

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# شیمی

فنی و حرفه‌ای - کاردانش

دوره دوم متوسطه



[www.Daneshchi.iR](http://www.Daneshchi.iR)





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** شیمی - ۲۱۰۱۵۱
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، افشار بهمنی و سعیده سلمانی زارچی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)  
بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، مجتبی خشنود، سعیده سلمانی زارچی، ماشاءالله سلیمانی طبع،  
داریوش شرفی و مصطفی فخرایی (اعضای گروه تألیف) - حسین داوودی (ویراستار)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مرجان اندرودی (طراح جلد و صفحه‌آرا) - مریم دهقان زاده (رسام)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
- صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ ششم ۱۴۰۰

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



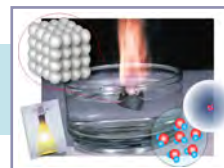
آنی که اسلام می‌خواهد تمام علوم، چه علوم طبیعی باشد و چه علوم غیرطبیعی باشد، آنکه از آن اسلام می‌خواهد، آن مقصدی که اسلام دارد، این است که تمام اینها مهار بشود به علوم الهی و برگشت به توحید بکند. هر علمی جنبه الوهیت در آن باشد، یعنی انسان طبیعت را که می‌بیند خدا را در آن ببیند.

امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ» در جمع استادان دانشگاه تهران، تاریخ: ۱۳ تیر ۱۳۵۸ در شهر مقدس قم

## فصل اوّل

۸

### ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی



- ۱۰ ..... مروری بر ساختمان اتم
- ۱۱ ..... نمایش عناصر (نماد شیمیایی)
- ۱۲ ..... رادیو ایزوتوپ
- ۱۳ ..... نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم
- ۱۴ ..... جدول تناوبی عناصر
- ۱۶ ..... دسته‌بندی عناصر
- ۱۹ ..... اتصال اتم‌ها به هم
- ۱۹ ..... پیوندهای شیمیایی
- ۲۰ ..... پیوند یونی و ترکیب‌های یونی
- ۲۳ ..... پیوند کووالانسی و مواد مولکولی
- ۲۶ ..... آنچه آموختیم در یک نگاه
- ۲۷ ..... ارزشیابی پایان فصل

## فصل دوم

۲۸

### فرایندهای شیمیایی



- ۳۰ ..... مفهوم دما و گرما
- ۳۰ ..... مفهوم دما
- ۳۲ ..... مفهوم گرما
- ۳۲ ..... واکنش‌های شیمیایی
- ۳۲ ..... معادله شیمیایی
- ۳۴ ..... نسبت مواد در واکنش
- ۳۵ ..... شمارش اتم‌ها
- ۳۷ ..... جرم مولی
- ۳۸ ..... گرما شیمی
- ۴۰ ..... سطح انرژی
- ۴۳ ..... سرعت واکنش
- ۴۴ ..... عوامل مؤثر بر سرعت واکنش
- ۴۶ ..... آنچه آموختیم در یک نگاه
- ۴۷ ..... ارزشیابی پایان فصل

## فصل سوم

۴۸

### محلول و کلوئید



- ۵۰ ..... محلول و انحلال پذیری
- ۵۱ ..... برخی حلال‌های مایع پر کاربرد
- ۵۲ ..... حل شدن قند و نمک در آب
- ۵۳ ..... انحلال پذیری
- ۵۴ ..... عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها
- ۵۶ ..... غلظت محلول
- ۵۷ ..... کلوئیدها
- ۵۹ ..... ویژگی‌های دیگر کلوئیدها
- ۶۱ ..... بررسی کلوئیدها از جنبه کاربردی
- ۶۴ ..... آنچه آموختیم در یک نگاه
- ۶۵ ..... ارزشیابی پایان فصل

## فصل چهارم

۶۶

### الکتروشیمی



- ۶۹ ..... واکنش‌های اکسایش و کاهش
- ۷۱ ..... سلول‌های الکتروشیمیایی
- ۷۵ ..... برق کافت
- ۷۶ ..... آبکاری فلزها
- ۷۷ ..... خوردگی آهن
- ۷۹ ..... راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن
- ۸۰ ..... آنچه آموختیم در یک نگاه
- ۸۱ ..... ارزشیابی پایان فصل

فصل پنجم



ترکیب‌های کربن دار

۸۲

۸۴ ..... عنصر کربن

۸۵ ..... مقایسه ترکیب‌های آلی و معدنی

۸۵ ..... هیدروکربن‌ها

۸۵ ..... آلکان‌ها

۸۸ ..... آلکان‌های شاخه‌دار

۸۹ ..... آلکن‌ها

۹۰ ..... آلکین‌ها

۹۱ ..... هیدروکربن‌های حلقوی

۹۲ ..... گروه‌های عاملی

۹۶ ..... شیمی سبز

۹۷ ..... نانو ساختارهای کربنی

۹۷ ..... آنچه آموختیم در یک نگاه

۹۸ ..... ارزشیابی پایان فصل

۹۹ ..... واژه نامه

۱۰۴ ..... منابع

هنرمندان محترم، هم‌جوین عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه

برشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش

## 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 گستره 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 تألیف 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 و کاردانش 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 دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش طراحی و تدوین شده است.

## سخنی با هنرجویان عزیز

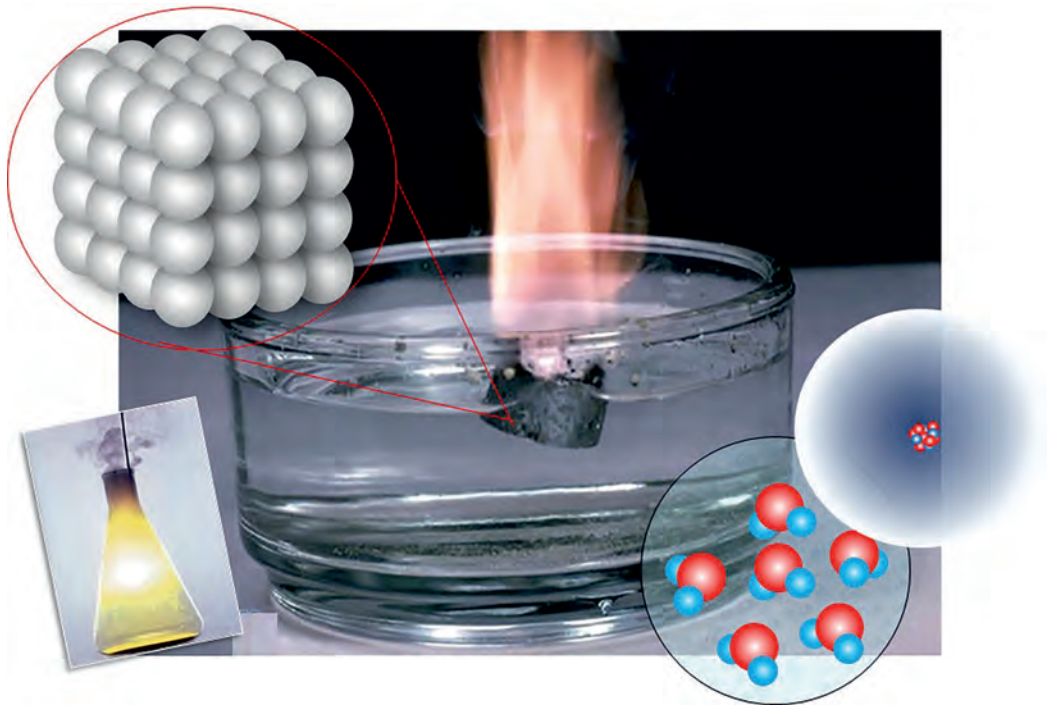
یادگیری علوم تجربی، بینش عمیق نسبت به درک دنیای اطراف و زمینه‌ساز شکر خالق متعال از طریق فهم عظمت خلقت خواهد بود. پرورش علمی و برخوردار شدن از سواد علمی فناورانه شما هنرجویان در بعد شخصی و فردی از لازمه‌های زندگی سالم و موفقیت آمیز، و در بعد اجتماعی لازمه بقای با عزت و توسعه پایدار ایران اسلامی است. 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 می‌انجامد. 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 بسته 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



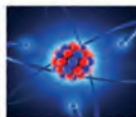
اتم‌ها چگونه‌اند؟

چرا اتم‌ها تمایل دارند با هم واکنش دهند؟



## سیمای فصل

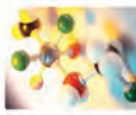
مروری بر ساختمان اتم



جدول تناوبی عناصر



اتصال اتم‌ها به هم



## دل هر ذره را که بشکافی آفتابیش در میان بینی هاتفاصفهانی



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. اندک‌اندک کوشش‌ها برای تبدیل مواد کم‌ارزش به مواد ارزشمندی چون زر و سیم، به پیدایش دانش کیمیاگری منجر گردید. هر چند در ظاهر، دانش کیمیاگری به خواص اصلی خود نرسید، اما دستاوردهای کیمیاگران در این راه به اندوخته گران‌بهای 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 شکل‌های گوناگونی به هم متصل کرد و موادی با ویژگی‌های بهتر و دلخواه ساخت. بی‌شک بدون شناخت ماده و اتم درک درستی از علم شیمی نخواهیم داشت.

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 برخلاف کیمیاگران یونانی و مصری که بیشتر تنها در ذهن خود به تفکر می‌پرداختند، در آزمایشگاه صورت می‌گرفت. او وسیله‌ای به نام انبیک اختراع کرد و با آن مواد شیمیایی را بررسی می‌کرد. از کارهای جابر بن حیان تفاوت قائل شدن میان اسید و باز و ساخت صدها دارو بود.

**جایگاه ایران در علم شیمی:** طبق اعلام رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، کشورمان در سال ۱۳۹۳ در رتبه نوزدهم تولید علم شیمی جهان قرار گرفت.<sup>۱</sup>

## مروری بر ساختمان اتم

در علوم تجربی آموختید مواد موجود در طبیعت از ذرات بسیار کوچکی به نام اتم تشکیل شده‌اند. یونانیان باستان باور داشتند که چیزی کوچک‌تر از اتم نمی‌تواند وجود داشته باشد، بنابراین نام آموس را که به معنای تجزیه‌ناپذیر است بر آن نهادند. اتم‌ها می‌توانند به صورت تنها یا در اتصال با اتم‌هایی مانند خودشان و یا دیگر اتم‌ها در مولکول‌ها و ترکیب‌های یونی و جامدهای کووالانسی وجود داشته باشند. تحقیقات دانشمندان ثابت کرد که اتم‌ها تجزیه‌پذیر 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 اندازه‌های 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 مدل‌های متفاوتی، از مدل اتمی دالتون تا مدل امروزی اتم، برای معرفی اتم ارائه شده است.

فضای اطراف هسته شامل الکترون‌ها

هسته شامل پروتون‌ها و نوترون‌ها

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

## نمایش عناصر (نماد شیمیایی)

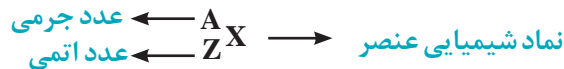
اتم‌های عنصرهای مختلف با هم واکنش می‌دهند و ترکیب‌ها را به وجود می‌آورند. پس در یک ترکیب بیش از یک نوع اتم وجود دارد.

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.

جدول ۱. نام و نماد شیمیایی برخی از عناصرها

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

شیمی‌دان‌ها نماد هر اتم را به صورت زیر نشان می‌دهند:



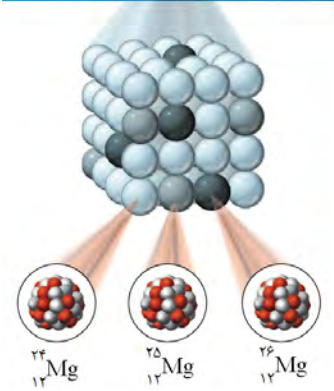
عدد اتمی (Z) تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم را نشان می‌دهد و از مجموع تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌های هسته اتم، عدد جرمی (A) محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد نوترون‌ها (N)} + \text{تعداد پروتون‌ها (Z)} = \text{عدد جرمی (A)}$$

برای نمونه، اتم عنصر آلومینیوم را به صورت  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  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.

$$13 \text{ پروتون} + 14 \text{ نوترون} = 27 = \text{عدد جرمی Al}$$

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.



عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ است.

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.

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

بیندیشید

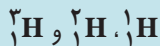


## رادایو ایزوتوپ

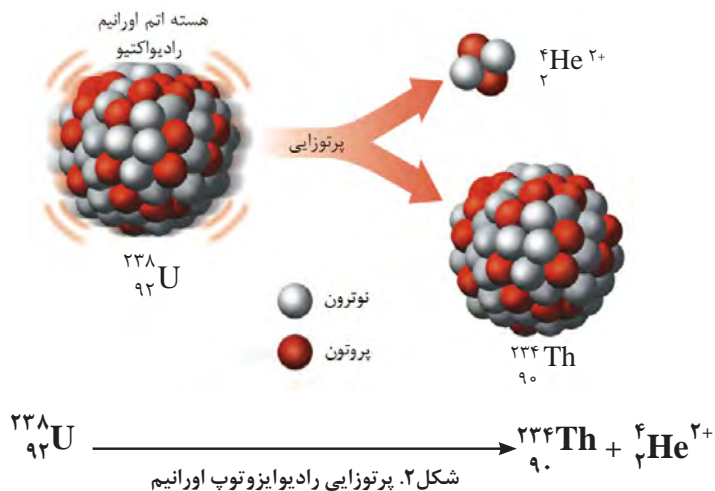


برخی از ایزوتوپ‌ها ناپایدارند و طی واکنش‌هایی معروف به واکنش‌های هسته‌ای، که شامل نشر پرتو است، به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند. به این ایزوتوپ‌های ناپایدار رادیو ایزوتوپ یا ایزوتوپ‌های رادیواکتیو گفته می‌شود. در نتیجهٔ واکنش‌های هسته‌ای و نشر پرتو (پرتو زایی)، هستهٔ ایزوتوپ تغییر می‌کند و ایزوتوپ به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

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



نشان داده می‌شوند. این اتم‌ها به ترتیب پروتیم، دوتریم و تریتم نامیده می‌شوند. تریتم 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.

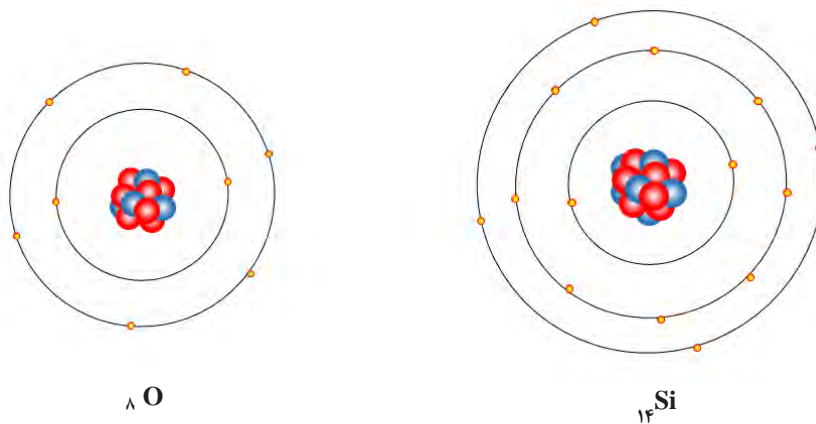


## نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم



اتم عنصرهای کروم ( $_{24}\text{Cr}$ ) و مس ( $_{29}\text{Cu}$ ) در لایه چهارم آرایش الکترونی خود یک الکترون و در لایه سوم به ترتیب ۱۳ و ۱۸ الکترون دارند:  $_{24}\text{Cr}: (2) (8) (13) 1$  و  $_{29}\text{Cu}: (2) (8) (18) 1$

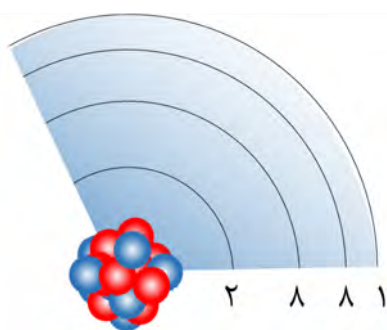
در علوم تجربی خواندید مطابق با مدل اتمی بور، الکترون‌ها در مدارهایی به دور هسته می‌چرخند. هر یک از مدارها انرژی مشخصی دارد که با افزایش فاصله از هسته مقدار آن افزایش می‌یابد. هر مدار با عدد صحیحی که با  $n$  نمایش داده می‌شود ( $n = 1, 2, \dots$ ) مشخص می‌گردد. در مدل‌های اتمی جدیدتر، از مفهوم لایه الکترونی به جای مدار استفاده می‌شود. هر لایه تعداد مشخصی الکترون را می‌تواند در خود جای دهد (گنجایش الکترونی). گنجایش هر لایه از رابطه  $2n^2$  به دست می‌آید که  $n$  شماره لایه الکترونی را نشان می‌دهد. در اولین لایه حداکثر ۲ الکترون و در لایه دوم حداکثر ۸ الکترون می‌تواند قرار گیرد. اتم عنصر اکسیژن ( $_{8}\text{O}$ ) دارای ۸ الکترون است، پس ۲ الکترون در لایه اول و ۶ الکترون دیگر در لایه دوم قرار گرفته‌اند. در اتم سیلیسیم ( $_{14}\text{Si}$ ) لایه سوم هم دارای ۴ الکترون است (شکل ۳).



شکل ۳. آرایش الکترون‌ها در اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن

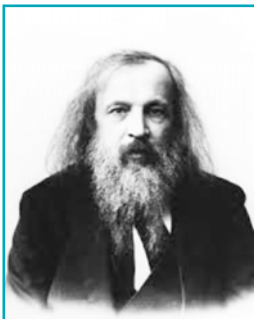
در یک تعریف جامع و دقیق‌تر، به الکترون‌هایی از اتم که امکان شرکت در واکنش شیمیایی را دارند الکترون‌های ظرفیتی یا والانس گفته می‌شود.

به بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم که دارای الکترون است لایه ظرفیت یا لایه والانس گفته می‌شود و در اتم‌هایی با عدد اتمی  $20$  یا کمتر و اتم‌هایی که لایه قبل از لایه آخر آنها کامل شده باشد، به الکترون‌های لایه ظرفیت، الکترون‌های ظرفیت یا الکترون‌های والانس می‌گویند. براساس یک قاعده کلی، لایه ظرفیت اتم‌ها حداکثر ۸ الکترون می‌تواند داشته باشد. اگر چه لایه سوم می‌تواند تا ۱۸ الکترون داشته باشد ولی هرگز قبل از اینکه لایه چهارم ۲ الکترون بگیرد بیش از ۸ الکترون نمی‌پذیرد. براین اساس چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها (آرایش الکترونی) در اتمی مانند پتاسیم ( $_{19}\text{K}$ ) به صورت نشان داده شده در شکل ۴ است که می‌توانیم آن را به صورت زیر نمایش دهیم:



شکل ۴. آرایش الکترون‌ها در اتم پتاسیم



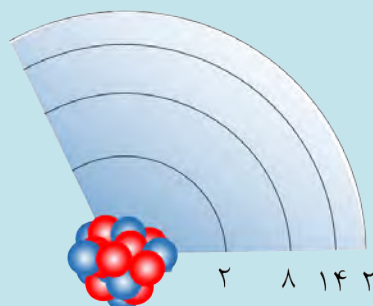


دیمتری ایوانوویچ مندلیف (۱۸۳۴-۱۹۰۷)، شیمی‌دان و معلم شیمی روسی در سال ۱۸۷۱ برای نخستین بار به قانون تناوبی پی برد. در جدول مندلیف عناصر براساس افزایش جرم اتمی کنار هم قرار گرفته بودند. بعد از کشف پروتون و معرفی عدد اتمی، جدول تناوبی عنصرها براساس افزایش عدد اتمی تنظیم شد.

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

پاسخ:

در اتم آهن ۲۶ الکترون وجود دارد که به ترتیب ۲ و ۸ تا 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.



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

خود را بیازمایید



## 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 قراردادن عنصرهای دارای خواص مشابه در یک ستون جدولی به دست می‌آید که **جدول تناوبی عنصرها** نامیده می‌شود و امروزه به طور گسترده‌ای مورد استفاده دانش پژوهان 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 **فلزهای قلیایی خاکی**، عناصر گروه ۱۷ را **هالوژن‌ها** و عناصر گروه ۱۸ را **گازهای نجیب** می‌گویند.

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



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 شما کدام عناصر در یک ستون جدول قرار می‌گیرند؟ پاسخ خود را با پاسخ گروه‌های دیگر مقایسه کنید. آیا به پاسخ‌های مشابهی دست یافتید؟

نام عنصر	نماد	آرایش الکترونی	تعداد الکترون در لایه ظرفیت
لیتیم	${}^3\text{Li}$	${}^3\text{Li}: (2) 1$	۱
برلیوم	${}^4\text{Be}$		
سدیم	${}^{11}\text{Na}$		
منیزیم	${}^{12}\text{Mg}$		
بور	${}^5\text{B}$		
آلومینیوم	${}^{13}\text{Al}$		



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

ابتدا آرایش الکترونی فسفر و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت عناصر داده شده را تعیین می‌کنیم:

۵ الکترون در لایه ظرفیت  ${}^7\text{N}: (2) 5$  ۵ الکترون در لایه ظرفیت  ${}^{15}\text{P}: (2) 8) 5$   
 ۲ الکترون در لایه ظرفیت  ${}^{12}\text{Mg}: (2) 8) 2$  ۴ الکترون در لایه ظرفیت  ${}^6\text{C}: (2) 4$   
 ۵ الکترون در لایه ظرفیت  ${}^{33}\text{As}: (2) 8) 18) 5$

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

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



## 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).

${}^3\text{Li}$ لیتیم
${}^{11}\text{Na}$ سدیم
${}^{19}\text{K}$ پتاسیم
${}^{37}\text{Rb}$ روبییدیم
${}^{55}\text{Cs}$ سزیم
${}^{87}\text{Fr}$ فرانسیم



شکل ۵. تصویر برخی از عناصرها در حالت خالص

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

**فلزها:** حدود ۹۰ درصد عناصرها 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 شکل پذیری از ویژگی‌های بارز این دسته از عناصر است.

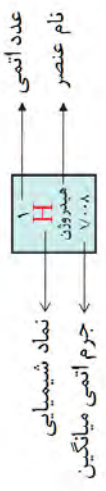
**نافلزها:** این دسته از عناصرها معمولاً در واکنش‌های شیمیایی تمایل به دریافت الکترون دارند و معمولاً برای جریان برق و گرما رسانای خوبی نیستند. آنها برخلاف فلزها در حالت جامد شکننده‌اند و سطح براقی ندارند. اکثر نافلزها حالت گازی دارند، مانند گازهای نجیب، اکسیژن، هیدروژن، فلوئور، کلر.

در بین عناصرهای 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	نماد شیمیایی	گروه	دوره	دسته
۱	هیدروژن	H	۱	۱	فلز
۲	هلیوم	He	۱۸	۱	گاز
۳	لیتیم	Li	۱	۲	فلز
۴	بیریم	Be	۲	۲	فلز
۵	بور	B	۱۳	۲	فلز
۶	کربن	C	۱۴	۲	فلز
۷	نیتروژن	N	۱۵	۲	فلز
۸	اکسیژن	O	۱۶	۲	فلز
۹	فلور	F	۱۷	۲	گاز
۱۰	نئون	Ne	۱۸	۲	گاز
۱۱	سدیم	Na	۱	۳	فلز
۱۲	منگنز	Mg	۲	۳	فلز
۱۳	آلومینیم	Al	۱۳	۳	فلز
۱۴	سیلیسیم	Si	۱۴	۳	فلز
۱۵	فسفر	P	۱۵	۳	فلز
۱۶	گوگرد	S	۱۶	۳	فلز
۱۷	کلر	Cl	۱۷	۳	گاز
۱۸	آرگون	Ar	۱۸	۳	گاز
۱۹	پتاسیم	K	۱	۴	فلز
۲۰	کلسیم	Ca	۲	۴	فلز
۲۱	سکندیم	Sc	۳	۴	فلز
۲۲	تیتانیوم	Ti	۴	۴	فلز
۲۳	وانادیم	V	۵	۴	فلز
۲۴	کروم	Cr	۶	۴	فلز
۲۵	منگنز	Mn	۷	۴	فلز
۲۶	آهن	Fe	۸	۴	فلز
۲۷	کوبالت	Co	۹	۴	فلز
۲۸	نیکل	Ni	۱۰	۴	فلز
۲۹	مس	Cu	۱۱	۴	فلز
۳۰	زینک	Zn	۱۲	۴	فلز
۳۱	گالیم	Ga	۱۳	۴	فلز
۳۲	ژرمانیم	Ge	۱۴	۴	فلز
۳۳	آرسنیک	As	۱۵	۴	فلز
۳۴	سelenیم	Se	۱۶	۴	فلز
۳۵	بروم	Br	۱۷	۴	گاز
۳۶	کریپتون	Kr	۱۸	۴	گاز
۳۷	روبی듐	Rb	۱	۵	فلز
۳۸	استرانسیم	Sr	۲	۵	فلز
۳۹	یتریم	Y	۳	۵	فلز
۴۰	زیرکونیم	Zr	۴	۵	فلز
۴۱	نیوبیم	Nb	۵	۵	فلز
۴۲	مولیبدن	Mo	۶	۵	فلز
۴۳	تکنسیم	Tc	۷	۵	فلز
۴۴	روتنیم	Ru	۸	۵	فلز
۴۵	ریهن	Rh	۹	۵	فلز
۴۶	پالادیم	Pd	۱۰	۵	فلز
۴۷	آیرون	Ag	۱۱	۵	فلز
۴۸	کادمیم	Cd	۱۲	۵	فلز
۴۹	تیلور	Tl	۱۳	۵	فلز
۵۰	سیسزم	Pb	۱۴	۵	فلز
۵۱	تانتالم	Ta	۵	۶	فلز
۵۲	تنگستن	W	۶	۶	فلز
۵۳	ریفرکتوری	Re	۷	۶	فلز
۵۴	هافنیم	Hf	۷	۶	فلز
۵۵	تانگستن	Ta	۸	۶	فلز
۵۶	ولفرام	W	۹	۶	فلز
۵۷	ریفرکتوری	Rf	۱۰	۶	فلز
۵۸	رادیوم	Ra	۱۲	۷	فلز
۵۹	پرازیتم	Pr	۳	۷	فلز
۶۰	ندیم	Nd	۴	۷	فلز
۶۱	پرومتیم	Pm	۵	۷	فلز
۶۲	ساماریوم	Sm	۶	۷	فلز
۶۳	یورانیوم	Eu	۷	۷	فلز
۶۴	گدولیم	Gd	۸	۷	فلز
۶۵	تربیم	Tb	۹	۷	فلز
۶۶	دیسمیوم	Dy	۱۰	۷	فلز
۶۷	هولمیوم	Ho	۱۱	۷	فلز
۶۸	اریتم	Er	۱۲	۷	فلز
۶۹	تیم	Tm	۱۳	۷	فلز
۷۰	یوبانیوم	Yb	۱۴	۷	فلز
۷۱	لیتورنیوم	Lr	۱۵	۷	فلز
۷۲	اکتیوم	Ac	۱	۸	فلز
۷۳	تورانیوم	Th	۲	۸	فلز
۷۴	پروتاکتینیم	Pa	۳	۸	فلز
۷۵	اکتیوم	La	۴	۸	فلز
۷۶	سزیم	Cs	۱	۹	فلز
۷۷	فرانسیم	Fr	۲	۹	فلز
۷۸	رادون	Rn	۱۸	۹	گاز
۷۹	پولونیوم	Po	۱۶	۹	فلز
۸۰	آستاتین	At	۱۷	۹	گاز
۸۱	تیلور	Tl	۱۳	۹	فلز
۸۲	پلوتونیوم	Pu	۹	۱۰	فلز
۸۳	آمریسیوم	Am	۱۰	۱۰	فلز
۸۴	کوریوم	Cm	۱۱	۱۰	فلز
۸۵	برکلیوم	Bk	۱۲	۱۰	فلز
۸۶	کالیفرنیم	Cf	۱۳	۱۰	فلز
۸۷	مندیلیوویچ	Md	۱۱	۱۱	فلز
۸۸	دوبنیوم	Dn	۱۲	۱۱	فلز
۸۹	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۱	گاز
۹۰	توریوم	Th	۲	۱۲	فلز
۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۲	فلز
۹۲	اکتیوم	U	۴	۱۲	فلز
۹۳	نپتونیوم	Np	۵	۱۲	فلز
۹۴	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۲	فلز
۹۵	آمریسیوم	Am	۷	۱۲	فلز
۹۶	کوریوم	Cm	۸	۱۲	فلز
۹۷	برکلیوم	Bk	۹	۱۲	فلز
۹۸	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۲	فلز
۹۹	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۲	گاز
۱۰۰	مندیلیوویچ	Md	۱۱	۱۳	فلز
۱۰۱	دوبنیوم	Dn	۱۲	۱۳	فلز
۱۰۲	توریوم	Th	۲	۱۴	فلز
۱۰۳	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۴	فلز
۱۰۴	اکتیوم	U	۴	۱۴	فلز
۱۰۵	نپتونیوم	Np	۵	۱۴	فلز
۱۰۶	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۴	فلز
۱۰۷	آمریسیوم	Am	۷	۱۴	فلز
۱۰۸	کوریوم	Cm	۸	۱۴	فلز
۱۰۹	برکلیوم	Bk	۹	۱۴	فلز
۱۱۰	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۴	فلز
۱۱۱	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۴	گاز
۱۱۲	توریوم	Th	۲	۱۵	فلز
۱۱۳	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۵	فلز
۱۱۴	اکتیوم	U	۴	۱۵	فلز
۱۱۵	نپتونیوم	Np	۵	۱۵	فلز
۱۱۶	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۵	فلز
۱۱۷	آمریسیوم	Am	۷	۱۵	فلز
۱۱۸	کوریوم	Cm	۸	۱۵	فلز
۱۱۹	برکلیوم	Bk	۹	۱۵	فلز
۱۲۰	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۵	فلز
۱۲۱	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۵	گاز
۱۲۲	توریوم	Th	۲	۱۶	فلز
۱۲۳	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۶	فلز
۱۲۴	اکتیوم	U	۴	۱۶	فلز
۱۲۵	نپتونیوم	Np	۵	۱۶	فلز
۱۲۶	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۶	فلز
۱۲۷	آمریسیوم	Am	۷	۱۶	فلز
۱۲۸	کوریوم	Cm	۸	۱۶	فلز
۱۲۹	برکلیوم	Bk	۹	۱۶	فلز
۱۳۰	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۶	فلز
۱۳۱	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۶	گاز
۱۳۲	توریوم	Th	۲	۱۷	فلز
۱۳۳	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۷	فلز
۱۳۴	اکتیوم	U	۴	۱۷	فلز
۱۳۵	نپتونیوم	Np	۵	۱۷	فلز
۱۳۶	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۷	فلز
۱۳۷	آمریسیوم	Am	۷	۱۷	فلز
۱۳۸	کوریوم	Cm	۸	۱۷	فلز
۱۳۹	برکلیوم	Bk	۹	۱۷	فلز
۱۴۰	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۷	فلز
۱۴۱	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۷	گاز
۱۴۲	توریوم	Th	۲	۱۸	فلز
۱۴۳	پروتاکتینیم	Pa	۳	۱۸	فلز
۱۴۴	اکتیوم	U	۴	۱۸	فلز
۱۴۵	نپتونیوم	Np	۵	۱۸	فلز
۱۴۶	پلوتونیوم	Pu	۶	۱۸	فلز
۱۴۷	آمریسیوم	Am	۷	۱۸	فلز
۱۴۸	کوریوم	Cm	۸	۱۸	فلز
۱۴۹	برکلیوم	Bk	۹	۱۸	فلز
۱۵۰	کالیفرنیم	Cf	۱۰	۱۸	فلز
۱۵۱	اوسترمیوم	Og	۱۸	۱۸	گاز

۱۸



گاز

مایع

جامد

فلز

شبه فلز

ناقل





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

**شبه فلزها:** عنصرهایی هستند که برخی از ویژگی‌های 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).

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.

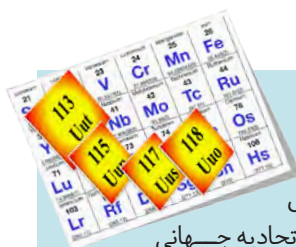
بیشتر بدانید



### عصرها در صنعت

خواص فلزها، آنها را برای ساختن انواع لوازم، بسیار سودمند می‌کند. مخلوط دو یا چند فلز که آلیاژ گفته می‌شود (گاهی شامل نافلز هم می‌شود) نیز به‌طور گسترده‌ای در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه، فولاد آلیاژی از آهن و کربن است. کربن، استحکام آهن را افزایش می‌دهد.

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



### عناصر جدید جدول تناوبی

عناصر ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۱۷ و ۱۱۸ که به تازگی با تلاش دانشمندان معرفی شده‌اند به تأیید اتحادیه جهانی شیمی محض و کاربردی موسوم به آیوپاک<sup>۱</sup> (IUPAC) رسیده است و به این ترتیب ردیف هفتم جدول تناوبی را کامل کرده‌اند. 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 تأیید رسمی قرار نگرفته بودند.

عصرهای جدید در محیط‌های آزمایشگاهی ساخته شده‌اند و آنها را در دسته عناصر فوق سنگین قرار می‌دهند. خاصیت بالای رادیواکتیو و ناپایداری از جمله ویژگی‌های این عناصر اعلام شده که گفته می‌شود تنها چند میلی ثانیه طول می‌کشد تا به عناصر دیگر تبدیل شوند.

۱. International Union Of Pure and Applied Chemistry

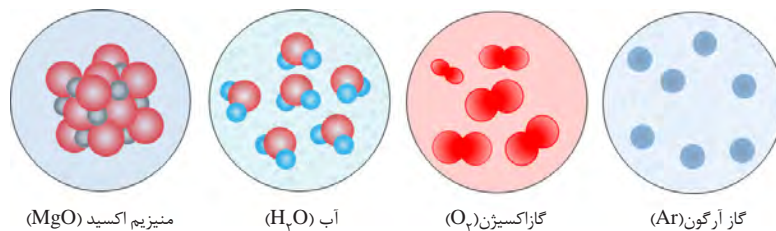
## اتصال اتم‌ها به هم

اتم‌های اغلب عنصرها در پیوند با سایر اتم‌ها وجود دارند و به صورت تک اتمی (اتم‌های تنها) در طبیعت یافت نمی‌شوند. برای مثال عنصر اکسیژن به صورت مولکول‌های دو اتمی در گاز اکسیژن ( $O_2$ ) و یا در ترکیب‌های گوناگون، مانند آب ( $H_2O$ )، منیزیم اکسید ( $MgO$ ) و ...، به صورت پیوند شده با دیگر اتم‌ها وجود دارد.

اتم‌ها برای پایدار شدن 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 به صورت تک اتمی در طبیعت یافت می‌شوند (به عنوان مثال گاز آرگون از اتم‌های 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 دست یابند 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.

۲He هلیم
۱۰Ne نئون
۱۸Ar آرگون
۳۶Kr کریپتون
۵۴Xe زنون
۸۶Rn رادون

گروه ۱۸ جدول تناوبی، معروف به گازهای نجیب. تاکنون ترکیب پایداری از هلیم، نئون 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. شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر را "**پیوند شیمیایی**" می‌گویند.



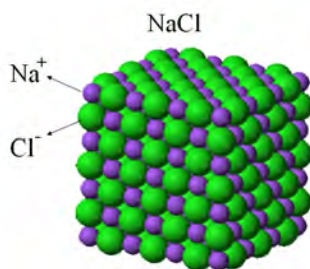
سدیم ( $_{11}\text{Na}$ ) و سایر عناصر گروه ۱ (فلزهای قلیایی) به شدت واکنش پذیر هستند و فعالترین فلزهای جدول تناوبی محسوب می‌شوند. از طرف دیگر فلئوئور ( $_{9}\text{F}$ ) و سایر عناصر گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) هم فعالیت شیمیایی بسیار زیادی دارند و واکنش پذیرترین نافلزهای جدول تناوبی به حساب می‌آیند. با نوشتن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



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

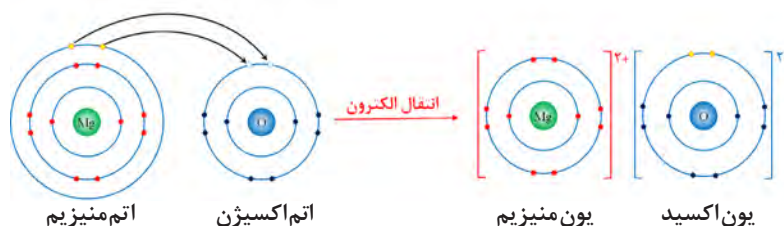
از واکنش فلز منیزیم و گاز اکسیژن، جامد سفید رنگ منیزیم اکسید تولید می‌شود. واکنش این دو عنصر به شدت گرماده و با آزاد شدن نور همراه است.

## 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 اتم‌های فلز سدیم و گاز کلر را آموختید. اکنون به سوختن نوار منیزیم در اکسیژن توجه کنید. اتم‌های منیزیم با از دست دادن ۲ الکترون و تبدیل 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 ( $\text{MgO}$ ) را تولید می‌کنند (شکل ۸).

یک ترکیب یونی از کنار هم قرار گرفتن منظم تعداد بسیار زیادی کاتیون و آنیون تولید می‌شود. در واقع 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.



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



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

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

نام عنصر	نماد	آرایش الکترون ها	چگونگی پایدار شدن	آرایش الکترونی یون حاصل
لیتیم	${}_{3}\text{Li}$	$(1)({}_{2}\text{Li})$	از دست دادن ۱ الکترون و تبدیل شدن به کاتیون با ۱ بار مثبت ( $\text{Li}^{+}$ )	۲ الکترون در لایه اول $({}_{2}\text{Li}^{+})$
کلسیم	${}_{20}\text{Ca}$			۸ الکترون در لایه سوم $(18)({}_{2}\text{Ca}^{2+})$
نیتروژن	${}_{7}\text{N}$			
آلومینیوم	${}_{13}\text{Al}$			
اکسیژن	${}_{8}\text{O}$			
فلوئور	${}_{9}\text{F}$			

- ب) در ترکیب یونی حاصل از اکسیژن و منیزیم چه یون هایی 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 یون هایی و با چه نسبتی وجود دارد؟

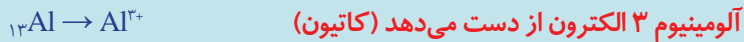
همان طور که از «کار در کلاس» بالا می توان نتیجه گرفت، در ترکیب های یونی تعداد کاتیون ها و آنیون ها به گونه ای است که ترکیب یونی خنثی باشد (تعداد کاتیون ها و آنیون ها ممکن است برابر نباشد). برای نمایش مواد شیمیایی از فرمول شیمیایی استفاده می شود. فرمول شیمیایی ترکیب های یونی نشان دهنده کاتیون و آنیون موجود در ترکیب یونی و ساده ترین نسبت آنها است. در فرمول شیمیایی ترکیب های یونی (از چپ به راست) ابتدا نماد کاتیون و سپس نماد آنیون نوشته می شود و در صورت نیاز از عددی در زیر نماد هر یون استفاده می شود که زیروند گفته می شوند و نشان دهنده نسبت یون ها در ترکیب اند. به طور معمول اگر کاتیون و آنیون ترکیب یونی از نظر اندازه بار یکسان باشند در فرمول شیمیایی ترکیب یونی، زیروندی نوشته نمی شود، مانند ترکیب های یونی،  $\text{NaCl}$  و  $\text{MgO}$  و ...

نمونه حل شده



فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از اکسیژن ( $O_2$ ) و آلومینیوم ( $Al$ ) را بنویسید.  
پاسخ:

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



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.**



منبع تغذیه



آب خالص

منبع تغذیه



نمک خالص

منبع تغذیه

محلول نمک در آب

خود را بیازماید



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

آزمایش کنید



### بررسی رسانایی الکتریکی آب خالص و محلول‌های آن

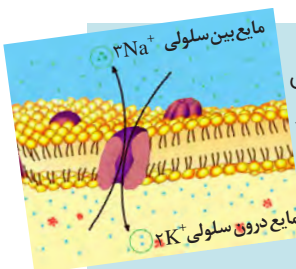
آب خالص رسانای بسیار ضعیف جریان برق محسوب می‌شود و نمک خوراکی (سدیم کلرید) که ترکیب یونی سفید رنگی است و شکر نیز جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند.

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 دیر خود با طراحی آزمایشی این پدیده را بررسی و مشاهدات خود را تفسیر کنید.

بیشتر بدانید



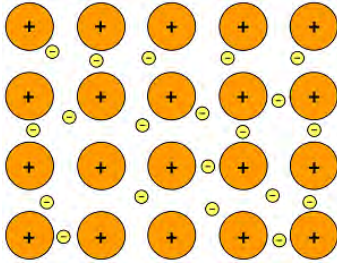
در برخی از ترکیب‌های یونی کاتیون یا آنیون و یا هر دو از چند اتم تشکیل شده‌اند. به این یون‌ها یون چند اتمی گفته می‌شود. یون‌های چند اتمی در واقع گونه‌های چند اتمی دارای بار الکتریکی هستند مانند یون‌های  $HPO_4^{2-}$ ،  $SO_4^{2-}$  و ...



یون‌ها در بسیاری از فعالیت‌های زیستی موجودات زنده نقش مهمی دارند. برای نمونه، بیرون و درون سلول‌های بدن باید از نظر الکتریکی خنثی باشد. وجود یون‌های پتاسیم ( $K^+$ ) و هیدروژن فسفات ( $HPO_4^{2-}$ ) درون سلول و یون‌های 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 می‌کند، یون منیزیم ( $Mg^{2+}$ ) است. این یون در سبزینه گیاهان یافت می‌شود. همچنین، یون منیزیم در سلول‌های عصبی و به هنگام فعالیت‌های ماهیچه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. 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.

## پیوند کووالانسی و مواد مولکولی



وقتی دو اتم نافلز در کنار یکدیگر قرار گیرند (به عنوان مثال وقتی دو اتم فلئور ( $F_2$ ) 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!

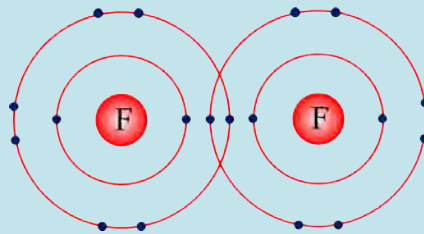
بیندیشید



آرایش الکترونی اتم فلئور ( $F$ ) را تعیین کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) اتم فلئور چگونه به پایداری می‌رسد؟

ب) اتم فلئور در گاز فلئور به صورت پیوند شده با یک اتم فلئور دیگر وجود دارد. با مدل زیر می‌توانیم آرایش الکترونی دو اتم فلئور در گاز فلئور را نشان دهیم. اتم‌های فلئور در گاز فلئور 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 به وجود می‌آید پیوند فلزی می‌گویند. در واقع الکترون‌های غیر مستقر مانند چسب اتم‌های فلز را کنار هم نگه می‌دارند. بسیاری از ویژگی‌های فلزات مانند رسانایی الکتریکی و گرمایی، جلائی فلزی، قابلیت چکش-خواری و ... به دلیل وجود همین ساختار ویژه آنها است.



### درشت مولکول‌ها

برخی مولکول‌ها از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده‌اند و در نتیجه 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، بسته‌بندی مواد غذایی و ... استفاده می‌کنند.

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 نامیده می‌شود. 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 ...



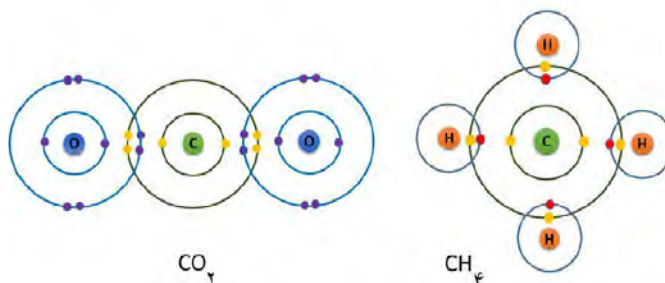


الف) با کمک اعضای گروه خود جدول زیر را کامل کنید.

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 دی‌اکسید، اتم کربن با هر اتم اکسیژن ۲ الکترون به اشتراک می‌گذارد (تشکیل پیوند کووالانسی دوگانه) (شکل ۹).



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 اتم‌های یک مولکول با هم پیوند کووالانسی دارند و با اتم‌های 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.

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  $NH_3$ ).



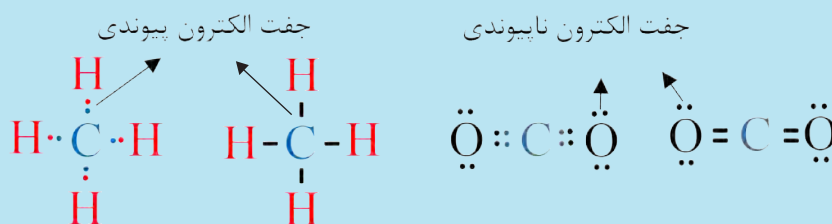


## مدل الکترون - نقطه ای اتم‌ها و مولکول‌ها (ساختار لوویس)

برای نمایش مولکول‌ها می‌توان الکترون‌های لایه ظرفیت را به صورت نقطه‌هایی اطراف نماد شیمیایی اتم‌ها 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 مولکول‌ها، مدل الکترون - نقطه‌ای یا ساختار لوویس گفته می‌شود. در این مدل، الکترون‌های 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 هلیوم 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 - نقطه‌ای این اتم‌ها را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



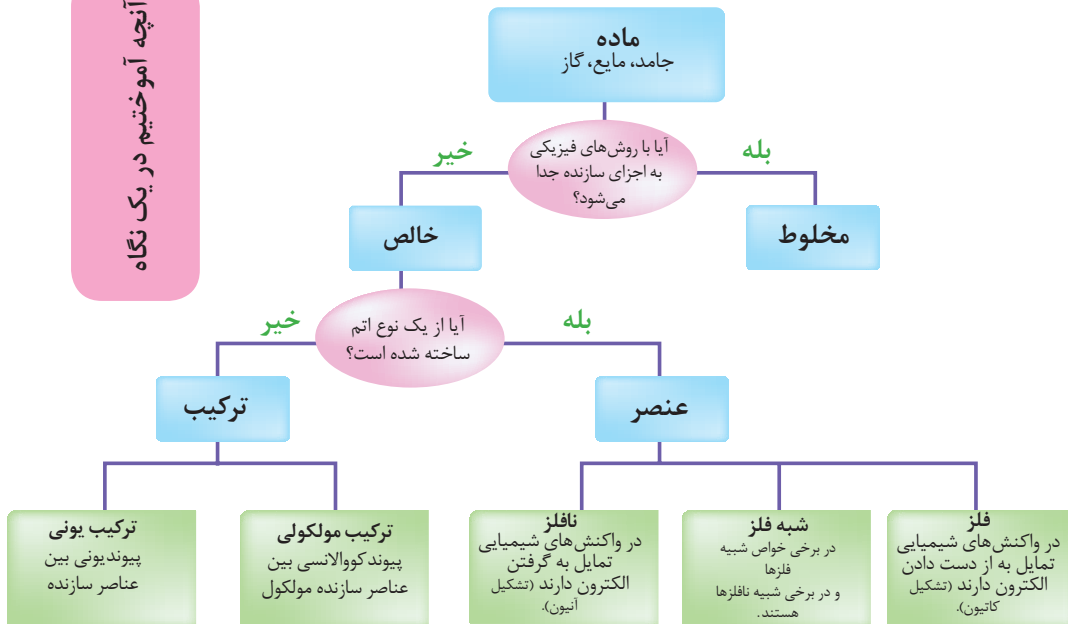
ساختار لوویس مولکول‌های متان و کربن دی‌اکسید به صورت زیر است:



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



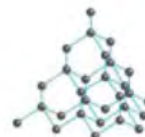
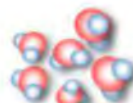
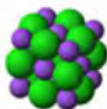
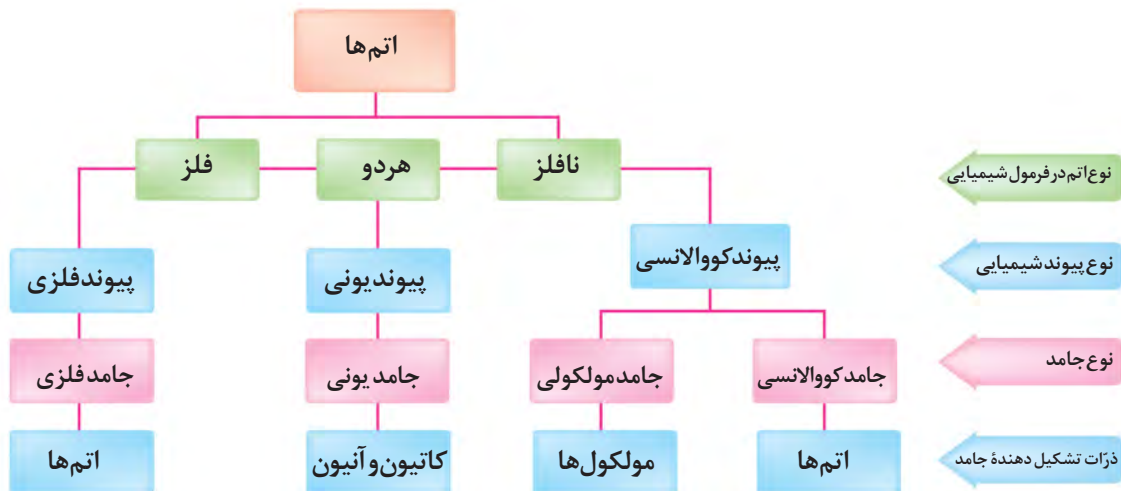
آنچه آموختیم در یک نگاه



گوگرد

ژرمانیوم

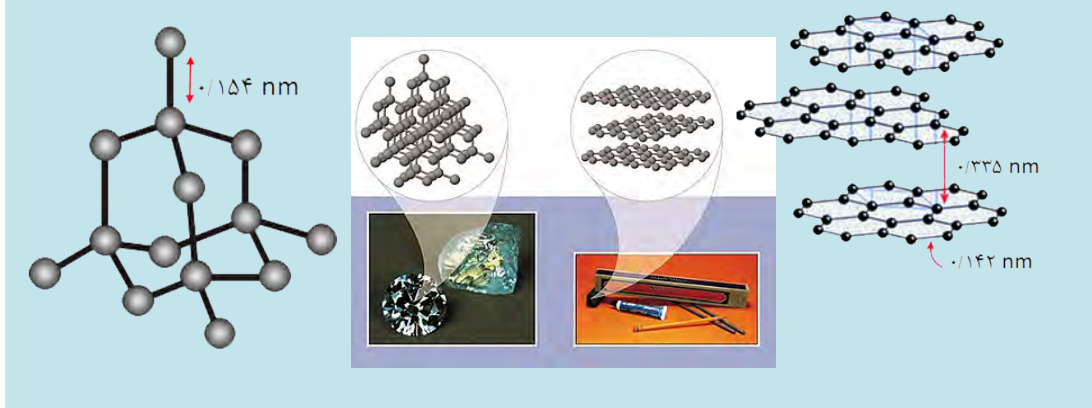
طلا





## جامدهای کووالانسی

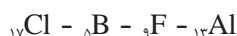
در برخی از مواد تعداد بسیار زیادی اتم (غیر قابل شمارش!!) از طریق پیوندهای کووالانسی به هم متصل می‌شوند و یک شبکه از اتم‌ها را به وجود می‌آورند. به چنین موادی که جامدهای بسیار سخت هستند جامدهای کووالانسی گفته می‌شود. الماس و گرافیت معروف‌ترین جامدهای کووالانسی هستند که از اتم‌های کربن ساخته شده‌اند. در 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 این رو هر صفحه را می‌توان یک مولکول غول‌آسای ورقه‌ای در نظر گرفت. این مولکول‌های صفحه‌ای غول‌آسا به وسیله نیروی بین مولکولی ضعیفی روی هم قرار گرفته‌اند. 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

۱- 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؟



۲- الف) فرمول شیمیایی ترکیب یونی که دارای کاتیون  $\text{Fe}^{3+}$ ،  $\text{O}^{2-}$  است را بنویسید.

ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش عنصرهای منیزیم ( ${}_{12}\text{Mg}$ ) و نیتروژن ( ${}_{7}\text{N}$ ) را بنویسید.

۳- دلیل هریک از پدیده‌های زیر را توضیح دهید:

\* آب خالص به خوبی جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد.

\* اگر به آب خالص کمی نمک سدیم کلرید ( $\text{NaCl}$ ) اضافه کنیم، محلول حاصل جریان برق را به خوبی از خود عبور می‌دهد.

۴- هیدروکربن‌ها از مهم‌ترین ترکیب‌های شیمیایی به حساب می‌آیند که در ساختار آنها فقط عنصرهای نافلزی هیدروژن و کربن وجود دارد. ساده‌ترین آنها متان نام دارد که در مولکول آن ۱ اتم کربن و ۴ اتم هیدروژن وجود دارد. به کمک اعضای گروه خود و بر اساس آرایش الکترونی عنصرهای کربن (C) و هیدروژن (H) چگونگی تشکیل پیوند شیمیایی بین اتم‌های موجود در مولکول متان را تعیین کنید.



# 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



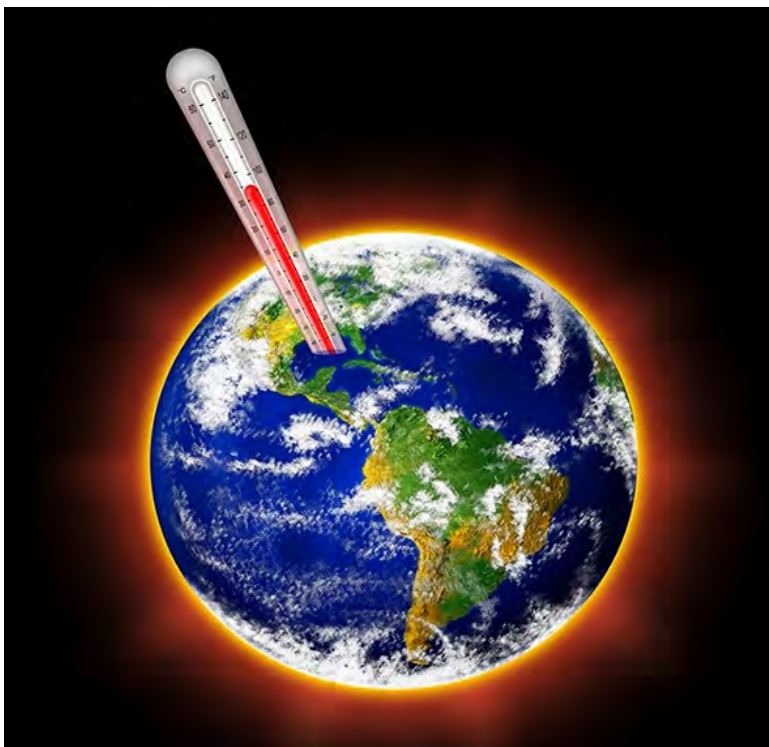
سرعت واکنش



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 نمی‌شود؛ 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 نمی‌رود 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)، واکنش‌های شیمیایی به ویژه سوختن موادی مانند چوب، زغال سنگ، نفت و... است. به این ترتیب فیزیک‌دانان 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.

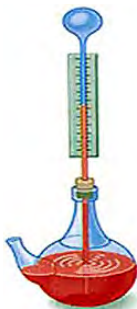


شکل ۱. تغییرات دما تأثیر بسیاری بر وضعیت حیات روی کره زمین دارد.

## 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 (شکل ۲).

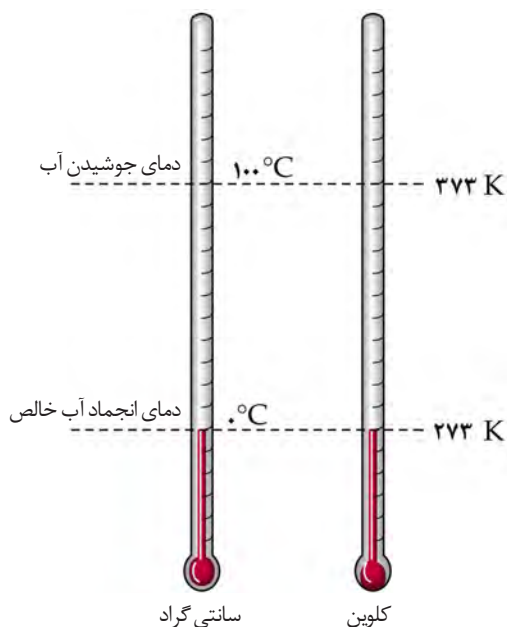
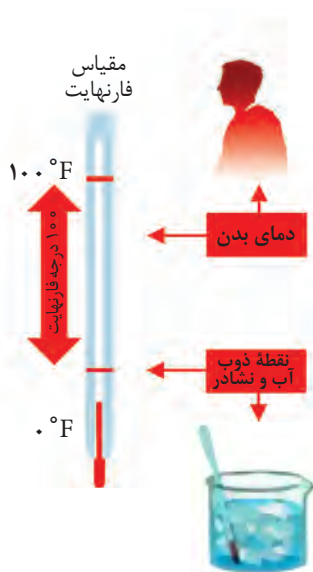


شکل ۲. تأثیر دما بر هوای درون بطری

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

با استفاده از **دماسنج** می‌توان میزان گرمی و سردی جسم را اندازه‌گیری کرد. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکی رایج‌ترین دماسنج‌ها هستند. این دماسنج‌ها بر مبنای انبساط مایعات کار می‌کنند. تقریباً همه 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 محفظه شیشه‌ای باز می‌گردند. امروزه بیشتر از مقیاس سانتی‌گراد (°C) یا سلسیوس برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود. بسیاری از شیمی‌دانان برای اندازه‌گیری دما از کلون (K) نیز استفاده می‌کنند. برای تبدیل دمای سانتی‌گراد به کلون از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$T_k = T_c + 273/15$$



شکل ۳. مقایسه دمای انجماد و جوشیدن آب در مقیاس کلون و سانتی‌گراد

الف) دماهای زیر را بر حسب کلون محاسبه کنید.

۰	۱۰۰	۳۷	۲۵	-۲۷۳	سانتی‌گراد (°C)
					کلون (K)

خود را بیازمایید



تحقیق کنید



چرا معمولاً از جیوه و الکل برای ساخت دماسنج استفاده می‌شود؟ آیا از آب نیز می‌توان به این منظور استفاده کرد؟ تفاوت عمده دماسنج‌های جیوه‌ای و الکی چیست؟

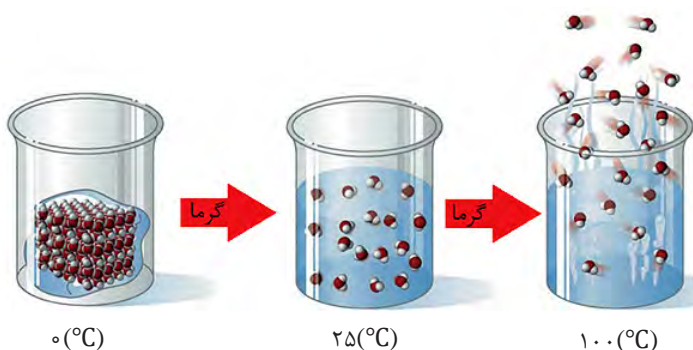
## مفهوم گرما



شکل ۴- گرم کردن یک ماده باعث افزایش جنب و جوش ذرات آن می‌شود.



دانشمندان از حدود سه قرن پیش، به مطالعه مفهوم گرما پرداختند. در آن زمان، بشر معتقد بود که گرما یک ماده نامرئی است که وقتی یک جسم گرم در کنار جسم سرد قرار می‌گیرد، از ماده گرم خارج شده و به ماده 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 نتیجه آن افزایش دما یا تغییر حالت است (شکل ۴). **گرما صورتی از انرژی است که در اثر اختلاف دما به‌طور خود به خود از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود.** واحد اندازه‌گیری گرما ژول (J) است، اما از واحدهای دیگر مانند کالری (cal) نیز استفاده می‌شود. شکل ۵ تفاوت‌های مفهوم دما و گرما را در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب نمایش می‌دهد.



شکل ۵. تفاوت دما و گرما در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب

آزمایش کنید

دو لیوان بردارید و به اندازه 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 می‌کنید با هم کلاسی‌های خود گفت‌وگو کنید.



## واکنش‌های شیمیایی



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

### معادله شیمیایی

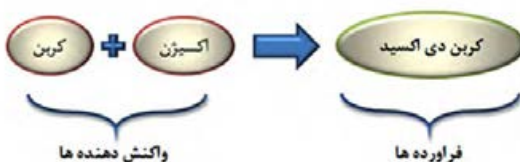
هنگام انجام یک واکنش شیمیایی، ماهیت ماده دچار تغییر شده و ماده جدیدی تولید می‌شود. برای نمایش واکنش‌های شیمیایی از معادله شیمیایی به صورت زیر استفاده می‌شود:

فرآورده (ها) → واکنش دهنده (ها)

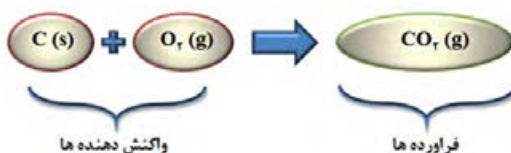
معادله شیمیایی یک واکنش، به شکل‌های مختلف نمایش داده می‌شود. در نوعی از معادله شیمیایی که معادله نوشتاری نامیده می‌شود، نام مواد شرکت‌کننده (واکنش دهنده‌ها) و مواد تولید شده در واکنش (فرآورده‌ها)



نوشته می‌شود. برای مثال معادله نوشتاری واکنش سوختن کربن در گاز اکسیژن خالص به صورت زیر است:



شکل دوم نمایش یک معادله شیمیایی، معادله نمادی است. معادله 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 معادله نمادی واکنش سوختن کربن به صورت 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 می‌کنند. در یک واکنش شیمیایی اتمی از بین نمی‌رود و اتم جدیدی نیز تولید نمی‌شود.

پس معادله شیمیایی هنگامی صحیح نوشته می‌شود که نشان دهد واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند. به چنین معادله‌ای، **معادله موازنه شده** می‌گویند. هنگام انجام یک واکنش شیمیایی همه یا تعدادی از پیوندهای شیمیایی میان اتم‌های واکنش دهنده‌ها شکسته شده و پیوندهای شیمیایی جدید تشکیل می‌شوند. بنابراین در معادله نمادی یک واکنش شیمیایی، تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله باید برابر باشد (معادله موازنه باشد).



کاردرکلاس



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

الف) جدول زیر را کامل کنید

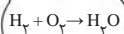
تعداد اتم هر عنصر		نماد شیمیایی	عناصر موجود در واکنش
در فراورده‌ها	در واکنش دهنده‌ها		
		O	اکسیژن
		H	هیدروژن

ب) آیا این معادله صحیح است؟ چرا؟

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

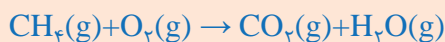
د) معادله نمادی موازنه شده را بنویسید. در پایان، تعداد اتم‌های سمت چپ و راست معادله را مشخص کنید.

در معادله موازنه شده ضرایبی که برای ماده‌به‌کار برده می‌شوند کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکن هستند.





آیا واکنش زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کند؟ چرا؟

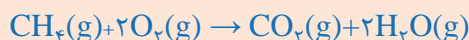


پاسخ: ابتدا تعداد اتم های کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) را در فراورده ها و واکنش دهنده ها محاسبه می کنیم:

عنصر	فراورده ها	واکنش دهنده ها
کربن (C)	۱	۱
هیدروژن (H)	۲	۴
اکسیژن (O)	۳	۲

در سمت واکنش دهنده ها ۷ اتم ( ۱ اتم کربن، ۴ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن) و در سمت فراورده ها 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 نمی کند.

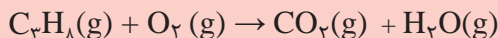
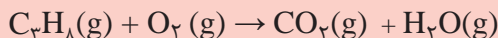
برای برابر شدن تعداد اتم های اکسیژن و هیدروژن در دو سمت واکنش، با ضریب ۲ برای آب (H<sub>2</sub>O) و ضریب ۲ برای گاز اکسیژن (O<sub>2</sub>) معادله را موازنه می کنیم:



عنصر	فراورده ها	واکنش دهنده ها
کربن (C)	۱	۱
هیدروژن (H)	۴	۴
اکسیژن (O)	۴	۴



معادله های شیمیایی زیر را موازنه کنید.



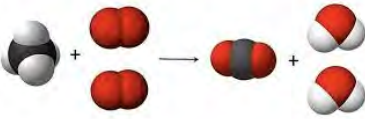
## نسبت مواد در واکنش

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

خود را بیازمایید



در واکنش سوختن متان تعداد مولکول‌های اکسیژن و متان مورد نیاز برای تولید ۵۰ مولکول کربن دی‌اکسید را محاسبه نمایید.



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

بیندیشید



فرض کنید یک کیسه 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 دانۀ لوبیا را تعیین کنید. چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟



## شمارش اتم‌ها

می‌دانیم جرم هر اتم به تعداد پروتون و نوترون موجود در هسته آن اتم (عدد جرمی) بستگی دارد. اتم‌ها آن قدر کوچک اند که مشاهده و شمارش آنها با دستگاه‌های معمولی امکان‌پذیر 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.

عدد  $6.022 \times 10^{23}$  را به یاد دانشمند پرآوازه ایتالیایی آموگادرو، عدد آموگادرو نامیدند.

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



تعداد بسیار زیادی اتم باید کنار هم قرار گیرند تا جرم قابل اندازه‌گیری داشته باشند. (به نظر شما چند اتم؟)

این تعداد را دانشمندان  $6.022 \times 10^{23}$  به دست آوردند! (می‌توانید بزرگی این عدد را تصور کنید؟ با این تعداد توپ بسکتبال می‌توانیم سیاره‌ای به اندازه کره زمین بسازیم! یا اگر این تعداد سکه ۵۰۰ ریالی روی هم چیده شوند ارتفاع آنها به طرف دیگر کهکشان راه شیری می‌رسد!).

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

این عدد (یعنی  $6.022 \times 10^{23}$ ) به عدد آموگادرو 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 آووگادرو

تعداد ذره ها در  
یک مول ماده

$$6/022 \times 10^{23}$$

اگر یک مول اتم ( $6/022 \times 10^{23}$  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.

نمونه 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  $6/022 \times 10^{23}$  تا اتم کربن ۱۲ گرم است، پس جرم یک اتم کربن از تقسیم کردن ۱۲ بر  $6/022 \times 10^{23}$  به دست می‌آید:

$$\text{جرم یک اتم کربن} = \frac{12}{6/022 \times 10^{23}} = 1/993 \times 10^{-23} \text{ g}$$

ب) در ۱۲ گرم کربن ۱ مول ( $6/022 \times 10^{23}$  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 به دست می‌آید:

$$\text{تعداد اتم کربن در } 24 \text{ گرم کربن} = \left(\frac{24}{12}\right) \times N_A = 2 \times N_A = 2 \times 6/022 \times 10^{23}$$

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

یک amu برابر  $1/67 \times 10^{-24}$  گرم که برابر با  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن ۱۲ است.



جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و برابر ۱ amu است و جرم الکترون در حدود ۰.۰۰۵ amu است.

نکته 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 به نام 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  $^{16}_8\text{O}$  برابر ۱۶ amu است.

## جرم مولی

شیمی دان‌ها برای بیان جرم یک مول از اتم‌ها یا مولکول‌ها از جرم مولی استفاده می‌کنند. جرم مولی، جرم یک مول از اتم‌ها یا مولکول‌هاست که برحسب گرم بر مول ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) بیان می‌شود. برای مثال جرم مولی اتم‌های اکسیژن ۱۶ گرم بر مول است. جرم مولی مولکول‌ها بر اساس جرم مولی اتم‌های سازنده آنها قابل محاسبه است. برای مثال، جرم مولی مولکول‌های اکسیژن ( $\text{O}_2$ )  $2 \times 16 = 32$  گرم بر مول و جرم مولی مولکول‌های آب ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $(2 \times 1) + 16 = 18$  گرم بر مول ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) است.

خودراییز مایید



۱. بر اساس جرم مولی عناصر داده شده، جرم مولی ترکیب‌های 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 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ):

ب) گوگرد تری اکسید ( $\text{SO}_3$ ):

ج) متان ( $\text{CH}_4$ ):

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

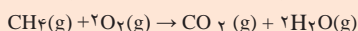
الف) در ۹ گرم آب (جرم مولی  $18 \text{g.mol}^{-1}$ ) چند مول مولکول  $\text{H}_2\text{O}$  و چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟  
ب) چند گرم از کربن دی اکسید شامل ۲ مول مولکول کربن دی اکسید است؟

همان‌طور که گفته شد، معادله 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:  
۱ مولکول متان با ۲ مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مولکول کربن دی اکسید و ۲ مولکول آب تولید می‌شود.  
۱ مول متان با ۲ مول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مول کربن دی اکسید و ۲ مول آب تولید می‌شود.

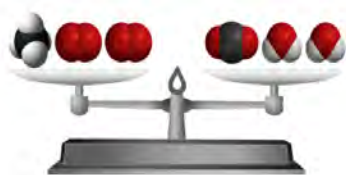
خودراییز مایید



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

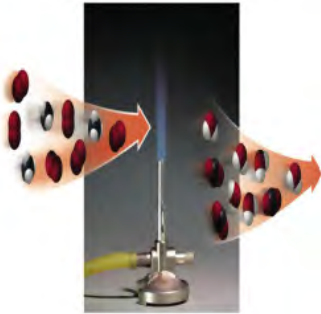


تعداد مولکول متان	تعداد مولکول اکسیژن مورد نیاز	تعداد مولکول کربن دی اکسید تولید شده	تعداد مولکول آب تولید شده
۱	۲		۲
۱۰			
۱۰۰۰			
$6.022 \times 10^{23}$			
۱ mol			
۵ mol		۵ mol	



در معادله موازنه شده سوختن گاز متان، یک مولکول از گاز متان با دو مولکول از گاز اکسیژن واکنش می‌دهند که به تولید یک مول از مولکول کربن دی اکسید و دو مولکول آب منجر می‌شود.

نمونه حل شده



با توجه به معادله 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 معادله موازنه شده نشان دهنده نسبت مولی مواد در واکنش است. پس ابتدا مقادیر داده شده را به مول تبدیل می‌کنیم:

$$\text{جرم ماده} = \frac{1}{6} = 0.16 \text{ mol}$$

$$\text{جرم مولی} = 16$$

ب) معادله واکنش نشان می‌دهد که اگر ۰/۱۶ مول متان در واکنش شرکت کند، ۰/۲۳ مول گاز اکسیژن (یعنی  $10.23 \times 6 / 0.23 \times 0.23$  مولکول  $O_2$ ) نیاز است و ۰/۲۳ مول آب تولید می‌شود.

خود را بیازماید

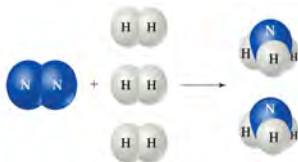


با توجه به معادله موازنه شده تولید گاز آمونیاک، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) برای تولید ۳ مول  $NH_3$  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 ( $N_2$ ) در واکنش شرکت کند چند مول  $NH_3$  تولید می‌شود؟ (جرم مولی عنصر نیتروژن ۱۴ گرم بر مول است).



## گرما شیمی

**گرما شیمی** یا **ترمو شیمی** علمی است که به مطالعه تغییرات انرژی (گرما) طی یک واکنش شیمیایی می‌پردازد. به طور 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 گرما ده یا گرمازا نامیده می‌شوند.



شکل ۷. واکنش‌های گرما ده و گرماگیر

نمونه‌هایی از واکنش‌های گرما ده و گرماگیر در طبیعت در جدول زیر نمایش داده شده است.

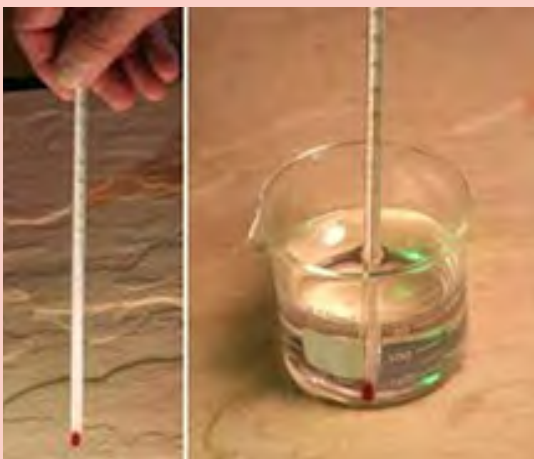
جدول ۱. نمونه‌هایی از فرایندهای گرما ده و گرماگیر در طبیعت

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

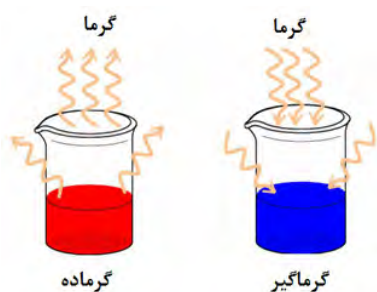


برای درک بهتر واکنش‌های گرماده و گرماگیر آزمایش‌های زیر را انجام دهید.  
الف) ۲۵ میلی لیتر آب را در یک بشر ریخته و ۱۰ گرم پودر پتاسیم نیترات به آن اضافه کنید. سپس مخلوط را با استفاده از دماسنج به آرامی به هم بزنید. بشر را در کف دست خود نگه دارید. چه چیزی احساس می‌کنید؟ انرژی گرمایی به دست شما منتقل شده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

ب) ۲۵ میلی 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 می‌کنید؟ دیوارهٔ بشر گرم شده یا سرد می‌شود؟



## 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 می‌کند. تغییر سطح انرژی، همان اختلاف میان سطح انرژی واکنش دهنده‌ها 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.

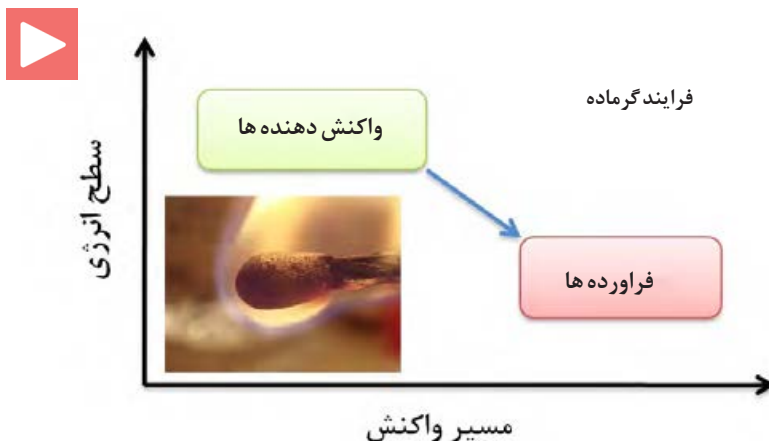


انتقال انرژی در واکنش‌ها را می‌توان بر روی نمودارهایی به نام نمودار **سطح انرژی** نشان داد. این نمودار مقدار انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده‌ها را با مقدار انرژی ذخیره شده در فرآورده‌ها مقایسه می‌کند.



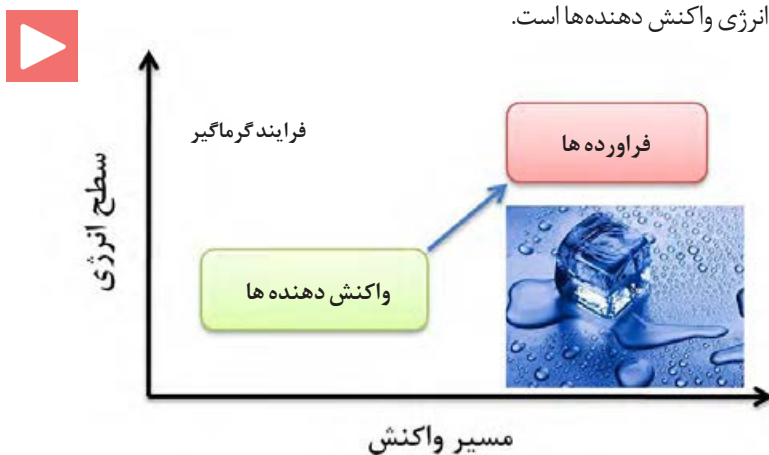
**محتوای انرژی مواد غذایی**  
اغلب به صورت مقدار کالری در ۱۰۰ گرم ماده غذایی بیان می‌شود. هر کالری برابر با ۴/۲ ژول است. محتوای انرژی مواد غذایی مانند چربی، روغن و کربوهیدرات‌ها بسیار بالاست.

• در یک **فرایند گرماده**، سطح انرژی فرآورده‌ها (به اندازه گرمای آزاد شده) کمتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.



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

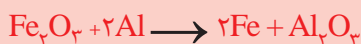
• در یک **فرایند گرماگیر**، سطح انرژی فرآورده‌ها (به اندازه گرمای گرفته شده) بیشتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها است.



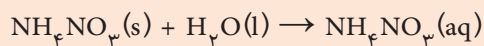
شکل ۹. سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها در یک فرایند گرماگیر



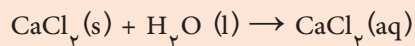
جوشکاری ترمیت، واکنشی گرماده بین اکسید فلز آهن و فلز آلومینیوم است. در اثر این واکنش، حرارت بسیار بالایی به وجود می‌آید که گرمای مورد نیاز برای ذوب شدن قطعاتی که قرار است به هم جوش داده شوند، تأمین می‌شود. جوشکاری ریل‌های راه آهن از جمله پرکاربردترین موارد استفاده از جوشکاری ترمیت است. علت اصلی انجام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



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



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.



با قرار دادن این کیسه‌ها در محل آسیب دیده، جریان خون افزایش می‌یابد و گرفتگی ماهیچه‌ها به سرعت برطرف 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 واکنش‌های 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:

۱- واکنش‌های سریع که زمان انجام این واکنش‌ها کم و در حدود حساسیت انسان به زمان (ثانیه) است، مانند واکنش‌های انفجاری. (شکل ۱۰)



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.



شکل ۱۰. واکنش‌های سریع

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



شکل ۱۱. واکنش‌های معمولی

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



شکل ۱۲. واکنش‌های کند

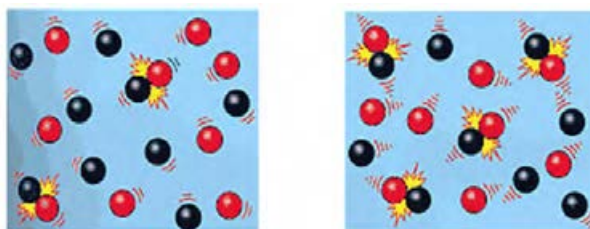
برای جلوگیری از فاسد شدن مواد غذایی، آنها را در یخچال نگهداری می‌کنند. چرا؟

## عوامل مؤثر بر سرعت واکنش



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

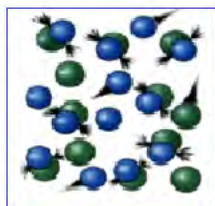
می‌دانیم که برخورد مولکول‌ها مقدمه انجام واکنش شیمیایی است. اما واقعیت آن است که تنها برخوردهایی به انجام یک واکنش شیمیایی منجر می‌شود که از انرژی کافی برخوردار باشند. شکل زیر نشان می‌دهد که افزایش دما باعث می‌شود تعداد برخوردهای مولکول‌ها افزایش یابد و در نتیجه باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود.



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



غلظت کم



غلظت زیاد

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 می‌ماند. 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. نمونه‌هایی 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.



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

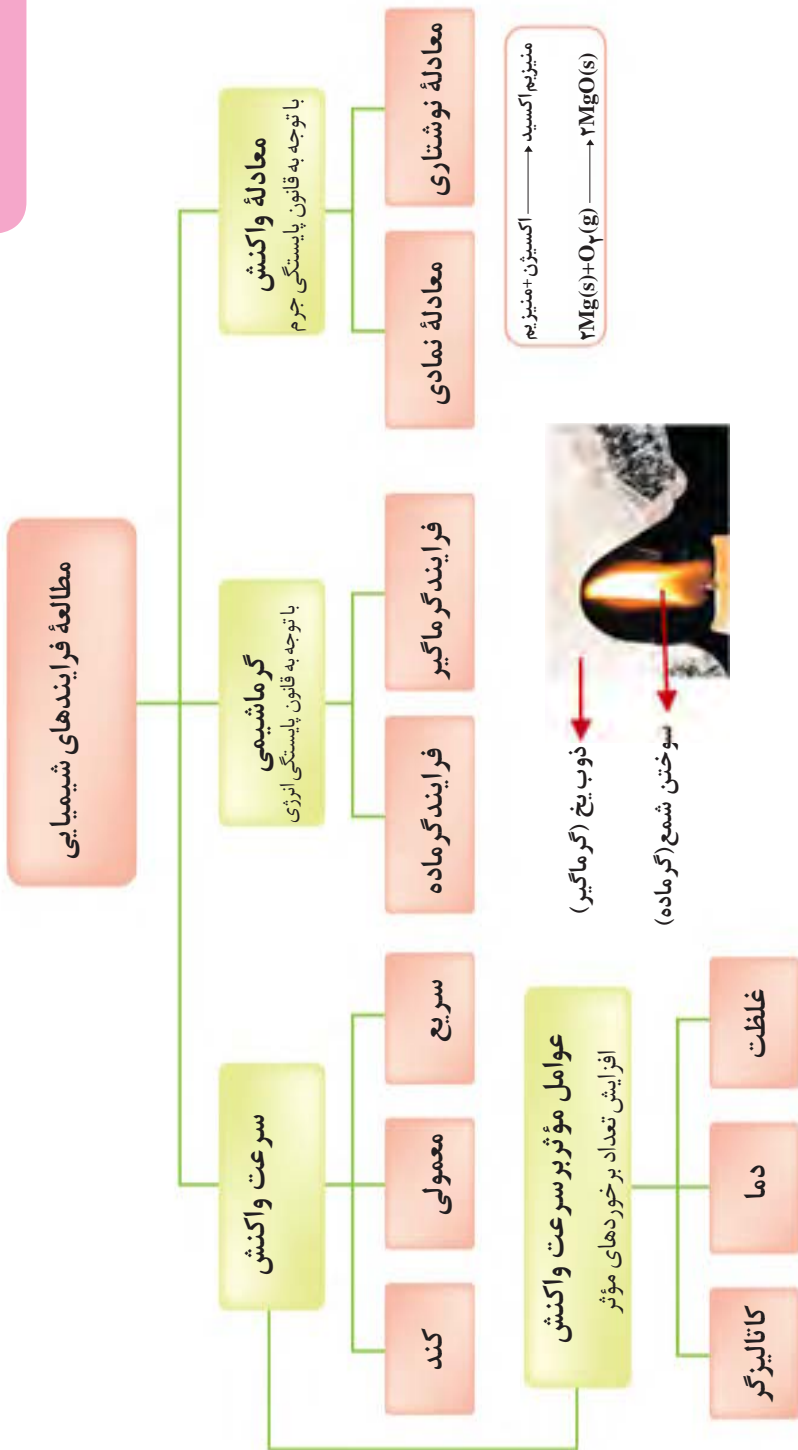


کاتالیزگرها محیطی مناسب برای نزدیک شدن واکنش‌دهنده‌ها به یکدیگر فراهم آورده و موجب افزایش سرعت واکنش می‌شوند.



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

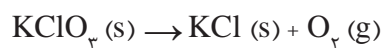
آنچه آموختیم در یک نگاه



## ارزشیابی پایان فصل

۱- تفاوت عمده مفهوم دما و گرما را توضیح دهید.

۲- واکنش زیر را موازنه کنید:



۳- دو نمونه از واکنش های گرماده و گرماگیر را نام ببرید و معادله نمادی آنها را بنویسید.

۴- واکنش های زیر را از نظر سرعت انجام دسته بندی کنید:

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



# فصل سوم

## محلول و کلئید



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

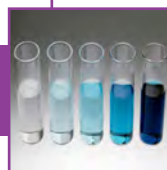


## سیمای فصل

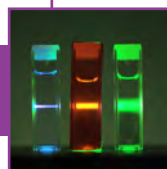
محلول و انحلال پذیری



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 مزه آن شور است (می‌گوییم نمک در آب حل شده است). آب را **حلال** و مایع حاصل را **محلول** نمک در آب می‌نامیم.

بیندیشید

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



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

## محلول و انحلال پذیری

هر مخلوط همگن یا تک‌فازی را **محلول می‌نامند**، مانند سکه 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 بخش‌های مختلف 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 آن مایع ( آب درون لیوان) و فاز دیگر آن 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 مخلوط‌های ناهمگن (مانند آب و روغن)، مرز میان فازها قابل تشخیص است، در مخلوط‌های همگن (محلول‌ها) مرزی میان حل شونده و حلال 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.

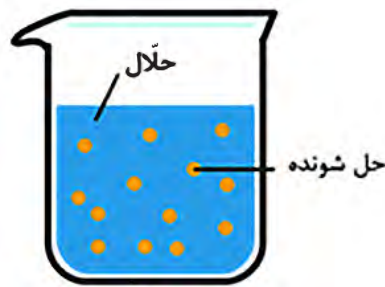
خود را بیازمایید



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: **ماده حل شونده و حلال**. جزئی که معمولاً درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلال نام دارد و جزء یا اجزایی را که در حلال حل می‌شوند، ماده حل شونده می‌نامند (شکل ۱).



محلول = حلّال + حل شونده(ها)

- محلول -

شکل ۱. محلول و اجزای تشکیل دهنده آن

در تقسیم بندی کلی تری محلول ها را به سه نوع **گازی**، **مایع** و **جامد** تقسیم می کنند.

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

**سکه بهار آزادی**  
نمونه ای از محلول های جامد است که از حل شدن فلز مس مذاب در طلای مذاب به دست می آید.

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

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

تحقیق کنید



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 می کند. چرا؟



**برخی حلّال های مایع پر کاربرد:**

**آب:** فراوان ترین و رایج ترین حلّال شناخته شده است که ترکیب های یونی و مولکولی بسیاری را در خود حل می کند. آب در قرآن<sup>۱</sup> اهمیت فراوانی دارد. خداوند در آیات متعدد انسان را به تفکر در آب و شکر این نعمت بزرگ، دعوت نموده است.

۱. آیه ۳۰ سوره مبارکه مُلک



**حلال غیر آبی (آلی):** هگزان، اتانول، استون، کرین تتراکلرید و تولوئن از جمله این حلال‌ها هستند.

**الف- هگزان** ( $C_6H_{14}$ ) مایعی بی رنگ و فرّار است که از نفت خام به دست می آید و به عنوان رقیق کننده (تینر) رنگ، مورد استفاده قرار می گیرد.

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

**پ- استون** ( $C_4H_8O$ ) از حلال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه است، به هر نسبتی در آب حل می‌شود و مایعی بی رنگ و فرّار است، حلال مناسبی برای چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌هاست.

استفاده گسترده از حلال‌های سمی و فرّار در صنایع شیمیایی منجر به آسیب‌جدی به محیط زیست می‌شود. لذا یافتن جایگزین مناسب برای این حلال‌ها به شدت 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 حلال و کاتالیزگر، نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از ترکیبات خطرناک، سمی و آسیب‌زننده به محیط زیست در صنایع دارند.

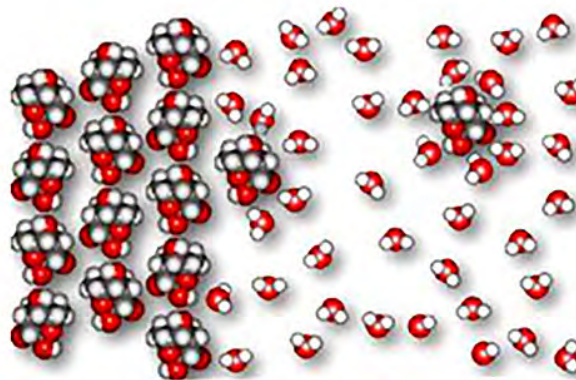
تحقیق کنید

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



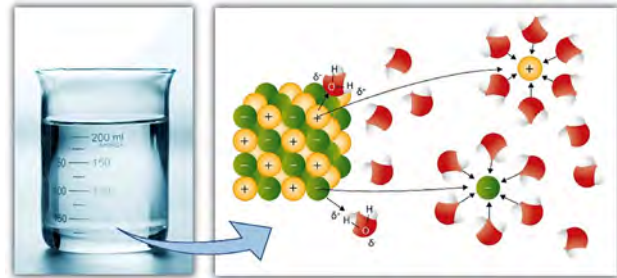
## حل شدن قند و نمک در آب

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 نتیجه برهم‌کنش مولکول‌های آب و قند، مولکول‌های قند، یکی یکی از مکان‌های منظمی که در حبه قند دارند، خارج می‌شوند و در بین مولکول‌های آب پراکنده می‌گردند. یعنی حبه قند به صورت 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

## انحلال پذیری

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 حلال 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 حل شونده (برحسب گرم) که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود، انحلال پذیری آن ماده نامیده می‌شود.**

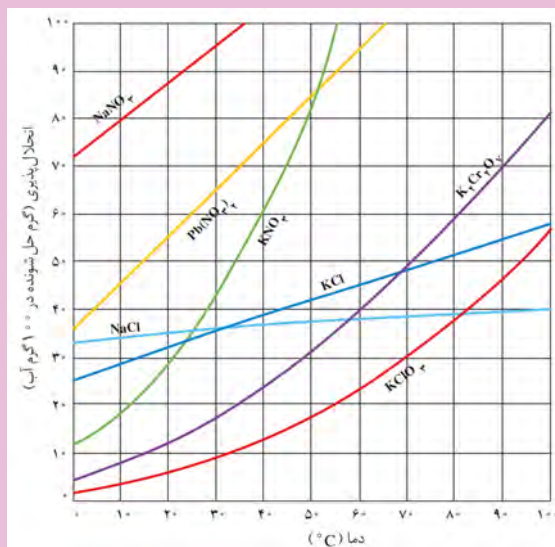
محلول‌ها بر اساس مقدار حل شونده‌ای که دارند به سه دسته تقسیم می‌شوند:

**سیر نشده:** مقدار حل شونده کمتر از انحلال پذیری است.

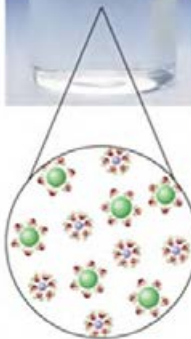
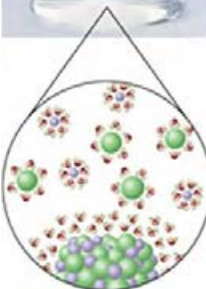
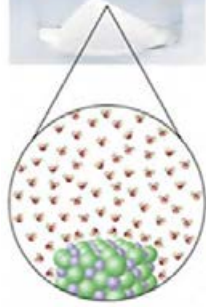
**سیر شده:** مقدار حل شونده برابر با مقدار انحلال پذیری است.

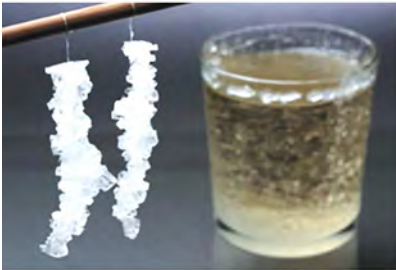
**فراسیر شده:** مقدار حل شونده بیشتر از انحلال پذیری است.

نمودار (۱) انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی را در آب برحسب دما نمایش می‌دهد.



نمودار ۱- نمودار انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب





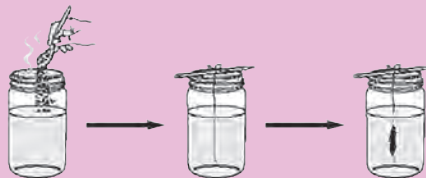
در طب سنتی نبات جایگاه ویژه‌ای دارد. بنابراین توصیه می‌شود تهیه بلورهای نبات را فرا بگیرید.

**مواد لازم:** آب، شکر، رنگ خوراکی و طعم دهنده دلخواه

**وسایل لازم:** وسیله‌ای برای گرم کردن آب تا دمای جوش (کتری برقی)، یک لیوان، نخ (بهبتر است نخ پنبه‌ای 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 آن قدر 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 آرام آرام سرد شود، پس از ۱ یا ۲ روز بلورهای نبات در اطراف نخ مشاهده می‌شوند. پس از یک هفته اندازه نبات به اندازه 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.

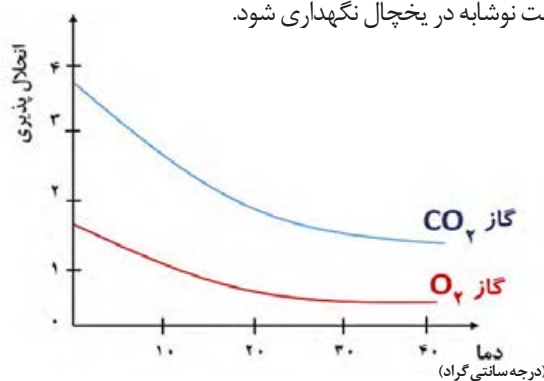
چرا جرم نبات با جرم شکر حل شده تفاوت دارد؟

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

## عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها

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

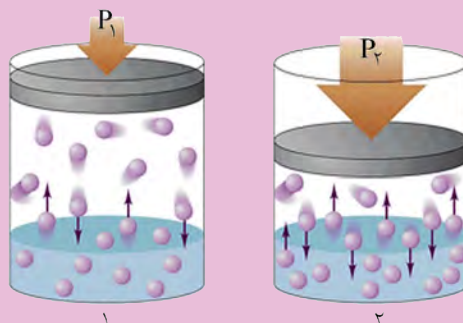
به طور مثال بهتر است نوشابه در یخچال نگهداری شود.



شکل ۴. اثر دما بر انحلال پذیری گازها



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



الف) مقدار فشار گاز را در دو شکل ۱ و ۲ مقایسه کنید.  
ب) در کدام مورد انحلال پذیری گاز در آب بیشتر شده است؟

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

۲	۱	۰	فشار (اتمسفر)
۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰	انحلال پذیری (g/100g H <sub>2</sub> O)

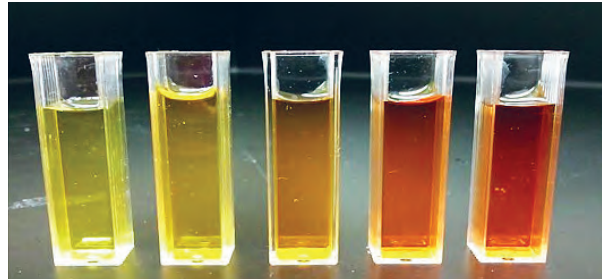
الف) نمودار انحلال پذیری گاز اکسیژن را نسبت به فشار رسم کنید.  
ب) نمودار به دست آمده را تفسیر کنید.



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

بیماری‌های نقرس و سنگ کلیه، به دلیل وجود ترکیباتی در بدن به وجود 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 انحلال‌پذیری آن (که ۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر پلاسما در ۳۷ °C است) به وجود 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.

اغلب در کنار نام محلول‌ها از اصطلاحاتی مانند غلیظ یا رقیق، پررنگ یا کم‌رنگ و... استفاده می‌شود. به‌طور مثال شربت آلبیموی غلیظ یا رقیق، چای کم‌رنگ یا پررنگ و... این اصطلاحات به مقدار ماده حل‌شونده در محلول اشاره دارند. برای مثال در شربت آلبیموی غلیظ، مقدار آلبیمو بیشتر از مقدار موجود در شربت آلبیموی رقیق است.



شکل ۵. محلول‌هایی از چای با غلظت‌های متفاوت

بر اساس مقدار انحلال‌پذیری مواد در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، آن را به سه دسته زیر تقسیم می‌کنند:

**ماده محلول:** انحلال‌پذیری آن حداقل ۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلال است؛ مانند  $\text{KNO}_3$  (پتاسیم نیترات)،  $\text{HCl}$  (هیدروژن کلرید) و ...

**ماده کم محلول:** انحلال‌پذیری آن بین ۰/۱ تا ۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلال است مانند  $\text{CaSO}_4$  (کلسیم سولفات)، هگزانول و ...

**ماده نامحلول:** انحلال‌پذیری آن از ۰/۰۱ گرم به ازای ۱۰۰ گرم حلال کمتر است، مانند:  $\text{AgCl}$  (نقره کلرید)  $\text{BaSO}_4$  (باریم سولفات)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (کلسیم فسفات) و ...

می‌توان غلظت را مقدار ماده حل‌شونده در مقدار معینی محلول دانست که به شکل‌های مختلفی مانند درصد جرمی، قسمت در میلیون (ppm) و یا غلظت مولی (مولار) بیان می‌شود.

تحقیق کنید



در آیه ۵۳ سوره مبارکه فرقان به آمیخته نشدن آب دو دریا اشاره شده است. در مورد علت این پدیده طبیعی تحقیق کنید و نتیجه تحقیق خود را در کلاس ارائه نمایید.

بیشتر بدانید



### برخی از معیارهای غلظت:

۱- درصد جرمی: جرم ماده حل‌شونده در ۱۰۰ گرم محلول را بیان می‌کند.

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

۲- قسمت در میلیون (ppm): برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق از این نوع غلظت

استفاده می‌شود و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

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

از ppm برای تعیین غلظت آلاینده‌های آب‌وهوا استفاده می‌شود. وجود مقادیر بسیار جزئی آلاینده‌ها در آب‌وهوا برای سلامت انسان مضر است.

۳- غلظت مولی یا مولار (M): در متون علمی بیشتر از این شکل بیان غلظت استفاده

می‌شود که مقدار مول ماده حل‌شونده در حجم یک لیتر از محلول را نشان می‌دهد و برحسب مول بر لیتر گزارش می‌شود.

$$M = \frac{\text{مقدار حل‌شونده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$



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



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

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

توجه به برخی مخلوط‌ها مانند رنگ‌های پوششی، مواد آرایشی، چسب‌ها و یا برخی مواد غذایی مانند نشاسته، ژله و ... مشخص می‌نماید که 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 نموده‌اند، چنین مخلوط‌هایی 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 مواد بی‌شکل یا ژلاتینی به کار برد. امروزه می‌دانیم، تشکیل مخلوط کلوئیدی، متعلق به دسته خاصی از مواد نیست.



شکل ۶. تعدادی از انواع کلوئیدها

یک مخلوط کلوئیدی مانند محلول، از پراکنده شدن حداقل یک ماده شیمیایی در یک ماده دیگر به دست 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 ذره‌های بسیار ریز آن به اندازه هزاران و گاه صدها هزار مولکول است (توده‌های مولکولی). این ذره‌های ریز نشاسته که در آب نامحلول‌اند، به طور نامحدودی به صورت معلق باقی می‌مانند و از راه لخته شدن یا رسوب کردن، از آب جدا نمی‌شوند.



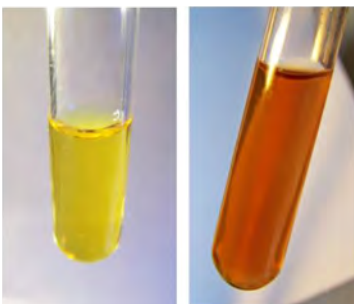
جدول ۱. انواع کلوئیدها بر اساس حالت فاز پخش شونده و پخش کننده

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	آبروسول 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	آبروسول جامد	دود، غبار
	مایع	جامد در مایع	مایع	سول	رنگ‌های روغنی، چسب مایع
	جامد	جامد در جامد	جامد	سول جامد	سرامیک، شیشه، رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه

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

اندازه ذرات طلا در این کلوئید ۱۰ تا ۳۰ نانومتر است. 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 ماده خاص را در حد چند نانومتر (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) کوچک کنیم، این ذرات ویژگی‌های متفاوتی با ذرات بزرگ اولیه خواهند داشت.



بیشتر بدانید



برای تهیه کلوئیدها از دوروش کلی زیر استفاده می‌شود:

**روش اول:** از آسیاب‌های ویژه‌ای به نام آسیاب‌های کلوئیدی استفاده می‌شود. این آسیاب‌ها اجسام جامد موردنظر را در اندازه‌های کلوئیدی خرد می‌کنند (رنگ دانه‌های 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، خودبه‌خود حالت کلوئیدی پیدا می‌کنند. به این فرایند **والختی** گویند.

**روش دوم:** در این روش ذرات کوچک تر با هم تجمع حاصل می‌کنند و به ذراتی در اندازه ذرات کلوئیدی تبدیل می‌شوند. سپس در فاز پخش کننده 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.

فلزهای کلوئیدی را که امروزه در ساخت ظروف گران قیمت کاربرد دارند، اغلب از متراکم ساختن بخار آنها با ایجاد جرقه الکتریکی در میان دو تیغه از آنها تهیه می کنند. در یک فعالیت گروهی، درباره این پدیده تحقیق کنید و نتیجه را به صورت یک مقاله در کلاس ارائه دهید.



## ویژگی های دیگر کلوئیدها



جان تیندال  
(۱۸۲۰-۱۸۹۳)  
فیزیک دان  
بریتانیایی

۱- **پخش نور (اثر تیندال):** ذره های کلوئیدی دارای چنان اندازه ای هستند که می توانند نور را پخش کنند. در شکل های زیر، نمونه هایی از اثر تیندال را مشاهده می کنید که نشانه هایی از قدرت خداوند کریم است.



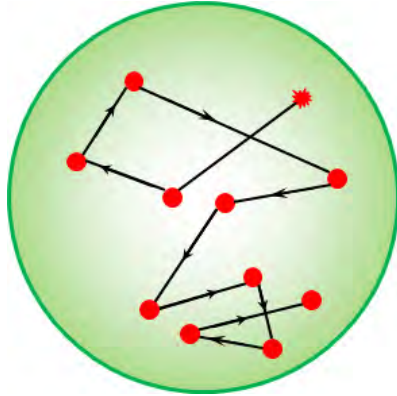
شکل ۷. پخش نور توسط کلوئید و محلول



شکل ۸. نمونه ای از اثر تیندال در طبیعت



**۲- حرکت براونی:** ذره‌های کلوئیدی به کمک میکروسکوپ نوری به صورت ذرات ریز و درخشانی دیده می‌شوند که در حال جنب‌وجوش دائمی هستند و حرکت‌های نامنظمی دارند و مسیرهای نامنظم شکسته‌ای را می‌پیمایند. به این حرکت‌ها به افتخار رابرت براون **حرکت براونی** گفته می‌شود.



شکل ۹. حرکت براونی ذرات کلوئیدی - دلیل این حرکت چیست؟

وقتی ضمن انحلال ماده 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.

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



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

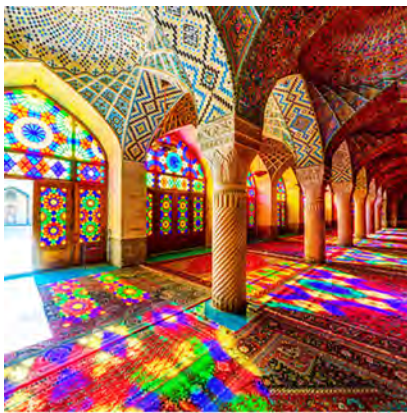


شکل ۱۰. ذره‌های کلوئیدی

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

تحقیق کنید





شکل ۱۲. مسجد نصیرالملک، یکی از مساجد تاریخی دوران قاجار در شهر شیراز است. این مسجد زیبا با طاق‌های بلند، شیشه‌های رنگی و کاشی‌کاری‌های هنرمندانه هر بیننده و گردشگری را مجذوب می‌کند. تعهد هنرمندان ایرانی در استفاده از مواد اولیه مرغوب و دقت فوق‌العاده آنان در ساخت، موجب شده است با وجود گذشت قرن‌ها، آثار تاریخی هنوز درخشندگی و جلوه خاص خود را حفظ کنند.



از نظر اقتصاد ملی، تقریباً تمامی صنایع و کارخانه‌ها، کم و بیش با مخلوط‌های کلوئیدی و فرایندهای مرتبط با آن سر و کار دارند. به‌طور مثال مهندسان آلیاژ کار برای تهیه آلیاژهای بسیار مرغوب باید برخی مواد دیگر را در نسبت‌های کاملاً مشخصی به آلیاژهای خود بیفزایند.

مواد در حالت کلوئیدی، در تهیه سرامیک و لعاب کاری و همچنین در تهیه مصالح ساختمانی نیز به کار می‌روند. در معماری ایرانی-اسلامی نیز کلوئیدها کاربرد فراوانی از قرن‌ها پیش برای تهیه لعاب کاشی‌ها و شیشه‌های رنگی داشته و دارند (شکل ۱۲).

در صنایع غذایی، تقریباً اغلب مواد غذایی لیپیدی، پروتئینی، کربوهیدرات‌ها و مشتقات آنها، خود مواد کلوئیدی هستند. شیر به‌صورت کلوئید ذرات چربی در آب است. مایونز، امولسیون روغن‌های گیاهی با سرکه و زرده تخم‌مرغ است.

آزمایش کنید



با دنبال کردن مراحل زیر مایونز تهیه کنید.

مواد لازم:

- ۱- ۱ عدد زرده تخم مرغ بزرگ در دمای اتاق
- ۲-  $\frac{1}{8}$  قاشق چای‌خوری نمک (در صورت نیاز بیشتر اضافه کنید)
- ۳- ۱ قاشق آبلیمو (در صورت نیاز بیشتر اضافه کنید)
- ۴-  $\frac{1}{4}$  قاشق خردل
- ۵-  $\frac{3}{4}$  پیمانه روغن گیاهی (روغن زیتون)
- ۶-  $\frac{1}{4}$  قاشق چای‌خوری سرکه (بهتر است سرکه ترخون باشد)

ابتدا زرده و نمک را خوب مخلوط کنید.

سپس آبلیمو و خردل را به مخلوط 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 می‌برد. 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 «بریدن مخلوط» در اینجا به چه معناست؟

فاز پخش‌کننده و پخش‌شونده را در این مخلوط مشخص کنید.

زرده تخم مرغ در این فرایند چه نقشی دارد؟

در صنایع دارویی، بیشتر شربت‌ها و پمادها حالت کلوئیدی دارند. لوسیون‌ها، کرم‌ها و نظایر آنها نیز امولسیون‌هایی هستند که آب و روغن‌های 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، کاغذهای متعددی را به هم بچسبانید (مثلاً در چسبانه کاری) می‌توانید به سادگی با کمک مراحل زیر، چسب کاغذ درست کنید.

مواد لازم:

- ۱-  $\frac{1}{3}$  لیوان آرد (آرد مخصوص نان، بهترین آرد برای این کار است).
- ۲- ۲ قاشق غذاخوری شکر
- ۳- ۱ لیوان آب
- ۴-  $\frac{1}{4}$  قاشق چای‌خوری پودر زاج سفید



کلاژ یا چسبانه کاری، تکنیکی در هنرهای تجسمی است. در این روش اثر هنری، از به هم چسباندن قطعات مختلف (مثلاً کاغذی یا عکس) به هم، یک مجموعه جدید درست می‌کنند.

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 قلم مو 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 ماده خاصیت 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؟

تصفیه آب نیز با خواص مخلوط‌های کلوئیدی در ارتباط است. یکی از عملیات‌های مهم تصفیه آب، آن است که ذره‌های بسیار ریز گل‌ولای و ناخالصی‌های دیگر را که به صورت معلق در آب موجوداند، از راه لخته شدن از آب جداسازی می‌کنند.

تحقیق کنید

در فرایند تصفیه آب، کلوئیدهای مضر حذف می‌شوند. درباره چگونگی حذف آنها تحقیق کنید.



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

بیشتر بدانید



نمونه‌هایی از کاربرد چندسازه‌ها

## چندسازه‌ها

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

از اولین چندسازه‌های ساخت بشر می‌توان به کاهگل اشاره کرد. چون گل بعد از خشک شدن ترک می‌خورد، مقداری کاه به آن افزودند تا حفره‌ها را پر کند و مانع از ترک خوردن گل شود.

## ساختار چندسازه

در ساختار چند سازه، حداقل دو جزء اصلی مشاهده می‌شود: **ماده زمینه** یا ماتریس که در برخی خواص مانند استحکام، نقص دارد و **ماده تقویت کننده** را احاطه کرده است و ماده تقویت کننده که به صورت تکه تکه در ماده زمینه پراکنده شده است تا خواص ماده زمینه را بهبود بخشد. در مثال کاهگل، گل نقش ماده زمینه و کاه نقش، تقویت کننده را دارد.

وزن کم، 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 علت وجود ماده زمینه، مقاومت در برابر خوردگی چندسازه بالاست.

در مورد کاربرد چند سازه‌ها در صنایع دریایی، ساختمان، پزشکی، هوا فضا، خودروسازی، ورزشی - تفریحی و... تحقیق کنید و نتیجه تحقیق خود را برای هم کلاسی‌های خود بازگو نمایید.







۱- نوع مخلوط های زیر را تعیین کنید.

الف) شربت خاکشیر

ب) شربت آلبالو

پ) دوغ

ت) چسب قطره‌ای

۲- انواعی از محلول سوسپانسیون و کلویید که در زندگی روزمره با آن سروکار دارید را نام ببرید.

۳- توضیحی برای علت هریک از پدیده‌های زیر بنویسید.

الف) هنگامی که در نوشابه گرم را باز می‌کنیم مقدار حباب‌ها و نوشابه‌ای که بیرون می‌آید بسیار بیشتر از نوشابه سرد است.

ب) نبات در چای داغ بسیار سریع‌تر از چای خنک حل می‌شود.

ج) برای سریع‌تر حل شدن شکر در چای آن را هم می‌زنیم.



# فصل چهارم

## الکتروشیمی



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

## سیمای فصل

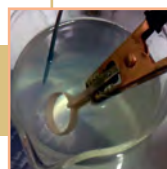
واکنش های اکسایش- کاهش



سلول های الکتروشیمیایی



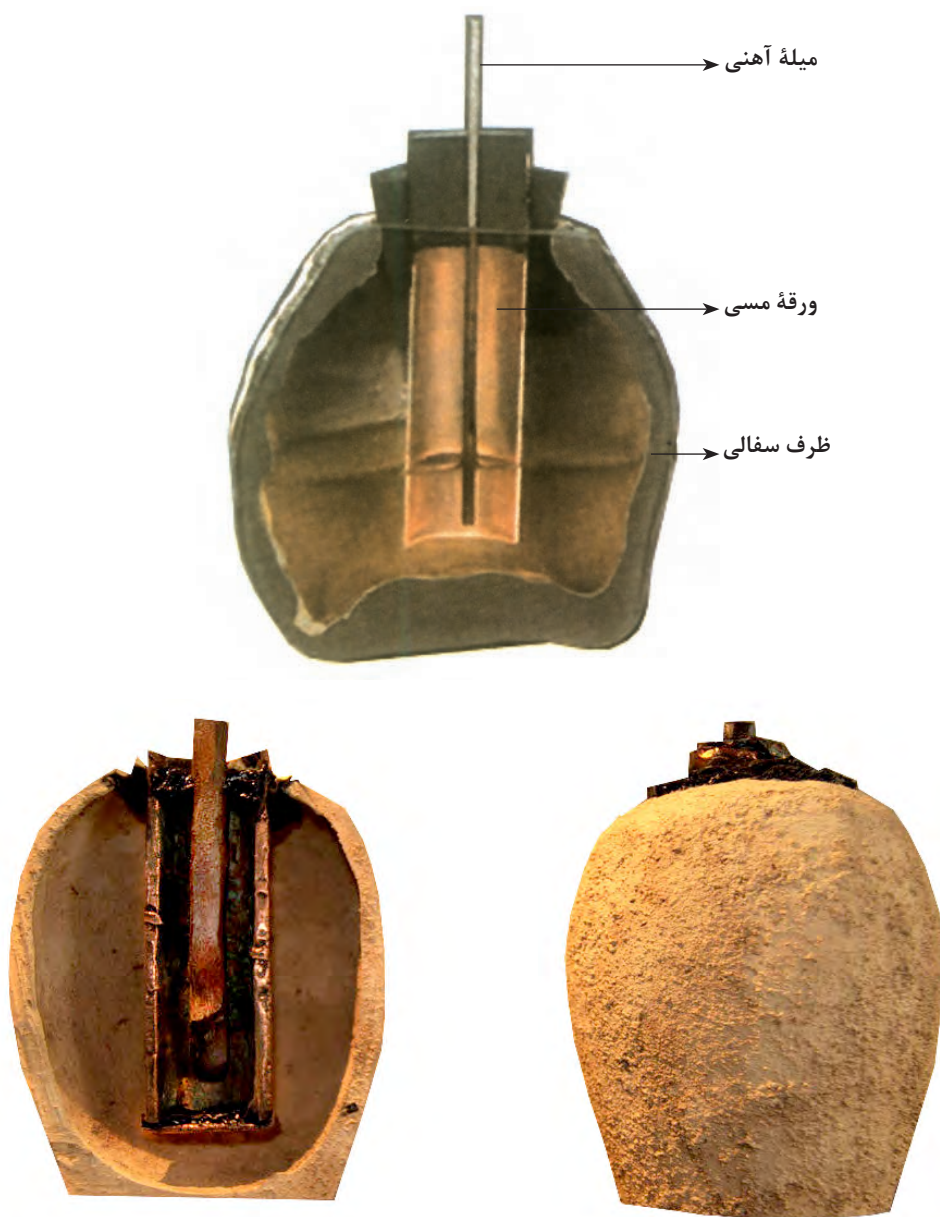
آبکاری فلزها



خوردگی آهن



در حدود ۲۰۰۰ سال پیش، ایرانیان باستان از قرار دادن دو فلز آهن و مس در محلولی از نمک خوراکی در درون ظرف های سفالی، **دستگاهی برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی ساختند** و از آن برای آبکاری ظروف فلزی استفاده می کردند (شکل ۱).  
 اواخر قرن هجدهم میلادی، مشاهدات لوئیجی گالوانی هنگام انقباض عضله 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 باتری ها، برق کافت، آبکاری و جلوگیری از خوردگی فلزها و همچنین برای بررسی واکنش های اکسایش - کاهش استفاده می شود.



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

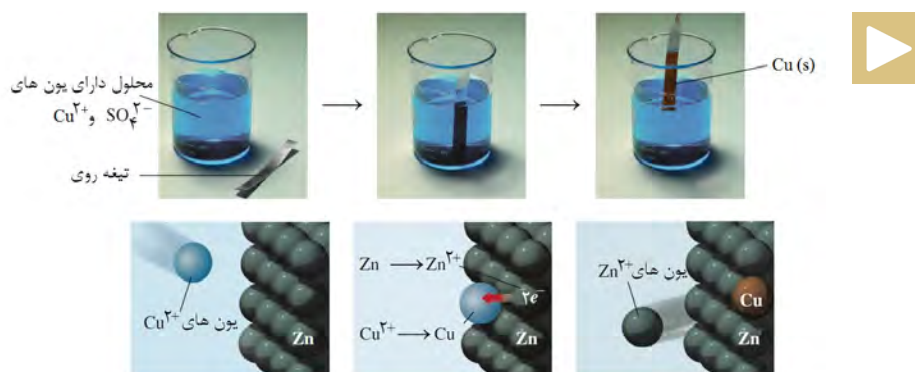
## واکنش‌های اکسایش و کاهش

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 - کاهش را که با مبادلهٔ این دو عنصر همراه نیستند، در برنمی‌گیرد، امروزه واکنش‌ها را بر اساس **انتقال الکترون** تعریف می‌کنند.



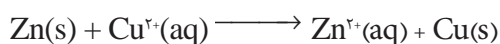
شکل ۲. ترکیب فلزات با اکسیژن (اکسایش)

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

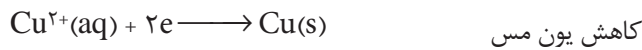


شکل ۳. چگونگی انتقال الکترون از اتم‌های روی به یون‌های مس

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



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



همان‌طور که از معادلات نشان داده شده بر می‌آید، واکنش‌های اکسایش - 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 می‌گویند.

بیشتر بدانید



### موازنه واکنش‌های الکتروشیمیایی

موازنه کردن معادلات واکنش‌های اکسایش - 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.

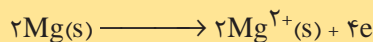
نمونه حل شده



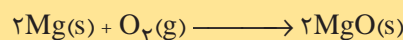
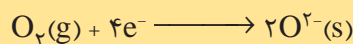
واکنش سوختن منیزیم در اکسیژن را در نظر بگیرید. این واکنش نمونه‌ای از واکنش‌های اکسایش - کاهش است. در این واکنش منیزیم با شعله خیره‌کننده‌ای در اکسیژن می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود. با نوشتن نیم واکنش‌ها، واکنش کلی را تعیین کنید.

پاسخ:

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



نیم واکنش کاهش: که در آن اکسیژن الکترون می‌گیرد

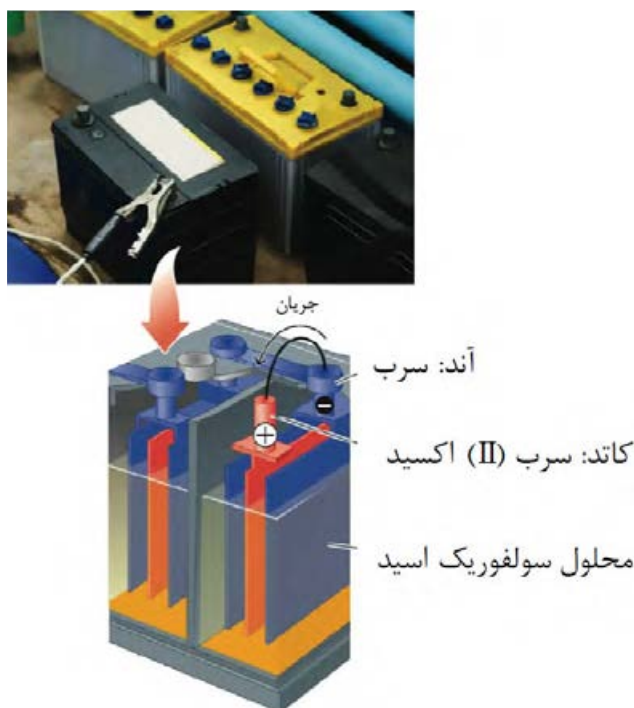


منیزیم در هوا با شعله سفیدرنگی می‌سوزد.

## 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 به وجود می‌آورد. واکنش‌های الکتروشیمیایی در **سلول‌های الکتروشیمیایی** انجام می‌گیرد که از نیم سلول اکسایش، نیم سلول کاهش، رسانای خارجی (مدار بیرونی) و رسانای داخلی (محللول الکترولیت) تشکیل شده‌اند. سلول‌های الکتروشیمیایی 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 نتیجه انجام واکنش الکتروشیمیایی، الکترون‌ها در مدار بیرونی جریان می‌یابند و الکتریسیته تولید می‌شود. شکل ۴، باتری اتومبیل‌ها را به عنوان نمونه‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی، نشان می‌دهد. امروزه، زندگی کردن بدون حضور سلول‌های الکتروشیمیایی، قدری سخت به نظر می‌رسد (چرا؟).

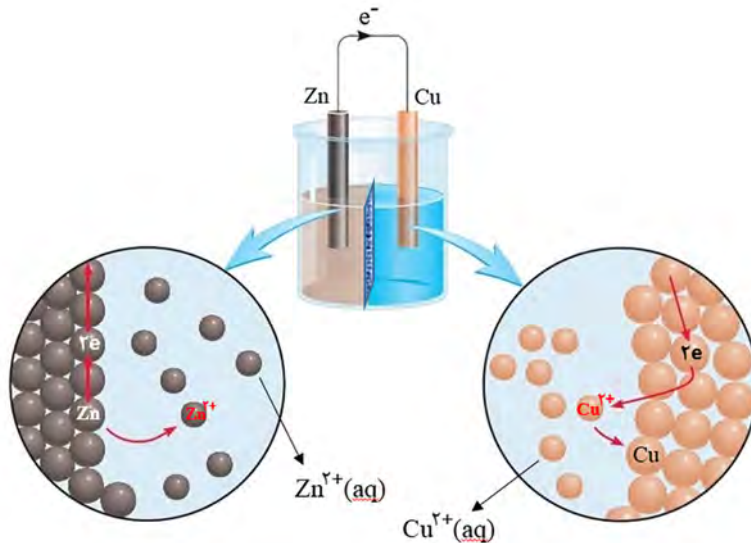


شکل ۴. باتری خودرو، نمونه‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی

سلول الکتروشیمیایی روی - مس را در شکل ۵ می‌بینید. در این سلول که یک واکنش اکسایش - کاهش صورت می‌گیرد، الکترون‌ها در مدار بیرونی، از سمت روی به سمت مس جریان می‌یابند و اگر در مسیر آن لامپی قرار گیرد، روشن می‌شود. شیمی دان‌ها 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 در سطح آن عمل اکسایش رخ می‌دهد **آند**، و الکترودی که در سطح آن عمل کاهش رخ می‌دهد **کاتد** گفته می‌شود.



شکل ۵. سلول الکتروشیمیایی روی - مس

خود را بیازمایید



- سلول الکتروشیمیایی آهن - مس را در نظر بگیرید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- ۱- شمای کلی سلول را رسم کنید.
  - ۲- در سطح کدام الکتروود، اکسایش صورت می‌گیرد؟
  - ۳- کدام یک تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون دارند؟
  - ۴- انتقال الکترون چگونه صورت می‌گیرد؟
  - ۵- واکنشی را که در این سلول اتفاق می‌افتد، بنویسید.

**سری الکتروشیمیایی** یا جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد، فهرستی است که در آن، فلزات بر اساس پتانسیل‌های کاهش استاندارد در  $25^{\circ}\text{C}$  مرتب شده‌اند. در این سری عنصر بالاتر، راحت‌تر الکترون از دست می‌دهد. ترتیب تعدادی از فلزهای پر بهای جهان در این سری به صورت زیر است:

Zn  
Fe  
Cu  
Ag  
Hg  
Pt  
Au

بیندیشید



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







## 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 سربی یا مسی با طول مناسب و یک عدد لامپ LED (لامپ با ولتاژ کم)

مراحل انجام آزمایش

- ۱- لیمو ترش‌ها را از ۱ تا ۳ شماره گذاری کنید. آنها را کمی فشار دهید تا آب لیمو در داخلش جریان یابد.
- ۲- سه میخ گالوانیزه را در لیموترش‌ها فرو کنید.
- ۳- سپس سه میخ مسی (یا تکه سیم مسی) را در هر لیمو ترش مانند شکل زیر فرو کنید، به طوری که با میخ گالوانیزه زاویه قائم بسازد و به آن برخورد نکند.

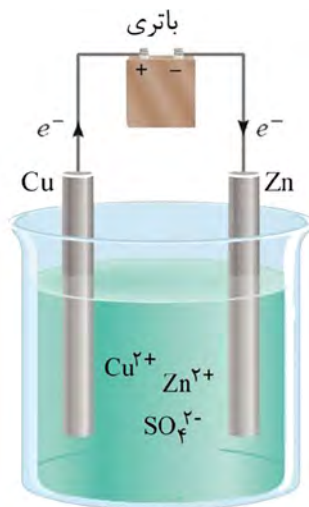


- ۴- مشاهدات خود را ثبت، و توجیهی برای آن بیابید.
- پس با استفاده از سیم‌های رابط، میخ مسی لیموترش ۱ را به میخ گالوانیزه لیموترش ۲ و میخ مسی لیمو ترش ۲ را به میخ گالوانیزه لیموترش ۳ متصل کنید. سر یک قطعه سیم را به میخ گالوانیزه لیمو ترش ۱ و سر دیگر آن را به یکی از پایه‌های لامپ متصل کنید. با قطعه دیگر سیم، پایه دیگر لامپ را به میخ مسی لیمو ترش ۳ متصل کنید.



دسته دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی را **سلول‌های الکترولیتی** می‌نامند. در این سلول‌ها، انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.

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 به کار می‌روند.



شکل ۶. سلول الکتروشیمیایی مس - روی

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.

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

خود را بیازماید



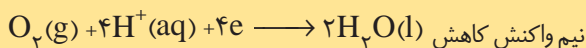
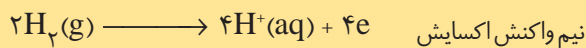
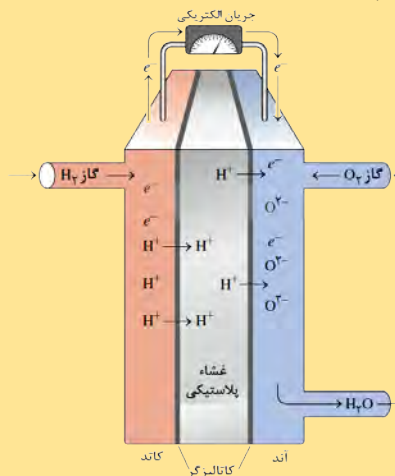
بیشتر بدانید



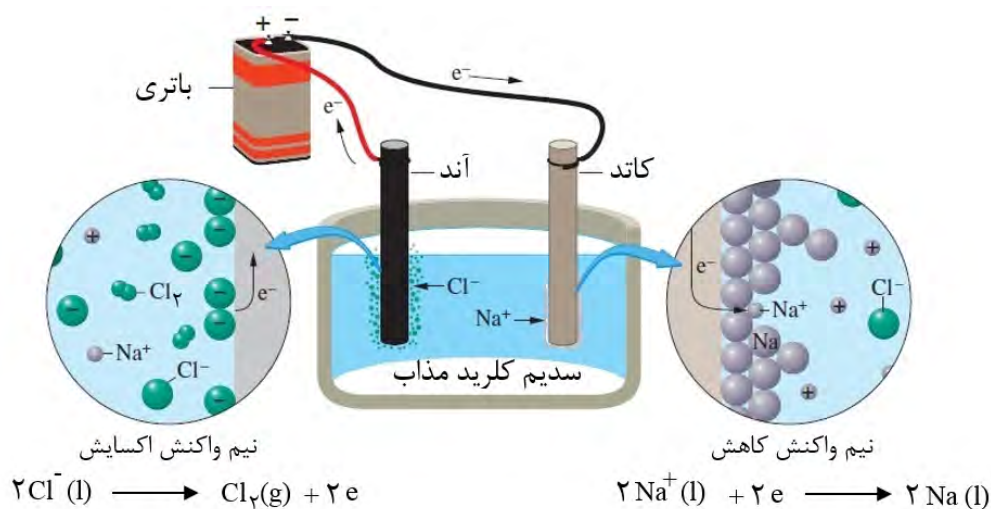
### انواع دیگری از سلول‌های شیمیایی

**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 سلول‌های 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 سلول‌های سوختی، سلول هیدروژن - اکسیژن است که برای تأمین برق سفینه‌های فضایی به کار می‌رود. این سلول‌ها گران‌قیمت‌اند و در حال حاضر کاربرد عملی گسترده‌ای ندارند.

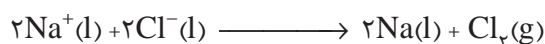


تجزیه یک ماده به وسیله جریان برق را **برق کافت** گویند. ظرف «**برق کافت**»، نوعی سلول الکترولیتی است که انرژی الکتریکی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند. فرایند برق کافت شامل یک نیم واکنش اکسایش و یک نیم واکنش کاهش است که به ترتیب در مجاورت قطب های آند و کاتد دستگاه انجام می‌شوند. شکل ۷، برق کافت سدیم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



شکل ۷. برق کافت سدیم کلرید مذاب

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



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 برق کافت محلول غلیظ نمک خوراکی در آب، در اطراف کاتد، چندقطره شناساگر متیل نارنجی بیفزاییم، رنگ زرد ظاهر می‌شود. این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟

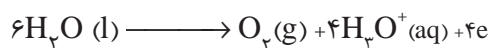
خودرابطه‌یابی



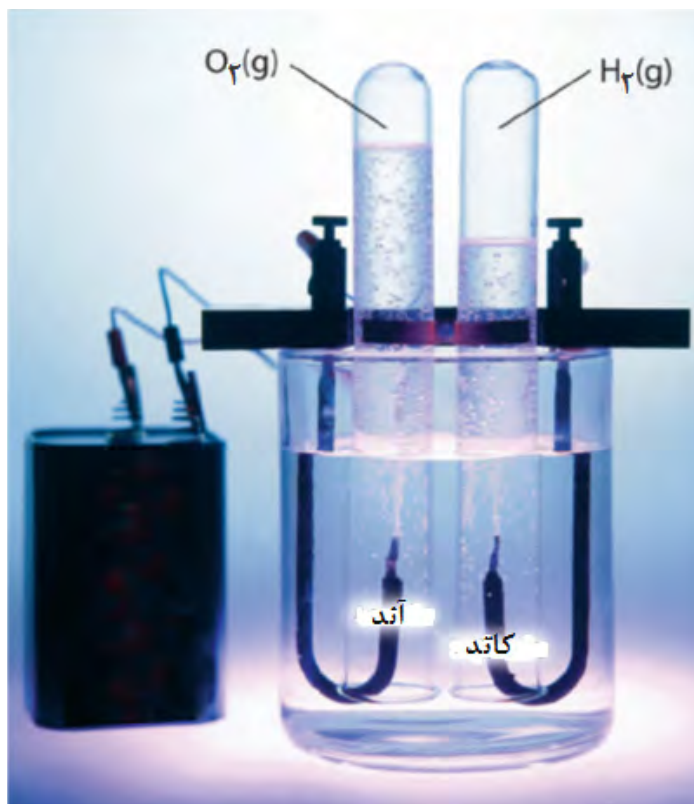
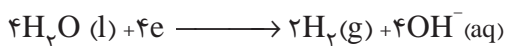
شکل صفحه بعد، برق کافت آب را نشان می‌دهد که طی آن، آب به عنصرهای هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌شود. چون تنها گونه موجود در ظرف، مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  هستند، هم در نیم واکنش اکسایش و هم در نیم واکنش کاهش شرکت می‌کنند و به ترتیب گازهای اکسیژن و هیدروژن تولید می‌شوند (شکل ۸).

برق کافت آب فرایندی است که به کمک جریان برق، آب به عناصر سازنده اش تجزیه می شود.

نیم واکنش اکسایش:



نیم واکنش کاهش:



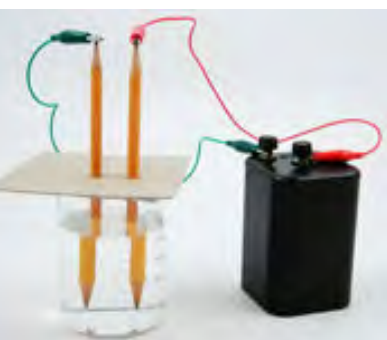
شکل ۸. دستگاه برق کافت آب



آزمایش کنید



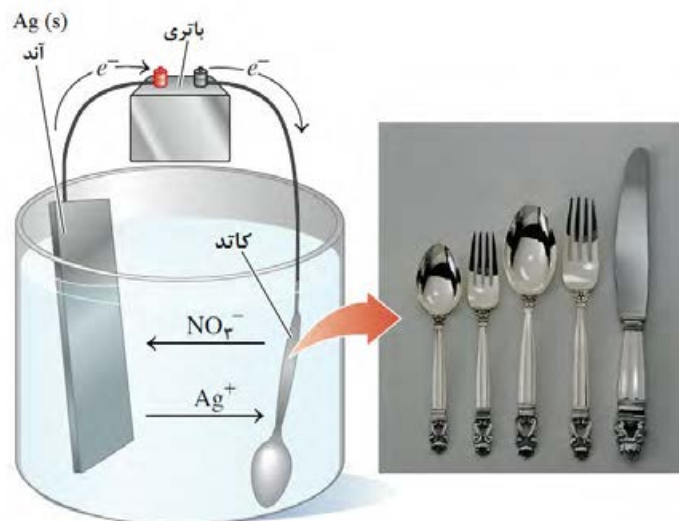
با راهنمایی دبیر خود و با در اختیار داشتن دو عدد مداد معمولی، یک بشر، دو تکه سیم و یک عدد باتری (منبع تغذیه)، تجزیه آب معمولی به هیدروژن و اکسیژن را مشاهده کنید.



## آبکاری فلزها

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

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



شکل ۹. سلول الکترولیتی آبکاری نقره

تحقیق کنید

آنچه در صنعت آبکاری می‌گذرد به سادگی شکل فوق نیست. در مورد این فرایند تحقیق کنید و با سایر گروهی‌های خود درباره 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 واکنش‌هایی مانند واکنش تولید آمونیاک به کار می‌رود و معمولاً در ترکیبات، به صورت یون‌های  $2+$  و  $3+$  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 یک صد سال اخیر مورد توجه عده‌ای از پژوهشگران قرار گرفته است و مطالعات زیادی بر روی آن انجام گرفته، موضوع خوردگی، به ویژه خوردگی فلزات است.

در سری الکتروشیمیایی، جایگاه سه فلز طلا، پلاتین و پالادیم پایین‌تر از اکسیژن است ولی جایگاه آهن و سایر فلزها از اکسیژن بالاتر است. از این رو، اکسیژن می‌تواند همه فلزها، به جز این سه فلز را، به طور خود 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 فعالیت شیمیایی آنها کمتر است، تسریع می‌گردد.

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

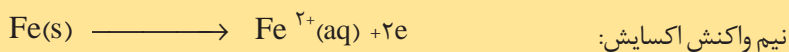


اکسید (III) آهن  
آب پوشیده یا زنگ  
آهن، دارای فرمول  
 $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$   
است.

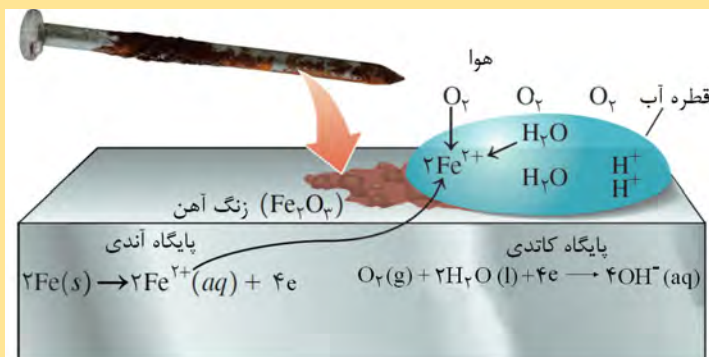
شکل ۱۰. زنگ زدن ابزارها یک واکنش اکسایش - کاهش ناخواسته است.

یک قطعه آهن به طور یکنواخت خورده نمی شود، بلکه بعضی محلها در سطح فلز، بیشتر خورده می شوند و حفره های عمیقی را به وجود می آورند. زنگ زدن آهن یک فرایند الکتروشیمیایی است. قسمت هایی از سطح فلز به واسطه وجود ناخالصی ها، فشار یا عوامل دیگر که فعالیت شیمیایی فلز را تغییر می دهند، از قسمت های دیگر الکترون می گیرند. چنانچه الکترون ها 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 می آید و نیم واکنش های اکسایش - کاهش رخ می دهند (شکل ۱۱).

فرایند زنگ زدن آهن را در قالب واکنش های زیر می توان نشان داد:



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



شکل ۱۱. چگونگی وقوع زنگ زدن یک میخ آهنی

بیشتر بدانید



## 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 فعالیت 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 بدنه کشتی

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

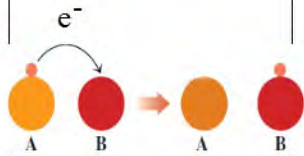
تحقیق کنید



آنچه آموختیم در یک نگاه

### واکنش های اکسایش-کاهش

اکسایش



الکترون می دهد

کاهش

الکترون می گیرد

سلول ولتایی



تولید انرژی الکتریکی



خود به خودی

سلول الکترولیتی



نیازمند انرژی الکتریکی



غیر خود به خودی



سری الکتروشیمیایی





## ارزشیابی پایان فصل

- ۱- سه مورد از کاربردهای الکتروشیمی را نام ببرید.  
۲- سلول الکتروشیمیایی که واکنش زیر در آن رخ می‌دهد را رسم کنید و به سؤالات پاسخ دهید.



- 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.
- ۳- مس ناخالص به صورت مخلوط با اتم‌های روی، طلا و نقره است. در صنعت برای پالایش و خالص‌سازی مس از برق کافت استفاده می‌شود. در مورد چگونگی انجام این فرایند تحقیق کرده و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
- الف) فلز مس ناخالص در کدام قطب قرار می‌گیرد؟ آند یا کاتد؟ چرا؟  
ب) شمای ساده سلول را رسم کنید و بگویید آیا یک سلول الکترولیتی است یا گالوانی؟  
پ) در این سلول آند، کاتد، محللول الکترولیت و جهت جریان الکترون‌ها را مشخص کنید.  
ت) نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.



# فصل پنجم

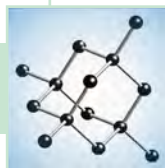
## ترکیب های کربن دار



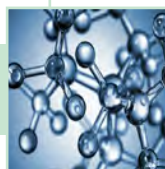
آیا می دانید ترکیب های کربن دار چه کاربردی در صنعت و زندگی ما دارند؟

## سیمای فصل

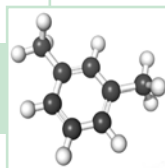
عنصر کربن



مقایسه ترکیب های آلی و معدنی



هیدروکربن ها



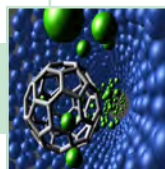
گروه های عاملی



شیمی سبز



فناوری نانو



شیمی آلی چیست و چرا باید به مطالعه آن پرداخت؟

پاسخها پیرامون شما قرار دارند. بدن تمام موجودات زنده از مواد 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 آلی هستند. کنجکاوای در مورد حیات و موجودات زنده مستلزم داشتن درک درستی از شیمی آلی است.

## عنصر کربن

شیمی آلی بخشی از علم شیمی است که به مطالعه ترکیب‌های آلی می‌پردازد. این ترکیب‌ها بخش وسیعی از مواد شیمیایی را دربرمی‌گیرند. ویژگی مشترک همه ترکیب‌های آلی وجود عنصر کربن در آنهاست.

راستی چرا کربن یک عنصر ویژه است؟ چه چیزی باعث تمایز کربن در میان سایر عنصرهای جدول تناوبی شده است؟ چرا تعداد ترکیب‌های کربن تا این اندازه زیاد است؟

کربن بر خلاف تمام عناصر دیگر می‌تواند ترکیب‌های بسیار متفاوتی از مولکول یک کربنی تا مولکول‌های 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.

کربن، به صورت شش آلوتروپ مختلف در طبیعت یافت می‌شود که همه آنها جامدند 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).

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

فرم‌های مختلف یک عنصر که به صورت اتمی یا مولکولی وجود دارند (چور هسته) آلوتروپ‌های آن عنصر گفته می‌شوند.



شکل ۱. آلوتروپ‌های کربن

ترکیب کربن با فلزات به میزان بسیار کم خواص جالبی را نشان می‌دهد، 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.

## مقایسه ترکیب‌های آلی و معدنی

بخش دیگر مواد شیمیایی (به جز ترکیب‌های آلی) مواد معدنی هستند. تعدادی از تفاوت‌های مواد آلی و معدنی در زیر آمده است:

(الف) اغلب مواد آلی نسبت به مواد معدنی نقطه ذوب کمتری دارند.

(ب) بسیاری از ترکیب‌های آلی در آب حل نمی‌شوند.

(ج) محلول اغلب آنها رسانای خوبی برای جریان برق نیست.

اغلب ترکیب‌های 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 حلال قطبی است، حل شوند.

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

### تفاوت مواد آلی و معدنی

#### وسایل مورد نیاز:

سدیم کلرید، نشاسته، لوله آزمایش، گیره لوله آزمایش، شعله گاز، شیشه شور

#### شرح آزمایش

شعله گاز را روشن کنید و سپس مقدار کمی سدیم کلرید و نشاسته داخل دو لوله آزمایش به طور جداگانه بریزید و آنها را حرارت دهید. بعد از سی دقیقه حرارت دادن، مشاهده خود را در قالب گزارش آزمایش بنویسید.

سپس به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:

انجام این آزمایش چه تفاوتی را میان این دو ماده نشان می‌دهد؟

کدام ماده در اثر حرارت تغییر می‌کند؟

کدام ماده در اثر حرارت تغییر نمی‌کند؟

چه ترکیب‌های آلی و معدنی دیگری که در زندگی روزمره مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌شناسید؟ از هر کدام دو مورد را بیان کنید.

آزمایش کنید



خود را بیازمایید

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

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

## هیدروکربن‌ها

### آلکان‌ها

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

آلکان‌ها دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که در ساختار آنها فقط پیوند ساده کربن-کربن وجود

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

کار در کلاس



با دقت، 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	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	۱	۴	$\text{CH}_4$
اتان		۲	۶	
پروپان	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$			
بوتان				
پنتان				
هگزان				
هپتان				

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

۲- بر اساس مقایسه تعداد کربن و هیدروژن‌های آلکان‌ها آیا می‌توان گفت فرمول عمومی آنها  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  است؟ بررسی کنید.

۳- 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.



هیدروکربن‌های داده شده در جدول زیر را به ترتیب افزایش نقطه جوش، از بالا به پایین، مرتب کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

کدام هیدروکربن‌ها در دمای معمولی ( $25^{\circ}\text{C}$ ) گازی شکل‌اند؟  
کدام هیدروکربن بین دمای معمولی و  $37^{\circ}\text{C}$  (دمای بدن انسان) به جوش می‌آید؟

هیدروکربن	نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )
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

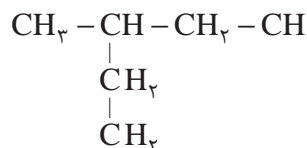
در همهٔ آلکان‌های بالا کربن‌ها به صورت زنجیری مستقیم به همدیگر متصل شده‌اند. این هیدروکربن‌ها آلکان‌های **راست زنجیر** نام دارند. دستهٔ دیگر آلکان‌ها را **شاخه‌دار** می‌نامند. همهٔ آلکان‌ها ویژگی‌های تقریباً مشابهی دارند. آلکان‌ها، گازها، مایعات و یا جامدهای بی‌رنگ‌اند که نقطهٔ ذوب و جوش آنها با افزایش 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

آلکان هایی که در ساختار آنها، اتم کربن به بیش از دو اتم کربن دیگر متصل شده باشد، آلکان های شاخه دار نام دارند. ترکیب زیر یک آلکان شاخه دار است:



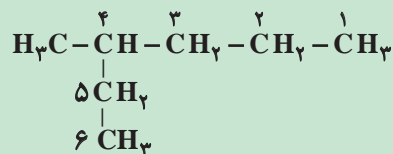
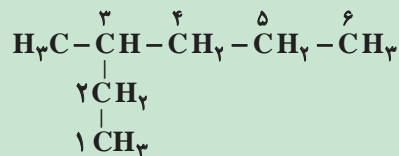
شکل ۲. فرمول ساختاری نیم گسترده آلکان شاخه دار

### نام گذاری آلکان ها

بیشتر بدانید



برای نام گذاری آلکان های شاخه دار، نخست زنجیری را که بیشترین تعداد اتم های کربن را دارد به عنوان زنجیر اصلی برمی گزینند و آن را با توجه به تعداد کربن ها نام گذاری می کنند. سپس زنجیر اصلی را از طرفی که به شاخه فرعی نزدیک تر است، شماره گذاری می کنند، برای نمونه:



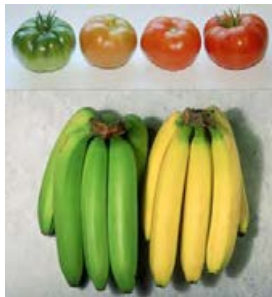
در ادامه، نام شاخه فرعی را مشخص می کنند. برای نامیدن هر شاخه فرعی، از روی تعداد کربن آن، نام آلکان مربوطه را مشخص می کنند، پسوند «ان» را برمی دارند و به جای آن پسوند «یل» قرار می دهند. به طوری که نام عمومی شاخه های فرعی به صورت آلکیل بیان می شود. بنابراین شاخه فرعی  $\text{CH}_3$  را متیل و شاخه فرعی  $\text{CH}_2\text{CH}_3$  را اتیل می نامند.

در پایان برای نامیدن آلکان های شاخه دار، نام زنجیر اصلی را بیان می کنند و نام شاخه فرعی با محل اتصال آن به زنجیر اصلی را پیش از نام آلکان می نویسند.

همچنین اگر تعداد شاخه های فرعی متیل بیش از یکی باشد با قرار دادن پیشوندهای دی، تری و ... تعداد شاخه فرعی مشخص می شود.

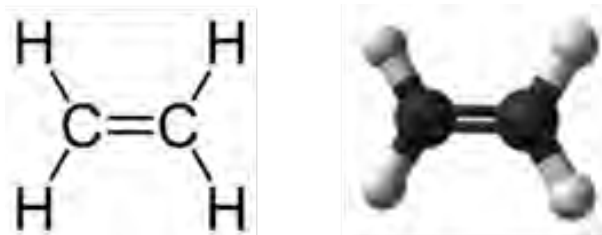


## آلکن ها



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.

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



شکل ۳. ساختار فضایی و فرمول ساختاری اتن

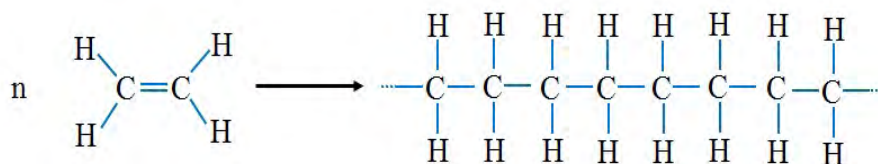
اتن در صنعت کارایی زیادی دارد. چند مورد از روش‌های تولید آن را بیابید و نتایج به دست آمده را با هم کلاسی‌های خود به اشتراک بگذارید.

تحقیق کنید



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

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

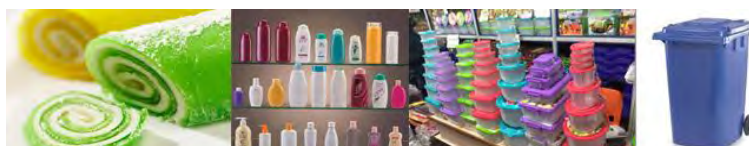


اتن

پلی اتن (پلی اتیلن)

شکل ۴. واکنش بسیارش (پلیمری شدن) مولکول‌های اتن.

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



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



### بسیارها

بسیارها 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 می‌گیرند.

پلاستیک‌های 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 برج‌ها، مخازن، تانک‌ها و لوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

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.

## آلکین‌ها

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 تجزیه حرارتی هیدروکربن‌ها تولید کرد. اتین در جوشکاری، برش فلزات و تولید لامپ‌های استیلن یا کاربید کاربرد دارد که قبلاً نیز در معادن مورد استفاده قرار می‌گرفت (شکل ۷).

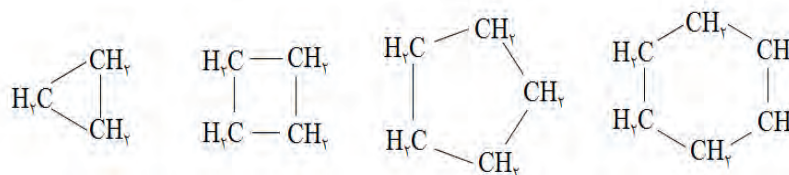


شکل ۷. استفاده از گاز اتیلن (استیلن) در برشکاری فلزات و لامپ‌های کاربردی.

## هیدروکربن‌های 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 سیر شده (سیکلوآلکان‌ها) و سیر نشده که مهم‌ترین آنها هیدروکربن‌های آروماتیک هستند وجود داشته باشند. ساده‌ترین آنها سیکلو پروپان است (شکل ۸).

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

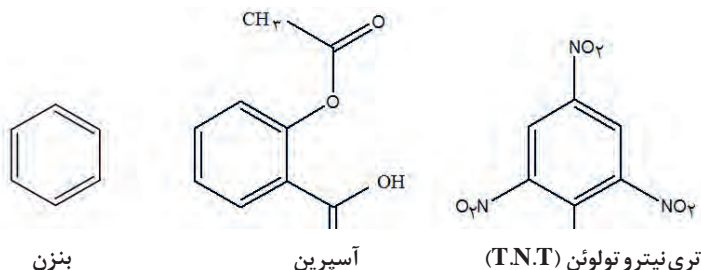


سیکلو پروپان      سیکلو بوتان      سیکلو پنتان      سیکلو هگزان

شکل ۸. ساختار اتمی چهار سیکلوآلکان

ترکیب‌های آروماتیک دسته 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 نیتروتولون از جمله ترکیب‌های آروماتیک هستند (شکل ۹). بنزن که ماده‌ای سمی و سرطان‌زاست، معروف‌ترین هیدروکربن حلقوی سیر نشده 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.



شکل ۹. چند ترکیب آروماتیک



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 نمی‌شود، زیرا آسپرین سبب خونریزی معده می‌شود.

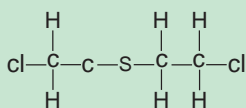
## گروه های عاملی

در ساختار بسیاری از ترکیب‌های آلی به جز کربن و هیدروژن عناصری مانند، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد، فسفر، کلر، فلورین 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. ترکیب‌های آلی بر اساس گروه‌های عاملی خود دسته بندی می‌شوند (جدول ۱).

جدول ۱. نام و فرمول برخی ترکیبات آلی دارای گروه‌های عاملی

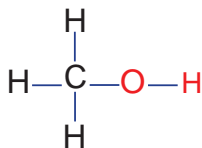
ردیف	نام	گروه عاملی	مثال	فرمول کلی
۱	الکل	-OH	متانول CH <sub>3</sub> OH	ROH
۲	آلدهید	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	متانال HCHO	RCHO
۳	کتون	$\text{>C}=\text{O}$	پروپانون CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	RCOR
۴	کربوکسیلیک اسید	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	متانوئیک اسید HCOOH	RCOOH
۵	استر	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	متیل متانوات HCOOCH <sub>3</sub>	RCOOR
۶	اتر	-O-	دی متیل اتر CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>	R-O-R

خردل ترکیب آلی است که در ساختار آن علاوه بر عنصرهای کربن و هیدروژن، عنصرهای گوگرد و کلر نیز وجود دارد. این ماده گازی ترکیبی سمی است و اثرات مخرب دراز مدت برسالمتی به جا می‌گذارد. در جنگ تحمیلی عراق با ایران نیروهای بعضی از این گاز شیمیایی استفاده می‌کردند.



گاز خردل

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.



شکل ۱۰. فرمول ساختاری متانول

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).

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

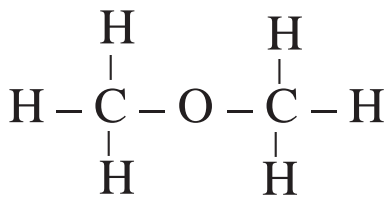


شکل ۱۱. منابع اتانول در طبیعت

در تهیه مواد بهداشتی و آرایشی از الکل و دیگر مواد مضر و خطرناک سرطان‌زا استفاده شده است. لذا در مصرف آنها زیاده روی نکنید و از نوع استاندارد آن استفاده کنید و پس از مصرف، ظرف خالی آن را به مراکز بازیافت تحویل دهید.

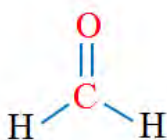
**اترها** ساختار کلی  $R-O-R'$  را دارند. R و R' (هر دو گروه آلکیل می‌باشد) ممکن است یکسان یا متفاوت باشند. اگر R و R' یکسان باشد اتر متقارن است (شکل ۱۲). R و R' نمی‌توانند هیدروژن باشند و دارای حداقل یک اتم کربن هستند.

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).

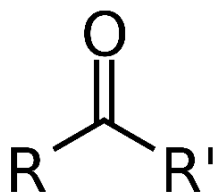


شکل ۱۲. ساختار دی متیل اتر

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



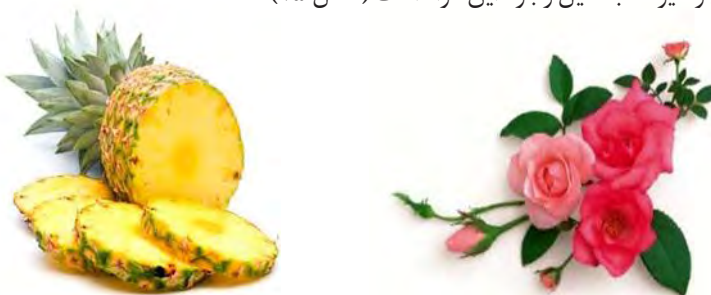
شکل ۱۳. ساختار فرمالدهید. از آن، جهت نگهداری موجودات و ساختارهای زنده استفاده می‌کنند.



شکل ۱۴. ساختار کتون

**کتون‌ها** با فرمول ساختاری  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$  نشان داده می‌شوند و ساده‌ترین کتون با ۳ اتم کربن با نام تجاری استون و فرمول مولکولی  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  است (شکل ۱۵). از استون به‌عنوان حلال بسیاری از ترکیبات آلی استفاده می‌شود. در تولید پلاستیک، الیاف مصنوعی، دارو و سایر ترکیبات شیمیایی کاربرد دارد.

**استرها** دسته دیگر از ترکیب‌های آلی با فرمول ساختاری  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$  هستند. طعم و بوی خوش گل و میوه‌ها به‌دلیل وجود این مواد است (شکل ۱۵).



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

**اسیدها** دسته دیگر ترکیب‌های آلی با فرمول ساختاری  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$  هستند که R می‌تواند H یا یک حلقه 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.

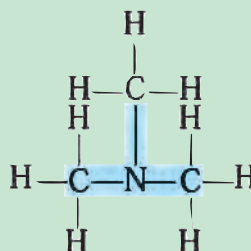


شکل ۱۶. ریواس، لیمو، پرتقال و انواع ترشی‌ها دارای اسید آلی هستند.

**آمین‌ها** ترکیب‌های آلی با فرمول ساختاری  $\text{NR}_3$  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).

بیشتر بدانید

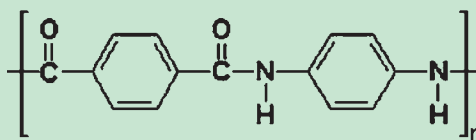




شکل ۱۷. ساختار آمین. بوی بد ماهی فاسد شده به دلیل آزاد شدن مولکول تری متیل آمین است.

آمیدها دارای گروه عاملی CONR<sub>۲</sub> هستند و در ساختار آنها نیتروژن در کنار پیوند دوگانه کربن اکسیژن وجود دارد.

کولار نام بسیاری است که دارای گروه عاملی آمیدی است. این بسیار پنج برابر از فولاد هم وزن خود مقاوم تر است. کولار در تهیه تایر اتومبیل، بال هواپیما و جلیقه‌های ضد گلوله به کار می‌رود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸. ساختار کولار. کولار در تهیه جلیقه‌های ضد گلوله به کار می‌رود.

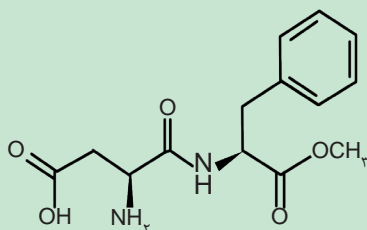
خود را بیازمایید



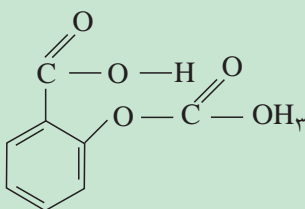
۱- کاربرد هر کدام از مواد زیر را در صنعت بنویسید.

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

۲- گروه‌های عاملی موجود در ساختار روبه‌رو را مشخص کنید.



۳- فرمول ساختاری آسپرین در شکل روبه‌رو داده شده است. گروه‌های عاملی موجود در آسپرین را مشخص کنید.





شکل ۱۹. 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 شیشه‌های و مواد مشابه در محیط زندگی خود جدا خودداری کنید آنها را جداگانه جمع‌آوری کنید و به مراکز بازیافت تحویل دهید.

از سال 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 کره زمین دارند، مورد نظر است.

شیمی سبز شامل ۱۲ اصل می‌شود. تعدادی از این اصول، عبارت‌اند 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 سمی صورت گیرد و محصول واکنش‌ها نیز سمی 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 تهیه نوعی بسیار از پوست میگو؛ (شکل ۲۰)
- بررسی و جایگزینی آزیست با الیاف پلیمری در سیمان؛
- بازیافت مواد مختلف (شکل ۲۱)



شکل ۲۰. استخراج بسیار طبیعی از پوست میگو

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



شکل ۲۱. چرخه بازیافت مواد پلاستیکی



تحقیق کنید



چه جایگزین‌هایی برای سوخت‌های هیدروکربنی وجود دارد؟ سوخت‌های جایگزین چه فوایدی برای ما دارند؟

## نانو ساختارهای کربنی

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



تحقیق کنید



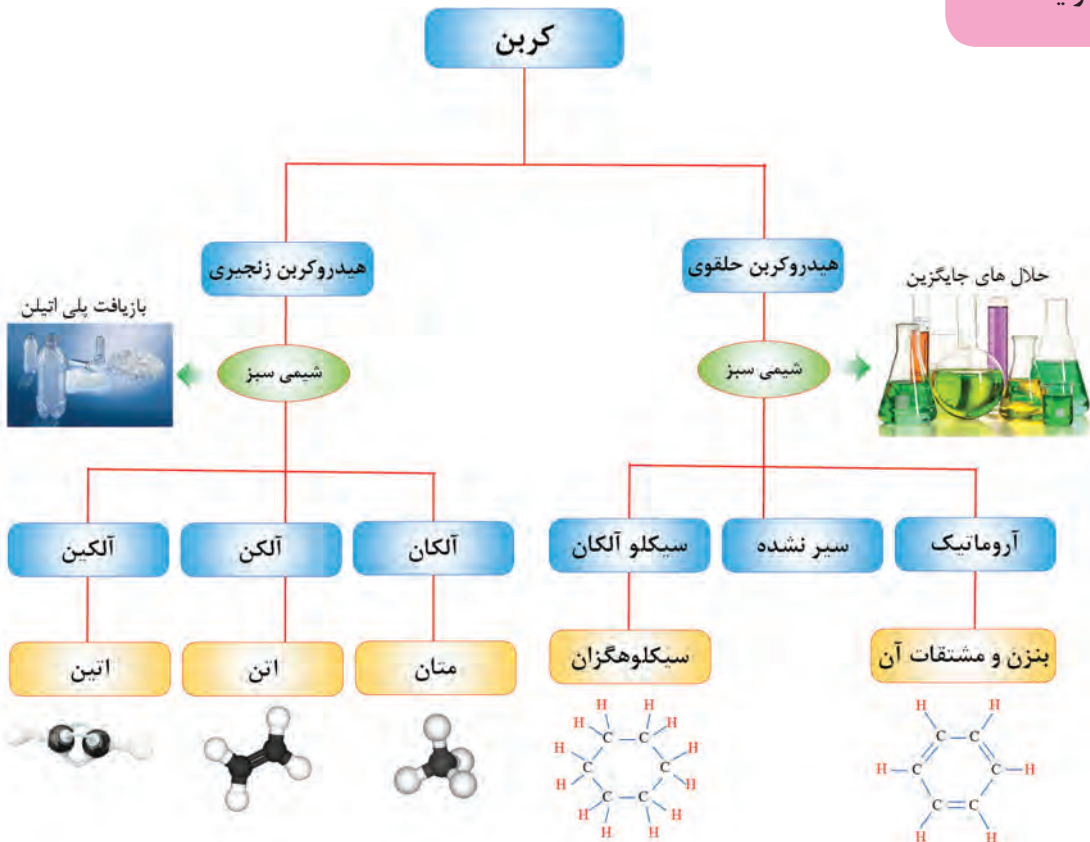
الهام گرفتن از طبیعت و قدرت خداوند در آفرینش، برای توسعه فناوری‌ها، سابقه زیادی دارد. جلوه‌هایی از فناوری نانو را در طبیعت به صورت یک کار گروهی در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



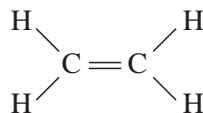
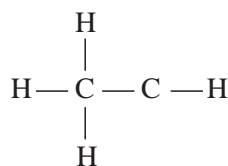
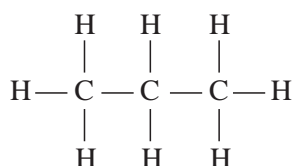
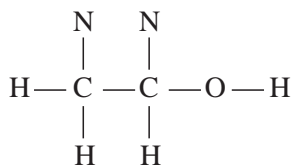
چرا در اندازه نانو، خواص مواد تغییر می‌کند؟

آنچه آموختیم در یک نگاه



۱- 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.

۲- شکل‌های زیر ساختار چند مولکول آلی را نمایش می‌دهد. با توجه به شکل‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



الف) در هر ترکیب مشخص کنید هر اتم کربن چند پیوند کووالانسی با اتم‌های مجاور تشکیل داده است؟ مرتبه پیوند را در هر مورد تعیین کنید.

ب) اتم‌های کربن در این ترکیب‌ها با چه اتم‌های دیگری پیوند تشکیل داده‌اند؟

# واژه نامه

کوچک ترین ذره سازنده مواد که از هسته و فضای پیرامون هسته تشکیل شده است.

فرایندی که در طی آن ماهیت ماده تغییر می کند.

ماده ای که تمام اتم های آن از یک نوع هستند.

گونه حاصل از پیوند کووالانسی بین تعداد مشخصی اتم که بدون بار الکتریکی است.

موادی که از اتصال کووالانسی تعداد بسیار زیادی اتم تشکیل شده باشند.

ترکیب حاصل از آرایش منظم تعداد زیادی کاتیون و آنیون

ذره ای با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته به دور آن می چرخد.

ذره ای با بار مثبت در هسته اتم

ذره ای بدون بار الکتریکی و جرمی تقریباً برابر با پروتون در هسته اتم

مجموعه ای از پروتون و نوترون در مرکز اتم که جرم اتم را تعیین می کند.

فرضیه هایی برای تعیین مشخصات اتم

اولین فرضیه برای نمایش دادن اتم که اتم را کوچک ترین ذره ماده و غیر قابل تجزیه معرفی کرد.

موادی که در ساختار آنها بیش از یک نوع اتم وجود دارد.

حروف لاتین که برای نمایش هر عنصر استفاده می شوند.

تعداد پروتون های موجود در هسته اتم را نشان می دهد.

مجموع تعداد پروتون و نوترون های هسته اتم را نشان می دهد.

Atom

Chemical Reaction

Element

Molecule

Covalent Solid

Ionic Compound

Electron

Proton

Neutron

Nucleus

Atomic Model

Dalton's Atomic

Compound

Chemical Symbols

Atomic Number

Atomic Mass

اتم

واکنش شیمیایی

عنصر

مولکول

جامد کووالانسی

ترکیب یونی

الکترون

پروتون

نوترون

هسته

مدل اتمی

نظریه اتمی دالتون

ترکیب

نماد شیمیایی

عدد اتمی

عدد جرمی

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

به نیروی جاذبه الکتروستاتیک بین یون های با بار مخالف پیوند یونی گفته می شود.	<b>Ionic Bond</b>	پیوند یونی
به یون با بار مثبت کاتیون گفته می شود.	<b>Cation</b>	کاتیون
به یون با بار منفی آنیون گفته می شود.	<b>Anion</b>	آنیون
اتم ها تمایل دارند تا با انتقال یا اشتراک گذاری الکترون تعداد الکترون های لایه ظرفیت خود را به هشت برسانند.	<b>Octet Rule</b>	قاعده هشت تایی
گونه های دارای بار الکتریکی که از دو یا تعداد بیشتری اتم تشکیل شده اند.	<b>Polyatomic Ion</b>	یون چند اتمی
نوعی فرمول شیمیایی است که افزون بر نوع عناصر سازنده، ساده ترین نسبت آنها در ترکیب را نشان می دهد.	<b>Empirical Formula</b>	فرمول تجربی
نوعی فرمول شیمیایی که نوع و تعداد دقیق اتم ها در یک مولکول را نشان می دهد.	<b>Molecular Formula</b>	فرمول مولکولی
شکل های مختلف یک عنصر در طبیعت	<b>Allotrope</b>	آلوتروپ
انرژی که در نتیجه اختلاف دما بین دو جسم مبادله می شود.	<b>Heat</b>	گرما
معیاری از سردی و گرمی جسم	<b>Temperature</b>	دما
رابطه ای که به کمک آن مواد موجود در واکنش، فرمول شیمیایی آنها و نسبت آنها در واکنش مشخص می شود.	<b>Chemical Equation</b>	معادله شیمیایی
به مجموعه ای شامل $6.022 \times 10^{23}$ تعداد ذره (اتم، مولکول یا یون)	<b>Mole</b>	مول
جرم یک مول از ماده بر حسب گرم بر مول	<b>Molar Weight</b>	جرم مولی
شاخه ای از علم شیمی که به مطالعه کمی و کیفی گرمای مبادله شده در طی واکنش شیمیایی می پردازد.	<b>Thermochemistry</b>	گرما شیمی
واکنشی که طی آن گرما آزاد می شود.	<b>Exothermic Reaction</b>	واکنش گرماده
واکنشی که طی آن گرما گرفته می شود.	<b>Endothermic Reaction</b>	واکنش گرما گیر
مخلوطی است که بیش از یک فاز داشته باشد.	<b>Heterogeneous Mixture</b>	مخلوط ناهمگن
مخلوطی که یک فاز دارد.	<b>Solution</b>	محلول

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

نوعی سلول گالوانی است که برای تبدیل مستقیم انرژی به دست آمده از سوختن یک سوخت به انرژی الکتریکی به کار می‌رود.

نیمی از یک سلول گالوانی که در آن اکسایش یا کاهش صورت می‌گیرد.

سلول گالوانی ساخته شده از دو نیم سلول که شامل مواد یکسان هستند ولی از لحاظ غلظت اجسام سازنده نیم سلول تفاوت دارند.

ماده‌ای که سرعت واکنش‌های شیمیایی را زیاد می‌کند.

دو نیم سلول که به وسیله رسانای الکترونی و یک دیوار متخلخل به هم متصل هستند.

فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون از دست می‌دهند.

ماده‌ای شیمیایی است که بر اثر تغییر pH در یک محلول آبی دچار تغییر رنگ می‌شود.

فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون می‌گیرند.

واکنشی که در آن یک یا چند الکترون از گونه‌ای به گونه دیگر منتقل می‌شود.

شیمی آلی علمی است که به بررسی ترکیب‌های حاوی «کربن» و «هیدروژن» می‌پردازد.

ترکیبات آلی که فقط شامل دو عنصر هیدروژن و کربن هستند.

دسته‌ای از هیدروکربن‌ها که فقط دارای پیوند ساده کربن-کربن می‌باشند.

مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن

مولکول‌هایی که فرمول مولکولی یکسان دارند ولی آرایش اتم‌ها (فرمول ساختاری) آنها متفاوت است.

هیدروکربن‌های سیرنشده که دارای پیوند دوگانه کربن-کربن هستند.

درشت مولکول‌هایی که از تعداد زیادی واحد کوچک‌تر به نام مونومر ساخته شده‌اند.

هیدروکربن‌هایی که دست کم یک پیوند سه‌گانه بین دو اتم کربن دارند.

Fuel Cell

Half-Cell

Concentration Cell

Catalyst

Electrochemical cell

Oxidation

Indicator

Reduction

Oxidation Reduction

Organic Chemistry

Hydrocarbon

Alkane

Viscosity

Isomer

Alkene

Polymer

Alkyne

سلول سوختی

نیم سلول

سلول غلظتی

کاتالیزگر

سلول الکتروشیمیایی

اکسایش

شناساگر

کاهش

واکنش اکسایش - کاهش

شیمی آلی

هیدروکربن

آلکان

گرانروی

ایزومر

آلکن

بسپار

آلکین

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

## منابع

- ۱- برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱
- ۲- برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای - کار دانش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کار دانش، ۱۳۹۳.
- ۳- برنامه درسی شیمی رشته‌های فنی و حرفه‌ای - کار دانش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای - کار دانش، ۱۳۹۴
- ۴- شیمی عمومی ۱ و ۲؛ نویسنده: چارلز مور تیمر؛ ترجمه دکتر عیسی یآوری؛ ویرایش ششم؛ ۱۳۹۰؛ نشر علوم دانشگاهی
- ۵- شیمی؛ نویسنده: دیوید آکاستر؛ ترجمه نعمت‌الله ارشدی و مهدیه سالار کیا؛ ۱۳۸۳؛ انتشارات مدرسه
- ۶- علم و دین در حیات معقول علامه محمد تقی 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

