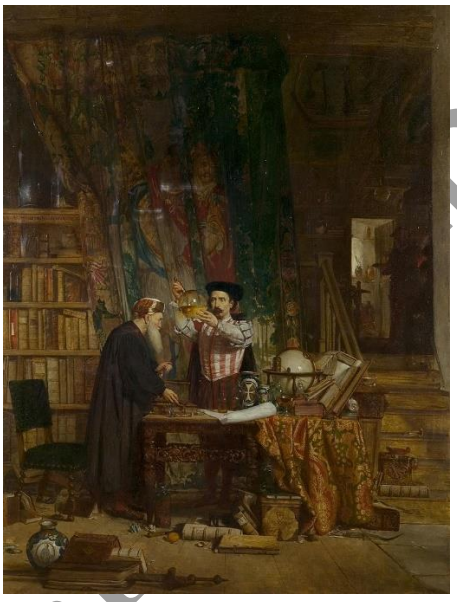
فصل اول: مواد و نقش آنها در زندگی

در گذشته افرادی به نام کیمیاگر در تلاش بودند که فلزات کم‌ارزش مانند مس را با ساخت ماده کیمیا به طلا تبدیل کنند. همان طور که امروزه ما می‌دانیم این کار غیرممکن است، اما تلاش‌های آنها موجب توسعه علم شیمی شد. در واقع کیمیاگران نخستین شیمیدانان تاریخ هستند. علم شیمی به بررسی مواد و واکنش‌های میان آنها می‌پردازد.



۱- مفاهیم اولیه

۱-۱ تعریف مواد خالص و ناخالص:

موادی که ما در اطراف خود می‌بینیم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- مواد خالص : موادی که فقط از یک نوع ماده ساخته شده باشند، مانند آب، نمک، گاز اکسیژن و فلز آهن

۲- مواد ناخالص (مخلوط) : موادی که از دو یا چند ماده خالص ساخته می‌شوند، مانند آب نمک، هوا، فولاد

www.phyakbari.ir

مواد خالص خود به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- عنصر، مانند هیدروژن و اکسیژن و ۲- ترکیب، مانند آب و آمونیاک

* همه ۱۱۸ عنصر موجود در جدول تناوبی عنصرها جزء مواد خالص هستند.

سؤال: کدام یک از مواد زیر خالص نیست؟

الف- مس ب- اکسیژن ج- نفت د- فلوئور

پاسخ: گزینه ج درست است، زیرا سه گزینه دیگر عنصر هستند و ماده خالص محسوب می‌شوند، اما نفت مخلوط است.

* اگر پیوند شیمیایی میان عنصرها صورت بگیرد همچنان ماده تولید شده خالص می‌ماند اما به ترکیب تبدیل می‌شود، به طور مثال:

$$N_۲ + H_۲ \rightarrow NH_۳$$

هر سه گاز بالا یعنی نیتروژن (گاز ازت)، هیدروژن و آمونیاک مواد خالص هستند، اما نیتروژن و هیدروژن عنصر و آمونیاک ترکیب است.

* اگر مواد خالص (عنصر یا ترکیب) فقط با هم مخلوط شوند و پیوند شیمیایی شکل نگیرد به ماده ناخالص تبدیل می‌شوند.

سؤال: کدام یک از گزینه‌های زیر یک مادهٔ خالص ترکیب است؟

الف- الماس ب- هوا ج- هلیم د- مس‌اکسید

www.phyakbari.ir

پاسخ: گزینه د درست است، الماس فقط از کربن ساخته شده، بنابراین عنصر است؛ هوا مخلوطی از چند گاز است؛ هلیم عنصر است؛ مس‌اکسید از دو عنصر مس و اکسیژن ساخته شده که بین اتم‌های آن پیوند شیمیایی برقرار است، بنابراین خالص و ترکیب است.

۱-۲ تقسیم‌بندی عنصرها

تعریف عنصر: عنصرها موادی هستند که فقط از یک نوع اتم ساخته شده‌اند، مانند فلز آهن و گاز هیدروژن.

عنصرها در فرمول شیمیایی خود فقط یک حرف بزرگ انگلیسی دارند، مانند سدیم (Na) و کربن (C)، آنها به سه دسته تقسیم بندی می‌شوند: ۱- فلز، ۲- نافلز و ۳- شبه فلز

* سطح براق (جلاپذیری)، رسانندگی الکتریکی و گرمایی بالا، شکل پذیری و جامد بودن از مهترین ویژگی‌های فلزات است.

* سطح کدر، رسانندگی الکتریکی و گرمایی پایین، شکنندگی و جامد یا گاز بودن از مهترین ویژگی‌های نافلزات است. نافلزات عبارتند از هیدروژن (H)؛ در گروه ۱۴: کربن (C)؛ در گروه ۱۵: نیتروژن (N) و فسفر (P)؛ در گروه ۱۶: اکسیژن (O)، گوگرد (S) و سلنیوم (Se)؛ گروه ۱۷: هالوژن‌ها؛ گروه ۱۸: گازهای نجیب.

* شبه فلزات برخی ویژگی‌های نافلزات و برخی ویژگی‌های فلزات را دارند، به طور مثال سیلیسیم که سطح براقی دارد، اما از نظر رسانندگی الکتریکی نیمه‌رسانا محسوب می‌شود.

www.phyakbari.ir

سؤال: کدام عنصر از لحاظ شیمیایی به نافلزها شبیه است، اما از لحاظ خواص فیزیکی شبیه فلزها است؟

الف- بور ب- بیسموت ج- قلع د- منیزیم

پاسخ: گزینه الف درست است؛ زیرا بور شبه فلز است، بور، سیلیسیم، ژرمانیم، آرسنیک، آنتیموان، تلوریم و پلونیم ۷ شبه فلز جدول تناوبی هستند.

* در دمای اتاق، تنها فلز مایع جیوه و تنها نافلز مایع برم است.

* بعضی فلزات در انتهای اسم خود «یُم» دارند و از این طریق قابل شناسایی هستند، مانند سدیم، منیزیم و آلومینیم، اما هلیم (نافلز) و سیلیسیم (شبه‌فلز) از این قاعده مستثنی هستند.

سؤال: کدام گزینه عنصر فلزی نیست؟

الف- کریپتون ب- منیزیم ج- روبیدیم د- باریم

پاسخ: گزینه الف درست است؛ سه گزینه دیگر در انتهای اسم خود «یُم» دارند و فلز هستند، کریپتون نافلز است و جزء گازهای نجیب است.

۲- واکنش‌پذیری فلزات

تمایل فلزات در ایجاد واکنش با مواد اطراف خود یکسان نیست، برخی از آنها واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به سایرین دارند.

مقایسه واکنش‌پذیری چند فلز:

پلاتین < طلا < نقره < جیوه < مس < سرب < آهن < روی < آلومینیم < منیزیم < سدیم < پتاسیم

www.phyakbari.ir

سؤال: اکسید کدام یک از فلزات زیر سخت‌تر از سایرین به دست می‌آید؟

الف- مس ب- پتاسیم ج- روی د- آلومینیم

پاسخ: گزینه الف درست است، زیرا مس واکنش پذیری کمتری نسبت به سایرین دارد و دیرتر با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود.

سؤال: با توجه به واکنش پذیری فلزات کدام واکنش زیر انجام نمی‌شود؟

الف- <---- محلول مس سولفات + آهن ب- <---- محلول آهن سولفات + روی

ج- <---- محلول آهن سولفات + مس د- <---- محلول روی سولفات + منیزیم

پاسخ: گزینه ج درست است، با توجه به واکنش‌پذیری کمتر مس نسبت به آهن، مس نمی‌تواند جایگزین آهن در ترکیب آهن سولفات شود، به همین دلیل این واکنش انجام نمی‌شود.

سؤال: ترکیب روی سولفات را در ظرفی از جنس کدام فلز زیر نمی‌توان نگه‌داری کرد؟

الف- آهن ب- مس ج- منیزیم د- طلا

پاسخ: گزینه ج درست است، با توجه به واکنش پذیری بیشتر منیزیم نسبت به روی، اتم‌های منیزیم تشکیل دهنده ظرف از ظرف جدا شده و جایگزین روی می‌شوند، بنابراین ظرف آسیب می‌بیند و امکان نگهداری روی سولفات را ندارد، در مورد سایر گزینه‌ها به دلیل واکنش‌پذیری کمتر ظرف آسیب نمی‌بیند.

۳- مدل اتمی بور

طبق مدل اتمی بور، پروتون‌ها (بار مثبت، p) و نوترون‌ها (بدون بار، n) درون هسته اتم و الکترون‌ها (بار منفی، e) در مدارهایی در اطراف هسته اتم در حال چرخش هستند. در هنگام پر شدن هر مدار، ظرفیت طبق رابطه زیر تعیین می‌شود که در آن n شماره هر مدار است و از یک شروع می‌شود:

www.phyakbari.ir

$$\text{ظرفیت هر مدار} = ۲n^۲$$

به طور مثال:

$$n = ۱ \text{ , ظرفیت مدار اول} = ۲ \times ۱^۲ = ۲$$

$$n = ۲ \text{ , ظرفیت مدار دوم} = ۲ \times ۲^۲ = ۸$$

* تعداد پروتون‌ها نشان دهنده عدد اتمی (Z) و مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها نشان دهنده عدد جرمی (A) است.

سؤال: تعداد ذرات هسته اتم X شش برابر تعداد ذرات باردار اتم $M^{۷}_{۳}$ است. عدد جرمی X چند است؟

الف- ۶۰ ب- ۴۲ ج- ۲۱ د- ۳۶

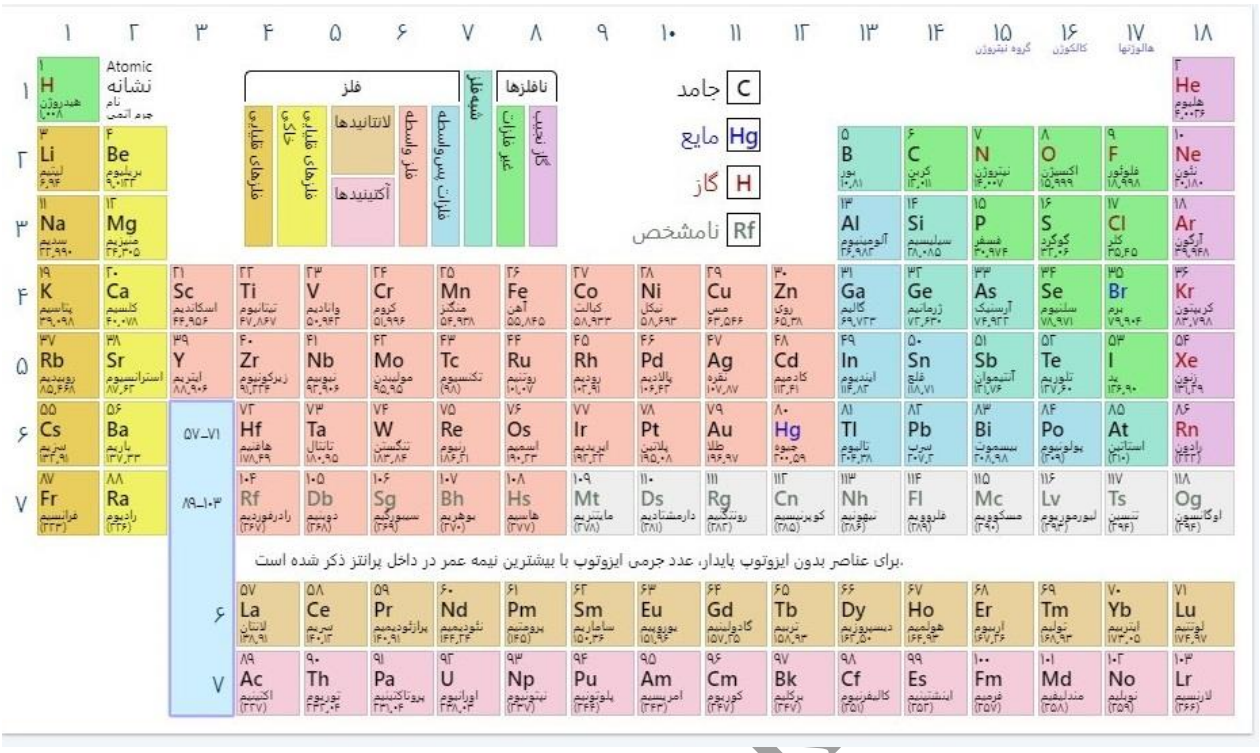
پاسخ: گزینه د درست است؛ در اتم M عدد اتمی برابر با ۳ و عدد جرمی ۷ است، ذرات باردار اتم M شامل الکترون‌ها و پروتون‌ها می‌شود، می‌دانیم در حالت عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است به همین دلیل اتم M ۶ ذره باردار دارد:

$$A_X = n_X + p_X = ۶ \times (\text{ذرات بادار اتم } M) = ۶ \times ۶ = ۳۶$$

۴- طبقه‌بندی عنصرها در جدول تناوبی

در جدول تناوبی، عنصرها را بر اساس تعداد الکترون‌های مدار آخر طبقه‌بندی می‌کنند، به این صورت که عنصرهایی با تعداد الکترون‌های مدار آخر برابر در یک گروه قرار می‌گیرند. خانه‌های افقی در جدول دوره (ردیف) و خانه‌های عمودی گروه (ستون) نامیده می‌شوند.

www.phyakbari.ir



* در ساختار الکترونی یک عنصر تعداد مدارها نشان دهنده دوره و تعداد الکترون‌های مدار آخر (لایه ظرفیت) نشان دهنده گروه قرارگیری عنصر در جدول است.

مثال: گروه و دوره عنصر اکسیژن در جدول تناوبی را تعیین کنید؟

جواب: با رسم ساختار الکترونی اکسیژن که در مدار اول خود ۲ الکترون و مدار دوم ۶ الکترون دارد؛

$$^{16}_{8}O = 2)\ 6)$$

اکسیژن در دوره دوم و در گروه ۶ اصلی جدول تناوبی قرار می‌گیرد.

* عنصر هلیم علارغم اینکه دو الکترون در مدار آخر خود دارد در گروه هشت اصلی قرار می‌گیرد.

* عنصرهایی که تعداد الکترون‌های مدار آخر آنها با هم برابر، خواص شیمیایی مشابهی دارند.

سؤال: کدام جفت عنصر زیر خواص شیمیایی مشابهی دارند؟

الف- $_{12}Mg$ و $_{2}He$ ب- $_{11}Na$ و $_{5}B$ ج- $_{8}O$ و $_{16}S$ د- $_{17}Cl$ و $_{13}Al$

www.phyakbari.ir

پاسخ: گزینه ج درست است؛ اکسیژن و گوگرد هر دو ۶ الکترون در مدار آخر خود دارند، ساختار الکترونی عنصرهای گزینه الف منیزیم ۲-۸-۲ و هلیم ۲ می‌شوند اما می‌دانیم هلیم از نظر خواص شیمیایی شبیه عنصرهایی است که در مدار آخرشان ۸ الکترون دارند، گزینه ب سدیم ۱ الکترون و بور سه الکترون در مدار آخر خود دارند، گزینه د کلر ۷ الکترون و آلومینیم ۳ الکترون در مدار آخر خود دارند.

* جدول تناوبی ۱۸ گروه دارد و گروه‌های ۱، ۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ هشت گروه اصلی این جدول هستند.

* در هنگام تکمیل مدارهای الکترونی بهتر است از ترتیب ۲ الکترون، ۸ الکترون، ۱۸ الکترون و ۱۸ الکترون برای پنج مدار ابتدایی استفاده شود و برای تعیین تعداد الکترون‌های مدار آخر در مدارهای ۴ و ۵ عدد به دست آمده را از ۱۰ کم کنیم. عنصرهایی که در مدار ۴ و ۵ خود ۱۲ الکترون یا کمتر دارند همگی در مدار آخر خود دو الکترون دارند.

سؤال: عنصر سی و دوم جدول تناوبی با کدام عنصر زیر هم گروه نیست؟

الف- $_{6}C$ ب- $_{15}P$ ج- $_{14}Si$ د- $_{50}Sn$

پاسخ: گزینه ب درست است، عنصر ۳۲ دارای ساختار الکترونی ۲-۸-۸-۱۴ است، بنابراین ۴ الکترون در لایه ظرفیت خود دارد و در گروه ۴ اصلی قرار می‌گیرد، عنصر فسفر در مدار آخر خود ۵ الکترون دارد و در گروه ۵ اصلی قرار دارد.

سؤال: کدام عدد اتمی مربوط به عنصری است که تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن بیشتر از سایرین است؟

الف- ۱۶ ب- ۱۷ ج- ۱۸ د- ۱۹

www.phyakbari.ir

پاسخ: گزینه ج درست است، عدد اتمی ۱۶ دارای ساختار الکترونی ۲-۸-۶، ۱۷ دارای ساختار ۲-۸-۷، ۱۸ دارای ساختار ۲-۸-۸ و ۱۹ دارای ساختار ۲-۸-۸-۱ است، بنابراین گزینه ج دارای ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود است و بیشتر از سایرین است.

سؤال: خواص شیمیایی عنصر کلر با عدد اتمی ۱۷، به خواص شیمیایی کدام عنصر نزدیک‌تر است؟

الف- $_{25}Mn$ ب- $_{37}Rb$ ج- $_{33}As$ د- $_{35}Br$

پاسخ: گزینه د درست است، کلر در مدار آخر خود ۷ الکترون دارد، ساختار الکترونی منگنز ۲-۸-۸-۵ می‌شود و دو الکترون در مدار آخر دارد، روبیدیم دارای ساختار ۲-۸-۸-۱۸-۱ است، آرسنیک دارای ساختار ۲-۸-۸-۱۵ است بنابراین ۳ الکترون در مدار آخر خود دارد، برم دارای ساختار ۲-۸-۸-۱۷ است و ۷ الکترون در مدار آخر خود دارد و با کلر خواص شیمیایی مشابه دارد.

* عنصرهای گروه ۸ اصلی جدول تناوبی گازهای نجیب یا بی‌اثر نامیده می‌شوند که تمایل بسیار کمی برای ایجاد پیوند شیمیایی با سایر عناصر دارند.

* عنصرهای گروه ۷ اصلی جدول تناوبی هالوژن نامیده می‌شوند که به معنی نمک ساز است، ترکیب آنها با فلزات گروه‌های اول و دوم باعث تشیل نمک می‌شود، مانند سدیم کلرید که از ترکیب سدیم در گروه اول و کلر در گروه اول تولید می‌شود.

* همه عنصرهایی که در مدار آخر خود بین ۱ تا ۳ الکترون دارند فلز هستند و عنصرهای دارای ۴ الکترون و بیشتر تا ۸ نافلز هستند

توجه: این نکته در مورد بعضی عنصرها مانند هیدروژن، هلیم، بور و .... صادق نیست.

www.phyakbari.ir

مثال: تعیین کنید کدام یک از عنصرها زیر فلز و کدام نافلز است؟

الف- $_{20}Ca$ ب- $_{16}S$

جواب: کلسیم با ساختار الکترونی ۲-۸-۸-۲ فلز است و گوگرد با ساختار الکترونی ۲-۸-۶ نافلز است.

۴-۱ ویژگی‌های جدول تناوبی

اولین خانه در جدول تناوبی متعلق به عنصر هیدروژن است که فقط یک پروتون دارد و بنابراین عدد اتمی آن یک است. با افزایش عدد اتمی هسته اتم سنگین‌تر می‌شود. سنگین‌ترین عنصر اوگانسون است که در واقع مصنوعی است و در طبیعت یافت نمی‌شود.

* در یک گروه از جدول تناوبی با افزایش عدد اتمی، تعداد مدارهای الکترونی روندی افزایشی دارند، اما تعداد الکترون‌های مدار آخر ثابت می‌مانند.

* در یک دوره از جدول تناوبی با افزایش عدد اتمی، تعداد الکترون‌های مدار آخر روندی افزایشی دارند، اما تعداد مدارهای الکترونی ثابت می‌مانند.

* در یک گروه فلزی به طور مثال گروه ۱ (فلزات قلیایی) با افزایش عدد اتمی، خاصیت فلزی افزایش می‌یابد، به همین دلیل پتاسیم نسبت به سدیم واکنش پذیری بیشتری دارد.

* در یک گروه نافلزی به طور مثال گروه ۷ (هالوژن‌ها) با افزایش عدد اتمی، خاصیت نافلزی کاهش می‌یابد، به همین دلیل فلوئور نسبت به کلر نافلز قوی‌تری است و واکنش پذیری بیشتری دارد.

سؤال: در هر دوره جدول تناوبی از راست به چپ، تعداد پروتون‌ها ..... می‌یابد (می‌ماند) و تعداد لایه‌های الکترونی ..... می‌یابد (می‌ماند).

الف- کاهش- ثابت ب- افزایش- ثابت

www.phyakbari.ir

ج- ثابت- افزایش د- ثابت- ثابت

پاسخ: گزینه ب درست است؛ در صورت سؤال از راست به چپ آمده یعنی کاهش عدد اتمی، به همین دلیل تعداد پروتون کاهش می‌یابد، اما لایه‌های الکترونی همچنان ثابت می‌مانند.

۵- بسپارها یا پلیمرها

ریزمولکول: مولکول‌هایی که تعداد اتم‌های هر عنصر در ساختار آن قابل شمارش هستند، مانند آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3) و سولفوریک اسید (H_2SO_4).

سؤال: در مولکول کدام ماده تعداد اتم‌ها محدود است؟

الف- پلاستیک ب- ابریشم ج- کات کبود د- هموگلوبین

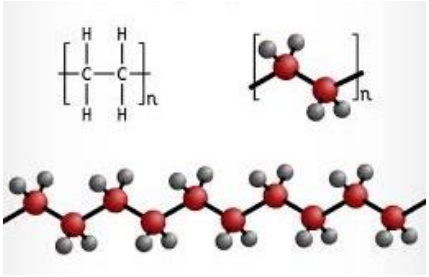
پاسخ: گزینه ج درست است؛ کات کبود با فرمول شیمیایی $CuSO_4$ یک ریزمولکول است، بنابراین تعداد اتم‌ها در آن محدود است، سایر گزینه‌ها درشت مولکول هستند.

درشت مولکول: مولکول‌هایی که تعداد اتم‌های هر عنصر در ساختار آن قابل شمارش نیست، مانند هموگلوبین، مولکول چربی، سلولز و ....

پلیمر یا بسپار: دسته خاصی از درشت مولکول‌ها که در ساختار آنها یک بخش تکرار شونده (مولکول کوچکتر) وجود دارد، مانند پلی اتن $(C_2H_4)_n$ که از تکرار مولکول کوچک‌تر اتن C_2H_4 ساخته می‌شود.

* مولکول کوچک تکرار شونده در ساختار پلیمرها، مونومر نامیده می‌شود، به طور مثال C_2H_4 مونومر پلی‌اتن است.

www.phyakbari.ir



پلیمرها به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- طبیعی، از طبیعت به دست می‌آیند؛ ۲- مصنوعی، از مواد موجود در طبیعت از جمله تجزیه نفت خام ساخته می‌شوند.

پلیمرها طبیعی خود به دو دسته گیاهی مانند نشاسته، سلولز و پنبه و جانوری مانند ابریشم، گوشت و پشم تقسیم می‌شوند.

انواع پلاستیک‌ها، تفلون و الیاف مصنوعی مثال‌هایی از پلیمرهای مصنوعی هستند.

سؤال: کدام مورد یک پلیمر طبیعی نیست؟

الف- الیاف کتان ب- تار عنکبوت ج- لاک لاک پشت د- الیاف کربن

پاسخ: گزینه د درست است؛ کتان، تار عنکبوت و لاک لاک پشت هر سه طبیعی هستند، اما الیاف کربن به صورت مصنوعی ساخته می‌شوند.

www.phyakbari.ir