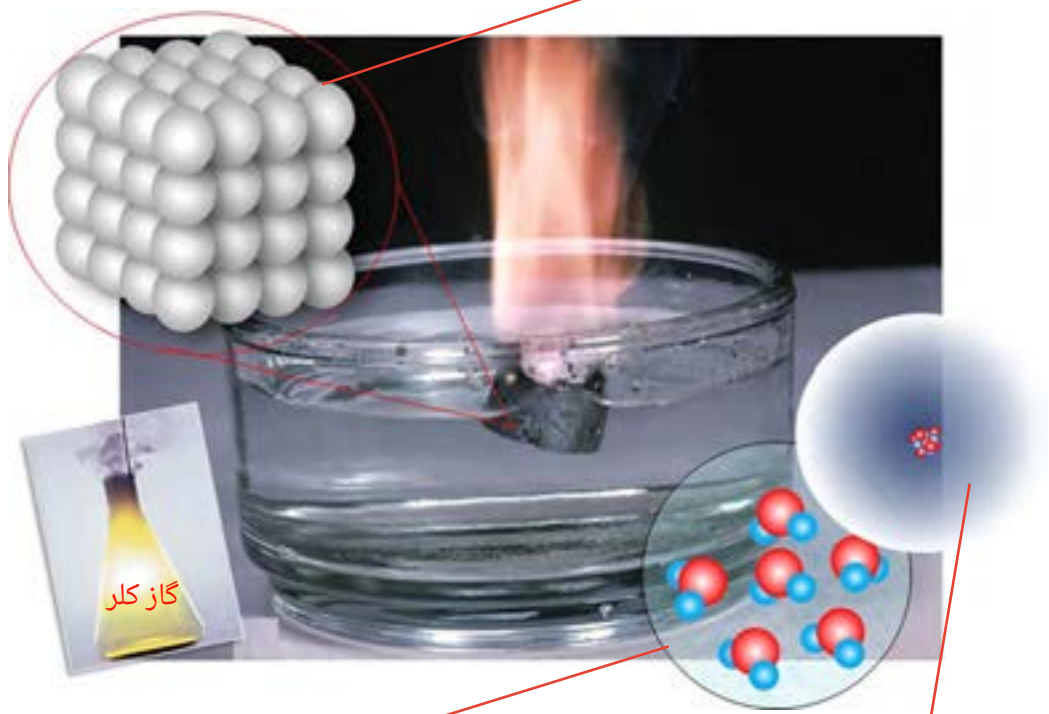


فصل اول

ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی

نحوه قرار گرفتن اتم های یک فلز (فلز سدیم) در کنار هم



ساختار مولکول های آب

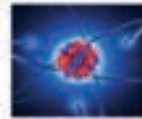
اتم ها چگونه اند؟

چرا اتم ها تمایل دارند با هم واکنش دهند؟

اتم ها برای پایدار شدن در طبیعت تمایل به شرکت در واکنش های شیمیایی دارند.

سیمای فصل

مروری بر ساختمان اتم



جدول تناوبی عناصر



اتصال اتم‌ها به هم



1. تعریف علم شیمی :

2. چرا علم شیمی از ابتکارات مسلمانان است ؟

3. پدر علمی شیمی : جابر بن حیان



دل هر ذره را که بشکافی آفتابیش در میان بینی هاتفاصفهانی

1 (شیمی از علوم پایه و بنیادین به شمار می‌رود و به مطالعه و بررسی ساختار، خواص و دگرگونی ماده در طی فرایندهای شیمیایی می‌پردازد) 1

طلا و نقره

کوشش‌های نخستین بشر برای درک طبیعت مواد و بیان چگونگی دگرگونی آنها ناموفق بود. اندک اندک کوشش‌ها برای تبدیل مواد کم ارزش به مواد ارزشمندی چون زر و سیم، به پیدایش دانش کیمیاگری منجر گردید. هر چند در ظاهر، دانش کیمیاگری به خواص اصلی خود نرسید، اما دستاوردهای کیمیاگران در این راه به اندوخته گران‌بهای تبدیل گردید که پایه‌گذار علم شیمی شد و مقدمه‌ای برای شناسایی ساختار ماده به حساب می‌آید. علم شیمی تقریباً از ابتکارات مسلمانان است، (زیرا مشاهده دقیق و تجربه علمی و ثبت نتایج را آنها وارد میدان علم کردند.) 2

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

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

امروزه با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای می‌توانیم ماهیت عنصرها را تغییر بدیم .

مروری بر ساختمان اتم

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



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

فضای اطراف هسته شامل الکترون‌ها

هسته شامل پروتون‌ها و نوترون‌ها

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

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

1. عنصر چیست؟ اگر تمام اتم های یک ماده خالص یکسان باشند آن ماده را عنصر می نامیم.
2. ترکیب چیست؟ اگر بیش از یک نوع اتم در ساختار ماده وجود داشته باشد، ماده را ترکیب می گوئیم.
3. برای نمایش عناصر از چه چیزی استفاده می شود؟

نمایش عناصر (نماد شیمیایی)

3 1

1 (به ماده ای که اتم های آن از یک نوع باشند عنصر گفته می شود) برای نمایش هر عنصر از نماد شیمیایی آن، که یک یا دو حرف انگلیسی است استفاده می شود. همواره حرف اول در نماد شیمیایی، بزرگ و حرف دوم کوچک نوشته می شود) مثلاً C نماد عنصر کربن و Ca نماد عنصر کلسیم است. نماد برخی از عناصر در جدول ۱ آمده است.

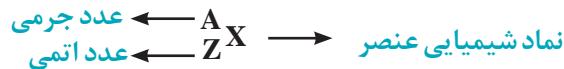
2 (اتم های عنصرهای مختلف با هم واکنش را به وجود می آورند. پس در یک ترکیب بیش از یک نوع اتم وجود دارد.) 2

جدول یادگرفته شود، نام و نماد عناصر شیمیایی

جدول ۱. نام و نماد شیمیایی برخی از عناصرها

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

شیمی دان ها نماد هر اتم را به صورت زیر نشان می دهند:



4. عدد اتمی چیست؟ نشان دهنده تعداد پروتون های هر اتم است و با نماد Z نشان داده می شود.
5. عدد جرمی چیست؟ نشان دهنده مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های موجود در هسته اتم است. عدد جرمی را با نماد A نشان می دهند.

عدد اتمی (Z) تعداد پروتون های موجود در هسته اتم را نشان می دهد و از مجموع تعداد پروتون ها و تعداد نوترون های هسته اتم، عدد جرمی (A) محاسبه می شود:

$$\text{تعداد نوترون ها (N) + تعداد پروتون ها (Z) = عدد جرمی (A)}$$

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

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

6. برای اتم ${}^{27}_{13}\text{Al}$ تعداد الکترون، تعداد پروتون، تعداد نوترون، عدد اتمی و عدد جرمی را بنویسید؟

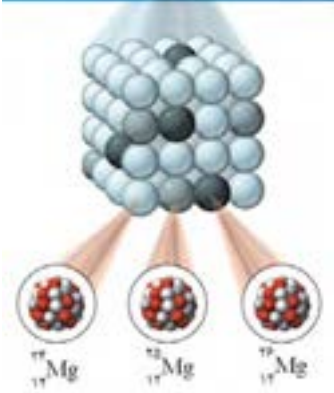
$$13 = \text{تعداد الکترون} = \text{تعداد پروتون} = \text{عدد اتمی}$$

$$27 = \text{عدد جرمی}$$

$$14 = 27 - 13 = \text{عدد اتمی (تعداد پروتون)} - \text{عدد جرمی} = \text{تعداد نوترون}$$

مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های موجود در هسته هر اتم جرم آن اتم را تعیین می کند و جرم الکترون ها حتی اگر اتمی ۱۰۰ الکترون داشته باشد در جرم اتم تأثیر قابل توجهی ندارد.

1. ایزوتوپ را تعریف کنید ؟



عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ است.

تمام اتم‌های یک عنصر، تعداد پروتون و بنابراین عدد اتمی یکسانی دارند. اما برخی از اتم‌های یک عنصر در مقایسه با سایر اتم‌های همان عنصر، تعداد نوترون متفاوتی دارند. به این اتم‌ها ایزوتوپ‌های آن عنصر گفته می‌شود. ایزوتوپ‌ها در واقع اتم‌های مختلف یک عنصر هستند که تعداد نوترون متفاوت و در نتیجه جرم متفاوتی دارند. 1

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

بیندیشید



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

کدام اتم‌های زیر مربوط به یک عنصر هستند چرا؟



A, C, چون عدد اتمی یکسانی دارند در نتیجه از یک نوع عنصر هستند.

رادیوایزوتوپ

2. رادیوایزوتوپ را تعریف کنید ؟

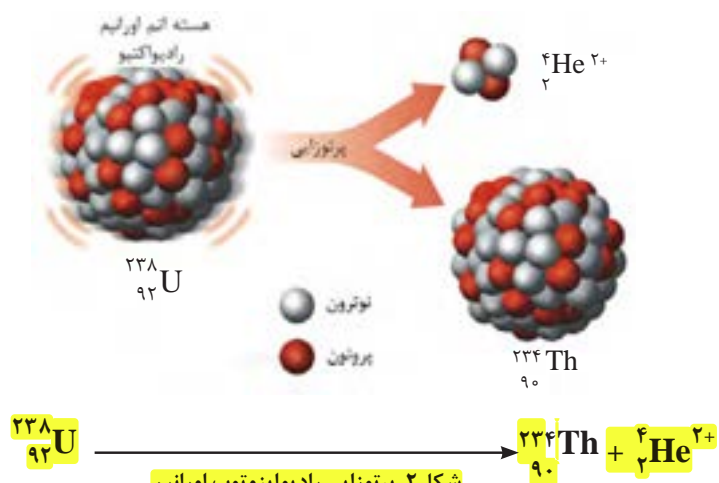


2) برخی از ایزوتوپ‌ها ناپایدارند و طی واکنش‌هایی معروف به واکنش‌های هسته‌ای، که شامل نشر پرتو است، به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند. به این ایزوتوپ‌های ناپایدار رادیو ایزوتوپ یا ایزوتوپ‌های رادیواکتیو گفته می‌شود. در نتیجه واکنش‌های هسته‌ای و نشر پرتو (پرتو زایی)، هسته ایزوتوپ تغییر می‌کند و ایزوتوپ به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

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



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



1. نحوه و ترتیب پرشدن لایه های الکترونی را بنویسید؟

1. لایه اول 2 الکترون می گیرد.
2. لایه دوم 8 الکترون می گیرد.
3. لایه سوم ظرفیت 18 الکترون دارد ولی در این مرحله 8 الکترون می گیرد.
4. لایه چهارم ظرفیت 32 الکترون دارد ولی در این مرحله 2 الکترون می گیرد.
5. لایه سوم 10 الکترون می گیرد.
6. لایه چهارم 30 الکترون می گیرد.

نحوه توزیع الکترون ها در اتم

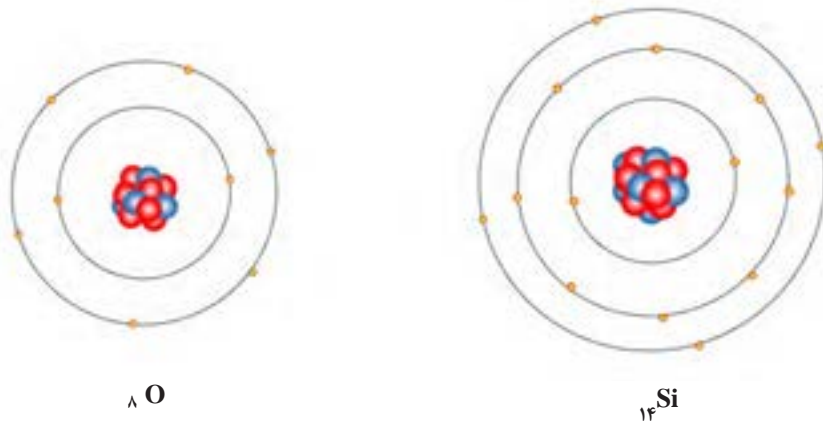


اتم عنصرهای کروم ($_{24}\text{Cr}$) و مس ($_{29}\text{Cu}$) در لایه چهارم آرایش الکترونی خود یک الکترون و در لایه سوم به ترتیب ۱۳ و ۱۸ الکترون دارند: $_{24}\text{Cr}: (2) 8) 13) 1$ و $_{29}\text{Cu}: (2) 8) 18) 1$

در علوم تجربی خواندید مطابق با مدل اتمی بور، الکترون ها در مدارهایی به دور هسته می چرخند. هر یک از مدارها انرژی مشخصی دارد که با افزایش فاصله از هسته مقدار آن افزایش می یابد. هر مدار با عدد صحیحی که با n نمایش داده می شود (... و ۲، ۱) مشخص می گردد.

در مدل های اتمی جدیدتر، از مفهوم لایه الکترونی به جای مدار استفاده می شود. هر لایه تعداد مشخصی الکترون را می تواند در خود جای دهد (گنجایش الکترونی). گنجایش هر لایه از رابطه $2n^2$ به دست می آید که n شماره لایه الکترونی را نشان می دهد.

در اولین لایه حداکثر ۲ الکترون و در لایه دوم حداکثر ۸ الکترون می تواند قرار گیرد. اتم عنصر اکسیژن ($_{8}\text{O}$) دارای ۸ الکترون است، پس ۲ الکترون در لایه اول و ۶ الکترون دیگر در لایه دوم قرار گرفته اند. در اتم سیلیسیم ($_{14}\text{Si}$) لایه سوم هم دارای ۴ الکترون است (شکل ۳).



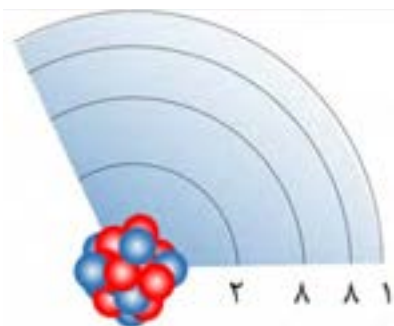
شکل ۳. آرایش الکترون ها در اتم های سیلیسیم و اکسیژن

2. لایه ظرفیت یا والانس را تعریف کنید؟

2 (به بیرونی ترین لایه الکترونی اتم که دارای الکترون است لایه ظرفیت یا لایه والانس گفته می شود) و در اتم هایی با عدد اتمی ۲۰ یا کمتر و اتم هایی که لایه قبل از لایه آخر آنها کامل شده باشد، به الکترون های لایه ظرفیت، الکترون های ظرفیت یا الکترون های والانس می گویند. براساس یک قاعده کلی، لایه ظرفیت اتم ها حداکثر ۸ الکترون می تواند داشته باشد.

نکته: اگر چه لایه سوم می تواند تا ۱۸ الکترون داشته باشد ولی هرگز قبل از اینکه لایه چهارم ۲ الکترون بگیرد بیش از ۸ الکترون نمی پذیرد.

براین اساس چگونگی قرار گرفتن الکترون ها (آرایش الکترونی) در اتمی مانند پتاسیم ($_{19}\text{K}$) به صورت نشان داده شده در شکل ۴ است که می توانیم آن را به صورت زیر نمایش دهیم:



شکل ۴. آرایش الکترون ها در اتم پتاسیم

4. آرایش الکترونی را برای K_{19} رسم کنید؟ 3 ((1) 8) 8) 2) ($_{19}\text{K}$)

3. الکترون های ظرفیت یا والانس را تعریف کنید؟

3 در یک تعریف جامع و دقیق تر، (به الکترون هایی از اتم که امکان شرکت در واکنش شیمیایی را دارند الکترون های ظرفیتی یا والانس گفته می شود.)

تمرین در خانه

۱- آرایش الکترونی اتم‌های زیر را رسم کنید.
 ${}_{27}\text{Co}$ ، ${}_{12}\text{Mg}$ ، ${}_{9}\text{F}$ ، ${}_{6}\text{C}$ ، ${}_{2}\text{He}$

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

۳- منظور از لایه ظرفیت چیست؟

۴- کدام یک از اتم‌های زیر بیشترین تعداد الکترون را در لایه ظرفیت خود دارد؟

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

نمونه حل شده

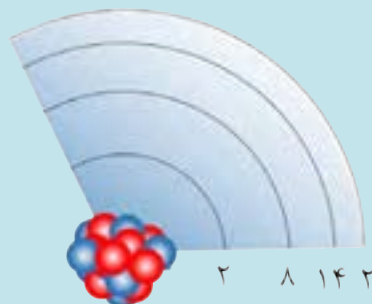


چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها (آرایش الکترونی) در اتم آهن (${}_{26}\text{Fe}$) را بنویسید.

مهم پاسخ:

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

جواب: $(2) (8) (14) (2) \text{Fe}_{26}$



1. قانون تناوبی عناصر را تعریف کنید؟

2. مهمترین ویژگی جدول تناوبی عناصر چیست؟

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

خود را بیازماید

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

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

${}_{16}\text{S}: (2) (8) (6)$

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

${}_{30}\text{Zn}: (2) (8) (18) (2)$

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

${}_{33}\text{As}: (2) (8) (18) (5)$

جدول تناوبی عناصر

عناصرها خواص متفاوتی دارند. این تفاوت‌ها تصادفی، و بی‌نظم نیست بلکه بسته به عدد اتمی به صورت منظم و با ترتیب خاصی تغییر می‌کند (به روند تغییر خواص اتم‌ها براساس عدد اتمی **قانون تناوبی عناصر** گفته می‌شود). 1

وقتی عناصر براساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده شوند، بسیاری از خواص آنها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود. از قرار دادن عناصرهای دارای خواص مشابه در یک ستون جدولی به دست می‌آید که **جدول تناوبی عناصر** نامیده می‌شود و امروزه به طور گسترده‌ای مورد استفاده دانش پژوهان قرار می‌گیرد.

از آنجا که رفتار شیمیایی هر عنصر را آرایش الکترونی آن عنصر تعیین می‌کند، (مهم‌ترین ویژگی جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی عناصری است که در یک ستون قرار می‌گیرند). 2

مهم ستون‌های جدول تناوبی گروه گفته می‌شود و عنصرهای هر گروه را هم خانواده می‌گویند. به ردیف‌های جدول تناوبی دوره یا تناوب گفته می‌شود. جدول تناوبی امروزی دارای ۱۸ گروه و ۷ دوره است. برخی از گروه‌های جدول تناوبی نام ویژه‌ای دارند، مثلاً گروه ۱ جدول را **گروه فلزهای قلیایی**، گروه ۲ را **فلزهای قلیایی خاکی**، عناصر گروه ۱۷ را **هالوژن‌ها** و عناصر گروه ۱۸ را **گازهای نجیب** می‌گویند.

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



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

نام عنصر	نماد	آرایش الکترونی	تعداد الکترون در لایه ظرفیت
لیتیم	${}^3\text{Li}$	$(1) 2) {}^3\text{Li}$	۱
برلیوم	${}^4\text{Be}$	$(2) 2) {}^4\text{Be}$	۲
سدیم	${}^{11}\text{Na}$	$(1) 8) 2) {}^{11}\text{Na}$	۱
منیزیم	${}^{12}\text{Mg}$	$(2) 8) 2) {}^{12}\text{Mg}$	۲
بور	${}^5\text{B}$	$(3) 2) {}^5\text{B}$	۳
آلومینیوم	${}^{13}\text{Al}$	$(3) 8) 2) {}^{13}\text{Al}$	۳

اتم‌هایی که تعداد الکترون برابری در لایه ظرفیت (آخر) خود دارند در یک ستون یا گروه از جدول تناوبی قرار می‌گیرند به عنوان مثال، اتم بور و آلومینیوم در لایه ظرفیت (آخر) خود سه الکترون دارند و در جدول تناوبی در یک ستون یا گروه قرار می‌گیرند.



عنصر فسفر (${}^{15}\text{P}$) با کدام عنصرهای زیر هم خانواده است؟
 نیتروژن (${}^7\text{N}$)، کربن (${}^6\text{C}$)، منیزیم (${}^{12}\text{Mg}$)، آرسنیک (${}^{33}\text{As}$)
 پاسخ:
 ابتدا آرایش الکترونی فسفر و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت عناصر داده شده را تعیین می‌کنیم:

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

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

نکته: عناصر هم گروه (عناصری که در یک ستون اند) آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابهی دارند و به این دلیل خواص شیمیایی مشابهی دارند.

۳ الکترون در لایه ظرفیت ۳ (۲) ۵ B: الکترون در لایه ظرفیت ۱ (۲) ۸) ۱۱ Na:

۳ الکترون در لایه ظرفیت ۳ (۲) ۸) ۱۳ Al: الکترون در لایه ظرفیت ۱ (۲) ۱ Li:

۱ الکترون در لایه ظرفیت (۲) ۸) ۱۹ K:

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

خود را بیازمایید

بر اساس تشابه آرایش الکترونی و خواص شیمیایی کدام عنصرهای زیر هم خانواده‌اند؟
لیتیم (۳Li)، آلومینیوم (۱۳Al)، بور (۵B)، سدیم (۱۱Na)، پتاسیم (۱۹K)



دسته بندی عناصر

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

۳ Li لیتیم
۱۱ Na سدیم
۱۹ K پتاسیم
۳۷ Rb روبیدیم
۵۵ Cs سزیم
۸۷ Fr فرانسییم



شکل ۵. تصویر برخی از عناصرها در حالت خالص

۱. ویژگی های فلزات را بنویسید؟

۲. ویژگی های نافلزات را بنویسید؟

فلزها: حدود ۹۰ درصد عناصرها فلز هستند (فلزها برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی تمایل به از دست دادن الکترون دارند و خواصی مانند رسانایی الکتریکی و گرمایی، سطح براق، چکش خواری و شکل پذیری از ویژگی‌های بارز این دسته از عناصر است).^۱

نافلزها: (این دسته از عناصرها معمولاً در واکنش‌های شیمیایی تمایل به دریافت الکترون دارند و معمولاً برای جریان برق و گرما رسانای خوبی نیستند. آنها برخلاف فلزها در حالت جامد شکننده‌اند و سطح براقی ندارند. اکثر نافلزها حالت گازی دارند،^۲ مانند گازهای نجیب، اکسیژن، هیدروژن، فلورین، کلر.

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

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

تمرین در خانه

۱- جدول تناوبی عنصرها چند گروه و چند دوره دارد؟

۲- بر چه اساسی عنصرها در یک گروه از جدول تناوبی قرار گرفته اند؟

۳- تفاوت عنصرهای فلزی با عنصرهای نافلزی را ذکر کنید.

۴- با رسم آرایش الکترونی تعیین کنید عنصر کربن (C) با کدام عنصر زیر هم گروه است؟

۵B، ۱۴Si، ۱۶S، ۱۲Mg

عدد اتمی → نام عنصر → نماد شیمیایی → جرم اتمی میانگین

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
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	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Tl	Og

1. شبه فلز را تعریف کنید و یک شبه فلز را مثال بزنید ؟
2. آلیاژ چیست ؟ مخلوط دو یا چند فلز را آلیاژ می گویند. (گاهی شامل نافلزنیز هم می شود).
3. فولاد چیست ؟ فولاد، آلیاژی از آهن و کربن است .

1

شبه فلزها: (عنصرهایی هستند که برخی از ویژگی های فلزات و برخی از خواص نافلزات را دارند. برای مثال، عنصر سیلیسیم با اینکه شکننده است اما سطحی درخشان دارد و نیمه رسانا محسوب می شود (شکل ۶).) ¹



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

تحقیق کنید



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

بیشتر بدانید



عناصر جدید جدول تناوبی

عناصر ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۱۷ و ۱۱۸ که به تازگی با تلاش دانشمندان معرفی شده اند به تأیید اتحادیه جهانی شیمی محض و کاربردی موسوم به آیوپاک^۱ (IUPAC) رسیده است و به این ترتیب ردیف هفتم جدول تناوبی را کامل کرده اند. تا پیش از این، از ۱۱۸ خانه جدول تناوبی، ۱۱۴ عنصر به صورت رسمی از سوی IUPAC پذیرفته و نام گذاری شده بودند، اما چهار عنصر دیگر مورد تأیید رسمی قرار نگرفته بودند.

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

عناصرها در صنعت

خواص فلزها، آنها را برای ساختن انواع لوازم، بسیار سودمند می کند. مخلوط دو یا چند فلز که آلیاژ گفته می شود (گاهی شامل نافلز هم می شود) نیز به طور گسترده ای در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد. به عنوان نمونه، فولاد آلیاژی از آهن و کربن است. کربن، استحکام آهن را افزایش می دهد.

فولاد نرم، تنها شامل آهن و کربن است. اگر نیکل و کروم به آلیاژ اضافه شوند فولاد زنگ نزن ساخته می شود.

۱. International Union Of Pure and Applied Chemistry

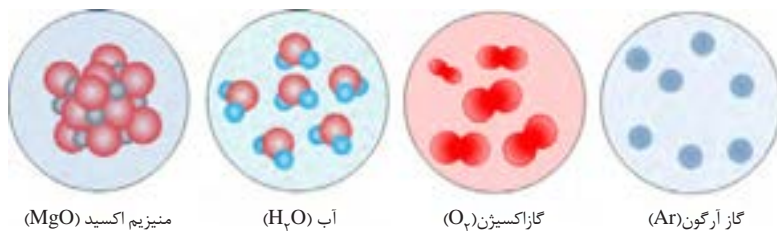
اتصال اتم‌ها به هم

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

1 (اتم‌ها برای پایدار شدن و رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب در واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کنند.)
 1 تمایل هر عنصر برای شرکت در واکنش شیمیایی، فعالیت شیمیایی آن عنصر را تعیین می‌کند.

1. چرا اتم‌ها تمایل دارند با یکدیگر پیوند شیمیایی تشکیل دهند؟ خیلی مهم

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



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

2. قاعده هشتایی را تعریف کنید؟

بر اساس این قاعده داشتن هشت الکترون در لایه آخر هر اتم ملاکی برای پایدار شدن آن در طبیعت است از این رو اتم‌هایی که در لایه آخر خود هشت الکترون ندارند تمایل دارند در واکنش‌های شیمیایی شرکت کنند و با برقراری پیوند شیمیایی با سایر اتم‌ها تعداد الکترون‌های لایه آخر خود را به هشت الکترون به رسانند. به این قاعده، قاعده هشتایی می‌گویند.

(استثناء دو اتم هیدروژن و هلیم با داشتن دو الکترون در لایه آخر به پایداری می‌رسند)

پیوندهای شیمیایی

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

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

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

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

F: $2) 7)$
 Ne: $2) 8)$
 Na: $2) 8) 1)$

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

بیندیشید



سدیم (Na_{11}) و سایر عناصر گروه ۱ (فلزهای قلیایی) به شدت واکنش‌پذیر هستند و فعال‌ترین فلزهای جدول تناوبی محسوب می‌شوند. از طرف دیگر فلئور (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، فلئور و نئون (Ne_{10}) دلیل واکنش‌پذیری زیاد فلزهای قلیایی و هالوژن‌ها را توضیح دهید.

۱. اتم‌های ناپایدار در طبیعت چگونه به پایداری می‌رسند؟

در علوم تجربی خواندید اتم‌ها از طریق انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی و یا اشتراک‌گذاری الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی پایدار می‌شوند. ۱



۲. پیوند یونی چیست؟

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

تشکیل پیوند یونی بین فلز منیزیم و نافلز اکسیژن

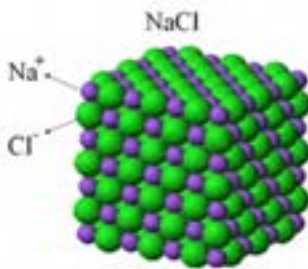
* ترکیب یونی، یون‌های سازنده یون مثبت منیزیم و یون منفی اکسیژن

پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

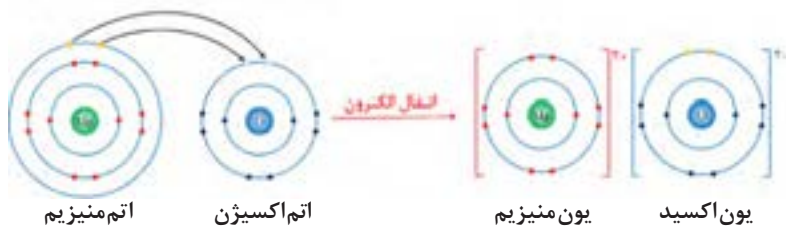


وقتی دو یا چند اتم از طریق انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی به هم متصل می‌شوند، برخی از اتم‌ها با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون و برخی دیگر با دریافت الکترون و تبدیل شدن به آنیون به پایداری می‌رسند.

۲ (جاذبه الکترواستاتیکی ایجاد شده بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها پیوند یونی نام دارد.)
 در علوم تجربی چگونگی مبادله الکترون میان اتم‌های فلز سدیم و گاز کلر را آموختید. اکنون به سوختن نوار منیزیم در اکسیژن توجه کنید. اتم‌های منیزیم با از دست دادن ۲ الکترون و تبدیل شدن به کاتیون منیزیم و اتم‌های اکسیژن با گرفتن ۲ الکترون و تبدیل شدن به آنیون اکسید به یکدیگر متصل شده و ترکیب یونی منیزیم اکسید (MgO) را تولید می‌کنند (شکل ۸).



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



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

** اتم منیزیم و اتم اکسیژن در لایه آخر (ظرفیت) خود هشت الکترون ندارند در نتیجه تمایل دارند با انتقال الکترون، به یون منیزیم مثبت (کاتیون) و یون اکسیژن منفی (آنیون) تبدیل شوند تا با داشتن هشت الکترون در لایه آخر (لایه ظرفیت) پایدار شده و در اثر جاذبه مثبت و منفی در کنار هم قرار بگیرند.

یون چیست؟ اتمی که دارای بار الکتریکی باشد، یون نامیده می شود. (در یون توازن الکترون و پروتون در اتم به هم می خورد، اگر تعداد الکترون ها بیشتر از پروتون ها باشد یون ما منفی خواهد بود و آنیون نامیده می شود ولی اگر تعداد پروتون ها بیشتر از الکترون ها باشد یون ما مثبت و کاتیون نامیده می شود.)

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

کاردرکلاس



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

نام عنصر	نماد	آرایش الکترون ها	چگونگی پایدار شدن	آرایش الکترونی یون حاصل
لیتیم	${}_{3}\text{Li}$	$(1) 2) 1) \text{Li}$	از دست دادن ۱ الکترون و تبدیل شدن به کاتیون با ۱ بار مثبت (Li^{+})	۲ الکترون در لایه اول $(2) \text{Li}^{+}$
کلسیم	${}_{20}\text{Ca}$	$(2) 8) 8) 2) \text{Ca}$	از دست دادن ۲ الکترون و تبدیل شدن به کاتیون با ۲ بار مثبت (Ca^{2+})	۸ الکترون در لایه سوم $(2) 8) 8) \text{Ca}^{2+}$
نیتروژن	${}_{7}\text{N}$	$(5) 2) 7) \text{N}$	یا گرفتن ۳ الکترون و تبدیل شدن به آنیون با ۳ بار منفی (N^{3-})	۸ الکترون در لایه دوم $(2) 8) 7) \text{N}^{3-}$
آلمینیوم	${}_{13}\text{Al}$	$(3) 8) 2) 13) \text{Al}$	از دست دادن ۳ الکترون و تبدیل شدن به کاتیون با ۳ بار مثبت (Al^{3+})	۸ الکترون در لایه دوم $(2) 8) 13) \text{Al}^{3+}$
اکسیژن	${}_{8}\text{O}$	$(6) 2) 8) \text{O}$	یا گرفتن ۲ الکترون و تبدیل شدن به آنیون با ۲ بار منفی (O^{2-})	۸ الکترون در لایه دوم $(2) 8) 8) \text{O}^{2-}$
فلوئور	${}_{9}\text{F}$	$(7) 2) 9) \text{F}$	یا گرفتن ۱ الکترون و تبدیل شدن به آنیون با ۱ بار منفی (F^{-})	۸ الکترون در لایه دوم $(2) 8) 9) \text{F}^{-}$

- ب) در ترکیب یونی حاصل از اکسیژن و منیزیم چه یون هایی وجود دارد؟ یون منیزیم (Mg^{2+}) و یون اکسید (O^{2-})
ج) در ترکیب یونی حاصل از اکسیژن و کلسیم به ازای هر کاتیون چند آنیون وجود دارد؟ چرا؟
د) در ترکیب یونی حاصل از واکنش فلزهای آلومینیوم و گاز فلوئور چه یون هایی و با چه نسبتی وجود دارد؟

ج) یک آنیون وجود دارد. چون بار کاتیون با بار آنیون برابر است پس تعداد کاتیون ها با تعداد آنیون ها باید برابر باشد.

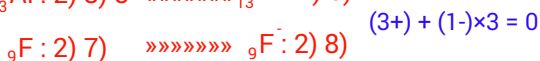
۱. فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی چگونه نوشته می شود؟

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

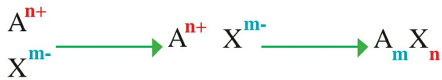
آلمینیم (Al) چون فلز است یا در لایه آخر تعداد الکترون کمتری دارد با از دست دادن الکترون راحت تر به قاعده هشتایی یا داشتن هشت الکترون در لایه آخر می رسد.



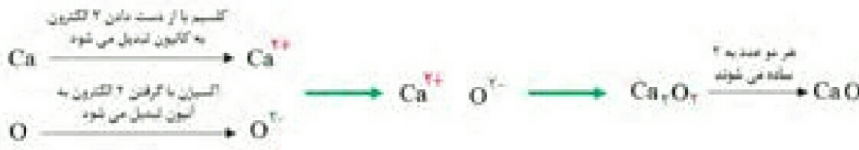
د) به ازای هر یون آلومینیم سه یون فلوئورید وجود دارد، چون ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی باید خنثی باشد یعنی مجموع بار الکتریکی کاتیون با مجموع بار الکتریکی آنیون برابر باشد.



فلوئور (F) چون نافلز است یا در لایه آخر تعداد الکترون بیشتری دارد با گرفتن الکترون راحت تر به قاعده هشتایی یا داشتن هشت الکترون در لایه آخر می رسد.



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:



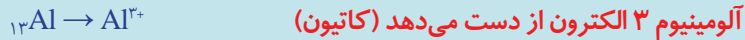
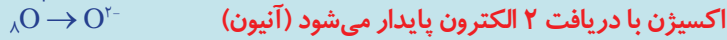
نمونه حل شده



فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از اکسیژن (O) و آلومینیوم (Al) را بنویسید.

پاسخ:

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



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



نارسانای الکتریکی



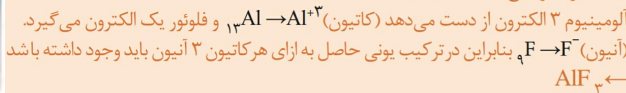
نارسانای الکتریکی



رسانای الکتریکی

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

(یک نمونه توضیح داده شده است)



خودرابطه‌یابی



آزمایش کنید

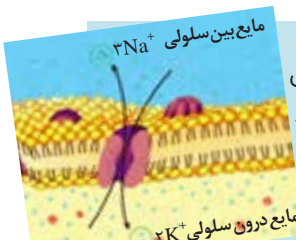


بررسی رسانایی الکتریکی آب خالص و محلول‌های آن

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

اگر به آب خالص مقداری نمک خوراکی اضافه کنید محلول حاصل جریان برق را به خوبی از خود عبور می‌دهد. در حالی که اگر به آب خالص کمی شکر اضافه کنید همچنان جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد! به کمک دبیر خود با طراحی آزمایشی این پدیده را بررسی و مشاهدات خود را تفسیر کنید.

بیشتر بدانید



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

تمرین در خانه

۱- چه موقع بین دو اتم پیوند یونی تشکیل می‌شود؟

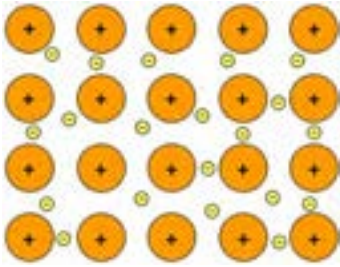
۲- چرا با اینکه ترکیب‌های یونی در حالت جامد جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند ولی در حالت مذاب و محلول جریان برق را به خوبی عبور می‌دهند؟

۳- فرمول شیمیایی ترکیب یونی که کاتیون آن ۲ بار مثبت و آنیون آن ۳ بار منفی دارد را تعیین کنید.

۴- در ترکیب یونی Na_2O کاتیون و آنیون را تعیین کنید. در این ترکیب به ازای ۱۰ کاتیون چند آنیون وجود دارد؟

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

پیوند کووالانسی و مواد مولکولی

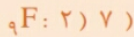


وقتی دو اتم نافلز در کنار یکدیگر قرار گیرند (به عنوان مثال وقتی دو اتم فلئور (F_2) می‌خواهند با هم پیوند تشکیل دهند و گونه F_2 را تولید کنند) هیچ یک از اتم‌ها توانایی دریافت الکترون از اتم مقابل خود را ندارد!

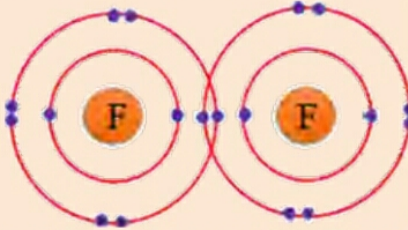
اتم فلئور برای پایدار شدن با گرفتن یک الکترون توازن بارالکتریکی در اتم به هم می‌خورد و چون یک الکترون از پروتون بیشتر همیشه به علت بار منفی الکترون‌ها، بار اتم منفی یک همیشه که به اتم منفی، یون منفی (آنیون) می‌گویند.

بیندیشید

آرایش الکترونی اتم فلئور (F) را تعیین کنید و به سوالات زیر پاسخ دهید.
الف) اتم فلئور چگونه به پایداری می‌رسد؟
آرایش الکترونی فلئور به صورت زیر است:



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



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

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

۱. پیوند اشتراکی یا کووالانسی را تعریف کنید؟

در علوم تجربی سال نهم خواندید برخی مواد از کنار هم قرار گرفتن کاتیون و آنیون تشکیل نشده‌اند (مانند گاز کلر، آب، شکر و ...). در چنین موادی اتم‌ها بدون اینکه الکترونی مبادله کنند و به یون تبدیل شوند به هم متصل می‌شوند. در این حالت اتم‌ها به جای انتقال الکترون، از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها به آرایش الکترونی پایدار می‌رسند. به پیوندی که در نتیجه اشتراک الکترون بین دو اتم ایجاد می‌شود پیوند کووالانسی گفته می‌شود. 1

وقتی تعداد مشخصی اتم از طریق پیوند کووالانسی به هم متصل شوند، گونه چند اتمی حاصل که بار الکتریکی ندارد، مولکول نامیده می‌شود.

2) برای نمایش مولکول یک ماده از یک نوع فرمول شیمیایی استفاده می‌شود که علاوه بر نوع اتم‌های سازنده، تعداد دقیق هر نوع اتم در مولکول را نشان می‌دهد؛ به این فرمول شیمیایی فرمول مولکولی گفته می‌شود. مانند مولکول اکسیژن (O_2)، آب (H_2O)، متان، (CH_4) کربن دی‌اکسید (CO_2)، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) و ...

۲. فرمول مولکولی را تعریف کنید؟



درشت مولکول‌ها

برخی مولکول‌ها از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده‌اند و در نتیجه جرم مولکولی زیادی دارند. این مولکول‌ها درشت مولکول نامیده می‌شوند.

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

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

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

ب) فرمول تجربی نشان دهنده ساده ترین نسبت میان اتم های یک ترکیب است اما فرمول مولکولی تعداد دقیق اتم های یک ترکیب را نشان می دهد .

کار در کلاس

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



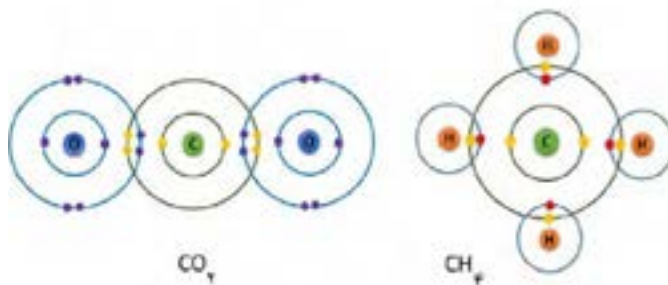
نام ماده شیمیایی	فرمول مولکولی	نوع و تعداد اتم هر عنصر در مولکول	فرمول تجربی
گاز اکسیژن	O_2	اکسیژن: 2	O_2
متان	CH_4	هیدروژن: 4 ، کربن: 1	CH_4
بوتان	C_4H_{10}	هیدروژن: 10 ، کربن: 4	C_2H_5
آمونیاک	NH_3	هیدروژن: 3 ، نیتروژن: 1	NH_3
استیک اسید	$C_2H_4O_2$	اکسیژن: 2 ، هیدروژن: 4 ، کربن: 2	CH_2O
فرمالدهید	CH_2O	اکسیژن: 1 ، هیدروژن: 2 ، کربن: 1	CH_2O
فسفریک اسید	H_3PO_4	اکسیژن: 4 ، هیدروژن: 3 ، فسفر: 1	H_3PO_4

ب) تفاوت فرمول شیمیایی مولکولی و تجربی را بنویسید.

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

ج) بله ، استیک اسید و فرمالدهید دارای فرمول یکسانی هستند .

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



شکل ۹. اشتراک گذاری الکترون بین اتم کربن و اتم های هیدروژن و اتم های اکسیژن.

موادی را که از اجتماع مولکول ها ایجاد می شوند، مواد مولکولی می نامند. در مواد مولکولی فقط اتم های یک مولکول با هم پیوند کووالانسی دارند و با اتم های مولکول های دیگر پیوند شیمیایی ندارند. بسیاری از مواد مولکولی (از جمله شکر، اتانول و ...) وقتی در آب حل می شوند یون تولید نمی کنند و به همین دلیل محلول آنها جریان برق را از خود عبور نمی دهد.

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



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

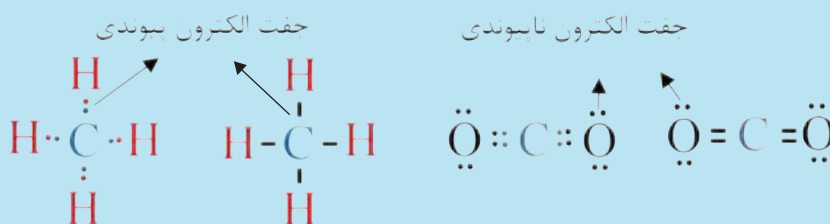
برای نمایش مولکول‌ها می‌توان الکترون‌های لایه ظرفیت را به صورت نقطه‌هایی اطراف نماد شیمیایی اتم‌ها تشکیل دهنده مولکول نشان داد. جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده بین اتم‌ها (جفت الکترون پیوندی) به صورت دو نقطه یا خط تیره بین دو اتم نشان داده می‌شود. به این شیوه نمایش دادن مولکول‌ها، مدل الکترون - نقطه‌ای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

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

برای نمونه، اتم‌های کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب ۴، ۶ و ۱ الکترون در لایه ظرفیتشان دارند و مدل الکترون - نقطه‌ای این اتم‌ها را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



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



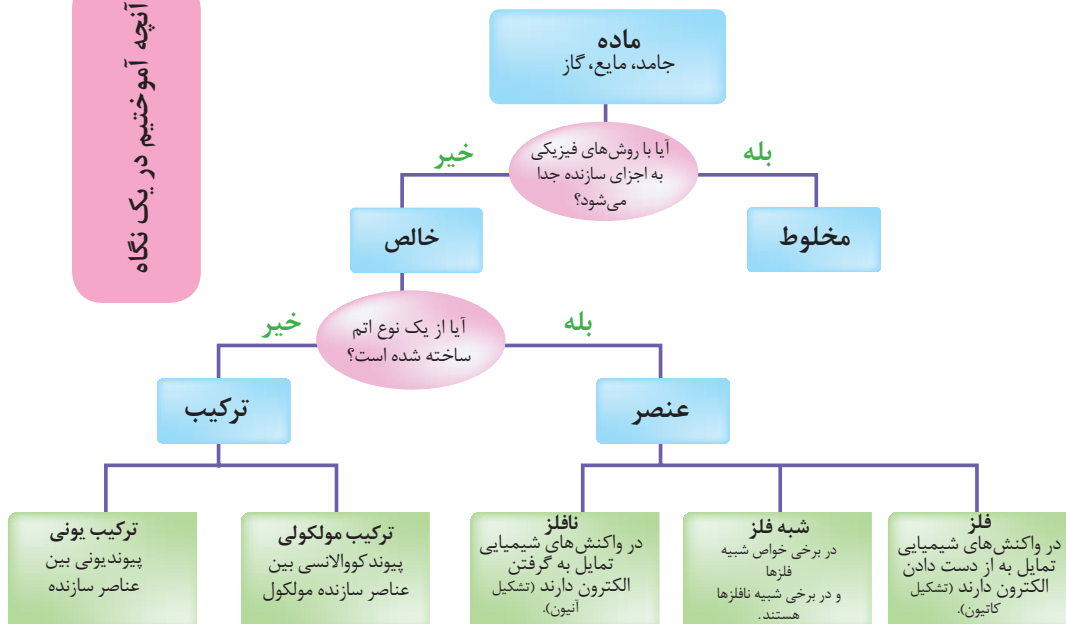
در یک فعالیت گروهی به کمک هم گروهی‌های خود در ارتباط با تفاوت‌های ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی تحقیق کنید و نتایج خود را به کلاس ارائه دهید.



تمرین در خانه

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.

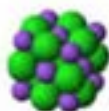
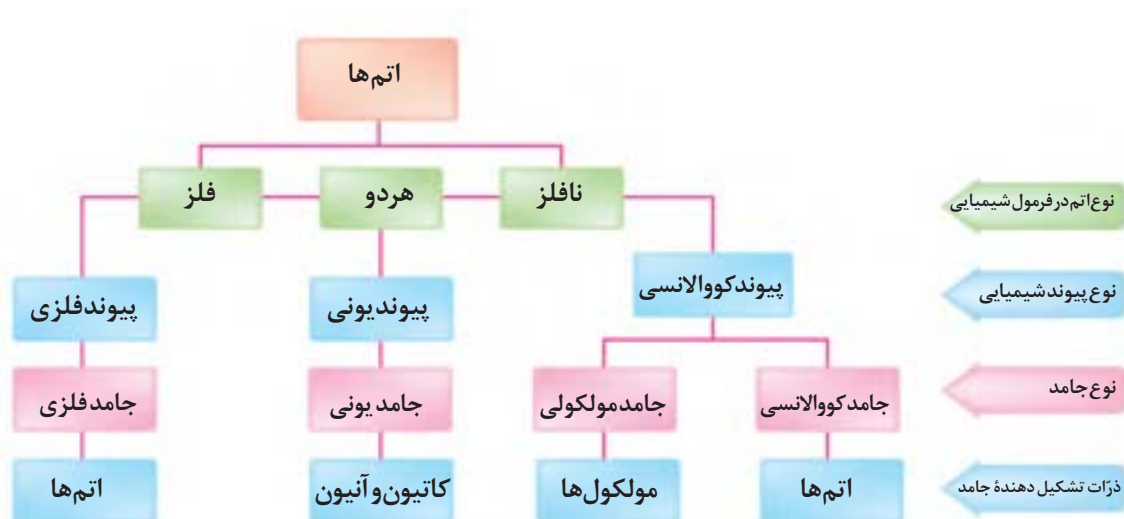
آنچه آموختیم در یک نگاه



گوگرد

ژرمانیوم

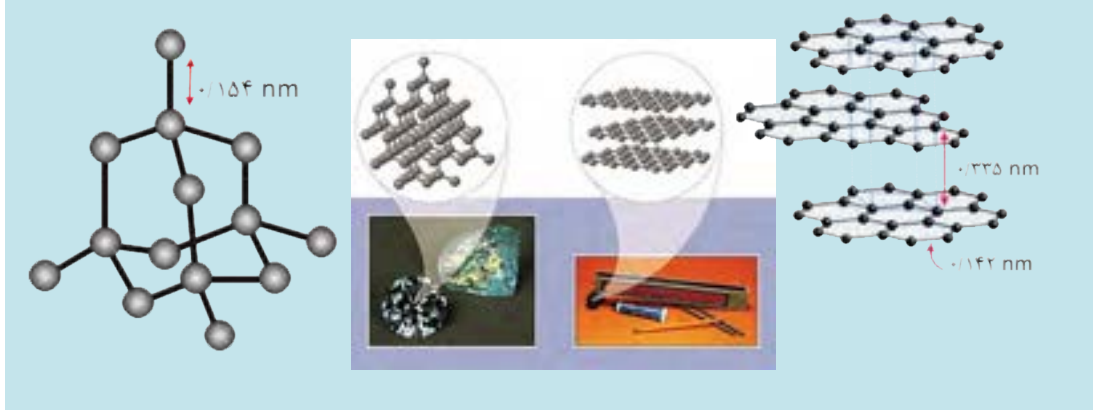
طلا





جامدهای کووالانسی

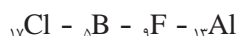
در برخی از مواد تعداد بسیار زیادی اتم (غیر قابل شمارش!!) از طریق پیوندهای کووالانسی به هم متصل می‌شوند و یک شبکه از اتم‌ها را به وجود می‌آورند. به چنین موادی که جامدهای بسیار سخت هستند جامدهای کووالانسی گفته می‌شود. الماس و گرافیت معروف‌ترین جامدهای کووالانسی هستند که از اتم‌های کربن ساخته شده‌اند. در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



ارزشیابی پایان فصل

۱- الف) آرایش الکترونی اتم عنصرهای زیر را بنویسید.

ب) تعیین کنید کدام عنصرها خواص شیمیایی مشابه دارند و در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند؟



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

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

۳- دلیل هریک از پدیده‌های زیر را توضیح دهید:

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

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

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