‌های تبدیل انرژی الکتروشیمیایی) انجام شد که اغلب در نیمه دوم قرن بیستم به نتیجه رسید (می‌توان به کاربرد سلول‌های سوختی در سفینه آپلو و خودروی نفریر فضایی هرمس اشاره کرد).

شکل ۲۶، مدل ساده‌ای از یک سلول سوختی قلبی را نشان می‌دهد. این سلول الکتروشیمیایی با هیدروژن و اکسیژن کار کرده و محلول پتانسیم هیدروکسید به عنوان الکترولیت به کار رفته است.





شکل ۲۶- مدل ساده‌ای از سلول سوختی هیدروژنی قلیایی



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} = 0/4 \text{ V} - (-0/83 \text{ V}) = 1/23 \text{ V}$$

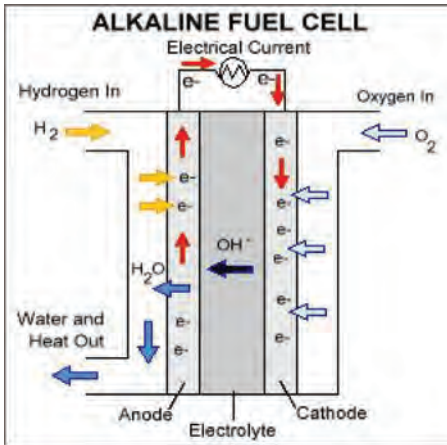
سلول‌های سوختی بر خلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند. در این سلول‌ها، مواد واکنشگر به‌طور پیوسته بایستی به درون سلول جریان یافته و فرآورده‌ها از سلول سوختی دور شوند، از این‌رو عملکرد سلول سوختی بیشتر شبیه موتور احتراق درونی می‌باشد. به عنوان مثال در سلول سوختی هیدروژنی قلیایی، خروجی بخار آب می‌باشد که به‌طور دائم از سلول سوختی خارج می‌شود.

برخلاف باتری‌ها، سلول‌های سوختی انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند. واکنش‌دهنده‌ها پیوسته وارد سلول شده و فرآورده‌ها پیوسته از سلول خارج می‌شوند. در این نگاه سلول سوختی بیشتر شبیه موتور است تا باتری. سلول‌های سوختی را می‌توان با بازده بالا طراحی نمود که بازده بیشتری از موتورهای احتراق درونی دارند و می‌توان آنها را در خودروها به‌کار برد. از طرف دیگر عملکرد سلول‌های سوختی مشکلات موتورهای احتراق درونی مانند تولید سرو صدا، انتقال گرما، آلودگی زیست محیطی و... را ندارند.

در یک طبقه‌بندی مقدماتی می‌توان سلول‌های سوختی را برحسب نوع سوخت به‌کار رفته در آند، فشار و دمای کارکرد و نوع الکترولیت طبقه‌بندی نمود. سلول‌های سوختی را بر اساس دمای کارکردشان می‌توان به سیستم با دمای بالا، متوسط و پایین یا بر اساس فشار کارکرد به سیستم‌های با فشار بالا، متوسط و پایین دسته‌بندی کرد. همچنین آنها می‌توانند بر اساس نوع سوخت یا اکسیدان از هم متمایز شوند:

- سوخت‌های گازی (مثل هیدروژن و آمونیاک)
- سوخت‌های مایع (مانند اتانول، هیدرازین و هیدروکربن‌ها)
- سوخت جامد (مانند هیدرید فلزها)

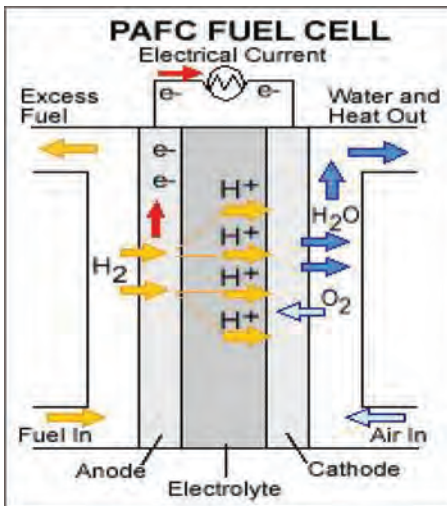
رایج‌ترین نوع دسته‌بندی سلول‌های سوختی بر اساس نوع الکترولیت آنهاست و بر همین اساس هم نام‌گذاری می‌شوند.



شکل ۲۷- سلول سوختی با الکترولیت قلیایی

۱ سلول سوختی قلیایی^۱ (AFC): این

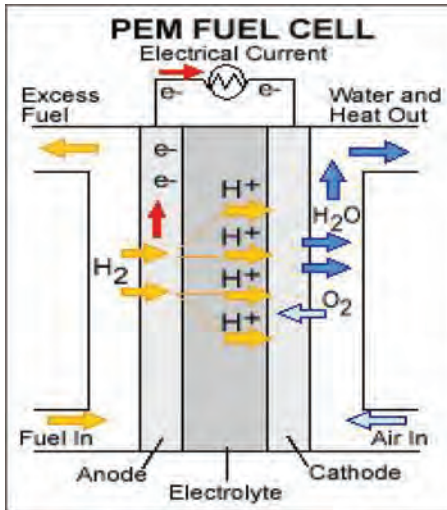
سلول سوختی در برنامه فضایی ایالات متحده، از دهه ۱۹۶۰ مورد استفاده قرار گرفته است. AFC به اکسیژن خالص در کاتد نیاز دارد و این موضوع بر هزینه تولید آن افزوده و آن را گران می‌سازد لذا این نوع سلول سوختی برای مصارف تجاری مناسب نیست (شکل ۲۷).



شکل ۲۸- سلول سوختی دارای الکترولیت فسفریک اسید

۲ سلول سوختی فسفریک اسید (PAFC):

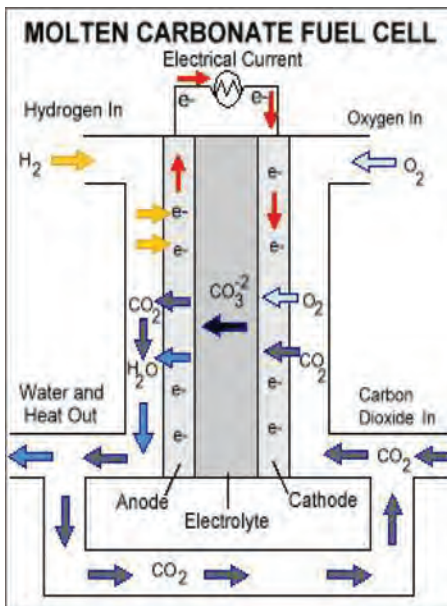
سلول سوختی فسفریک اسید، پتانسیل استفاده در سیستم‌های نیروگاهی کوچکی تولید برق را دارد. در دمای بالاتری نسبت به سلول‌های سوختی با غشا پلیمری کار می‌کند، بنابراین زمان بیشتری طول می‌کشد تا گرم شود. این خاصیت آن را برای استفاده در خودروها نامناسب می‌کند (شکل ۲۸).



شکل ۲۹- سلول سوختی دارای غشای تبادلگر پروتون

۳ سلول سوختی تبادلگر پروتون (PEM):

این نوع سلول‌های سوختی از پلیمر مبادله‌کننده پروتون بین کاتد و آنود استفاده نموده و در دمای پایین کار می‌کنند. این سیستم‌ها می‌توانند برای کاربردهای متحرک مانند خودروها مورد استفاده قرار گیرد. این سلول‌ها می‌توانند از سوخت‌های متنوعی استفاده نمایند (شکل ۲۹).



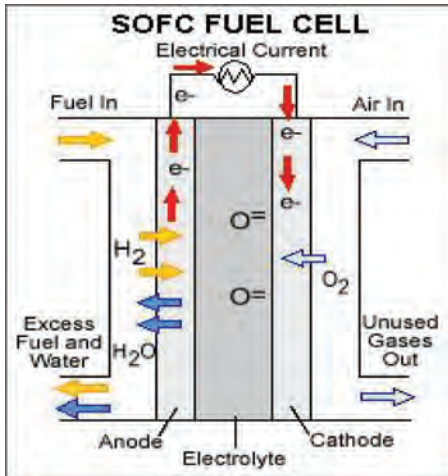
شکل ۳۰- سلول سوختی با الکترولیت کربنات مذاب

۴ سلول سوختی کربنات مذاب (MCFC):

این سلول‌های سوختی نیز برای تولید نیروگاه‌های برق بزرگ بسیار مناسب هستند. در 600°C کار می‌کنند، بنابراین آنها نیز بخار آب تولید می‌کنند. آنها نیازی به مواد و ابزار پیچیده ندارند، که این امر، طرح را کمی ارزان‌تر می‌کند. الکترولیت به کار رفته در این سیستم‌ها کربنات مذاب می‌باشد (شکل ۳۰).

۱- Proton exchange membrane fuel cell

۲- Molten carbonate fuel cell



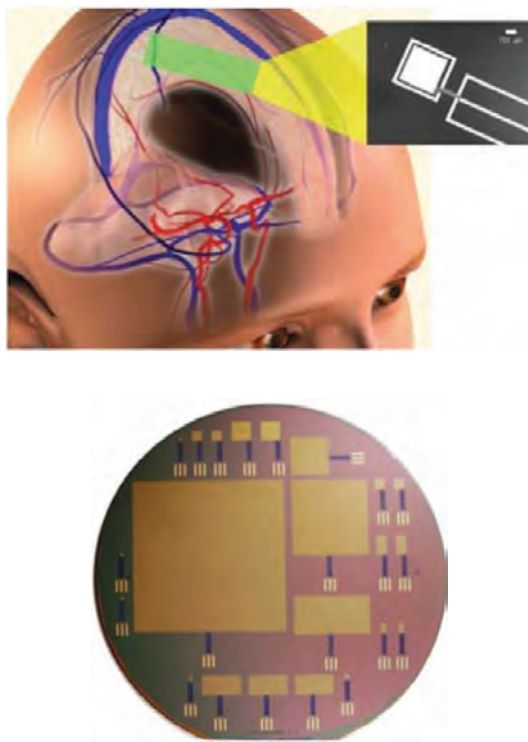
شکل ۳۱- سلول سوختی دارای الکترولیت اکسید جامد

۵ سلول سوختی اکسید جامد (SOFC):

این سلول‌ها در دمای بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس کار می‌کند. دمای کارکرد بالا در سلول‌های سوختی اکسید جامد (SOFC) یا سرامیکی به دلیل رسانش یون در الکترولیت در این گستره دمایی است (شکل ۳۱).

سلول‌های سوختی براساس دمای عملکرد، دارای دامنه دمایی از ۸۰ برای (PEM) تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس برای (SOFC) می‌باشند. سلول‌های سوختی دمای پایین (AFC, PAFC, PEFC) دارای حامل‌های یونی H^+ و OH^- هستند که انتقال یون از میان الکترولیت و انتقال الکترون‌ها از طریق مدار خارجی را به عهده دارند. در سلول‌های سوختی دمای بالا مانند الکترولیت کربنات مذاب (MCFC) و الکترولیت اکسید جامد (SOFC)، جریان درون الکترولیت توسط یون‌های کربنات و اکسید انجام می‌گیرد. حوزه سلامت و بهداشت و به تبع آن صنایع پزشکی یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کننده سیستم‌های تبدیل و ذخیره انرژی است. در این میان با پیشرفت دانش پزشکی و به خصوص پزشکی شخصی (ارائه خدمات پزشکی متناسب با فرد) نیاز به ابزارهای در مقیاس میکرو و به دنبال آن منابع تولید انرژی در آن مقیاس بیش از پیش مورد توجه محققان قرار گرفته است. یکی از انواع سلول‌های سوختی که امروزه مورد توجه قرار گرفته است سلول سوختی گلوکز می‌باشد. گلوکز به دلیل فراوانی، ارزان، بی‌خطر و غیر سمی بودن در سال‌های اخیر مورد توجه محققین حوزه سلول سوختی قرار گرفته است. افزون بر این، انرژی بالای که در فرایند اکسایش گلوکز به دست می‌آید گلوکز از مزیت‌های اصلی استفاده از این نوع سلول‌های سوختی می‌باشد. دستیابی به جریان بالا در محیط‌های زیستی باعث شده است فناوری ساخت ایمپلنت‌های زیستی مبتنی بر سلول‌های سوختی زیستی از مهم‌ترین اهداف محققین این حوزه قرار بگیرد.

با شروع قرن بیست و یکم مطالعه بر روی سلول‌های سوختی زیستی که بر پایه نانوالکتروکاتالیست پلاتین برای اکسایش گلوکز در محیط‌های آبی بود، شدت یافته است. در سال ۲۰۱۲ محققان انستیتو فناوری ماساچوست (MIT) سلول سوختی زیستی گلوکزی قابل کاشت در مغز انسان را طراحی کردند که به لحاظ نظری می‌تواند در محیط مغز کارکرد خوبی از خود نشان بدهد. همچنین مطالعات بر روی کارکرد این سلول‌ها در بدن موش و سایر موجودات زنده مانند خرچنگ، مار و حشرات در حال اجرا است (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- سلول سوختی گلوکزی برای تأمین برق تراشه‌های کامپیوتری متصل به مغز

برقکافت

از صفحه ۵۴ تا ۵۶

واحد
یادگیری ۶

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

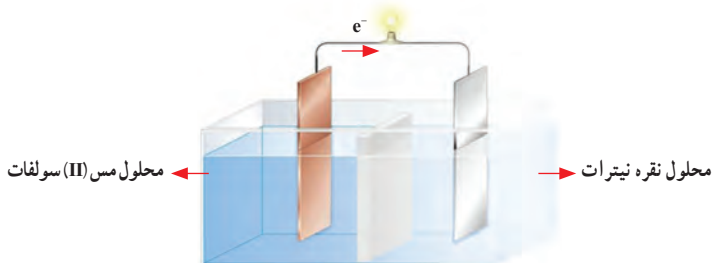
- ۱ دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
 - ۱ روشی برای تأمین سوخت سلول‌های سوختی ارائه دهند.
 - ۲ سازوکار و چگونگی تهیه فلزات فعال همانند سدیم و منیزیم و... را با استفاده از سلول الکتروشیمیایی تشریح کنند.
 - ۳ انواع سلول‌های الکتروشیمیایی را با یکدیگر مقایسه نموده و موارد کاربرد هریک و فواید و زیان‌های آنها را بیان نمایند.
 - ۴ گونه‌هایی که در هریک از الکترودها در طی فرایند برقکافت تولید می‌شوند را تعیین کنند.

پرسش‌های اساسی

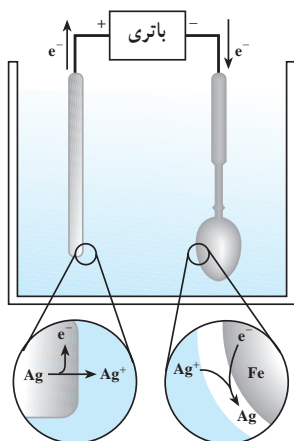
- ۱ نقش محلول الکترولیت در برقکافت چیست؟
- ۲ کاربرد کمک ذوب از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد؟
- ۳ تهیه فلز منیزیم از آب دریا به روش برقکافت را شرح دهید.

روش تدریس پیشنهادی – مشارکتی

- توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :
- ۱ تصاویر زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید این دو نوع سلول الکتروشیمیایی را از نظر ساختار و عملکرد با هم مقایسه کنند.



شکل (أ) سلول گالوانی



شکل (ب) سلول الکترولیت

گروه‌ها در این مقایسه باید به نتایج زیر برسند:

در شکل (آ)، آند و کاتد بر مبنای نیم‌واکنش‌های انجام شده تعیین می‌شود در حالی که در شکل (ب)، آند و کاتد بر اساس اتصال الکترودها (تیغه‌ها) به قطب‌های باتری تعیین می‌شود.

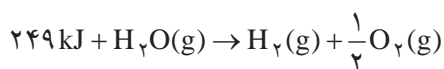
در شکل (آ)، انرژی الکتریکی تولید می‌شود و لامپ روشن می‌شود در حالی که شکل (ب)، دارای منبع جریان الکتریکی (باتری) است و با مصرف انرژی الکتریکی واکنش شیمیایی انجام می‌شود.

۲ نتایج در گروه‌ها را به تابلوی کلاس منتقل و پس از تبادل نظر و تجزیه و تحلیل تصاویر، توضیح دهید دو نوع سلول الکتروشیمیایی داریم، یکی سلول گالوانی است که انرژی الکتریکی تولید می‌کند و دیگری سلول الکترولیتی است که دارای منبع جریان الکتریکی بوده و با مصرف انرژی الکتریکی باعث انجام واکنش‌های شیمیایی می‌شود و یک نمونه آن برقکافت است.

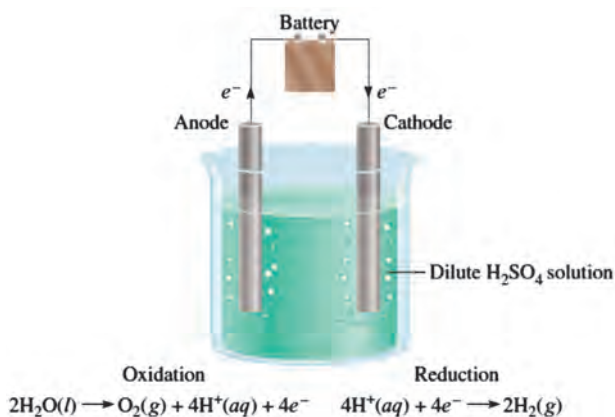
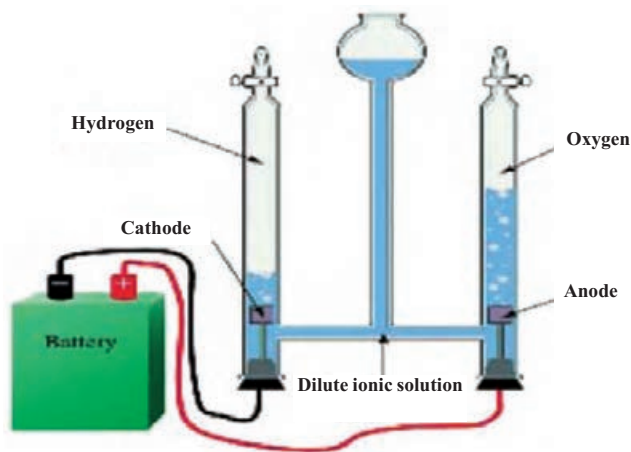
۳ ساختار سلول‌های الکترولیتی و چگونگی کارکرد آن را تشریح و تدریس کنید.

تولید هیدروژن

هیدروژن به عنوان سوخت در سلول‌های سوختی می‌تواند به کار رود که واکنش پذیری خوبی داشته و در دمای پایین به خوبی در آند واکنش می‌دهد. لذا باید به دنبال راه‌های تولید هیدروژن بود. تشکیل یک مول آب از هیدروژن و اکسیژن ۲۴۹ کیلو ژول انرژی آزاد می‌کند لذا دست کم مقدار یکسانی انرژی باید جذب شود تا واکنش در جهت وارونه یعنی تولید هیدروژن انجام شود.

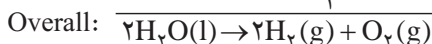
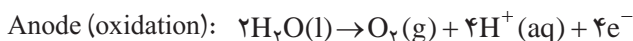


مناسب‌ترین راه برای شکستن آب به هیدروژن و اکسیژن، برقکافت (الکترولیز) است؛ در این فرایند، با اعمال ولتاژ کافی، آب به هیدروژن و اکسیژن شکسته می‌شود. این فرایند در یک سلول الکترولیتی انجام می‌شود؛ نوعی سلول الکتروشیمیایی که در آن انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. سلول الکترولیتی برعکس سلول گالوانی عمل می‌کند. هنگامی که آب در یک سلول الکترولیتی برقکافت می‌شود، حجم هیدروژن تولید شده، ۲ برابر حجم اکسیژن می‌باشد زیرا یک مولکول آب دو برابر اتم‌های اکسیژن، اتم هیدروژن دارد. از آنجا که آب دارای هدایت الکتریکی کافی برای عبور الکتریسیته نمی‌باشد، برای برقکافت آن از محیط رقیق اسیدی به منظور ایجاد هدایت مناسب در محلول استفاده می‌شود (شکل ۳۳).



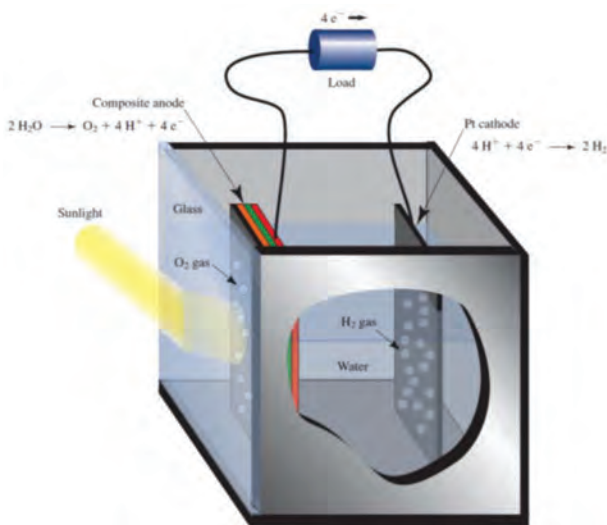
شکل ۳۳- برقکافت آب

نیم‌واکنش‌های انجام شده و واکنش کلی در هنگام برقکافت آب به صورت زیر می‌باشد :



راه دیگر تولید هیدروژن، استفاده از انرژی گرمایی برای تجزیه آب است. برای دریافت مقدار قابل قبولی از هیدروژن و اکسیژن به دمایی بیش از 5000°C درجه سلسیوس احتیاج است. رسیدن به این دما نه تنها خیلی دشوار است، بلکه ملزم به صرف انرژی بسیار زیادی می‌باشد.

روش دیگر برای تجزیه آب استفاده از انرژی خورشید است که در حضور کاتالیست می‌توان آب را به هیدروژن و اکسیژن تبدیل نمود. فوتون‌های نور مرئی به اندازه کافی انرژی دارند تا آب را تجزیه کنند. متأسفانه، آب نور را در این طول موج‌ها جذب نمی‌کند. مواد شیمیایی جدیدی برای استفاده از انرژی خورشید برای تجزیه آب در حال طراحی هستند تا در یک سلول الکتروشیمیایی در حضور نور خورشید منجر به تجزیه آب به هیدروژن و اکسیژن شوند (شکل ۳۴).



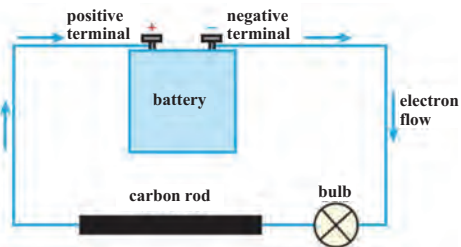
شکل ۳۴- نوعی سلول فتوالکتروشیمیایی برای تجزیه آب

در روشی دیگر دانشمندان به دنبال ارگانسیم‌های زیستی برای تولید هیدروژن هستند. گونه خاصی از جلبک‌های سبز تک سلولی هنگام فتوسنتز، گاز هیدروژن تولید می‌کنند. در حال حاضر این فرایند کارایی بسیار پایینی دارد که بتواند از نظر تجاری قابل مقایسه باشد. اگرچه داشتن نژاد جدیدی از جلبک‌ها که در استفاده از نور خورشید کارایی بیشتری دارند، می‌تواند فرایند موجود را اقتصادی نماید.

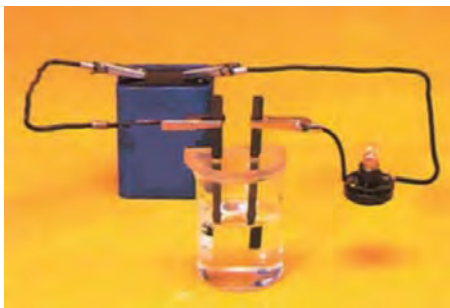
بر دانش خود بیفزایید

با اعمال جریان الکتریکی، واکنش‌های شیمیایی را انجام می‌دهیم

در شکل ۳۵ یک باتری در مدار نشان داده شده است. در مدار داده شده، یک میله گرافیت قرار دارد که روشن بودن لامپ دلیل برقراری الکتریسیته در مدار یا همان جریان الکترونی از قطب منفی به سمت قطب مثبت می‌باشد. باتری برای تأمین نیرو محرکه و حرکت الکترون‌ها در مدار الکتریکی عمل می‌کند (شکل ۳۵). در صورتی که در مدار به جای میله کربنی، پلاستیک یا سرامیک قرار داده شود، لامپ خاموش می‌شود. مواد نارسانا اجازه عبور الکترون‌ها در مدار بسته الکتریکی را نداده و عایق الکتریکی نامیده می‌شوند. برای بررسی رسانایی یا عایق بودن مواد می‌توان از مداری مانند مدار داده شده استفاده نمود.



شکل ۳۵- مدار بررسی‌کننده هدایت الکتریکی مواد



شکل ۳۶- مدار بررسی‌کننده هدایت الکتریکی مایع‌ها

مدار ارائه شده در شکل ۳۶ را که متشکل از یک بشر و دو میله گرافیتی درون آن می‌باشد می‌توان برای بررسی رسانایی الکتریکی مایع‌ها یا محلول‌ها به‌کار برد.

می‌توان رسانایی الکتریکی مواد را به صورت زیر دسته‌بندی نمود :

۱ فلزها چه به صورت جامد یا مذاب، رساناست. البته گرافیت نیز که شکلی از کربن می‌باشد رسانا است.

۲ مواد مولکولی که دارای الکترون آزاد یا ذرات باردار می‌توانند به راحتی حرکت کنند، نباشند رسانای جریان الکتریکی نبوده و اگر در مدار قرار گیرند جریان الکتریکی در مدار متوقف می‌شود.

۳ مواد یونی در حالت جامد رسانا نبوده و در حالت مذاب یا محلول در آب، رساناست.

حال به بررسی عبور جریان الکتریکی از مواد یونی می‌پردازیم :

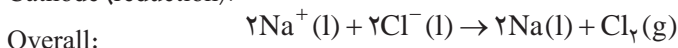
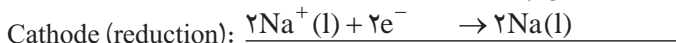
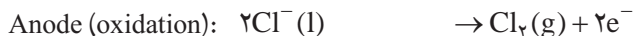
مواد یونی دارای الکترون آزاد نبوده بلکه حاوی ذره‌های باردار هستند. یون‌ها در حالت جامد حرکت انتقالی نداشته ولی هنگامی که ماده یونی ذوب شده یا در حلال حل می‌شود، آنیون‌ها و کاتیون‌ها با حرکت خود می‌توانند جریان الکتریکی را منتقل نمایند. واکنش تجزیه‌ای که در اثر عبور جریان الکتریکی صورت می‌گیرد، برقکافت نامیده می‌شود. مایع حاوی یون، که منجر به انتقال الکتریسیته می‌شود الکترولیت نامیده می‌شود. در واکنش برقکافت، محلی که در آن واکنش انجام می‌شود الکترود می‌نامند. الکترودی که به قطب مثبت باتری متصل شده، آند و الکترودی که به قطب منفی باتری متصل شده، کاتد نامیده می‌شود. در این واکنش اغلب از الکترودهای بی‌اثر میله گرافیتی که در واکنش شرکت نمی‌کنند استفاده شده است. به این نوع از سلول‌های الکتروشیمیایی که انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود، سلول الکترولیتی گفته می‌شود.

به کمک برقکافت می‌توان، مواد یونی دوتایی را در حالت مذاب تجزیه کرد تا در کاتد فلز و در آند نافلز مربوطه آزاد شود. این واکنش بسیار مهم بوده و می‌توان بسیاری از فلزهای فعال و مورد نیاز مانند لیتیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم و آلومینیم را تهیه کرد.

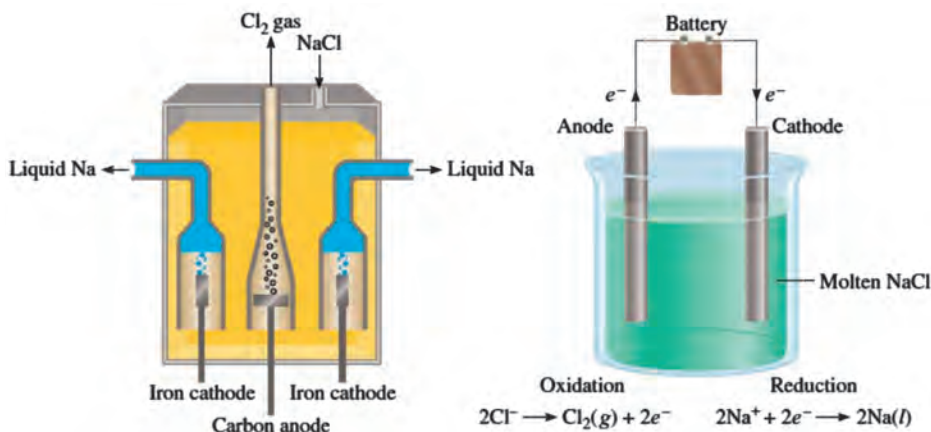
برقکافت سدیم کلرید مذاب

سدیم کلرید یک ترکیب یونی است که در حالت مذاب دارای یون‌های سدیم و کلرید می‌باشد که می‌تواند به فلز سدیم و گاز کلر برقکافت شود. برقکافت سدیم کلرید در مقیاس بزرگ در سلول داوونز (Downs cell) انجام می‌گیرد. در سلول الکترولیتی الکترودهای آند و کاتد به یک باتری متصل شده و نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در سطح الکترودهای آن رخ می‌دهد. باتری مانند یک پمپ الکترونی عمل کرده و الکترون‌ها را به سوی کاتد حرکت می‌دهد که در آنجا نیم‌واکنش کاهش یون‌های سدیم رخ می‌دهد. این پمپ الکترونی (باتری) منجر به انجام نیم‌واکنش اکسایش یون‌های کلرید در آند شده و گاز کلر در آنجا آزاد می‌شود (شکل ۳۷).

نیم واکنش‌های انجام شده در سلول الکترولیتی در برقکافت سدیم کلرید مذاب به صورت زیر می‌باشد:



این فرایند منبع عمده برای تهیه فلز سدیم و گاز کلر می‌باشد. برقکافت سدیم کلرید مذاب در 800°C رخ داده و فلز سدیم به صورت مایع در کاتد تشکیل می‌شود. به علت چگالی پایین سدیم نسبت به سدیم کلرید مذاب، سدیم بر روی سطح سدیم کلرید مذاب جمع می‌شود و گاز کلر در آند تشکیل و جمع‌آوری می‌شود.



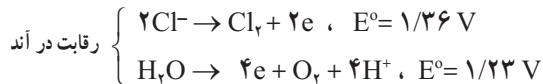
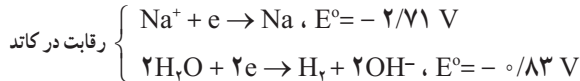
شکل ۳۷- سلول داوتر برای برقکافت سدیم کلرید مذاب

براساس برآورد نظری، پتانسیل سلول الکترولیتی برای انجام واکنش برقکافت سدیم کلرید مذاب در حدود ۴ ولت می‌باشد که بایستی حداقل این مقدار توسط باتری برای انجام واکنش مهیا شود. البته در عمل به پتانسیل بالاتری برای انجام برقکافت نیاز است.

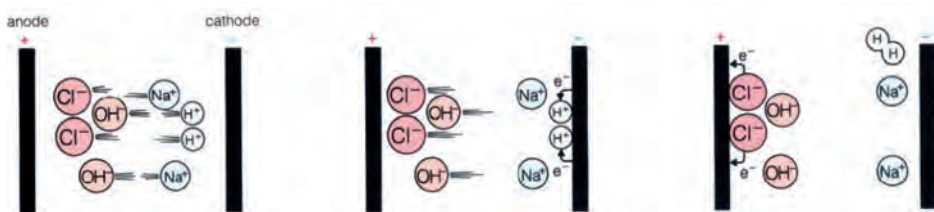
برقکافت محلول سدیم کلرید

در برقکافت مواد یونی محلول در آب، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت کرده تا با انجام واکنش در آند، اکسایش یافته و یا در کاتد، کاهش یابند. هنگامی که مواد یونی را به صورت محلول در آب داریم در کاتد و آند افزون بر کاتیون و آنیون ماده یونی، مولکول‌های آب نیز وجود دارند. به نظر شما کدام گونه در کاتد یا آند، تمایل بیشتری برای انجام واکنش کاهش یا اکسایش دارد؟ برای این منظور به پتانسیل استاندارد کاهش می‌توانید مراجعه نمایید.

در برقکافت سدیم کلرید مذاب، در آند کلر و در کاتد سدیم آزاد می‌شود. زمانی که محلول سدیم کلرید غلیظ به عنوان الکترولیت در برقکافت به کار می‌رود در آند و در کاتد، نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی زیر می‌توانند انجام گیرند:

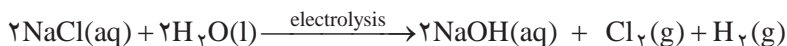


در رقابت آب و یون سدیم در کاتد برای انجام نیم‌واکنش کاهش، آب چون دارای پتانسیل استاندارد بیشتری می‌باشد برنده بوده و در کاتد گاز هیدروژن آزاد می‌شود. در آند نیز انتظار می‌رود مولکول‌های آب به علت داشتن پتانسیل استاندارد کمتر نسبت به یون‌های کلرید، اکسایش یافته و گاز اکسیژن آزاد شود. هنگام کارکرد سلول الکترولیتی با الکترولیت محلول سدیم کلرید مشاهده می‌شود در محلول‌های غلیظ آن، در آند آنیون‌های کلرید اکسایش یافته و گاز کلر آزاد می‌شود که نشان‌دهنده سرعت واکنش کند اکسایش آب در حضور غلظت زیاد یون‌های کلرید است از این رو یون‌های کلرید را در رقابت از دست دادن الکترون در آند برنده می‌سازد (شکل ۳۸).



شکل ۳۸- انجام واکنش‌های اکسایش-کاهش در برقکافت سدیم کلرید غلیظ محلول در آب

واکنش کلی انجام شده در برقکافت محلول سدیم کلرید غلیظ به صورت زیر می باشد:



با انجام این واکنش، با تولید سدیم هیدروکسید، محیط بازی می شود. این واکنش در صنعت دارای اهمیت می باشد.

در انجام واکنش های اکسایش - کاهش در سلول الکترولیتی، زمانی که چند گونه کاتیون در محیط جهت انجام واکنش کاهش در کاتد وجود دارد کاتیون مربوط به عنصر فعال تر از لحاظ اکسایش، در محیط باقی مانده و گونه دیگر الکترون می گیرد. برای مثال فرض کنید کاتیون های سدیم و پتاسیم در محیط الکترولیت مذاب آنها، برای انجام واکنش کاهش در اطراف کاتد وجود دارند چون پتاسیم نسبت به سدیم تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون داشته و دارای پتانسیل استاندارد منفی تری می باشد لذا کاتیون پتاسیم در محیط باقی مانده و کاتیون سدیم الکترون می گیرد. به نظر شما اگر محلول الکترولیت مس(II) سولفات را در آب داشته باشیم کدام گونه (مس یا هیدروژن) به هنگام برقکافت در کاتد آزاد می شود؟ چون یون مس تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون نسبت به یون هیدروژن دارد لذا کاتیون مس الکترون گرفته و مس در کاتد آزاد می شود.

همچنین برای انجام اکسایش در آند با حضور چند گونه، آنیونی که دارای پتانسیل کاهش استاندارد کمتری می باشد در رقابت برای از دست دادن الکترون، برنده می باشد. اگر دو آنیون یدید و برمید در نمک مذاب وجود داشته باشد کدام گاز (ید یا برم) در آند آزاد می شود؟ برم دارای پتانسیل کاهش استاندارد بیشتری نسبت به ید است و در نمک مذاب حاوی ید و برم، در آند آنیون ید اکسید شده و ید آزاد می شود.

خود را بیازمایید

۱ اگر مخلوط دو ترکیب AlBr_3 و MgBr_2 را در حالت مذاب در یک سلول الکترولیتی داشته باشیم نیم واکنش های کاتدی و آندی انجام شده را در این سلول بنویسید.

۲ نیم واکنش های انجام شده در سلول الکترولیتی با الکترولیت محلول آبی لیتیم یدید را در آند و کاتد بنویسید.

خوردگی و حفاظت

از صفحه ۵۶ تا ۵۹

واحد یادگیری ۷

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ ماهیت و چگونگی انجام فرایند خوردگی یا چگونگی تشکیل زنگ آهن را توضیح دهند.
- ۲ اهمیت و ضرورت جلوگیری از خوردگی یا زنگ زدن آهن را شناخته و راهکارهایی جهت انجام آن ارائه دهند.
- ۳ عوامل مؤثر بر فرایند خوردگی و چگونگی تأثیر این عوامل را تشریح کنند.
- ۴ طرحی را برای محافظت از لوله‌های آب زیرزمینی در برابر خوردگی ارائه دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ فرایند خوردگی را با واکنشی که در یک سلول گالوانی رخ می‌دهد مقایسه کنید و اجزای متناظر در آنها را مشخص نمایید.
- ۲ در فرایند حفاظت کاتدی و با توجه به جدول سری الکتروشیمیایی چگونه می‌توان فلز موردنظر را از خوردگی حفظ نمود؟
- ۳ آیا این امکان وجود دارد که خود فلز بدون دخالت عوامل خارجی یا حفاظت‌کننده باعث کاهش خوردگی شود؟ چگونه؟

روش تدریس پیشنهادی – مشارکتی

توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

- ۱ تصاویری از میله‌های آهنی تازه تولید شده و آهن زنگ زده در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با تبادل نظر در گروه علت این تغییرات را بیان کنند و خسارت‌های اقتصادی آن را بر یک کشور برآورد کنند.

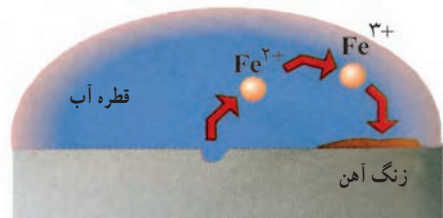
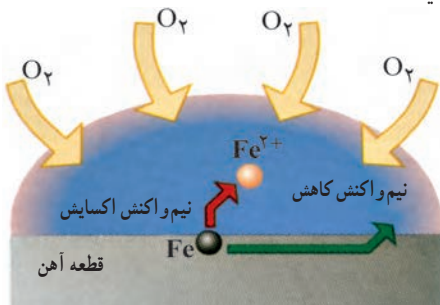


شکل ۴۰- میله‌های آهنی تازه



شکل ۳۹- میله‌های آهنی زنگ زده

۲ تصویر کتاب درسی را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید چگونگی فرایند خوردگی آهن (شرایط، نیم‌واکنش‌ها، واکنش کلی) را بررسی نمایند.



شکل ۴۱

نتایج کار گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از تبادل نظر جمع‌بندی کنید.

۳ از گروه‌ها بخواهید مشخص کنند چه عواملی موجب تسریع خوردگی و چه عواملی این فرایند را کند یا متوقف می‌کنند؟

۴ از طریق بارش فکری روش‌های حفاظت آهن را با همکاری گروه‌ها بررسی و جمع‌بندی کنید.

۵ تصاویر زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید تفاوت آنها را از نظر ساختار، نیم‌واکنش‌ها و کارکرد بیان کنند.



پس از مدتی ←



شکل ۴۳- قوطی‌هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.

شکل ۴۲- تانکر آب ساخته شده از آهن سفید

خوردگی یک واکنش اکسایش – کاهش ناخواسته

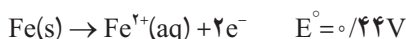
خوردگی نام متداولی است که به ترد و خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر یک واکنش اکسایش – کاهش گفته می‌شود. پیرامون ما، مثال‌های متنوعی از خوردگی وجود دارد مانند زنگ زدن آهن، زنگار سبز بر روی مس، برنج و... خوردگی می‌تواند آسیب‌های زیادی ایجاد نماید. آیا می‌توانید مواردی از آنها را بیان نمایید.



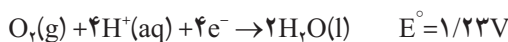
شکل ۴۴ – کشتی یونانی در جزیره کیش

در شکل ۴۴ کشتی یونانی یکی از جاذبه‌های گردشگری جزیره زیبای کیش را می‌بینید. این کشتی در آب‌های اطراف جزیره کیش به گل نشست و در حدود بیش از ۴۰ سال در اثر خوردگی به شکل حاضر در آمده است.

آشنا‌ترین مثال برای خوردگی، زنگ زدن آهن می‌باشد. گاز اکسیژن و آب بایستی برای ایجاد زنگ آهن حضور داشته باشند. واکنش‌های مرتبط با خوردگی آهن پیچیده است اما می‌توان مراحل عمده زیر را برای آن بیان نمود. در واکنش اکسایش – کاهش در زنگ زدن آهن، بخشی از سطح فلز به عنوان آند عمل می‌کند و در آن واکنش اکسایش زیر رخ می‌دهد:



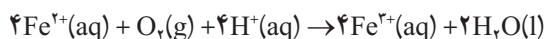
الکترون‌های آزاد شده در اثر اکسایش آهن، به وسیله اکسیژن موجود در هوا با انجام واکنش کاهش جذب شده و آب تولید می‌شود.



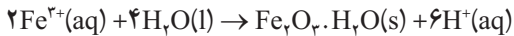
واکنش کلی انجام شده به صورت زیر می‌باشد:



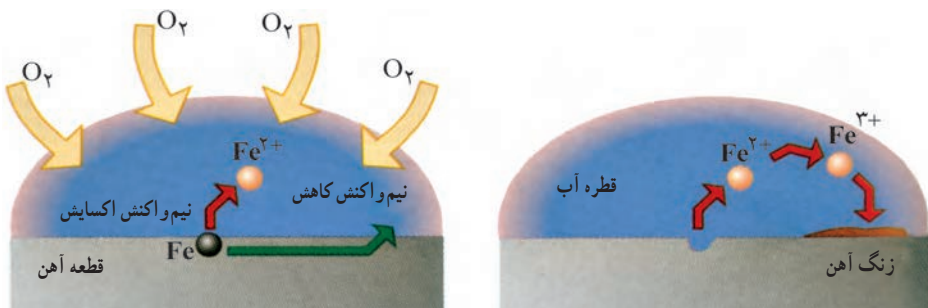
واکنش خوردگی آهن در یک محیط اسیدی رخ می‌دهد. گاز کربن دی‌اکسید موجود در هوا در داخل آب حل شده و محیط را اسیدی می‌کند تا پروتون را برای واکنش خوردگی آهن تأمین نماید. کاتیون‌های Fe^{2+} که در آند تولید می‌شوند، می‌توانند به وسیله اکسیژن موجود در هوا اکسید شوند که واکنش اکسایش – کاهش انجام شده به صورت زیر می‌باشد:



کاتیون‌های Fe^{3+} به اکسید آهن آب پوشیده غیرمحلول ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$) تبدیل می‌شوند که تحت عنوان زنگ آهن با رنگ قرمز - قهوه‌ای شناخته می‌شوند.



در شکل ۴۵، مراحل خوردگی آهن نشان داده شده است. مدار الکتریکی با مهاجرت الکترون‌ها از آند به کاتد و یون‌ها در الکترولیت کامل می‌شود.



شکل ۴۵- مراحل خوردگی آهن

برای بررسی عوامل مؤثر بر خوردگی و آشنایی دانش‌آموزان با طراحی آزمایش، می‌توان از کاوش کنید زیر استفاده نمود:

کاوش کنید

عوامل مؤثر در فرایند خوردگی آهن چه مواردی می‌باشند. بیایید با همدیگر برای این موضوع کاوش کنیم. با شناخت این عوامل می‌توانیم از زنگ زدن آهن جلوگیری نماییم.

برای این منظور به سه لوله آزمایش یکسان، سه عدد میخ آهنی یکسان، سه عدد چوب پنبه، روغن، آب و کلرید کلسیم نیاز دارید.

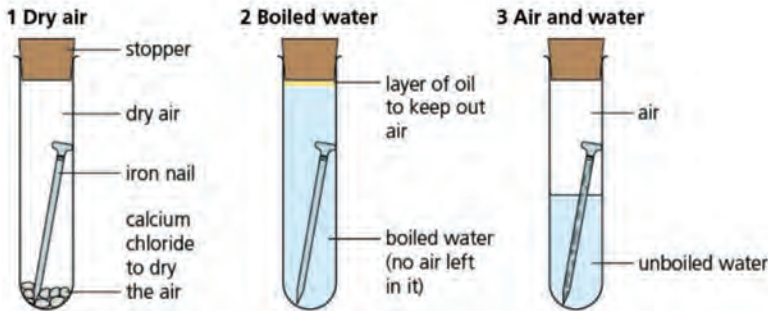
سه لوله آزمایش را به شرح زیر آماده نمایید.

لوله آزمایش ۱: شامل میخ آهنی و هوای خشک می‌باشد که برای اطمینان از عدم حضور رطوبت در هوا، در داخل آن مقداری کلرید کلسیم قرار داده شده است.

لوله آزمایش ۲: شامل میخ آهنی و آب جوشیده شده می‌باشد که بر روی سطح آب در این لوله، مقداری روغن قرار گرفته است.

لوله آزمایش ۳: شامل میخ آهنی و آب نجوشیده و هوا می‌باشد.

بعد از آماده کردن لوله‌ها و محتویات آنها، درب آن را با چوب پنبه ببندید. سپس لوله‌ها را برای چند روز در یک مکان قرار داده و مشاهده‌های خود را در هر روز یادداشت نمایید (شکل ۴۶).



شکل ۴۶- لوله‌های آزمایش برای بررسی زنگ زدن آهن

حال پس از چند روز و انجام مشاهده به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- ۱ دلیل استفاده از آب جوشیده شده و روغن در لوله آزمایش ۲ چیست؟
- ۲ در هر کدام از لوله‌های آزمایش، تأثیر کدام عوامل در فرایند زنگ زدن آهن مورد بررسی قرار گرفته است؟
- ۳ بعد از چند روز، زنگ زدگی در کدام یک از میخ‌های آهنی مشاهده شد؟ شما چگونه این نتایج را تفسیر می‌کنید.

۴ با توجه به نتایج حاصل، عوامل مؤثر بر زنگ زدگی آهن را بیان کرده و با دوستان خود در کلاس نظرات خود را به مشورت بگذارید.

آهن فلزی است که بیشترین استفاده را در دنیا دارد و با آن وسایل مختلفی در اندازه ریز تا بسیار بزرگ در حد کشتی ساخته می‌شود. با این حال آهن می‌تواند در اثر واکنش اکسایش - کاهش زنگ زده و از بین برود. حال سؤال اساسی این است که چگونه می‌توان از زنگ زدن آهن جلوگیری نمود؟

برای جلوگیری از زنگ زدن آهن دو رویکرد کلی را می‌توان در نظر داشت :

- ۱ سطح آهن با کمک مواد مناسب پوشانده شده تا از تأثیر عوامل مؤثر بر زنگ زدن آهن جلوگیری نمود.
- ۲ فلز دیگری را بتوان در کنار آهن قرار داد تا اگر شرایط مناسب برای زنگ زدن آهن رخ داد در آن فلز به جای آهن خوردگی رخ دهد.

حال به رویکرد اول بر می‌گردیم. کدام مواد برای پوشاندن سطح آهن جهت جلوگیری از خوردگی آن مناسب هستند؟ از چه روش‌هایی می‌توان برای این منظور استفاده نمود؟ در اینجا به سه روش اشاره می‌شود :

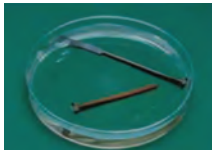
آ) رنگ آمیزی آهن: اغلب پل های فلزی و آهن مورد استفاده در ساختمان جهت جلوگیری از زنگ زدن، با رنگ مناسب رنگ آمیزی می شود.

ب) روغن کاری آهن: استفاده از گریس و روغن برای جلوگیری از زنگ زدن ابزارآلات و قطعات فلزی ماشین های مختلف رایج است.

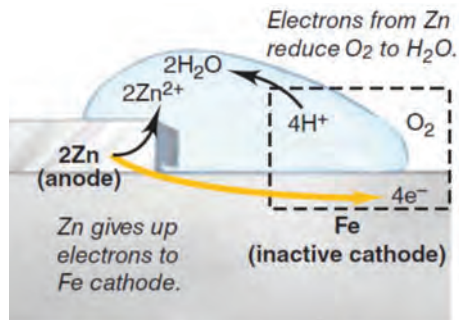
پ) پوشاندن سطح آهن با فلز دیگر: شما با دو نوع ورق آهنی که در زندگی روزمره به کار می رود آشنا هستید: ورق گالوانیزه و ورق حلبی. یکی از کاربردهای ورق گالوانیزه در ساخت شیروانی می باشد اما قوطی اکثر مواد غذایی کنسروی از حلبی ساخته می شود. برای ساخت ورق های گالوانیزه و حلبی، به ترتیب سطح ورق آهنی با فلز روی و قلع پوشانده می شود. در شکل زیر فلز روی در تماس با آهن نشان داده شده است. در صورت پدید آمدن شرایط اکسایش- کاهش، فلز روی نسبت به آهن فعال تر بوده و دارای پتانسیل کاهش استاندارد منفی تری می باشد لذا اکسید شده و از خوردگی آهن جلوگیری می کند (شکل ۴۷).



سیب گاز زده، به مرور در هوا بر اثر واکنش های اکسایش- کاهش قهوه ای می شود. به نظر شما چگونه می توان از این فرایند جلوگیری کرد؟

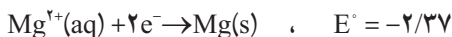
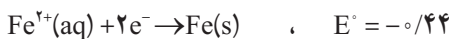


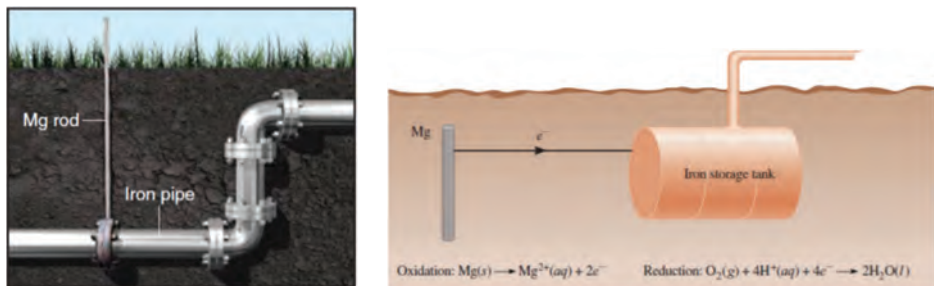
دو میخ آهنی- یکی در تماس با نوار منیزیم و یکی بدون آن



شکل ۴۷- پوشش فلز آهن با روی، از خوردگی آهن جلوگیری می کند.

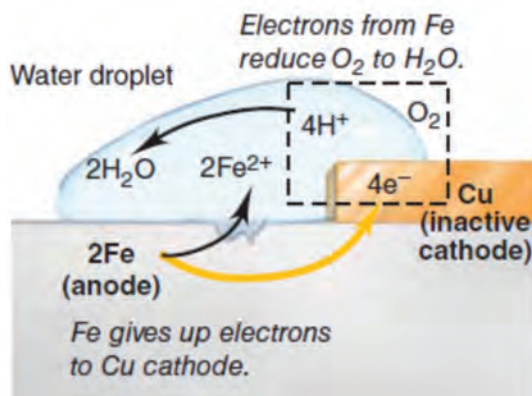
رویکرد دوم برای جلوگیری از زنگ زدن آهن، استفاده از فلز فعال تر از آهن در واکنش اکسایش می باشد که به جای آهن در صورت فراهم شدن شرایط مناسب، در معرض خوردگی قرار گیرد. برای مثال می توان از فلز منیزیم برای این منظور استفاده نمود (شکل ۴۸). نیم واکنش استاندارد کاهش برای دو فلز آهن و منیزیم به صورت زیر می باشد:





شکل ۴۸- حفاظت کاتدی آهن توسط منیزیم

منیزیم در فرایند اکسایش شرکت کرده و از خوردگی آهن جلوگیری می‌نماید. شما می‌توانید به جدول سری الکتروشیمیایی مراجعه نمایید و فلزهای مناسبی را برای این منظور پیشنهاد نمایید. زمانی که از یک فلز دیگر به عنوان کاهنده در فرایند جلوگیری از خوردگی آهن استفاده می‌شود به این روش حفاظت کاتدی گفته می‌شود. حفاظت کاتدی به طور گسترده برای جلوگیری از خوردگی آهن در صنعت کاربرد دارد. زمانی که آهن در تماس با فلزهای مختلف قرار می‌گیرد با توجه به پتانسیل کاهش استاندارد آن فلز می‌تواند بیشتر در معرض خوردگی قرار گیرد. برای مثال در نظر بگیرید که آهن در تماس با فلز مس قرار گرفته است چون مس دارای پتانسیل کاهش استاندارد بالاتری نسبت به آهن می‌باشد در سلول گالوانی شکل گرفته، به عنوان کاتد عمل کرده و آهن خورده می‌شود (شکل ۴۹).



شکل ۴۹- تسریع فرایند خوردگی آهن در تماس با مس

آلومینیم دارای پتانسیل کاهش استاندارد منفی تری نسبت به آهن است. شاید ما انتظار داشته باشیم که هواپیماهای ساخته شده با آلومینیم به مرور در آب و هوای بارانی دچار خوردگی شوند. اما در واقعیت این رخ نمی‌دهد. زمانی که آلومینیم در مجاورت هوا قرار می‌گیرد بر روی سطح آن لایه‌ای از اکسید آلومینیم Al_2O_3 شکل می‌گیرد که این لایه غیر محلول بوده و از خوردگی آلومینیم در مجاورت هوا جلوگیری می‌کند. در حالی که اکسید آهن شکل گرفته بر روی آهن، به حدی متخلخل بوده که نمی‌تواند از خوردگی آهن جلوگیری نماید.

سکه‌های ساخته شده از مس و نقره نیز به آهستگی در مجاورت هوا خورده می‌شوند ولی لایه‌های خورده شده از خوردگی بیشتر محافظت می‌کنند.



مس در اثر اکسایش در مجاورت هوا به $CuCO_3$ تبدیل می‌شود که لایه شکل گرفته زنگار مس نامیده می‌شود که می‌تواند از لایه زیرین خود در مقابل خوردگی محافظت نماید. همچنین نقره در تماس با مواد غذایی اکسید شده و لایه‌ای از Ag_2S بر سطح آن شکل می‌گیرد که از خوردگی بیشتر نقره محافظت می‌کند. الکتروشیمی منجر به فرایند خوردگی شده و از طرف دیگر با درک این دانش می‌توان خواص مواد را بهبود نموده و با کاربست این دانش از خوردگی آهن جلوگیری نمود و آن را در خدمت زندگی انسان قرار داد. لذا با کنترل فرایند خوردگی می‌توان با اطمینان از روی یک پل فلزی با قدمت چند ساله حرکت کرده و یا از آسانسور استفاده نمود. امروزه پژوهش‌های زیادی توسط محققین در حال انجام است تا فرایند خوردگی تحت کنترل قرار گرفته و اطمینان از عملکرد وسایل فلزی برای استفاده‌کنندگان از آن در صنعت و زندگی روزمره حاصل شود.

آبکاری

از صفحه ۶۰ تا ۶۲

واحد
یادگیری ۸

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ نقش کلیدی آلومینیم در صنایع را تشریح کنند.
- ۲ فرایند هال و ویژگی های آن را توضیح دهند.
- ۳ سازوکار و چگونگی آبکاری فلزاتی مانند مس و آهن را توضیح داده و موارد استفاده از آن را در زندگی روزمره بیان کنند.
- ۴ اهمیت و ضرورت بازیافت آلومینیم را شرح دهند.

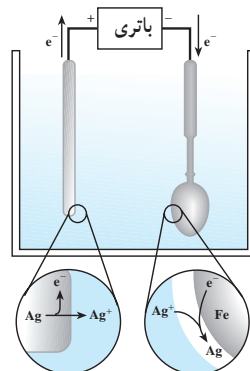
پرسش های اساسی

- ۱ چرا برخی فلزات با وجود اینکه اکسید می شوند اما خورده نمی شوند؟
- ۲ نقش الکترولیت در فرایند آبکاری چیست؟

روش تدریس پیشنهادی – مشارکتی

توصیه می شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :

- ۱ تصویر خود را بیازماید صفحه ۶۰ یا نمونه های مشابه را در اختیار گروه ها قرار دهید و از آنها بخواهید به موارد زیر پاسخ دهند :

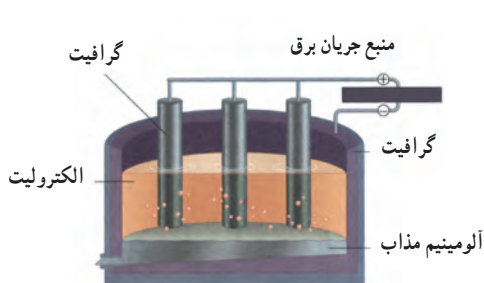


- آ) فرایند انجام شده چه نامیده می شود؟ آن را تعریف کنید.
 ب) چگونگی فرایند انجام شده نیم واکنش آندی رسانه ای و واکنش کلی را بنویسید؟
 پ) کارکرد اقتصادی آن چیست؟

نکته

نتایج سایر گروه ها را به تابلوی کلاس منتقل و پس از تبادل نظر جمع بندی نمایید.

- ۲ تصویر شکل ۱۸ را در اختیار گروه ها قرار دهید و از آنها بخواهید به موارد زیر پاسخ دهند :



شکل ۵۰- فرایند هال برای تولید آلومینیم از Al_2O_3

- آ) تولید چه فلزی مدنظر است؟
 ب) ویژگی های این فلز؟
 پ) ماده اولیه تولید آن؟
 ت) چگونگی برقکافت؟
 ث) نوشتن نیم واکنش ها و واکنش کلی
 د) هدف از بازیافت آن

نکته

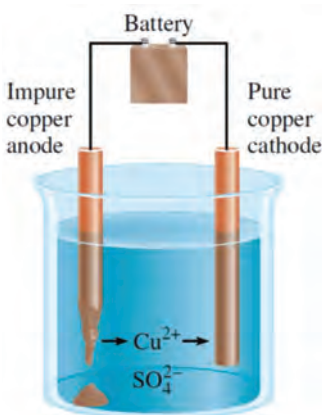
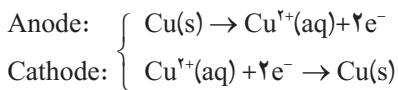
نتایج سایر گروه ها را به تابلوی کلاس منتقل و پس از تبادل نظر جمع بندی نمایید.

آبکاری



بالایشگاه مس خاتون آباد در نزدیکی شهر بابک با استفاده از فناوری‌های جدید به تولید مس کاتدی می‌پردازد.

سلول الکترولیتی حاوی الکترولیت مس(II) سولفات را در حالتی که الکترودها بی‌اثر نیستند، در نظر بگیرید. برقکافت محلول مس(II) سولفات با الکترودهای بی‌اثر گرافیتی، منجر به ترسیب مس در کاتد و آزاد شدن گاز اکسیژن در آند می‌شود. سلول الکترولیتی را در نظر بگیرید که جنس هر دو الکترود آن، از مس بوده و بی‌اثر نمی‌باشند. در آند این سلول مس، آنیون سولفات و آب در رقابت برای اکسید شدن قرار دارند که مس در این رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. یون‌های مس وارد محیط الکترولیت شده و کاتیون‌های مس در کاتد در رقابت با آب کاهش می‌یابند. با گذشت زمان، جرم آند کم شده و با ترتیب مس در کاتد، جرم آن افزایش می‌یابد. واکنش‌های انجام شده در سلول الکترولیتی در آند و کاتد به صورت زیر می‌باشد:



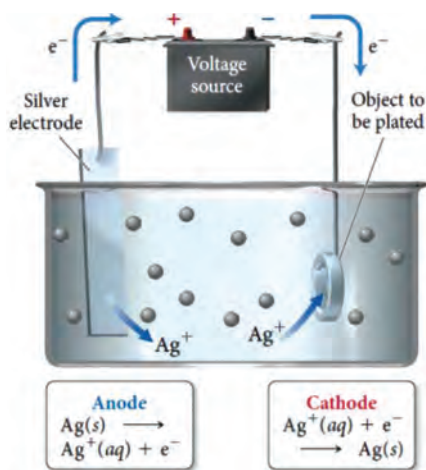
شکل ۴۵— سلول الکترولیتی برای خالص‌سازی مس

اگر در آند سلول الکترولیتی از مس دارای ناخالصی استفاده شده باشد، کاتیون‌های مس از آند جدا شده و در کاتد، مس خالص ترسیب می‌شود. این فرایند پالایش یا خالص‌سازی مس نامیده می‌شود که در آن خلوص مس به بیش از ۹۹/۵٪ می‌رسد (شکل ۴۵).



ظروف آسپزخانه پوشش داده شده با نقره

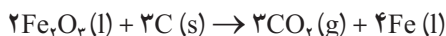
همچنین می‌توان در کاتد شیء دیگری را قرار داد تا یون‌های مس بر روی آن ترسیب شوند و با این کار می‌توان پوششی از مس را بر روی آن شیء در کاتد ایجاد نمود، به این فرایند آبکاری گفته می‌شود. فرایند آبکاری در صنعت مورد استفاده زیاد قرار گرفته و پوشش‌های مختلف فلزی با این روش تهیه می‌شود. اگر در آبکاری، هدف پوشش فلز X بر روی وسیله‌ای باشد آن شیء در کاتد و فلز X در آند قرار می‌گیرد. از نمک محلول فلز X به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود؛ برای مثال در شکل ۴۶ سلول الکترولیتی برای آبکاری نقره نشان داده شده است که در آند از فلز نقره استفاده شده و الکترولیت حاوی یون‌های نقره می‌باشد.



شکل ۴۶- سلول الکترولیتی برای آبکاری نقره

آزاد کردن فلز از ترکیب آن با استفاده از واکنش‌های اکسایش-کاهش

واکنش کاهش، برای واکنش‌هایی که اکسیژن را از ترکیب‌ها جدا می‌کند، به کار می‌رود. برای تهیه فلزهای خالص از اکسید آنها در سنگ‌های معدنی، از واکنش کاهش استفاده می‌شود که برای این منظور می‌توان کاهنده‌های مختلف را به کار برد؛ برای مثال فلز آهن مطابق واکنش زیر از اکسید آن تولید می‌شود.

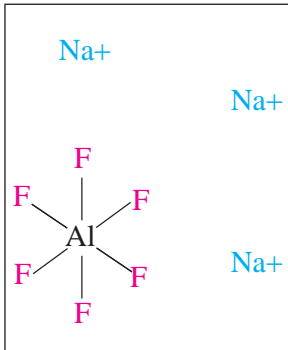




آهن خالص، از واکنش کاهش سنگ آهن تولید می‌شود.

در واکنش صفحه قبل آهن کاهش یافته و کربن به عنوان عامل کاهنده عمل می‌کند. لذا عدد اکسایش اتم‌ها در مواد شرکت‌کننده در واکنش تغییر یافته و عدد اکسایش کربن بر این اساس، افزایش و عدد اکسایش آهن، کاهش یافته است.

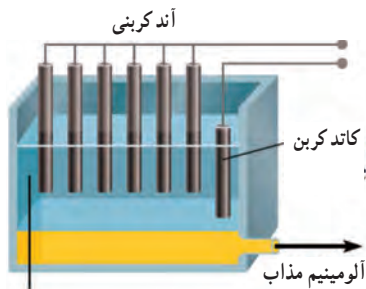
مطالعه موردی تولید آلومینیم



سدیم هگزا فلورو آلومینات (کریولیت)

آلومینیم تا سال ۱۸۸۶ جزء فلزهای گران قیمت و کمیاب محسوب می‌شد که در این سال مارتین‌هال براساس کارکرد سلول‌های الکترولیتی روشی را برای تولید آن ارائه نمود. آلومینا دارای دمای ذوب بالایی است که در دمای پایین‌تر در کریولیت مذاب حل می‌کنند. در سلول الکترولیتی، در آند و کاتد از گرافیت استفاده می‌کنند که آلومینیم در کاتد کاهش یافته و به صورت مذاب آزاد می‌شود و در ته سلول جمع می‌شود. در آند گاز اکسیژن آزاد می‌گردد. البته در دمای بالا در حضور اکسیژن فرایند اکسایش کربن در آند نیز رخ داده و گاز کربن دی‌اکسید آزاد می‌شود. انجام این واکنش با مصرف زیاد انرژی الکتریکی در سلول الکترولیتی همراه است. واکنش‌های انجام شده به صورت زیر می‌باشد:





کریولیت مذاب

شکل ۴۷- سلول الکترولیتی برای تولید آلومینیم در فرایند هال

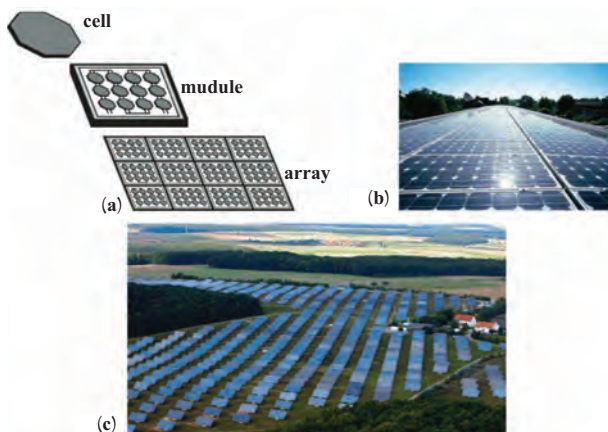
سلول الکترولیتی برای انجام فرایندها در شکل ۴۷ نشان داده شده است.

خود را بیازمایید

چگونه می‌توان فلز روی را از سنگ معدن روی اکسید تولید نمود؟ واکنش اکسایش - کاهش مربوطه را بنویسید.

انرژی خورشیدی در مسیر انتقال الکترون

یک روش برای به دام انداختن انرژی خورشیدی، استفاده از سلول‌های فتوولتایی است؛ وسیله‌ای که انرژی نورانی را مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند، سلول خورشیدی هم نامیده می‌شود. تنها چند سلول فتوولتایی برای تولید الکتریسیته مورد نیاز برای ماشین حساب و یا ساعت دیجیتالی شما کافی است. استفاده‌های رایج دیگر از سلول‌های فتوولتایی شامل ماهواره‌های ارتباطی، علائم بزرگراه‌ها، چراغ‌های ایمنی و... می‌باشد (شکل ۴۸).

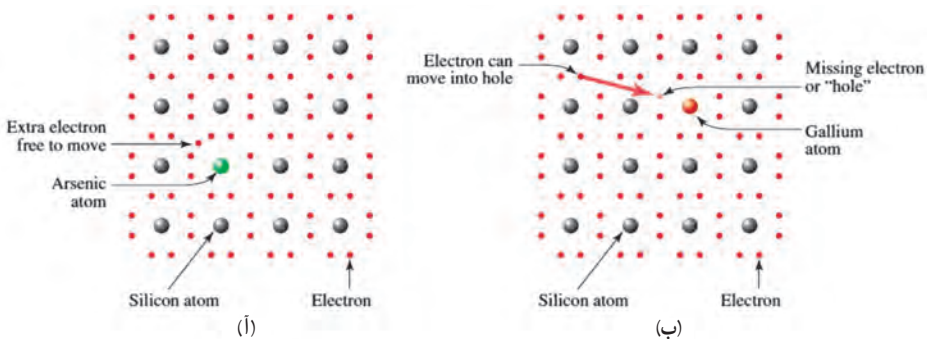


شکل ۴۸- سلول‌های فتوولتایی برای تولید الکتریسیته از انرژی خورشید

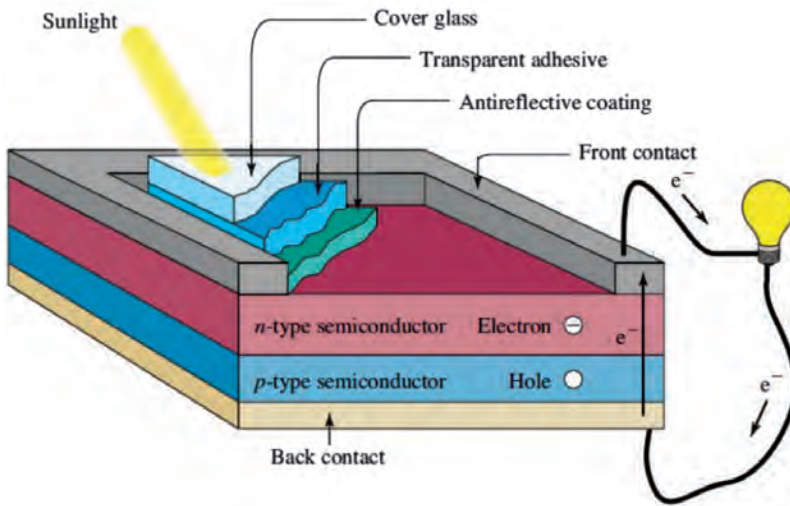
چگونه یک سلول فتوولتائیک انرژی الکتریکی تولید می‌کند؟ پاسخ این سؤال در رفتار الکترون‌ها نهفته است. هنگامی که نور به سلول فتوولتائیک می‌تابد؛ ممکن است از سلول عبور کند، بازتاب یا جذب شود. اگر جذب شود، می‌تواند باعث برانگیختگی الکترون‌های درون اتم‌های سلول شود. این الکترون‌های برانگیخته از جایگاه طبیعی خود، منجر به تولید جریان الکتریکی می‌شوند. تنها بعضی از مواد در حضور نور رفتاری این چنین دارند. سلول‌های فتوولتایی از نوعی مواد به نام نیمه رساناها تشکیل شده‌اند. بیشتر نیمه رساناها از شبکه کریستالی سیلیسیم ساخته شده‌اند.

برای ایجاد ولتاژ در یک سلول فتوولتائیک، دو لایه از مواد نارسانا در تماس مستقیم قرار می‌گیرند. لایه نیمه رسانای نوع - آن که لایه‌ای با فراوانی الکترون است و لایه نیمه رسانای نوع - پی که لایه‌ای دیگر همراه با کمبود الکترون است که گاهی به آن «حفره» نیز گفته می‌شود. برای تولید جریان الکتریکی، نور باید با انرژی کافی به سلول فتوولتائیک برخورد کند تا الکترون‌ها از قسمت نوع - آن به قسمت نوع - پی از طریق مدار الکتریکی به حرکت در بیایند. انتقال الکترون‌ها، جریان الکتریکی تولید می‌کند که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

برای ایجاد ساختار آن یا پی در سیلیکون، از آلایده‌های گوناگونی در ساختار کریستالی سیلیسیم استفاده می‌شود؛ به عنوان مثال، هنگامی که اتم گالیم یا آرسنیک وارد شبکه سیلیسیم می‌شود؛ نسبت به سیلیسیم که چهار الکترون در لایه ظرفیت خود دارد گالیم سه و آرسنیک پنج الکترون در لایه ظرفیت خود دارد. جابه‌جایی اتم Si با اتم گالیم بدین معناست که حالا بلور، الکترون «کم» دارد (شکل‌های ۴۹ و ۵۰).



شکل ۴۹ - الف) نیمه رسانای نوع - آن آلایده با آرسنیک ب) نیمه رسانای نوع - پی آلایده با گالیم



شکل ۵۰ - ساختار یک سلول فتوولتائیک با نیمه رساناهای مرتبط

برای استفاده تجاری از این فناوری، هزینه و کارایی در ارتباط با کاربرد سلول‌های فتوولتائیک هنوز مورد بحث بوده و تحقیقات در این زمینه برای افزایش بازده این سیستم‌ها در جریان است. همچنین الکتریسیته تولید شده توسط سلول‌های فتوولتائیک در طول روز باید در باتری‌ها ذخیره شود تا در شب مورد استفاده قرار گیرد. هیچ منبعی نمی‌تواند به تنهایی نیاز جهانی انرژی را تأمین نماید. ما شکل‌های مختلفی از انتقال الکترون‌ها را برای تأمین انرژی مورد نیازمان مشاهده کردیم. باتری‌ها می‌توانند انرژی شیمیایی را ذخیره کنند تا آن را به جریانی از الکترون‌های مفید برای بسیاری استفاده‌ها تبدیل کنند. وسایل نقلیه هیبریدی از تکنولوژی باتری‌های جدید همراه با موتورهای احتراق درونی برای بالا بردن کارایی سوخت استفاده می‌کنند. سلول‌های سوختی یکی از کارآمدترین راه‌ها برای تولید الکتریسیته هستند و می‌تواند تبدیل به منبع عظیم انرژی در آینده برای استفاده شخصی از انرژی، حمل و نقل و احتمالاً تولید الکتریسیته در مقیاس بالا شوند. سلول‌های فتوالکتریکی می‌توانند از انرژی خورشید بهره‌برداری کنند. پیشرفت در تحقیقات می‌تواند استفاده از انرژی خورشیدی برای استخراج هیدروژن از آب را اقتصادی سازد. امید است که مباحث مرتبط با انرژی در این فصل زمینه کافی را برای به‌دست آوردن دیدی جدید نسبت به پیچیدگی مسائل انرژی که ما با آن مواجه هستیم، ارائه نموده باشد و نقش انتقال الکترون را در این فرایند آشکار نموده باشد.

دانش الکتروشمی در مسیر رفاه و آسایش



تلفن‌های همراه آینده، به باتری‌های انعطاف‌پذیر نیاز دارند.

آذرخش یکی از بزرگ‌ترین نمایش‌های انرژی الکتریکی است. شما ممکن است با صدای یک رعد و برق در نزدیکیان از وحشت پریده باشید. درون بدنتان، سلسله‌ای از الکترون‌ها به عنوان بخشی از متابولیسم سلولی، محرک واکنش از جا پریدن شما بوده‌اند. از این رو هم یک آذرخش و هم پاسخ فیزیولوژیکی‌تان به آن، دربرگیرنده فرایندهای نشئت گرفته از جریان الکترون‌ها هستند. درواقع، دنیای ما الکتریکی است!

ما بر جریان الکترون‌ها – که بیشتر با عنوان الکتریسیته شناخته می‌شود – برای سرمایش یا گرمایش محل‌های زندگی و کار، برای تأمین نور یا مطالعه، یا تأمین برق وسایل الکتریکی اتکا می‌کنیم. اغلب الکتریسیته‌ای که ما استفاده می‌کنیم در نیروگاه‌های متمرکز، همچون نیروگاه‌هایی که با سوخت‌های فسیلی یا هسته‌ای کار می‌کنند تولید می‌شود. مقادیر کمتری از الکتریسیته نیز از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی باد، آفتاب، زمین گرمایی و همچنین انرژی بالقوه آب پشت سدها به عنوان منابع تولید توان الکتریکی حاصل می‌شود. افزون بر این، منابع قابل حمل الکتریسیته که اندازه کوچکی نیز دارند توسط انسان ساخته شده است که اغلب با عنوان باتری شناخته می‌شوند. آنها برق تلفن‌های همراه، وسایل صوتی و تصویری قابل حمل، کامپیوترهای دستی و شاید حتی سمعک‌ها و ویلچرهای برقی ما را تأمین می‌کنند. مصرف روزافزون انرژی باعث فشار فزاینده‌ای بر منابع تأمین‌کننده آن خواهد بود. محدودیت‌هایی عملی برای دسترسی بلندمدت به سوخت‌های فسیلی و فلزهای مورد استفاده برای باتری‌های مورد استفاده وجود دارد. البته در این میان بایستی مباحث مرتبط با محیط‌زیست را هم در نظر گرفت. سوختن زغال‌سنگ، فرآورده‌های نفتی، و گاز طبیعی باعث آزاد شدن مقدار عظیمی از گاز کربن دی‌اکسید می‌شود که بر گرمایش جهانی تأثیر دارد. احتراق سوخت‌های فسیلی نیز باعث انتشار گوگرد دی‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن می‌شود که منتج به کاهش کیفیت هوا و افزایش هزینه‌های سلامت خواهد شد. به نظر می‌رسد اگر همچنان می‌خواهیم که در این سیاره زندگی کنیم و توانایی نسل‌های آینده را برای برآورده ساختن نیازهایشان تضعیف نکنیم، باید دیگر منابع انرژی را تدارک دیده و به دیگر منابع انرژی اتکا نماییم. همچنین باید باتری‌های کنونی (و دیگر منابع الکتریسیته) را با کاربردهای نهایی‌شان تطابق دهیم. انتقال الکترون، موضوعی است که می‌تواند در استخراج انرژی مورد استفاده انسان قرار گرفته که بتواند آن را در مسیر آسایش و رفاه خودش به کار بگیرد. اینها دربرگیرنده باتری‌هایی برای دستگاه‌های قابل حمل، خودروها، سلول‌های سوختی و توان فتوولتائیک خورشیدی هستند.

باتری‌ها به خاطر تقاضای مشتریان برای فرآورده‌هایی که کاربرد آنها را الزامی می‌کنند، کسب و کاری بزرگ و رو به رشد دارند. بسیاری از فرآورده‌های مصرفی نیاز به باتری دارند که محرک تداوم رشد صنعت باتری است. اگرچه ما عموماً از واژه باتری استفاده می‌کنیم، ولی نام درست‌تر آن سلول گالوانی است که نوعی از سلول الکتروشیمیایی است که انرژی آزاد شده در یک واکنش شیمیایی خود به خودی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. مجموعه‌ای از چندین سلول گالوانی که با سیم به هم وصل شده‌اند، یک باتری واقعی را تشکیل می‌دهد. همه سلول‌های گالوانی انرژی مفید را از طریق انتقال الکترون‌ها از یک ماده به ماده دیگر تولید می‌کنند. برای این فرایند انتقال، شما می‌توانید یک معادله شیمیایی کلی را بنویسید. از طرف دیگر این را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود. یک بخش شامل نیم‌واکنش اکسایش – فرایندی که در آن گونه‌های شیمیایی الکترون از دست می‌دهند – و بخش دیگر شامل نیم‌واکنش کاهش است یعنی فرایندی که در آن یک گونه شیمیایی الکترون می‌گیرد. این دو بخش هر کدام نیم سلول نامیده می‌شود که هر یک نیمی از فرایند کلی که در سلول گالوانی رخ می‌دهد را شامل می‌شوند. به عبارت بهتر یک نیم‌واکنش نوعی از واکنش شیمیایی است که نشان می‌دهد الکترون‌ها توسط واکنش دهنده‌ها از دست رفته یا کسب می‌شوند. توجه داشته باشید که الکترون‌ها در سمت راست یا چپ نیم‌واکنش ظاهر می‌شوند؛ اگر الکترون‌ها در سمت چپ نیم‌واکنش باشند، آنگاه واکنش دهنده الکترون خواهد گرفت، و این یک نیم‌واکنش کاهش است و بالعکس.

حرکت الکترون‌ها از طریق یک مدار خارجی باعث تولید الکتروسیسته می‌شود، این جریان الکترونی از یک بخش به بخش دیگر متأثر از اختلاف انرژی پتانسیل بین دو بخش است. این واکنش الکتروشیمیایی می‌تواند انرژی مورد نیاز برای عملکرد یک ریش تراش برقی، یک ابزار برقی یا دستگاه‌های متعدد دیگری که با باتری کار می‌کنند را تأمین کند.

الکترودها، رساناهای الکتریکی درون یک سلول گالوانی می‌باشند که به‌عنوان مکان‌هایی برای واکنش‌های اکسایش – کاهش عمل می‌کنند و فرایند انتقال الکترون را تسهیل می‌کنند. در آند، نیم‌واکنش اکسایش اتفاق می‌افتد و منبع الکترون در عبور جریان الکتریکی است و در کاتد، نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد که الکترون‌های ارسال شده از آند را از طریق مدار خارجی جهت انجام واکنش کاهش دریافت می‌کند. به محض تکمیل مدار الکتریکی، یک ولتاژ را می‌توان بر روی سلول مورد سنجش قرار داد که عبارت است از پتانسیل الکتروشیمیایی بین این دو الکترودها. ولتاژ بر حسب واحدی به نام ولت (V) مورد سنجش قرار می‌گیرد. هرچه این اختلاف پتانسیل بین این دو الکترودها بیشتر باشد، ولتاژ بیشتر و انرژی مرتبط با انتقال الکترون بیشتر خواهد بود. البته برای تولید ولتاژ بالاتر، چندین سلول به صورت سری به هم اتصال می‌یابند.

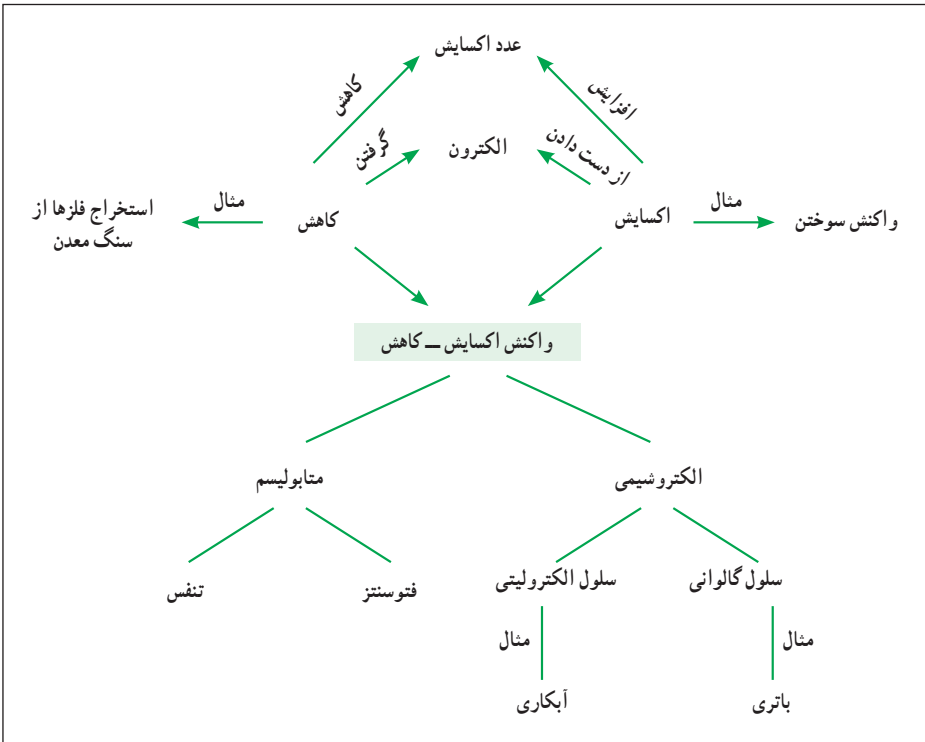
باتری‌ها به شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی وجود دارند که می‌تواند متأثر از محل استفاده آن‌ها باشد. به عنوان مثال، در ابزاری مانند سمک، اندازه و جرم سلول واحد اهمیت فزاینده‌ای است. در مقابل، باتری یک خودرو باید چند سال دوام بیاورد و در دماهای مختلف کار کند. باتری‌ها، برای اینکه از دیدگاه مصرف‌کنندگان امروزی موفق لحاظ شوند، باید مقرون به صرفه باشند، به مدت معقولانه‌ای دوام بیاورند و استفاده و شارژ مجدد آنها ایمن باشد. همچنین باتری‌ها برای اینکه در سال‌های پیش رو موفق باشند باید به شکلی طراحی شوند که مواد را بتوان به شکلی سازگار با محیط‌زیست بازیافت نمود.

بیشتر سلول‌های الکتروشیمیایی، انرژی شیمیایی را با یک بازده در حدود ۹۰ درصدی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند که می‌توان آن را با بازده کم در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد مولدهای مبتنی بر احتراق درونی مقایسه نمود.

کاربست دانش الکتروشیمی در مسیر آسایش و رفاه یادآور موارد متعددی در زندگی روزمره ماست. واکنش‌های اکسایش - کاهش گسترده وسیعی از تغییرات پیرامون ما را تشکیل می‌دهند که می‌توان به فرایند فتوسنتز در گیاهان و یا تولید انرژی در بدن موجودات زنده اشاره نمود. همچنین این دانش در اندازه‌گیری کمی بسیاری از مواد کاربرد دارد که برای نمونه می‌توان به دستگاه اندازه‌گیری قند خون، آلاینده‌ها و... اشاره نمود. تعامل شیمی با الکتریسیته می‌تواند موقعیت‌های متفاوتی را در سلول‌های الکترولیتی برای تولید مواد مختلف با کاربردهای جدید برای انسان فراهم نماید که می‌توان با دانش مهندسی، فناوری‌های جدیدی را در جهت آسایش انسان و پیشرفت اقتصادی جامعه فراهم نمود.

محققین همواره در پی دستیابی به روش‌های تولید با کارایی بالاتر هستند که به تجهیزاتی با پیچیدگی کمتر نیاز داشته باشند و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشند. همچنین این روش‌ها باید توانایی ایجاد خواص مورد نظر را در ماده داشته باشند. در این خصوص روش‌های الکتروشیمی توانمندی‌های بسیار بالایی را از خود نشان داده‌اند. ساخت برخی ابزار مورد نیاز برای شناسایی خواص نانو مواد به طور غیرمستقیم و بررسی خواص الکتروشیمیایی نانو مواد به طور مستقیم به دانش و فناوری الکتروشیمی مرتبط است. مثال‌هایی مانند ساخت انواع نانوسیم‌ها و نانومیله‌ها با استفاده از روش‌های الکتروشیمیایی، ساخت انواع سنسورها، ساخت پروب میکروسکوپ‌ها و... از آن جمله‌اند (شکل ۵۱).

مهندسی الکتروشیمی در سه حوزه انرژی، خوردگی و آبکاری در جهت رفاه و آسایش مردم هماهنگ با پیشرفت کشور فعالیت می‌نماید.



شکل ۵۱- نقشه مفهومی واکنش اکسایش - کاهش

توجه به انرژی الکتریکی و نقش آن در زندگی روزمره ما، امروزه واکنش‌های الکتروشیمیایی را در موقعیت ممتازی قرار داده است. فناوری الکترونیکی بدون انرژی قابل حمل نمی‌تواند در جهت رفع نیازهای روزمره به کار گرفته شود؛ لذا سلول‌های الکتروشیمیایی در مسیر تحقیق و پژوهش هر روز کارایی‌های جدیدی را منطبق با نیاز انسان ارائه می‌نمایند. از طرف دیگر کاربست انرژی حاصل از سلول‌های الکتروشیمیایی مانند سلول سوختی می‌تواند اقتصاد جدیدی را در مسیر پیشرفت پایدار فراهم نماید که امروزه تلاش‌های زیادی در این راستا در حال انجام است.

در پایان این بخش از دانش‌آموزان بخواهید تا نقش دانش الکتروشیمی را در جهت رفاه و آسایش انسان ارزیابی نمایند. آیا ایده‌ای نو دارند تا دانش الکتروشیمی را در جهت رفاه و آسایش ما به کار بگیرند. در این مورد در کلاس درس بحث و گفت‌وگو کنید.

کج فهمی‌ها در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی

دانش‌آموزان با یک سری فرضیات در مورد چگونگی عملکرد جهان پیرامون خود وارد کلاس می‌شوند. به فرضیات آنها قبل از تدریس، تصورات قبلی یا پیش‌دانسته‌ها گفته می‌شود. اگرچه این پیش‌دانسته‌ها به دانش‌آموزان در درک جهان پیرامونشان کمک می‌کند ولی در مواردی این تصورات از منظر علمی درست نیستند. پژوهشگران تعلیم و تربیت این تصورات نادرست را کج‌فهمی نامیده‌اند. چون کج‌فهمی‌ها به دانش‌آموزان برای درک جهان پیرامون خود کمک می‌کنند، به سختی می‌توان آنها را تغییر داد و موجب اختلال در فرایند یادگیری می‌شوند. هرچه اطلاعات معلمان در مورد کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان خود بیشتر باشد، بهتر می‌توانند آنها را برای یادگیری مهیا سازند. بنابراین می‌توان گفت آموزش علوم باید در برگزیده اصلاح ساختار شناختی دانش‌آموزان باشد، به گونه‌ای که آنها قادر باشند موارد را بهتر و علمی‌تر توضیح دهند.

شناسایی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در هر یک از قلمروهای علوم مستلزم تلاش‌های زیادی است. محققین روش‌های زیادی را برای جست‌وجوی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان به کار برده‌اند که از میان آنها می‌توان به مصاحبه، نقشه‌های مفهومی و آزمون‌های تشخیصی اشاره کرد.

الکتروشیمی عبارت است از مطالعه روابط موجود بین واکنش‌های شیمیایی و جریان الکتریکی. از جمله: واکنش‌های تجزیه الکتریکی (برق‌کافت) که در آنها یک واکنش غیر خود به خودی با عبور جریان الکتریکی از یک سیستم شیمیایی انجام می‌شود و یا واکنش‌های اکسایش – کاهش که در آنها یک واکنش خودبه‌خودی صورت می‌گیرد و جریان الکتریکی تولید می‌شود. چنین واکنش‌هایی را واکنش‌های الکتروشیمیایی می‌نامند. پژوهش‌ها نشان داده است که دانش‌آموزان و معلمان در یادگیری مباحث الکتروشیمی به‌ویژه مبحث مربوط به سلول‌های الکتروشیمیایی مشکل داشته و کج‌فهمی‌هایی در این مورد از خود نشان داده‌اند. پژوهش‌ها نشان داده است که اگرچه بسیاری از دانش‌آموزان می‌توانند مسائل عددی الکتروشیمی را حل کنند ولی تعداد خیلی کمی از آنها قادر به جواب دادن به سؤال‌های کیفی که درک عمیق‌تری از مفاهیم را می‌طلبد، می‌باشند.

با توجه به نتایج مطالعات صورت گرفته کج‌فهمی‌های مشخص شده به‌صورت موضوعی عبارت‌اند از:

آ) کج‌فهمی‌ها در یادگیری پیل‌های گالوانی

- ۱ | الکترودی که پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری دارد، آند است.
- ۲ | فلزاتی که پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری دارند فعالیت شیمیایی بیشتری دارند.
- ۳ | شناسایی آند و کاند بستگی به مکان فیزیکی نیم سلول دارد.
- ۴ | آندها مانند آنیون‌ها همیشه بار منفی و کاتدها مانند کاتیون‌ها همیشه بار مثبت دارند.

- ۵ علت صفر بودن E° برای $H_2(1 \text{ atm})/H^+(1 \text{ M})$ به علت ماهیت شیمیایی H_2 و H^+ است.
- ۶ برای مقایسه قدرت الکترون‌دهی الکترودها نیازی به استاندارد بودن نیم سلول‌ها نیست.
- ۷ پتانسیل نیم سلول‌ها دارای ماهیت مطلق بوده و می‌توان از آنها برای پیشگویی خودبه‌خودی بودن واکنش نیم سلول‌ها استفاده کرد.
- ۸ الکترون‌ها از کاتد وارد محلول می‌شوند، از میان محلول و یل نمکی عبور می‌کنند، در آند بیرون می‌آیند تا مدار کامل شود.
- ۹ آنیون‌ها در الکترولیت، الکترون‌ها را از کاتد به آند انتقال می‌دهند.
- ۱۰ کاتیون‌ها در الکترولیت، الکترون‌ها را از کاتد به آند منتقل می‌کنند.
- ۱۱ حرکت کاتیون‌ها و آنیون‌ها تازمانی که غلظت آنها در دو نیم سلول باهم برابر شود ادامه دارد.
- ۱۲ الکترون‌ها به تنهایی می‌توانند در محلول جریان داشته باشند.
- ۱۳ فقط حرکت یون‌های منفی در الکترولیت موجب کامل شدن مدار الکتریکی می‌شود.
- ۱۴ آند دارای بار مثبت است زیرا الکترون از دست می‌دهد، کاتد دارای بار منفی است زیرا الکترون می‌گیرد.
- ۱۵ emf با جمع کردن پتانسیل‌های کاهش نیم سلول‌ها به دست می‌آید.
- ۱۶ پتانسیل‌های نیم سلول‌ها خاصیت شدتی نیستند.

ب) کج‌فهمی‌ها در یادگیری پیل‌های الکترولیتی

- ۱ در سلول‌های الکترولیتی، جهت ولتاژ اعمال شده تأثیری روی واکنش یا مکان آند و کاتد ندارد.
- ۲ اگر از الکترودهای خنثی استفاده شود، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.
- ۳ در سلول‌های الکترولیتی اکسایش در کاتد و کاهش در آند صورت می‌گیرد.
- ۴ در سلول‌های الکترولیتی با الکترودهای مشابه، در هر دو الکترودهای یک نوع واکنش صورت می‌گیرد.
- ۵ در سلول‌های الکترولیتی آب نسبت به اکسایش یا کاهش غیرفعال است.
- ۶ هنگام پیشگویی یک واکنش الکترولیتی، نیم‌واکنش‌ها قبل از ترکیب کردن وارونه می‌شوند.
- ۷ پتانسیل محاسبه شده برای سلول‌های الکترولیتی می‌تواند مثبت باشد.
- ۸ هیچ رابطه‌ای بین پتانسیل محاسبه شده برای سلول و میزان ولتاژ اعمال شده وجود ندارد.
- ۹ الکترودهای خنثی می‌توانند اکسایش یا کاهش یابند.
- ۱۰ وقتی تعداد نیم واکنش‌های اکسایش یا کاهش ممکن، دو تا یا بیشتر باشد راهی برای اینکه تعیین کنیم کدام یک انجام می‌شوند، وجود ندارد.
- ۱۱ سلول‌های الکترولیتی می‌توانند واکنش‌های غیر خودبه‌خودی که در آنها انتقال الکترون وجود ندارد را مجبور به انجام شدن کنند.

مروری بر مفاهیم الکتروشیمی با توجه به کج فهمی های رایج در آن

مفهوم اکسایش و کاهش برای اتم های عناصر شرکت کننده در یک واکنش به چگونگی به دست آوردن یا از دست دادن اکسیژن و هیدروژن در قدیم نسبت داده می شد. به طوری که مفهوم اکسایش، گرفتن اکسیژن یا از دست دادن هیدروژن و مفهوم کاهش گرفتن هیدروژن یا از دست دادن اکسیژن بود. با گذشت زمان مشخص شده که تعریف بالا جامع نیست و واکنش های اکسایش و کاهش وجود دارد که تعریف بالا در مورد آنها صادق نیست. بنابراین به موجب اصل تکامل پذیری نظریه های علمی، امروزه واکنش های اکسایش-کاهش بر اساس مبادله الکترون تعریف می شوند. اکسایش یعنی از دست دادن الکترون و کاهش به معنی گرفتن الکترون است. جهت جلوگیری از ایجاد کج فهمی، بهتر است قبل از معرفی اکسایش و کاهش، عدد اکسایش مطرح سپس مفهوم اکسایش و کاهش، بر اساس تغییر این عدد آموزش داده شود.

پتانسیل الکتروشیمیایی یک الکتروود به تنهایی قابل اندازه گیری نیست. برای اندازه گیری پتانسیل الکتروودها باید آنها را به صورت سلول های الکتروشیمیایی با یکدیگر جفت و اختلاف پتانسیل نسبی بین آنها را اندازه گیری کرد که در این صورت به یک مبنا نیاز است. بر اساس قرارداد الکتروود استاندارد هیدروژن به عنوان مبنا اختیار شده است. دانش آموزان اغلب تصور نادرستی در مورد علت صفر بودن پتانسیل این الکتروود دارند که بایستی نسبی بودن این اندازه گیری و تخصیص عدد صفر تبیین شود. بحث کلاسی می تواند در برطرف کردن کج فهمی موجود در این مورد مفید واقع شود به طوری که معلم با شنیدن نظر دانش آموزان و بحث بیشتر در مورد مطالب مطرح شده در کتاب درسی کج فهمی های مربوط را شناسایی کرده و آنها را برطرف کند.

درک دانش آموزان از چگونگی ایجاد پتانسیل الکتروودی موضوع مهمی است. می توان در توضیح بیشتر آن به این مطلب توجه داشت که بعد از قرار دادن تیغه ای از فلز روی در محلولی از روی سولفات، برای برقراری تعادل تعدادی از اتم های Zn الکترون های خود را روی سطح الکتروود جای می گذارند و به شکل یون های Zn^{2+} وارد محلول می شوند در نتیجه بین تیغه و محلول اختلاف پتانسیل ایجاد می شود که به آن پتانسیل الکتروود روی گفته می شود. با توجه به اینکه در نوشتن معادله نیم واکنش های اکسایش و کاهش مربوط به الکتروودهای فلزی فقط یون های فلزی نشان داده می شود، دانش آموزان آنیون های همراه یون های فلزی موجود در محلول الکتروولیت را در نظر نمی گیرند و این کج فهمی را بروز می دهند که محلول دارای بار مثبت است و برای رفع آن نشان دادن آنیون های موجود در محلول الکتروولیت ضروری به نظر می رسد. البته این جمله که یون های Zn^{2+} وارد محلول می شوند و الکترون های خود را روی تیغه جای می گذارند، ممکن است در ذهن دانش آموزان این تصور را ایجاد کند که محلول دارای بار مثبت و تیغه دارای بار منفی خواهد شد. برخی از دانش آموزان بر این باور غلط هستند که تیغه فلزی به دلیل داشتن الکترون های آزاد

دارای بار منفی بوده و محلول الکترولیت دارای بار مثبت است و بعد از وارد کردن تیغه به داخل الکترولیت این دو، بار همدیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین می‌توان توضیح داد که با توجه به اینکه فلز روی از جمله فلزهای فعال است، تعادل بین یون‌های روی و اتم‌های فلزی روی به سمت تولید یون‌های روی پیشرفت بیشتری داشته و لایه دوگانه الکترولیتی تشکیل شده در سطح مشترک تیغه و محلول الکترولیت، به گونه‌ای است که سطح فلز بار منفی و محلول بار مثبت پیدا می‌کند. چون هیچ بار الکترولیتی از این مجموعه، خارج یا به آن داخل نشده، مجموعه تیغه و محلول الکترولیت، خنثی هستند.

هر سلول الکتروشیمیایی (سلول گالوانی و سلول الکترولیتی) از دو نیم‌سلول تشکیل شده است که یکی آند و دیگری کاتد نام دارد. در سلول‌های گالوانی واکنش خودبه‌خودی صورت گرفته و جریان الکترولیتی تولید می‌شود ولی در سلول‌های الکترولیتی با اعمال ولتاژ خارجی یک واکنش اکسایش – کاهش در جهت غیرخودبه‌خودی انجام می‌گیرد. مثبت یا منفی بودن این الکترودها در سلول‌های گالوانی و الکترولیتی مخالف یکدیگر است. در سلول‌های گالوانی آند، قطب منفی سلول اما در سلول‌های الکترولیتی، آند قطب مثبت سلول است. اما در هر دو نوع سلول، آند نیم‌سلولی است که در آن اکسایش و کاتد نیم‌سلولی است که در آن، کاهش انجام می‌شود. بعضی از دانش‌آموزان به دلیل عدم درک درست تفاوت علامت بار الکترولیتی آند و کاتد در انواع سلول‌های الکتروشیمیایی آنها را به بار کاتیون‌ها و آنیون‌ها مربوط می‌کنند و بعضی از آنها آند و کاتد را در هر دو نوع از سلول‌های الکتروشیمیایی همانند سلول‌های گالوانی در نظر می‌گیرند و آند را همیشه مثبت و کاتد را همیشه منفی می‌دانند. برخی از دانش‌آموزان بار الکترولیتی آند و کاتد را براساس سلول‌های الکترولیتی در نظر می‌گیرند ولی از دست دادن الکترون یا گرفتن الکترون در آند و کاتد را براساس سلول‌های گالوانی توضیح می‌دهند. از جمله عوامل ایجاد کج فهمی دانش‌آموزان در این مورد، یکسان دانستن بار الکترولیتی آند و کاتد در سلول‌های گالوانی و الکترولیتی می‌باشد؛ چون دانش‌آموزان تجربه عملی (آزمایشگاه) در این مورد ندارند لذا با توجه به صحبت‌های معلم و تصورات قبلی خودشان باورهای نادرستی پیدا می‌کنند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تدریس سلول‌های الکترولیتی به تفاوت بودن بار آند و کاتد در این سلول‌ها نسبت به سلول‌های گالوانی و واکنش‌های انجام شده در آنها اشاره شود و با بیان چند مثال موضوع تبیین گردد.

در سلول‌های الکتروشیمیایی در قسمت بیرونی، جریان الکترون‌ها در یک رسانای فلزی و در بین محلول‌ها، حرکت یون‌ها از طریق دیواره متخلخل یا غشا موجب کامل شدن مدار الکترولیتی می‌شود. با توجه به اینکه الکترون‌ها بار منفی دارند بعضی از دانش‌آموزان معتقدند برای کامل شدن مدار باید فقط آنیون‌ها جابه‌جا شوند و کاتیون‌ها در این میان نقشی ندارند و برخی بر این باورند که فقط یون‌های محلول‌های الکترولیت از طریق غشا موجب کامل شدن مدار الکترولیتی سلول می‌شوند. لذا دانش‌آموزان در یادگیری چگونگی کامل شدن مدار الکترولیتی در سلول‌های الکتروشیمیایی به نوعی دارای کج فهمی هستند.

بهرتر است منظور از گونه‌های باردار بین دو محلول الکترولیت به طور کامل مشخص شده و با ارائه شکل واضح و توضیح بیشتر، نقش حرکت همه آنیون‌ها و کاتیون‌ها در کامل شدن مدار الکتریکی سلول به طور کامل توضیح داده شود.

بر اساس قواعد به کار رفته برای نوشتن دیاگرام نمادین سلول‌های الکتروشیمیایی، آند در سمت چپ و کاتد در سمت راست نوشته می‌شود. این موضوع باعث شده است که فراگیران از روی شکل سلول‌های الکتروشیمیایی (به اشتباه) الکتروکاتود سمت چپ را آند و سمت راست را کاتد بدانند. این موضوع می‌تواند موجب بروز این کج‌فهمی شود که همیشه الکتروکاتود سمت چپ، نقش آند را دارد. کج‌فهمی مربوط به تشخیص آند و کاتد بر اساس مکان فیزیکی آنها توسط دانش‌آموزان گزارش شده است که دانش‌آموزان آند و کاتد بودن یک نیم‌سلول در سلول گالوانی را به مکان فیزیکی آن مربوط دانسته‌اند لذا پیشنهاد می‌شود برای تعیین آند و کاتد از پتانسیل کاهش استاندارد استفاده شده و با ترسیم شکل‌های گوناگون از سلول الکتروشیمیایی، مکان آند و کاتد را تغییر داده تا دانش‌آموز درک کند که مکان فیزیکی یک نیم‌سلول، ربطی به آند یا کاتد بودن آن ندارد. همچنین به طور عملی در کلاس درس می‌توان با استفاده از یک گالوانومتر و یک سلول الکتروشیمیایی ساده این موضوع را به دانش‌آموزان نشان داد، به طوری که با تعویض مکان الکترودها، جهت عقربه گالوانومتر تغییر کرده و متوجه می‌شوند که جریان الکترون‌ها در سلول‌های گالوانی همیشه از آند به کاتد است.

بعضی از دانش‌آموزان بر این باورند که برای کامل شدن مدار الکتریکی در سلول گالوانی، الکترون‌ها ضمن عبور از مدار خارجی سلول وارد محلول الکترولیت شده و با عبور از غشای مدار الکتریکی سلول را کامل می‌کنند. چون فقط الکترون‌ها در مدار خارجی (سیم) حرکت می‌کنند و رسانایی در محلول‌های الکترولیت سلول از طریق رسانایی یونی (حرکت یون‌ها) صورت می‌گیرد. همچنین به دلیل اینکه در سلول گالوانی الکترون‌ها از آند به سمت کاتد جریان می‌یابند؛ دانش‌آموزان دارای این کج‌فهمی هستند که الکترون‌ها درون محلول الکترولیت جریان پیدا کرده و با عبور از غشای متخلخل موجب کامل شدن مدار الکتریکی سلول می‌شوند. این دانش‌آموزان اگرچه حرکت الکترون‌ها را در مدار خارجی به درستی تشخیص داده‌اند ولی در جهت حرکت الکترون‌ها دچار اشتباه شده‌اند، شاید علت بروز این اشتباه این باشد که دانش‌آموزان بر اساس شکل‌های کتاب درسی تصور می‌کنند همیشه الکترون‌ها از الکتروکاتود سمت چپ به طرف الکتروکاتود سمت راست حرکت می‌کنند و می‌توانند در محلول الکترولیت حضور داشته باشند. بنابراین برای رفع این کج‌فهمی معلمان در کلاس درس می‌توانند با استفاده از انیمیشن‌های کامپیوتری حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی و هم‌زمان بودن آن با حرکت یون‌ها در داخل محلول الکترولیت و غشای متخلخل و انجام شدن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را به دانش‌آموزان نشان دهند و با بحث در مورد تصاویر به برطرف کردن کج‌فهمی‌ها کمک کنند.

معلمان توجه زیادی به درک صحیح مفاهیم توسط دانش‌آموزان دارند. از آنجا که الکتروشیمی یکی از مفاهیمی است که با دو موضوع چالش برانگیز الکتروسیسته و شیمی در ارتباط است، سلول‌های گالوانی و الکترولیتی برای دانش‌آموزان دبیرستانی مفاهیم مشکلی محسوب می‌شوند، زیرا این مفاهیم در مورد دو موضوع چالش برانگیز الکتروسیسته و اکسایش-کاهش می‌باشند. بنابراین در این مبحث فراگیران کج‌فهمی‌های زیادی دارند لذا قبل از اینکه بتوانیم کج‌فهمی‌ها را اصلاح کنیم لازم است آنها را شناسایی نموده و با اتخاذ شیوه مناسب در آموزش و فراهم ساختن محتوای آموزشی مرتبط به رفع کج‌فهمی‌ها اقدام شود.

برخی از کج‌فهمی‌های رایج در مفاهیم الکتروشیمی به صورت زیر می‌باشد که آگاهی از آنها می‌تواند در تدریس اثربخش کمک نماید:

- ۱ اکسایش یعنی گرفتن اکسیژن و از دست دادن هیدروژن (مفهوم اکسایش و کاهش را با توجه به تعریف قدیم آن یعنی گرفتن اکسیژن یا دادن هیدروژن در ذهن جای داده‌اند).
- ۲ به دلیل عدم تمایل یا عدم شرکت اتم‌های هیدروژن در واکنش‌های مبادله الکترون، پتانسیل الکتروود استاندارد هیدروژن صفر است.
- ۳ محلول حاوی یون‌های یک فلز دارای بار مثبت است و خود فلز دارای بار منفی است، بعد از ورود تیغه فلزی در آن هر دو خنثی می‌شوند.
- ۴ آند دارای بار منفی و کاتد دارای بار مثبت است.
- ۵ آند به دلیل از دست دادن الکترون، دارای بار مثبت است و کاتد به دلیل گرفتن الکترون دارای بار منفی است.
- ۶ آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول‌های الکترولیت موجب کامل شدن مدار می‌شوند.
- ۷ فقط انتقال آنیون‌ها از طریق غشای متخلخل موجب کامل شدن مدار می‌شود.
- ۸ همیشه الکتروود سمت چپ در یک سلول الکتروشیمیایی نقش آند را دارد.
- ۹ الکترون‌ها با ورود به محلول و عبور از پل نمکی موجب کامل شدن مدار می‌شوند.
- ۱۰ هر سلول الکتروشیمیایی حتماً احتیاج به دیواره متخلخل دارد تا کار کند.

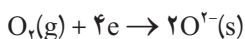
پاسخ پرسش‌های درون فصل

با هم بیندیشیم صفحه ۴۰

آ) از سمت چپ نخستین ساختار، اتم روی و دومین ساختار، اتم اکسیژن است.

ب) اتم روی الکترون از دست داده و اتم اکسیژن الکترون گرفته است.

پ) اتم روی، اکسایش و اتم اکسیژن، کاهش یافته است.

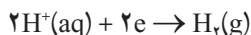


ث) نیم واکنش نخست، اکسایش است زیرا در آن اتم‌های روی الکترون از دست داده‌اند (نیم واکنش تولید الکترون) و نیم واکنش دوم، کاهش است زیرا در آن اتم‌های اکسیژن الکترون گرفته‌اند (نیم واکنش مصرف الکترون).

ج) روی گونه کاهنده و اکسیژن گونه اکسنده است.

خود را بیازمایید صفحه ۴۲

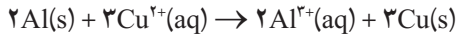
۱) آ) روی، اکسایش یافته زیرا الکترون از دست داده و به یون‌های $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ تبدیل شده در حالی که یون‌های هیدروژن کاهش یافته‌اند زیرا با گرفتن الکترون به اتم‌ها و سپس به مولکول‌های $\text{H}_2(\text{g})$ تبدیل شده‌اند.



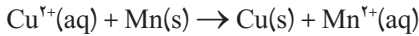
ت) در این واکنش، اتم‌های روی الکترون از دست داده و ~~به دست آورده~~ ^{کاهش} اکسایش یافته‌اند و سبب ~~اکسایش~~ ^{کاهش} اکسایش یون‌های هیدروژن شده‌اند، از این رو اتم‌های روی نقش ~~اکسنده~~ ^{کاهنده} دارند. در حالی که یون‌های هیدروژن،

الکترون ~~از دست داده~~ ^{کاهش} ~~به دست آورده~~ ^{اکسایش} یافته‌اند و سبب ~~اکسایش~~ ^{کاهش} اکسایش اتم‌های روی شده‌اند، از این رو

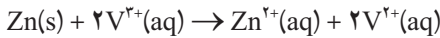
یون‌های هیدروژن نقش ~~اکسنده~~ ^{کاهنده} دارند.



اکسنده کاهنده



کاهنده اکسنده

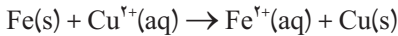


اکسنده کاهنده

۲

خود را بیازمایید صفحه ۴۳

آ) تغییر دمای مخلوط واکنش نشانه انجام واکنش شیمیایی است. چون دمای مخلوط واکنش افزایش یافته پس یک واکنش گرماده رخ داده است.

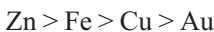


ب)



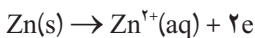
پ) هرچه افزایش دما بیشتر باشد نشان دهنده تولید گرمای بیشتر است. به دیگر سخن تفاوت آنتالپی واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر خواهد بود. این ویژگی پایداری بیشتر فرآورده‌ها از یک سو و واکنش‌پذیری بیشتر واکنش دهنده‌ها را از سوی دیگر نشان می‌دهد.

ت) با توجه به داده‌های جدول، واکنش‌پذیری روی بیشتر از آهن و آهن نیز بیشتر از مس است. طلا دارای کمترین واکنش‌پذیری در میان این چهار فلز است.



ث) چون $Zn(s)$ واکنش‌پذیری بیشتری از $Cu(s)$ دارد انتظار می‌رود واکنش میان $Zn^{2+}(aq)$ و $Cu(s)$ رخ ندهد (تصویر حاشیه در همین صفحه، درستی این پیش‌بینی را تأیید می‌کند).

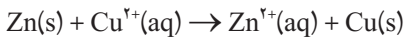
با هم ببیندیشیم صفحه ۴۵



آ) نیم واکنش در نیم سلول آند:



نیم واکنش در نیم سلول کاتد:



واکنش کلی سلول:

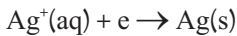
ب) روی، الکتروآند و مس، الکتروکاتد است.

پ) حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از نیم سلول روی به سوی نیم سلول مس است، زیرا فلز روی با واکنش‌پذیری بیشتر نسبت به فلز مس، الکترون از دست می‌دهد و باعث شارش الکترون‌ها در مدار بیرونی می‌شود.

ت) با گذشت زمان و انجام نیم واکنش اکسایش در آند، اتم‌های بیشتری از تیغه (الکتروکاتد) روی اکسایش یافته و به شکل $Zn^{2+}(aq)$ وارد محلول می‌شوند در حالی که هم‌زمان با آن با انجام نیم واکنش کاهش در کاتد، کاتیون بیشتری از $Cu^{2+}(aq)$ کاهش یافته و روی تیغه الکتروکاتد می‌نشیند.

خود را بیازمایید صفحه ۴۶

آ) الکتروود مس، علامت منفی و الکتروود نقره، علامت مثبت خواهد داشت.



پ) با انجام واکنش از جرم تیغه (الکتروود) مس کاسته و بر جرم تیغه (الکتروود) نقره افزوده می‌شود.
ت) جهت حرکت یون‌های $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ از نیم سلول مس به نیم سلول نقره است در حالی که آنیون‌ها از نیم سلول نقره به سوی نیم سلول مس مهاجرت می‌کنند.

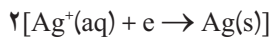
خود را بیازمایید صفحه ۴۸

آ) منیزیم، الکتروود آند و نقره، الکتروود کاتد خواهد بود زیرا منیزیم واکنش پذیرتر (کاهنده‌تر) از نقره بوده و E° منفی‌تر آن تأییدکننده این ویژگی است.

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.8\text{V} \quad , \quad E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2.37\text{V}$$



ب) نیم واکنش اکسایش در نیم سلول آند :



نیم واکنش کاهش در نیم سلول کاتد :



واکنش کلی سلول :

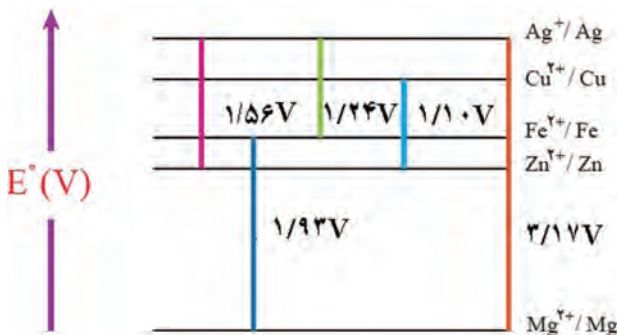
پیوند با ریاضی صفحه ۴۸

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V} \quad , \quad E^\circ(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0.76\text{V}$$

۱
۲ چون E° نیم سلول روی منفی‌تر از نیم سلول مس است، پس نیم سلول روی، آند و نیم سلول مس، کاتد خواهد بود.

۳ چون emf سلول برابر با 1.10V است پس باید تفاوت E° دو نیم سلول برابر با این مقدار مثبت باشد و این مقدار در صورتی به دست می‌آید که از رابطه : (آند) $-E^\circ$ (کاتد) $= \text{emf}$ استفاده شود.

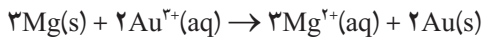
۴ آ)



(ب) نیم سلول‌ها در تشکیل سلول گالوانی هنگامی بیشترین emf را ایجاد می‌کنند که تفاوت یا فاصله میان E° آنها در سری الکتروشیمیایی بیشتر باشد.

۵ نخست از روی معادله واکنش گونه‌های اکسایش و کاهش یافته را بیابید و آنها را به کاتد و آند نسبت دهید.

کاهش یافته (کاتد) اکسایش یافته (آند)



درواقع نیم سلول منیزیم، نقش آند و نیم سلول طلا، نقش کاتد دارد.

اینک با استفاده از جدول E° و فرمول emf و لتاژ سلول را حساب کنید :

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

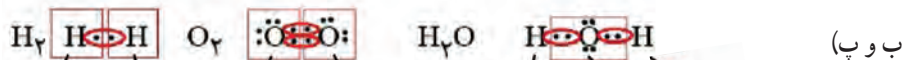
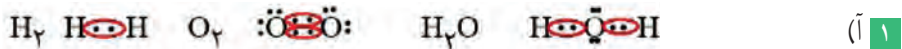
$$= (+1/50 \text{ V}) - (-2/37 \text{ V}) = +3/87 \text{ V}$$

خود را بیازمایید صفحه ۵۱

(آ) روش ۱، هرچه مراحل تبدیل و انتقال انرژی بیشتر باشد، میزان اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است.

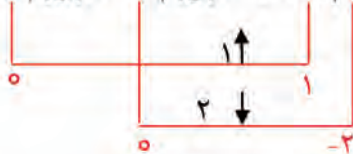
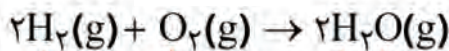
(ب) روش ۲، هرچه میزان اتلاف انرژی به صورت گرما کمتر باشد، کارایی (بازده) بیشتر است.

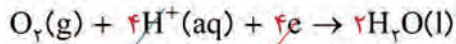
با هم بیندیشیم صفحه ۵۲



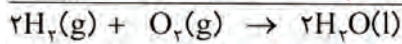
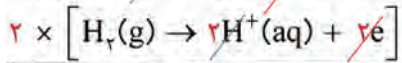
$1-1=0$ $1-1=0$ $6-6=0$ $6-6=0$ $1-0=+1$ $8-6=-2$ $1-0=+1$

کاهش یافته (اکسنده) اکسایش یافته (کاهنده)





(ب آ)



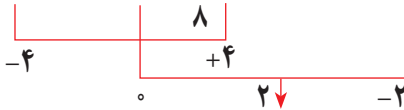
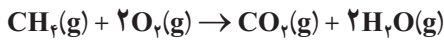
$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$$

(ب)

$$= (+1/23 \text{ V}) - (0/00 \text{ V}) = +1/23 \text{ V}$$

اکسند کاهند

(ب آ)

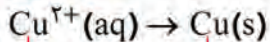


(ب) سوخت هیدروژن در این نوع سلول‌ها فراورده دوستدار محیط‌زیست (آب) تولید می‌کند اما سوختی مانند متان افزون بر آب، گاز گلخانه‌ای CO_2 نیز تولید می‌کند.

خود را بیاز مایید صفحه ۵۳

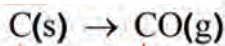
کاهش یافته

(ب آ)



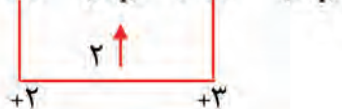
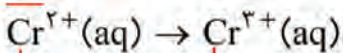
اکسایش یافته

(ب)

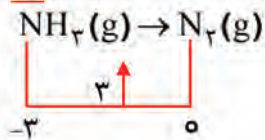


اکسایش

(ب)



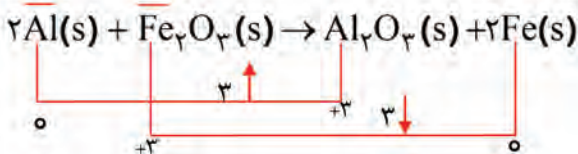
اکسایش



(ت)

کاهنده

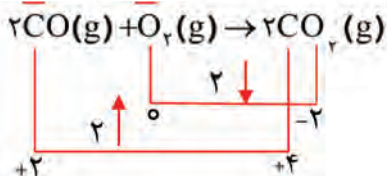
اکسنده



(آ ۲)

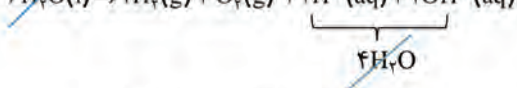
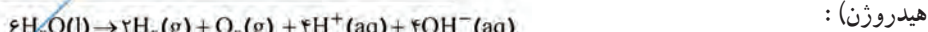
کاهنده

اکسنده



(ب)

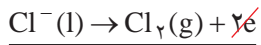
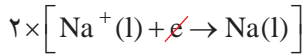
خود را بیازمایید ۵۴



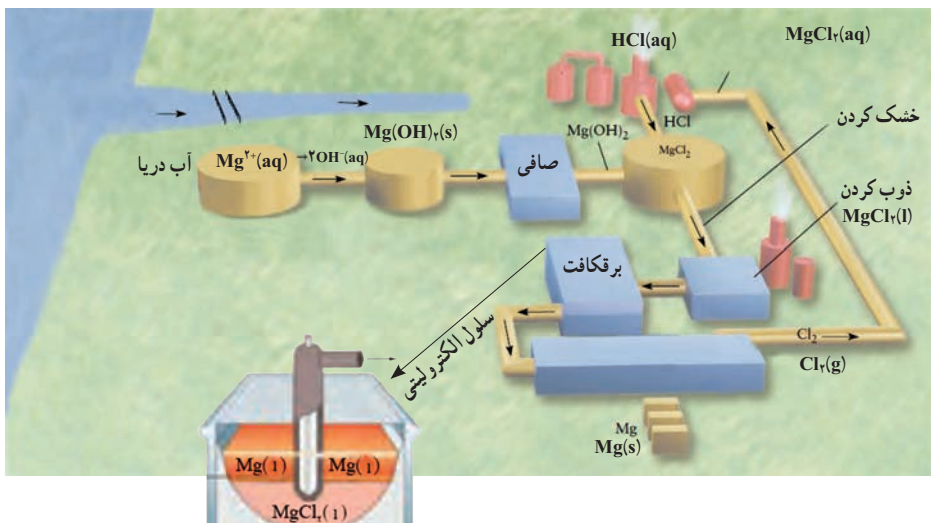
ب) کاغذ pH پیرامون الکتروود آند به دلیل تولید یون های $\text{H}^+(\text{aq})$ ، به رنگ سرخ و پیرامون الکتروود کاتد به دلیل تولید یون های $\text{OH}^-(\text{aq})$ ، به رنگ آبی درمی آید.

خود را بیاز مایید صفحه ۵۵

۱

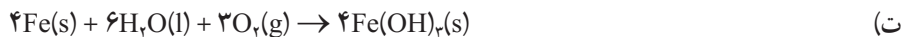
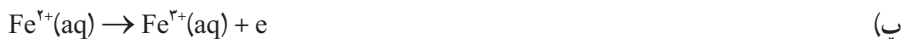
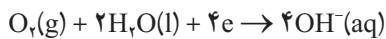


۲



با هم بیندیشیم صفحه ۵۷

۱ آ) آهن در حضور رطوبت و اکسیژن نخست به Fe^{2+} و سپس به Fe^{3+} اکسایش می‌یابد که منجر به تولید زنگ آهن می‌شود.



۲ آ) زیرا در محیط اسیدی E° برای کاهش اکسیژن $+1/23V$ است اما در محیط خنثی (آب) E° برای کاهش اکسیژن $+0/40V$ است. این ویژگی emf بزرگ‌تری را در محیط اسیدی برای چنین واکنشی رقم می‌زند و بر میزان خوردگی می‌افزاید.

(ب) فلز طلا برای انجام واکنش باید اکسایش یابد. به دیگر سخن در تشکیل یک سلول باید نقش آند داشته باشد، E° آن در مقایسه با E° دیگر نیم سلول ها نشان می دهد که نمی تواند به عنوان کاهنده (الکترو د آند) عمل کند.

خود را بیازمایید صفحه ۵۹



(ب) زیرا فلز روی در آهن گالوانیزه در طول مدت نگهداری مواد غذایی با آنها واکنش داده و ممکن است باعث فساد و مسمومیت آنها شود. از سوی دیگر پس از استفاده از مواد غذایی و ایجاد خراش در بسته بندی ها از جنس حلبی به دلیل واکنش پذیری بیشتر آهن از قلع، در این فلز خوردگی سریع تر و آسان تر رخ می دهد.

خود را بیازمایید صفحه ۶۰

(آ) منفی



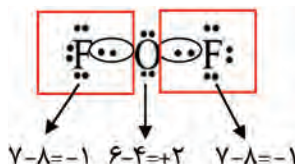
(ب) زیرا باید یون های $Ag^+(aq)$ در الکترولیت موجود باشند تا هنگام کاهش یافتن در کاتد به شکل یک لایه از فلز نقره بر سطح جسم آبدانی بنشینند.

پاسخ تمرین های دوره های

۱ (آ) پلاتین فلزی با واکنش پذیری کم و $E^\circ = 1/2^\circ V$ است که می تواند در بدن برای مدت های طولانی ویژگی های خود را حفظ کند.

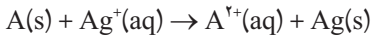
(ب) فلوئور فعال ترین نافلز و اکسنده ترین گونه در جدول پتانسیل کاهش استاندارد با $E^\circ = 2/87V$ است. عنصری که تمایل دارد از دیگر گونه ها الکترون بگیرد و به یون های فلوئورید تبدیل شود.

(ب)



۲ نمودار ۲، زیرا در سلول Zn - Cu با گذشت زمان به دلیل اکسایش تیغه روی، $[Zn^{2+}]$ افزایش یافته در حالی که به دلیل کاهش یون های مس، $[Cu^{2+}]$ کم می شود.

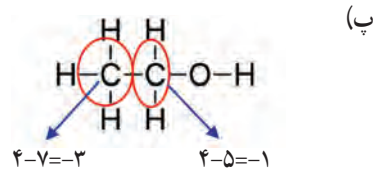
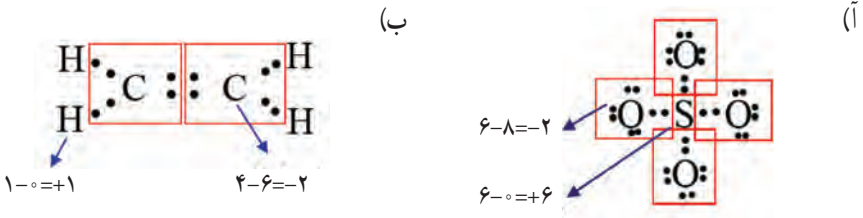
۳ نخست آند و کاتد را به کمک مفهوم اکسایش و کاهش از روی معادله واکنش مشخص کنید.



$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow +1/98V = (+0/80V) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -1/18V$$

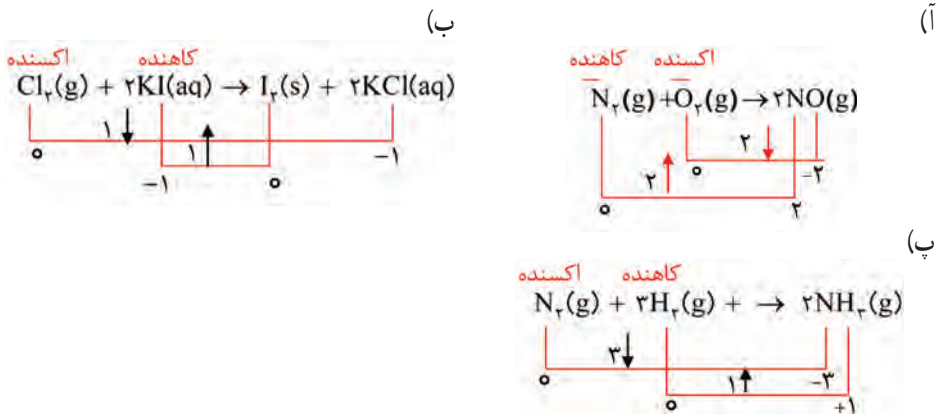
\Rightarrow عنصر Mn است

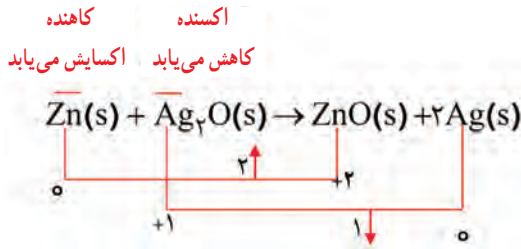
۴



* در اینجا مجموع نکات مربوط به عدد اکسایش اتم ها را می توانید جمع بندی کنید.

۵





Zn اکسایش یافته از این رو نقش آنده دارد در حالی که نقره کاهش یافته و نقش کاتد را دارد.

۷ آ) قوی‌ترین اکسنده: $\text{A}^+(\text{aq})$ ضعیف‌ترین اکسنده: $\text{D}^{3+}(\text{aq})$

ب) قوی‌ترین کاهنده: D(s) ضعیف‌ترین کاهنده: A(s)

پ) گونه‌هایی می‌توانند $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ را اکسید کنند که اکسنده‌تر از آن باشند یعنی E° بزرگ‌تر (مثبت‌تری) داشته باشند. بنابراین $\text{B}^{2+}(\text{aq})$ و $\text{A}^{2+}(\text{aq})$ می‌توانند $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ را به $\text{C}^{3+}(\text{aq})$ اکسید کنند.

۸ ترتیب اکسندگی از:

$\text{Sn}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ واکنش (۱):

$\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ واکنش (۲):

$\text{Cr}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ واکنش (۳):

$\text{Sn}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ بنابراین:

ترتیب کاهندگی از:

$\text{Cr}^{2+} > \text{Sn}$ واکنش (۱):

$\text{Fe} > \text{Sn}$ واکنش (۲):

$\text{Fe} > \text{Cr}^{2+}$ واکنش (۳):

$\text{Fe} > \text{Cr}^{2+} > \text{Sn}$ بنابراین:

توجه: اکسنده ضعیف \rightarrow اکسنده قوی

کاهنده ضعیف \rightarrow کاهنده قوی

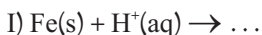
۹ از جدول داریم:

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

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

$$E^\circ(\text{H}^+ / \text{H}) = +0.00 \text{ V}$$

اگر محلول هیدروکلریک اسید در ظرف آهنی یا مسی قرار بگیرد ممکن است واکنش‌های زیر انجام شود:



باتوجه به اینکه E° آهن منفی است واکنش (I) انجام شده و باعث سوراخ شدن ظرف خواهد شد. اما E° مس مثبت است. پس واکنش نمی‌دهد، از این رو ظرف مسی برای نگهداری محلول این اسید مناسب‌تر است.

۱۰ آ) E° کم (منفی) تر نشان دهنده نیم سلول آند است و در آن نیم واکنش اکسایش انجام می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد در این سلول، نیم واکنش نخست در جهت برگشت انجام خواهد شد و نیم واکنش دوم (به عنوان نیم سلول کاتدی) به شکل نوشته شده انجام می‌شود.

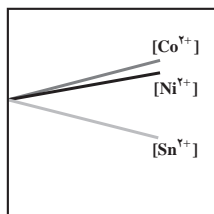
$$\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-0/83V) - (-0/84V) = +0/01V$$

ب) $\text{H}_2(\text{g})$ سوختی گران، پراثری و دوستدار محیط زیست است به همین دلیل تهیه آن ارزشمند است، توجه کنید بازده و سرعت کم واکنش امکان جمع‌آوری ایمن آن را نیز مهیا می‌کند.

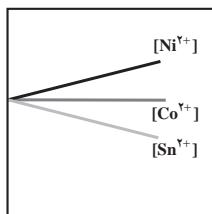
خودارزیابی

۱ در محلولی که شامل یون‌های $(\text{Ni}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Co}^{2+})$ با غلظت‌های برابر است، تیغه‌ای از فلز نیکل را وارد می‌کنیم. کدام نمودار غلظت یون‌های موجود در محلول را با گذشت زمان به درستی نشان می‌دهد؟

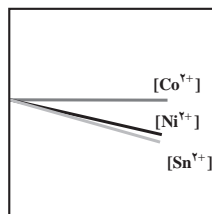
Half-Reaction	$E^\circ(\text{V})$
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Sn(s)}$	-0/14
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Ni(s)}$	-0/25
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Co(s)}$	-0/28



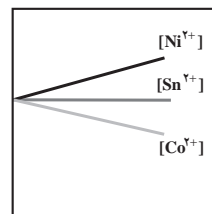
(ت)



(ب)



(ب)



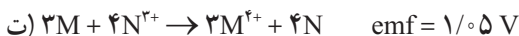
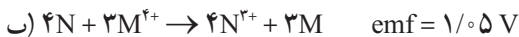
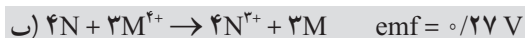
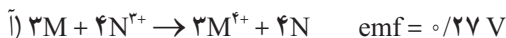
(آ)

۲ در برقکافت مایع منیزیم کلرید مذاب، در مدت معین، ۱۷۹/۲ لیتر گاز کلر در STP تولید شده است. در این مدت چند گرم یون منیزیم در کاتد کاهش یافته است؟ ($1 \text{ mol Mg} = 24 \text{ g}$)

۱۹۲ (آ) ۱۹/۲ (ب) ۹۶ (پ) ۱۳۹ (ت)

۳ با توجه به جدول زیر، واکنش بین این گونه‌ها و emf سلول گالوانی حاصل از آنها کدام است؟ (M و N نماد فرضی دو عنصر است).

	$E^\circ (\text{V})$
$M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$	۰/۶۶
$N^{3+} + 3e^- \rightarrow N$	۰/۳۹



۴ با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام گزینه درست است؟

	$E^\circ (\text{V})$
$\text{La}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{La}$	-۲/۳۷
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	-۰/۴۴
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	۱/۵۰
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-۲/۳۷
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۳۷
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-۰/۸۳۷
$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	-۲/۷۱

آ) فلز لانتان از منیزیم کاهنده‌تر است، زیرا بار الکتریکی یون آن بیشتر است.

ب) واکنش‌پذیری فلز لانتان از آهن بیشتر است.

پ) فلز طلا در محیط‌های اسیدی توسط اکسیژن خورده می‌شود.

ت) یون لانتان، قوی‌ترین اکسنده در بین اکسنده‌های موجود در جدول است.

۵ تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در واکنش‌های اکسایش - کاهش چگونه است؟
 (آ) ثابت است.

(ب) برابر با الکترونگاتیویته عناصر است.

(پ) بستگی به عنصر گیرنده الکترون دارد.

(ت) نسبت به پتانسیل کاهش استاندارد فلزات تغییر می‌کند.

۶ در مورد پتانسیل کاهش استاندارد یک نیم سلول کدام گزینه درست است؟

(آ) به صورت مطلق قابل اندازه‌گیری است.

(ب) به کمک ولت متر می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد.

(پ) با تغییر دما مقدار آن تغییر می‌کند.

(ت) نسبت به یک نیم سلول دیگر قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

۷ زمانی که یک تیغه فلزی درون محلول نمک خود قرار می‌گیرد در مرز مشترک تیغه و محلول
 ایجاد می‌شود.

(آ) اختلاف پتانسیل

(ب) انتقال جریان الکتریکی از محلول به تیغه

(پ) انتقال جریان الکتریکی از تیغه به محلول

(ت) انحلال تیغه در محلول

۸ کدام گزینه برای سلول گالوانی درست است؟

(آ) جریان الکتریکی با حضور ولت متر در مدار بین کاتد و آند برقرار می‌شود.

(ب) اختلاف پتانسیل سلول گالوانی ناشی از اختلاف پتانسیل هر کدام از نیم سلول‌های به کار رفته در
 سلول گالوانی است.

(پ) برای ایجاد سلول گالوانی نیازی به ایجاد ارتباط بین محلول‌های دو نیم سلول نیست.

(ت) پتانسیل سلول گالوانی با کارکرد آن تغییر نمی‌کند.

۹ در سلول گالوانی مس - نقره که در زیر نشان داده شده است به مرور زمان شدت نور لامپ و

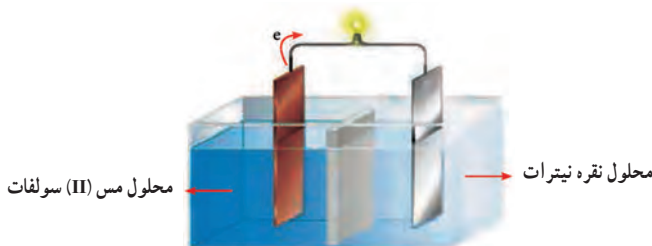
جرم تیغه مس می‌یابد.

(آ) افزایش - کاهش

(ب) کاهش - کاهش

(پ) ثابت - کاهش

(ت) کاهش - افزایش



۱۰ کدام گزینه در مورد نیم سلول استاندارد همواره درست است؟

- آ) پتانسیل کاهش استاندارد آن برابر صفر در نظر گرفته می شود.
- ب) پتانسیل نیم سلول استاندارد را می توان به صورت مطلق اندازه گیری نمود.
- پ) پتانسیل استاندارد آن همواره ثابت است.
- ت) پتانسیل سایر نیم سلول ها را می توان نسبت به آن سنجید.

۱۱ سلول الکترولیتی با الکتروود مس خالص در آند و کاتد را غوطه ور در محلول سولفات مس در نظر

بگیرید. بیان کنید با گذشت زمان جرم آند و کاتد چگونه تغییر می کند؟

- آ) مجموع جرم آند و کاتد افزایش می یابد.
- ب) مجموع جرم آند و کاتد کاهش می یابد.
- پ) مجموع جرم آند و کاتد تغییر نمی کند.
- ت) با توجه به اختلاف پتانسیل اعمالی به سلول الکترولیتی، مجموع جرم آند و کاتد می تواند افزایش و کاهش یابد.

۱۲ باتری های قابل شارژ به هنگام شارژ شدن مانند یک سلول عمل کرده و با گذشت زمان و شارژ

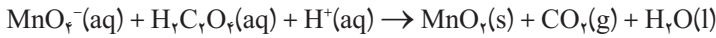
کردن های متوالی، کارایی آنها می یابد.

- آ) گالوانی - افزایش
- ب) گالوانی - کاهش
- پ) الکترولیتی - افزایش
- ت) الکترولیتی - کاهش

۱۳ کدام گزینه برای فرایند هال درست است؟

- آ) این فرایند هزینه بالایی ندارد.
- ب) نمک آلومینیم به شکل محلول در آب در این فرایند به کار می رود.
- پ) آلومینیم به شکل ذرات جامد بر روی تیغه کربنی ترسیم می شود.
- ت) در آند و کاتد از گرافیت استفاده می شود.

۱۴ با توجه به واکنش زیر، کدام گزینه درست است؟



آ) انجام این واکنش، سبب کاهش pH محلول می‌شود.

ب) هر اتم منگنز در این واکنش سه درجه کاهش می‌یابد.

پ) در این واکنش اتم‌های اکسیژن، نقش اکسنده دارند.

ت) با مصرف ۱/۱ مول $\text{H}_7\text{C}_7\text{O}_7(\text{aq})$ ، ۱/۱ مول الکترون مبادله می‌شود.

۱۵ اگر در واکنش اکسایش – کاهش زیر ۱/۱ مول گاز اکسیژن مصرف شود تفاوت جرم آهن(II)

هیدروکسید با آهن(III) هیدروکسید چند گرم است؟



$$\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Fe} = 56; \text{g mol}^{-1}$$

آ) ۱/۷

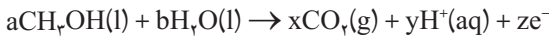
ب) ۳/۲

پ) ۶/۸

ت) ۹/۶

۱۶ اگر در یک سلول سوختی، از متانول به عنوان سوخت استفاده شود، مجموع مقادیر x, y, z در

نیم‌واکنش:



پس از موازنه کدام است؟

آ) ۶

ب) ۷

پ) ۱۵

ت) ۱۳

۱۷ در یک سلول با انجام یک واکنش اکسایش – کاهش، الکترون‌ها

در مدار بیرونی از به سوی می‌روند.

آ) گالوانی – غیر خودبه‌خودی – کاتد – آند

ب) الکترولیتی – غیر خودبه‌خودی – کاتد – آند

پ) گالوانی – خودبه‌خودی – قطب منفی – قطب مثبت

ت) الکترولیتی – خودبه‌خودی – قطب مثبت – قطب منفی

۱۸ کدام گزینه نادرست است؟

- (آ) پوشاندن سطح آهن با فلز قلع، نمونه‌ای از حفاظت کاتدی آهن است.
 (ب) سلول‌های سوختی گونه‌هایی از سلول‌های گالوانی هستند.
 (پ) مقاومت حلیی در برابر خوردگی در مقایسه با آهن گالوانیزه، کمتر است.
 (ت) در سلول‌های سوختی، واکنش‌های شیمیایی در جهت خودبه‌خودی انجام می‌گیرند.



۱۹ دانشجویی قصد دارد فلز مس را بر سطح یک قاشق فولادی

اندود کند. شکل روبه‌رو نمایی از سلول آماده شده توسط وی را نشان می‌دهد. کدام گزینه نادرست است؟

- (آ) سلول مورد نظر، یک سلول الکترولیتی است.
 (ب) فلز مس باید به قطب مثبت باتری وصل شود.
 (پ) در عمل، امکان اندود کردن فلز مس بر سطح فولاد وجود ندارد.
 (ت) فلز مس در قطب کاتد قرار دارد.

۲۰ با توجه به جدول زیر کدام گزینه درست است؟

Half-Reaction	$E^\circ (V)$
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	۱/۵۰
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	۰/۹۶
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	۰/۴۰
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	۱/۲۳
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	۰/۲۰

- (آ) فلز طلا با نیتریک اسید وارد واکنش می‌شود.
 (ب) اکسیژن در محیط اسیدی فلز طلا را اکسید می‌کند.
 (پ) فلز طلا در سولفوریک اسید حل می‌شود.
 (ت) یون طلا از یون نیترات اکسندۀ تر است.

۲۱ با توجه به داده‌های جدول، کدام گزینه درباره فلز پلاتین نادرست است؟

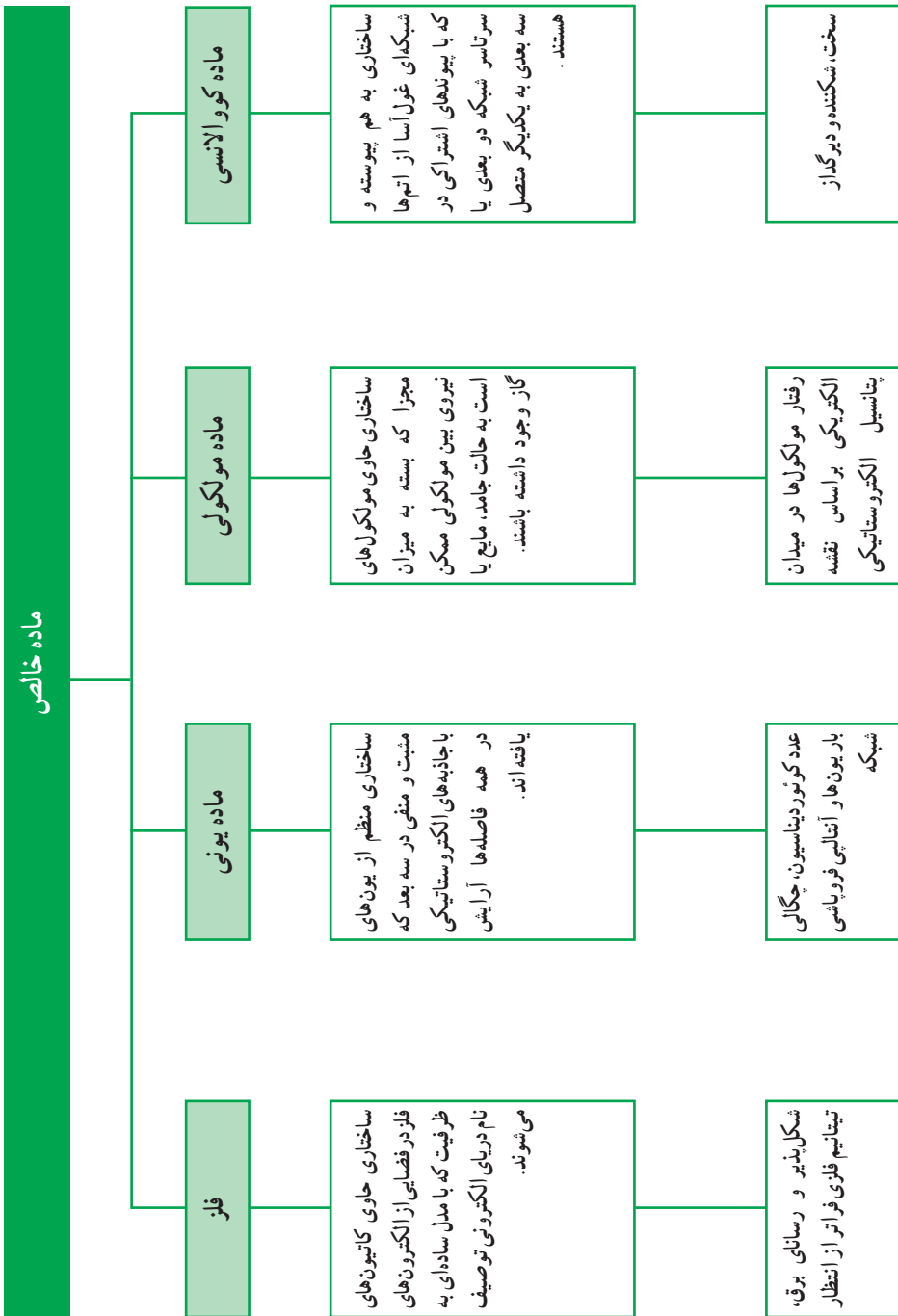
Half-Reaction	E° (V)
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	۱/۵۰
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	۰/۹۶
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	۰/۴۰
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۳
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	۰/۲۰
$\text{Pt}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pt}$	۱/۱۸
$\text{PtCl}_4^{2-} + 2e^- \rightarrow \text{Pt} + 4\text{Cl}^-$	۰/۷۵

آ) از فلز طلا کاهنده‌تر است.

ب) در محیط‌های اسیدی با اکسیژن واکنش می‌دهد.

پ) قدرت کاهندگی فلز پلاتین در حضور یون کلرید افزایش می‌یابد.

ت) در سولفوریک اسید حل می‌شود.





فصل ۳

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
- ۱ ویژگی‌های مواد مولکولی و کووالانسی را توضیح دهند.
 - ۲ ساختار و برخی خواص مواد مولکولی و کووالانسی را با یکدیگر مقایسه کنند.
 - ۳ سختی و نقطه ذوب بالاتر مواد کووالانسی در مقایسه با مواد مولکولی را توضیح دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ ویژگی‌ها و عوامل مؤثر بر آثار مادی به جای مانده از گذشتگان چیست؟
- ۲ با بهره‌گیری از دانش شیمی چگونه می‌توان آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار خلق کرد؟
- ۳ شباهت‌ها و تفاوت‌های مواد مولکولی و کووالانسی چیست؟

بر دانش خود بیفزایید

در سامانه خورشیدی برخی سیاره‌ها مانند مشتری از جنس گاز و برخی دیگر مانند زمین از جنس سنگ هستند. پیرامون زمین را هوا احاطه کرده و نزدیک به ۷۵٪ سطح آن را آب پوشانده است. هوا کره، شماره‌ای حاوی گازهای گوناگون بوده که همانند هاله‌ای پیرامون زمین، تا ارتفاع حدود ۵۰۰ کیلومتری از سطح آن است در حالی که آب کره، شماره‌ای حاوی مواد گوناگون به شکل محلول بوده و در ژرف‌ترین جاها به حدود ۱۱ کیلومتر می‌رسد. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که اگر در هر نقطه از زمین به اندازه کافی حفاری شود به سنگ خواهد رسید.

سنگ‌ها از کانی‌ها درست می‌شوند به طوری که اغلب آنها حاوی دو یا چند کانی بوده و شمار کمی از آنها تنها از یک کانی تشکیل شده‌اند. سنگ نمک نمونه‌ای از یک تک‌کانی است که هالیت نام دارد. سنگ‌های دیگری مانند سنگ آهک و ماسه سنگ اغلب تک‌کانی هستند. کانی سنگ آهک، کلسیت (CaCO_3) و کانی ماسه سنگ، کوارتز (SiO_2) است.

سنگ از کهن‌ترین مصالح ساختمانی است که انسان از زمان‌های بسیار دور، استفاده از آن را افزون بر ساخت اسلحه برای ساخت سرپناه نیز فرا گرفت^۱ و به تدریج شیوه‌های استخراج دیگر مواد را از آن آموخت. دسته‌بندی سنگ‌ها کمک می‌کند تا با ویژگی‌ها، ساختار و مواد سازنده آنها بیشتر آشنا شوید. (جدول ۱).

جدول ۱- دسته‌بندی سنگ‌ها

انواع سنگ در طبقه			طبقه‌بندی
۱- آذرین	۲- رسوبی	۳- دگرگون	زمین‌شناسی
۱- لایه‌ای	۲- غیر مطبق	۳- ورقه‌ای	فیزیکی
۱- سیلیسی	۲- رسی (آرژیلی)	۳- آهکی	شیمیایی
۱- نرم	۲- متوسط	۳- سخت	برحسب سختی
		۴- بسیار سخت	

در طبقه‌بندی شیمیایی، سنگ‌های سیلیسی اغلب سخت و بادوام بوده و عوامل هوازدگی بر آنها تأثیر کمتری دارد زیرا ماده اصلی سازنده آنها سیلیس (SiO_2) است.

گرانیت، کوارتزت، بازالت و ماسه سنگ نمونه‌هایی از سنگ‌های سیلیسی هستند.

ماده اصلی سازنده سنگ‌های آرژیلی، رس بوده که ماده اصلی سازنده آن آلومینا (Al_2O_3) است. این سنگ‌ها بسته به درصد خلوص و تراکم می‌توانند درجه‌های متفاوتی از سختی و دوام را بروز دهند. شیل، سنگ رس، اسلیت و لاترایت از جمله این سنگ‌ها هستند.

ماده اصلی سازنده سنگ‌های آهکی، کلسیم کربنات (CaCO_3) بوده و دوام این سنگ‌ها به میزان قابل توجهی تابع ترکیب مواد و شرایط محیط پیرامون است. دولومیت، مرمریت، تراورتن و سنگ آهک نمونه‌هایی از سنگ‌های آهکی هستند.

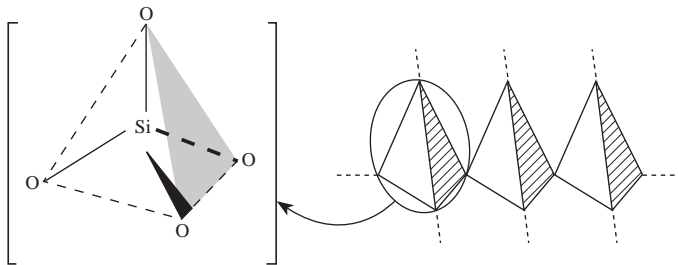
توصیف شیمیایی سنگ‌ها نشان می‌دهد که مواد سازنده آنها به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای گوناگونی دارند. در برخی مانند هالیت و کلسیت ماده اصلی سازنده یک ترکیب یونی بوده در حالی که در برخی دیگر مانند گرانیت و کوارتزت ماده اصلی سازنده یک ترکیب کووالانسی است.

در این میان طلا برخلاف اغلب فلزها که به شکل ترکیب در طبیعت یافت می‌شوند، به شکل خالص خودنمایی می‌کند. هر چند که نخستین طلای یافت شده در طبیعت، در سطح یا نزدیک سطح زمین بوده اما امروزه بخش عمده طلا از عمق معدن‌ها به دست می‌آید.

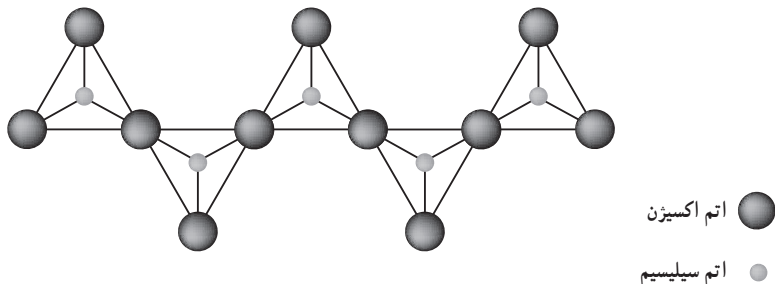
۱- استفاده از سنگ به عنوان ماده ساختمانی به حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد. اهرام مصر، آثار باستانی یونانی و روم همچنین کاخ‌های تخت جمشید ایران از قطعه سنگ‌های بزرگی ساخته شده که گاه جرم برخی از آنها به بیش از ۳۰ تن می‌رسد.

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

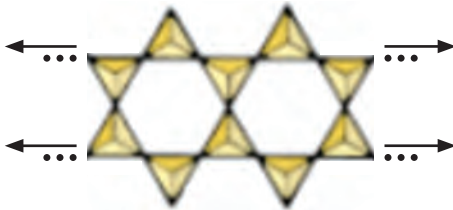
در جهان پر از اکسیژن، ترکیب‌های اکسیژن‌دار عنصرهای هر گروه از جدول دوره‌ای اهمیت شایانی دارد. در این میان سیلیس پس از آب، بیش از دیگر اکسیدها بررسی شده زیرا حدود ۹۵٪ از صخره‌های پوسته جامد زمین و فراورده‌های تخریب آنها، خاک‌های رس و ماسه‌ها حاوی سیلیس و سیلیکات‌ها هستند. همان‌گونه که کربن، CO_2 تشکیل می‌دهد، ساده‌ترین ترکیب اکسیژن و سیلیسیم، SiO_2 است. البته برخلاف CO_2 ، سیلیس ماده‌ای حاوی مولکول‌های SiO_2 با پیوند $Si=O$ نیست. در واقع در SiO_2 و دیگر ترکیب‌های اکسیژن‌دار سیلیسیم، اتم‌های Si با پیوندهای اشتراکی یگانه به اکسیژن متصل و ساختار چهاروجهی تشکیل می‌دهند که همه این چهاروجهی‌ها با پل‌های $Si-O-Si$ به یکدیگر متصل هستند (شکل ۱).

شکل ۱- ساختار α - کوارتز

مبنای ساختار کانی‌های سیلیکاتی به ویژه اورتوسیلیکات‌ها، آنیون‌های مجزای SiO_4^{4-} است که با کاتیون‌های فلزی (چهاریون M^+ ، دویون M^{2+} یا مجموعه‌ای از آنها) موازنه می‌شود. برای نمونه کلسیم اورتوسیلیکات (Ca_2SiO_4) از سازنده‌های اصلی سیمان پورتلند به شمار می‌رود. پیروکسن‌ها دارای زنجیرهای وسیعی از چهاروجهی‌های SiO_4 - متصل به هم هستند (شکل ۲).



شکل ۲- الگوی ساختاری پیروکسن



شکل ۳- الگوی ساختاری آمفیبول

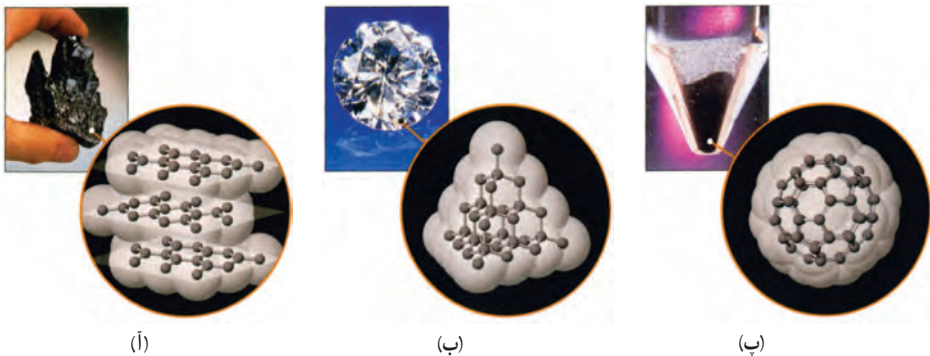
اگر دو یا چند زنجیر کنار هم باشند و با پل‌های اکسیژن حاوی پیوندهای اشتراکی یگانه به یکدیگر متصل شوند، نتیجه آن تولید آمفیبول است که کانی‌های آزبست نمونه بسیار جالب و کاربردی آن به‌شمار می‌روند (شکل ۳).

کانی‌های آزبست با داشتن ساختار زنجیری ویژه، موادی رشته‌مانند هستند و به دلیل رسانایی گرمایی ناچیز، از آنها در عایق و ضدآتش کردن استفاده می‌شود. در واقع سیلیکات‌های رشته‌ای معروف آزبست در تهیه روکش ترمز، کلاچ خودرو و لباس‌های آتش‌نشانی مصرف می‌شوند.

اگر اتصال زنجیرهای سیلیکات در دو بعد ادامه یابد، ورقه‌هایی از چهاروجهی‌های SiO_4 - پدید می‌آید، کانی‌های خاک رس^۱ و ورقه‌های میکا از مهم‌ترین کانی‌های این دسته به‌شمار می‌روند. توصیف ساختار غول‌آسای ترکیب‌های اکسیژن‌دار سیلیسیم، ویژگی‌های یک جامد کووالانسی مانند سختی بالا و دیرگدازبودن را تداعی می‌کند.

آلوتروپ‌های کربن

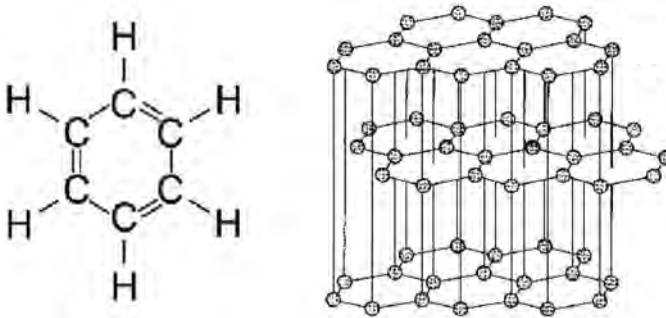
اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر با سه الگوی گوناگون باعث شده سه آلوتروپ با ساختار و رفتاری متفاوت پدید آیند (شکل ۴).



شکل ۴- آلوتروپ‌های کربن (آ) گرافیت (ب) الماس (پ) فولرن

۱- کانی‌های خاک رس، سازنده اصلی خاک‌ها بوده و مواد خام برای ساخت سفالینه و آجر هستند. کائولینت یک آلومینوسیلیکات با لایه‌های چهاروجهی SiO_4 متصل به هم به شکل ورقه همانند میکاست که یون‌های Al^{3+} با آرایش ویژه‌ای در ساختار آن جای دارند.

در الماس هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی یگانه (سیگما) با چهار اتم کربن دیگر متصل است به طوری که با ایجاد ساختار چهاروجهی در سرتاسر شبکه بلوری، یک جامد کووالانسی سه بعدی را پدید آورده، در حالی که در گرافیت هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی (سه پیوند سیگما و یک پیوند پای) به سه اتم کربن دیگر متصل است، از این رو یک جامد کووالانسی دو بعدی به شمار می رود (شکل ۵).



شکل ۵- (أ) مقایسه طول پیوند^۱ (ب) مقایسه ساختار لایه‌ای گرافیت با بنزن

تفاوت در ساختار الماس و گرافیت باعث تفاوت در رفتار آنها می شود، در جدول ۲ برخی خواص این دو آلوتروپ کربن مقایسه شده است.

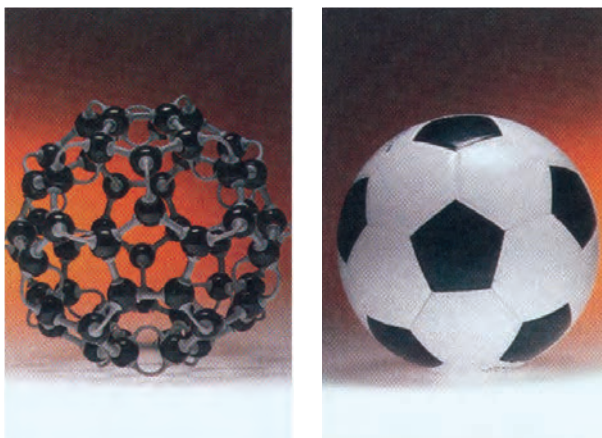
جدول ۲- برخی خواص الماس و گرافیت

انحلال پذیری در تولوئن	گرمای ویژه ($Jg^{-1}K^{-1}$)	رسانای الکتریکی	نقطه جوش (K)	سختی (Mohs)	چگالی (gmL^{-1})	آلوتروپ
نامحلول	-	نارسانا	۴۱۰۰	۱۰	۳/۵۱	الماس
نامحلول	۰/۷۱۱	رسانا	۴۱۰۰	<۱	۲/۲۷	گرافیت

گرافیت، پایدارترین آلوتروپ کربن از دیدگاه ترمودینامیکی بوده و به اندازه $1/9$ کیلوژول برمول از الماس پایدارتر است. تبدیل گرافیت به الماس در دما و فشار بالا ممکن است به طوری که گرافیت را در دمای $1500^{\circ}K$ و فشار نزدیک به 10^9 پاسکال می توان به الماس تبدیل کرد.

۱- طول پیوند کربن-کربن برای $C-C$ ، $C=C$ و $C\equiv C$ به ترتیب ۱۵۴، ۱۳۴ و 120 پیکومتر بوده در حالی که برای بنزن (C₆H₆) برابر با 140 پیکومتر است.

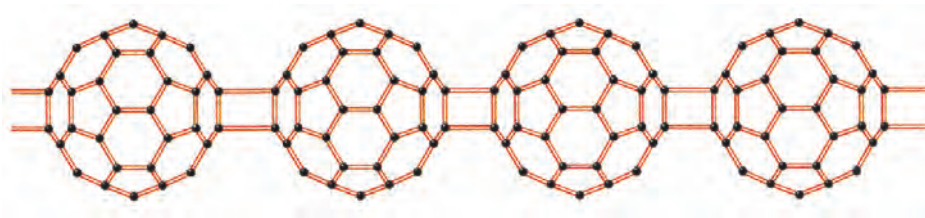
رسانایی الکتریکی گرافیت به دلیل وجود پیوندهای دوگانه و رزونانس در ساختار دو بعدی آن است. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که رسانایی در لایه‌ها رخ می‌دهد و در بین لایه‌ها ممکن نیست. فولرن‌ها، در میان آلوتروپ‌های کربن، مولکول‌هایی کروی هستند که از تخلیه الکتریکی گرافیت در جوی از هلیوم تهیه می‌شوند. نمونه‌هایی از فولرن C_{60} ، C_{70} ، C_{76} ، C_{84} و C_{90} هستند. C_{60} متقارن‌ترین فولرن بوده که همانند یک توپ فوتبال است (شکل ۶).



شکل ۶- شباهت مولکول C_{60} به توپ فوتبال

C_{60} از 20° شش ضلعی و 12 پنج ضلعی به شکل کره تو خالی تشکیل شده است. فولرن‌ها خواص ویژه‌ای دارند :

- در حلال‌هایی مانند هگزان و تولوئن حل می‌شوند.
- توانایی به دام انداختن مولکول‌ها و یون‌ها را در ساختار قفسه‌ای خود دارند.
- با برخی فلزها واکنش می‌دهند مانند : $C_{60} + 3K \rightarrow K_3C_{60}$
- K_3C_{60} یک ترکیب یونی ($3K^+$, C_{60}^{3-}) بوده و در دمای $18K$ ابررساناست.
- فولرن‌ها می‌توانند با اتصال به یکدیگر، پلیمر ایجاد کنند (شکل ۷).



شکل ۷- پلیمر تشکیل شده از فولرن

گرافن

از صفحه ۷۰ تا ۷۳

واحد
یادگیری ۲

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ ساختار و برخی رفتارهای گرافن را توضیح دهند.
- ۲ روش ساده‌ای برای تهیه گرافن ارائه دهند.
- ۳ دلیل توصیف مواد مولکولی را با واژه‌های رایجی مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی ارائه کنند.
- ۴ شباهت‌ها و تفاوت‌های ساختار شش ضلعی در یخ و سیلیس را توضیح دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اساس رفتارهای ویژه گرافن مانند استحکام کششی و انعطاف‌پذیری چیست؟
- ۲ اساس استحکام شبکه بلوری یخ و سیلیس چیست؟
- ۳ اساس رفتارهای فیزیکی و رفتارهای شیمیایی وابسته به چیست؟

بردانش خود بیفزایید

گرافن و جهان پیش‌رو

گرافن، ماده‌ای شگفت‌انگیز است که می‌تواند آینده ما را تغییر دهد، تصور کنید ظرف پخت و پز که بتواند باکتری بیماری‌زا به نام E. coli را تشخیص دهد یا صفحه نمایشگری که همانند کاغذ، نازک و انعطاف‌پذیر باشد. این دو کاربرد، نمونه‌هایی هستند که استفاده از گرافن آنها را ممکن می‌سازد.

در سال ۲۰۰۴ میلادی دو شیمی‌دان بریتانیایی توانستند با استفاده از نوار چسب و گردگرافیت (که توصیف آن در صفحه ۷۰ کتاب آمده) به گرافن دست یابند. ماده‌ای نازک، شفاف و انعطاف‌پذیر که جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد. چنین ویژگی‌هایی سبب شد که ترازیستوری مبتنی بر گرافن (به جای سیلیکون) ساخته شود که سرعت پردازش رایانه را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که شفافیت گرافن سبب شده که تنها ۲٪ پرتوهای مرئی (از فرابنفش تا فروسرخ) را جذب کند. این ویژگی وجود یک رسانای الکتریکی شفاف، نازک، انعطاف‌پذیر و ارزان را نوید می‌دهد.



شکل ۸- با پنل‌های خورشیدی در این کوله‌پشتی می‌توان تلفن یا رایانه همراه را شارژ کرد.

به طوری که پنل‌های خورشیدی جدید مبتنی بر گرافن، نوعی سلول نور الکتروشیمیایی هستند که می‌توانند نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل کنند. چنین پنل‌هایی می‌توانند در پوشش بیرونی ساختمان، بدنه خودرو و حتی در لباس و میلمان به کار روند تا با جذب نور، الکتریسیته تولید نمایند (شکل ۸).

تا چندی پیش برای استفاده از هر دستگاه الکترونیک باید روی دگمه‌های موجود در صفحه

کلید آن فشار وارد می‌کردید اما اغلب تلفن‌های همراه و رایانه‌های شخصی جدید دارای صفحه نمایش لمسی هستند که به کاربر اجازه می‌دهد تا با لمس مستقیم آیکن یا واژه روی صفحه نمایش، آنها را انتخاب کند. وجود لایه‌ای نازک، شفاف و رسانا سبب این کارایی می‌شود. پیش از این لایه‌ای رسانا از جنس اکسیدهای قلع و ایندیم به کار می‌رفت که شکننده بود از این رو باید لایه‌ای محافظ بر روی شیشه قرار می‌گرفت، روندی که باعث ضخیم‌تر شدن و کاهش انعطاف صفحه نمایش می‌شد. با ساخت صفحه نمایش لمسی از گرافن بر روی پلیمری ویژه، تلفن‌های همراه به نازکی یک برگ کاغذ، تاشو و نشکن وارد بازار شد.

آیا تاکنون نام دستگاه بیونیک را شنیده‌اید؟ بیونیک از دو واژه بیولوژی (زیست‌شناسی) و الکترونیک گرفته شده و چنین دستگاه‌هایی به بهبود عملکرد یک اندام یا بافت کمک می‌کنند. از آنجا که گرافن در محلول‌های یونی بافت زنده مقاوم است می‌توان از آن در ساخت دستگاه قلب مصنوعی یا ایمپلنت حلزونی برای ناشنویان بهره برد، زیرا عمر مفید طولانی حتی به اندازه عمر انسان خواهد داشت (ایمپلنت‌های فلزی پس از مدتی کارایی خود را از دست می‌دهند و ممکن است به مواد سمی در بدن تبدیل شوند). از ویژگی‌های باور نکردنی گرافن هدایت سیگنال‌های الکتریکی است. می‌دانید که هر سلول عصبی به طور عمده یون‌های K^+ و Na^+ را به درون یا بیرون سلول پمپ می‌کند و سبب ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی درون و بیرون سلول می‌شود. با گرافن می‌توان سیگنال‌های الکتریکی ضعیف از یک سلول را به سلول دیگر ارسال نمود. تصور کنید ترازیستوری

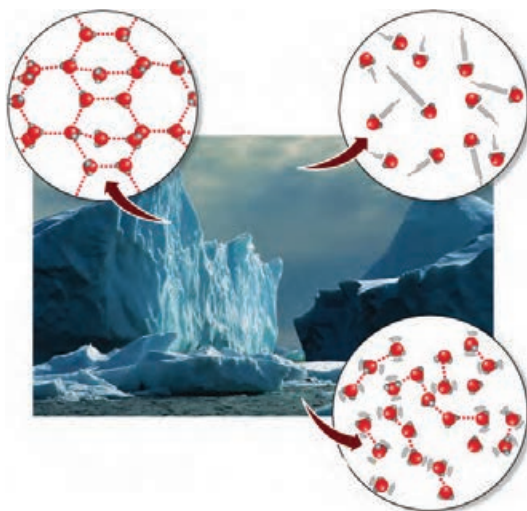


شکل ۹- استفاده از دست مصنوعی

از گرافن در طول ستون فقرات آسیب دیده یک انسان قرار گیرد، این ترازیستور سیگنال‌های عصبی را از بخش آسیب ندیده نخاع تشخیص داده و با گذر از بخش آسیب دیده به اعصاب در عضله‌ها منتقل می‌کند. روندی که فرد را قادر می‌سازد تا دوباره از دست‌ها و پا‌های خود پس از یک آسیب نخاعی استفاده کند (شکل ۹).

توصیف مواد مولکولی

شیمی دان‌ها، مولکول را کوچک‌ترین واحد سازنده ماده می‌دانند که خواص آن را در توده ماده حفظ می‌کند. چنین ماده‌ای که از مولکول‌های مجزا تشکیل شده، ماده مولکولی نامیده می‌شود. هر مولکول این ماده را همانند خود ماده با فرمول مولکولی نمایش می‌دهند. برای نمونه آب یک ماده مولکولی با فرمول مولکولی H_2O ، تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- حالت‌های فیزیکی آب در طبیعت، با افزایش میانگین فاصله میان مولکول‌ها از میزان نیروی جاذبه میان آنها کاسته می‌شود.

با توجه به گفته‌های بالا در می‌یابید که برای توصیف هر ماده مولکولی مانند آب می‌توان از واژه‌های رایجی مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی بهره برد.

نکته جالب اینکه شمار و تنوع مواد مولکولی از دیگر مواد خالص بسیار بیشتر است. وجه اشتراک آنها با مواد کووالانسی وجود پیوندهای اشتراکی میان اتم‌هاست. تنوع اتم‌ها در مواد کووالانسی محدود است و تنها چند نوع اتم توانایی ایجاد ساختار به هم پیوسته و شبکه غول‌آسا دارند، در حالی که تنوع اتم‌های سازنده مواد مولکولی بسیار بیشتر است، همین بس که اغلب مواد آلی جزو مواد مولکولی هستند.

توجه کنید که تنها شمار اندکی از مولکول‌های سازنده این مواد از اتم‌های یکسانی تشکیل شده‌اند. چنین موادی را در برخی منابع با نام مواد ساده می‌خوانند. این مواد حالت پایدار برخی عنصرها در دما و فشار اتاق هستند، برای نمونه $H_2(g)$ ، $N_2(g)$ ، $O_2(g)$ ، $F_2(g)$ ، $Cl_2(g)$ ، $Br_2(l)$ ، $I_2(s)$ ، $P_4(s)$ و $S_8(s)$ از جمله آنها به‌شمار می‌روند.

رفتار مولکول و توزیع الکترون‌ها

از صفحه ۷۳ تا ۷۵

یادگیری ۳ واحد

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ توزیع بار الکتریکی را در گونه‌های شیمیایی از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی توضیح دهند.
- ۲ مواد مولکولی قطبی و ناقطبی را از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی تشخیص و دلیل آن را توضیح دهند.
- ۳ برخی رفتارهای مواد مولکولی قطبی و ناقطبی را از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مقایسه کنند.

پرسش‌های اساسی

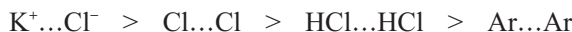
- ۱ اساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها چیست؟
- ۲ نقش ساختار بر اساس مدل فضا پرکن مولکول‌ها در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی چیست؟
- ۳ تعلق بارهای جزئی در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها بر چه اساسی است؟

بردانش خود بیفزایید

هنگامی که بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله r از یکدیگر باشند، به دلیل نیروی کولنی $(\frac{q_1 q_2}{r^2})$ که به هم وارد می‌کنند، انرژی پتانسیل (V) میان آنها متناسب با $\frac{q_1 q_2}{r}$ خواهد بود. اگر بارها همنام باشند، به دلیل وجود نیروی رانش میان آنها، $V > 0$ شده در حالی که اگر بارها ناهمنام باشند، به دلیل وجود نیروی ربایش میان آنها، $V < 0$ می‌شود. توجه کنید که V با حاصل ضرب بارها ($q_1 q_2$) رابطه مستقیم و با فاصله میان آنها (r) رابطه وارونه دارد.

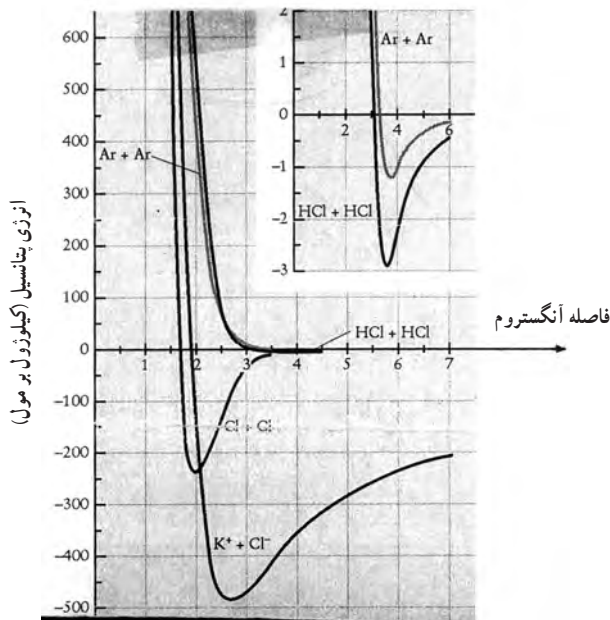
در سامانه‌های شیمیایی می‌توان اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها را بارهای نقطه‌ای دانست.

در این سامانه‌ها، r فاصله میان مرکز دو اتم یا دو یون است اما برای دو مولکول، فاصله از مرکز اتم با بار جزئی مثبت در یکی تا مرکز اتم با بار جزئی منفی در دیگری است. با این توصیف میزان نیروی جاذبه یون‌ها در مقایسه با اتم‌ها و مولکول‌ها به صورت زیر خواهد بود :



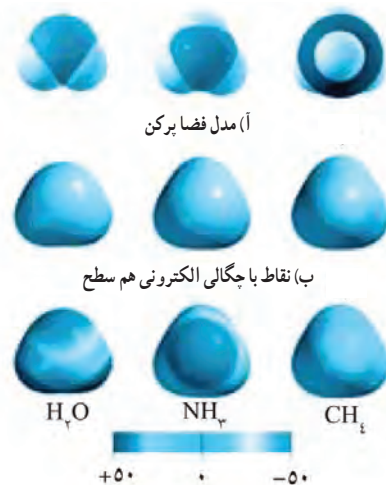
۱- $V > 0$ نشان‌دهنده افزایش انرژی پتانسیل و ناپایدار شدن سامانه بوده در حالی که $V < 0$ نشان‌دهنده کاهش انرژی پتانسیل و پایدار شدن سامانه است.

نمودار ۱، مقایسه انرژی پتانسیل گونه‌های صفحه قبل را برحسب فاصله میان آنها نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- نمودار انرژی پتانسیل میان جفت یون در مقایسه با جفت مولکول و جفت اتم

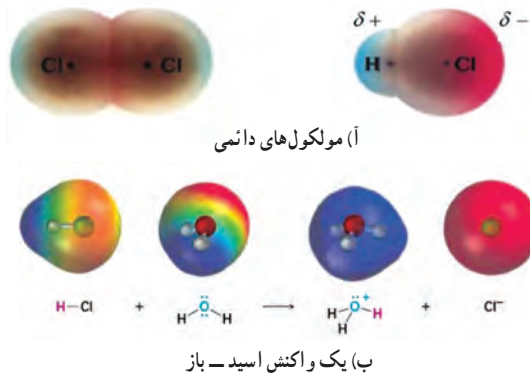
هر چه مولکول‌ها بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شوند، انرژی پتانسیل میان آنها افزون بر بارها و فاصله به جهت‌گیری آنها نسبت به هم وابستگی بیشتری خواهد داشت، از این رو برای درک و توصیف برهم‌کنش میان آنها به نمودار سه بعدی انرژی پتانسیل نیاز است، به طوری که با استفاده از روش‌های نیمه تجربی و انجام محاسبه، نقطه‌هایی که چگالی الکترونی هم‌سطح دارند، مشخص شده و سپس نمودار انرژی پتانسیل مولکول رسم می‌شود، بدین ترتیب نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آنها به دست می‌آید، این نقشه‌ها شکل، اندازه مولکول و بزرگی انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی را در سطح مولکول به خوبی نشان می‌دهد (شکل ۱۲).



(ب) سطوح انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌های آب، آمونیاک و متان

شکل ۱۲

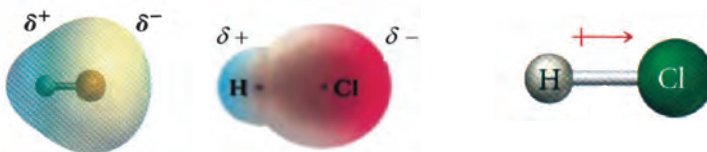
برای تعیین مقدار انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی هر نقطه از سطح مولکول، واحد بار مثبت را از روی آن عبور می‌دهند به طوری که حرکت این بار شبیه به خزیدن حشره‌ای روی یک سطح است. واحد بار مثبت هنگام عبور از سطح مولکول با همه بارهای مولکول (الکترون‌ها و هسته‌ها) برهم‌کنش خواهد داشت. اگر بزرگی بار مثبت به کار رفته به اندازه‌ای باشد که سبب قطبش و واپیچش مولکول نشود، هنگام عبور جذبِ نقاط با تراکم بار الکتریکی منفی شده و از سوی نقطه‌ها یا تراکم بار الکتریکی مثبت دفع می‌شود. برای درک بهتر این فرایند، این یافته‌ها را در نقطه‌های هم‌سطح با توجه به علامت و بزرگی انرژی پتانسیل ایجاد شده با رنگ و ویژه‌ای مشخص می‌کنند، به طوری که منفی‌ترین انرژی پتانسیل را با رنگ سرخ و مثبت‌ترین آن با رنگ آبی مشخص می‌شود. دیگر نقطه‌ها با چگالی الکترونی هم‌سطح با توجه به علامت و بزرگی انرژی پتانسیل آنها با رنگی میان سرخ و آبی مشخص خواهند شد. در برخی منابع انرژی پتانسیل نزدیک به صفر با رنگ سبز و در برخی دیگر با رنگ خاکستری نشان داده می‌شود. شکل ۱۳ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای چند گونه شیمیایی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- نقشه پتانسیل برای برخی گونه‌های شیمیایی

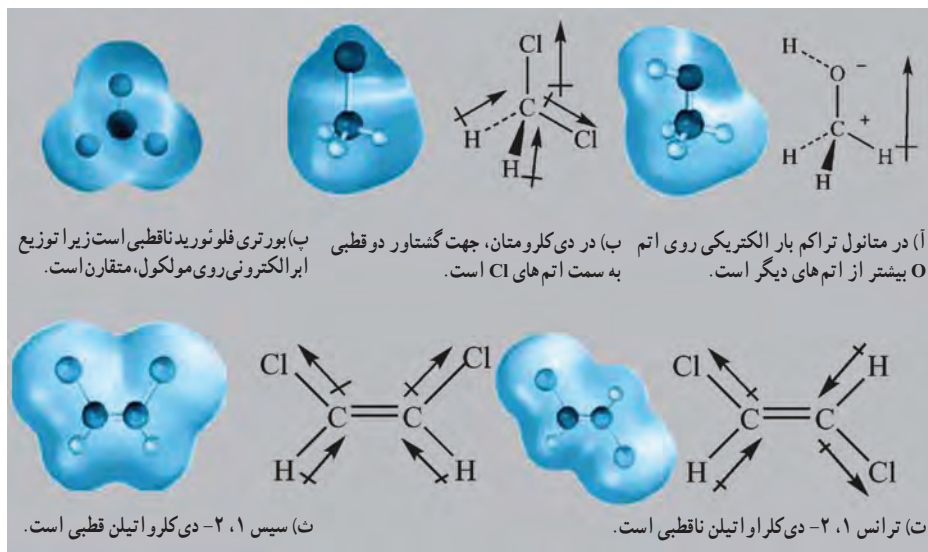
برخی کاربردهای نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

۱ تعیین جهت گشتاور دو قطبی الکتریکی مولکول: برای هر مولکول دو اتمی قطبی، می‌توان یک بردار گشتاور دو قطبی رسم کرد به طوری که جهت بردار از سر مثبت به سر منفی مولکول خواهد بود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- نمایش گشتاور دو قطبی در مولکول هیدروژن کلرید

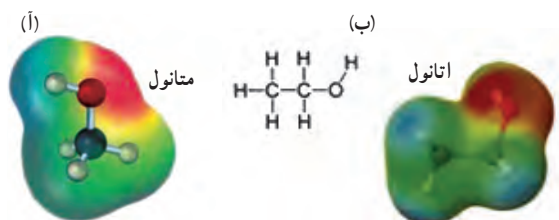
در مولکول‌های چند اتمی که می‌توانند دو یا چند بردار گشتاور دو قطبی داشته باشند، برابری این بردارها اهمیت دارد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نمایش برابری بردارهای گشتاور دو قطبی در چند مولکول

۲ مقایسه قدرت اسیدی یا بازی ترکیب‌های آلی: می‌دانید که در نظریه لوویس برای اسیدها و بازها، دهنده جفت الکترون، باز و پذیرنده آن، اسید است و هر چه میزان توانایی مولکول برای از دست دادن یا جذب جفت الکترون بیشتر باشد، قدرت بازی یا اسیدی آن بیشتر خواهد بود. از روی نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی و میزان تراکم بار روی اتم‌ها می‌توان قدرت اسیدی یا بازی مولکول‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد (شکل ۱۶).

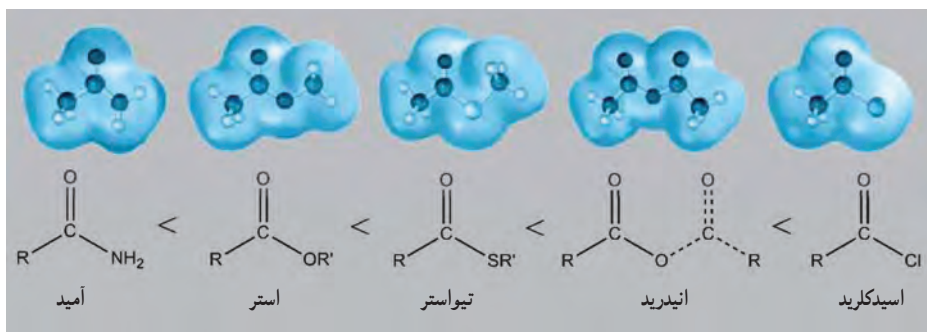
شکل ۱۶ نشان می‌دهد که در مولکول متانول، تراکم بار منفی روی اتم اکسیژن برخلاف مولکول اتانول بیشتر بوده، از این رو قدرت اسیدی متانول بیشتر است.



شکل ۱۶- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول

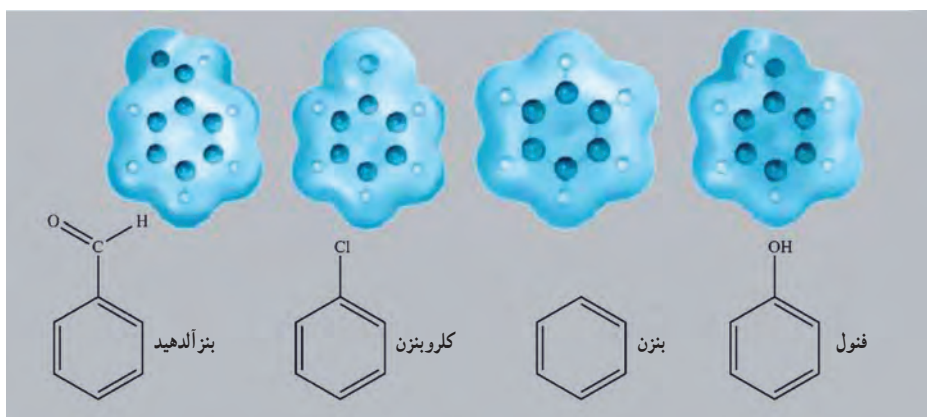
(آ) متانول، (ب) اتانول

۳ مقایسه و واکنش پذیری : در میان ترکیب‌های آلی می‌توان واکنش‌پذیری آمید، استر، تیواستر و آسیل کلرید را به عنوان مشتق‌های کربوکسیلیک اسید با یکدیگر مقایسه کرد، به طوری که میزان واکنش‌پذیری آنها در واکنش‌های جانمایی هسته دوستی متفاوت بوده و این ویژگی در سرعت واکنش آنها آشکار می‌شود. مطابق نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی این مولکول‌ها هر چه میزان تراکم بار مثبت روی اتم کربن کربونیل بیشتر باشد، واکنش‌پذیری آن بیشتر خواهد بود (شکل ۱۷).



شکل ۱۷-مقایسه واکنش‌پذیری برخی مشتق‌های کربوکسیلیک اسیدها

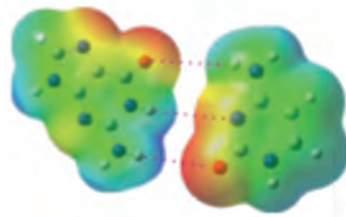
۴ تشخیص گروه‌های کشنده الکترون از الکترون دهنده متصل حلقه بنزن : گروه‌های متصل به حلقه بنزن، براساس خاصیت الکترون دهنده‌گی القایی و رزونانسی می‌توانند چگالی بار الکتریکی و در پی آن میزان واکنش‌پذیری را تغییر دهند. شکل ۱۸ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی فنول، کلروبنزن، بنزالدهید و بنزن با یکدیگر تفاوت دارد، آیا می‌دانید کدام گروه‌های استخلافی الکترون دهنده و کدام گروه‌ها الکترون کشنده هستند؟



شکل ۱۸- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی چند ترکیب آلی دارای حلقه بنزن

۵ تعیین جهت‌گیری برای تشکیل پیوند هیدروژنی در DNA : شمار آمینو اسیدهای آلانین (A) با تیمین (T) و نیز گوانین (G) با سیتوزین (C) در DNA موجود در سلول‌های بدن ما با یکدیگر برابر است.

این برابری و با توجه به گروه‌های عاملی -N-H و -C=O در این مولکول‌ها می‌توان پیش‌بینی کرد در هر مولکول DNA، باید میان A با T و نیز G با C پیوند هیدروژنی برقرار باشد شکل ۱۹، با نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی این آمینو اسیدها چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کند.



شکل ۱۹- تشکیل پیوند هیدروژنی میان A با T و G با C بر اساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

هنر نمایی شاره

از صفحه ۷۵ تا ۷۷

واحد
یادگیری ۴

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان پس از پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ تفاوت نقطه ذوب با نقطه جوش مواد مولکولی و مواد یونی را توضیح دهند.
- ۲ شیوه تشکیل ترکیب‌های یونی دوتایی را در واکنش یک فلز با یک نافلز فعال توضیح دهند.
- ۳ ساختار مواد یونی را از مواد مولکولی و کووالانسی تشخیص دهند و با یکدیگر مقایسه کنند.

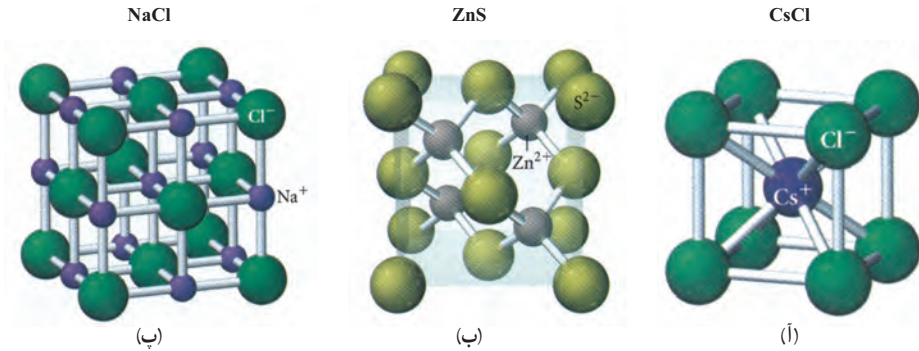
پرسش‌های اساسی

- ۱ نقش مواد یونی و مولکولی، مانند سدیم کلرید و آب در تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی چیست؟
- ۲ روند تولید ترکیب یونی دوتایی در واکنش میان فلزها و نافلزهای فعال چگونه است؟
- ۳ اساس ساختار و شبکه بلوری مواد یونی براساس عدد کوئوردیناسیون چیست؟

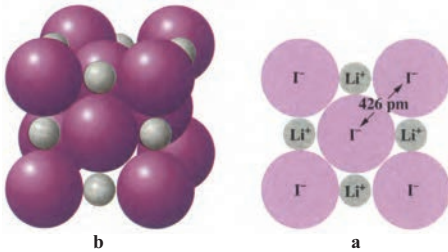
بر دانش خود بیفزایید

می‌دانید که سنگ‌ها از کانی‌ها ساخته می‌شوند به طوری که اغلب آنها حاوی دو یا چند کانی هستند. سنگ نمک از جمله سنگ‌های تک کانی به نام هالیت است. درجه سختی این کانی حدود ۳ بوده و دارای نقطه ذوب بالا، انحلال پذیری قابل توجهی در آب و نیز در حالت مذاب و محلول در آب رسانای برق است. همه این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که در ساختار آن باید یون‌های مثبت و منفی وجود داشته باشد. بلورنگاری پرتو X تأیید می‌کند که هالیت خالص دارای شبکه بلوری منظمی از چپش یون‌های Na^+ و Cl^- است. چنین ویژگی‌هایی برای دیگر ترکیب‌های یونی نیز قابل درک است، اما آنچه اهمیت دارد آشنایی با ساختار این مواد سپس درک رفتار آنهاست. شکل ۲۰، سه نوع سلول واحد^۱ از رایج‌ترین شبکه‌های بلوری را برای ترکیب‌های یونی با فرمول همگانی MX (حاوی یون‌های M^{n+} و X^{n-}) نشان می‌دهد.

۱- سلول واحد به هر یک از واحدهای تکراری در شبکه بلوری ماده گفته می‌شود.



شکل ۲۰- سه نوع سلول واحد از شبکه بلوری برای ترکیب‌های یونی MX



شکل ۲۱- فاصله مرکز کاتیون تا مرکز آنیون در لیتیم یدید

در این سلول‌ها فاصله مرکز کاتیون و آنیون مجاور آن را با r نمایش می‌دهند که برابر با مجموع شعاع کاتیون (r_+) با شعاع آنیون (r_-) است (شکل ۲۱).

کمیت‌های r و در پی آن r_+ و r_- برای تعیین عدد کوئوردیناسیون راهگشا هستند، به طوری که اگر $1 > \frac{r_+}{r_-} \geq 0.73$ باشد عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۸ خواهد بود. این عدد کوئوردیناسیون با الگوی واحد CsCl همخوانی دارد که در آن یون Cs^+ در مرکز مکعب و یون‌های Cl^- در هشت رأس مکعب جای دارند.

اگر $0.73 > \frac{r_+}{r_-} \geq 0.414$ باشد، عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۶ بوده و نشان‌دهنده الگوی سلول واحد NaCl است که در آن هر یون Na^+ در مرکز هشت وجهی و یون‌های Cl^- در شش رأس آن جای دارند.

اما اگر $0.414 > \frac{r_+}{r_-} \geq 0.225$ باشد، عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۴ بوده و نشان‌دهنده الگوی سلول واحد ZnS است که در آن هر یون Zn^{2+} در مرکز چهاروجهی و یون‌های S^{2-} در چهار رأس آن جای دارند.

ترکیب‌های یونی NH_4Cl ، NH_4Br و CsBr در ساختار سزیم کلرید، ترکیب‌های یونی NH_4I ، AgF و KCl ، NaBr ، KBr ، CuCl و AgI ، BaS و CaO ، MgO ، NaBr ، KBr ، KCl در ساختار سدیم کلرید و ترکیب‌های یونی CdS در ساختار روی سولفید متبلور می‌شوند.

نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت‌ها و فاصله‌ها به یون‌ها وارد می‌شود

می‌دانید هنگامی که بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 به فاصله r از یکدیگر باشند، انرژی پتانسیل میان آنها متناسب با $\frac{q_1 q_2}{r}$ خواهد بود. اینک یون‌های مثبت و منفی را در شبکه بلوری سدیم کلرید در نظر بگیرید که برای آنها $r = r_+ + r_- = 280 \text{ pm}$ است. یون‌های Na^+ و Cl^- دارای بار الکتریکی $C \times 10^{-19}$ و $1/6 \times 10^{-19}$ است.

انرژی پتانسیل جاذبه‌ای برای یون Na^+ که در مرکز هشت‌وجهی با شش یون Cl^- احاطه شده، برابر است با:

$$V_1 = \frac{(-e)(6e)}{r} = \frac{-6e^2}{r}$$

پس از این شش یون Cl^- پیرامون Na^+ ، در شبکه بلوری ۱۲ یون Na^+ هر یک به فاصله \sqrt{r} از یون Na^+ مرکزی جای دارند که انرژی پتانسیل دافعه‌ای برای آنها برابر است با:

$$V_2 = \frac{(-e) \times 12(-e)}{r\sqrt{2}} = \frac{12e^2}{r\sqrt{2}}$$

اگر به همین ترتیب از یون Na^+ مرکزی دور شده و انرژی پتانسیل جاذبه‌ها و دافعه‌ها برای آن محاسبه شود، خواهیم داشت:

$$\Sigma V_i = -\frac{e^2}{r} \left(6 - \frac{12}{\sqrt{2}} + \frac{8}{\sqrt{3}} - \dots \right) = -\frac{e^2}{r} \cdot A$$

مجموع انرژی‌های پتانسیل (V_m) برای یک مول سدیم کلرید برابر است با:

$$V_m = N_A \cdot \Sigma V_i = -\frac{e^2}{r} \cdot N_A \cdot A$$

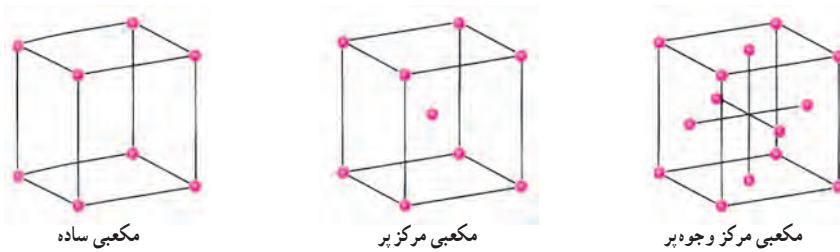
از آنجا که همه کمیت‌ها در این رابطه (r و e ، N_A ، A) مثبت هستند پس $V_m < 0$ بوده که این ویژگی غالب بودن جاذبه‌ها را بر دافعه‌ها در شبکه بلوری ترکیب یونی نشان می‌دهد. این روند محاسبه را می‌توان برای همه انواع شبکه‌های بلوری با فرمول همگانی MX (حاوی M^{n+} و X^{n-}) به کار برد اما مقدار A برای آن تفاوت دارد.

ثابت A برای بلورهایی همانند NaCl برابر با $1/748$ ، برای بلورهایی مانند CsCl برابر با $1/763$ و برای بلورهایی مانند ZnS برابر با $1/641$ است.

A را ثابت مادلونگ می‌نامند که برای سدیم کلرید نشان می‌دهد که اگر این مول یون Na^+ و یک مول یون Cl^- در شبکه بلوری باشند، میزان نیروی جاذبه میان آنها $1/748$ برابر زمانی است که یک مول سدیم کلرید از جفت یون‌های Na^+Cl^- تشکیل شده باشند.

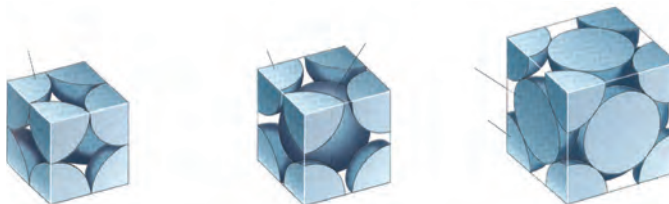
جامدهای بلورین و شبکه بلوری

جامدهای بلورین به جامدهایی گفته می‌شود که ساختاری منظم از اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها دارند. اگر مکان هر یک از اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها را با نقطه نمایش دهید، آرایه منظمی از نقطه‌ها در سه بعد پدید می‌آید که شبکه بلور نامیده می‌شود. این شبکه بلور در واقع تکرار آرایش سلول واحد است. برای نمونه هر سلول واحد مکعبی می‌تواند یکی از الگوهای شکل ۲۲ را داشته باشد.



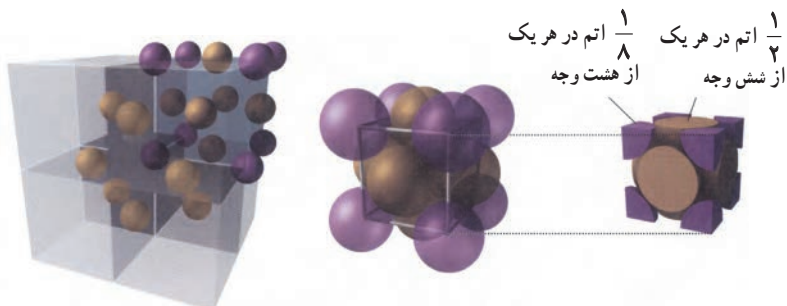
شکل ۲۲- سه نوع سلول مکعبی

اغلب فلزها ساختار بلوری با سلول واحد مکعبی دارند که در هر نقطه از شبکه تنها یک اتم جای دارد. با این توصیف می‌توان برشی از سلول واحد مکعبی فلزها مطابق شکل ۲۳ تصور کرد.


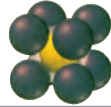
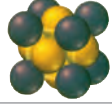


شکل ۲۳- سهم اتم‌ها در سه نوع سلول مکعبی

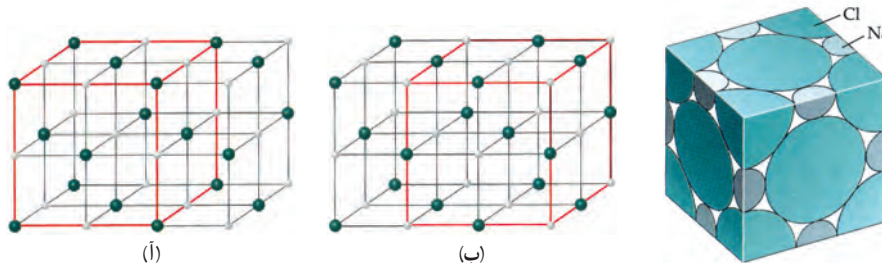
اگر این سه نوع سلول مکعبی برای ترکیب‌های یونی نیز در نظر گرفته شوند، می‌توان ویژگی‌های آنها را در جدولی درج کرد. جدول ۳ نمونه‌ای از این ویژگی‌هاست.



جدول ۳- برخی ویژگی‌های سلول‌های واحد مکعبی

نام سلول مکعبی	درصد حجم اشغال شده	طول ضلع بر حسب r	عدد کوئوردیناسیون	ساختار	اتم‌ها در هر سلول
مکعبی ساده	۵۲٪	2r	۶		۱
مکعبی مرکز بر	۶۸٪	$\frac{4r}{\sqrt{3}}$	۸		۲
مکعبی مرکز وجوه بر	۷۴٪	$2\sqrt{2}r$	۱۲		۴

سدیم کلرید دارای سلول واحد مکعبی مرکز پر است، برای درک ساختار آن به شکل ۲۴ توجه کنید.



شکل ۲۴- نمایش سلول واحد سدیم کلرید

مطابق شکل بالا، یون‌ها در گوشه‌ها، یال‌ها و وجوه با دیگر سلول‌های واحد به اشتراک گذاشته می‌شوند، به طوری که $\frac{1}{4}$ یون Na^+ روی ضلع و یک یون Na^+ در مرکز مکعب است در حالی که - یون Cl^- در هر گوشه و $\frac{1}{4}$ آن روی هر وجه است. با این توصیف :

$$\text{Na}^+ \text{ سهم} \rightarrow \begin{cases} \text{ضلع} = 12 (\text{ضلع}) \times \frac{1}{4} (\text{Na}^+) \times \text{روی هر ضلع} = 3\text{Na}^+ \\ \text{مرکز} = 1 (\text{مرکز}) \times 1 (\text{Na}^+) \times \text{در هر مرکز} = 1\text{Na}^+ \end{cases}$$

$$\text{Cl}^- \text{ سهم} \rightarrow \begin{cases} \text{گوشه} = 8 (\text{گوشه}) \times \frac{1}{8} (\text{Cl}^-) \times \text{در هر گوشه} = 1\text{Cl}^- \\ \text{وجه} = 6 (\text{وجه}) \times \frac{1}{4} (\text{Cl}^-) \times \text{در هر وجه} = 3\text{Cl}^- \end{cases}$$

هر سلول واحد دارای 4Na^+ و 4Cl^- بوده که با استوکیومتری فرمولی ترکیب یعنی NaCl همخوانی دارد.

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ چگالی بار یون را توضیح دهند.
- ۲ تأثیر چگالی بار یون‌های سازنده یک ترکیب روی میزان جاذبه میان آنها را درک کنند.
- ۳ آنتالپی فروپاشی شبکه را به‌عنوان کمیتی برای مقایسه استحکام شبکه آنها به کار گیرند.
- ۴ اثر شعاع آنیون و کاتیون روی آنتالپی فروپاشی شبکه بلوری مواد یونی را توضیح دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اهمیت شعاع و چگالی بار یون روی نیروهای جاذبه میان آنها چیست؟
- ۲ چه شاخصی می‌تواند استحکام شبکه بلوری ترکیب‌های یونی را در مقایسه با یکدیگر نشان دهد؟
- ۳ میزان برهم‌کنش کاتیون عنصرهای گروه ۱ و ۲ همراه با آنیون عنصرهای گروه ۱۶ و ۱۷ چگونه تغییر می‌کند؟

کدام پیوند یونی و کدام پیوند کووالانسی است؟

هر یک از مولکول‌های دو اتمی H_2 و HCl تنها دارای یک پیوند اشتراکی در ساختار خود هستند اما تفاوت آشکاری در گشتاور دو قطبی دارند. پیوند یگانه در ساختار مولکول هیدروژن به‌طور عمده اشتراکی بوده در حالی که برای پیوند در مولکول هیدروژن کلرید خصلت اشتراکی بیشتر از خصلت یونی پیوند است. لینوس پاولینگ، گشتاور دو قطبی را مبنایی برای محاسبه خصلت یونی چنین پیوندهایی در نظر گرفت، به طوری که اگر پیوند در HCl صددرصد یونی باشد، باید در ساختار آن یون‌های H^+ و Cl^- دارای یک واحد بار الکتریکی ($C = 10^{-19} \times 1/6$) ناهمنام باشند. طول این پیوند برابر با 127 pm است؛ از این‌رو گشتاور دو قطبی H^+Cl^- برابر خواهد بود با :

$$2/03 \times 10^{-29} \text{ Cm} = (1/27 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (1/6 \times 10^{-10} \text{ m}) = (1/6 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (\text{فاصله}) \times (\text{بار}) = \text{گشتاور دو قطبی}$$

از آنجا که گشتاور دو قطبی با یکای دبابی (D) گزارش می‌شود پس :

$$1D = 3/34 \times 10^{-30} \text{ Cm}$$

$$H^+Cl^- \text{ گشتاور دو قطبی} = 2/0.3 \times 10^{-29} \text{ Cm} \times \frac{1D}{3/34 \times 10^{-30} \text{ Cm}} = 6/0.8D$$

این در حالی است که گشتاور دو قطبی HCl براساس داده‌های تجربی $1/0.3D$ است، با این توصیف پیوند HCl حدود $16/9\%$ خصلت یونی دارد، زیرا :

$$\text{گشتاور دو قطبی تجربی} \div \text{گشتاور دو قطبی نظری} \times 100 = \frac{1/0.3D}{6/0.8D} \times 100 = 16/9\%$$

درصد خصلت یونی پیوند

محاسبه‌هایی از این دست نشان می‌دهد که شمار اندکی از پیوندهای یونی و برخی کووالانسی خالص هستند، گویی اغلب پیوندها در گستره یونی خالص تا کووالانسی خالص جای دارند. در واقع هرچه تفاوت خصلت نافلزی اتم‌ها در پیوند اشتراکی بیشتر باشد، خصلت یونی پیوند بیشتر است. نکته جالب اینکه برای یک فلز معینی که می‌تواند چند عدد اکسایش متفاوت در نمک‌های خود داشته باشد، هرچه عدد اکسایش کاتیون آن در نمک بیشتر باشد، خصلت یونی پیوندهای آن کمتر است (جدول ۴).

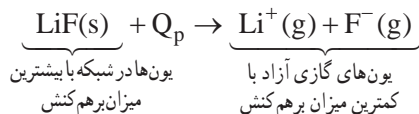
جدول ۴ - مقایسه برخی خواص آهن (II) و آهن (III) برمید

ترکیب	شکل فیزیکی	دمای ذوب (°C)	دمای جوش (°C)	چگالی (g.cm ⁻³)
آهن (II) برمید	زرد - قهوه‌ای، نم گیر، بلور هگزاگونال	۶۹۱	تجزیه می‌شود	۴/۶۳
آهن (III) برمید	قرمز تیره، نم گیر، بلور هگزاگونال	تجزیه می‌شود	-	۴/۵۰

این جدول نشان می‌دهد که FeBr_۲ خواص یونی آشکارتری دارد، چنین تفاوت‌هایی در دیگر نمک‌ها نیز وجود دارد. برای نمونه SnCl_۴، ترکیبی با دمای بالا بوده که در حالت مذاب رسانای برق است در حالی که SnCl_۲، بلورهای نرمی دارد که در $30/2^\circ\text{C}$ ذوب شده و به حالت مایع، نارساناست. ویژگی‌های SnCl_۲ شباهت بسیاری به مواد مولکولی دارد.

چرخه بورن - هابر، قانون هیس برای برآورد آنتالپی فروپاشی شبکه

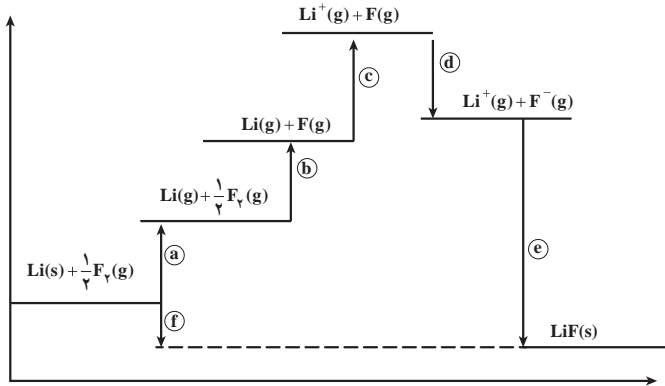
شبکه بلوری لیتیم فلوئورید را در نظر بگیرید؛ با صرف گرما در فشار ثابت می‌توان یک مول از آن را به یون‌های گازی سازنده و جدا از هم تبدیل کرد.



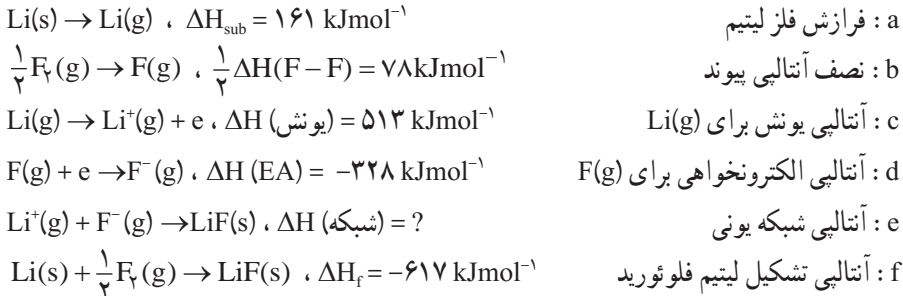
در واکنش‌هایی از این دست، Q_p هم‌ارز با آنتالپی فروپاشی شبکه یونی است که می‌توان این کمیت را با استفاده از آنتالپی واکنش‌های معلوم و به کمک قانون هس به دست آورد با این فرض که یون‌ها در شبکه بلوری

گوی‌های سخت (بدون تغییر شکل ابرالکترونی) و باردار بوده که تنها نیروهای الکتروستاتیکی به یکدیگر وارد نموده و پیوندها همگی 100% یونی هستند.

شکل ۲۵ نمودار، چرخه بورن - هابر را برای تشکیل شبکه بلوری لیتیم فلوئورید نشان می‌دهد.



شکل ۲۵- نمودار چرخه بورن - هابر برای تشکیل LiF(s)



$$\Delta H_f = \Delta H_{\text{sub}} + \frac{1}{2} \Delta H(\text{F}-\text{F}) + \Delta H (\text{یونش}) + \Delta H(\text{EA}) + \Delta H (\text{شبکه})$$

$$\Delta H (\text{شبکه}) = -1041 \text{ kJmol}^{-1}$$

براساس این محاسبه آنتالپی فروپاشی شبکه بلوری لیتیم فلوئورید برابر است:

$$\Delta H (\text{فروپاشی}) \rightarrow -\Delta H (\text{شبکه}) = +1041 \text{ kJmol}^{-1}$$

آنتالپی فروپاشی شبکه LiF(s) که از داده‌های تجربی به دست آمده، 1037 kJmol^{-1} است. البته هرچه اندازه یونها و بار الکتریکی آنها بیشتر شود، تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکه از چرخه بورن - هابر و داده‌های تجربی بیشتر خواهد شد.

توجه کنید که این تفاوت برای نمک‌های حاوی کاتیون $3+$ و نیز نمک‌های حاوی آنیون $3-$ بیشتر خواهد بود، زیرا کاتیون‌های $3+$ در شبکه بلوری خصلت یونی کمتری در پیوندها داشته و آنیون‌های $3-$ ، دچار تغییر شکل ابرالکترونی و واپیچش خواهند شد.

فلزها
از صفحه ۸۱ تا ۸۶

واحد
یادگیری ۶

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ مدل دریای الکترونی را توضیح دهند و برای توصیف برخی رفتارهای فیزیکی فلزها از آن بهره گیرند.
- ۲ برهم‌کش نورمندی با اجسام و چشم بیننده را توضیح دهند.
- ۳ درباره اهمیت فلزها در زندگی به‌ویژه تیتانیوم در دنیای امروز گزارشی ارائه دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اساس مدل دریای الکترونی چیست؟
- ۲ رسانایی الکتریکی و شکل‌پذیری فلزها براساس مدل دریای الکترونی چگونه رخ می‌دهد؟
- ۳ چرا بسیاری از مواد و اجسام رنگی دیده می‌شوند؟

بردانش خود بیفزایید

انسان از دیرباز گفتنی‌های خود را با نقاشی بیان نموده و در این راستا از رنگ‌دانه‌های گوناگونی استفاده می‌کرد. از جمله این رنگ‌دانه‌ها، مواد معدنی حاوی کاتیون‌های دسته d است. فلزهای دسته d (گروه ۳ تا ۱۲ جدول دوره‌ای) چه به شکل خالص و چه به شکل آلیاژ کاربردهای گسترده‌ای دارند (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- برخی کاربردهای فلز واسطه

اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب (کانی) یافت می‌شوند که استخراج آنها اهمیت ویژه‌ای دارد (جدول ۵).

جدول ۵- متالورژی برخی فلزهای واسطه

فلز	کانی	روش جداسازی	حد واسطه	عامل کاهش (کاهنده)
Ti	TiO _۲	کلردار کردن	TiCl _۴	Mg
Cr	FeCr _۲ O _۴	برشته کردن	Cr _۲ O _۳	Al
Mn	MnO _۲		Mn _۲ O _۳	Al
Fe	Fe _۲ O _۳	تشکیل سرباره	(a)	C
Co	CoAsS	برشته کردن	CoO	C
Ni	Ni _۳ S _۸	کمپلکس کردن	Ni(CO) _۴	H _۲
Cu	CuFeS _۲	کانه شویی	Ci ^{۲+} (b)	
Zn	ZnS	برشته کردن	ZnO	C
Mo	MoS _۲	برشته کردن	MoO _۳	H _۲
W	CaWO _۴	کانه شویی	WO _۴ ^{۲-} , WO _۳	H _۲
Au	Au	کانه شویی	[Au(CN _۲)] ⁻	Zn
Hg	HgS	برشته کردن	(c)	S ^{۲-}

(آ) کلسیم سیلیکات به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

(ب) یون سولفات به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

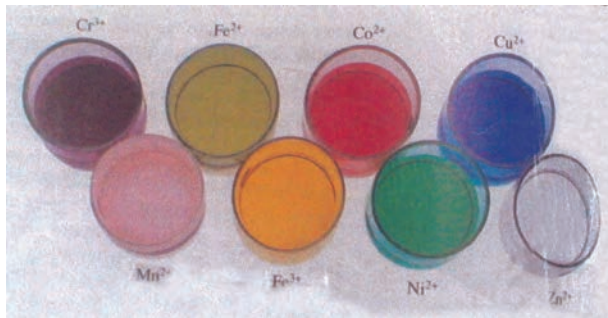
(پ) گاز گوگرد دی‌اکسید به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

از ویژگی‌های بارز فلزهای ۳d می‌توان به تنوع اعداد اکسایش آنها در ترکیب گوناگون اشاره کرد که سبب ایجاد ترکیب‌های رنگی می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶- تنوع اعداد اکسایش در عنصرهای ۳d

Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc
(+۱)	+۱	(+۱)	(+۱)		(+۱)	(+۱)	(+۱)		
+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	(+۲)	+۲	
	(+۳)	+۳	+۳	+۳	(+۳)	+۳	+۳	+۳	+۳
		(+۴)	(+۴)	(+۴)	+۴	(+۴)	+۴	+۴	
				(+۵)	(+۵)	(+۵)	+۵		
				(+۶)	(+۶)	+۶			
					+۷				

مطابق این جدول، به جز اسکاندیم و روی که تنها یک عدد اکسایش در ترکیب‌های خود دارند، دیگر عنصرها بیش از یک نوع عدد اکسایش را در ترکیب‌ها نشان می‌دهد. تنها عدد اکسایش +۱ مربوط به Cu^+ بوده و رایج‌ترین عدد اکسایش، +۲ است. تنوع عدد اکسایش می‌تواند تنوع رنگ را برای محلول آبی نمک‌های آنها به همراه داشته باشد (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- رنگ محلول آبی برخی نمک‌های عناصر ۳d

اگر عدد اکسایش یون واسطه ۳d برابر با ۳+ یا بیشتر باشد، این یون‌ها آبکافت شده به طوری که آنیون‌های اکسیژن‌دار پدید می‌آورند (شکل ۲۸- آ) به طوری که برای این یون‌ها با عدد اکسایش +۵، +۶ و +۷ آنیون‌های متنوعی وجود دارند که به عنوان اکسنده در واکنش‌ها به کار می‌روند (شکل ۲۸- ب).



(ب)



(آ)

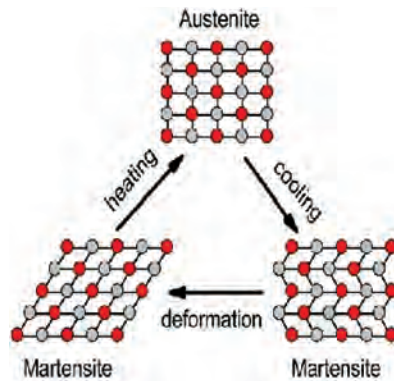
شکل ۲۸- (آ) تنوع رنگ برای منگنز با اعداد اکسایش گوناگون
(ب) محلول آبی برخی نمک‌های پتاسیم با آنیون‌های اکسیژن‌دار فلزهای واسطه

آلیاژ هوشمند

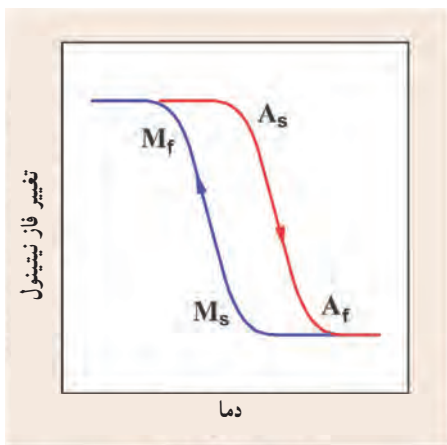
آلیاژها رفتار ویژه‌ای دارند و گاهی رفتار آنها هوشمندانه به نظر می‌رسد. برای نمونه آلیاژهایی تهیه شده‌اند که اگر گرم شوند یا در فشار قرار گیرند می‌توانند دوباره به حالت آغازی بازگردند. این ویژگی سبب شد که آنها را هوشمند بخوانند. از این آلیاژها در تهیه قاب عینک و چارچوب ارتودنسی استفاده می‌کنند.

از پیش می‌دانید که فرایند ذوب در دما و فشار معینی رخ می‌دهد و در آن یک ماده از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود، به همین علت گفته می‌شود که در فرایند ذوب تغییر فاز برای ماده رخ داده است. این در حالی است که تغییر فاز می‌تواند در حالت جامد هم رخ بدهد به شرط آنکه ماده جامد دارای فازهای گوناگونی باشد. حال اگر ماده جامد بتواند دو فاز اختیار کند می‌توان با تغییر شرایط آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که ساختار بلوری جدید به خود بگیرد.

آلیاژی از نیکل و تیتانیم به نام نیتینول وجود دارد که حاوی مقدار برابری از این دو فلز است که می‌تواند براساس شرایط دو فاز داشته باشد (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- فازهای نیتینول



شکل ۳۰- نمودار تغییر فاز برحسب دما برای نیتینول

نیتینول پس از تهیه در فاز آستنیت است و هنگامی که به دمای پایین و معینی می‌رسد، فاز مارتنسیت به خود می‌گیرد. در این فازها ساختار به گونه‌ای است که گویی اتم نیکل در مرکز مکعبی از اتم‌های تیتانیم و نیز اتم تیتانیم در مرکز مکعبی از اتم‌های نیکل جای دارد. برای تبدیل این فازها به یکدیگر باید به نمودار رویه‌رو توجه کنید.

نمودار صفحه قبل نشان می‌دهد هنگامی که مفتولی از نیتینول (آستینت) در اختیار دارید (a)، پس از گرم شدن دمای آن بالا می‌رود (b)، هنگامی که دمای این مفتول کاهش می‌یابد با گذر دمای انتقال به مارتنسیت تغییر فاز می‌دهد (c)، با کاهش بیشتر دما تغییری در شکل ظاهری آن دیده نمی‌شود (d). اگر در این حالت تحت فشار قرار گیرد و خمیده شود (e)، توانایی دارد تا با این فشار و تغییر دما به شکل آغازی بازگردد (f). در تبدیل این دو فاز به یکدیگر می‌توان گفت با جابه‌جایی اتم‌های نیکل و تیتانیم، تغییر فاز اتم‌ها طوری جابه‌جا شده که همانند لولای در عمل می‌کنند و می‌توانند دوباره به حالت آغازی بازگردند. امروزه از این آلپاژ در ساخت آستینت برای رنگ‌ها و نیز بالن برای بازکردن رگ‌های خونی مسدود شده نیز استفاده می‌شود.

پاسخ پرسش‌های درون فصل

خود را بیازمایید صفحه ۶۷

۱
آ

فرمول شیمیایی	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و ...
نام	سیلیس، سیلیسیم دی‌اکسید	آلومینیم‌اکسید	آب	سدیم‌اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم‌اکسید	طلا و ...

(ب) Fe_۲O_۳

(پ) آب، زیرا ساختار یونی نداشته و برهم‌کنش آن با دیگر ذره‌ها ضعیف‌تر بوده و آسان‌تر جدا می‌شود.

۲ طلا (و دیگر فلزها) همانند (پ)، آب شکل (ب) و اکسید فلزها (به دلیل وجود کاتیون و آنیون) همانند شکل (آ).

با هم ببیندیشیم صفحه ۶۸

۱ (آ) CO_۲ (ب) SiO_۲

۲ (آ) SiO_۲، زیرا وجود و گستردگی پیوندهای اشتراکی در سرتاسر ساختار آن، ایجاد خراش (جابه‌جایی) یا جدا کردن اتم از سطح آن بسیار دشوار است.

(ب) CO_۲، در ساختار آن میان مولکول‌های مجزا برهم‌کنش‌های وان‌در‌الس وجود دارد که از پیوندهای اشتراکی ضعیف‌تر بوده و با صرف انرژی کمتری می‌توان مولکول‌ها را از یکدیگر دور کرد.

خود را بیازماید صفحه ۶۹

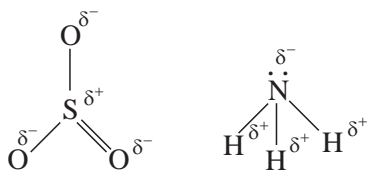
- ۱ آ (۲) چپش دو بعدی (۱) چپش سه بعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد.
 (ب) ساختار (۲) زیرا ساختار لایه‌ای دارد و بین لایه‌ها نیروهای ضعیفی وجود دارد که هنگام نوشتن لایه‌هایی از آن جدا و بر سطح کاغذ می‌نشیند.
 (ب) الماس جامد کوالانسی سه بعدی است که در سرتا سر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند. این ساختار، سخت و برای برش شیشه مناسب است.
 ۲ آ) سیلیسیم همانند الماس یک جامد کوالانسی سه بعدی است با این تفاوت که طول پیوند $\text{Si}-\text{Si}$ از $\text{C}-\text{C}$ در الماس بلندتر و میانگین آنتالپی آن کمتر است، از این رو هنگام ایجاد خراش در سطح آن، اتم‌ها آسان‌تر جابه‌جا یا جدا می‌شوند.
 (ب) سیلیس و سیلیسیم هر دو جامد کوالانسی سه بعدی هستند. اما پیوندهای قوی‌تر $\text{Si}-\text{O}$ در ساختار سیلیس سبب می‌شود که این ماده پایداری بیشتری از سیلیسیم داشته باشد و در طبیعت به میزان بیشتری یافت شود.

خود را بیازماید صفحه ۷۲

- ۱ کوالانسی
 همه
 بالایی
 شمار معینی از
 مولکولی
 پایینی
- ۲ متن پرسش نشان می‌دهد که برای توصیف مواد مولکولی از واژه‌های رایج فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی بهره برد، از این رو موادی مانند $\text{HF}(g)$ ، $\text{Cl}_2(g)$ و $\text{C}_6\text{H}_{12}(l)$ با این واژه‌ها توصیف می‌شوند.

خود را بیازماید صفحه ۷۴

- ۱ اتین زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن بر خلاف کربونیل سولفید متقارن است.



- (ب) NH_3 قطبی است زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن متقارن نیست.

- ۳ در کلروفرم تقارن توزیع بارهای الکتریکی وجود ندارد (شکل حاشیه) از این رو دارای مولکول‌های قطبی است و باید باریکهٔ این مایع در میدان الکتریکی منحرف شود، در حالی که در ساختار کربن تتراکلرید توزیع بار الکتریکی متقارن بوده و گشتاور دو قطبی آن صفر است.

باهم بیندیشیم صفحه ۷۶

۱ آینه‌ها (ب) شماره A (پ) بخار داغ

۲ N_2 ، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن کمتر است.

(ب) $NaCl$ ، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن بیشتر بوده و در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع است.

۳ بیشتر، قوی‌تر

باهم بیندیشیم صفحه ۷۸

۱ در شبکه بلوری ترکیب‌های یونی، آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند. هر کاتیون و آنیون عدد کوئوردیناسیون معینی دارد به طوری که در ساختار آنها مولکول‌های مجزا وجود ندارد.

۲ در همه گروه‌های عناصر اصلی، شعاع اتمی و یون پایدار آنها از بالا به پایین افزایش می‌یابد. در عناصر هم دوره هرچه بار الکتریکی کاتیون بیشتر باشد، شعاع آن کوچک‌تر و هرچه بار الکتریکی آنیون بیشتر باشد، شعاع آن بزرگ‌تر است.

۳

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۹۷	$۱/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$	F^-	۱۳۳	$۷/۵ \times ۱۰^{-۲}$
K^+	۱۳۲/۵	$۷/۵ \times ۱۰^{-۲}$	Cl^-	۱۸۱	$۵/۵۲ \times ۱۰^{-۲}$
Mg^{2+}	۶۶	$۳/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$	O^{2-}	۱۴۰	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲}$
Ca^{2+}	۹۹	$۲/۰۲ \times ۱۰^{-۲}$	S^{2-}	۱۸۴	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$

آ) K^+ کمتر و Mg^{2+} بیشتر

ب) Cl^- کمتر و O^{2-} بیشتر

پ) نیروی جاذبه میان Mg^{2+} با O^{2-} از همه بیشتر خواهد بود، زیرا چگالی بار آنها بیشتر است.

ت) نیروی میان K^+ با Cl^- از همه کمتر خواهد بود زیرا چگالی بار آنها کمتر است.

پاسخ تمرین‌های دوره‌ای

خود را بیازمایید صفحه ۸۰

۱ در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، هر یک از عبارات‌های 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 $\frac{\text{بلور}}{\text{چگالی بار}}$ یون‌های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن $\frac{\text{آسان‌تر}}{\text{دشواری‌تر}}$ فروپاشیده می‌شود.

۲ $717 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ زیرا با توجه به داده‌های موجود در متن درس، آنتالپی فروپاشی شبکه KCl(s) از KBr(s) (چگالی بار Cl^- از Br^-) بیشتر و از NaCl (چگالی بار K^+ از Na^+) کمتر است.

۳ (آ) هر چه شعاع کاتیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

(ب) هر چه شعاع آنیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

۴ (آ) مقایسه NaF با MgF_2 اثر بار کاتیون را در افزایش آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد در حالی که مقایسه Na_2O و MgO اثر افزایش بار آنیون را در آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد.

(ب) بله اغلب ترکیب‌های یونی که دارای آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگ‌تری هستند، نقطه ذوب بالاتری دارند.

با هم بیندیشیم صفحه ۸۲

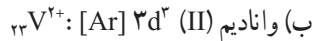
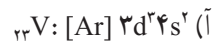
۱ (آ) الکترون‌های ظرفیت، زیرا در فاصله‌های دورتری از هسته هستند و نیروی جاذبه هسته را کمتر احساس می‌کنند.

(ب) آزادانه جابه‌جا شدن الکترون‌های ظرفیت در سرتاسر شبکه بلوری.

(پ) دریای الکترونی فلزها، سیالی با بار الکتریکی منفی است که با جا به‌جایی آزادانه و یکنواخت میان یون‌های شبکه، نیروی یکنواختی به کاتیون‌ها اعمال کرده و آرایش الکترونی آنها را حفظ می‌کند.

۲ آ) (۱) خاصیت چکش خواری یا شکل‌پذیری و (۲) رسانایی الکتریکی فلزها.
 ب) هنگامی که ضربه‌ای به فلز وارد می‌شود، لایه یا لایه‌هایی از کاتیون‌ها در شبکه جا به جا شده و در این تغییر شکل، دریای الکترونی جاذبه میان لایه‌ها را حفظ می‌کند.
 همچنین با ورود الکترون‌ها (Ne^-) از یک سو و خروج همان تعداد از الکترون‌ها و هم‌زمان از سوی دیگر، رسانایی الکتریکی را نشان می‌دهد و این ویژگی به دلیل حرکت آزادانه و یکنواخت دریای الکترونی است.

خود را بیازمایید صفحه ۸۴



ب) با توجه به اینکه شمار الکترون‌های ظرفیت در یون‌ها متفاوت است پس باید رفتار آنها نیز متفاوت باشد، یکی از این تفاوت‌ها در رفتار، رنگ محلول نمک آنها است.
 ت) نقش اکسنداره دارد زیرا اتم‌های روی با از دست دادن الکترون به $Zn^{2+}(aq)$ تبدیل می‌شود (کاهنده).
 در حالی که وانادیم (V) به ترتیب با به دست آوردن الکترون به وانادیم (IV)، وانادیم (III) و وانادیم (II) کاهش می‌یابد (اکسنداره).

باهم بیندیشیم صفحه ۸۵

آ) تیتانیم به دلیل دمای ذوب بالا، چگالی کم و مقاومت در برابر سایش در ساخت موتور جت به کار می‌رود.
 ب) تیتانیم فلزی با چگالی کمتر بوده که در برابر خوردگی و واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا مقاوم است.
 پ) زیبایی، درخشش، شکل‌پذیری مناسب، چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی از جمله ویژگی‌های بارز تیتانیم است که در ساختار بناهای هنرمندانه به کار می‌رود.

پاسخ تمرین‌های دوره‌ای

د) پ

ب) ۱۴

آ) ۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸

۲ آ) جامدهای کوالانسی زیرا ماده‌ای سخت است که به‌عنوان سنباده به کار می‌رود.

ب) چون طول پیوند Si-C در سیلیسیم کربید از C-C در الماس بیشتر و از Si-Si در سیلیسیم کمتر است پس میانگین آنتالپی پیوند میان این دو ماده خواهد بود از این رو سختی آن از الماس کمتر اما از سیلیسیم بیشتر است.

۳ آ) ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای الکتریسیته نیست زیرا در این حالت یون‌ها حرکت انتقالی ندارند و جابه‌جا نمی‌شوند، اما در حالت مذاب یا محلول در آب به دلیل جابه‌جایی یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام رسانایی انجام می‌شود.

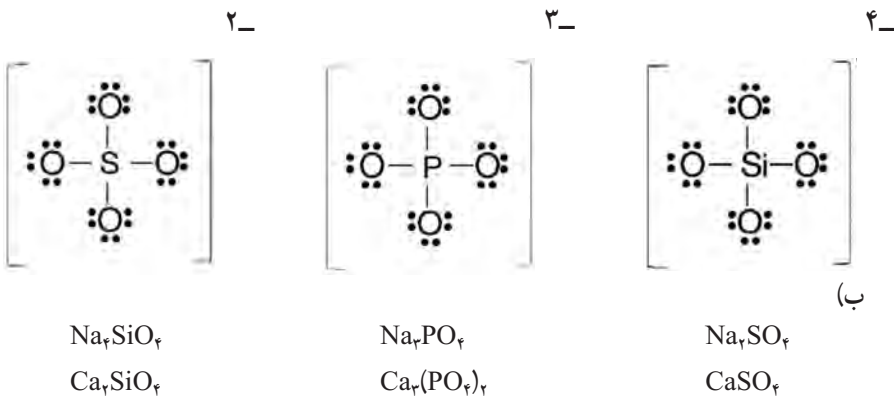
ب) هنگامی که به جامدهای یونی، ضربه‌ای در راستای معین وارد می‌شود با جابه‌جایی لایه یا لایه‌هایی از یون‌ها و قرار گرفتن یون‌های همنام مقابل یکدیگر، نیروهای دافعه آشکاری پدید می‌آید که سبب جدا شدن لایه‌ها از هم می‌شود.

۴ آ) جامدهای کوالانسی به‌طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند (الماس (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیسیم کرید (SiC) و...) از این‌رو شمار محدودی دارند. در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع و تعداد اتم‌های سازنده و همچنین تنوع شیوه اتصال آنها به هم بسیار بیشتر است، برای نمونه اغلب مواد آلی ترکیب‌های مولکولی هستند.

ب) مواد یونی و مواد کوالانسی در دما و فشار اتاق، ترکیب‌هایی جامد هستند به همین دلیل ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، حتماً مواد مولکولی خواهند بود.

ب) در دوره چهارم، پتاسیم یک فلز قلیایی با یک الکترون ظرفیت، کلسیم یک فلز قلیایی خاکی با دو الکترون ظرفیت و تیتانیم فلزی واسطه با چهار الکترون ظرفیت است. واکنش‌پذیری در فلزها به سهولت تشکیل کاتیون وابسته است.

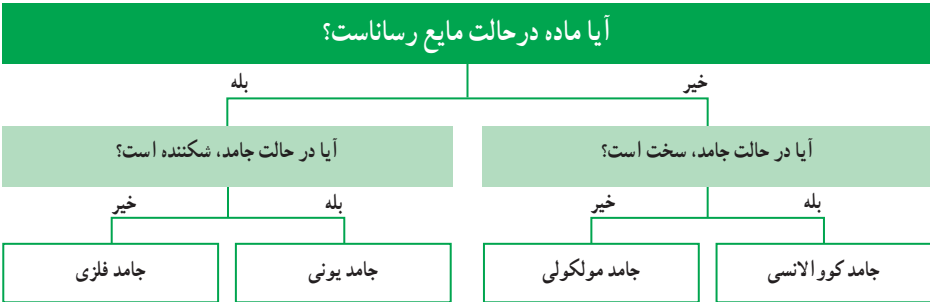
۵ آ)



ب)

۶ آ) پروبان، زیرا توزیع بارهای الکتریکی در آن متقارن است.
 ب) دی متیل اتر، به دلیل قطبی بودن مولکول‌ها، نیروهای جاذبه قوی‌تری میان آنها برقرار شده و آسان‌تر مایع می‌شوند.

۷



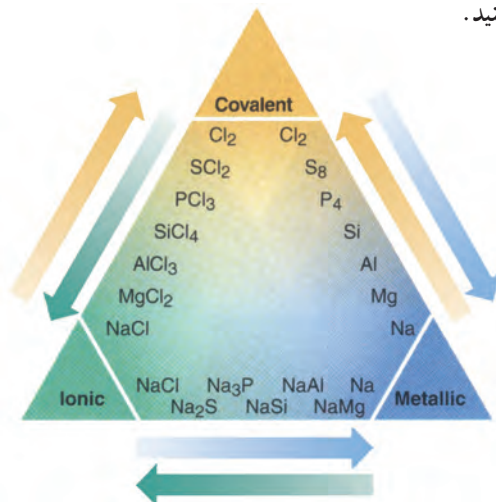
خودارزیابی

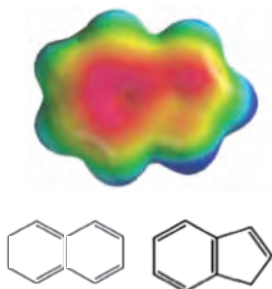
۱ اگر جامد سفیدرنگ و نامحلول در آب در دمای 3000°C فرازش یابد و در حالت جامد رسانای برق نباشد، کدام ماده زیر را انتخاب می‌کنید؟ توضیح دهید.



۲ توضیح دهید چرا اتم سیلیسیم برخلاف کربن در ترکیب‌های خود پیوندهای دوگانه و سه‌گانه تشکیل نمی‌دهد؟

۳ شکل زیر را تفسیر کنید.

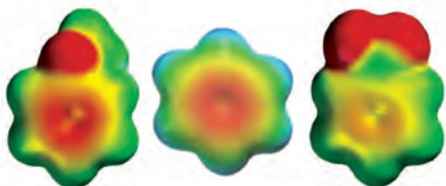




۴ نفتالن و آزولن دو هیدروکربن با فرمول مولکولی $C_{10}H_8$ با نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی روبه‌رو هستند.

آ) پیش‌بینی کنید دمای ذوب کدام یک بالاتر است؟ چرا؟

ب) در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام یک در هگزان بیشتر است؟



تولن

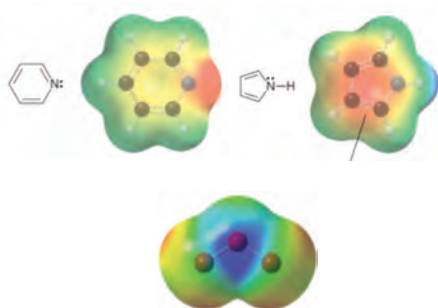
بنزن

تری‌فلوئور و متیل بنزن

۵ با توجه به نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی زیر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) آیا گروه $-CF_3$ ، کشنده الکترون است؟ چرا؟
ب) گشتاور دو قطبی کدام ماده به صفر نزدیک‌تر است؟ چرا؟

ب) بوازین (B_7N_7) ساختاری شبیه بنزن دارد، با رسم ساختار آن پیش‌بینی کنید نقشه پتانسیل آن، چه تفاوت‌هایی با بنزن دارد؟

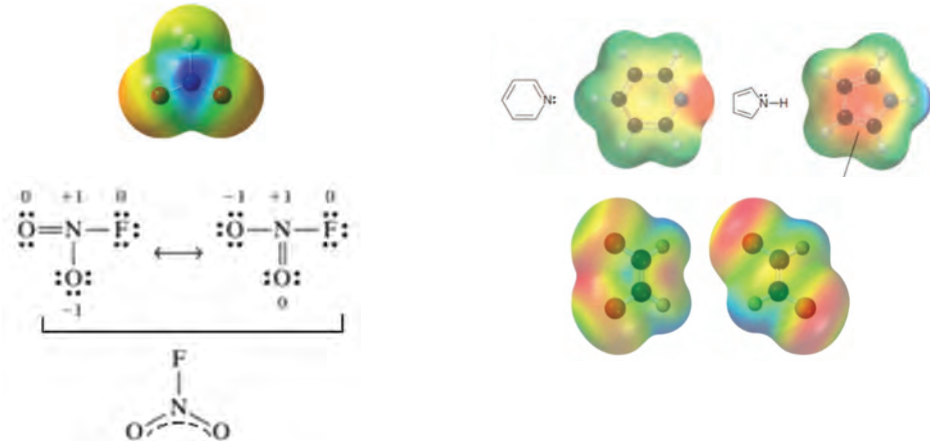


۶ با توجه به نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی روبه‌رو به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آ) پیش‌بینی کنید در کدام ماده، اتم N چرا؟ خصلت بازی بیشتری از خود نشان می‌دهد؟

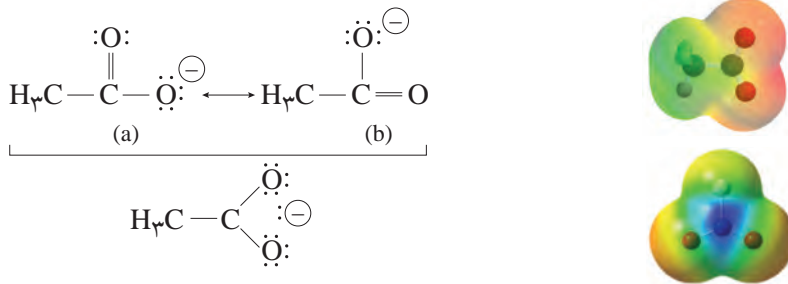
ب) آیا توجیه قطبیت مولکول‌های CO و O_3 با توجه به الکترونگاتیوی اتم‌های سازنده آنها امکان‌پذیر است؟ توضیح دهید.

۷ در هر مورد مشخص کنید گشتاور دو قطبی کدام یک بزرگ‌تر است؟



۸ در هر مورد مشخص کنید نقشه پتانسیل با کدام ساختار همخوانی دارد؟

(آ) یون استات



۹ اگر آنتالپی فروپاشی شبکه از رابطه $\frac{1}{0.7 \times 10^5} \gamma |Z+Z_1|$ برحسب ژول برآورد شود، این کمیت

را برای MgF_2 و K_2O برآورد و مقایسه کنید.

γ : شمار یون‌ها در فرمول شیمیایی،

Z و Z_1 : بار الکتریکی کاتیون و آنیون

r_+ و r_- : شعاع کاتیون و آنیون

$$r(F^-) = 133, \quad r(O^{2-}) = 140, \quad r(K^+) = 138, \quad r(Mg^{2+}) = 72 \text{ pm}$$

۱۰ پوست پرتقال و محلول آبی پتاسیم دی کرومات هر دو به رنگ نارنجی دیده می‌شوند، سازوکار

دیده شدن رنگ نارنجی برای این دو نمونه را توضیح دهید.

- ۱ اصول شیمی عمومی، مارتین سیلبربرگ، ترجمه: دکتر مجید میرمحمدصادقی – دکتر غلامعباس پارسافر – دکتر محمدرضا سعیدی، انتشارات نوپردازان، سال ۱۳۹۴.
- ۲ شیمی عمومی، بروس ادوارد برستن، تئودور لسلی براون، هرولد یوجین لی می جونیور، ترجمه: محمد محمودی هاشمی، علی عزآبادی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۹۵.
- ۳ شیمی عمومی، چارلز مور تیرمر، ترجمه: عیسی یآوری، انتشارات دانشگاهی، سال ۱۳۹۵.
- ۴ Silberberg, M. S. , Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- ۵ Reger, D. L. ,Goode, S. R. Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- ۶ Kotz, John C. ; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity, 2006, Thomson - Brooks/Cole.
- ۷ Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D., General Chemistry, 2009, Brooks/Cole.
- ۸ Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, 2010, Pearson.
- ۹ Russo, S.; Silver, M., Introductory Chemistry, 2011, Prentice Hall.
- ۱۰ Phillips, J.S.; Stozak, V.S.; Wistrom, C.; Zike, D. Chemistry, Concepts and Applications, 2009, Glencoe McGraw- will.
- ۱۱ Gilbert, T.R.; kirss, R.V., Foster, N.; Davies, Chemistry, the science context, 2009, W.W. Norton & Company.
- ۱۲ Middlecamp Catherine H. [et al.] Chemistry In Context: Applying Chemistry To Society, 2012.
- ۱۳ Seager Spencer L., Slabaugh Micheal R., Chemistry for Today General, Organic, and Biochemistry, 2014.
- ۱۴ Tro Nivaldi J., Chemistry in Focus, A Molecular View of Our World, 2009
- ۱۵ Chang Raymond, Chemistry. 2010
- ۱۶ Burdge, J.; Overby, J., Chemistry (atom first), Mc Graw Hill, 2018
- ۱۷ Zumdahl, S.S.; Zumdahl, S.A.; DeDoste, D.J., Chemistry, CENGAGE Learning, 2018
- ۱۸ NCNurry, J.E.; FAY R.C., General Chemistry, Pearson, 2014.
- ۱۹ Smith, J.G., Principles of General, Organic & Biological Chemistry, Mc Graw Itill, 2012.
- ۲۰ Chastko, A.; Goldie, J.; Mustoe, F.; Phillips, I., Searle, S., Inquiry into Chemistry, Mc Graw Itill, 2007.

۲۱ ویژه نامه پایه دوازدهم، محمود امانی طهرانی، شرکت افست، سال ۱۳۹۷



معلمان محترم و صاحب نظران گرامی می توانم نظر اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از

طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴/۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و پیام نگار (Email)

talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفترتالیف کتاب های درسی عمومی متوسطه نظری

