جزوه شیمی دهم

شامل خلاصه درس، نکات مهم کتاب، نکات تستی و مثال های متنوع و تست های دوره ای

تهیه و تنظیم: دکتر ملک زاده

@konkorilife

فصل ۱

کیهان زادگاه الفبای هستی

@konkorilife

کیهان زادگاه الفبای هستی

دانشمندان برای شناخت بیش تر سامانه ی خورشیدی در سال ۱۹۷۷ میلادی(۱۳۵۶ شمسی) دو فضاپیما وویجر ۱ و ۲ به فضا فرستادند و این دو فضاپیما ماموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه ی فیزیکی و شیمیایی آن ها را تهیه و به زمین بفرستند. این شناسنامه ها می توانند اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی موجود در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد این مواد را داشته باشد.

مثال ۱: عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره شناسان ایرانی است که اولین بار گزارشی در مورد کهکشان آندرومیا ارائه داد کدام اطلاعات زیر در گزارش او نبود؟

۱) این کهکشان نزدیک ترین همسایه به سامانه خورشیدی است.

۲) او موقعیت ستاره ها در صورت فلکی مشخص کرد.

۳) او رنگ و اندازه ستاره ها در صورت فلکی مشخص کرد.

۴) او ترکیب های شیمیایی در انمسفر این ستاره ها را مشخص کرد.

گزینه ۴: عبدالرحمن صوفی در گزارش خود عنوان کرد که کهکشان آندرومیا نزدیک ترین همسایه به سامانه خورشیدی است و او موقعیت، اندازه و رنگ ستاره ها را در صورت فلکی مشخص کرد.

مثال ۲: دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ ماموریت داشتند با گذر از کنار سیاره های ..... ، شناسنامه ی فیزیکی و شیمیایی آن ها که حاوی اطلاعات ..... تهیه کنند و به زمین بفرستند.

۱) ناهید، زحل و اورانوس – ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن ها

۲) مشتری، تیر و نپتون – ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن ها و خواص شیمیایی آن ها

۳) تیر، ناهید و مشتری - نوع عنصرهای سازنده و ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن ها

۴) زحل، اورانوس و نپتون – نوع عنصرهای سازنده، ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد این مواد

گزینه ۴: دانشمندان در سال ۱۹۷۷ میلادی دو فضاپیما وویجر ۱ و ۲ به فضا فرستادند و این دو فضاپیما ماموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه ی فیزیکی و شیمیایی آن ها را تهیه و به زمین بفرستند. این شناسنامه ها می توانند اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی موجود در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد این مواد را داشته باشد.

سیاره های منظومه شمسی به دو دسته تقسیم می شوند: ا- سیاره های سنگی(درونی) شامل تیر یا عطارد، ناهید یا زهره، زمین و مریخ می باشند ۲- سیاره های گازی(بیرونی) که شامل سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون می باشند.

فاصله این سیاره ها از خورشید به صورت زیر است:

نپتون > اورانوس > زحل > مشتری > مریخ > زمین > ناهید > عطارد

یعنی عطارد یا تیر کم ترین فاصله را به خورشید دارد و نپتون بیش ترین فاصله نسبت به سایر سیاره ها از خورشید دارد.

مقایسه سیاره ی مشتری با سیاره ی زمین

۱- فراوان ترین عنصر در سیاره ی مشتری هیدروژن ولی فراوان ترین عنصر در سیاره ی زمین آهن است.

۲- مشتری جزو سیاره های گازی است ولی زمین جزو سیاره های سنگی است.

۳- مشتری بزرگ ترین سیاره ی منظومه شمسی است ولی زمین پنجمین سیاره از لحاظ بزرگی در منظومه شمسی است.

۴- مشتری یک سیاره ی گازی است و هیچ فلزی در آن وجود ندارد ولی زمین سیاره سنگی است و فلزهای زیادی در آن وجود دارد.

۵- در بین هشت عنصر اصلی موجود در زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن و گوگرد مشترک هستند که اکسیژن دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری است و گوگرد در هر دو سیاره رتبه ششم از لحاظ فراوانی دارد.

۶- مقایسه ی فراوانی عنصرها در مشتری و زمین به صورت زیر است:

فراوانی عنصرها در مشتری $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

@konkorilife

فراوانی عنصرها در زمین $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

مثال: کدام عبارت زیر نادرست است؟

۱) آهن فراوان ترین عنصر در کره ی زمین است.

۲) اکسیژن دومین عنصر فراوان کره ی زمین است.

۳) درصد فراوانی هیدروژن در سیاره مشتری خیلی بیش تر از هلیم است.

۴) سحابی بوم رنگ یکی از مکان های زایش ستاره هاست.

گزینه ۴ : سحابی عقاب یکی از مکان های زایش ستاره ها است.

روند پیدایش عنصرها

برخی از دانشمندان معتقدند که جهان هستی(کیهان) که با انفجار بزرگی همراه بوده که طی آن انرژی زیادی آزاد شده است. با این انفجار ذره های ریز اتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شدند و پس از مدت کوتاهی ابتدا عنصر هیدروژن و سپس هلیم بوجود آمدند و با گذشت زمان و کاهش دما گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده متراکم شده و مجموعه های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند و بعدها این سحابی ها باعث پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شدند.در درون ستاره ها مانند خورشید در دماهای بسیار بالا واکنش های هسته ای رخ می دهند، واکنش هایی که در آن ها از عنصرهای سبک تر، عنصرهای سنگین تر پدید می آید. با انجام واکنش های هسته ای درون ستاره ها ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ساخته می شوند و در مراحل بعدی طی واکنش های هسته ای دیگر از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین تر مانند آهن، طلا و ... تولید می شوند.

دما و اندازه ی هر ستاره تعیین کننده ساخت عنصرها در آن می باشد یعنی هر چه دمای ستاره بیش تر باشد شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر فراهم می شود در واقع ستارگان پس از چندین میلیون سال نور افشانی و گرمابخشی پایداری خود را از دست می دهند و در اثر انفجار مهیب متلاشی شده و عنصرهای تشکیل شده در آن، در فضا پخش می شوند.

مثال ۱: خورشید ..... ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود ..... درجه سانتی گراد می رسد که انرژی گرمایی آن حاصل از واکنش های هسته ای است که در آن .... به ..... تبدیل می شود.

۱) نزدیک ترین، ۱۰۰۰۰۰۰ ، هیدروژن، هلیم ۲) دورترین، ۶۰۰۰ ، هلیم، هیدروژن

۳) نزدیک ترین، ۶۰۰۰ ، هیدروژن، هلیم ۴) دورترین، ۱۰۰۰۰۰۰ ، هلیم، هیدوژن

گزینه ۳: خورشید نزدیک ترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود ۶۰۰۰ درجه سانتی گراد می رسد که انرژی گرمایی آن حاصل از واکنش های هسته ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می شود.

مثال ۲: کدام یک از موارد زیر در مورد سحابی ها نادرست است؟

۱) ار تراکم گازهای هیدروژن و هلیم ایجاد می شوند.

۲) مجموعه هایی گازی هستند.

۳) با گذشت زمان و افزایش دما ایجاد می شوند.

۴) باعث پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شده اند.

گزینه ۳: با گذشت زمان و کاهش دما گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه های گازی به نام سحابی ایجاد کرد و بعدها این سحابی ها باعث پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شد.

رابطه انیشتن: در ستارگان به علت واکنش های هسته ای انرژی زیادی آزاد می شود انیشتن رابطه ای را برای محاسبه ی انرژی آزاد شده در این واکنش ها ارائه داد که این رابطه به صورت زیر است.

@konkorilife

$$E=mc^2$$

که در این رابطه m جرم ماده بر حسب کیلوگرم، c سرعت نور بر جسب متر بر ثانیه که برابر با $۳\times۱۰^{۸} m/s$ و E انرژی آزاد شده بر جسب ژول نشان می دهد. طبق نظریه انفجار بزرگ(مهبانگ) ابتدا انرژی زیادی آزاد شده و سپس ذره های ریز اتمی و عنصرهای هیدروژن و هلیم پدید آمده اند یعنی در مراحل آغازی انفجار بزرگ بر خلاف واکنش های هسته ای درون ستارگان مقداری انرژی به ماده تبدیل شده است بنابر این طبق این رابطه در شرایط مناسب هم ماده می تواند به انرژی و هم انرژی می تواند به ماده تبدیل شود در نتیجه در واکنش های هسته ای مجموع جرم و انرژی واکنش دهنده ها با مجموع جرم و انرژی فرآوردها برابر است.

مثال ۱: تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می شود در این واکنش هسته ای چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

۱) $۲/۱۶\times۱۰^{۸}$ ۲) $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$ ۳) $۷/۲۰\times۱۰^{۸}$ ۴) $۷/۲۰\times۱۰^{۱۱}$

گزینه ۱: $E = mc^2 = 0.0024 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 2.16 \times 10^{11} J \xrightarrow{\div 1000} 2.16 \times 10^8 kJ$

مثال ۲: در یک واکنش هسته ای ۰/۱۸ میلی گرم ماده به انرژی تبدیل می شود. این مقدار انرژی چند کیلوگرم یخ خشک (کربن دی اکسید جامد) را می تواند تصعید کند؟ فرض کنید برای تصعید یک کیلوگرم یخ خشک ۵۴۰۰ ژول انرژی لازم است.

۱) ۳×۱۰^{۴} ۲) ۳×۱۰^{۵} ۳) ۳×۱۰^{۶} ۴) ۳×۱۰^{۷}

گزینه ۲: $E = mc^2 = 0.0018 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.62 \times 10^8 J$

یخ خشک $1kg$ $540J$

$x = \frac{1.62\times10^8}{540} = 3 \times 10^5 kg$ 1.62×10^{14}

مثال ۳: کدام عبارت در مورد شکل روبرو درست می باشد؟

۱) تراکم ستاره ها و تولید توده ای عظیم به نام سحابی را نشان می دهد.

۲) مجموعه ای گازی است که بر اثر متراکم شدن گازهای هیدروژن و هلیم تشکیل شده است.

۳) یکی از مکان های زایش ستاره ها است که سحابی عقاب نام دارد.

۴) مرگ یک ستاره و پراکنده شدن عنصرهای آن و تولید سحابی نشان می دهد.

گزینه ۳: یکی از مکان های زایش ستاره ها است که سحابی عقاب نام دارد.

مثال ۴: خورشید روزانه $۱۰^{۲۲}$ ژول انرژی به سوی زمین گسیل می دارد. اگر انرژی تولید شده در خورشید از رابطه انیشتن پیروی کند سالانه چند کیلوگرم از جرم خورشید کاسته می شود؟

۱) 4.056×10^5 ۲) 4.056×10^7 ۳) 3.33×10^5 ۴) 3.33×10^7

گزینه ۲: $E = mc^2 \Rightarrow 365 \times 10^{22} = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 4.056 \times 10^5 kg$

عدد اتمی و عدد جرمی: به تعداد پروتون های هسته اتم، عدد اتمی می گویند که آن را با حرف Z نشان می دهند و در یک اتم خنثی، تعداد پروتون ها و الکترون ها برابر است. بنابر این می توان گفت که عدد اتمی معرف تعداد الکترون ها نیز می تواند باشد. عدد اتمی را در سمت چپ و پایین نماد شیمیایی عنصرها می نویسیم و به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته، عدد جرمی می گویند که آن را با حرف A نشان می دهند و در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی عنصرها نوشته می شود. اتم ها ذره های هستند که از یک هسته و تعدادی الکترون در اطراف هسته قرار گرفته تشکیل شده اند. هسته ها از ذره های به نام پروتون و نوترون که به آن ها نوکلئون می‌گویند، تشکیل شده اند. بار الکترون منفی و برابر $-۱/۶\times۱۰^{-۱۹} C$ و بار پروتون مثبت و برابر $+۱/۶\times۱۰^{-۱۹} C$ است. نوترون ها ذره های بدون بار و خنثی هستند. بار الکترون ها و پروتون ها از نظر اندازه(قدرمطلق) برابر است، اما از نظر علامت قرینه هم است. بار الکترون به عنوان واحد بار منفی و بار پروتون به عنوان واحد بار مثبت در نظر گرفته می شود. خواص شیمیایی اتم ها توسط تعداد پروتون های هسته

@konkorilife

ی آن تعیین می شود. اتم ها با تعداد پروتون های برابر خواص شیمیایی یکسان دارند و اتم هایی که تعداد پروتون های متفاوتی دارند خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

تعداد نوترون + تعداد پروتون = عدد جرمی

با توجه به این که تعداد پروتون ها همان عدد اتمی تلقی می شود، می توان رابطه فوق را می توان به صورت زیر نیز نوشت:

تعداد نوترون + عدد اتمی = عدد جرمی

مثلا پتاسیم عنصری با عدد اتمی ۱۹ و عدد جرمی ۳۹ می باشد از این رو می توان گفت تعداد پروتون و الکترون های این عنصر ۱۹ است و تعداد نوترون های آن هم ۲۰ است.

نماد شیمیایی عنصر $\leftarrow {}^{A(\text{عدد جرمی})}_{Z(\text{عدد اتمی})}E$

به جزء هیدروژن که در هسته خود تنها یک پروتون دارد، می توان گفت در هسته سایر اتم ها، تعداد نوترون برابر یا بیش از تعداد پروتون است. در یون ها می توان تعداد الکترون را از رابطه زیر به دست آورد:

بار با علامت − تعداد پروتون یا عدد اتمی = تعداد الکترون

به عنوان مثال یون نیترید($^{14}_{7}N^{3-}$)، که دارای سه بار منفی است. از این رو برای محاسبه تعداد الکترون های آن می توان از رابطه فوق استفاده کرد یعنی: تعداد الکترون $= 7 - (-3) = 10\ e$

در زیر چند مثال از کاربردهای عدد اتمی و عدد جرمی آورده شده است.

مثال ۱: عدد جرمی عنصری تقریباً ۱۰ + ۲x است و x عدد اتمی عنصر است تعداد نوترون های هسته این اتم برابر با :

۱) $x + ۱۰$ ۲) $۲x$ ۳) $x + ۵$ ۴) ۱۰

گزینه ۱ : تعداد نوترون ها = عدد جرمی − عدد اتمی $= 2x + 10 - x = x + 10$

مثال ۲: اگر جرم الکترون با تقریب برابر با $\frac{1}{2000}$ جرم هر یک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود نسبت جرم الکترون ها در اتم $^{2Z}_{Z}A$ به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک تر است.

۱) $\frac{1}{1000}$ ۲) $\frac{1}{2000}$ ۳) $\frac{1}{4000}$ ۴) $\frac{1}{5000}$

گزینه ۳ : $\frac{\text{جرم الکترون}}{\text{جرم اتم}} = \frac{\frac{Z}{2000}}{\frac{2Z}{1}}\ \frac{1\times Z}{2000\times 2Z} = \frac{1}{4000}$

مثال ۳: عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت تعداد نوترون ها و پروتون ها هسته ی آن برابر ۳ است تعداد الکترون های این عنصر کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

گزینه ۱: عدد اتمی $= \frac{\text{اختلاف نوترون ها و پروتون ها—عدد جرمی}}{2} = \frac{45-3}{2} = 21$

چون این عنصر خنثی است تعداد الکترون و تعداد پروتون با عدد اتمی برابر می باشد.

مثال ۴: نسبت تعداد نوترون به تعداد الکترون در کدام یک از گزینه های زیر بیش تر است؟

۱) $^{16}_{8}O^{2-}$ ۲) $^{19}_{9}F^{-}$ ۳) $^{65}_{30}Zn^{2+}$ ۴) $^{7}_{3}Li^{+}$

گزینه ۴: $O^{2-}: \frac{\text{تعداد نوترون}}{\text{تعداد الکترون}} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5} = 0.8\ ,\ F^{-}: \frac{\text{تعداد نوترون}}{\text{تعداد الکترون}} = \frac{10}{10} = 1$

$Zn^{2+}: \frac{\text{تعداد نوترون}}{\text{تعداد الکترون}} = \frac{35}{28} = 1.25\ ,Li^{+}: \frac{\text{تعداد نوترون}}{\text{تعداد الکترون}} = \frac{4}{2} = 2$

مثال ۵: تعداد الکترون های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ ($_{6}C$ ، $_{7}N$ ، $_{8}O$ ، $_{9}F$)

۱) NO_2^+ ۲) CNO^- ۳) OF_2 ۴) CO_2

گزینه ۳: بار با علامت − عدد اتمی = تعداد الکترون

@konkorilife

$$NO_2^+ \text{ تعداد الکترون} = (7 + 8 \times 2) - (+1) = 22e^-$$
$$CNO^- \text{ تعداد الکترون} = (6 + 7 + 8) - (-1) = 22e^-$$
$$OF_2 \text{ تعداد الکترون} = (8 + 9 \times 2) - 0 = 26e^-$$
$$CO_2 \text{ تعداد الکترون} = (6 + 8 \times 2) - 0 = 22e^-$$

شیمی دان ها در سده های ۱۸ و ۱۹ میلادی موفق شدند که به روش تجربی جرم اتم های بسیاری از عنصرهای شناخته شده تا آن زمان را به طور نسبی اندازه گیری کنند. برای مثال جرم یک اتم اکسیژن ۱/۳۳ برابر جرم یک اتم کربن و جرم یک اتم کلسیم ۲/۵ برابر جرم یک اتم اکسیژن است. استفاده از این نسبت ها در محاسبه های آزمایشگاهی کاری بس دشوار بود. از این رو، شیمی دان ها ناگزیر شدند جرم خاصی را به یک عنصر معین نسبت دهند و سپس به کمک نسبت های اندازه گیری شده، جرم عنصرهای دیگر را محاسبه کنند. سرانجام فراوان ترین ایزوتوپ کربن یعنی کربن ^{12}C برای این منظور انتخاب شد. این اتم کربن در هسته ی خود ۶ پروتون و ۶ نوترون دارد. دانشمندان جرم این اتم را دقیقاً برابر ۱۲/۰۰۰ درنظر گرفتند. با این حساب اتم اکسیژن که جرمی معادل ۱/۳۳ برابر جرم اتم کربن دارد، در این مقیاس جرمی برابر ۱۶/۰۰۰ خواهد داشت. جرم اتم عنصرهای دیگر نیز به همین شیوه اندازه گیری شد. شیمی دان ها برای جرم یک اتم یا جرم اتمی، amu را که کوتاه شده ی عبارت *atomic mass unit* به معنای واحد جرم اتمی است، به عنوان یکای جرم اتمی معرفی کردند. یک amu برابر یک دوازدهم جرم اتم کربن ^{12}C است. بنابر این در این مقیاس جرم اتم کربن ^{12}C برابر $12/000amu$ و جرم اتم اکسیژن $16/000amu$ خواهد بود. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون تقریباً $1amu$ است. در حالی که جرم الکترون تقریباً یک دوهزارم این مقدار است. در جدول زیر ویژگی های این ذره های زیر اتمی را مشاهده می کنید.

برخی ویژگی های ذره های زیراتمی

نام ذره	نماد	بار الکتریکی		جرم			مکان ذره در اتم
		مطلق	نسبی	amu (واحد جرم اتمی)	نسبی	گرم (g)	
الکترون	$_{-1}^{0}e$	$-1/602\times10^{-19}C$	-۱	۰/۰۰۰۵	۱	$9/109\times10^{-28}$	اطراف هسته
پروتون	$_{+1}^{1}p$	$1/602\times10^{-19}C$	+۱	۱/۰۰۷۳	۱۸۳۷	$1/673\times10^{-24}$	هسته
نوترون	$_{0}^{1}n$	۰	۰	۱/۰۰۸۷	۱۸۴۰	$1/675\times10^{-24}$	هسته

مثال ۱: اگر برای اندازه گیری جرم اتم ها به جای کربن از اکسیژن استفاده شود و مقیاس جرم اتم ها $\frac{1}{16}$ جرم ایزوتوپ ^{16}O در نظر بگیریم نسبت جرم اتمی اسکاندیم به جرم اتمی ایتریم به تقریب در این مقیاس جدید کدام است؟ (جرم اتمی اکسیژن، اسکاندیم و ایتریم به ترتیب ۱۵/۹۹۹ ، ۴۴/۹۴ و ۸۸/۹۱ است)

۱) ۰/۳۳ ۲) ۲ ۳) ۰/۶۷ ۴) ۰/۵

گزینه ۲: ابتدا مقیاس جرم اتمی جدید را به دست می آوریم:

$$1amu_{\text{جدید}} = \frac{1}{16} \times \text{جرم اتمی اکسیژن} = \frac{1}{16} \times 15.999 = 0.99994\ amu$$

$$0.99994amu \quad 1amu_{\text{جدید}}$$

$$44.94 \quad x = \frac{44.94}{0.99994} = 44.943\ amu_{\text{جدید}}$$

$$0.99994amu \quad 1amu_{\text{جدید}}$$

$$88.91 \quad x = \frac{88.91}{0.99994} = 88.915\ amu_{\text{جدید}}$$

$$\frac{\text{جرم اتمی اسکاندیم}}{\text{جرم اتمی ایتریم}} = \frac{44.943}{88.915} = 0.5$$

@konkorilife

راه دوم: چون جرم اتمی اکسیژن تقریباً $16amu$ است بنابر این $\frac{1}{16}$ آن با $\frac{1}{12}$ جرم کربن ^{12}C برابر است پس نسبت جرم اتمی اسکاندیم به جرم اتمی ایتریم بر مبنای اکسیژن همان نسبت جرم اتمی آن بر مبنا کربن است یعنی:

$$\frac{\text{جرم اتمی اسکاندیم}}{\text{جرم اتمی ایتریم}} = \frac{44.94}{88.91} = 0.5$$

مثال ۲: چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر جرم آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی گرم قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود ۹×۱۰^{-۲۸} گرم و بار الکتریکی آن $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ کولن می باشد).

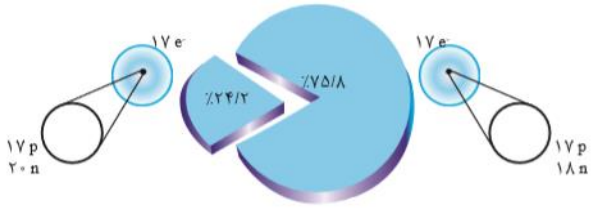
۱) $۱/۷۸\times۱۰^{۳}$ ، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۱/۶۶\times۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$

۳) $۱/۶۵\times۱۰^{۳}$ ، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۷۸\times۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$

گزینه ۴:

$$\begin{array}{cc} 1e^- & 9\times10^{-28}g \\ x=\frac{0.0001}{9\times10^{-28}}=1.11\times10^{23}e^- & 0.0001\ g \\ 1e^- & 1.6\times10^{-19}\ \text{کولن} \\ 1.11\times10^{23} & x=1.11\times10^{23}\times1.6\times10^{-19}=1.78\times10^{4} \end{array}$$

جرم اتمی هر اتم عددی است حقیقی که برابر است با جرم هر ایزوتوپ خاص از اتم یک عنصر که با واحد یکای جرم اتمی(amu) نشان داده می شود. به دلیل برابر نبودن جرم پروتون و نوترون، بیش تر بودن جرم نوترون ها از پروتون ها و ناچیز بودن جرم الکترون ها، عدد جرمی با جرم اتمی متفاوت است. به عنوان مثال، جرم اتمی ^{35}Cl تا پنج رقم معنی دار برابر با ۳۴/۹۶۹ و جرم اتمی ^{37}Cl برابر با ۳۶/۹۶۶ می باشد. جرم اتمی یک ایزوتوپ خالص یک عنصر بر حسب amu بسیار به عدد جرمی آن نزدیک می باشد. تنها استثنا در مورد جرم اتمی ایزوتوپی از یک عنصر که از لحاظ ریاضی یک عدد حقیقی نیست، ایزوتوپ ^{12}C است که مقدار آن بر حسب تعریف، دقیقاً برابر با $۱۲amu$ می باشد. زیرا یکای جرم اتمی به صورت یک دوازدهم جرم ایزوتوپ آزاد و بدون بار ^{12}C در حالت پایه تعریف می شود. جرم اتمی نسبی یا همان وزن اتمی(اصطلاح مشهور و تاریخی برای جرم اتمی نسبی) هر عنصر در واقع میانگین جرم های اتمی تمام ایزوتوپ های آن عنصر با توجه به درصد فراوانی آن ها است. برای مثال جرم اتمی نسبی کلر برابر با $۳۵/۴۸۴amu$ است که اختلاف معنی داری با عدد طبیعی منظور شده برای ^{35}Cl دارد. علت آن، وجود دو ایزوتوپ با درصدهای فراوانی متفاوت در طبیعت است. شکل زیر ایزوتوپ های کلر، ^{35}Cl با درصد فراوانی ۷۵/۸ ٪ و ^{37}Cl با درصد فراوانی ۲۴/۲ ٪ را نشان می دهد.



ایزوتوپ های کلر

مثال ۱: طیف سنج جرمی دستگاهی است که به کمک آن می توان به جرم مولی دقیق یک ترکیب یا اتم پی برد بدین صورت که این دستگاه به ازای وجود ترکیب با جرم مولی مشخص و منحصر به فرد، یک داده به ما می دهد. حال اگر بدانیم نیتروژن تنها از دو ایزوتوپ پایدار با جرم های اتمی $۱۴amu$ و $۱۵amu$ و هیدروژن از سه ایزوتوپ پایدار با جرم های اتمی $۳amu$ ، $۲amu$ و $۱amu$ تشکیل شده اند از قرار دادن یک نمونه حاوی مولکول های آمونیاک در دستگاه طیف سنج جرمی، حداکثر چند نوع داده ی مختلف می توان از دستگاه گرفت؟

۱) ۸ ۲) ۷ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

گزینه ۱: از آن جایی که دستگاه طیف سنج جرمی برای هر جرم مولکولی متفاوت یک داده می دهد ما باید تمام مولکول های متفاوتی که این ایزوتوپ ها تشکیل می شود بنویسیم و مولکول هایی که جرم مولی متفاوت دارند را شمارش کنیم و اگر جرم ایزوتوپ های عنصرهای یک ترکیب یک واحد اختلاف

@konkorilife

داشته باشد می توان جرم سنگین ترین مولکول و جرم سبک ترین مولکول را حساب کنیم و اختلاف آن ها را به دست آوریم و به حاصل آن یک واحد اضافه کنیم یعنی:

$$\text{جرم مولی سبک ترین مولکول آمونیاک} = 14 + 1 \times 3 = 17$$

$$\text{جرم مولی سنگین ترین مولکول آمونیاک} = 15 + 3 \times 3 = 24$$

$$\text{تعداد داده ها} = (24 - 17) + 1 = 8$$

مثال ۲: در میان داده های جدول روبرو تنها داده های مندرج در ردیف .... از ستون .... آن نادرست است؟

ستون ردیف	۱ نام ذره	۲ نماد	۳ بار نسبی	۴ جرم نسبی
۱	الکترون	$^{-1}_{0}e$	-۱	۰
۲	پروتون	$^{+1}_{1}p$	+۱	۱
۳	نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱

۱) ۱ ، ۳

۲) ۱ ، ۲

۳) ۳ ، ۳

۴) ۲ ، ۴

گزینه ۲: بار الکترون ۱- و جرم الکترون تقریباً صفر است بنابر این نماد آن $^{0}_{-1}e$ می باشد.

اتم های یک عنصر که عدد اتمی(Z) یکسان و عدد جرمی(A) متفاوت داشته باشند یا اتم های یک عنصر که پروتون های یکسان و نوترون های متفاوت داشته باشند یا به طور کلی اتم های یک عنصر که نوترون ها یا عدد جرمی متفاوت داشته باشند ایزوتوپ می گویند. برای مثال، عنصر کربن سه ایزوتوپ اصلی دارد. تمام اتم های کربن دارای شش پروتون در درون هسته خود هستند؛ ولی می‌توانند دارای شش، هفت یا هشت نوترون باشند؛ بنابر این سه ایزوتوپ کربن به ترتیب دارای عدد جرمی ۱۲، ۱۳ و ۱۴ بوده و ^{12}C ، ^{13}C و ^{14}C نام دارند. به جز هیدروژن که ایزوتوپ های آن دارای جرم نسبی بسیار متفاوت با یکدیگر و در نتیجه اثرات شیمیایی متفاوت می باشند، ایزوتوپ های دیگر عنصرها به راحتی از هم قابل شناسایی نیستند. تمام عنصرها دارای تعدادی ایزوتوپ رادیواکتیو یا رادیوایزوتوپ می باشند. هر چند تمام این رادیوایزوتوپ‌ها طبیعی نیستند. رادیوایزوتوپ ها معمولاً با تابش پرتو آلفا یا پرتو بتا به عنصرهای دیگری تبدیل می شوند. ایزوتوپ های غیررادیواکتیو از هر عنصر، ایزوتوپ پایدار نام دارند. تمام ایزوتوپ های پایدار شناخته شده به صورت طبیعی یافت می شوند. بیش تر عنصرهایی که در طبیعت یافت می شوند، بیش از یک ایزوتوپ پایدار دارند. بسیاری از رادیوایزوتوپ‌ها که در طبیعت یافت نمی شوند، پس از سنتز مصنوعی توصیف و معرفی می شوند. برخی عنصرها نیز هیچ ایزوتوپ پایداری ندارند. ایزوتوپ های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی متفاوت دارند. ویژگی ایزوتوپ ها عبارتند از: ایزوتوپی که درصد فراوانی بیش تری دارد پایدارتر است و نیمه عمر زیادتری دارد، جرم اتمی میانگین به جرم ایزوتوپی که درصد فراوانی بیش تری دارد نزدیک تر است، ایزوتوپ ها یک عنصر چون عدد اتمی یکسان دارند آرایش الکترونی آن ها یکسان است و خواص شیمیایی مانند واکنش پذیری، ظرفیت و ... آن هم مشابه است و از طرفی خواص فیزیکی اتم ها به جرم اتمی عنصر بستگی دارد خواص فیزیکی ایزوتوپ ها متفاوت است.

مثال ۱: با توجه به جدول زیر که ایزوتوپ های ساختگی هیدروژن را نشان می دهد کدام عبارت نادرست است؟

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	$1/4\times10^{-22}$ ثانیه	$9/1\times10^{-22}$ ثانیه	$2/9\times10^{-22}$ ثانیه	$2/3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

۱) در بین این ایزوتوپ ها ایزوتوپ $^{4}_{1}H$ پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن است.

۲) هر چه نیم عمر یک ایزوتوپ بیش تر باشد پایداری آن ایزوتوپ بیش تر است.

@konkorilife

۳) این ایزوتوپ ها هسته ی ناپایدار دارند و در اثر متلاشی شدن افزون بر ذره های پر انرژی مقدار زیادی انرژی هم آزاد می کنند.

۴) همه ی این ایزوتوپ ها نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آن ها بیش تر از ۱/۵ است.

گزینه ۱: هر چه نیم عمر یک ایزوتوپ بیش تر باشد پایداری آن ایزوتوپ بیش تر است بنابر این رادیوایزوتوپ $_{1}^{5}H$ پایدارتر از بقیه رادیوایزوتوپ ها می باشد.

مثال ۲: نیم عمر عنصر $_{38}^{90}X$ در حدود ۵ روز است اگر پس از ۳۰ روز مقدار ۱/۵ گرم از این ایزوتوپ باقی مانده باشد جرم اولیه این ایزوتوپ کدام است؟

۱) ۱۹۲ ۲) ۹۶ ۳) ۴۸ ۴) ۲۴

گزینه ۲:

روز	0	5	10	15	20	25	30
جرم	96	48	24	12	6	3	1.5

مثال ۳: نیم عمر ایزوتوپی از تکنسیم در حدود ۶ ساعت است اگر بیماری ۰/۰۲ گرم تکنسیم مصرف کرده باشد پس از یک شبانه روز چند درصد این ایزوتوپ در بدن او وجود دارد؟

۱) ۰/۶۲۵ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۰/۹۳۷۵ ۴) ۹۳/۷۵

گزینه ۲:

زمان	0	6	12	18	24
جرم	0.02	0.01	0.005	0.0025	0.00125

$$\text{درصد ایزوتوپ در بدن} = \frac{\text{مقدار باقی مانده}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{0.00125}{0.02} \times 100 = \%6.25$$

مثال ۴: چه تعداد از عبارت های زیر در مورد ایزوتوپ های هیدروژن درست می باشد؟

آ) تنها در یکی از ایزوتوپ ها تعداد نوترون ها با تعداد پروتون ها برابر است.

ب) تنها در یکی از ایزوتوپ ها نسبت پروتون ها به نوترون ها برابر ۰/۵ است.

پ) در بین ایزوتوپ های ساختگی $_{1}^{5}H$ از همه پادارتر است.

ت) پایدارترین رادیوایزوتوپ ها $_{1}^{3}H$ می باشد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

گزینه ۱: با توجه به جدول زیر تنها در یکی از ایزوتوپ ها تعداد نوترون ها با تعداد پروتون ها برابر است($_{1}^{2}H$)

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$_{1}^{1}H$	$_{1}^{2}H$	$_{1}^{3}H$	$_{1}^{4}H$	$_{1}^{5}H$	$_{1}^{6}H$	$_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	۱/۴×۱۰$^{-۲۲}$ ثانیه	۹/۱×۱۰$^{-۲۲}$ ثانیه	۲/۹×۱۰$^{-۲۲}$ ثانیه	۲/۳×۱۰$^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

مثال ۵: جرم یک ماده پرتوزا در هر ۱۰ دقیقه نصف می شود اگر جرم اولیه ی این ماده ۲۰ گرم باشد پس از یک ساعت جرم این ماده پرتوزا چقدر می شود؟

۱) ۰/۶۲۵ ۲) ۰/۳۱۲۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۱۵۶۲

گزینه ۲:

دقیقه	0	10	20	30	40	50	60
جرم	20	10	5	2.5	1.25	0.625	0.3125

برای محاسبه جرم اتمی میانگین می توان از روابط زیر استفاده کرد.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ}1 \times \text{کسر فراوانی}1 + \text{جرم ایزوتوپ}2 \times \text{کسر فراوانی}2 + \cdots$$

@konkorilife

که در این رابطه کسر فراوانی برابر است با $\frac{\text{درصد فراوانی}}{100}$ می باشد.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ دوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با ایزوتوپ سبک تر}) + \cdots + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ سوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با ایزوتوپ سبک تر})$$

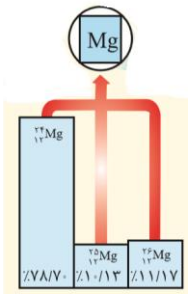
و برای محاسبه درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ ها از روابط زیر استفاده می شود.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک} = \frac{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سنگین با جرم اتمی میانگین}}{\text{اختلاف جرم دو ایزوتوپ}} \times 100$$

و برای محاسبه درصد ایزوتوپ دیگر می توان درصد ایزوتوپ اول را از ۱۰۰ کم کرد.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین} = \frac{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سبک با جرم اتمی میانگین}}{\text{اختلاف جرم دو ایزوتوپ}} \times 100$$

مثال ۱: با توجه به شکل مقابل جرم اتمی میانگین عنصر منیزیم کدام یک از عددهای زیر است؟



۱) ۲۴/۲۱۳ ۲) ۲۵/۲۱۳

۳) ۲۴/۳۲۵ ۴) ۲۵/۳۲۵

گزینه ۳:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ دوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با ایزوتوپ سبک تر}) + \cdots + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ سوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با ایزوتوپ سبک تر})$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = 24 + (1 \times 0.1013) + (2 \times 0.1117) = 24.325\ amu$$

مثال ۲: عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A ، ^{86}A و ^{88}A می باشد اگر درصد فراوانی سنگین ترین ایزوتوپ ۴۰ و جرم اتمی میانگین برابر با ۸۶/۴ باشد درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر کدام است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

گزینه ۲: $\text{جرم اتمی میانگین}(1) = \text{جرم اتمی ایزوتوپ}(1) \times \text{کسر فراوانی ایزوتوپ}(1) + \text{جرم اتمی ایزوتوپ}(2) \times \text{کسر فراوانی ایزوتوپ}(2) + \text{جرم اتمی ایزوتوپ}(3) \times \text{کسر فراوانی ایزوتوپ}(3)$

$$86.4 = 84 \times x + 86 \times (0.6 - x) + 88 \times 0.4 \Rightarrow 86.4 = 84x + 51.6 - 86x + 35.2 \Rightarrow x = 0.2 \xrightarrow{\times 100} \%20$$

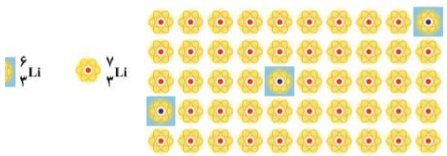
راه دوم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ دوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با ایزوتوپ سبک تر}) + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ سوم} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با ایزوتوپ سبک تر}) + \cdots$$

$$86.4 = 84 + (2 \times x) + (4 \times 0.4) \Rightarrow 2x = 86.4 - 1.6 \Rightarrow x = 0.4 \xrightarrow{\times 100} \%40$$

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر} = 100 - (40 + 40) = \%20$$

مثال ۳: با توجه به شکل زیر جرم اتمی میانگین عنصر لیتیم چقدر است؟



۱) ۶/۴۹ ۲) ۶/۹۴

۳) ۶/۸۵ ۴) ۶/۵۸

گزینه ۲: $\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} + (\text{کسر فراوانی ایزوتوپ سنگین} \times \text{اختلاف جرم ایزوتوپ سنگین با ایزوتوپ سبک تر})$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = 6 + 1 \times \frac{47}{50} = 6.94$$

برخی از عنصرها دارای ایزوتوپ های ناپایدار یا رادیواکتیو دارند. بررسی ها نشان داده که در هسته ی اغلب این ایزوتوپ ها، نسبت شمار نوترون ها به پروتون ها برابر یا بیش تر از ۱/۵ یا نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آن ها برابر یا بیش تر از

@konkorilife

۲/۵ می باشد که به این ایزوتوپ ها رادیواکتیو یا پرتوزا می گویند. هسته ی ایزوتوپ های پرتوزا ناپایدار است و با گذشت زمان به صورت خود به خودی متلاشی می شود که بر اثر تلاشی علاوه بر ذره های پر انرژی دیگر مقدار زیادی انرژی هم آزاد می کنند. نیم عمر یعنی مدت زمانی که نیمی از ایزوتوپ پرتوزا متلاشی شود. نیم عمر هر ایزوتوپ پرتوزا نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است یعنی هر چه زمان نیم عمر ایزوتوپ کوتاه تر باشد پایداری آن کم تر است.
تغییرات حاصل از خروج پرتوی مواد پرتوزا: خروج یک ذره آلفا: عدد اتمی ۲ واحد و عدد جرمی ۴ واحد کم می شود و به عنصر دو خانه قبل از خود تبدیل می شود. خروج یک ذره بتا: عدد اتمی یک واحد زیاد می شود و عدد جرمی تغییری نمی کند و به عنصر یک خانه جلوتر از خود تبدیل می شود. خروج یک ذره گاما: هیچ تغییری در عدد اتمی و عدد جرمی ایجاد نمی شود و فقط سطح انرژی اتم پائین می آید.
تاکنون در جهان ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که از این تعداد ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شوند و ۲۶ عنصر ساختگی هستند همان طوری که می دانید عنصرهای موجود در طبیعت از طریق واکنش های هسته ای در ستارگان به وجود آمدند و عنصرهای ساختگی توسط بشر از واکنش های هسته ای تولید شده اند. تکنسیم(Tc) نخستین عنصری است که به طور مصنوعی در راکتور هسته ای ساخته شد و این عنصر در تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می شود زیرا همان طور که می دانید غده ی تیروئید مصرف کننده ی اصلی یون یدید در بدن است و یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد و غده ی تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را هم جذب می کنند با افزایش مقدار این یون در غده ی تیروئید امکان تصویربرداری فراهم می شود. از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن گلوکز نشان دار هم می گویند برای تشخیص توده های سرطانی استفاده می شود که توده‌ای سرطانی نسبت به سایر سلول ها، گلوکز بیش تری جذب می کنند و چون رشد سریعی دارند با تزریق گلوکز نشان دار به بیمار در توده سرطانی علاوه بر گلوکز معمولی این گلوکز حاوی اتم پرتوزا هم تجمع پیدا می کند بنابر این آشکارساز می تواند پرتوهای آزاد شده حاصل از اتم پرتوزا جذب کند و محل و اندازه توده سرطانی را مشخص سازد و اورانیم($_{92}U$) شناخته شده ترین، تنها یکی از ایزوتوپ های آن به عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می رود این ایزوتوپ ها(^{235}U) در مخلوط طبیعی فراوانی کم تر از ۰/۷ ٪ دارد و با غنی سازی به ۲۰ ٪ می رسد. ایزوتوپ آهن(^{59}Fe) برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می رود.

مثال ۱: در ارتباط با کاربردهای رادیوایزوتوپ ها چند مورد از عبارت های زیر نادرست می باشد؟

آ) یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا که در طبیعت می شود گاز آرگون است.

ب) فراوانی $^{235}_{92}U$ در مخلوط طبیعی کم تر از ۰/۷ ٪ است.

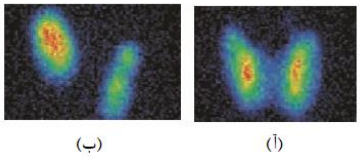
پ) از رادیوایزوتوپ $^{59}_{26}Fe$ برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می شود.

ت) از آن جایی که تکنسیم در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه ای دارد شناخته شده ترین فلز پرتوزا است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۱

گزینه ۱: عبارت های «ب» و «پ» درست هستند و عبارت های «آ» و «ت» نادرست هستند که شکل درست این عبارت ها به صورت زیر است.
یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا که در طبیعت می شود گاز رادون است و فلز پرتوزا معروف اورانیم است که در نیروگاه های هسته ای به کار می رود.

مثال ۲: چند مورد از عبارت های زیر درباره غده تیروئید نشان داده شده در شکل زیر درست می باشد؟


(ب) (آ)

آ) برای تصویربرداری از غده تیروئید از ترکیب هایی که در آن عنصر تکنسیم وجود دارد استفاده می شود.

ب) یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یون یدید این یون هم جذب می کند.

@konkorilife

پ) شکل(ب) غده تیروئید سالم را نشان می دهد.

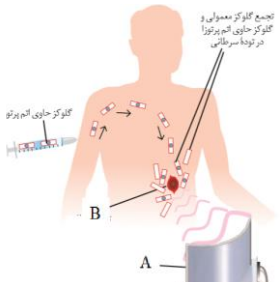
ت) با کاهش میزان یون حاوی تکنسیم امکان تصویر برداری از آن فراهم می شود.

ث) عنصر $^{99}_{43}Tc$ بسیار ناپایدار است و نمی توان این عنصر را به مدت طولانی نگه داری کرد.

گزینه ۳: عبارت های «آ» ، «ب» و «ث» درست هستند و عبارت های «پ» و «ت» نادرست هستند و شکل صحیح آن ها به صورت زیر است.

شکل(آ) غده تیروئید سالم را نشان می دهد. با افزایش میزان یون حاوی تکنسیم امکان تصویر برداری از آن فراهم می شود.

مثال ۳: شکل زیر اساس کار استفاده از رادیوایزوتوپ ها برای تشخیص توده سرطانی را نشان می دهد کدام عبارت زیر نادرست است؟



۱) گلوکز معمولی و گلوکز حاوی رادیوایزوتوپ توسط توده سرطانی احتمال جذب یکسانی دارند.

۲) A دستگاهی است که پرتوهای حاصل از گلوکز حاوی رادیوایزوتوپ را آشکار می کند.

۳) B توده سرطانی است که فقط گلوکز نشان دار یا گلوکز حاوی رادیوایزوتوپ را جذب می کند.

۴) سلول های سرطانی نسبت به سلول های سالم گلوکز بیش تر جذب می کند که می توان نشان دهنده بیماری در آن عضو باشد.

گزینه ۳: توده سرطانی هر دو نوع مولکول های گلوکز معمولی و گلوکز نشان دار را جذب می کند.

مثال ۴: چند مورد از عبارت های زیر درباره غده ی تیروئید نشان داده شده در شکل مقابل درست می باشد؟

آ) از عنصر ۴۲ جدول تناوبی برای تصویربرداری از این غده استفاده می شود.

ب) عنصری که برای تصویربرداری از این غده استفاده می شود اغلب به صورت مصنوعی ساخته می شود.

پ) این غده یونی را جذب می کند که بار الکتریکی آن با عنصر نهم جدول دوره ای برابر است.

ت) اندازه یون تکنسیم با یونی که غده ی تیروئید جذب می کند مشابه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۲: عبارت های «آ» ، «ب» و «ت» نادرست هستند یعنی از عنصر $^{99}_{43}Tc$ برای تصویربرداری از غده ی تیروئید استفاده می شود. همه تکنسیم موجود در جهان به صورت مصنوعی ساخته می شوند و اندازه ی یون حاوی تکنسیم با یون یدید که غده تیروئید جذب می کند مشابه است.

مثال ۵: کدام مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) با توجه به پرتوزا بودن تکنسیم نسبت شمار نوترون ها به پروتون های هسته ی آن بزرگ تر از ۱/۵ است.

ب) تقریباً ۲۲ درصد از عنصرهای شناخته شده ساختگی هستند.

پ) غده ی تیروئید در صورت سالم بودن پروانه ای شکل است.

ت) توده ی سرطانی گلوکز معمولی را جذب نمی کند از این رو از گلوکز نشان دار استفاده می شود.

۱) آ ، ب ، پ ۲) آ ، ت ۳) ب ، پ ۴) فقط پ

گزینه ۳: عنصر تکنسیم($^{99}_{43}Tc$) نسبت شمار نوترون ها به پروتون های هسته ی آن کم تر از ۱/۵ است(۴۳ نوترون و ۵۶ نوترون دارد). ۲۶ عنصر از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ساختگی هستند که تقریباً ۲۲ ٪ آن ها ساختگی هستند($\frac{26}{118} \times\times 100 = \%22.03$ = درصد عنصر های ساختگی). غده ی تیروئید سالم بودن پروانه ای شکل است. احتمال جذب گلوکز معمولی و گلوکوز نشان دار توسط توده سرطانی یکسان است.

طبقه بندی عنصرها

جدول تناوبی امروزی بر اساس افزایش عدد اتمی از ۱ تا ۱۱۸ مرتب شده است و عنصرهای یک گروه از نظر خواص شیمیایی مشابه هم و در هر دوره از چپ به راست خواص مشابهی تکرار می شود جدول تناوبی دارای ۱۸ گروه و ۷ دوره می باشد و بزرگ ترین گروه، گروه سوم با ۳۲ عنصر(۴ عنصر واسطه و ۱۴ عنصر لانتانیدی و ۱۴ عنصر اکتینیدی) می

@konkorilife

باشد و کوچک ترین گروه هم گروهای ۴ تا ۱۲ می باشند که همگی ۴ عنصر دارند و بزرگ ترین تناوب هم تناوب های ۶ و۷ می باشد و هر کدام ۳۲ عنصر دارند و کوچک ترین تناوب هم تناوب اول می باشد که شامل دو عنصر هیدروژن و هلیم است. در دوره اول تا هفتم به ترتیب ۲ ، ۸ ، ۸ ، ۱۸ ، ۱۸، ۳۲ و ۳۲ عنصر وجود دارد. شماره دوره تعداد لایه ها اصلی و شماره گروه تعداد الکترون های لایه آخر یا لایه ظرفیت و شماره خانه تعداد کل الکترون ها یا پروتون ها را نشان می دهد. هر عنصر با نماد شیمیایی ویژه ای نشان داده می شود که یک یا دو حرفی است. از یک دیدگاه می توان عنصرهای جدول را به دسته های فلز و نافلز و شبه فلز و گاز نجیب تقسیم کرد. فلزها عنصرهایی هستند که در لایه آخر(لایه ظرفیت) کم تر از سه الکترون دارند. تمایل به از دست دادن الکترون دارند. بیش از ۸۰ ٪ عنصرهای جدول فلز هستند که به جزء جیوه همگی جامدند و ویژگی های مشترک آن ها عبارتند از: ۱) رسانای خوب گرما و برق هستند. ۲) سطح براق دارند. ۳) قابلیت چکش خواری و شکل پذیری دارند. نافلزها عنصرهایی هستند که در لایه ظرفیت بیش تر از چهار الکترون(۵ ، ۶ ، ۷) دارند. تمایل به گرفتن الکترون دارند. بیش تر به حالت گاز هستند(به جزء برم) و نافلزهایی که جامدند ویژگی های آن ها عباتند از: ۱) رسانای خوبی برای گرما و برق نیستند. ۲) سطح براق ندارند. ۳) شکننده بوده و قابلیت چکش خواری و مفتول شدن ندارند.

متداول ترین شکل جدول تناوبی در حال حاضر توسط شیمیدان ها مورد استفاده قرار می گیرد براساس قانون تناوبی عنصرها استوار است. بر طبق این قانون هر گاه عنصرها را براساس افزایش عدد اتمی در کنار یک دیگر قرار دهیم خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها به صورت تناوبی تکرار می شود. مهم ترین نکته در جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی عنصرهای یک خانواده در بسیاری از گروه های این جدول است. بنابر این با نگاهی به این جدول تناوبی متوجه می شویم که خواص شیمیایی عنصرهای هم گروه به این دلیل مشابهند که آرایش الکترونی آن ها به یکدیگر شبیه است برخی از گروه های جدول تناوبی نام خاصی دارند مانند: گروه اول(فلزهای قلیایی)، گروه دوم(فلزهای قلیایی خاکی)، گروه های ۳ تا ۱۲(عناصر واسطه)، گروه ۱۷ (هالوژن ها) و گروه ۱۸(گازهای نجیب). ویژگی های گروه فلزهای قلیایی عبارتند از: همگی فلزهایی نرم هستند و با چاقو بریده می شوند(بجزء لیتیم) و بسیار واکنش پذیرند و به همین علت در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی شود. در گروه از بالا به پایین در این گروه بر شدت واکنش پذیری آن ها افزوده می گردد. سطح براق آن ها در اثر واکنش با اکسیژن هوا به سرعت تیره می گردد. همگی با آب سرد واکنش نشان می دهند. در زیر نفت نگه داری می شود تا از اکسیژن هوا و رطوبت محافظت شود. محلول آن ها در آب خاصیت قلیایی از خود نشان می دهد بنابراین می تواند چربی ها را در خود حل کند. فرمول اکسید فلزهای این گروه M_2O می باشد. این فلزهای فعال با آب محلول بازی(قلیایی) تولید می کند. آرایش الکترونی آن ها ns^1 ختم می شود و تمایل دارند الکترون لایه آخر خود از دست بدهند تا به آرایش گاز نجیب پیش از خود برسند. در این گروه از بالا به پایین چگالی و شعاع اتمی و شعاع یونی افزایش و دمای ذوب و جوش و انرژی نخستین یونش کاهش می یابد. ویژگی های گروه فلزهای قلیایی خاکی عبارتند از: این گروه سخت و چگال تر از گروه اول هستند و واکنش پذیری کم تری نسبت به گروه اول دارند. با این وجود در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی شود با آب واکنش داده و محلول قلیایی تولید می کند(به جزء بریلیم). فرمول اکسید آن ها MO است. در گروه از بالا به پایین فعالیت شیمیایی یا واکنش پذیری آن ها افزایش می یابد. آرایش الکترونی آن ها به ns^2 ختم می شود و تمایل دارند که این الکترون های ظرفیتی را از دست بدهند تا به آرایش گاز نجیب قبل از خود برسند(البته واکنش پذیری کم تر این عنصرها نسبت به فلزهای قلیایی این است که برای رسیدن به آرایش گاز نجیب باید دو الکترون از دست بدهد). در این گروه از بالا به پایین چگالی و شعاع اتمی و شعاع یونی افزایش و دمای ذوب و جوش و انرژی نخستین یونش کاهش می یابد. واژه خاکی به این علت بوده که بسیاری از ترکیب های این عنصرها در آب حل نمی شوند و در خاک باقی می مانند. در توضیح چگال تر بودن گروه دوم می توان گفت که جرم این فلزها نسبت به فلزهای گروه اول بیش تر شده و حجم نیز کوچک تر شده(هر چه از سمت چپ جدول به سمت راست برویم شعاع اتم کوچک تر شده در نتیجه حجم اتم کوچک تر

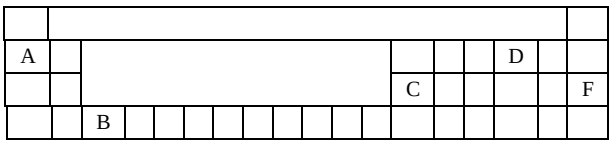
@konkorilife

می شود) بنابر این چگالی زیاد می شود. در توضیح افزایش شعاع در هر دو گروه(هم چنین در هر گروه دیگر از جدول) می توان گفت شعاع به دو دلیل زیاد می شود: ۱) در هر گروه از بالا به پایین به ازای هر تناوب یک لایه الکترونی به تعداد لایه الکترونی افزوده می شود بنابر این با زیاد شدن تعداد لایه شعاع اتم زیاد می شود. ۲) با افزایش عدد اتمی در یک گروه تعداد اوربیتال های پر شده بین هسته و لایه ی الکترونی بیرونی اتم افزایش می یابد وجود الکترون ها در اوربیتال های درونی از تأثیر نیروی جاذبه ی هسته بر الکترون های موجود در لایه بیرونی می کاهند پس شعاع افزایش می یابد. به این پدیده اثر پوششی الکترون های درونی گفته می شود و به بار الکتریکی مثبتی که از طرف هسته بر این الکترون ها وارد می شود بار مؤثر هسته می گویند. ویژگی های گروه های عنصرهای واسطه عبارتند از: همگی فلز هستند و در صنعت و زندگی کاربرد دارند ولی واکنش پذیری آن ها کم تر از گروه فلزهای اول و دوم(فلزهای فعال) است. نسبت به فلزهای گروه اول و دوم(فلزهای فعال) چگال تر و دیر ذوب تر هستند. آرایش الکترونی آن ها بی نظم است و در لایه ظرفیت این عنصرها تعداد الکترون ها متغیر است. پس ظرفیت آن ها گوناگون است. و نمک های این دسته رنگین است(برخلاف گروه اول و دوم که همگی آن ها نمک های بی رنگ و سفید دارند). در این عنصرها زیر لایه d در حال پر شدن است. از چپ به راست روند شعاع آن ها نامنظم است. این عنصرها به دو دسته عنصرهای واسطه (خارجی) و عنصرهای واسطه داخلی تقسیم می شوند و عنصرهای واسطه داخلی خود به دو دسته لانتانیدها و اکتینیدها تقسیم می شوند. ویژگی لانتانیدها عبارتند از: همه فلزهایی براق هستند و واکنش پذیری قابل توجهی دارند. و شبیه به عنصر لانتان $_{۵۷}La$ می باشد و متعلق به خانه ی ۵۷ جدول می باشد لانتانیدها عنصرهای ۵۷ تا ۷۰ را تشکیل می دهند و جزو دسته f می باشد و $۴f$ آن ها در حال پر شدن است و در یک ردیف ۱۴ تایی قرار دارند و متعلق به دوره ششم جدول می باشد و این فلزهای طبیعی کمیاب هستند. ویژگی اکتینیدها عبارتند از: همه فلز پرتوزا(ناپایدار) می باشند و شبیه به عنصر اکتینیم $_{۸۹}Ac$ است و متعلق به خانه ۸۹ می باشد. در این گروه نیز همانند گروه لانتانیدها زیر لایه $۵f$ در حال پر شدن است. در این عنصرها ساختار هسته نسبت به آرایش الکترونی از اهمیت بیش تری برخوردار است و در یک ردیف ۱۴ تایی در بیرون جدول قرار دارند(این دو سری چهارده تایی به علت این که اوربیتال داخلی f در حال پر شدن است که مربوط به تراز انرژی داخلی تر می باشد واسطه داخلی گفته می شود). عنصرهای گروه های ۱۳ تا ۱۸ در دسته ی P جدول هستند زیرا در آن ها اوربیتال های زیر لایه P در حال پر شدن است. در این دسته عنصرهای فلزی ـ نافلزی ـ شبه فلزی و گاز نجیب دیده می شود. دو گروه مهم در این دسته گروه ۱۷ یا گروه هالوژن و گروه دیگر گروه ۱۸ یا گاز نجیب می باشد. ویژگی هالوژن ها عبارتند از: با فلزها به آسانی واکنش می دهند و نمک ها را می سازند(هالوژن در زبان لاتین به معنی نمک ساز است). نافلزترین گروه جدول است و از بالا به پایین از میزان واکنش پذیری آن ها کم می شود. در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون دارد(ns^2,np^5) و با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود می رسند. از بالا به پایین در این گروه دمای ذوب و جوش افزایش می یابد. در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی شود(به علت واکنش پذیری زیاد) و مولکول های آن دو اتمی است. ویژگی های گازهای نجیب یا بی اثر یا گروه ۱۸عبارتند از: گازهای نجیب عنصرهایی هستند که آرایش الکترونی لایه ظرفیت یا والانس آن ها پر است و پایدار می باشند و واکنش پذیری بسیار کمی دارند. واکنش پذیری بسیار کم این گازها نتیجه ی پایداری به علت آرایش ویژه آن ها می باشد. تک اتمی هستند و در طبیعت نادر و کمیاب می باشند. از بالا به پایین در این گروه واکنش پذیری بیش تر می شود. امروزه بی اثر بودن گازهای نجیب دیگر مطرح نیست چون از کریپتون و زنون و رادون با واکنش پذیری کم چند ترکیب ساخته اند. اما هنوز از هلیم و نئون و آرگون هیچ ترکیبی ساخته نشده است. ویژگی های هیدروژن که یک خانواده تک عضوی است عبارتند از: این عنصر فراوان ترین در جهان است ولی در روی کره زمین نهمین عنصر فراوان است. تنهاست چون به هیچ عنصری شباهت ندارد. با فلزهای فعال(گروه ۱ و ۲) واکنش می دهد و تشکیل هیدرید می دهد مانند NaH و با نافلزها نیز واکنش می دهد مانند HCl و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن $1s^1$ است. بیش تر پیوند کووالانسی تشکیل می دهد و آب فراوان ترین مولکول از هیدروژن با پیوند کووالانسی می باشد.

@konkorilife

آن را در طبیعت آزاد نمی توان یافت ولی ترکیب های فراوانی از آن مانند چربی ها و پروتئین ها و هیدرات ها کربن مانند قند و نشاسته را می توان یافت.

مثال ۱: با توجه به شکل زیر که قسمتی از جدول دوره ای عنصرها را نشان می دهد کدام عبارت درست است؟



۱) تفاوت عدد اتمی دو عنصر C و F برابر ۴ است.

۲) یون پایدار و طبیعی اتم عنصر F مشابه یون اتم X می باشد.

۳) هر دو اتم B و C کاتیون پایدار $+3$ تشکیل می دهند.

۴) اگر در هسته اتم D تعداد ۸ نوترون وجود داشته باشد عدد جرمی این عنصر برابر با ۱۸ می باشد.

گزینه ۳: تفاوت عدد اتمی دو عنصر C و F برابر ۵ است(عدد اتمی عنصر F برابر ۱۸ و عدد اتمی عنصر C برابر ۱۳ می باشد). عنصرهای F و X گاز نجیب می باشند و گازهای نجیب به علت کامل بودن لایه ظرفیت خود تشکیل یون نمی دهند. عدد اتمی یا تعداد پروتون های اتم D برابر ۸ می باشد زیرا با توجه به جدول فوق عنصر D هشتمین عنصر است و اگر در هسته اتم آن ۸ نوترون وجود داشته باشد عدد جرمی این عنصر برابر با ۱۶ می باشد.

مثال ۲: کدام عبارت زیر نادرست است؟

۱) سدیم همانند سزیم می تواند کاتیونی با بار الکتریکی مشابه تشکیل دهد.

۲) عنصرهایی با عدد های اتمی ۵۵ ، ۶۷ و ۸۳ در یک تناوب جدول دوره ای قرار دارند.

۳) اتم گوگرد می تواند آنیونی مشابه O^{2-} در برخی ترکیب ها تبدیل شود.

۴) نئون عنصری است که بر خلاف آرگون تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارد.

گزینه ۴: بررسی عبارت ها: ۱) سدیم و سزیم در گروه اول جدول دوره ای قرار دارند و در لایه ظرفیت خود یک الکترون دارد و با از دست دادن این الکترون پایدار می شوند بنابر این کاتیونی با بار $+1$ تشکیل می دهند. ۲) عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۱ و ۲ باشد در تناوب اول، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۳ تا ۱۰ باشد در تناوب دوم، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۱۱ تا ۱۸ باشد در تناوب سوم، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۱۹ تا ۳۶ باشد در تناوب چهارم، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۳۷ تا ۵۴ در تناوب پنجم، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۵۵ تا ۸۶ باشد در تناوب ششم، عنصرهایی که عدد اتمی آن ها ۸۷ تا ۱۱۸ در تناوب هفتم جدول دوره ای قرار دارند. ۳) گوگرد و اکسیژن در گروه ۱۶ جدول دوره ای قرار دارند و در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون دارند و با گرفتن دو الکترون پایدار می شوند بنابر این آنیونی با بار -2 تشکیل می دهند. ۴) نئون و آرگون در گروه ۱۸ قرار دارند و این عنصرها به علت کامل بودن لایه ظرفیت خود پایدار هستند و تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارند.

مثال ۳: با توجه به این که عنصرهای A ، B ، C و D به ترتیب در گروه های ۱۷ ، ۲ ، ۱۳ و ۱۶ قرار دارند کدام عنصرها می تواند کاتیون و کدام عنصرها می تواند آنیون تشکیل دهند؟

۱) A و B کاتیون و C و D آنیون تشکیل می دهند

۱) C و D کاتیون و A و B آنیون تشکیل می دهند

۱) A و D کاتیون و C و B آنیون تشکیل می دهند

۱) C و D کاتیون و B و A آنیون تشکیل می دهند

گزینه ۲: عنصرهای گروه های یک تا ۱۳ به جزء بریلیم و بور تشکیل کاتیون و عنصرهای گروه ۱۵ تا ۱۷ تشکیل آنیون می دهند و عنصرهای گروه های ۱۴ و ۱۸ به جزء قلع و سرب یون تولید نمی کنند.

مول

همان طور که می دانید اتم ها بیسار کوچک هستند و جرم اتم ها بر حسب گرم بسیار کم است و شیمی دانان پیش نهاد دادند که برای اندازه جرم اتم ها یا یون ها و یا مولکول ها باید تعداد زیادی از آن ها را در نظر گرفت و جرم این تعداد زیاد را اندازه گیری کنیم و بعد این جرم به دست آمده را به تعداد اتم ها یا یون ها و یا مولکول ها تقسیم کنیم تا جرم یک اتم یا یک یون به دست آید به همین دلیل مول را معرفی کردند و یک مول از هر ذره به اندازه $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ (عدد آووگادرو) از آن ذره(اتم، مولکول یا یون) مول می گوییم و به جرم یک مول ذره را جرم مولی گویند. برای محاسبه تعداد مول های یک ماده از رابطه زیر استفاده می شود.

@konkorilife

$$\text{تعداد مول ها} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولکولی یا مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول ها}}{6.022\times10^{23}} = \frac{\text{تعداد اتم ها}}{6.022\times10^{23}} = \frac{\text{تعداد یون ها}}{6.022\times10^{23}}$$

مثال ۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) شیمی دان ها به $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره، یک مول از آن ذره می گویند.

۲) عدد آووگادرو را با N_A نشان می دهند.

۳) جرم یک مول ذره بر حسب amu جرم مولی نامیده می شود.

۴) دانشمندان با استفاده از طیف سنج جرمی جرم اتم ها را با دقت زیادی اندازه گیری کردند.

گزینه ۳: جرم یک مول ذره برحسب گرم نه amu را جرم مولی می نامند.

مثال ۲: اگر جرم $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ مولکول N_2O_x برابر ۵/۴ گرم باشد مقدار x کدام است؟ (N=۱۴ ، O=۱۶$g.mol^{-1}$)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۴

گزینه ۳:

$$\text{تعداد مول ها} = \frac{\text{جرم مولکولی}}{6.02\times10^{23}\ \text{مولکول}}$$

$$3.01\times10^{22}\ \text{مولکول} \qquad 5.4g$$

$$6.02\times10^{23} \qquad x = \frac{6.02\times10^{23}\times5.4}{3.01\times10^{22}} = 108\ g.mol^{-1}$$

$$108 = 14\times2 + 16\times x \Rightarrow x = \frac{108-28}{16} = 5$$

مثال ۳: در ۱/۹۶ گرم سولفوریک اسید چند اتم اکسیژن وجود دارد؟ (H=۱ ، S=۳۲ ، O=۱۶$g.mol^{-1}$)

۱) $۴/۸۱۷۶\times۱۰^{۲۱}$ ۲) $۴/۸۱۷۶\times۱۰^{۲۲}$ ۳) $۲/۴۰۸۸\times۱۰^{۲۱}$ ۴) $۲/۴۰۸۸\times۱۰^{۲۲}$

گزینه ۲:

$$\text{تعداد مول ها} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولکولی یا مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول ها}}{6.022\times10^{23}} \Rightarrow \frac{1.96}{98} = \frac{x}{6.022\times10^{23}} \Rightarrow x = \frac{1.96\times6.022\times10^{23}}{98} \Rightarrow$$

$$x = \text{تعداد مولکول های سولفوریک اسید} = 12.044\times10^{21}\ \text{مولکول}$$

$$\text{تعداد اتم ها} = \text{تعداد مولکول} \times \text{در هر مولکول } O \text{ تعداد اتم های } = 12.044\times10^{21}\times4 = 48.176\times10^{21}$$

مثال ۴: اگر $۱/۸۰۶۶\times۱۰^{۲۵}$ اتم هیدروژن با مقدار کافی نیتروژن مخلوط کنیم در صورتی که واکنش به طور کامل انجام شود چند گرم آمونیاک می توان تهیه کرد؟ (H=۱ ، N=۱۴$g.mol^{-1}$)

۱) ۳۴ ۲) ۳۴۰ ۳) ۱۷ ۴) ۱۷۰

گزینه ۴: هر مولکول آمونیاک سه اتم هیدروژن دارد

$$\text{تعداد اتم ها} = \text{تعداد مولکول ها} \Rightarrow \text{تعداد اتم های هر مولکول} \times \text{تعداد مولکول ها} = \text{تعداد اتم ها}$$

$$\text{تعداد مولکول های آمونیاک} = \frac{1.8066\times10^{25}}{3} = 6.022\times10^{24}$$

$$\text{تعداد مول ها} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولکولی یا مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول ها}}{6.022\times10^{23}} \Rightarrow \frac{x}{17} = \frac{6.022\times10^{24}}{6.022\times10^{23}} \Rightarrow x = 170\ gNH_3$$

مثال ۵: اگر ۲۰ سانتی متر از یک سیم مسی ۱/۶ گرم جرم داشته باشد در ۳ مول از این عنصر چند متر می باشد؟

(Cu =۶۴$g.mol^{-1}$)

۱) ۲/۶ ۲) ۲/۴ ۳) ۲/۲ ۴) ۲/۸

گزینه۲:

$$\text{تعداد مول ها } Cu = \frac{1.6}{64} = 0.25mol \quad , \quad \text{تعداد مول ها} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولکولی}} = \frac{\text{جرم اتم}}{\text{جرم اتمی}}$$

۲۰ سانتی متر برابر ۰/۲ متر است. حال با یک تناسب ساده می توان طول سیم مسی را حساب کرد.

$$0.25\ \text{مول} \qquad 0.2\ \text{متر}$$

$$3 \qquad x = \frac{3\times0.2}{0.25} = 2.4$$

@konkorilife

مثال ۶: اگر یک مول دانه ی برف در سطح ایران ببارد و حجم هر دانه ی برف $0/012cm^3$ باشد لایه ای از برف به ارتفاع قله ی دنا(۴۵۰۰ متر) همه ی کشور را می پوشاند مساحت کشور عزیزمان ایران تقریباً چند کیلو متر مربع است؟

۱) $3/1\times10^3$ ۲) $3/1\times10^6$ ۳) $1/6\times10^3$ ۴) $1/6\times10^6$

گزینه ۴: حجم برف ها = مساحت ایران × ارتفاع $\Rightarrow 6.02\times10^{23}\times0.012\times10^{-6}m^3 = x\times4500\,m$

$$x=\frac{6.02\times12\times10^{14}m^3}{4500\,m}=1.6\times10^{12}m^2\xrightarrow{\div10^6}1.6\times10^6km^2$$

نور کلیدی برای شناخت جریان

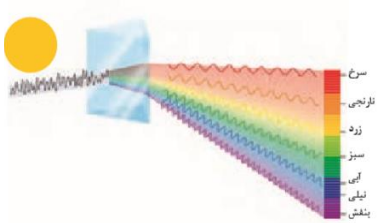
با استفاده نوری که از سیاره ها و ستاره ها می آید می توان گفت که آن ها از چه ذراتی ساخته شده اند و دمای آن ها چقدر است. به عنوان مثال خورشید نور سفیدی دارد که این نور سفید تجزیه شده و گستره ای که شامل بی نهایت موج رنگی(طیف رنگی) از قرمز تا بنفش و رنگ های نامرئی می باشد. نورهای خورشید(پرتوهای الکترومغناطیسی) شامل: قرمز(کم ترین انرژی و بیش ترین طول موج)، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش(بیش ترین انرژی و کم ترین طول موج) می باشد. امواج خورشیدی شامل پرتوهای گاما، ایکس، فرابنفش، مرئی، ریز موج ها، امواج رادیویی می باشد که به ترتیب انرژی آن ها کم و طول موج زیاد می شود(طول موج با انرژی رابطه عکس دارد). هر چه دما و در نتیجه انرژی جنبشی ذره های سازنده ی یک ماده افزایش یابد طول موج نور مریی نشر شده از آن ماده کوتاه تر می شوند یعنی با افزایش دمای یک جسم نور نشر شده از آن، از رنگ سرخ(دارای بلندترین طول موج در طیف مریی) به سمت رنگ آبی(دارای کوتاهترین طول موج مریی) می رود. رابطه دما یا انرژی و رنگ یا طول موج به صورت زیر است.

(سرخ) ۸۰۰ $^\circ C$ < (زرد) ۱۷۵۰ $^\circ C$ < (آبی) ۲۷۵۰ $^\circ C$

چشم انسان در محدوده نور مرئی می تواند تعداد رنگ های زیادی تشخیص دهد. برخی از این رنگ ها مربوط به یک طول موج هستند(مثل قرمز)، در حالی که برخی دیگر از ترکیب طول موج های متفاوت نتیجه می شوند(مثل صورتی). رنگ های مربوط به یک طول موج در طیف مرئی حضور دارند و رنگ های طیفی خالص(مثل قرمز و بنفش) نامیده می شوند. رنگ های ترکیبی در طیف مرئی حضور ندارند، اما مربوط به ترکیب رنگ های حاضر در طیف مرئی هستند، مثلاً رنگ صورتی از ترکیب قرمز و بنفش به دست می آید. رنگ های حاضر در طیف مرئی به صورت پیوسته تغییر می کنند و مرز دقیقی برای هر رنگ وجود ندارد. نیوتن طیف مرئی را شامل هفت رنگ قرمز(*Red*)، نارنجی (*Orange*)، زرد(*Yellow*)، سبز(*Green*)، آبی(*Blue*)، نیلی(*Indigo*) و بنفش(*Violet*) در نظر گرفت(که این رنگ ها در رنگین کمان یا نور عبور داده شده از منشور براحتی قابل مشاهده هستند)، با این وجود در مورد در نظر گرفتن نیلی به عنوان رنگ طیفی خالص جداگانه به علت شباهت با آبی بحث وجود دارد و معمولاً در طیف مرئی در نظر گرفته نمی شود. محدوده های تقریبی طول موج برای شش رنگ باقی مانده می تواند به صورت قرمز: ۶۲۰-۷۵۰nm، نارنجی: ۵۹۰-۶۲۰nm، زرد: ۵۷۰-۵۹۰nm، سبز: ۴۹۵-۵۷۰nm ، آبی: ۴۵۰-۴۹۵nm و بنفش: ۳۸۰-۴۵۰nm در نظر گرفته شود.

مثال ۱: نور خورشید هنگام عبور از یک منشور تجزیه می شود شکل زیر تجزیه نور خورشید را نشان می دهد.

کدام عبارت در مورد این پدیده نادرست است؟



۱) نور خورشید گرچه سفید به نظر می رسد ولی شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است.

۲) رنگین کمان گستره ای از رنگ های سرخ تا بنفش می باشد که در محدوده مرئی طول موج های خورشید قرار می گیرد.

۳) رنگ سرخ بیش ترین طول موج و رنگ بنفش کم ترین طول موج را در منطقه مرئی دارند.

@konkorilife

۴) نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگی از پرتوهای الکترومغناطیس است که این پرتوها فقط نور را با خود حمل می کنند.

گزینه ۴: نور خورشید گستره ی بسیار بزرگی از پرتوهای الکترومغناطیس است که این پرتوها نور و انرژی را با خود حمل می کنند.

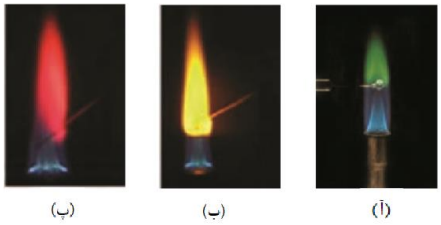
مثال ۲: میزان شکست و انحراف کدام رنگ پس از عبور نور از منشور بیش تر است؟

۱) سبز ۲) سرخ ۳) بنفش ۴) آبی

گزینه ۳: هرچه طول موج یک پرتو کوتاه تر باشد پس از عبور نور از منشور میزان شکست و انحراف آن بیش تر است.

آزمون شعله: بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند و اگر مقداری از محلول آن ها را روی شعله آتش با افشانه بپاشیم رنگ شعله تغییر می کند. رنگ شعله مس سبز، رنگ شعله سدیم زرد و رنگ شعله لیتیم قرمز می باشد. تفاوت طیف نشری خطی دو عنصر در تعداد خطوط آن ها، طول موج(رنگ) و انرژی آن ها می باشد و هر عنصر طیف نشری خاص خود را دارد. ویلیام رامس پس از جدا کردن گازهای N_2 و O_2 هوا توانست از باقی مانده هوا آرگون را کشف کند(نخستین گاز نجیب کشف شده). یک سال بعد رامس گاز واکنش ناپذیری را در نمونه های معدنی اورانیم دار یافت که مشابه همان خطوط نشری مجهول بود به این ترتیب هلیم کشف شد.

مثال: شکل زیر رنگ شعله ترکیب های حاوی چه عنصرهایی به ترتیب از راست به چپ نشان می دهد؟



۱) مس، سدیم، لیتیم ۲) لیتیم، سدیم، مس

۳) مس، لیتیم، سدیم ۴) لیتیم، مس، سدیم

گزینه ۱: رنگ شعله ی فلز مس و ترکیب های مس(II) سبز و رنگ شعله ی فلز سدیم و ترکیب های آن زرد و رنگ شعله ی فلز لیتیم و ترکیب های آن سرخ می باشد.

مدل اتمی بور

وجود ارتباطی بامعنا میان الگوی ثابت طیف نشری خطی هیدروژن و ساختار اتم های آن، ذهن بسیاری از دانشمندان را به خود مشغول ساخت. درسال ۱۹۱۳نیلز بور دانشمند دانمارکی در راه کشف این رابطه، مدل اتمی رادرفورد را برای توجیه این ارتباط نارسا دانست و مدل تازه ای برای اتم هیدروژن پیشنهاد کرد. او این مدل را با فرض های زیر ارایه کرد:

۱- الکترون در اتم هیدروژن در مسیری دایره ای شکل که مدار نامیده می شود، به دور هسته گردش می کند.

۲- انرژی این الکترون با فاصلهٔ آن از هسته رابطه ا ی مستقیم دارد. در واقع هر چه الکترون از هسته دورتر می شود، انرژی آن افزایش می یابد.

۳- این الکترون فقط می تواند در فاصله های معین و ثابتی پیرامون هسته گردش کند. در واقع الکترون فقط اجازه دارد که مقادیر معینی انرژی داشته باشد. به هر یک از این مقادیر انرژی تراز انرژی می گویند. تعداد محدودی از این ترازهای انرژی در اتم وجود دارد.

۴- این الکترون معمولاً در پایین ترین تراز انرژی ممکن (نزدیک ترین مدار به هسته) قرار دارد. به این تراز انرژی حالت پایه می گویند.

۵- با دادن مقدار معینی انرژی به این الکترون می توان آن را قادر ساخت که از حالت پایه(ترازی با انرژی کمتر) به حالت برانگیخته(ترازی با انرژی بالاتر) انتقال پیدا کند.

۶- الکترون درحالت برانگیخته ناپایدار است، از این رو همان مقدار انرژی را که پیش از این گرفته بود از دست می دهد و به حالت پایه باز می گردد.

مثال ۱: چند مورد از مطالب زیر در مورد طیف نشری خطی درست است؟

@konkorilife

آ) شیمی دان ها به فرآیندی که یک ماده ی شیمیایی با جذب انرژی از خود پرتوهای الکترمغناطیس گسیل می دارد نشر می گویند.

ب) بررسی ها نشان می دهد که هر فلز طیف نشری خطی مخصوص به خود دارد که می توان از آن طیف برای شناسایی فلز استفاده کرد.

پ) طیف نشری خطی فقط در محدود مریی قابل تشخیص است.

ت) در طیف نشری خطی هر نوار رنگی نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

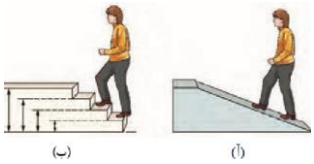
گزینه ۴: هر چهار عبارت درست هستند.

مثال ۲: طیف نشری خطی اتم هیدروژن چند نوار رنگی دارد و کدام یک انرژی بیش تری دارد؟

۱) ۴ ، آبی ۲) ۵ ، سبز ۳) ۳ ، بنفش ۴) ۴ ، بنفش

گزینه ۴: طیف نشری خطی اتم هیدروژن چهار نوار رنگی دارد یعنی هنگام انتقال از $n=۶$ به $n=۲$ ، $n=۵$ به $n=۲$ ، $n=۴$ به $n=۲$ و $n=۳$ به $n=۲$ می باشند که انتقال $n=۶$ به $n=۲$ مربوط به طیف نشری خطی بنفش است که طول موج کوتاه تر و انرژی بیش تری دارد.

مثال ۳: با توجه به شکل مقابل کدام عبارت نادرست است؟



۱) شکل(آ) مصرف انرژی به صورت کوانتومی و شکل(ب) مصرف انرژی به صورت پیوسته نشان می دهد.

۲) انرژی همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی پیوسته و در نگاه میکروسکوپی کوانتومی است.

۳) انتقال الکترون در لایه ها در یک اتم به حرکت در شکل(ب) شباهت بیش تری دارد.

۴) حرکت در مسیر شکل(آ) به هر اندازه و با هر مقدار امکان پذیر است.

گزینه ۱: حرکت در شکل(آ) مصرف انرژی به صورت پیوسته و حرکت در شکل(ب) مصرف انرژی به صورت کوانتومی نشان می دهد.

مثال ۴: شکل زیر مدل جذب و نشر انرژی را توسط یک اتم نشان می دهد کدام گزینه در مورد آن درست است؟

۱) مقدار انرژی جذب شده در حالت A بیش تر از حالت B است.

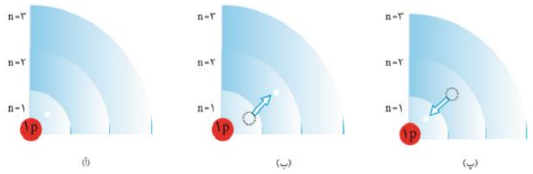
۲) انرژی نشر شده در حالت C کم تر از حالت D می باشد.

۳) در حالت B انرژی جذب شده باعث انتقال الکترون از $n=۱$ به $n=۳$ می شود.

۴) پایداری الکترون انتقال یافته در حالت B بیش تر از الکترون انتقال یافته در حالت A است.

گزینه ۳: در حالت A الکترون از تراز $n=۱$ به تراز $n=۲$ انتقال پیدا می کند ولی در حالت B الکترون از تراز $n=۱$ به تراز $n=۳$ انتقال پیدا می کند بنابر این انرژی جذب شده در حالت A کم تر از حالت B می باشد. مقدار انرژی نشر شده در حالت C بیش تر از حالت D است چون در حالت C انتقال الکترون از تراز $n=۳$ به تراز $n=۱$ می باشد ولی در حالت D انتقال الکترون از تراز $n=۲$ به تراز $n=۱$ است. پایداری الکترون انتقال یافته در حالت A بیش تر از حالت B می باشد چون در حالت A الکترون به تراز $n=۲$ و در حالت B الکترون به تراز $n=۳$ انتقال می یابد و هرچه لایه ای که در آن قرار دارد بالاتر باشد پایداری آن کم تر است.

مثال ۵: شکل زیر که الکترون اتم هیدروژن را در حالت پایه و در انگیخته را نشان می دهد با توجه به آن چند مورد از عبارت های زیر درست است؟



آ) مقدار انرژی الکترون در حالت (ب) بیش تر از حالت (آ) است.

@konkorilife

ب) مقدار انرژی آزاد شده در حالت (پ) با انرژی جذب شده در حالت (ب) برابر است.

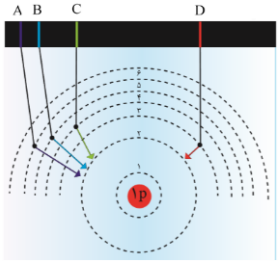
پ) انرژی آزاد شده در حالت (پ) در محدوده طول موج های مرئی می باشد.

ت) مقدار انرژی جذب شده در انتقال الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=2$ در هر عنصر یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۲: انرژی آزاد شده در حالت (پ) یعنی انتقال الکترون از تراز $n=2$ به تراز $n=1$ به علت انرژی زیاد در محدوده طول موج های مرئی قرار نمی گیرد. با توجه به این که انرژی لایه های الکترون پیرامون هسته ی هر اتم ویژه همان اتم و به عدد اتمی آن بستگی دارد مقدار انرژی جذب شده در انتقال الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=2$ در هر عنصر با عنصر دیگر متفاوت است.

مثال ۶: شکل زیر چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیه ی مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن را نشان می دهد کدام گزینه در مورد آن درست می باشد؟



۱) طول موج انرژی نشر شده در حالت A از بقیه حالت ها بیش تر است.

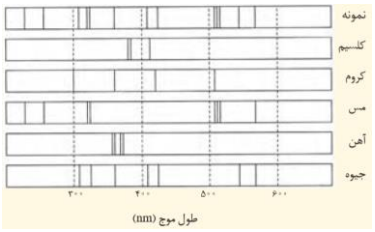
۲) ترتیب مقدار انرژی این چهار حالت به صورت $A>B>C>D$ می باشد.

۳) انرژی آزاد شده در حالت C دو برابر حالت D می باشد.

۴) انرژی آزاد شده هنگام انتقال الکترون از تراز $n=6$ به تراز $n=4$ کم تر از انتقال الکترون از تراز $n=5$ به تراز $n=3$ است.

گزینه ۴: هر چه فاصله بین لایه ها بیش تر باشد انرژی آن انتقال الکترون بیش تر است و طول موج با انرژی رابطه عکس دارد بنابر این ترتیب میزان انرژی در این چهار حالت به صورت $A>B>C>D$ و ترتیب طول موج آن ها به صورت $A<B<C<D$ می باشد.

مثال ۷: پژوهش گران در حفاری یک شهر قدیمی یک تکه از سفال پیدا کردند آن ها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر طیف نشری خطی آن و چند عنصر فلزی را نشان می دهد با توجه به این طیف ها چه عنصرهای در این سفال وجود دارد؟



۱) کلسیم، کروم ۲) کروم، مس

۳) جیوه، مس ۴) آهن، کلسیم

گزینه ۳: در طیف نمونه همانند مس در طول موج زیر $300nm$ دو خط نشری و یک خط نشری در طول موج $500-600nm$ دیده می شود و در طیف نمونه همانند جیوه سه خط نشری در طول موج $300-400nm$ و دو خط نشری در طول موج $400-500nm$ و دو خط نشری در طول موج $500-600nm$ وجود دارد.

مثال ۷: در کدام گزینه پاسخ درست سوالات زیر به ترتیب آمده است؟

آ) در طیف نشری خطی هیدروژن کدام انتقال الکترونی کم ترین طول موج دارد؟

ب) انرژی در نگاه ماکروسکوپی چه نوع کمیتی است؟

پ) اگر مقداری محلول سدیم سولفات را روی شعله بپاشیم چه رنگی مشاهده می کنیم؟

ت) تعداد خطوط موجود در بخش مرئی کدام عنصر با طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی برابر است؟

۱) $n=6 \longrightarrow n=2$ ، پیوسته، زرد، لیتیم ۲) $n=5 \longrightarrow n=2$ ، گسسته، سرخ، لیتیم

۳) $n=6 \longrightarrow n=2$ ، کوانتومی، زرد، هلیم ۴) $n=3 \longrightarrow n=2$ ، پیوسته، سبز، هلیم

گزینه ۱: در طیف نشری خطی هیدروژن انتقال الکترونی $n=6 \longrightarrow n=2$ کم ترین طول موج و بیش ترین انرژی دارد. انرژی در نگاه ماکروسکوپی کمیتی پیوسته است. رنگ شعله سدیم و ترکیب های آن زرد رنگ است. تعداد خطوط موجود در بخش مرئی عنصر لیتیم با طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی برابر است.

@konkorilife

اعداد کوانتومی

عدد کوانتومی اصلی (n)، از ۱ تا ۷ می باشد و تعداد لایه های الکترونی، تناوب یا دوره، تعداد زیر لایه، تعداد عنصرها یک تناوب و حداکثر تعداد الکترون ها و تعداد اوربیتال های هر تناوب را مشخص می کند یعنی:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

تعداد عنصر های هر تناوب یا حداکثر تعداد الکترون های هر تناوب $= 2n^2$

تعداد اوربیتال های هر تناوب $= n^2$

عدد کوانتومی فرعی یا اوربیتالی (l)، زیرلایه ها را با عدد کوانتومی اوربیتالی (l) مشخص می کنند l می تواند عددهای درست ۰ تا $n-1$ را در بر بگیرد. این مقادیر عددی را معمولاً با حروف s $(l=0)$ ، p $(l=1)$ ، d $(l=2)$ و f $(l=3)$ نشان می دهند. برای مثال در دومین لایهٔ الکترونی ($n=2$) دو زیرلایهٔ s و p وجود دارد. افزون بر این ها l شکل و تعداد اوربیتال ها را نیز مشخص می کند. شکل اوربیتال های موجود در زیر لایه های s و p به ترتیب کروی و دمبلی هستند.

هم چنین تعداد اوربیتال و تعداد الکترون های هر زیر لایه را مشخص می کند یعنی

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 = 0, \ldots, n-1$$

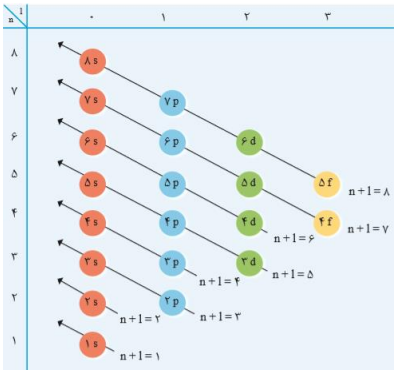
$$l = 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6$$

$$s \;'p\;'d\;'\; f\;'\; g\;'\; h\;'\; i$$

تعداد اوربیتال هر زیرلایه $= 2l + 1$

تعداد الکترون های هر زیرلایه $= 2(2l + 1)$

مثال ۱: شکل زیر ترتیب پرشدن زیر لایه های الکترونی بر اساس قاعده یا اصل آفبا نشان می دهد با توجه به آن کدام عبارت نادرست است؟



۱) انرژی زیر لایه ها به n و $n+l$ وابسته است.

۲) اگر $n+l$ برای دو یا چند زیر لایه برابر باشد زیر لایه ای که n بزرگ تری دارد انرژی آن بیش تر است.

۳) ترتیب پرشدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی(n) وابسته است.

۴) قاعده یا اصل آفبا ترتیب پرشدن زیر لایه ها در اتم های گوناگون نشان می دهد.

گزینه ۳: ترتیب پرشدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته نیست بلکه از قاعده آفبا پیروی می کند.

مثال ۲: عدد کوانتومی فرعی یا اوربیتالی برای الکترون های موجود در لایه اصلی $n = ۲$ چیست؟

۱) ۱ و ۲ ۲) ۰ و ۱ و ۲ ۳) ۰ و ۱ ۴) ۱

گزینه ۳ : عدد کوانتومی فرعی یا اوربیتالی یا سمتی همیشه از صفر شروع و به $n-۱$ ختم می شود.

مثال ۳: در هر لایه اصلی چند زیر لایه و در هر زیر لایه چند اوربیتال وجود دارد(به ترتیب از راست به چپ)؟

۱) n و $2l$ ۲) $n+1$ و $2l$ ۳) $n+1$ و $2l+1$ ۴) n و $2l+1$

گزینه ۴ : در هر لایه اصلی به اندازه n زیرلایه و در هر زیر لایه $2l+۱$ اوربیتال وجود دارد.

مثال ۴: کدام عبارت نادرست است؟

۱) در هر سطح انرژی اتم زیر لایه ای که عدد کوانتومی l کوچک تری دارد با نماد d مشخص می شود.

۲) در هر سطح انرژی اتم الکترون های زیرلایه ی p در مقایسه با الکترون های زیرلایه ی s انرژی بیش تری دارند.

۳) حداکثر گنجایش الکترون در یک لایه، دو برابر مجذور عدد کوانتومی اصلی است.

@konkorilife

۴) مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی برای هر زیرلایه ی d دو واحد بزرگ تر از عدد کوانتومی اصلی آن زیرلایه است.

گزینه ۱: در هر سطح انرژی اتم زیر لایه ای که عدد کوانتومی اوربیتالی یا فرعی (l) کوچک تری دارد با نماد s مشخص می شود.

مثال ۵: منظور از زیرلایه در یک اتم چیست؟

۱) مجموعه اوربیتال هایی که از نظر انرژی یکسان هستند. ۲) اوربیتال هایی که از نظر سطح انرژی تفاوت کمی دارند.

۳) آخرین لایه الکترونی هر عنصر ۴) نزدیک ترین لایه الکترونی اتم به هسته

گزینه ۱: زیرلایه مجموعه ی از اوربیتال های الکترونی یک عنصر که انرژی یکسانی دارند.

مثال ۶: در یک لایه ی الکترونی(n) حداکثر تعداد زیر لایه ها برابر .... و حداکثر تعداد الکترون ها برابر .... است؟

۱) n ، n^2 ۲) n ، $2n^2$ ۳) $n-1$ ، n^2 ۴) $n-1$ ، $2n^2$

گزینه ۲: در هر لایه الکترونی به تعداد n زیر لایه(از صفر تا $n-1$) و حداکثر $2n^2$ الکترون می تواند وجود داشته باشد.

مثال ۷: چند مورد از عبارت های زیر درست است؟

آ) بیش ترین تعداد الکترون هایی که در لایه ی دوم قرار می گیرد با تعداد عنصرهای دوره ی دوم جدول برابر است.

ب) نماد هر زیر لایه ی معین با دو عدد کوانتومی مشخص می شود.

پ) مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی برای هر زیر لایه ی d دو واحد بزرگ تر از عدد کوانتومی اصلی آن زیر لایه است.

ت) زیر لایه با گنجایش حداکثر ۱۴ الکترون در لایه های الکترونی $n=۴$ به بعد وجود دارد.

ث) مجموع شمار الکترون های موجود در زیر لایه ی $l=۰$ در چهار لایه اول با حداکثر تعداد الکترون های موجود در لایه دوم برابر است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

گزینه ۳: تمام عبارت ها درست هستند. بررسی عبارت ها: آ) بیش ترین تعداد الکترون های هر لایه برابر $2n^2$ می باشد که بیش ترین تعداد الکترون ها در لایه دوم ۸ الکترون می باشد و در تناوب دوم جدول تناوبی هم ۸ عنصر وجود دارد. ب) نماد هر زیر لایه ی معین با دو عدد کوانتومی n و l مشخص می شود مثلا در زیر لایه $3p$ دو عدد کوانتومی $n=۳$ و $l=۱$ می باشد. پ) چون عدد کوانتومی فرعی زیر لایه d برابر ۲ می باشد بنابر این مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی برای هر زیر لایه ی d دو واحد بزرگ تر از عدد کوانتومی اصلی آن زیر لایه می باشد. ت) زیر لایه ی با گنجایش حداکثر ۱۴ الکترون مربوط به زیر لایه ی f می باشد که این زیر لایه مربوط به عنصرهای واسطه داخلی یعنی لانتانیدها($4f$) و اکتینیدها($5f$) می باشد بنابر این زیر لایه ی f در لایه های الکترونی $n=۴$ به بعد وجود دارد. ث) زیر لایه ی $l=۰$ مربوط به s می باشد و در هر لایه یک زیر لایه ی s وجود دارد و هر زیر لایه ی s حداکثر گنجایش دو الکترون دارد در نتیجه ۸ الکترون وجود دارد(۲×۴) و در لایه دوم هم حداکثر ۸ الکترون وجود دارد($2n^2 \Rightarrow 2\times 2^2=8$) بنابر این مجموع شمار الکترون های موجود در زیر لایه ی $l=۰$ در چهار لایه اول با حداکثر تعداد الکترون های موجود در لایه دوم برابر است.

آرایش الکترونی

آرایش الکترونی نحوه چینش الکترون ها در اوربیتال ها اطراف هسته اتم را نشان می دهد و شیوه پر شدن زیر لایه ها به ترتیب زیر است:

۱s, $2s$, ۲p, $3s$, ۳p, $4s$, ۳d, $4p$, ۵s, $4d$, ۵p, $6s$, ۴f, $5d$, ۶p, $7s$, ۵f, $6d$, $7p$

در s حداکثر ۲ الکترون در p حداکثر ۶ الکترون در d حداکثر ۱۰ و در f حداکثر ۱۴ الکترون قرار می‌گیرد. به عنوان مثال آرایش الکترونی گالیم که ۳۱ الکترون دارد به صورت زیر نوشته می شود.

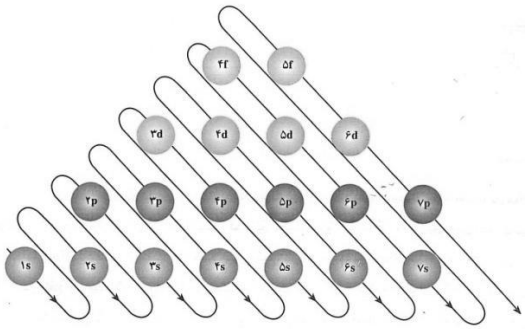
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^1$

که البته به صورت مرتب شده و به شکل زیر نوشته می شود.

@konkorilife

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^2, 4p^1$

اصل آفبا به آلمانی(*Aufbau*) به معنی ساختن، یکی از اصول آرایش الکترونی است که می‌گوید: در پر شدن اوربیتال ها ابتدا اوربیتال های با انرژی پایین تر پر می شوند و سپس اوربیتال های با انرژی بالاتر. این اصل برای ۱۸ عنصر اول به خوبی صدق می‌کند. اما اصل مادلونگ که در سال ۱۹۳۶ و توسط آروین مادلونگ ارائه شد به خوبی تا ۱۰۰ عنصر اول صدق می‌کند. شکل زیر طرح بیان گر اصل آفبا می باشد و جدول زیر استثناهای آرایش الکترونی بر اساس اصل آفبا را نشان می دهد.



الگویی برای پر کردن زیر لایه‌های مربوط به سطوح انرژی اصلی در اتم، الکترون ابتدا وارد زیر لایه‌ای می شود که به هسته نزدیک تر است، چون الکترون در آن پایداری بیش تری دارد.

استثناهای آرایش الکترونی بر اساس اصل آفبا

عنصر	نماد	عدد اتمی	آرایش الکترونی	عنصر	نماد	عدد اتمی	آرایش الکترونی
کروم	*Cr*	۲۴	$[Ar]\ 4s^1, 3d^5$	سریم	*Ce*	۵۸	$[Xe]\ 6s^2, 4f^1, 5d^1$
مس	*Cu*	۲۹	$[Ar]\ 4s^1, 3d^{10}$	گادولینیم	*Gd*	۶۴	$[Xe]\ 6s^2, 4f^7, 5d^1$
ایتریم	*Y*	۳۹	$[Kr]\ 5s^2, 4d^1$	پلاتین	*Pt*	۷۸	$[Xe]\ 6s^1, 4f^{14}, 5d^9$
زیرکونیم	*Zr*	۴۰	$[Kr]\ 5s^2, 4d^2$	طلا	*Au*	۷۹	$[Xe]\ 6s^1, 4f^{14}, 5d^{10}$
نیوبیم	*Nb*	۴۱	$[Kr]\ 5s^1, 4d^4$	اکتینیم	*Ac*	۸۹	$[Rn]\ 7s^2, 6d^1$
مولیبدن	*Mo*	۴۲	$[Kr]\ 5s^1, 4d^5$	توریم	*Th*	۹۰	$[Rn]\ 7s^2, 6d^2$
روتنیم	*Ru*	۴۴	$[Kr]\ 5s^1, 4d^7$	پروتاکتینیم	*Pa*	۹۱	$[Rn]\ 7s^2, 5f^2, 6d^1$
رودیم	*Rh*	۴۵	$[Kr]\ 5s^1, 4d^8$	اورانیم	*U*	۹۲	$[Rn]\ 7s^2, 5f^3, 6d^1$
پالادیم	*Pd*	۴۶	$[Kr]\ 4d^{10}$	نپتونیم	*Np*	۹۳	$[Rn]\ 7s^2, 5f^4, 6d^1$
نقره	*Ag*	۴۷	$[Kr]\ 5s^1, 4d^{10}$	کوریم	*Cm*	۹۶	$[Rn]\ 7s^2, 5f^7, 6d^1$
لانتانیم	*La*	۵۷	$[Xe]\ 6s^2, 5d^1$				

آرایش الکترونی عنصرهای جدول، الگویی تکرار شونده دارند. الکترون ها در هر عنصر، مجموعه ای از لایه های الکترونی را پر می‌کند. هر لایه ی الکترونی از یک یا چند زیرلایه ساخته شده است که به آن ها لایه های s، p ، d ، f و g گفته می شود. هر چه عدد اتمی یک عنصر افزایش یابد، لایه ها و زیرلایه های الکترونی بیش تری در آن عنصر پر می شود. این لایه ها بر پایه ی اصل آفبا یا قانون تراز انرژی پر می شوند. برای نمونه، آرایش الکترونی نئون با عدد اتمی ۱۰ عبارت است از : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ که دو الکترون در لایه ی نخست و هشت الکترون در لایه ی دوم(دو تا در زیرلایه ی s و شش تا در زیرلایه ی p جای می‌گیرد). برای نمونه، فلزهای قلیایی و عنصر هیدروژن، همگی تنها یک الکترون در لایه ی s دارند.

@konkorilife

ویژگی های یک عنصر بیش تر به آرایش الکترونی آن عنصر وابسته است. در نتیجه، چون آرایش الکترونی عنصرها در جدول از نظم روشنی پیروی می‌کند، می توان برخی رفتارهای فیزیکی و شیمیایی عنصرها در جدول را پیش بینی کرد. پیش از آن که نیلز بور نظریه خود پیرامون آرایش الکترونی را مطرح کند، از روی این ویژگی پله کانی عنصرها، جای برخی از عنصرها در جدول پیش بینی شده بود. طبق ایوپاک شماره گروه مجموعه الکترون های تراز $s+p+(n-1)d$ و بالاترین ضریب s یا p تناوب یا دوره می باشد. هنگام رسم آرایش الکترونی یون ها ابتدا آرایش الکترونی اتم را در حالت خنثی رسم کنید و به اندازه بار مثبت از تعداد الکترون ها کم کنید و به اندازه بار منفی بر تعداد الکترون ها می افزایم. توجه داشته باشید که درعنصرهای واسطه ابتدا الکترون از ns جدا می شود و بعد از $(n-1)d$ و اگر بخواهیم آرایش یک اتم را از روی آرایش یون رسم کنیم در کاتیون ها به اندازه بار مثبت به آرایش یون اضافه و در آنیون ها به اندازه بار منفی از آرایش یون کم می کنیم و لازم به ذکر است در کاتیون های فلزهای واسطه برای رسم آرایش اتم مربوطه ابتدا الکترون به ns و بعد به $(n-1)d$ می دهیم.

تعیین دوره و گروه عنصرها بر اساس آرایش الکترونی

تعیین تناوب یا دوره: به بالاترین ضریب زیر لایه های s یا p تناوب یا دوره می گویند.

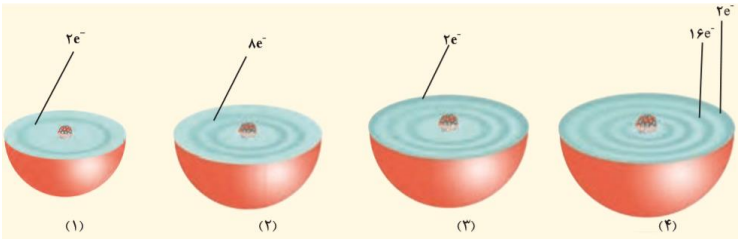
تعیین گروه: آرایش الکترونی عنصرها به چهار زیر لایه ی s یا p یا d یا f ختم می شوند اگر آرایش الکترونی عنصری به s ختم شود و قبل از s زیر لایه ی d نباشد توان s گروه می باشد و اگر آرایش الکترونی عنصری به s ختم شود که قبل از s زیر لایه d باشد و یا به d ختم شود به مجموع توان های s و d گروه می گویند و اگر آرایش الکترونی عنصری به f ختم شود آن عنصر جزو گروه سوم است و اگر آرایش الکترونی عنصری به p ختم شود توان p به اضافه ۱۲ گروه آن عنصر می باشد مثلاً اگر آرایش الکترونی عنصری به $3p^3$ ختم شود این عنصر در تناوب سوم و گروه ۱۵ قرار دارد.

مثال ۱: عنصرهای دسته ی d در هر دوره از جدول دوره ای در کدام گروه های ..... جای دارند و کم ترین عدد اتمی ممکن برای این عنصرها ..... است؟

۱) ۲ تا ۱۲ ، ۲۱ ۲) ۳ تا ۱۲ ، ۲۱ ۳) ۲ تا ۱۲ ، ۲۲ ۴) ۳ تا ۱۲ ، ۲۲

گزینه۲ : عنصرهای دسته ی d یا همان عنصرهای واسطه در گروه های ۳ تا ۱۲ جدول تناوبی قرار دارند و اولین عدد اتمی عنصر واسطه ۲۱ می باشد.

مثال ۲: هر یک از شکل های زیر برشی از اتم یک عنصر نشان می دهد با توجه به آن کدام گزینه عبارت های زیر را به درستی تکمیل می کند؟



« اتم های .... و .... تمایلی به انجام واکنش ندارد، در اتم(۴) ..... زیر لایه از الکترون پر شده دارد، اتم(۳) در گروه .... و تناوب .... قرار دارد.»

۱) ۲ و ۳ ، ۶ ، گروه ۲ و تناوب ۳ ۲) ۱ و ۲ ، ۷ ، گروه ۳ و تناوب ۲

۱) ۱ و ۲ ، ۶ ، گروه ۲ و تناوب ۳ ۴) ۲ و ۳ ، ۷ ، گروه ۳ و تناوب ۲

گزینه ۳: اتم های ۱ و ۲ لایه آخر آن ها کامل است و به ترتیب گازهای نجیب هلیم و نئون می باشند و گازهای نجیب تمایلی به انجام واکنش ندارد و آرایش الکترونی اتم ۴ به صورت $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^8$ می باشد که ۶ زیرلایه الکترونی در آن پر می باشد و آرایش الکترونی اتم ۳ به صورت $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$ می باشد که در گروه ۲ و تناوب ۳ قرار دارد.

مثال ۳: اگر آخرین زیر لایه ی اشغال شده از الکترون در یک اتم خنثی $5s$ باشد در این اتم به ترتیب چند الکترون با عدد کوانتومی اصلی ۳ و چند الکترون با عدد کوانتومی فرعی ۲ وجود دارد؟

@konkorilife

۱) ۳ ، ۵ ۲) ۱۸ ، ۵ ۳) ۱۸ ، ۱۰ ۴) ۳ ، ۱۰

گزینه ۳: آرایش الکترونی این عنصر به صورت یکی از دو حالت زیر است.

$1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^2,3d^{10},4p^6,5s^1$ یا $1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^2,3d^{10},4p^6,5s^2$

که در عدد کوانومی اصلی ۳(n=۳) ۱۸ الکترون($3s^2,3p^6,3d^{10}$) و در عدد کوانتومی فرعی ۲ (l=۲) ۱۰ الکترون($3d^{10}$) وجود دارد.

مثال ۴: چند مورد از عبارت های زیر در رابطه با عنصری که در تناوب پنجم و گروه ۱۴ جای دارد درست می باشد؟

آ) آرایش الکترونی آن به زیر لایه ی نیم پر ختم می شود.

ب) در آرایش الکترونی آن ۲۰ الکترون با عدد کوانتومی l=۱ وجود دارد.

پ) لایه ی چهارم الکترونی این عنصر پر است.

ت) بین این عنصر و گاز نجیب هم دوره ی آن سه عنصر وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۲: آرایش الکترونی این عنصر به صورت $1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^2,3d^{10},4p^6,5s^2,4d^{10},5p^2$ یعنی آرایش الکترونی را از اول می نویسیم تا به $5p^2$ برسیم(تناوب پنجم است بنابر این ضریب زیر لایه ۵ می باشد و گروه ۱۴ است پس توان p هم باید ۲ باشد یعنی گروه عنصرهایی که آرایش الکترونی آن ها به p ختم می شود برابر با توان p به اضافه ۱۲ می باشد). عدد کوانتومی l=۱ مربوط به زیر لایه p می باشد که با توجه به آرایش الکترونی آن ۲۰ الکترون در این زیر لایه وجود دارد($2p^6,3p^6,4p^6,5p^2$) و لایه چهارم این عنصر پر نیست و زیر لایه $4f$ آن خالی است($4s^2,4p^6,4d^{10},4f$) و بین این عنصر و گاز نجیب هم دوره ی آن سه عنصر وجود دارد(عنصرهای شماره ۵۱ ، ۵۲ و ۵۳).

مثال ۵: با توجه به جدول زیر حاصل عبارت $\frac{A\times B\times E}{(C+D)\times F}$ کدام است؟

عدد کوانتومی آخرین الکترون بر اساس اصل آفبا	تعداد الکترون های موجود در آخرین زیر لایه	عدد اتمی
n=۳ ، l=۲	۱	A
n=B ، l=۱	۱	۱۳
n=۴ ، l=E	C	۳۳
n=۲ ، l=F	D	۸

۱) ۸/۱۴

۲) ۹

۳) ۱۱

۴) ۱۰/۲۱

گزینه ۲: ابتدا با توجه به l=۲ ، n=۳ و تعداد الکترون های آخرین زیر لایه آرایش الکترونی را رسم می کنیم و عدد اتمی A را به دست می آوریم.

$1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^2,3d^1$ عدد اتمی ۲۱ می باشد بنابر این A=۲۱ است.

$$13 \Rightarrow 1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^1 \Rightarrow n=3 \Rightarrow B=3$$
$$33 \Rightarrow 1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^2,3d^{10},4p^3 \Rightarrow C=3\ ,\ l=1 \Rightarrow E=1$$
$$8 \Rightarrow 1s^2,2s^2,2p^4 \Rightarrow D=4 \Rightarrow l=1 \Rightarrow F=1$$
$$\frac{A\times B\times E}{(C+D)\times F}=\frac{21\times 3\times 1}{(3+4)\times 1}=9$$

مثال ۶: در اتم ژرمانیم ($_{32}Ge$) ، ..... لایه (سطح انرژی) و ..... زیر لایه (ترازهای فرعی) انرژی از الکترون اشغال شده است که از میان آن ها ..... زیر لایه، هر یک دارای دو الکترون و ..... زیر لایه هر یک دارای شش الکترون است.

۱) پنج – ده – شش – دو ۲) چهار – هشت – پنج – سه

۳) چهار – هشت – پنج – دو ۴) پنج – ده – شش – سه

گزینه ۳ : $Ge:\ 1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,3d^{10},4s^2,4p^2$

با توجه به آرایش الکترونی اتم Ge، ۴ لایه انرژی و ۸ زیر لایه انرژی از الکترون اشغال شده است که در بین آن ها ۵ زیر لایه انرژی دو الکترونی(۴ زیر لایه s و یک زیر لایه p) و ۲ زیر لایه انرژی ۶ الکترونی ($2p^6$ و $3p^6$) وجود دارد و یا آرایش الکترونی را بر اساس لایه های الکترونی بنویسیم یعنی در لایه اول ۲ الکترون، در لایه های دوم و سوم هر کدام ۸ الکترون، و در لایه های چهارم و پنجم هر کدام ۱۸ الکترون و لایه های ششم و هفتم هر کدام ۳۲ الکترون جای می گیرد در نتیجه داریم:

۲)۸)۸)۱۸)۱۸)۳۲)۳۲

حال آرایش الکترونی $_{32}Ge$ بر اساس لایه های الکترونی به صورت ۲)۸)۸)۱۴ می باشد و چهار لایه الکترونی دارد. در لایه اول چون دو الکترون دارد یک زیر لایه s داریم، در لایه های دوم و سوم چون ۸ الکترون دارند دو زیر لایه s و p داریم، در لایه های چهارم و پنجم چون ۱۸ الکترون دارند سه زیر لایه s ، p و d داریم و در لایه های ششم و هفتم چون ۳۲ الکترون دارند چهار زیر لایه s ، p ، d و f داریم بنابر این در اتم $_{32}Ge$ دارای ۸ زیر لایه است که

@konkorilife

از این تعداد چهار زیر لایه ی s (دو الکترونی) و لایه آخر ۱۴ الکترون دارد اگر این تعداد الکترون را در زیر لایه های s ، d و p قرار دهیم زیر لایه ی p دو الکترون قرار می گیرد(s^2,d^{10},p^2) که در مجموع پنج زیر لایه دو الکترونی دارد. زیر لایه های شش الکترونی مربوط به زیر لایه ی p می باشند و چون لایه های دوم و سوم کامل شده اند و در هر کدام لایه های دوم تا هفتم، زیر لایه ی p دارند بنابر این ژرمانیم دو زیر لایه شش الکترونی دارد.

مثال ۷: کروم ($_{۲۴}Cr$) از دسته عنصرهای ..... است که زیر لایه ..... اتم آن ها در حال پر شدن است و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن به صورت ..... است.

۱) اصلی، $۴p$ ، $۴s^۲\ ۴p^۲$ ۲) اصلی، $۴p$ ، $۴s^۲\ ۴p^۳$ ۳) واسطه، $۳d$ ، $۳d^۵\ ۴s^۱$ ۴) واسطه، $۳d$ ، $۳d^۴\ ۴s^۲$

گزینه ۳ : $Cr:\ 1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,3d^5,4s^1$

با توجه به آرایش الکترونی، کروم یکی از عنصرهای واسطه است که زیر لایه $3d$ آن در حال پر شدن می باشد و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن بر اساس اصل پایداری(عنصرهایی که اوربیتال های ترازهای فرعی آن ها به صورت نیم پر باشند پایدارتر هستند بر همین اساس عنصرهایی که آرایش الکترونی آن ها به d^4 یا d^9 ختم می شود برای پایداری بیش تر یک الکترون از زیر لایه ی s کم می شود و به d اضافه می شود) به صورت $3d^5,4s^1$ است.

مثال ۸: در عنصری با عدد اتمی ۱۵ چند اوربیتال دارای الکترون می باشد.

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

گزینه ۴ : $A:\ 1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^3$

با توجه به آرایش الکترونی آن سه تراز فرعی s داریم که هر کدام یک اوربیتال دارند و دو تراز فرعی p داریم که هر کدام سه اوربیتال دارند که در مجموع ۹ اوربیتال اشغال شده از الکترون دارد.

مثال ۹: کدام یک از عبارت های زیر صحیح می باشد؟

۱) عنصری که در دوره ی ۴ و گروه ۶ جدول تناوبی عنصرها قرار دارد دارای ۸ الکترون با l=۰ است.

۲) نخستین عنصری که شامل ۱۸ الکترون با n=۳ می باشد دارای عدد اتمی ۳۰ است.

۳) اگر زیر لایه ها فقط به ترتیب شماره ی n آن ها پر شوند دوره ی چهارم باید دارای ۳۲ عنصر باشد.

۴) تمامی گازهای نجیب به آرایش هشتایی یا اکتت می رسند.

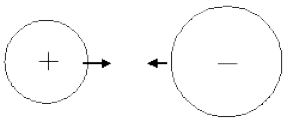
گزینه ۳: عبارت های «۱» ، «۲» و «۴» نادرست هستند حال گزینه ها را بررسی می کنیم آرایش الکترونی گزینه «۱» به صورت زیر است.

$$1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^1,3d^5$$

زیر لایه ی s عدد کوانتومی فرعی صفر دارد(l=۰) بنابر این مجموع توان های زیر لایه های s برابر با ۷ می باشد. نخستین عنصری که شامل ۱۸ الکترون با n=۳ می باشد دارای عدد اتمی ۲۹ است یعنی $1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,4s^1,3d^{10}$ می باشد. اگر زیر لایه ها به ترتیب n آن ها پر می شدند در لایه چهارم ۳۲ الکترون می توانست قرار گیرد($4s^2,4p^6,4d^{10},4f^{14}$) و این تناوب ۳۲ عنصر می داشت. تمامی گازهای نجیب به جزء هلیم به آرایش هشتایی یا اکتت می رسند.

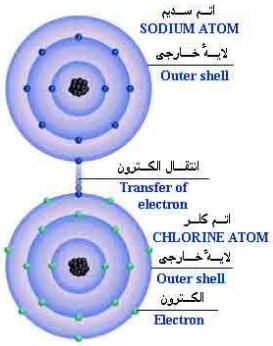
پیوند های یونی

پیوند یونی(*Ionic Bond*) پیوندی است که از انتقال الکترون از یک عنصر فلزی به یک عنصر نافلزی صورت می گیرد. بنابر این یک عنصر مثبت و عنصر دیگر منفی می شود. در نتیجه وقتی یک ترکیب دوتایی دیدید که یکی از آن ها فلز و دیگری نافلز بود، حتماً پیوند آن ها یونی است که خیلی پیوند محکمی می باشد مانند پیوند بین لیتیم و کلر در ترکیب *LiCl*. در حقیقت پیوند یونی جاذبه ای است که بین یون های مثبت و منفی وجود دارد و آن ها را در یک ساختار بلورین به هم نگه می‌دارد. این پیوند ناشی از انتقال الکترون بین اتم هاست.



@konkorilife

ترکیب های یونی متشکل از تعداد زیادی آنیون و کاتیون هستند که با طرح معین هندسی در کنار هم قرار گرفته اند و یک بلور به وجود می آورند. هر بلور، به سبب جاذبه های منفی ـ مثبت یون ها به هم، نگه داشته شده است. فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی نشانه ساده ترین نسبت یون های مختلف برای به وجود آوردن بلوری است که از نظر الکتریکی خنثی باشد.



وقتی اتم ها به یون تبدیل می شوند، خواص آن ها شدیداً تغییر می کند. مثلاً مجموعه ای از مولکول های برم قرمز است. اما یون های Br^- در رنگ بلور ماده مرکب هیچ دخالتی ندارند. یک قطعه سدیم شامل اتم های سدیم نرم است. خواص فلزی دارد و بر آب به شدت اثر می‌کند. اما یون های Na^+ در آب پایدارند. مجموعه بزرگی از مولکول های کلر، گازی سمی به رنگ زرد مایل به سبز است، ولی یون های کلرید Cl^- مواد مرکب رنگ ایجاد نمی‌کنند و سمی نیستند. به همین لحاظ است که یون های سدیم و کلر را به صورت نمک طعام می‌توان بدون ترس از واکنش شدید روی گوجه فرنگی ریخت. وقتی اتم ها به صورت یون در می آیند، ماهیت آن ها آشکارا تغییر می‌کند.

مثال : اگر آرایش الکترونی یون های تک اتمی A^{2+} و B^- به $2p^6$ ختم شود بین این دو عنصر .... عنصر وجود دارد و بین آن ها پیوند ..... تشکیل می شود و فرمول ترکیب آن ها ..... می باشد.

۱) ۲ ، یونی، A_2B ۲) ۳ ، کووالانسی، A_2B ۳) ۲ ، یونی، AB_2 ۴) ۳ ، کووالانسی، AB_2

گزینه ۳: عنصر A در گروه دوم و عنصر B در گروه ۱۷ قرار دارند زیرا عنصر A با از دست دادن دو الکترون و عنصر B با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب رسیدند بنابر این بین این دو یون همیشه پیوند یونی به وجود می آید و چون ظرفیت عنصر A دو و ظرفیت عنصر B یک می باشد(ظرفیت یون ها برابر با بار یون می باشد) فرمول ترکیب آن ها AB_2 می باشد.

خواص ترکیب های یونی

۱) رسانایی الکتریکی: رسانایی الکتریکی مواد مرکب یونی مذاب به این علت است که وقتی قطب هایی با بار مخالف در این مواد مذاب قرار گیرد و میدان الکتریکی برقرار شود، یون ها آزادانه به حرکت در می آیند. این حرکت یون ها بار یا جریان را از یک جا به جای دیگر منتقل می‌کنند. در جسم جامد که یون ها بی حرکت اند و نمی توانند آزادانه حرکت کنند، جسم خاصیت رسانای الکتریکی ندارد.

۲) سختی: سختی مواد مرکب یونی به علت پیوند محکم میان یون های با بار مخالف است. برای پیوندهای قوی انرژی بسیاری لازم است تا یون ها از هم جدا شوند و امکان حرکت آزاد حالت مذاب را پیدا کنند. انرژی زیاد به معنی دمای جوش بالا است که خود از ویژگی های مواد یونی است.

۳) شکنندگی: مواد مرکب یونی شکننده اند. زیرا که ساختار جامد آن ها آرایه منظمی از یون هاست. مثلاً ساختار سدیم کلرید($NaCl$) را در نظر بگیرید. هرگاه یک سطح از یون ها فقط به فاصله یک یون در هر جهت جا به جا شود، یون هایی که بار مشابه دارند درکنار یکدیگر قرار می‌گیرند و یکدیگر را دفع می‌کنند و چون جاذبه ای در کار نیست بلور می شکند.

@konkorilife

سدیم کلرید را نمی توان با چکش کاری، به ورقه های نازک تبدیل کرد. با چنین عملی بلور نمک خرد و از هم پاشیده می شود.

مثال ۱: کدام مطلب نادرست است؟

۱) اتم اکسیژن($_8O$) برای رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره ی خود باید دو الکترون بگیرد.

۲) منیزیم اکسید یک ترکیب یونی است که نسبت یون های سازنده ی آن ۱ به ۱ است.

۳) در منیزیم کلرید هر دویون به آرایش گاز نجیب نئون رسیده اند.

۴) کاتیون منیزیم نسبت به اتم منیزیم شعاع کوچک تری دارد.

گزینه ۳: در منیزیم کلرید یون منیزیم و یون کلرید به ترتیب به آرایش گازهای نجیب نئون و آرگون رسیده اند.

مثال ۲: اگر فلز M با نافلز X یک ترکیب یونی با فرمول MX_2 تشکیل دهد اتم عنصرهای M و X به ترتیب به کدام گروه جدول تناوبی قرار دارند؟

۱) ۱ و ۱۷ ۲) ۲ و ۱۶ ۳) ۱ و ۱۶ ۴) ۲ و ۱۷

گزینه ۴: با توجه به فرمول شیمیایی MX_2 فلز M کاتیون(M^{2+}) تشکیل داده بنابر این در لایه ظرفیت خود دو الکترون دارد و با از دست دادن این دو الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود رسیده و پایدار شده است و نافلز X آنیون(X^-) تشکیل داده بنابر این در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون دارد و با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود رسیده و پایدار شده در نتیجه فلز M در گروه دوم و نافلز X در گروه ۱۷ جدول دوره ای عنصرها قرار دارند

گروه های حاوی پیوند یونی

عنصرهای گروه اول یا فلزهای قلیایی: یعنی Li، Na، K، Rb، Cs، هر یک به ترتیب یک الکترون بیش تر از گازهای نجیب He، Ne، Ar، Kr و Xe دارند. اگر هر یک از این فلزها از هر اتم یک الکترون از دست به دهند، جزء باقی مانده آرایش الکترونی گاز نجیب متناظر خود را پیدا می‌کند. مثلاً Li یک الکترون والانس در آرایش حالت پایه دارد. از دست دادن یک الکترون باعث می شود که Li ساختار الکترونی He را پیدا کند. یک یون Li^+ که فقط دو الکترون و سه پروتون دارد و بار آن +۱ است. یک ذره باردار مانند Li^+ یا یک گروه از ذره های باردار، مانند گروه سولفات SO_4^{2-} را یون می‌گویند.

عنصرهای گروه دوم یا فلزهای قلیایی خاکی

این عنصرها هر یک دو الکترون والانس دارند و برای این که Mg، Ca، Sr، Ba ساختار گاز نجیب را به دست آورند اتم های هر عنصر باید دو الکترون از دست به دهند. از دست دادن دو الکترون باعث می شود که دو پروتون در هسته خنثی نشده بماند. پس هر یون بار +۲ خواهد داشت. برای جدا شدن سومین الکترون لازم است جفت الکترون های تراز اصلی با انرژی پایین‌تر شکسته شود که این امر انرژی زیادتری می‌خواهد و جداشدن الکترون ها از فلزهای و تشکیل یون های مثبت حاصل از آن ها را می‌توان به راه های مختلف رسم کرد. پس جدا شدن یک الکترون از یک اتم معین جداشدن الکترون های بعدی به ترتیب مشکل تر می شود. زیرا با از دست دادن هر الکترون بار مؤثر زیادتر می شود و الکترون های باقی مانده را محکم تر نگاه می دارد. به طور خلاصه یون های مثبت وقتی تشکیل می شوند که اتم های فلزی یک الکترون(گروه اول) دو الکترون (گروه دوم) و یا سه الکترون(گروه سیزده) به اتم های نافلزی می دهند. یون های حاصل آرایش الکترونی یک گاز نجیب دارند.

عنصرهای گروه ۱۷(هالوژن ها)

یون های مثبت در حضور یون های منفی پایدار می شوند. خنثی شدن بار، هر دو نوع یون را پایدار می‌کند. یون های منفی پایدار، از اتم هایی که پنج، شش یا هفت الکترون والانس دارند، تولید می شوند. این گونه اتم ها آن قدر الکترون به دست می آورند تا ساختار گاز نجیب را پیدا کنند. مثلاً اتم های عنصرهای ۱۷ گروه(هالوژن ها) هفت الکترون والانس دارند

@konkorilife

و هر یک، یک الکترون می‌خواهند تا آرایش الکترونی یک گاز نجیب را پیدا کنند. در زیر چند مثال از ترکیب های یونی آورده شده است.

مثال ۱: کدام پیوند به وسیله انتقال الکترون از اتمی به اتم دیگر تشکیل می گردد؟

۱) کووالانسی ۲) یونی ۳) داتیو یا کئوردیناسی ۴) فلزی

گزینه ۲: پیوندی که بین یک فلز و یک نافلز و یا پیوندی که یک اتم دهنده تک الکترون و اتم دیگر گیرنده تک الکترون به وجود می آید پیوند یونی می گویند.

مثال ۲: در ارتباط با ترکیب های یونی کدام جمله درست می باشد؟

۱) احاطه شدن یون های مختلف و گسترش نیروی جاذبه در بلور یک نمک از جمله دلایل افزایش این نیرو است.

۲) کاهش جنبش یون های مثبت و منفی در یک نمک از جمله دلایل افزایش نیروی جاذبه می باشد.

۳) کاهش سطح انرژی و برقراری مولکول های مجزا از جمله دلایل افزایش نیروی جاذبه بین یون هاست.

۴) چون بین مولکول های نمک طعام نیروی جاذبه بین مولکولی قوی است، این نیرو افزایش می یابد.

گزینه ۱: در ترکیب های یونی مانند سدیم کلرید در اطراف هر یون سدیم شش یون کلرید و در اطراف هر یون کلرید نیز شش یون سدیم وجود دارد. طبیعی است که وقتی این یون ها به هم نزدیک می شوند یون های با بار ناهم نام در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند و یون های با بار هم نام تا حد امکان از هم فاصله می گیرند در نتیجه، نیروی جاذبه ی بین یون های با بار ناهم نام خیلی بیش تر از نیروی دافعه ی بین یون های با بار هم نام است. افزون بر این، به علت گستردگی اثر این نیروها در همه ی جهت ها، محاسبه ها نشان می دهد که نیروی جاذبه ای حاصل در مجموع حدود ۱/۷۶ برابر نیروی جاذبه ی موجود میان یک جفت یون Na^+ و Cl^- تنها است.

مثال ۳: چه نوع پیوندی بین ترکیب فلزهای قلیایی و هالوژن ها برقرار می شود؟

۱) کووالانسی ۲) داتیو ۳) یونی و کووالانسی ۴) یونی

گزینه ۴: زیرا فلزهای قلیایی در لایه ظرفیت خود یک الکترون دارند و تمایل دارند این الکترون از دست بدهند و به آرایش گاز نجیب قبل از خود برسند و هالوژن ها در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون دارند و تمایل دارند یک الکترون بگیرند و به آرایش گاز نجیب برسند و پایدار شوند بنابر این یک کاتیون و یک آنیون به وجود می آید و بین آن ها جاذبه برقرار می شود و به نیروی جاذبه بین یک کاتیون و یک آنیون پیوند یونی می گویند.

مثال ۴: در ترکیب یونی پایدار MX، آنیون و کاتیون از عنصرهای اصلی کدام گروه های جدول تناوبی می توانند باشند؟

۱) ۱۵ و ۱ ۲) ۱۶ و ۱ ۳) ۱۶ و ۲ ۴) ۱۷ و ۲

گزینه ۳: ترکیب یونی MX از یک کاتیون و یک آنیون تشکیل شده است بنابر این ظرفیت این دو عنصر(M و X) یکسان است درنیتجه M می تواند جزو گروه اول و X می تواند جزو گروه ۱۷ باشد یا M می تواند جزو گروه دوم و X می تواند جزو گروه ۱۶ باشد و یا M می تواند جزو گروه ۱۳ و X می تواند جزو گروه ۱۵ باشد یعنی طبق جدول زیر که ظرفیت هر گروه را مشخص می کند.

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
ظرفیت	۱	۲	۳	۲ و۴	۳و۵	۲ ،۴ ،۶	۱ ،۳ ،۵ ،۷	۰ ،۲ ،۴ ،۶ ،۸

یاد آوری می شود که وقتی فلزها با نافلزها ترکیب شوند نافلز با کم ترین ظرفیت در ترکیب شرکت می کند.

مثال ۵: فرمول شیمیایی و نوع پیوند حاصل از دو عنصر B و A با توجه به آرایش $A^{2+}:1s^2 2s^2 2p^6$ و $B^{3-}:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ چیست؟

۱) AB یونی ۲) A_2B_3 کووالانسی ۳) A_3B_2 یونی ۴) B_2A یونی

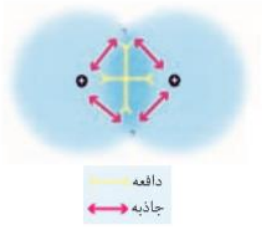
گزینه ۳: کاتیون A^{2+}ظرفیت دو و آنیون B^{3-} سه می باشد(در یون ها قدر مطلق بار یون ظرفیت می باشد) و در فرمول نویسی ظرفیت هر عنصر اندیس عنصر دیگر قرار می گیرد و اگر این اندیس ها قابل ساده شدن باشند آن ها را ساده می کنند بنابراین فرمول ترکیب این دو عنصر A_3B_2 می باشد.

پیوند کووالانسی

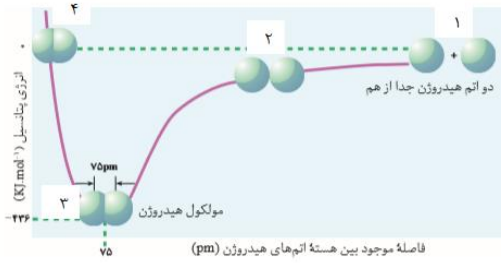
پیوند کووالانسی را می توان چند جور تعریف کرد. پیوندی بین دو اتم که از به اشتراک گذاشتن تک الکترونی های دو اتم به وجود می آید یا پیوندی که بین دو نافلز به وجود می آید و یا پیوندی بین دو تم که اختلاف الکترونگاتیوی آن ها کم تر از ۱/۷ باشد که تعریف اولی کامل تر و جامع تر می باشد زیرا برخی فلزها هم در شرایط خاص پیوند کووالانسی تشکیل می دهند و یا در برخی از پیوندها با وجود این که اختلاف الکترونگاتیوی دو اتم بیش تر از ۱/۷ است ولی پیوند بین آن ها

@konkorilife

کووالانسی است(مانند HF). دو نوع پیوند کووالانسی داریم. اگر اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم تشکیل دهنده پیوند کم تر از ۰/۴ باشد پیوند کووالانسی ناقطبی می گویند و اگر اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم بیش تر از ۰/۴ و کم تر از ۱/۷ باشد پیوند کووالانسی قطبی می گویند. به طور کلی هنگام تشکیل پیوند بین دو اتم یک سری نیروهای جاذبه و نیروهای دافعه وجود دارد که زمانی که مجموع نیروهای جاذبه بر مجموع نیروهای دافعه غلبه کند پیوند شیمیایی به وجود می آید. نیروهای جاذبه بین دو اتم عبارتند از: تمایل اتم ها برای رسیدن به آرایش الکترونی پایدار و نیروی جاذبه بین هسته یا پروتون های یک اتم با پوسته یا الکترون های اتم دیگر، نیروهای دافعه بین دو اتم عبارتند از: نیروی دافعه بین هسته های دو اتم و نیروی دافعه بین پوسته های دو اتم می باشند. شکل زیر نیروهای جاذبه و نیروهای دافعه بین دو اتم هنگام تشکیل پیوند را نشان می دهد.



هنگام تشکیل پیوند، سطح انرژی اتم های پایین می آید یعنی اتم ها پایدار می شوند. هنگام تشکیل پیوند مقداری انرژی آزاد می شود که به این مقدار انرژی آزاد شده، انرژی یا آنتالپی پیوند می گویند. شکل زیر چگونگی تشکیل پیوند میان دو اتم هیدروژن را نشان می دهد. در حالت (۱) هیچ نیروی جاذبه و یا دافعه بین دو اتم وجود ندارد، در حالت (۲) مجموع نیروهای جاذبه از مجموع نیروهای دافع بیش تر است و دو اتم به هم نزدیک می شوند، در حالت (۳) نیروهای جاذبه و نیروهای دافعه بین دو اتم در حال تعادل هستند که در این حالت پیوند بین دو اتم تشکیل می شود و پایدار می باشد و در حالت (۴) مجموع نیروهای دافعه از مجموع نیروهای جاذبه بیش تر است و مولکول بسیار ناپایدار است.



چگونگی تشکیل پیوند میان دو اتم هیدروژن

آن چه اتم های یک مولکول را به هم نگه می‌دارد، پیوند کووالانسی است، در تشکیل پیوند کووالانسی الکترون ها، به جای آن که از اتمی به اتم دیگر منتقل شوند، میان دو اتم به اشتراک گذاشته می شوند. استحکام پیوند کووالانسی ناشی از جاذبه متقابل دو هسته مثبت و ابر منفی الکترون های پیوندی است یا به عبارت دیگر هر دو هسته، الکترون های اشتراکی را جذب می‌کنند. دو اوربیتال به نحوی هم پوشانی می‌کنند که ابرهای الکترونی، در ناحیه بین دو هسته، یکدیگر را تقویت می‌کنند و احتمال یافتن الکترون در این ناحیه افزایش می یابد طبق اصل طرد پاولی دو الکترون این پیوند باید اسپین مخالف داشته باشند. در نتیجه تشکیل پیوند اوربیتال های اتمی به اوربیتال مولکولی تبدیل می شود. پیوند کووالانسی متشکل از یک جفت الکترون(دارای اسپین مخالف) است که اوربیتالی از هر دو اتم پیوند شده را اشغال می‌کند. ساده ترین نمونه اشتراک در مولکول های دو اتمی گازهایی از قبیل F_2 ، H_2 ، Cl_2 و .. دیده می شود. اتم هیدروژن فقط یک الکترون

@konkorilife

دارد هرگاه دو اتم هیدروژن تک الکترون‌های خود را به اشتراک بگذارند، یک جفت الکترون حاصل می شود. این جفت الکترون پیوندی متعلق به کل مولکول هیدروژن است و به آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب هلیم می رسد. هر اتم هالوژن، هفت الکترون والانس دارد. با تشکیل یک پیوند کووالانسی بین دو تا از این اتم ها، هر اتم به آرایش الکترونی هشت تایی، که ویژه گازهای نجیب است، می رسد. بین دو اتم، ممکن است بیش از یک پیوند کووالانسی تشکیل شود در این موارد گفته می شود که اتم ها با پیوند چند گانه به هم متصل اند. دو جفت الکترون مشترک را پیوند دو گانه و سه جفت الکترون مشترک را پیوند سه گانه می نامند. اغلب می توان تعداد پیوندهای جفت الکترونی را که یک اتم در یک مولکول به وجود می آورد از تعداد الکترون های مورد نیاز برای پر شدن لایه ی والانس آن اتم، پیش بینی کرد. چون برای فلزها شماره گروه در جدول با تعداد الکترون های والانس برابر است، می توان پیش بینی کرد که عنصرهای گروه ۱۷ مانند F , Cl (با هفت الکترون والانس)، برای رسیدن به هشت تای پایدار، یک پیوند کووالانسی، عنصرهای گروه ۱۶ مانند O و S (با شش الکترون والانس) دو پیوند کووالانسی، عنصرهای گروه ۱۵ مانند N و P (با پنج الکترون والانس) سه پیوند کووالانسی و عنصرهای گروه ۱۴ مثل C , Si (با چهار الکترون والانس) چهار پیوند کووالانسی تشکیل می دهند.

مولکول هایی که برخی از اتم های آن ها به قاعده هشتایی نمی رسند عبارتند از:

۱- ترکیب هایی که مجموع الکترون های لایه طرفیت اتم ها فرد باشد از قاعده هشتایی پیروی نمی کنند. مانند NO، NO_2 و ...

۲- اغلب ترکیب های بریلیم، بور و آلومینیم، اتم مرکزی به قاعده هشتایی نمی رسد مانند BeF_2 ، $BeCl_2$، $BeBr_2$ ، BeI_2، BCl_3 ، BBr_3 ، BI_3 ، AlF_3 ، $AlCl_3$ و ...

۳- مولکول هایی که اتم مرکزی آن ها جزو گروه های ۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷ و ۱۸ هستند و ظرفیت اتم مرکزی از «شماره گروه – ۱۸» بیش تر است اتم مرکزی از قاعده اکتت یا هشتایی پیروی نمی کند مانند PF_5 ، PCl_5، SF_4 ، SF_6 ، ClF_3 ، ClF_5 ، ClF_7 ، BrF_3 ، BrF_5 ، BrF_7 ، IF_3 ، IF_5 ، IF_7 ، XeF_2 ، XeF_4 ، XeF_6 و ...

۴- در مولکول $SnCl_2$ اتم قلع به آرایش هشتایی نرسیده است.

برای نمایش ساختار مولکول از مدل های مختلف استفاده می شود. در مدل الکترون نقطه ای الکترون های پیوندی و ناپیوندی را به صورت نقطه نمایش می دهند، در مدل ساختاری یا خطی به ازای هر جفت الکترون پیوندی یک خط بین دو اتم قرار می دهند و الکترون های ناپیوندی را نمی گذارند و در مدل ساختار لوویس به ازای هر جفت الکترون پیوندی یک خط بین دو اتم قرار می دهند و الکترون های ناپیوندی را به صورت نقطه روی اتم مربوطه می گذارند.

مراحل رسم ساختار لوویس

۱- اتم مرکزی مولکول یا یونی که می خواهیم ساختار لوویس آن تعیین کنیم مشخص می کنیم.

۲- اتم مرکزی را در وسط و اتم های دیگر را اطراف آن قرار می دهیم و به تعداد الکترون های والانس یا ظرفیت(رقم یکان شماره گروه) نقطه روی هر اتم قرار می دهیم به طوری که تک الکترونی های اتم های اطراف اتم مرکزی روبروی تک الکترونی های اتم مرکزی قرار گیرد.

۳- تک الکترونی های اتم های اطراف اتم مرکزی را به تک الکترونی های اتم مرکزی وصل می کنیم.

۴- اگر در جایی اتم مرکزی تک الکترون نداشته باشد ولی اتم های اطراف اتم مرکزی تک الکترون داشته باشند پیوند داتیو تشکیل می شود یعنی تک الکترونی های اتم اطراف اتم مرکزی جفت می شوند و یک اربیتال خالی را به وجود می آورند که با جفت الکترون اتم مرکزی پیوند داتیو تشکیل می دهند.

@konkorilife

۵- اگر ترکیب دارای بار باشد همیشه با منفی را به عنصرهای اتم مرکزی(الکترونگاتیوتر) و با مثبت را به عنصر اتم مرکزی(الکترونگاتیوی کم تری دارد) می دهیم یعنی به ازای هر با منفی یک الکترون به آن اتم اضافه می کنیم و به ازای هر با مثبت یک الکترون از آن اتم کم می کنیم. لازم به ذکر است اگر ترکیب دارای چند بار منفی یا چند بار مثبت باشد بارها را بین اتم ها تقسیم می کنیم.

۶- اگر با سه مرحله اول ساختار لوویس ترکیب مورد نظر رسم شد احتیاجی به تعیین بار ظاهری یا قراردادی نیست ولی اگر ترکیب دارای بار باشد و یا هنگام رسم ساختار لوویس پیوند داتیو تشکیل شود حتماً باید بار ظاهری یا قراردادی روی هر اتم را مشخص کنیم. باید مجموع بارهای قراردادی روی یک مولکول صفر و مجموع بارهای قراردادی روی یک یون برابر با بار یون باشد.

تعداد الکترون های اطراف اتم – شماره رقم یکان گروه اتم = بار ظاهری یا قراردادی

مجموع الکترون های ناپیوندی آن اتم و تعداد پیوندهایی که آن اتم تشکیل داده است(هر پیوند را یک الکترون در نظر می گیریم) تعداد الکترون های هر اتم در ساختار لوویس می باشد.

تعیین بار ترکیب یا یون های چند اتمی

ابتدا همه ی اتم ها را در ساختار لوویس داده شده را هشتایی می کنیم(به جزء هیدروژن) و بعد با استفاده از فرمول زیر بار یون را به دست می آوریم.

مجموع الکترون های پیوندی و ناپیوندی به کار رفته ئر ساختار لوویس – مجموع عدد یکان شماره گروه اتم ها= بار یون یا ترکیب

مثال: بار یون XO_4 با ساختار لوویس ورتی که عنصر X جزو گروه ۱۵ می باشد کدام است.

۱) ۱- ۲) ۲- ۳) ۳- ۴) ۴-

گزینه ۳: اکسیژن جزو گروه ۱۶ می باشد و با توجه به ساختار لوویس هر اکسیژن سه جفت الکترون یا الکترون ناپیوندی نیاز دارد تا به آرایش هشتایی برسد بنابر این داریم:

بار یون XO_4 =(۵+۶×۴)– (۴×۲+۴×۶)=-۳

نکات مهم در رسم ساختار لوویس ترکیب ها:

۱- ساختار لوویس ترکیبی که بار قراردادی ندارد نسبت به ساختار لوویس آن ترکیب که بار قراردادی دارد پایدارتر است.

۲- ساختار لوویس ترکیبی که بار قرادادی کم تری دارد نسبت به ساختار لوویسی که بار قراردادی بیش تری دارد پایدارتر می باشد.

۳- در ساختار لوویس دو اتم کنار هم دارای بار قراردادی همنامی(هر دو مثبت یا هر دو منفی) باشند آن ساختار لوویس ناپایدار است.

۴- توزیع بار قراردادی مثبت و منفی باید با الکترونگاتیوی هم خوانی داشته باشد یعنی عنصری که الکترونگاتیوتر است بار قراردادی منفی و عنصری که الکترونگاتیوی کم تری دارد بار قراردادی مثبت داشته باشد. اگر عنصری که الکترونگاتیوتر است بار قراردادی مثبت داشته باشد یا عنصری که الکترونگاتیوی کم تری دارد بار قراردادی منفی داشته باشد آن ساختار لوویس بسیار ناپایدار است و احتمال تشکیل آن ساختار بسیار کم است. در زیر چند مثال از کاربردهای پیوند کووالانسی آورده شده است.

سوالات دوره ای

۱- اگر عدد جرمی عنصر M برابر با ۱۳۹ و تفاوت تعداد نوترون ها و الکترون های یون M^{3+} برابر با ۲۸ باشد تعداد عدد اتمی عنصر M کدام است.

@konkorilife