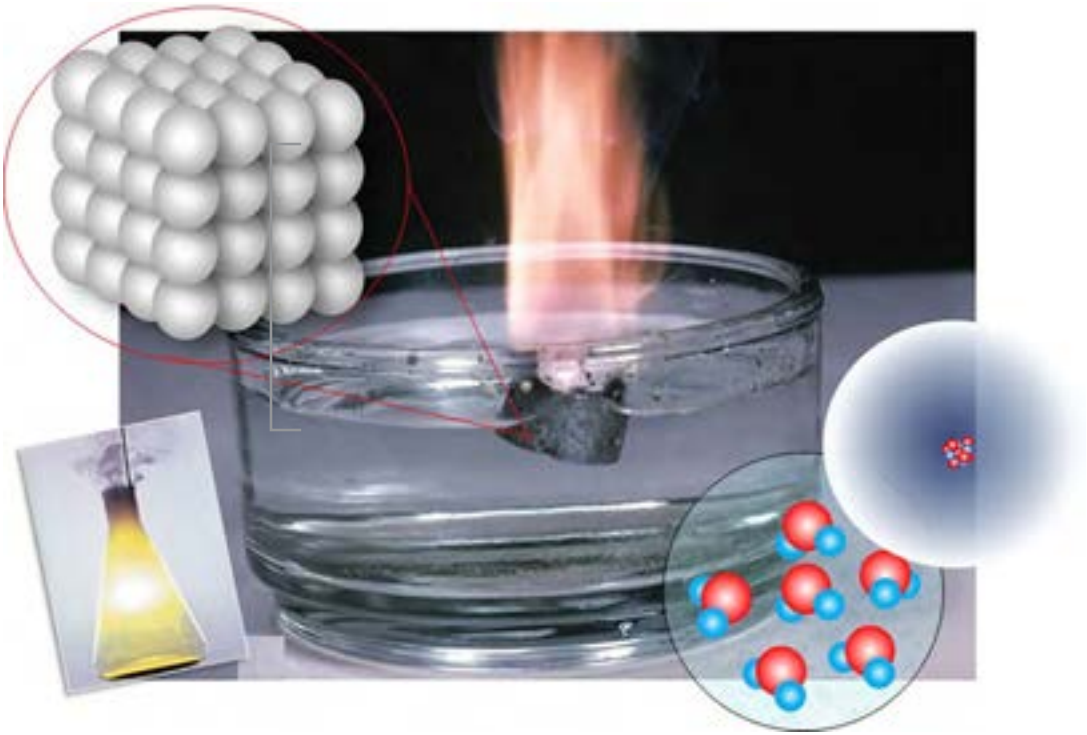
فصل اول

ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی



اتم‌ها چگونه‌اند؟

چرا اتم‌ها تمایل دارند با هم واکنش دهند؟

واحد یادگیری ۱

هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ با نقش بزرگان و دانشمندان مسلمان و ایرانی در توسعه علوم تجربی آشنا شود (ارزش های ایرانی ـ اسلامی)
۲ـ اتم را کوچک‌ترین ذره سازنده ماده بداند که خود از ذره‌های دیگری تشکیل می‌شود (تجزیه پذیر است).
۳ـ ساختار کلی اتم را بتواند توضیح دهد.
۴ـ مفهوم عنصر و ترکیب را درک کند.
۵ـ نماد شیمیایی را بشناسد و نماد شیمیایی عنصرهای پرکاربرد را بداند.

شیوه پیشنهادی تدریس:
پرسش و پاسخ- مشارکت فعال هنرجویان
پیشنهاد می‌شود با استفاده از مقدمه کتاب ضرورت آشنایی با علم شیمی‌و فرا گیری مفاهیم شیمی‌را برای هنرجویان متذکر شویم. اشاره کنیم مقدمه درک مفاهیم شیمی‌دانشی صحیح نسبت به ساختار مواد است.

ارزشیابی تشخیصی
۱-کوچک‌ترین ذره ماده چیست؟
۲- اتم از چه ذراتی ساخته شده است؟
۳- عنصر چیست؟
۴- به چه ماده‌ای ترکیب می‌گویند؟

دانش افزایی

علم شیمی‌در طول تاریخ بشر دستخوش تغییرات فراوانی شده است. اولین نظریات مربوط به مصریان و یونانیان باستان می‌شود. به طور مثال **ارسطو** فیلسوف یونانی، جهان را متشکل از چهار عنصر آب، باد، خاک و آتش می‌دانست.
علم شیمی‌تقریباً از ابتکارات مسلمانان است، زیرا مشاهده دقیق و تجزیه علمی‌و ثبت نتایج را آنها وارد میدان علم کردند. آنان بسیاری از مواد را تجزیه نموده، مواد قلیایی و اسیدی را شناختند و درباره صدها داروی طبی تحقیق کردند. همچنین، صدها داروی تازه ساختند و از فرضیهٔ تبدیل فلزات به طلا، به شیمی‌واقعی دست یافتند. بدین ترتیب، در اروپا علم شیمی‌توسط ترجمه کتب مسلمانان پیشرفت کرد.
امام صادق علیه السلام نخستین کسی بودند که عقیده به عناصر چهارگانه را متزلزل کردند. از فرموده‌های ایشان است که: «من تعجب می‌کنم مردی چون ارسطو چگونه متوجه نشده بود که خاک یک عنصر نیست، بلکه عنصرهای متعددی در آن وجود دارد.»
در حدود سال ۲۰۰ هجری شمسی دانشمند و فیلسوف ایرانی **جابر بن حیان** که او را «پدرعلم شیمی» نیز می‌نامند، و از شاگردان امام جعفر صادق (ع) بوده است، یک رویکرد منظم و همراه با آزمایش را معرفی کرد. تحقیقات او بر خلاف کیمیاگران یونانی و مصری که بیشتر تنها در ذهن خود به تفکر می‌پرداختند، در آزمایشگاه صورت می‌گرفت.
او حدود یک صد جلد کتاب درباره شیمی‌نوشته که نفوذ آنها در تاریخ کیمیا و شیمی‌اروپا، آشکار است. نوشته‌های او مانند

یک دایرةالمعارف علمی‌مشـــتمل بر مجموع مســـائل شیمیایی است. جابربن حیان راجع به تصفیه، تقطیر، تبخیر، ذوب و تبلور و.. مطالب زیادی نگاشته است.
از جابربـــن حیان کـــه بگذریم، زکریای رازی نیـــز یکی دیگر از شـــیمی‌دانان بزرگ اسلامی‌اســـت که موفق به ساخت گوگرد و الکل شد. رازی اکتشافات بس ارزشمندی درشیمی‌نظری انجام داد. درآن زمـــان، خودش و دیگران از ارزش فوق‌العاده آن کارها اطلاع دقیقی نداشـــتند. ارزش فوق العاده کارهای وی که بعدها معلوم شـــد، موجب شـــهرت جهانی او گردید و او به عنوان یک شـــیمی‌دان طراز اول مورد توجه قرار گرفـــت. مهم‌ترین کار او بنیان‌گـــذاری طبقه بندی مواد شـــیمیایی و تحقیق درباره پیدا کردن چگالی اجســـام، با اســـتفاده از ترازوی آبی می‌باشد. پس از آن دانشـــمندان بزرگ اسلامی‌نظیر ابوریحان بیرونی، فارابی و ابن‌سینا و... کمک شایانی به پیشرفت علم شیمی‌نمودند.

جابر بن حیان وسیله‌ای به نام انبیق را اختراع کرد که با آن مواد شیمیایی را بررسی می‌کرد.

۱ــ مروری بر ساختمان اتم

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنرجو مطالب مربوط به ساختار اتم و ذره‌های زیر اتمی‌را که در علوم تجربی آموخته است یادآوری کند. توصیه می‌شود با سؤالاتی مانند:
اگر مـــاده‌ای را تکه تکه و به ذره‌های کوچکی تقســـیم کنیم به چه ذره‌ای می‌رسیم؟
کوچک‌ترین ذره سازنده ماده چیست؟
به هنرجو یاد آوری کنیم: «همهٔ مواد از اتم ساخته شده‌اند» (شکل۱).

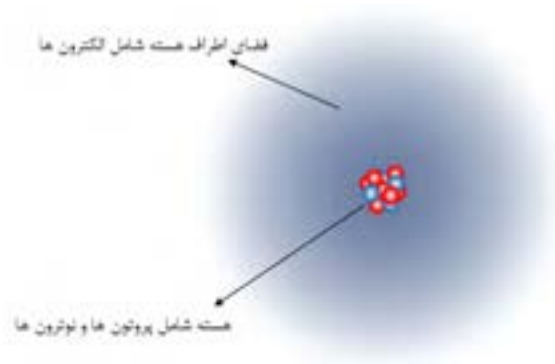
شکل ۱ــ همهٔ مواد از اتم ساخته شده‌اند.

پس از شـــنیدن پاسخ چند هنرجو و یادآوری اینکه اتم کوچک‌ترین ذره سازنده مواد است، با سؤالات زیر مشارکت هنرجویان در یادآوری و آموزش را ادامه دهیم:

آیا اتم از ذره‌های دیگری ساخته شده است؟

اتم‌ها خنثی هستند یا دارای بار الکتریکی؟

پس از شـــنیدن پاســـخ هنرجویان از آنها بخواهیم صفحهٔ ۱۲کتاب درســـی را مطالعه کنند. سپس تصویری از اتم و قسمت‌های مختلف آن و ذره‌های زیر اتمی‌را برای آنها رســـم کنیم (شـــکل ۲) و مطالب تکمیلی را ارائه کنیم.



شکل ۲ـ اتم از هسته و فضای اطراف هسته تشکیل شده است.

هر اتم دو بخش اصلی هسته و فضای پیـرامون هسته را دارد. هسته که اندازه‌ای بسیار کوچک‌تر از اتم داشـته ولی تعیین‌کننده جرم اتم است در مرکز فضای کروی اتم بوده و پروتون و نوترون را در خود جای داده است.

الکترون‌ها در اطراف هسته قرار دارند و چگونگی قرار گرفتن آنها در اتم رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند.

از هنرجویان بخواهیم تا ذره‌های زیر اتمی‌و جایگاه هر یک را در اتم تعیین کنند.

ذره زیراتمی	جایگاه	بار الکتریکی
الکترون	اطراف هسته	منفی ۱-
پروتون	در هسته	مثبت ۱+
نوترون	در هسته	بدون بارالکتریکی

از هنرجویان تفاوت‌ها و شباهت‌های ذره‌های زیر اتمی‌را بپرسیم:

- الکترون بار منفی و پروتون بار مثبت دارد ولی نوترون بار الکتریکی ندارد.
- الکترون اطراف هسته ولی پروتون و نوترون درون هسته قرار دارند.
- پروتون و نوترون جرم تقریبا برابر و بسیار بیشتر از جرم الکترون (تقریبا ۲۰۰۰ برابر) دارند.

دانش افزایی

اتم از واژهٔ یونانی اَتوموس (atomos) به معنی تقسیم ناپذیر گرفته شده است. دموکریتوس (بیش از ۲۵۰۰ سال قبل) اولین کسی بود که دیدگاهی اتمی‌از ماده ارائه داد. در نظریهٔ او ماده با تقسیم پی‌درپی در نهایت به ذره‌های تقسیم ناپذیری به نام اتم می‌رسد که در بین آنها چیزی به جز فضای خالی وجود ندارد. با این حال، ارسطو (۳۸۴ تا ۳۲۲ ق م) که به عنصرهای چهارگانه (آب، باد، خاک و آتش) اعتقاد داشت، به طور جدی با این نظریه مخالف بود. او می‌گفت چیزی به نام هیچ (همان فضای خالی نظریهٔ دموکریتوس) وجود ندارد. نظریه اتمی‌تحت تأثیر این مخالفت ارسطو۲۰۰۰ سال مسکوت ماند. در قرن ۱۷ رابرت بویل دانشمند انگلیسی اظهار داشت که هر عنصر از ذره‌های ساده‌ای تشکیل شده است که همه از یک نوع‌اند (ارائه تعریف جدیدی از عنصر). این ذره‌ها باهم ذره‌های مرکب را می‌سازند. همچنین از تجزیهٔ ذره‌های مرکب نیز ذره‌های ساده تولید می‌شوند. در این دیدگاه، ذره‌های ساده نقش همان اتم‌ها را دارند. این نظر، مقدمهٔ مشاهده و کشف‌های شگفت‌انگیزی شد. بیان بویل از عنصر، در قرن بعد توسط آنتوان لاوازیه اثبات شد. لاوازیه ماده ای را عنصر می‌دانست که قابل تجزیه به مواد ساده‌تر نباشد. او همچنین نشان داد که یک مادهٔ مرکب از ترکیب شدن عنصرها تشکیل می‌شود. لاوازیه ۲۳ عنصر را به درستی شناسایی کرد. البته لاوازیه به غلط، نور، گرما و چند ترکیب ساده را نیز در فهرست خود آورده بود. در قرن ۱۸، مطالعات دیگری انجام گرفت که به قوانینی برای سنجش جرم نسبی موادی منجر شد که با هم واکنش می‌دهند. ترکیب‌ها موادی هستند که از دو یا چند عنصر به نسبت‌های ثابت تشکیل شده‌اند. قانون نسبت‌های معین نخستین بار توسط ژوزف پروست در ۱۷۹۹ ارائه شد. این قانون بیان می‌کند که یک ترکیب خالص همیشه شامل عنصرهای معینی با نسبت جرمی‌ثابت است. به‌عنوان نمونه، آب همیشه از عنصرهای هیدروژن و اکسیژن با نسبت ۱۹ / ۱۱ درصد جرمی‌هیدروژن و ۸۱ / ۸۸ درصد جرمی‌اکسیژن تشکیل می‌شود. سپس در اوایل قرن ۱۹ جان دالتون (۱۸۴۴ ـ ۱۷۶۶) مدل اتمی‌ای ارائه داد که با توضیح این قوانین، مقدمهٔ پیشرفت سریع علم شیمی‌شد. البته مشاهده‌های بعدی قرن ۱۹، لزوم اصلاح مدل اتمی‌دالتون را مطرح کرد. پس از مشاهده‌های دقیق‌تری که در اوایل قرن بیستم اتفاق افتاد، در نتیجه تلاش محققان مدلی مطرح شد (مدل کوانتومی) که امروزه برای اتم‌ها پذیرفته شده است.

۲ــ نمایش عناصر (نماد شیمیایی)

شکل ۳ــ دسته‌بندی مواد شیمیایی

همکار گرامی، توصیه می‌شود ابتدا تقسیم‌بندی کلی مواد را برای هنرجویان با ذکر مثال‌هایی مطرح کنیم و سپس از آنها بخواهیم تا تفاوت این مواد را ذکر کنند.

توصیه می‌شود نموداری مانند شکل ۳ را از قبل آماده کرده و با مثال‌هایی بیشتر در اختیار هنرجویان قرار دهیم.

با پرسش از هنرجویان تعریفی برای انواع مواد (عنصر، ترکیب، خالص و ناخالص) ذکر کنیم:

تفاوت عنصر با ترکیب چیست؟

چرا آب را ترکیب ولی مس را عنصر می‌گوییم؟

در مس یک نوع اتم وجود دارد، پس مس را عنصر می‌گوییم.

در ماده آب دو نوع اتم وجود دارد (هیدروژن و اکسیژن)، پس آب ترکیب است.

در ادامه توضیح دهیم که هر عنصر را با یک نماد شیمیایی نشان می‌دهند. نماد شیمیایی از یک یا دو حرف لاتین تشکیل شده است که حرف اول همواره بزرگ و حرف دوم کوچک نوشته می‌شود. مثال‌هایی متنوع برای هنرجویان ارائه کنیم:

اگر تمام اتم‌های یک ماده خالص یکسان باشند آن ماده را عنصر می‌نامیم و درصورتی‌که بیش از یک نوع اتم در ساختار ماده وجود داشته باشد، ماده را ترکیب می‌گوییم.

جدول ۱ــ نام و نماد شیمیایی برخی از عنصرها

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

از هنرجویان بخواهیم تا با یکدیگر (یا در گروه‌های تعیین شده) نماد شیمیایی عنصرها را تکرار و تمرین کنند.

اشاره کنیم که در جدولی به نام جدول تناوبی عنصرها، نام و نماد شیمیایی تمام عنصرها را می‌توانند مشاهده کنند.

در ادامه سؤالات زیر را مطرح کنیم:

چرا عنصر کلسیم را فقط با حرف C نمی‌توان نشان داد؟

چرا نماد برخی از عناصر شامل دو حرف است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، مطالب را جمع بندی و تکمیل کنیم.

در ادامه بپرسیم:

اتم عنصر هیدروژن چه تفاوتی با اتم عنصر مس دارد؟

چرا اتم‌های عنصر مس با عنصر آلومینیوم (هیدروژن و یا هر عنصر دیگری) متفاوت‌اند؟

چرا اتم‌های عناصر مختلف خواص شیمیایی متفاوتی دارند؟

توضیح دهیم که اتم‌های عنصرهای متفاوت تعداد الکترون و در نتیجه تعداد پروتون متفاوتی دارند. تعداد پروتون‌های هر اتم تعیین‌کننده نوع آن اتم است.

سپس دو عبارت زیر را برای هنرجویان بنویسیم:

- اتم هیدروژن یک پروتون و یک الکترون دارد.
- هر اتمی که یک پروتون داشته باشد اتم عنصر هیدروژن است.

ماهیت شیمیایی اتم را تعداد پروتون‌ها (یا تعداد الکترون‌ها) تعیین می‌کند.

رفتار شیمیایی اتم را چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در اتم (آرایش الکترونی) تعیین می‌کند.

عدد اتمی: نشان دهنده تعداد پروتون‌های هر اتم است و با نماد Z نشان داده می‌شود. (یعنی عدد اتمی عنصر هیدروژن برابر ۱ است)

از هنرجویان بپرسیم که در هسته اتم چه ذره‌هایی وجود دارد؟

سپس سؤال زیر را برای هنرجویان مطرح کنیم:

با توجه به مطالبی که آموختید جرم اتم را کدام ذره‌ها تعیین می‌کنند؟ چرا؟

عدد جرمی: نشان دهنده مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته اتم است. عدد جرمی را با نماد A نشان می‌دهند.

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

در ادامه توضیح دهیم برای نمایش دادن اتم هر عنصر از نماد شیمیایی به همراه عدد اتمی و عدد جرمی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

نماد شیمیایی عنصر ${}^{A}_{Z}X$ ← عدد جرمی ← عدد اتمی

در ادامه با ذکر مثال‌هایی به هنرجویان در درک مطلب کمک کنیم. مثلاً توضیح دهیم که اتم آلومینیوم را به صورت ${}^{27}_{13}Al$ نمایش می‌دهند و این مفهوم را دارد که در هسته اتم آلومینیوم ۱۳ پروتون و ۱۴ نوترون وجود دارد.

در ادامه تمرین زیر را مطرح کنیم و اجازه دهیم تا هنرجویان به آن پاسخ دهند.

سپس یکی از هنرجویان را برای پاسخ به تمرین صدا بزنیم:

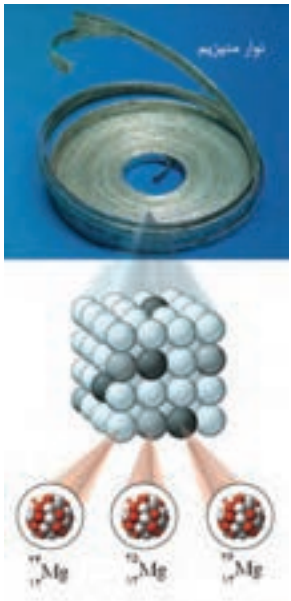
پاسخ بیندیشید

کدام اتم‌های زیر مربوط به یک عنصر هستند چرا؟

${}^{24}_{12}A$ ${}^{12}_{6}B$ ${}^{25}_{12}C$ ${}^{25}_{11}C$

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

همانطور که می‌دانیم اتم‌ها خنثی هستند پس مجموع تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها باید برابر باشد. بنابراین عدد اتمی که تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد می‌تواند نشان‌دهنده تعداد الکترون‌ها باشد.



عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ است.

تدریس را با نوشتن این جمله ادامه دهیم:

اتم‌های یک عنصر می‌توانند متفاوت باشند.

عنصرهای هیدروژن و منیزیم را به‌عنوان مثال ذکر کنیم. عنصر هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ است که با نمادهای $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ نشان داده می‌شوند. این اتم‌ها به ترتیب هیدروژن، دوتریم و تریتیم نامیده می‌شوند.

از هنرجویان بخواهیم تا تفاوت سه گونه اتم هیدروژن را از نظر عدد اتمی، عدد جرمی و تعداد نوترون بررسی کنند.

برخی ازاتم‌های یک عنصر تعداد نوترون متفاوتی با سایراتم‌های همان عنصر دارند. به این اتم‌ها ایزوتوپ‌های عنصر گفته می‌شود.

ایزوتوپ‌ها در واقع اتم‌های مختلف یک عنصر هستند که تعداد نوترون متفاوت و در نتیجه جرم متفاوتی دارند.

ایزوتوپ‌های یک عنصر رفتار شیمیایی یکسان ولی خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوتی دارند.

ایزوتوپ‌های یک عنصر پایداری متفاوتی دارند.

۳ــ رادیو ایزوتوپ

برخی از ایزوتوپ‌ها بسیار پایدارند ولی برخی از آنها ناپایدار هستند و طول عمر کوتاهی دارند. به این ایزوتوپ‌ها، رادیو ایزوتوپ یا ایزوتوپ رادیو اکتیو گفته می‌شود.

ایزوتوپ‌های پایدارتر فراوانی بیشتری دارند.

دانش‌افزایی

واکنش‌های هسته‌ای

در فرایندی به نام تخریب رادیو اکتیو (radioactive decay)، هسته اتم به‌صورت خودبه‌خودی با نشر پرتو شکسته می‌شود. این فرایند را می‌توان به صورت معادله زیر نشان داد:

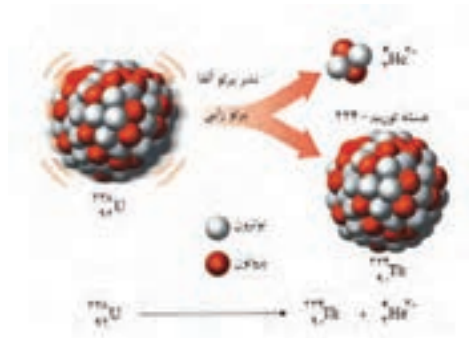
هسته رادیواکتیو $\longrightarrow$ هسته جدید + (α و γ، β، β^+) پرتو

در این معادله، مجموع اعداد جرمی و اعداد اتمی در سمت چپ و راست باید برابر باشد.

نشر آلفا (α)

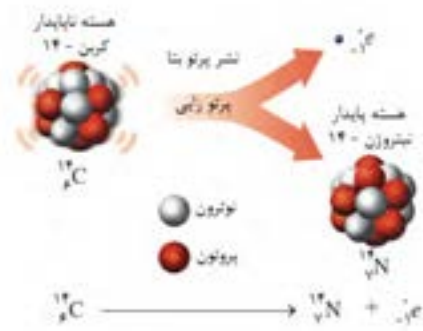
ذره‌های پرتو آلفا شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون هستند (هسته اتم هلیم).

بنابراین با نشر هر ذره آلفا، عدد اتمی و عدد جرمی هسته رادیو اکتیو به ترتیب ۲ و ۴ واحد کاهش می‌یابد. به عنوان نمونه، وقتی اورانیوم ـ ۲۳۸ یک ذره آلفا نشر می‌کند، هسته جدید عدد جرمی ۲۳۴ و عدد اتمی ۹۰ دارد. یعنی در نتیجه نشر پرتو آلفا هسته جدید از عنصری دیگر تشکیل می‌شود.



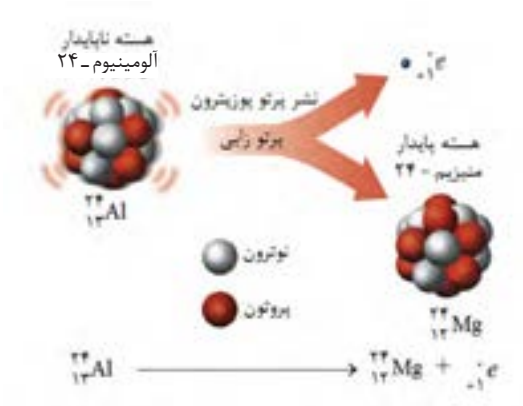
نشر بتا (β)

در نتیجه شکستن یک نوترون به پروتون و الکترون (ذرهٔ بتا)، پرتو بتا تولید می‌شود. در نتیجه این فرایند، پروتون ایجاد شده در هسته می‌ماند و بنابراین عدد جرمی هسته تغییر نمی‌کند. اما بدلیل اضافه شده یک پروتون به تعداد پروتون‌های موجود در هسته، عدد اتمی افزایش می‌یابد. پس در نشر پرتو بتا، عدد جرمی هسته ایجاد شده با عدد جرمی هسته رادیو اکتیو اولیه برابر است، ولی هسته جدید عدد اتمی بزرگتری دارد. یعنی در نتیجه نشر بتا اتم عنصر جدیدی ایجاد می‌شود. برای نمونه، هسته‌های کربن_۱۴ با نشر بتا به هسته‌های نیتروژن_۱۴ تبدیل می‌شوند:



نشر پوزیترون (β^+)

در هستهٔ ناپایدار، در نتیجهٔ تبدیل شدن یک پروتون به نوترون، ذره پوزیترون نشر می‌شود. پوزیترون مشابه الکترون ولی دارای بار مثبت است. نوترون حاصل در هسته می‌ماند ولی ذره پوزیترون به بیرون از هسته نشر می‌شود. بنابراین، در فرایند نشر یوزیترون عدد جرمی هست تغییر نمی‌کند ولی عدد اتمی آن کاهش می‌یابد. پس، هستهٔ ایجاد شده عدد اتمی متفاوتی با هسته ناپایدار اولیه دارد. برای نمونه، هسته‌های ناپایدار آلومینیوم ـ ۲۴ در نتیجه نشر پوزیترون به هسته‌های پایدار منیزیم ـ ۲۴ تبدیل می‌شوند.



نشر گاما (γ)

پرتو گاما پر انرژی ترین تابش الکترومغناطیس است .نشر پرتوهای گاما به تنهایی بسیار نادر است و معمولا همرا با تولید ذره‌های بتا و آلفا نشر می‌شود. تکنتیم معروف‌ترین هسته نشرکننده پرتوهای گاما است که در رادیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایزوتوپ ناپایدار تکنتیم (تکنتیم - ۹۹ m) را حالت متا ـ پایدار (metastable) می‌نامند و با نماد $^{99m}_{43}Tc$ نمایش می‌دهند. این ایزوتوپ ناپایدار با نشر انرژی به صورت پرتوهای گاما بسیار پایدار می‌شود:

$$^{99m}_{43}Tc \rightarrow ^{99}_{43}Tc + ^{0}_{0}\gamma$$

ارزشیابی پایانی

۱ـ کدام اتم‌های زیر مربوط به یک عنصر هستند؟ چرا؟

$^{۲۴}_{۱۲}A$ $^{۱۲}_{۶}B$ $^{۲۵}_{۱۲}C$ $^{۲۵}_{۱۱}C$

۲ـ هر یک از نمادهای زیر مربوط به چه عنصری است؟

He ..... Na ..... Ca ..... Al .....

۳ـ اتم‌های عناصر مختلف از چه نظر با هم تفاوت دارند؟

۴ـ ایزوتوپ را تعریف کنید.

واحد یادگیری ۲

نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم

هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ ساختار اتم مطابق با مدل بور را درک کند.
۲ـ آرایش الکترونی اتم‌ها را بتواند بنویسد.
۳ـ لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم را بتواند تعیین کند.

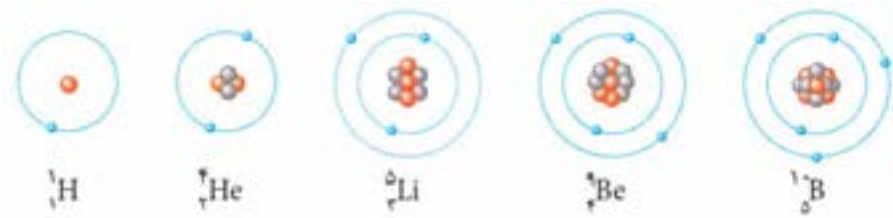
شیوهٔ پیشنهادی تدریس:

پرسش و پاسخ- مشارکت فعال هنرجویان

توجه: همکار عزیز، از آنجا که لازمه درک چگونگی پایدار شدن و رفتار شیمیایی اتم‌ها و تولید یون‌ها درک آرایش الکترون‌ها در اتم است، در این واحد آموزشی هدف این است که هنرجو، ساختار لایه ای الکترون‌ها در اتم را فراگیرد. ساده و قابل درک ترین مدل اتمی‌برای رسیدن به این هدف، مدل اتمی‌بور است که اهداف لازم را برآورده می‌کند. بنابراین، ساختار لایه ای الکترون‌ها و آرایش الکترونی (به شکلی ساده) بر اساس این مدل تدریس می‌شود.

با توجه به اینکه هنرجویان در علوم تجربی پایه هشتم با مدل اتمی‌بور آشنایی دارند از آنها بخواهیم تا مدل اتمی چند اتم (که عدد اتمی آنها مشخص است) را رسم کنند. برای مثال عنصرهای هیدروژن، هلیم،لیتیم و ...

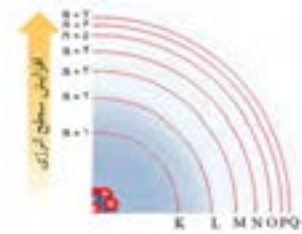
ارزشیابی تشخیصی:
۱ـ تعداد الکترون‌ها دراتم‌های زیر را تعیین کنید.
$_{۹}F, _{۶}C, _{۲}He$
۲ـ الکترون‌ها در اتم چگونه قرارگرفته اند؟



شکل ۴ـ مدل اتمی‌بور برای چند عنصر

به هنرجویان اجازه دهیم تا با مشورت هم گروهی‌ها مدل‌های خود را کامل کنند.
بعد از اینکه هنرجویان مدل اتمی‌را برای عناصر خواسته شده رسم کردند، مدل‌های رسم شده چند هنرجو را بررسی کنیم.
سپس توضیح دهیم در مدل اتمی‌بور، هر مدار با عدد صحیحی با نماد n نمایش داده می‌شود (... و ۲ ، ۱ = n) مشخص می‌گردد.
به‌عنوان نمونه: نزدیکترین مدار به هسته را با n = ۱ نشان می‌دهند، n = ۴ چهارمین مدار الکترونی را نشان می‌دهد و... (شکل ۵)
در ادامه توضیح دهیم که هر مدار، انرژی مشخصی دارد و با افزایش فاصله از هسته، انرژی مدارها افزایش می‌یابد.
از هنرجویان بخواهیم :
انرژی الکترون‌های اتم لیتیم را که مدل آن را رسم کرده اند مقایسه کنند.
پر انرژی‌ترین الکترون اتم لیتیم را تعیین کنند.
سپس، توضیح دهیم که در مدل‌های جدید تر از مفهوم لایه الکترونی به جای مدار استفاده می‌شود، و با پرسش اینکه:
چرا الکترون سوم لیتیم را در لایه دوم قرار داده اند، مفهوم ظرفیت (گنجایش) مدار الکترونی را ارائه کنیم.
در ادامه بگوییم که می‌توانیم ظرفیت هر مدار را با استفاده از رابطه $2n^2$ محاسبه کنیم و مثال‌هایی را ذکر کنیم.
در ادامه از هنرجویان بخواهیم بر اساس مطلب جدیدی که آموخته‌اند ظرفیت لایه دوم را تعیین کنند و مدل اتمی سدیم $_{11}Na$ و سیلیسیم $_{14}Si$ را رسم کنند (شکل ۶). یکی از هنرجویان را برای توضیح پاسخ خودش صدا بزنیم.
در ادامه بیان کنیم:
به بیرونی ترین لایه الکترونی اتم که دارای الکترون است لایه ظرفیت یا لایه والانس گفته می‌شود وبه الکترون‌های لایه ظرفیت، الکترون‌های ظرفیت یا الکترون‌های والانس می‌گویند.
سپس از هنرجویان بخواهیم در مدل‌های رسم شده شماره لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها را مشخص کنند.
قاعده‌ای برای رسم کردن و نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها:
بر اساس یک قاعده کلی، لایه ظرفیت اتم‌ها حداکثر ۸ الکترون می‌تواند داشته باشد.
بر این اساس در بیرونی‌ترین لایه الکترونی هر اتمی‌حداکثر ۸ الکترون مجاز هستیم که قرار دهیم و الکترون‌های بیشتر در لایه بعدی

هر لایه تعداد مشخصی الکترون را می‌تواند در خود جایی دهد که گنجایش الکترونی (ظرفیت) لایه نامیده می‌شود.



شکل ۵ـ نمایش مدار در مدل اتمی

شکل ۶ـ مدل اتمی‌بور برای اتم‌های سدیم و سیلیسیم

شکل ۷ـ آرایش الکترون‌ها در اتم پتاسیم

قرار می‌گیرند. این قاعده را با رسم کردن آرایش الکترونی اتم‌هایی که بیشتر از ۱۸ الکترون دارند می‌توانیم توضیح دهیم. برای نمونه در اتم پتاسیم که ۱۹ الکترون دارد، ۲ الکترون در لایه اول، ۸ الکترون در لایه دوم قرار دارند (شکل ۷). در لایه سوم با اینکه ظرفیت ۱۸ الکترون (۱۸ = $۳^۲$ × ۲) را دارد نمی‌توانیم ۹ الکترون قرار دهیم (چون لایه ظرفیت اتم بیش از ۸ الکترون می‌گیرد). ۸ الکترون در لایه سوم و ۱ الکترون هم در لایه چهارم قرار می‌گیرد. آرایش الکترونی اتم پتاسیم را به صورت زیر نشان می‌دهیم:

$_{۱۹}K$: ۲) ۸) ۸)۱(

اتم پتاسیم ۴ لایه الکترونی اشغال شده با الکترون دارد. لایه ظرفیت آن لایه ۴ است و ۱ الکترون ظرفیتی (والانس) دارد.

در ادامه توضیح دهیم: وقتی ظرفیت لایه‌ای کامل نباشد بعد از قرارگرفتن ۲ الکترون در لایه بیرونی، سایر الکترون‌ها در لایه قبل قرار می‌گیرند تا ظرفیت لایه کامل شود.

برای نمونه، در اتم اسکاندیم ($_{۲۱}Sc$)، به ترتیب ۲، ۸ و ۸ الکترون در لایه‌های ۱، ۲ و ۳ قرار می‌دهیم، سپس ۲ الکترون در لایه چهارم قرار می‌گیرد و بعد از آن ۱ الکترون باقیمانده (چون لایه سوم هنوز ظرفیتش کامل نشده است) در لایه سوم قرار می‌گیرد:

$_{۲۱}Sc$: ۲) ۸) ۹) ۲

اتم اسکاندیم ۴ لایه الکترونی اشغال شده با الکترون دارد. لایه ظرفیت آن لایه ۴ است (تعیین الکترون‌های ظرفیتی اتم‌هایی که لایهٔ قبل از لایهٔ ظرفیت کامل نشده دارند، از اهداف این کتاب نیست.)

در ادامه از یکی ازهنرجویان ان بخواهیم تا متن کتاب درسی مربوط به موضوع درس (نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم) را بخواند و سایر هنرجویان با دقت متن را گوش داده و دنبال کنند.

(نمونه‌حل شده۱ رابرای‌هنرجویان‌توضیح‌دهیم).

در صورت نیاز نمونه‌های بیشتری از آرایش الکترونی را برای هنرجویان بررسی کنیم.

پاسخ خود را بیازمایید

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

در اتم گوگرد، ۲، ۸ و ۶ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲ و ۳ قرار دارد:

$_{16}S$: ۲) ۸) ۶

در اتم روی، ۲، ۸، ۱۸و ۲ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار دارد:

$_{30}Zn$: ۲) ۸) ۱۸) ۲

در اتم آرسنیک، ۲، ۸، ۱۸و ۵ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار دارد:

$_{33}As$: ۲) ۸) ۱۸) ۵

ارزشیابی پایانی

۱ـ آرایش الکترونی اتم‌های زیر را رسم کنید.

$_{27}Co$ ، $_{12}Mg$ ، $_{9}F$ ، $_{6}C$ ، $_{2}He$

۲ـ در لایه چهارم اتم حداکثر چند الکترون می‌تواند قرار گیرد؟

۳ـ منظور از لایه ظرفیت چیست؟

۴ـ کدام یک ازاتم‌های زیر بیشترین تعداد الکترون را در لایه ظرفیت خود دارد؟

$_{19}K$ ، $_{12}Mg$ ، $_{9}F$ ، $_{6}C$ ، $_{2}He$

واحد یادگیری ـ ۳

۱ـ جدول تناوبی عناصرها

هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ چگونگی گروه‌بندی عناصر در جدول تناوبی را درک کند.
۲ـ بر اساس آرایش الکترونی عناصر هم گروه را بشناسد.
۳ـ ویژگی‌های مهم جدول تناوبی مانند: گروه، دوره، تعداد گروه و دوره و اینکه برخی از گروه‌ها نام خاصی دارند، را آموخته باشد.
۴ـ دسته بندی عناصر از نظر حالت فیزیکی و خاصیت فلزی را بداند.
۵ـ برای دسته‌های مختلف عناصر کاربردهایی در صنعت ارائه کند (ارتباط با صنعت).

شیوه پیشنهادی تدریس:

الگوی دریافت مفهوم - سخنرانی و مشارکت هنرجویان

این جمله را روی بورد کلاس بنویسیم:

برخی عناصر خواص شیمیایی مشابهی دارند

به هنرجویان بگوییم امروز هدفمان این است که عنصرها را گروه‌بندی کنیم و عناصری که خواص مشابه دارند را در یک گروه قرار دهیم.

یادآوری کنیم:

رفتار شیمیایی هر عنصر را آرایش الکترونی آن عنصر تعیین می‌کند.

از هنرجویان بخواهیم تا **کار در کلاس صفحهٔ ۱۷** را پاسخ دهند (در صورت نیاز متن کتاب درسی پیش **از کاردر کلاس** توسط هنرجو مطالعه شود. اجازه مشورت با یکدیگر نیز به هنرجویان داده شود).

بعد از اینکه هنرجویان به کار در کلاس پاسخ دادند، پاسخ چند هنرجو را بررسی کنیم و از آنها بپرسیم:

چه دلیلی وجود دارد که برخی از عنصرها را در یک گروه قرار داده اند؟

در ادامه از هنرجویان بخواهیم آرایش الکترونی ۲۰ عنصر (از عدد اتمی ۱ تا ۲۰) را در کارت‌هایی مانند کارت‌های زیر که از قبل به

تعداد گروه‌ها طراحی و تکثیر کرده ایم رسم کنند و آنها را بر اساس افزایش عدد اتمی دنبال هم بچینند. در ادامه بر اساس پاسخ به **کار در کلاس صفحهٔ ۱۷** عناصری که آرایش الکترونی مشابه دارند را زیر هم قرار دهند.

ارزشیابی تشخیصی
۱ـ چگونه می‌توان عنصرها را دسته‌بندی کرد؟
۲ـ کدام اتم‌های زیر تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت یکسانی دارند؟
$_{12}Mg$ ، $_{9}F$ ، $_{17}Cl$ ، $_{4}Be$

Be	Li	He	H
برلیم	لیتیم	هلیم	هیدروژن
Z=۴	Z=۳	Z=۲	Z=۱
Be: ۲) ۲)	Li: ۲) ۱)	He: ۲)	H:۱)

عملکرد هنرجویان را کنترل کنیم و در صورت نیاز در چیدن کارت‌ها آنها را راهنمایی کنیم. بهترین راهنمایی این است که هنرجویان را متوجه کنیم که بعد از تعداد مشخصی عنصر دوباره آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابه تکرار می‌شود.
درپایان کار هنرجویان به این نکته اشاره کنیم: عنصر هلیم را جابه‌جا کنند و آن را بالای ستونی قرار دهند که اتم‌های آنها در لایه ظرفیت خود ۸ الکترون دارند.

وقتی عناصر بر اساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده می‌شوند، برخی خواص شیمیایی و فیزیکی به صورت دوره‌ای تکرار می شوند. از قرار گرفتن عناصری که خواص شیمیایی و فیزیکی مشابهی دارند در یک ستون جدولی ایجاد می‌شود که **جدول تناوبی عنصرها** گفته می‌شود.

در پایان یکی ازهنرجویان که گروه موفقی در این فعالیت داشته اند را برای توضیح چینش کارت‌ها صدا بزنیم.
در پایان جمع بندی را انجام دهیم و به عنوان توضیح تکمیلی بگوییم:
"عناصر هم گروه (عناصری که در یک ستون اند) آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابهی دارند و به این دلیل خواص شیمیایی مشابهی دارند"
سپس به هنرجویان فرصت دهیم تا متن کتاب درسی (جدول تناوبی عنصرها) را مطالعه کنند.
با نشان دادن جدول تناوبی به هنرجویان و جلب توجه آنها، ادامه دهیم:
مشابه با کاری که انجام داده اید، جدولی تنظیم شده است که در آن عناصر بر اساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده شده‌اند و عناصری که خواص شیمیایی مشابهی (آریش الکترونی لایه ظرفیت یکسانی دارند) دارند در یک ستون قرار گرفته اند. به این جدول، جدول تناوبی عنصرها گفته می‌شود.
در نتیجه: مهم‌ترین ویژگی جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصری است که در یک ستون قرار می گیرند.

در پایـــان نکات تکمیلی را ارائه کنیـــم و ویژگی‌های جدول (تعریف گروه و دوره، تعداد گروه‌هـــا و دوره‌ها و نام برخی از گروه‌های مهم جدول تناوبی) را برای هنرجویان توضیح دهیم.

نکته: هنرجویان را بر اســـاس جـــدول تناوبی و آرایش الکترونی ۲۰ عنصری که رســـم کرده اند متوجه کنیم کـــه : عناصری که در یک دوره قرار می‌گیرند تعداد لایه الکترونی یکسانی دارند.

پاسخ خود را بیازمایید

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

۳ الکترون در لایه ظرفیت $_{5}B: 2)\ 3$ ۱الکترون در لایه ظرفیت $_{11}Na: 2)\ 8)\ 1$

۳الکترون در لایه ظرفیت $_{13}Al: 2)\ 8)\ 3$ ۱الکترون در لایه ظرفیت $_{3}Li: 2)1$

۱الکترون در لایه ظرفیت $_{19}K: 2)\ 8)\ 8)1$

پس ۳ عنصر لیتیم، سدیم و پتاسیم هم گروه و دو عنصر بور و آلومینیوم نیز هم گروه هستند.

کلیپ مربوط به «واکنش فلزهای قلیایی با آب» موجود در CD آموزشی همراه کتاب را برای هنرجویان پخش کنیم.

(**نمونه حل شده صفحهٔ ۱۷**را برای هنرجویان توضیح دهیم)

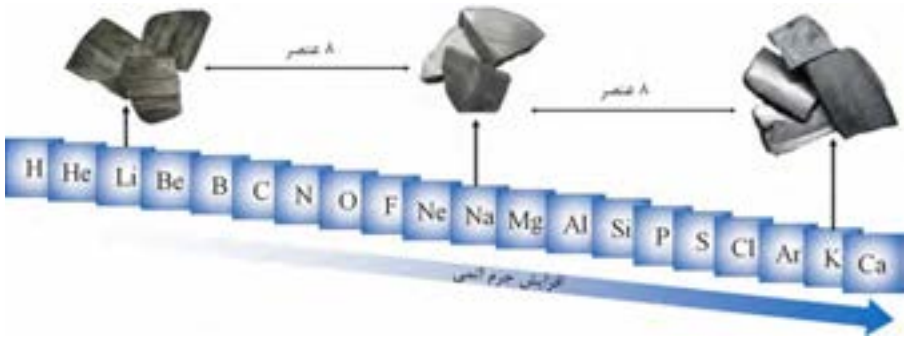
دانش افزایی

بزرگ ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۹۰۷ - ۱۸۳۴) به دست آمد. وی در دههٔ ۱۸۶۰ میلادی، عنصرها و خواص آنها را روی کارت‌های مشخصی فهرست کرد. سپس، چیدمان‌های گوناگونی از این کارت‌ها را برای یافتن الگوهای مشخص و متنوع بررسی کرد. وقتی که وی عنصرها را برحسب افزایش جرم اتمی مرتب کرد، کشف مهمی رخ داد. (عنصرهای He، Ne و Ar در زمان مندلیف کشف نشده بودند، لذا وی عنصرهای دیگری را به جای آنها قرار داده بود)

با چیدن عنصرها به این روش، مندلیف کشف کرد که خواص شیمیایی عنصرها در یک الگوی منظم تکرار می‌شود. برای نمونه؛ خواص سدیم را درنظر بگیرید. عنصر سدیم آن قدر فعال است که در طبیعت به طور آزاد یافت نمی‌شود، اما دانشمندان عنصر سدیم را به صورت خالص از ترکیب‌های آن جدا کرده اند. سدیم، فلزی نقره ای رنگ و نرم با چگالی کم و نقطهٔ ذوب پایین است. سدیم به شدت واکنش پذیر است به طوری که

می‌توان واکنش‌پذیری زیاد آن را با انداختن یک تکه سدیم در آب به نمایش گذاشت :

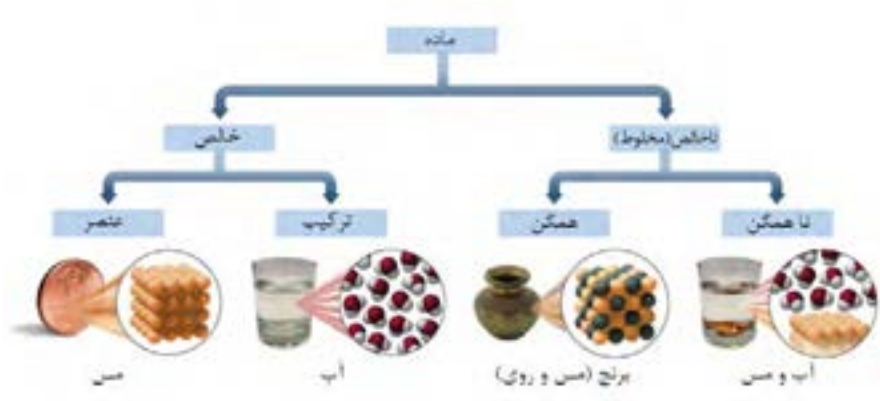
مانند همهٔ دانشمندان آن زمان، مندلیف تمام آنچه را که دربارهٔ سدیم کشف شده بود، می‌دانست. اما، ذکاوت، تلاش و تمرکز سبب شد او از این اطلاعات، نکتهٔ مهمی را کشف کند و به جهانیان ارائه دهد.
وی چیدمان‌های گوناگون کارت‌های خود را چندین بار بررسی کرد تا ارتباطی بین عنصرهایی که خواص مشابه دارند، بیابد. سرانجام در یک نوع از چیدمان‌ها، نکتهٔ جالبی توجه وی را جلب کرد و پی برد هشتمین عنصر از سری سمت چپ کارت سدیم با هشتمین عنصر از سری سمت راست سدیم دارای خواص شیمیایی یکسانی با سدیم‌اند. این عنصرها لیتیم و پتاسیم بودند



در جدول تناوبی ارائه شده توسط مندلیف که بر اساس افزایش جرم اتمی معرفی شده بود بی نظمی‌هایی وجود داشت و وی برای اصلاح بی نظمی‌ها مجبور شد تغییراتی در جایگاه برخی از عنصرها ایجاد کند و یا جای برخی از آنها را خالی بگذارد.
در جدولی که امروزه به عنوان جدول تناوبی به‌کار گرفته می‌شود، عناصر بر اساس افزایش **عدد اتمی** (به جای جرم اتمی) کنار هم قرار گرفته اند که در زمان **رادرفورد** (۱۹۳۷ - ۱۸۷۱) و **موزلی** (۱۹۱۵ - ۱۸۸۷) معرفی شده است. با چینش اتم‌ها بر اساس افزایش عدد اتمی بی نظمی‌های موجود در جدول مندلیف هم اصلاح شد.

۲ـ دسته بندی عناصر

توصیه می‌شود با رسم نموداری مانند شکل ۸ (یا تکثیر آن به تعداد گروه ها) توجه هنرجویان را جلب کنیم و از آنها بخواهیم تا دسته‌بندی های مورد نظر برای عنصرها را تعیین کنند.



شکل ۸ـ دسته بندی عناصر از نظر حالت فیزیکی و خاصیت فلزی

بعد از شنیدن پاسخ هنرجویان، توضیح دهیم: علاوه بر گروه بندی عناصر می‌توانیم از جنبه‌های کلی تری مانند حالت فیزیکی (جامد، مایع و گاز) و خاصیت فلزی (فلز، شبه فلز و نافلز) عنصرها را دسته بندی کنیم.

از نظر حالت فیزیکی عنصرها به ۳ دسته جامد، مایع و گاز تقسیم می‌شوند. (با در دست داشتن جدول تناوبی موجود در کتاب درسی ادامه دهیم) در جدول تناوبی تفاوت عناصر از این جنبه با نوشتن نام هر عنصر به رنگ خاصی مشخص شده است. جامدات با رنگ مشکی، مایع‌ها با رنگ آبی و گازها با رنگ قرمز نوشته شده‌اند.

جامد	مایع	گاز

ازهنرجویان بخواهیم به پرسش‌های زیر بر اساس جدول پاسخ دهند:

عناصر بیشتر به کدام حالت فیزیکی وجود دارند؟

کدام عناصر مایع هستند؟

بیشتر گازها در کدام سمت جدول (راست یا چپ) قرار دارند؟

آیا گروهی وجود دارد که تمام عناصر آن گازی باشند؟

کدام عنصر گازی بر خلاف سایر گازها در سمت دیگر قرار گرفته است؟

در ادامه توضیح دهیم: از نظر خاصیت فلزی نیز عناصر به سه دسته تقسیم می‌شوند: فلز، شبه فلز و نافلز. در جدول تناوبی تفاوت عنصرها از این جنبه با

در بین عنصرهای موجود در طبیعت دو عنصر حالت فیزیکی مایع دارند. عنصر جیوه تنها فلز مایع و عنصر برم تنها نافلز مایع هستند.

رنگ متفاوت برای خانه عنصرها مشخص شده است.
از هنرجویان بخواهیم به پرسش‌های زیر بر اساس جدول پاسخ دهند:
بیشتر عناصر فلز هستند یا نافلز؟
کدام فلز بر خلاف سایر فلزات حالت فیزیکی مایع دارد؟

فلز	شبه فلز	نافلز

ارزشیابی پایانی

۱ـ جدول تناوبی عنصرها چند گروه و چند دوره دارد؟
۲ـ بر چه اساسی عنصرها در یک گروه از جدول تناوبی قرار گرفته اند؟
۳ـ تفاوت عنصرهای فلزی با عنصرهای نافلزی را ذکر کنید.
۴ـ با رسم آرایش الکترونی تعیین کنید عنصر کربن (۶C) با کدام عنصر زیر هم گروه است؟
$_{5}B$ ، $_{14}Si$ ، $_{16}S$ ، $_{12}Mg$

دانش افزایی

برخی از کاربردهای عناصر

فلزهای قلیایی و نمک‌های آنها کاربردهای گسترده‌ای دارند. این فلزها با تابش نور، الکترون نشر می‌کنند (پدیدهٔ فوتوالکتریک). سزیم که آسان تر از دیگر فلزهای قلیایی الکترون از دست می‌دهد، در ساخت فوتوسل‌ها (دستگاه‌های نورسنج مانند ماشین حساب نوری و چشم الکترونیک) به کار می‌رود که پیام‌های نوری را به پیام‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. مهم ترین کاربرد سدیم به عنوان مایع خنک کننده در واکنش گاه‌های (راکتورها) هسته ای است. برخی از واکنش گاه‌های هسته ای در دمایی نزدیک به $۶۰۰\,^{\circ}C$ کار می‌کنند. از این رو آب که در $۱۰۰\,^{\circ}C$ می‌جوشد، برای خنک کردن آنها مناسب نیست؛ بنابراین برای این کار از سدیم که در $۸۸۹\,^{\circ}C$ می‌جوشد، استفاده می‌شود. لامپ بخار سدیم که نور زرد رنگی دارد، برای چراغ‌های روشنایی در بزرگراه‌ها به کار می‌رود.
بریلیم سبک ترین فلز قلیایی خاکی، بیشتر به همراه مس، نیکل و دیگر فلزها در آلیاژها به کار می‌رود. هنگامی که اندکی بریلیم به مس افزوده می‌شود با حفظ رسانایی خوب مس، استحکام آن را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد و مقاومت آن را در برابر خوردگی بالا

می‌برد. زمرد سبز و زمرد کبود از دونوع سنگ معدن بریل که منبع معدنی Be است، به دست می‌آیند (رنگ سبز و آبی روشن این سنگ‌ها به دلیل مقدار ناچیزی کروم و برخی ناخالصی‌هاست).
آلیاژ منیزیم با آلومینیوم بیشتر به عنوان مادهٔ سازنده محکم و سبک به جای فولاد به کار می‌رود؛ در حالی که چگالی آن، ۰/۲۵ چگالی فولاد است. گاهی افزودن اندکی از فلزهای قلیایی خاکی دیگر به آلیاژها، به کیفیت آنها کمک می‌کند. در گذشته از رادیم در درمان غده‌های سرطانی استفاده می‌شد ولی امروزه ایزوتوپ‌های پرتوزای دیگر، جایگزین آن شده‌اند.
بیشتر فلزهایی که در زندگی روزمره به صورت خالص یا آلیاژ از آنها استفاده می‌شود، متعلق به عناصر واسطه (فلزهای میانی جدول تناوبی - گروه‌های ۳ تا ۱۲) هستند. به ابزار و وسایلی مانند سکه، باتری، دوربین، ظروف غذاخوری، لوازم آشپزخانه، لوازم خانه، انواع خودرو، رایانه، تلفن همراه و نیز ماشین آلات و ابزار صنایع ساختمان، کشاورزی، داروسازی و ... دقت کنید!
از سوی دیگر بشر در طول هزاران سال گفته‌های خود را با نقاشی ابراز می‌کرد و در این روند رنگدانه‌های متنوعی را در یک گستره بزرگ کشف کرد! در این گستره کاتیون‌های گوناگون فلزهای واسطه وجود دارند.
سالانه ۹۰۰ میلیون تن فولاد تولید می‌شود. فولاد، آلیاژی از آهن، کربن و درصدی از دیگر عناصر است. ۸۰ درصد منگنز تولید شده، برای تولید آلیاژ فولاد به کار می‌رود.
اگرچه کروم فقط ۰/۰۱۲ درصد از پوستهٔ زمین را تشکیل می‌دهد، ولی این فلز یکی از مهم ترین فلزهای صنعتی است. اصلی ترین مصرف آن، تولید آلیاژهای فلزی است. نیکروم آلیاژی از نیکل و کروم به نسبت ۶۰ به ۴۰ است که برای تولید سیم‌های مولد گرما در وسایل الکتریکی مانند سشوار و توستر به کار می‌رود.
برنز، آلیاژی از مس و قلع است که به دلیل جلای زیبا و مقاومت در برابر زنگ زدن در صنعت کاربرد دارد.
لحیم، آلیاژی از دو فلز نرم قلع و سرب است که از آن برای پیوند دادن فلزها به یکدیگر استفاده می‌شود.

واحد یادگیری ۴

چرا اتم‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند؟

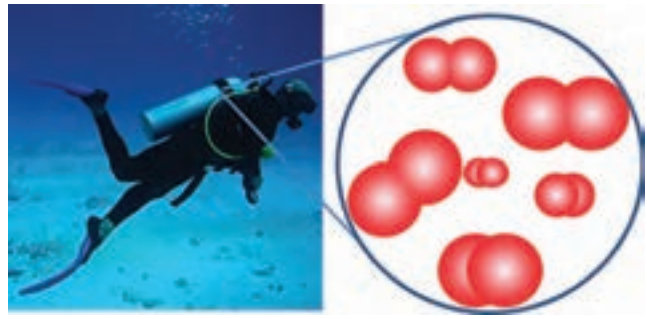
هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ دلیل اینکه اغلب اتم‌ها تمایل به تشکیل پیوند شیمیایی دارند را بداند.
۲)دلیل پایداری گازهای نجیب را بفهمد.
۳) چگونگی پایدار شدن اتم‌ها را بر اساس آرایش الکترونی آنها توضیح دهد (نیاز به دریافت الکترون یا از دست دادن الکترون).

شیوه پیشنهادی تدریس:
کاوشگری هدایت شده - یادگیری مشارکتی
همکار گرامی توصیه می‌شود با نوشتن جمله زیر و ذکر مثال‌ها یا پرسش با چنین مفهومی ذهن هنرجویان را برای یادگیری آماده کنیم:

اتم بیشتر عناصر به صورت متصل شده با دیگر اتم‌ها وجود دارند.
ادامه دهیم: در مواد زیر به اتم اکسیژن توجه کنید:

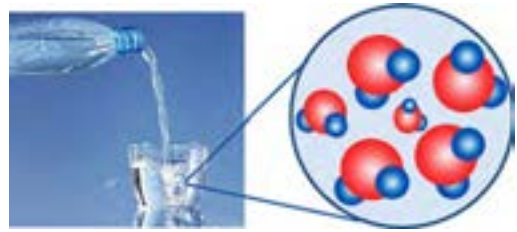
گاز اکسیژن:
اتم عنصر اکسیژن به صورت مولکول‌های دو اتمی در گاز اکسیژن (O_2) (شکل ۹).

ارزشیابی تشخیصی
۱ـ چه موادی می‌شناسید که در آنها عنصر اکسیژن وجود دارد؟



شکل ۹ـ مولکول‌های دو اتمی گاز اکسیژن

آب:
اتم عنصر اکسیژن به صورت پیوند شده با دو اتم هیدروژن در مولکول ۳ اتمی آب (H_2O) (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ مولکول‌های ۳ اتمی آب

اکسیژن در مواد گوناگون (مانند آب H_2O)، منیزیم اکسید (MgO) و ...) به صورت پیوند شده با دیگر اتم‌ها وجود دارد.

اتم اکسیژن به صورت تک اتمی در طبیعت یافت نمی‌شود (مدل‌های مولکولی به بهترین شکل می‌توانند در انتقال مفهوم به ما کمک کنند).

در ادامه این سؤال را مطرح کنیم:

چرا اتم اکسیژن تمایل دارد با دیگر اتم‌ها پیوند شیمیایی تشکیل دهد؟

به پاسخ‌های هنرجویان گوش دهیم و سپس توجه آنها را به دو جملهٔ زیر جلب کنیم و از آنها بخواهیم تا برداشت‌هایشان را از این دو جمله بیان کنند:

۱) سدیم فلزی بسیار واکنش پذیر است و در طبیعت به صورت ترکیب شده با دیگر عناصر وجود دارد (به صورت عنصری دیده نمی‌شود).

۲) ماده ای که پایدار باشد تمایلی برای واکنش دادن ندارد!

پاسخ هنرجویان را تا رسیدن به عبارت زیر هدایت کنیم:

«اتم‌ها برای پایدار شدن با سایر اتم‌ها پیوند تشکیل می‌دهند.»

در ادامه توضیح دهیم:

جالب است بدانیم عنصرهای گروه ۱۸ به صورت تک اتمی وجود دارند. یعنی پایداری کافی را دارند و به این دلیل تمایلی به تشکیل پیوند با دیگر اتم‌ها ندارند. به دلیل تمایل بسیار کمی که برای تشکیل پیوند دارند به گازهای نجیب معروف‌اند.

بعد از اینکه هنرجویان متوجه شدند که اتم اغلب عنصرها در پیوند با سایر اتم‌ها پایدار می‌شوند از آنها بپرسیم:

چرا اتم عناصر گازهای نجیب تمایلی برای انجام واکنش و برقراری پیوند ندارند؟

دلیل پایداری اتم‌های گازهای نجیب چیست؟

یادآوری کنیم: رفتار شیمیایی اتم عناصر به آرایش الکترونی آنها بستگی دارد.

از هنرجویان بخواهیم آرایش الکترونی عناصر هیدروژن، هلیم، سدیم، منیزیم، اکسیژن و نئون را رسم کنند و دلیلی برای پایداری هلیم و نئون و واکنش پذیر بودن دیگر عناصر پیدا کنند.

پاسخ هنرجویان را به دقت گوش دهیم و در ادامه توضیح دهیم:

گازهای نجیب (به جز هلیم که با ۲ الکترون لایه ظرفیتش کامل است) بر خلاف سایر عناصر، دارای ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود هستند و دلیل پایداری آنها به ۸ الکترونی بودن لایه ظرفیت‌شان مربوط است. اتم دیگر عناصر تلاش می‌کنند تا با تشکیل پیوند شیمیایی با دیگر اتم‌ها به چنین آرایش الکترونی دست یابند و پایدار شوند (قاعدهٔ هشتایی).

کلیپ مربوط به واکنش شدید بین فلز سدیم و گاز کلر را برای هنرجویان پخش کنیم.

He_2 هلیم
Ne_{10} نئون
Ar_{18} آرگون
Kr_{36} کریپتون
Xe_{54} زنون
Rn_{86} رادون

گروه ۱۸ جدول تناوبی معروف به گازهای نجیب. تا کنون ترکیب پایداری از هلیم، نئون و آرگون شناخته نشده است (به همین دلیل به این ۳ گاز، گاز بی اثر گفته می‌شود).

He: ۲)

Ne: ۲) ۸)

Ar: ۲) ۸) ۸)

Kr: ۲) ۸) ۱۸) ۸)

ارزشیابی پایانی

۱ـ چرا اتم اغلب عنصرها به‌صورت پیوند شده با سایر اتم‌ها وجود دارند؟

۲ـ چرا گازهای نجیب به‌صورت تک اتمی وجود دارند؟

۳ـ انوع پیوند شیمیایی را نام ببرید و تفاوت آنها را ذکر کنید.

پاسخ بیندیشید

سدیم($_{11}Na$) و سایر عناصر گروه ۱ (فلزهای قلیایی) به شدت واکنش پذیر هستند و فعال‌ترین فلزهای جدول تناوبی محسوب می‌شوند. از طرف دیگر فلوئور (F_9) و سایر عناصر گروه ۱۷ (هالوژنها) هم فعالیت شیمیایی بسیار زیادی دارند و واکنش‌پذیرترین نافلزهای جدول تناوبی به حساب می‌آیند. با نوشتن آرایش الکترونی سدیم، فلوئور و نئون ($_{10}Ne$) دلیل واکنش پذیری زیاد فلزهای قلیایی وهالوژن‌ها را توضیح دهید.

با رسم آرایش الکترونی سدیم و فلوئور و مقایسه آرایش الکترونی آنها با گاز نجیب نزدیک به خودشان (نئون) و مطابق با قاعدهٔ هشتایی به این سؤال پاسخ می‌دهیم:

F: ۲) ۷)

Ne: ۲) ۸)

Na: ۲) ۸)۱)

سدیم با از دست دادن یک الکترون و فلوئور با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی مشابه با نئون می‌رسند و ۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود خواهند داشت که در این صورت پایدارند. به همین دلیل سدیم و فلوئور و سایر هم‌گروهی‌های آنها بسیار واکنش‌پذیرند تا با تشکیل پیوند با سایراتم‌ها به پایداری برسند.

دانش افزایی

جوش آرگون

جوشکاری تیگ (Tungsten Inert Gas) یا همان جوشکاری قوس تنگستن تحت پوشش گاز محافظ، یکی از مهمترین روشهای جوشکاری در صنایع مختلف کوچک و بزرگ پتروشیمی، نظامی، دریایی، هوایی، نیروگاه‌های برق و ... می‌باشد.

در ایران بیشتر با نام اختصاری و متداول جوش آرگون شناخته می‌شود. دلیل این نام گذاری بیشتر به خاطر استفاده از گاز آرگون در این فرایند جوشکاری است.

از فرایند جوشکاری TIG می‌توان برای جوشکاری فلزات سخت و غیر سخت، آهنی و غیر آهنی در تمام ضخامت‌ها استفاده کرد. با استفاده از این نوع جوشکاری

می‌توان جوشکاری صفحات نازک و ظریف (به عنوان مثال: آلومینیومی) تا لوله‌های تحت فشار را انجام داد.
در این روش جوشکاری، محل اتصال فلزات برای جلوگیری از واکنش‌های ناخواسته با گازهای اتمسفر توسط جریانی از گازهای بی اثر (آرگون یا هلیم) محافظت می‌شود.

واحد یادگیری ۵

۱ـ پیوندهای شیمیایی

شیوهٔ پیشنهادی تدریس:

پرسش و پاسخ ـ مشارکت هنرجویان

اتم‌ها به منظور دست یافتن به آرایش مشابه با گاز نجیب و پایداری، به یکدیگر متصل می‌شوند. شیوه اتصال اتم‌ها به هم را پیوند شیمیایی می‌گویند.

از هنرجویان بخواهیم تا انواع پیوند شیمیایی (در علوم تجربی آموخته‌اند) را نام ببرند.

پیوند یونی و پیوند کووالانسی را تعریف کنند و تفاوت آنها را ذکر کنند.

بعد از شنیدن پاسخ هنرجویان و ارائهٔ تعریف مشخص از پیوند کووالانسی و پیوند یونی، توضیح دهیم:

پس اتم‌ها ۲ راه برای رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب و پایدار شدن دارند:

۱ـ انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی (یکی ازاتم‌ها الکترون از دست بدهد و اتم دیگر الکترون دریافت کند).

۲ـ اشتراک گذاری الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی (دو اتم الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند).

هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ بداند که اتم‌ها به منظور پایدار شدن تمایل به تشکیل پیوند شیمیایی دارند.
۲ـ انواع پیوندهای شیمیایی را بشناسد.
۳ـ بر اساس آرایش الکترونی نماد یون پایدار اتم را تعیین کند.
۴ـ فرمول شیمیایی ترکیب یونی را بتواند بنویسد.

ارزشیابی تشخیصی
۱ـ پیوند شیمیایی را تعریف کنید.
۲ـ تفاوت پیوند کووالانسی و پیوند یونی را ذکر کنید.

دانش افزایی

انواع اتم‌ها و سه نوع پیوند شیمیایی

در سطح اتم‌ها بر اساس ویژگی‌های مختلف که به جایگاه آنها در جدول تناوبی ارتباط دارد می‌توانیم اتم‌ها را از فلز تا نافلز دسته‌بندی کنیم. در جدول تناوبی از چپ به راست و از پایین به بالا (در اغلب گروها) تغییری در خاصیت فلزی به نافلزی مشاهده می‌شود. دو نوع اتم (فلز و نافلز) به سه شکل می‌توانند به هم متصل شوند (نافلز ـ نافلز، فلز ـ نافلز و فلز ـ فلز) که نتیجهٔ آن تشکیل ۳ نوع پیوند شیمیایی است:

۱ـ فلز - نافلز (metal – nonmetal):

انتقال الکترون بین دو اتم صورت می‌گیرد و پیوند یونی (ionic bonding) تشکیل می‌شود. به طور معمول بین دو اتم با تفاوت در تمایل به دریافت و از دست دادن الکترون (تفاوت قابل توجه در الکترونگاتیوی یا انرژی یونش) پیوند یونی ایجاد می‌شود. چنین اختلافی بین فلزهای واکنش‌پذیر (فلزهای گروه ۱ و ۲) و نافلزهای واکنش‌پذیر (گروه ۱۷ و عناصر بالای گروه ۱۶) مشاهده می‌شود. اتم فلزی (الکترونگاتیوی و انرژی یونش کوچک)، ۱ یا ۲ الکترون لایه ظرفیت خود را از دست می‌دهد و اتم نافلز (الکترو نگاتیوی و انرژی یونش بزرگ)، ۱ یا ۲ الکترون دریافت می‌کند و هر دو اتم به یون‌هایی که دارای آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب هستند تبدیل می‌شوند.

جاذبه الکتروستاتیک، کاتیون‌ها و آنیون‌ها را در آرایش فضایی منظم (شبکه بلور) جامد یونی کنار هم نگه می‌دارد.

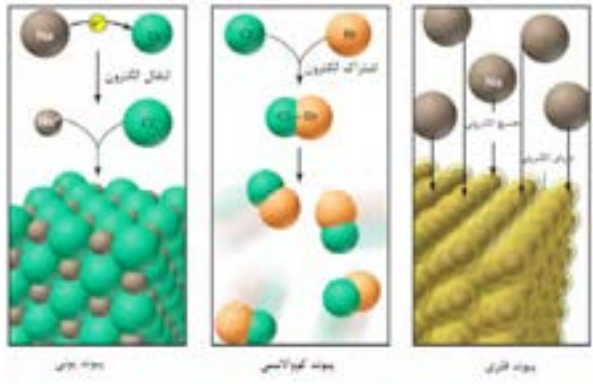
۲ـ نافلز ـ نافلز (nonmetal – nonmetal):

اشتراک‌گذاری الکترون صورت می‌گیرد و پیوند کووالانسی (covalent bonding) تشکیل می‌شود. وقتی دو اتم اختلاف کوچکی در تمایل برای دریافت و از دست دادن الکترون داشته باشند، در تشکیل پیوند شیمیایی اشتراک گذاری الکترون مشاهده می‌شود. این نوع پیوند شیمیایی معمولاً بین اتم‌های نافلز مشاهده می‌شود (هر چند برخی از جفت فلزها هم می‌توانند پیوند کووالانسی تشکیل دهند). هر اتم نافلز الکترون‌هایش را محکم نگه می‌دارد (انرژی یونش بزرگ) و تمایل به دریافت الکترون از دیگراتم‌ها دارد. جاذبه هسته هر اتم بر الکترون‌های لایه ظرفیت اتم دیگر باعث می‌شود که اتم‌ها به هم نزدیک شوند و اشتراک گذاری الکترون در فضای بین دو اتم ایجاد می‌شود (تشکیل پیوند کووالانسی). در اغلب موارد، در نتیجه تشکیل پیوند کووالانسی مولکول‌های جدا از هم ایجاد می‌شوند (مواد مولکولی) و فرمول شیمیایی نوع و تعداد دقیق هر اتم در مولکول را نشان می‌دهد (فرمول مولکولی).

۳ـ فلز ـ فلز (metal – metal):

تجمیع الکترونی صورت می‌گیرد و پیوند فلزی تشکیل می‌شود. به طور معمول، دراتم‌های فلزی تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت کم است و به خوبی توسط الکترون‌های لایه‌های درونی در مقابل بار مثبت هسته پوشیده می‌شوند. به همین دلیل، فلزها به راحتی الکترون‌های لایه ظرفیت خود را از دست می‌دهند (انرژی یونش کوچک). این ویژگی باعث می‌شود تا اتم‌های فلزی الکترون‌های لایه ظرفیت خود را به اشتراک بگذارند ولی به شکلی متفاوت با آنچه که در پیوند کووالانسی رخ می‌دهد. در سا ده ترین مدل برای پیوند فلزی، در یک نمونه فلزی ،اتم‌ها با ا شتراک گذاری ا لکترون‌های لایه ظرفیت خود در استخری از الکترون‌ها قرار می‌گیرند و مجموعه الکترون‌ها مانند دریایی در اطراف مرکزهای یونی (اتم‌هایی که الکترون‌های لایه ظرفیت خود را از دست داده‌اند) جریان دارد و آنها را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد. بر خلاف الکترون‌های به اشتراک گذاشته شده در پیوند کووالانسی که کاملاً بین دو اتم مستقر هستند (localized)، الکترون‌های موجود در قطعه فلزی نامستقر بوده

(delocalized) و آزادانه در تمام قطعه حرکت می‌کنند.



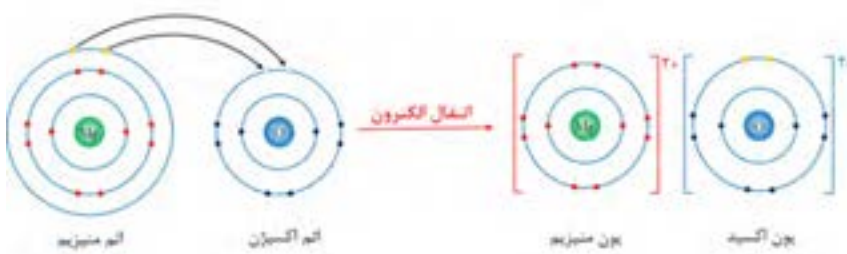
۲ـ پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

شیوهٔ پیشنهادی تدریس:

دریافت مفهوم با مشارکت فعال هنرجویان

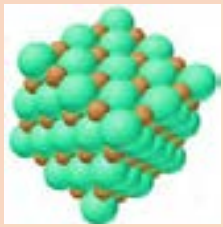
از هنرجویان بخواهیم بر اســاس آرایش الکترونی، تعیین کنند اتم‌های منیزیم (Mg_{12}) و اکسیژن (O_8) چگونه به پایداری می‌رسند.
پس از پاسخ دادن به سؤال، مفهوم کاتیون و آنیون را برای هنرجویان یاد آوری کنیم و از آنها بخواهیم تا تعیین کنند کدام عنصر به کاتیون و کدام یک به آنیون تبدیل شده است.
در ادامه این سؤالات را مطرح کنیم و به پاسخ هنرجویان توجه کنیم:
اگر مقداری فلز منیزیم خالص را با مقداری گاز اکسیژن خالص تماس دهیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟
اتم اکسیژن الکترون‌های لازم برای پایدار شدن را از کجا به‌دست می‌آورد؟
(در ادامه شکل زیر را برای هنرجویان رسم کنیم)

در نتیجه انتقال الکترون بین دو اتم، یک اتم الکتـــرون از دســـت می‌دهد و به کاتیون تبدیل می‌شـــود، اتم دیگر الکتـــرون دریافت می‌کند و بـــه آنیون تبدیل می‌شـــود. آنیون و کاتیون ایجاد شده در نتیجه جاذبه الکتروستاتیک در کنـــار یکدیگر می‌مانند و ماده حاصـــل را **ترکیب یونی** می‌گویند.



شکل ۱۱ـ انتقال الکترون از اتم منیزیم به اتم اکسیژن در تولید منیزیم اکسید

پیوند یونی را می‌توانیم جاذبه الکتروستاتیک بین کاتیون و آنیون نیز تعریف کنیم.



یک **ترکیب یونی** از کنار هم قرار گرفتن منظم تعداد بسیار زیادی کاتیون و آنیون تولید می‌شود (شبکه بلور) .
ترکیب‌های یونی در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی هستند. یعنی مجموع بار مثبت کاتیون‌ها با مجموع بار منفی آنیون‌ها در ترکیب یونی برابر است.

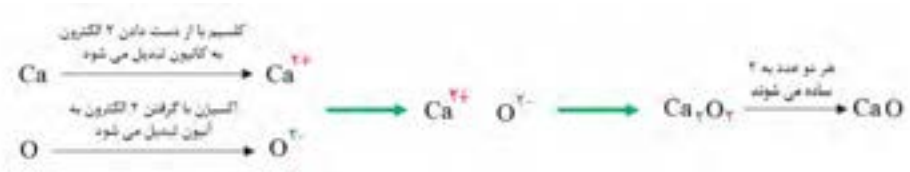
در ادامه توضیح دهیم:
همان‌طور که می‌دانیم، ذرات با بار الکتریکی مختلف همدیگر را می‌ربایند (جاذبه الکتروستاتیک). کاتیون و آنیون ایجاد شده در نتیجه انتقال الکترون به واسطه جاذبه الکتروستاتیک در کنار هم می‌مانند و ماده ایجاد شده را ترکیب یونی می‌گویند.
همانطور که آموختیم (در قسمت دسته بندی عناصر)، فلزها تمایل به از دست دادن الکترون و نافلزها تمایل به دریافت الکترون دارند. بنابراین **وقتی اتم‌های فلزی در کنار اتم‌های نافلزی قرار گیرند، اتم‌های نافلز از اتم‌های فلزی الکترون می‌گیرند و با ایجاد پیوند یونی به هم متصل می‌شوند.**
اکنون از هنرجویان بخواهیم تا **کار در کلاس صفحهٔ ۲۳** را پاسخ دهند (اجازه مشورت با یکدیگر را به هنرجویان بدهیم و در صورت نیاز آنها را راهنمایی کنیم).

همکار عزیز، هدف از کار در کلاس صفحهٔ ۲۳ این است که هنرجو بیاموزد:
ترکیب یونی که از اجتماع تعداد زیادی کاتیون و آنیون ایجاد می‌شود، مانند هر ماده دیگری خنثی است و در آن مجموع بار مثبت با بار منفی برابر است (لزوماً تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها برابر نیست). بر این اساس بتواند بین کاتیون و آنیون یک ترکیب یونی نسبت را تشخیص دهد.

در ادامه توضیح دهیم:
برای نمایش مواد شیمیایی از فرمول شیمیایی استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی نشان دهندهٔ نوع عناصر موجود در ترکیب یونی و ساده ترین نسبت آنهاست. به چنین فرمول شیمیایی فرمول تجربی گفته می‌شود. در فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی (از چپ به راست) ابتدا نماد کاتیون و سپس نماد آنیون نوشته می‌شود و در صورت نیاز از اعدادی در زیر نماد هر یون استفاده می‌شود که زیروند گفته می‌شوند و نشان دهنده **ساده ترین نسبت یون‌ها** در ترکیب اند.
(نمونه حل شدهٔ صفحهٔ ۲۴ را برای هنرجویان توضیح دهیم.)
می‌توانیم الگوی زیر را برای هنرجویان ارائه دهیم:

$$A^{n+}\ X^{m-} \longrightarrow A^{n+}\ X^{m-} \longrightarrow A_mX_n$$

توجه کنیم: در صورتی که **m** و **n** در فرمول شیمیایی ساده شوند باید آنها را ساده کنیم. به عنوان نمونه به مثال زیر توجه کنید:



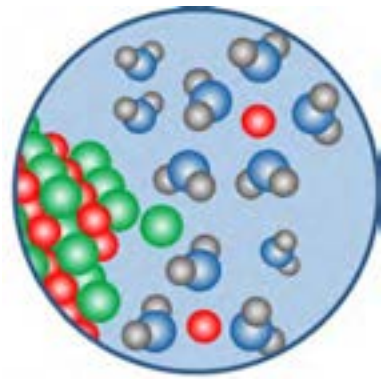
سپس از هنرجویان بخواهیم تا فرمول شیمیایی ترکیب یونی بین عناصر منیزیم و فلوئور (و یا نمونه‌هایی دیگر) را بنویسند.
به هنرجویان زمان کافی بدهیم و پاسخ‌های آنها را بررسی کنیم. در ادامه از یکی از هنرجویان بخواهیم تا سؤال را روی تابلو پاسخ دهد.
همکارگرامی، در ادامه به منظور معرفی ویژگی‌های بارز ترکیب‌های یونی (اجتماعی از یون‌ها هستند، اغلب جامدند و در آب حل می‌شوند و محلول آبی آنها جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد) توصیه می‌شود آزمایش کنید صفحهٔ ۲۴ را با فراهم کردن وسایل در کلاس درس انجام دهیم (و یا می‌توانیم با مراجعه به **CD** همراه کتاب فیلم مربوط به آزمایش کنید صفحهٔ ۲۴ آن را برای هنرجویان پخش کنیم) و از آنها بخواهیم تا دلیل مشاهدات خود را توضیح دهند.

پاسخ خود را بیازمایید

فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی حاصل از فلزها و نافلزهای **«کار در کلاس ۲»** را بنویسید.
(یک نمونه توضیح داده شده است)
آلومینیوم ۳ الکترون از دست می‌دهد (کاتیون) $_{13}Al \rightarrow Al^{+3}$ و فلوئور یک الکترون می‌گیرد. (آنیون) $_{9}F \rightarrow F^{-}$ بنابراین در ترکیب یونی حاصل به ازای هر کاتیون ۳ آنیون باید وجود داشته باشد $\rightarrow AlF_3$

دانش افزایی

ویژگی‌های ترکیب‌های یونی



۱ـ حل شدن در آب: اغلب ترکیب‌های یون در آب حل می‌شوند. هنگامی‌که یک ترکیب یونی در آب حل می‌شود، مولکولهای قطبی آب اطراف یونهای مثبت و منفی را احاطه کرده و آنها را از یکدیگر جدا می‌کنند و یونها توسط مولکولهای آب، آبپوشی می‌شوند. بنابراین در محلول آبی یک ترکیب یونی یونهای مثبت و منفی از یکدیگر جدا بوده و می‌توانند درون محلول جا به جا شوند.

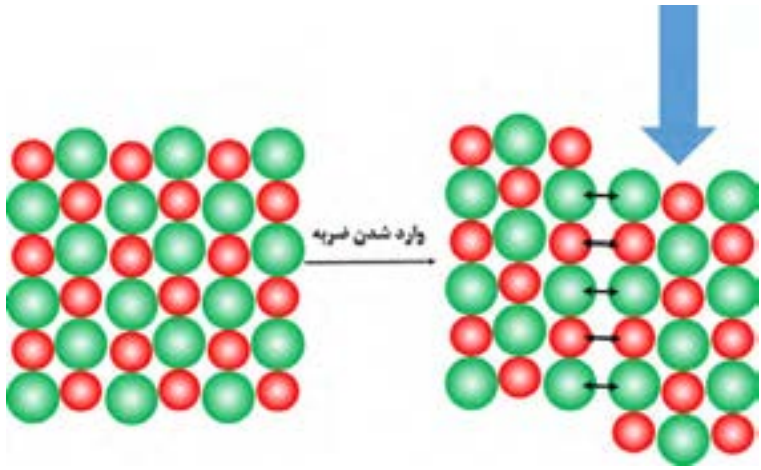
نقطه ذوب بالا: به علت انرژی شبکه بزرگ اغلب ترکیب‌های یونی نقطه ذوب بالایی دارند. برخی از ترکیب‌های یونی به‌دلیل چگالی بار کوچک یون‌ها (آنیون یا کاتیون و یا هر دو) انرژی شبکه کوچک‌تر از حالت متداول و بنابراین نقطه ذوب پایینی دارند. معمولاً به آن دسته از ترکیب‌های یونی که در فشار یک اتمسفر نقطه ذوب نزدیک به $100^{\circ}C$ دارند مایع‌های یونی می‌گویند.

چنانچه یک ترکیب یونی را به قدر کافی حرارت دهیم پیوندهای یونی بین یونهای آن ضعیف تر شده و یونها از شبکهٔ بلوری خارج می‌شوند، روی یکدیگر لغزیده و حالت مایع به خود می‌گیرند و ترکیب یونی ذوب می‌شود. بنابراین در حالت مذاب (مایع) نیز یونها می‌توانند نسبت به یکدیگر جابه‌جا شوند.

۳ـ رسانایی الکتریکی ترکیبات یونی: ترکیبات یونی در حالت محلول در آب و مذاب رسانای جریان الکتریسیته می‌باشند زیرا در این دو حالت یون‌ها قادر به حرکت و جابه جایی می‌باشند ولی در حالت جامد رسانای الکتریسیته نمی‌باشند زیرا یونها قادر به حرکت و جا به جایی نیستند.

بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد پیوند بین ۲ یون در یک شبکه بلوری قوی‌تر از پیوند بین همان ۲ یون به تنهایی است. به عنوان مثال اگر قدرت پیوند یونی بین یک یون Na^{+} و Cl^{-} را ۱ فرض کنیم در بلور نمک طعام قدرت پیوند یونی ۱/۷۶ می‌باشد.

۴ـ سختی و شکنندگی: با توجه به اینکه تمام یونها در یک شبکهٔ بلوری سه بعدی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و بین آنها پیوندهای قوی یونی وجود دارد لذا اغلب ترکیبات یونی بسیار سخت می‌باشند. از طرفی ترکیبات یونی شکننده اند زیرا بر اثر ضربه، یونها برای لحظهٔ کوتاهی نسبت به هم جا به جا شده و یون‌های همنام مجاور یکدیگر قرار می‌گیرند که یکدیگر را دفع کرده و بلور می‌شکند.



ارزشیابی پایانی

۱ـ چه موقع بین دو اتم پیوند یونی تشکیل می‌شود؟
۲ـ چرا با اینکه ترکیب‌های یونی در حالت جامد جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند ولی در حالت مذاب و محلول جریان برق را به خوبی عبور می‌دهند؟
۳ـ فرمول شیمیایی ترکیب یونی که کاتیون آن ۲ بار مثبت و آنیون آن ۳ بار منفی دارد را تعیین کنید.
۴ـ در ترکیب یونی Na_2O کاتیون و آنیون را تعیین کنید. در این ترکیب به ازای ۱۰ کاتیون چند آنیون وجود دارد؟

دانش افزایی

یون تک اتمی و یون چند اتمی

به هر یونی که از یک اتم، آن هم بر اثر گرفتن یا از دست دادن یک یا چند الکترون تشکیل می‌شود یون تک اتمی می‌گویند. برای نشان دادن یک یون تک اتمی باید هم نماد شیمیایی عنصری که یون از اتم آن ایجاد شده است و هم نوع و میزان بار آن را بنویسیم.

نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی	نام یون
H^+	یون هیدروژن	H^-	یون هیدرید
Li^+	یون لیتیم	F^-	یون فلوئورید
Na^+	یون سدیم	Cl^-	یون کلرید
K^+	یون پتاسیم	Br^-	یون برمید
Cs^+	یون سزیم	I^-	یون یدید
Ag^+	یون نقره		
Mg^{2+}	یون منیزیم	O^{2-}	یون اکسید
Ca^{2+}	یون کلسیم	S^{2-}	یون سولفید
Ba^{2+}	یون باریم		
Zn^{2+}	یون روی		
Al^{3+}	یون آلومینیوم	N^{3-}	یون نیترید

برای نامیدن کاتیون‌های تک اتمی پیش از نام عنصر کلمه «یون» نوشته می‌شود. برای نام گذاری آنیون تک اتمی، به ریشه نام عنصر پسوند «ید» اضافه می‌شود و پیش از نام آن کلمه «یون» نوشته می‌شود (O^{2-} را یون سولفید می‌نامند).
برخی از عنصرها (اغلب فلزهای واسطه) بیش از یک نوع کاتیون تک اتمی پایدار دارند (تشکیل این

یون‌ها از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کنند). به عنوان نمونه عنصر آهن دو نوع کاتیون با بارهای +۲ و +۳ ایجاد می‌کند. برای نام گذاری کاتیون‌های این عنصرها علاوه بر کلمه «یون» که پیش از نام عنصر آورده می‌شود، بار یون مورد نظر با عدد رومی در پرانتز بعد از نام عنصر نوشته می‌شود. بر این اساس کاتیون‌های آهن به ترتیب یون آهن (II) و یون آهن (III) نامید می‌شوند. نام و نماد کاتیون‌های تعدادی از عناصری که بیش از یک کاتیون تشکیل می‌دهند را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی	نام یون
Cr^{2+}	یون کروم (II)	Cu^{+}	یون مس (I)
Cr^{3+}	یون کروم (III)	Cu^{2+}	یون مس (II)
Co^{2+}	یون کبالت (II)	Pb^{2+}	یون سرب (II)
Co^{3+}	یون کبالت (III)	Pb^{4+}	یون سرب (IV)
Mn^{2+}	یون منگنز (II)	Sn^{2+}	یون قلع (II)
Mn^{3+}	یون منگنز (III)	Sn^{4+}	یون قلع (IV)

یون‌هایی که از دو یا چند اتم تشکیل شده‌اند، یون‌های چند اتمی گفته می‌شوند. در ساختار این یون‌ها، تعداد مشخصی اتم با پیوندهای کووالانسی به هم متصل شده‌اند. نام و فرمول شیمیایی برخی از این یون‌ها را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون
NO_3^-	یون نیترات	HSO^-	یون هیدروژن سولفات
NO_2^-	یون نیتریت	CO_3^{2-}	یون کربنات
PO_4^{3-}	یون فسفات	OH^-	یون هیدروکسید
SO_4^{2+}	یون سولفات	NH_4^+	یون آمونیوم
SO_3^{2-}	یون سولفیت		

نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

برای نام گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون بدون واژه «یون» نوشته می‌شود. برای نمونه ترکیب KBr که از یون پتاسیم (کاتیون) و یون برمید (آنیون) تشکیل شده است، پتاسیم برمید نامیده می‌شود. به نام ترکیب‌های یونی جدول زیر توجه کنید.

فرمول شیمیایی	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	نام ترکیب
NaCl	سدیم کلرید	$Fe(OH)_3$	آهن (III) هیدروکسید
K_2O	پتاسیم اکسید	NH_4NO_3	آمونیوم نیترات
$CuSO_4$	مس (II) سولفات	FeO	آهن (II) اکسید

واحد یادگیری ۶

پیوند کووالانسی و مواد مولکولی

هدف واحد آموزشی:
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:
۱ـ درک کند برخی از اتم‌ها (معمولاً نافلزها) به منظور پایدار شدن، الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند.
۲ـ پیوند کووالانسی را بتواند تعریف کند.
۳ـ بتواند تفاوت پیوند یونی و کووالانسی را توضیح دهد.
۴ـ مولکول، مواد مولکولی و فرمول مولکولی را تعریف کند.

شیوه پیشنهادی تدریس:

دریافت مفهوم ـ مشارکت هنرجویان

همکار گرامی، از آنجایی که در واحد یادگیری قبل هنرجو را با این موضوع که اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند آشنا کردیم، پیشنهاد می‌شود به هنرجویان فرصت دهیم **بیندیشید صفحهٔ ۲۵** را مطالعه کنند و با مشورت هم گروهی‌های خود به سؤالات مطرح شده پاسخ دهند.

در هنگام پاسخ دهی، مشورت و استدلال‌های هنرجویان را کنترل و آنها را به هدف (اشتراک گذاری الکترون) نزدیک کنیم.
در ادامه، پاسخ‌های هنرجویان به بیندیشید صفحهٔ ۲۵ را جمع بندی کنیم و توضیح دهیم:
وقتی دو اتم نافلز با هم پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند، هیچ یک توانایی دریافت الکترون از اتم دیگر را ندارد (به عنوان نمونه وقتی دو اتم فلوئور با هم پیوند تشکیل می‌دهند).
در این وضعیت، انتقال الکترون صورت نمی‌گیرد واتم‌ها با اشتراک گذاری الکترون‌های خود با هم پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند، که حاصل آن پایدارشدن اتم‌ها در نتیجه اشتراک الکترون است. به این شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر پیوند کووالانسی گفته می‌شود.

ارزشیابی تشخیصی
۱ـ تفاوت پیوند کووالانسی و پیوند یونی را ذکر کنید.
۲ـ آیا همه مواد از اجتماع یون‌ها تشکیل شده‌اند.
۳ـ چرا آب رسانای خوبی برای جریان برق نیست؟

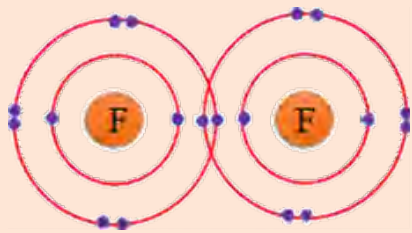
پاسخ خود را بیازمایید

آرایش الکترونی اتم فلوئور ($_9F$) را تعیین کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.
الف) اتم فلوئور چگونه به پایداری می‌رسد؟
آرایش الکترونی فلوئور به صورت زیر است:

$_9F : (2)(7)$

فلوئور برای پایدار شدن به یک الکترون نیاز دارد تا لایه ظرفیتش ۸ الکترونی شود. بنابراین با تبدیل شدن به آنیون با یک بار منفی پایدار می‌شود (F^-)

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



هر اتم فلوئور با اشتراک گذاری یک الکترون و با اتم دیگر به پایداری می‌رسد و انتقال الکترونی صورت نمی‌گیرد

در ادامـــه توضیح دهیم: وقتی تعداد مشـــخصی اتـــم از طریق پیوند کووالانســـی به هم متصل شـــوند، گونه حاصل را مولکول می‌گویند.
به‌عنوان نمونـــه وقتی دو اتم کلر از طریق پیوند کووالانســـی به هم متصل شوند مولکول کلر (Cl_2) تشکیل می‌شود.
برای نمایش دادن هر مولکول از فرمول شـــیمیایی استفاده می‌شود کـــه علاوه بر نوع عناصر موجود در ترکیـــب تعداد دقیق اتم‌های هر عنصر در مولکول را نمایش می‌دهد. به این فرمول شیمیایی، فرمول مولکولی گفته می‌شود.
از اجتماع مولکول‌ها مواد مولکولی ایجاد می‌شوند.
ماده کلر، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول کلر (Cl_2) ایجاد می‌شود.
کربن دی اکســـید، که از کنار هم قـــرار گرفتن تعداد زیادی مولکول کربن دی اکسید (CO_2) ایجاد می‌شود.
گاز اکسیژن، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول اکسیژن (O_2) ایجاد می‌شود.
آب، کـــه از کنار هم قرار گرفتن تعـــداد زیادی مولکول H_2O ایجاد می‌شود.
گلوکـــز، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیـــادی مولکول $C_6H_{12}O_6$ ایجادمی‌شود.
و ... از جمله مواد مولکولی هستند.
سپس از هنرجویان بخواهیم **کار در کلاس صفحهٔ ۲۵** را پاسخ دهند.
در پایان، از یکی ازهنرجویان بخواهیم تا متن مربوط به واحد آموزشی را بخواند.

ارزشیابی پایانی

۱. مولکول را تعریف کنید.
۲. فرمول مولکولی چه تفاوتی با فرمول تجربی دارد؟
۳. در مولکول ماده فسفریک اسید (H_3PO_4) نوع عنصرها، تعداد کل اتم‌ها و تعداد اتم‌های هر عنصر را تعیین کنید.

دانش افزایی

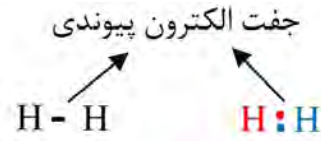
نمایش مولکول‌ها(ساختار لوییس)

می‌دانید که از اتصال اتم‌ها به یکدیگر مولکول‌ها به وجود می‌آیند. برای نشان دادن چگونگی اتصال اتم‌ها به یکدیگر و نمایش مولکول حاصل می‌توان از مدل الکترون-نقطه برای اتم‌ها استفاده کرد. به ساختار ایجاد شده، ساختار لوییس گفته می‌شود. به این منظور الکترون‌های ظرفیتی را با استفاده از نقطه، در چهار جایگاه اطراف نماد شیمیایی اتم نشان می‌دهند.

برای نمونه، اتم‌های هیدروژن، کربن و اکسیژن به ترتیب، یک، چهار و شش الکترون ظرفیت دارند و مدل الکترون ـ نقطه این اتم‌ها به صورت زیر است:

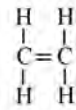
در هر جایگاه حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد. برای تمام اتم‌ها به جز هلیم (چون هلیم لایه ظرفیتش حداکثر ۲ الکترون دارد و دو الکترون این اتم به صورت جفت شده‌اند، :He) ابتدا در هر جایگاه یک الکترون قرار می‌گیرد و سپس الکترون دوم به هر جایگاه وارد می‌شود.

مولکول‌ها به طور معمول از اشتراک گذاری تک الکترون‌های (الکترون جفت نشده)اتم‌ها تشکیل می‌شوند. در ساختار لوییس، پیوند کووالانسی ایجاد شده را به صورت جفت الکترون پیوندی و یا یک خط تیره بین دو اتم نمایش می‌دهند. برای نمونه، ساختار لوییس مولکول هیدروژن که از اشتراک یک جفت الکترون بین دو اتم هیدروژن ایجاد می‌شود، به صورت زیر است:



یا ساختار لوییس مولکول گاز کلر که از پیوند کووالانسی بین دو اتم کلر ایجاد می‌شود، به صورت زیر است:

دو اتم می‌توانند ۲ یا ۳ جفت الکترون به اشتراک بگذارند که نتیجه آن تشکیل پیوندهای ۲ و ۳ گانه است:

گاز نیتروژن	اتین (استیلن)	کربن دی اکسید	اتن (اتین)
$:N\equiv N:$	$H-C\equiv C-H$	$:\ddot{O}=C=\ddot{O}:$	

قواعدی برای رسم ساختار لوییس

مولکول‌ها و یون‌های چندااتمی از اتصال اتم‌ها به یکدیگر به‌وجود می‌آیند. برای نمایش دادن آنها (به این شرط که تمام اتم‌ها از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کنند و آگاهی از اینکه اتم‌های هیدروژن، برلیم، بور و آلومینیوم به ترتیب با داشتن ۲، ۴، ۶ و ۶ الکترون پایدار می‌شوند) می‌توانیم از ساختار لوییس استفاده کنیم. برای رسم ساختار لوییس می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

۱ـ محاسبهٔ تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت:

بار ذره - (تعداد هر اتم × تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن اتم) $\sum$ = تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت

۲ـ تعداد کل الکترون‌های لازم برای پایدار شدن (براساس قاعده هشتایی):

(تعداد اتم‌ها × تعداد الکترون‌ها برای پایدار شدن) = تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن

نکته: توجه کنیم که همهٔ اتم‌ها با داشتن ۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود پایدار می‌شوند به جز هیدروژن، برلیم، بور و آلومینیوم.

۳ـ تعداد پیوندها را طبق رابطهٔ زیر تعیین می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوندها} = \frac{\text{تعداد کل الکترون‌های لازم برای پایدار شدن} - \text{تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت}}{۲}$$

۴ـ اتم مرکزی را بنویسید و اتم‌های کناری را با تعداد پیوند محاسبه شده به آن وصل کنید. سپس، با اضافه کردن جفت الکترون هشت تایی اتم‌ها را کامل کنید.

نکته: اتم مرکزی اتمی است که به طور معمول:

- کمترین تعداد را در مولکول یا یون چند اتمی دارد.
- بیشترین تعداد پیوند را بر قرار می‌کند.
- ظرفیت بیشتری از سایر اتم‌ها دارد.
- الکترونگاتیوی کمتری نسبت به سایر اتم‌ها دارد.

برای نمونه به رسم آرایش الکترونی گونه‌های زیر توجه کنید:

مولکول SO_3

۱ـ گوگرد (S_{16}) و اکسیژن (O_8) دارای ۶ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود هستند:

تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت = (۱ × ۶) + (۳ × ۶) = ۲۴

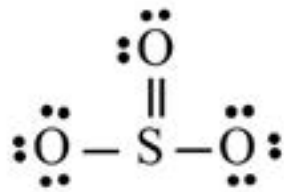
۲ـ هر کدام از ۴ اتم این مولکول با داشتن ۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت پایدار می‌شوند:

تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن = (۴ × ۸) = ۳۲

۳ـ تعداد پیوندهای موجود در مولکول:

$$\text{تعداد پیوندها} = \frac{(۳۲-۲۴)}{۲} = ۴$$

۴ـ اتم مرکزی این مولکول گوگرد است که با ۳ اتم اکسیژن ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می کنیم:



مولکول آمونیاک (NH_3)

۱ـ نیتروژن ($_7N$) ۵ الکترون و هیدروژن ($_1H$) یک الکترون در لایهٔ ظرفیت خود دارند:

۸ = (۵ × ۱) + (۱ × ۳) = تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت

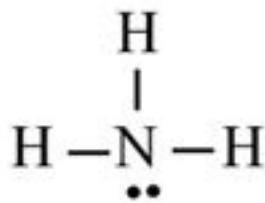
۲ـ نیتروژن با داشتن ۸ الکترون و هیدروژن با ۲ الکترون در لایهٔ ظرفیت پایدار می‌شوند:

۱۴ = (۸ × ۱) + (۲ × ۳) = تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن

۳ـ تعداد پیوندهای موجود در مولکول:

$$\text{تعداد پیوندها} = \frac{(۱۴-۸)}{۲} = ۳$$

۴ـ اتم مرکزی این مولکول نیتروژن است که با ۳ اتم هیدروژن ۳ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می کنیم (هیدروژن با داشتن ۲ الکترون پایدار می‌شود):



یون کربنات (CO_3^{-2}):

۱ـ کربن ($_6C$) ۴ الکترون و اکسیژن ($_8O$) ۶ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود دارند:

۲۴ = (۲-) - (۴ × ۱) + (۶ × ۳) = تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت

۲ـ اتم‌ها با داشتن ۸ الکترون در لایهٔ ظرفیت پایدار می‌شوند:

۳۲ = (۸ × ۴) = تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن

۳ـ تعداد پیوندهای موجود در مولکول:

$$\text{تعداد پیوندها} = \frac{(۳۲-۲۴)}{۲} = ۴$$

۴ـ اتم مرکزی این یون چند اتمی کربن است که با ۳ اتم اکسیژن ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می کنیم: