# پیشگفتار

**به نام خدا**

چند سال پیش، تعدادی از معلمان با دغدغهٔ «آموزش» استعدادهای درخشان، دور هم جمع شدند و موسسهٔ علامه حلی را درست کردند. این معلم‌ها - که خودشان از فارغ‌التحصیلان مدارس استعدادهای درخشان شهر تهران بودند- سال‌ها در مدارس سمپاد (سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان)، به دنبال پیاده‌سازی روش‌های جدید و مؤثر آموزش بوده‌اند و در نهایت تصمیم گرفتند تا نتیجهٔ این تجربیات را در موسسهٔ علامه‌حلی در اختیار دیگر فعالان در عرصهٔ آموزش بگذارند.

مجموعه کتاب‌های علامه حلی، یکی از محصولات این تلاش جمعی است. در این کتاب‌ها تلاش شده است تا علاوه‌بر تامین محتوای مناسب برای دانش آموزان برتر کشور، روش‌های جدیدتر و مؤثرتر آموزشی هم در انتقال این محتوا به‌کار گرفته شده و پیاده سازی شود. در پس این کتاب‌ها، ساعت‌ها کار فکری برای انتخاب ساختار و شیوه تدوین صرف شده است. فعال کردن دانش‌آموز در روند آموزش و ارجاع او به انجام مشاهدات، فعالیت‌ها و آزمایش‌های مناسب برای انتقال مفاهیم آموزشی و همچنین ترغیب دانش‌آموز به مراجعه به منابع گسترده‌تر چون سایت‌های علمی اینترنتی و نرم‌افزارهای آموزشی، از ویژگی‌های این سیستم آموزشی است. علاوه‌براین‌که برای کمک به معلمین عزیز هم محصولات جانبی چون متن راهنمای تدریس کتاب، محتوای الکترونیک و ... در کنار هر کتاب تولید شده است.

مجموعه کتاب‌های علامه‌حلی، با همکاری جمع زیادی از مؤلفان و معلمین با تجربهٔ مدارس سمپاد که به‌دقت انتخاب شده‌اند، تالیف و ویرایش گردیده است؛ اما آرزوی ما در این مؤسسه این است که از حضور تمامی معلمان دلسوز و با تجربهٔ مدارس سمپاد و دیگر مراکز آموزشی برتر کشور عزیزمان، در تألیف کتاب‌ها و دیگر محصولات آموزشی، بهره ببریم. پس خواهشمندیم تجربه‌های خود را در زمینهٔ استفاده از این کتاب و آموزش آن در کلاس، برای ما به آدرس الکترونیک: ketab@mhelli.ir ارسال فرمایید تا ما در چاپ‌های بعدی کتاب، از تجربیات، نظرات و حتی تصاویر ارسالی شما - در انجام آزمایش‌ها، فعالیت‌ها، بازدیدها و ... - در کتاب - و البته با ذکر نام ارسال کننده- استفاده کنیم. البته دانش‌آموزان خوب و پرتلاش هم می‌توانند در این کار همکاری کنند و با معلمان خود در اجرای این طرح همراه شوند.

عابدی جعفری

مدیر انتشارات حلی

## مقدمهٔ مؤلفان

شیمی به عنوان شاخه‌ای از علوم تجربی حاصل فعالیت‌های بشر در تعامل با طبیعت است. اشتیاق انسان‌ها برای جاودان شدن، قدرتمند شدن و ثروتمند شدن باعث شد که در طول دو هزار سال گذشته حرفهٔ کیمیاگری رشد کرده و از دل آن شیمی‌پیشگی بیرون بیاید. شیمی‌پیشه‌ها همواره تلاش کردند تا با کشف یا ابداع مواد جدید زندگی را برای ما راحت‌تر کنند. اگر به اطرافمان نگاه کنیم در تمام محصولات صنعتی که زندگی ما را احاطه کرده است، رد پای شیمی و صنایع شیمیایی دیده میشود. حتی رشد صنعتی جهان که زمانی بی‌توجه به مسایل محیط‌زیستی رشدی انفجارگونه و همراه با آسیب‌های فراوان برای محیط‌زیست را در پیش گرفته بود، امروزه دست به دامن شیمی شده است تا آسیب کمتری به محیط‌زیست برسد. شیمی سبز موضوعی تازه است که تمامی صنایع دنیا بدون توجه به آن‌دیگر اجازهٔ فعالیت ندارند. تمام تولیدکنندگان باید شیمی پیشه‌هایی را استخدام کنند که مواد مصرفی آنان را با استانداردهای محیط‌زیستی سازگار کرده تا آسیبی به محیط‌زیست ما نرسد.

شیمی هیچ‌وقت علم افراد خاص نبوده است و همیشه تودهٔ مردم با آن سروکار داشتند. کمتر کسی پیدا می‌شود که تجربیات شیمیایی‌اش در زندگی روزمره برایش کاربرد نداشته باشد. انتخاب مادهٔ شیمیایی مناسب برای تمیز کردن وسایل مختلف، بازی با رنگ‌های مواد غذایی برای تزیین سفره و خوشمزه کردن غذاها و حتی شمع‌ها و فشفشه‌های رنگی روی کیک تولد همه، مثال‌هایی از ارتباط این علم زیبا با زندگی روزمرهٔ ما هستند.

کشور ما به دلایل مختلف از جمله دسترسی به منابع اولیهٔ مواد شیمیایی همواره مزیت خوبی در صنایع شیمیایی داشته است. در سال‌های اخیر نیز در حوزهٔ تحقیقات دانشگاهی، بهترین دانشمندان ما در عرصهٔ بین‌الملل به خاطر مقالات و تحقیقاتی که در رشته شیمی داشتند برجسته شدند. نکات بیان شده، مؤید این است که شیمی علم و دانش ارزش‌آفرینی در سرزمین پهناور ایران است که هرچه بیشتر مورد توجه قرار گیرد، سودآوری بیشتری برای کشورمان خواهد داشت.

## سخنی با دبیران

پرداختن به شیمی به عنوان یک موضوع درسی مجزا در دورهٔ اول متوسطه کاری بسیار ظریف است که لازمهٔ تدریس آن دقت و تسلط زیاد به شیمی و مفاهیم آموزش علوم است. علم شیمی در زندگی روزمره ما پررنگ است اما مفاهیم پایه و اصلی آن کمی انتزاعی و غیرملموس است و یک آموزگار زیرک را می‌طلبد که این مفاهیم را از دل تجربیات ملموس دانش‌آموزان به‌گونه‌ای بیرون آورد که بدون بدفهمی (*misconception*) یادگرفته شود.

کتاب پیش‌رو با توجه به سه فصل نخست کتاب علوم تجربی سال سوم دورهٔ متوسطهٔ اول (پایهٔ نهم) نوشته شده است که مباحث مرتبط با شیمی را پوشش داده است. شروع کتاب و فصل نخست به صورتی است که معلم ناگزیر به مرور مباحث شیمی سال‌های قبل می‌باشد. مفاهیم پایه‌ای و اصلی مانند عنصر، اتم، مدل

اتمی و خواص فیزیکی و شیمیایی و هم‌چنین مفهوم واکنش شیمیایی، پیش‌نیازهای این کتاب است که به مرور، می‌بایست در کلاس برای شاگردان یادآوری شود.

هم‌چنین تأکید می‌شود که مطالب سه فصل، به همان ترتیبی که در کتاب ارایه شده، تدریس شود؛ زیرا بسیاری از مطالب فصل اول، داربستی برای مطالب فصل دوم هستند و مطالب فصل دوم هم داربستی برای فصل سوم.

نحوهٔ چینش مطالب کتاب به گونه‌ای است که دانش‌آموزان با خواندن پشت سر هم مطالب آن، به تمام اهداف آموزشی کتاب درسی دست پیدا کنند و در ضمن، دید عمیق‌تری نسبت به هر آن‌چه در کتاب درسی گفته شده است؛ پیدا کنند.

از دیگر ویژگی‌های کتاب پیش‌رو، توجه به کاربرد آموخته‌ها در زندگی روزمرهٔ اجتماعی و محیط زیستی است که دانش‌آموز با آن تعامل دارد. علوم را نمی‌توان بدون توجه به جامعه و بستری که در آن زندگی می‌کنیم تدریس کنیم. لذا خواهشمندیم از مباحث اجتماعی و زیست‌محیطیِ مطرح‌شده در کتاب غافل نباشید و با هنری که در وجود شما به عنوان معلم قرار دارد؛ توجه شاگردان را به پیرامون خود سوق دهید.

به همکارانی که این کتاب را برای تدریس مبحث شیمی انتخاب می‌کنند؛ پیشنهاد می‌شود که دانش‌آموزان را درگیر خواندن متن کتاب کنند و سعی کنند با بحث روی سؤال‌هایی که ایدهٔ هر مبحث از آن گرفته شده است، به یادگیری دانش‌آموز عمق ببخشند.

تیم تألیف کتاب وظیفهٔ خود می‌داند تا از تمامی همکاران انتشارات که نهایت همکاری را با این تیم داشتند به‌ویژه مدیر انتشارات، آقای عابدی، مدیر مؤسسهٔ علامه حلی، آقای انصاری و سرگروه آموزشی مؤسسه، آقای حنیفی تشکر و قدردانی نماید. همچنین اگر زحمات خانم‌ها: الهه شرفی، شیوا دلوچی، آزاده مهری، راضیه فرهانیان و آقایان: فاضلی و صفدریان که برای تایپ، صفحه‌آرایی، تصویرسازی، هماهنگی چاپ و دیگر مراحل تولید این اثر تلاش کردند، نبود؛ محتوای این کتاب هرگز بر روی کاغذ ماندگار نمی‌شد.

در پایان از دقت نظر و پی‌گیری ویراستار علمی کتاب، آقای وحید افشار که در کیفیت این اثر تأثیر بسزایی داشتند؛ قدردانی می‌نماییم.

به امید سرافرازی و پیشرفت روزافزون میهن عزیزمان. . .

**گروه مؤلفان**

## قبل از شروع به مطالعهٔ کتاب این قسمت را بخوانید:

وقتی شروع به خواندن این کتاب کنید با بخش‌های مختلفی مواجه می‌شوید که غالباً یک لاک‌پشت متفاوت در اول هرکدام وجود دارد. برای هرکدام از این بخش‌ها از شما انتظار داریم کار متفاوتی انجام دهید. این قسمت‌ها بر اساس تئوری‌های نوین آموزش و تجارب موفق تدریس برای آموزش دانش‌آموزان مستعد طراحی شده است. این بخش‌ها شامل:

**درخت دانش:** در صفحه دوم هر فصل، نمودار دایره‌ای شکلی کشیده شده که به ما کمک می‌کند بفهمیم در آن فصل مطالب علمی چطوری تقسیم‌بندی شده و ارتباط آن‌ها با هم چیست. درواقع این بخش نقشه‌ای است برای گم نشدن در موضوعات علمی.

**اهداف رفتاری:** زیر هر درخت دانش، چند جمله نوشته شده که از اول کار معلوم کند که این فصل را می‌خوانیم که چه بشود. خوب است در آخر فصل هم برگردیم و ببینیم که می‌توانیم کارهایی را که در این بخش گفته انجام دهیم یا نه.

**پاسخگو باش:** در این قسمت باید پاسخگو باشیم. پاسخگوی سؤالی که پرسیده شده و انتظار می‌رود بعد از خواندن درس تا آن قسمت، بتوانیم باکمی فکر کردن به آن جواب دهیم.

**فسفر بسوزان:** شاید لازم باشد مقدار بیشتری از مغز خودمان استفاده کنیم و قدری از فسفرهای ذخیره‌شده را بسوزانیم! سؤالاتی که در بخش فسفر بسوزان مطرح می‌شود فقط با خواندن مطالب درسی قابل پاسخگویی نیست و باید کمی بیش از معمول درباره آن‌ها فکر کنیم.

**کنکاش کن:** همه یادگرفتن در زمان کلاس اتفاق نمی‌افتد. گاهی لازم است راجع به یک موضوعی بعداً تحقیق کنیم و نتیجه آن را در کلاس ارائه کنیم. موضوعاتی برای تحقیق که به یادگیری ما می‌تواند کمک زیادی کند در بخش کنکاش کن آورده شده است.

**دست‌به‌کار شو:** در موضوعات علمی مخصوصاً علوم تجربی، یادگیری باکیفیت بدون انجام آزمایش، مشاهده میدانی و ساخت وسایل علمی امکان‌پذیر نیست. در قسمت دست‌به‌کار شو نحوه انجام آزمایش، دستورالعمل ساخت وسیله و یا نوع مشاهده توضیح داده شده و انتظار می‌رود تا آن‌ها را مثل متن درسی جدی بگیریم.

**جالب است بدانی:** برای افرادی که دوست دارند بیشتر از سطح استاندارد با موضوعات آشنا شوند این قسمت توصیه می‌شود. در جالب است بدانی مطالبی آورده شده است که خواندن و یادگرفتن آن الزامی نیست ولی آن‌قدر جذاب است که نشود به‌راحتی بی‌خیال خواندن آن شد. دیده شده بعضی از افراد فقط همین قسمت‌های کتاب را می‌خوانند!

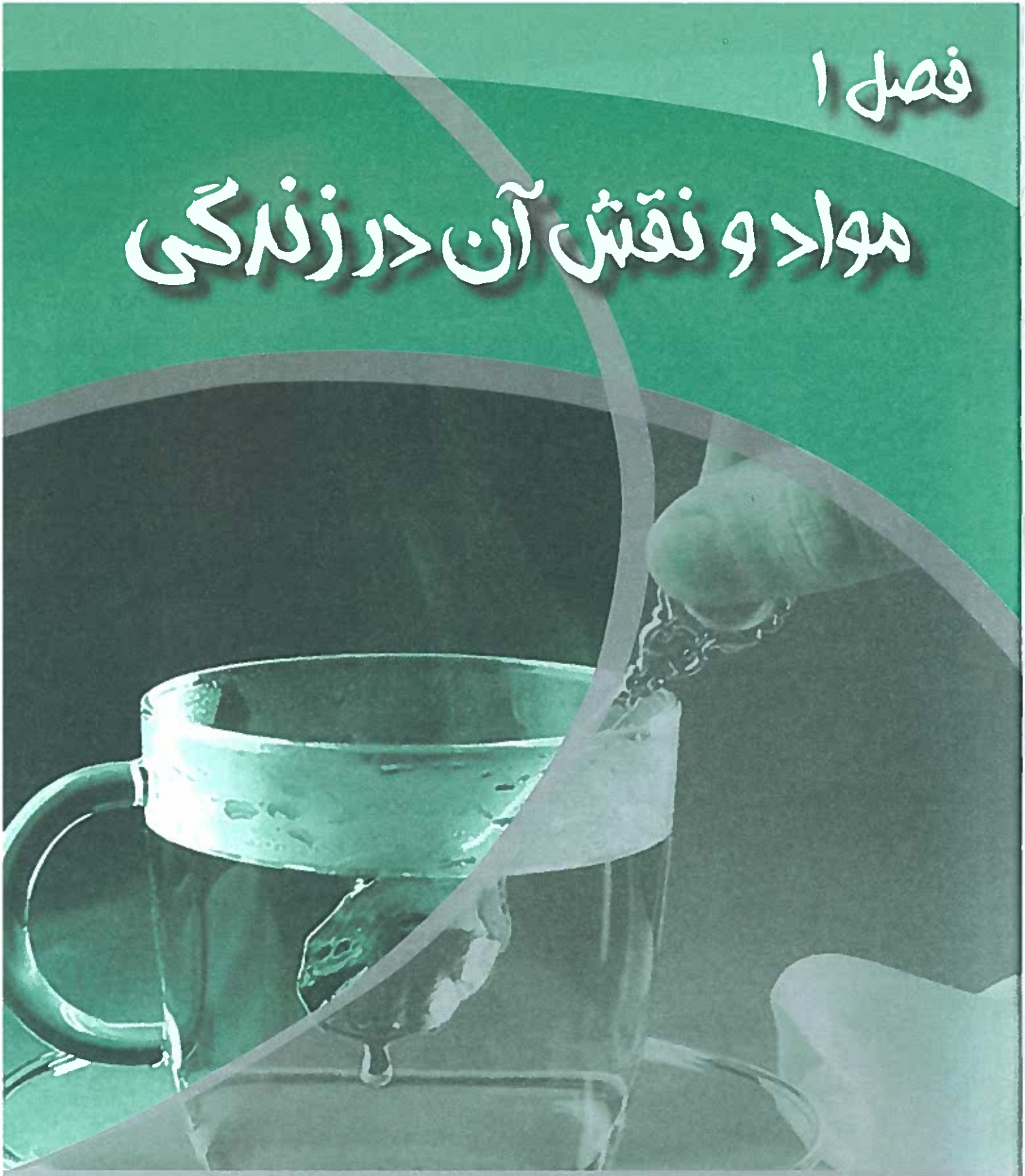
**لغت‌نامه:** ما دانش‌آموزان مستعد و متفاوت (!) دوست داریم بتوانیم علاوه بر مطالب درسی، جستجویی هم بکنیم و ببینیم در دنیا درباره موضع درسی ما چه چیزی وجود دارد. برای همین در پایان هر فصل لغات مهم فصل با معادل انگلیسی آن آورده شده است.

**تمرین‌ها:** در آخر هر فصل تمرین‌های مرتبط با آن آورده شده است. ازآنجایی‌که مؤلفان کتاب از دبیران باسابقه هستند پس تعداد تمرین‌ها، وقت لازم برای انجام آن‌ها، تعداد سؤالات سخت و آسان و نوع سؤالات با برنامه و محاسبه تعیین شده است. پس خیالتان راحت باشد که همه تمرین‌ها را در طول سال می‌شود انجام داد. تمرین‌ها بر اساس موضوعات هر فصل بخش‌بندی شده، بنابراین لازم نیست برای تمرین منظر پایان فصل باشید؛ در پایان هر مبحث می‌توانید به بخش تمرین‌ها مراجعه کنید و تمرین‌های همان مبحث را حل کنید.

**پرسش‌های چهارگزینه‌ای:** سؤالات چهارگزینه‌ای یا همان تست نیز در این ویرایش از کتاب گنجانده شده است. سؤالات چهارگزینه‌ای با این پیش‌فرض طراحی شده است که شما اگر نکات مربوط به سؤال را بلد باشید حداکثر در ۲ دقیقه می‌توانید به آن جواب دهید.

# فصل ۱

# مواد و نقش آن در زندگی



قاشق فلزی در آب جوش خوب می‌شود

اگر این فصل را به خوبی مطالعه کنی و کارهای خواسته‌شده را به دقت انجام دهی:

- با فلز و نافلز آشنا می‌شوی.
- می‌توانی که هم از روی خواص فیزیکی و هم از روی آرایش الکترونی فلز را از نافلز تشخیص دهی.
- می‌توانی با یادگیری مفهوم سری فلزها، واکنش فلزها با نافلزهای معروف را پیش‌بینی کنی.
- یاد می‌گیری که چرا فلزها رفتار فیزیکی مشابه هم دارند
- می‌توانی آرایش الکترونی برای عناصر اصلی را ترسیم کنی
- با کارکردهای علم شیمی، مانند ساختن مواد مصنوعی و تاثیر آن بر زندگی روزمره آشنا می‌شوی.

## عنصر چیست؟

زمانی که تصور می‌شد دنیا فقط از چهار عنصر آب، باد، خاک و آتش ساخته‌شده است، هر آن‌چه از زمین استخراج می‌شد را عنصر خاک می‌پنداشتند. به‌مرور که معنی عنصر یعنی تجزیه‌ناپذیر بودن با آزمایش‌های عملی دقیق‌تر معنا پیدا کرد متوجه شدند که خاک از عناصر مختلفی تشکیل‌شده است که فلزها دستهٔ مهمی از آن‌ها هستند. اگر به تاریخچهٔ کشف عناصر نگاه کنیم اولین عناصری که کشف شده و مورد استفادهٔ بشر قرار گرفتند فلزها بودند. مس، سرب، طلا و نقره اولین فلزهای بودند که بشر آن‌ها را کشف کرد و مورد استفاده قرار داد.

**عنصر؛ از فلاسفه تا دانشمندان**

مدت‌ها (از زمان فلاسفهٔ یونان باستان تا حدود ۳۰۰ سال پیش، یعنی بیش از ۲۰۰۰ سال!) عالمان تصور می‌کردند که جوهرهٔ اصلی سازندهٔ تمام مواد اطراف ما، چهار مادهٔ آب، خاک، هوا و آتش هستند و به آن‌ها می‌گفتند عناصر اصلی طبیعت. اما جالب است بدانی که حدود ۳۰۰ سال پیش، یک شیمی‌دان ایرلندی به نام رابرت بویل، دید متفاوتی داشت و تعریف جدیدی از عنصرها (مواد اصلی سازندهٔ طبیعت) ارایه کرد. او گفت «عنصر ماده‌ای است که در آزمایشگاه به مواد ساده‌تر تبدیل و تجزیه نمی‌شود».

تعریف ما از عنصر، بر مبنای همان چیزی است که بویل گفت.

## فلزها چه‌قدر شبیه هم هستند؟

یک گروه از مواد زمانی در یک دسته‌بندی قرار می‌گیرند که ویژگی‌های مشابه هم‌دیگر داشته باشند. همهٔ عناصری که امروزه به‌عنوان فلز شناخته می‌شوند از چند جهت به هم‌دیگر شبیه هستند. از مهم‌ترین شباهت‌های آن‌ها استحکام و خرد نشدن در اثر ضربه است. فلزها در مقابل ضربه واکنش عاقلانه‌ای نشان می‌دهند. بدون آن‌که خرد شوند با توجه به میزان ضربه، از خودشان انعطاف نشان می‌دهند و شکل‌شان عوض می‌شود (به این ویژگی چکش‌خوار بودن می‌گویند). برای همین است که از قدیم فلزها برای ساخت ابزار استفاده می‌شدند؛ زیرا خیلی راحت شکل می‌گرفتند. همین نرم بودن و انعطاف‌پذیری باعث شده که از فلزها مفتول یا سیم بسازند. اگر یک‌تکه فلز (مثلاً مس) را تحت کشش قرار دهند یعنی از دو طرف آن را بکشند؛ این فلز به مفتول تبدیل می‌شود. ساختن مفتول، سیم یا میلهٔ بادوام و به‌دردبخور فقط با کمک فلزها امکان‌پذیر است.

**داستان**

زنی پسرش را برای یادگیری آهنگری نزد آهنگر گذاشت. یکی دو روز گذشت، روز سوم آن زن به کارگاه آمد و گفت: به فکر شاگرد دیگری باشید؛ پسرم از امروز نخواهد آمد.

آهنگر گفت: چرا؟چه شده؟

زن گفت: هیچ. چون پسرم آهنگری را کاملاً یاد گرفته و آمدن و رفتنش جز کفش پاره کردن فایده‌ای ندارد.

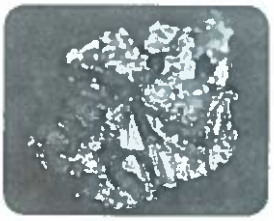
استاد تعجب کرد که چه طور دو روزه آهنگری را یاد گرفته است!

زن، مغرور از داشتن پسری هوشمند، خندید و گفت: او می‌گوید آهنگری کاری ندارد، آهن را پهن کنی بیل می‌شود و دمش را بکشی میل می‌شود!

استاد که از خنده به خود می‌پیچید گفت: راستی که عجب پسر ناقلایی است!

خودش که یاد گرفته هیچ، به مادرش هم یاد داده!

از دیگر ویژگی‌های فلزها براق بودن آن‌ها است. فلزها تا زمانی که با اکسیژن هوا ترکیب نشده‌اند و به‌اصطلاح عامیانه زنگ نزده‌اند، براق و درخشنده هستند. به این ویژگی فلزها «جلای فلزی» می‌گویند. فلز طلا به‌راحتی با اکسیژن ترکیب نمی‌شود و جلای درخشنده و چشم‌نوازی دارد و به خاطر همین ویژگی به‌عنوان زینت و یک فلز گران‌بها از گذشتهٔ دور مورد توجه بوده است.



فلز طلا درخشنده است.

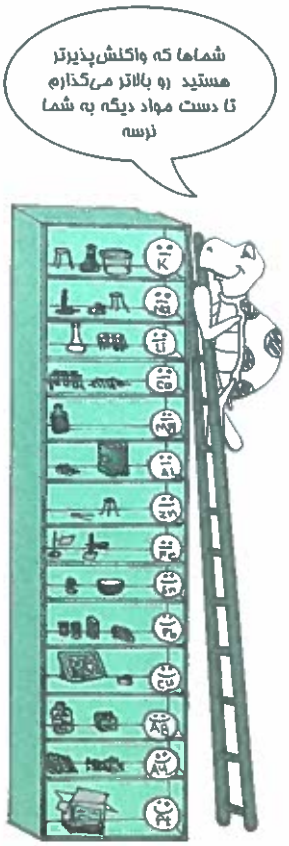
دیگر ویژگی فلزها که امروزه بیش از هر زمانی ما را به آن‌ها وابسته کرده است رسانایی الکتریکی‌شان است. شاید امروزه مواد مصنوعی مختلفی ساخته شده باشد که انعطاف‌پذیر، مستحکم و زیبا باشند اما ساخت مواد مصنوعی بدون فلز که رسانای جریان برق و هم‌چنین ارزان و در دسترس باشد هنوز در ابتدای راه است و مراحل تحقیق و پژوهش را سپری می‌کند.

کربن یک نافلز است و درخشنده نیست.

### فلزها، عناصری با فیزیک شبیه به هم و شیمی متفاوت از هم

همان‌طور که گفته شد چکش‌خواری و شکل‌پذیری، مفتول شدن، براق بودن (جلا) و رسانایی الکتریکی از برجسته‌ترین ویژگی‌های فلزها است که همگی جزو خواص فیزیکی محسوب می‌شوند. به‌بیان دیگر می‌توان گفت که فلزها از نظر فیزیکی شباهت‌های زیادی به هم دارند و به خاطر خواص فیزیکی شبیه به هم، آن‌ها را در یک دسته قرار داده‌اند.

عناصر فلزها از نظر شیمیایی هم شباهت‌هایی به هم دارند. مثلاً بیشتر آن‌ها در واکنش با اسیدها شبیه به هم رفتار می‌کنند یا در مجاورت اکسیژن رفتار مشابهی دارند اما این شباهت‌ها مثل شباهت‌های فیزیکی فراگیر نیست. برای مثال می‌توان ادعا کرد که همهٔ فلزها رسانای خوب جریان برق هستند و هیچ فلزی وجود ندارد که رسانای خوب جریان برق نباشد. درحالی‌که نمی‌توان ادعا کرد همهٔ فلزها با اسید واکنش می‌دهند بلکه فلزهای هستند که در برابر واکنش با اسید از خود مقاومت نشان می‌دهند. طلا یکی از این فلزها است. واکنش‌پذیری فلزها با اکسیژن هم مثل هم نیست. فلز سدیم در مجاورت اکسیژن به‌سرعت اکسید می‌شود و چیزی از آن باقی نمی‌ماند درحالی‌که فلز مس خیلی کندتر اکسید می‌شود و فلز طلا تمایلی به اکسیدشدن ندارد.




### سری واکنش پذیری فلزها

همان‌طور که گفته شد واکنش شیمیایی فلزها خیلی شبیه به هم نیست. برخی فلزها واکنش‌پذیری زیادی دارند یعنی با سرعت و یا با شدت بیشتری واکنش می‌دهند. برخی فلزها هم یا واکنش نمی‌دهند یا واکنش آن‌ها کند، آهسته و آرام است. این موضوع اولین بار زمانی مورد توجه قرار گرفت که فلزی مثل آهن برای استخراج از طبیعت به‌کلی فرآیند و واکنش شیمیایی احتیاج داشت و فلز طلا به‌راحتی بعد از استخراج از معدن مورد استفاده قرار می‌گرفت.

به‌مرور با کشف فلزها مختلف، زمانی که شیمی‌دان‌ها می‌خواستند ویژگی فلزها را باهم مقایسه کنند متوجه شدند که فلزی که در واکنش با اسیدها کند رفتار می‌کند، در واکنش با اکسیژن و دیگر مواد هم کند است و فلزی که واکنش آن با اسیدها سریع و شدید است زودتر هم اکسید می‌شود. ازاین‌رو لیستی درست شد که در آن واکنش‌پذیرترین فلز در بالا قرار گرفت و هرچه در آن لیست از بالا به پایین می‌آییم، واکنش‌پذیری کمتر و کمتر می‌شود. به این لیست، سری واکنش‌پذیری فلزها گفته می‌شود.

با توجه به مطلب بالا بگو سرعت واکنش نقره با اکسیژن بیشتر است یا روی با اکسیژن؟

جدول زیر سری واکنش‌پذیری فلزها همراه با ویژگی شیمیایی آن‌ها را نشان می‌دهد.

| ترتیب واکنش‌پذیری | واکنش با هوای گرم | واکنش با آب | واکنش با اسید رقیق |
|---|---|---|---|
| پتاسیم ـ سدیم ـ لیتیم ـ کلسیم ـ منیزیم ـ آلومینیم ـ روی ـ آهن | اغلب همراه با نور می‌سوزند و اکسید فلز می‌شوند | همراه با صدای فش‌فش گاز هیدروژن آزاد می‌کنند و محلول‌هایی قلیایی (هیدروکسیدها) را تولید می‌کنند | منفجر می‌شوند |
| | | با بخار آب واکنش داده و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند، ضمن این‌که اکسید فلزی تولید می‌کنند (اما با آب سرد واکنش سریعی ندارند). | همراه با صدای فش‌فش گاز هیدروژن تولید می‌کنند |
| قلع ـ سرب ـ مس | بدون سوختن، یک لایه اکسید تشکیل می‌دهند | فقط با بخار آب مقدار کمی واکنش می‌دهند | به‌آرامی با اسید گرم واکنش می‌دهند |
| نقره ـ طلا ـ پلاتین | واکنش نمی‌دهند | واکنش نمی‌دهند (حتی با بخار آب) | واکنش نمی‌دهند |

در آزمایشگاه یک ظرف پیدا کرده‌ایم که حاوی مقداری از یک مادهٔ جامد است. یک سری آزمایش بر رویش اجرا کردیم تا آن را شناسایی کنیم. بر اساس نتایج آزمایش‌ها که در زیر آمده، حدس می‌زنی چه ماده‌ای درون ظرف است؟ البته ممکن است به چند جواب احتمالی برسی.

الف) توسط هیچ‌کدام از روش‌های جداسازی (سال هشتم) نتوانستیم آن را به اجزای مختلف جدا کنیم.

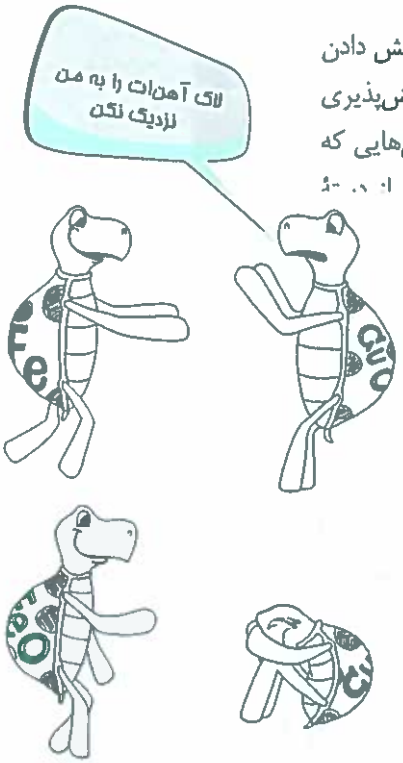
ب) ماده در اثر هیچ واکنش شیمیایی به مواد ساده‌تر تبدیل نمی‌شود.

پ) این ماده رسانای الکتریسیته است.

ت) در تماس با هوا سطحش کدر می‌شود و زمانی که آن را حرارت می‌دهیم با نور زیادی می‌سوزد.

ث) با اسید رقیق واکنش می‌دهد و به‌آرامی و با تولید صدا، گاز هیدروژن آزاد می‌کند.

## رقابت فلزها (سیبیل کلف) بر سر اکسیژن (ابرو کمون)




اکسیژن از عناصری است که تمایل زیادی برای واکنش دادن با فلزها دارد. برخی فلزها نیز بر سر واکنش دادن با اکسیژن با هم رقابت می‌کنند. این رقابت گاهی اوقات ناجوانمردانه است و فلزی که در سری واکنش‌پذیری بالاتر است اکسیژنی را که قبلاً با یک فلز پایین‌تر از خودش واکنش داده، از چنگش درمی‌آورد. واکنش‌هایی که یک عنصر فلزی اکسیژن را از چنگ یک اکسید فلزی دیگر درمی‌آورد به شکل زیر نوشته می‌شوند و [illegible] واکنش‌های جانشینی محسوب می‌شوند.

فلز آ + اکسید فلز ب ⟶ فلز ب + اکسید فلز آ

بهترین مثال برای این رقابت که شما نیز در آزمایشگاه می‌توانید انجام دهید واکنش آهن با مس اکسید است.

مس + آهن اکسید ⟶ آهن + مس اکسید

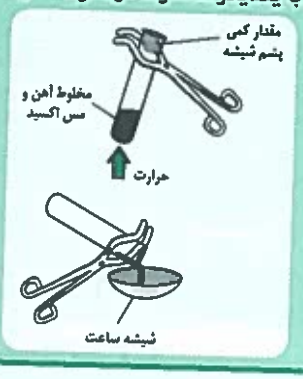
بدون واکنش ⟶ مس + آهن اکسید

یکی از آزمایش‌های تجربی که به کمک آن سری واکنش‌پذیری فلزها تهیه شد استفاده از همین رقابت فلزها برای واکنش با اکسیژن بود. اگر فلز آ با اکسید فلز ب واکنش دهد و محصول آن اکسید فلز آ باشد، می‌توان نتیجه گرفت که فلز آ واکنش‌پذیری بیشتری از فلز ب دارد و در سری واکنش‌پذیری فلزها جایگاه بالاتری دارد اما اگر فلز آ با اکسید فلز ب واکنش ندهد احتمال خیلی زیاد فلز آ واکنش‌پذیری کمتری از فلز ب دارد و در سری واکنش‌پذیری فلزها جایگاه پایین‌تری دارد.

## دست به کار شو

مواد و وسایل مورد نیاز: مس اکسید، آهن، پشم‌شیشه، لوله‌آزمایش، قاشقک، شیشه ساعت، گیرهٔ لوله‌آزمایش، چراغ بونزن، کبریت

به اندازهٔ یک اسپاتول (قاشقک) برادهٔ آهن و مس‌اکسید را در یک لولهٔ آزمایش با یکدیگر مخلوط کرده و مخلوط حاصل را به‌شدت حرارت بده.




آیا یک واکنش در حال انجام است؟

به نور قرمزرنگی که از مخلوط تابیده می‌شود نگاه کن.

پس از آن‌که لولهٔ آزمایش سرد شد، مواد داخل آن را بر روی (شیشه ساعت) بریز.

آیا می‌توانی فلز صورتی‌رنگ مس موجود در آن را ببینی؟

## پاسخگو باش

سعی کن مخلوطی از فلزها و اکسیدهای فلزی نوشته‌شده در جدول زیر را حرارت دهی. اگر واکنش انجام‌پذیر بود از علامت ✓ و در غیر این صورت از علامت × استفاده کن. (توجه داشته باش که وقتی به دنبال پیدا کردن علائم انجام یک واکنش هستی، روی اکسید با حرارت دادن به رنگ زرد درمی‌آید و پس از خنک شدن مجدد سفید خواهد شد).

چرا قبل از انجام دادن واکنش می‌توانی در بعضی از خانه‌های جدول از علامت × استفاده کنی؟

برای واکنش‌هایی که قابل انجام هستند یک معادلهٔ نوشتاری بنویس.

| اکسید فلزی | روی اکسید | آهن اکسید | مس اکسید |
|---|---|---|---|
| روی | × | | |
| آهن | | × | |
| مس | | | × |

## فسفر بسوزان

فرض کن مقداری روی اکسید داری که تمام اتم‌های روی موجود در آن، ایزوتوپ روی- ۶۴ هستند. حالا روی اکسید را با مقداری فلز روی مخلوط می‌کنیم (تمام اتم‌های موجود در فلز روی‌هم ایزوتوپ روی- ۶۶ هستند). حالا مخلوط را حرارت می‌دهیم. به نظرت چه اتفاقی می‌تواند بیفتد؟ پاسخ از دید اتمی مدّ نظر است.

یک فلز با واکنش‌پذیری بیشتر می‌تواند جانشین فلزی با واکنش‌پذیری کمتر در ترکیب آن شود.

پتاسیم
سدیم
منیزیم
آلومینیم
کربن
روی
آهن
قلع
سرب
مس

## کربن و سری واکنش‌پذیری فلزها

واکنش کربن و اکسیدهای آهن را به یاد دارید؟ کورهٔ ذوب‌آهن که سنگ معدن آهن (آهن اکسید) را با زغال کک (کربن) حرارت می‌دادند تا فلز آهن را استخراج کنند.

فلز آهن + کربن دی‌اکسید $\xrightarrow{\text{گرما}}$ کربن + اکسیدهای آهن

کربن فلز نیست و یک نافلز محسوب می‌شود اما می‌توان آن را باکمی چشم‌پوشی در سری واکنش‌پذیری فلزها قرار داد.

واکنش‌پذیری فلز کربن با اکسیژن و برخی نافلزها دیگر، از فلزهای آهن، روی، سرب و مس بیشتر است و همین موضوع باعث شده است تا از کربن برای استخراج برخی فلزها مانند آهن استفاده شود.

در مورد کربن جالب است بدانید که این عنصر تنها نافلزی است که همانند فلزها خاصیت رسانایی الکتریکی دارد و البته برخلاف فلزها با اسیدها وارد واکنش نمی‌شود.

کربن با برداشتن اکسیژن، اتم‌های سرب را تنها می‌گذارد.

**پاسنگو باش**

یخ خشک، کربن دی‌اکسید یا $CO_2$ جامد است. این ماده که مدام در حال تصعید شدن و آزاد کردن گاز $CO_2$ است (از گاز $CO_2$ برای خاموش کردن آتش استفاده می‌شود) دمای بسیار پایینی دارد و اگر به آن دست بزنی پوست دستت در اثر سرما آسیب می‌بیند. یکی از آزمایش‌های زیبا و خیره‌کننده، اکسیدشدن فلز منیزیم، روی سطح یخ خشک است. با توجه به اینکه سطح یخ خشک سرد است و اطراف آن نیز پر از گاز کربن دی‌اکسید است؛ چگونه اکسیدشدن منیزیم روی یخ خشک را توجیه می‌کنی؟

از میان فلزها آهن، سرب و پتاسیم کدام‌یک می‌تواند با یخ خشک واکنش دهد؟ چرا؟

**فسفر بسوزان**

سرب به‌واسطهٔ جایگاهش در سری واکنش‌پذیری فلزها با کمک کربن و بر اساس واکنش زیر از سرب اکسید جدا می‌شود.

کربن دی‌اکسید + سرب $\longrightarrow$ کربن + سرب اکسید

$$2PbO_{(s)} + C_{(s)} \longrightarrow 2Pb_{(s)} + CO_{2(g)}$$

اما سربی که در طبیعت و سنگ‌های معدنی و کانی‌های طبیعی وجود دارد سرب سولفید است. یعنی ترکیب سرب و گوگرد با فرمول شیمیایی $PbS$. برای استخراج سُرب از سُرب سولفید، از دو مرحله واکنش استفاده می‌کنند که واکنش مرحلهٔ دوم آن به‌صورت بالا است.

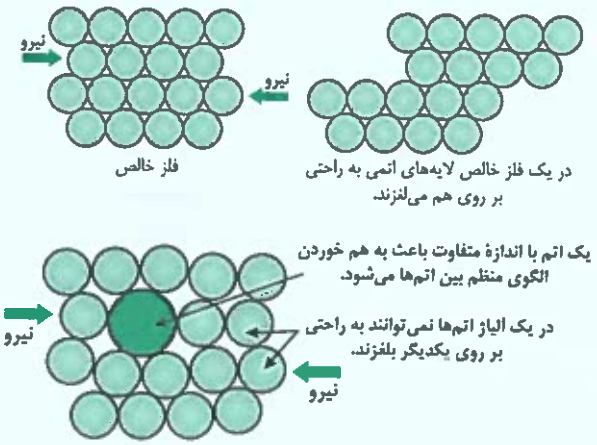
واکنش مرحلهٔ اول جداسازی سرب را بنویس

کنکاش کن

سنگ معدن مس که کالکوزیت نام دارد حاوی یکی از ترکیبات مس است که تنها با حرارت دادن تجزیه می‌شود و مس خالص از آن جدا می‌شود. با جست‌وجو و تحقیق پیرامون این مادهٔ معدنی و فرمول شیمیایی آن، واکنش‌های شیمیایی که باعث استخراج مس خالص از این سنگ معدن می‌شوند را پیدا کن و بنویس.

## فلزها در صنعت و زندگی روزمره

از گذشتهٔ خیلی دور، کمتر پیش‌آمده تا بشر فلزاتی را که به شکل خالص از طبیعت استخراج می‌شوند، به همان شکل استفاده کند. گاهی اوقات همهٔ خواص فلزها به‌صورت یک‌جا ممکن است برای ما مفید نباشند. ازاین‌رو از دیرباز فلزها به‌صورت مخلوط یا آلیاژ مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در آلیاژها که مخلوط فلزها مختلف با هم یا فلزها و یکی دو نافلز است، برخی خواص فلزها تقویت شده است و برخی خواص آن‌که خیلی کاربردی ندارد ضعیف شده است. برای مثال چدن که یک آلیاژ معروف از آهن و کربن است دیگر درخشنده و انعطاف‌پذیر نیست. اما در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی مقاوم است. آلیاژها نسبت به فلزهایی که آن‌ها را پدید آورده‌اند؛ سختی و استقامت بیشتری دارند. مثلاً وقتی‌که «آهن» را با مقدار کمتری «کربن» نسبت به چدن ترکیب کنیم، فولاد به دست می‌آید و این فولاد به‌مراتب سخت‌تر و محکم‌تر از آهن است. سپس با افزودن فلز دیگری به نام «کُروم»، فولاد ما به یک فولاد زنگ‌نزن تبدیل می‌شود. آلیاژ، مخلوط جامد فلزی متشکل از یک فلز اصلی که آن را فلز پایه می‌گویند با یک یا چند عنصر فلزی و یا غیرفلزی است. آلیاژ معمولاً خواصی متفاوت از عناصر تشکیل‌دهندهٔ خود دارد. بسته به میزان همگنی در اختلاط عناصر، آلیاژ می‌تواند تک فاز یا چند فازی باشد. هدف از آلیاژسازی، تغییر بهبود خواص ماده مانند چقرمگی، استحکام، سختی و... است.




جالب است بدانی

### آلیاژها

یکی از ویژگی‌های فلزها، قابلیت مخلوط شدن آن‌ها با فلزها و یا غیر فلزها دیگر است. این عمل معمولاً در حالت مذاب صورت می‌گیرد و به‌این‌ترتیب محلول یک یا چند جامد در جامد دیگر به دست می‌آید که به آن‌ها محلول جامد یا آلیاژ گفته می‌شود. آلیاژ معمولاً بسیار مفیدتر از مواد اولیهٔ تشکیل‌دهنده‌اش است. انسان از زمان‌های گذشته با چندین آلیاژ ازجمله برنج و برنز آشنا بوده است. برنج از مخلوط مس و روی مذاب و برنز از مخلوط مس و قلع مذاب به دست می‌آید.

جالب است بدانید

### آلیاژ سرامیکی

به محلول‌های جامدی که حداقل یکی از اجزای آن‌ها سرامیکی بوده و خواص سرامیکی داشته باشند، آلیاژ سرامیکی گفته می‌شود.

### آلیاژ فلزی

به محلول جامدی که حداقل یکی از اجزای آن‌ها فلز بوده و خواص فیزیکی و شیمیایی فلزی داشته باشند، آلیاژ فلزی گفته می‌شود.

### انواع آلیاژهای فلزی

آلیاژها را با توجه به فلز پایه‌شان به دو دستهٔ آهنی و غیر آهنی تقسیم می‌کنند. آلیاژهای آهنی، آلیاژهایی هستند که فلز پایه در آن‌ها آهن است. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به فولاد اشاره کرد. در مقابل، تمام آلیاژهایی که فلز پایه در آن‌ها، فلزی غیر از آهن است، آلیاژهای غیر آهنی خوانده می‌شوند.

### آلیاژهای غیر آهنی

فلز پایه در این آلیاژها، فلزی غیر از آهن است. مفرغ، برنج و بسیاری آلیاژهایی که می‌شناسیم، آلیاژهای غیر آهنی هستند. امروزه بیشتر چیزهای فلزی که استفاده می‌کنیم از آلیاژها ساخته‌شده‌اند. کمتر اتفاق می‌افتد که از فلزها به شکل خالص استفاده شود. حتی طلا و نقره هم به‌صورت آلیاژ استفاده می‌شوند. افزودن فلزها ارزان‌قیمت به طلا و نقره، نه‌تنها از جلوه‌شان نمی‌کاهد، بلکه باعث می‌شود در برابر سایش نیز مقاوم‌تر شوند. طلا و نقره معمولاً با مس ترکیب شده و تشکیل آلیاژ می‌دهند.

عیار طلا، نشان‌دهندهٔ مقدار فلز اضافه‌شده در آن است. عیار طلای خالص را ۲۴ فرض می‌کنند. بنابراین طلای ۱۸ عیار، طلایی است که از ۲۴ قسمت، ۱۸ قسمتش طلا و باقی مس است. یکی از آلیاژهای مشهور غیر آهنی «ورشو» است. این آلیاژ ترکیبی است از مس به‌عنوان فلز پایه و روی و نیکل به‌عنوان عناصر حل شونده. ورشو به علت شباهت‌اش به نقره، نقرهٔ آلمانی و نقرهٔ انگلیسی نیز گفته می‌شود.

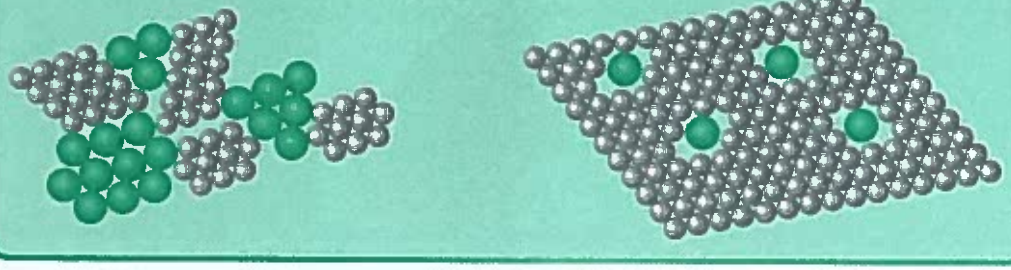
ملغمهٔ نقره: آلیاژی از نقره و جیوه است که از آن برای تهیهٔ مواد پرکنندهٔ دندان هم استفاده می‌شود. در این آلیاژها فلز پایه، جیوه است.

### آلیاژهای آهنی

فلز پایه در این آلیاژها آهن است. بسته به میزان کربن ترکیب‌شده در آن، به دو دستهٔ فولادها و چدن‌ها تقسیم می‌شوند. کربن در آهن، فولاد را به وجود می‌آورد. اضافه کردن عناصر دیگر غیر از کربن، خواص متفاوتی به فولاد می‌دهد. منگنز سبب سختی فولاد، نیکل باعث جلوگیری از خوردگی فولاد، تنگستن باعث محکمی و وجود کروم و نیکل سبب ضدزنگ شدن فولاد می‌شود. آهن ورزیده نیز آلیاژی است با کربن کم که در ساختن میخ پیچ، لولهٔ آب، زنجیر و... به کار می‌رود.

پاسخگو باش

در تصاویر زیر توضیح بده که کدام‌یک مربوط به آلیاژ است؟ کدام استحکام بیشتری دارد و نحوهٔ تهیه هرکدام چگونه است؟



## این‌همه شباهت فلزها از کجا آب می‌خورد؟

حتماً مدل اتمی بور را به خاطر دارید. همان مدلی که می‌گفت الکترون‌ها در لایه‌های مختلف، به دور هسته در حال چرخش هستند. به نحوهٔ قرار گرفتن الکترون‌ها در لایه‌های دور هسته، آرایش الکترونی می‌گویند. آرایش الکترونی فلزها از یک نظر دارای شباهت خاص و قابل‌توجهی است، همهٔ فلزها در آخرین لایهٔ خود یک، دو یا سه الکترون دارند. الکترون‌های لایهٔ آخر هر عنصر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و تعیین‌کننده بیشتر خواص فیزیکی و شیمیایی یک عنصر همین الکترون‌های لایهٔ آخر آن می‌باشد.

یکی از توجیه‌های علمی رسانا بودن فلزها، آزاد بودن الکترون‌های لایهٔ آخر اتم‌های فلزها است. وقتی در لایهٔ آخر عنصری، فقط یک، دو یا سه الکترون قرار دارد، به دلیل دور بودن آن الکترون‌ها از هسته، اثر بارِ مثبت پروتون‌ها، روی الکترون‌های لایهٔ آخر خیلی کمتر از اثر بار مثبت هسته روی دیگر الکترون‌ها است. درنتیجه الکترون‌های لایهٔ آخر نسبت به سایر الکترون‌ها آزادتر هستند و به‌راحتی بین اتم‌ها جابه‌جا می‌شوند. جریان برق نیز چیزی جز حرکت الکترون‌های آزاد در ماده نیست. به همین خاطر فلزها که الکترون آزاد دارند رسانای بهتری برای جریان الکتریسیته هستند.

به الکترون لایهٔ آخر فلزها، الکترون نامستقر می‌گویند. این الکترون‌ها باعث رسانایی و برخی خواص فلزها هستند.

## یادآوری: آرایش الکترون‌ها در مدل بور

از نظر بور، الکترون‌ها در فاصله‌های مشخصی از هسته به دور آن می‌چرخند. در اتم‌های کوچک تعداد الکترون‌ها کمتر است اما با بزرگتر شدن اتم، تعداد الکترون‌ها نیز بیشتر می‌شود. اگر قرار باشد برای هر الکترون یک مدار وجود داشته باشد اتم‌های بزرگ که الکترون‌های زیادی دارند با مشکل مواجه می‌شوند. هم‌چنین اگر قرار باشد همهٔ الکترون‌ها درون یک مدار قرار گیرند، باز هم برای اتم‌های بزرگ مشکل خواهد بود که تمام الکترون‌های خود را درون یک مدار قرار دهند. تجربه نشان داده است که الکترون‌ها در چندین لایهٔ محدود که تعدادشان از هفت بیشتر نمی‌شود، پخش هستند. چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در این لایه‌ها را آرایش الکترونی می‌گویند که از نظم زیر پیروی می‌کند:

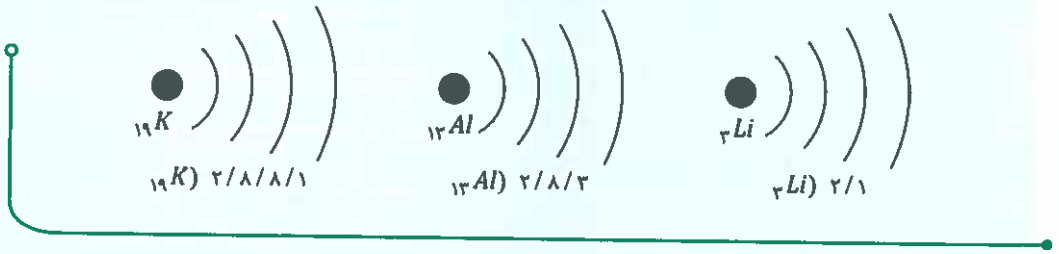
- شمارش لایه‌ها از سمت هسته به بیرون است.
- هرچه الکترون در لایه‌های بیرون‌تر باشد جدا کردن آن از اتم راحت‌تر است و انرژی کمتری لازم دارد.
- هر لایه ظرفیت مشخصی دارد که بیشتر از آن نمی‌تواند الکترون در خود جای دهد.

- ظرفیت اولین لایه دو الکترون است، دومین لایه هشت الکترون ظرفیت دارد، سومین لایه هیجده الکترون را در خود جای می‌دهد و لایهٔ چهارم نمی‌تواند بیشتر از سی‌ودو الکترون در خود تحمل کند.
- لایه‌ای که آخرین الکترون در آن قرار می‌گیرد دورترین لایه از هسته است که اهمیت ویژه نزد شیمی‌دان‌ها دارد. این لایه در اتم‌ها هیچ‌وقت گنجایش بیشتر از هشت الکترون ندارد.
- لایه آخر ممکن است اولین، دومین، سومین،... یا هفتمین لایه باشد.
- زمانی تعداد الکترون در یک لایهٔ الکترونی می‌تواند از ۸ بیشتر باشد که لایهٔ بیرونی‌تر لااقل ۲ الکترون داشته باشد.

در شکل مقابل آرایش الکترونی اتم کلسیم که دارای ۲۰ الکترون است را مشاهده می‌کنید. با وجود آنکه لایهٔ سوم گنجایش ۱۸ الکترون را دارد، اما فقط ۸ الکترون را در خود جای‌داده است. علت این است که اگر لایهٔ سوم ۱۰ الکترون باقی‌مانده را در خود جای می‌داد، لایهٔ آخر محسوب می‌شد. همان‌طور که قبلاً گفته شد آخرین لایه نباید بیشتر از ۸ الکترون داشته باشد. درنتیجه هشت الکترون را نگه داشت و دو الکترون را به لایهٔ چهارم فرستاد تا لایهٔ چهارم، آخرین لایه الکترون‌ها با کمتر از هشت الکترون تشکیل شود.

اتم یک عنصر دارای ۵ لایهٔ الکترونی است و در لایه‌های چهار و پنج به ترتیب ۱۰ و ۴ الکترون دارد. عدد اتمی این عنصر را پیدا کن.

**مثال:** آرایش الکترونی اتم‌های زیر را مشخص کنید.



با مراجعه به جدول زیر، عدد اتمی هر عنصر را پیداکرده و سپس آرایش الکترونی اتم‌های زیر را مشخص کن.

| ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He |
| 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne |
| 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe |
| 55 Cs | 56 Ba | 57 La* | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn |
| 87 Fr | 88 Ra | 89 Ac~ | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Cn | 113 Uut | 114 Uuq | 115 Uup | 116 Uuh | 117 Uus | 118 Uuo |

| | | |
|---|---|---|
| Be) ۲/۲ | C) | Ne) |
| Ca) | Si) | Cl) |
| Rb) | P) | Br) |
| Xe) | As) | Sn) |

برای هر کدام از عناصری که آرایش الکترونی اتم‌های آن را نوشتی مشخص کن که چند لایه دارند و در آخرین لایهٔ الکترونی خود چند الکترون دارند.

| | تعداد لایه | تعداد الکترون لایهٔ آخر | | تعداد لایه | تعداد الکترون لایهٔ آخر | | تعداد لایه | تعداد الکترون لایهٔ آخر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Be) | | | C) | | | Ne) | | |
| Ca) | | | Si) | | | Cl) | | |
| Rb) | | | P) | | | Br) | | |
| Xe) | | | As) | | | Sn) | | |

چه رابطه‌ای بین آرایش الکترونی، تعداد لایه‌ها و جدول عناصر داده‌شده مشاهده می‌کنی؟

تعداد لایه‌ها یا مدارهای الکترون در اتم برابر با شمارهٔ ردیف آن عنصر در جدول تناوبی است و برای عناصر گروه ۱، ۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ که به عناصر اصلی معروف هستند تعداد الکترون آخرین لایه با شمارهٔ گروه رابطهٔ مستقیم دارد:

عناصری که ۱ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱

عناصری که ۲ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۲

عناصری که ۳ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۳ یا ۳ اصلی

عناصری که ۴ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۴ یا ۴ اصلی

عناصری که ۵ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۵ یا ۵ اصلی

عناصری که ۶ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۶ یا ۶ اصلی

عناصری که ۷ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۷ یا ۷ اصلی

عناصری که ۸ الکترون در لایهٔ خود دارند در گروه ۱۸ یا ۸ اصلی

## جدول هماهنگ و عناصر طبقه‌بندی‌شده

همان‌طور که در پرسش قبل مشاهده کردید تعداد لایه‌ها یا مدارهای الکترون در اتم برابر با شمارهٔ ردیف آن عنصر در جدول تناوبی است و برای عناصر گروه ۱، ۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ که به عناصر اصلی معروف هستند تعداد الکترون آخرین لایه با شمارهٔ گروه، رابطهٔ مستقیم دارد. درواقع جدولی که در پرسش قبل استفاده کردید تکامل‌یافتهٔ جدولی است که دمیتری مندلیف، شیمی‌دان معروف روسی در سال ۱۸۷۰ پیشنهاد داد. زمانی که شیمی‌دان‌ها تصمیم به دسته‌بندی عناصر گرفتند، هنوز خبری از الکترون، پروتون و نوترون به‌عنوان ذرات موجود در اتم نبود. زمانی که دمیتری مندلیف جدول تناوبی عناصر را ارایه داد و عناصری را که در آن زمان کشف نشده بودند، پیش‌بینی کرد؛ فقط مدل اتمی دالتون ارائه شده بود و تصور از اتم یک کرهٔ توپر بدون ساختار داخلی بود. مندلیف بر اساس خواص شیمیایی و هم‌چنین وزن اتمی (که به‌صورت تجربی اندازه‌گیری شده بود) جدولی را پیشنهاد داد که امروزه با شناخت بیشتر از اتم و پیشرفت مدل‌های اتمی که ساختار درونی اتم را توصیف و توجیه می‌کنند، نظم و منطق حاکم بر آن تغییر نکرده است.

جدول مندلیف، اولین جدولِ طبقه‌بندی عناصر نبود. پیش از آن نیز دانشمندان برای طبقه‌بندی عناصر تلاش کرده بودند. حتی جدول سری واکنش‌پذیری عناصر نیز در راستای طبقه‌بندی عناصر شیمیایی به وجود آمد. درواقع اگر پیش‌بینی را یکی از هدف‌های مهم علم بدانیم، شاید راز ماندگاری جدول مندلیف به خاطر پیش‌بینی عناصری است که در آن زمان هنوز کشف نشده بودند.

به دو گزارهٔ زیر توجه کنید:

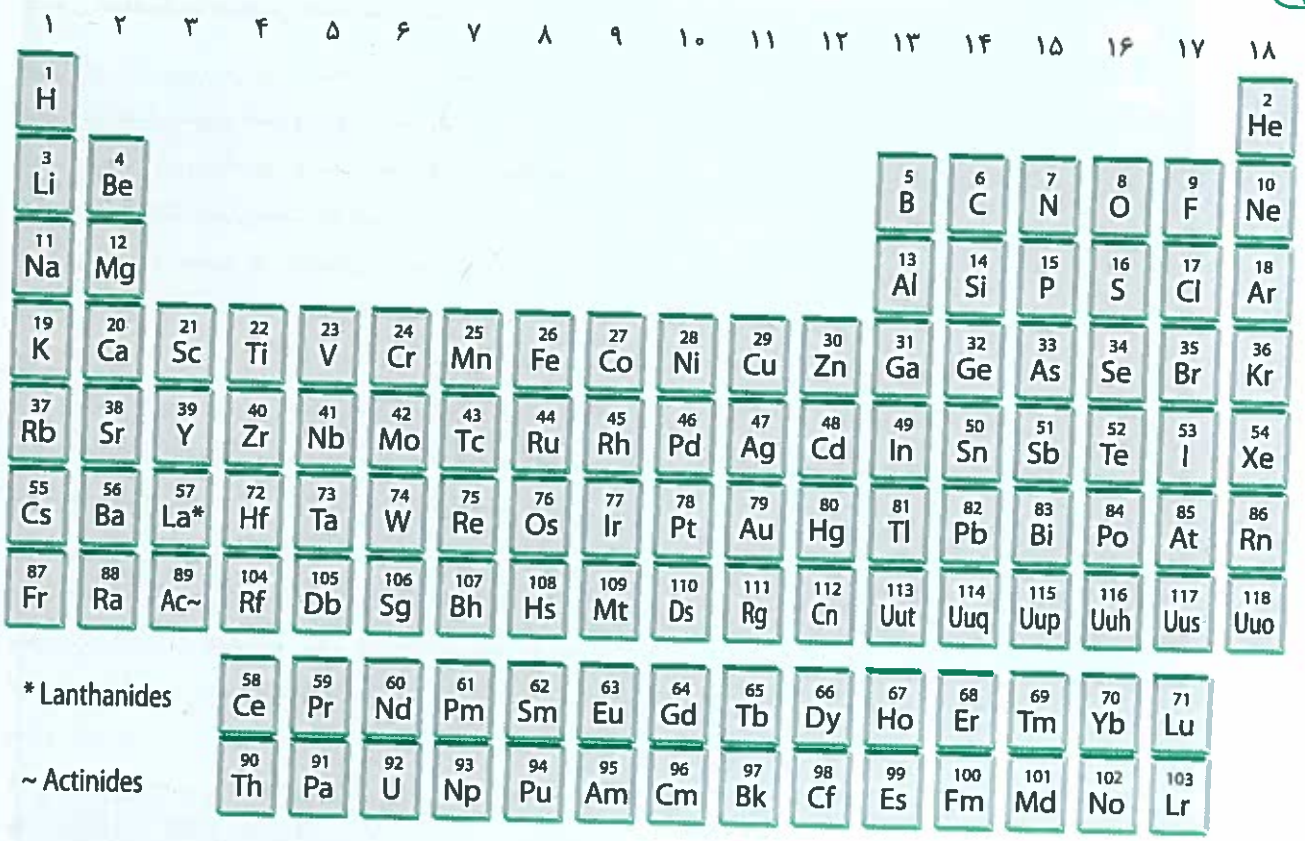
- مندلیف عناصر را بر اساس خواص شیمیایی و وزن اتمی در جدول خود طبقه‌بندی کرد.
- بین آرایش الکترون‌ها در اتم و جای آن در جدول تناوبی عناصر رابطه وجود دارد.

از این دو گزاره می‌توان نتیجه گرفت که آرایش الکترونی هر ماده و خواص شیمیایی آن باهم رابطه دارند. در ادامه خواهید دید که عناصری که آرایش الکترونی شبیه به هم دارند خواص شیمیایی مشابه هم نیز دارند. مثل فلزها که گفته شد در لایهٔ آخر خود یک، دو یا سه الکترون دارند.

جدول تناوبی عناصر یک جدول دوبعدی است که از هفت ردیف یا دوره و هیجده ستون یا گروه تشکیل شده است.

گروه‌های جدول به اصلی و فرعی (یا واسطه) تقسیم می‌شوند. گروه‌های ۳ تا ۱۲ گروه‌های فرعی هستند.

آرایش الکترونی لایهٔ آخر عناصری که در یک گروه قرار دارند شبیه به هم است.




## نافلزها، کم تعداد و پرتنوع

بیشتر عناصر جدول تناوبی فلز هستند. کلیهٔ عناصر گروه‌های یک تا دوازده فلز هستند و در گروه سیزده فقط یک عنصر کاملاً فلز نیست و شبه‌فلز محسوب می‌شود. از گروه چهارده هم نصف عناصر فلز و ما باقی **شبه‌فلز** و غیرفلز هستند.

در سمت دیگر جدول تمام عناصر دو گروه هیجده و هفده (۸ و ۷ اصلی) نافلز هستند و گروه‌های شانزده و پانزده (۶ و ۵ اصلی) روی‌هم فقط شش عنصر فلزی دارند.

نافلزها به خاطر فراوانی بالا در طبیعت و واکنش‌پذیری با یکدیگر و واکنش‌پذیری با فلزها ترکیبات متنوعی را به وجود می‌آورند که در طبیعت به‌وفور یافت می‌شوند.

دلیل دیگر تنوع خواص و ویژگی‌های نافلزها به آرایش الکترونی لایهٔ آخر آن‌ها مربوط می‌شود. بیشتر فلزها در لایهٔ آخر خود دو الکترون دارند، تعدادی هم در لایه آخر تک الکترونی و سه الکترونی هستند. اما عناصر نافلزها آرایش الکترونی متنوع‌تری دارند که این باعث شده است خصلت‌های متفاوتی را به وجود آورند.

جالب است بدانید

**شبه‌فلزها**

دیدی که فلزها تعداد زیادی از عنصرهای جدول را تشکیل می‌دهند. فلزها رفتار فیزیکی شبیه به هم و رفتار شیمیایی تا حدودی متفاوت دارند؛ اما می‌توانیم بعضی ویژگی‌های کلی را به آنها نسبت دهیم و از آنها به عنوان «خواص فلزی» نام ببریم. از طرفی نافلزها هم که پرتنوع هستند و خواص فیزیکی و شیمیایی آنها متفاوت است.

نتیجهٔ تفاوت خواص عنصرها این می‌شود که برخی از آنها دارای خواصی هستند که جزو خواص فلزی است؛ ولی در بعضی ویژگی‌های دیگر، به فلزها شباهت ندارند. به بیان دیگر بعضی عنصرها هستند که از جهاتی شبیه فلزها و از جهاتی شبیه نافلزها هستند. به این عناصر پا در هوا! میگوییم «شبه‌فلز».

به مورد سیلیسیم توجه کن: این عنصر در حالت جامد رسانای خوبی برای جریان برق نیست؛ ولی به بدی نافلزاتی مثل گوگرد هم نیست! سیلیسیم یک نیمه‌رسانا است. این عنصر تا حدودی براق است (شبیه به فلزها) ولی چکش‌خوار نیست (شبیه به نافلزها). پس سیلیسیم یک شبه‌فلز است.

عنصرهای بور، سیلیسیم، ژرمانیم، آرسنیک، آنتیموان، تلوریم و پلونیم شبه‌فلز هستند.

## نافلزهای اطراف ما

حدود نود و نه درصد بدن ما انسان‌ها از شش عنصر اکسیژن، هیدروژن، کربن، نیتروژن، فسفر و کلسیم ساخته‌شده است. در میان این شش عنصر فقط کلسیم در دستهٔ فلزها قرار دارد. با این‌که تعداد عناصر فلزی از نافلزها بیشتر است اما مقدار نافلزها در جایی که ما زندگی می‌کنیم، یعنی کرهٔ زمین (هواکره، آب‌کره و سنگ‌کره) بیشتر است. در اطراف ما مواد زیادی هستند که از نافلزها ساخته شده‌اند، مانند مواد آلی، اسیدها، پلاستیک‌ها و بیشتر مواد مصنوعی.

در ادامه می‌خواهیم بعضی نافلزها را به شکل مختصر بررسی کنیم.

### نیتروژن

نیتروژن یکی از فراوان‌ترین نافلزها هواکره است که هم در بدن موجودات زنده (مثل پروتئین‌ها) وجود دارد و هم در صنایع شیمیایی به‌صورت ماده‌ای به نام آمونیاک پرکاربرد است. آمونیاک مادهٔ مرکبی است که از نیتروژن و هیدروژن ساخته‌شده است و فرمول شیمیایی آن $NH_3$ است. آمونیاک در ساخت مواد صنعتی و مصنوعی که نیتروژن دارند کاربرد زیادی دارد. کود شیمیایی، باروت و مواد منفجره از محصولاتی هستند که آمونیاک در ساخت آن‌ها نقش اساسی دارد.

### اکسیژن

اکسید نافلزها (یعنی حاصل واکنش اکسیژن و یک نافلز) وقتی با آب ترکیب می‌شوند دسته‌ای از مواد را به وجود می‌آورند که اسید نام دارند. این مواد نیز از پرکاربردترین مواد در صنعت هستند. یکی از معروف‌ترین اسیدها، سولفوریک اسید است که فرمول شیمیایی آن $H_2SO_4$ می‌باشد. مولکول‌های این اسید از اتم‌های عناصر هیدروژن، اکسیژن و گوگرد ساخته‌شده‌اند که همگی نافلز هستند.

### نافلزها عجیب، نافلزها نجیب؛ همسایگان متفاوت

جدول تناوبی عناصر را نگاه کنید. دو گروه هفده و هیجده که در کنار هم قرار دارند هر دو از عناصر غیرفلز پرشده‌اند. از غیرفلزهایی که کاملاً باهم متفاوت هستند. عناصر این دو گروه خیلی باهم فرق دارند و فرق آن‌ها در واکنش‌پذیری است. عناصر گروه هفده واکنش‌پذیری زیادی دارند و اتم‌های آن‌ها به‌سرعت با عناصر مختلف (چه فلز و چه نافلز) ترکیب می‌شوند. اما عناصر گروه هیجده اصلاً واکنش‌پذیر نیستند. اتم‌های عناصر این گروه

همیشه تک‌وتنها هستند و با اتم هیچ عنصری ترکیب نمی‌شوند. به عناصر گروه هیجده، عناصر نجیب یا گازهای نجیب نیز می‌گویند.

**کربن**

این عنصر هم از نافلزهای بسیار جالب و مهم در شیمی است که در فصل سوم به شکل مفصل به آن می‌پردازیم.

*کمتر پیش می‌آید که اتم‌های عناصر واکنش‌پذیر، تک‌وتنها باشند. آن‌ها اگر اتم عنصر دیگری را برای ترکیب شدن پیدا نکنند با اتم دیگری از عنصر خودشان پیوند برقرار می‌کنند. به همین دلیل است که اتم‌های عناصری مانند اکسیژن، نیتروژن، یُد و ... هیچ‌وقت به‌صورت O، N، I در طبیعت حضور ندارند. این اتم‌ها معمولاً به‌صورت مولکول‌های $O_2$، $N_2$، $I_2$ در طبیعت پیدا می‌شوند.*

## بالا و پایینِ جدول تناوبی

در بخش قبل دیدید که همهٔ عناصر گروه هیجده از یک نظر (واکنش دادن) مثل هم رفتار می‌کردند و عناصر گروه هفده نیز ازنظر واکنش‌پذیری بی‌شباهت به هم نبودند! همچنین یاد گرفتید که مندلیف نیز عناصر را بر اساس شباهت‌های خواص شیمیایی، در جدول تناوبی عناصر دسته‌بندی کرده است.

سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که این شباهت‌ها چه‌قدر است، یا به‌عبارت‌دیگر عناصر یک گروه تا چه حد به هم شباهت دارند؟

*عناصری که در یک گروه قرار دارند، در یک یا چند ویژگی باهم مشترک هستند. برخی از این ویژگی‌های مشترک دارای شدت یا مقدار می‌باشند، مانند واکنش‌پذیر بودن، که می‌تواند زیاد یا کم باشد. مقدار یا شدت یک ویژگی در عناصر یک گروه متفاوت است.*

گفته شد همهٔ عناصر گروه هفده نافلزهای واکنش‌پذیر هستند. آیا این واکنش‌پذیری یکسان است؟ یعنی همان‌طور که کلر با یک عنصر دیگر واکنش می‌دهد، ید و برم نیز با آن عنصر واکنش می‌دهند؟ جواب منفی است. تجربه (شیمی یک علم تجربی است) نشان داده است که اتم‌های کلر نسبت به اتم‌های ید خیلی شدیدتر و سریع‌تر با اتم‌های عنصر دیگر واکنش می‌دهند. آزمایش‌های مختلف نشان داده است که در گروه هفدهم، عناصری که سبک‌تر هستند و در بالای گروه قرار دارند خیلی شدیدتر و سریع‌تر از عناصری که جرم اتمی بیشتری دارند و در خانه‌های پایین‌تر گروه قرار دارند واکنش می‌دهند. این‌گونه رفتارهای عناصر مختلف در یک گروه را «روند» می‌گویند. به‌عنوان مثال می‌گویند «روند واکنش‌پذیری عناصر گروه هفده از بالا به پایین، کاهش شدت واکنش است».

یکی دیگر از «روند»های معروف جدول تناوبی، واکنش‌پذیری فلزها گروه اول و دوم است. عناصر این دو گروه همگی فلز هستند و واکنش‌پذیری زیادی نسبت به سایر فلزها دارند. «روند واکنش‌پذیری عناصر گروه‌های یک و دو از بالا به پایین گروه، افزایش شدت واکنش است».

## گروه‌های نامدار! عناصر نام‌آور!

گروه‌های جدول تناوبی معمولاً از روی شماره‌شان شناخته می‌شوند، اما چند تا از گروه‌ها هستند که برای خود اسم‌ورسمی دارند. این گروه‌ها عناصری دارند که خیلی ورد زبان هستند و حتی اگر در طبیعت کمیاب باشند، آن‌قدر خواص و ویژگی‌های خاص دارند که جزء عناصر معروف قرار بگیرند.

قلیایی‌ها (گروه یک): وقتی نافلزها معرفی می‌شدند، گفته شد که ترکیب اکسید نافلزها با آب باعث به وجود آمدن دسته‌ای از مواد می‌شود به نام اسیدها. در مقابل اسیدها، دسته‌ای از مواد هستند که قلیا یا باز نام دارند. این دسته از مواد حاصل واکنش اکسید فلزها با آب هستند. فلزها گروه اول و دوم وقتی با اکسیژن ترکیب می‌شوند و اکسید فلزی می‌سازند بیشتر از فلزها گروه‌های دیگر در آب خاصیت قلیایی به وجود می‌آورند. خاصیت قلیایی فلزها گروه اول از گروه دوم بیشتر است.

به گروه دوم فلزها قلیایی خاکی می‌گویند به خاطر این‌که این عناصر در خاک بیشتر از جاهای دیگر یافت می‌شوند.

هالوژن‌ها (گروه هفده): حاصل واکنش فلز و نافلز می‌شود نمک. البته نمک‌ها از واکنش اسید و قلیا نیز به وجود می‌آیند. هالوژن به معنی نمک زا است. عناصر نافلزی که به‌شدت با فلزها واکنش می‌دهند نمک به وجود می‌آورند. نافلزها گروه هفدهم واکنش‌پذیری زیادی دارند به‌خصوص با فلزها. از همین رو به آن‌ها هالوژن می‌گویند و گروه هفدهم به گروه هالوژن‌ها معروف هستند.

### هالوژن:

در سال ۱۸۱۱ میلادی، یوهان سالومو کریستف شویگر پیشنهاد داد نام عنصری را که به تازگی کشف کرده بودند، هالوژن بگذارند؛ اما به پیشنهاد هامفری دیوی، نام این عنصر را «کلر» گذاشتند. بعدها و در سال ۱۸۴۲م. یوهان یاکوب برزلیوس پیشنهاد داد نام «هالوژن» برای گروه عنصرهای فلوئور، کلر، برم و ید به کار برود که به لحاظ شیمیایی شبیه هم هستند و از واکنش آنها با فلزها، نمک تولید میشود. هالوژن از ریشهٔ «هالس» به معنی نمک و دریا و «ژن» به معنی ساختن گرفته شده است. پس هالوژن یعنی سازندهٔ نمک دریا!

آدولف ویلهلم هرمان کولبه
*Adolph Wilhelm Hermann Kolbe*
(۱۸۱۸ ـ ۱۸۸۴)
شیمیدان آلمانی
این دانشمند بیشتر ترجیح می‌داد که با نام هرمان کولبه شناخته شود.

با نجابت‌ها (گروه هیجده): با گروه عناصر نجیب که آشنا شدید. این گروه که آخرین و هیجدهمین گروه از عناصر جدول تناوبی است، عناصری دارد که همگی در لایهٔ آخرشان هشت الکترون دارند. اگر یادتان باشد گفته بودیم که هیچ عنصری نمی‌تواند در لایهٔ آخر خود بیشتر از هشت الکترون داشته باشد. با این وصف می‌توانیم بگوییم که عناصر گروه هیجدهم (یا هشت اصلی) همگی لایهٔ آخرشان پر است. ویژگی و خصلت شیمیایی این عناصر این است که اتم‌های آن‌ها با هیچ ماده‌ای وارد واکنش نمی‌شود. همین خصلت باعث شده تا نام گروهشان عناصر نجیب باشد.

**کنکاش کن**

در کتاب علوم آمده که به خمیردندان مقداری فلوئور اضافه می‌کنند. تحقیق کن که نقش فلوئور چیست و چگونه این کار را انجام می‌دهد؟

در کتاب درسی می‌خوانیم که آهن در هموگلوبین و در خون وجود دارد. مولکول سبزینهٔ گیاهان هم دارای یک اتم فلزی است. ساختار این مولکول‌ها را پیدا کن.

**فسفر بسوزان**

با توجه به روند واکنش‌پذیری گروه نافلزها و گروه فلزها که در بخش‌های قبلی گفته شد، پیش‌بینی می‌کنی شدیدترین واکنشی که منجر به تولید نمک می‌شود بین کدام عناصر است؟

## طبیعت تقلبی

زمانی که بشر توانست ترکیبات شیمیایی طبیعی را تجزیه و بعد، سنتز کند؛ تحول بزرگی در علم شیمی رخ داد (سنتز یعنی ساختن ماده در آزمایشگاه). شاید فکر کنید که شیمی‌دان‌ها ابتدا مدل‌های اتمی و آرایش الکترون‌ها را کشف کردند و بعد موفق به سنتز ماده‌ها شدند. اصلاً این‌طور نیست! وقتی هرمان کولبه، استیک اسید (سرکه) که تا قبل از آن از مواد طبیعی و میوه‌هایی مثل سیب و انگور تهیه می‌شد را در آزمایشگاه ساخت؛ هنوز مندلیف جدول تناوبی عناصر را معرفی نکرده بود و خبری از دالتون و بور که مدل‌های اتمی‌شان علم شیمی را از نظر تئوری متحول کردند، نبود.

بعد از تجزیه و سنتز موادی که در طبیعت موجود بود، شیمی‌دان‌ها موادی را ساختند که در طبیعت وجود نداشت. یکی از این مواد، ماده‌ای بود به نام د.د.ت.(*DDT*) این ماده برای اولین بار در سال ۱۸۷۴ توسط یک دانشجوی آلمانی رشتهٔ شیمی سنتز شد. اما تا سال ۱۹۳۹ خواص حشره‌کشی آن کشف نشد، تا این‌که فردی به نام پُل هرمان مولر در سوییس متوجه اثرات د.د.ت. روی بندپایان شد و آن را کشف کرد. این دانشمند برای همین کشف در سال ۱۹۴۸ جایزهٔ نوبل را تصاحب کرد.

**هرمان مولر**
(۱۸۹۹ ـ ۱۹۶۵)
شیمیدان آلمانی

کشف د.د.ت.که تصادفی با جنگ جهانی دوم هم‌زمان شد، برای مبارزه با تیفوس که توسط شپش منتقل می‌شود، مورد استفاده قرار گرفت. چندی بعد خاصیت مؤثر این ماده در برابر پشه‌های ناقل انگل مالاریا توسط دانشمندان بریتانیایی، ایتالیایی و آمریکایی مشخص شد و سریع مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۵۵ برنامه‌ای برای مبارزهٔ جهانی علیه مالاریا به اجرا گذاشته شد و مقدار زیادی از این ماده در جهان ازجمله کشور ما مورد استفاده قرار گرفت.

اما به‌تدریج آثار مخرب این سم در طبیعت خودش را نشان داد. یکی از اولین نشانه‌هایش تأثیرات منفی آن روی پرندگان بود. سرانجام در سال ۱۹۶۲ خانم «راشل کارسون» در قالب یک کتاب، مضرات مصرف بی‌رویهٔ سموم را گوشزد کرد. این کتاب را می‌توان نقطهٔ عطفی در تاریخ مصرف سموم دانست و باعث شد که مصرف د.د.ت. به‌تدریج از سال ۱۹۷۰ در بسیاری از کشورها ممنوع شود.

دلیل اثرات مخرب د.د.ت. این است که این ماده در آب انحلال‌پذیری ناچیزی دارد ولی در عوض، در بافت چربی ذخیره می‌شود. کم حل شدن در آب باعث می‌شود میزان سمی که وارد بدن جاندار می‌شود، به‌وسیلهٔ آب دفع نشود و به‌تدریج در بدن جمع شود و اثرات ناگوار خود را برجای گذارد. د.د.ت. روی سیستم عصبی جانداران تأثیر می‌گذارد و فعالیت‌های عادی عصبی را مختل می‌کند و می‌تواند منجر به مرگ شود.

*حواسمان جمع باشد، سنتز شیمیایی فقط ساختن موادی که در طبیعت وجود دارد نیست. امروزه موادی سنتز می‌شود که قبلاً در طبیعت وجود نداشته است. اگر این مواد قبل از استفاده مورد آزمایش‌های دقیق قرار نگیرند و اثر آن‌ها روی طبیعت شناسایی نشود می‌تواند منجر به فاجعه‌های زیست‌محیطی شود.*

## دوستی و دشمنی مواد مصنوعی با طبیعت

مواد مصنوعی اهمیت زیادی در زندگی روزمرهٔ ما دارند. از لباسی که بر تن داریم تا در و پنجرهٔ خانهٔ ما بخشی از آن‌ها از مواد مصنوعی ساخته‌شده است. اگر مواد مصنوعی نبودند، به‌احتمال زیاد درختان زیادی قطع می‌شد تا ما میز و صندلی داشته باشیم. حیوانات زیادی کشته می‌شدند تا ما کیف و کفش داشته باشیم و معادن آهن و آلومینیم تمام می‌شدند تا ما در و پنجره داشته باشیم.

پلاستیک‌ها دستهٔ مهمی از مواد مصنوعی هستند که هم تنوع زیادی دارند و هم امروزه با پیشرفت علم شیمی خواص آن‌ها نیز در جهت نیاز بشر تغییر کرده است. پلاستیک نام عام یا کوچه‌بازاری دسته‌ای از مواد می‌باشد که از به هم پیوستن مولکول‌های طبیعی کوچک به وجود آمده‌اند. به این مواد در علم شیمی پلی‌مر یا بس‌پار می‌گویند به معنی مولکول بزرگی که از تعداد زیادی مولکول کوچک یک شکل درست‌شده است. این دسته از مواد، که با آن‌ها در فصل سوم بیشتر آشنا خواهید شد، بسته به نوع و چگونگی به هم پیوستن مولکول‌های کوچکشان از تنوع زیادی برخوردار هستند. از الیاف پلی‌مری در ساختن لباس و از شمش‌های پلیمری در ساختن وسایل مختلف استفاده می‌شود. یونولیت و اسفنج مصنوعی که بسیار سبک و غیر مقاوم هستند مادهٔ پلی‌مری محسوب می‌شوند. همچنین یو پی وی سی (*U.P.V.C*) که به سبب استحکام بالا و مقاوم بودن، با آن در و پنجره می‌سازند نیز مادهٔ پلی‌مری به‌حساب می‌آید.

یکی از ویژگی‌های مواد پلی‌مری دیر تجزیه شدن آن‌ها در طبیعت است. این مواد صدها سال در طبیعت باقی می‌مانند بدون آنکه تجزیه شوند و به طبیعت بازگردند. برای همین توصیه می‌شود که مواد مصنوعی خود را تا جایی که امکان دارد استفاده کنید و دیر آن را دور بیندازید و اگر در آینده یک شیمی‌دان موفق شدید حتماً روی بازگردانی پلاستیک‌ها به طبیعت یا ساختن مواد مصنوعی طبیعت‌دوست کار و تحقیق کنید.

**کنکاش کن**

دربارهٔ *UPVC* تحقیق کن.

سعی کن به جمع‌آوری مطلب دربارهٔ ساختار مولکول‌های این ماده و کاربردهایش در صنعت بپردازی.

# لغت‌نامه

| ترجمه | واژهٔ علمی | توضیحات |
|---|---|---|
| آرایش الکترونی | *Electron Configuration* | آرایشی نمادین برای بیان چگونگی قرارگیری الکترون‌های یک اتم در اطراف هستهٔ آن. |
| آلیاژ | *Alloy* | مخلوطی از چند عنصر به شکل همگن که معمولاً دارای یک عنصر اصلی فلز و یک یا چند فلز و یا نافلز دیگر است. |
| اسید | *Acid* | دسته‌ای از مواد شیمیایی که ترشمزه و سوزاننده و خورنده هستند و در ساختار مولکولشان اتم هیدروژن (با شرایط خاص) وجود دارد |
| اکسید شدن | *Oxidation* | واکنش با اکسیژن را گویند: اگر یک ماده اکسید شود، به مولکول آن ماده اتم اکسیژن اضافه می‌شود و یا اتمهای آن به اتم‌های اکسیژن متصل می‌شوند و محصولهای متفاوتی ایجاد می‌کنند. |
| الکترون آزاد | *Free Electron* | الکترون یا الکترون‌هایی که وابستگی چندانی به هستهٔ اتم ندارند. این الکترون‌ها با انرژی اندک می‌توانند از اتم خارج شوند. فلزها دارای الکترون آزاد هستند. |
| بَسپار | *Polymer* | مولکول‌هایی درشت که نتیجهٔ به هم پیوستن تعداد زیادی مولکول کوچک و معمولاً یکسان هستند. |
| برنج | *Brass* | آلیاژهایی قابل بازیافت از جنس مس و روی که در حدود ۹۰۰ $C^\circ$ ذوب می‌شوند. یک نوع آن را برنز می‌گویند! |
| برنز | *Bronze* | آلیاژی از جنس مس و قلع که در ساخت سازها و محصولات هنری کاربرد دارد. از دیگر کاربردهای این آلیاژ، در مسابقات ورزشی و به عنوان نشان کسب جایگاه سوم است. |
| بویل، رابرت | *Boyle, Robert* | دانشمند اهل کشور ایرلند که در زمینه‌های مختلف از جمله گازها فعالیت می‌کرد و پایه‌گذار علم شیمی است. |
| پلاستیک | *Plastic* | دسته‌ای از مواد پلیمری (دارای اتم‌های کربن، هیدروژن و نیتروژن) که بر خلاف لاستیک‌ها، مولکول‌های کشسان ندارند و در قابلیت انعطاف متفاوت و متنوع هستند. |
| جدول تناوبی عنصرها | *Periodic Table of Elements* | جدولی که عناصر شیمیایی مشابه را در دسته‌هایی عمودی قرار داده و کلاً عناصر را به ترتیب از سبک به سنگین (یا بر اساس افزایش عدد اتمی) کنار هم چیده است. |
| جلای فلزی | *Metallic luster* | خاصیتی مشترک بین فلزها که به براقیت سطح آنها مربوط است. در مورد فلزهای واکنش‌پذیر، برای مشاهدهٔ جلای فلزی باید سطح تازه بریده شدهٔ آنها را بررسی کرد |
| چدن | *Cast Iron* | آلیاژی از آهن ( تقریباً ۹۵ درصد)، کربن (۲ تا ۶ درصد) و سیلیسیم (۱ تا ۳ درصد)که انعطاف کمی دارد ولی از استحکام بسیار زیادی برخوردار است و به رنگهای سفید و سیاه وجود دارد. |
| چکش‌خواری | *Malleability* | خاصیتی که به‌طور معمول در فلزها وجود دارد. این ویژگی نشان‌دهندهٔ شکل‌پذیری در اثر ضربه‌های فیزیکی است. |

| ترجمه | واژهٔ علمی | توضیحات |
|---|---|---|
| د.د.ت. | *D.D.T.* | جامدی بیرنگ، بی‌مزه و معمولاً بدون بو که برای کشتن حشرات به کار می‌رود و دارای فرمول $C_{14}H_9Cl_5$ است. |
| دوره | *Period* | به عنصرهایی در جدول تناوبی می‌گویند که در یک ردیف یا سطر افقی در کنار هم جای گرفته‌اند و خصوصیاتشان به تدریج تغییر می‌کند. |
| رسانایی | *Conduction* | توانایی انتقال! رسانایی الکتریکی و گرمایی مهمترین انواع رسانایی هستند که معمولاً در عناصر فلزی بیشتر از نافلزی وجود دارند. |
| سری واکنش‌پذیری فلزها | *reactivity series of metals* | جدولی که در آن فلزهای مختلف بر اساس میزان واکنش‌پذیری مرتب شده‌اند. هر چه جایگاه یک فلز بالاتر باشد، نشان‌دهندهٔ تمایل بیشتر آن فلز به واکنش است. |
| شبه‌فلز | *Metalloid* | چند عنصر در جدول تناوبی (مثل سیلیسیم) که در برخی خواص به فلزها و در بعضی دیگر به نافلزها شبیه هستند. |
| عدد اتمی | *Atomic Number* | عددی که شمارهٔ یک عنصر در جدول تناوبی را نشان می‌دهد و برابر با تعداد پروتونهای درون هستهٔ اتمهای آن عنصر است. |
| عناصر اصلی | *Main Elements* | عنصرهایی در جدول که در گروههای اصلی (گروههای ۱ و ۲ و ۱۳ تا ۱۸) قرار دارند. |
| عناصر واسطه (فرعی) | *Transition Elements* | عنصرهای گروههای ۳ تا ۱۲ جدول تناوبی (گروههای واسطه) را گویند. تمام این عنصرها فلز هستند. |
| عنصر | *Element* | مادهای که فقط از یک نوع اتم ساخته شده باشد. این ماده با روش‌های شیمیایی به مواد سادهٔ دیگر تبدیل نخواهد شد. |
| فلز | *Metal* | بخش عمده‌ای از عنصرها که در برخی خواص از جمله براقیت و هدایت الکتریکی شبیه هستند. مخلوطهای فلزی هم از مواد پرکاربرد شیمیایی هستند. |
| فلزهای قلیایی | *Alkali Metals* | فلزهای مستقر در گروه اول جدول تناوبی؛ این عنصرها در اثر واکنش با آب، محلولی با خصلت بازی (قلیایی) ایجاد می‌کنند. |
| فلزهای قلیایی خاکی | *Alkaline-Earth Metals* | فلزهای گروه دوم جدول که در اثر واکنش با آب محلول قلیایی میسازند و در سنگ‌کره هم به وفور یافت میشوند. |
| فولاد زنگ‌نزن | *Stainless Steel* | آلیاژی بر پایهٔ آهن که مقادیری هم کربن و کروم دارد و در برابر خوردگی و زنگ زدن مقاوم است. |
| کولبه، آدولف ویلهلم هرمان | *Kolbe, Adolph Wilhelm Hermann* | شیمی‌دان آلمانی قرن نوزدهم که در شکلگیری شیمی آلی سهم بسزایی داشت. او با سنتز آزمایشگاهی استیک اسید از کربن دیسولفید به رد نظریهٔ حیاتگرایی کمک شایانی کرد. |
| گازهای نجیب | *Noble Gases* | عناصر گروه ۱۸ جدول تناوبی را گویند. این عناصر میل به واکنش ندارند و از این رو نجیب یا بیاثر خوانده میشوند. |
| گروه | *Group* | ستون‌های عمودی در جدول تناوبی، متشکل از عناصری که به لحاظ رفتار شیمیایی و خواص فیزیکی به هم شباهت دارند. |

| ترجمه | واژهٔ علمی | توضیحات |
|---|---|---|
| مدل اتمی بور | *Bohr Atomic Model* | توصیفی که نیلز بور از ساختار اتم‌ها ارایه کرد. این مدل را مدل سیارهای یا منظومهٔ شمسی هم مینامند. |
| ملغمه | *Amalgam* | آلیاژی که فلز جیوه با دیگر فلزها میسازد. |
| مندلیف، دمیتری ایوانوویچ | *Mendeleev, Dmitri Ivanovich* | شیمی‌دان اهل روسیه؛ او در قرن نوزدهم جدولی را معرفی کرد که عنصرها را بر اساس افزایش جرم اتمی و با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، دسته‌بندی کرده بود. |
| مولر، پُل هرمان | *Müller, Paul Hermann* | شیمی‌دان اهل سوییس که به خاطر کشف خاصیت حشره‌کشی برای د.د.ت. برندهٔ جایزهٔ نوبل در طب شد. |
| نافلز | *Nonmetal* | عناصری در جدول تناوبی (در سمت راست) که خواص کلی مربوط به فلزها را دارا نیستند. |
| هالوژن | *Halogen* | نافلزهایی که در گروه ۱۷ جدول تناوبی قرار دارند و تمایل دارند با فلزهای فعال واکنش داده و نمک (مواد یونی) ایجاد کنند. |
| واکنش‌پذیری | *Reactivity* | میزان تمایل یک ماده به شرکت در واکنش‌های مختلف را میرساند. ممکن است در برابر واکنش‌دهنده‌های مختلف، میزان واکنش‌پذیری مواد تغییر نماید. |
| وزن اتمی | *Atomic Weight* | مقیاسی است که برای بیان جرم اتمهای عنصرهای مختلف، بر اساس جرم اتم کربن بنا نهاده شده است. وزن اتمی عملاً معادل مجموع تعداد پروتونها و نوترونهای موجود در هستهٔ یک اتم است. |

# تمرین‌ها

۱. در هر مورد مشخص کنید که به علت کدام ویژگی این فلز بوده است که چنین کاربردی پیداکرده است.

الف) لیتیم در باتری قابل شارژ
ب) آلومینیم در نردبان
پ) پلاتین در لوازم پزشکی
ت) سدیم در مبدل حرارتی نیروگاه هسته‌ای
ث) سرب در گلولهٔ تفنگ
ج) مس در کابل برق
چ) آلومینیم در بازتابنده‌های نجومی
ح) آهن در اتومبیل
خ) طلا در *cpu*
د) مس در ظروف آشپزخانه
ذ) تیتانیم در وسایل ارتوپدی
ر) کروم در فولاد زنگ نزن

۲. سه مورد از ویژگی‌های فلز منگنز را بنویسید!

۳. فرانسیم در تمام مدت تابستان به‌صورت مایع باقی می‌ماند! پس چه‌طور به‌عنوان یک فلز شناخته می‌شود؟

۴. لیتیمی که در باتری‌های قابل شارژ استفاده می‌شود در قسمت‌های مرکزی آن قرار دارد. اگر این فلز در پوشش بیرونی استفاده می‌شد چه مشکلاتی پیش می‌آمد؟

۵. آلیاژ چیست؟

۶. جدول را کامل کنید.

| وسیله | از فلز استفاده کنیم یا نافلز؟ | چرا؟ |
|---|---|---|
| لولهٔ بخاری | | |
| گردنبند | | |
| بدنهٔ پریز | | |
| آچار فرانسه | | |
| روکش سیم | | |
| لوله‌های پشت یخچال | | |
| دستگاه پرس | | |
| بدنهٔ دماسنج | | |
| گلدان | | |

۷. عنصر سیلیسیم (*Si*) در لایهٔ سوم خود، چهار الکترون دارد.

الف) آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

ب) عدد اتمی این عنصر چند است؟

۸. دانشمندی به نام « بالار» در سال ۱۸۲۶ عنصر برم ($Z=۳۵$) را کشف کرد.

الف) نماد این عنصر را بنویسید.

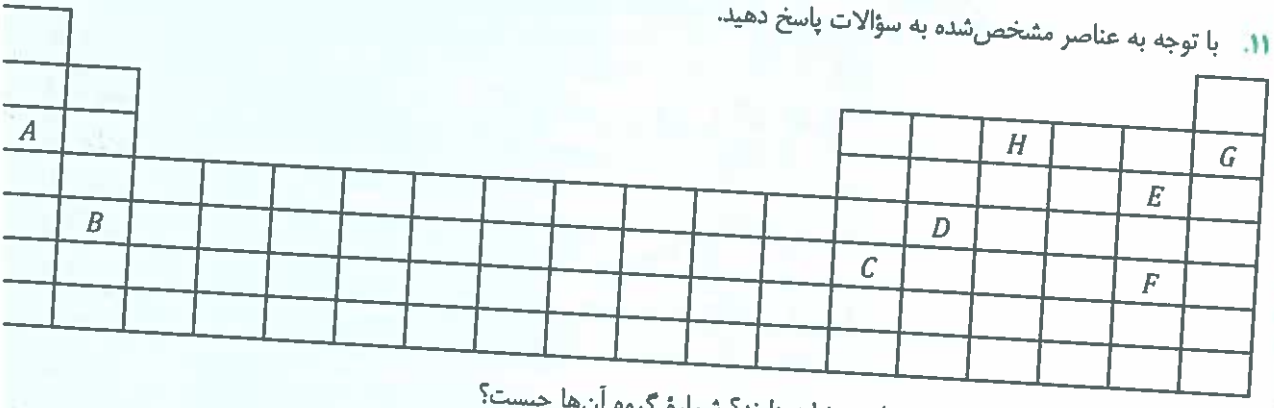
ب) آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

پ) این عنصر به کدام دوره و گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

۹. عدد جرمی اتمی ۷۰ و تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ آن ۸ است. آرایش الکترونی این اتم را رسم کنید.

۱۰. جدول تناوبی عنصرها شامل چند گروه است؟

۱۱. با توجه به عناصر مشخص‌شده به سؤالات پاسخ دهید.




الف) کدام دو عنصر خواص شیمیایی مشابه دارند؟ شمارهٔ گروه آن‌ها چیست؟

ب) کدام عنصرها در دورهٔ سوم جای دارند؟

پ) کدام عنصر در لایهٔ آخر خود دارای ۲ الکترون است؟

ت) کدام عنصر متعلق به گروه پنجم اصلی است؟

ث) لایهٔ آخر کدام عنصر از الکترون پرشده است؟

ج) کدام عنصر واکنش‌پذیرترین نافلز است؟

۱۲. چرا لایهٔ میانی پنجره‌های دوجداره را با آرگون پر می‌کنند؟

۱۳. چکش‌خواری را تعریف کنید.

۱۴. منظور از واکنش‌پذیری چیست؟

۱۵. واکنش جانشینی را با مثال توضیح دهید.

۱۶. در هر دسته بیشترین واکنش‌پذیری مربوط به کدام عنصر است؟ چرا؟

الف) $_{19}K$ و $_{12}Mg$ و $_{13}Al$

ب) $_{14}Si$ و $_{2}He$ و $_{16}S$

۱۷. هر توضیح را به فلز مربوط به متصل کنید.

| کاربرد | عنصر فلزی |
|---|---|
| در ساخت وسایل جراحی کاربرد دارد. | روی |
| در پماد ضد آفتاب به فراوانی وجود دارد. | جیوه |
| این فلز از راه تنفس نیز جذب می‌شود. | سرب |
| برای پوشش ظروف مسی به‌کار برده می‌شود. | تیتانیم |
| جزء اصلی باتری اتومبیل است. | قلع |
| این فلز را نیز می‌توان به همراه جیوه به‌عنوان فلز مایع در نظر گرفت. | نیکل |
| در هواپیماسازی مصرف فراوان دارد. | آلومینیم |
| در ساخت آلیاژهای زنگ نزن استفاده می‌شود. | فرانسیم |
| این فلز کیلویی ۱۰۰ میلیون تومان است!!! | پالادیم |

۱۸. مزیت لیوان‌های یک‌بارمصرف کاغذی بر انواع پلاستیکی آن چیست؟

۱۹. آرایش الکترونی $_{37}Rb$ را رسم کرده و دوره و گروه آن را مشخص کنید.

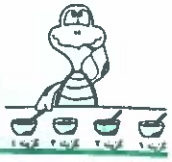
۲۰. چند نمونه از الیاف مصنوعی را نام ببرید.

۲۱. چرا آهن رسانای جریان برق است ولی نیتروژن چنین نیست؟ ( از دیدگاه اتمی )

۲۲. کربن یک نافلز است، سه مورد از ویژگی‌های این عنصر را بنویسید.

۲۳. چرا فلز پتاسیم از گروه یک نسبت به کلسیم از گروه دو، واکنش‌پذیری بیشتری دارد؟

۲۴. هلیم بعد از هیدروژن دومین عنصر فراوان سازندهٔ جهان هستی است، با وجود این فراوانی زیاد، چرا به‌عنوان گاز نجیب در نظر گرفته می‌شود؟



## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

**۱. کدام‌یک از گزاره‌های زیر نادرست است؟**

۱) مس، سرب، طلا، نقره اولین فلزهای بودند که بشر آن‌ها را کشف کرد.
۲) تمام فلزها در دمای معمولی جامد هستند.
۳) واکنش‌پذیری طلا با اکسیژن بسیار پایین است و دارای جلای فلزی می‌باشد.
۴) رسانایی الکتریکی جزو خواص فیزیکی فلزها می‌باشد.

**۲. با توجه به سری واکنش‌پذیری فلزها، در کدام گزینه مقایسهٔ میزان واکنش‌پذیری فلزها درست انجام شده است؟**

۱) آهن > آلومینیم > منیزیم ۲) سرب > نقره > مس
۳) کلسیم > قلع > روی ۴) آلومینیم > سرب > پلاتین

**۳. چند گزاره از گزاره‌های زیر درست است؟**

*A*) واکنش پتاسیم با اسید انفجاری است.
*B*) سدیم و پتاسیم مانند لیتیم و مس توانایی واکنش دادن سریع با آب را دارند.
*C*) قلع مانند سرب در مجاورت با هوای گرم توانایی تشکیل یک لایهٔ اکسید را دارد.
*D*) پلاتین، نقره و سرب حتی با بخار آب هم واکنش نمی‌دهند.
*E*) واکنش‌پذیری قلع با اسید از نقره بیشتر است.

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) پنج

**۴. تمام فلزها زیر با بخار آب واکنش می‌دهند، جز .....**

۱) روی ۲) مس
۳) نقره ۴) قلع

**۵. کدام‌یک از آزمایش‌های زیر بدون فرآورده خواهد بود؟**

۱) اکسید مس + نقره ۲) اکسید آهن + آلومینیم
۳) اکسید قلع + روی ۴) اکسید سرب + قلع

۶. تمام واکنش‌های زیر امکان‌پذیر هستند، جز:

۱) $Fe_2O_3 + 3Zn \rightarrow 3ZnO + 2Fe$

۲) $2Al + 3PbO \rightarrow Al_2O_3 + 3Pb$

۳) $SnO + Pb \rightarrow Sn + PbO$

۴) $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$

۷. کدام‌یک از واکنش‌های زیر امکان‌پذیر نیست؟

۱) $2PbO + C \rightarrow 2Pb + CO_2$

۲) $FeO + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$

۳) $Cu + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2$

۴) $Fe_2O_3 + 3Mg \rightarrow 3MgO + 2Fe$

۸. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) آلیاژ مخلوط فلزها مختلف باهم یا مخلوط فلزها با یک یا دو نافلز است.

۲) چدن یک آلیاژ معروف از آهن و کربن است که در برابر خوردگی مقاوم است و مانند آهن انعطاف‌پذیر است.

۳) فولاد آلیاژ آهن و کربن است که میزان کربن آن از چدن کمتر است.

۴) با اضافه کردن کروم به فولاد می‌توان به فولاد زنگ نزن دست پیدا کرد.

۹. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) به محلول‌های جامدی که حداقل یکی از اجزای آن‌ها سرامیکی بوده و خواص سرامیکی داشته باشند، آلیاژ سرامیکی گفته می‌شود.

۲) به محلول جامدی که حداقل یکی از اجزای آن‌ها فلز بوده و خواص فیزیکی و شیمیایی فلزی داشته باشند، آلیاژ فلزی گفته می‌شود.

۳) آلیاژهای آهنی، آلیاژهایی هستند که فلز پایه در آن‌ها آهن است. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به فولاد اشاره کرد.

۴) عیار طلای خالص را ۲۴ فرض می‌کنند. بنابراین طلای ۱۸ عیار، طلایی است که از ۲۴ قسمت، ۱۸ قسمتش طلا و باقی نقره است.

۱۰. تعداد الکترون‌های لایهٔ آخر کدام عنصر از بقیه بیشتر است؟

۱) ${}^{45}_{21}Sc$

۲) ${}^{93}_{41}Nb$

۳) ${}^{85}_{37}Rb$

۴) ${}^{32}_{16}S$

۱۱. به ترتیب در کدام گزینه ( از راست به چپ ) با توجه به عدد اتمی‌های داده‌شده عناصر در گروه فلزها قلیایی، فلزها قلیایی خاکی و هالوژن‌ها قرار دارند؟

۱) ۱۱ - ۱۲ - ۱۶

۲) ۲۲ - ۲۳ - ۳۵

۳) ۳۷ - ۳۸ - ۵۲

۴) ۱۹ - ۲۰ - ۳۵

۱۲. کدام گزینه درست می‌باشد؟

۱) مندلیف بر اساس خواص فیزیکی و هم‌چنین وزن اتمی جدول خود را پیشنهاد داد.

۲) مندلیف اولین دانشمندی بود که دست به طبقه‌بندی عناصر زد و دلیل مشهور بودنش نیز همین امر است.

۳) تعیین‌کنندهٔ بیشتر خواص فیزیکی و شیمیایی یک عنصر الکترون‌های لایهٔ آخر آن عنصر می‌باشد.

۴) پتاسیم با عدد اتمی نوزده در لایهٔ آخر خود دو الکترون دارد.

۱۳. گزاره‌های زیر در مورد جدول تناوبی هستند. چند گزاره از گزاره‌های زیر درست می‌باشد؟

A) تمام عناصر گروه‌های یک تا دوازده فلز هستند.

B) عناصر تشکیل دهندهٔ گروه سیزده تا گروه هیجدهم فقط جزو شبه‌فلزات و نافلزها می‌باشند.

C) گروه یک جدول تناوبی واکنش‌پذیرترین فلزها و گروه هفدهم واکنش‌پذیرترین نافلزها جدول تناوبی هستند.

D) بیشتر ترکیبات موجود در طبیعت فلزی هستند چراکه فراوانی نافلزها کم است.

E) عناصر گروه هجدهم کمترین تمایل را به واکنش دادن با بقیه عناصر دارند.

۱) یک

۲) دو

۳) سه

۴) چهار

۱۴. کدام گزینه نادرست می‌باشد؟

۱) از بین شش عنصری که بیشترین درصد را در عناصر تشکیل‌دهندهٔ بدن انسان دارند کلسیم تنها فلز است.
۲) مواد آلی، اسیدها و پلاستیک‌ها نمونه‌هایی از موادی هستند که با نافلزها ساخته‌شده‌اند.
۳) عنصری با عدد اتمی ۳۵ جزو واکنش‌پذیرترین فلزها محسوب می‌شود.
۴) واکنش $Ba(OH)_2(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow Ba(NO_3)_2(aq) + H_2O(l)$ جزو واکنش‌های امکان‌پذیر است.

۱۵. کدام گزینه در مورد نافلزها درست است؟

۱) آمونیوم مادهٔ مرکبی با فرمول $NH_3$ در ساخت مواد مصنوعی و صنعتی که نیتروژن دارند کاربرد زیادی دارد.
۲) اکسید نافلزها وقتی با آب ترکیب می‌شوند دسته‌ای از مواد را به وجود می‌آورند که باز نام دارند.
۳) تمامی گازهای نجیب در لایهٔ آخر خود هشت الکترون دارند.
۴) از هلیم، نئون و آرگون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری شناخته‌نشده است.

۱۶. کدام گزینه در مورد روندهای جدول تناوبی درست می‌باشد؟

۱) در گروه هالوژن‌ها هر چه از بالا به پایین گروه حرکت می‌کنیم واکنش‌پذیری نافلزها بیشتر می‌شود.
۲) پتاسیم با عدد اتمی ۱۹ در گروه یک از سدیم با عدد اتمی ۱۱ واکنش‌پذیری کمتری دارد.
۳) واکنش‌پذیری عنصری با عدد اتمی ۳۸ از عنصری با عدد اتمی ۲۰ بیشتر است.
۴) همواره با افزایش عدد اتمی میزان واکنش‌پذیری بیشتر می‌شود.

۱۷. محصول کدام‌یک از واکنش‌های زیر درست حدس زده نشده است؟

۱) اکسید فلزهای گروه اول و دوم + آب ⟵ باز
۲) فلزها قلیایی + عناصر گروه هالوژن‌ها ⟵ نمک
۳) اسید + قلیا ⟵ نمک
۴) اکسید نافلزها + آب ⟵ باز

۱۸. کدام گزینه نادرست است؟

۱) د.د.ت در آب انحلال‌پذیری پایینی دارد.
۲) سرعت تجزیهٔ پلاستیک بسیار پایین است.
۳) به هر فعالیت تجزیه در آزمایشگاه سنتز می‌گویند.
۴) اسفنج مصنوعی یک پلیمر سبک و غیر مقاوم است.

۱۹. محصول کدام واکنش درست ذکر نشده است؟

۱) از واکنش $HCl$ و $NaOH$ نمک تولید می‌شود.
۲) از واکنش $K_{19}$ با $Br_{35}$ نمک تولید می‌شود.
۳) از واکنش اکسید منیزیم با آب اسید تولید می‌شود.
۴) از واکنش $SO_2$ با آب اسید تولید می‌شود.

۲۰. واکنش کدام گونه با اکسیژن از بقیه انفجاری‌تر است ؟

۱) $Na_{11}$ ۲) $Ca_{20}$ ۳) $Rb_{37}$ ۴) $Cs_{55}$

۲۱. مجموع الکترون‌های لایهٔ آخر کدام گزینه از بقیه بیشتر است؟

۱) $Al_{13} - P_{15}$ ۲) $Kr_{36} - Cs_{55}$
۳) $Zr_{40} - Mn_{25}$ ۴) $Ba_{56} - Sc_{21}$

۲۲. اکسید روی با کدام‌یک از عناصر زیر واکنش نمی‌دهد؟

۱) کلسیم ۲) منیزیم
۳) آهن ۴) آلومینیم

**۲۳. گزاره‌های زیر توصیف‌کنندهٔ کدام عنصر می‌توانند باشند؟**

**با بخارآب به مقدار کمی واکنش می‌دهد. در مجاورت هوای گرم یک لایه اکسید تشکیل می‌دهد. به‌آرامی با اسید واکنش می‌دهد.**

۱) منیزیم ۲) مس ۳) روی ۴) نقره

$$Al_2O_{3(s)} + Fe_{(s)} \rightarrow Fe_2O_3 + Al$$

**۲۴. در مورد واکنش روبه‌رو کدام گزینه درست است؟**

۱) مجموع ضرایب موازنهٔ این واکنش شش است.
۲) اکسید آهن در واکنش به‌صورت جامد تولید خواهد شد.
۳) جزو واکنش‌های جابه‌حایی دو گانه است.
۴) چنین واکنشی رخ دادنی نیست.

$$Fe_2O_3(s)+Mg(s) \rightarrow MgO + Fe$$

**۲۵. در مورد واکنش روبه‌رو کدام گزینه نادرست است؟**

۱) مجموع ضرایب واکنش پس از موازنه برابر با ۹ است.
۲) $MgO$ به‌صورت جامد تولید می‌شود.
۳) نمونه‌ای از واکنش‌های جابه‌جایی یگانه است.
۴) چنین واکنشی رخ دادنی نیست.

**۲۶. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) فلزها قلیایی به علت داشتن یک الکترون آزاد در لایهٔ آخر خود واکنش‌پذیرترین فلزها هستند.
۲) عناصر گروه هالوژن‌ها با گرفتن یک الکترون در لایهٔ آخر خود کامل خواهند شد و این علتی برای واکنش‌پذیری بالای این عناصر است.
۳) گازهای نجیب به علت داشتن هشت الکترون در لایهٔ آخر خود علاقه‌ای به واکنش دادن با بقیهٔ عناصر ندارند.
۴) فلزها قلیایی خاکی با از دست دادن دو الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب دورهٔ قبل خود می‌رسند.

**۲۷. تمام عناصر زیر با اسید رقیق واکنش می‌دهند، جز:**

۱) نقره ۲) روی
۳) قلع ۴) سرب

$$HBr + KOH \rightarrow H_2O + KBr$$

**۲۸. با توجه به واکنش داده‌شده کدام گزینه نادرست است؟**

۱) فرآورده‌های این واکنش آب و نمک هستند.
۲) مجموع ضرایب موازنهٔ این واکنش برابر ۴ است.
۳) $KOH$ یک اسید است که در واکنش با باز $HBr$، نمک تولید می‌کند.
۴) حالت $HBr$ و $KBr$، «$aq$» است.

**۲۹. کدام گزینه در مورد کربن نادرست است؟**

۱) نافلز است.
۲) توانایی عبور جریان الکتریسیته را دارد.
۳) دارای دو دگرشکل الماس و گرافیت، است.
۴) توانایی واکنش با اسیدها را دارد.

**۳۰. در کدام گزینه واکنش‌پذیری عناصر به‌درستی باهم مقایسه شده است؟**

۱) $_{17}Cl < _{35}Br$ ۲) $_{12}Mg > _{11}Na$
۳) $_{18}Ar < _{53}I$ ۴) $_{55}Cs < _{37}Rb$

**با توجه به جدول زیر که نشان‌دهندهٔ بخشی از سری واکنش‌پذیری فلزها است، به سؤال ۳۱ تا ۳۵ پاسخ دهید.**

| |
|---|
| کلسیم |
| منیزیم |
| آلومینیم |
| روی |
| آهن |
| قلع |
| سرب |
| مس |

**۳۱. کدام گزینه نادرست است؟**

۱) درصورتی‌که روی‌اکسید را در واکنش با آلومینیم قرار دهیم، اتم‌های اکسیژن تمایل به جدا شدن از روی و واکنش دادن با آلومینیم رادارند.

۲) قلع، سرب و مس نسبت به آهن واکنش آرام‌تری با اسید رقیق دارند.

۳) در گروه فلزها قلیایی خاکی هرچه از بالا به پایین حرکت می‌کنیم واکنش‌پذیری فلزها کم‌تر می‌شود به همین دلیل واکنش‌پذیری منیزیم از کلسیم بیشتر است.

۴) می‌توان گفت یکی از دلایل واکنش‌پذیری بالاتر منیزیم نسبت به آلومینیم تعداد الکترون‌های لایهٔ آخر است.

**۳۲. واکنش زیر را در نظر بگیرید. کدام گزینه می‌تواند به‌جای $X$ و $Y$ قرار بگیرد؟**

$$Fe_2O_3 + X \rightarrow Y + Fe$$

۱) $Y = SnO, X = Sn$

۲) $Y = ZnO, X = Zn$

۳) $Y = Cu_2O, X = Cu$

۴) $Y = AlO, X = Al$

**۳۳. توصیف زیر در مورد کدام عنصر می‌تواند باشد؟**

عنصری است که به‌آرامی با اسید گرم واکنش می‌دهد. میزان واکنش آن با بخارآب بسیار کم است. درصورتی‌که اکسید این ماده را در واکنش شیمیایی با مس قرار دهیم، واکنشی رخ نخواهد داد. این عنصر در مقابل عبور تشعشعات هسته‌ای مقاوم است.

۱) آهن ۲) کلسیم ۳) سرب ۴) طلا

**۳۴. فرض کنید یک واکنش شیمیایی از نوع جانشینی یگانه دارید که در آن روی حضور دارد، کدام‌یک از فلزها توانایی جانشین شدن به‌جای روی دارد؟**

۱) آهن ۲) مس ۳) نقره ۴) لیتیوم

**۳۵. واکنش کدام ماده با بخار آب سریع‌تر است؟**

۱) آهن ۲) روی ۳) قلع ۴) کلسیم

# فصل ۲

# رفتار اتم‌ها با یکدیگر

یون پتاسیم برای فعالیت عضله قلب لازم است. زهر مار «مامبا» حاوی مقدار زیادی یون پتاسیم است؛ مقدار فراوان این یون حیاتی می‌تواند کشنده باشد.

**اگر این فصل را به خوبی مطالعه کنی و کارهای خواسته‌شده را به دقت انجام دهی:**

- می‌دانی که کوچک‌ترین ذرهٔ یک ماده چیست و چگونه مشخص می‌شود و به چه شکل و صورتی در طبیعت وجود دارد.
- آرایش الکترونی عناصر را یاد می‌گیری و می‌توانی آرایش الکترونی عناصر مختلف را رسم کنی.
- ارتباط خواص و آرایش الکترونی را خواهی فهمید.
- با انواع پیوندهای شیمیایی آشنا می‌شوی و می‌توانی تشخیص دهی چه زمانی، چه نوع پیوندی بین اتم‌ها تشکیل می‌شود.
- می‌توانی ساختار مواد مرکب را با کمک مدل‌های علمی نمایش دهی و فرمول شیمیایی آنها را بنویسی.

## معدن اتم‌های اسرارآمیز

انرژی اتمی، نوعی انرژی است که از هسته‌های اتم یک عنصر گرفته می‌شود. به احتمال زیاد خیلی‌ها فکر می‌کنند که در قلب راکتور (واکنش‌گاه) یک نیروگاه هسته‌ای عنصر خالص و غنی‌شده اورانیم را قرار می‌دهند و هسته آن را می‌شکافند... .

اورانیمی که از معدن استخراج می‌شود به‌صورت سنگ است. این سنگ معدن معمولاً از اورانیم اکسید ($U_3O_8$) تشکیل شده است و غلظت آن در سنگ معدن از ۰/۰۵ تا ۰/۳ درصد تغییر می‌کند؛ یعنی سنگی که فقط درصد اندکی از آن فلز اورانیم، آن‌هم به‌صورت ترکیب با اکسیژن است.

سنگ معدن پس از استخراج آسیاب شده و سپس در سولفوریک اسید ریخته می‌شود تا ناخالصی‌ها گرفته شود و اورانیم اکسید با غلظت بیشتر که به کیک زرد معروف است آماده مراحل بعدی شود. در مرحله بعدی اتم‌های اورانیمی که درون ترکیب اورانیم اکسید، بودند با گاز فلوئور واکنش می‌دهند و یک مادهٔ جدید با فرمول شیمیایی $UF_6$ تولید می‌کنند که دیگر در آن، خبری از اکسیژن نیست.

بعد از این مرحله اورانیم را دوباره به یک مادهٔ مرکب دیگر تبدیل می‌کنند که فرمولش $UO_2$ است و اورانیم دی‌اکسید نام دارد. $UO_2$ ماده‌ای است که درون قلب رآکتور نیروگاه هسته‌ای قرار می‌گیرد تا هستهٔ اتم اورانیم آن شکافته شود.

**دست به کار شو**

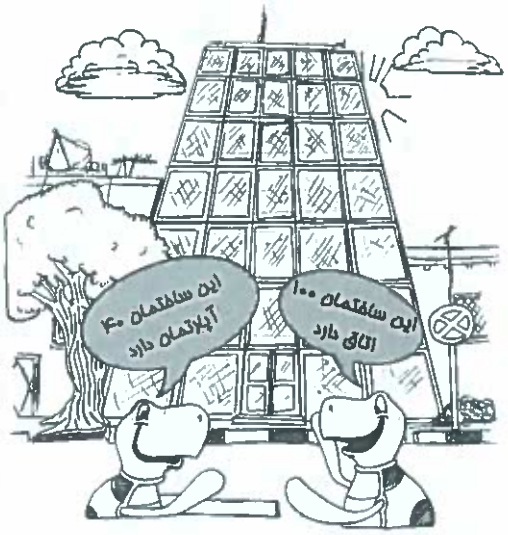
مراحل تغییرات سنگ معدن اورانیم به سوخت نیروگاه را به تصویر درآور.

## کوچک‌ترین ذرهٔ جنجالی

از گذشته دور دغدغهٔ فیلسوفان و دانشمندان این بوده که بدانند مواد موجود در دنیا از چه چیزی ساخته شده اند. اگر فرض کنیم الکترون، پروتون و نوترون کوچک‌ترین ذرات سازنده اتم هستند، آیا می‌توان آن‌ها را کوچک‌ترین ذرهٔ سازنده یک ماده به‌حساب آورد؟ خیر! معمولاً هیچ‌وقت ذرات زیراتمی ($e, p, n$) کوچک‌ترین ذره یک ماده محسوب نمی‌شود.

برای اینکه یک چیز کوچک‌ترین ذرهٔ سازنده ماده به‌حساب آید؛ چه ویژگی‌ای باید داشته باشد؟ اولین و مهم‌ترین ویژگی «کوچک‌ترین ذره سازنده» یک ماده این است که تمام خواص شیمیایی آن ماده را دارا باشد و بتوان آن را به‌عنوان نماینده کل ماده در نظر گرفت.

اینکه فقط خواص شیمیایی می‌تواند نماینده کوچک‌ترین ذره باشد، به این خاطر است که خواص فیزیکی زمانی معنی پیدا می‌کند که مقدار قابل‌توجهی ماده (اصطلاحاً توده‌ای از ماده) وجود داشته باشد.



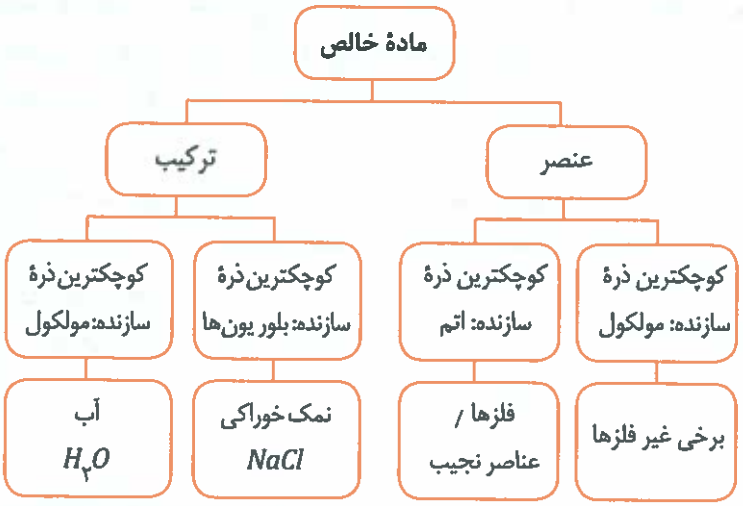
کوچک‌ترین ذرهٔ سازندهٔ یک ماده، باید نمایندهٔ بیشتر خواص شیمیایی -و نه فیزیکی- آن ماده باشد.

بر اساس قراری که گذاشته شد، کوچک‌ترین ذره یک ماده باید تمام خواص شیمیایی آن ماده را داشته باشد پس با دانستن این موضوع که آب یک ماده مرکب با فرمول شیمیایی $H_2O$ است، قطعاً اتم‌های هیدروژن $(H)$ یا اکسیژن $(O)$ به‌تنهایی کوچک‌ترین ذره آب به‌حساب نمی‌آیند، زیرا اتم این عناصر ویژگی‌های آب را ندارند. با این توصیف حتماً متوجه شدید که منظور از «کوچک‌ترین ذره سازنده» چیست و چرا کوچک‌ترین ذره سازنده آب مولکول آن است.

یک مادهٔ خالص در طبیعت به شکل‌های مختلفی می‌تواند وجود داشته باشد. بیشتر عنصرهای فلز به‌صورت اتمی وجود دارند و کوچک‌ترین ذره سازنده آن‌ها اتم است. برخی عنصرهای نافلز مانند عناصر گروه هفدهم که اتم‌های واکنش‌پذیری دارند، معمولاً به‌صورت اتمی در طبیعت وجود ندارند. عنصر کلر در طبیعت به‌صورت گازی با مولکول‌های دواتمی وجود دارد؛ بنابراین کوچک‌ترین ذره سازنده یک عنصر نیز می‌تواند مولکولی باشد که از یک نوع اتم تشکیل شده است.

برای مواد مرکب خالص دو حالت وجود دارد: ۱- کوچک‌ترین ذره سازنده مولکول باشد. ۲- کوچک‌ترین ذره سازنده آرایش منظم سه‌بعدی متشکل از یون‌های مثبت و منفی باشد.

**یون حالتی از مولکول یا اتم است که تعداد پروتون و الکترون‌های آن مولکول یا اتم باهم برابر نباشد.**



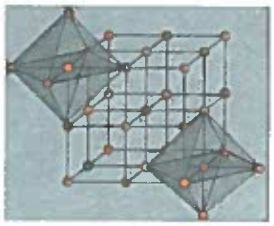
دالتون
ارائه دهندهٔ نظریهٔ اتمی
انگلیسی
۱۷۶۶ تا ۱۸۴۴ میلادی

## ترکیبات یونی، زمانی که یون‌ها، مادهٔ مرکب می‌سازند

بیش از دویست سال پیش، جان دالتون دانشمند معروف شیمی و یکی از ارائه‌کنندگان اولین مدل‌های اتمی، گفته بود بین اتم‌ها جاذبه و ربایشی وجود دارد که باعث می‌شود اتم‌های یکسان یک عنصر در کنار یکدیگر قرار بگیرند یا اتم‌های دو یا چند عنصر متفاوت، با یکدیگر ترکیب شوند و یک ماده مرکب تشکیل دهند. در آن زمان دالتون هیچ ایده‌ای برای بیان نوع نیرویی که این اتم‌ها را کنار همدیگر نگه می‌دارد، نداشت. امروزه فهمیده‌ایم که در برخی از ترکیبات اتم‌ها با نیروی جاذبه الکترواستاتیک (الکتریکی) کنار هم قرارگرفته‌اند و یک ماده مرکب را می‌سازند. نیروی جاذبهٔ الکترواستاتیکی زمانی به وجود می‌آید که دو ذره با بارهای متفاوت در نزدیکی هم قرارگرفته باشند.

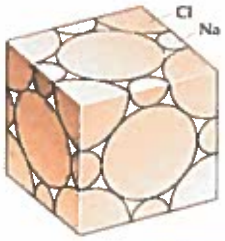
به مواد مرکبی که اتم‌های سازنده آن به‌صورت یون‌های مثبت و منفی با نیروی جاذبه الکترواستاتیکی به هم متصل شده‌اند، ترکیبات یونی می‌گویند. برای توصیف ساده‌ترین و کوچک‌ترین جزء سازندهٔ این ترکیبات، از کلمه

مولکول استفاده نمی‌شود. در ترکیبات یونی، ذرات بسیار محکم و پایدار در کنار همدیگر قرار گرفته‌اند؛ به صورتی که نمی‌توان مرزی بین مولکول‌های آن مشخص کرد. برای همین به‌جای کلمه مولکول از کلمهٔ «سلول واحد بلور» برای توصیف کوچک‌ترین قطعه از ساختار بزرگ و بلوری آن‌ها استفاده می‌شود. یک سلول بلوری شامل کمترین تعداد ممکن از یون‌های مثبت و منفی است که نماینده ساختار عظیم‌الجثه یک بلور ترکیب یونی هستند.



در شکل‌های حاشیهٔ صفحه، ساختار قرارگیری یون‌ها در چند نوع ترکیب یونی و سلول واحد بلورِ آن‌ها را می‌بینید:

فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی از روی ساختار بلوری آن مشخص می‌شود. این فرمول ساده‌ترین نسبت بین یون‌های مثبت و منفیِ تشکیل دهنده است. برای مثال در نمک خوراکی که شکل بلور آن را در تصویر کنار، مشاهده می‌کنید، به ازای هر ۱ یون مثبت سدیم، ۱ یون منفی کلر نیز وجود دارد، ازاین‌رو فرمول نمک خوراکی را به‌صورت $NaCl$ می‌نویسند؛ اما در ساختاری بلوری ترکیب یونی «روی کلرید» به ازای هر یون مثبت فلز روی، ۲ یون منفی نافلز کلر وجود دارد؛ برای همین فرمول شیمیایی این ترکیب را $ZnCl_2$ می‌نویسند.




**نکته: در ادامهٔ فصل، با نحوهٔ نمایش فرمول ترکیب‌های یونی آشنا خواهید شد.**

**دست به کار شو**

فعالیتی برای مقایسهٔ رسانایی چند مادهٔ مرکب و محلول آنها

مواد و وسایل مورد نیاز: سدیم کلرید (نمک خوراکی)، شکر، الکل، آب مقطر، بشر متوسط، منبع تغذیه، لامپ کوچک، ۳ قطعه سیم، ۲ الکترود گرافیتی

شرح آزمایش: با استفاده از وسایلی که داری و با راهنمایی معلم خود، یک مدار مطابق شکل زیر ببند. حالا در شرایط زیر، منبع تغذیه را روشن کرده و روشنایی لامپ را بررسی کن؛ فقط حواست باشد که الکترودها باهم تماس پیدا نکنند:

الف) زمانی که بشر خالی است!

ب) زمانی که بشر حاوی نمک خوراکی به شکل جامد است.

پ) زمانی که بشر حاوی پودر شکر است.

ت) زمانی که بشر حاوی الکل است.

ث) زمانی که بشر حاوی محلول نمک در آب است.

ج) زمانی که مقدار نمک محلول در همان مقدار از آب را افزایش دادهاید.

چ) زمانی که بشر حاوی محلول شکر در آب است.

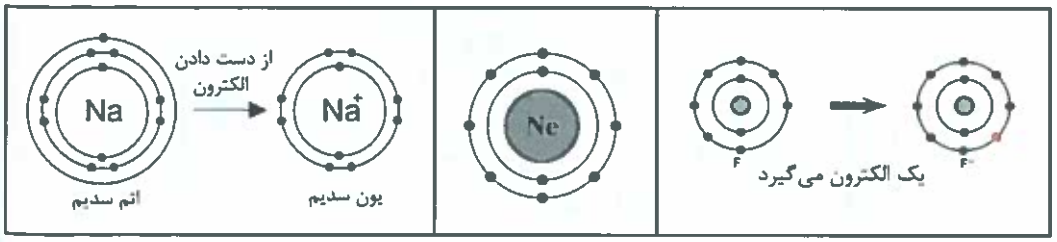
از اجرای آزمایش بالا چه نتیجه‌ای به دست می‌آید؟

اگر انواع مواد جامد را در آزمایش رسانایی مورد استفاده قرار دهید، مشاهده می‌کنید که فقط فلزات و همچنین گرافیت (که یک نافلز بوده و از کربن خالص ساخته شده است) از خود رسانایی الکتریکی نشان می‌دهند. عامل رسانایی در این حالت فقط الکترون‌های آزاد فلزات و گرافیت هستند که می‌توانند آزادانه حرکت کنند. اما هنگام

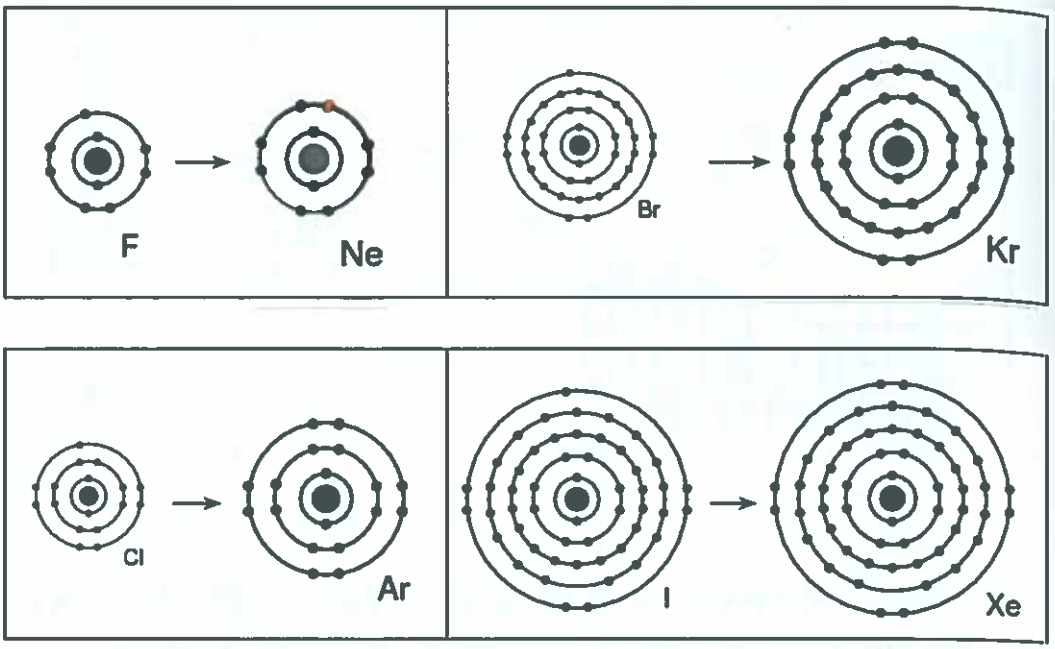
عبور جریان برق، هیچ‌گونه واکنش شیمیایی اتفاق نمی‌افتد و ماهیت این مواد بدون تغییر باقی می‌ماند.
اگر ماده مورد آزمایش مایع باشد، حتماً مشاهده کرده‌اید که آب خالص به‌راحتی نمی‌تواند جریان الکتریسیته را از خود عبور دهد. درواقع عبور جریان‌های الکتریکی قوی از آب، باعث تجزیه شدن آن به گازهای هیدروژن ($H_2$) و اکسیژن ($O_2$) می‌شود (به این رخداد الکترولیز، برق‌کافت یا تجزیه با جریان برق گفته می‌شود)؛ اما اگر کمی نمک خوراکی را در آب حل کنیم، عمل رسانایی الکتریکی به‌خوبی انجام می‌شود. به موادی نظیر نمک خوراکی که محلول آن‌ها در آب می‌تواند جریان الکتریسیته را از خود عبور دهد الکترولیت گفته می‌شود. سرکه، آب‌لیمو و جوش‌شیرین نیز از جمله مواد الکترولیت محسوب می‌شوند. موادی نظیر گچ، شکر و الکل نیز که پس از انحلال در آب قادر به انتقال جریان الکتریسیته نمی‌باشند غیر الکترولیت نام دارند.
در الکترولیت‌ها عامل اصلی رسانایی، یون‌ها هستند. درواقع یون‌های سازندهٔ بسیاری از ترکیبات یونی، پس از انحلال در آب، از هم جدا (تفکیک) می‌شوند و محلول پر از این یون‌ها می‌شود. یون‌های رهاشده! نیز امکان رسانایی الکتریکی را فراهم می‌کنند. مثلاً انحلال نمک خوراکی در آب باعث جدا شدن یون‌های $Na^+$ , $Cl^-$ سازنده بلور می‌شود که قادر به انتقال جریان الکتریسیته هستند. برخی دیگر از ترکیبات یونی مانند گچ اصلاً در آب حل نمی‌شوند. بنابراین هیچ یونی را نیز در محلول آزاد نمی‌کنند تا بتوانند رسانای جریان الکتریکی باشند. برخی دیگر از ترکیبات نظیر شکر و الکل اصلاً از یون ساخته نشده‌اند که بتوانند در آب یون آزاد کنند. از سوی دیگر این ترکیبات الکترون آزاد (مانند فلزات یا گرافیت) نیز ندارند، به همین دلیل نمی‌توانند رسانایی الکتریکی داشته باشند.

## یون‌ها، اتم‌هایی با آرایش دیگران

یک عنصر وقتی به یون تبدیل می‌شود که اتم آن یک یا چند الکترون از دست می‌دهد و یا به دست می‌آورد؛ اما چه چیزی باعث می‌شود که یک عنصر تمایل به یون شدن پیدا کند؟ و سؤال دیگر این‌که کدام عنصرها دوست دارند الکترون از دست بدهند و یون مثبت شوند و کدام عنصرها تمایل به گرفتن الکترون و تبدیل‌شدن به یون منفی دارند؟
در فصل قبل زمانی که آرایش الکترون‌های عناصر گفته شد و ارتباط آرایش آن‌ها با خواص فیزیکی، شیمیایی و جایگاه آن‌ها در جدول تناوبی بحث شد، مشاهده کردید که آرایش الکترون‌ها و تعداد آن‌ها در لایه آخر اهمیت بسیار زیادی دارد و رفتار و ویژگی‌های یک عنصر به آرایش الکترونی و تعداد الکترون‌های لایهٔ آخر آن عنصر ارتباط بسیار زیادی دارد. تمایل یک عنصر برای تبدیل‌شدن به یون مثبت یا منفی، به الکترون‌های لایه آخر آن وابسته است. واقعیت این است که وقتی یک عنصر تبدیل به یون مثبت یا منفی می‌شود، آرایش الکترونی آن شبیه آرایش الکترونی یک عنصر دیگر می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:

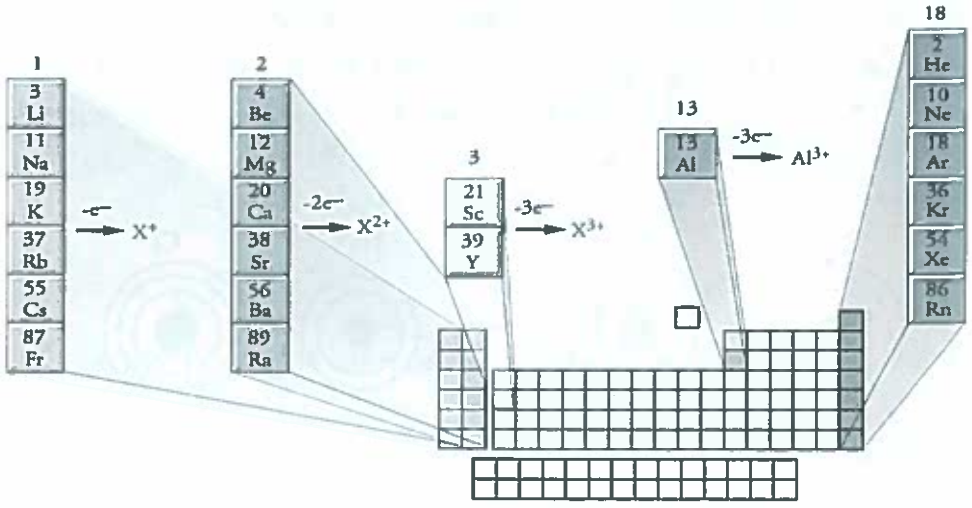


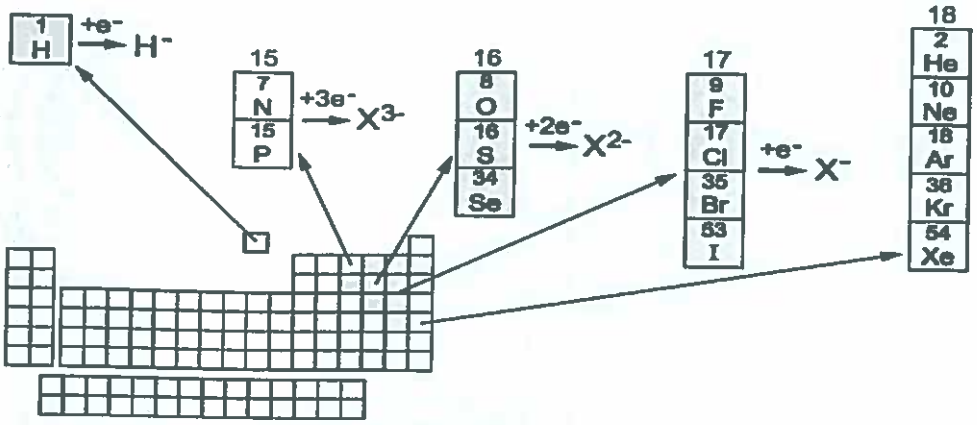

همان‌طور که مشاهده کردید عنصر سدیم ($Na$) با از دست دادن الکترون، آرایشی شبیه عنصر نئون ($Ne$) پیدا کرد و عنصر فلوئور نیز با گرفتن الکترون به یون $F^-$ تبدیل شد که آن نیز آرایشی مشابه عنصر نجیب $Ne$ دارد. اگر به تصویر صفحهٔ بعد نگاه کنید مشاهده خواهید کرد که هرکدام از عنصرهای گروه هفده (هفت اصلی یا هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون می‌توانند شبیه عنصر بعدی خود در جدول تناوبی شوند که یک عنصر نجیب و پایدار است (یادآوری: عناصر گروه هجدهم به دلیل آرایش الکترونی هشت‌تایی در لایه آخر همیشه پایدار هستند و اتم آن‌ها با اتم هیچ عنصری میل به واکنش ندارد).




به‌عنوان نتیجه می‌توان گفت که اتم عناصر مختلف دوست دارند آرایشی شبیه آرایش الکترونی عناصر گروه هیجده (نجیب) پیدا کنند، برای همین با گرفتن یا از دست دادن الکترون ضمن آن‌که به یون منفی یا مثبت تبدیل می‌شوند آرایش الکترونی عناصر نجیب را پیدا می‌کنند. حتماً می‌دانید که یون‌ها در طبیعت پایدار نیستند و خیلی سریع با یک یون دیگر ترکیب می‌شوند تا با هم به حالت خنثی برسند.

همان‌طور که در تصویر پایین مشاهده می‌کنید، عناصر گروه‌های اول، دوم و سوم اصلی که همگی فلز هستند تمایل دارند با از دست دادن الکترون خود را شبیه عنصر نجیب قبل از خود در جدول تناوبی کنند و عناصر نافلز گروه هفدهم، شانزده و پانزدهم به گرفتن الکترون و شبیه شدن به عنصر نجیب بعد از خود در جدول تناوبی تمایل دارند. پس انتظار می‌رود فلزات حالت یون مثبت را انتخاب کنند و نافلزات حالت یون منفی را انتخاب کنند تا به آرایش عنصر (نجیب) مورد علاقه خود برسند.

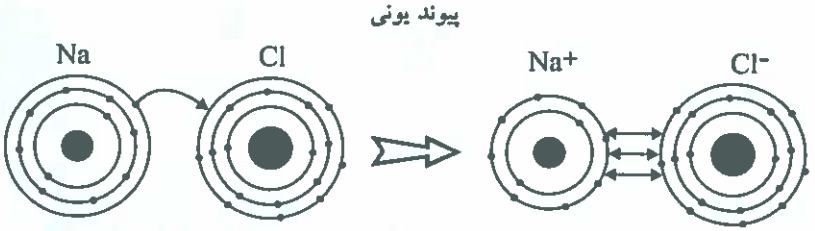





## تشکیل پیوندهای یونی و ترکیب‌های یونی

همان‌طور که گفته شد، ترکیبات یونی از ذرات بارداری به نام یون ساخته شده‌اند. یون‌ها زمانی به وجود می‌آیند که یک اتم (یا گروه کوچکی از اتم‌ها) یک یا چند الکترون از دست می‌دهند و یا به دست می‌آورند. ساده‌ترین نوع از ترکیبات یونی، ترکیبات یونی دوتایی هستند که فقط از دو عنصر ساخته شده‌اند. چنین ترکیباتی زمانی ساخته می‌شوند که یک فلز با یک نافلز واکنش دهد. هر فلزی با از دست دادن تعداد مشخصی از الکترون‌ها به یک کاتیون تبدیل می‌شود. کاتیون‌ها، یون‌های دارای بار مثبت هستند. از طرف دیگر اتم‌های نافلزی با گرفتن الکترون‌هایی که اتم‌های فلزی از دست داده‌اند، به یون‌های منفی تبدیل می‌شوند که آنیون نام دارند. در نتیجه، اتم‌های فلزی الکترون‌های خود را به اتم‌های نافلزی منتقل می‌کنند. کاتیون‌ها و آنیون‌های ساخته‌شده در طی این فرآیند به‌وسیله نیروهای جاذبهٔ الکتروستاتیکی (نیروی جاذبه بین بارهای الکتریکی مثبت و منفی) یکدیگر را جذب می‌کنند و یک ترکیب یونی می‌سازند.

نمک خوراکی معروف‌ترین ترکیب یونی شناخته شده است. برای ساخت این ترکیب، اتم سدیم ($Na$) که در حالت عادی خنثی است (به علت داشتن تعداد الکترون و پروتون یکسان)، یک الکترون از دست می‌دهد و به کاتیون سدیم تبدیل می‌شود. این کاتیون را به‌صورت $Na^+$ نشان می‌دهند. اتم کلر ($Cl$) با گرفتن این الکترون به آنیون $Cl^-$ تبدیل می‌شود. یک بلور نمک طعام از تعداد بسیار زیادی از یون‌های $Na^+$ و $Cl^-$ ساخته شده است. یون‌های دارای بار مخالف ($Na^+$ و $Cl^-$) یکدیگر را جذب می‌کنند و یون‌هایی که بار یکسان دارند ($Na^+$ و $Na^+$ یا $Cl^-$ و $Cl^-$) یکدیگر را دفع می‌کنند. ترکیب جامد به‌دست‌آمده دارای آرایش بسیار منظمی است که در آن یون‌های $Na^+$ و $Cl^-$ به‌طور یک‌درمیان و به‌صورت یک شبکهٔ سه‌بعدی در کنار هم قرارگرفته‌اند.




نحوهٔ انتقال الکترون از سدیم به کلر

ساختار دوبعدی نمک طعام

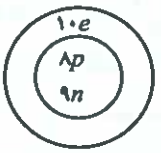
ترکیبات یونی همیشه خنثی هستند و هیچ‌گونه بار الکتریکی ندارند. به همین منظور باید تعداد بارهای الکتریکی مثبت و منفی آن‌ها باهم برابر باشد. البته این بدان معنا نیست که تعداد یون‌های مثبت و منفی نیز باید در آن‌ها ثابت باشد. به‌عنوان‌مثال در نمک خوراکی یون‌های $Na^+$ و $Cl^-$ به ترتیب دارای بار الکتریکی +۱ و −۱ هستند. بنابراین تعداد آن‌ها در ساختار این نمک با یکدیگر برابر است؛ اما در سدیم اکسید از آن‌جا که بار الکتریکی آنیون حاصل از اکسیژن ($O^{2-}$) دو برابر بار الکتریکی یون سدیم است، به ازای هر یون $O^{2-}$ باید دو یون $Na^+$ داشته باشیم تا ترکیب یونی حاصل از آن‌ها خنثی شود.

$$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$$

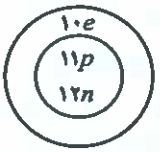
$$O^{2-} + 2\,Na^+ \rightarrow Na_2O$$

**مثال:** با استفاده از جدول تناوبی، نماد شیمیایی هریک از یون‌های نشان داده‌شده در زیر را مشخص کنید.

الف)




ب)




**پاسخ:**

الف) یون نشان داده دارای ۸ پروتون است که طبق جدول تناوبی، اکسیژن خواهد بود. با توجه به اینکه تعداد الکترون‌ها ۲ عدد بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، این یون دارای بار الکتریکی ۲− خواهد بود:

$${}^{17}_{8}O^{2-}$$

ب) همانند قسمت الف خواهیم داشت:

$${}^{23}_{11}Na^+$$

**مثال:** یک ترکیب یونی از واکنش کاتیون نیکل ($Ni^{2+}$) و آنیون برم ($Br^-$) حاصل می‌شود. اگر این ترکیب یونی دارای $3/6\times10^{19}$ کاتیون $Ni^{2+}$ باشد، تعداد ذرات $Br^-$ در آن را محاسبه کنید.

**پاسخ:**

با توجه به اینکه بار الکتریکی $Ni^{2+}$ دو برابر $Br^-$ است، بنابراین به ازای هر یون $Ni^{2+}$ به دو یون $Br^-$ نیاز داریم:

$$\text{تعداد یون‌های } Br^- = 2\times3/6\times10^{19} = 7/2\times10^{19}$$

## فرمول نویسی و ترکیبات یونی

همان‌طور که یاد گرفتید در ترکیبات یونی که دارای یون‌هایی با بار مخالف هستند، مولکول مجزایی وجود ندارد. در این ترکیبات وقتی فرمولی نوشته می‌شود، تعداد نسبی کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ترکیب مشخص می‌شود. از آن‌جا که یک ترکیب یونی ازنظر بار الکتریکی خنثی است، باید تعداد بارهای مثبت کاتیون‌ها با بارهای منفی آنیون‌ها برابر باشد (موازنهٔ بار). برای نمونه، کلسیم برمید از یون‌های $Ca^{2+}$ و $Br^{-}$ ساخته شده است. با توجه به اینکه یون کلسیم دارای بار الکتریکی +۲ بوده و بار الکتریکی یون برم −۱ است، به ازای هر یک یون $Ca^{2+}$ به دو یون $Br^{-}$ نیاز داریم تا به‌این‌ترتیب مجموع تعداد بارهای مثبت (+۲) با مجموع تعداد بارهای منفی (−۲) برابر شوند. فرمول این ترکیب نیز به‌صورت $CaBr_2$ خواهد بود و نوشتن آن به‌صورت $Ca_2Br$ صحیح نیست. برای نوشتن فرمول شیمیایی یک ترکیب (یونی یا کووالانسی) باید به نکات زیر توجه کرد:

الف) عددی که به‌صورت زیروَند نوشته می‌شود، بیانگر تعداد اتمی است که قبل از آن عدد نوشته شده است. برای نمونه در مورد $CaBr_2$، عدد ۲ مربوط به $Br$ است نه $Ca$.

ب) عدد ۱ هیچ‌گاه به‌عنوان زیروَند نوشته نمی‌شود. مثلاً نوشتن $CaBr_2$ به‌صورت $Ca_1Br_2$ غلط است.

ج) در مورد فرمول شیمیایی ترکیبات یونی، بار هر یون (بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن آن) به‌عنوان زیر وند یـون دیگر قرار داده می‌شود. به‌عنوان مثال در کلسیم برمید، بار الکتریکی یون کلسیم (۲) به‌عنوان زیروَند برم در نظر گرفته می‌شود و بار الکتریکی یون برم (۱) نیز به‌جای زیروَند کلسیم استفاده می‌شود:

$$Ca^{2+} \quad Br^{1-} \quad \Rightarrow \quad Ca_1Br_2 \quad \Rightarrow \quad CaBr_2$$

در مورد ترکیبات یونی باید این نکته را نیز مدنظر داشت که اعداد مورداستفاده به‌عنوان زیروَند باید به‌صورت ساده‌ترین عدد ممکن برای نشان دادن نسبت بین یون‌های سازنده ترکیب باشند. برای نمونه از ترکیب کردن یون‌های $Ca^{2+}$ و $O^{2-}$ خواهیم داشت: $Ca_2O_2$؛ اما با تقسیم کردن این اعداد بر ۲ به فرمول ساده‌تر $CaO$ می‌رسیم. البته این نکته، با قانون کلی که دربارهٔ ترکیب‌های یونی گفته شد، هماهنگ است. اگر به ازای هر یون کلسیم (یعنی ۲ بار مثبت)، یک یون اکسیژن (۲ بار منفی) داشته باشیم، ترکیب یونی حاصل، در کل بار الکتریکی ندارد؛ پس فرمول $CaO$ به‌دست می‌آید.

توجه کنید که برخی از فلزات می‌توانند بیش از یک نوع کاتیون تولید کنند. مثلاً آهن به دو صورت $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ وجود دارد. بنابراین از ترکیب این دو کاتیون با آنیون $Cl^{-}$ می‌توان دو ترکیب $FeCl_2$ , $FeCl_3$ را به‌دست آورد.

## انواع یون‌ها از نگاهی دیگر

یک کاتیون یا آنیون که فقط از یک اتم تنها ساخته شده است را یون تک اتمی می‌نامند. تمام یون‌هایی که تا الآن دیدید، از یون‌های تک‌اتمی هستند.

اما دستهٔ دیگری از یون‌ها هم وجود دارند که «یون‌های چنداتمی» نام دارند. این یون‌ها، در واقع تعدادی اتم هستند که با پیوند شیمیایی به هم متصل شده‌اند و کل این مجموعه، یک یا چند الکترون گرفته و یا از دست داده است. مثال معروف از کاتیون چنداتمی، یون آمونیوم است که دارای فرمول $NH_4^+$ می‌باشد. این فرمول به ما می‌گوید که یک اتم نیتروژن و چهار اتم هیدروژن به هم متصل شده‌اند (۱۱ پروتون دارند) و یک الکترون هم ازدست داده‌اند (۱۰ الکترون دارند). آنیون‌های چنداتمی معروف زیادی هم وجود دارند که «هیدروکسید» با فرمول «$OH^-$» مثالی از آن‌ها است

بار مثبت یا منفی در یون‌های چند اتمی، متعلق به یکی از اتم‌ها نیست؛ بلکه به‌کل مجموعه تعلق دارد. مثلاً در مورد آمونیوم با فرمول $NH_4^+$، بار مثبت به یکی از هیدروژن‌ها یا تک‌تک هیدروژن‌ها مربوط نیست.

توجه کنید که یون‌های چند اتمی در نوشتن فرمول ترکیبات یونی به‌صورت یک گروه مستقل در نظر گرفته می‌شوند که باید بار الکتریکی و تعداد آن‌ها را به‌صورت مجزا در نظر گرفت. برای نمونه اگر آنیون نیترات با فرمول $NO_3^-$ با کاتیون‌های $Na^+$ و $Ca^{2+}$ ترکیب شود، ترکیباتی با فرمول زیر را تولید می‌کند:

$$Na^{1+} \quad (NO_3)^{1-} \Rightarrow Na_1(NO_3)_1 \Rightarrow NaNO_3$$

$$Ca^{2+} \quad (NO_3)^{1-} \Rightarrow Ca_1(NO_3)_2 \Rightarrow Ca(NO_3)_2$$

پاسخ باش

فرمول شیمیایی ترکیبات یونی حاصل از هر یک از یون‌های زیر را بنویس:

الف) $K^+$ , $N^{3-}$ ب) $Fe^{3+}$ , $NO_3^-$

ج) $Ca^{2+}$ , $PO_4^{3-}$ د) $Ni^{2+}$ , $HPO_4^{2-}$

پاسخ باش

با کمک جدول تناوبی بگو در هر یک از یون‌های زیر، مجموعاً چند پروتون و چند الکترون وجود دارد.

$SO_4^{2-}$ و $N_3^-$ و $HPO_4^{2-}$ و $NO_4^+$

## ترکیبات یونی وقتی در آب حل می‌شوند

با انجام آزمایشی ساده مشاهده کردید که محلول‌های الکترولیت رسانای الکتریکی هستند. اگر در همان آزمایش کمی با مقدار نمک حل‌شده در آب بازی کنید و رسانایی را در غلظت‌های مختلف بررسی کنید؛ مشاهده خواهید کرد که میزان رسانایی یک الکترولیت مستقیماً به مقدار حل شونده ترکیب یونی در حلال بستگی دارد. یعنی اگر مقدار نمک خوراکی حل‌شده در یک مقدار مشخص آب را افزایش دهیم، مقدار رسانایی الکتریکی نیز افزایش می‌یابد. البته این موضوع تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دیگر حلال نتواند مقدار بیشتری از نمک را در خود حل کند و اصطلاحاً به حالت سیرشده (اشباع) برسد.

همان‌طور که گفته شد مقدار حل‌شونده در محلول‌های الکترولیت به‌طور خطی و مستقیم با مقدار رسانایی آن

محلول ارتباط دارد (تا قبل از رسیدن به حالت سیرشده). حال اگر دو ترکیب یونی مختلف داشته باشیم که به مقدار یکسان در یک حلال مشخص، حل شوند؛ ترکیبی که پس از انحلال در حلال تعداد بیشتری یون تولید کند، الکترولیت قوی‌تری محسوب می‌شود. درواقع تعداد یون‌های تولیدشده در یک محلول نیز به‌طور مستقیم بر روی میزان رسانایی آن محلول مؤثر است. به‌عنوان‌مثال اگر مقادیر یکسان از نمک‌های سدیم کلرید ($NaCl$) و منیزیم کلرید ($MgCl_2$) را در آب حل کنیم، محلول اول پس از انحلال در آب یک یون $Na^+$ و یک یون $Cl^-$ تولید می‌کند (درمجموع ۲ یون تولید می‌شود):

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

اما محلول دوم ۱ یون $Mg^{2+}$ و ۲ یون $Cl^-$ تولید خواهد کرد. با توجه به اینکه در این حالت ۳ یون تولید شده است، این محلول الکترولیت قوی‌تری خواهد بود:

$$MgCl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$$

**مثال:** با توجه به معادله‌های زیر که بیانگر یون‌های حاصل از انحلال چند نمک گوناگون در آب هستند، قدرت محلول‌های الکترولیت حاصل‌شده را با یکدیگر مقایسه کنید:

الف) $KI \rightarrow K^+ + I^-$

ب) $Na_3PO_4 \rightarrow 3Na^+ + PO_4^{3-}$

ج) $MgF_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2F^-$

**پاسخ:**

با توجه به معادله‌های نوشته‌شده مشخص است که در مورد اول ۲ یون تولید می‌شود، مورد دوم ۴ یون تولید می‌کند و نمک سوم نیز بیانگر تولید ۳ یون می‌باشد؛ بنابراین $Na_3PO_4$ قوی‌ترین الکترولیت است و $KI$ نیز ضعیف‌ترین الکترولیت در بین این سه گزینه است.

**مثال:** فرض کنید در دمای اتاق مقادیر متفاوتی از نمک $AB$ را به صورتی که در جدول زیر ارائه شده است در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب خالص حل کرده‌ایم:

| زمان (برحسب دقیقه) | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار حل‌شونده (برحسب گرم) | ۰ | ۰/۵۰ | ۰/۷۵ | ۱/۰۰ | ۱/۲۵ | ۱/۵۰ | ۱/۷۵ | ۱/۷۵ | ۱/۷۵ |

الف) مقدار رسانایی محلول را پس از گذشت ۲ دقیقه و ۵ دقیقه با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) در چه زمانی محلول به حالت سیرشده (اشباع) می‌رسد؟

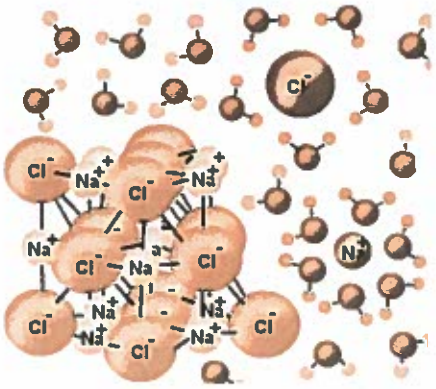
ج) کمترین و بیشترین مقدار رسانایی محلول در چه زمانی به دست می‌آید؟ چرا؟

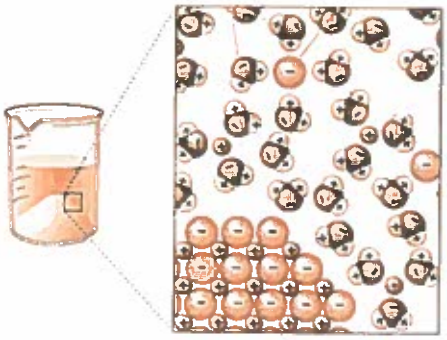
**پاسخ:** الف) مقدار حل شونده در دقیقهٔ دوم، نصف مقدار حل شونده پس از گذشت ۵ دقیقه است؛ بنابراین مقدار رسانایی محلول در دقیقه پنجم، ۲ برابر مقدار رسانایی در دقیقه دوم است.

ب) از دقیقه ششم به بعد، مقدار حل‌شونده ثابت مانده است؛ بنابراین دیگر بیش از این مقدار حل‌شونده در محلول حل نخواهد شد و محلول به حالت سیرشده رسیده است.

ج) کمترین مقدار رسانایی در ابتدای آزمایش و در زمانی است که هنوز هیچ‌گونه حل‌شونده‌ای در آب خالص حل نشده است. بیشترین مقدار رسانایی نیز از دقیقهٔ ششم به بعد است که محلول به حالت سیرشده رسیده است و بیشترین مقدار ممکن از یون‌ها در آن قرار دارند.

## حلال یون‌ها را بیشتر از بلور دوست دارد؟



تجربه نشان داده که محلول‌های ترکیبات یونی همگی رسانا هستند، این پدیده چگونه قابل توجیه است؟

یکی از مدل‌هایی که به کمک آن خیلی راحت می‌توان این پدیده را توجیه کرد، مدل حلال‌پوشی یا آب‌پوشی یون‌ها است (وقتی حلال آب است، از کلمهٔ آب‌پوشی استفاده می‌شود). بر اساس این مدل وقتی یک ترکیب یونی به درون یک حلال مثل آب وارد می‌شود، یون‌های مثبت و منفی سازندهٔ آن از هم جدا می‌شوند و توسط مولکول‌های حلال احاطه می‌شوند.

درواقع حلال باعث می‌شود ترکیب یونی از شکل بلور خود که جامد، شکننده و نارسانا بوده خارج شود و ذرات ریز یون که با چشم و حتی میکروسکوپ هم قابل‌مشاهده نیستند در حلال پخش شوند و همچون غواصی ماهر به سمتی که دوست دارند حرکت کنند. البته آزمایش‌های متعدد نشان دادند که این یون‌ها به سمت جایی می‌روند که آن‌ها را خنثی کند. مثلاً اگر درون حلال دو سیم متصل به باطری قرار دهیم، یون‌های منفی به سمت سیمی می‌روند که به قطب مثبت باطری متصل است. بالطبع یون‌های مثبت نیز جذب سیم متصل به قطب منفی باطری می‌شوند. به قطب مثبت باطری آند می‌گویند، جایی که آنیون‌ها جذب آن می‌شوند و به قطب منفی باطری کاتد می‌گویند؛ جایی که کاتیون‌ها جذب آن می‌شوند. البته یون‌ها برای حرکت در حلال همیشه نیاز به جریان برق و باطری ندارند. دو آزمایش زیر به شما کمک می‌کند تا بیشتر جابه‌جایی یون‌های نادیدنی را لمس کنید.

**دست به کار شو**

می‌توانیم برای دیدن جابه‌جایی یون‌ها در عمل الکترولیز از یون‌های رنگی استفاده کنیم.

الف) پتاسیم پرمنگنات

سیستمی مطابق با شکل داده شده را فراهم کن:

با استفاده از پنس (یا موچین) مقداری پتاسیم پرمنگنات را در وسط یک کاغذ صافی مرطوب قرار دهید.

دستگاه منبع تغذیه را به مدت ۲۰ دقیقه روشن کن.

یون‌های پتاسیم بی‌رنگ هستند.

یون‌های پرمنگنات ارغوانی هستند.

چه اتفاقی بر روی کاغذ صافی می‌افتد؟

یون پرمنگنات به سمت کدام الکترود حرکت می‌کند؟ جواب شما بر چه اساسی است؟

به نظر شما یون پرمنگنات دارای بار مثبت است یا منفی؟

(به یاد دارید که بارهای مخالف، یکدیگر را جذب می‌کنند.)

دست به کار شو

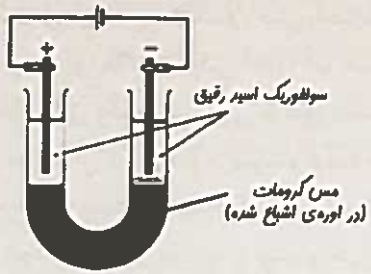
**ب) مس کرومات**

معلم شما سیستمی با شکل زیر را در آزمایشگاه فراهم می‌کند.

منبع تغذیه را تا زمانی که اطراف الکترودها رنگی شود، روشن نگه دارید.

یون‌های مس آبی رنگ هستند.

یون‌های کرومات زرد رنگ هستند.

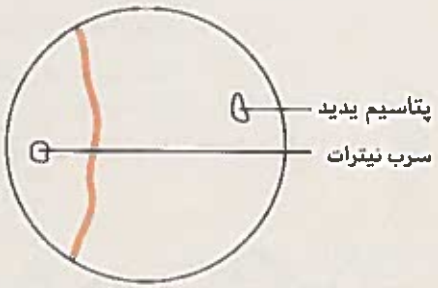



- چه رنگی در نزدیکی الکترود مثبت مشاهده می‌کنید؟
- چه یونی به سمت الکترود مثبت جذب شده است؟
- چه رنگی در نزدیکی الکترود منفی مشاهده می‌کنید؟
- چه یونی به سمت الکترود منفی جذب شده است؟

دست به کار شو

فعالیتی برای مشاهده حرکت یون‌هامواد و وسایل موردنیاز: ظرف شیشه‌ای (شیشه ساعت)، آب مقطر، پتاسیم یدید، سرب (II) نیترات، مس (II) سولفات، سدیم هیدروکسید، آهن (II) سولفات

شرح آزمایش: درون ظرف (شیشه ساعت) کمی آب مقطر بریز، سپس یک دانه کوچک بلور پتاسیم یدید را در کنار ظرف داخل آب قرار بده و در سمت دیگر و در دورترین فاصله ممکن یک دانه بلور سرب (II) نیترات را قرار داده و بعد بدون آن‌که ظرف را تکان دهی یا کار خاصی انجام دهی، چند لحظه‌ای ظرف را به حال خود بگذار و با دقت آن را مشاهده کن. این آزمایش را می‌توانی با جفت بلورهای مس (II) سولفات و سدیم هیدروکسید و همچنین جفت بلورهای آهن (II) سولفات و سدیم هیدروکسید تکرار کنی. این بار رنگ‌های متفاوتی مشاهده خواهی کرد. همچنین با تغییر دادن ظرف و فاصله و همچنین دمای آب می‌توانی آزمایش‌های بیشتری انجام دهی.



## ترکیبات مولکولی: تنوع در ساختار، تفاوت در خواص

اگر مهم‌ترین ویژگی ساختار ترکیبات دوتایی یونی را فلز و نافلز بودن عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها بدانیم، پس به‌طور قطع می‌توان ادعا کرد که اگر ترکیبی تمام عناصر سازنده‌اش نافلز باشد حتماً یک ترکیب یونی نیست. از آن‌جایی که نیروی جاذبه الکتریکی بین دو فلز و نافلز با بارهای متفاوت به وجود می‌آید، این نیرو نمی‌تواند بین یون‌های دو نافلز وجود داشته باشد زیرا نافلزها همگی دارای یون منفی هستند و هیچ‌وقت بین دو یون با بار همنام جاذبه وجود ندارد؛ اما در طبیعت پیرامون ما مواد زیادی وجود دارند که همگی مرکب هستند و از اتم عناصر نافلزی ساخته شده‌اند، پس حتماً نوع دیگری از جاذبه، بین اتم سازندهٔ ترکیبات نافلزی، وجود دارد. از آن‌جایی که در همه ترکیبات ساخته‌شده از نافلزات کوچک‌ترین ذره سازنده یک مولکول است؛ به این مواد، ترکیبات مولکولی می‌گویند. ترکیبات مولکولی آن‌قدر متنوع هستند که خیلی سخت می‌توان خواص ماکروسکوپی را پیدا کرد که در همه آن‌ها مشترک باشد.

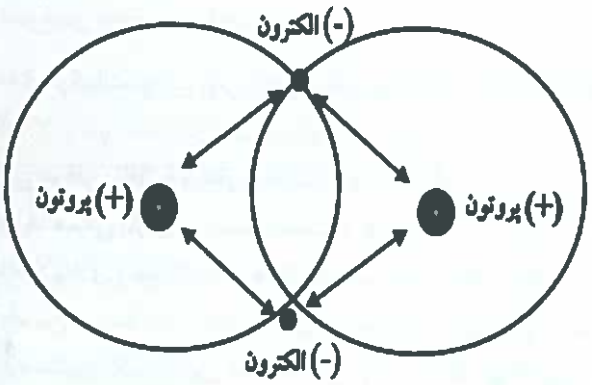
*اگرچه تعداد نافلزات در طبیعت بسیار کمتر از فلزات است، همین تعداد کم نیز به روش‌های گوناگونی با یکدیگر واکنش می‌دهند و تعداد بسیار زیادی از ترکیبات مولکولی را می‌سازند. راستی! به ترکیبات مولکولی، ترکیبات کووالانسی نیز گفته می‌شود.*

## پیوند کووالانسی، مهم‌ترین ویژگی مشترک ترکیبات مولکولی

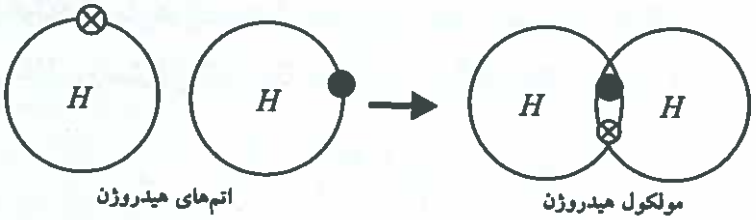
ترکیبات مولکولی-که هم ساختارهای متنوعی دارند و هم اشتراک کمی در خواص فیزیکی و شیمیایی دارند- همگی از اتم عناصر نافلز ساخته‌شده‌اند. پیوند بین اتم‌های این ترکیبات، نوعی از پیوند است که با عنوان «پیوند کووالانسی» شناخته می‌شود و به آن «پیوند اشتراکی» نیز می‌گویند. در پیوند کووالانسی نیز آخرین لایه هر دو اتم درگیر پیوند پر یا هشت الکترونی می‌شوند (البته به‌استثنای اتم هیدروژن که حالت پر لایه اول آن دو الکترونی است). درواقع در پیوند کووالانسی نیز تمایل اتم به داشتن آرایش الکترونی شبیه عنصر نجیب است که امکان به وجود آمدن پیوند را فراهم می‌سازد. در پیوند کووالانسی اتم‌ها برای رسیدن به آرایش عنصر نجیب هم‌گروه خود الکترون‌های لایه آخر خود را با هم به اشتراک می‌گذارند.

برای درک بهتر این نوع پیوند بهتر است ساده‌ترین حالت پیوند کووالانسی را که بین دو اتم هیدروژن برقرار است، بررسی کنید؛ دو اتم مجزای هیدروژن را در نظر بگیرید که در حال نزدیک شدن به یکدیگر هستند. به‌مرورزمان و با نزدیک شدن این اتم‌ها به یکدیگر، هسته مثبت یک اتم، الکترون منفی اتم دیگر را به‌طرف خود جذب می‌کند. هسته‌اتم دوم نیز همین کار را با الکترون اتم اول انجام می‌دهد. به‌این‌ترتیب فاصله بین دو اتم کمتر و کمتر می‌شود تا درنهایت این دو اتم به داخل یکدیگر نفوذ می‌کنند. در یک فاصله تعادلی، این دو اتم با یکدیگر پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند و یک جفت الکترون (دو الکترون) به‌طور همزمان توسط هر دو هسته جذب می‌شوند. نتیجه این کار ساخته‌شدن مولکول هیدروژن است که در آن هیچ‌یک از الکترون‌ها به اتم خاصی تعلق ندارد. به عبارتی دو الکترون به‌وسیله دو هسته‌اتم به اشتراک گذاشته شده‌اند؛ یعنی هرکدام از اتم‌ها تصور می‌کند دو الکترون دارد و لایه آخر الکترونی‌اش کامل شده است!

لازم به ذکر است که هرچند در فاصلهٔ تعادلی، بین دو هسته مثبت و همچنین دو الکترون منفی نیروی دافعه برقرار می‌شود، اما نیروهای جاذبهٔ میان هسته یک اتم و الکترون اتم دیگر به‌مراتب بیشتر از این نیروهای دافعه است. بنابراین دو اتم در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.




نیروهای جاذبه موجود بین دو اتم هیدروژن در هنگام تشکیل پیوند کووالانسی



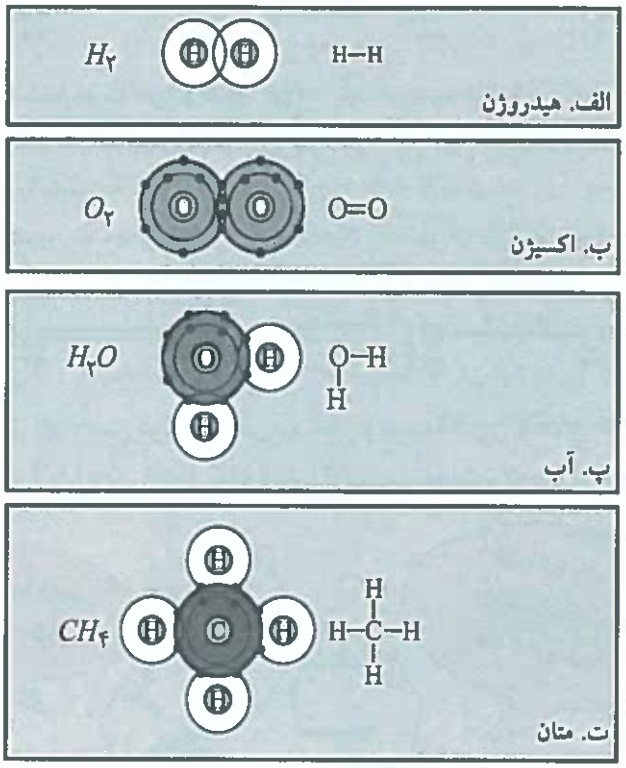

نحوهٔ تشکیل پیوند کووالانسی بین دو اتم هیدروژن

## اتم‌ها و پیوند کووالانسی را چگونه نمایش می‌دهند؟

در یک کپسول گاز هیدروژن، هیچ‌گاه اتم‌های تک هیدروژن وجود ندارند، بلکه مولکول‌های دواتمی $H_2$ وجود دارند. نافلزات دیگری که در دمای اتاق به‌صورت مولکول‌های دواتمی هستند عبارت‌اند از: نیتروژن $(N_2)$، اکسیژن $(O_2)$ و هالوژن‌ها (فلوئور $F_2$، کلر $Cl_2$، برم $Br_2$، ید $I_2$). فسفر به‌صورت مولکول چهار اتمی $(P_4)$ است و گوگرد و سلنیم به‌صورت هشت اتمی $(S_8 \ , \ Se_8)$ هستند. ترکیبات کووالانسی ممکن است در دمای اتاق به‌صورت جامد، مایع و یا حتی گاز باشند.

اتم‌های عناصر مختلف نیز می‌توانند با به اشتراک گذاشتن الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی، مولکول‌های متفاوتی بسازند. برای نمونه برای ساخته‌شدن متان، ۴ اتم هیدروژن با ۱ اتم کربن پیوند می‌دهند. آب نیز از تشکیل پیوند کووالانسی بین ۲ اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن ساخته می‌شود.

برای نمایش پیوند کووالانسی بین اتم‌ها در یک مولکول، معمولاً از دو شیوه‌ای که در شکل صفحهٔ بعد نشان داده شده است استفاده می‌کنند. ابتدا اتم را با آرایش لایه‌های الکترونی رسم می‌کنند و سپس بین لایه‌های آخر اشتراک برقرار می‌کنند و جفت الکترون‌های مشترک را در آن فضا قرار می‌دهند. نوع دیگر نشان دادن پیوند بین اتم‌ها، کشیدن خط به ازای هر جفت الکترونی است که باعث پیوند دو اتم شده‌اند.




پیوند کووالانسی بین اتم‌ها در مولکول‌های هیدروژن، اکسیژن، آب و متان

البته در مورد اتم‌های بزرگ که تعداد لایه‌های الکترونی و الکترون‌های آن زیاد است فقط الکترون‌های لایه آخر را رسم می‌کنند؛ یعنی برای نمایش اتم اکسیژن، فقط ۶ الکترون لایهٔ دوم را نمایش می‌دهند و برای نمایش هسته و الکترون‌های لایهٔ داخلی، فقط از نماد عنصر استفاده می‌کنند.

معمولاً برای راحت نمایش دادن، فقط الکترون‌های لایه آخر را در چهار موقعیت بالا، پایین، چپ و راست اتم قرار می‌دهند و بعد الکترون‌های تنها را باهم جفت می‌کنند.

## دست در دست هم دهیم ... و بازهم دست در دست هم دهیم!

دیدیم که اگر یک جفت (دو عدد) الکترون بین دو اتم به اشتراک گذاشته شوند؛ بین آن‌ها یک پیوند کووالانسی تشکیل می‌شود و این پیوند، به شکل نیروی جاذبه، دو اتم را به هم متصل می‌کند. می‌دانیم که اکسیژن یک نافلز است و به شکل مولکول‌های $O_2$ وجود دارد. بیایید ساختار این مولکول را رسم کنیم!

ابتدا هر اتم را به شکل درست و طبق قراردادی که داریم، نمایش می‌دهیم:

حالا ۲ الکترون را بین ۲ اتم مشترک می‌کنیم و به شکل یک خط نمایش می‌دهیم:

اگر تعداد الکترون‌هایی را بشماریم که هر اتم تصور! می‌کند دارد؛ می‌بینیم هر اتم به یک الکترون دیگر هم نیاز دارد تا لایهٔ آخر خود را کامل کند: هر اتم دارای ۵ الکترون غیرمشترک در لایهٔ آخر است و یک جفت الکترون مشترک هم هست که هر اتم آن را متعلق به خودش می‌داند؛ بنابراین $۵ + ۲ = ۷$.

پس هرکدام از اتم‌ها، الکترون تک باقی‌مانده را هم با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند و مولکول اکسیژن به شکل زیر ایجاد می‌شود:

در این ساختار یک «پیوند کووالانسی دوگانه» (یعنی دو خط، دو جفت الکترون یا همان ۴ الکترون مشترک) وجود دارد و هر اتم فکر می‌کند لایهٔ آخرش تکمیل شده است (۴ الکترون غیرمشترک و ۴ الکترون مشترک).

**پاسخگو باش**

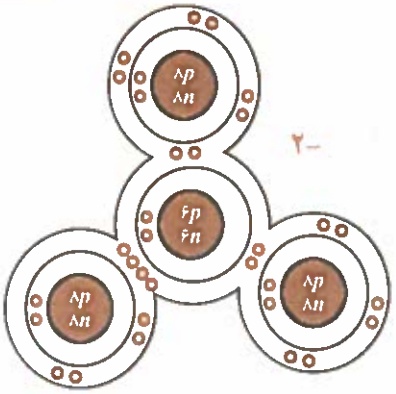
همان‌طور که دیدی، لزومی ندارد که فقط دو الکترون بین دو اتم به اشتراک گذاشته شود. با این توضیح ساختار یا شکل مولکول $N_2$ را ترسیم کن که از دو اتم نیتروژن با عدد اتمی ۷ تشکیل شده است.

**فسفر بسوزان**

ترکیبی وجود دارد که از دو اتم هیدروژن و دو اتم کربن ساخته شده است. اگر بدانیم به هر اتم کربن یک هیدروژن متصل است، شکل ساختار مولکول آن را بنویس و نوع پیوندها و تعداد الکترون‌های اشتراکی بین اتم‌ها را مشخص کن. (راهنمایی: حواست باشد که لایهٔ آخر الکترونی همهٔ اتم‌ها کامل شود.)

جالب است بدانی

دیدی که برخی از یون‌ها (کاتیون یا آنیون) از چند اتم ساخته‌شده‌اند. چنین یون‌هایی را یون‌های چنداتمی می‌نامند. این یون‌ها از پیوند کووالانسی بین دو یا چند اتم به وجود آمده‌اند که دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی هستند. برای نمونه سدیم کربنات از کاتیون تک اتمی سدیم و آنیون ۴ اتمی کربنات ساخته شده است. در آنیون کربنات یک اتم کربن در مرکز قرار گرفته و با سه اتم اکسیژن پیوند برقرار کرده است، وجود دو الکترون اضافی نیز باعث ایجاد بار الکتریکی -۲ در این یون شده است. چون ۴ اتم با پیوند به یکدیگر متصل شده‌اند؛ نمی‌توان گفت که دو الکترون اضافی، دقیقاً بر روی کدام اتم قرار گرفته‌اند و به کدام اتم‌ها متعلق هستند.




نحوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر در یون چنداتمی کربنات

## ترکیبات مولکولی و فرمول‌های شیمیایی

در فرمول شیمیایی یک ترکیب، نمادهای عناصر برای بیان نوع اتم‌های سازنده به کار می‌روند و تعداد اتم‌ها نیز به‌صورت زیروند در کنار نماد شیمیایی آن‌ها نوشته می‌شوند. در شیمی چندین روش برای فرمول نویسی وجود دارد که ما از دو روش زیر بیشتر استفاده می‌کنیم:

**۱- فرمول مولکولی:**

بیانگر تعداد واقعی اتم‌های یک عنصر در یک مولکول از ترکیب مورد نظر است. فرمول مولکولی هیدروژن پراکسید $H_2O_2$ است. در واقع هر مولکول آب‌اکسیژنه، حاوی دو اتم $H$ و دو اتم $O$ می‌باشد.

**۲- فرمول ساختاری:**

بیانگر تعداد واقعی اتم‌ها و تعداد پیوندهای بین آن‌ها است. در واقع این فرمول نحوهٔ قرار گرفتن اتم‌ها در کنار یکدیگر و چگونگی اتصال آن‌ها به هم، در یک مولکول را نشان می‌دهد. فرمول زیر نشان‌دهنده فرمول ساختاری هیدروژن پراکسید است که در آن دو اتم $O$ به یکدیگر متصل شده‌اند و به هر یک از آن‌ها نیز یک اتم $H$ متصل شده است:

$$H-O-O-H$$

برای نوشتن فرمول ترکیبات کووالانسی باید مشخص کنید که هر اتم قادر به تشکیل چند پیوند کووالانسی است (به این عدد ظرفیت اتم می‌گویند). به‌این‌ترتیب می‌توان فرمول مولکولی هر ترکیبی را به دست آورد. برای نمونه اتم اکسیژن امکان تشکیل دو پیوند کووالانسی را دارد (ظرفیت اکسیژن ۲ است) درحالی‌که اتم هیدروژن فقط قادر به تشکیل یک پیوند کووالانسی است (ظرفیت هیدروژن ۱ است). بنابراین در مولکول آب به ازای هر اتم اکسیژن

دو اتم هیدروژن موردنیاز است و فرمول مولکولی آن $H_2O$ خواهد بود. فرمول ساختاری آب به‌وضوح بیانگر این است که در هر مولکول آب، اتم‌های هیدروژن یک پیوند کووالانسی تشکیل داده‌اند و اتم اکسیژن نیز دارای دو پیوند کووالانسی است:

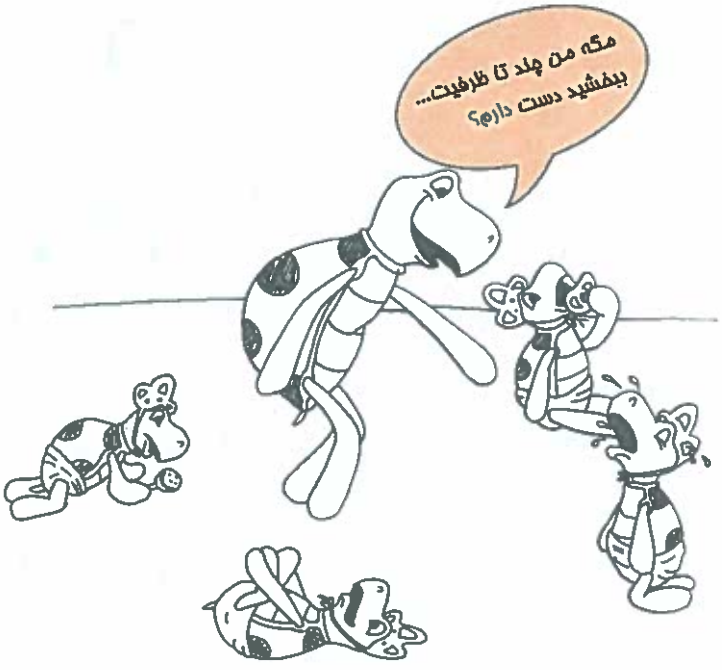
$$H-O-H$$

آمونیاک حاصل از تشکیل پیوند کووالانسی بین اتم‌های نیتروژن و هیدروژن است. از آن‌جا که اتم نیتروژن می‌تواند سه پیوند کووالانسی تشکیل دهد، فرمول آمونیاک به‌صورت $NH_3$ خواهد بود. حال شما به‌راحتی می‌توانید فرمول ساختاری آمونیاک را رسم کنید.

برای تعیین تعداد پیوندهای کووالانسی که یک اتم می‌تواند تشکیل دهد (ظرفیت آن اتم)، ساده‌ترین راه این است که تعداد الکترون‌های لایه آخر آن را از عدد هشت کم کنید، درواقع ظرفیت یک عنصر تعداد الکترون‌هایی است که لازم دارد تا به آرایش هشت الکترونی در لایه آخر (همانند عنصر نجیب هم‌گروه خود) دست یابد (البته حواستان باشد که این روش همیشه هم جواب درست نمی‌دهد؛ اما آنجایی که درست کار نمی‌کند، به مواردی مربوط می‌شود که از سطح کتاب و دورهٔ اول دبیرستان فراتر هستند؛ پس خیال‌تون تفت تفت).

**پاسخگو باش**

ظرفیت اتم‌های کربن، اکسیژن و هیدروژن را مشخص کن. سپس هر دو شکل فرمول مولکولی و ساختاری ماده حاصل از واکنش یک اتم کربن با مقدار کافی هیدروژن و ماده حاصل از واکنش یک اتم کربن با اکسیژن موردنیاز را بنویس.




**فسفر بسوزان**

دو عنصر $A$ و $B$ را در نظر بگیر. اگر اتم عنصر $A$ قادر به تشکیل چهار پیوند کووالانسی بوده و اتم عنصر $B$ نیز بتواند دو پیوند کووالانسی تشکیل دهد، امکان تولید چند ترکیب پایدار دواتمی، ۳ اتمی و ۴ اتمی بین دو عنصر مذکور وجود دارد؟

جالب است بدانی

### اسید و باز

در سال گذشته با یک دسته‌بندی از مواد به‌نام اسید و باز و واکنش‌های آن‌ها آشنا شدی، اگر بخواهیم این دو دسته مهم از مواد را ازنظر ساختار ذرات تشکیل‌دهنده و پیوند بین اتم‌هایشان بررسی کنیم، خیلی از واکنش‌هایی را که از آن‌ها سراغ داریم به‌خوبی می‌توانیم توضیح دهیم. اسیدها و بازها هر دو ترکیباتی هستند که از ذرات آنیون و کاتیون تشکیل شده‌اند که پیوند بین آن‌ها یونی است.البته تعاریف زیادی در مورد اسیدها و بازها ارائه شده است که یکی از معروف‌ترین آن‌ها توسط یکی از شیمیدانان سوئدی به نام «آرنیوس» مطرح گردید. طبق تعریف آرنیوس، اسید ماده‌ای است که پس از انحلال در آب یون هیدروژن $(H^+)$ تولید می‌کند. درواقع اسیدها نیز مانند ترکیبات یونی بعد از حل شدن در آب، یون تولید می‌کنند. به‌عنوان‌مثال هیدروکلریک اسید طبق واکنش زیر باعث افزایش تعداد یون‌های $H^+$ در آب می‌شود:

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

آرنیوس همچنین باز یا قلیا را ماده‌ای توصیف کرد که پس از انحلال در آب یون هیدروکسید $(OH^-)$ تولید می‌کند. واکنش زیر چگونگی تولید این یون را توسط سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

از نگاه دیگر می‌توان گفت حاصل واکنش اکسید نافلز (یک ترکیب مولکولی) با آب ترکیباتی هستند که در همه آن‌ها کاتیون $H^+$ با پیوند یونی به یک آنیون - که ممکن است نافلز یا یک گروه نافلزی با بار منفی باشد- متصل شده است. این ترکیبات اسید نام دارند؛ و قلیاها یا بازها نیز حاصل واکنش اکسید فلزات با آب هستند که در آن‌ها نیز آنیون هیدروکسید $(OH^-)$ به یون فلزی از طریق پیوند یونی متصل است.

در واکنش اسید با قلیا که به واکنش خنثی شدن معروف است یون هیدروژن $(H^+)$ با یون هیدروکسید $(OH^-)$ ترکیب‌شده و آب تولید می‌شود. در سوی دیگر، آنیون اسید با کاتیون موجود در قلیا پیوند یونی برقرار می‌کنند و یک ترکیب یونی به نام نمک حاصل می‌شود:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

به نظرت از واکنش اسید با فلز، چه محصولاتی تولید می‌شود؟

# لغت‌نامه

| فارسی | انگلیسی | توضیح |
|---|---|---|
| آرایش هشت‌تایی | *Octet Configuration* | به آرایش الکترونی لایهٔ آخر اتم‌های گازهای نجیب می‌گویند. تمام اتم‌های دیگر سعی دارند با واکنش شیمیایی، به همین آرایش الکترونی برسند. |
| آرنیوس، سوانته | *Arrhenius, Svante* | فیزیک‌دان و شیمی‌دان اهل سوئد که در اواخر قرن نوزدهم به مطالعهٔ محلول‌ها پرداخت و نظریاتی دربارهٔ اسیدها و بازها ارائه کرد. او نوبل شیمی در ۱۹۰۳ را هم به خود تعلق داد. |
| آند | *Anode* | به الکترودی می‌گویند که آنیون‌ها به سمت آن جذب می‌شوند و در آن‌جا واکنش می‌دهند. معمولاً از میله‌های گرافیتی به‌عنوان آند استفاده می‌شود. |
| آنیون | *Anion* | یون با بار منفی. اگر اتم‌ها یا مجموعه‌ای از اتم‌ها، یک یا چند الکترون اضافه‌تر از مجموع پروتون‌هایشان داشته باشند، آنیون ایجاد می‌شود. |
| اتم | *Atom* | کوچک‌ترین جزء سازندهٔ تمام مواد که بار الکتریکی ندارد. اتم‌های عنصرهای مختلف باهم متفاوت هستند. |
| اسید | *Acid* | دسته‌ای از مواد شیمیایی که ترش و خورنده هستند و در ساختار مولکولی‌شان اتم هیدروژنی وجود دارد که می‌تواند به شکل یون، از مولکول جدا شود. |
| الکترود | *Electrode* | یک مادهٔ رسانا (مثلاً از جنس گرافیت) که در مدار الکتریکی، در محلول الکترولیت قرار می‌گیرد و بخش فلزی را به بخش الکترولیتی متصل می‌کند. |
| الکترولیت | *Electrolyte* | محلولی که دارای یون است و می‌تواند جریان برق را از خود عبور دهد. به موادی که موجب رسانایی در آب می‌شوند هم می‌گویند. |
| الکترولیت ضعیف | *Weak Electrolyte* | ماده‌ای که پس از انحلال در آب، مقدار کمی یون ایجاد می‌کند و درنتیجه رسانایی آب را چندان افزایش نمی‌دهد. |
| الکترولیت قوی | *Strong Electrolyte* | ماده‌ای است که هنگام انحلال در آب به‌طور کامل به یون‌ها تفکیک می‌شود و رسانایی محلول حاصل، زیاد است. |
| الکترون آزاد | *Free Electron* | الکترون‌های لایهٔ آخر اتم فلزها، چندان تحت تأثیر جاذبهٔ هسته نیستند و تقریباً به‌راحتی می‌توانند اتم را ترک کنند. به این الکترون‌ها می‌گوییم الکترون آزاد. |
| انرژی اتمی | *Atomic Energy* | اگر با استفاده از روش‌های مختلف، هسته‌های اتم‌ها را به هستهٔ اتم‌های سبک‌تر یا سنگین‌تر تبدیل کنیم؛ مقدار زیادی انرژی به دست می‌آید که به انرژی هسته‌ای معروف است. |
| باز | *Base* | گروهی از مواد شیمیایی هستند که به تلخی معروف می‌باشند. این مواد پس از انحلال در آب باعث می‌شوند مقدار یون هیدروکسید ($OH^-$) افزایش یابد. |
| برق‌کافت | *Electrolysis* | واکنشی که با استفاده از جریان برق رخ دهد. در این واکنش‌ها انرژی الکتریکی صرف تغییر ساختار مولکول‌ها و تبدیل مواد واکنش‌دهنده به محصول‌ها می‌شود. |
| پیوند کووالانسی | *Covalent Bond* | نیروی جاذبه بین اتم‌ها در مولکول‌ها و یون‌های چنداتمی است که در نتیجهٔ اشتراک الکترون‌های لایهٔ آخر شکل می‌گیرد. |
| پیوند کووالانسی دوگانه | *Double Covalent Bond* | اگر بین دو اتم چهار الکترون (دو جفت الکترون) به اشتراک گذاشته شده باشند، آن‌ها را با دو خط نشان می‌دهیم و آن پیوند، کووالانسی دوگانه خواهد بود. |
| پیوند کووالانسی ساده | *Single Covalent Bond* | پیوند کووالانسی ساده یا یگانه، نتیجهٔ اشتراک یک جفت الکترون (دو الکترون) بین دو اتم است. |
| پیوند کووالانسی سه‌گانه | *Triple Covalent Bond* | اگر در ساختار یک ماده، بین دو اتم شش الکترون مشترک باشند؛ این سه جفت را با سه خط نشان می‌دهیم و آن را پیوند سه‌گانه می‌نامیم. |
| ترکیب مولکولی | *Molecular Compound* | ماده‌ای است که کوچک‌ترین جزء سازنده‌اش، مولکول‌ها هستند. مولکول‌ها از اتصال کووالانسی اتم‌ها تشکیل می‌شوند و فاقد بار الکتریکی هستند. |
| ترکیب یونی | *Ionic Compound* | هر ماده‌ای که از تجمع یون‌های مثبت و منفی در یک ساختار منظم ایجاد شده باشد. با آن‌که یون‌ها دارای بار هستند؛ ترکیب یونی در کل، بار الکتریکی ندارد. |

| فارسی | انگلیسی | توضیح |
|---|---|---|
| حلال پوشی | *Solvatation* | برهم‌کنش بین مولکول‌های حلال و ذرات حل شونده. این نیروهای جاذبه‌ای دلیل اصلی جدا شدن ذرات حل‌شده و پخش شدن لابه‌لای مولکول‌های حلال هستند. |
| دالتون، جان | *Dalton, John* | دانشمند هواشناس انگلیسی که بعدها به شیمی علاقه‌مند شد و بر پایهٔ آزمایش‌های پیشینیان، اولین نظریهٔ اتمی را ارائه کرد. |
| رسانایی الکتریکی | *Electric Conduction* | خاصیتی در ماده که اگر واجد آن باشد، به جریان الکتریکی اجازهٔ عبور می‌دهد. هرچه مقاومت الکتریکی یک ماده بیشتر باشد، رسانایی کمتری دارد. |
| سلول واحد بلور | *Unit Cell* | کوچک‌ترین بخش از ساختار یک ترکیب جامد (مادهٔ یونی یا فلزها) که با تکرار آن در سه بُعد، آن بلور ایجاد می‌شود. |
| سنگ معدن | *Ore* | کان‌سنگ؛ گونه‌ای سنگ در معادن مختلف که حاوی مقدار قابل‌توجهی از یک عنصر خاص به شکل خالص و یا مرکب است. |
| ظرفیت | *Valence* | تعداد پیوندهایی که یک اتم (یا مجموعه‌ای از اتم‌ها) می‌تواند تشکیل دهد. ظرفیت یک اتم در یک مولکول، معادل تعداد پیوندهای کووالانسی آن است و در ترکیب‌های یونی، معادل بار یون می‌باشد. |
| فرمول ساختاری | *Structural Formula* | فرمولی که نحوهٔ اتصال اتم‌ها در مولکول یک ماده را به ما نمایش می‌دهد و مدلی از ساختار واقعی آن مولکول است. |
| فرمول مولکولی | *Molecular Formula* | فرمول مولکولی یک ماده، نشان می‌دهد مولکول‌های آن ماده از اتم‌های چه عنصرهایی و از هرکدام، چه تعداد، ساخته شده‌اند. به آن فرمول بسته هم می‌گویند. |
| کاتد | *Cathode* | الکترودی که کاتیون‌ها به سمت آن می‌روند و در آن‌جا دچار تغییر شیمیایی می‌شوند. |
| کاتیون | *Cation* | یون‌هایی با بار مثبت را کاتیون می‌نامند. کاتیون‌ها معمولاً نتیجهٔ از دست دادن الکترون و بعضاً نتیجهٔ جذب یون هیدروژن هستند. |
| کیک زرد | *Yellowcake* | اورانیا؛ ماده‌ای حد واسط در استخراج اورانیم از سنگ معدن آن که پودری به رنگ زرد و با نقطهٔ ذوب حدود $2900\,^{\circ}C$ است. این ماده عمدتاً از $U_3O_8$ ساخته شده است. |
| گاز نجیب | *Noble gas* | عنصرهای گروه هجدهم جدول تناوبی که همگی به شکل گاز تک اتمی هستند. این عنصرها تقریباً به‌هیچ‌وجه وارد واکنش نمی‌شوند. |
| محلول سیرشده | *Saturated Solution* | محلولی که دیگر نمی‌تواند به حالت پایدار، مادهٔ حل شونده در خود بپذیرد و حل‌شوندهٔ افزوده، به حالت رسوب درمی‌آید. |
| مولکول | *Molecule* | مجموعه‌ای از اتم‌ها بدون بار الکتریکی کلی؛ مولکول‌ها نتیجهٔ پیوند کووالانسی بین اتم‌ها هستند. |
| نیروی الکترواستاتیکی | *Electrostatic Force* | نیرویی از جنس جاذبه و یا دافعه بین اجسامی دارای بار الکتریکی به ترتیب، ناهمنام و همنام. |
| هالوژن | *Halogen* | نافلزهایی که در گروه ۱۷ جدول تناوبی قرار دارند و تمایل دارند با فلزهای فعال واکنش داده و نمک (مواد یونی) ایجاد کنند. |
| واکنش خنثی شدن | *Neutralization Reaction* | واکنش بین اسید و باز را واکنش خنثی‌شدن می‌نامند. در این واکنش آب و نمک تولید می‌شود. البته نمک می‌تواند خاصیت اسیدی یا بازی داشته باشد. |
| واکنش‌گاه | *Reactor* | ظرفی که در آن یک واکنش شیمیایی رخ می‌دهد. تمام ظروف آزمایشگاهی مثال یک واکنش‌گاه هستند. در نیروگاه‌های هسته‌ای، محلی که در آن واپاشی هسته‌ای رخ می‌دهد؛ راکتور نامیده می‌شود. |
| یون | *Ion* | یک اتم یا مجموعه‌ای از اتم‌ها که تعداد پروتون و الکترون نابرابر دارند و درنتیجه دارای بار الکتریکی هستند. |
| یون تک‌اتمی | *Monatomic Ion* | یک اتم که یک یا چند الکترون ازدست‌داده یا به دست آورده است. یون‌ها را می‌توان اتم‌هایی با آرایش الکترونی اتم‌های دیگر دانست. |
| یون چنداتمی | *Polyatomic Ion* | چند اتم که با پیوند کووالانسی به هم متصل هستند و نهایتاً دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی هستند. |

# تمرین‌ها

۱. مشخص کنید که مواد زیر الکترولیت هستند یا خیر.

محلول نمک طعام، سرکه، جوهر شوره، محلول شکر، شیر، جوش‌شیرین، $C_{12}H_{22}O_{11}$ ، $NaOH$ ، $HCl$

۲. کدام‌یک از مواد زیر دارای پیوند یونی و کدام‌یک پیوند کووالانسی است؟

$F_2$، $CH_4$، $NH_3$، $CO_2$، $NaCl$، $Cl_2$، $KI$، $H_2O$، $Br_2$، $KCl$

۳. نسبت تعداد اتم‌های اکسیژن به تعداد کل اتم‌ها در $NH_4HSO_3$ چه‌قدر است؟

۴. تعداد اتم‌های $H$ در ۵۰ مولکول آب برابر تعداد اتم‌های کربن در چند مولکول $CO_2$ است؟

۵. از فرمول یک ماده شیمیایی چه مواردی معلوم می‌شود؟

۶. در $Na_2S_2O_3$ نسبت تعداد اتم‌های اکسیژن به تعداد اتم‌های سدیم و نسبت تعداد اتم‌های سدیم به‌کل تعداد اتم‌ها چه‌قدر است؟

۷. مفهوم الکترولیت و غیر الکترولیت چیست؟

۸. در ترکیب $C_2H_4O_2$ نسبت عناصر به اتم‌ها چه‌قدر است؟

۹. تعداد اتم‌های هیدروژن در ۱۰۰ مولکول آب برابر تعداد اتم‌های اکسیژن در چند مولکول آب است؟

۱۰. تعداد اتم‌های $H$ در ۵۰ مولکول آب برابر تعداد اتم‌های کربن در چند مولکول $CO_2$ است؟

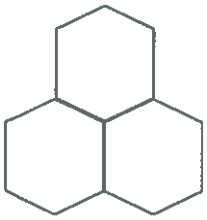
۱۱. تعداد اتم‌های هیدروژن در ۱۰۰ مولکول آمونیاک با تعداد اتم‌های اکسیژن در چند مولکول منوکسید کربن، برابر است؟

۱۲. در مولکول $C_3H_5(OH)_3$ نسبت تعداد اتم‌های هیدروژن به تعداد اتم‌های اکسیژن چه‌قدر است؟

۱۳. فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از عنصر $X$ با عدد اتمی ۱۵ و عنصر $Y$ با عدد اتمی ۳۴ چیست؟

۱۴. اگر $X$ عنصری با عدد اتمی ۸ و $Y$ عنصری با عدد اتمی ۱۲ باشد، ترکیب حاصل از این دو عنصر ..... است و فرمول آن ..... است.

۱۵. در ترکیب زیر چند اتم هیدروژن وجود دارد؟



۱۶. عنصر $A$ سه‌ظرفیتی، عنصر $B$ دو ظرفیتی و عنصر $C$ یک ظرفیتی می‌باشد. چند مولکول چهار اتمی می‌توانید ترسیم کنید که در آن $B$ یا $A$ و نه هردوی آن‌ها با $C$ ترکیب شده باشد؟

۱۷. هر اتم کربن با ۴ اتم هیدروژن ۴ پیوند برقرار می‌کند. مولکولی از به هم پیوستن ۴ اتم کربن و تعدادی اتم هیدروژن به وجود آمده است، اگر سه پیوند در این مولکول بین اتم‌های کربن باشد تعداد هیدروژن‌های این ترکیب چه‌قدر است؟

۱۸. ترکیب اتم‌های $_{17}Cl$ و $_{19}K$ برای تشکیل $KCl$ چگونه انجام می‌شود؟

۱۹. فرمول ترکیبی را بنویسید که در آن به ترتیب از چپ به راست:

الف) ۱ اتم آلومینیم و ۳ اتم برم باشد.

ب) ۱ اتم ژرمانیم و ۲ اتم کلر باشد.

پ) ۳ اتم منیزیم و ۲ اتم نیتروژن باشد.

۲۰. با توجه به جدول داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

| نام ماده | میزان رسانایی الکتریکی نسبت به آب خالص |
|---|---|
| الکل | ۰ |
| محلول نمک $A$ در آب | ۲۰۰۰۰ برابر |
| محلول نمک $B$در آب | ۵۰۰۰۰ برابر |
| محلول شکر در آب | ۰ |

الف) نام محلول یا مایعات نارسانا را بنویسید.

ب) رسانایی محلول نمک $A$ بیشتر است یا محلول نمک $B$؟

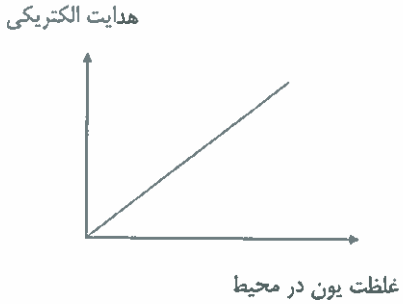
پ) تعداد یون‌ها در کدام محلول بیشتر است؟

ت) درصورتی‌که هر یک از مواد جدول را در یک مدار الکتریکی همراه با لامپ قرار دهیم. در کدام موارد روشنایی در لامپ ایجاد می‌شود؟

۲۱. هدایت الکتریکی کدام‌یک بیشتر است: آب‌نمک یا آب‌قند؟ چرا؟

۲۲. یک تفاوت میان ترکیبات یونی و ترکیبات مولکولی را بنویسید و از هر نمونه ترکیب یک مثال بزنید.

۲۳. نمودار روبه‌رو را تفسیر کنید.




۲۴. محلول کدام ماده در آب الکترولیت قوی‌تری است، استیک اسید یا سدیم هیدروکسید؟ چرا؟

۲۵. جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف) در فرمول شیمیایی $NaOH$ ..... تعداد عنصر و ..... تعداد اتم وجود دارد.

ب) وقتی‌که یک اتم خنثی به یک یون منفی تبدیل می‌شود، حجم آن ..... می‌یابد.

پ) واکنش اسید و باز، واکنش ..... نام دارد.

ت) در پیوند یونی نافلزها با ..... الکترون به ..... تبدیل می‌شوند و فلزها با ..... الکترون به ..... تبدیل می‌شوند.

ث) جامدهای ..... در حالت جامد و مذاب رسانای جریان برق هستند.

۲۶. چرا محلول ترکیبات کووالانسی، الکترولیت نیستند؟

۲۷. کدام‌یک ترکیب مولکولی و کدام‌یک ترکیب یونی است؟

کلسیم کربنات، کلسیم سولفات، سدیم کلرید، آب، کربن دی‌اکسید

۲۸. وقتی شخصی دروغ می‌گوید یا داستان نادرستی را تعریف می‌کند و سپس سؤالاتی را در مورد آن از او می‌پرسند آن شخص عرق می‌کند. چه ماده شیمیایی و چه یون‌هایی در عرق بدن وجود دارد؟ وقتی‌که شخص دروغ می‌گوید تعریق بدن او بیشتر می‌شود درنتیجه هدایت الکتریکی پوست او از هدایت الکتریکی پوست خشک بیشتر می‌شود. مدار الکتریکی رسم کنید که بتواند به‌عنوان یک دروغ‌سنج عمل کند. این مدار شامل یک باتری، سیم، پشت دست یک انسان و یک نمایشگر است.

۲۹. محصول واکنش‌های زیر را با تکیه بر آرایش الکترونی و تعیین فلز و نافلز و ظرفیت هریک بنویسید.

الف) $_{35}Br + {}_{11}Na \rightarrow$

ب) $_{8}O + {}_{13}Al \rightarrow$

۳۰. $A$ و $B$ و $C$ و $D$ چهارعنصر با عدد اتمی متوالی هستند، عنصر $C$ گازی است یک اتمی که تاکنون هیچ ترکیبی از آن شناخته نشده است:

الف) کدام عنصر رسانای جریان برق است؟

ب) فرمول ترکیب حاصل از دو عنصر $A$ و $D$ را بنویسید و دو خاصیت این ترکیب را ذکر نمایید.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. **کدام گزاره نادرست است؟**

۱) کوچک‌ترین ذره سازنده فلز آهن، اتم $Fe$ است.

۲) کوچک‌ترین ذره سازنده مادهٔ مرکبی مانند $CO_2$، مولکول کربن دی‌اکسید است.

۳) کوچک‌ترین ذره سازنده مادهٔ مرکبی مانند $Fe_2O_3$، مولکول آهن اکسید می‌باشد.

۴) کوچک‌ترین ذره سازنده $N_2$، مولکول $N_2$ است.

۲. **در کدام گزینه کوچک‌ترین ذره سازنده تمام مواد داده شده مولکول است؟**

۱) $NaCl$ ۲) $Na_2S$ ۳) $SO_3$ ۴) $Ca_3(PO_4)_2$

۳. **کوچک‌ترین ذره سازنده تمام مواد داده شده، بلور یون است، جز:**

۱) $CH_4$ ۲) $NaNO_3$

۳) $K_2O$ ۴) $CaS$

۴. **در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ کوچک‌ترین ذره سازنده ماده داده شده اتم، مولکول و بلور یون است؟**

۱) $HF - MgBr_2 - N_2$

۲) $CaCl_2 - ICl_3 - Ar$

۳) $C_2H_6 - SO_2 - Ca$

۴) $SiO_2 - CO - Mg$

۵. **در مورد ترکیبات یونی کدام گزینه نادرست است؟**

۱) یک مواد مرکبی که اتم‌های سازنده آن به‌صورت یون‌های مثبت و منفی هستند و با نیروی جاذبه الکترواستاتیکی به‌هم متصل شده‌اند، ترکیبات یونی می‌گویند.

۲) در ترکیبات یونی ذرات بسیار محکم و پایدار در کنار همدیگر قرار گرفته‌اند، بااین‌حال می‌توان مرزی بین مولکول‌های آن مشخص کرد.

۳) سلول واحد بلور نماینده ساختار عظیم‌الجثه یک بلور ترکیب یونی است.

۴) فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی از روی ساختار بلوری آن مشخص می‌شود و معنی آن ساده‌ترین نسبت یون‌های مثبت و منفی تشکیل‌دهنده است.

۶. **در کدام گزینه تمام مواد الکترولیت به‌حساب می‌آیند؟**

۱) الکل ـ جوش‌شیرین

۲) شکر ـ نمک

۳) آب‌لیمو ـ سرکه

۴) نفتالین ـ نمک

۷. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) فلزات قلیایی خاکی تمایل دارند با از دست دادن دو الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود دست پیدا کنند.

۲) هالوژن‌ها تمایل دارند با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره خود برسند.

۳) یون‌ها در طبیعت پایدار نیستند و به‌سرعت با یک یون دیگر واکنش می‌دهند.

۴) فلزات تمایل دارند الکترون خود را ازدست‌داده و به‌صورت یون منفی دربیایند.

۸. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) در ترکیب $CaBr_2$، کلسیم در نقش کاتیون و برُم در نقش آنیون است.
۲) فلزات با از دست دادن الکترون آنیون می‌شوند و توانایی واکنش با نافلزات را دارند.
۳) کلر با دادن یک الکترون به سدیم به‌صورت کاتیون درآمده و درنتیجه این واکنش نمک خوراکی تولید می‌شود.
۴) تمام ترکیبات یونی به‌صورت دوتایی هستند.

۹. از واکنش $Al^{3+}$ و $O^{2-}$ یک ترکیب یونی حاصل می‌شود. درصورتی‌که این ترکیب یونی دارای $۴/۸ \times ۱۰^{18}$ آنیون $O^{2-}$ باشد، تعداد ذرات $Al^{3+}$ برابر با چه مقداری خواهد بود؟

۱) $۷/۲ \times ۱۰^{18}$
۲) $۳/۲ \times ۱۰^{18}$
۳) $۹/۶ \times ۱۰^{18}$
۴) $۱۴/۴ \times ۱۰^{18}$

۱۰. فرمول نویسی کدام گزینه نادرست است؟

۱) $MgO$
۲) $MgCl_2$
۳) $Mg_2Br$
۴) $Na_2O$

۱۱. با توجه به ظرفیت‌های داده‌شده در کدام گزینه فرمول نویسی تمام ترکیبات درست است؟

$Cl^-$ / $Sn^{4+}$ / $(H_2PO_4)^-$ / $Pb^{2+}$ / $Fe^{3+}$ / $(PO_4)^{3-}$ / $O^{2-}$ / $Na^+$ / $(NO_3)^-$ / $Fe^{2+}$ / $Br^-$ / $Al^{3+}$ / $Ca^{2+}$

۱) $NaNO_3 - FeO - Al_2O_3$
۲) $Fe_2O_3 - Ca_2(H_2PO_4) - Sn_4(NO_3)$
۳) $Na_2O - Mg_3(PO_3)_2 - FeCl_3$
۴) $Al_3(NO_3) - FeO - Fe_2O_3$

۱۲. عنصر فرضی $X$ را در نظر بگیرید. در کدام‌یک از ترکیب‌های یونی زیر عنصر $X$ به گروه شش از عناصر اصلی تعلق دارد؟

۱) $K_2X$
۲) $KX_2$
۳) $K_3X$
۴) $KX_3$

۱۳. قدرت محلول الکترولیت کدام گزینه بیشتر از بقیه است؟

۱) $Sr_3N_2$
۲) $Pb(SO_3)_2$
۳) $Ba(MnO_4)_2$
۴) $(NH_4)_2S$

۱۴. کدام گزینه مقایسه قدرت محلول الکترولیت‌ها درست انجام شده است؟

۱) $AlCl_3 > Fe_2O_3$
۲) $Na_3(PO_4) < (NH_4)_2Cr_2O_7$
۳) $SnO_2 > NH_4NO_3$
۴) $Fe_2O_3 < FeCl_3$

۱۵. قدرت محلول الکترولیت کدام گزینه از بقیه گزینه‌ها بیشتر است؟

۱) $NaNO_3$
۲) $AlPO_4$
۳) $MgO$
۴) $FeO$

* فرض کنید جدول زمان‌بندی زیر میزان انحلال‌پذیری نمک فرضی $XY$ در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب خالص در دمای ۲۵ سانتی‌گراد باشد. با توجه به این مطلب به تست‌های ۱۶ تا ۱۸ پاسخ دهید.

| زمان (برحسب دقیقه) | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار حل شونده (برحسب گرم) | ۰ | ۰/۳۰ | ۰/۳۵ | ۰/۵۰ | ۰/۷۰ | ۰/۸۵ | ۱/۰۵ | ۱/۲۵ | ۱/۴۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |

۱۶. میزان انحلال‌پذیری این نمک در دقیقه ششم چند برابر انحلال‌پذیری این نمک در دقیقه دوم است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۳/۵

۱۷. با فرض خطی بودن نمودار انحلال‌پذیری این نمک در آب، بیشترین مقدار نمک که در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در همین دما، حل می‌شود، چه‌قدر است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۳ ۴) ۱/۴۵

۱۸. بیشترین مقدار رسانایی این محلول در چه زمانی است؟

۱) ابتدای آزمایش ۲) دقیقه ۴
۳) دقیقه ۱۱ ۴) این محلول توانایی عبور جریان برق را ندارد.

۱۹. کدام گزاره نادرست است؟

۱) تمام محلول‌های ترکیبات یونی توانایی عبور جریان برق را دارند.
۲) $Na_3PO_4$ محلول الکترولیت ضعیف‌تری از $Al_2O_3$ است.
۳) با توجه به ترکیب $Ca_3X_2$ می‌توان حدس زد عنصر $X$ در گروه پنجم از گروه‌های اصلی قرار دارد.
۴) در ترکیب $CaBr_2$ درصورتی‌که $2/4 \times 10^{18}$ یون $Br^-$ داشته باشیم، مقدار $4/8 \times 10^{18}$ یون کلسیم خواهیم داشت.

۲۰. کدام‌یک از ترکیبات زیر غیر الکترولیت به‌حساب می‌آید؟

۱) $NaOH$ ۲) $CaCl_2$
۳) $HBr$ ۴) $CH_3OH$

۲۱. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) ترکیبات یونی دوتایی می‌توانند حاصل واکنش دادن فلز به‌عنوان کاتیون و نافلز به‌عنوان آنیون باشند.
۲) ترکیبات کووالانسی ممکن است به‌صورت هشت اتمی نیز وجود داشته باشند.
۳) در پیوند کووالانسی جفت الکترون‌های مشترک بین دو اتم می‌تواند یک، دو و یا سه جفت باشد.
۴) تمام هالوژن‌ها به‌جز ید به‌صورت دوتایی یافت می‌شوند.

۲۲. کدام‌یک از گزاره‌های زیر نادرست است؟

۱) فرمول مولکولی بیانگر تعداد واقعی اتم‌های یک عنصر در یک مولکول از ترکیب مورد نظر است.
۲) فرمول ساختاری بیانگر ساده‌ترین نسبت اتم‌ها و تعداد پیوندهای بین آن‌ها است.
۳) در ترکیبات یونی اعداد مورداستفاده به‌عنوان زیروند باید به‌صورت ساده‌ترین عدد ممکن برای نشان دادن نسبت بین یون‌های سازنده ترکیب باشند.
۴) فرمول مولکولی هیدرژون پراکسید $H_2O_2$ می‌باشد و فرمول ساختاری آن به‌صورت $H-O-O-H$ است.

* با توجه به جدول تناوبی به تست‌های ۲۳ تا ۲۵ پاسخ دهید.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| Cs | Ba | | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| Fr | Ra | | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | | Fl | | Lv | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
| Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |

۲۳. در کدام گزینه به ترتیب ظرفیت عناصر برابر ۴ – ۳ – ۲ می‌باشد؟

۱) $O - F - C$

۲) $S - N - Si$

۳) $Cl - Al - Si$

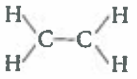
۴) $C - N - O$

۲۴. با توجه به ظرفیت، فرمول ساختاری کدام گزینه نادرست است؟

۱) $NH_3$ :

۲) $BeF_2$ : $F - Be - F$

۳) $C_2H_4$ :



۴) $SiO_2$ : $O = Si = O$

۲۵. با توجه به ظرفیت، کدام فرمول مولکولی نادرست است؟

۱) $SnO_2$

۲) $CF_4$

۳) $P_2S_3$

۴) $SCl_2$

۲۶. در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ ترکیب اول یک ترکیب کووالانسی و ترکیب دوم یک ترکیب یونی است؟

۱) $CH_3OH - SiCl_4$

۲) $K_2O - CaS$

۳) $Na_2S - SCl_2$

۴) $HF - CaO$

۲۷. در کدام گزینه هر دو ترکیب داده‌شده جزو ترکیبات کووالانسی به‌حساب می‌آیند؟

۱) $NiBr_2 - BeI_2$

۲) $KF - NH_4NO_3$

۳) $CH_4 - Cu(CN)_2$

۴) $As_2O_3 - CF_4$

۲۸. دو عنصر فرضی $X$ و $Y$ را در نظر بگیرید. درصورتی‌که دو ترکیب یونی $MgX$ و $Y_2S_3$ پیدا شده باشد، فرمول ترکیب یونی ترکیب این دو عنصر برابر با کدام گزینه است؟

۱) $X_3Y_2$

۲) $X_2Y_3$

۳) $XY_2$

۴) $XY$

۲۹. چند ترکیب از مواد زیر جزو ترکیبات یونی به‌حساب می‌آید؟

$SeCl_2 - CsF - CuS - C_2H_6 - MnS - As_2S_3 - K_2SO_4$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۳۰. عنصر فرضی $X$ در واکنش با سدیم ترکیب یونی با فرمول $Na_2X$ را تشکیل داده است. عنصر فرضی $Y$ نیز در واکنش با منیزیوم ترکیب یونی با فرمول $MgY$ را تشکیل داده است. کدام گزینه الکترولیت قوی‌تری درست می‌کند؟

۱) واکنش یون $X$ با $Fe^{2+}$

۲) واکنش یون $Y$ با $Ni^{2+}$

۳) واکنش یون $X$ با $NH_4^+$

۴) واکنش یون $Y$ با $K^+$

۳۱. عناصر فرضی $X$ و $Y$ و $Z$ و $U$ را در نظر بگیرید. از این عناصر ترکیبات یونی زیر پیدا شده است. با توجه به ترکیبات داده‌شده کدام‌یک از گزینه‌های زیر محلول الکترولیت قوی‌تری است؟

$SnZ_2 - Na_2X - Y_3(PO_4)_2 - UNO_3$

۱) ترکیب یونی حاصل از واکنش دو یون $X$ و $Y$

۲) ترکیب یونی حاصل از واکنش دو یون $X$ و $U$

۳) ترکیب یونی حاصل از واکنش دو یون $Z$ و $Y$

۴) ترکیب یونی حاصل از واکنش دو یون $Z$ و $U$

۳۲. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) ترکیبات یونی محلول در آب رسانای خوبی برای جریان الکتریسیته هستند.

۲) ترکیبات یونی دارای ساختار بلوری و عموماً شکننده‌ای هستند.

۳) بسیاری از ترکیبات یونی به‌صورت گاز در طبیعت یافت می‌شوند.

۴) پتاسیم یدید ($KI$) در اثر حل شدن در آب دو یون آزاد می‌کند.

۳۳. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) گوگرد، سلنیم و اکسیژن که جزو عناصر گروه شانزدهم هستند به‌صورت هشت اتمی نیز یافت می‌شوند.

۲) سیلیسیم کربید ($SiC$) جزو جامدهای کووالانسی به‌حساب می‌آید.

۳) ترکیبات کووالانسی در دمای اتاق فقط به‌صورت مایع یا گاز می‌توانند باشند.

۴) کوچک‌ترین ذره سازنده ترکیبات کووالانسی اتم است.

۳۴. نوع پیوند در همهٔ گزینه‌ها یکی است به‌جز:

۱) $TiO_2$

۲) $MnS$

۳) $CrCl_3$

۴) $SbI_3$

۳۵. قدرت محلول الکترولیت همهٔ گزینه‌های زیر برابر است، جز:

۱) $NiSO_4$

۲) $NH_4ClO_3$

۳) $CrSO_4$

۴) $MgHPO_4$

# فصل ۳

# زندگی در سایهٔ اتم‌های کربن

◀ گیاه گوشتخوار ونوس اغلب در زمین‌هایی می‌روید که دارای منابع کمی از مواد آلی می‌باشند از این رو با شکار حشرات سعی در جبران مواد مورد نیاز خود دارد.

اگر این فصل را به خوبی مطالعه کنی و کارهای خواسته‌شده را به دقت انجام دهی؛

- خواهی دانست که دستهٔ بزرگی از مواد مرکب هستند که از عنصر کربن ساخته شده‌اند و به آنها مواد آلی می‌گویند.
- با ویژگی‌های مواد آلی آشنا می‌شوی.
- منابع مواد آلی در طبیعت را می‌دانی و مفهوم چرخهٔ کربن را یاد می‌گیری.
- می‌توانی ترکیب‌های آلی را دسته‌بندی کنی و واکنش‌های آنها را پیش‌بینی کنی.

## عنصر حیات

ذرات سازندهٔ موجودات زنده، مولکول‌هایی هستند که بر اساس عنصر کربن ساخته‌شده‌اند. از آن‌جایی که تعداد اتم‌های عنصر کربن در دنیا ثابت است؛ اتم‌های کربن در یک چرخهٔ طبیعی بین بدن موجودات زنده و محیط غیرزنده جابه‌جا می‌شوند. چرخهٔ کربن یک چرخهٔ دائمی از ترکیبات کربنی است که درون دنیای طبیعی وجود دارند.

کنکاش کن

با یک جست‌وجوی ساده در اینترنت یا کتاب‌های مرجع می‌شود فهمید که از نظر فراوانی، کربن پانزدهمین عنصر در زمین و چهارمین عنصر در کل عالم هستی است (عنصرهای فراوان‌تر از کربن در زمین و عالم هستی را خودتان پیدا کنید. فقط کافی است کلیدواژهٔ *Abundance of the chemical elements* را جست‌وجو کنید).

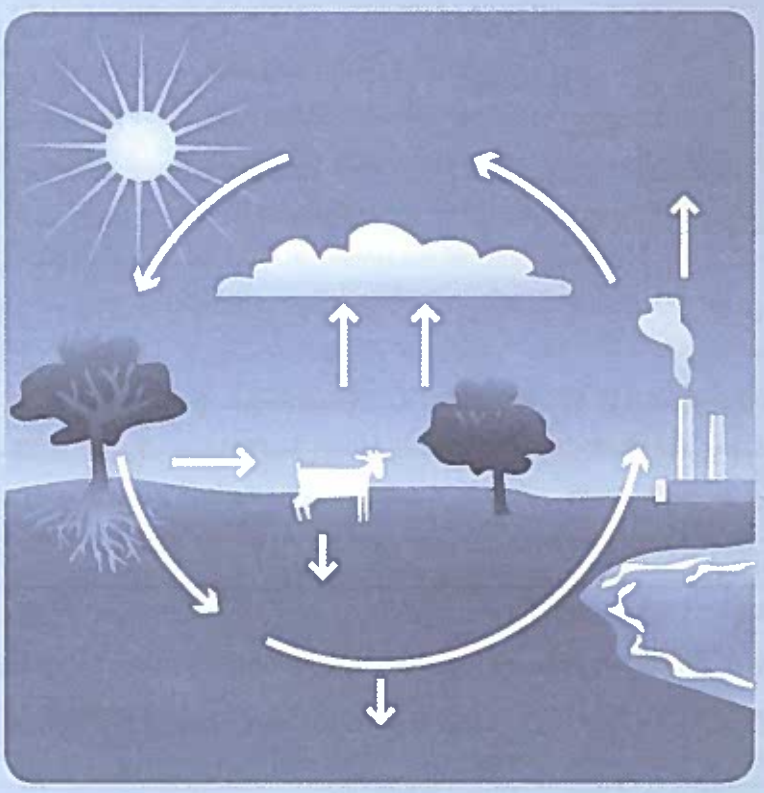
چرخهٔ چوب

حیوانات کربن را از طریق خوردن گیاهان یا حیوانات دیگر، جذب می‌نمایند و با خورده شدن یا پیوستن به خاک توسط موجودات زندهٔ دیگر جذب می‌شوند. هم‌چنین مراحلی که از طریق آن گیاهان انرژی موجود در اشعهٔ خورشید را جذب می‌کنند و موجودات زندهٔ دیگر انرژی موجود در غذا را آزاد می‌کنند، بخشی از چرخهٔ کربن را تشکیل می‌دهند. در طول پدیدهٔ فتوسنتز، گیاهان کربنِ موجود در کربن دی‌اکسید یا همان $CO_2$ را از هوا استخراج می‌کنند. آن‌ها انرژی به‌دست‌آمده از نور خورشید را برای ترکیب کربن دی‌اکسید با هیدروژنِ به‌دست‌آمده از مولکول آب، استفاده می‌کنند و مواد سرشار از انرژی، مثل قند را تولید می‌کنند.

**چرخهٔ کربن، تبادل کربن دی‌اکسید بین جانداران و محیط می‌باشد.**

پاسخ کو باش

اگر شکل زیر بیانگر چرخهٔ کربن باشد، مقابل هر پیکان کلمه یا نام ماده مناسب را بنویسید



**نفت، پایان سیاه کربن‌هایی که خورده نمی‌شوند**

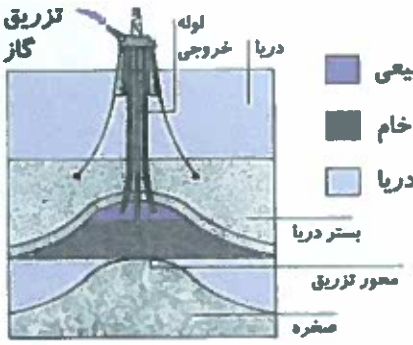
ممکن است فکر کنید که این چرخه نقاط کور و بن‌بستی دارد که اگر گذر موجود زنده به آنجا بیفتد؛ کربنِ آن از چرخهٔ طبیعت خارج می‌شود. مثلاً اگر باقی‌ماندهٔ موجود زنده در دریا و اعماق اقیانوس‌ها مدفون شود دیگر کربن آن وارد چرخهٔ طبیعت نمی‌شود. درحالی‌که این‌طور نیست. در چرخهٔ کربن ممکن است که یک موجود زنده بمیرد و همان موقع کربن آن به موجود زندهٔ دیگر منتقل نشود اما بالأخره روزی فرا می‌رسد که انسان نیازمند به کربن با حفاری در اعماق زمین و دریا آن کربن را استخراج می‌کند تا به قیمت بالا در بازارهای انرژی به فروش رساند. زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی سوخت‌های فسیلی هستند که بیشتر دانشمندان منشأ تشکیل آن‌ها را گیاهان و موجودات زندهٔ موجود در اقیانوس‌های اولیه می‌دانند. باقی‌ماندهٔ گیاهان و جانورانی که میلیون‌ها سال قبل (قبل از دایناسورها) در محیط دریا زندگی می‌کرده‌اند؛ طی میلیون‌ها سال مدفون شده‌اند و تحت فشار و دمای بالا و نبود اکسیژن توسط باکتری‌ها تجزیه و به نفت و گاز تبدیل‌شده‌اند. تشکیل نفت در حوضچه‌های نفتی نفوذناپذیر بسیار آهسته انجام می‌شود و بشر این مواد ارزشمند را با حفر چاه از دل زمین استخراج می‌کند. قسمت اعظم سوخت‌های فسیلی را عنصرهای کربن و هیدروژن (هیدروکربن‌ها) تشکیل می‌دهند اما اتم‌های دیگری مثل نیتروژن و گوگرد نیز ممکن است در آن‌ها دیده شود.

از پارسال به یاد دارید که سوخت ماده‌ای است که به‌آسانی می‌سوزد و مقدار قابل‌توجهی انرژی به‌صورت گرما و نور آزاد می‌کند.

نفت و گاز طبیعی در زیر لایه‌های سنگی نفوذناپذیر به دام افتاده‌اند. بشر این مواد ارزشمند را با حفر چاه از دل زمین استخراج می‌کند.

از نفت خام، بنزین، پارافین، انواع پلاستیک، پارچه، فوم، آسفالت و بسیاری مواد دیگر می‌توان ساخت.

نفت‌خام اساساً مخلوطی از هیدروکربن‌ها می‌باشد و درعین‌حال حاوی مقادیر اندکی از اتم‌های گوگرد، نیتروژن، وانادیم، نیکل و کروم است.




کلمه نفت، در زبان انگلیسی پترولیوم است و ریشه آن واژه یونانی Naphta به معنی روغن شرقی است.

نفت پس از پالایش و تبدیل به فرآورده‌های سودمند ارزش زیادی پیدا می‌کند. نفت عامل مهمی در حفظ اقتصاد کشورهای تولید و صادر کنندهٔ آن می‌باشد.

در مصرف سوخت‌های فسیلی که از منابع تجدیدناپذیر به شمار می‌روند، باید توجه بسیار کرد؛ زیرا تخمین زده شده است که معادن زغال‌سنگ حدود ۳۰۰ سال و مخازن نفت و گاز حدود ۶۰ سال دیگر به اتمام خواهند رسید. به‌منظور حفاظت از این منابع باید از منابع تجدیدپذیر استفاده کرد. به‌عنوان مثال نیروگاه‌های هیدرواستاتیک (آب)، انرژی خورشید و باد به‌عنوان منابع فرعی انرژی باید مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

نفت خام: نفتی است که از چاه‌های نفتی استخراج می‌شود. مایعی است غلیظ یا روان، به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه یا بوی نامطبوع که مخلوطی از ترکیبات کربن است.

جالب است
بدانی

### حفاری چاه نفتی چگونه انجام می‌شود؟

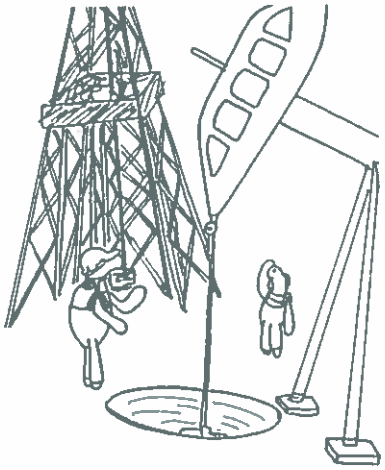
زمین‌شناسان نفت به کمک دانشی که از شیمی، زمین‌شناسی، جغرافیا، زیست‌شناسی و ریاضیات دارند، سنگ‌ها و سایر عوامل زمین‌شناسی را به همراه نقشه‌های جغرافیایی تجزیه‌وتحلیل می‌کنند تا اطلاعاتی از منابع نفت و گاز طبیعی به دست آورند.

آن‌ها به کمک تصویرهای ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی، نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به سنگ‌ها، محل تقریبی منابع و مقدار نفت و گاز طبیعی موجود را پیش‌بینی می‌کنند.

روش‌های زیادی برای پیش‌بینی وجود نفت و گاز طبیعی در زیر زمین وجود دارد اما مطمئن‌ترین روش حفر چاه است.

برای حفاری در انواع صخره‌ها مته‌های متفاوتی به‌کار می‌رود. موتور بالای چاه نفت، دستگاه حفاری را در هر ثانیه چند صد بار می‌چرخاند. اصطکاک با صخره‌ها مته را خیلی داغ می‌کند. برای سرد کردن آن و هم‌چنین بیرون کشیدن خرده‌سنگ‌های تراشیده شده از دل زمین، از گل مخصوصی به نام گل حفاری استفاده می‌کنند. گل حفاری از گل و آب و بعضی مواد شیمیایی تهیه شده است. گل بر اثر فشار زیاد از درون لوله به سر مته می‌رسد. سر مته دارای سوراخ‌هایی است که گل از آن عبور می‌کند. وقتی گل به ته چاه رسید، خرده‌سنگ‌های تراشیده شده را با خود بالا می‌آورد. زمین شناسان می‌توانند خرده‌ها و مواد دیگری را که به سطح زمین می‌آیند بررسی کند و افزون بر تعیین نوع سنگ، وجود نفت را تشخیص دهد.

گل حفاری علاوه بر بیرون کشیدن خرده‌سنگ‌های تراشیده شده و خنک کردن سر مته، فواید دیگری هم دارد. یکی اینکه ستون گل حفاری به دیواره چاه فشار می‌آورد و مانع ریزش آن می‌گردد. دیگر اینکه بدنه چاه را اندود می‌کند و سوراخ‌های آن را می‌گیرد؛ و در مواقعی که مته در اعماق زیاد به لایهٔ گاز یا نفت می‌رسد ستون گل مانع می‌شود که گاز، نفت یا آب به درون چاه راه یابند.



همانطور که دستگاه حفاری، عمق بیشتری را طی می‌کند باید لوله‌های بیشتری به آن اضافه کرد. طرز به هم بستن این لوله‌ها سر مته مثل به هم بستن پیچ و مهره است. پس از این‌که مدتی از حفر چاه گذشت، تیغه مته سائیده و فرسوده می‌شود و باید آن را عوض کرد. قبل از بیرون کشیدن لوله‌ها و باز کردن تیغه مته باید دیواره چاه را آستر کنیم. برای آستر کردن چاه، لوله‌ای فولادی در چاه می‌گذارند و فاصله بین لوله و دیواره چاه را از پایین به بالا به کمک تلمبه با سیمان پر می‌کنند تا مستحکم شود. نفت و گاز طبیعی را که به‌این‌ترتیب به دست می‌آید به‌وسیله کامیون یا خطوط لوله به پالایشگاه نفت منتقل می‌کنند. در پالایشگاه، نفت و گاز طبیعی پس از پالایش به سوخت و مواد سودمندتر تبدیل می‌شود.

## نفت، کربنی برای سوختن و ساختن

میانگین سهم مصرفی نفت برای سوزاندن به‌عنوان منبع انرژی ٪۸۷ و برای تولید مواد شیمیایی ارزشمند ٪۱۳ است. ویژگی‌هایی در ترکیبات نفتی وجود دارند که می‌توان از آن هم برای سوزاندن و هم برای ساختن استفاده کرد. مولکول‌های سازندهٔ نفت دارای دو خصلت می‌باشند:

۱- سرشار از انرژی هستند که هنگام سوزاندن آن‌ها آزاد می‌شود.

۲- به روش‌های گوناگون می‌توان آن‌ها را با هم ترکیب کرد و به مواد سودمندتری تبدیل نمود. مثلاً تبدیل مولکول‌های کوچک نفتی به مولکول‌های غول‌آسا جهت تهیهٔ مواد خام مورد نیاز مثل پلاستیک، الیاف و یا تهیهٔ مواد دارویی یا آرایشی از مواد نفتی.

## نفت، صنعت و کشورهای تأثیرگذار

نخستین چاه نفت جهان ۲۱ متر عمق داشت و در سال ۱۸۵۹ م. در پنسیلوانیای آمریکا حفر شد. از این چاه ۳۵ بشکه نفت در روز تولید می‌شد و هر بشکه نفت به قیمت ۲۰ دلار به فروش می‌رسید.
نخستین چاه نفت ایران در مسجدسلیمان واقع در دامنهٔ رشته‌کوه زاگرس حفر شد و در پنجم خرداد ۱۲۸۷ خورشیدی در عمق ۳۶۰ متری به نفت رسید.
در سال ۱۲۸۰ خورشیدی امتیاز اکتشاف، استخراج، پالایش و حمل‌ونقل و فروش طلای سیاه ایران توسط مظفرالدین شاه به یکی از سرمایه‌داران انگلیسی واگذار شد.
۲۹ اسفند ۱۳۲۹ خورشیدی روز افتخارآمیز ملی شدن صنعت نفت ایران می‌باشد. در این روز پس از مدت‌ها تسلط بیگانگان بر منابع نفتی کشور قانونی به تصویب رسید که بر اساس آن تصمیم‌گیری دربارهٔ نفت از آن ملت و دولت ایران شد. مهم‌ترین صنعت کشور ایران، صنعت نفت است و تولیدات نفت و گاز ایران شامل گاز مایع، نفت‌کوره، گازوئیل، نفت سفید و نفت می‌باشد.

**موضوع انشا: ما و درآمد نفتی!**

*هفت‌خواهران نفتی، اصطلاحی بود که به کارتل‌های نفتی می‌گفتند که تا سال ۱۹۷۰ صنعت نفت جهان را در اختیار کامل خود داشتند. این شرکت‌ها الآن با ادغام و خرید سهام هم‌دیگر به ۴ شرکت تبدیل‌شده‌اند. این چهار شرکت، باارزش‌ترین شرکت‌های سهامی نفتی دنیا هستند که با همهٔ عظمت و سابقه در حال حاضر فقط یک و نیم برابر از کوکل بیشتر سرمایه دارند. یادمان باشد که عمر کوکل به بیست سال نمی‌رسد...*

### اوپک O.P.E.C:

O.P.E.C علامت اختصاری عبارت Organization of the Petroleum Exporting Countries به معنی سازمان کشورهای صادر کنندهٔ نفت خام می‌باشد و در حال حاضر ۱۲ کشور عضو آن هستند. سازمان اوپک در ۱۲ سپتامبر ۱۹۶۰ میلادی تشکیل‌شده است و مرکز آن در شهر وین در کشور اتریش است. کشورهای عضو اوپک تقریباً $\frac{۲}{۳}$ ذخایر نفتی جهان را در اختیار دارند.

**کشورهای عضو اوپک و تاریخ عضویت:**

جمهوری اسلامی ایران (سپتامبر ۱۹۶۰)

| | | |
|---|---|---|
| عراق (سپتامبر ۱۹۶۰) | عربستان سعودی (سپتامبر ۱۹۶۰) | کویت (سپتامبر ۱۹۶۰) |
| ونزوئلا (سپتامبر ۱۹۶۰) | قطر (دسامبر ۱۹۶۱) | لیبی (دسامبر ۱۹۶۲) |
| امارات متحده عربی (نوامبر۱۹۶۷) | الجزایر (ژوئیه ۱۹۶۹) | نیجریه (ژوئیه ۱۹۷۱) |
| آنگولا (سپتامبر ۲۰۰۶) | اکوادور (۲۰۰۶) | |

## انواع نفت خام:

نفت خام معمولاً بر اساس دو معیار چگالی و میزان گوگرد تقسیم‌بندی می‌شود:

**نفت خام بر اساس چگالی:** ۱. نفت سبک ۲. نفت سنگین
**نفت خام بر اساس میزان گوگرد:** ۱. نفت شیرین ۲. نفت ترش

**نفت سبک:** نفتی که گرانروی و چگالی پایین‌تری دارد.
**نفت سنگین:** به نفتی که گرانروی و چگالی بالاتری دارد.
مهم: گران‌روی را در ادامهٔ مباحث کتاب تعریف خواهیم کرد.
**نفت شیرین:** نفتی که گوگرد آن کمتر است.
**نفت‌ترش:** نفتی که گوگرد آن بیشتر است.

جالب است بدانی

مرزبندی واضحی بین انواع نفت‌ها و تقسیم آن‌ها به دسته‌های مختلف وجود دارد.
اگر میزان گوگردی که همراه با نفت خام از چاه خارج می‌شود، بیش از ۰/۵ درصد باشد؛ آن را نفت خام‌ترش می‌نامیم و اگر مقدار گوگرد کمتر از ۰/۵ درصد باشد، آن نفت، شیرین است. این گوگرد معمولاً به شکل نمک‌های دارای گوگرد (مثلاً هیدروژن سولفید) وجود دارد که علاوه بر سمی کردن نفت، باعث ایجاد خاصیت خورندگی هم می‌شود. به همین خاطر شیرین کردن نفت خام از مراحل مهم در صنعت نفت است. نفت‌های منطقهٔ خلیج‌فارس عمدتاً ترش هستند ولی نفت آمریکا یک مثال از نفت شیرین است.

دسته‌بندی سبک و سنگین برای انواع نفت خام هم به‌طور کمی تعریف می‌شود. هر چه نفت خام خروجی از چاه، روان‌تر و دارای چگالی کمتری باشد، آن را نفت سبک می‌نامند و با افزایش چگالی، به آن نفت سنگین می‌گویند. اگر چگالی نفت از چگالی آب هم بیشتر باشد، به آن می‌گویند «نفت فوق سنگین».

استخراج، جابه‌جائی و پالایش نفت‌های سبک و شیرین ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است و میزان بیشتری از محصولاتی چون بنزین، نفت، نفت سفید و سوخت‌های جت برگرفته از نفت سفید و گازوئیل‌های مرغوب را می‌توان از آن‌ها به دست آورد. به همین دلیل این نوع نفت‌ها بیشتر مورد علاقه پالایشگاه‌ها بوده و قیمت بالاتری دارند. میزان نفت‌های ترش و سنگین در ذخایر نفتی دنیا بیشتر است و نفت سبک و شیرین گران‌تر است.

## پالایش نفت خام

نفت خام علاوه‌بر انواع هیدروکربن‌ها، دارای مواد ناخواسته از قبیل نمک‌ها، اسیدها، شن، قیر و گازهای متان و اتان می‌باشد. درنتیجه با همان حالت طبیعی مورداستفاده قرار نمی‌گیرد. ازاین‌رو نفت خام را به‌وسیله لوله، قطار، کامیون یا کشتی به پالایشگاه منتقل می‌کنند.

پالایش یا تصفیه نفت خام به روش تقطیر جزءبه‌جزء در برج تقطیر انجام می‌گیرد. پالایشگاه یک واحد صنعتی است که نفت خام در آن‌جا به مواد مفیدتری تبدیل می‌شود. هیدروکربن‌های باقی‌مانده پس از جدا کردن ناخالصی‌های نفت خام را به‌وسیله تقطیر جزءبه‌جزء به مخلوط‌هایی با نقطه‌جوش‌های تقریباً یکسان جدا می‌کنند.

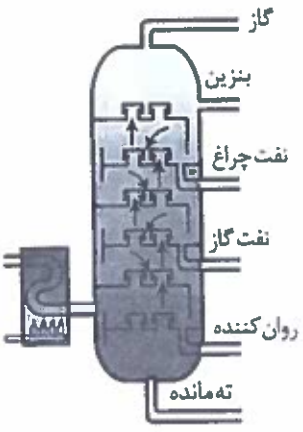
جالب است بدانی

ایران دارای پالایشگاه‌های متعددی است که مهم‌ترین آن‌ها پالایشگاه‌های آبادان، تهران، اصفهان، شیراز، تبریز، کرمانشاه، جزیرهٔ لاوان، بندرعباس و امام خمینی (شازند) هستند.

در پالایشگاه ابتدا نفت خام را در کوره‌ای تا $400^{\circ}C$ حرارت می‌دهند تا بسیاری از اجزای آن بخار شوند و آن را با پمپ به پایین برج یا ستون تقطیر که معمولاً بیش از ۳۰ متر ارتفاع دارد، می‌فرستند (عمل تبخیر). برخی از این مولکول‌ها گاز می‌مانند و به‌سوی بالای برج صعود می‌کنند و در آن‌جا به‌صورت جداگانه به‌عنوان برش گازی جدا می‌شوند. برخی دیگر از مولکول‌ها با سرد شدن، به حالت مایع برمی‌گردند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های متفاوت برج قرار دارند، می‌ریزند (عمل میعان). این مواد را که نقطه‌جوش آن‌ها متفاوت است، به‌عنوان برش‌های مایع جدا می‌کنند. در پایین برج تقطیر موادی که نقطه جوش آن‌ها بیشتر از $370^{\circ}C$ است، و به گاز تبدیل نمی‌شوند؛ به‌صورت مایع باقی می‌مانند. این مایع‌های غلیظ را که ته‌مانده می‌نامند، از پایین برج تقطیر بیرون می‌کشند.

**مهم: دربارهٔ این‌که اندازهٔ مولکول‌ها چه تأثیری بر نقطهٔ جوش دارد؛ در ادامهٔ کتاب صحبت می‌کنیم.**

**مولکول‌ها وقتی نفتی می‌شوند:**




- **برش گازی** از هیدروکربن‌های سبک تشکیل شده است (مولکول‌هایی دارای ۱ تا ۴ اتم کربن) ازاین‌رو نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی در آن‌ها بسیار ناچیز است و نقطه‌جوش پایینی دارند (زودجوش) که به حالت گازی وارد برج تقطیر می‌شوند و به علت فراریت زیاد بلافاصله پس از وارد شدن به‌صورت گاز به بالای برج صعود می‌کنند.

- **برش مایع** این برش نسبت به برش گازی از هیدروکربن‌های سنگین تشکیل شده است (۵ تا ۲۰ اتم کربن) ازاین‌رو نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی در آن‌ها قوی‌تر است و نقطه جوش بالاتری دارند و فراریت آن‌ها کمتر می‌باشد به‌طوری‌که در اثر برخورد با سینی‌های موجود در برج تقطیر که در فواصل مختلف وجود دارند از حالت گاز به مایع تبدیل شده (عمل میعان) و با توجه به محدودهٔ دمای جوش آن‌ها در نقاط مختلف برج جدا می‌گردند. برش مایع به سه برش سنگین، میانی و سبک تقسیم می‌شود.

- **برش جامد** از هیدروکربن‌های بسیار سنگین تشکیل شده است (از ۲۰ اتم کربن به بالا) پس دمای جوش بالاتری نسبت به دو برش گاز و مایع دارد. این برش به گاز تبدیل نمی‌شود و در پایین برج به‌صورت مایع غلیظ که ته‌مانده نامیده می‌شود باقی می‌ماند.

کاربرد اصلی نفت خام در روزگار نو، چندان تعجب‌برانگیز نیست. بیش از ۵۰ درصد آن تبدیل به بنزین می‌شود. در حقیقت حدود ۷۰ درصد نفت خام برای جابه‌جایی و حمل‌ونقل تبدیل و مصرف می‌شود. هرچند که نفت خام و محصولات جانبی آن تنها به‌همین سوخت اتومبیل و دیگر وسایل نقلیه محدود نمی‌شوند و پایه اصلی تولید محصولات بسیار متنوعی هستند که شاید هیچ‌گاه این موضوع را نشنیده باشید.

## شیمی آلی یا شیمی مواد کربن دار

در قرن ۱۸ میلادی شیمیدانان ترکیب‌های موجود در طبیعت را به دو گروه آلی و معدنی طبقه‌بندی کردند. آن‌ها کلمهٔ آلی را برای ترکیب‌هایی به کار می‌بردند که از منابع زنده به دست می‌آمدند. درواقع شیمیدانان عقیده داشتند که ترکیب‌های آلی تنها توسط موجودات زنده تولید می‌شوند؛ ولی امروزه این مرزبندی را قبول ندارند. در تعریف امروزی، شیمی آلی شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعه ترکیب‌هایی می‌پردازد که در ساختار خود اتم کربن دارند. به ترکیبات کربن‌دار مواد آلی می‌گویند.

جالب است بدانی

اوره نخستین ترکیب آلی بود که در سال ۱۸۲۸ میلادی توسط فردریش ولر شیمیدان آلمانی از مواد معدنی در آزمایشگاه ساخته شد. از اوره به‌عنوان کود شیمیایی در افزایش تولید فراورده‌های کشاورزی استفاده می‌شود. این آزمایش ولر باعث شد عقیدهٔ قدیمی که می‌گفت مواد آلی فقط در بدن موجودات زنده ساخته می‌شوند، از بین برود.

دست به کار شو

در این آزمایش می‌خواهیم یکی از مواد رایج آلی را در آزمایشگاه (خارج از بدن موجود زنده!) درست کنیم.

تهیهٔ صابون

مواد و وسایل مورد نیاز: روغن نباتی، اتانول، سود سوزآور، رنگ خوراکی، نمک خوراکی، بشر، استوانه مدرج، ترازو، کاسهٔ بزرگ، چراغ بونزن، کبریت

۲۵ گرم روغن نباتی جامد را در یک بشر ۲۵۰ سی‌سی ریخته و سپس ۱۰ سی‌سی اتانول و ۵ سی‌سی محلول سود سوزاور ۶ مولار (۲/۱ گرم سود سوزاور جامد در ۵ سی‌سی) به آن اضافه کن و بعد مخلوط را گرم کرده و به مدت ۱۵ دقیقه پیوسته به هم بزن.

احتیاط: اتانول آتش‌گیر است.

ضمن گرم کردن ماده‌ای اضافه کنید تا صابون رنگی شود.

این دو افزودنی را در پایان زمان گرم کردن اضافه کنید. مخلوط را در حمام آب سرد خنک کنید و سپس ۲۵ سی‌سی محلول سیر شدهٔ نمک خوراکی در آب اضافه کنید. صابون باید به‌صورت شیر بریده تشکیل شود. آن را جمع آوری و صاف کنید و با گذشت زمان خشک کنید.

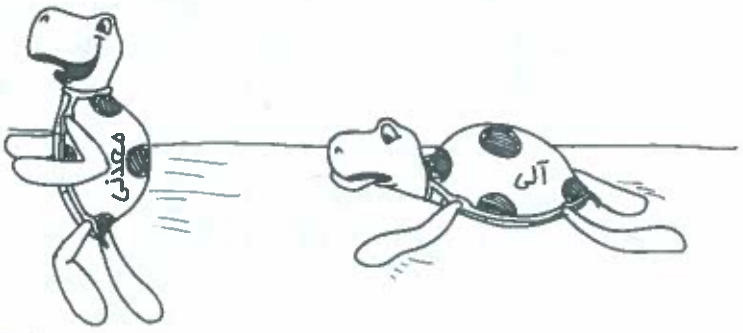
جالب است بدانی

**ریشه‌یابی لغات: آلی**

واژهٔ «آلی» یک کلمهٔ عربی است که از ترکیب «آل» و «ی» ساخته شده، یعنی وابسته به اندام موجودات زنده. معادل انگلیسی آن، یعنی «Organic» هم دقیقاً به‌همین معنی است؛ این کلمه از «Organ» و «ic» تشکیل‌شده که اولی به معنی اندام است و دومی هم وابسته‌بودن را می‌رساند.

با استفاده از جدول زیر می‌توان خواص عمومی ترکیب‌های آلی و معدنی را مقایسه کرد.

| خواص عمومی ترکیب‌های معدنی | خواص عمومی ترکیب‌های آلی |
|---|---|
| در تشکیل ترکیب‌های معدنی عنصرهای متنوعی می‌توانند شرکت کنند؛ مثلاً در ترکیب‌های دوتایی، یک فلز یا هیدروژن با نافلز ترکیب شده است. مثل $H_2O$ و یا در ترکیب‌های سه‌تایی اغلب اکسیژن همراه با فلز و نافلز است مانند ($NaOH$ , $NaNo_3$ یا $HNO_3$) | تعداد عنصرهای تشکیل دهنده مواد آلی محدود است. مولکول‌های آلی غیر از عنصر اصلی که کربن است اغلب شامل عنصرهای هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند.<br>گاهی در این ترکیب‌ها عنصرهای هالوژن، گوگرد و فسفر نیز وجود دارد. |
| تعداد ترکیب‌های معدنی شناخته شده تا کنون در حدود یک میلیون است. | به علت امکان پیوند یافتن اتم‌های کربن با یکدیگر، تعداد ترکیب‌های آلی بسیار زیاد بوده و مرتبا رو به افزایش است و تعداد ترکیب‌های آلی اکنون از پانزده میلیون گذشته است. |
| اغلب پیوندها در ترکیب‌های معدنی به‌صورت یونی است.<br>به همین دلیل:<br>الف: اغلب آن‌ها جامد و دیر ذوب می‌باشند.<br>ب: اغلب آن‌ها در آب –که حلال قطبی است– حل می‌شوند.<br>ج: محلول آن‌ها رسانای الکتریسیته است. | پیوند میان اتم‌ها در ترکیب‌های آلی معمولاً به صورت کووالانسی است.<br>ترکیب‌های آلی به دلیل ساختار مولکولی:<br>الف: معمولاً مایع یا گاز هستند.<br>ب: اکثراً در آب حل نمی‌شوند.<br>ج: رسانای الکتریسیته نیستند. |
| معمولاً در اثر گرما پایدارند. | در اثر گرما، کم مقاومت و ناپایدارند و تجزیه و سیاه می‌شوند. در آتش می‌سوزند و گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند. |
| سرعت واکنش ترکیب‌های معدنی با یکدیگر نسبتاً زیاد است؛ مثلاً اگر کمی هیدروکلریک اسید را به سدیم هیدروکسید بیفزاییم، ظرف واکنش فورا گرم شده و چنان‌چه از شناساگر رنگی استفاده شده باشد، تغییر رنگ شناساگر به سرعت انجام می‌گیرد. | واکنش بین دو ترکیب آلی بسیار کند است و در بسیاری از موارد به گرما دادن و استفاده از کاتالیزگر نیاز است. |




**جالب است بدانی**

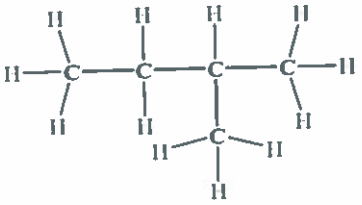
دسته‌بندی آلی و معدنی از قدیمی‌ترین دسته‌بندی‌های مواد در طبیعت است. شاید جالب باشد بدانی که از گرایش‌های مختلف علم شیمی، دو گرایش اصلی شیمی آلی و شیمی معدنی به خاطر همین دسته‌بندی مواد به‌وجود آمده‌اند. شیمی‌دان‌های آلی و معدنی، بر روی مواد آلی و معدنی مطالعه می‌کنند؛ آن‌ها سعی دارند خصوصیات مواد مختلف را به درستی درک کنند؛ کاربردهای آن‌ها را بیابند و با دانشی که دربارهٔ این گروه از مواد کسب کرده‌اند، مولکول‌های جدیدی بسازند که ویژگی‌ها و در نتیجه کاربردهای مورد نظر دانشمندان را دارد.

ساخت داروهای جدید و ابداع روش‌های نوین برای رساندن دارو به قسمت‌های مختلف بدن، از مهم‌ترین اهداف دانشمندان شیمی آلی به شمار می‌رود.

یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌های شیمی‌دان‌های معدنی، ساخت موادی است که می‌توانند باعث افزایش سرعت واکنش‌های مختلف شیمیایی شوند؛ این مواد را «کاتالیزگر» می‌نامند.

### ساختار کلی مولکول‌های آلی:

می‌دانیم که هیدروکربن‌ها تنها از کربن و هیدروژن ساخته شده‌اند. در مولکول این ترکیب‌ها اتم‌های کربن به وسیلهٔ پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند و نوعی استخوان‌بندی را به وجود آورده‌اند که زنجیر کربنی (اسکلت کربنی) نام دارد. اتم‌های هیدروژن نیز به وسیلهٔ پیوندهای کووالانسی به این استخوان‌بندی کربن متصل‌اند.

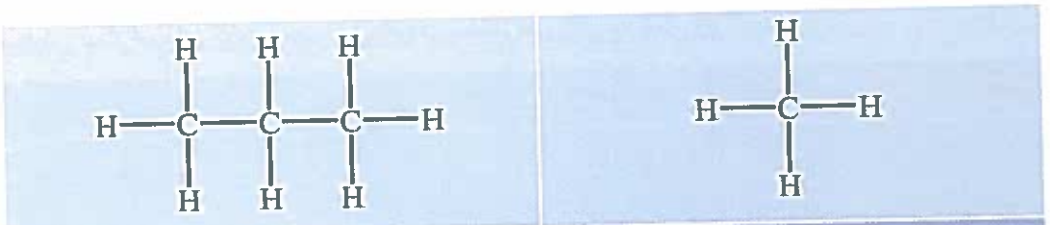


در مولکول بالا، اسکلت کربنی به شکل ضخیم‌تر مشخص شده است.

هر اتم کربن می‌تواند کلاً ۴ پیوند کووالانسی تشکیل دهد (با اتم‌های هیدروژن و کربن)؛ از اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن به یکدیگر و به صورت‌های مختلف، انواع هیدروکربن‌ها به وجود می‌آیند. هیدروکربن‌ها را می‌توان به عنوان مادهٔ اصلی و سازندهٔ بسیاری از ترکیب‌های دیگر به‌شمار آورد. در این ترکیب‌ها، اتم عنصرهای گوناگون به زنجیر کربنی متصل شده‌اند.

### انواع هیدروکربن‌ها

**هیدروکربن‌های سیرشده:** بیشتر هیدروکربن‌های موجود در نفت‌خام را دسته‌ای از ترکیب‌ها به نام آلکان‌ها تشکیل می‌دهند. در یک آلکان هر اتم کربن به وسیلهٔ ۴ پیوند کووالانسی ساده (یگانه) به چهار اتم دیگر متصل شده است. این بیشترین تعداد اتمی است که می‌تواند به اتم کربن متصل شود. از این رو **آلکان‌ها** را **هیدروکربن‌های سیرشده** می‌نامند.



دو مثال از هیدروکربن‌های سیرشده

**هیدروکربن‌های سیر نشده:** هیدروکربنی که در آن لااقل دو اتم کربن با سه و یا دو اتم دیگر پیوند دارند. لازمهٔ این وضعیت این است که آن اتم‌ها، پیوندهای کووالانسی دوگانه یا سه‌گانه تشکیل دهند.

دو مثال از مولکول‌های هیدروکربن سیرنشده

پاسخگو باش

ساختار یک مولکول آلی سیرشده را رسم کن که دارای دو اتم کربن است.

## فرمول مولکولی آلکان‌ها

می‌توان برای تمام مولکول‌های آلکان‌ها از فرمول $C_nH_{2n+2}$ استفاده کرد؛ این فرمول به ما می‌گوید که در تمام آلکان‌ها، تعداد اتم‌های هیدروژن دو عدد بیشتر از دو برابر تعداد اتم‌های کربن است. مثلاً اگر یک آلکان ۴ اتم کربن داشته باشد؛ طبق محاسبهٔ زیر دارای ۱۰ اتم هیدروژن است و فرمول آن $C_4H_{10}$ می‌شود.

تعداد اتم‌های هیدروژن = (۲× ۴) + ۲ ⟵ (۲× تعداد اتم‌های کربن) + ۲ = ۱۰

پاسخگو باش

یک آلکان دارای ۶ اتم کربن است، فرمول این آلکان چیست؟

فسفر بسوزان

اگر تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در مولکول یک آلکان، ۵ تا بیشتر از تعداد اتم‌های کربن باشد؛ فرمول این آلکان چیست؟

## نام‌گذاری آلکان‌ها

نام هر آلکان دارای دو قسمت است: بخش اول که نشان‌دهندهٔ تعداد اتم‌های کربن موجود در آن مولکول است؛ و بخش دوم که پسوند «ـان» است.

شمارش تعداد اتم‌های کربن (بخش اول نام) در مولکول‌های آلی به شکل زیر است:

| تعداد کربن | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بخش اول نام | مِت | اِت | پروپ | بوت | پِنت | هِگز | هِپت | اوکت | نون | دِک |

بنابراین نام آلکان‌هایی با یک تا ده اتم کربن به‌صورت زیر خواهد بود:

| تعداد کربن | فرمول آلکان | نام آلکان | تعداد کربن | فرمول آلکان | نام آلکان |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | $C_1H_4$ | متان | ۶ | $C_6H_{14}$ | هگزان |
| ۲ | $C_2H_6$ | اتان | ۷ | $C_7H_{16}$ | هپتان |
| ۳ | $C_3H_8$ | پروپان | ۸ | $C_8H_{18}$ | اوکتان |
| ۴ | $C_4H_{10}$ | بوتان | ۹ | $C_9H_{20}$ | نونان |
| ۵ | $C_5H_{12}$ | پنتان | ۱۰ | $C_{10}H_{22}$ | دکان |

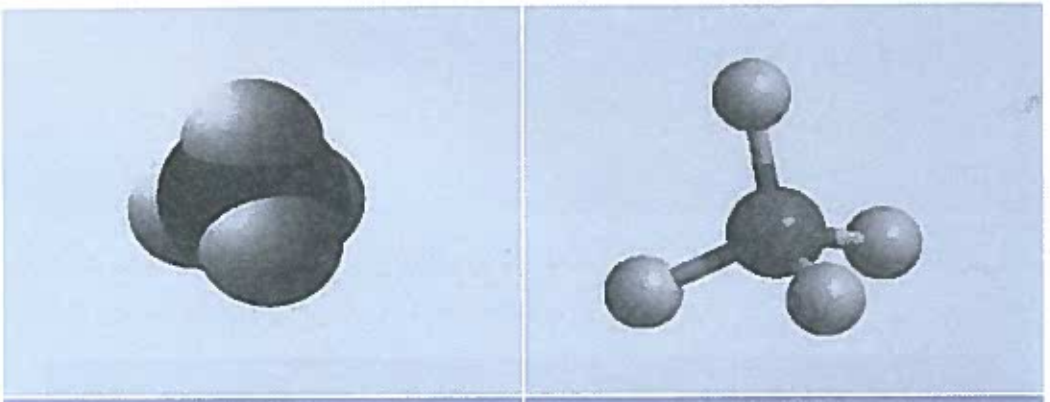
## چگونگی نمایش

علاوه‌بر نمایش مولکول‌های آلکان‌ها بر روی کاغذ و با استفاده از نماد اتم‌ها، ساختار مولکول آلکان‌ها را به دو طریق مختلف به شکل سه‌بعدی نمایش می‌دهند:

الف- مدل گلوله و میله (گوی و میله)، در این مدل اتم های کربن و هیدروژن را به صورت گلوله با اندازه و رنگ‌های مختلف و پیوندهای موجود بین آن‌ها را به صورت میله نمایش می‌دهند. این مدل ما را در درک بهتر ساختار مولکول‌ها کمک می‌کند.

ب- مدل فضا پر کن (مدل به هم فشرده): در این مدل اتم‌ها را از گلوله‌های پلاستیکی می‌سازند و اندازهٔ آن‌ها متناسب با اندازهٔ اتم‌ها انتخاب می‌شود. مولکول‌های واقعی بیشتر به مدل فضا پرکن شباهت دارند.

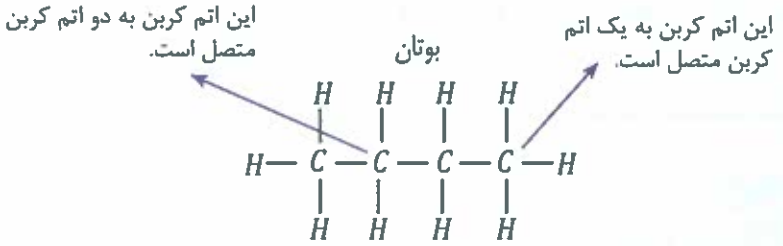
در زیر تصاویر مدل‌های گلوله و میله و فضاپرکن را برای مولکول متان می‌بینید:



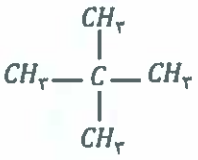
الف: مدل گلوله و میله | ب: مدل فضا پرکن

## انواع آلکان‌ها

الف-آلکان‌های راست‌زنجیر: آلکان‌هایی هستند که در آن‌ها تمام اتم‌های کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل شده‌اند. مثلاً:



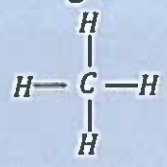

ب- آلکان‌های شاخه‌دار: آلکان‌هایی هستند که در آن‌ها حداقل یک اتم کربن به سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند داشته باشد. به‌طور مثال:



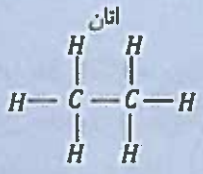
## ایزومری در آلکان‌ها

فرمول ساختاری یک ترکیب نشان می‌دهد که چگونه اتم‌ها در آن ترکیب به وسیله پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. مثلاً فرمول ساختاری چند آلکان در جدول صفحهٔ بعد آمده است.

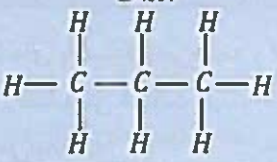
متان



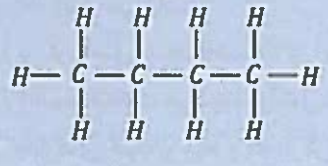
اتان



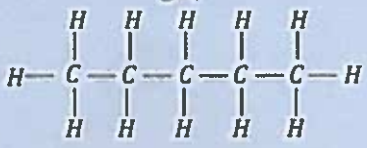
پروپان



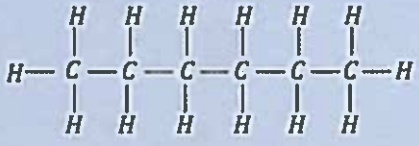
بوتان



پنتان



هگزان



جالب است بدانید که گاهی می‌توان بیش از یک فرمول ساختاری برای نشان دادن یک فرمول مولکولی رسم کرد؛ مثلاً برای مولکول $C_4H_{10}$ می‌توان دو فرمول ساختاری زیر را رسم کرد:

| ساختار | فرمول ساختاری | نام مولکول | نقطهٔ جوش ترکیب |
|---|---|---|---|
| الف | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ | بوتان | $0\,^\circ C$ |
| ب | $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$ | ایزوبوتان | $-12\,^\circ C$ |

به مولکول‌هایی‌که فرمول مولکولی یکسان دارند، اما فرمول ساختاری آن‌ها متفاوت است هم‌پار یا ایزومر می‌گویند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ایزومرها اندکی با هم متفاوت است.

جالب است بدانید

**ریشهٔ یابی لغات**

ایزومر: این واژه از ترکیب یونانی «ایزومرس» گرفته شده که از دو قسمت «*isos*» و «*meres*» به ترتیب به معنی «برابر» و «بخش» تشکیل شده است. پس ایزومرها مولکول‌هایی هستند که در مجموع از بخش‌های یکسانی ساخته شده‌اند (یعنی اتم‌های یکسانی دارند).

به دمای جوش ایزومرهای $C_4H_{10}$ توجه کنید. دمای جوش «مولکول ب» که یک شاخه دارد (آلکان شاخه‌دار) از «مولکول الف» که شاخه ندارد (آلکان راست‌زنجیر) کمتر است. به طور کلی در میان ایزومرهای یک مولکول، با افزایش تعداد شاخه‌ها، دمای جوش کاهش می‌یابد.

آلکان‌هایی که چهار یا تعداد بیشتری اتم کربن دارند دارای ایزومر هستند.
با افزایش تعداد اتم کربن به تعداد ایزومرها افزوده می‌شود.

جدول ایزومرهای پنتان و تعدادی از ایزومرهای اوکتان

| آلکان | فرمول ساختاری | دمای جوش ($^\circ C$) |
|---|---|---|
| ایزومرهای $C_5H_{12}$ | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ | ۳۶ |
| | $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_2-CH_3$ | ۲۸ |
| | $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$ | ۹/۵ |
| برخی از ایزومرهای $C_8H_{18}$ | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ | ۱۲۵/۵ |
| | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$ | ۱۱۸ |
| | $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$ | ۹۹ |

**برخی از ویژگی‌های مهم آلکان‌ها:**

همهٔ آلکان‌ها، گاز، مایع یا جامد «بی‌رنگ» هستند.

با افزایش تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌ها:

- اندازه و جرم مولکول‌های آلکان افزایش می‌یابد.
- نیروی جاذبهٔ بین‌مولکولی قوی‌تر می‌شود.
- دمای ذوب و جوش آلکان‌ها زیاد می‌شود.
- حالت فیزیکی آن‌ها از گاز به مایع و سپس جامد تغییر می‌کند.
- گران‌روی آلکان‌های مایع بیشتر می‌شود.

سه ایزومر برای هگزان (سه مولکول متفاوت که فرمول نوشتاری یکسان دارند) رسم کن.

پارافین نام دیگر خانواده آلکان‌ها است.
پارافین مایع و شمع، هر یک مخلوطی از چندین آلکان هستند، مثلاً شمع که جامد «سفید رنگ» بی‌بو و بی‌مزه‌ای است، مخلوطی از آلکان‌های جامد بلند زنجیری است که بیش از ۳۰ اتم کربن دارند مانند $C_{۳۶}H_{۷۴}$

در دمای اتاق آلکان‌هایی که یک تا چهار اتم کربن دارند؛ گاز هستند و آلکان‌هایی که از ۵ تا ۱۶ اتم کربن دارند؛ مایع و آلکان‌هایی که بیش از ۱۶ اتم کربن دارند؛ جامدند.

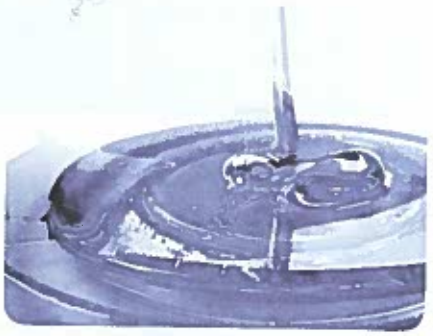
جالب است بدانی

**گران‌روی**

در ابتدا باید حواست باشد که گران‌روی فقط برای مایع‌ها تعریف می‌شود. گران‌روی یک مایع، میزان عدم تمایل آن به جاری شدن است. مایعاتی که گران‌روی بالایی دارند، کش می‌آیند و به‌راحتی به قطره‌های کوچک تبدیل نمی‌شوند. مثال معروف یک مایع با گران‌روی بالا، عسل است.

از نظر مولکولی، می‌توان گران‌روی را این‌گونه توضیح داد: اگر در حالت مایع، مولکول‌های یک ماده بتوانند به‌راحتی بر روی هم سر بخورند و جای‌شان را عوض کنند؛ گران‌روی آن مایع کم است و به راحتی جاری می‌شود؛ اما اگر مولکول‌های مایع نتوانند راحت بر روی هم جابه‌جا شوند و هنگام حرکت کردن، «درهم گیر کنند»؛ آن مایع به‌راحتی نمی‌تواند جاری شود و ما می‌گوییم گران‌روی زیادی دارد.

مثالی که شاید بتواند به فهم این قضیه کمک کند، ماکارونی است! رشته‌های ماکارونی پخته‌شده به‌طور کاملاً تصادفی قرار می‌گیرند و ممکن است که لابه‌لای هم قرار بگیرند و به‌هم گره بخورند. در این حالت اگر شما بخواهی یک رشته را بیرون بکشی، چند رشتهٔ دیگر هم با آن به حرکت درمی‌آیند (گران‌روی بالا)؛ اما اگر با ماکارونی‌های شکلی پخته‌شده همین کار را تکرار بکنی، می‌توانی بدون ایجاد مزاحمت! برای بقیهٔ دانه‌های ماکارونی، یکی را حرکت دهی (گران‌روی اندک).



همهٔ آلکان‌ها، به ویژه آلکان‌های با مولکول‌های کوچکتر در هوا با شعلهٔ آبی - زرد تمیزی (بدون تولید دوده) می‌سوزند و علاوه بر تولید آب و کربن دی‌اکسید، مقدار قابل توجهی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌کنند.

انرژی (گرما و نور) +آب+گاز کربن دی‌اکسید ← گاز اکسیژن+ هیدروکربن

جدول نام، فرمول و خواص فیزیکی ده عضو نخست و راست زنجیر خانوادهٔ آلکان‌ها

| نام | فرمول مولکولی $C_nH_{2n+2}$ | فرمول ساختاری فشرده | دمای جوش ($^\circ C$) | دمای ذوب ($^\circ C$) |
|---|---|---|---|---|
| متان | $CH_4$ | $CH_4$ | -۱۶۲ | -۱۸۳ |
| اتان | $C_2H_6$ | $CH_3CH_3$ | -۸۸/۵ | -۱۷۲ |
| پروپان | $C_3H_8$ | $CH_3CH_2CH_3$ | -۴۲ | -۱۸۷ |
| بوتان | $C_4H_{10}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_3$ | -۰/۵ | -۱۳۸ |
| پنتان | $C_5H_{12}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۳۶ | -۱۳۰ |
| هگزان | $C_6H_{14}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۶۸/۵ | -۹۵ |
| هپتان | $C_7H_{16}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۹۸/۵ | -۹۰ |
| اوکتان | $C_8H_{18}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۱۲۵/۵ | -۵۷ |
| نونان | $C_9H_{20}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۱۵۱ | -۵۴ |
| دکان | $C_{10}H_{22}$ | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ۱۷۴ | -۳۰ |

پاسخ با کی

- با توجه به قوانین کلی که دربارهٔ خواص آلکان‌ها فراگرفته‌ای، بگو که نیرو بین دو مولکول $C_3H_8$ بیشتر است یا بین دو $C_7H_{16}$ مولکول ؟
- سه آلکان با فرمول‌های $C_4H_{10}$ و $C_{21}H_{46}$ و $C_{15}H_{32}$ را بر اساس نقطهٔ ذوب به‌ترتیب از کم به زیاد مرتب کن. گران‌روی آلکان‌های بالا را نیز مقایسه کن (برای پاسخ دادن عجله نکن).

## سوختن هیدروکربن‌ها

هنگامی‌که سوخت‌های فسیلی را در هوا یا اکسیژن خالص بسوزانیم، هیدروکربن‌های سازندهٔ آن‌ها می‌سوزند و انرژی آزاد می‌کنند. احتمالاً از پارسال به یاد دارید که واکنش سوختن می‌تواند به شکل‌های مختلفی اتفاق بیفتد:
الف- اگر مقدار گاز اکسیژن زیاد باشد سوختن به طور کامل انجام می‌شود و مقدار قابل توجهی انرژی به‌دست می‌آید. معادله شیمیایی نوشتاری سوختن کامل هیدروکربن‌ها به صورت زیر است:

انرژی (گرما و نور) + آب + گاز کربن دی‌اکسید ← گاز اکسیژن + هیدروکربن

ب- اگر مقدار گاز اکسیژن کم و یا خیلی کم باشد سوختن ناقص انجام می‌گیرد؛ در سوختن ناقص هیدروکربن‌ها، آب به همراه یکی یا چند مورد از موادی که در ادامه آمده‌اند، تولید می‌شود: کربن دی‌اکسید، کربن مونواکسید ($CO$) و دوده (کربن نسوخته).

معادلهٔ نوشتاری سوختن ناقص (اکسیژن کم):

انرژی + آب + گاز کربن مونوکسید + گاز کربن دی‌اکسید ← گاز اکسیژن + هیدروکربن

معادلهٔ نوشتاری سوختن ناقص (اکسیژن خیلی کم):

انرژی + آب + دوده + گازکربن مونوکسید ← گاز اکسیژن + هیدروکربن

با توجه به معادلهٔ نوشتاری سوختن هیدروکربن‌ها، تحلیل کن که چرا با کمتر شدن مقدار اکسیژن، به جای تشکیل کربن دی‌اکسید، کربن مونواکسید و یا دوده تولید می‌شود؟

گاز طبیعی، مجموعه‌ای از هیدروکربن‌ها است که هر روز سوختن آن را در منازل خود می‌بینید. ۸۰ تا ۹۰ درصد گاز طبیعی ایران را متان و بقیه را گازهای اتان، پروپان وبوتان تشکیل می‌دهند.

به مقدار انرژی گرمایی که ضمن سوختن کامل هیدروکربن ها تولید می‌شود «گرمای سوختن» می گوییم. هرچه یک آلکان بزرگتر باشد، گرمای سوختن بیشتری هم دارد.

تعداد ترکیبات مولکولی نفت‌خام وابسته به سن زمین‌شناسی، عمق تشکیل منشأ و موقعیت جغرافیایی آن متغیر می‌باشد. با یک جست‌وجو در میان منابع معتبر، این ارتباط را پیدا کن.

## چگونه از آب آلی، کرهٔ نفتی بگیریم؟!

دانستیم که از نفت خام برش‌های مختلفی به‌دست می‌آید اما این برش‌ها از نظر مصرف اهمیت یکسانی ندارند؛ مثلاً با اختراع برق مصرف نفت چراغ به‌سرعت کاهش یافت و یا با متداول شدن استفاده ازخودرو مصرف بنزین افزایش چشم‌گیری پیدا کرد. این تغییرات شیمیدان‌ها را بر آن داشت که باتغییر ساختار برخی از هیدروکربن‌های کم مصرف‌تر آن‌ها را به فرآورده‌های سودمندی تبدیل کنند. دو شیوهٔ کلی برای این تغییرات خیلی رایج است:

۱- **کراکینگ:** در این واکنش مولکول‌های سنگین را به مولکول‌های کوچک و پرمصرف‌تر تبدیل می‌کنند.

۲- **پلیمریزاسیون (بَسپارش):** یک پلیمر یا بسپار از به هم پیوستن مولکول‌های کوچکتر یکسانی به نام منومر یا تک‌پار ساخته می‌شود.

**ریشهٔ واژگان: پلی‌مر**

پلی‌مر از ترکیب یونانی دو واژهٔ «*Poly*» و «*Meres*» ساخته شده؛ اولی به معنی «بسیار» و دومی به معنی «قسمت» است. پس «پلی‌مر» یعنی «دارای قسمت‌های بسیار». به‌همین خاطر است که معادل فارسی «بَس‌پار» (دارای پاره‌ها و قسمت‌های بسیار) برای این اصطلاح انتخاب شده است.

## کراکینگ راهی برای بهبود کیفیت سوخت

در سال ۱۹۱۳، شیمیدانان فرآیند کراکینگ را برای شکستن مولکول‌های نفت چراغ که مصرف کمتری داشتند، به مولکول‌های کوچکتر (در اندازهٔ مولکول‌های بنزین) طراحی کردند. در این فرآیند، نفت چراغ را تا حدود ۶۰۰ تا

۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد گرم می‌کنند. بدین‌ترتیب، مولکول بزرگتر به مولکول‌های کوچکتر شکسته می‌شود، مثلاً:

$$C_{۱۶}H_{۳۴} \longrightarrow C_۸H_{۱۸} + C_۸H_{۱۶}$$

**نکته:** در فرآیند کراکینگ، مجموع تعداد اتم‌های هیدروژن در فرآورده‌ها برابر با تعداد اتم‌های هیدروژن در واکنش‌دهنده است. همین مورد برای اتم‌های کربن هم برقرار است. یک بار دیگر به معادلهٔ واکنش بالا نگاه کنید و این موضوع را بررسی نمایید.

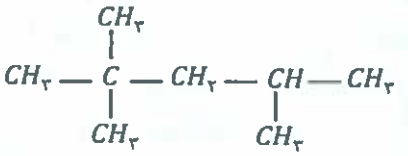
در عمل می‌توان مولکول‌هایی را که از یک تا ۱۴ یا تعداد بیشتری کربن دارند، از راه کراکینگ مولکول‌های بزرگتر به‌دست آورد. مولکول‌هایی که ۵ تا ۱۲ اتم کربن دارند، برای استفاده در بنزین سودمند هستند. پس اکثر محصولات واکنش کراکینگ، در برش بنزین هستند.

بیش از یک سوم نفت‌خام کراکینگ می‌شود. بازده این فرایند را با افزودن کاتالیزگرهای مناسب نظیر آلومینیم‌اکسید ($Al_۲O_۳$) افزایش می‌دهند. کاتالیزگر سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد، اما خودش مصرف نمی‌شود. در حضور کاتالیزگر، فرایند کراکینگ در دمای کمتر و در حدود ۵۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد انجام می‌شود.

### مولکول‌های نفتی همه مثل هم نمی‌سوزند

بنزینی که بیشتر از آلکان‌های راست‌زنجیر هگزان ($C_۶H_{۱۴}$)، هپتان ($C_۷H_{۱۶}$) و اوکتان ($C_۸H_{۱۸}$) تشکیل شده باشد، به‌آسانی و به‌سرعت می‌سوزد و موجب کوبش (تق‌تق کردن) موتور می‌شود؛ یعنی بنزینی که وارد موتور شده است، در زمان بسیار کم و با حالتی انفجاری می‌سوزد و به یک‌باره پیستون‌های موتور اتومبیل را هل می‌دهد. آلکان‌های شاخه‌دار نظیر «ایزواوکتان» در موتور خودروها بهتر (با سرعتی کمتر) از آلکان‌های راست‌زنجیر می‌سوزند و سبب می‌شوند که موتور به خوبی کار کند. فرمول ساختاری ایزواوکتان در زیر رسم شده است:

نام دیگر این ترکیب ۴،۲،۲-تری‌متیل پنتان است:




ایزو اوکتان، $C_۸H_{۱۸}$

میزان خوش‌سوزی بنزین را با مقیاسی به نام عدد اوکتان می‌سنجند. براساس قرارداد، به «ایزواوکتان» که بسیار خوش‌سوز است، عدد اوکتان ۱۰۰و به هپتان عدد اوکتان صفر را نسبت داده‌اند؛ بنابراین، وقتی می‌گویند عدد اوکتان بنزینی ۸۷ است، یعنی کیفیت سوختن این بنزین با مخلوطی از ۸۷٪ ایزواوکتان و ۱۳٪ هپتان برابری می‌کند؛ اما حواس‌تان باشد که ممکن است آن بنزین از مواد دیگری هم ساخته شده باشد. هر چه عدد اوکتان بنزین بیشتر باشد، کیفیت آن بهتر یعنی خاصیت ضدکوبش آن بیشتر است. به‌طور مثال، بنزین مخصوص هواپیماها عدد اوکتان بالاتر از ۱۰۰ دارد.

برای بالابردن عدد اوکتان بنزین یک ترکیب آلی سرب‌دار به نام تتراتیل سرب با فرمول $Pb(C_۲H_۵)_۴$ به آن می‌افزایند. چون سرب موجود در این ترکیب پس ازسوختن بنزین وارد هوا می‌شود و اثرهای زیان آوری بر محیط زیست و سلامت خردسالان و نوزادان می‌گذارد؛ در بیشتر کشورهای پیشرفته از این افزودنی استفاده نمی‌شود (حتماً عبارت «بنزین بدون سرب» به گوش‌تان خورده است).

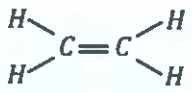
جالب است دانی

صافی تصفیه کنندهٔ آلاینده‌ها: پژوهشگران ژاپنی با استفاده از روغن درخت سرو نوعی صافی ساخته‌اند که بیشتر ذرات ریز آلاینده خروجی خودروهای گازوئیلی را تصفیه می‌کند. این ذرات موسوم به (دی نی پی) پس از خروج از خودروهای گازوئیلی به شکل گردی سیاه رنگ در می‌آیند که علاوه‌بر زیان رساندن به محیط زیست، سبب ابتلای انسان به بیماری‌هایی همچون سرطان ریه و آسم نیز می‌شوند. پژوهشگران دانشگاه کوچی و چند شرکت مرتبط با محیط زیست دستگاهی ساخته‌اند که با استفاده از یک صافی حاوی روغن سرو می تواند تا ٪۹۰ مواد آلایندهٔ‌خروجی خودروهای گازوئیلی را حذف کند(شرکت واحد اتوبوس رانی با استفاده از این نوع صافی کمک بیشتری به رفع آلودگی هوا می‌کند زیرا از سوخت گازوئیلی استفاده می‌کنند).

**آلک ... ـان، ـن، ـین ...**

آموختیم که آلکان‌ها هیدروکربن‌های سیر شده‌اند و در ساختار آن‌ها، هر اتم کربن با چهار اتم دیگر پیوند دارد. دستهٔ‌دیگری از هیدروکربن‌ها وجود دارند که سیرنشده‌اند؛ چون در آن‌ها یک پیوند دوگانهٔ‌کربن ـ کربن $(C=C)$ وجود دارد، هر کدام از اتم‌های کربنِ پیوند دوگانه، با سه اتم دیگر پیوند دارند. این هیدروکربن‌ها را آلکن‌ها می‌نامند.

اولین و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها اِتن $(C_2H_4)$ نام دارد. در اِتن، هر اتم کربن به اتم کربن دیگر و دو اتم هیدروژن متصل شده است.

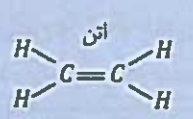
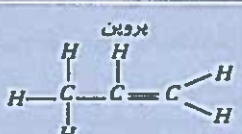
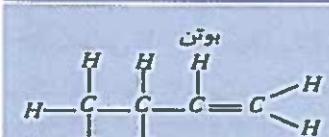
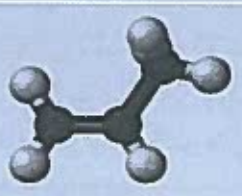
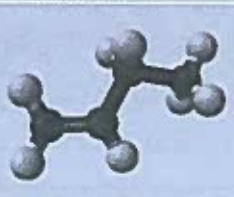


اتن (اتیلن) اولین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها

نام‌گذاری آلکن‌ها مشابه آلکان‌ها است با این تفاوت که نام همهٔ آلکن‌ها به پسوند «ـن» ختم می‌شود. مثلاً اِتن $(C_2H_4)$، پروپِن $(C_3H_6)$، بوتِن $(C_4H_8)$ و پنتِن $(C_5H_{10})$.

اگر فرمول مولکولی آلکن‌ها را با فرمول مولکولی آلکان‌ها مقایسه کنیم، می‌بینیم که هر آلکن از آلکان هم‌کربن خود، دو هیدروژن کمتر دارد؛ بنابراین، فرمول کلی آلکن‌ها در مقایسه با آلکان‌ها $(C_nH_{2n+2})$، دو هیدروژن کمتر دارد و $C_nH_{2n}$ است که $n$ تعداد اتم‌های کربن می‌باشد.

در ادامه فرمول ساختاری و مدل گلوله و میلهٔ سه عضو اول خانوادهٔ آلکن‌ها را می‌بینید:

| اِتن | پروپن | بوتن |
|---|---|---|
|  |  |  |
| |  |  |

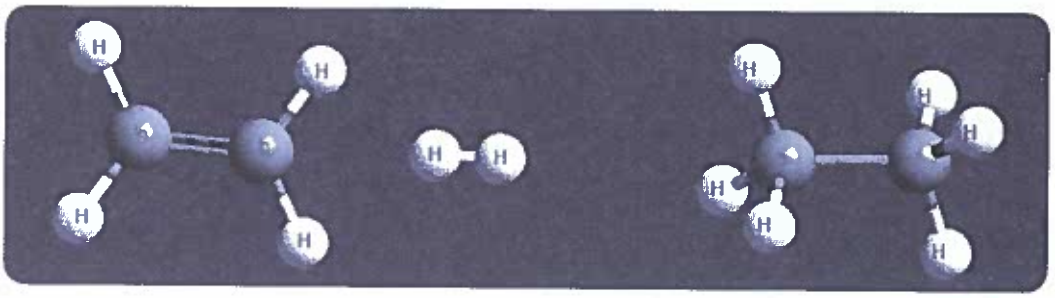
پاسخ دانی

یک آلکن دارای ۶ اتم کربن است.
فرمول مولکولی و نام این آلکن چیست؟

کنکاش کن

دربارهٔ نقش اتن در کشاورزی و میوه‌ها تحقیق کن.

واکنش‌پذیری آلکن‌ها بیشتر از آلکان‌ها است، زیرا تمام اتم‌های کربن تمایل دارند چهار پیوند خود را با چهار اتم برقرار کنند. به همین دلیل، در واکنش‌های شیمیایی که آلکن‌ها در آن‌ها شرکت می‌کنند، پیوند دوگانه به پیوند یگانه تبدیل می‌شود و اتم‌های دیگری به اتم‌های کربن پیونددوگانه اضافه می‌شود؛ مانند واکنش زیر:



دستهٔ دیگری از هیدروکربن‌ها، **آلکین‌ها** هستند. اتین ($C_2H_2$) اولین و ساده‌ترین عضو این خانواده است. نام دیگر **اتین**، **استیلن** است.

$$H-C\equiv C-H$$

اتین (استیلن) اولین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها

همان‌گونه که در فرمول ساختاری اتین می‌بینیم، آلکین‌ها یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن ($C\equiv C$) دارند. از این‌رو، این هیدروکربن‌ها نیز مانند آلکن‌ها، سیرنشده‌اند. آلکین‌ها هم مانند آلکن‌ها دوست دارند واکنشی بدهند که در آن پیوند سه‌گانه به پیوندهای ساده تبدیل شود.

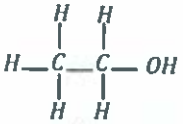
بامشکو باش

- فرمول مولکولی و فرمول ساختاری بوتین را رسم کن.
- آتین با هیدروژن واکنش می‌دهد و یک هیدروکربن سیرشده تولید می‌کند. معادلهٔ این واکنش را با استفاده از فرمول واکنش‌دهنده‌ها و محصول‌ها بنویس.

### دیگر مولکول‌های سازندهٔ نفت

همهٔ مولکول‌های سازندهٔ نفت، هیدروکربن نیستند. برخی از این مولکول‌ها، ترکیب‌های آلی هستند که افزون بر کربن و هیدروژن، عنصرهای دیگری نظیر اکسیژن، نیتروژن، کلر یا گوگرد نیز در ساختار خود دارند. این ترکیب‌ها را می‌توان به نوعی یک مولکول هیدروکربن در نظر گرفت که یک یا چند اتم هیدروژن آن به‌وسیلهٔ عنصرهای دیگر جانشین شده است.

از جملهٔ این ترکیب‌ها می‌توان اتانول (اتیل الکل) را نام بردکه از آن به‌عنوان حلال و در تهیهٔ بسیاری از اسانس‌ها و مواد دارویی استفاده می‌شود.



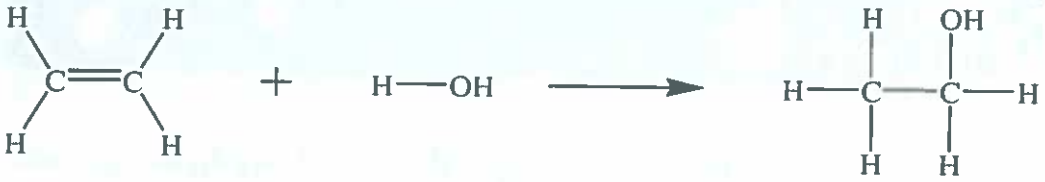
اتانول (اتیل الکل)

## فرآورده‌های پتروشیمیایی

امروزه بسیاری از اشیا و مواد متداول ساختنی هستند و به وسیلهٔ واکنش‌های مختلف در صنایع شیمیایی از نفت یا گاز طبیعی به‌دست می‌آیند. این ترکیب‌ها را **فرآورده‌های پتروشیمیایی** می‌نامند. برخی از مواد پتروشیمیایی مانند پاک‌کننده‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد دارویی و آرایشی به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما بیشتر این مواد به‌عنوان مادهٔ اولیه (واسطه) در تولید ترکیب‌های دیگر به ویژه پلاستیک‌ها به کار می‌روند.

راستی، مواد اولیهٔ مناسب برای ساخت مواد پتروشیمیایی چیست؟ آلکان‌ها، به جز قابلیت سوختن، واکنش‌پذیری کمی از خود نشان می‌دهند. از این‌رو، ترکیب‌های معدودی را می‌توان به طور مستقیم از آن‌ها تهیه کرد. برعکس، هیدروکربن‌های سیرنشده به ویژه آلکن‌ها، مولکول‌های سازندهٔ پُر اهمیتی به‌شمار می‌آیند.

یکی از آلکن‌های مهم صنعتی اِتن است. واکنش‌پذیری کربن‌های پیوند دوگانه در اِتن بسیار زیاد است. از این‌رو، به آسانی می‌توان آن را به بسیاری از فرآورده‌های سودمند تبدیل کرد. مثلاً، وقتی یک مولکول آب با یک مولکول اِتن واکنش می‌دهد، اتانول که یک ترکیب سیرشده است، تشکیل می‌شود:




اِتن (اتیلن) — آب — اتانول

همان‌طور که مشخص شده، در واکنش بالا، هیدروژن مولکول آب به یکی از اتم‌های کربن پیوند دوگانه و *OH* آن به اتم کربن دیگر افزوده می‌شود.

با توجه به مطالب این بخش بگو مواد اولیه برای تهیهٔ مواد پتروشیمیایی اغلب از چه هیدروکربن‌هایی تشکیل شده‌اند سیر شده یا سیر نشده؟ چرا؟

پلی‌اِتن (پلی‌اتیلن) ساده‌ترین و ارزان‌ترین پلی‌مری است که از اتیلن به‌دست می‌آید.یک پلی‌مر یا بَسپار از به هم پیوستن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک تر یکسانی به نام مونومر یا تکپار ساخته شده است.

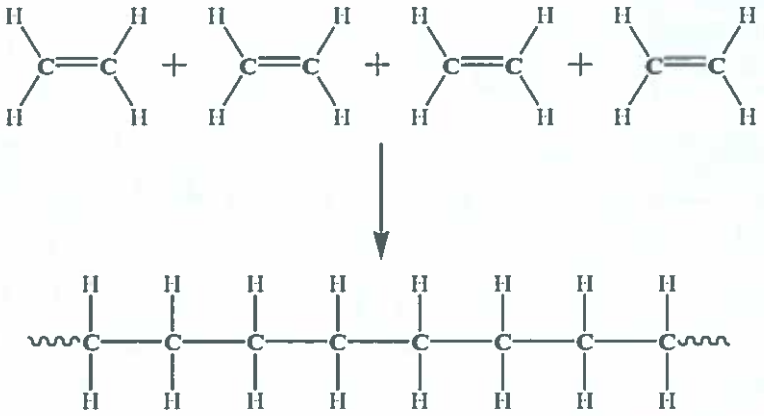
گاهی برای ساختن یک مولکول پلی‌مر، هزارها مولکول مونومر به هم می‌پیوندند. درواقع، مونومرها اجزای سازنده پلی‌مرها به‌شمار می‌آیند.

در یک پلی‌مر، مولکول‌های مونومر مانند دانه‌های تسبیح به دنبال یکدیگر قرار گرفته‌اند.

به‌هم‌پیوستن مولکول‌های مونومر و تشکیل مولکول‌های بزرگ پلی‌مر را پلی‌مرشدن می‌نامند. اتم‌ها در یک مولکول پلی‌مر با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل‌اند. مولکول‌های اتیلن هم بر اثر فشار و گرما در مجاورت کاتالیزگر مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و زنجیرهای طویل پلی‌اِتن را تشکیل می‌دهند.

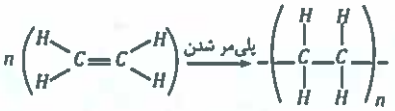
تعداد اتم‌های کربن در مولکول‌های واقعی پلی‌اِتن (پلی‌تن) از چند صد تا چند هزار تغییر می‌کند. واکنش شیمیایی

تولید پلی‌اتن را می‌توان به صورت ساده زیر نمایش داد:



نماد « ∿∿∿ » نشان می‌دهد که مولکول از دو طرف ادامه می‌یابد.

واکنش پلیمری شدن اتن را می‌توان به شکل زیر هم نشان داد:




پلی‌تن عایق خوب الکتریسیته است و دماهای نسبتا کم و زیاد را به خوبی تحمل می‌کند. این ماده را می‌توان به ورقه‌های بسیار نازک با استحکام زیاد تبدیل کرد. از پلی‌تن در ساخت کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌شود. همچنین، بعضی از ظروف آزمایشگاهی مانند بطری آبفشان و استوانهٔ مدرج را از پلی‌تن می‌سازند، زیرا شکننده نیست و مواد شیمیایی بر آن بی‌اثر است.

آبفشان (پیست)

استوانهٔ مدرج

کاربرد اصلی پلی اتیلن پر چگالی(*HDPE*) تولید محصولات قالب گیری شده از طریق دمیدن مانند بطری شیر است. در این فرایند ابتدا لوله *HDPE* را در قالب قرار می دهند و قالب را می بندند تا نه لوله بسته شود، سپس هوای فشرده در لولهٔ پلی اتیلن می‌دمند لولهٔ گرم‌شده افزایش حجم پیدا می‌کنند و شکل قالب را به خود می‌گیرد بعد بطری را از قالب بیرون می‌آورند.

پلیمرها در صنایع مختلف از جمله پزشکی! کاربرد بسیاری دارند. مورد زیر یک مثال در این زمینه است:

قلب مصنوعی موسوم به جارویک – ۷ (*Jarvik-۷*) از لاستیک و پلاستیک پلی‌اورتان ساخته شده است. این نخستین قلب مصنوعی است که در بدن انسان کار گذاشته شد. امروزه در جراحی پیوند اعضا قلب‌های پیشرفته‌تری جای این نوع قلب را گرفته‌اند.

## جایگزین‌های نفت

نفت یک منبع تجدیدناپذیر است؛ بنابراین، اگر آن را مصرف کنیم، چیزی جای خالی آن را پر نمی‌کند. خوشبختانه، از مدت‌ها پیش، شیمیدانان در جستجوی جایگزین‌هایی برای نفت (هم برای سوزاندن و هم برای ساختن) بوده‌اند.

### جایگزین نفت برای سوزاندن

برای افزایش عمر منابع نفتی چندراه وجود دارد. می‌توان ساختمان‌ها و ماشین‌هایی ساخت که بهره‌وری انرژی در آن‌ها بیشتر باشد و نیاز ما را به نفت کمتر کند. خودروهایی را که با بنزین کار می‌کنند، می‌توان به خودروهایی تبدیل کرد که با دو نوع سوخت، یعنی بنزین و گاز طبیعی کار می‌کنند. درواقع، استفاده از سوخت تمیزی مانند گاز طبیعی، یکی از راه‌حل‌های افزایش عمر مفید منابع نفتی جهان است.

یکی از جایگزین‌های احتمالی نفت در آینده، تولید سوخت مایع از زغال‌سنگ است. در حال حاضر، هزینهٔ استخراج زغال‌سنگ از معدن و تبدیل آن به سوخت مایع خیلی بیشتر از تولید همین مقدار سوخت از نفت است.

منابع مهم دیگری که منشأ فسیلی ندارند، نیز برای تأمین انرژی موردمطالعه و در برخی موارد مورداستفاده قرارگرفته‌اند. انرژی هسته‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی موج‌های دریا و انرژی زمین‌گرمایی از این جمله‌اند.

کنکاش کن

دربارهٔ این‌که چگونه می‌توان به شکل مستقیم انرژی خورشید، باد و همین‌طور هستهٔ اتم‌ها را به برق تبدیل کرد، تحقیق کرده و نتیجه را به شکل روزنامه دیواری در کلاس به نمایش بگذار.

تحقیق کن چرا کشور برزیل بزرگترین پروژهٔ جهانی برای یافتن جایگزین بنزین را از سال ۱۹۷۵ میلادی به اجرا گذاشته است؟ چرا از میان سوخت‌های اکسیژن‌دار اتانول برای این کار انتخاب شده است؟

### جایگزین نفت برای ساختن

استفاده از زغال‌سنگ به‌عنوان ماده خام اولیه (افزون بر نقش آن به‌عنوان سوخت) توجه زیادی را به‌خود جلب کرده است. زغال‌سنگ، بیشتر از کربن تشکیل شده است. درواقع، تمام ترکیب‌های کربن را که هم‌اکنون از نفت ساخته می‌شوند، می‌توان با استفاده از واکنش‌های شیمیایی مناسب از زغال‌سنگ، آب‌وهوا به‌دست آورد. باوجوداین، در حال حاضر، هزینه و زمان لازم برای یافتن معدن‌های تازهٔ زغال‌سنگ، تأسیس کارخانه‌های موردنیاز و تبدیل زغال‌سنگ به مولکول‌های سازنده خیلی بیشتر از هزینه‌های نفت است.

# لغت‌نامه

| فارسی | انگلیسی | توضیحات |
|---|---|---|
| آلکان | *Alkane* | هیدروکربن‌های سیرشده را گویند. فرمول کلی این مواد است. |
| آلکان راست زنجیر | *Straight-chain alkane* | دسته‌ای از آلکان‌ها که تمام اتم‌های کربن در مولکول، به دنبال هم هستند. در این آلکان‌ها هیچ اتم کربنی را نمی‌یابیم که به بیش از دو اتم کربن دیگر متصل شده باشد. |
| آلکان شاخه‌دار | *Branched alkane* | گروهی از آلکان‌ها که دارای یک یا چند اتم کربن هستند که با بیش از دو اتم کربن دیگر پیوند دارند. |
| آلکن | *Alkene* | دسته‌ای از هیدروکربن‌های سیرنشده که دارای لااقل یک پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن خود هستند. |
| آلکین | *Alkyne* | گروهی از هیدروکربن‌های سیرنشده هستند که بین اتم‌های کربن خود لااقل یک پیوند سه‌گانه دارند. |
| اسکلت کربنی | *Carbon skeleton* | بخشی از ساختار مولکول‌های آلی که شامل اتم‌های کربن و پیوند بین آن‌ها است (دیگر اتم‌ها محسوب نمی‌شوند). |
| اوپک | *O.P.E.C* | سازمان کشورهای صادرکنندهٔ نفت است که در سال ۱۹۶۰ میلادی تأسیس شد و ایران از اعضای مهم آن به شمار می‌رود. |
| برج تقطیر | *Distillation tower* | نوع صنعتی ستون تقطیر است (نگاه کنید به: ستون تقطیر). |
| بَسپار | *Polymer* | مولکول‌هایی با تعداد اتم بسیار زیاد که از به هم پیوستن تعداد زیادی مولکول کوچک و یکسان ایجاد می‌شوند. |
| پارافین | *Paraffin* | به آلکان‌هایی با تعداد اتم کربن زیاد (معمولاً آلکان‌های راست زنجیر) می‌گویند که در دمای معمول جامد و نرم هستند. |
| پالایش | *Refining* | فرآیند خالص‌سازی اجزای یک منبع طبیعی (مثلاً نفت) به‌منظور استفادهٔ بهینه از اجزای سازندهٔ آن. |
| پلاستیک | *Plastic* | دسته‌ای از مواد پتروشیمیایی که از هیدروکربن‌های سیرنشده ساخته می‌شوند و ساختار پلیمری دارند. |
| پیوند شیمیایی | *Chemical bond* | اتصال شیمیایی بین دو اتم یا یون را می‌گویند. این اتصال نتیجهٔ نیروهای بین دو اتم (یون) است که آن‌ها را کنار هم نگاه می‌دارد. |
| پیوند کووالانسی | *Covalent bond* | نوعی پیوند شیمیایی که اتم‌ها را در مولکول‌ها در کنار هم قرار می‌دهد و نتیجهٔ اشتراک الکترون بین اتم‌ها است. |
| تقطیر جزءبه‌جزء | *Fractional distillation* | نوعی تقطیر با کارایی (قدرت تفکیک) به‌مراتب بالا که برای جداسازی مایع‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به‌هم کاربرد دارد. |
| تک‌پار | *Monomer* | مولکول‌هایی هستند که در ساخت بسپارها به کار می‌روند. از اتصال شیمیایی این مولکول‌ها به یکدیگر، یک مولکول بسپار ایجاد می‌شود. |
| چرخهٔ کربن | *Carbon cycle* | مجموعه فرآیندهایی که موجب جابه‌جایی مولکول‌های دارای اتم کربن بین موجودات زنده و محیط بی‌جان می‌شود. |
| ستون تقطیر | *Distillation column* | ساختاری که برای مرحلهٔ میعان در عمل تقطیر طراحی‌شده تا طی آن بخارهای مواد به دلیل اختلاف در نقطهٔ جوش، جداسازی شوند. |

| فارسی | انگلیسی | توضیحات |
|---|---|---|
| سوخت فسیلی | *Fossil fuel* | به نفت، گاز و زغال‌سنگ می‌گویند. این مواد سوختی، نتیجهٔ تغییر و تحول بر بقایای موجودات زندهٔ (گیاهان و جانوران) بسیار قدیمی هستند. |
| سوختن کامل | *Complete combustion* | فرآیندی است که طی آن تمام اتم‌های مولکول سوختی، در حد امکان به اتم‌های اکسیژن متصل شوند. برای هیدروکربن‌ها، سوختن کامل به تولید آب و کربن دی‌اکسید می‌انجامد. |
| سوختن ناقص | *Incomplete combustion* | اگر هنگام سوختن یک ماده، گاز اکسیژن به مقدار کافی موجود نباشد؛ محصولات سوختن، کمتر از بیشترین مقدار ممکن، اتم اکسیژن دارند و سوختن ناقص رخ می‌دهد؛ مثل تولید کربن منواکسید در سوختن هیدروکربن‌ها. |
| شیمی آلی | *Organic chemistry* | بخشی از دانش شیمی که به بررسی و ساخت مولکول‌های آلی می‌پردازد (نگاه کنید به: مادهٔ آلی). |
| شیمی معدنی | *Inorganic chemistry* | شاخه‌ای تخصصی از دانش شیمی است که بر پایهٔ تحقیق بر روی مواد معدنی بنا نهاده شده است (نگاه کنید به: مادهٔ معدنی). |
| طلای سیاه | *Black gold* | در فرهنگ صنعتی و بازاری! به نفت خام که از چاه استخراج می‌شود (مایع سیاه‌رنگ و پرارزش) می‌گویند. |
| عدد اوکتان | *Octane number* | مقیاسی که نمایانگر میزان به‌سوزی یک ماده در موتور اتومبیل‌ها است. هرچه عدد اوکتان بالاتر باشد؛ موتور اتومبیل در اثر سوختن ماده کمتر آسیب می‌بیند. |
| فتوسنتز | *Photosynthesis* | یک سری واکنش‌های شیمیایی پی‌درپی که نهایتاً باعث می‌شود گیاهان با کمک نور خورشید، از کربن دی‌اکسید هوا، مواد قندی بسازند. |
| فراورده (محصول) | *Product* | به ماده یا ماده‌هایی می‌گویند که طی یک واکنش شیمیایی، در اثر نوآرایی اتم‌ها تولید می‌شوند. |
| فرمول شیمیایی | *Chemical formula* | نمایشی برای مشخص ساختن اتم‌ها درون یک مادهٔ شیمیایی. ساده‌ترین آن، فرمول بسته است که فقط نوع و تعداد اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد؛ مثلاً $H_2O$ برای آب. |
| کاتالیزگر | *Catalyst* | مادهٔ شیمیایی که باعث می‌شود یک واکنش با سرعت بیشتربیشتری رخ بدهد؛ کاتالیزگر لزوماً جزو مواد اولیه یا فرآوردهٔ آن واکنش نیست. |
| کراکینگ | *Cracking* | فرآیندی که در پالایشگاه‌ها رخ می‌دهد (با کمک دمای بالا یا با استفاده از کاتالیزگر و در دمای پایین‌تر) و در آن، مولکول‌های نفتی بزرگ، به دو یا سه مولکول کوچکتر تبدیل می‌شوند. |
| گاز طبیعی فشرده‌شده | *C.N.G(condensed natural gas)* | مخلوطی است عمدتاً شامل متان و مقادیر اندکی از آلکان‌های بزرگتر (تا بوتان) که در اثر فشار بالا، متراکم شده و سوختی بسیار تمیز و جایگزینی مناسب بنزین است. |
| گران‌روی | *Viscosity* | هرچه یک مایع تمایل کمتری به جاری شدن داشته باشد (روان نباشد)؛ می‌گوییم گران‌روی بیشتربیشتری دارد. گران‌روی را با واحد «پوآز» می‌سنجند. |
| گرمای سوختن | *Heat of combustion* | مقدار گرمایی که در اثر سوختن کامل مقدار مشخصی (یک مول) از هر ماده آزاد می‌شود. |
| گل حفاری | *Drilling fluid (Drilling mud)* | ماده‌ای که در انواع حفاری‌ها، برای بیرون راندن خاک و سنگ از درون چاه به‌کار می‌رود و انواعی بر پایهٔ هوا و آب دارد. نوع آبی مخلوطی از آب، خاک رس و برخی مواد شیمیایی دیگر است. |
| مادهٔ آلی | *Organic compound* | مواد شیمیایی که عمدتاً در بدن موجودات زنده ساخته می‌شوند؛ البته مواد آلی بسیاری هم در آزمایشگاه‌ها سنتز شده‌اند. وجه مشترک تمام مولکول‌های آلی حضور اتم کربن است. |
| مادهٔ معدنی | *Inorganic compound* | مواد شیمیایی که در سنگ‌کره، آب‌کره و هوا کره یافت می‌شوند. این مواد معمولاً فاقد اتم‌های کربن هستند و از دیگر عنصرها ساخته‌شده‌اند. |

| فارسی | انگلیسی | توضیحات |
|---|---|---|
| مخلوط | *Mixture* | مادهٔ شیمیایی ناخالص را گویند. یک مخلوط، نتیجهٔ کنار هم قرار گرفتن اتم‌ها و مولکول‌های مواد مختلف، بدون واکنش دادن است. |
| مدل فضاپرکن | *Space-filling model* | مدلی برای نمایش اتم‌ها و مولکول‌ها که اندازهٔ اتم‌ها و طول پیوند بین آن‌ها را متناسب با مقادیر واقعی نمایش می‌دهد. |
| مدل گلوله و میله | *Ball-and-stick model* | مدلی است برای نمایش گونه‌های شیمیایی که از میله‌های استوانه‌ای برای نمایش پیوند بین اتم (گوی‌های کروی) استفاده می‌کند. |
| معادلهٔ شیمیایی | *Chemical equation* | معادله‌ای با کمک نمادهای شیمیایی مواد مختلف که توصیفی است از یک تغییر (واکنش) شیمیایی؛ معمولاً واکنش‌دهنده‌ها را در سمت چپ و فرآورده‌ها را در سمت راست می‌نویسند و آن‌ها را با یک پیکان به هم مربوط می‌سازند. |
| منبع تجدید پذیر | *Renewable resource* | دسته‌ای از منابع که می‌توانند به‌طور مداوم تولید شوند؛ مثلاً آب و درختان از این دسته منابع هستند. |
| منبع تجدید ناپذیر | *Non-renewable resource* | منبعی طبیعی است که سرعت تولید بسیار کمی دارد؛ طوری که عملاً تولید آن به چشم نمی‌آید؛ سوخت‌های فسیلی در این دسته قرار دارند. |
| نفت خام | *Petroleum* | مایعی روان یا غلیظ به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه که همراه با آب، گاز و کمی گوگرد از چاه خارج می‌شود و مخلوطی است از هیدروکربن‌های مختلف. |
| نفت گاز مایع‌شده (گاز مایع) | *L.P.G(liquefied petroleum Gas)* | مخلوط پروپان و بوتان در حالت طبیعی گاز هستند؛ این گازها در اثر فشار زیاد به مایع تبدیل می‌شوند که در موارد مختلف ازجمله آشپزی، به‌عنوان سوخت کاربرد دارد. |
| نقطهٔ جوش | *Boiling point* | دمایی که شدت تبخیر یک مایع خالص به بیشتربیشترین مقدار خود می‌رسد و تا پایان تبخیر، دمایش ثابت می‌ماند. |
| نقطهٔ ذوب | *Melting point* | دمایی که در آن، یک جامد خالص به مایع تبدیل می‌شود. در همین دما، مایع هم به جامد تبدیل می‌گردد (نقطهٔ انجماد). |
| ولر، فردریش | *Friedrich Wöhler* | شیمی‌دان آلمانی و فارغ‌التحصیل رشتهٔ پزشکی است که توانست اوره (مادهٔ آلی) را از مواد معدنی سنتز کند. کارهای او باعث شد مفهوم ایزومری در شیمی شناخته شود. |
| هم‌پار | *Isomer* | به مولکول‌هایی می‌گویند که با آن‌که متفاوت هستند؛ فرمول شیمیایی بستهٔ یکسانی دارند. |
| هم‌رده | *Homolog* | مجموعهٔ مولکول‌هایی که در یک خانواده از مواد آلی هستند؛ به‌طور مثال تمام آلکان‌ها باهم یک سری هم‌رده ایجاد می‌کنند. |
| هیدروکربن | *Hydrocarbon* | دسته‌ای از مواد آلی که فقط از اتم‌های کربن و هیدروژن ساخته‌شده‌اند و در نفت به مقدار زیادی یافت می‌شوند. |
| هیدروکربن سیرشده | *Saturated hydrocarbon* | هیدروکربنی که فقط دارای پیوندهای ساده است و به بیشتربیشترین مقدار ممکن، اتم هیدروژن دارد. |
| هیدروکربن سیرنشده | *Unsaturated hydrocarbon* | دسته‌هایی از هیدروکربن‌ها که به دلیل وجود پیوند(های) دوگانه و / یا سه‌گانه، کمتر از مقدار بیشینه، اتم هیدروژن دارند. |

# تمرین‌ها

۱. چرخهٔ کربن چگونه می‌تواند باعث کاهش کربن دی‌اکسید هوا شود؟

۲. چه ویژگی باعث می‌شود تا یک هیدروکربن را سیرنشده بدانیم؟

۳. واکنش سوختن کامل اتان را بنویسید.

۴. چند نمونه هیدروکربن مثال بزنید.

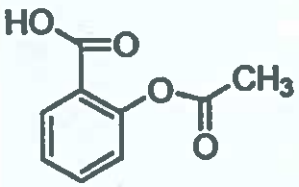
۵. در بین برش‌های حاصل از برج تقطیر، کدام برش:

الف) شامل هیدروکربن‌هایی با بیشترین تعداد اتم کربن است؟

ب) برای پر کردن کپسول‌های گاز کاربرد دارد؟

۶. ایزومرهای ساختاری چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۷. آسپیرین دارای فرمول ساختمانی روبرو است. فرمول مولکولی آن چیست؟



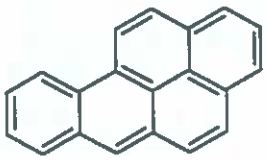

۸. جدول مقابل را کامل کنید.

| آلکان | ساختار مولکولی راست زنجیر |
|---|---|
| پنتان $C_5H_{12}$ | |
| | C-C-C-C-C-C |
| | C-C-C-C-C-C-C |
| اکتان $C_8H_{18}$ | |

۹. از چه ویژگی فیزیکی هیدروکربن‌ها در تقطیر جزءبه‌جزء استفاده می‌شود؟

۱۰. الف) به یک اتم کربن سیرشده چند هیدروژن می‌تواند متصل شود؟

ب) ترکیب زیر یکی از مواد سرطان‌زایی است که از سوختن توتون و تنباکو به دست می‌آید. این ماده دارای چند اتم هیدروژن است؟



۱۱. کدام‌یک، دارای اتم‌های هیدروژن بیشتری است، یک مولکول هیدروکربن سیرشدهٔ ۵ کربنه یا یک مولکول هیدروکربن سیرنشدهٔ ۵ کربنه؟

۱۲. چرا نقطهٔ جوش هیدروکربن‌ها با افزایش تعداد اتم‌های کربن در مولکول، افزایش می‌یابد؟

۱۳. در چرخهٔ آب، حجم آب تبخیر شده از خشکی‌ها، $۶۰۰۰۰km^3$ در سال است. اما حجم آب باریده شده در خشکی‌ها $۹۶۰۰۰km^3$ در سال است. با توجه به اینکه حجم بارش در هرسال $۳۶۰۰۰km^3$ بیشتر از حجم آب تبخیر شده است، پس چرا همهٔ خشکی‌ها را آب فرانمی‌گیرد؟

۱۴. هرکدام از ترکیبات زیر مربوط به کدام دسته از هیدروکربن‌ها می‌باشند؟

الف) $C_6H_{10}$ ب) $C_5H_{12}$ پ) $C_4H_8$

۱۵. فکر می‌کنید که کدام ناحیهٔ زمین بیشترین مصرف نفت خام تولیدی جهان را دارد؟

۱۶. انتظار دارید که کدام‌یک از ترکیبات زیر گرانروی بیشتری داشته باشد: پلیمری با مولکول‌های بلند یا پلیمری که از مولکول‌های کوتاه‌تر ساخته شده است؟ چرا؟

۱۷. نقطه‌ی جوش بعضی از مواد حاصل از برج تقطیر در جدول زیر آمده است:

| هیدروکربن‌ها | $A$ | $B$ | $C$ | $D$ | $E$ | $F$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نقطهٔ جوش ($^oC$) | ۳۰۰ تا ۳۷۰ | کمتر از ۴۰ | ۴۰ تا ۲۰۰ | بیشتر از ۳۷۰ | ۲۰۰ تا ۳۰۰ | ۲۵۰ تا ۳۵۰ |

الف) از کدام‌یک می‌توان به‌عنوان گاز استفاده کرد؟

ب) مواد را به ترتیب جداسازی در برج تقطیر مرتب کنید.

پ) از کدام‌یک به‌عنوان قیر استفاده می‌شود؟

ت) تعداد کربن در کدام‌یک بیشتر و در کدام‌یک کمتر است؟

ث) نیروی بین‌مولکولی در کدام‌یک کمترین و در کدام‌یک بیشترین است؟

۱۸. هیدروکربن‌ها وقتی می‌سوزند گرمای زیادی تولید می‌کنند، این انرژی از کجا می‌آید؟

۱۹. آلکان‌های راست زنجیر زیر را برحسب افزایش نقطهٔ جوش مرتب کنید. به همراه دلیل.

$C_9H_{20}$ ،$C_{37}H_{76}$ ،$C_{11}H_{24}$

۲۰. در آلکان‌ها:

الف) پیوند هر اتم کربن با اتم‌های دیگر از چه نوعی است؟

ب) هر اتم کربن چند پیوند تشکیل داده و به چند اتم دیگر متصل می‌شود؟

پ) پیوند شیمیایی اتم کربن با کدام اتم امکان تشکیل چنین ترکیبات متنوعی را ایجاد کرده است؟

۲۱. برای سوختن کامل یک مولکول متان به چند مولکول اکسیژن نیاز داریم؟

۲۲. در یک مولکول آلکان، مجموع تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن ۳۸ است، فرمول مولکولی این ترکیب را بنویسید.

۲۳. فرمول مولکولی آلکانی را بنویسید که اختلاف تعداد اتم های کربن و هیدروژن آن ۱۷ باشد.

۲۴. با در نظر گرفتن آلکان‌های راست زنجیر «هگزان، پروپان و دکان» به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

الف) برای کدام ترکیب تنها یک فرمول ساختاری می‌توان در نظر گرفت؟

ب) نقطهٔ جوش کدام‌یک بیشتر است؟ چرا؟

۲۵. فرمول مولکولی آلکان های زیر را در نظر بگیرید.

$C_2H_6$ ،$C_{24}H_{50}$ ،$C_{33}H_{68}$ ،$C_4H_{10}$ ،$C_{16}H_{34}$

الف) آن‌ها را بر اساس افزایش نقطهٔ جوش مرتب کنید.

ب) ماده یا مواد گازی شکل کدام‌اند؟

پ) کدام‌یک بهتر از همه می‌سوزد؟

ت) نیروی جاذبهٔ بین مولکولی کدام‌یک بیشتر است؟

ث) آن‌ها را بر اساس کاهش گرانروی مرتب کنید.

۲۶. معادلهٔ سوختن کامل بوتان را بنویسید.

۲۷. با توجه به واکنش‌های داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.

a) $C_۴H_۸ + ?O_۲ \rightarrow ۴CO_۲ + ۴H_۲O$

b) $C_۴H_۸ + ?O_۲ \rightarrow CO_۲ + ۲CO + ۴H_۲O$

c) $C_۴H_۸ + ?O_۲ \rightarrow ۴C + ۴H_۲O$

الف) برای کامل شدن موازنه‌ی هر یک از این معادلات به‌جای ؟عدد مناسب بگذارید.

ب) کدام معادلهٔ شیمیایی بیانگر سوختن کامل است؟ چرا؟

پ) کدام معادلهٔ شیمیایی بیانگر سوختن ناقص است؟ چرا؟

ت) در تماس قرار گرفتن فرآورده‌های کدام واکنش به مدت طولانی موجب خستگی، سردرد و حتی مرگ می‌شود؟ چرا؟

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر دربارهٔ کربن درست نیست؟**

۱) اتم‌های کربن در یک چرخهٔ طبیعی بین بدن موجودات زنده و محیط غیرزنده جابه‌جا می‌شوند و تعدادشان متغیر است.
۲) گیاهان از ترکیب کربن‌دی‌اکسیدی با هیدروژن حاصل از آب توانایی تولید موادی مانند قند را دارند.
۳) کربن دارای دو ایزوتوپ ۱۳ و ۱۴ می‌باشد.
۴) گیاهان کربن موجود در $CO_2$ هوا را در طول پدیده‌ایی به نام فتوسنتز جذب می‌کنند.

۲. **کدام‌یک از جملات زیر درست می‌باشد؟**

۱) کربن درزمانی مشخص از چرخه طبیعت خارج می‌شود.
۲) نفت خام اساساً مخلوطی از هیدروکربن‌ها می‌باشد و درعین‌حال حاوی مقادیر اندکی از مولکول‌های گوگرد، نیتروژن، پالادیم، نیکل و کروم است.
۳) در مصرف سوخت‌های فسیلی که از منابع تجدید پذیر به شمار می‌روند.
۴) به‌منظور حفاظت منابع سوخت‌های فسیلی باید از منابع تجدیدپذیر استفاده کرد.

۳. **کدام تعریف دربارهٔ نفت خام درست نمی‌باشد؟**

۱) منظور از نفت سبک، نفتی است که گرانروی و چگالی پایین‌تری دارد.
۲) استخراج، جابه‌جائی و پالایش نفت‌های سبک و شیرین ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر از نفت‌های سنگین و ترش است.
۳) میزان نفت‌های ترش و سبک در ذخایر نفتی دنیا بیشتر است و نفت سنگین و شیرین گران‌تر است.
۴) نفت خام بر اساس میزان گوگرد هم طبقه‌بندی می‌شود که به نفتی که گوگرد آن بیشتربیشتر باشد نفت‌ترش می‌گویند.

۴. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست می‌باشد؟**

۱) نفت خام به روش تقطیر جزءبه‌جزء تصفیه می‌شود.
۲) نفت خام علاوه بر انواع هیدروکربن‌ها دارای مواد ناخواسته از قبیل نمک‌ها، اسیدها، شن، قیر و گازهای متان و اتان می‌باشد درنتیجه با همان حالت طبیعی مورداستفاده قرار نمی‌گیرد.
۳) هنگامی‌که نفت خام داغ به برج تقطیر وارد می‌شود، مولکول‌های سبک که نقطه‌جوش بالاتری دارند، بخار شده و به‌سوی بالای برج تقطیر می‌روند و به‌تدریج سرد می‌شوند.
۴) در پایین برج تقطیر موادی وجود دارند که نقطه‌جوش آن‌ها بالا است، و به گاز تبدیل نمی‌شوند؛ این مواد به‌صورت مایع باقی می‌مانند.

۵. **کدام گزینه دربارهٔ مولکول‌های نفت خام درست می‌باشد؟**

۱) برش گازی از هیدروکربن‌های سبک تشکیل‌شده است ازاین‌رو نیروهای جاذبهٔ بین‌مولکولی در آن‌ها بسیار ناچیز است و نقطه‌جوش بالایی دارند.
۲) برش مایع این برش نسبت به برش گازی از هیدروکربن‌های سنگین تشکیل شده است (۵ تا ۲۰ اتم کربن) ازاین‌رو نیروهای جاذبهٔ بین‌مولکولی در آن‌ها قوی‌تر است و فراریّت و نقطهٔ جوش بالاتری دارند.
۳) برش جامد از هیدروکربن‌های بسیار سنگین تشکیل شده است. این برش به گاز تبدیل نمی‌شود و در پایین برج به‌صورت جامد که ته‌مانده نامیده می‌شود، باقی می‌ماند.
۴) دربرش مایع؛ در برج تقطیر هیدروکربن‌ها در فواصل مختلف وجود دارند که از حالت گاز به مایع تبدیل‌شده و با توجه به محدودهٔ دمای جوش آن‌ها در نقاط مختلف برج جدا می‌گردند.

۶. **چند گزاره از گزاره‌های زیر نادرست می‌باشد؟**

*A*) **اغلب پیوندها در ترکیب‌های معدنی به‌صورت یونی هستند.**

*B*) **واکنش بین دو ترکیب آلی بسیار کند است و در بسیاری از موارد به گرما دادن و استفاده از کاتالیزگر نیاز است.**

*C*) **سرعت واکنش ترکیب‌های معدنی بسیار بالاست و همین امر دلیلی بر این است که در اثر گرما ناپایدارند.**

*D*) **اکثر ترکیبات آلی در آب حل نمی‌شوند.**

*E*) **تعداد عنصرهای تشکیل‌دهنده مواد آلی محدود است و دلیل این امر این است تعداد ترکیب‌های آلی محدود است.**

۱) صفر ۲) یک

۳) دو ۴) سه

۷. **کدام ویژگی درباره ترکیبات یونی درست می‌باشد؟**

۱) عموماً نقطه ذوب پایینی دارند.

۲) عموماً قابلیت انحلال‌پذیری در آب را ندارند.

۳) عموماً محلول آن‌ها در برابر عبور جریان الکتریسیته مقاوم هستند.

۴) برخی از ترکیبات یونی مانند نمک ساختار شکننده‌ای دارند.

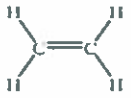
۸. **ترکیبات کووالانسی عموماً به حالت — یا ---، این در حالی است که ترکیبات یونی عموماً به حالت ----- می‌باشند.**

۱) مایع ـ جامد ـ گاز ۲) جامد ـ مایع ـ گاز

۳) مایع ـ گاز ـ جامد ۴) گاز ـ جامد ـ مایع

۹. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست می‌باشد؟**

۱) ترکیبات آلی عموماً در اثر گرما تجزیه و سیاه می‌شوند، در آتش می‌سوزند و گاز نیتروژن دی‌اکسید تولید می‌کنند.

۲)  از نمونه‌های هیدروکربن‌های سیر نشده است.

۳) در مولکول‌های هیدروکربن، هیدروژن و کربن به‌وسیلهٔ پیوندهای یونی به هم متصل شده‌اند.

۴) در هیدروکربن‌های سیرشده هر اتم کربن با پیوند دوگانه به چهار اتم دیگر متصل است.

۱۰. **تعداد هیدروژن کدام گزینه از بقیه بیشتر است؟**

۱) اتان ۲) پروپان

۳) نونان ۴) هپتان

۱۱. **ترکیب آلی بوتان را در نظر بگیرید. تعداد پیوندهای یگانه این ترکیب آلی برابر با کدام گزینه است؟**

۱) ۹ ۲) ۱۱

۳) ۱۳ ۴) ۱۵

۱۲. **فرمول مولکولی آلکان‌های زیر به ترتیب برابر کدام گزینه است؟**

هگزان ـ متان ـ اوکتان ـ پنتان

۱) $C_6H_{14} - C_8H_{18} - CH_4 - C_5H_{12}$

۲) $C_5H_{12} - C_8H_{18} - CH_4 - C_6H_{14}$

۳) $C_5H_{12} - C_7H_{16} - C_2H_6 - C_6H_{14}$

۴) $C_6H_{14} - C_7H_{16} - C_2H_6 - C_5H_{12}$

۱۳. کدام‌یک از گزینه‌های زیر ایزومر پنتان نمی‌باشد؟

| | فرمول ساختاری |
|---|---|
| الف | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ |
| ب | $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ |
| پ | $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$ |
| ت | $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$ |

۱۴. در مورد آلکان‌ها کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

۱) همهٔ آلکان‌ها، گاز، مایع یا جامد بی‌رنگ هستند.

۲) با افزایش تعداد کربن در آلکان‌ها ، دمای ذوب و جوشش بالاتر می‌رود.

۳) عسل نمونه‌ای از یک مایع با گران‌روی بالا می‌باشد.

۴) آلکان‌های با مولکول‌های کوچکتر در هوا با شعلهٔ قرمز و بدون تولید دوده می‌سوزند.

۱۵. کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزو محصولات سوختن اکتان نمی‌باشد؟

۱) هیدروژن ۲) منواکسید کربن ۳) آب ۴) دی‌اکسید کربن

۱۶. کدام‌یک از واکنش‌های کراکینگ زیر نادرست است؟

۱) $C_8H_{18} + C_3H_6 + 2C_3H_4 \rightarrow C_{15}H_{32}$

۲) $C_2H_4 + C_5H_{12} + C_3H_6 \rightarrow C_{10}H_{22}$

۳) $H_2 + C_2H_4 \rightarrow C_2H_6$

۴) $C_9H_{18} + 2C_2H_6 + C_8H_{18} \rightarrow C_{20}H_{42}$

۱۷. فرمول ساختاری زیر مربوط به کدام آلکن است؟

بوتن

۱) بوتن ۲) پنتن ۳) پروپن ۴) اتن

۱۸. کدام گزینه نادرست است؟

۱) آلکین‌ها هیدروکربن‌هایی با پیوند سه‌گانه هستند.

۲) استیلن ساده‌ترین عضو از خانواده‌ی آلکین‌هاست.

۳) می‌توان از ترکیب مولکول آب با اتن اتانول به وجود می‌آید.

۴) پلی‌اتن ساده‌ترین و ارزان‌ترین پلیمری است که از استیلن به دست می‌آید.

۱۹. **مجموع تعداد عناصر کدام گزینه از بقیه بیشتربیشتر است؟**

۱) اتان ـ هپتان ـ بوتن
۲) ۴،۲،۲- تری متیل پنتان ـ متان ـ پروپان
۳) دکان ـ استیلن ـ اِتن
۴) بوتان ـ پنتن ـ اوکتان

۲۰. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) آلکان‌هایی که دارای چهار یا تعداد بیشتربیشتری کربن هستند دارای ایزومر هستند.
۲) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$ فرمول ساختاری ایزوبوتان است.
۳) برای بالا بردن عدد اوکتان بنزین از یک ترکیب آلی سرب‌دار به نام تتراتیل سرب یا $Pb(C_2H_5)_4$ بهره می‌برند.
۴) هرچه عدد اوکتان بنزین بیشتربیشتر باشد خاصیت ضد کوبش آن بیشتر است و این به معنای کیفیت بهتر بنزین است.

۲۱. **کدام گزینه دربارهٔ پلی‌تن نادرست است؟**

۱) عایق خوبی برای الکتریسیته است.
۲) ماده‌ای با استحکام بالاست.
۳) از به‌هم پیوستن مولکول‌های استیلن براثر فشار و گرما در مجاورت کاتالیزگر مناسب به یکدیگر زنجیرهای طویل پلی‌اِتن تشکیل می‌شود.
۴) کاربرد فراوانی در صنایع غذایی دارد.

۲۲. **چند گزاره از گزاره‌های زیر درباره $NaNO_2$ درست است؟**

*A*) **یک ترکیب کووالانسی است.**
*B*) **توانایی حل شدن در آب به مقدار زیاد را دارد.**
*C*) **معمولاً به‌صورت مایع یافت می‌شود.**
*D*) **نقطه‌ی ذوب پایینی دارد.**
*E*) **در اثر گرما سیاه و تجزیه می‌شود.**

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۲۳. **$C_nH_{2n-2}$ فرمول کلی کدام ترکیب آلی است؟**

۱) آلکان ۲) آلکن ۳) آلکین ۴) هیدروکربن‌های سیرشده

۲۴. **گرمای حاصل از سوختن کدام‌یک از گزینه‌های زیر از بقیه بیشتربیشتر است؟**

۱) اتان ۲) اتین ۳) اِتن ۴) گرمای سوختن هر سه باهم برابر است.

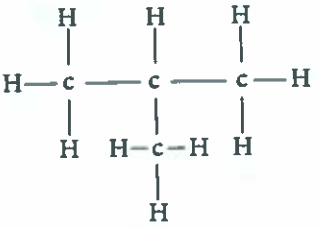
۲۵. **از واکنش آب با اتیلن چه ترکیب آلی حاصل می‌شود؟**

۱) متانول ۲) اتانول ۳) پروپانول ۴) بوتانول

۲۶. **در مورد پنتان کدام گزینه نادرست است؟**

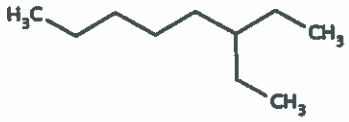
۱) دارای دو ایزومری معروف به نام‌های ایزوپنتان و نئوپنتان است.
۲) عموماً به‌صورت مایع یافت می‌شود.
۳) دارای نقطه اشتعال پایین است.
۴) به مقدار زیاد در آب حل می‌شود.

۲۷. در مورد شکل زیر کدام گزینه درست می‌باشد؟



۱) نشان‌دهندهٔ یک ترکیب ایزومری از بوتان است.
۲) نشان‌دهندهٔ یک ترکیب ایزومری از پروپان است.
۳) نشان‌دهندهٔ یک ترکیب ایزومری از اوکتان است.
۴) نشان‌دهندهٔ یک ترکیب ایزومری از هپتان است.

۲۸. در مورد شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟



۱) یک آلکن به‌حساب می‌آید.
۲) یک آلکان راست زنجیر است.
۳) ایزومری دکان است.
۴) ایزومری پروپان است.

۲۹. با توجه به آزمایش زیر کدام گزینه نادرست است؟

$$H_2O + CO_2 \rightarrow O_2 + C_6H_{14}$$

۱) مجموع ضرایب موازنه این واکنش برابر ۴۷ است.
۲) این واکنش مربوط به سوختن هگزان است.
۳) واکنش گرماده است.
۴) آب در این واکنش به‌صورت مایع است.

۳۰. در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ نقطهٔ جوش افزایش پیدا می‌کند؟

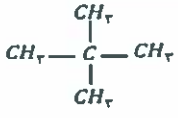
۱) بوتان ـ پروپان ـ متان
۲) پنتان ـ هگزان ـ پروپان
۳) هپتان ـ نونان ـ دکان
۴) اوکتان ـ بوتان ـ نونان

۳۱. نمایش میله و گلوله زیر به ترتیب از راست به چپ مربوط به ..... و ..... است.

۱) پروپن ـ بوتن
۲) بوتن — پنتن
۳) پروپن ـ پنتن
۴) بوتن ـ پروپن

۳۲. کدام گزینه درست است؟

۱) آلکان‌های راست زنجیر، آلکان هایی هستند که در آن‌ها تمام اتم‌های کربن به یک یا چند اتم کربن دیگر متصل شده‌اند.
۲) آلکان های شاخه‌دار، آلکان هایی هستند که در آن‌ها حداقل یک اتم کربن به دو یا چهار اتم کربن دیگر پیوند داشته باشد.
۳) ایزوبوتان یک آلکان شاخه‌دار است.
۴) آلکان روبه‌رو نمونه‌ای از آلکان‌های راست‌زنجیر است.



**۳۳. گرمای سوختن کدام گزینه از بقیه بیشتربیشتر است؟**

۱) متان ۲) هگزان ۳) نونان ۴) اوکتان

**۳۴. کدام گزینه به دو خاصیت از مواد معدنی اشاره کرده است؟**

۱) عایق الکتریسیته ـ انحلال‌پذیری پایین
۲) حالت فیزیکی جامد ـ ناپایدار بودن در مقابل گرما
۳) رسانا الکتریسیته ـ پایدار بودن در برابر گرما
۴) حالت فیزیکی مایع و گاز ـ پایدار بودن در مقابل گرما

**۳۵. کدام گزینه درست می‌باشد؟**

۱) گران‌روی عسل از شیر بیشتر است.
۲) نقطه جوش هپتان از هگزان پایین‌تر است.
۳) عدد اوکتان هواپیما کمتر از ۱۰۰ می‌باشد.
۴) به هپتان عدد اوکتان ۱۰۰ را نسبت داده‌اند.

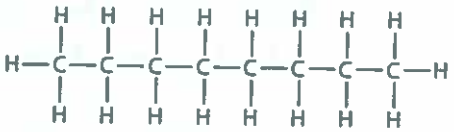
**۳۶. با دانستن این مطلب که شکستن پیوند یگانه انرژی کمتری نسبت به شکستن پیوند دوگانه و همین‌طور شکستن پیوند دوگانه به انرژی کمتری نسبت به پیوند سه‌گانه نیاز دارد؛ شکستن پیوند کدام هیدروکربن به انرژی بیشتربیشتری نیاز دارد؟**

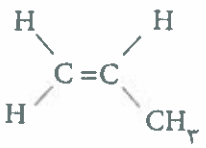
۱) بوتن ۲) بوتین ۳) بوتان ۴) ایزومری بوتان

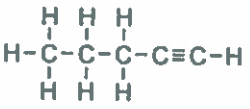
به ترتیب از راست به چپ فرمول‌های مولکولی زیر نشان‌دهندهٔ کدام هیدروکربن است؟

۱) پنتان ـ پروپن ـ اوکتن
۲) پنتن ـ پروپان ـ اوکتین
۳) پنتین ـ پروپین ـ اوکتان
۴) پنتین ـ پروپن ـ اوکتان

**۳۷. کدام گزینه در مورد اتیل الکل نادرست است؟**







۱) اتیل الکل به‌عنوان حلال و در مصارف دارویی بسیار کاربرد دارد.
۲) دارای فرمول شیمیایی $C_2H_5$ است.
۳) از ترکیب آب و اتیلن به وجود می‌آید.
۴) یک ترکیب سیرشده به‌حساب می‌آید.

**۳۸. نیروی جاذبه‌ی بین‌مولکولی در کدام گزینه قوی‌تر است؟**

۱) هگزان ۲) پروپان ۳) پنتان ۴) بوتان

**۳۹. به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه هیدروکربن داده‌شده جزو آلکن‌ها و آلکان‌ها به‌حساب می‌آید؟**

۱) $C_2H_4 - C_2H_6$ ۲) $C_3H_8 - C_4H_6$ ۳) $C_6H_{14} - C_5H_{10}$ ۴) $C_5H_8 - C_6H_{12}$

علامه حلی

مجموعه کتاب‌های علامه حلی

ویژه استعدادهای درخشان

# علوم نهم
# بخش شیمی

• علیرضا منسوب بصیری • فاطمه حاجیلی • منصور پور زمانی • البرز طاهری

مجموعه کتاب‌های علامه حلی

# علوم نهم

## بخش شیمی

ویژهٔ استعدادهای درخشان

• علیرضا منسوب بصیری • فاطمه حاجیلی
• منصور زمانی • البرز طاهری

# فهرست مطالب

فصل ۱
مواد و نقش آن در زندگی

درسنامه ۱۱
تمرین ۳۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۳۳

فصل ۲
رفتار اتم‌ها با یکدیگر

درسنامه ۴۳
تمرین ۶۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۶۷

فصل ۳
اتم و کوچک‌تر از اتم

درسنامه ۷۵
تمرین ۱۰۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۰۲