بسم الله الرحمن الرحیم

شیمی

فنی و حرفه‌ای ـ کاردانش

دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۵

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: شیمی ـ ۲۱۰۱۵۱
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، افشار بهمنی، سعیده سلمانی زارجی (اعضای شورای برنامه‌ریزی) بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، مجتبی خشنود، سعیده سلمانی زارجی، ماشاءالله سلیمانی طبع، داریوش شرفی، مصطفی فخرایی (اعضای گروه تألیف)ـ حسین داوودی (ویراستار)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) ـ مرجان اندرودی (طراح جلد وصفحه‌آرا)- مریم دهقان زاده(رسام)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtexbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن :** ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰،
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۵

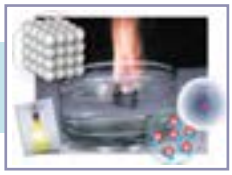
کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است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

شابک ۷- ۲۵۴۸ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 2548–7**

اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن‌را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان‌شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت‌تان این است که کار بکنید. این عبادت است.

امام‌خمینی (قُدِّسَ سِرُّه‌الشَّریف)

فهرست



فصل اول

ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی ۱۰

مروری بر ساختمان اتم ۱۲
نمایش عناصر (نماد شیمیایی) ۱۳
رادیو ایزوتوپ ۱۴
نحوهٔ توزیع الکترون‌ها در اتم ۱۵
جدول تناوبی عنصرها ۱۶
دسته‌بندی عناصر ۱۸
اتصال اتم‌ها به هم ۲۱
پیوندهای شیمیایی ۲۱
پیوند یونی و ترکیب‌های یونی ۲۲
پیوند کووالانسی و مواد مولکولی ۲۵
آنچه آموختیم در یک نگاه ۲۸
ارزشیابی پایان فصل ۲۹

فصل دوم

فرایندهای شیمیایی ۲۶

مفهوم دما و گرما ۳۲
مفهوم دما ۳۲
مفهوم گرما ۳۴
واکنش‌های شیمیایی ۳۴
معادله شیمیایی ۳۴
نسبت مواد در واکنش ۳۶
شمارش اتم‌ها ۳۷
اتم گرم و مولکول گرم ۳۹
گرما شیمی ۴۰
سطح انرژی ۴۲
سرعت واکنش ۴۵
عوامل مؤثر بر سرعت واکنش ۴۶
آنچه آموختیم در یک نگاه ۴۸
ارزشیابی پایان فصل ۴۹

فصل سوم

محلول و کلوئید ۵۰

محلول و انحلال پذیری ۵۲
برخی حلّال‌های مایع پر کاربرد ۵۳
حل شدن قند و نمک در آب ۵۴
انحلال پذیری ۵۵
عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها ۵۷
غلظت محلول ۵۹
درصد جرمی ۵۹
قسمت در میلیون ۶۰
غلظت مولی یا مولار ۶۱
کلوییدها ۶۳
ویژگی‌های دیگر کلوییدها ۶۵
بررسی کلوییدها از جنبهٔ کاربردی ۶۷
آنچه آموختیم در یک نگاه ۷۰
ارزشیابی پایان فصل ۷۱

فصل چهارم

الکتروشیمی ۷۲

واکنش‌های اکسایش و کاهش ۷۵
سلول‌های الکتروشیمیایی ۷۷
برق کافت ۸۱
آبکاری فلزها ۸۲
خوردگی آهن ۸۳
راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن ۸۵
آنچه آموختیم در یک نگاه ۸۶
ارزشیابی پایان فصل ۸۷

فهرست

فصل پنجم

ترکیب‌های کربن‌دار ۸۸

عنصر کربن ۹۰
مقایسهٔ ترکیب‌های آلی و معدنی ۹۱
هیدروکربن‌ها ۹۱
آلکان‌ها ۹۱
آلکان‌های شاخه‌دار ۹۳
آلکن‌ها ۹۵
آلکین‌ها ۹۶
هیدروکربن‌های حلقوی ۹۷
گروه‌های عاملی ۹۸
شیمی سبز ۱۰۲
نانو ساختارهای کربنی ۱۰۳
نانو لوله کربنی ۱۰۳
گرافن ۱۰۳
فولرن ۱۰۴
آنچه آموختیم در یک نگاه ۱۰۵
ارزشیابی پایان فصل ۱۰۶

واژه نامه ۱۰۷
منابع ۱۱۲

دبیران محترم، صاحب‌نظران هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران – صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴ – گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند. وب‌گاه : www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با دبیران محترم

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 است و از گسترهٔ وسیعی از روش‌های تحقیق بهره می‌برد. در حوزه علوم پایه، اندیشمندان مسلمان، مباحثی را بنیان‌گذاری نمودند که نشان از اهمیت آن دارد. علوم پایه نظری، بنیان و ارکان تمامی شاخه‌های دانش بشری و رشته‌های دانشگاهی محسوب می‌شود. بسیاری از دانشگاه‌های کشورهای توسعه یافته سالانه با بهره‌جویی از علوم پایه، زمینه‌های توسعه را در قلمرو صنعتی، علمی و فنی به وجود آورده و توانسته‌اند با بهره‌مندی از این حوزه، شاخص تولید علم را توسعه دهند.

از نظر بیشتر کارشناسان و نخبگان علمی کشور توجه به اهمیت و جایگاه علوم پایه است که تولید علم را برای کشور در پی خواهد داشت. این امر زمانی میسر می‌شود که جایگاه واقعی خود را در نظام آموزشی پیدا کند و اصلاحات جدی در شیوه‌ها و روش‌های یاددهی - یادگیری و تکنیک‌های آموزشی و نیز استفاده از ابزار و تجهیزات آزمایشگاهی در این دروس انجام شود. در چارچوب ایده والای «نهضت تولید علم» که از سوی رهبر فرزانه انقلاب اسلامی مطرح شده است، دفتر تالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش خوشه دروس شایستگی‌های پایه فنی را در برنامه‌های درسی رشته‌های فنی و مهارتی طراحی و محتوای بسته یادگیری آن را تولید نمود. درس شیمی از جمله دروس این خوشه می‌باشد که برنامه درسی آن برای رشته‌های فنی و حرفه‌ای وکاردانش طراحی و تدوین شده است. بسته یادگیری درس شیمی شامل کتاب درسی برای هنرجویان عزیز و کتاب راهنمای معلم برای دبیران محترم می‌باشد. محتوای کتاب با مثال‌ها و فعالیت‌های کاربردی و هنرجو محور، فعال و متناسب با رشته‌های فنی و مهارتی توسط مؤلفان گروه علوم پایه دفترتألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش طراحی و تدوین شده است.

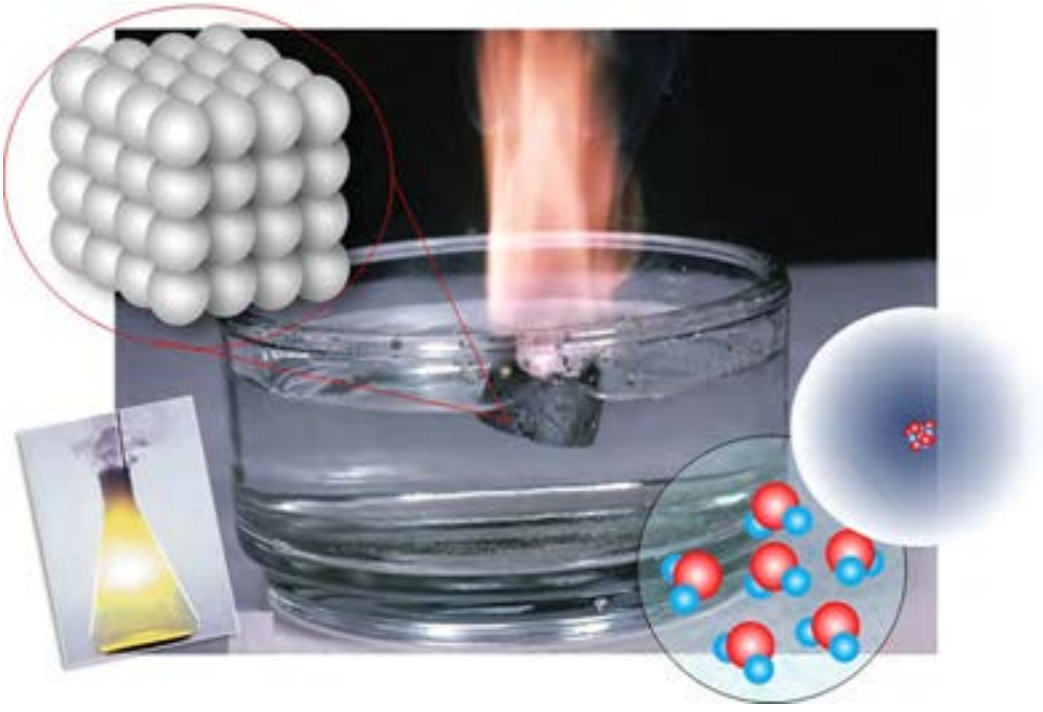
سخنی با هنرجویان عزیز

یادگیری علوم تجربی، بینش عمیق نسبت به درک دنیای اطراف و زمینه‌ساز شکر خالق متعال از طریق فهم عظمت خلقت خواهد بود. پرورش علمی و برخوردارشدن از سواد علمی فناورانه شما هنرجویان در بعد شخصی و فردی از لازمه های زندگی سالم و موفقیت آمیز، و در بعد اجتماعی لازمه بقای با عزت و توسعه پایدار ایران اسلامی است. از این رو رشد و ارتقاء توانمندی‌ها و شایستگی‌های شما در عرصه علوم تجربی، به ایفای نقش سازنده در ارتقاء سطح زندگی فردی، خانوادگی، ملی و جهانی می انجامد. از سوی دیگر با توجه به وابستگی روز افزون ابعاد گوناگون زندگی انسان از جمله در بخش مهارت‌آموزی به علوم پایه آموزش آن را ضروری می‌نماید.

درس شیمی یکی از دروس خوشه شایستگی‌های پایه فنی است که برای شما هنرجوی عزیز برنامه‌ریزی شده است و بستهٔ آموزشی آن شامل کتاب درسی و فیلم آموزشی می‌باشد. مثال‌ها و فعالیت‌های آن متناسب با رشته‌های تحصیلی فنی و حرفه‌ای تدوین شده است.

فصل اول

ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی



اتم‌ها چگونه‌اند؟

چرا اتم‌ها تمایل دارند با هم واکنش دهند؟

سیمای فصل

مروری بر ساختمان اتم

جدول تناوبی عناصر

اتصال اتم‌ها به هم

در حدود سال ۲۰۰ هجری شمسی دانشمند و فیلسوف ایرانی جابر بن حیان که او را «پدر علم شیمی» نیز می‌نامند، و از شاگردان امام جعفر صادق (ع) بوده است، یک رویکرد منظم و همراه با آزمایش را معرفی کرد. تحقیقات او بر خلاف کیمیاگران یونانی و مصری که بیشتر تنها در ذهن خود به تفکر می‌پرداختند، در آزمایشگاه صورت می‌گرفت. او وسیله‌ای به نام انبیق اختراع کرد و با آن مواد شیمیایی را بررسی می‌کرد. از کارهای جابربن‌حیان تفاوت قائل شدن میان اسید و باز، و ساخت صدها دارو بود.

دل هر ذره را که بشکافی آفتابیش درمیان بینی

هاتف اصفهانی

شیمی از علوم پایه و بنیادین به شمار می‌رود و به مطالعه و بررسی ساختار، خواص و دگرگونی ماده در طی فرایندهای شیمیایی می‌پردازد.

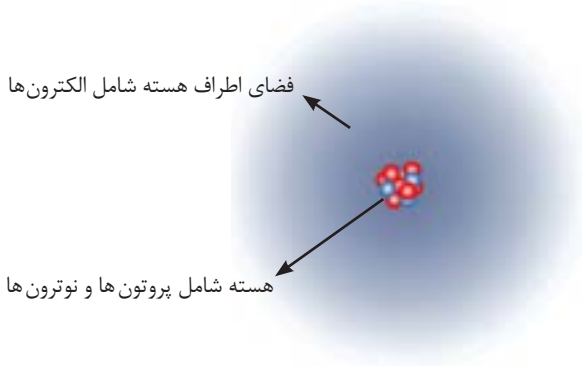
کوشش‌های نخستین بشر برای درک طبیعت مواد و بیان چگونگی دگرگونی آنها ناموفق بود. اندک اندک کوشش‌ها برای تبدیل مواد کم ارزش به مواد ارزشمندی چون زر و سیم، به پیدایش دانش کیمیاگری منجر گردید. هر چند در ظاهر، دانش کیمیاگری به خواست اصلی خود نرسید، اما دستاوردهای کیمیاگران در این راه به اندوخته گران‌بهایی تبدیل گردید که پایه‌گذار علم شیمی شد و مقدمه‌ای برای شناسایی ساختار ماده به حساب می‌آید. علم شیمی تقریباً از ابتکارات مسلمانان است، زیرا مشاهده دقیق و تجربه علمی و ثبت نتایج را آنها وارد میدان علم کردند.

امروزه می‌دانیم که در واکنش‌های شیمیایی نمی‌توان ماهیت عنصرها را تغییر داد ولی به کمک آنها می‌توان اتم عنصرها را به شکل های گوناگونی به هم متصل کرد و موادی با ویژگی‌های بهتر و دلخواه ساخت. بی شک بدون شناخت ماده و اتم درک درستی از علم شیمی نخواهیم داشت.

مروری بر ساختمان اتم

در علوم تجربی آموختید مواد موجود در طبیعت از ذرات بسیار کوچکی به نام اتم تشکیل شده اند. یونانیان باستان باور داشتند که چیزی کوچک تر از اتم نمی‌تواند وجود داشته باشد، بنابراین نام اَتموس را که به معنای تجزیه ناپذیر است بر آن نهادند. اتم‌ها می‌توانند به صورت تنها یا در اتصال با اتم هایی مانند خودشان و یا دیگر اتم‌ها در مولکول‌ها و ترکیب های یونی و جامد های کووالانسی وجود داشته باشند. تحقیقات دانشمندان ثابت کرد که اتم‌ها تجزیه پذیر هستند و از ذرات کوچک‌تری ساخته شده‌اند (ذرات بنیادی اتم الکترون، پروتون و نوترون هستند). هر اتم شامل دو بخش اصلی هسته و فضای پیرامون هسته است (شکل ۱). هسته در مرکز فضای کروی اتم بوده و پروتون و نوترون را در خود جای داده است و با اینکه اندازه‌ای بسیار کوچک‌تر از اتم دارد، تعیین‌کننده جرم اتم است. الکترون‌ها در اطراف هسته قرار دارند و چگونگی قرار گرفتن آنها در اطراف هسته رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند.

آنچه امروز از ساختار اتم می‌دانیم حاصل تلاش تعداد بسیار زیادی از دانشمندان با گستره زمانی بیشتر از ۲۵۰۰ سال است. در این مدت مدل های متفاوتی، از مدل اتمی دالتون تا مدل امروزی اتم، برای معرفی اتم ارائه شده است.



شکل ۱. اتم از هسته و فضای اطراف هسته تشکیل شده است.

نمایش عناصر (نماد شیمیایی)

به ماده‌ای که اتم‌های آن از یک نوع باشند عنصر گفته می‌شود. برای نمایش هر عنصر از نماد شیمیایی آن، که یک یا دو حرف انگلیسی است استفاده می‌شود. همواره حرف اول در نماد شیمیایی بزرگ و حرف دوم کوچک نوشته می‌شود. مثلاً C نماد عنصر کربن و Ca نماد عنصر کلسیم است. نماد برخی از عناصر در جدول ۱ آمده است.

اتم‌های **عنصرهای** مختلف با هم واکنش می‌دهند و **ترکیب‌ها** را به وجود می‌آورند. پس در یک ترکیب بیش از یک نوع اتم وجود دارد.

جدول ۱. نام و نماد شیمیایی برخی از عنصرها

نام	نماد	نام لاتین	نام	نماد	نام لاتین
آلومینیوم	Al	Aluminum	آهن	Fe	Ferrum
کربن	C	Carbon	سیلیسیم	Si	Silisium
کلسیم	Ca	Calcium	گوگرد	S	Sulfur
هیدروژن	H	Hydrogen	ژرمانیم	Ge	Germanium
هلیم	He	Helium	نیتروژن	N	Nitrogen
اکسیژن	O	Oxygen	سدیم	Na	Natrium

شیمی‌دان‌ها نماد هر اتم را به صورت زیر نشان می‌دهند:

عدد اتمی(Z) تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم را نشان می‌دهد و از مجموع تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌های هسته اتم، عدد جرمی(A) محاسبه می‌شود:

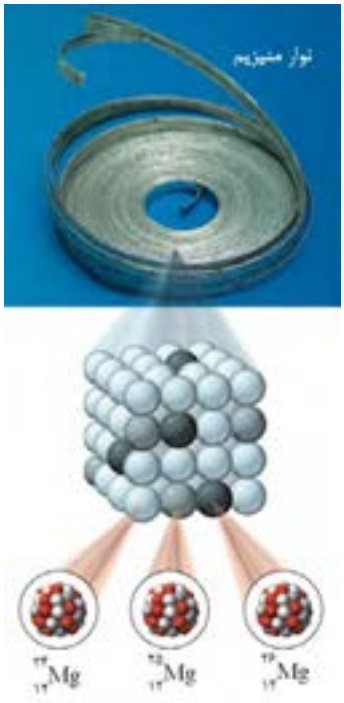
تعداد نوترون‌ها (N) + تعداد پروتون‌ها (Z) = عدد جرمی(A)

برای نمونه، اتم عنصر آلومینیوم را به صورت $^{27}_{13}Al$ نشان می‌دهند و این مفهوم را دارد که در این اتم ۱۳ پروتون وجود دارد و چون عدد جرمی آن ۲۷ است، ۱۴ نوترون نیز در هسته آن وجود دارد.

عدد جرمی Al = ۲۷= ۱۴ نوترون + ۱۳ پروتون

مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته هر اتم جرم آن اتم را تعیین می‌کند و جرم الکترون‌ها حتی اگر اتمی ۱۰۰ الکترون داشته باشد در جرم اتم تأثیر قابل توجهی ندارد.

تمام اتم‌های یک عنصر، تعداد پروتون و بنابراین عدد اتمی یکسانی دارند. اما برخی از اتم‌های یک عنصر در مقایسه با سایر اتم‌های همان عنصر، تعداد نوترون متفاوتی دارند. به این اتم‌ها ایزوتوپ‌های آن عنصر گفته می‌شود. ایزوتوپ‌ها در واقع اتم‌های مختلف یک عنصر هستند که تعداد نوترون متفاوت و در نتیجه جرم متفاوتی دارند.



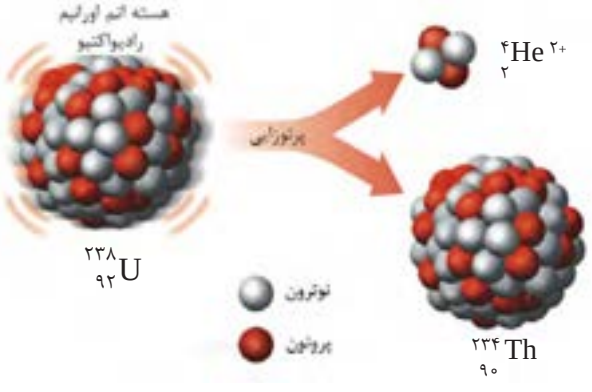
عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ است.

بیندیشید

چرا عدد اتمی (Z) هر اتم، علاوه بر اینکه تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد، می‌تواند نشان دهندهٔ تعداد الکترون‌ها نیز باشد؟

رادیوایزوتوپ

برخی از ایزوتوپ‌ها ناپایدارند و طی واکنش‌هایی معروف به واکنش‌های هسته‌ای، که شامل نشر پرتو است، به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند. به این ایزوتوپ‌های ناپایدار رادیو ایزوتوپ یا ایزوتوپ‌های رادیواکتیو گفته می‌شود. در نتیجهٔ واکنش‌های هسته‌ای و نشر پرتو (پرتو زایی)، هستهٔ ایزوتوپ تغییر می‌کند و ایزوتوپ به اتم دیگری (اتمی از همان عنصر یا عنصر دیگر) که پایدارتر است، تبدیل می‌شود (شکل ۲).



$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He^{2+}$$

شکل ۲. پرتوزایی رادیوایزوتوپ اورانیم

عنصر هیدروژن دارای ۳ گونه اتم (ایزوتوپ) است که با نمادهای

$^{1}_{1}H$ ، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$

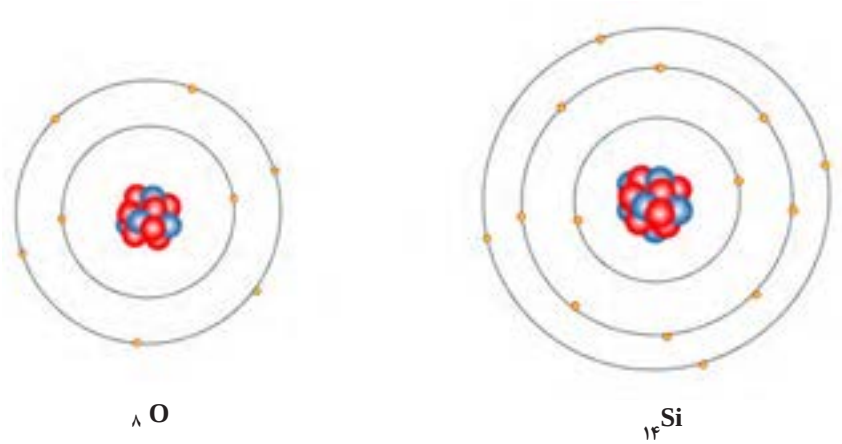
نشان داده می‌شوند. این اتم‌ها به ترتیب پروتیم، دوتریم و تریتیم نامیده می‌شوند. تریتیم ایزوتوپ پرتوزا است. آب سنگین که بیشترین استفاده را در نیروگاه‌های هسته‌ای دارد، آبی است که هیدروژن‌های آن از نوع دوتریم(هیدروژن سنگین) باشد. کشور ما هم از جمله کشورهایی است که به فناوری تولید آب سنگین دست یافته است.

نحوهٔ توزیع الکترون‌ها در اتم

در علوم تجربی خواندید مطابق با مدل اتمی بور، الکترون‌ها در مدارهایی به دور هسته می‌چرخند. هر یک از مدارها انرژی مشخصی دارد که با افزایش فاصله از هسته مقدار آن افزایش می‌یابد. هر مدار با عدد صحیحی که با n نمایش داده می‌شود (... و ۲ ، ۱ = n) مشخص می‌گردد.

در مدل‌های اتمی جدیدتر، از مفهوم لایهٔ الکترونی به جای مدار استفاده می‌شود. هر لایه تعداد مشخصی الکترون را می‌تواند در خود جای دهد (گنجایش الکترونی). گنجایش هر لایه از رابطه $2n^2$ به‌دست می‌آید که n شمارهٔ لایه الکترونی را نشان می‌دهد.

در اولین لایه حداکثر ۲ الکترون و در لایهٔ دوم حداکثر ۸ الکترون می‌تواند قرار گیرد. اتم عنصر اکسیژن ($_8O$) دارای ۸ الکترون است، پس ۲ الکترون در لایهٔ اول و ۶ الکترون دیگر در لایهٔ دوم قرار گرفته اند. در اتم سیلیسیم ($_{14}Si$) لایهٔ سوم هم دارای ۴ الکترون است (شکل ۳).



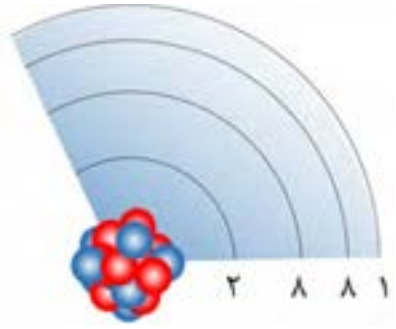
شکل ۳. آرایش الکترون‌ها در اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن

در یک تعریف جامع و دقیق‌تر، به‌الکترون‌هایی از اتم که امکان شرکت در واکنش شیمیایی را دارند **الکترون‌های ظرفیتی** یا **والانس** گفته‌می‌شود.

به بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی اتم که دارای الکترون است لایهٔ ظرفیت یا لایهٔ والانس گفته می‌شود و در اتم‌هایی با عدد اتمی ۲۰ یا کمتر و اتم هایی که لایهٔ قبل از لایهٔ آخر آنها کامل شده باشد، به الکترون‌های لایهٔ ظرفیت، الکترون‌های ظرفیت یا الکترون‌های والانس می‌گویند. براساس یک قاعده کلی، لایهٔ ظرفیت اتم‌ها حداکثر ۸ الکترون می‌تواند داشته باشد.

اگر چه لایهٔ سوم می‌تواند تا ۱۸ الکترون داشته باشد ولی هرگز قبل از اینکه لایهٔ چهارم ۲ الکترون بگیرد بیش از ۸ الکترون نمی‌پذیرد.

براین اساس چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها (آرایش الکترونی) دراتمی مانند پتاسیم ($_{19}K$) به صورت نشان داده شده در شکل ۴ است که می‌توانیم آن را به‌صورت زیر نمایش دهیم:



شکل ۴.آرایش الکترون‌ها در اتم پتاسیم

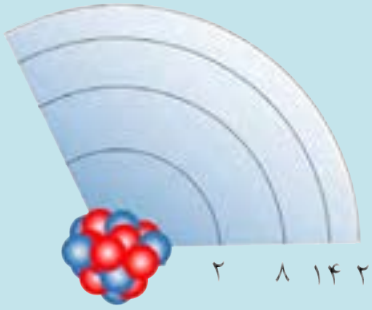
$_{19}K$: ۲) ۸) ۸) ۱)

نمونهٔ حل‌شده

چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها (آرایش الکترونی) در اتم آهن ($_{26}Fe$) را بنویسید.

پاسخ:

در اتم آهن ۲۶ الکترون وجود دارد که به ترتیب ۲ و ۸ تای آنها در لایه‌های ۱ و ۲ قرار دارند. طبق قاعده ذکر شده، بعد از قرار گرفتن ۸ الکترون در لایه سوم، ۲ الکترون در لایه چهارم قرار می‌گیرد و سپس باقی الکترون‌ها (۶ الکترون دیگر) به لایه سوم اضافه می‌شوند. پس در لایه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ اتم آهن به ترتیب ۲، ۸، ۱۴ و ۲ الکترون قرار دارد.



$_{26}Fe$: ۲) ۸) ۱۴) ۲)

دیمتری ایوانوویچ مندلیف (۱۹۰۷-۱۸۳۴)، شیمی‌دان و معلم شیمی روسی در سال ۱۸۷۱ برای نخستین‌بار به قانون تناوبی پی‌برد. در جدول مندلیف عناصر براساس افزایش جرم اتمی کنار هم قرار گرفته بودند. بعد از کشف پروتون و معرفی عدد اتمی، جدول تناوبی عنصرها براساس افزایش عدد اتمی تنظیم شد.

خود را بیازمایید

چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در اتم‌های عناصر گوگرد ($_{16}S$)، روی ($_{30}Zn$) و آرسنیک ($_{33}As$) را تعیین کنید.

جدول تناوبی عنصرها

عنصرها خواص متفاوتی دارند. این تفاوت‌ها تصادفی و بی‌نظم نیست بلکه بسته به عدد اتمی به صورت منظم و با ترتیب خاصی تغییر می‌کند. به روند تغییر خواص اتم‌ها براساس عدد اتمی قانون تناوبی عنصرها گفته می‌شود.

وقتی عنصرها براساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده شوند، بسیاری از خواص آنها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود. از قرار دادن عنصرهای دارای خواص مشابه در یک ستون جدولی به دست می‌آید که جدول تناوبی عنصرها نامیده می‌شود و امروزه به طور گسترده ای مورد استفادهٔ دانش‌پژوهان قرار می‌گیرد.

از آنجا که رفتار شیمیایی هر عنصر را آرایش الکترونی آن عنصر تعیین می‌کند، مهم‌ترین ویژگی جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی عناصری است که در یک ستون قرار می‌گیرند. به ستون‌های جدول تناوبی گروه گفته می‌شود و عنصرهای هر گروه را هم خانواده می‌گویند. به ردیف‌های جدول تناوبی دوره یا تناوب گفته می‌شود. جدول تناوبی امروزی دارای ۱۸ گروه و ۷ دوره است. برخی از گروه‌های جدول تناوبی نام ویژه‌ای دارند، مثلاً گروه ۱ جدول را گروه فلزهای قلیایی، گروه ۲ را فلز های قلیایی خاکی، عناصر گروه ۱۷ را هالوژن‌ها و عناصر گروه ۱۸ را گازهای نجیب می‌گویند.

عناصر بر اساس شماره لایهٔ ظرفیت در یکی از ۷ دوره یا تناوب جدول قرار گرفته‌اند. عناصری که در یک تناوب قرار گرفته‌اند تعداد لایه الکترونی یکسانی دارند.

کار در کلاس

ضمن یک فعالیت گروهی جدول زیر را کامل و آرایش الکترونی عناصر داده شده را مقایسه کنید. پس از کامل کردن جدول به این سؤال پاسخ دهید: به نظر شماکدام عناصر در یک ستون جدول قرار می‌گیرند؟ پاسخ خود را با پاسخ گروه های دیگر مقایسه کنید. آیا به پاسخ های مشابهی دست یافتید؟

نام عنصر	نماد	لایه الکترونی	آرایش الکترونی	تعداد الکترون در لایه ظرفیت
لیتیم	$_{3}Li$	۲ و ۱	$_{3}Li$: ۲)۱)	۱
برلیم	$_{4}Be$			
سدیم	$_{11}Na$			
منیزیم	$_{12}Mg$			
بور	$_{5}B$			
آلومینیوم	$_{13}Al$			

نمونهٔ حل‌شده

عنصر فسفر ($_{15}P$) با کدام عنصرهای زیر هم خانواده است؟
نیتروژن ($_{7}N$)، کربن ($_{6}C$)، منیزیم ($_{12}Mg$)، آرسنیک ($_{33}As$)

پاسخ:
ابتدا آرایش الکترونی فسفر و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت عناصر داده شده را تعیین می کنیم:

۵ الکترون در لایه ظرفیت $_{7}N$: ۲) ۵
۴ الکترون در لایه ظرفیت $_{12}Mg$: ۲) ۸) ۲
۵ الکترون در لایه ظرفیت $_{33}As$: ۲) ۸) ۱۸) ۵
۵ الکترون در لایه ظرفیت $_{15}P$: ۲) ۸) ۵
۴ الکترون در لایه ظرفیت $_{6}C$: ۲) ۴

چون عناصری که آرایش الکترونی لایه ظرفیت یکسانی دارند، خواص شیمیایی مشابهی نیزدارند و در یک گروه از جدول هستند پس فسفر با آرسنیک و نیتروژن هم گروه است.

خود را بیازمایید

براساس تشابه آرایش الکترونی و خواص شیمیایی کدام عنصرهای زیر هم خانواده‌اند؟
لیتیم ($_{3}Li$)، آلومینیوم ($_{13}Al$)، بور ($_{5}B$)، سدیم ($_{11}Na$)، پتاسیم ($_{19}K$)

دسته بندی عناصر

در طبیعت، حدود ۹۱ عنصر از عناصر جدول تناوبی یافت می‌شوند که می‌توانیم آنها را از جنبه‌های گوناگون مثل حالت فیزیکی (جامد، مایع و گاز) و خاصیت فلزی (فلز، شبه فلز و نافلز) دسته‌بندی کنیم (شکل ۵).

$_{3}Li$ لیتیم

$_{11}Na$ سدیم

$_{19}K$ پتاسیم

$_{37}Rb$ روبیدیم

$_{55}Cs$ سزیم

$_{87}Fr$ فرانسیم

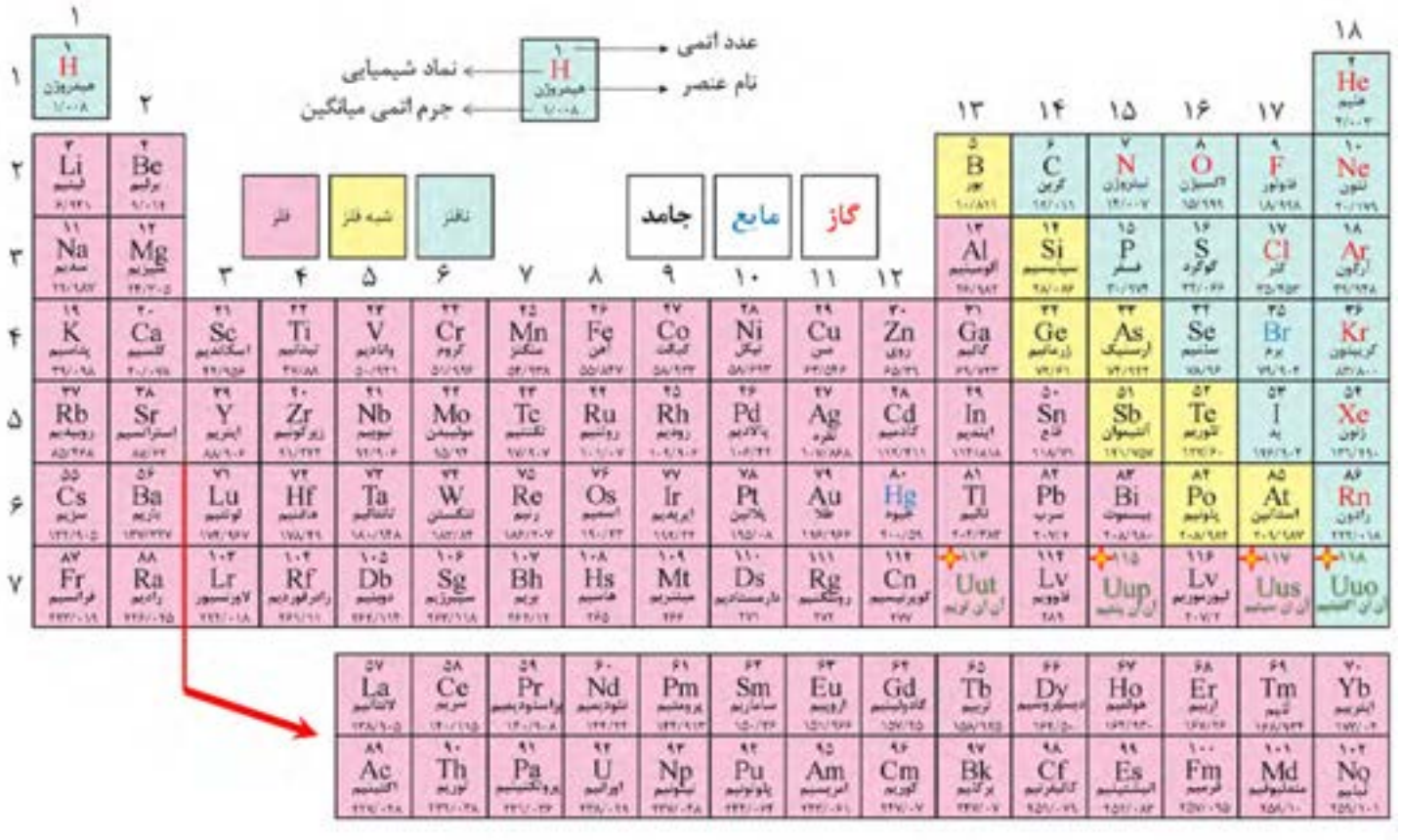
شکل ۵. تصویر برخی از عنصرها در حالت خالص

عناصر گروه ۱ معروف به فلزهای قلیایی (دارای ۱ الکترون در لایه ظرفیت). همگی فلز هایی بسیار واکنش پذیر و نرم هستند که در آزمایشگاه زیر نفت نگهداری می‌شوند.

فلزها: حدود ۹۰ درصد عنصرها فلز هستند. فلزها برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی تمایل به از دست دادن الکترون دارند و خواصی مانند رسانایی الکتریکی و گرمایی، سطح براق، چکش خواری و شکل‌پذیری از ویژگی‌های بارز این دسته از عناصر است.

نافلزها: این دسته از عنصرها معمولاً در واکنش‌های شیمیایی تمایل به دریافت الکترون دارند و معمولاً برای جریان برق و گرما رسانای خوبی نیستند. آنها برخلاف فلزها در حالت جامد شکننده‌اند و سطح براقی ندارند. اکثر نافلزها حالت گازی دارند، مانند گازهای نجیب، اکسیژن، هیدروژن، فلوئور، کلر.

دربین عنصر های موجود در طبیعت، دو عنصر حالت فیزیکی مایع دارند. عنصر جیوه تنها فلز مایع و عنصر برم تنها نافلز مایع است.


عدد اتمی
نام عنصر
جرم اتمی میانگین
نماد شیمیایی
گاز
مایع
جامد
نافلز
شبه فلز
فلز

شبه فلزها: عنصرهایی هستند که برخی از ویژگی های فلزات و برخی از خواص نافلزات را دارند. برای مثال، عنصر سیلیسیم با اینکه شکننده است اما سطحی درخشان دارد و نیمه رسانا محسوب می‌شود (شکل ۶).

شکل ۶. سیلیسیم شبه فلزی است که ظاهری براق مانند فلزات دارد ولی نیمه رسانا محسوب می‌شود.

تحقیق کنید

برای عنصرهای فلزی (آلومینیوم، مس، طلا و ...)، نافلزی (کربن، هیدروژن، فسفر، نیتروژن و ...) و شبه فلزها (سیلیسیم و ...) کاربردهایی را بیابید و با سایر هم‌کلاسی‌های خود در ارتباط با کاربردهای این عناصر گفت‌وگو کنید.

بیشتر بدانید

عناصر جدید جدول تناوبی

عناصر ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۱۷ و ۱۱۸ که به تازگی با تلاش دانشمندان معرفی شده اند به تأییداتحادیه جـــهانی شیمی محض و کاربردی موسوم به آیوپاک[1] (IUPAC) رسیده است و به این ترتیب ردیف هفتم جدول تناوبی را کامل کرده اند. تا پیش از این، از ۱۱۸ خانه جدول تناوبی، ۱۱۴ عنصر به صورت رسمی از سوی IUPAC پذیرفته و نام‌گذاری شده بودند، اما چهار عنصر دیگر مورد تأییدرسمی قرارنگرفته‌بودند.

عنصرهای جدید در محیط های آزمایشگاهی ساخته شده اند و آنها را در دسته عناصرفوق سنگین قرار می‌دهند. خاصیت بالای رادیواکتیو و ناپایداری از جمله ویژگی های این عناصر اعلام شده که گفته می‌شود تنها چند میلی ثانیه طول می کشد تا به عناصر دیگر تبدیل شوند.

عنصرها در صنعت

خواص فلـــزها، آنها را برای ساختن انواع لوازم، بسیار سودمند می‌کند. مخلوط دو یا چند فلز که آلیاژ گفته می‌شود (گاهی شـــامل نافلز هم می‌شود) نیـــز به‌طور گسـتردهای درصنعـت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنـــوان نمونه، فولاد آلیاژی از آهن و کربن است. کربن، استحکام آهن را افزایش مـــی دهد.

فولاد نرم، تنها شامل آهن و کربن است. اگر نیکل و کروم به آلیاژ اضافه شوند فولاد زنگ‌نزن ساخته می‌شود.

---

۱. International Union Of Pure and Applied Chemistry

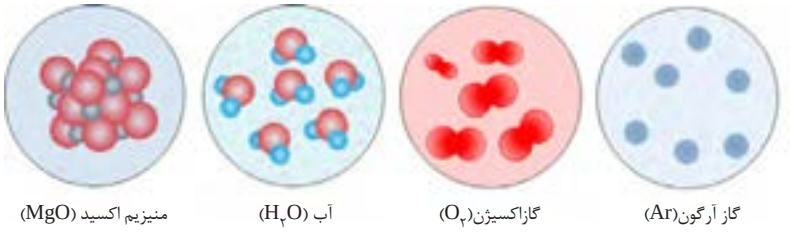
اتصال اتم‌ها به هم

اتم های اغلب عنصرها در پیوند با سایر اتم‌ها وجود دارند و به صورت تک اتمی (اتم های تنها) در طبیعت یافت نمی شوند. برای مثال عنصر اکسیژن به صورت مولکول های دو اتمی در گاز اکسیژن (O_2) و یا در ترکیب های گوناگون، مانند آب (H_2O) ، منیزیم اکسید (MgO) و ...، به صورت پیوند شده با دیگر اتم‌ها وجود دارد.

اتم‌ها برای پایدارشدن و رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب در واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کنند.
تمایل هر عنصر برای شرکت در واکنش شیمیایی، **فعالیت شیمیایی** آن عنصر را تعیین می‌کند.

چرا اتم‌ها تمایل دارند با یکدیگر پیوند شیمیایی تشکیل دهند؟

گازهای نجیب به‌صورت مولکول تک اتمی در طبیعت یافت می‌شوند (به عنوان مثال گاز آرگون از اتم های تنهای آرگون تشکیل شده است) (شکل ۷) که بیانگر پایداری اتم آنهاست. دلیل پایداری را باید در آرایش الکترونی خاص این عنصرها جستجو کرد. بررسی آرایش الکترونی گازهای نجیب نشان می‌دهد که در لایه ظرفیت همه آنها (به جز هلیم که تنها ۲ الکترون دارد) ۸ الکترون وجود دارد. پس داشتن ۸ الکترون در لایه بیرونی معیاری برای پایداری اتم است و اتم‌ها تلاش می‌کنند تا با تشکیل پیوند شیمیایی با دیگر اتم‌ها به چنین آرایش الکترونی دست‌یابند و پایدار شوند (قاعده هشتایی).



شکل ۷. اتم‌های آرگون به صورت تک اتمی در طبیعت وجود دارند ولی اتم‌های عنصر اکسیژن در پیوند با سایر اتم‌ها در طبیعت یافت می‌شوند.

$_{2}He$ هلیم
$_{10}Ne$ نئون
$_{18}Ar$ آرگون
$_{36}Kr$ کریپتون
$_{54}Xe$ زنون
$_{86}Rn$ رادون

گروه ۱۸ جدول تناوبی، معروف به گازهای نجیب. تاکنون ترکیب پایداری از هلیم، نئون و آرگون شناخته نشده است.

پیوندهای شیمیایی

همان‌طور که گفته شد، اتم‌های اغلب عنصرها برای رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با آرایش الکترونی گاز نجیب و پایدار شدن، به یکدیگر متصل می‌شوند. شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر را "پیوند شیمیایی" می‌گویند.

بیندیشید

سدیم ($_{11}Na$) و سایر عناصر گروه ۱ (فلزهای قلیایی) به شدت واکنش‌پذیر هستند و فعال‌ترین فلزهای جدول تناوبی محسوب می‌شوند. از طرف دیگر فلوئور ($_{9}F$) و سایر عناصر گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) هم فعالیت شیمیایی بسیار زیادی دارند و واکنش‌پذیرترین نافلزهای جدول تناوبی به حساب می‌آیند. با نوشتن آرایش الکترونی سدیم، فلوئور و نئون ($_{10}Ne$) دلیل واکنش‌پذیری زیاد فلزهای قلیایی و هالوژن‌ها را توضیح دهید.

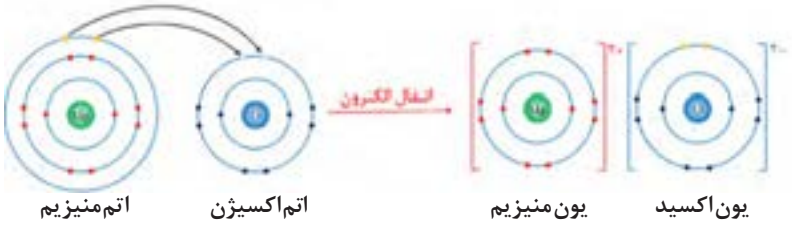
از واکنش فلز منیزیم و گاز اکسیژن، جامد سفید رنگ منیزیم اکسید تولید می‌شود. واکنش این دو عنصر به شدت گرماده و با آزاد شدن نور همراه است.

در علوم تجربی خواندید اتم‌ها از طریق انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی و یا اشتراک‌گذاری الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی پایدار می‌شوند.

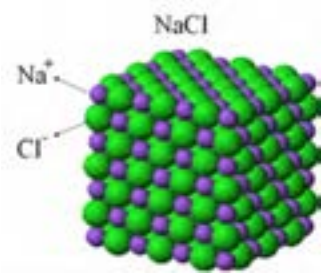
پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

وقتی دو یا چند اتم از طریق انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی به هم متصل می‌شوند، برخی از اتم‌ها با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون و برخی دیگر با دریافت الکترون و تبدیل شدن به آنیون به پایداری می‌رسند. جاذبه الکترواستاتیک ایجاد شده بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها پیوند یونی نام دارد.

در علوم تجربی چگونگی مبادله الکترون میان اتم های فلز سدیم و گاز کلر را آموختید. اکنون به سوختن نوار منیزیم در اکسیژن توجه کنید. اتم‌های منیزیم با از دست دادن ۲ الکترون وتبدیل شدن به کاتیون منیزیم و اتم‌های اکسیژن با گرفتن ۲ الکترون و تبدیل شدن به آنیون اکسید به یکدیگر متصل شده و ترکیب یونی منیزیم اکسید (MgO) را تولید می‌کنند (شکل ۸).



شکل ۸. انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی بین اتم منیزیم و اتم اکسیژن



یک ترکیب یونی از کنار هم قرار گرفتن منظم تعداد بسیار زیادی کاتیون و آنیون تولید می‌شود. درواقع یون‌های با بار مخالف روی هم اثر می‌گذارند و یکدیگر را می‌ربایند. ترکیب‌های یونی در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی هستند. یعنی مجموع بار مثبت کاتیون‌ها با مجموع بار منفی آنیون‌ها در ترکیب یونی برابر است.

در نتیجهٔ انتقال الکترون میان اتم های فلز و نافلز، آنیون و کاتیون ایجاد شده دارای آرایش الکترونی پایدار (۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت) می‌شوند و به صورت پایدار در ترکیب یونی حاصل وجود دارند.
برخی از اتم های فلزی با از دست دادن الکترون می‌توانند به کاتیون تبدیل شوند و در مقابل برخی از اتم های نافلزی با دریافت الکترون به آنیون تبدیل می‌شوند.

کار در کلاس

الف) در یک فعالیت گروهی به کمک اعضای گروه، جدول زیر را کامل کنید.

نام عنصر	نماد	آرایش الکترون‌ها	چگونگی پایدار شدن	آرایش الکترونی یون حاصل
لیتیم	$_{3}Li$	$_{3}Li$:۲)۱)	از دست دادن **۱** الکترون و تبدیل شدن به کاتیون با **۱** بار مثبت (Li^{1+})	**۲** الکترون درلایهٔ اول $_{3}Li^{+}$:۲)
کلسیم	$_{20}Ca$			**۸** الکترون درلایهٔ سوم $_{20}Ca^{2+}$:۲) ۸)۱۸)
نیتروژن	$_{7}N$			
آلومینیوم	$_{13}Al$			
اکسیژن	$_{8}O$			
فلوئور	$_{9}F$			

ب) در ترکیب یونی حاصل از اکسیژن و منیزیم چه یون‌هایی وجود دارد؟
ج) در ترکیب یونی حاصل از اکسیژن و کلسیم به ازای هر کاتیون چند آنیون وجود دارد؟ چرا؟
د) در ترکیب یونی حاصل از واکنش فلزهای آلومینیوم و گاز فلوئور چه یون‌هایی و با چه نسبتی وجود دارد؟

همان‌طور که از «کار در کلاس» بالا می‌توان نتیجه گرفت، در ترکیب‌های یونی تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها به گونه‌ای است که ترکیب یونی خنثی باشد (تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها ممکن است برابر نباشد). برای نمایش مواد شیمیایی از فرمول شیمیایی استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی نشان‌دهنده کاتیون و آنیون موجود در ترکیب یونی و ساده‌ترین نسبت آنها است. در فرمول شیمیایی ترکیب های یونی (از چپ به راست) ابتدا نماد کاتیون و سپس نماد آنیون نوشته می‌شود و در صورت نیاز از اعدادی در زیر نماد هر یون استفاده می‌شود که زیروند گفته می‌شوند و نشان‌دهنده نسبت یون‌ها در ترکیب‌اند. به طور معمول اگر کاتیون و آنیونِ ترکیب یونی از نظر اندازهٔ بار یکسان باشند در فرمول شیمیایی ترکیب یونی، زیروندی نوشته نمی شود، مانند ترکیب‌های یونی، $NaCl$،MgO و ... .

نمونهٔ حل شده

فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از اکسیژن ($_{8}O$) و آلومینیوم ($_{13}Al$) را بنویسید.

پاسخ:

ابتدا براساس آرایش الکترونی یون‌های حاصل از هر عنصر را تعیین می‌کنیم:

اکسیژن با دریافت ۲ الکترون پایدار می‌شود (آنیون) $_{8}O \rightarrow O^{2-}$

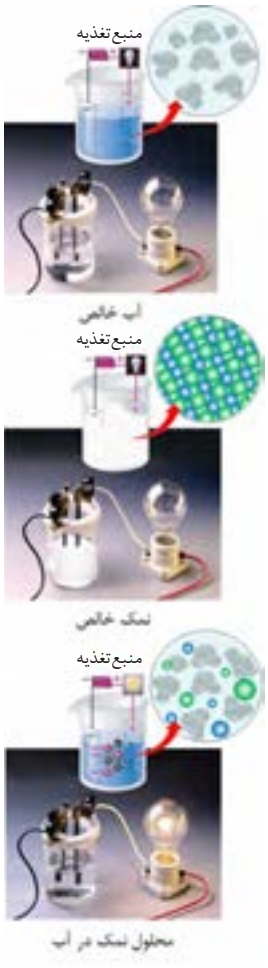
آلومینیوم ۳ الکترون از دست می‌دهد (کاتیون) $_{13}Al \rightarrow Al^{3+}$

برای اینکه ترکیب یونی حاصل خنثی باشد به ازای ۲ کاتیون (۶ بار مثبت) باید ۳ آنیون (۶ بار منفی) وجود داشته باشد، **پس فرمول شیمیایی ترکیب یونی به صورت** Al_2O_3 **است.**

خودرابیازمایید

فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی حاصل از فلزها و نافلزهای "کار در کلاس" صفحهٔ قبل را بنویسید.

آزمایش کنید



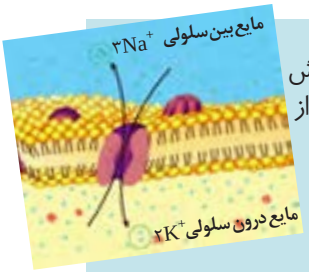
بررسی رسانایی الکتریکی آب خالص و محلول های آن

آب خالص رسانای بسیار ضعیف جریان برق محسوب می‌شود و نمک خوراکی (سدیم کلرید) که ترکیب یونی سفید رنگی است و شکر نیز جریان برق را از خود عبور نمی دهند.

اگر به آب خالص مقداری نمک خوراکی اضافه کنید محلول حاصل جریان برق را به خوبی از خود عبور می‌دهد. در حالی که اگر به آب خالص کمی شکر اضافه کنید همچنان جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد!

به کمک دبیرخود با طراحی آزمایشی این پدیده را بررسی و مشاهدات خود را تفسیر کنید.

بیشتر بدانید



یون‌ها در بسیاری از فعالیت‌های زیستی موجودات زنده نقش مهمی دارند. برای نمونه، بیرون و درون سلول های بدن باید از نظر الکتریکی خنثی باشد. وجود یون های پتاسیم (K^+) و هیدروژن فسفات (HPO_4^{2-}) درون سلول و یون های سدیم (Na^+) و کلرید (Cl^-) بیرون آن موجب می‌شود که مایع بین سلولی هر دو محیط از نظر الکتریکی خنثی بماند.

یون دیگری که در فعالیت‌های زیستی نقش ایفا می کند، یون منیزیم (Mg^{2+}) است. این یون در سبزینهٔ گیاهان یافت می‌شود. همچنین، یون منیزیم در سلول‌های عصبی و به هنگام فعالیت‌های ماهیچه‌ای مورد استفاده قرار می گیرد.

یون آهن (II) (Fe^{2+}) در ساختار مولکول هموگلوبین وجود دارد و از اجزای اصلی در سیستم انتقال اکسیژن بدن است. یون کلسیم (Ca^{2+}) از اجزای اصلی استخوان‌ها و دندان‌ها است و نقش مهمی در انعقاد خون دارد.

در برخی از ترکیب‌های یونی کاتیون یا آنیون و یا هر دو از چند اتم تشکیل شده‌اند. به این یون‌ها یون چند اتمی گفته می‌شود. یون‌های چند اتمی در واقع گونه‌های چند اتمی دارای بار الکتریکی هستند مانند یون‌های SO_4^{2-}، HPO_4^{2-} و ... .

پیوند کووالانسی و مواد مولکولی

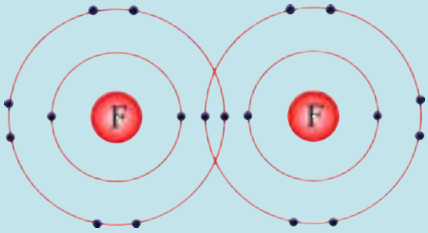
وقتی دو اتم نافلز در کنار یگدیگر قرار گیرند (به عنوان مثال وقتی دو اتم فلوئور (F_9) می‌خواهند با هم پیوند تشکیل دهند و گونه F_2 را تولید کنند) هیچ یک از اتم‌ها توانایی دریافت الکترون از اتم مقابل خود را ندارد!

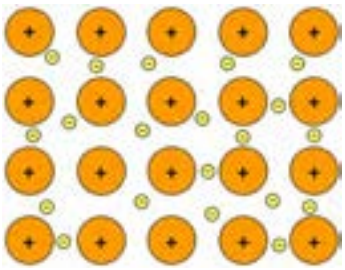
بیندیشید

آرایش الکترونی اتم فلوئور (F_9) را تعیین کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) اتم فلوئور چگونه به پایداری می‌رسد؟

ب) اتم فلوئور در گاز فلوئور به صورت پیوند شده با یک اتم فلوئور دیگر وجود دارد. با مدل زیر می‌توانیم آرایش الکترونی دو اتم فلوئور در گاز فلوئور را نشان دهیم. اتم‌های فلوئور در گاز فلوئور چگونه پایدار شده‌اند؟





فلزها در لایه ظرفیت خود ۱، ۲ و یا ۳ الکترون دارند. این الکترون‌ها سست هستند و به راحتی می‌توانند از یک اتم فلز به اتم دیگر حرکت کنند. در اینجا گفته می‌شود که الکترون های لایه ظرفیت فلز غیر مستقرند. بنابراین اتم‌های فلز در جامد فلزی بار مثبت پیدا می‌کنند. به نیروی جاذبه‌ای که بین الکترون‌های غیر مستقر و اتم‌های فلز دارای بار مثبت به‌وجود می‌آید پیوند فلزی می‌گویند. در واقع الکترون های غیر مستقر مانند چسب اتم های فلز را کنار هم نگه می‌دارند. بسیاری از ویژگی‌های فلزات مانند رسانایی الکتریکی و گرمایی، جلای فلزی، قابلیت چکش خواری و ... به‌دلیل وجود همین ساختار ویژهٔ آنها است.

در علوم تجربی سال نهم خواندید برخی مواد از کنار هم قرار گرفتن کاتیون و آنیون تشکیل نشده‌اند (مانند گاز کلر، آب، شکر و ...). در چنین موادی اتم‌ها بدون اینکه الکترونی مبادله کنند و به یون تبدیل شوند به هم متصل می‌شوند. در این حالت اتم‌ها به جای انتقال الکترون، از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها به آرایش الکترونی پایدار می‌رسند. به پیوندی که در نتیجه اشتراک الکترون بین دو اتم ایجاد می‌شود پیوند کووالانسی گفته می‌شود.

وقتی تعداد مشخصی اتم از طریق پیوند کووالانسی به هم متصل شوند، گونه چند اتمی حاصل که بار الکتریکی ندارد، مولکول نامیده‌می‌شود. برای نمایش مولکول یک ماده از یک نوع فرمول شیمیایی استفاده می‌شود که علاوه بر نوع اتم‌های سازنده، تعداد دقیق هر نوع اتم در مولکول را نشان می‌دهد؛ به این فرمول شیمیایی فرمول مولکولی گفته می‌شود. مانند مولکول اکسیژن (O_2)، آب (H_2O)، متان، (CH_4) کربن‌دی‌اکسید (CO_2)، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) و ... .

درشت مولکول ها

برخی مولکول‌ها از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده اند و درنتیجه جرم مولکولی زیادی دارند. این مولکول‌ها درشت مولکول نامیده می‌شوند.

پلیمرها یا بسپارها از جمله درشت مولکول‌ها هستند که از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک که مونومر یا تکپار نامیده می‌شوند،ساخته شده‌اند.

سلولز، پشم، پنبه و ابریشم پلیمرهای طبیعی و پلاستیک و تفلون از جمله پلیمرهای مصنوعی هستند.

از پلیمرهای مصنوعی در ساخت قطعات خودرو، مواد ساختمانی، بسته بندی مواد غذایی و ... استفاده می‌کنند.

کار درکلاس

الف) با کمک اعضای گروه خود جدول زیر را کامل کنید.

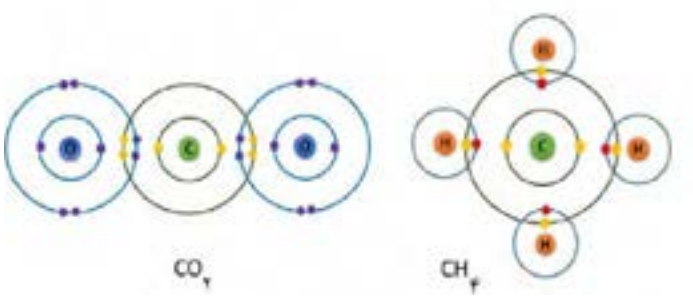
نام ماده شیمیایی	فرمول مولکولی	نوع و تعداد اتم هر عنصر در مولکول	فرمول تجربی
گاز اکسیژن	O_2		
متان	CH_4		
بوتان	C_4H_{10}		
آمونیاک	NH_3		
استیک اسید	$C_2H_4O_2$	اکسیژن: ۲، هیدروژن: ۴، کربن: ۲	CH_2O
فرمالدهید	CH_2O		
فسفریک اسید	H_3PO_4		

ب) تفاوت فرمول شیمیایی مولکولی و تجربی را بنویسید.

ج) آیا موادی وجود دارند که فرمول تجربی یکسانی داشته باشند؟

در مولکول متان، ۱ اتم کربن با اشتراک گذاری ۴ الکترون لایه ظرفیت خود با ۴ الکترون از ۴ اتم هیدروژن (تشکیل ۴ پیوند کووالانسی) به آرایش الکترونی پایدار می‌رسد. در مولکول کربن دی اکسید، اتم کربن با هر اتم اکسیژن ۲ الکترون به اشتراک می‌گذارد (تشکیل پیوند کووالانسی دوگانه) (شکل ۹).

محلول آبی برخی از مواد مولکولی مشابه با محلول ترکیب‌های یونی می‌تواند جریان برق را عبور دهد. مانند محلول اسیدها (برای نمونه، محلول HCl) و بازها (برای نمونه، محلول NH_3).



شکل ۹. اشتراک‌گذاری الکترون بین اتم کربن و اتم‌های هیدروژن و اتم‌های اکسیژن.

موادی را که از اجتماع مولکول‌ها ایجاد می‌شوند، مواد مولکولی می‌نامند. در مواد مولکولی فقط اتم های یک مولکول با هم پیوند کووالانسی دارند و با اتم های مولکول‌های دیگر پیوند شیمیایی ندارند. بسیاری از مواد مولکولی (از جمله شکر، اتانول و ...) وقتی در آب حل می‌شوند یون تولید نمی‌کنند و به همین دلیل محلول آنها جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد.

بیشتر بدانید

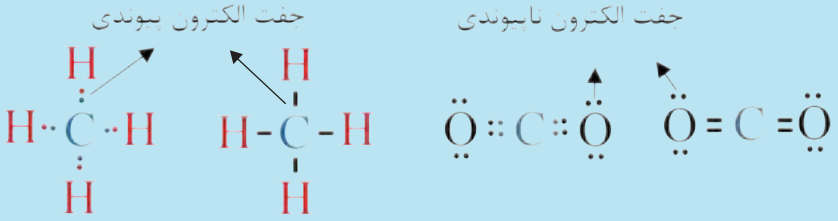
مدل الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌ها و مولکول‌ها (ساختار لوییس)

برای نمایش مولکول‌ها می‌توان الکترون‌های لایهٔ ظرفیت را به صورت نقطه‌هایی اطراف نماد شیمیایی اتم های تشکیل دهنده مولکول نشان داد. جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده بین اتم‌ها (جفت الکترون پیوندی) به صورت دو نقطه یا خط تیره بین دو اتم نشان داده می‌شود. به این شیوه نمایش دادن مولکول ها، مدل الکترون ـ نقطه‌ای یا ساختار لوییس گفته می‌شود.

در این مدل، الکترون های لایه ظرفیت هر اتم در چهار جایگاه اطراف نماد شیمیایی آن عنصر نشان داده می‌شوند. در هر جایگاه حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد. برای تمام اتم‌ها به جز هلیم ابتدا در هر جایگاه یک الکترون قرار می‌گیرد.

برای نمونه ، اتم‌های کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب ۴، ۶ و ۱ الکترون در لایه ظرفیتشان دارند و مدل الکترون ـ نقطه ای این اتم‌ها را به‌صورت زیر نمایش می‌دهند:

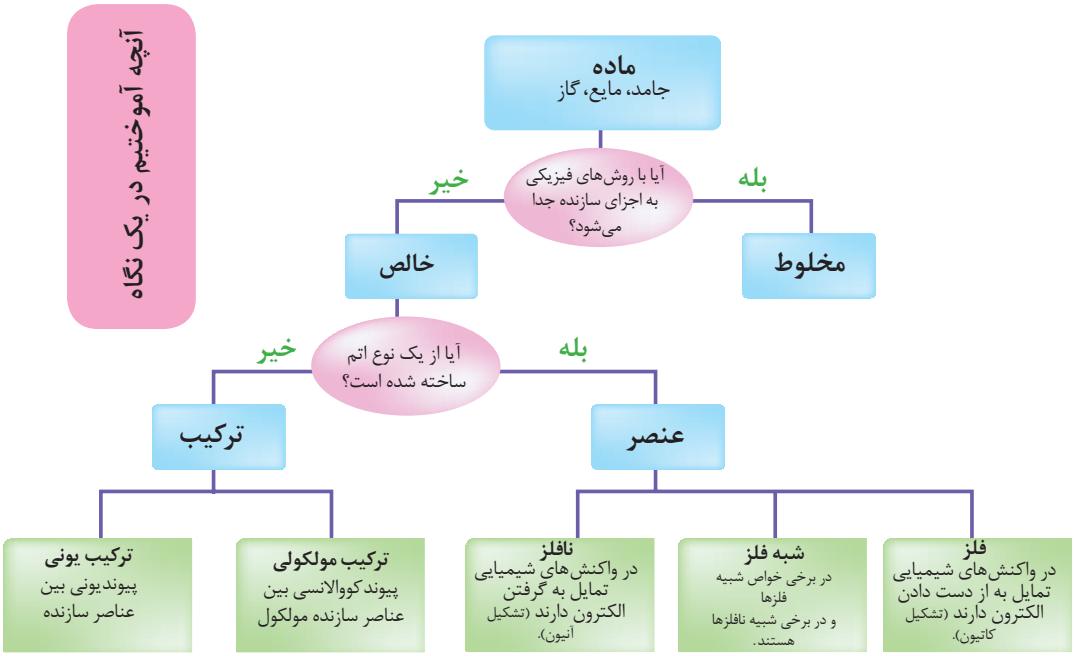
ساختار لوییس مولکول های متان و کربن دی اکسید به‌صورت زیر است:



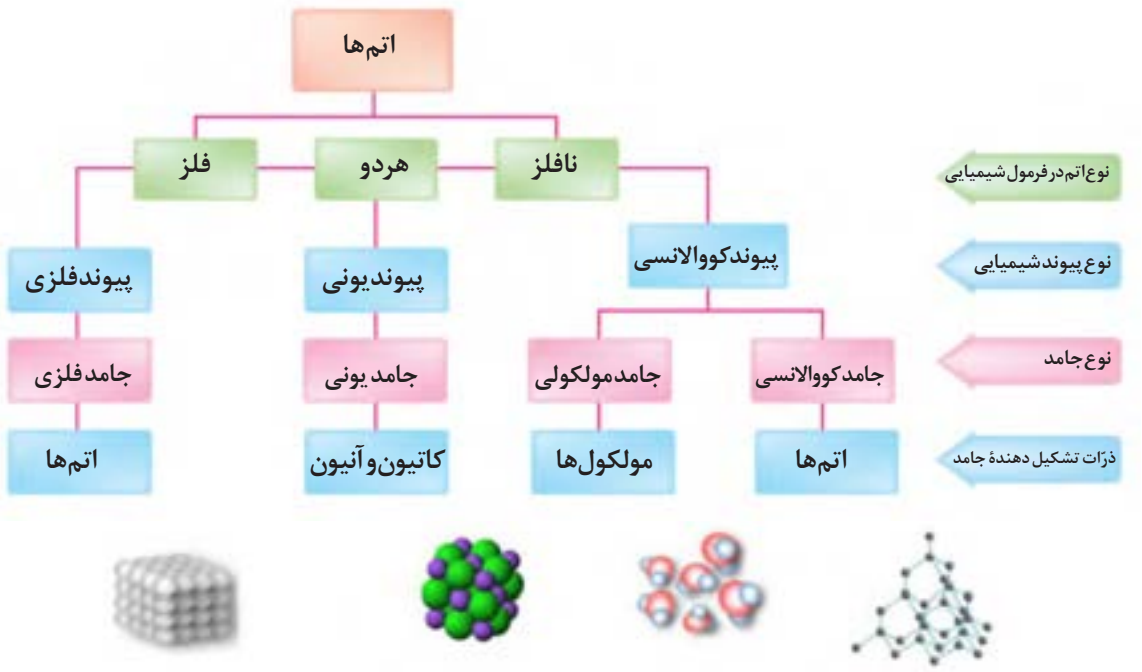
تحقیق کنید

در یک فعالیت گروهی به کمک هم گروهی‌های خود در ارتباط با تفاوت‌های ترکیب های یونی و مواد مولکولی تحقیق کنید و نتایج خود را به کلاس ارائه دهید.

آنچه آموختیم در یک نگاه



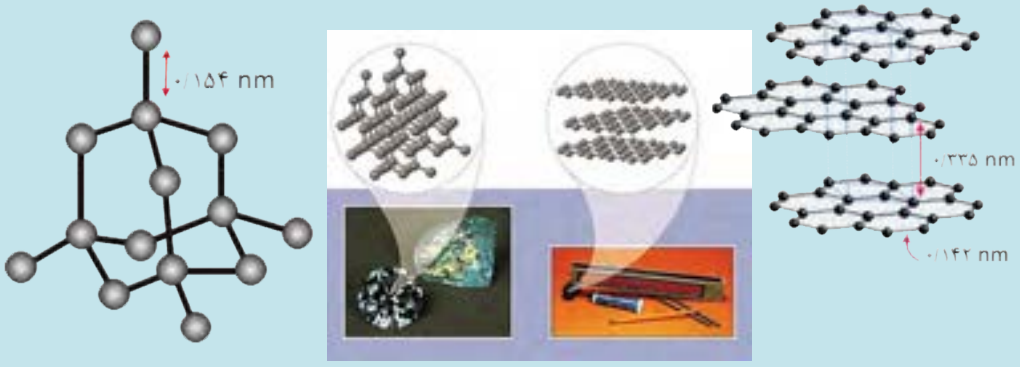
طلا ژرمانیوم گوگرد



بیشتر بدانید

جامدهای کووالانسی

در برخی از مواد تعداد بسیار زیادی اتم (غیر قابل شمارش!!) از طریق پیوندهای کووالانسی به‌هم متصل می‌شوند و یک شبکه از اتم‌ها را به‌وجود می‌آورند. به چنین موادی که جامدهای بسیار سخت هستند جامدهای کووالانسی گفته می‌شود. الماس و گرافیت معروف‌ترین جامدهای کووالانسی هستند که از اتم‌های کربن ساخته شده‌اند. در الماس هر اتم کربن به چهار اتم دیگر ساختار هندسی چهار وجهی ایجاد می‌کند. گرافیت برخلاف الماس ساختار لایه لایه دارد. در هر لایه، هر اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل شده است. پیوندهای موجود در هر صفحه بسیار قوی هستند و از این‌رو هر صفحه را می‌توان یک مولکول غول‌آسای ورقه‌ای در نظر گرفت. این مولکول‌های صفحه‌ای غول‌آسا به وسیلهٔ نیروی بین مولکولی ضعیفی روی هم قرارگرفته‌اند. از این رو به آسانی روی یکدیگر می‌لغزند (گرافیت نرم است!). سختی الماس باعث شده است تا از آن در ساخت مته‌ها و ابزارهای برش صنعتی استفاده شود.



ارزشیابی پایان فصل

۱ـ موارد زیر را تعریف کنید:
عنصر، ترکیب، پیوند کووالانسی، لایه ظرفیت، شبه فلز، فرمول تجربی

۲ـ الف) آرایش الکترونی اتم عنصرهای زیر را بنویسید.
ب) تعیین کنید کدام عنصرها خواص شیمیایی مشابه دارند و در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند؟

$_{17}Cl$ - $_{5}B$ - $_{9}F$ - $_{13}Al$

۳ـ الف) نماد شیمیایی عنصرهای خواسته شده را بنویسید.
آهن ـ مس ـ فسفر ـ گوگرد

ب)نام عنصرهای زیر را بنویسید.

He - F - H - C - Ca

۴ـ الف) فرمول شیمیایی ترکیب یونی که دارای کاتیون Fe^{3+} ، O^{2-} است را بنویسید.
ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش عنصرهای منیزیم ($_{12}Mg$) و نیتروژن ($_{7}N$) را بنویسید.

فصل دوم

فرایندهای شیمیایی

انرژی گرمایی چه تأثیری بر واکنش‌های شیمیایی دارد؟
چگونه می‌توان سرعت واکنش‌های شیمیایی را تغییر داد؟

سیمای فصل

مفهوم دما و گرما

واکنش‌های شیمیایی

گرما شیمی

سرعت واکنش

دانشمندان تا حدود ۳۰۰ سال پیش، دنیای فیزیک و شیمی را جدا از یکدیگر می‌پنداشتند؛ آنها فیزیک را بررسی فرایندهایی می‌دانستند که طی آن ساختار ماده دستخوش دگرگونی نمی شود؛ درحالی که شیمی، بررسی فرایندها با تغییر ساختار ماده بود. آزمایش‌های فیزیک‌دانان آشکار ساخت که انرژی در فرایندهایی که با مبادلهٔ گرما همراه است، از بین نمی رود و به وجود نمی‌آید؛ بلکه از شکلی به شکل دیگر درمی‌آید. این نتیجه‌گیری بعدها قانون پایستگی انرژی نامیده شد.

چنین پیشرفت‌هایی در دنیای فیزیک، نمی‌توانست بی‌نیاز از دنیای شیمی باشد. به‌طور مثال حدود صد سال بعد دانشمندان پی بردند که منبع بیشتر انرژی‌ها (صرف نظر از انرژی خورشیدی)، واکنش های شیمیایی به ویژه سوختن موادی مانند چوب، زغال سنگ، نفت و... است. به این ترتیب فیزیک دانان و شیمی‌دان‌ها ضرورت ارتباط دنیای فیزیک و شیمی را دریافتند.

یکی از مفاهیم مشترک میان علوم فیزیک و شیمی مفهوم گرما و دما است، این دو مفهوم در انجام فرایندهای شیمیایی نقش عمده ای دارند.

شکل۱ . تغییرات دما تأثیر بسیاری بر وضعیت حیات روی کره زمین دارد.

مفهوم دما و گرما

مفهوم دما

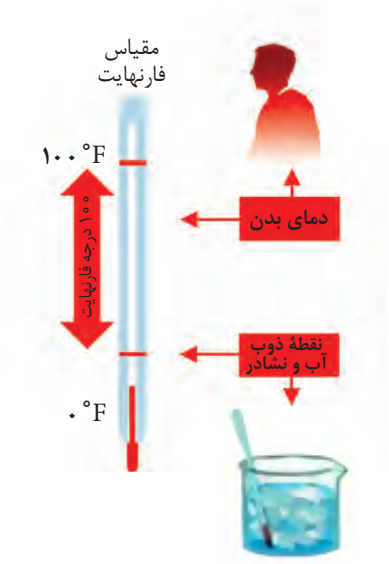
دما بیان‌کننده میزان گرمی یا سردی یک جسم است. جسمی که دمای کمتری دارد سردتر احساس می‌شود. بسیاری از خواص مواد به دما وابسته است. نخستین وسیله برای اندازه‌گیری دما در سال ۱۵۹۲ توسط گالیله اختراع شد. وی به این منظور یک بطری شیشه‌ای گردن باریک انتخاب کرد. بطری با آب رنگین تا نیمه پر شده و به‌صورت وارونه در یک ظرف محتوی آب رنگین قرار گرفته بود. با تغییر دما، هوای محتوی بطری منبسط یا منقبض می‌شد و ستون آب در گردن بطری بالا یا پایین می‌رفت (شکل۲).

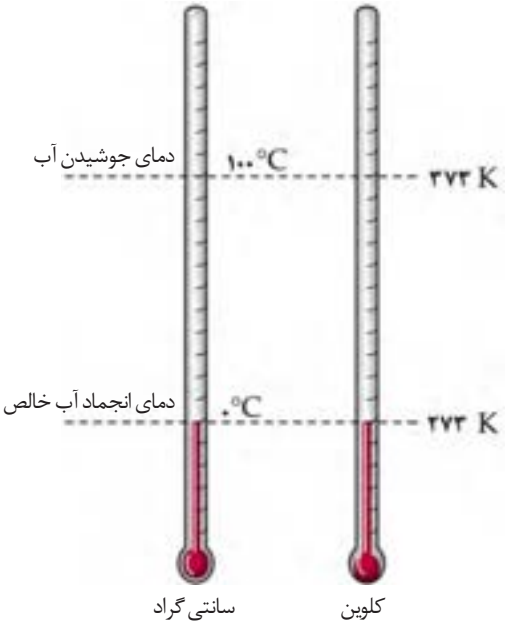
شکل۲. تأثیردما بر هوای درون بطری

با استفاده از دماسنج می‌توان میزان گرمی و سردی جسم را اندازه گیری کرد. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی رایج‌ترین دماسنج‌ها هستند. این دماسنج‌ها برمبنای انبساط مایعات کار می‌کنند. تقریبا همهٔ مواد هنگام گرم شدن منبسط می‌شوند. هرگاه دمای محیط اطراف دماسنج افزایش یابد، مایع دماسنج بالا می‌رود و با کاهش دمای محیط،جیوه و الکل به درون محفظهٔ شیشه ای باز می‌گردند. امروزه بیشتر از مقیاس سانتی‌گراد($^{\circ}C$) یا سلسیوس برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود. بسیاری از شیمی‌دانان برای اندازه‌گیری دما از کلوین(K) نیز استفاده می‌کنند. برای تبدیل دمای سانتی‌گراد به کلوین از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$T_k = T_c + ۲۷۳/۱۵$$

سال ۱۷۱۵ میلادی، فارنهایت دماسنج جیوه‌ای را اختراع نمود که در آن زمان پیشرفت فوق‌العاده‌ای محسوب می‌شد. او برای تعیین درجهٔ صفر، از سرمای زمستان سال ۱۷۰۹ میلادی الهام گرفت و ترکیبی از یخ، آمونیوم کلراید جامد (نشادر) و آب را به‌کار برد و دمای خون یک شخص سالم را تقریباً ۱۰۰ درجه فارنهایت در نظر گرفت.





شکل۳. مقایسهٔ دمای انجماد و جوشیدن آب در مقیاس کلوین و سانتی گراد

خود را بیازمایید

الف) دماهای زیر را بر حسب کلوین محاسبه کنید.

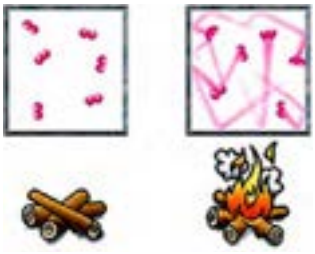
سانتی گراد ($^{\circ}C$)	۰	۱۰۰	۳۷	۲۵	-۲۷۳
کلوین (K)					

تحقیق کنید

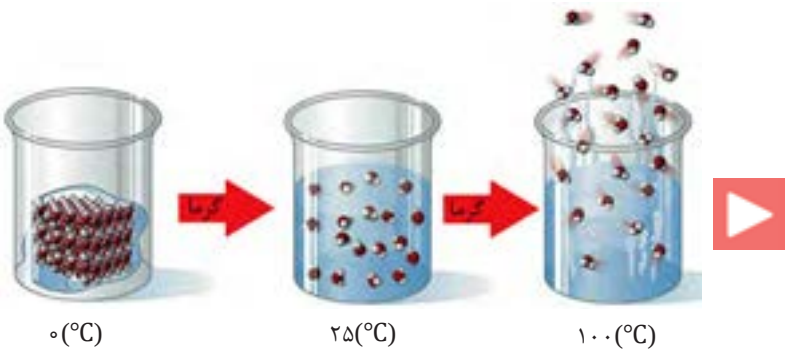
چرا معمولاً از جیوه و الکل برای ساخت دماسنج استفاده می‌شود؟ آیا از آب نیز می‌توان به این منظور استفاده کرد؟ تفاوت عمدهٔ دماسنج های جیوه‌ای و الکلی چیست؟

مفهوم گرما

دانشمندان از حدود سه قرن پیش، به مطالعهٔ مفهوم گرما پرداختند. در آن زمان، بشر معتقد بود که گرما یک مادهٔ نامرئی است که وقتی یک جسم گرم در کنار جسم سرد قرار می گیرد، از مادهٔ گرم خارج شده و به مادهٔ سرد منتقل می‌شود.
امروزه می‌دانیم گرما نیز مانند انرژی الکتریکی، شیمیایی، مکانیکی و... یکی از صورت‌های انرژی است. گرم کردن یک ماده جنب و جوش ذرات آن را افزایش می‌دهد که نتیجهٔ آن افزایش دما یا تغییر حالت است (شکل۴). گرما صورتی از انرژی است که در اثر اختلاف دما به‌طور خود به خود از جسم گرم به جسم سرد منتقل می شود. واحد اندازه گیری گرما ژول (J) است، اما از واحدهای دیگر مانند کالری (cal)نیز استفاده می‌شود. شکل۵ تفاوت‌های مفهوم دما و گرما را در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب نمایش می‌دهد.



شکل۴ـ گرم کردن یک ماده باعث افزایش جنب و جوش ذرات آن می‌شود.



شکل۵.تفاوت دما و گرما در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب

آزمایش کنید

دو لیوان بردارید و به اندازهٔ مساوی در یکی آب سرد و در دیگری آب گرم بریزید. آنگاه با قطره چکان در یک لیوان یک قطره جوهر آبی و در دیگری جوهر قرمز بریزید. در مورد آنچه مشاهده می کنید با هم کلاسی‌های خود گفت‌وگو کنید.

واکنش‌های شیمیایی

معادلهٔ شیمیایی

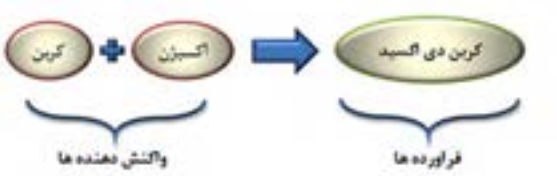
هنگام انجام یک واکنش شیمیایی، ماهیت ماده دچار تغییر شده و مادهٔ جدیدی تولید می‌شود. برای نمایش واکنش‌های شیمیایی از معادلهٔ شیمیایی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

فراورده (ها) ← واکنش‌دهنده (ها)

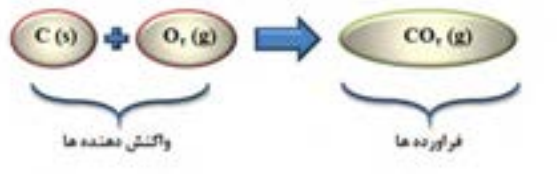
معادلهٔ شیمیایی یک واکنش، به شکل‌های مختلف نمایش داده می‌شود. در نوعی از معادلهٔ شیمیایی که معادلهٔ نوشتاری نامیده می‌شود، نام مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها) و مواد تولید شده در واکنش (فراورده‌ها)

واکنش سوختن در نتیجه یک فرایند شیمیایی میان یک مادهٔ سوختنی و اکسیژن است. در این خصوص می‌توان سوختن گاز متان (گاز طبیعی) که برای پخت و پز استفاده می‌شود، را مثال زد.

نوشته می‌شود. برای مثال معادلهٔ نوشتاری واکنش سوختن کربن در گاز اکسیژن خالص به‌صورت زیر است:



شکل دوم نمایش یک معادلهٔ شیمیایی، معادلهٔ نمادی است. معادلهٔ نمادی اطلاعات بیشتری از واکنش را نمایش می‌دهد، نماد یا فرمول شیمیایی مواد موجود در واکنش، حالت فیزیکی مواد جامد را با (s)، مایع را با (l)، گاز را با (g) و محلول را با (aq) در جلوی نماد یا فرمول ماده نشان می‌دهند و گاهی شرایط انجام دادن واکنش (روی پیکان واکنش) هم ذکر می‌شود. برای مثال معادلهٔ نمادی واکنش سوختن کربن به‌صورت زیر است:



در این واکنش، کربن در حالت جامد و مولکول اکسیژن و کربن دی اکسید در حالت گازی هستند.

واکنش های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند. در یک واکنش شیمیایی اتمی از بین نمی‌رود و اتم جدیدی نیز تولید نمی شود.

پس معادلهٔ شیمیایی هنگامی صحیح نوشته می‌شود که نشان دهد واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی می کند. به چنین معادله‌ای، معادلهٔ موازنه شده می گویند. هنگام انجام یک واکنش شیمیایی همه یا تعدادی از پیوندهای شیمیایی میان اتم های واکنش دهنده‌ها شکسته شده و پیوندهای شیمیایی جدید تشکیل می‌شوند. بنابراین در معادلهٔ نمادی یک واکنش شیمیایی، تعداد اتم های هر عنصر در دوطرف معادله باید برابر باشد (معادله موازنه باشد).

در معادلهٔ موازنه شده ضرایبی که برای مواد به کار برده می‌شوند کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکن هستند.

کار در کلاس

واکنش شیمیایی تولید آب از گاز اکسیژن و گاز هیدروژن را در نظر بگیرید و به کمک اعضای گروه به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) جدول زیر را کامل کنید

عناصر موجود در واکنش	نماد شیمیایی	تعداد اتم هر عنصر	
		در واکنش دهنده‌ها	در فراورده‌ها
اکسیژن	O		
هیدروژن	H		

ب) آیا این معادله صحیح است؟ چرا؟

ج) برای حل این مشکل چه پیشنهادی دارید؟ (توجه! در فرمول شیمیاییِ هر ماده‌ای نباید زیروندها تغییر داده شوند)

د) معادلهٔ نمادیِ موازنه شده را بنویسید. در پایان، تعداد اتم‌ها ی سمت چپ و راست معادله را مشخص کنید.

نمونهٔ حل شده

آیا واکنش زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند؟ چرا؟

$$CH_4(g)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$$

پاسخ: ابتدا تعداد اتم‌های کربن(C)، هیدروژن(H) و اکسیژن (O) را در فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها محاسبه می‌کنیم:

عنصر	واکنش دهنده‌ها		فراورده‌ها
کربن (C)	۱	=	۱
هیدروژن (H)	۴	≠	۲
اکسیژن (O)	۲	≠	۳

در سمت واکنش دهنده‌ها ۷ اتم (۱ اتم کربن، ۴ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن) و در سمت فراورده‌ها ۶ اتم (۱ اتم کربن، ۲ اتم هیدروژن و ۳ اتم اکسیژن) وجود دارد. پس این معادله موازنه نیست و واکنش مورد نظر از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کند.

برای برابر شدن تعداد اتم های اکسیژن و هیدروژن در دو سمت واکنش، با ضریب ۲ برای آب (H_2O) و ضریب ۲ برای گاز اکسیژن (O_2)معادله را موازنه می‌کنیم:

$$CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

عنصر	واکنش دهنده‌ها		فراورده‌ها
کربن (C)	۱	=	۱
هیدروژن (H)	۴	=	۴
اکسیژن (O)	۴	=	۴

خودرابیازمایید

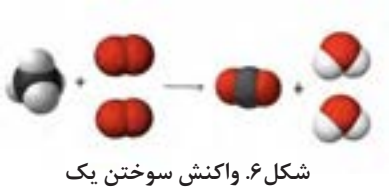
معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید.

$$N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$$

نسبت مواد در واکنش

در معادلهٔ نمادی، نسبت واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها مشخص است. برای مثال، معادلهٔ نمادی واکنش سوختن کربن، نشان می‌دهد که اگر ۱ اتم کربن در واکنش شرکت کند، ۱ مولکول گاز اکسیژن (شامل ۲ اتم اکسیژن) در واکنش شرکت می‌کند و ۱ مولکول کربن دی اکسید (شامل ۱ اتم کربن و ۲ اتم اکسیژن) تولید می‌شود. مشخص بودن نسبت مواد به ما کمک می‌کند تا بتوانیم مقدار مواد مورد نیاز برای یک واکنش یا مقدار فراورده تولید شده را محاسبه کنیم. اگر تعداد اتم‌های یکی از مواد موجود در واکنش را بدانیم، با استفاده از ضرایب معادله موازنه شده، تعداد اتم‌ها یا مولکول های سایر مواد (چه واکنش دهنده و چه فراورده) را می‌توانیم محاسبه کنیم.



شکل ۶. واکنش سوختن یک مول گاز متان با ۲ مول گاز اکسیژن.

خودرابیازمایید

در واکنشِ سوختن متان تعداد مولکول‌های اکسیژن و متان موردِ نیاز برای تولید ۵۰ مولکول کربن دی اکسید را محاسبه نمایید.

بیندیشید

فرض کنید یک کیسهٔ **۵۰** کیلوگرمی لوبیا در اختیار دارید و می‌خواهید با کمک یک ترازوی معمولی (حداقل **۱۰** گرم را می‌تواند دقیق اندازه‌گیری کند) تعداد لوبیاهای داخل کیسه و جرم یک دانهٔ لوبیا را تعیین کنید. چه راه حلی پیشنهاد می کنید؟

شمارش اتم ها

می‌دانیم جرم هر اتم به تعداد پروتون و نوترون موجود در هستهٔ آن اتم (عدد جرمی) بستگی دارد. اتم‌ها آن‌قدر کوچک اندکه مشاهده و شمارش آنها با دستگاه های معمولی امکان پذیر نیست. پس چگونه می‌توان تعداد اتم‌ها را در یک مقدار معین ماده تعیین کرد؟ بر اساس پاسخی که به فعالیت بیندیشید قبل داده‌اید، راه حلی پیشنهاد کنید.

اگر جرم تعداد مشخصی اتم را داشته باشیم می‌توانیم جرم هر اتم را از تقسیم جرم بر تعداد اتم‌ها محاسبه کنیم (مانند محاسبهٔ جرم ۱ لوبیا!) و تعداد اتم‌ها را نیز می‌توانیم در مقداری از ماده تعیین کنیم (مانند شمردن تعداد لوبیا در یک کیسهٔ لوبیا!).

تعداد بسیار زیادی اتم باید کنار هم قرار گیرند تا جرمِ قابل اندازه گیری داشته باشند. (به‌نظر شما چند اتم؟)

این تعداد را دانشمندان $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ به‌دست آوردند! (می‌توانید بزرگی این عدد را تصور کنید؟ با این تعداد توپ بسکتبال می‌توانیم سیاره‌ای به اندازه کره زمین بسازیم! یا اگر این تعداد سکهٔ ۵۰۰۰ ریالی روی هم چیده شوند ارتفاع آنها به طرف دیگر کهکشان راه شیری می‌رسد!).

این عدد (یعنی $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$) به عدد آووگادرو معروف است و به این تعداد از هر اتم یا مولکول، یک مول (mol) اتم یا مولکول گفته می‌شود. بنابراین می‌توانیم تعداد اتم‌ها و مولکول‌ها را با واحد مول گزارش کنیم.

عدد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ را به یاد دانشمند پر آوازه ایتالیایی آمدئو آووگادرو، عدد آووگادرو نامیدند.

عدد آووگادرو (N_A) تعداد ذره‌های موجود در یک مول از یک ماده است.

عدد آووگادرو

تعداد ذره ها در یک مول ماده

$۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$

اگر یک مول اتم ($۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم) کنار هم باشند جرم آنها با دستگاه‌های معمولی قابل اندازه‌گیری است. مثلاً، یک مول اتم کربن جرمی معادل ۱۲ گرم، یک مول اتم اکسیژن جرمی برابر ۱۶ گرم و یک مول اتم هیدروژن جرمی معادل ۱ گرم دارند.
مول(mol) کاربرد بسیار وسیعی در دنیای شیمی پیدا کرده است تا جایی که امروزه به عنوان یکا یا واحد شمارش اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها شناخته می‌شود.

نمونهٔ حل شده

با توجه به اینکه جرم یک مول اتم کربن ۱۲ گرم است،
الف) جرم یک اتم کربن را بر حسب گرم حساب کنید.
ب) در ۲۴ گرم کربن چند اتم کربن وجود دارد؟

پاسخ:
الف) جرم یک مول یعنی $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ تا اتم کربن ۱۲ گرم است، پس جرم یک اتم کربن از تقسیم کردن ۱۲ بر $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ به دست می‌آید:

$$\text{جرم یک اتم کربن} = \frac{۱۲}{۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}} = ۱/۹۹۳ \times ۱۰^{-۲۳}\,g$$

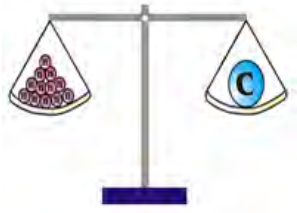
ب) در ۱۲ گرم کربن ۱ مول ($۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$) اتم کربن وجود دارد، پس از تقسیم کردن جرم مورد نظر از کربن بر ۱۲ و سپس ضرب کردن حاصل در عدد آووگادرو (با N_A نشان داده شده است) تعداد اتم کربن به‌دست می‌آید:

$$\text{تعداد اتم کربن در ۲۴ گرم کربن} = (\frac{۲۴}{۱۲}) \times N_A = ۲ \times N_A = ۲ \times ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$$

از محاسبات مشخص می‌شود که در ۲۴ گرم کربن، ۲ مول اتم کربن وجود دارد.

نکتهٔ مهم این است که گرم برای گزارش جرم یک اتم، یکای بسیار بزرگی است. مثل اینکه بخواهیم قطر نوک خودکار را با واحد کیلومتر گزارش کنیم. به همین دلیل دانشمندان برای جرم اتم‌ها و مولکول‌ها یکای کوچکی به‌نام واحد جرم اتمی که آن را با amu نشان می‌دهند ارائه کرده‌اند. جرم یک اتم، عدد جرمی آن است که بر حسب amu بیان می‌شود؛ برای مثال، جرم اتم $^{۱۶}_{۸}O$ برابر ۱۶amu است.

یک amu برابر $۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم که برابر با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن ۱۲ است.



جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و برابر ۱ amu است و جرم الکترون در حدود ۰/۰۰۰۵ amu است.

اتم گرم و مولکول گرم

شیمی‌دان‌ها جرم یک مول اتم ($۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم) را اتم گرم نامیدند و آن را برحسب گرم بیان می‌کنند. مثلاً گفته می‌شود اتم گرم کربن ۱۲ گرم و اتم گرم اکسیژن ۱۶ گرم است. به همین ترتیب جرم یک مول مولکول، مولکول گرم نام دارد. مولکول گرم هر مولکول براساس اتم گرم عناصر سازنده آن مولکول قابل محاسبه است. برای مثال مولکول گرم اکسیژن (O_2)، $۱۶ \times ۲ = ۳۲$ گرم و مولکول گرم آب (H_2O)، $(۱ \times ۲) + ۱۶ = ۱۸$ گرم است. شیمی دان‌ها معمولاً در محاسبات، به جای اتم گرم و مولکول گرم از جرم مولی استفاده می‌کنند. جرم مولی، جرم یک مول از اتم‌ها یا مولکول‌ها است که بر حسب گرم بر مول ($g.mol^{-1}$) بیان می‌شود. برای مثال، جرم مولی اتم‌های اکسیژن ۱۶ و جرم مولی آب ۱۸ گرم بر مول است.

خودرابیازمایید

۱. بر اساس جرم مولی عناصر داده شده، جرم مولی ترکیب های خواسته شده را محاسبه کنید.

نام و نماد شیمیایی	کربن (C)	هیدروژن (H)	اکسیژن (O)	فسفر (P)	گوگرد (S)
جرم مولی (گرم بر مول)	۱۲	۱	۱۶	۳۱	۳۲

الف) فسفریک اسید (H_3PO_4):

ب) گوگرد تری اکسید(SO_3):

ج) متان(CH_4):

۲. با توجه به اینکه با داشتن جرم و جرم مولی ماده می‌توانیم تعداد مول را محاسبه کنیم به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) در ۹ گرم آب (جرم مولی $۱۸g.mol^{-1}$) چند مول مولکول H_2O و چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟

ب) چند گرم از کربن دی اکسید شامل ۲ مول مولکول کربن دی اکسید است؟

همان‌طور که گفته شد، معادلهٔ شیمیایی موازنه شده، نسبت تعداد اتم‌ها یا مولکول‌هایی را که در واکنش شرکت می‌کنند یا در جریان واکنش تولید می‌شوند، نشان می‌دهد. برای واکنش سوختن متان در اکسیژن دو توصیف زیر را می‌توانیم به کار ببریم:

۱مولکول متان با ۲ مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مولکول کربن دی اکسید و ۲ مولکول آب تولید می‌شود.

۱مول متان با ۲ مول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مول کربن دی اکسید و ۲ مول آب تولید می‌شود.

خودرابیازمایید

با توجه به معادلهٔ شیمیایی واکنش سوختن گاز متان در گاز اکسیژن جدول زیر را کامل کنید.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

تعداد مولکول متان	تعداد مولکول اکسیژن مورد نیاز	تعداد مولکول کربن دی‌اکسید تولیدشده	تعداد مولکول آب تولید شده
۱	۲		۲
۱۰			
۱۰۰۰			
$۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$			
۱ mol			
۵ mol		۵ mol	

در معادلهٔ موازنه شدهٔ سوختن گاز متان، یک مولکول از گاز متان با دو مولکول از گاز اکسیژن واکنش می دهند که به تولید یک مول از مولکول کربن دی اکسید و دو مولکول آب منجرمی‌شود.

نمونهٔ حل‌شده

با توجه به معادلهٔ شیمیایی سوختن گاز متان:
الف) چند مول گاز اکسیژن برای سوزاندن ۱/۶ گرم گاز متان نیاز است؟
ب) چند مول آب در طی این واکنش تولید می‌شود؟
(جرم مولی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب ۱۲، ۱۶ و ۱ گرم بر مول است)

پاسخ:
الف) ضرایب در معادلهٔ موازنه شده نشان دهندهٔ نسبت مولی مواد در واکنش است. پس ابتدا مقادیر داده شده را به مول تبدیل می کنیم :

$$\text{تعداد مول متان} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱/۶}{۱۶} = ۰/۱ \ \text{mol}$$

ب) معادلهٔ واکنش نشان می‌دهد که اگر ۰/۱ مول متان در واکنش شرکت کند، ۰/۲ مول گاز اکسیژن (یعنی $۰/۲ \times ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول $O_۲$) نیاز است و ۰/۲ مول آب تولید می‌شود.

خودرا بیازمایید

با توجه به معادلهٔ موازنه شدهٔ تولید گاز آمونیاک، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
الف) برای تولید ۳ مول $NH_۳$ چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

ب) چند مول اتم نیتروژن برای واکنش کامل با ۲ مول گاز هیدروژن نیاز است؟ (توجه! در مولکول گاز نیتروژن ۲ اتم نیتروژن وجود دارد).

ج) در صورتی که ۵/۶ گرم گاز نیتروژن ($N_۲$) در واکنش شرکت کند چند مول $NH_۳$ تولید می‌شود؟ (جرم مولی عنصر نیتروژن ۱۴ گرم بر مول است).

گرماشیمی

گرما شیمی یا ترمو شیمی علمی است که به مطالعهٔ تغییرات انرژی (گرما) طی یک واکنش شیمیایی می‌پردازد. به‌طور کلی انجام دادن یک واکنش شیمیایی با تغییر انرژی همراه است. در بسیاری از واکنش‌ها مانند سوختن گاز طبیعی، گرما آزاد می‌شود و گرمای لازم برای پختن غذا روی اجاق گاز یا جوشیدن آب فراهم می‌شود. در مقابل، فرایند ذوب یخ به جذب انرژی گرمایی نیاز دارد. پس برای انجام دادن برخی واکنش‌ها، به گرما نیاز داریم، یعنی گرما باید از محیط جذب شود، این واکنش‌ها

گرماگیر نامیده می‌شوند.واکنش‌های دیگری هستند که با آزاد شدن گرما همراه اند، در این نوع واکنش‌ها، گرمای آزاد شده به محیط اطراف منتقل می‌شود. این واکنش‌ها گرماده یا گرمازا نامیده می‌شوند.

شکل ۷. واکنش‌های گرماده و گرماگیر

نمونه‌هایی از واکنش های گرماده و گرماگیر در طبیعت در جدول زیر نمایش داده شده است.

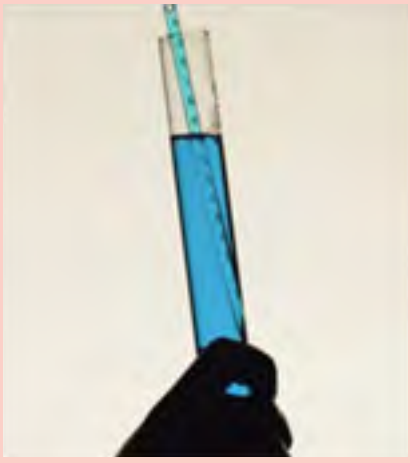
جدول ۱. نمونه‌هایی از فرایندهای گرماده و گرماگیر در طبیعت

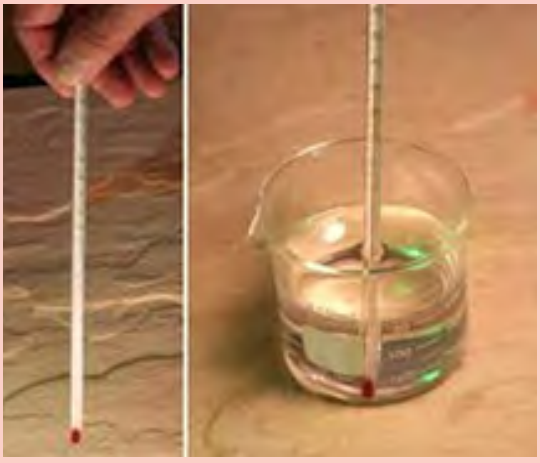
فرایند گرماده	فرایند گرماگیر
تشکیل یخ	ذوب یخ
تشکیل برف از ابر	تبدیل یخ به بخار آب
تشکیل باران از بخار آب	تبخیر آب
سوختن کبریت	پخت نان
زنگ زدن آهن	تولید قند در فرایند فتوسنتز
سوختن گاز طبیعی و نفت	انحلال آمونیوم نیترات در آب
انحلال اسیدها در آب	ذوب نمک

آزمایش کنید

برای درک بهتر واکنش های گرماده و گرماگیر آزمایش های زیر را انجام دهید.
الف)۲۵ میلی لیتر آب را در یک بشر ریخته و ۱۰ گرم پودر پتاسیم نیترات به آن اضافه کنید. سپس مخلوط را با استفاده از دماسنج به آرامی به هم بزنید. بشر را در کف دست خود نگه دارید. چه چیزی احساس می کنید؟ انرژی گرمایی به دست شما منتقل شده و یا از آن گرفته می‌شود؟

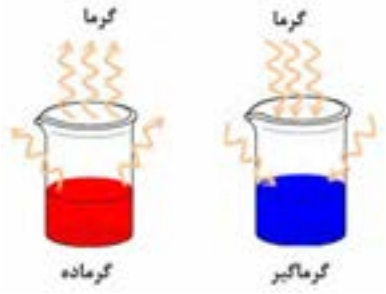
ب) ۲۵میلی لیتر محلول مس (II) سولفات را در بشر ریخته و به آن مقداری پودر روی اضافه کنید. سپس با استفاده از دماسنج مخلوط را به آرامی هم بزنید. با دقت سطح بیرونی بشر را لمس کنید. چه اتفاقی را مشاهده می کنید؟ دیوارهٔ بشر گرم شده یا سرد می شود؟





سطح انرژی

می‌دانید که واکنش‌های گرماده، گرما آزاد می‌کنند. حال ممکن است بپرسید که منبع این گرما چیست؟ و از کجا می‌آید؟ در یک واکنش گرماگیر، گرمای جذب شده چه می‌شود؟ با توجه به قانون بقای انرژی، گرما ناپدید نمی‌شود. پاسخ این پرسش‌ها به کمک کمیتی به نام سطح انرژی امکان پذیر است. هر سامانه دارای یک سطح انرژی است، به این معنی که شامل مقدار معینی گرما است. سطح انرژی یک سامانه در جریان واکنش شیمیایی تغییر می کند. تغییرسطح انرژی، همان اختلاف میان سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌هاست.
در حالت کلی می‌توان در مورد هر فرایند شیمیایی چنین گفت



بخشی از جهان که مورد مطالعه قرار می‌گیرد سامانه (سیستم) نام دارد.
بخشی از جهان که با سامانه برهم‌کنش داشته باشد، محیط در نظر گرفته می‌شود.

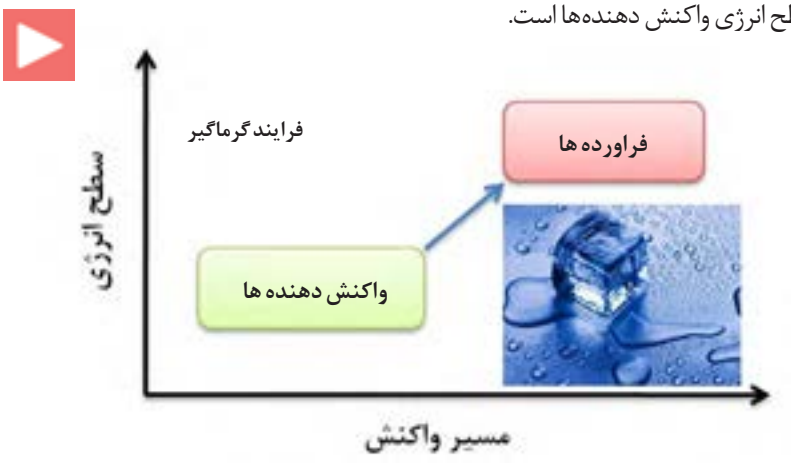
انتقال انرژی در واکنش‌ها را می‌توان بر روی نمودارهایی به نام نمودار سطح انرژی نشان داد. این نمودار مقدار انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده‌ها را با مقدار انرژی ذخیره شده در فراورده‌ها مقایسه می کند.

• در یک فرایند گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها (به اندازهٔ گرمای آزاد شده) کمتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.

شکل ۸. سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک فرایند گرماده

محتوای انرژی مواد غذایی اغلب به صورت مقدار کالری در ۱۰۰گرم ماده غذایی بیان می شود. هر کالری برابر با ۴/۲ ژول است. محتوای انرژی موادغذایی مانند چربی، روغن و کربوهیدرات‌ها بسیار بالاست.

• در یک فرایند گرماگیر، سطح انرژی فراورده‌ها (به اندازهٔ گرمای گرفته شده) بیشتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها است.



شکل ۹ . سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک فرایند گرما گیر

بیشتر بدانید

جوشکاری ترمیت، واکنشی گرماده بین اکسید فلز آهن و فلز آلومینیوم است. در اثر این واکنش، حرارت بسیار بالایی به وجود می‌آید که گرمای مورد نیاز برای ذوب شدن قطعاتی که قرار است به هم جوش داده شوند، تأمین می‌شود. جوشکاری ریل های راه آهن از جمله پر کاربردترین موارد استفاده از جوشکاری ترمیت است. علت اصلی انجام این واکنش و تولید گرمای فراوان، تمایل زیاد فلز آلومینیوم به ترکیب شدن با اکسیژن و تشکیل ترکیب پایدار Al_2O_3 است.

$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$$

آزمایش کنید

با استفاده از توضیحات زیر، کیسه‌های سرمازا و گرمازا بسازید:

کیسه‌های سرمازا، حاوی کیسهٔ کوچکی از آمونیم نیترات در داخل کیسهٔ آب است. با فشار دادن کیسه، آمونیم نیترات از کیسه خارج شده و وارد آب می‌شود. در این کیسه‌ها واکنش شیمیایی زیر انجام می‌شود:

$$NH_4NO_3(s) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4NO_3(aq)$$

با قرار دادن این کیسه‌ها در محل آسیب دیده، فرد درد کمتری احساس می‌کند. چرا؟

کیسه‌های گرمازا حاوی مقداری کلرید کلسیم است و واکنش زیر در آنها انجام می‌شود.

$$CaCl_2(s) + H_2O\ (l) \longrightarrow CaCl_2(aq)$$

با قرار دادن این کیسه‌ها در محل آسیب دیده، جریان خون افزایش می‌یابد و گرفتگی ماهیچه‌ها به سرعت بر طرف می‌شود. چرا؟

سرعت واکنش

سرعت یک واکنش شیمیایی، روند تبدیل مواد واکنش دهنده به محصول را در مدت زمان معینی نشان می‌دهد. بررسی سرعت واکنش‌ها یکی از مهم‌ترین مباحث در شیمی است. شیمی دان‌ها همیشه به دنبال راهی هستند که سرعت یک واکنش را بالا ببرند تا در زمان کوتاه بازده بالایی داشته باشند یا در پی راهی برای کاهش سرعت یا متوقف ساختن برخی واکنش های مضر هستند. هدف از مطالعه سرعت یک واکنش این است که بدانیم واکنش چقدر سریع رخ می‌دهد. از این نظر، واکنش‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

یکی از پارامترهای مورد توجه در صنعت، سرعت انجام واکنش است. صنعت‌گران باید بدانند که در هر ساعت، روز و یا هفته می‌توانند چه مقدار محصول تولید کنند.

۱- واکنش‌های سریع که زمان انجام این واکنش‌ها کم و در حدود حساسیت انسان به زمان (ثانیه) است، مانند واکنش‌های انفجاری.(شکل ۹)

شکل ۱۰. واکنش‌های سریع

۲- واکنش های معمولی که زمان انجام این واکنش‌ها در حدود چند دقیقه یا چند ساعت طول می‌کشد، مانند پختن تخم مرغ.

شکل ۱۱. واکنش‌های معمولی

برای جلوگیری از فاسد شدن موادغذایی، آنها را در یخچال نگهداری‌می‌کنند.چرا؟

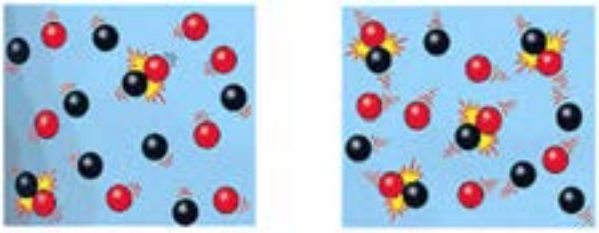
۳- واکنش های کند که زمان انجام این واکنش‌ها ماه‌ها و سال‌ها طول می‌کشد، مانند زنگ زدن آهن.

شکل ۱۲. واکنش‌های کند

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

می‌دانیم که برخورد مولکول‌ها مقدمهٔ انجام واکنش شیمیایی است. اما واقعیت آن است که تنها برخوردهایی به انجام یک واکنش شیمیایی منجر می‌شود که از انرژی کافی برخوردار باشند. شکل زیر نشان می‌دهد که افزایش دما باعث می‌شود تعداد برخوردهای مولکول‌ها افزایش یابد و درنتیجه باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود.

برخوردهای میان مواد واکنش دهنده که انرژی کافی برای انجام واکنش و تشکیل فراوردها را دارند، برخوردهای مؤثر نامیده می‌شوند.



شکل ۱۳. افزایش تعداد برخوردهای دارای انرژی کافی با افزایش دما

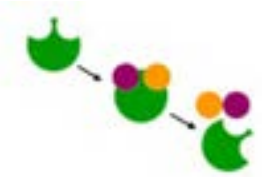
دیگر عامل تأثیرگذار بر سرعت واکنش‌های شیمیایی کاتالیزگر است. کاتالیزگر ماده‌ای است که در واکنش شرکت می‌کند و سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد ولی در واکنش مصرف نمی‌شود؛ به این معنی که در پایان واکنش دست‌نخورده باقی می‌مانند. در صنعت استفاده از کاتالیزگر بر افزایش دما به علت صرف انرژی کمتر و کاهش هزینه‌ها برتری دارد. تعدادی از کاتالیزگرهای مورد استفاده در صنعت در شکل زیر نمایش داده شده است.

شکل ۱۴. نمونه هایی از کاتالیزگرهای مورد استفاده در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی.

افزایش تعداد مولکول‌های واکنش‌دهنده در واحد حجم (غلظت) نیز موجب افزایش تعداد برخوردهای مؤثر و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می‌شود.

بیشتر بدانید

سوختن بنزین در موتور خودروها، گازهای آلایندهٔ هوا از قبیل کربن مونوکسید، نیتروژن اکسید و هیدروکربن‌های نسوخته راکه گازهایی سمی هستند؛ پدید می‌آورد. با قرار دادن کاتالیزگرهایی از جنس نانو ذرات فلز پلاتین و پالادیم یا فولاد ضد زنگ در اگزوز خودروها گازهای فوق با سرعت به گازهایی بی‌خطر، مانند گاز کربن دی‌اکسید، گاز نیتروژن و بخار آب تبدیل شوند.



کاتالیزگرها محیطی مناسب برای نزدیک شدن واکنش‌دهنده‌ها به یکدیگر فراهم آورده و موجب افزایش سرعت واکنش می‌شوند.

اخیراً از نانو کاتالیزگرها درحذف آلاینده‌های آب و هوا استفاده می‌شود. به همین دلیل نانو کاتالیزورگرها در شیمی سبز مورد توجه شیمی‌دانان قرار گرفته است.

آنچه آموختیم در یک نگاه

مطالعهٔ فرایندهای شیمیایی

معادلهٔ واکنش
با توجه به قانون بایستگی جرم

- **معادلهٔ نوشتاری**
- **معادلهٔ نمادی**

منیزیم اکسید ⟵ اکسیژن + منیزیم

$2Mg(s)+O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

گرماشیمی
با توجه به قانون بایستگی انرژی

- **فرایندگرماگیر**
- **فرایندگرماده**

سرعت واکنش

- **سریع**
- **معمولی**
- **کند**

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش
افزایش تعداد برخوردهای مؤثر

- **غلظت**
- **دما**
- **کاتالیزگر**

ارزشیابی پایان فصل

۱ـ تفاوت عمدهٔ مفهوم دما و گرما را توضیح دهید.

۲ـ واکنش زیر را موازنه کنید:

$$KClO_3\ (s) \longrightarrow KCl\ (s) + O_2\ (g)$$

۳ـ دو نمونه از واکنش‌های گرماده و گرماگیر را نام ببرید و معادلهٔ نمادی آنها را بنویسید.

۴ـ واکنش‌های زیر را از نظر سرعتِ انجام دسته‌بندی کنید:

واکنش	واکنش سدیم با آب	سوختن گاز طبیعی	تیره شدن انگشتر نقره	فاسد شدن مواد غذایی
سرعت				

فصل سوم

محلول و کلوئید

هر یک از تصاویر فوق، بیانگر چه نوع مخلوطی است؟

سیمای فصل

محلول و انحلال پذیری

غلظت محلول

کلوئید

در ظرفی که دارای آب مقطر است یک قاشق نمک می‌ریزیم و آن را هم می‌زنیم. مشاهده می‌کنیم که نمک ناپدید می‌شود. مایع به دست آمده زلال است و حتی با میکروسکوپ نیز نمی‌توان وجود نمک را در آن تشخیص داد، ولی مزهٔ آن شور است (می‌گوییم نمک در آب حل شده است). آب را حلّال و مایع حاصل را محلول نمک در آب می‌نامیم.

آب مقطر، آبی است که بسیاری از ناخالصی‌های آن به شیوهٔ **تقطیر** گرفته شده باشد.

بیندیشید

آیا می‌توانید با توجه به آنچه در فصل اول آموختید، توضیح دهید که حل شدن نمک در آب چگونه صورت می‌گیرد؟

محلول و انحلال پذیری

هر مخلوط همگن یا تک فازی را محلول می‌نامند، مانند سکهٔ طلا، آب نمک، هوا و ... .
بخشی از ماده که در تمام نقاط آن فرمول شیمیایی و خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است «فاز» نامیده می‌شود. به طور مثال اگر یک محلول آب نمک داشته باشیم : طعم، مزه، چگالی و ... در بخش های مختلفِ آن یکسان است.
یک لیوان را تا نیمه از آب پر کنید. اگر فضای درون لیوان را یک سامانه در نظر بگیریم، این سامانه دو فاز دارد، یک فاز آن‌مایع (آب درون لیوان) و فازدیگرآن گاز (هوای روی آب لیوان) است. حال اگر یک تکه چوب را درون آب بیندازیم تعداد فازهای سامانه، به سه افزایش می‌یابد.
به مرز میان دو فاز «فصل مشترک» گفته می‌شود. در مخلوط های ناهمگن (مانند آب و روغن)، مرز میان فازها قابل تشخیص است، در مخلوط های همگن (محلول‌ها) مرزی میان حل شونده و حلّال وجود ندارد و به عبارت دیگر، محلول‌ها تک فاز هستند.

برای مواد خالص هر یک از حالت‌های فیزیکی (گاز – جامد- مایع) یک **فاز** محسوب می‌شود و هر یک از تغییر حالت‌ها (جامد به مایع، مایع به بخار و ...) یک **تغییر فاز** به شمار می‌آید.**بنابراین برای اجسام خالص، تغییر فاز تغییر فیزیکی است.**

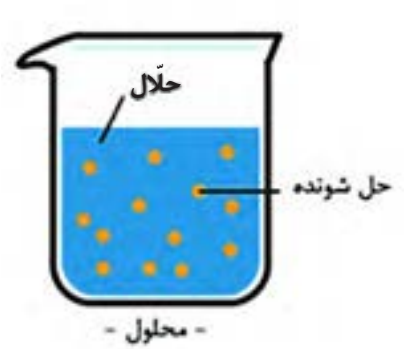
خودرابیازمایید

در هر یک از مخلوط‌های زیر، تعداد فازهای موجود را تعیین کنید. به نظر شما کدام مخلوط یک محلول است؟ چرا؟

الف) مخلوط آب و یخ :
ب) مخلوط روغن، آب و براده آهن :
پ) مخلوط آب، نمک و نفت سفید :
ت) مخلوط آب و قند :

یک محلول دست کم از دو جزء تشکیل شده است: مادهٔ حل شونده و حلّال. جزئی که معمولاً درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلّال نام دارد و جزء یا اجزایی را که در حلّال حل می‌شوند، مادهٔ حل شونده می‌نامند (شکل ۱).

محلول = حلّال + حل‌شونده(ها)



شکل ۱. محلول و اجزای تشکیل دهندهٔ آن

در تقسیم بندی کلی‌تری محلول‌ها را به سه نوع گازی، مایع و جامد تقسیم می‌کنند.

حالت فیزیکی حل شونده	حالت فیزیکی حلّال	نوع محلول	مثال
جامد	جامد	جامد	انواع آلیاژها (سکهٔ طلا)
گاز	مایع	مایع	نوشابه
مایع	مایع	مایع	آب، الکل و سرکه
جامد	مایع	مایع	آب نمک
گاز	گاز	گاز	هوا

سکهٔ بهارآزادی
نمونه‌ای از محلول های جامد است که از حل شدن فلزمس مذاب در طلای مذاب به‌دست می‌آید.

هوایی که تنفس می‌کنید، محلولی از نیتروژن، اکسیژن، کربن دی اکسید، بخار آب و گازهای دیگر است و حلّال آن، گاز نیتروژن است. چرا؟

تحقیق کنید

برخی از محلول های مایع مانند شیشه، پس از سرد شدن جامد می‌شوند و «مایعات فوق سرد شده» نامیده می‌شوند. دربارهٔ آنها تحقیق کنید و نتایج خود را در قالب پاورپوینت برای هم‌کلاسی های خود نمایش دهید.

محلول های آبی امروزه در زندگی کاربرد بیشتری دارند. مانند محلول حاصل از حل کردن ضد یخ در آب رادیاتور اتومبیل که در تابستان از جوش آمدن آب رادیاتور و در زمستان از یخ زدن آن جلوگیری می‌کند. چرا؟

برخی حلّال‌های مایع پرکاربرد:

آب: فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلّال شناخته شده است که ترکیب های یونی و مولکولی بسیاری را در خود حل می‌کند. آب در قرآن[1] اهمیت فراوانی دارد. خداوند در آیات متعدد انسان را به تفکر در آب و شکر این نعمت بزرگ، دعوت نموده است.

---

۱. آیهٔ ۳۰ سورهٔ مبارکهٔ مُلک

حلّال غیر آبی (آلی): هگزان، اتانول، استون، کربن تتراکلرید و تولوئن از جملهٔ این حلّال‌ها هستند.

الف- هگزان (C_6H_{14}) مایعی بی رنگ و فرّار است که از نفت خام به دست می‌آید و به عنوان رقیق کنندهٔ (تینر) رنگ، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب- اتانول (C_2H_5OH) مهم‌ترین حلّال صنعتی پس از آب به شمار می‌رود، مایعی بی‌رنگ و فرّار است، به هر نسبتی در آب حل می‌شود و کاربردهای متعدد صنعتی، آزمایشگاهی و ... دارد.

پ- استون (C_3H_6O) از حلّال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه است، به هر نسبتی در آب حل می‌شود و مایعی بی رنگ و فرّار است، حلّال مناسبی برای چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها ست.

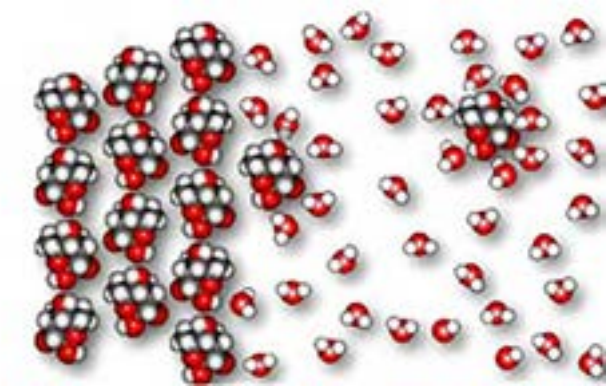
استفادهٔ گسترده از حلّال‌های سمی و فرّار در صنایع شیمیایی منجر به آسیب‌جدی به محیط زیست می‌شود. لذا یافتن جایگزین مناسب برای این حلّال‌ها به‌شدت در صنایع دارویی و شیمیایی حس می‌شود. **مایعات یونی** ترکیباتی هستند که در چند سال اخیر، انقلابی در مراکز تحقیقاتی و صنایع شیمیایی به پا کرده‌اند. این ترکیبات که **حلال‌های سبز** نامیده می‌شوند، به عنوان حلّال وکاتالیزگر، نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از ترکیبات خطرناک، سمی و آسیب زننده به محیط زیست در صنایع دارند.

تحقیق کنید

در زندگی روزمره از حلّال‌های دیگری نیز استفاده می‌کنید. ضمن بررسی‌های لازم، تعدادی از آن حلّال‌ها را نام ببرید و کاربردهای هر کدام را بنویسید.

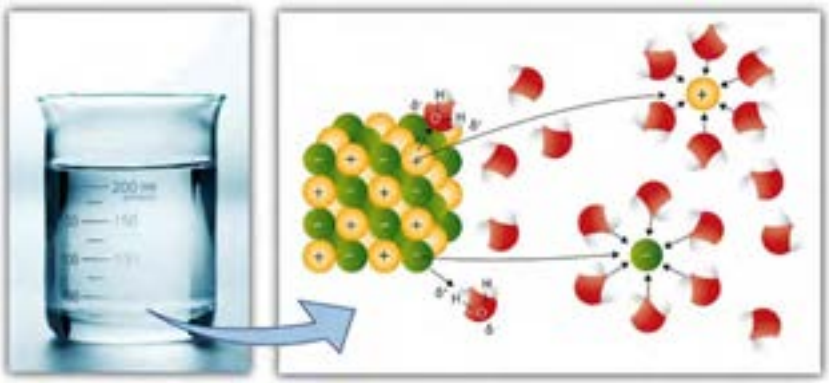
حل شدن قند و نمک در آب

به حل شدن قند در آب توجه کنید. یک حبه قند، توده‌ای از مولکول‌های قند است که با نظم و ترتیب خاصی در کنارهم چیده شده‌اند. وقتی قند در آب قرار می‌گیرد، در نتیجهٔ برهم‌کنش مولکول‌های آب و قند، مولکول‌های قند، یکی یکی از مکان‌های منظمی که درحبه قند دارند، خارج می‌شوند و در بین مولکول‌های آب پراکنده می‌گردند. یعنی حبهٔ قند به‌صورت مولکولی در آب پخش می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲. چگونگی انحلال قند در آب

حل شدن نمک طعام و بسیاری از ترکیب‌های یونی در آب، به شکل یونی انجام می‌گیرد. وقتی یک ترکیب یونی در آب قرار می‌گیرد جاذبهٔ پیوند یونی میان یون‌ها سست شده و مولکول‌های آب، یون‌ها را احاطه می‌کنند. به این ترتیب یون‌های مثبت و منفی در آب پراکنده می‌شوند (شکل ۳).



شکل ۳. چگونگی انحلال نمک طعام در آب

انحلال‌پذیری

می‌دانیم که محلول‌ها به ۳ دستهٔ سیر شده، سیر نشده و فراسیر شده تقسیم می‌شوند. همان‌طور که یک لیوان، گنجایش مقدار معینی از یک مایع را دارد، مولکول‌های حلّال نیز مقدار معینی از یک حل شونده را می‌توانند در فضای بین خود بپذیرند. این مقدار به عوامل مختلفی بستگی دارد. بیش‌ترین مقدار از یک مادهٔ حل‌شونده (برحسب گرم) که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلّال حل می‌شود، انحلال‌پذیری آن ماده نامیده می‌شود.

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (گرم)}}{\text{جرم حلّال (گرم)}} \times ۱۰۰$$

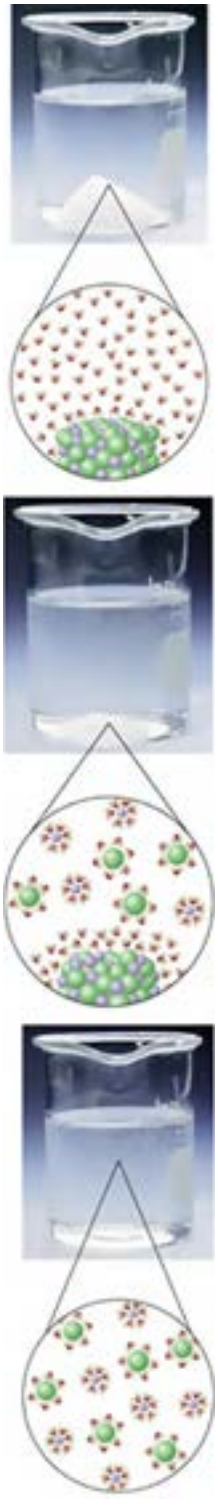
نمونهٔ حل شده

در ۱۰ گرم آب در دمایی معین حداکثر، ۳/۴ گرم NaCl حل می‌شود. انحلال‌پذیری این نمک چند گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلّال است؟

پاسخ:

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{۳/۴}{۱۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلّال}} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \text{انحلال پذیری} = ۳۴\,g\,NaCl/۱۰۰\,g\,H_۲O$$



مراحل انحلال جامد یونی در آب

کار در کلاس

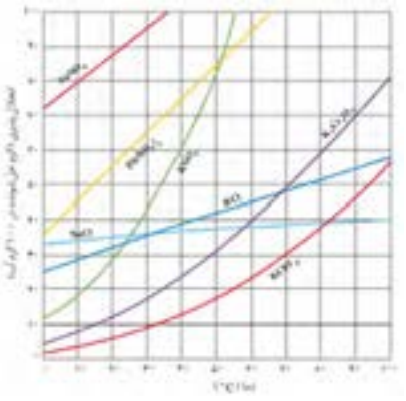
به کمک اعضای گروه خود با توجه به نمودار ۱ که انحلال‌پذیری چند مادهٔ جامد را بر حسب دما در حلّال آب نشان می‌دهد به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید و با سایر هم‌کلاسی‌های خود در مورد نتایج، بحث و گفت‌وگو کنید:

الف) کمترین تأثیر دما بر افزایش انحلال‌پذیری برای کدام ترکیب است؟ چرا؟

ب) در صورتی که ۶۰ گرم $K_2Cr_2O_7$ در دمای $90^\circ C$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده باشد، محلول ایجاد شده جزءِ کدام دسته از محلول‌های سیر شده ، فراسیرشده یا سیرنشده است؟ چرا؟

پ) از حل شدن ۲۰ گرم پتاسیم کلرات($KClO_3$) در دمای $30^\circ C$ در ۱۰۰ گرم آب، چه محلولی حاصل می‌شود؟ سیرشده، سیر نشده یا فراسیرشده ؟

ت) چه ترکیبات دیگری مانند Li_2SO_4 می‌شناسید که با افزایش دما انحلال‌پذیری آنها کاهش می‌یابد؟



نمودار ۱
نمودارانحلال پذیری برخی ترکیب های یونی در آب

محلول‌ها بر اساس مقدار حل شونده‌ای که دارند به سه دسته تقسیم می‌شوند:
سیرنشده: مقدار حل شونده کمتر از انحلال‌پذیری است.
سیر شده: مقدار حل شونده برابر با مقدار انحلال‌پذیری است.
فراسیرشده: مقدار حل‌شونده بیشتر از انحلال‌پذیری است.

خودرابیازمایید

۱ـ با توجه به نمودار۱ انحلال‌پذیری کدام ماده در دمای $90^\circ C$، تقریباً ۴۵ گرم است؟

۲ـ انحلال پذیری نمک پتاسیم کلرات ($KClO_3$) در دمای معین ۶۰ گرم است. چنانچه ۸۰۰ گرم از این محلول را حرارت دهیم تا حلّال به طور کامل تبخیر شود، چند گرم نمک پتاسیم کلرات بر جای می‌ماند؟

آزمایش کنید

در طب سنتی نبات جایگاه ویژه‌ای دارد. بنابراین توصیه می‌شود تهیهٔ بلورهای نبات را فرا بگیرید.

مواد لازم : آب، شکر، رنگ خوراکی و طعم دهندهٔ دلخواه

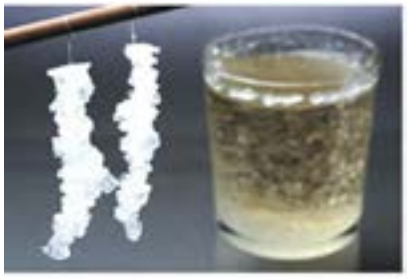
وسایل لازم : وسیله‌ای برای گرم کردن آب تا دمای جوش (کتری برقی)، یک لیوان ، نخ (بهتراست نخ پنبه ای باشد) و مداد.

نخ را به مداد گره می‌زنیم، آن را خیس و به اندکی شکر آغشته می‌کنیم.

آب را به جوش می‌آوریم و در لیوان می‌ریزیم و آن‌قدر در آن شکر حل می‌کنیم تا مقداری شکر به صورت ته‌نشین شده در ته لیوان مشاهده شود (محلول سیر شده).

سپس ضمن قرار دادن نخ در داخل لیوان، مخلوط را رها می‌کنیم تا آرام‌آرام سرد شود، پس از ۱ یا ۲ روز بلورهای نبات در اطراف نخ مشاهده می‌شوند.

پس از یک هفته اندازهٔ نبات به اندازهٔ دلخواه‌تان رسیده است و دیگر نبات بزرگ‌تر از آن نخواهد شد.



نخ را به همراه بلورهای نبات از محلول خارج کنید و اجازه دهید خشک شوند.

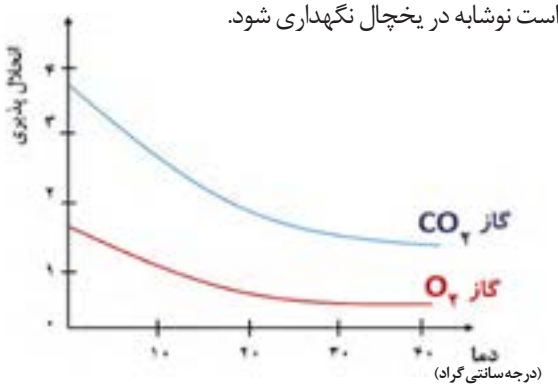
چرا جرم نبات با جرم شکر حل شده تفاوت دارد؟

چرا با سرد شدن محلول سیر شده بلورهای نبات، اطراف نخ مشاهده می‌شوند؟

عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها

با افزایش دما، انحلال‌پذیری مواد گازی در آب کاهش می‌یابد.(شکل ۴).

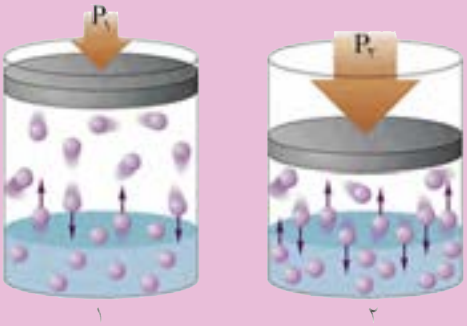
به طور مثال بهتر است نوشابه در یخچال نگهداری شود.



شکل ۴. اثر دما بر انحلال پذیری گازها

کار در کلاس

۱ـ تصویر زیر، میزان انحلال مولکول‌های یک گاز را در آب در دو فشار مختلف، نمایش می‌دهد.



الف) مقدار فشار گاز را در دو شکل ۱و۲ مقایسه کنید.
ب) در کدام مورد انحلال پذیری گاز در آب بیشتر شده است؟

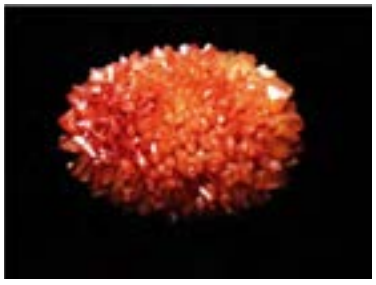
۲ـ جدول زیر، میزان انحلال پذیری گاز اکسیژن را در فشارهای مختلف نشان می‌دهد.

فشار (اتمسفر)	۰	۱	۲
انحلال پذیری($g/۱۰۰g\ H_۲O$)	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱

الف) نمودار انحلال پذیری گاز اکسیژن را نسبت به فشار رسم کنید.
ب) نمودار به‌دست آمده را تفسیر کنید.

بیشتر بدانید

بیماری‌های نقرس و سنگ کلیه، به دلیل وجود ترکیباتی در بدن به‌وجود می‌آیند که با عبور از مرز انحلال‌پذیری، اجسامی سخت تولید می‌کنند. نقرس که معمولاً دامن‌گیر مردان بالای چهل سال می‌شود، در اثر فراتر رفتن غلظت اوریک اسید در پلاسمای خون از مقدار انحلال پذیری آن (که ۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی لیتر پلاسما در $37\ ^\circ C$ است) به‌وجود می‌آید؛ بلورهای اضافی غیرقابل حل، در تاندون‌ها و غضروف‌ها تشکیل می‌شود و این بلورها عامل درد بیماری نقرس هستند. یکی از دلایل تشکیل این سنگ‌ها، خوردن بیش از حد غذاهای گوشتی حاوی پورین‌ها است که طی فرایندهای سوخت و ساز بدن به اسید اوریک تبدیل می‌شوند.



سنگ کلیه، زمانی تشکیل می‌شود که مقدار کلسیم فسفات در ادرار فراسیرشده (فوق اشباع) می‌شود.

غلظت محلول

اغلب در کنار نام محلول‌ها از اصطلاحاتی مانند غلیظ یا رقیق، پررنگ یا کم‌رنگ و... استفاده می‌شود. به‌طور مثال شربت آبلیموی غلیظ یا رقیق، چای کم رنگ یا پررنگ و... . این اصطلاحات به مقدار مادهٔ حل شونده در محلول اشاره دارند. برای مثال در شربت آبلیموی غلیظ، مقدار آبلیموی بیشتر از مقدار موجود در شربت آبلیموی رقیق است.

شکل۵. محلول‌هایی از چای با غلظت‌های متفاوت

بر اساس مقدار انحلال‌پذیری مواد در دمای ۲۰°C، آن را به سه دستهٔ زیر، تقسیم می کنند:

مادهٔ محلول: انحلال‌پذیری آن حداقل ۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلّال است؛ مانند KNO_3 (پتاسیم نیترات)، HCL (هیدروژن کلرید)، و ...

مادهٔ کم محلول: انحلال پذیری آن بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلّال است مانند $CaSO_4$ (کلسیم سولفات)، هگزانول و ...

مادهٔ نامحلول: انحلال پذیری آن از ۰/۰۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلّال کمتر است، مانند: AgCl (نقره کلرید) $BaSO_4$ (باریم سولفات) $Ca_3(PO_4)_2$ (کلسیم فسفات) و...

می‌توان غلظت را مقدار مادهٔ حل‌شونده در مقدار معینی محلول دانست که به شکل‌های مختلفی بیان می‌شود.

درصد جرمی

جرم مادهٔ حل شونده در ۱۰۰ گرم محلول را بیان می‌کند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

نمونهٔ حل شده

به ۴۰ گرم آب مقطر در دمای $20\,^{\circ}C$ مقدار ۱۰ گرم NaCl افزوده ایم. درصد جرمی سدیم کلرید در محلول حاصل را محاسبه کنید.

پاسخ:

جرم حل شونده = ۱۰g

جرم محلول = ۱۰+۴۰=۵۰g

درصد جرمی = $\frac{۱۰}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۲۰٪$

اگر به محلول، ۵۰ گرم آب مقطر افزوده شود، درصد جرمی نمک در محلول حاصل، چه مقدار خواهد شد؟

جرم حل شونده = ۱۰g

جرم محلول = ۱۰+۴۰+۵۰=۱۰۰g

درصد جرمی = $\frac{۱۰}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۰٪$

خودرابیازمایید

۱- برای تهیهٔ یک لیتر محلول ۱٪جرمی سدیم کلرید (محلول شست و شوی موجود درسرم‌های نمکی) چند گرم سدیم کلرید لازم است؟ (از تغییر حجم محلول با اضافه شدن نمک صرف‌نظر شود، چگالی محلول ۱ گرم بر میلی لیتر در نظر گرفته شود.)

۲- در ۳۰ گرم محلول ۱۶درصد جرمی سدیم هیدروکسید چند گرم از این ماده وجود دارد؟ این مقدار سدیم هیدروکسید شامل چند مول از آن است؟

تحقیق کنید

در آیهٔ ۵۳ سورهٔ مبارکهٔ فرقان به آمیخته نشدن آب دو دریا اشاره شده است، در مورد علت این پدیدهٔ طبیعی تحقیق کنید. و نتیجه تحقیق خود را در کلاس ارائه نمایید.

قسمت در میلیون (ppm)

برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق از این نوع غلظت استفاده می‌شود و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$$

وقتی غلظت در حد یک یا چند ppm است چگالی محلول به تقریب با چگالی حلّال برابر است. به طور مثال در محلول‌های آبی، رقیق چگالی را همان $۱\frac{g}{ml}$ درنظر می‌گیریم.

نمونهٔ حل شده

هر یک لیتر آب شهری با چگالی تقریبی $۱Kg.L^{-۱}$ شامل ۰/۰۱g یون پتاسیم است. غلظت این یون در آب شهری چند ppm است؟

پاسخ:

جرم یون پتاسیم = ۰/۰۱g

جرم یک لیتر محلول = ۱ kg=۱۰۰۰ g

$$ppm_{\text{پتاسیم}} = \frac{۰/۰۱}{۱۰۰۰} \times ۱۰^{۶} = ۱۰$$

از ppm برای تعیین غلظت آلاینده های آب و هوا استفاده می‌شود. مقادیر بسیار کم آلاینده‌ها در آب و هوا برای سلامتی انسان مضر است.

خودرابیازمایید

به استخری لبریز از آب با ابعاد ۳ و ۴ و ۱۰ متر، چند گرم کلر اضافه شود تا غلظت کلر در آب استخر ۵ ppm شود ؟

غلظت مولی یا مولار (M)

در متون علمی بیشتر از این شکلِ بیان غلظت استفاده می‌شود، که مقدار مول مادهٔ حل‌شونده در حجم یک لیتر از محلول را نشان می‌دهد و بر حسب مول بر لیتر، گزارش می‌شود.

$$M=\frac{\text{مقدار مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

نمونه حل‌شده

۱ گرم NaOH را در آب حل می‌کنیم و حجم محلول را به ۲۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی NaOH در این محلول چند مولار است؟

جرم مولی NaOH = $40\ g.mol^{-1}$

پاسخ :

گام اوّل : تعداد مول مادهٔ حل شونده را طبق رابطهٔ زیر محاسبه می‌کنیم.

$$\text{تعداد مول} \longrightarrow n=\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} \quad \text{mol NaOH}=\frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم مولی NaOH}}=\frac{1}{40}=0/025\ \text{mol}$$

گام دوم : حجم محلول را بر حسب لیتر به دست می‌آوریم.

$$\text{حجم محلول}=200\ \text{ml}\times\frac{1\text{L}}{1000\text{ml}}=0/2\text{L}$$

گام سوم : غلظت مولی را طبق رابطهٔ زیر محاسبه می‌نماییم.

$$M=\frac{\text{مقدار مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}=\frac{0/025}{0/2}=0/125\ \text{mol.L}^{-1}$$

خودرا بیازمایید

۱ـ ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار سدیم کلرید شامل چند گرم از این نمک است؟ (جرم مولی سدیم کلرید ۵۶/۵ گرم برمول است.)

۲ـ در ۱۰۰ میلی لیتر محلول NaOH ۰/۲ مولار، چندگرم NaOH وجود دارد؟ جرم مولی NaOH را ۴۰ گرم بر مول درنظر بگیرید.

آزمایش کنید

محلول سازی

یک ـ مواد در آزمایشگاه به‌صورت جامد یا محلول های غلیظ یافت می‌شوند. می‌دانیم اکثر واکنش‌های شیمیایی در محیط آبی انجام پذیرند یا بهتر انجام می‌شوند. بنابراین تهیهٔ محلول های با غلظت دلخواه از مواد آزمایشگاهی، یکی از اصول اوّلیهٔ فعالیّت آزمایشگاهی است.

تصویرهای زیر، مراحل تهیهٔ محلولی از یک مادهٔ جامد را با غلظت مولی مشخص در آزمایشگاه نشان می‌دهد. در هر مورد بر مبنای دستور کار داده شده و با محاسبهٔ مقدار حل‌شوندهٔ مورد نیاز، محلول های زیر را در آزمایشگاه تهیه کنید.

الف) ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم کلرید $2 mol.L^{-1}$

ب) ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول مس (II) سولفات $0/5\ mol.L^{-1}$

مراحل تهیهٔ محلول با غلظت معین از حل‌شونده جامد:

۱- اندازه‌گیری جرم حل شونده

۲- حل کردن حل شونده در آب درون یک بشر

۳- انتقال محلول به درون بالون حجمی و افزودن آب به آن

۴- افزودن آب بیشتر و تکان دادن بالون به‌منظور همگن‌سازی محلول

۵- افزودن آب به بالون تا رسیدن سطح آب به خط نشانه (به حجم رساندن).

دو- برای تهیهٔ محلول‌های رقیق می‌توان از رقیق کردن محلول‌های غلیظ‌تر استفاده کرد. با دقت به تصویرهای زیر نگاه کنید. در هر مورد بر مبنای دستور کار معرفی شده و با محاسبهٔ حجم مورد نیاز از محلول غلیظ داده شده، محلول‌های زیر را در آزمایشگاه تهیه کنید.

الف) ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول $0/4 mol.L^{-1}$ پتاسیم‌دی‌کرومات از محلول $0/2 mol.L^{-1}$ آن

ب) ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول $0/1 mol.L^{-1}$ NaCl از محلول $0/2\ mol.L^{-1}$ آن

تهیهٔ محلول با غلظت معین به روش رقیق کردن حجم معینی از یک محلول غلیظ:

۱- برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ

۲- انتقال آن حجم به درون یک بالون حجمی

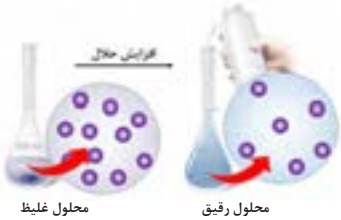
۳- افزودن آب و تکان دادن بالون به منظور همگن سازی محلول

۴- افزودن آب به درون بالون تا رسیدن سطح آب به خط نشانه

۵- انتقال محلول تهیه شده به ظرف مناسب برای نگهداری

بر روی شیشه‌های محلول‌های غلیـظ آزمایشگاهی، علاوه بر جرم مولی، درصد جرمی و چگالی نوشته شده است.

به‌منظور تهیهٔ محلول رقیق از محلول غلیظ، با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توانیم حجمی از محلول غلیظ که باید برداشته و رقیق کنیم را به‌دست آوریم.



غلظت محلول غلیظ × حجم محلول غلیظ = غلظت محلول رقیق × حجم محلول رقیق

کلوئیدها

توجه به برخی مخلوط‌ها مانند رنگ‌های پوششی، مواد آرایشی، چسب‌ها ویا برخی مواد غذایی مانند نشاسته، ژله و ... مشخص می‌نمایدکه این مخلوط‌ها شبیه به محلول‌هایی مانند آب نمک یا آب و الکل نیستند و شباهتی به مخلوط‌هایی مانند شربت خاکشیر و شربت معده نیز ندارند و حالتی بینابین ایجاد نموده اند، چنین مخلوط هایی را که وضعیتی بین محلول و سوسپانسیون دارند، مخلوط کلوئیدی می‌نامند.

اصطلاح کلوئید برای نخستین بار در سال ۱۸۶۱ میلادی توسط توماس گراهام دانشمند انگلیسی به کار رفت. او این اصطلاح را برای دسته‌بندی عده‌ای از موادِ بی‌شکل یا ژلاتینی به‌کار برد. امروزه می‌دانیم، تشکیل مخلوط کلوئیدی، متعلق به دستهٔ خاصی از مواد نیست.

اصطلاح کلوئید از ترکیب دو جزءِ یونانی Kola و Eidos به دست آمده است و به معنای چسب مانند است.

در سوسپانسیون، اندازهٔ ذرات پخش شده درشت است و به مرور، ته‌نشینی در مخلوط مشاهده می‌شود. مانند آب گل‌آلود یا شربت خاکشیر.

در محلول‌ها، اندازهٔ ذرات پخش‌شونده کوچک‌تر از ۱ نانومتر، در کلوئید بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر و در سوسپانسیون بیش از ۱۰۰ نانومتر است.

شکل ۶. تعدادی از انواع کلوئیدها

یک مخلوط کلوئیدی مانند محلول، از پراکنده شدن حداقل یک مادهٔ شیمیایی در یک مادهٔ دیگر به‌دست می‌آید. برای مثال با گرم کردن پودر نشاسته، مخلوطی حاصل می‌شود که کلوئید نشاسته در آب نام دارد. نشاسته را فاز پخش شونده و آب را فاز پخش کننده می‌نامند. در این کلوئید، نشاسته به صورت مولکولی در آب پراکنده نشده است و هر یک از ذرّه های بسیار ریز آن به اندازهٔ هزاران و گاه صدها هزار مولکول است (توده‌های مولکولی). این ذره های ریز نشاسته که در آب نامحلول‌اند، به طورنامحدودی به‌صورت معلّق باقی می‌مانند و از راه لخته شدن یا رسوب کردن، از آب جدا نمی‌شوند.

جدول ۲. انواع کلوئیدها بر اساس حالت فاز پخش شونده و پخش کننده

فاز پخش شونده	فاز پخش کننده	نوع کلوئید	حالت فیزیکی	نام کلوئید	نمونه‌ها
گاز	گاز	–	–	–	–
	مایع	گاز در مایع	مایع	کف	کف صابون
	جامد	گاز در جامد	جامد	کف جامد	سنگ پا، یونالیت
مایع	گاز	مایع در گاز	گاز	آیروسول مایع	مه، افشانه‌ها (اسپری‌ها)
	مایع	مایع در مایع	مایع	امولسیون	شیر، کره، مایونز
	جامد	مایع در جامد	جامد	ژل	ژله، ژل موی سر
جامد	گاز	جامد در گاز	گاز	آیروسول جامد	دود، غبار
	مایع	جامد در مایع	مایع	سول	رنگ‌های روغنی، چسب مایع
	جامد	جامد در جامد	جامد	سول جامد	سرامیک، شیشهٔ رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه

بیشتر بدانید

برای تهیهٔ کلوئیدها از دو روش کلّی زیر استفاده می‌شود:

روش اوّل: از آسیاب‌های ویژه‌ای به نام آسیاب‌های کلوئیدی استفاده می‌شود. این آسیاب‌ها اجسام جامد موردنظر را در اندازه‌های کلوئیدی خرد می‌کنند (رنگ‌دانه‌های رنگ با این ماشین‌ها تهیه می‌شوند). سپس ذرات کلوئیدی را در سرتاسر فاز پخش کننده پراکنده می‌کنند .

برخی اجسام مانند ژلاتین، صمغ و نشاسته وقتی با آب مخلوط می‌شوند، خودبه خود حالت کلوئیدی پیدا می‌کنند. به این فرایند **والختی** گویند.

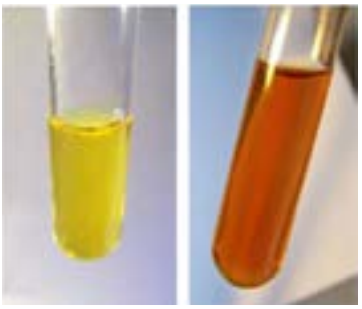
روش دوم: در این روش ذرات کوچک‌تر با هم تجمع حاصل می‌کنند و به ذراتی در اندازهٔ ذرات کلوئیدی تبدیل می‌شوند سپس در فاز پخش‌کننده پراکنده می‌شوند.

در این روش معمولاً از یک واکنش شیمیایی استفاده می‌شود. به‌طور مثال چنانچه محلول غلیظ آهن(III) کلرید را با آب داغ مخلوط کنیم از آن کلوئید زیبای آهن(III) هیدروکسید به رنگ قهوه ای تیره حاصل می‌شود.

کلوئید طلایی که در سال ۱۸۵۷ میلادی توسط فارادی تهیه شده است، در موزهٔ لندن نگهداری می‌شود و پس از گذشت ۱۶۰ سال، هنوز به همان صورت اولیه باقی مانده و زیبایی و دورنمایی اوّلیه‌اش را دارد.

اندازهٔ ذرات طلا در این کلوئید ۱۰ تا ۳۰ نانومتراست. رنگ قرمز کلوئید طلای فارادی به دلیل ابعاد نانویی ذرات آن است.

یافته‌های دانشمندان نشان می‌دهد که خواص مواد در مقیاس نانو بسیار متفاوت از مقیاس ماکرو است. به عبارت دیگر اگر ذرات یک مادهٔ خاص را در حدّ چند نانومتر (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) کوچک کنیم، این ذرات ویژگی‌های متفاوتی با ذرات بزرگ اوّلیه خواهند داشت.



تحقیق کنید

فلزهای کلوئیدی را که امروزه در ساخت ظروف گران‌قیمت کاربرد دارند، اغلب از متراکم ساختن بخار آنها با ایجاد جرقهٔ الکتریکی در میان دو تیغه از آنها تهیه می‌کنند. در یک فعّالیت گروهی، دربارهٔ این پدیده تحقیق کنید و نتیجه را به صورت یک مقاله در کلاس ارائه دهید.

ویژگی‌های دیگر کلوئیدها

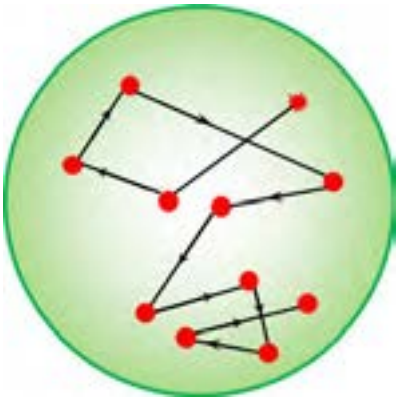
۱ـ پخش نور (اثر تیندال): ذرّه‌های کلوئیدی دارای چنان اندازه‌ای هستند که می‌توانند نور را پخش کنند. در شکل‌های زیر، نمونه‌هایی از اثر تیندال را مشاهده می‌کنید که نشانه‌هایی از قدرت خداوند کریم است.

جان تیندال
(۱۸۲۰-۱۸۹۳)
فیزیک‌دان
بریتانیایی

شکل ۷. پخش نور توسط کلوئید و محلول

شکل ۸. نمونه‌ای از اثر تیندال در طبیعت

۲ـ حرکت براونی: ذرّه‌های کلوئیدی به‌کمک میکروسکوپ نوری به صورت ذرات ریز و درخشانی دیده می‌شوند که در حال جنب‌وجوش دائمی هستند و حرکت‌های نامنظّمی دارند و مسیرهای نامنظّم شکسته‌ای را می‌پیمایند. به این حرکت‌ها به افتخار رابرت براون حرکت براونی گفته می‌شود.



شکل ۹. حرکت براونی ذرّات کلوئیدی ـ دلیل این حرکت چیست؟

۳ـ پایداری ذرات کلوئیدی: ذرّه‌های کلوئیدی بارالکتریکی خود را از راه جذب یون‌های موجود در فاز پخش‌کننده به‌دست می‌آورند. تمام ذرّات یک کلوئید بارهای هم‌نام دارند، دافعه میان این ذرّات دارای بار همنام سبب پایداری کلوئیدها می‌شود (شکل ۱۰). به‌منظورکاهش پایداری یا لخته‌نمودن ذرّات کلوئیدی، به آنها یک الکترولیت اضافه می‌شود تا ذرّات باردار از سطح کلوئیدها جدا شوند و امکان به هم پیوستن ذرّات کلوئیدی فراهم شود (شکل ۱۱).

وقتی ضمن انحلال مادهٔ حل شونده در آب، یون تولید شود، **محلول الکترولیت** حاصل می‌شود. همان‌طور که در «آزمایش کنید ۱ فصل اول» آموختید، برخی محلول‌ها رسانای جریان برق‌اند و برخی نارسانا. محلول‌های رسانا را **الکترولیت** و نارسانا را **غیرالکترولیت** می‌نامند.

شکل ۱۰. ذرّه‌های کلوئیدی

شکل ۱۱. لخته شدن کلوئید در اثر افزودن محلول الکترولیت.

تحقیق کنید

در ماست‌بندی و تولید نشاسته، ابتدا اندکی نمک به مخلوط می‌افزایند، سپس فرایند تولید را انجام می‌دهند. دربارهٔ این پدیده تحقیق کنید.

بررسی کلوئیدها از جنبهٔ کاربردی

از نظر اقتصاد ملّی، تقریباً تمامی صنایع و کارخانه ها، کم و بیش با مخلوط‌های کلوئیدی و فرایندهای مرتبط با آن سر و کار دارند. به‌طور مثال مهندسان آلیاژ کار برای تهیهٔ آلیاژهای بسیار مرغوب باید برخی مواد دیگر را در نسبت‌های کاملاً مشخصی به آلیاژهای خود بیفزایند.
مواد در حالت کلوئیدی، در تهیهٔ سرامیک و لعاب کاری و همچنین در تهیهٔ مصالح ساختمانی نیز به‌کار می‌روند. در معماری ایرانی-اسلامی نیز کلوئیدها کاربرد فراوانی از قرن‌ها پیش برای تهیهٔ لعاب کاشی‌ها و شیشه‌های رنگی داشته و دارند (شکل ۱۲).
در صنایع غذایی، تقریباً اغلب مواد غذایی لیپیدی، پروتئینی، کربوهیدرات‌ها و مشتقات آنها، خود موادکلوئیدی هستند. شیر به‌صورت کلوئید ذرات چربی درآب است. مایونز، امولسیون روغن‌های گیاهی با سرکه و زردهٔ تخم‌مرغ است.

شکل ۱۲. مسجدنصیرالملک، یکی از مساجد تاریخی دوران قاجار در شهر شیراز است. این مسجد زیبا با طاق‌های بلند ، شیشه‌های رنگی و کاشی کاری‌های هنرمندانه هر بیننده و گردشگری را مجذوب می‌کند.تعهد هنرمندان ایرانی در استفاده از مواد اوّلیهٔ مرغوب و دقّت فوق‌العاده آنان در ساخت، موجب شده است با وجود گذشت قرن‌ها، آثار تاریخی هنوز درخشندگی و جلوهٔ خاصّ خود را حفظ کنند.

آزمایش کنید

با دنبال کردن مراحل زیر مایونز تهیه کنید.

مواد لازم:

۱ـ ۱ عدد زردهٔ تخم مرغ بزرگ در دمای اتاق
۲ـ $\frac{۱}{۸}$ قاشق چای‌خوری نمک (در صورت نیاز بیشتر اضافه کنید)
۳ـ ۱ قاشق آبلیمو (در صورت نیاز بیشتر اضافه کنید)
۴ـ $\frac{۱}{۲}$ قاشق خردل
۵ـ $\frac{۳}{۴}$ پیمانه روغن گیاهی (روغن زیتون)
۶ـ $\frac{۱}{۲}$ قاشق چای‌خوری سرکه (بهتر است سرکهٔ ترخون باشد)

ابتدا زرده و نمک را خوب مخلوط کنید.
سپس آبلیمو و خردل را به‌مخلوط اضافه کنید و هم بزنید.
در حال هم زدن، روغن را قطره به قطره اضافه کنید.
این فرایند چند دقیقه زمان می‌برد، اگر عجله کنید مایونز می‌بُرد.
پس از آنکه روغن را اضافه کردید، مقداری از مایونز را بچشید و در صورت نیاز، نمک یا آبلیمو به آن اضافه کنید. مخلوط را خوب بسته‌بندی کنید و پنج روز در فریزر نگه‌داری کنید (قبل از مصرف هم بزنید).

اصطلاح « بُریدن مخلوط» در اینجا به چه معناست؟
فاز پخش‌کننده و پخش‌شونده را در این مخلوط مشخص کنید.
زردهٔ تخم مرغ در این فرایند چه نقشی دارد؟

در صنایع دارویی، بیشتر شربت‌ها و پمادها حالت کلوئیدی دارند. لوسیون ها، کرم‌ها و نظایر آنها نیز امولسیون‌هایی هستند که آب و روغن های مناسب در هم پراکنده شده‌اند.
بیشتر رنگ‌ها و چسب‌های موجود نیز شامل کلوئید در محیط‌های مناسب هستند، مرغوبیت اغلب رنگ‌ها و چسب‌ها به شکل و ابعاد ذرات کلوئیدی بستگی دارد.

آزمایش کنید

اگر می‌خواهید در ابعاد بزرگ و زیاد، کاغذ های متعددی را به هم بچسبانید(مثلاً در چسبانه‌کاری) می‌توانید به سادگی با کمک مراحل زیر، چسب کاغذ درست کنید.

مواد لازم:

۱ـ $\frac{۱}{۳}$ لیوان آرد (آرد مخصوص نان، بهترین آرد برای این کار است.)
۲ـ ۲ قاشق غذاخوری شکر
۳ـ ۱ لیوان آب
۴ـ $\frac{۱}{۲}$ قاشق‌چای‌خوری پودر زاج سفید

آرد و شکر را با هم مخلوط کنید. در حین هم زدن، آرام آرام آب را اضافه کنید.
در دمای متوسطی مخلوط را بپزید و به طور مداوم هم بزنید، تا زمانی که چسب، صاف و یک‌دست شود، آن را از گرما دور کنید و زاج سفید را در مخلوط هم بزنید.
چسب را در سطح کاغذ با قلم‌مو پخش کنید و کاغذهای دیگر را به آرامی روی چسب بگذارید.
برای نگه‌داری از چسب، از شیشه‌های دربسته استفاده کنید. با این روش حتی می‌توانید چند هفته از چسبی که ساخته‌اید، استفاده کنید.
در این چسب، کدام مادّه خاصیّت چسبندگی را ایجاد می‌کند؟
زاج سفید را می‌توان به مخلوط اضافه نکرد، ولی نگهداری از چسب، فقط با زاج سفید امکان‌پذیر است. به نظر شما زاج سفید در این مخلوط چه نقشی دارد؟

کلاژ یا چسبانه‌کاری، تکنیکی در هنرهای تجسمی است.
در این روش اثر هنری، از به هم چسباندن قطعات مختلف (مثلاً کاغذی یاعکس) به هم، یک مجموعهٔ جدید درست می‌کنند.

تصفیهٔ آب نیز با خواص مخلوط های کلوئیدی در ارتباط است. یکی از عملیات‌های مهّم تصفیهٔ آب، آن است که ذرّه‌های بسیار ریز گل‌ولای و ناخالصی‌های دیگر را که به‌صورت معلّق در آب موجوداند، از راه لخته شدن از آب جداسازی می‌کنند.

تحقیق‌کنید

در فرایند تصفیهٔ آب، کلوئیدهای مضر حذف می‌شوند. دربارهٔ چگونگی حذف آنها تحقیق کنید.

در نساجی و رنگ کردن پارچه‌ها، در صنعت چرم سازی و تهیهٔ پوست، در صنعت لاستیک سازی و کاغذ سازی نیز با مخلوط‌های کلوئیدی و خواص آنها، سروکار بسیار است.

بیشتر بدانید

چندسازه‌ها

دستهٔ مهمی از مخلوط‌ها، چند سازه‌ها یا کامپوزیت‌ها هستند. چندسازه، مخلوط فیزیکی ازدو یا چندمادّهٔ مختلف است. این مخلوط‌ها خصوصیّات فیزیکی و شیمیایی خود را حفظ می‌کنند. در مجموع، باتوجه به برخی معیارها، و نسبت به اجزای تشکیل دهندهٔ خود، خواص بهتری دارند.

ازاوّلین چندسازه‌های ساخت بشرمی‌توان به کاهگل اشاره کرد. چون گِل بعد از خشک شدن ترک می‌خورد، مقداری کاه به آن افزودند تاحفره‌ها را پُرکند و مانع از ترک‌خوردن گل شود.

ساختارچندسازه

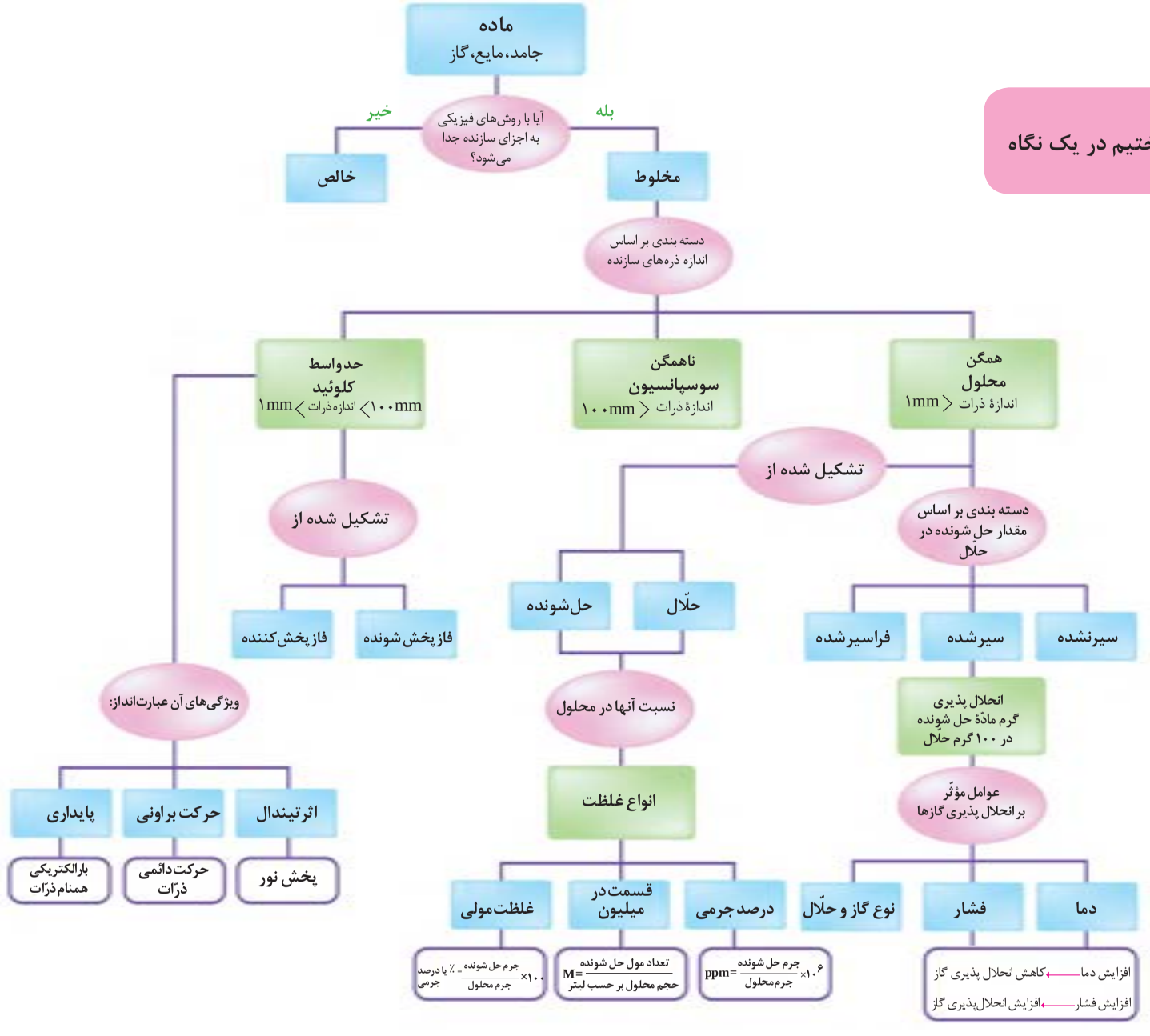
درساختار چند سازه، حداقل دو جزءِ اصلی مشاهده می‌شود: **مادهٔ زمینه** یا ماتریس که در برخی خواص مانند استحکام، نقص دارد و **مادّهٔ تقویت‌کننده** را احاطه کرده است و مادّهٔ تقویت‌کننده که به صورت تکه‌تکه در مادهٔ زمینه پراکنده شده است تا خواص مادّهٔ زمینه را بهبود بخشد. درمثال کاهگِل، گِل نقش مادهٔ زمینه وکاه نقش، تقویت کننده را دارد.

وزن‌کم، مقاومت بالای این مواد در مقایسه با موادی مانند فولاد، روش‌های ساخت گوناگون و همچنین امکان تولید اشکال پیچیده و متنوع، سبب افزایش مصرف آن در صنایع مختلف شده است. همچنین به علّت وجود مادّهٔ زمینه، مقاومت در برابر خوردگی چندسازه بالاست.

در مورد کاربرد چند سازه‌ها در صنایع دریایی، ساختمان، پزشکی، هوا فضا، خودروسازی، ورزشی ـ تفریحی و... تحقیق کنید و نتیجهٔ تحقیق خود را برای هم‌کلاسی های خود بازگو نمایید.

نمونه‌هایی از کاربرد چندسازه‌ها

آنچه آموختیم در یک نگاه



ارزشیابی پایان فصل

۱ـ عبارت های زیر را تعریف کنید.
الف) محلول ب) فاز پ) غلظت ت) کلوئید

۲ـ نوع مخلوط های زیر را تعیین کنید.
الف) شربت خاکشیر ب) شربت آلبالو پ) دوغ ت) چسب قطره‌ای

۳ـ برای تهیهٔ ۵۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار سدیم هیدروکسید چند گرم سدیم هیدروکسید جامد را باید توزین کنیم؟

۴ـ در ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم کلرید، چند گرم سدیم کلرید جامد حل شده است؟

فصل چهارم

الکتروشیمی

آیا می‌توان از واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید کرد؟
چگونه می‌توان از زیان‌های اقتصادی ناشی از خوردگی فلزات جلوگیری کرد؟

سیمای فصل

واکنش های اکسایش ـ کاهش

سلول های الکتروشیمیایی

آبکاری فلزها

خوردگی آهن

در حدود ۲۰۰۰ سال پیش، ایرانیان باستان از قرار دادن دو فلز آهن و مس در محلولی از نمکِ خوراکی در درون ظرف های سفالی، دستگاهی برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی ساختند و از آن برای آبکاری ظروف فلزی استفاده می‌کردند (شکل ۱).
اواخر قرن هجدهم میلادی، مشاهدات لوئیجی گالوانی هنگام انقباض عضلهٔ قورباغه باعث شهرت الکتروشیمی شد. آلساندرو ولتا (۱۸۰۰) خیلی زود مشاهدات گالوانی را تأیید کرد. این دو دانشمند همان فلزهایی را برای ساختن باتری و تولید جریان الکتریکی به کار بردند که ایرانیان باستان از آنها استفاده کرده بودند.
امروزه از الکتروشیمی در ساخت باتری‌ها، برق‌کافت، آبکاری و جلوگیری از خوردگی فلزها و همچنین برای بررسی واکنش‌های اکسایش ـ کاهش استفاده می‌شود.

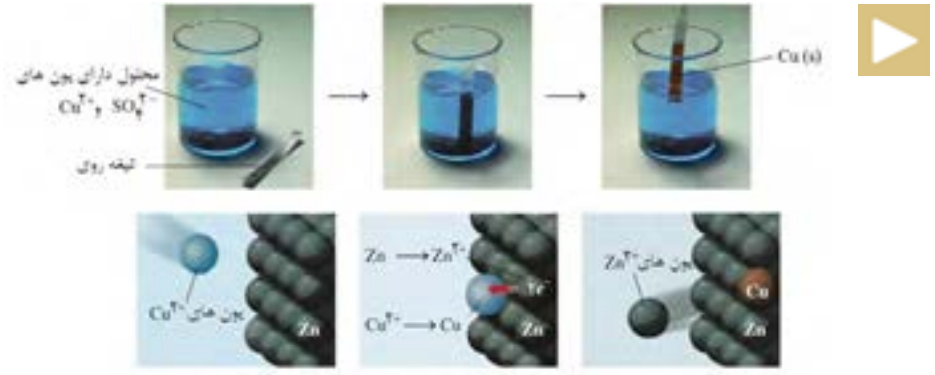
شکل ۱. دستگاه تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی در ایران باستان

واکنش‌های اکسایش و کاهش

در قدیم، اکسایش و کاهش را بر اساس مبادلهٔ اکسیژن و هیدروژن تعریف می‌کردند و ترکیب فلزات با اکسیژن را اکسایش می‌نامیدند (شکل ۲). اما از آنجا که این تعاریف، تمام واکنش‌های اکسایش ـ کاهش را که با مبادلهٔ این دو عنصر همراه نیستند، در برنمی‌گیرد، امروزه واکنش‌ها را بر اساس انتقال الکترون تعریف می‌کنند.

شکل ۲. ترکیب فلزات با اکسیژن (اکسایش)

اگر تیغه‌ای از فلزِ روی را در محلولی از مس (II) قرار دهیم، مشاهده خواهیم کرد که الکترون‌ها از اتم‌های روی به یون های مس موجود در محلولِ منتقل شده و بر رویِ تیغه، رسوب می‌کنند (شکل ۳).



شکل ۳. چگونگی انتقال الکترون از اتم های روی به یون‌های مس

در نتیجهٔ این عمل، واکنش زیر اتفاق می‌افتد. محلول دارای یون‌های Cu^{2+} آبی رنگ است، بنابراین با انجام این واکنش و از بین‌رفتن $Cu^{2+}(aq)$، به‌تدریج رنگ آبی محلول کم‌رنگ‌تر می‌شود:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

بر این اساس می‌توان، اکسایش را شاملِ از دست دادن الکترون و کاهش را شاملِ گرفتن الکترون دانست:

اکسایش اتم روی $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$

کاهش یون مس $Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$

همان‌طور که از معادلات نشان داده شده بر می‌آید، واکنش‌های اکسایش ـ کاهش را می‌توان به دو نیم واکنش تفکیک کرد. نیم واکنشی که از دست دادن الکترون را نشان می‌دهد، نیم واکنش اکسایش و نیم واکنشی که به دست آوردن الکترون را نشان می‌دهد، نیم واکنش کاهش نامیده می‌شود. این دو نیم واکنش هم‌زمان رخ می‌دهند و باید، هم از نظر تعداد اتم‌ها و هم از نظر بار الکتریکی موازنه باشند.

نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در سطح الکترودها (مرز میان دو رسانای الکترونی و یونی) روی می‌دهند، از این رو به آنها واکنش‌های الکترودی می گویند.

بیشتر بدانید

موازنهٔ واکنش های الکتروشیمیایی

موازنه‌کردن معادلات واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، معمولاً دشوارتر از واکنش‌هایی است که شامل انتقال الکترون نیستند. برای موازنه کردن این واکنش‌ها معمولاً از دو روش متداول یون - الکترون و عدد اکسایش استفاده می‌شود.

نمونهٔ حل‌شده

واکنش سوختن منیزیم در اکسیژن را در نظر بگیرید. این واکنش نمونه‌ای از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است. در این واکنش منیزیم با شعلهٔ خیره‌کننده‌ای در اکسیژن می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود. با نوشتن نیم واکنش‌ها، واکنش کلّی را تعیین کنید.

پاسخ:

نیم واکنش اکسایش: که در آن منیزیم، الکترون از دست می‌دهد و به یون منیزیم تبدیل می‌شود

$$2Mg(s) \longrightarrow 2Mg^{2+}(s) + 4e$$

نیم واکنش کاهش: که در آن اکسیژن الکترون می گیرد

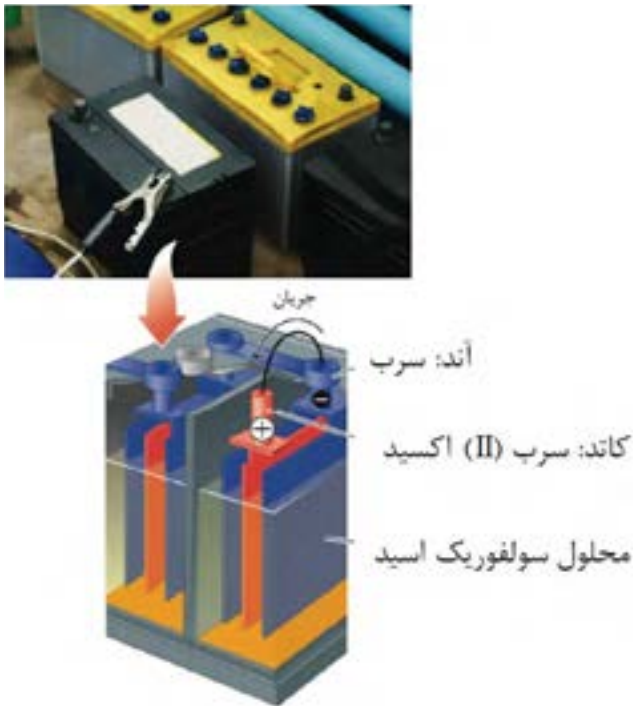
$$O_2(g) + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}(s)$$

$$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$

منیزیم در هوا با شعلهٔ سفیدرنگی می سوزد.

سلول‌های الکتروشیمیایی

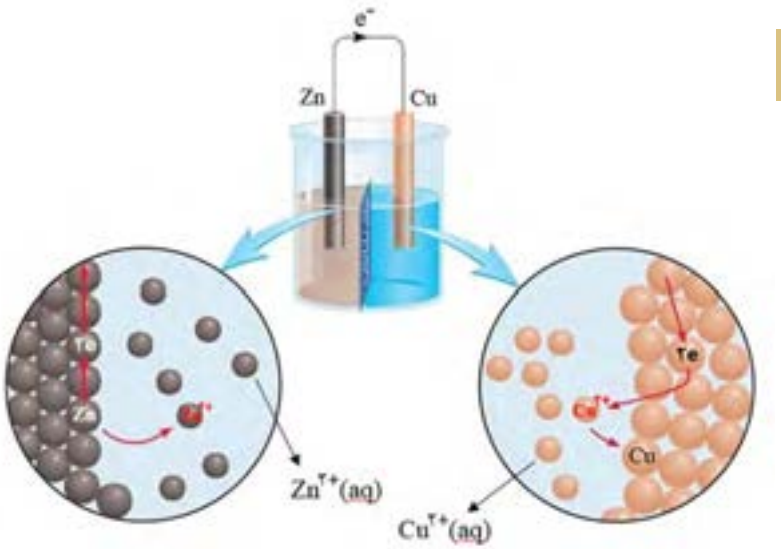
واکنش‌های شیمیایی، اغلب ماهیت الکتریکی دارند و آنچه شیمی و الکتریسیته را به هم پیوند می‌زند، الکترون است. الکترون، ذره‌ای با بار الکتریکی منفی است که از جایی به جایی دیگر انتقال می‌یابد و جریان الکتریسیته را به‌وجود می‌آورد.
واکنش‌های الکتروشیمیایی در سلول‌های الکتروشیمیایی انجام می‌گیرد که از نیم سلول اکسایش، نیم سلول کاهش، رسانای خارجی (مدار بیرونی) و رسانای داخلی (محلول الکترولیت) تشکیل شده‌اند. سلول‌های الکترو شیمیایی به دو دسته تقسیم می‌شوند، در یک نوع از این سلول‌ها، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود و به سلول‌های گالوانی یا ولتایی معروف هستند.
در این نوع سلول‌های الکتروشیمیایی، در نتیجهٔ انجام واکنش الکتروشیمیایی، الکترون‌ها در مدار بیرونی جریان می‌یابند و الکتریسیته تولید می‌شود. شکل ۴، باتری اتومبیل‌ها را به‌عنوان نمونه‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی، نشان می‌دهد. امروزه، زندگی کردن بدون حضور سلول‌های‌الکتروشیمیایی، قدری سخت به‌نظر می‌رسد (چرا؟).



شکل ۴. باتری خودرو، نمونه‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی

سلول الکتروشیمیایی روی ـ مس را در شکل ۵ می‌بینید. در این سلول که یک واکنش اکسایش ـ کاهش صورت می‌گیرد، الکترون‌ها در مدار بیرونی، از سمت روی به‌سمت مس جریان می‌یابند و اگر در مسیر آن لامپی قرار گیرد، روشن می‌شود.
شیمی‌دان‌ها برای آنکه قدرت الکترون‌گیری عنصرها را نسبت به یکدیگر نشان‌دهند از داده‌های جدول سری الکتروشیمیایی استفاده می‌کنند. در این سری، عنصری که بالاتر قرار گرفته باشد تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون دارد.

الکترودی که درسطح آن عمل اکسایش رخ می‌دهد آند، و الکترودی که درسطح آن عمل کاهش رخ می‌دهد کاتد گفته می شود.



شکل۵ . سلول الکتروشیمیایی روی ـ مس

خودرابیازمایید

سلول الکترو شیمیایی آهن ـ مس را در نظر بگیرید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ـ شمای کلّی سلول را رسم کنید.

۲ـ در سطح کدام الکترود، اکسایش صورت می گیرد؟

۳ـ کدام یک تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون دارند؟

۴ـ انتقال الکترون چگونه صورت می گیرد؟

۵ـ واکنشی را که در این سلول اتفاق می‌افتد، بنویسید.

سری الکترو شیمیایی یا جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد، فهرستی است که در آن، فلزات بر اساس پتانسیل‌های کاهشی استاندارد در ۲۵°C مرتب شده‌اند.
در این سری عنصر بالاتر، راحت‌تر الکترون از دست می‌دهد. ترتیب تعدادی از فلزهای پر بهای جهان در این سری به‌صورت زیر است:

Zn
Fe
Cu
Ag
Hg
Pt
Au

بیندیشید

چنانچه یک تیغهٔ مس را در محلول دارای یون‌های روی وارد کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

آزمایش کنید

چگونه با لیموترش، باتری بسازیم!

وسایل و مواد مورد نیاز

سه عدد لیموترش بزرگ، سه عدد میخ گالوانیزه، سه عدد میخ مسی یا سه تکه سیم مسی، سیم اتصال سُربی یا مسی با طول مناسب و یک عدد لامپ LED (لامپ با ولتاژ کم)

مراحل انجام آزمایش

۱ـ لیمو ترش‌ها را از ۱ تا ۳ شماره‌گذاری کنید. آنها را کمی فشار دهید تا آب لیمو در داخلش جریان یابد.

۲ـ سه میخ گالوانیزه را در لیمو ترش‌ها فرو کنید.

۳ـ سپس سه میخ مسی (یا تکه سیم مسی) را در هر لیمو ترش مانند شکل زیر فرو کنید، به‌طوری که با میخ گالوانیزه زاویهٔ قائم بسازد و به آن برخورد نکند

سپس با استفاده از سیم‌های رابط، میخ مسی لیموترش ۱ را به میخ گالوانیزهٔ لیموترش ۲ و میخ مسی لیمو ترش ۲ را به میخ گالوانیزهٔ لیموترش ۳ متصل کنید. سر یک قطعه سیم را به میخ گالوانیزهٔ لیمو ترش ۱ و سر دیگر آن را به یکی از پایه‌های لامپ متصل کنید. با قطعهٔ دیگری سیم، پایهٔ دیگر لامپ را به میخ مسی لیمو ترش ۳ متصل کنید.

۴ـ مشاهدات خود را ثبت، و توجیهی برای آن بیابید.

دستهٔ دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی را سلول‌های الکترولیتی می‌نامند. در این سلول‌ها، انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

یک سلول الکترولیتی شامل دو الکترود است که در یک محلول قرار می‌گیرند و یک باتری (منبع تغذیه) که در مدار دستگاه قرار می‌گیرد و مانند پمپ عمل می‌کند. باتری با صرف انرژی الکتریکی، الکترون‌های لازم را از الکترود مثبت (آند) دستگاه دریافت می‌کند و به الکترود منفی (کاتد) روانه می‌سازد. سلول‌های الکترولیتی برای برق‌کافت، آبکاری فلزها و جداکردن ناخالصی‌ها از فلزها به‌کار می‌روند.

نمونه‌ای از کاربرد باتری

در این سلول الکتروشیمیایی که به کمک جریان برق واکنش الکتروشیمیایی صورت می‌گیرد، مس به عنوان آند عمل می‌کند و اکسایش می‌یابد و یون‌های روی، در کاتد کاهش می‌یابند. این سلول را با سلول الکتروشیمیایی شکل ۵ مقایسه کنید.

خود را بیازمایید

نیم واکنش‌ها و واکنش الکتروشیمیایی مربوط به سلول الکتروشیمیایی شکل ۶ را بنویسید.

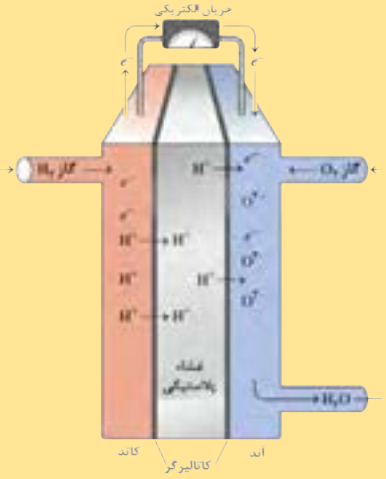
شکل ۶. سلول الکتروشیمیایی مس ـ روی

بیشتر بدانید

انواع دیگری از سلول های شیمیایی

سلول غلظتی، نوعی سلول گالوانی است که در آن، اختلاف پتانسیل، ناشی از تفاوت غلظت الکترولیت در دو نیم سلول است. در چنین سلولی، زمانی که غلظت الکترولیت در دو نیم سلول برابر شود، جریان متوقف می‌گردد .

سلول‌های سوختی، منابع انرژی پاک برای آینده: این سلول‌ها از نوع سلول های گالوانی به شمار می‌روند با این تفاوت که در این نوع سلول‌ها مواد واکنش‌دهنده در داخل سلول قرار ندارند بلکه به‌طور پیوسته از یک منبع خارجی وارد سلول می‌شوند و با تمام شدن واکنش‌دهنده‌های موجود، غیرفعال می‌شوند. یکی از مهم‌ترین سلول های سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است که برای تأمین برق سفینه‌های فضایی به‌کار می‌رود. این سلول‌ها گران‌قیمت‌اند و در حال‌حاضر کاربرد عملی گسترده‌ای ندارند.

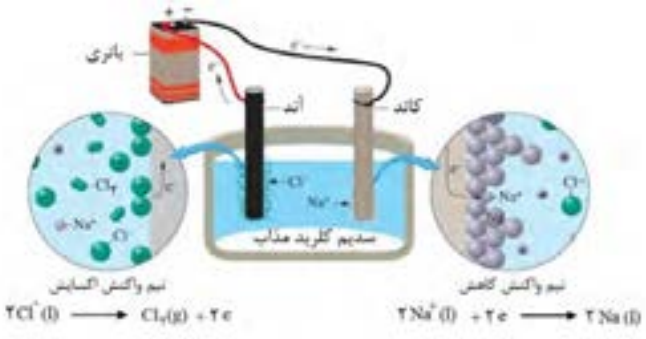


نیم واکنش اکسایش $2H_2(g) \longrightarrow 4H^+(aq) + 4e$

نیم واکنش کاهش $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \longrightarrow 2H_2O(l)$

برق کافت

تجزیهٔ یک ماده به وسیلهٔ جریان برق را برق کافت گویند. ظرف «برق کافت»، نوعی سلول الکترولیتی است که انرژی الکتریکی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند. فرایند برق کافت شامل یک نیم واکنش اکسایش و یک نیم واکنش کاهش است که به ترتیب در مجاورت قطب های آند و کاتد دستگاه انجام می‌شوند. شکل ۷، برقکافت سدیم کلرید مذاب را نشان می‌دهد.



شکل ۷. برق‌کافت سدیم کلرید مذاب

واکنش‌هایی که در این سلول انجام می‌گیرد به قرار زیر است:

$$2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

$$2Na^+(l) + 2e^- \longrightarrow 2Na(l)$$

$$2Na^+(l) + 2Cl^-(l) \longrightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$$

خودرابیازمایید

در علوم تجربی آموختیم که شناساگر ماده‌ای شیمیایی است که بر اثر تغییر pH در یک محلول آبی دچار تغییر رنگ می‌شود.
اگر در فرایند برق‌کافت محلول غلیظ نمک خوراکی در آب،در اطراف کاتد، چندقطره شناساگر متیل نارنجی بیفزاییم، رنگ زرد ظاهر می‌شود. این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟

شکل صفحهٔ بعد، برق‌کافت آب را نشان می‌دهد که طی آن، آب به عنصرهای هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌شود. چون تنها گونهٔ موجود در ظرف، مولکول‌های H_2O هستند، هم در نیم واکنش اکسایش و هم در نیم واکنش کاهش شرکت می‌کنند و به ترتیب گازهای اکسیژن و هیدروژن تولید می‌شوند (شکل ۸).

برق‌کافت آب فرایندی است که به کمک جریان برق، آب به عناصر سازنده‌اش تجزیه می شود.

شکل ۸. دستگاه برقکافت آب

نیم واکنش اکسایش:

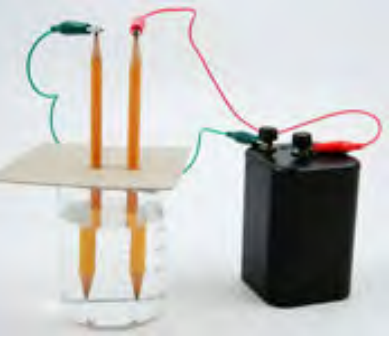
$$6H_2O\ (l) \longrightarrow O_2(g) + 4H_3O^+(aq) + 4e$$

نیم واکنش کاهش:

$$4H_2O\ (l) + 4e \longrightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$$

آزمایش کنید

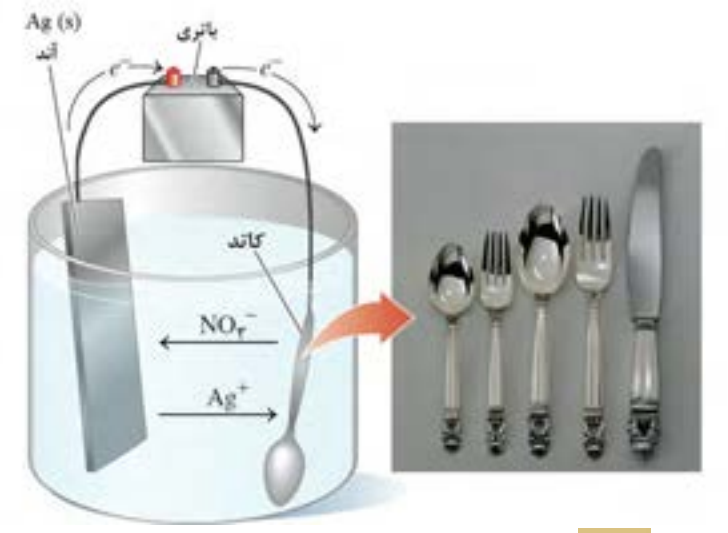
با راهنمایی دبیر خود و با در اختیار داشتن دو عدد مداد معمولی، یک بشر، دو تکه سیم و یک عدد باتری (منبع تغذیه)، تجزیهٔ آب معمولی به هیدروژن و اکسیژن را مشاهده کنید.



آبکاری فلزها

آبکاری، از کاربردهای سلول‌های الکترولیتی است. در این عمل، به کمک یک سلول الکترولیتی لایهٔ نازکی از یک فلز بر روی یک جسم پوشانده می‌شود.

فلز پوشاننده در قطب مثبت (آند) و جسمی که باید روکش روی آن ایجاد شود در قطب منفی(کاتد) قرار می‌گیرد. در این فرایند، الکترولیت مورد استفاده، باید دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایهٔ نازکی از آن روی جسم دیگر ایجاد شود. شکل صفحه بعد، سلول الکترولیتی ساده‌ای را نشان می‌دهد که از آن برای آبکاری با نقره بر روی قاشق آهنی استفاده می‌شود.



شکل۹. سلول الکترولیتی آبکاری نقره

تحقیق‌کنید

آنچه در صنعت آبکاری می‌گذرد به سادگیِ شکل فوق نیست. درمورد این فرایند تحقیق کنید و با سایر هم‌گروهی‌های خود دربارهٔ آن به گفت‌وگو بپردازید و نتایج را به شکل یک تحقیق در کلاس ارائه دهید.

خوردگی آهن

آهن فلزی است که علاوه بر کاربردهای صنعتی بسیار مهم، به عنوان کاتالیزگر، در واکنش هایی مانند واکنش تولید آمونیاک به‌کار می‌رود و معمولاً در ترکیبات، به‌صورت یون‌های +۲ و +۳ وجود دارد. ترکیب‌های آهن رنگی‌اند، نمک‌های آهن (II) به رنگ سبز روشن و نمک‌های آهن (III) زرد یا قهوه‌ای رنگ‌اند.
یکی از مباحث بسیار مهم علمی، فنی و اقتصادی،که حدود یک‌صد سال اخیر مورد توجه عده‌ای از پژوهشگران قرار گرفته است و مطالعات زیادی بر روی آن انجام گرفته، موضوع خوردگی، به ویژه خوردگیِ فلزات است.

در سری الکتروشیمیایی، جایگاه سه فلز طلا، پلاتین و پالادیم پایین تر از اکسیژن است ولی جایگاه آهن و سایر فلزها از اکسیژن بالاتر است. از این رو، اکسیژن می‌تواند همهٔ فلزها، به‌جز این سه فلز را، به طورخود به خودی اکسید کند (شکل ۱۰).
آهن در مجاورت رطوبت و هوا خورده می‌شود و خوردگی آن توسط اسیدها و بر اثر تماس با فلزهایی نظیر قلع یا مس،که فعّالیت شیمیایی آنها کمتر است، تسریع می‌گردد.

به ترد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی گفته می شود.

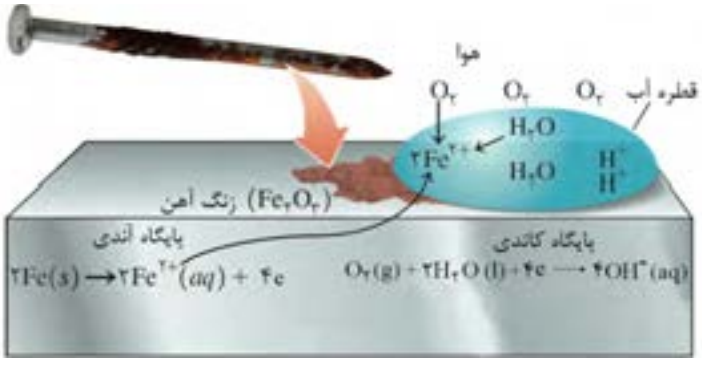
شکل ۱۰. زنگ زدن ابزارها یک واکنش اکسایش ـ کاهش ناخواسته است.

یک قطعه آهن به طور یکنواخت خورده نمی‌شود، بلکه بعضی محل‌ها در سطح فلز، بیشتر خورده می‌شوند و حفره‌های عمیقی را به‌وجود می‌آورند. زنگ زدن آهن یک فرایند الکتروشیمیایی است. قسمت‌هایی از سطح فلز به واسطهٔ وجود ناخالصی‌ها، فشار یا عوامل دیگر که فعّالیت شیمیایی فلز را تغییر می‌دهند، از قسمت‌های دیگر الکترون می گیرند. چنانچه الکترون‌ها از محلی در سطح فلز به محل دیگر مهاجرت کنند، محل اول پایگاه آندی و محل دوم پایگاه کاتدی خواهد بود و به این ترتیب سلول الکتروشیمیایی کوچکی به وجود می‌آید و نیم واکنش های اکسایش_ کاهش رخ می‌دهند (شکل ۱۱).

نیم واکنش اکسایش: $Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e$

نیم واکنش کاهش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

در این فرایند $Fe(OH)_2$ تشکیل می‌شود و در ادامه، این رسوب نیز دوباره اکسایش می‌یابد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود.



شکل ۱۱. چگونگی وقوع زنگ زدن یک میخ آهنی

اکسید (III) آهن آب‌پوشیده یا زنگ آهن، دارای فرمول $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ است.

راه های جلوگیری از خوردگی آهن

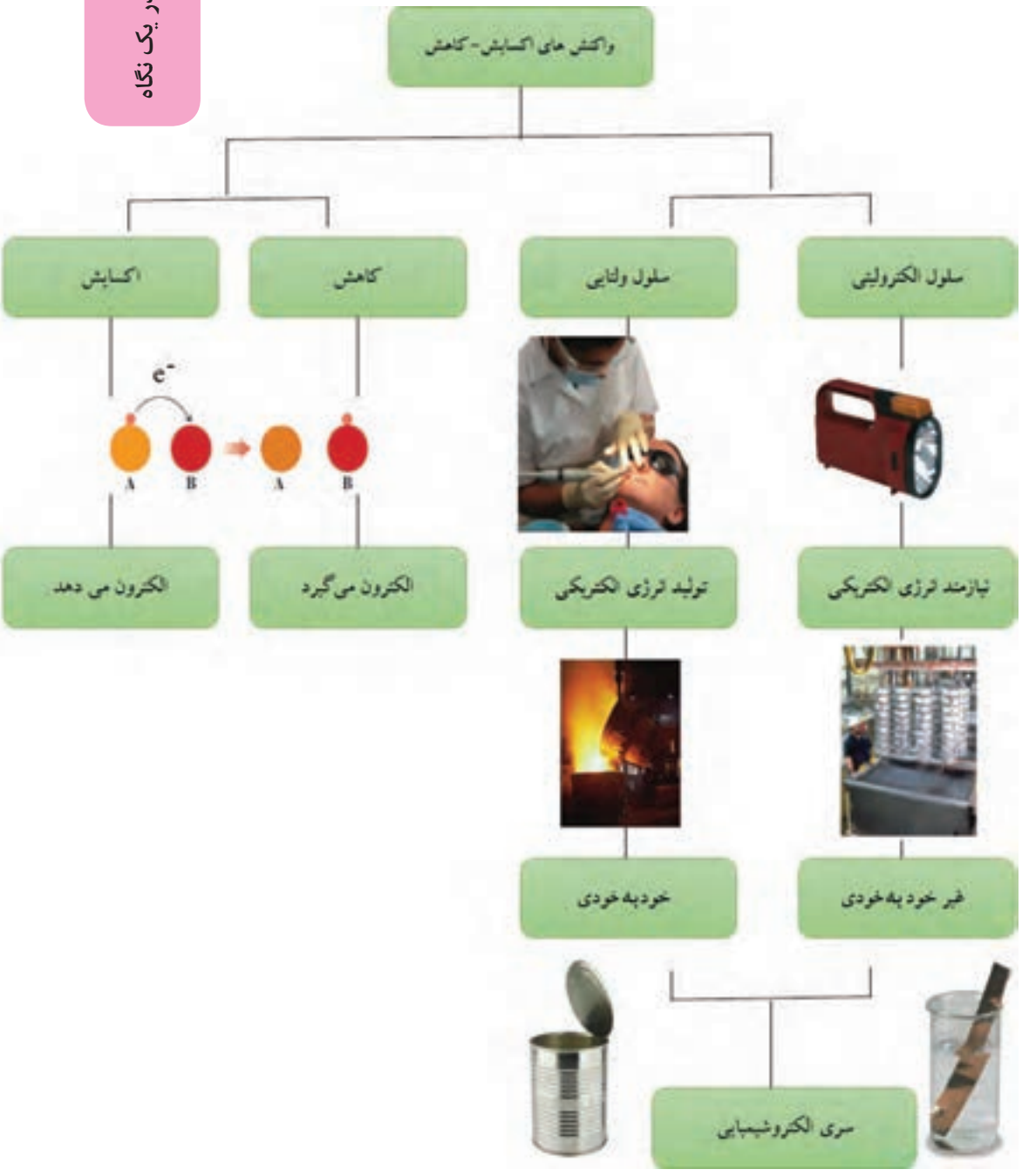
پژوهشگران با تکیه بر اطلاعات و نتایج تحقیقات، به کاربرد و اجرای طرح‌ها و روش‌هایی برای جلوگیری از خوردگی می‌پردازند. برای جلوگیری از زنگ‌زدن آهن، باید آن را از رطوبت و هوا، توسط پوششی از رنگ، گریس یا فلز دیگری دور نگه داریم یا فعّالیت شیمیایی آهن را با تشکیل آلیاژ، پایین بیاوریم. اگر آهن به فلز دیگری مانند منیزیم، روی یا آلومینیوم متصل شود، سلولی تشکیل می‌دهد که در آن سلول، آهن نقش کاتد را دارد و سالم می‌ماند و فلز دیگر اکسید می‌شود، در این صورت گفته می‌شود که آهن حفاظت کاتدی شده است.

شکل ۱۲. چگونگی حفاظت کاتدی بدنهٔ کشتی

تحقیق‌کنید

چرا در اسکله‌ها، برای حفاظت پایه‌های آهنی از زنگ زدن الکتروشیمیایی، کیسه‌های پر از منیزیم را در مجاورت آنها قرار می‌دهند؟

آنچه آموختیم در یک نگاه



ارزشیابی پایان فصل

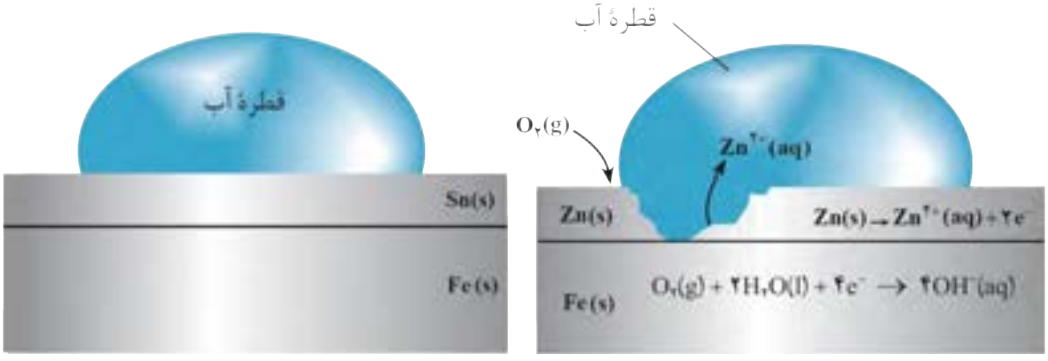
۱ـ سه مورد از کاربردهای الکتروشیمی را نام ببرید.

۲ـ سلول الکتروشیمیایی که واکنش زیر در آن رُخ می‌دهد را رسم کنید و به سؤالات پاسخ دهید.

$$Fe_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

الف) آند و کاتد را مشخص کنید.
ب) نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.
پ) جهت جریان الکترون‌ها را در مدار خارجی مشخص کنید.
ت) قطب مثبت و منفی را مشخص کنید.

۳ـ با توجه به شکل، به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) این دو شکل با هم چه تفاوتی دارند؟
ب) در اثر ایجاد خراش در سطح کدام یک، آهن خورده نمی‌شود؟ چرا؟
پ) از کدام یک برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود؟ چرا؟

فصل پنجم

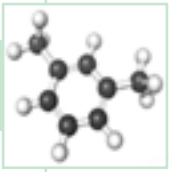
ترکیب های کربن دار

آیا می‌دانید ترکیب‌های کربن دار چه کاربردی در صنعت و زندگی ما دارند؟

سیمای فصل

عنصر کربن

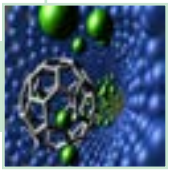
مقایسه ترکیب های آلی و معدنی



هیدروکربن ها

گروه های عاملی

شیمی سبز



فناوری نانو

شیمی آلی چیست و چرا باید به مطالعه آن پرداخت؟

پاسخ‌ها در پیرامون شما قرار دارند. بدن تمام موجودات زنده از مواد شیمیایی آلی تشکیل شده اند. غذاهایی که می‌خورید، داروهایی که مصرف می‌کنید، چوب، کاغذ، پلاستیک و الیافی که زندگی نوین امروزی را امکان پذیر ساخته اند، همگی از مواد شیمیایی آلی هستند.

کنجکاوی در مورد حیات و موجودات زنده مستلزم داشتن درک درستی از شیمی آلی است.

عنصر کربن

شیمی آلی علمی است که به طور عمده به بررسی ترکیب‌های حاوی «کربن» و «هیدروژن» می پردازد و مهندسی پلیمر هم تنها براساس عنصر کربن پایه‌گذاری شده است.

شیمی آلی مطالعهٔ ترکیب‌های کربن است. تنها ویژگی مشترک ترکیب‌های آلی وجود عنصر کربن در آنهاست. راستی چرا کربن یک عنصر ویژه است؟ چه چیزی باعث تمایز کربن در میان سایرعنصرهای جدول تناوبی شده است؟ چرا تعداد ترکیب‌های کربن تا این اندازه زیاد است ؟

کربن بر خلاف تمام عناصر دیگر می تواند ترکیب های بسیار متفاوتی از مولکول یک کربنی تا مولکول های پیچیده ایجاد کند.

کربن قابلیت تشکیل آنیون و کاتیون تک اتمی ندارد زیرا از دست دادن چهار الکترون یا گرفتن چهار الکترون بسیار دشوار است (تبدیل شدن به کاتیون و آنیون پایدار) در حالی که اغلب اتم‌های قبل یا بعد از کربن می‌توانند به صورت کاتیون یا آنیون تک اتمی پایدار وجود داشته باشند.

فرم‌های مختلف یک عنصر که به‌صورت اتمی یا مولکولی وجود دارند (جور هسته) آلوتروپ‌های آن عنصر گفته می‌شوند.

کربن، به صورت شش آلوتروپ مختلف در طبیعت یافت می‌شود که همهٔ آنها جامد ند و در ساختار آنها اتم‌های کربن به صورت کاملاً منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این ساختارها عبارت‌اند از: گرافیت، الماس، نانو لوله‌ها، فولرن‌ها (باکی‌بال‌ها مانند C_{60}) و گرافن و گرافین (شکل ۱).

الماس گرافیت گرافن نانو لوله فولرن

شکل۱. آلوتروپ های کربن

ترکیب کربن با فلزات به میزان بسیار کم خواص جالبی را نشان می دهد، برای مثال **فولاد** که یکی از مهم‌ترین آلیاژهای صنعتی است، از انحلال حدود ۲ درصد کربن در آهن حاصل می‌شود؛ با تغییر درصد کربن می‌توان انواع فولاد را به دست آورد.

مقایسهٔ ترکیب‌های آلی ومعدنی

ترکیب های آلی به‌صورت مولکول هایی وجود دارند که پیوند میان اتم های آنها کووالانسی است. در نتیجه :
الف) اغلب مواد آلی نسبت به مواد معدنی نقطهٔ ذوب کمتری دارند.
ب) بسیاری از ترکیب های آلی در آب حل نمی شوند.
ج) محلول اغلب آنها رسانای خوبی برای جریان برق نیست.
اغلب ترکیب های معدنی، دارای پیوندهای یونی هستند، و ساختار یونی آنها سبب می‌شود که :
الف) اغلب آنها جامد و دیر ذوب باشند.
ب) اغلب آنها در آب، که یک حلّال قطبی است، حل شوند.

با اینکه ترکیب های آلی منشأ گیاهی و حیوانی دارند ولی امروزه بسیاری از آنها را به صورت مصنوعی تهیه می کنند. منابع بزرگ مواد آلی که ترکیب های آلی ساده از آن به دست می‌آیند عبارت اند از نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی که از منابع قدیمی مواد آلی محسوب می‌شوند.

آزمایش کنید

تفاوت مواد آلی و معدنی

وسایل مورد نیاز:

سدیم کلرید، نشاسته، لولهٔ آزمایش، گیرهٔ لولهٔ آزمایش، شعلهٔ گاز ، شیشه شور

شرح آزمایش

ابتدا شعلهٔ گاز را روشن می کنیم و سپس مقدار کمی سدیم کلرید و نشاسته به داخل لولهٔ آزمایش به طور جداگانه می‌ریزیم و آنها را حرارت می‌دهیم. بعد از سی‌دقیقه حرارت دادن مشاهدهٔ خود را در قالب گزارش آزمایش بنویسید و سپس به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:

با انجام این آزمایش چه تفاوتی در این دو ماده می‌بینید؟

کدام ماده در اثر حرارت تغییر می کند؟

کدام ماده در اثر حرارت تغییر نمی کند؟

چند ماده از ترکیب‌های آلی و معدنی را نام ببرید.

خود را بیازمایید

۱ـ چند تفاوت بین مواد آلی و مواد معدنی را بنویسید.

۲ـ کدام یک از مواد زیر ترکیب آلی و کدام معدنی هستند؟

الف) نفت ب) سنگ پ) کاغذ ت) پارچه ث) آهن

۳ـ آلوتروپ‌های کربن را نام ببرید.

هیدروکربن‌ها

آلکان‌ها

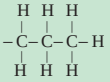
آلکان‌ها دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که فقط دارای پیوند سادهٔ کربن ـ کربن‌اند و چون کربن

برخی از ترکیب های آلی، فقط شامل دو عنصر هیدروژن و کربن‌اند و آنها را هیدروکربن می‌نامند.

در ساختار آنها از تمام ظرفیت خود برای اتصال به چهار اتم دیگر استفاده کرده است **سیر شده** گفته می‌شوند. نام ۷ آلکان به ترتیب تعداد کربن در جدول زیر آورده شده است.

کار در کلاس

با دقّت، جدول مربوط به این فعالیت را تکمیل کنید و به سؤال‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نام آلکان	فرمول ساختاری گسترده	تعداد اتم کربن	تعداد اتم هیدروژن	فرمول مولکولی
متان		۱	۴	$CH_۴$
اتان		۲	۶	
پروپان				
بوتان				
پنتان				
هگزان				
هپتان				

۱ـ به نظر شما پیوند شیمیایی کربن با کدام اتم (کربن یا هیدروژن) امکان تشکیل همهٔ این مولکول‌ها را فراهم کرده است؟

۲ـ بر اساس مقایسه تعداد کربن و هیدروژن‌های آلکان‌ها آیا می‌توان گفت فرمول عمومی آنها $C_nH_{۲n+۲}$ است؟ بررسی کنید.

۳ـ آلکان‌های ۸، ۹ و ۱۰ کربنی به ترتیب اوکتان، نونان و دکان نام دارند. فرمول مولکولی آنها را بنویسید.

* در ستون فرمول ساختاری گسترده فقط یکی از دو مولکول به دلخواه رسم شود.

بیندیشید

هیدروکربن‌های داده شده در جدول زیر را به ترتیب افزایش نقطه جوش، از بالا به پایین، مرتب کنیدو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
کدام هیدروکربن‌ها در دمای معمولی (۲۵°C) گازی شکل‌اند؟
کدام هیدروکربن بین دمای معمولی و۳۷°C (دمای بدن انسان) به‌جوش می‌آید؟

هیدروکربن	نقطهٔ جوش(°C)
بوتان	-۰/۵
دکان	۱۷۴/۰
اتان	-۸۸/۵
هپتان	۹۸/۵
هگزان	۶۸/۵
متان	-۱۶۲/۰
نونان	۱۵۱/۰
اوکتان	۱۲۵/۵
پنتان	۳۶/۰
پروپان	-۴۲/۱

در همهٔ آلکان های بالا کربن‌ها به‌صورت زنجیری مستقیم به همدیگر متصل شده‌اند. این هیدروکربن‌ها آلکان های راست زنجیر نام دارند. دستهٔ دیگر آلکان‌ها را شاخه‌دار می‌نامند. همهٔ آلکان‌ها ویژگی‌های تقریباً مشابهی دارند. آلکان‌ها گازها، مایعات و یا جامدهای بی‌رنگ‌اند که نقطهٔ ذوب و جوش آنها با افزایش تعداد کربن افزایش می‌یابد. همچنین گرانروی آلکان‌های مایع با افزایش تعداد کربن بیشتر می‌شود.

گرانروی عبارت است از مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن. در هیدروکربن‌ها با افزایش تعداد کربن‌ها گرانروی افزایش می‌یابد.

آلکان های شاخه دار

آلکان‌هایی که در ساختار آنها، اتم کربن به بیش از دو اتم کربن دیگر متصل شده باشد، آلکان‌های شاخه دار نام دارند. ترکیب مقابل یک آلکان شاخه‌دار است:

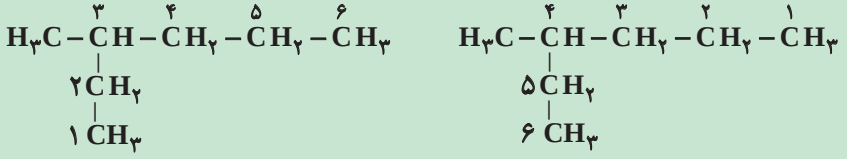
$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_2\\ \displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |\\ \displaystyle |}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$$

شکل ۲. فرمول ساختاری نیم‌گستردهٔ آلکان شاخه دار

بیشتر بدانید

نام‌گذاری آلکان ها

برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، نخست زنجیری را که بیشترین تعداد اتم‌های کربن را دارد به‌عنوان زنجیر اصلی برمی‌گزینند و آن را با توجه به تعداد کربن‌ها نام‌گذاری می‌کنند. سپس زنجیر اصلی را از طرفی که به شاخهٔ فرعی نزدیک‌تر است، شماره‌گذاری می‌کنند، برای نمونه؛



در ادامه، نام شاخهٔ فرعی را مشخص می‌کنند. برای نامیدن هر شاخهٔ فرعی، از روی تعدادکربن آن، نام آلکان مربوطه را مشخص می‌کنند، پسوند «ان» را برمی‌دارند و به جای آن پسوند «یل» قرار می‌دهند. به طوری که نام عمومی شاخه های فرعی به صورت آلکیل بیان می‌شود. بنابراین شاخهٔ فرعی CH_3 را متیل و شاخهٔ فرعی CH_2CH_3 را اتیل می‌نامند.

در پایان برای نامیدن آلکان‌های شاخه‌دار، نام زنجیر اصلی را بیان می‌کنند و نام شاخهٔ فرعی با محل اتصال آن به زنجیر اصلی را پیش از نام آلکان می‌نویسند.

همچنین اگر تعداد شاخه‌های فرعی متیل بیش از یکی باشد با قرار دادن پیشوندهای دی، تری و ... تعداد شاخهٔ فرعی مشخص می‌شود.

آزمایش کنید

تهیهٔ متان

وسایل مورد نیاز

کپسول چینی، هاون، ترازو، مثلث نسوز، لولهٔ آزمایش بزرگ و مقاوم، چاقو، پنس یا انبر فلزی، گیره و پایهٔ فلزی، سدیم استات، آهک زنده، سود جامد

شرح آزمایش

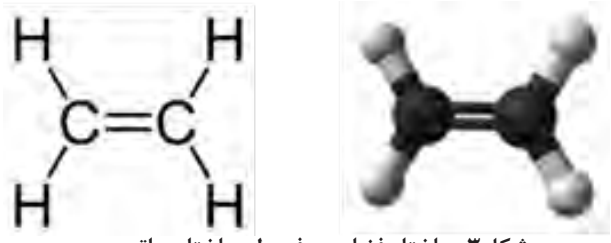
۱۰ گرم سدیم استات متبلور را در یک کپسول چینی و روی مثلث نسوز حرارت دهید تا ذوب شود و آب تبلور را از دست بدهد. چراغ گاز را خاموش کنید و پس از سرد شدن کپسول، محتویات داخل آن را با نوک چاقو بتراشید و آن را در یک هاون چینی همراه ۳ گرم آهک زنده و ۳ گرم سود جامد ، نرم بکوبید تا به صورت پودر درآید. مخلوط را در داخل یک لولهٔ آزمایش بزرگ و مقاوم که دهانهٔ آن را با در لاستیکی که از آن ، لولهٔ باریک شیشه‌ای عبور داده شده است بسته‌اید، حرارت دهید.

در اثر حرارت، مخلوط ذوب می‌شود و پس از آن به مدت یک دقیقه همچنان عمل حرارت دادن را ادامه دهید تا هوای لوله کاملاً خارج گردد و سپس ، گاز را مشتعل و سوختن گاز متان را مشاهده نمایید.

گاز متان در صنعت چگونه تولید می‌شود و چه کاربردهایی دارد؟

آلکن ها

آلکن‌ها دستهٔ بزرگی از هیدروکربن‌ها را شامل می‌شوند و به هیدروکربن‌های سیرنشده موسوم‌اند که دارای پیوند دوگانه کربن-کربن‌اند. تعداد هیدروژن‌های این ترکیبات، کمتر از آلکان‌های هم‌کربن خود است. ساده‌ترین و اولین عضو از گروه آلکن‌ها اتن است (شکل ۳).



شکل ۳. ساختار فضایی و فرمول ساختاری اتن

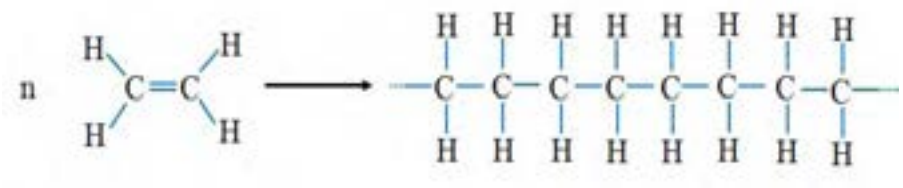
گاز اتن(اتیلن) سبب رسیدن گوجه‌فرنگی و موز می‌شود. در کشور عزیزمان ایران به‌علت اثرات مضر احتمالی این گاز بر سلامت انسان، استفاده از این ماده ممنوع شده است.

تحقیق کنید

اتن در صنعت کارایی زیادی دارد. چند مورد از روش‌های تولید آن را بیابید و نتایج به‌دست آمده را با هم‌کلاسی‌های خود به اشتراک بگذارید.

یکی از واکنش‌های مهم آلکن‌ها تولید درشت مولکول‌ها (بسپار) است. از اتن در تولید بسپار پلی اتن استفاده می‌شود (شکل ۴).

بسپارها زنجیرهای طولانی هستند از یک یا چند مونومر که به هم وصل می‌شوند و یک مولکول درشت‌تر را ایجاد می‌کنند.



پلی اتن(پلی اتیلن) **اتن**

شکل ۴. واکنش بسپارش (پلیمری شدن) مولکول های اتن.

بطری‌های پلاستیکیِ شامپو، شیر و آب میوه، ظرف های یک بار مصرف، انواع سطل‌ها و سینی‌های پلاستیکی و همچنین پاستیل ها، پلیمرهای سودمندی هستند که از واکنش پلیمری شدن آلکن‌های گوناگون تهیه می‌شوند (شکل ۵).

بسیاری از مواد شیمیایی مانند حشره‌کش‌ها، مواد دارویی، آرایشی و ... در صنایع پتروشیمی در نتیجه فرایندهای شیمیایی که اغلب هیدروکربن‌ها مادهٔ اولیهٔ آنها هستند تولید می‌شوند. شرکت ملی پتروشیمی ایران یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های خاورمیانه می‌باشد که قادر به تولید اکثر محصولات پتروشیمی می‌باشد.

شکل ۵. انواع ظروف پلاستیکی و پاستیل که در ساخت آنها پلیمرها کاربرد دارند.

بیشتر بدانید

بسپار ها

بسپارها به طور کلی به سه گروه اصلی گرمانرم‌ها یا ترموپلاستیک‌ها، گرماسخت‌ها یا ترموست‌ها و الاستومرها دسته‌بندی می‌شوند.

ترموپلاستیک‌ها با افزایش دما نرم می‌شوند و با خنک شدن به سختی اولیه‌شان برمی‌گردند و بیشتر قابل ذوب اند، برای مثال، نایلون. ترموپلاستیک‌ها با توجه به خواص مکانیکی و شیمیایی مناسب، در بسیاری کاربردهای صنعتی نظیر لوله‌ها و تجهیزات انتقال، تجهیزات الکتریکی، پوشش‌ها، اتصالات و نظایر آن مورد استفاده قرار می گیرند.

پلاستیک های گرما سخت (ترموست‌ها) هنگام گرم شدن، سخت می‌شوند و هنگام سرد شدن به سختی اولیه برمی‌گردند. این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار به یک شکل دائمی تبدیل می‌شوند. ترموست‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها دارای مقاومت خوردگی پایینی هستند و در نتیجه استفاده از آنها در صنایع محدود به ساخت لوله‌ها، شیرها، پمپ‌ها، ظروف، پوشش‌های محافظ، عایق کاری، چسبنده‌ها و ... می‌شود.

الاستومرها به علت آنکه از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیاها و نمک‌ها مقاوم‌اند، عمدتاً به‌عنوان مواد پوشش برج ها، مخازن، تانک‌ها و لوله‌ها مورد استفاده قرار می گیرند.

توجه داشته باشیم جهت حفظ محیط زیست نباید ظروف پلاستیکی و یکبار مصرف را در طبیعت رها کنیم. می‌توان برای داشتن محیطی پاک، این ظروف را جمع‌آوری و به مراکز بازیافت تحویل داد.

آلکین ها

آلکین‌ها هیدروکربن‌هایی هستند که دست کم یک پیوند سه‌گانه بین دو اتم کربن دارند. اتین با فرمول شیمیایی C_2H_2 کوچک‌ترین عضو این خانواده است (شکل ۶).

شکل ۶. ساختار فضایی استیلن

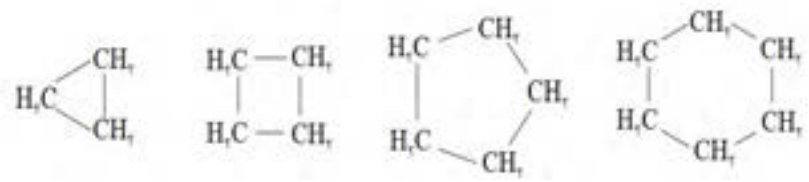
با اضافه کردن آب به کلسیم کاربید، اتین و کلسیم هیدروکسید تولید می‌شود. اتین را همچنین می‌توان از اکسایش متان با اکسیژن و یا از تجزیهٔ حرارتی هیدروکربن‌ها تولید کرد.

اتین در جوشکاری، برش فلزات و تولید لامپ های استیلن یا کاربید کاربرد دارد که قبلاً نیز در معادن مورد استفاده قرار می‌گرفت (شکل ۷).

شکل ۷. استفاده از گاز اتیلن (استیلن) در برشکاری فلزات و لامپ‌های کاربید.

هیدروکربن های حلقوی

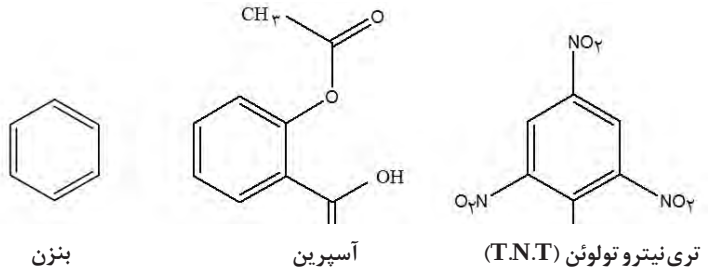
دسته‌ای از هیدروکربن‌ها که در آنها اتم‌های کربن به‌گونه‌ای باهم پیوند تشکیل داده‌اند که یک حلقه را به‌وجود آورده‌اند، هیدروکربن‌های حلقوی نام دارند. این ترکیب‌ها نیز می‌توانند به‌صورت سیرشده (سیکلوآلکان ها) و سیر نشده که مهم‌ترین آنها هیدروکربن‌های آروماتیک هستند وجود داشته باشند. ساده‌ترین آنها سیکلو پروپان است (شکل ۸).



سیکلوهگزان　　سیکلوپنتان　　سیکلوبوتان　　سیکلوپروپان

شکل ۸. ساختار اتمی چهار سیکلوآلکان

ترکیب های آروماتیک دستهٔ وسیعی از مواد آلی را تشکیل می‌دهند که شامل بنزن و ترکیباتی است که از نظر رفتار شیمیایی مشابه بنزن هستند، و به همین دلیل آنها را مشتقات بنزن نیز می‌نامند. آسپرین و ماده منفجره‌تری نیتروتولوئن از جمله ترکیب‌های آروماتیک هستند (شکل ۹). بنزن که ماده‌ای سمی و سرطان‌زاست، معروف‌ترین هیدروکربن حلقوی سیرنشده است که هر مولکول آن ۶ اتم کربن و ۶ اتم هیدروژن با ۳ پیوند دوگانه کربن-کربن به‌صورت یک در میان دارد.
بنزن در گذشته از طریق حرارت دادن قطران زغال‌سنگ و سپس تبدیل بخار آن به مایع به‌دست می‌آمد اما امروزه بنزن به مقدار زیاد از نفت خام استخراج می‌شود.



بنزن　　آسپرین　　تری‌نیتروتولوئن (T.N.T)

شکل ۹. چند ترکیب آروماتیک

جهت استفاده از بنزن در صنعت و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشتی مانند استفاده از هود آزمایشگاهی، ماسک، دستکش و تهویهٔ مناسب ضروری است. دقت کنید تا خود را از این ترکیبات و بخارات ناشی از این مواد دور کنید.

آسپرین یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین داروها در جهان است که به‌طور طبیعی در پوست درخت بیدیافت می‌شود. مصرف آن سبب تسکین درد، تب و التهاب می‌شود. به تازگی ثابت شده است که مصرف آسپرین تپش‌های قلبی و احتمال وقوع سکته را کاهش می‌دهد.
مصرف آسپرین برای افرادی که به بیماری زخم معده مبتلا هستند توصیه نمی شود، زیرا آسپرین سبب خونریزی معده می‌شود.

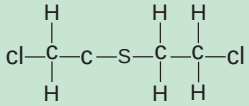
گروه های عاملی

در ساختار بسیاری از ترکیب‌های آلی به جز کربن و هیدروژن عناصری مانند، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد، فسفر، کلر، فلوئور و... نیز می‌توانند وجود داشته باشند. گروه عاملی آرایش مشخصی از چند اتم است که به مولکول آلی دارای آن خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای می‌دهد. ترکیب های آلی بر اساس گروه های عاملی خود دسته بندی می‌شوند (جدول ۲).

جدول ۲. نام و فرمول ترکیبات آلی دارای گروه‌های عاملی

ردیف	نام	گروه عاملی	مثال	فرمول کلی
۱	الکل	-OH	CH_3OH متانول	ROH
۲	آلدهید	-CHO	HCHO متانال	RCHO
۳	کتون	C=O	CH_3COCH_3 پروپانون	RCOR
۴	کربوکسیلیک اسید	-COOH	HCOOH متانوئیک اسید	RCOOH
۵	استر	-COO-	$HCOOCH_3$ متیل متانوات	RCOOR
۶	اتر	-O-	CH_3-O-CH_3 دی متیل اتر	R-O-R
۷	آمید	- -CON-	CH_3-$CONH_2$ متیل آمید	$RCONR_2$
۸	آمین	NR_3	$N(CH_3)_3$ تری متیل آمین	NR_3

خردل ترکیب آلی است که در ساختار آن علاوه بر عنصرهای کربن و هیدروژن، عنصرهای گوگرد و کلر نیز وجود دارد. ایـــن مادّهٔ گازی ترکیبی سمّی است و اثرات مخرب دراز مدت برسلامتی به جا می‌گذارد. در جنگ تحمیلی عراق‌باایران‌نیروهای بعثی از این گاز شیمیایی استفاده می‌کردند.

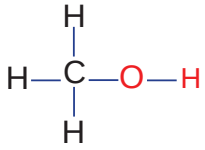


گازخردل

هیچ دارویی را بدون تجویز و تأیید پزشک معالج مصرف نکنید و همچنین دارو را بدون مجوز پزشک ترک نکنید. زیرا مصرف نابجای هر دارو برای بدن، سم مهلک است.

در الکل‌ها عامل هیدروکسیل (OH) به یک کربن سیر شده متصل می‌شود و به جای یکی از H های آلکان قرار می‌گیرد. متانول که ساده ترین الکل است با جایگزینی گروه هیدروکسیل به جای یکی از هیدروژن های متان ایجاد می‌شود (شکل ۱۰).

الکل‌های سبک تا ۴ کربن قطبی هستند و به خوبی در آب حل می‌شوند و به دلیل جاذبه های بین مولکولی قوی، در مقایسه با هیدروکربن‌های مشابه خود نقطه جوش نسبتاً بالایی دارند. اتانول یکی از مهم‌ترین حلّال های صنعتی است. الکل‌ها در صنایع رنگ، مواد آرایشی، بهداشتی و ضد عفونی به عنوان حلّال بسیاری از مواد به کار می‌روند.



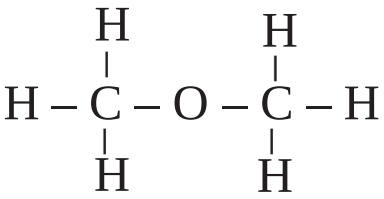
شکل ۱۰. فرمول ساختاری متانول

شکل۱۱. منابع اتانول در طبیعت

در تهیهٔ مواد بهداشتی و آرایشی از الکل و دیگر مواد مضر و خطرناک سرطان زا استفاده شده است. لذا در مصر ف
آنها زیاده روی نکنید و از نوع استاندارد آن استفاده کنید و پس از مصرف، ظرف خالی آن‌را به مراکز بازیافت تحویل دهید.

اترها ساختار کلی $R - O - R'$ را دارند. R و R' (هر دو گروه آلکیل می‌باشد) ممکن است یکسان یا متفاوت باشند. اگر R و R' یکسان باشد اتر متقارن است (شکل ۱۲). R و R' نمی توانند هیدروژن باشند و دارای حداقل یک اتم کربن هستند.

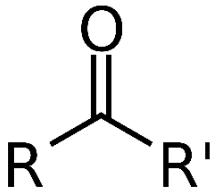
الکل های خطی یک عاملی و اترهای خطی یک عاملی که تعداد کربن برابری دارند با هم ایزومر هستند، چون فرمول مولکولی یکسان ولی فرمول ساختاری متفاوت دارند (دی متیل اتر و اتانول ایزومرند).



شکل ۱۲. ساختار دی متیل اتر

آلدهیدها با فرمول ساختاری $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ (کربن و اکسیژن پیوند دوگانه دارند) هستند که R می‌تواند هیدروژن یا زنجیر کربنی باشد. ساده ترین آلدهید فرمالدهید یا متانال است که یک مادهٔ مهم در صنعت پزشکی و پلاستیک محسوب می‌شود (شکل ۱۳).

شکل۱۳. ساختار فرمالدهید. از آن، جهت نگهداری موجودات و ساختارهای زنده استفاده می کنند.



شکل ۱۴. ساختارکتون

کتون‌ها با فرمول ساختاری $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R'$ نشان داده می‌شوند و ساده‌ترین کتون با ۳ اتم کربن با نام تجاری استون و فرمول مولکولی C_3H_6O است (شکل ۱۵).
از استون به‌عنوان حلّال بسیاری از ترکیبات آلی استفاده می‌شود. در تولید پلاستیک ، الیاف مصنوعی، دارو و سایر ترکیبات شیمیایی کاربرد دارد.

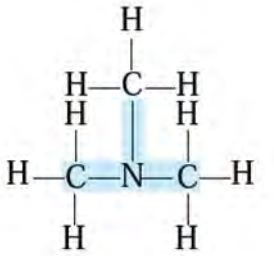
استرها دستهٔ دیگر از ترکیب های آلی با فرمول ساختاری $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$ هستند. طعم و بوی خوشِ گل و میوه‌ها به‌دلیل وجود این مواد است (شکل ۱۵).

شکل ۱۵. بوی خوش‌گل محمدی و آناناس ناشی از گروه استری موجود در ترکیبات آنهاست.

اسیدها دستهٔ دیگر ترکیب‌های آلی با فرمول ساختاری $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ هستند که R می‌تواند H یا یک حلقهٔ بنزن یا زنجیره هیدروکربنی باشد. ریواس، لیمو، پرتقال، نارنگی و انواع ترشی‌ها دارای اسیدهای آلی هستند که در ساختار آنها گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد (شکل ۱۶). فرمیک اسید در بدن مورچه و استیک اسید در سرکه یافت می‌شوند که از جمله اسیدهای آلی هستند.
اسیدهای آلی یک عاملی خطی و استرهای یک عاملی خطی ایزومر هستند، زیرا فرمول مولکولی یکسان و فرمول ساختاری متفاوت دارند.

شکل۱۶. ریواس، لیمو، پرتقال و انواع ترشی‌ها دارای اسید آلی هستند.

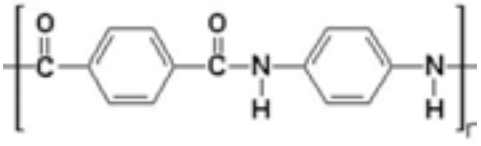
آمین‌ها ترکیب های آلی با فرمول ساختاری NR_3 هستند که در ساختار آنها نیتروژن وجود دارد و وجود اتم نیتروژن خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی به آنها داده است. عامل بوی بد ماهی فاسد به دلیل وجود آمین در آن است.
(شکل ۱۷)



شکل ۱۷. ساختار آمین. بوی بد ماهی فاسد شده به دلیل آزاد شدن مولکول تری متیل آمین است.

آمیدها دارای گروه عاملی $CONR_2$ هستند و در ساختار آنها نیتروژن در کنار پیوند دوگانه کربن ـ اکسیژن وجود دارد.

کِولار نام بسپاری است که دارای گروه عاملی آمیدی است. این بسپار پنج برابر از فولاد هم وزن خود مقاوم‌تر است. کِولار در تهیه تایر اتومبیل، بال هواپیما و جلیقه‌های ضد گلوله به‌کار می‌رود (شکل ۱۸).



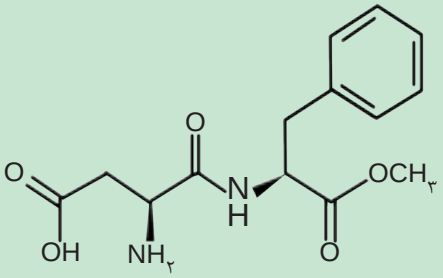
شکل ۱۸ . ساختار کولار. کولار در تهیه جلیقه‌های ضدگلوله به کار می‌رود.

خود را بیازمایید

۱ـ کاربرد هرکدام از مواد زیر را در صنعت نام ببرید .

الف) الکل ب) کتون پ) آلدهید ت) استر ث) اسید

۲ـ گروه‌های عاملی موجود در ساختار زیر را مشخص کنید.



شیمی سبز

ازسال ۱۹۹۰ در ارتباط با مسائل زیست محیطی، به تدریج نگرش علمی جایگزین شیوه‌های قدیمی نظارت بر اجرای اصول حفاظت از محیط زیست شد. این نگرش نوین، شیمی سبز نامیده شد.

شیمی سبز در واقع حاصل نگرش پیشگیری از ایجاد آلاینده‌ها در محیط زیست می‌باشد و در آن طراحی محصولات و فرایندهایی که مخاطرات کمتری برای محیط زیست کرهٔ زمین دارند، مورد نظر است.

شیمی سبز شامل ۱۲ اصل می‌شود. تعدادی از این اصول، عبارتند از:

۱)پیشگیری از آلودگی: به جای اینکه بعد از تولید مواد زائد راهی برای از بین بردن آنها پیدا کنیم، از به وجود آمدن آنها جلوگیری کنیم.

۲) ساخت ترکیبات شیمیایی کم خطر: تا آنجا که ممکن است باید روش‌های ساخت طوری انتخاب شوند که در آنها کمترین استفاده از مواد شیمیایی سمّی صورت گیرد و محصول واکنش‌ها نیز سمّی نباشد.

۳) طراحی برای تخریب: مواد شیمیایی را باید طوری طراحی کرد که پس از استفاده، در نهایت به محصولات بی ضرری تجزیه شوند و در محیط باقی نمانند.

تعدادی از کاربردهای شیمی سبز در زیر ذکر شده است:

- بالا بردن استحکام کیسه های پلاستیکی تهیه شده از ضایعات؛ (شکل ۱۹)
- بهینه سازی و استخراج و تهیهٔ نوعی بسپار از پوست میگو؛ (شکل ۲۰)
- بررسی و جایگزینی آزبست با الیاف پلیمری در سیمان؛
- بازیافت مواد مختلف (شکل ۲۱)

شکل۱۹. افزایش مقاومت و طول عمر کیسه های بازیافت شده از مواد پلاستیکی.

از پراکنده کردن مواد قابل بازیافت مانند پلاستیک، پلی اتیلن، قوطی فلزی و شیشه‌ای و مواد مشابه در محیط زندگی خود جداً خودداری کنید، آنها را جداگانه جمع‌آوری کنید و به مراکز بازیافت تحویل دهید.

شکل ۲۰. استخراج بسپار طبیعی از پوست میگو

فیلم های رادیولوژی و سیمان و لنت‌های ترمز و... آلوده به آزبست هستند و آزبست ماده‌ای سرطان‌زا است. لذا از تماس مستقیم با آنها خودداری کنید (با استفاده از دستکش و ماسک) آنها را به مراکز بازیافت تحویل دهید.

شکل۲۱ . چرخه بازیافت مواد پلاستیکی

تحقیق کنید

چه جایگزین‌هایی برای سوخت‌های هیدروکربنی وجوددارد؟ سوخت‌های جایگزین چه فوایدی برای ما دارند؟

نانو ساختارهای کربنی

نانو ساختارهای کربنی انواع مختلفی دارند. از پرکاربردترین آنها می‌توان نانو لولهٔ کربنی، فولرن و گرافن را نام برد.

تحقیق کنید

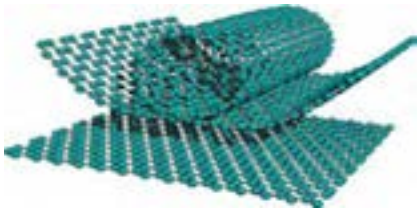
الهام گرفتن از طبیعت و قدرت خداوند در آفرینش، برای توسعهٔ فناوری ها، سابقهٔ زیادی دارد. جلوه هایی از فناوری نانو را در طبیعت به صورت یک کار گروهی در کلاس ارائه دهید.

نانو لوله کربنی

در یک نانولولهٔ کربنی، اتم‌های کربن در ساختاری استوانه‌ای آرایش یافته‌اند. یعنی یک لولهٔ توخالی که جنس دیوارهٔ آن از اتم‌های کربن است. آرایش اتم های کربن در دیوارهٔ این ساختار استوانه‌ای، دقیقاً مشابه آرایش کربن در صفحه‌های گرافیت است. هنگامی که این صفحه‌ها در هم پیچیده می‌شوند، نانولوله‌های کربنی را تشکیل می‌دهند. در واقع، نانولولهٔ کربنی، گرافیتی است که به شکل لوله درآمده است (شکل ۲۳).

از کاربردهای مهم این مواد می‌توان به تهیهٔ الیاف بسیار محکم و انعطاف پذیر، نانو کامپوزیت‌های کربنی و استفاده در موتور خودرو، صنعت رنگ، صنعت بتون، حسگرها، نمایشگرهای گسیل میدانی، ترانزیستورها، حافظه‌های نانو لوله‌ای، صنعت لاستیک، ساخت نانو ماشین‌ها، پیل‌های خورشیدی و... اشاره کرد.

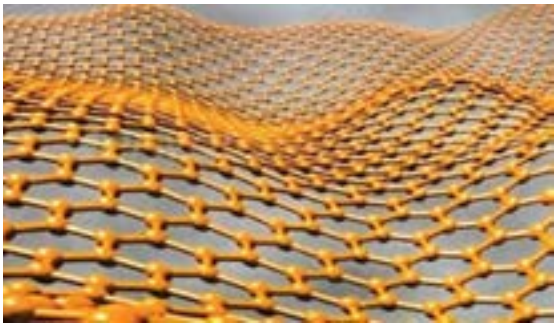
مجلهٔ علمی نیچر به نقل از دانشمندان آلمانی بیان کرده است که شمشیرهای معروف دمشقی که در جنگ‌های صلیبی توسط مسلمانان مورد استفاده قرار می‌گرفته است حاوی رشته‌هایی از نانولوله‌های کربنی است که سبب استحکام بالای آن بوده است.



شکل ۲۲. ساختار نانو لوله‌های کربنی

گرافن

گرافن ساختار دو بعدی از یک لایهٔ منفرد شبکهٔ لانه زنبوری کربنی است (شکل ۲۳). گرافن به سبب داشتن خواص فوق‌العاده در رسانندگی الکتریکی، رسانندگی گرمایی و چگالی بالا به ماده ای منحصر به‌فرد تبدیل شده است. این ماده با حالت جامد به واسطهٔ این خواص فوق‌العاده، به عنوان گزینه بسیار مناسب در نسل بعدی قطعه‌های الکترونیکی در نظر گرفته شده است. از این‌رو توجه کم سابقه‌ای را در تحقیقات بنیادی و کاربردی به خود جلب کرده است.

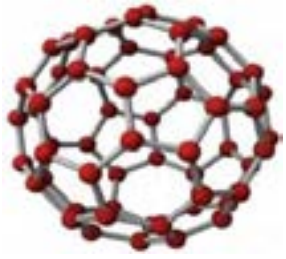


شکل ۲۳. ساختار صفحهٔ کربنی گرافن

فولرن

پایهٔ فولرن‌ها صفحه‌های موجود در گرافیت یعنی گرافن است و اتم های کربن طوری با هم پیوند تشکیل داده اند که یک کره را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۴).

انحلال پذیری کم فولرن‌ها در سیّال ها، کاربرد این مواد را به عنوان مواد مؤثر دارویی محدود می‌کند، ولی اندازهٔ آب گریزی، سه‌بعدی بودن و خواص الکترونی آن باعث می‌شود که از جمع داروها کنار گذاشته نشود. برای مثال، شکل کروی آنها باعث ایجاد توانایی و قرار گرفتن مولکول های فولرن در محلول های آب گریز آنزیم‌ها یا سلول‌ها می‌شود و این عمل خواص دارویی جالبی ایجاد می‌کند.

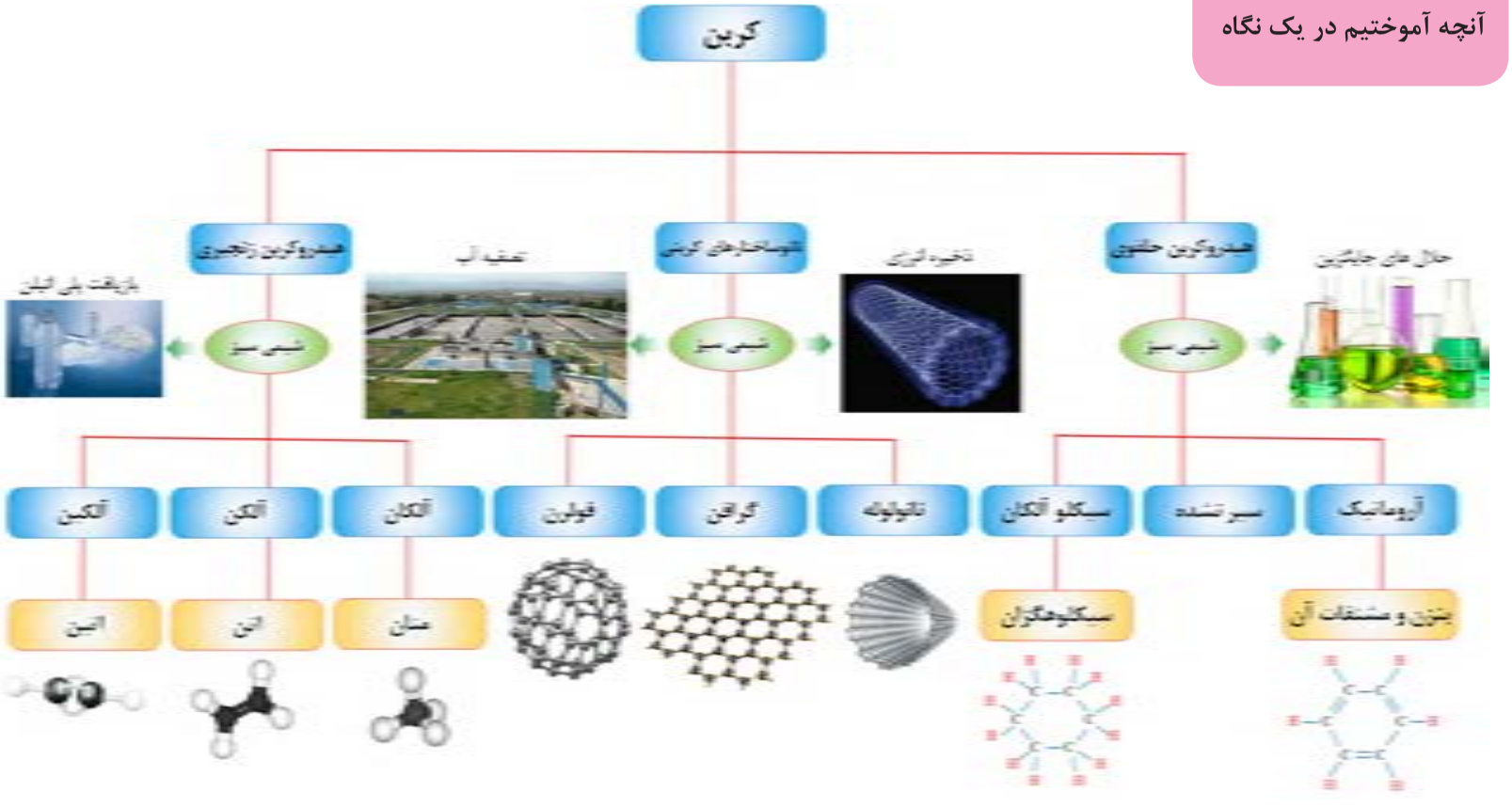


شکل ۲۴. ساختار فولرن

تحقیق کنید

چرا در اندازهٔ نانو، خواص مواد تغییر می‌کند؟

آنچه آموختیم در یک نگاه



ارزشیابی پایان فصل

۱ـ موارد زیر را تعریف کنید.
الف) آلوتروپ ب) گرانروی پ) هیدروکربن ت) گروه عاملی ث) شیمی سبز

۲ـ کاربرد هریک را درصنعت نام ببرید.
الف) نانولولهٔ کربنی ب) کِولار پ) استیلن ت) متان

۳ـ با توجه به فرمول عمومی آلکان C_nH_{2n+2} فرمول عمومی آلکن با یک پیوند دوگانه و آلکین‌ها با یک پیوند سه گانه را به دست آورید.

واژه نامه

اتم	Atom	کوچک‌ترین ذره سازنده مواد که از هسته و فضای پیرامون هسته تشکیل شده است.
واکنش شیمیایی	Chemical Reaction	فرایندی که در طی آن ماهیت ماده تغییر می‌کند.
عنصر	Element	ماده‌ای که تمام اتم‌های آن از یک نوع هستند.
مولکول	Molecule	گونهٔ حاصل از پیوند کووالانسی بین تعداد مشخصی اتم که بدون بار الکتریکی است.
جامد کووالانسی	Covalent Solid	موادی که از اتصال کووالانسی تعداد بسیار زیادی اتم تشکیل شده باشند.
ترکیب یونی	Ionic Compound	ترکیب حاصل از آرایش منظم تعداد زیادی کاتیون و آنیون
الکترون	Electron	ذره ای با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته به دور آن می‌چرخد.
پروتون	Proton	ذره‌ای با بار مثبت در هسته اتم
نوترون	Notron	ذره‌ای بدون بار الکتریکی و جرمی تقریباً برابر با پروتون در هسته اتم
هسته	Nucleus	مجموعه‌ای از پروتون و نوترون در مرکز اتم که جرم اتم را تعیین می‌کند.
مدل اتمی	Atomic Model	فرضیه‌هایی برای تعیین مشخصات اتم
نظریه اتمی دالتون	Dalton's Atomic	اولین فرضیه برای نمایش دادن اتم که اتم را کوچک‌ترین ذره ماده و غیر قابل تجزیه معرفی کرد.
ترکیب	Compound	موادی که در ساختار آنها بیش از یک نوع اتم وجود دارد.
نماد شیمیایی	Chemical Symbols	حروف لاتین که برای نمایش هر عنصر استفاده می‌شوند.
عدد اتمی	Atomic Number	تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم را نشان می‌دهد.
عدد جرمی	Atomic Mass	مجموع تعداد پروتون و نوترون‌های هستهٔ اتم را نشان می‌دهد.

ایزوتوپ	Isotope	اتم‌های مختلف یک عنصر که تعداد نوترون متفاوت دارند.
آرایش الکترونی	Electronic Configuration	چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در اتم را نشان می‌دهد.
مدل اتمی بور	Bohr atomic Model	مدلی برای نمایش اتم را که اتم کره‌ای با هسته‌ای در مرکز آن تعریف می‌کند و الکترون‌ها در مدارهایی با انرژی مشخص اطراف آن می‌چرخند.
عدد کوانتومی اصلی	Principal Quantum Numbers	عددی صحیح که نشان دهنده شماره لایه الکترونی است.
لایهٔ ظرفیت	Valance Layer	بیرونی ترین لایهٔ الکترونی اتم
الکترون‌های ظرفیتی	Valence Electrons	الکترون‌هایی از اتم که امکان شرکت در واکنش شیمیایی را دارند.
جدول تناوبی	Periodic Table	جدولی که در آن اتم‌های عناصر مختلف به ترتیب افزایش عدد اتمی در گروه‌ها و دوره‌هایی قرار گرفته‌اند.
فلزهای قلیایی	Alkali Metals	اولین گروه جدول تناوبی که شامل واکنش‌پذیر و نرم‌ترین فلز های جدول تناوبی است.
فلزهای قلیایی خاکی	Alkaline Earth Metals	دومین گروه جدول تناوبی شامل فلزهایی واکنش‌پذیر که واکنش‌پذیری کمتری از فلزات گروه اول دارند.
گازهای نجیب	Noble Gases	عناصر گروه ۱۸ جدول تناوبی که همگی گاز هستند و به دلیل آرایش الکترونی پایدارشان تمایلی برای انجام واکنش ندارند.
آلیاژ	Alloy	مخلوط دو یا چند فلز
فولاد	Steel	آلیاژی از آهن و کربن
فولاد زنگ‌نزن	Stainless Steel	آلیاژی از آهن و کربن که به آن مقداری کروم و نیکل اضافه شده است.
فعالیت شیمیایی	Chemical Reactivity	تمایل یک اتم برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی
هالوژن‌ها	Halogens	گروه ۱۷ جدول تناوبی که واکنش‌پذیر ترین نافلزها محسوب می‌شوند و با دریافت یا اشتراک‌گذاری ۱ الکترون پایدار می‌شوند.
پیوند شیمیایی	Chemical Bond	اتصال اتم‌ها به یکدیگر
پیوند کووالانسی	Covalent Bond	نیروی جاذبه‌ای که در اثر اشتراک‌گذاری الکترون بین دو اتم ایجاد می‌شود.

پیوند یونی	Ionic Bond	به‌نیروی جاذبه الکتروستاتیک بین یون های با بار مخالف پیوند یونی گفته می‌شود.
کاتیون	Cation	به یون با بار مثبت کاتیون گفته می‌شود.
آنیون	Anion	به یون با بار منفی آنیون گفته می‌شود.
قاعده هشت تایی	Octet Rule	اتم‌ها تمایل دارند تا با انتقال یا اشتراک‌گذاری الکترون تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت خود را به هشت برسانند.
یون چنداتمی	Polyatomic Ion	گونه‌های دارای بار الکتریکی که از دو یا تعداد بیشتری اتم تشکیل شده‌اند.
فرمول تجربی	Empirical Formula	نوعی فرمول شیمیایی است که افزون بر نوع عناصر سازنده، ساده‌ترین نسبت آنها در ترکیب را نشان می‌دهد.
فرمول مولکولی	Molecular Formula	نوعی فرمول شیمیایی که نوع و تعداد دقیق اتم‌ها در یک مولکول را نشان می‌دهد.
آلوتروپ	Allotrope	شکل‌های مختلف یک عنصر در طبیعت
گرما	Heat	انرژی که در نتیجه اختلاف دما بین دو جسم مبادله می‌شود.
دما	Temperature	معیاری از سردی و گرمی جسم
معادله شیمیایی	Chemical Equation	رابطه‌ای که به کمک آن مواد موجود در واکنش، فرمول شیمیایی آنها و نسبت آنها در واکنش مشخص می‌شود.
مول	Mole	به مجموعه ای شامل $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ تعداد ذره (اتم، مولکول یا یون)
جرم مولی	Molar Weight	جرم یک مول از ماده بر حسب گرم بر مول
گرماشیمی	Thermochemistry	شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعه کمی و کیفی گرمای مبادله شده در طی واکنش شیمیایی می پردازد.
واکنش گرماده	Exothermic Reaction	واکنشی که طی آن گرما آزاد می‌شود.
واکنش گرماگیر	Endothermic Reaction	واکنشی که طی آن گرما گرفته می‌شود.
مخلوط ناهمگن	Heterogeneous Mixture	مخلوطی است که بیش از یک فاز داشته باشد.
محلول	Solution	مخلوطی که یک فاز دارد.

فاز	Phase	بخشی از ماده که ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی در همه جای آن یکسان است.
انحلال پذیری	Solubility	مقدار مادهٔ حل شونده در ۱۰۰گرم حلال بر حسب گرم
غلظت	Concentration	مقدار حل شونده را در مقدار مشخصی از حلّال یا محلول نشان می‌دهد.
کلوییید	Colloid	مخلوط ناهمگنی که ذرات کوچکی دارد و برای مدت زمان زیادی پایدار است.
سوسپانسیون	Suspension	مخلوط ناهمگنی که بعد از زمان کوتاهی یکی از فازها ته‌نشین می‌شود.
حرکت براونی	Brownian Motion	حرکت سریع و نامنظم ذرات پخش شوندهٔ کلوییید
اثر تیندال	Tyndal Effect	پخش نور توسط ذرات کلوییید
آند	Anode	الکترودی که در آن اکسایش صورت می‌گیرد.
کاتد	Cathode	الکترودی که در آن کاهش صورت می‌گیرد.
الکترود	Electrode	رسانای الکترونی در یک سلول الکتروشیمیایی که جریان برق را به الکترولیت وارد یا از آن خارج می‌کند.
الکتروشیمی	Electrochemistry	علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی از واکنش‌های شیمیایی است.
آبکاری	Electroplating	پوشاندن سطح یک جسم با لایهٔ نازکی از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی
خوردگی	Corrosion	فرایندی است که در آن یک فلز بر اثر یک واکنش اکسایش- کاهش تخریب می‌شود.
برقکافت	Electrolysis	استفاده از جریان برق برای انجام تغییرات شیمیایی
حفاظت کاتدی	Cathodic Protection	حفاظت یک فلز در برابر خوردگی از راه اتصال فلز به یک قطعه فلز واکنش پذیرتر.
سلول الکترولیتی	Electrolytic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی است که با عبور جریان برق (انرژی الکتریکی) از آن یک تغییر شیمیایی روی می‌دهد.
سلول گالوانی	Galvanic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی که طی یک واکنش شیمیایی انرژی آزاد می‌کند.

سلول سوختی	Fuel Cell	نوعی سلول گالوانی است که برای تبدیل مستقیم انرژی به‌دست آمده از سوختن یک سوخت به انرژی الکتریکی به کار می‌رود.
نیم‌سلول	Half-Cell	نیمی از یک سلول گالوانی که در آن اکسایش یا کاهش صورت می‌گیرد.
سلول غلظتی	Concentration Cell	سلول گالوانی ساخته شده از دو نیم سلول که شامل مواد یکسان هستند ولی از لحاظ غلظت اجسام سازندهٔ نیم سلول تفاوت دارند.
کاتالیزگر	Catalyst	ماده‌ای که سرعت واکنش‌های شیمیایی را زیاد می‌کند.
سلول الکتروشیمیایی	Electrochemical cell	دو نیم سلول که به وسیله رسانای الکترونی و یک دیوار متخلخل به هم متصل هستند.
اکسایش	Oxidation	فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون از دست می‌دهند.
شناساگر	Indicator	ماده‌ای شیمیایی است که بر اثر تغییر pH در یک محلول آبی دچار تغییر رنگ می‌شود.
کاهش	Reduction	فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون می‌گیرند.
واکنش اکسایش ـ کاهش	Oxidation Reduction	واکنشی که در آن یک یا چند الکترون از گونه‌ای به گونهٔ دیگر منتقل می‌شود.
شیمی آلی	Organic Chemistry	شیمی آلی علمی است که به بررسی ترکیب‌های حاوی «کربـن» و «هیدروژن» می‌پردازد.
هیدروکربن	Hydrocarbon	ترکیبات آلی که فقط شامل دو عنصر هیدروژن و کربن هستند.
آلکان	Alkane	دسته‌ای از هیدروکربن‌ها که فقط دارای پیوند ساده کربن–کربن می‌باشند.
گرانروی	Viscosity	مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن
ایزومر	Isomer	مولکول هایی که فرمول مولکولی یکسان دارند ولی آرایش اتم ها (فرمول ساختاری) آنها متفاوت است.
آلکن	Alkene	هیدروکربن های سیرنشده که دارای پیوند دوگانه کربن–کربن هستند .
بسپار	Polymer	درشت مولکول هایی که از تعداد زیادی واحد کوچک‌تر به نام مونومر ساخته شده‌اند.
آلکین	Alkyne	هیدروکربن‌هایی که دست کم یک پیوند سه‌گانه بین دو اتم کربن دارند.

هیدروکربن حلقوی	Cyclic Hydrocarbon	هیدروکربن هایی که اتم‌های کربن آنها به صورتی با هم پیوند تشکیل می‌دهند که یک حلقه به وجود آورند.
گروه عاملی	Functional Groups	آرایش مشخصی از اتم هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد.
شیمی سبز	Green Chemistry	شیمی سبز استفاده از شیمی برای کاهش منبع آلاینده‌ها است. تعریف شامل تمام جنبه های فرایندهای شیمیایی می‌باشد که بر سلامت انسان و محیط زیست تأثیر دارد.
نانو ساختار کربنی	Carbon Nano Structure	مواد تشکیل شده از اتم های کربن که اندازه آنها در حدود نانومتر است.
نانو لوله کربنی	Nanotube	صفحات گرافنی هستند که به‌صورت لوله‌ای شکل در ابعاد نانومتر درست شده باشند.
فولرن	Fullerene	پایهٔ فولرن‌ها صفحات موجود در گرافیت یعنی گرافن است، و اتم های کربن طوری با هم پیوند تشکیل داده اند که یک کره را تشکیل می‌دهند.

منابع

۱ـ برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱

۲ـ برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای ـ کار دانش،سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کاردانش، ۱۳۹۳.

۳ـ برنامه درسی شیمی رشته‌های فنی و حرفه‌ای ـ کاردانش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای ـ کاردانش، ۱۳۹۴

۴ـ شیمی عمومی ۱ و ۲؛ نویسنده: چارلز مورتیمر؛ ترجمه دکتر عیسی یاوری؛ ویرایش ششم؛ ۱۳۹۰؛ نشر علوم دانشگاهی

۵ـ شیمی؛ نویسنده: دیوید آکاستر؛ ترجمه نعمت‌الله ارشدی و مهدیه سالار کیا؛ ۱۳۸۳؛ انتشارات مدرسه

۶ـ علم و دین در حیات معقول علامه محمدتقی جعفری، ۱۳۸۶، مؤسسه تنظیم و نشر آثار علامه جعفری

1- Principles of general chemistry, Martin. S. Silberberg; Second edition; 2010

2- Basic chemistry, K. C. Timberlake, W. Timberlake, Fourth edition; 2014

3- General Chemistry the Essential concepts, Chang, R, ; Overby, J 2008,

4- General Chemistry, Ebbing, D.D. Gammon, S.D., 2009

5- Chemistry & Chemical Reactivity, Kotz, John C. ; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., 2006

6- Introductory Chemistry, Russo, S.; Silver, M., 2011