

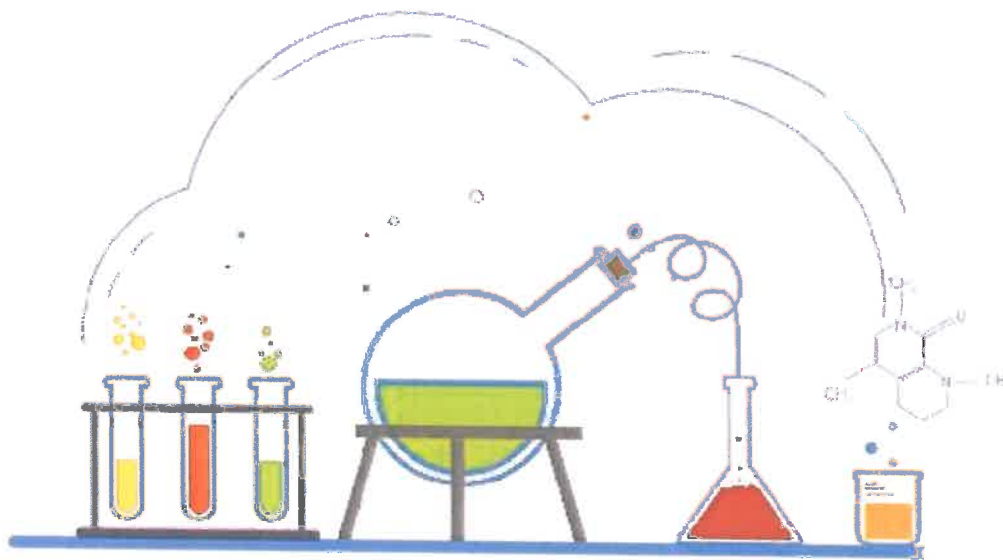
کتابخانه علمی

جزوه شیمی پایه دهم

- ✓ شامل مجموعه نکات و مفاهیم
- ✓ مثال ها با پاسخ تشریحی
- ✓ تمرین های بدون پاسخ
- ✓ تست های کنکور سراسری نظام قدیم، منطبق با کتاب جدید
- ✓ روش های سریع حل مسایل و مفاهیم شیمی

دبیر: توانایی

دبیر شیمی دبیرستان های بخش مرحمت اباد



فصل اول:

کیهان زادگاه الفبای هستی



مقدمه راز کشف عنقبرها

شواهد تاریخی که از کشف نوشته ها و نقاشی های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظم و قانونمندی در آسمان بوده است.

کتاب درسی با ۳ سوال اساسی در پی پاسخ به این نظام گر قانونمندی است:

- ۱) هستی چگونه پدید آمده است؟
- ۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
- ۳) پدیده های طبیعی چطور و چگونه رخ می دهند؟

سوال اول در علم تجربی نمی گنجد و بیشتر به چارچوب اعتقادی و فلسفی قدر بر می خورد. ولی برای دو سوال بعدی می توان از علم تجربی کمک گرفت. برای مثال: شهابیان ها با مطالعه خواص و رفتار حاده، همچنین به هم پیوسته نور با چاره در راستای پاسخ به این سوالات سهم بسیاری داشته.

دانشمندان برای شناخت بیشتر منظومه شمسی ۲ فضای بیابانی و وسیع را در راه فضا فرستادند. این دو فضا بیابا حاوی سیاره ها و اجرام دیگر از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناخته شدند. فیزیک و شیمیایی آنها را تهیه کرده و به زمین بفرستادند. این شناخته شده می تواند حاوی اطلاعاتی باشد: نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی موجود در آنها و ترکیب در حد این مواد باشد.

مدرجات اطلاع: دانشمندان مسلمان علاوه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره ها داشته. عبدالرحمن موفری یکی از ستاره شناسان ایرانی است که یکی از اولین بزرگترین دربار کعبه کائنات اندر هم در امر الله داده است. این کعبه نزدیک ترین جایی به مسافت خورشیدی است. او همچنین در باره موقعیت ستاره ها، اندازه و رنگ آنها در صورت های مختلفی اطلاعات معتبری ارائه داده است.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

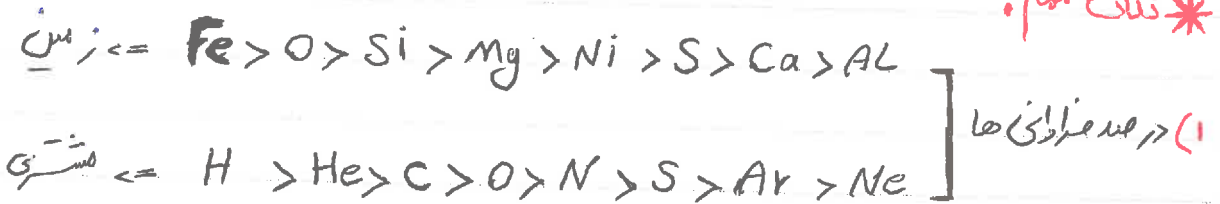
برای اینکه متوجه شویم که عناصر چگونه به وجود آمده اند، بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره های منظومه شمسی (مثلا مقایسه مشتری با زمین) در مقایسه آنها با عنصرهای سازنده خورشید، کمک ساینسی به چگونگی تشکیل عنصرها خواهد کرد.

▲ زمین و مشتری

✓ در علوم نفهم توانیم که سیاره های منظومه شمسی به طور کلی به دو نوع گازی و سنگی تقسیم می شوند:

- سیاره های سنگی: عطارد، ماه، زمین و مریخ
 - سیاره های گازی: مشتری، زحل، اورانوس و نپتون
- = مشتری بیشتر از زمین گاز و زمین بیشتر از سنگ است.

* نکات مهم:



(۲) در بین عناصر سازنده مشتری و زمین، در عنصر اکسیژن و کربن هر دو وجود دارند (اکسیژن دومین عنصر فراوان زمین

و چهارمین عنصر فراوان مشتری است و کربن از لحاظ فراوانی در هر دو سیاره ششمین عنصر است.)

(۳) در سیاره مشتری در بین ۸ عنصر فراوان، عنصر نظری وجود ندارد.

(۴) در سیاره مشتری در بین ۸ عنصر فراوان، ۳ عنصر فراوان گاز نجیب وجود دارد.

(۵) در سیاره زمین، در بین ۸ عنصر فراوان، ۵ عنصر نظری وجود دارد.

(۶) در سیاره زمین، Fe فراوان ترین فلز و O فراوان ترین نافلز است.

۴

۱۷) در سیاره مشتری، H به عنوان یک ناظر فراوان ترین عنصر است. (حدود ۹۰٪)

۱۸) به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عناصر دیگری هم مثل: نیکل، منگنز، سدیم و... در زمین یافت می شوند.

توجه: شکل صفحه کتاب درسی فراوانی عنصرها در کل زمین که شامل، هسته، گوشه و پوسته می باشد حساب کرده و اگر طبق کتاب علوم نهم که فقط پوسته را در نظر گرفته بود، فراوان ترین عنصر در پوسته زمین، اکسیژن است. و اگر کل جهان را در نظر بگیریم، هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است.

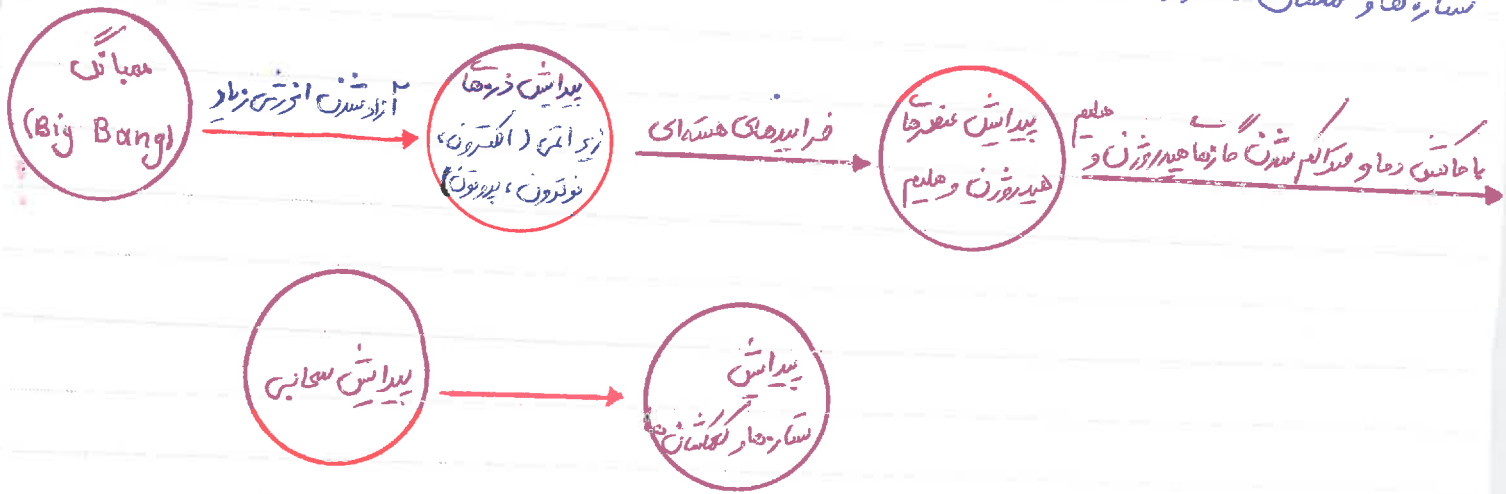
✓ **اختر شیمی:** یکی از شاخه های جذاب شیمی است که به مطالعه مولکول ها می پردازد که در فضاها بین ستاره ای یافت می شود. اختر شیمی دان ها توانسته اند وجود مولکول های گوناگون را در مکان های بسیار دور ثابت کنند. پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

▲ سیر تکاملی پیدایش عنصرها

عبارت مقایسه نوع میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری و وجود عنصرهای مشترک در این دو سیاره (O, C) و یافته های علمی دید نشان می دهد که عنصرها به صورت فاهلون (با فراوانی متفاوت) در جهان هستی توزیع شده است. این یافته ها باعث شده که دانشمندان روند پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

برخی دانشمندان بر این باورند که سر آغاز لیمان یا انفجار مهیب به نام مهبانگ (Big Bang) همراه بوده که طی آن کل هستی که به صورت یک نقطه چگال و متراکم بوده، از هم پاشیده و تمام سیاره ها و ستاره ها ایجاد شده اند. در این انفجار مقدار انرژی عظیمی تولید شده است. با این انفجار مهیب، ذره های زیر اتمی مانند: الکترون، فوتون و پروتون تشکیل شدند و پس از آنها، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پایه عصره جهان گذاشته. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شده (فشرده شد) و مجموعه های گازی به نام سحابی ایجاد کرد و بعد ها این سحابی ها سبب پیدایش

ستاره ها و کهکشان ها شدند.



درون ستاره ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا و دما و اکتش های هسته ای رخ می دهد؛ و اکتش های که در آنها رخ
 عنصرهای سبک تر، عنصرهای سنگین تر پدید می آید (واکنش های هسته ای از نوع هم جوشی هسته ای نه شکافت هسته ای !!!)
 با انجام واکنش های هسته ای درون ستاره ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند: لیتیم، کربن و... ایجاد می شود و در مرحله
 بعدی طی واکنش های هسته ای دیگر، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین تر مانند: آهن، طلا، اورانیم و... به وجود می آید.
نکته: دما و اندازه هر ستاره تعیین می کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هر چه دمای ستاره بیشتر باشد
 شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر مانند: طلا و اورانیم فراهم می شود. (بن دمای ستاره و جرم اتم های ساخته شده در

آن رابطه مستقیم وجود دارد)

صرفاً جهت اطلاع: سحابی بوم زندگی، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای ۲۷۳- کلوین و حدود ۵۰۰۰
 سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی ستاروس (قطره ورس) واقع شده است.

نکته: در حاشیه صفحه، کتاب درسی تصویر سحابی عقاب و یکی از معانی های واکنش ستاره ها است به نمایش درآمده
 است. (این تصویر به شکل تلسکوپ هابل گرفته شده است.)

ستاره ها معمولاً می شوند و رشد می کنند و می میرند. در واقع ستاره ها بین از چند میلیون سال تا فوراً می سوزند و گداز می کنند.

پایداری خود را از دست داده و در اتمجاری مهیب متلاشی شده و عنصرهای تشکیل شده در آن از بیگ و شلین در سراسر گیتی پراکنده می شوند. به همین خاطر باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست.

به طور خلاصه، روند تشکیل عنصرها در اتمجاری مهیبانگ و ستاره ها را می توان به صورت زیر نشان داد:



▲ پیوند یا ریاضی (رابطه انیشتین) $E=mc^2$

قبلاً تصمیم که در ستاره ما به دلیل انجام واکنش هسته ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می شود. انیشتین رابطه زیر را محاسبه انرژی تولید شده در واکنش ها ارائه داد:

$$E=mc^2$$

در این رابطه: E = انرژی بر حسب ژول m = جرم ماده بر حسب kg c = سرعت نور $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

نکته: در شرایط ویژه هم انرژی به ماده تبدیل می شود (مثلاً در مهیبانگ ابتدا انرژی زیادی آزاد شده و بعداً ذره های

زیر اتمی هیدروژن و هلیوم به وجود می آید) و هم ماده می تواند به انرژی تبدیل شود (در فرایندهای هسته ای در درون ستاره ها)

صرفاً جهت اطلاع: خورشید ترددی **کرن** سیاه به ماست و دهای سطح آن به حدود $4000^\circ C$ و دمای درون آن به حدود $15000000^\circ C$ درجه سلسیوس می رسد. انرژی گرمايي و نوری خیره کننده آن، حاصل از واکنش های هسته ای است که در آن H به He تبدیل می شود. به طوری که هر ثانیه که میلیون تن از جرم خورشید گامسته می شود. بر این اساس برآورد می شود که خورشید تا که میلیارد سال دیگر می تواند نور افشانی کند.

نکته: در علوم نهم قانون پایستگی جرم را خواندیم که این قانون برای واکنش های شیمیایی روزمره صادق است ولی در

واکنش‌های هسته‌ای مقداری جرم به انرژی تبدیل می‌شود و می‌توان گفت قانون پایستگی جرم صادق نیست و به جای آن قانون پایستگی جرم و انرژی صادق است، یعنی در واکنش‌های هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش دهنده‌ها با مجموع جرم و انرژی فرآورده‌ها برابر است!

نکته: در واکنش‌های هسته‌ای پایتوج به نوع واکنش و تسلیح تعدادی ذره زیراتمی از هسته حادثه: پروتون و نوترون و تسلیح هسته جدید و در کل تسلیح اتم جدید، تسلیح انرژی حاصل از این نوع واکنش‌های هسته‌ای را می‌توان با امنیت کردن Δ به

رابطه انیشتین $\Delta E = \Delta m c^2$ \leftarrow جرم واکنش دهنده m_1 - جرم فرآورده m_2 $\Delta m = |m_1 - m_2|$

رابطه انیشتین $\Delta E = \Delta m c^2$

مثال 1: تجزیه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیوم، 4.0026 گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود، حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند J انرژی تولید می‌شود؟ با فرض اینکه برای ذوب شدن یک گرم آهن به 247 J انرژی نیاز است، حساب کنید مقدار انرژی حساب شده چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (تقریباً آب کباب دریا)

• روش تناسب: (آ)

$$\begin{cases} \Delta m = 247 \text{ g} = 247 \times 10^{-3} \text{ kg} \rightarrow \Delta m = 247 \times 10^{-7} \text{ kg} \\ c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \Delta m c^2 = (247 \times 10^{-7}) (3 \times 10^8)^2 = 216 \times 10^9 \text{ J} = 216 \times 10^6 \text{ kJ}$$

(ب)

آهن	1g	247 J	
x		$216 \times 10^6 \text{ J}$	$\Rightarrow x = 7.1745 \times 10^9 = 71745 \times 10^5 \text{ g Fe}$

توجه! روش تناسب در اعداد نهایی و محاسبات کسری نمره ندارد و شما باید همه مسائل از جمله مسائل رابطه انیشتین را

باید با روش کسر تبدیل حل کنید بنابر این به توضیح این روش می پردازیم:

▲ حل مسائل به روش کسر عامل (کسر تبدیل)

فرض کنید معلمتان از شما خواسته که پررمان و شیرینی فروشش دارد ۲ دوجین کیک بزرگ بخرد و به ملاس بیاورد ولی پررمان کیک را دانه‌هایش می فروشند نه به صورت دوجین !!! حال باید چند کیک بخرد!

بیشتر کمیت‌ها را می توان با استفاده از کسر تبدیل های مناسب به هم ربط داد. در اینجا می خواهیم کسر تبدیلی بنویسیم تا دوجین را به دانه تبدیل کند.

منظور از کسر تبدیل، کسری است که با ضرب کردن آن در مقدار داده شده در مسئله (دوجین کیک) به مقدار خواسته شده (عدد کیک) برسیم و با توجه اطلاعات سوال می توان ۲ جوره کسر تبدیل نوشت:

$$\frac{۱۲ \text{ عدد}}{\text{دوجین}} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{دوجین}}{۱۲ \text{ عدد}}$$

کسر تبدیل مناسب در اینجا کسری است که در آن واحد دوجین را به واحد عدد تبدیل کند یعنی $\frac{۱۲ \text{ عدد}}{\text{دوجین}}$

$$۲۴ \text{ عدد کیک} = \frac{۱۲ \text{ عدد کیک}}{\text{دوجین کیک}} \times ۲ \text{ دوجین کیک} = ? \text{ عدد کیک}$$

حال اگر از همان پرسید ۲۶ عدد کیک چند دوجین می شود از ضرب تبدیل دوم استفاده می کنیم !!!

نکته: برای انتخاب کسر تبدیل مناسب باید توجه داشته باشیم، واحدی که باید حذف شود در خروجی کسرها و واحدی که می خواهیم ایجاد شود (خواست مسئله) در صورت کسر تکرار می گیرد. در برخی مسائل ممکن است برای رسیدن به کمیت مورد نظر، چند کسر تبدیل

نیاز باشد. برای مثال:

مثال ۱: طول مسیر مابقیه دوی جاراغون، ۲۶۲ مایل است، این طول چند کیلومتر است؟

$$(1m = 1,6094 \text{ yd}, 1mi = 1760 \text{ yd})$$

$$? \text{ km} = 262 \text{ mi} \times \frac{1760 \text{ yd}}{1mi} \times \frac{1m}{1,6094 \text{ yd}} \times \frac{1km}{1000m} = 42,1 \text{ km}$$

نکته: در حل مسائل با ارزش صریح تبدیل حتماً توجه داشته باشید که همیشه اعداد را با یکاها یا آنها بنویسید و یکاها را

مثل اعداد ده کنید!

• مثال: همین کتاب درسی را این بار با ارزش کمتر تبدیل حل می‌کنیم:

$$\Delta m = 0.0024 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 2.4 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

(۱)

$$\Delta E = \Delta m c^2 = 2.4 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 216 \times 10^6 \text{ J} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ J}} = 216 \times 10^9 \text{ kJ}$$

$$? \text{ g Fe} = 216 \times 10^9 \text{ J} \times \frac{1 \text{ g Fe}}{247 \text{ J}} = 8740 \times 10^9 \text{ g Fe}$$

(ب)

مثال ۱: خورشید روزانه 10^{22} انرژی به سوی زمین گسیل می‌کند:

(۱) در یک سال خورشید چند تن از انرژی به سوی زمین گسیل می‌کند؟

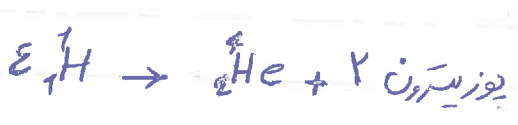
(ب) اند انرژی تولید شده در خورشید از این $E = mc^2$ به دست آید. حساب کنید سالانه چند تن از جرم خورشید ماسه می‌شود؟

$$? \text{ J} = 24 \times 10^{22} \times \frac{10^{22} \text{ J}}{10^{22}} = 24 \times 10^{22} \text{ J}$$

(۲)

$$\Delta E = \Delta m c^2 \Rightarrow 24 \times 10^{22} \text{ J} = \Delta m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{24 \times 10^{22}}{9 \times 10^{16}} \Rightarrow \Delta m = 2.67 \times 10^6 \text{ kg}$$

(معادلات) $2.67 \times 10^6 \text{ kg}$ (۲.۶۷ میلیون تن)



انرژی خورشید حاصل واکنش معادل است:

$$\text{جرم H} = 1.007 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \text{جرم He} = 4.003 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \text{جرم پروتون} = 1.008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

اگر خورشید در هر ثانیه $3.8 \times 10^{26} \text{ J}$ انرژی تولید کند، در هر ثانیه چند تن ${}^4_2\text{He}$ در خورشید تولید می‌شود؟

نکته ۱: عددهای هم‌انتم‌های یک عنصر ثابت است در نتیجه با کمک عددهای می توان نوع عنصر را تعیین کرد برای مثال:
 عددهای ۸ فقط می‌تواند مربوط به لیتیم باشد و نه عنصر دیگری!

نکته ۲: در اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با پروتون‌ها برابر است بنابراین عدد جرمی در اتم خنثی نشان دهنده مجموع تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها است.

نکته ۳: در یون‌ها به تعداد بار منفی به الکترون‌ها اضافه می‌شود و به تعداد بار مثبت الکترون‌ها کم می‌شود و دیگر تعداد الکترون با پروتون برابر نیست و عددهای (Z) فقط تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد و عدد جرمی (A) هم فقط تعداد پروتون + نوترون را نشان می‌دهد.

مثال ۱

تعداد پروتون، الکترون، نوترون و عدد اتمی و عدد جرمی را در $^{56}_{26}\text{Fe}$ به دست آورید.

$P = 26$ $e^- = 26$ $Z = 26$ $n = 56 - 26 = 30$ $A = n + Z = 30 + 26 = 56$

مثال ۲: اگر Cu^{2+} دارای ۲۷ الکترون و ۳۵ نوترون باشد، عددهای و عدد جرمی آن را تعیین کنید.

$\text{Cu}^{2+}; e^- = 27 \xrightarrow{+2e^-}$ خنثی $\begin{cases} \text{Cu} = 29 \\ e^- = p = Z = 29 \end{cases}$ $A = Z + n = 29 + 35 = 64$

مثال ۳: تعداد الکترون‌های یون K^+ برابر ۷۹ است. اگر تعداد نوترون‌های اتم X ۵۰٪ بیشتر از پروتون‌های آن باشد.

عدد جرمی آن کدام است؟ تفاوت تعداد نوترون و الکترون آن را پیدا کنید؟

الکترون $\text{K}^+ = 79 \xrightarrow{+1e^-}$ خنثی $n = 79 + 1 = 80$

$n = 120$ $Z = 80$ $A = n + Z = 120 + 80 = 200$

$n - e^- = 120 - 79 = 41$

نکته ۴: در هم‌انتم‌ها به جز ^1_1H ، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از پروتون‌هاست و تنها مورد استثنا ^1_1H است که نوترون ندارد و فقط یک پروتون دارد.

مثال ۴: جرمی عنصر X برابر ۹ و اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۵ می‌باشد. عددهای و تعداد الکترون‌های آن را تعیین کنید.

عنصر X را به دست آورید؟

$$\begin{cases} n+z=59 \\ n-z=5 \end{cases}$$

$$2n=64 \Rightarrow n=32 \Rightarrow n-z=5 \quad \begin{cases} z=27 \\ e=27 \end{cases}$$

مثال ۵ اگر تفاوت تعداد نوترون و الکترون در یون X^{80} برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر X را تعیین کنید؟

$$e=p+1 \rightarrow \begin{cases} n+p=10 \\ n-e=9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n+p=10 \\ n-(p+1)=9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n+p=10 \\ n-p=10 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n=45 \\ p=35 \end{cases} \Rightarrow z=35$$

تمرین ۱

عدد جرمی X^+ برابر ۲۰۰ و شمار نوترون های آن ۱۵۰ برابر شمار پروتون هاست شمار الکترون های X کدام است؟ (المپیاد شیمی ۸۴)

تمرین ۲

عدد جرمی عنصر X برابر ۷۷ است. اگر اختلاف تعداد الکترون و نوترون در یون X^{3+} برابر ۶ باشد، این یون چند پروتون دارد؟
راهنمایی: اختلاف نوترون و پروتون را در هر دو حالت حساب کنید و بواسطه آرایش الکترونی اولت (رسیدن به آرایش گاز نجیب) تقسیم کنید.

تمرین ۳

اگر اختلاف تعداد الکترون و نوترون در M^{2-} با عدد جرمی ۷۹، برابر ۹ باشد، تعداد پروتون و نوترون این عنصر را پیدا کنید؟

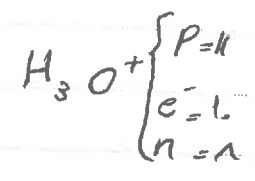
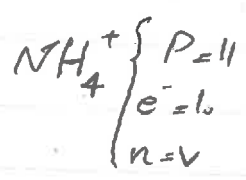
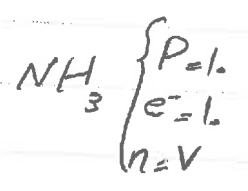
راهنمایی: اگر اختلاف تعداد نوترون ها و الکترون ها در یک یون منفی بیشتر از مقدار بار یون باشد در آن صورت تعداد نوترون ها بیشتر از تعداد الکترون هاست!

نکته: برای به دست آوردن تعداد ذره های زیر اتمی در گونه های مختلفی بدون بار که شامل دو یا چند اتم است، کافیست تعداد ذره های

زیر اتمی هر یک از اتم ها را با هم جمع کنیم.

توجه! در یون های چند اتمی (فصل ۳) بار یون چند اتمی متعلق به کل مجموعه است و به اتم خاص متعلق ندارد!

مثال تعداد الکترون ها، پروتون ها و نوترون ها را در NH_3 ، NH_4^+ ، H_3O^+ به دست آورید.



تعداد الکترون های کلام زیرینه با بنفیه متفاوت است؟ (المبارتسی ۹۰)



آیا همه اتم های یک عنصر یا یون دارند؟

فردوسی ها به ملک دستفاه های طیف سفیدی نشان می دهد که اغلب (نه همیشه) در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم های سازنده جرم یک نندارند و به این ترتیب با مفهوم ایزوتوپ یا هم معان $^A_Z X$ آشنا می شویم.

▲ ایزوتوپ (هم معان)

به اتم های یک عنصر که عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند ایزوتوپ یا هم معان می گویند. دلیل اینکه چرا نام دیگر ایزوتوپ، هم معان است، این است که همه ایزوتوپ های یک عنصر چون عدد اتمی یکسانی دارند در تقیبه خواص شیمیایی یکسانی دارند و یک خانه از جدول دوره ای را به خود اختصاص می دهند.

دفع است که ایزوتوپ ها در تعداد نوترون و در تقیبه در جرم با هم متفاوت اند و این باعث می شود که برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم ایزوتوپ ها مانند چگالی، نقطه ذوب و نقطه جوش متفاوت باشد.

توجه! برخی عنصرها فقط یک عدد اتمی و عدد جرمی دارند و ایزوتوپ ندارند.

نکته: واوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست و از میان ایزوتوپ های یک عنصر، ایزوتوپ 1_1H که فراوانی بیشتری

برای مثال طبق گفته کتاب درسی برای $^{24}_{12}\text{Mg}$ سه نوع ایزوتوپ $^{24}_{12}\text{Mg}$ ، $^{25}_{12}\text{Mg}$ و $^{26}_{12}\text{Mg}$ وجود دارد که فراوانی

ایزوتوپ $^{24}_{12}\text{Mg}$ از دوکای دیگر بیشتر است؛ بنابراین $^{24}_{12}\text{Mg}$ پایدارتر است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{فراوانی} \\ \text{پایداری} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} ^{24}_{12}\text{Mg} > ^{26}_{12}\text{Mg} > ^{25}_{12}\text{Mg} \\ ^{24}_{12}\text{Mg} > ^{26}_{12}\text{Mg} > ^{25}_{12}\text{Mg} \end{array} \right.$$

مثال در شکل صفحه کتاب درسی نشان داده شده که اتم لیتیم در یک نمونه طبیعی دارای دو نمونه ایزوتوپ ^6_3Li و ^7_3Li می باشد با توجه به شکل کدام ایزوتوپ پایدارتر است و درصد فراوانی آن را حساب کنید؟

پاسخ: با توجه به شکل از هر ۵ اتم لیتیم ۴۷ اتم مربوط به ایزوتوپ ^7_3Li و فقط ۳ اتم مربوط به ایزوتوپ ^6_3Li می باشد و در نتیجه ایزوتوپ ^7_3Li پایدارتر است.

$$x = \frac{3}{5} \times 100 = 6\% \quad \text{درصد فراوانی } ^6_3\text{Li}$$

$$y = \frac{47}{5} \times 100 = 94\% \quad \text{درصد فراوانی } ^7_3\text{Li}$$

• شباهت ها و تفاوت های ایزوتوپ ها را به صورت زیر خلاصه می کنیم:



تمرین هیدروژن ۳ ایزوتوپ (^1_1H ، ^2_1D ، ^3_1T) و اکسیژن هم ۳ ایزوتوپ ($^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_8\text{O}$ ، $^{18}_8\text{O}$) دارد.

الف) چند مولکول آب می توانیم داشته باشیم؟ ب) جرم کدام از هیدروکسیدها کم است؟ ج) چند تا از مولکول های آب دارای جرم 20 می باشد؟

با استفاده از شماره طیف سنگ جرمی می توان در میان کله ها اتم های یک عنصر و جرم برابر و چون شماره اتم های

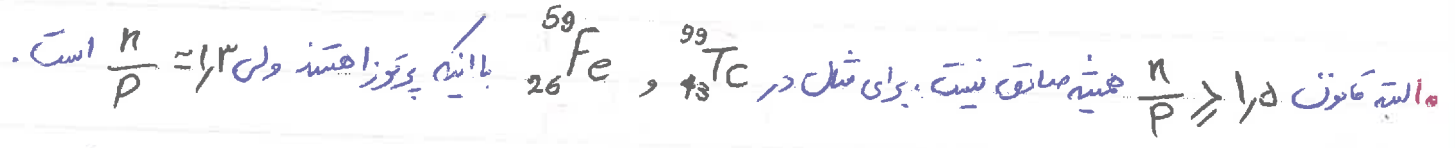
هر عنصر طبیعی است، پس باید شماره آن ها ... باشد (سازیری و امنی ۸۷ با کمی تغییر)

- (۱) دارند - پروتون - نوترون برابر
- (۲) دارند - نوترون، پروتون، برابر
- (۳) ندارند - نوترون، پروتون - نابرابر
- (۴) ندارند - پروتون، نوترون - نابرابر

▲ ایزوتوپ های ناپایدار (راديو ايزوتوپ ها)

ایزوتوپ ها دسته اند:

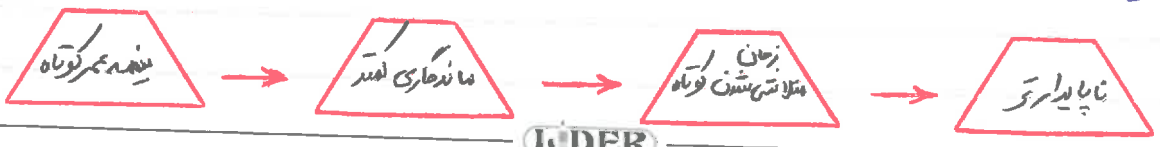
- (۱) پایدار: عنصرهایی که هسته پایدار دارند با گذشت زمان هسته آنها تغییر نمی کنند.
- (۲) ناپایدار (پرتوزا یا راديو ايزوتوپ): عنصرهایی که هسته ناپایدار داشته و با گذشت زمان هسته آنها دچار تغییر شده و ماهیت عنصر عوض می شود. به این ایزوتوپ ها، راديو ايزوتوپ گفته می شود.
- اغلب هسته های که نسبت شمار نوترون ها به پروتون ها برابر یا بیشتر از ۱/۱ باشد ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.
- علاوه بر آن عناصر با عدد اتمی ۸۴ به بالا که به عناصر سنگین معروف هستند، همگی پرتوزا و ناپایدارند.



هسته های ایزوتوپ های ناپایدار، مانند مارنیتسه و با گذشت زمان به صورت خود به خود متلاشی می شوند و پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی هسته ای، علاوه بر ذره های پرتوزا (مثلاً، α ، β ، γ ، \dots) مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کنند.

نکته نیمه عمر مدت زمانی است که طی آن نیمی از ایزوتوپ موجود برای تلاشی هسته ای متلاشی می شود. نیمه عمر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است.

هر چه نیمه عمر ایزوتوپ کوتاه تر، یعنی در زمان کوتاه تر متلاشی شود زمان ماندگاری آن کوتاه تر است و بیابراین ناپایدارتر است.



صرفاً جهت اطلاع: ایزوتوپ $^{14}_6\text{C}$ خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیاء قدیمی و عتیقه ها را تخمین می زنند.

برای نمونه پرتوگستران می پنداشد کشور مصر مهد صنعت فرش بافی بوده است؛ اما با پیدا شدن فرش به نام pazyryk

(پازیری) در کوه های سبیری و تعیین قدمت آن با استفاده از $^{14}_6\text{C}$ مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

▲ ایزوتوپ های هیدروژن

عدد ایزوتوپ و فرقی ایزوتوپ	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_1H	^5_1H	^6_1H	^7_1H
نیمه عمر	پایدار	پایدار	۱۲٫۳۲ سال	1.4×10^{-22} ثانیه	9.1×10^{-22} ثانیه	2.9×10^{-22} ثانیه	2.3×10^{-22} ثانیه
در فراوانی طبیعت	۹۹٫۹۸۸۵	۰٫۱۱۴	ناقص	(ساخته)	(ساخته)	(ساخته)	(ساخته)

طبیعی ← عدد ۳: ^1_1H ، ^2_1H ، ^3_1H پایدار، ^4_1H ناپایدار

نکات مهم ✓

۱) ایزوتوپ های هیدروژن مصنوعی ← عدد ۴: ^4_1H ، ^5_1H ، ^6_1H ، ^7_1H ناپایدار

۲) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از ۳ ایزوتوپ است.

۳) در بین ایزوتوپ های ساخته شده، ^7_1H با کمترین نیمه عمر از همه ناپایدار است و ^5_1H از همه پایدار است.

۴) مقایسه پایداری فراوانی ایزوتوپ های طبیعی:

پایداری ایزوتوپ های طبیعی: $^1_1\text{H} > ^2_1\text{H} > ^3_1\text{H}$

فراوانی ایزوتوپ های طبیعی: $^1_1\text{H} > ^2_1\text{H} > ^3_1\text{H}$

۵) ایزوتوپ های ^1_1H و ^2_1H پایدارند بنابراین خاصیت پرتوزایی ندارند ($\frac{n}{p} \geq 1,5$) اما ایزوتوپ دیگر

پرتوزا هستند و در ایزوتوپ به شمار می روند.

(6) در بین ایزوتوپ های طبیعی فقط 1_1H خاصیت پرتوزایی دارد.

(7) با توجه به زمان نیمه عمر ایزوتوپ های پرتوزا: 3_1H از همه پایدارتر (با بیشترین زمان نیمه عمر) و 7_1H از همه ناپایدارتر است (کمترین نیمه عمر).

(8) 1_1H تنها اتمی است که نوترون ندارد، عدد اتمی آن با عدد جرمی اش برابر است ($A=Z$)

(9) در ایزوتوپ 2_1H ، تعداد نوترون با پروتون برابر است.

(10) به 1_1H پروتیم، به 2_1H دوتریم (2_1D) و به 3_1H تریتیم (3_1T) هم گفته می شود.

● تکلیسیم، نخستین عنصر ساخته بشر ●

● عنصرها به در روش زیر ایجاد شده اند:

(1) طبیعی: تعداد زیادی از عنصرها اثر واکنش های هسته ای که در طبیعت و ستارگان انجام می شود، ایجاد شده اند. به عنوان مثال در کربن

زمین از 118 عنصر شناخته شده، 92 عنصر (حدود 78٪) آن به صورت طبیعی وجود آمده اند.

(2) مصنوعی: تعدادی از عنصرها از واکنش های هسته ای که توسط دانشمندان انجام شده اند به صورت مصنوعی به وجود آمده اند.

26 عنصر جدول (حدود 22٪) به این صورت ساخته شده اند به عنوان مثال تکلیسیم $^{99}_{43}Tc$ را می توان نام برد.

▲ عنصر شناسی

● تکلیسیم ($^{99}_{43}Tc$)

(1) عنصر ناپایدار است که از خود اشعه پرتوزایی گسیل می کند.

(2) اولین عنصری است که به طور مصنوعی در رآکتور (واکنشگاه) هسته ای ساخته شده است.

(3) در روز پنجم و گروه هشتم جدول دوره ای قرار دارد.

۴) این رادیو ایزوتوپ در تصویر برداری پزشکی کاربرد ویژه ای دارد و از آن برای تصویر برداری غده تیروئید استفاده می شود زیرا یون $^{99}_{43}\text{Tc}$ (I) با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد! (نه خود یون تکنسیم!) و غده تیروئید هنگام جذب یون $^{99}_{43}\text{Tc}$ یون $^{99}_{43}\text{Tc}$ را جذب می کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویر برداری فراهم می شود.

۵) غده تکنسیم ($^{99}_{43}\text{Tc}$) موجود در جهان به صورت مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته می شود. با توجه به اینکه شبه عمر (زمان حیات) این عنصر ساخته شده است، نمی توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد؛ به همین دلیل شبه به نایز آن را باید مولده های تولید و سپس مصرف می کنند.

• رادیو ایزوتوپ ها اگر چه خیلی خطرناک هستند ولی پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهر گیری از آنها کرده است؛ به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و به عنوان سوخت در نیروگاه های اتمی استفاده می شود.

▲ عنصر شیمی

اورانیوم (U)

۱) ساخته شده ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ های مختلفی دارد و یکی از ایزوتوپ های آن ($^{235}_{92}\text{U}$) اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می رود.

۲) فراوانی ایزوتوپ $^{235}_{92}\text{U}$ در مخلوط طبیعی این عنصر در طبیعت بسیار کم است. دانشمندان هسته ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته ای هسته غنی سازی ایزوتوپ می گویند.

۳) غنی سازی ایزوتوپ یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته ای است که در آن از اورانیوم پرتوزاد تولید انرژی الکتریکی استفاده می شود.

۴) با گذشت غنی سازی ایزوتوپ (امروزه در صدد اورانیوم را تصدیر ۲۰٪ هم رسانده اند) کشور ایران جزو اکثر دالمن انرژی هسته ای می باشد

توجه! بیننده راننده های ایتم هنوز خاصیت پر توترا می دارد و خطرناک است از این رو دفع آن ها از طبقه جالبش های صنایع هسته ای به شمار می رود.

ایتم $^{59}_{26}Fe$ یک رادیو ایزوتوپ است که برای تصویر برداری از دستگاه گردش خون استفاده می شود زیرا این های در ساخت رگها و لوین وجود دارد.

• **کتاب درسی** از روی درجیده بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک انسان می تواند مثلا تولید کند اما هنوز نیز آن به اندازه ای زیاد است که صرفه اقتصادی ندارد.

در جاشیه صفحه ۷ و شکل ۶ صفحه ۸، بی بی بی نمونه ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ مس در رادیو ایزوتوپ از فسفر تولید شده در ایران است که در آن ها می توان به این نوع رسید که عنصرهای مس (Cu) و فسفر (P) در میان ایزوتوپ های خود دارای ایزوتوپ های پر توترا می باشند.

* خلاصه ای از کاربرد رادیو ایزوتوپ ها:

- (الف) $^{99}_{43}Tc$ برای عکسبرداری از غده تیروئید
- (ب) $^{59}_{26}Fe$ برای عکسبرداری از گردش خون
- (ج) لئونز نشان دار برای عکسبرداری از توده سرطان

(۲) به عنوان سوخت در نیروگاه های ایتم و تولید انرژی الکتریکی مانند $^{235}_{92}U$

(۳) تعیین قدمت اشیاء قدیم و عتیقه $^{14}_6C$

(۴) کشاورزی

• در باب هفتم بند ششم صفحه ۹ کتاب درسی نشان دارد شده که از لئونز حاوی ایتم پر توترا می باشد که آن لئونز نشان دار می باشد.

تشخیص توده سرطانی استفاده می شود. توده های سرطانی یافته های هستند که رشد غیر عادی و سریع دارند. و اصل این روش عبارت است از:

(الف) تزریق لئونز حاوی ایتم پر توترا به بدن

(ب) توده سرطانی به دلیل رشد سریع و غیر عادی به لئونز بیشتر نیاز دارد و برای رشد و تکثیر (تجدید) و استفاده از لئونز بیشتر لئونز معهود.

(فاقد اسم پرتوزا) و لئونارد پرتوزا را جذب کرده و استفاده می کنند

(ج) یک دستگاه آشکارساز پرتوهای تابش شده توسط اسم پرتوزا (درون لئونارد) را شناسایی می کند و از این راه توده سرطان را محمل

آن تشخیص داده می شود.

• خود سگایه و پلکان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند، سیگار می کشند.

صرفاً جهت اطلاع (عنصر شناسی)

۱) بدون Rn 86 (یک گاز نجیب با نماد Rn به رنگ بنفش، به بروج میزنه است)

۲) نئپتونیم 93 (اوگانشون Og از Rn نئپتونیم است ولی مصنوعیست)

۳) این گاز بیوسه در لایه های زیر زمین از طریق واکنش های هسته ای تولید می شود و به دلیل فشار و دمای بالای زمین، گاز Rn

تولید شده از منافذ پوسته زمین به محیطا زنگنه نشه می کنه.

۴) پرتو مش هاشان داره اند که مقداری بسیار کم از مواد پرتوزا در ه جا یافت می شود. گاز Rn یکی از فراوان ترین مواد

پرتوزاست که در محیطا زندگی یافت می شود و مقدار بیش از حد مجاز آن باعث آلودگی محیطا زیست می شود. (البته میزان پرتوهای

تابش شده بسیار اندک است و بر سلامت انسان اثر نمی گذارد.)

••• طبقه بندی عنصرها •••

اصولاً طبقه بندی کردن در هر زمینه ای کار مطالعه و دسترس به اطلاعات را آسان و سریع تر می کند و عناصر شیمی هم از این حایه تقسیم بندی

شیمیایی ها ۱۸ عنصر شناخته شده را براساس یک ملاک و معیار در جدولی با چیدمان ویژه کنار هم قرار داده اند.

! توجه: بزرگترین پیشرفت در زمینه دسته بندی عنصرها با کارهای مندلیف که یک معلم روس بود به دست آمد. او به وجود آورد

تناوبی میان عنفروهای مشابه باشد و ای که امروزه مناسبتی برود.

هر فاجعت اصلاحی در جدول تدوین شده توسط مندریف، عناصر براساس افزایش جرم اتمی مرتب شده بودند در حالی که در جدول امروزی

عناصر براساس افزایش عدد اتمی کنار هم قرار گرفته اند.

جدول تناوبی مکی که تا اطلاعات ارزشمند از ویژگی های عنفروها بدست آید و آن به کمک این اطلاعات، رفتار عنفروهای نوبالون را پیش بینی کرد.

اگرین و دقتی ترین طبقه بندی عنفروها براساس افزایش عدد اتمی می باشد. اتحادیه بین المللی شیمی محض، و کاربرد

(آیوپاک) که یکاها، نماها، قراردادها، قواعد فصول نویسی و نام گذاری را ارائه می کند، جدول دوره ای عنفروها را که از

هیدروژن با عدد اتمی یک (Z=1) آغاز شده و به عنفر شماره ۱۱۸ به نام اوگانسون ختم شده، را نامیده کرده است.

جدول تناوبی شامل ۱۸ گروه (ستون مکی عمودی) و ۷ دوره (ردیف مکی افقی) می باشد. (مردیف افقی جدول و نشان

دهنده چیدمان عنفروها بر حسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد.)

خواص عنفروهای موجود در یک گروه بسیار شبیه به هم هستند، به طوریکه با پیش بردن از چپ به راست، خواص عنفروها

به طور مشابه تکرار (تکرار نه تغییر) می شود. از اینرو آن را جدول دوره ای (تناوبی) عنفروها نامیده اند. (عناصر یک گروه

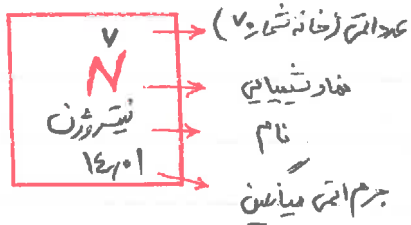
عمودا نیز مکی مشابه هم ایجاد می کنند.)

نوعی خواص شیمیایی عنفروهای که در یک درز از جدول جای دارند، تفاوت می باشد.

نکات زیر را راجع به جدول تناوبی به یاد بیارید و لی در او آخرین فصل کتاب پس از یادگیری این الکترونی عناصر

در مورد جدول تناوبی و نکات مهم رتبی و فوق سریع مثل پیدا کردن حوزه و گروه هر عنفر شیمیایی جهت خواص آن کرد.

۱) هر خانه از جدول پیک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است و برای نمونه خانه شماره ۷



به عنصر نیتروژن تعلق دارد و اطلاعات آن به صورت زیر است.

۲) در جدول تناوبی هر عنصر با نمادیک یا دو حرفی نشان داده شده است. (مثل C یا Mg) در هر نماه، حرف اول نام لاتین

عنصر به صورت بزرگ نوشته می شود و برای نمونه نماد ۳ عنصر آلومینوم، آرگون و طلا به ترتیب، Au، Ar، Al است

و هملی یا حرف A آغاز می شوند. (به طور کلی وقتی نام چند عنصر با یک حرف آغاز می شود (مثل منیزیم، منگنز) به ناچار

برای این عناصر از دو حرف استفاده می کنند تا به اشتباه نینسیم: Mn و Mg)

توجه! اغلب علامه‌های شیمیایی عنصرها دو حرفی هستند و تعداد کمی یک حرفی وجود دارد.

۳) در دین ۴ آتایی از جدول نگارنداشته شده اند که به دلیل جلوگیری از زیاد جاگرفتن جدول تناوبی می باشد تا چاپ آنها در

کتاب ها و اسناده از آن سهل شود. این دو ردیف که به لاتینها و آتیدها معروف هستند به ترتیب به دوره ۲ و ۷ تعلق دارند و

هر دو در گروه ۳ جدول قرار می گیرند. لاتینها و آتیدها عناصر سده ۴ هستند. (در آتیدهای نزدیک آشنا خواهید شد)

۴) بلندترین گروه جدول تناوبی همان گروه ۳ می باشد با ۳۲ عنصر (دو آتایی + ۴) و کوچکترین گروه، گروه های ۱ تا ۱۲ جدول

تناوبی و هر کدام فقط ۴ عنصر دارند.

۵) موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره ای، شماره گروه و دوره آن را مشخص می کند.

۶) کلسیم چون ساختن ست در ای چند ایزوتوپ می باشد به همین دلیل برای کلسیم فراوانی طبیعت وجود ندارد و به همین

خاطر جرم اتمی میانگین آن در جدول تناوبی نوشته شده است.

مثال ۱ با استفاده از جدول تناوبی، موقعیت عنصرهای آلومینوم، منگنز و کلسیم را تعیین کنید.

گروه ۱۳ و ستون ۳: Al_{13}

گروه ۲ و ستون ۴: Ca_{20}

گروه ۷ و ستون ۴: Mn_{25}

گروه ۱۶ و ستون ۴: Se_{34}

مثال ۲ علم $(2He)$ عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر،

- رقماتی مشابه با آن دارد و چرا؟ (الف) Ar_{36} (ب) C_6 (ج) S_{16}

Ar_{36} زیرا با توجه به جدول تناوبی این دو عنصر در یک گروه (گروه ۱۸) قرار دارند و خاصیت موجود در یک گروه خواص شیمیایی مشابه دارند.

مثال ۳ اتم فلوئور $(9F)$ در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می شود. اتم کدام یک از عنصرهای

زیر می تواند آنیون با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

- (الف) Rb_{37} (ب) Br_{35} (ج) P_{15}

Br_{35} زیرا هر دو عنصر F و Br در یک گروه قرار دارند (گروه ۱۷) و عناصر گروه ۱۷ (هالوژن ها) با گرفتن یک الکترون در تشکیل آنیون یا یک بار منفی (A^-) به آرایش گاز نجیب بسیار خود می رسند.

مثال ۴ اتم آلومینوم، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می تواند به کاتیون

- مشابه Al^{3+} در ترکیب ها تبدیل شود؟ (الف) K_{19} (ب) Ga_{31} (ج) N_7

Ga_{31} چون هر دو در یک گروه قرار دارند و هر دو با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب مایل خود می رسند.

* نکته کنکوری

اختلاف عددهای (AZ) گازهای نجیب به صورت زیر است. بنابراین می توان به این نتیجه رسید که: عناصری که در یک گروه قرار دارند اختلاف عددهای آنها ۸، ۱۸، یا ۳۲ است. به همین سادگی!

$\Delta Z = 1$	}	2 He	۱) متاب اول
$\Delta Z = 1$		10 Ne	۲) متاب دوم
$\Delta Z = 11$	}	18 Ar	۳) متاب سوم
$\Delta Z = 18$		36 Kr	۴) متاب چهارم
$\Delta Z = 18$	}	54 Xe	۵) متاب پنجم
$\Delta Z = 22$		86 Rn	۶) متاب ششم

تقریب ۱
تمام عناصر در یک دوره تکرار دارند به جز...

- الف) $21K$ ب) $71Y$ ج) $39Z$ د) $49Q$

تقریب ۲
سی و سومین عنصر جدول به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

حجم اتمی عناصر

برای اندازه گیری جرم اجسام گوناگون با توجه به اندازه و نوع آنها، واحدها و وسیله اندازه گیری متفاوتی انتخاب می شود. هر وسیله اندازه گیری خطای مخصوص به خود را دارد. برای نمونه دقت اندازه گیری وسیله ای مثل باسکول 10^{-4} در دقت اندازه گیری ترازوی زیری 10^{-6} می باشد. در نتیجه اندازه گیری جرم یک عدد هندوانه بوسیله باسکول امکان پذیر نیست؛ چرا که جرم هندوانه از دقت اندازه گیری این ترازو کمتر است. (خطای این وسیله از وزن هندوانه بیشتر است) به عبارت دیگر جرم جسم کمتر از دقت اندازه گیری ترازو باشد، نمی توان جرم جسم را با آن ترازو اندازه گیری کرد. (هر چه جسم کوچکتر می شود، اندازه گیری جرم آن سخت تر شده و نیاز به وسیله دقیق تر دارد).

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محلولی مانند بدن انسان، محیوازیست، حمیفا ازمایش و بررسی و اثر آن را گزارش کنند باید بدانند چه جرمی از اتم ها یا مولکول های آن ماده وارد حمیفا شده است؛ از اینرو همواره

اتمها در پی یافتن سنجی مناسب و در دسترس برای اندازه گیری جرم اتم ها بوده اند.

اتم ها با سنجی کوچک هستند به طوری که نمی توان آنها را به طور مستقیم مشاهده کرد و جرم آنها را (جرم مطلق) اندازه گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان معیار جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار بردند؛ به این معنا که مهم ترین جرم مطلق اتمی مانند اکسیژن (O) چند گرم است؛ مهم این است که جرم اکسیژن چند برابر میبای انتخاب شده می باشد.

دانشمندان پس از چند بار تغییر در معیار انتخاب شده برای اندازه گیری جرم نسبی اتم ها با اضافه ایزوتوپ کربن - 12 (C¹²)

را به عنوان میبای جرم اتم انتخاب کردند؛ البته نه یک اتم در صفت کربن! بلکه 1/12 جرم اتم کربن - 12 معیار سنجش جرم

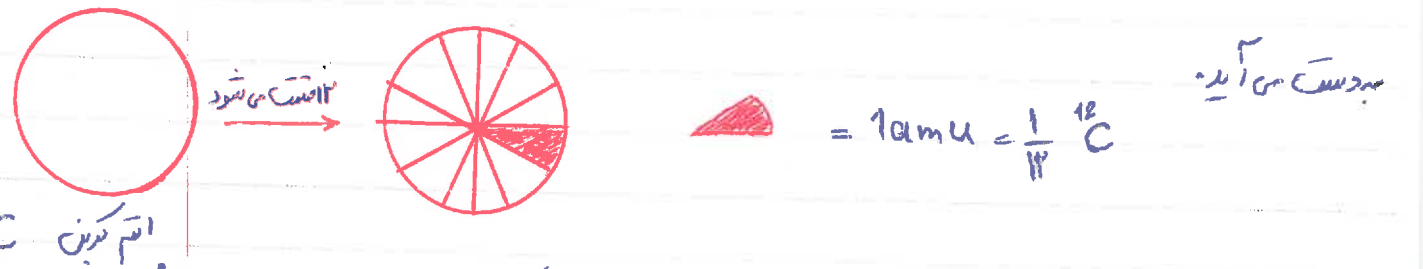
اتم نسبی قرار گرفت و جرم نسبی بقیه عنصرها نسبت به این وزن سنجیده می شود (یعنی مثلا جرم اتم Zn چند برابر 1/12 جرم اتم کربن - 12 است)

به این وزن (1/12 C¹²)، یکای جرم اتمی (amu) می گویند. اگر جرم یک ایزوتوپ کربن - 12 را برابر عدد 12 در نظر

گیریم، نسبت این عدد را به 12 بخش یک کنیم تقسیم کنیم، مرتبش را 1amu می نامند؛ به این ترتیب میبای به دست می آید

که به کمک آن می توان جرم همه اتم ها را اندازه گیری کرد.

اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن - 12، ایزوتوپ ¹H قرار بگیرد، جرم 1amu را (که بیش از 1amu)



اتم کربن - 12

توجه! amu کوتاه شده عبارت atomic mass unit می باشد. (یکای جرم اتمی را با نماد لا نیز نشان می دهند)

با تعریف amu، شیمی دان ها متفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و هم چنین جرم ذره های زیر اتمی (الکترون، پروتون و

نوترون) را اندازه گیری کنند. در این معیار جرم پروتون و نوترون در حدود 1amu (نه دقیقا 1amu) بوده در حالی که جرم

الکترون ناچیز و در حدود 1/1837 amu است. (جرم الکترون 1/1837 جرم پروتون و نوترون است که به تقریب 1/1837 می گویند)

بنابراین جرم الکترون در مقایسه با جرم پروتون و نوترون ناچیز است و به جرم کل تأثیری ندارد.

$$\text{جرم پروتون} \approx \text{جرم نوترون} = 1 \text{ amu} = 1 \text{ u}$$

جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و در حدود 1 amu است و چون جرم الکترون در مقایسه با پروتون و نوترون ناچیز است به پروتون و نوترون جرم نسبی 1 و به الکترون جرم نسبی منفی نسبت داده می‌شود.

جرم amu	بار الکتریکی نسبی	نماد	ذره
0.0005	-1	e^-	الکترون
1.0073	+1	p^+	پروتون
1.0087	0	n^0	نوترون

جرم نوترون به میزان ناچیزی از پروتون بیشتر است؛ جرم الکترون

$$1.0087 \text{ amu} > 1.0073 \text{ amu} > 0.0005 \text{ amu}$$

نوع در جدول اوج و در نمایش ماده، عدد های مثبت چه از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

نکته از آنجا که جرم پروتون و نوترون در حدود 1 amu بوده و جرم الکترون هم ناچیز است و می‌توان صرف نظر کرد، مقدار

عدد جرم یک اتم تقریباً برابر با مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های آن یا همان عدد جرم (A) است. با این توصیف برای ^7_3Li و ^4_2He تعداد پروتون و نوترون دارد، در نتیجه جرم آن را می‌توان 7 amu در نظر گرفت.

نکته در شکل ۱۰ نسبت ب کتاب، می‌خوانیم که جرم ایزوتوپ ^1_1H برابر 1.0078 amu است چرا؟ چون ^1_1H فقط یک پروتون و یک الکترون دارد و نوترون ندارد. با محاسبه زیر می‌توان نتیجه گرفت که:

$$1.0078 \text{ amu} \approx 1.0073 \text{ amu} + 0.0005 \text{ amu} = \text{جرم یک پروتون} + \text{جرم یک الکترون} = \text{جرم } ^1_1\text{H}$$

تمرین

اگر جرم اتم A، ۲۱.۵ برابر اتم $^{12}_6\text{C}$ باشد و جرم اتم B، ۴ برابر اتم A باشد، جرم اتم B چند amu است؟

سنت ۱: اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{1836}$ جرم هیدروژن از ذره های پروتون و نوترون ضریب شود، نسبت جرم الکترون ها در اتم

${}^2_2\text{He}$ به جرم این اتم به کدام عدد نزدیک است؟ (سراسری تجربی ۱۹)

- الف) $\frac{1}{1000}$
- ب) $\frac{1}{2000}$
- ج) $\frac{1}{4000}$
- د) $\frac{1}{5000}$

سنت ۲: اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برای ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ در نظر گرفته

شود، جرم تقریبی یک اتم ${}^3_1\text{H}$ برای چند گرم خواهد بود؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

- الف) $4,99 \times 10^{-24}$
- ب) $9,182 \times 10^{-24}$
- ج) $4,34 \times 10^{-22}$
- د) $9,115 \times 10^{-22}$

سنت ۳: کد در طبیعت دارای درایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵ amu و ${}^{37}\text{Cl}$ و کربن دارای درایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲ amu و

${}^{13}\text{C}$ است. تفاوت جرم مولکول C_2H_4 و C_2H_2 چند amu است؟ (سراسری)

- الف) ۶
- ب) ۷
- ج) ۸
- د) ۹

سنت ۴: چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تعادل وزن آن بایک ترازو با حساسیت از 10^{-6} گرام

قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود 9×10^{-31} و بار

الکتریکی آن $1,6 \times 10^{-19}$ است.) (سراسری ریاضی ۹۵)

- الف) $3,011 \times 10^{23} - 1,78 \times 10^4$
- ب) $1,11 \times 10^{23} - 1,69 \times 10^4$
- ج) $3,011 \times 10^{23} - 1,648 \times 10^4$
- د) $1,11 \times 10^{23} - 1,78 \times 10^4$

اگر جرم های اتم عنصرها در جدول نگاه کنند، خواهد دید که اغلب آنها به صورت اعشاری و غیر صحیح اند، دلیل این واقعیت

تجربین، وجود ایزوتوپ‌های مختلف برای عنصرها با در صد فراوانی متفاوت است. (برای مثال: در آنکس جرم اتمی ۳۵٫۴۵)

در سال ۱۹۳۵ جرم اتمی ۳۵٫۴۵ می باشد.

فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست و به همین دلیل برای بیان جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، جرم اتمی میانگین را به کار می‌گیرند.

▲ جرم اتمی میانگین

در جدول تناوبی برای هر عنصر با هر تعداد ایزوتوپ که داشته باشد، حقایق جرم اتمی نوشته می‌شود. که این جرم اتمی

میانگین از جرم تمام ایزوتوپ‌هاست و از رابطه زیر می‌توان آن را حساب کرد:

$$M = n_1 m_1 + n_2 m_2 + \dots + n_n m_n$$

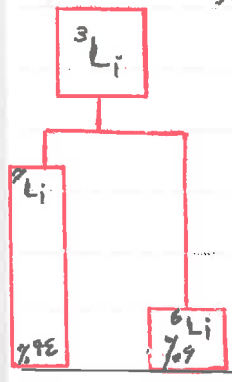
M = جرم اتمی میانگین
 m = جرم اتمی ایزوتوپ
 n = کسر فراوانی ایزوتوپ

نکته: جرم اتمی میانگین معمولاً بین جرم اتمی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ است و هم‌چنین جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، نزدیک‌تر است.

صرفاً جهت اطلاع: در اکتیدین با ایزوتوپ‌های ^{16}O و ^{17}O و ^{18}O ، جرم اتمی میانگین از سبک‌ترین ایزوتوپ هم کمتر است! $O = 15,99$ جرم اتمی میانگین!!!

نوعی از رابطه جرم اتمی میانگین را بر اساس در صد فراوانی (f) بنویسیم:

$$M = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots}{f_1 + f_2 + \dots}$$



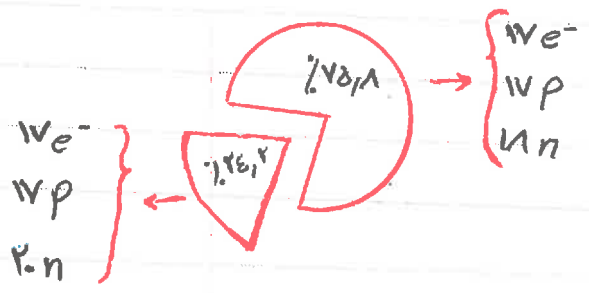
مثال ۱: با توجه به شکل زیر جرم اتمی میانگین آنکس را حساب کنید:

$$M = n_1 m_1 + n_2 m_2$$

$$\Rightarrow M = \left(\frac{6}{100} \times 6\right) + \left(\frac{94}{100} \times 7\right) \Rightarrow M = 6,94$$

مثال ۲

جرم اتمی میانگین لدر را با توجه به طره های زیر حساب کنید.



$$M = x_1 m_1 + x_2 m_2$$

$$M = \left(\frac{24.82}{100} \times 27\right) + \left(\frac{75.18}{100} \times 35\right)$$

$$M = 35.414 \text{ amu}$$

توجه! کلد ۱۲ ایزوتوپ دارد که در آن فراوانی ایزوتوپ سبک ۳ برابر ایزوتوپ سنگین تر می باشد.

✓ فرمول نفوذی

۱) در جاهای که نمونه فقط ۱۲ ایزوتوپ داشته باشد، از فرمول زیر که با استفاده از قضیه تالس به دست آمده با سرعت

بیشتری می توان به جواب نهایی دست یافت و محاسبات را به نسبت رابطه قبلی ساده تر می کند.

$$\frac{\text{جرم اتمی ایزوتوپ سبک} - \text{جرم اتمی متوسط}}{\text{جرم اتمی ایزوتوپ سبک} - \text{جرم اتمی ایزوتوپ سنگین}} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ سنگین در نمونه}}{\text{تعداد کل}}$$

حال مثال ۲ را با این روش حل می کنیم:

$$\frac{M - 35}{37 - 35} = \frac{24.82}{100} \Rightarrow M - 35 = \frac{41.4}{100}$$

$$\Rightarrow M = 35.414$$

۲) رابطه زیر نیز به نسبت رابطه اولیه و اصلین، ما را راحت تر به پاسخ می رساند. در این رابطه جرم اتمی میانگین از جرم ایزوتوپ

سبک به سمت ایزوتوپ سنگین به نسبت در صد فراوانی آن نزدیک می شود.

$$M = (\text{فراوانی سبک} \times \text{تفاوت جرم ایزوتوپ سبک با سنگین}) + (\text{فراوانی دوم} \times \text{اصطفا جرم ایزوتوپ دوم با سبک}) + \text{جرم ایزوتوپ سبک}$$

توجه! این فرمول را می توان با جرم ایزوتوپ سنگین هم نوشت منتفی باید از ایزوتوپ سنگین به سمت ایزوتوپ سبک به

نسبت در صد فراوانی نزدیک شد پس علامت - تغییر پیدا می کند.

$$M = (\text{فراوانی سبک} \times \text{اصطفا جرم ایزوتوپ سبک با سنگین}) - (\text{فراوانی دوم} \times \text{اصطفا جرم ایزوتوپ دوم با سنگین}) - \text{جرم ایزوتوپ سنگین}$$

توصیه!

انتظار از فراوانی در رابطه قبل، درصد فراوانی تقسیم بر ۱۰۰ می باشد!

مثال ۳

عضو A تنها دارای ۱۲ ایزوتوپ در طبیعت است؛ یکی با ۱۸ نوترون و دیگری با ۲۰ نوترون، اگر جرم اتمی میانگین این عنصر 32amu و فراوانی ایزوتوپ سنگین تر ۶۰٪ باشد، جرم اتمی هر ایزوتوپ را محاسبه کنید!

بر اساسی می توان از فرمول اول استفاده کرد چون، تفاوت ایزوتوپ ها در تعداد نوترون هاست در نتیجه اختلاف جرم ایزوتوپ

نماین و سبک برای ۲ خواهد بود:

جم اتمی ایزوتوپ سبک = x

جم اتمی ایزوتوپ سنگین = y

$$\frac{M - 9x}{2} = \frac{60}{100}$$

$$\frac{32 - x}{2} = \frac{60}{100}$$

$$\Rightarrow x = 21,2 \Rightarrow y = x + 2 \quad y = 21,2 + 2 = 23,2$$

مثال ۴

اگر فراوانی ۳ ایزوتوپ سیلیسیم شامل ^{28}Si ، ^{29}Si ، ^{30}Si به ترتیب ۹۲٪، ۵٪ و ۳٪ باشد، جرم اتمی

میانگین این عنصر را محاسبه کنید!

از فرمول ۲ استفاده می کنیم:

$$M = 28 + (1 \times \frac{5}{100}) + (2 \times \frac{3}{100}) = 28 + \frac{5}{100} + \frac{6}{100}$$

$$\Rightarrow M = 28,11$$

تمرین ۱

نقره در طبیعت به ۲ صورت ^{107}Ag و ^{109}Ag یافت می شود. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر 108amu باشد، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را مشخص کنید؟

تمرین ۲

عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ ^{24}Mg با فراوانی ۷۹٪، ^{25}Mg با فراوانی ۱۰٪ و ^{26}Mg با فراوانی ۱۱٪ با فرض آنکه مقدار عددی، عدد جرمی برابر جرم اتمی هر یک از ایزوتوپ ها باشد، جرم اتمی میانگین منیزیم را محاسبه کنید.

تست ۱

نقره دارای ۱۲ ایزوتوپ با جرم های اتمی ۱۰۹، ۱۰۸، ۱۰۷ و ۱۰۶ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر آن برابر ۵۲٪ باشد جرم اتمی متوسط آن

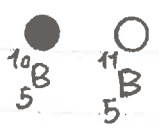
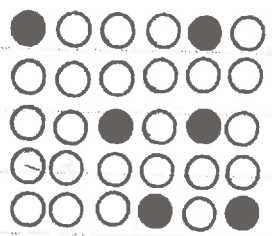
نقره کدام است؟ (برابر راندنی ۱۴)

- الف) ۱۰۷، ۱۸۴
- ب) ۱۰۷، ۱۱۲
- ج) ۱۰۷، ۱۱۱
- د) ۱۰۷، ۱۰۹

تست ۲

با توجه به شکل مقابل که توزیع اتم های بور طبیعی را نشان می دهد، در حالتی که فراوانی ایزوتوپ ^{10}B بیشتر و

پایدارتر است جرم اتمی میانگین بور برابر با 10.81 است. (فصل از کتور راندنی ۱۸۵)



- الف) $10.81 - \frac{10}{5}\text{B} - \frac{10}{5}\text{B}$
- ب) $10.81 - \frac{11}{5}\text{B} - \frac{11}{5}\text{B}$
- ج) $10.81 - \frac{11}{5}\text{B} - \frac{11}{5}\text{B}$
- د) $10.81 - \frac{10}{5}\text{B} - \frac{10}{5}\text{B}$

تست ۳

عنصر ۱۸ با جرم اتمی میانگین ۳۹، دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آنها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری

۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر با 1.00 در نظر بگیرید)

(فصل از کتور راندنی ۹۰)

- الف) ۲۱
- ب) ۲۲
- ج) ۲۳
- د) ۲۴

تست ۴

با توجه به داده های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2M_3 چند amu است؟ (عدد جرم ابرای جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید)

^{37}A	^{35}A	^{47}A	^{15}M	ایزوتوپ
۸۰	۲۰	۹۰	۱۰	فراوانی

- الف) ۲۱۳، ۴
- ب) ۲۰۳، ۴
- ج) ۱۹۸، ۵
- د) ۱۸۸، ۶

تست ۵

عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ A^{84} و A^{86} و A^{88} است. اندرصد فراوانی یک وین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین

A برابر ۸۶٫۴ باشد. در صد فراوانی ۲ ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ (مقدار جرمی را با تقریب معادل جرم

اتم هیدروژن در نظر بگیرید) (مخرج از کثر تجربه ۹۵)

(د) ۲۰-۶۰

(ج) ۳۰-۵۰

(ب) ۴۰-۶۰

(الف) ۶۰-۲۰

۳۰. شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها (مفهوم مول و عدد آووگادرو) \Rightarrow

برای اندازه گیری جرم ذرات کوچک مانند: عدس، برنج، خاشک و... می توان مقدار کمی (مثلاً ۱۰ گرم) از آنها را وزن کرد و سپس تعداد آنها را شمارش کرد و با داشتن وزن کل (مثلاً ۱۰) و تعداد ذره آنها می توان جرم یک ذره آنها را محاسبه کرد!

مثال: ظرف حاوی مقداری مهره کوچک داریم که ۱۸۵۹٫۷۶ گرم جرم دارد. اگر جرم هر مهره ۴٫۲۹ گرم باشد، چقدر مهره درون

ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف بی مهره ۴۵۰٫۰۳ گرم است.)

$$1859.76 - 450.03 = 1409.73$$

$$\text{مهره} = \frac{1409.73}{4.29} = 328$$

از مثال بالا می توان بیان نتیجه رسید که می توان با روش شمارش، جرم ذرات کوچک مانند مهره یا برنج و... را به دست آورد و از فرضی با تعیین جرم یک عدد مهره یا برنج می توان تعداد ذرات آنها را هم محاسبه کرد!

سوال ۱

آیا از این ایده می توان برای شمارش اتم ها و اندازه گیری جرم آنها استفاده کرد؟

پاسخ: اتم ها به صورت بارز نظریه ری هستند، به صورتی که می توان با شمارش یک تک آنها، تعداد آنها را به دست آورد، ولی می توان به صورت

غیر مستقیم تعداد اتم های موجود در فرضی را با توجه به نفاذ زنی محاسبه کرد.

۱) دانشندان با استفاده از دستگاه طیفسنجی جرمی (نه ترازو!) جرم اتم هار با دقت اندازه گیری می کنند (بر حسب گرم)

۲) داشتن جرم مشخص از عنصر مورد نظر و جرم یک اتم از آن می توان مقدار اتم های درون مقدار را محاسبه کرد.

برای مثال؛ حاصل دایم که جرم یک اتم ${}^1_1\text{H}$ برابر 1.67×10^{-24} gr می باشد و از طرفی دانشندان با استفاده از دستگاه طیفسنجی جرمی

جرم یک اتم ${}^1_1\text{H}$ را عدد 1.67×10^{-24} gr به دست آوردند بنابراین به این نتیجه رسیدیم که:

در این صورت جرم اتم کربن - ۱۲ و در عنصر دایم بر حسب گرم عددی بسیار کوچک (مثلاً برای

کربن ۱۲ $\leftarrow 12 \times 1.67 \times 10^{-24}$ gr) خواهد بود و کار کردن با آنها در مقیاس آزمایشگاهی خارج از عمل غیر ممکن خواهد بود.

سوال ۲؟ با توجه به اینکه جرم اتم ${}^1_1\text{H}$ برابر 1.67×10^{-24} gr است (atom) حساب کنید در یک فنز یک گرم از عنصر ${}^1_1\text{H}$ چند

اتم وجود دارد؟ پاسخ:

$$? \text{ atom} = 1 \text{ gr H} \times \frac{1 \text{ atom}}{1.67 \times 10^{-24} \text{ gr H}} = 6.02 \times 10^{23}$$

سوال ۳؟ اگر به تعداد اتم ${}^1_1\text{H}$ در یک فنز موجود باشد جرم آن چند گرم خواهد بود؟

$$? \text{ gr} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom} \times \frac{1.67 \times 10^{-24} \text{ gr}}{1 \text{ atom}} = 1 \text{ gr}$$

نکته مهم به عددی که از سوال دوم به دست آمد (6.02×10^{23}) عدد آووگادرو می گویند و آن را با نماد NA نشان می دهند.

نشان عدد آووگادرو (NA) در شبیه مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ ها است، با این تفاوت که عدد آووگادرو عدد بسیار

بزرگی است و به عبارتی این عدد پلی است بین دنیای میکروسکوپی و ماکروسکوپی اتم ها. به صورتی که اگر به سوال دوم توجه کنید

نتیجه خواهد شد که اگر به تعداد 6.02×10^{23} از هر اتمی بروی ترازو مقدار داده شود ترازو بر حسب گرم عددی را نشان خواهد داد

که مشابه عدد جرم اتم است.

شیمی دان ها به تعداد 6.02×10^{23} از هر ذره (اتم، مولکول، یون) یک مول از آن ذره می گویند. به طوریکه جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن (با واحد $\frac{g}{mol}$) نامیده می شود. (مول مانند یک بسته می باشد که داخل آن 6.02×10^{23} تعداد اتم با هر ذره دیدی وجود دارد.)

صرفاً جهت اطلاع: هر کهکشان در جهان هستی حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد! هم چنین تعداد کهکشان های

جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد برآورد می شود. در این صورت در جهان هستی حدود 10^8 مول ستاره وجود دارد!!!

شکل های روبه رو بر این نکته تأکید دارند که یک مول از اتم های مختلف تعداد برابر اتم (6.02×10^{23}) دارند ولی جرم برابری ندارند.



$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}$$

$$1 \text{ mol Fe} = 55.8 \text{ g Fe}$$



$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}$$

$$1 \text{ mol C} = 12.0 \text{ g C}$$

نکات:

الف) گرم رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می شود؛ این درحالیست که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است. (در نتیجه از واحد جرم مولی $\frac{g}{mol}$) در آزمایشگاه و محاسبات بیشتر استفاده خواهیم کرد.) مقدار عددی جرم مولی یک اتم، با جرم اتمی آن یکسان است؛ ولی مفهوم و واحد آنها متفاوت است.

• جرم یک اتم کربن برابر 12 amu است: جرم اتمی C

• جرم یک مول (NA) کربن برابر 12 g است. جرم مولی C

ب) اگر 6.02×10^{23} دانه برف در سطح ایران ببارد، لایه ای از برف به ارتفاع مکه دنا (4200 m) همه کشور را می پوشاند!

ج) آماده‌نویس و مادرو سیمی دان برآوازه ایالیایی ست که به افتقار او شمار ذره های موجود در یک مول ماده، بر حسب تعداد مولکول های و انش دهنده توجیه کرد. در واقع خود او مادرو مقدار عددی این عدد را توانست به دست آورد؛ اما وی رقمی کارها را بر اساس تعداد مولکول های و انش دهنده عدد بررسی مکرر داد و مقدمه کشف و محاسبه این عدد شد. امروزه مقدار این عدد با آزمایش های مختلف از جمله: روش الکترو سیمیایی در روش بلور شناسی به طور دقیق معین شده است.

صرفاً جهت اطلاع: برخی فضا پهاها با خورد صلیف سنج جرمی حمل می کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در تقاضا توانون فضا بهره می گیرند.

▲ **خبر غازه ورود به محاسبات سیمی**

توجه: در کتاب دهم کمتر از محاسبات استوکیومتری و الهم استفاده شود به صورت محدود خواهد بود و بهترین استفاده در کتاب سیم یا دهم و در فصل اول کتاب یا دهم خواهد بود و در آنجا روش های سریع و تکنیکی حل مسائل استوکیومتری مورد بحث قرار خواهند گرفت! برای انجام محاسبات در علم سیمی در مول، مهم ترین مفهوم است و نقش کلیدی را در محاسبات ایفا می کند؛ به این معنا که برای انجام کمیت های مختلف به یکدیگر ابتدا آنها را به مول و سپس به سایر کمیت ها تبدیل می کنیم. در فصل اول، محاسبات ساده ای انجام می دهیم که اغلب تبدیل مول، تعداد جرم به یکدیگر است که این ۳ مفهوم به صورت زیر با یکدیگر ارتباط دارند:

۱) **الذرات سازنده ماده اتم باشند:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{جرم مولی} = \text{عدد اتم} \times 1.66 \times 10^{-23} = \text{اتم } 1 \text{ mol} \\ \text{عدد اتم} = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1.66 \times 10^{-23} \times 64 \text{ mol Cu} = 1 \text{ mol Cu} \text{ مثال} \end{array} \right.$$

یعنی اگر شما ۶۴ گرم مس داشته باشید یک مول از این فلز دارید که داخل این مقدار 6.02×10^{23} عدد اتم مس وجود دارد.

۲) **الذرات سازنده ماده مولکول باشند:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{جرم مولی} = \text{عدد مولکول} \times 1.66 \times 10^{-23} = \text{مولکول } 1 \text{ mol} \\ \text{عدد مولکول} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1.66 \times 10^{-23} \times 18 \text{ mol H}_2\text{O} = 1 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ مثال} \end{array} \right.$$

مثال ۱

جرم مولکول و جرم مولی فسفیک اسید H_3PO_4 را محاسبه کنید.

($H = 1 \text{ amu}$ $P = 31 \text{ amu}$ $O = 16 \text{ amu}$)

$$\begin{cases} H_3PO_4 \text{ جرم مولکول} = (3 \times 1) + 31 + (4 \times 16) = 98 \text{ amu} \\ H_3PO_4 \text{ جرم مولی} = 98 \frac{g}{mol} \end{cases}$$

مثال ۲

تفاوت ۲ مفهوم جرم مولی و جرم مولکول
 جرم مولکول: جرم یک عدد مولکول بر حسب واحد amu می باشد.
 جرم مولی: جرم یک مول ماده بر حسب واحد $\frac{g}{mol}$ می باشد.

مثال ۳

به سوالات زیر پاسخ دهید:

(الف) ۵ مول آلومینوم چند گرم دارد؟ (ب) ۲۰۰ گرم گوگرد چند مول گوگرد است؟ (ج) $1 \text{ mol S} = 32 \text{ g}$ ، $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g}$

(الف) $5 \text{ mol Al} = 5 \text{ mol Al} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 135 \text{ g Al}$

(ب) $200 \text{ g S} = 200 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} = 6.25 \times 10^{-3} \text{ mol S}$

مثال ۴

تعداد اتم های موجود در ۲ مول فلز روی را محاسبه کنید.

? atom Zn = $2 \text{ mol Zn} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 1.204 \times 10^{24} \text{ atom Zn}$

مثال ۵

حساب کنید ۰.۳ x ۱۰^{-۲} اتم مس چند مول و چند گرم مس است؟

? mol Cu = $0.3 \times 10^{-2} \text{ atom Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Cu}} = 4.98 \times 10^{-26} \text{ mol Cu}$

? g Cu = $4.98 \times 10^{-26} \text{ mol Cu} \times \frac{63.55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 3.16 \times 10^{-24} \text{ g Cu}$

لاکله

جرم $1 \mu\text{m}$ بر حسب گرم برابر $\frac{1}{NA}$ است. چرا؟

چون ماسه دانسه که $1 \mu\text{m}$ برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم ^{12}C در تعینه

$$\frac{1}{12} (\text{اتم C}) \times \frac{1 \text{ mol C اتم}}{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم}} \times \frac{12 \text{ g}}{1 \text{ mol C اتم}} = \frac{1}{12} \left(\frac{12}{6.02 \times 10^{23}} \right) = \frac{1}{NA} \text{ g}$$

$$\Rightarrow 1 \mu\text{m} = \frac{1}{NA} \text{ g} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

تذکره ۱

۹۰ گرم آب در لیوان است (H_2O) چه تعداد H در آن موجوده؟

تذکره ۲

تعداد اتم های موجود در $\text{P}_4 \text{O}_{10}$ 2.18×10^{24} با تعداد مولکول های چند اتم پروپین ($\text{C}_3 \text{H}_8$) برابر است؟

$$(P=31, O=16, C=12, H=1 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

تذکره ۳

اگر جرم یک نمونه سدیم هیدروکسید (NaOH) با جرم یک نمونه نیتروژن سدیم کربنات (Na_2CO_3) برابر باشد؛ نسبت مول های سدیم هیدروکسید به سدیم کربنات را حساب کنید.

تذکره ۴

تعداد اتم های موجود در 2.4 گرم از گاز اوزون (O_3) با تعداد اتم های موجود در چند میلی لیتر آب برابر است؟ (چگالی آب برابر $1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$ می باشد.)

تست ۱

در صورتیکه بدانیم حجم ۴ اتم مس در بلور این فلز برابر $10^{-23} \times 4 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ و چگالی بلور مس $\frac{9}{\text{cm}^3}$ است. جرم مولی مس کدام است؟

- (الف) ۶۳٫۲
- (ب) ۶۵٫۳
- (ج) ۶۱
- (د) ۶۳٫۵

تست ۲

جرم $10^{-22} \times 10^{-22}$ مولکول از اکسیدی با فرمول عمومی NmOn برابر 5×10^{-22} است. نسبت n به m کدام است؟ $(\frac{9}{\text{mol}}; N=14, O=12)$

- (الف) ۱
- (ب) ۶۵
- (ج) ۲
- (د) ۶۵

نور، لید شناخت جهان

در بحث قبل دیدیم که، عنصرهای مختلف در اثر واکنش‌های هسته‌ای ایجاد شده‌اند. حال سوال مهمی که مطرح می‌شود، این است که: «لاشکون چگونه نوع عنصرهای موجود در کره زمین و حتی در ستارگان مانند خورشید را تشخیص می‌دهند.»

بررسی دگرگونی‌های خورشید و سایر اجرام آسمانی به دلیل دوری آنها، به طور مستقیم امکان پذیر نیست. درهای اجسام بسیار داغ مانند خورشید یا دماهای قابل اندازه‌گیری نیست؛ زیرا دماهای بسیار بالایی دارند.

نوع عنصرهای موجود در خورشید هم به طور مستقیم قابل تشخیص نیست، چرا که ما دسترسی به نمونه‌ای از مواد سطح خورشید نداریم. دوری که از خورشید و سایر ستارگان بسیارها به ما می‌رسد می‌تواند لیدر پانچ تمام سوالات در مورد آنها باشد. این نور حاوی اطلاعات ارزشمندی مانند نوع عنصرهای ساخته شده و درهای سطح ستارگان مختلف باشد.

تست ۳

نور لیدری است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، لیدر عقل خورشید است.

رازهای جهان است!

دانشندان یادگرفته‌اند به نام طیف پهن می‌توانند از پرتوهای نور گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند. دانشندان نور رسیده از ستاره‌ها را به کمک این دستگاه طیف پهن تجزیه کرده و نوع عنصرهای موجود در آنها را تشخیص می‌دهند.

* نور چیست؟ نور شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می‌شود.

هر موجی دارای انرژی و پهنه ای است که به طول موج آن بستگی دارد.

* طول موج: به فاصله تکرار یا خود تکرار متوالی یک موج، طول موج گفته می‌شود و واحد اندازه گیری طول موج

تا نو متر (nm) بوده و با علامت λ نمایش داده می‌شود.

لاگتله

طول موج با انرژی موج رابطه عکس دارد؛ به طوری که هر چه طول موج پرتو کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند (انرژی آن بیشتر است).

لاگتله

خود خورشید گرمی سبب به تقاری رسد، اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، کمپس از پاشش باران در هوا پدید می‌آید، تجزیه می‌شود (قطره آب مثل یک منشور عمل می‌کند و اجزای سازنده نور خورشید را از هم جدا می‌کند) و گستره‌ای پدید می‌آید از رنگ‌ها (رنگین کمان خودمان!) را به وجود می‌آورد. این گستره رنگ، شامل بی نهایت طول موج از رنگ‌های توانا است. همین اتفاق با عبور نور خورشید از یک منشور هم اتفاق می‌افتد.

توجه!

نور خورشید شامل گستره بسیار محدودی از امواج مرئی و نامرئی است، اما چشم انسان تنها می‌تواند گستره محدودی از خود خورشید را که شامل لارنگ، سبز، نارنجی، زرد، سبز، بنفشه، و بنفش است را می‌تواند ببیند که به این محدوده گستره مرئی می‌گویند. (طول موج مرئی تا ۷۰۰ نانومتر)

مقایسه طول موج و انرژی بخش مرئی نور خورشید به صورت زیر است:

سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < بنفش < بنفش = مقایسه طول موج

سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > بنفش > بنفش = مقایسه انرژی

نکته

البته شکل کتاب درسی نگاه کنید متوجه می شوید که هر چه طول موج یک پرتو کوتاه تر باشد پس از عبور از منشور میزان شکست و انحراف آن بیشتر خواهد بود.

سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > بنفش ؛ میزان شکست و انحراف نور

با هم توان این گونه گفت ؛ هر چه انرژی نور بیشتر به میزان انحراف و شکست آن هم بیشتر خواهد بود

▲ امواج الکترومغناطیسی

امواج هستند که هم سرعت ثابتی برای سرعت نور $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$ دارند و طول موج متفاوتی دارند. نور مرئی بخش کوچکی

از امواج الکترومغناطیسی است.

با توجه به شکل ۱۵ کتاب درسی در صفحه ۲۰ ، طول موج و انرژی امواج الکترومغناطیسی به صورت زیر است ،

امواج رادیویی < ای موج < پرتو فرسوخ < نور مرئی < پرتو فرابنفش < پرتو گاما < طول موج

امواج رادیویی > ای موج > پرتو فرسوخ > نور مرئی > پرتو فرابنفش > پرتو گاما ؛ انرژی

کلمه حاشی کنید (صفحه ۲۱) :

هدف از این کارش کنید این است که ؛ به غیر از نور مرئی بقیه قسمت های امواج الکترومغناطیسی برای انسان در چشم او

ناقص است ولی با کمک لنز دوربین موبایل که به پرتوهای فرسوخ حساس است می توان پرتوهای فرسوخ کمتر از طول موج

را که اساس کار آنها همین پرتوهای فرسوخ می باشد را دید و با این آزمون ما می توانیم پرتوهای فرسوخ را البته با کمک

صرفاً جهت اطلاع:

امروزه بواسطه اندازه گیری دمای اجسام داغ می توان از دماسنج های استقاره کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می کنند. یکی از این دماسنج ها دماسنج فرورسرخ نام دارد. این دماسنج با جذب پرتوهای فرورسرخ نشر شده از جسم داغ دمای آن را نشان می دهد.

صرفاً جهت اطلاع:

با اینکه نور مرئی بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است ولی در دیدن رنگ مواد مهم ترین قسمت می باشد. مواد به رنگ خوری که از آنها به چشم ما می رسد دیده می شوند. به عنوان مثال پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) تمام طول موج های مرئی را جذب و فقط طول موج بنفش را عبور یا نشر می دهد. در نتیجه این ماده بنفش دیده می شود. ماده ای مانند ذغال تمام طول موج های مرئی را به خود جذب می کند در نتیجه نوری را عبور یا نشر نمی دهد و به رنگ سیاه دیده می شود.

نکته

کتاب درسی در «خود را بیازمایید» صفحه ۲۱ کتاب از چاپ رسیده که حرکت از دماهای داده شده (۱۷۵۰، ۱۷۵۰، ۱۷۵۰) به کدام شعله مربوط است؟

قبل از پاسخ باید متذکر شویم که هر چه دما در دما سنج برده یک ماده افزایش باید و انرژی جنبشی ذرات آن افزایش و به تبع آن انرژی آن هم افزایش و طول موج نور نشر شده از ماده، به سمت طول موج های کوتاه تر و با انرژی بیشتر می رود (از رنگ سرخ به طرف رنگ آبی حرکت می کند) در نتیجه دمای ۸۰۰ درجه سلسیوس مربوط به ششوار (نور سرخ) دمای ۱۷۵۰ مربوط به نور شمع (نور زرد) دمای ۱۷۵۰ مربوط به نور آبی شعله گاز (نور آبی) می باشد.

مثال

هوتمی و طزی را به وسیله شعله گاز آنتن در جوشکاری گرمایی ابتدا به دماهای بالا می‌رود فوراً نشر شده از آن سطح است و با بالا رفتن دما رنگ نور نشر شده از آن به تدریج آبی گرمی شود.

صرفاً جهت اطلاع:

در صورت خللی شکاف چینی (Orion) ستاره سمت چپ و بالا به رنگ سرخ و دمای سطح آن کمتر از دمای سطح خورشید است. اما ستاره سمت راست و پائین به رنگ آبی و دمای سطح آن از دمای سطح خورشید بیشتر است.

نشر نور و طیف نشری

گداز اقتصادی بساطت بزرگ و ارزش مثل جام جهانی و المپیک و حتی چهارشنبه سوری خودمان را از نزدیک دیده و شاهد آتش بازی با مواد شیمیایی و بر اثر آن رنگ های زیبا و چشم نواز به وجود آمده را دیده ایم. تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از رنگ ها شعله زردی دارند به خصوص اگر مقداری از محلول رنگ را با آفتابانه روی شعله بیاییم رنگ شعله تغییر می‌کند (همه به آن از همون شعله می‌گویند) برای نمونه:

۱) فلز سدیم (Na) و ترکیب های آن مثل: سدیم نیترات، سدیم کلرید، سدیم سولفات ← زرد رنگ

۲) فلز مس (Cu) و ترکیب های آن مثل: مس (Cu)، نیترات، مس (II) کلرید و مس (II) سولفات ← سبز رنگ

۳) فلز لیتیم (Li) و ترکیب های آن مثل: لیتیم نیترات، لیتیم کلرید، لیتیم سولفات = قرمز رنگ

و ملاحظه می‌کنیم که رنگ شعله فلزها با ترکیبات دارای همان فلز مشابه و یکسان است.

توجه

همانطور که دیدیم رنگ شعله سدیم (Na) زرد است. هم چنین نور زرد لامپ های شب فضا هم از اجزای آنها، بزرگ راهها

و خیابان ها را روشن می‌سازد به خاطر وجود بخار سدیم در آن ها است.

نکته مهم: شعله ترکیب های معدوم (زرد) ، لسیم (سرخ) ، و اس (سبز) منحصر به فرد است و رنگ نشر شده از هر یک فقط با رنگ بسیار کوتاهی از کسره طیف مرئی را در بر می گیرد و می توان به عنوان مثال از روی تغییر رنگ شعله به رنگ قرمز حدس زد که در داخل ماده شیمیایی مورد آزمایش عنصر لسیم وجود دارد.

تسبیح از روی تغییر رنگ شعله در آزمون شعله می توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

نکته: از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی نیز رنگ استفاده می شود.

توجه! برای شناسایی ناقلات از آزمون شعله استفاده نمی شود و به جای آن از توله تکلیف اللترلی استفاده می شود که جلوتر راجع به این موضوع بیشتر صحبت خواهیم کرد.

▲ طیف نشری - فصل عناصر

نوری که از منبع تابش نشر می شود را می توان بوسیله منشور (یا طیف شبح) تجزیه کرده و نور تجزیه شده را روی فیلم عکاسی ثبت کرد. به نتیجه حاصل از تجزیه نور «طیف» گفته می شود. طیف حاصل از تجزیه بر دو نوع است:

- ۱) طیف پیوسته
- ۲) طیف گسسته (نشری - خطی)

* طیف پیوسته: طیفی است که در آن تمام طول موج های یک ناحیه وجود دارد. همانطور که قبلاً گفتیم این نور سفید خورشید با منشور تجزیه کنیم ، نتیجه حاصل یک طیف پیوسته است و چون در ناحیه مرئی قرار دارد ما می توانیم آن را بینیم به این صورت از نور خورشید در طیف مرئی گفته می شود. (قبلاً هم گفتیم که زمین همان هم طیف پیوسته است که در آن مقادیر آب موجود در هوا نقش منشور را بازی می کند!)

* طیف گسسته (نشری - خطی): شیمی دان ها به فرآیندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود پرتوهای

الکترومغناطیس گسیل می‌دارد نشر می‌کند. اگر نور نشر شده از یک عنصر یا ترکیب دارای آن عنصر را از منشور عبور دهیم،
 الگوی شامل: خط‌های یا تیرهای رنگی مجزا (هر فضای رنگ و هر رنگ معرف یک طول موج) بدست می‌آید که به آن
 طیف نشری - خطی می‌گویند.

در طیف پیوسته بی‌شائبه‌ی نهایت طول موج رنگی وجود دارد در حالی‌که در طیف نشری - خطی (گسسته) فقط تعداد محدودی از طول موج‌ها
 رنگی وجود دارد. (هر فضای رنگی بر روی طیف نشری - خطی نشان دهنده یک طول موج با انرژی معین می‌باشد)

همانطور که در خود را ببینید صفحه ۲۳ کتاب درسی ملاحظه می‌کنید: هر عنصر از فلز گزیده تا نا فلز، طیف نشری - خطی خاص
 خود را دارد که تعداد فضاها، رنگ و حتی محل قرارگیری هر یک از عناصر به فرد و اختصاصی آن عنصر است بنابراین: هر عنصر
 طیف نشری - خطی ویژه خود را داشته و مانند اثر انگشت انسان می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر مورد نظر بهره گرفت
 (بدین صورت که ابتدا طیف عنصر مجهول را تهیه کرده و آن را با طیف‌های مرجع و شناخته شده مقایسه می‌کنند تا عنصر مورد نظر معلوم شود)

کاربرد

کاربرد طیف‌های نشری - خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط‌نقاد (بارکد) روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری از جاهای است.
 هر نوع کالا، فلان ماده ویژه خود را دارد که با خواندن آن بوسیله دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا
 به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

صرفاً جهت اطلاع:
 شیمیان آلمانی به نام رابرت بوئرین موفق به طراحی و ساخت دستگاهی شدند که به دستگاه طیف بین معروف است.
 بوئرین بوسیله این دستگاه موفق شد طیف نشری - خطی چند عنصر فلزی را مشخص کند. بوئرین مشاهده کرد که هر فلز
 طیف نشری - خطی ویژه خود را دارد و این طیف از فلزی به فلز دیگر متفاوت است.

تازه‌های مختلف نیز در اثر کسریک بوسید جیان الکترسیته داخل یک لایپ (لوله تکلیف الکتریسی) مادر به ایجاد طیف نشری خاصی و رنگ مخصوص به خود می‌باشند. از این رو لایپ‌های حاوی تازه‌های مختلف، که رنگ مختلف دارند در تابش‌های تبلیغاتی استفاده می‌شوند. به عنوان مثال لایپ نئون بهخ نام و لایپ‌های حاوی بخار سدیم در نورپردی راه‌ها و آژدرها، ها، رزدر رنگ هستند.

بهرضا جهت اطلاع

در سال ۱۸۶۸ میلادی ستاره شناسان در بررسی طیف نشری هفتام خورشید در قوسی متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصری تا آن زمان معرفه‌ای نداشت. این خطوط که عنصر جدیدی را فواید می‌داد. عنصری که هلیوم (He) نام گرفت (واژه یونانی هلیوس به معنای خورشید است). در سال ۱۸۶۸ میلادی، ریلایم و اسپی شیمی دان اسکاتلندی پس از جداسازی O_2 و N_2 از هوا توسط ازیا تعیین‌نماده هوا، آرگون را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کردند. یک سال بعد اسپیکاز و آلکس ناپلیدی را درون نمونه‌های معدنی اورانیم دار یافتند که همان خطوط طیفی را نشان می‌دادند و در خورشید در قوسی سال ۱۸۶۸ (همان هلیوم) مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیوم نیز در زمین کشف شد و در همین‌ها آن مورد مطالعه قرار گرفت.

توجه!

کتاب درسی در مورد طیف نشری - خطی فقط گفته شده را بیشتر مورد تاکید و مطالعه قرار داده است در حالی‌که هر عنصری در ناصیه غیرمدنی (مثل فراتیشن و فنون فرود) هم حول موج‌ها و خطوطی دارد و این به دلیل نامرئی بودن برای دید انسان از آنها به دست نیفتاده.

مثال

طیف نشری خطی زیر (معدنی ۲۳) از یک عنصر معدنی شده است. با بررسی طیف‌های نشان داده شده در زیر مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟ (بخود را بنامید معدنی ۲۳ کتاب درسی)

این عنصر هیدروژن است با بررسی و مقایسه طیف عنصر مجهول با طیف‌های هلیوم و نئون می‌توان نتیجه گرفت به دلیل شباهت در موقعیت حول موج‌ها و تعداد آنها، عنصر مجهول همان هیدروژن است.

تمرین

بخش هشتم در حقایق یک شعر قدیمی، نگه‌ای از یک فنزف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع سفترهای فلزی آن به آزمایشگاه

شیمی مراجعه کردند و از این نمونه عطف نشی گرفتند. شکل زیر (صف ۴۴ کتاب درسی) طیف نشی - خط این سفال و خط سفتر

فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به طیف‌های داده شده مشخص کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

(آزمین ۱۰ اجزای کتاب درسی ص ۴۴) مس و کبوم، من و جویه، کسیم و کوم

یک کشف ساختار اتم

نتیجی‌ای که از بررسی‌های قبلی حاصل شد این بود که هر سفتر، طیف نشی - خط خاص خود را دارد. اتم هیدروژن به عنوان

سادترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است و در طیف نشی - خطی آن در گتده سری

ع خطی یا نواری با طول موج و انرژی معین وجود دارد.

دانشندان به دنبال ارتباطی بین ساختار اتم و طیف نشی - خطی هیدروژن بودند که برای اولین بار نیلز بور با پژوهش‌ها

خود توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.

نیلز بور اعتماد داشت که از بررسی تعداد و جایگاه خط‌های موجود در طیف نشی - خطی و در تقارنگتن این مجموعه که الکترون

انرژی معینی دارد، توانست با موفقیت طیف نشی - خطی هیدروژن را توجیه کند.

صرفاً جهت اطلاع:

بور تصور می‌کرد الکترون برای مدارهای دایره‌ای شکل به دور هسته می‌چرخد (مدل منظومه شمسی) که بعدها نادرستی این قسیت

از تقریب اولیه اثبات رسید و مشخص شد که این مدارها اصلاً بی‌شکل هستند نه دایره‌ای. از طرف دیگر بور از وجود زیر لایه‌ها

(در صحنه ۳ اثره خاسم خواند) اطلاع داشت. بور نیز طردان دانشمندی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد

توجه! با وجود آنکه مدل اتم بور خاص بسیار مهمی برای بهبود نظرش داشتند، نسبت به ساختار اتم برداشت، اما مدل او هم
زیادتی نداشت چون به غیر عنصر هیدروژن توانایی توصیف طیف نوری - خطی دیگر عنصرها را نداشت. از یک الکترون برداشت

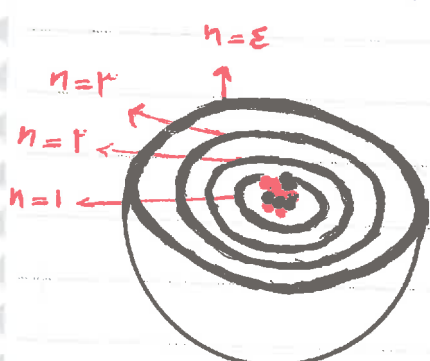
صرفاً جهت اطلاع: طبق اصل های نیرنگ، حالت توأم دقیقاً تعیین کنیم که الکترون چگونه در اتم حرکت می کند و حالیه در مدل بور
(مدل تقویم شمسی) برای الکترون حرکت دایره ای در نظر گرفته شده بود

▲ مدل کوانتومی اتم

راشندان پس از بوره برای توصیف طیف نوری - خطی دیگر عنصرها (به غیر از هیدروژن) و نیز چگونه نثر نور از اتم ها
ساختار لایه ای را برای اتم پیشنهاد کردند.

توجه!

ساختار لایه ای هم طیف هیدروژن و هم طیف بقیه عناصر را توصیف می کند!
در این مدل اتم را توده ای در نظر می گیرند، که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضایی بسیار
بزرگتر و در لایه های پیرامون هسته توزیع می شوند. این لایه ها را از هسته به سمت بیرون شماره گذاری می کنند و شماره هر
لایه را با n نمایش می دهند. n عدد کوانتومی اصلی نامیده می شود که برای لایه اول (نزدیک ترین لایه به هسته) $n=1$ ، برای
لایه دوم $n=2$ و... و برای لایه آخر $n=7$ ، پیرامون هسته اتم حداقل ۷ لایه الکترون وجود دارد. (فاصله لایه از هسته با
شماره آن رابطه مستقیم دارد.)



در شکل ۱۸، ساختار لایه ای اتم نشان می دهده هر بخش بزرگ آن، هم چنین
بخش از یک لایه الکترونی است. بخش به الکترون های آن لایه، تشریح خود را

شکل ۱۸ کتاب درسی - ساختار لایه ای اتم

در آن فاصله از هسته سبزی می کشند به این معنا که الکترون در مدار لایه ای باشد در همه تقاطع پیرامون هسته حضور می یابد اما در محدوده بزرگ یار شده، احتمال حضور بیشتر دارد.

صرفاً جهت اطلاع! به فضای سه بعدی
 احتمال حضور الکترون در آن حد اکثرش از ۹۰٪ است، اوربیتال می گویند. در حقیقت یک زو لایه
 از چند اوربیتال هم انرژی با هم یکسان تشکیل شده است!

انرژی الکترون های موجود در اتم؛ شما و لایه ها را به استیم دارد؛ یعنی هر چه الکترون در لایه دورتری از هسته باشد، انرژی آن بیشتر است.

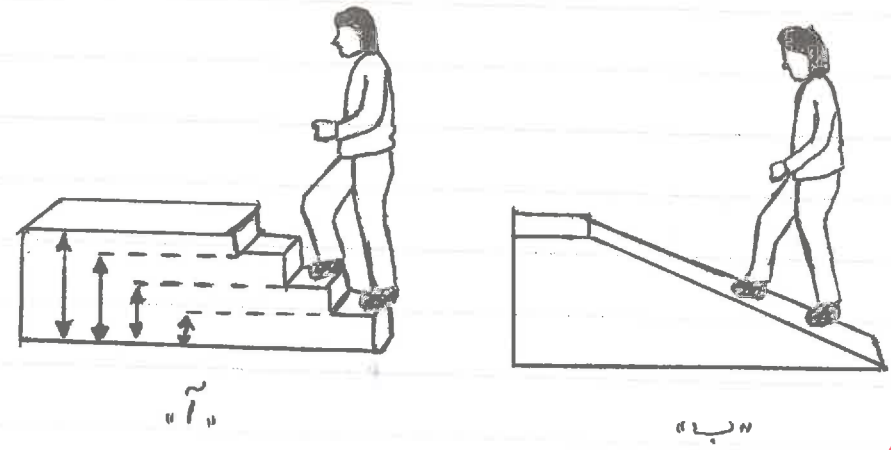
$n=1 < n=2 < n=3 < n=4 \dots < n=7$

{ سطح انرژی الکترون در لایه های مختلف }

نکته جانب توجه و مهم در این مدل، کوانتومی بودن داده شد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه ای یا بسته های معین جذب (رسمت به n بالاتر) یا نشر (برگشت از n بالاتر به n پایین تر) می کند.

توجه! کفیت کوانتومی یعنی کمیتی که گنسته است و پیوسته نیست. مقدار کفیت های کوانتومی مضرب **معمولی** از یک مقدار معین است (مثلاً دانش آموزان کلاس ما با n تعداد ۲۸ نفر کفیت!)
 انرژی الکترون صادر لایه ها کوانتومی است؛ یعنی یک الکترون به هیچ وجه نمی تواند در مقدار انرژی معین را داشته باشد و مقادیر انرژی آن تنها می تواند مقادیرهای معین باشد.
 برای درک کوانتومی بودن مقدار انرژی الکترون ها در لایه ها، یک پلکان و یک سطح شیب دار را در نظر بگیرید، برای بالا رفتن از پلکان، باید پاهای هر پله گذاشته و با صرف انرژی از یک پله به پله بالاتری رفت.

واضح است که هرگز نمی توان جای میان پله های استاندارد بهم چسبید برای بالا رفتن از هر پله باید انحراف معین داشته
 صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله جوی بالا کشید؛ زیرا اگر انحراف به کار رفته کند از این مقدار انحراف باشد، دست نمی توان
 به پله بالاتر رسید. حال یک سطح شیب دار در نظر بگیرید؛ در این راه دید مشکل راه اول پهلای وجود ندارد؛ زیرا در هر
 لحظه ربه همان اندازه می توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است استاندارد به هر مقدار دلخواهی انحراف صرف کرده در این
 سطح شیب دار دید محدودیت موجود در پلکان وجود ندارد. (قطعاتی که روی سطح شیب دار قرار می گیرد هم از تقاضای
 می تواند داشته باشد ولی قطعاتی که روی پلکان قرار دارد تنها می تواند در ارتفاع های خاصی قرار داشته باشد)



شکل ۱۹ کتاب درسی
 مقایسه مصرف انرژی به صورت «آ» گواشویی
 و «ب» پیوسته

هیچ کس نمی تواند جای میان پله های یک نردبان بایستد؛ همان گونه که الکترودها میان دو لایه، انحراف معین و
 تعریف شده ای ندارند. این شیوه نردبانی در بافت یا از دست دادن انحراف را شیوه گواشویی می نامند.

خرمن گندم از دور به صورت توده ای یکپارچه، نزدیک و زیاده است؛ اما در آن از نزدیک دانه های جدا از هم را نشان
 می دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه مالکرو سلولی و گواشویی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است.
 انحراف نیز همانند ماده در نگاه مالکرو سلولی، پیوسته، اما در نگاه میکروسکوپی، نسته یا گواشویی است.
 الکترودها در آنم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انحراف همگام انتقال بین لایه ها با محدودیت متناهی هستند با آن

رقتن از پلکان بر میروند و الکترون‌ها تندتر می‌توانند بین دو پلکان بمانند، می‌توانند جایی میان دو لایه قرار گیرند؛ در واقع می‌توان گفت در جایی میان دو لایه انرژی تعریف شده‌ای ندارند.

در صورتی که به اتم‌های گاز یک عنصر یا «تابش نوز» یا «لامب کردن» انرژی داده شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین (به اندازه تفاوت سطح انرژی دو لایه) از لایه‌ای بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

یا این توصیف انرژی را درست کرده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است که انرژی در پیمانه‌های معین جذب یا نشر می‌شوند؛ به همین دلیل چنین ساختاری را برای اتم، مدل کوانتومی اتم نامیده‌اند.

▲ حالت پایه و برانگیخته

بر اساس مدل کوانتومی، الکترون‌ها در هر لایه انرژی و انرژی معین دارند و اتم از پایدارترین سینی برخوردار است؛ به طور کلی گفته می‌شود اتم در حالت پایه قرار دارد.

از آنجا که انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته کم‌تر می‌شود. حال اگر به اتم‌های یک عنصر به مقدار کافی و معین

انرژی داده شود، (به اندازه اختلاف انرژی حالت پایه و یکی از لایه‌های بالاتری) الکترون‌ها با جذب انرژی از حالت پایه

به لایه‌های بالاتر انتقال می‌شوند که به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند. به طور مثال در اتم هیدروژن

رقتن الکترون از لایه $n=1$ به هر یک از لایه‌های بالاتری ($n=2$ و $n=3$ و...) باعث برانگیخته شدن اتم می‌شود (به شکل ۱۱)

صنفر ۲۶ نوبه کنید.

اتم‌های برانگیخته، در انرژی و توانایی بیشتری از حالت پایه هستند؛ از این توانایی دارند با از دست دادن مقدار معینی انرژی که

به حالت پایدار و در نهایت حالت پایه برگردند.

توجه!

رنگ انرژی یا پایدار (یعنی عکس دارد) همه سامانه همگامی دارند به حدی که پایدار و همان حداقل انرژی است (رنگ).
برای الکترون نشر فوتون مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است. به همین دلیل الکترون های برانگیخته
به هنگام بازگشت به حالت پایه، انرژی اینها را که تفاوت انرژی میان در لایه است به صورت فوتون با طول موج
معین نشر می کنند.

توجه!

هر چه الکترون مقدار بیشتری انرژی جذب کند به لایه بالاتری (n بزرگتر) انتقال می یابد و هنگام از دست دادن انرژی و
بازگشت به لایه های پایین تر (n کوچکتر) مقدار انرژی بیشتری آزاد می کند. برای مثال در شکل ۲-۱۰ کتاب کتاب درسی
وقتی انرژی جذب شده توسط اتم کم می باشد به لایه های برانگیخته نزدیک انتقال می یابد بنابراین هنگام بازگشت
به لایه های پایین تر (پایه) انرژی آزاد شده کمتر خواهد بود و فوتون قدر کمتری طول موج بیشتر و انرژی کمتری دارد و این
می کند با در حالیکه اگر انرژی جذب شده (دارد شده به اتم) بیشتر باشد به لایه های بالاتر برانگیخته انتقال می یابد و
هنگام بازگشت به لایه های پایین تر (پایه) فوتون با طول موج کمتری و انرژی بیشتر (مثل آبی یا بنفش) گسیل می کند.

نکته مهم

حال می فهمیم که هر نواری زنی (هر خطی) در طیف خطی نشر هر عنصر، ی توهای نشر شده، هنگام بازگشت الکترون از
لایه های بالاتر (برانگیخته) به لایه های پایین تر نشان می دهد. انرژی لایه های الکترون پیرامون هسته هر اتم مرتبه همان
اتم و به عبارتی آن وابسته است، انرژی لایه ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است؟
بنابراین هر عنصر طیف نشری خاص مخصوص به خود را دارد.

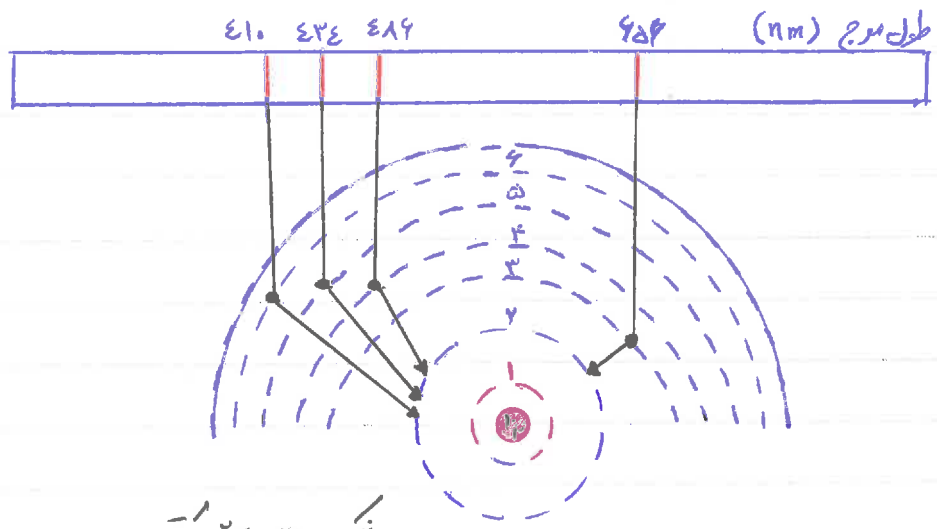
طیف نشری - خطی هیدروژن

این رنگی به شکل ۲۲-۲۷ کتاب درسی بیابانید. توجه می شویم که: در طیف نشری - خطی هیدروژن خطوط

مرکز (نوارهای رنگی)، حامل انتقال الکترون از لایه های بالاتر ($n=3, 4, 5, 6$) به لایه پایین تر $n=2$ به صورت نوری است.

$n=2$ به $n=6$ نوار بنفش (410 nm)
 $n=2$ به $n=5$ نوار آبی (434 nm)

$n=2$ به $n=4$ سبز (486 nm)
 $n=2$ به $n=3$ نوار قرمز (656 nm)



شکل ۲۲ مدل تاب نوری

چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیه مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن

نکات مهم

۱) نوار قرمز دارای بیشترین طول موج و کمترین انرژی و نوار بنفش دارای کمترین طول موج و بیشترین انرژی می باشد.

۲) با توجه به شکل تاب و هر چه تفاوت عدد کوانتومی اصلی دو لایه بیشتر باشد -> انرژی مبادله شده بر اثر انتقال الکترون بین آنها بیشتر و در نتیجه طول موج نور نشر شده کوتاه تر خواهد بود.

$n=2$ به $n=3$ (قرمز) $n=2$ به $n=4$ (سبز) $n=2$ به $n=5$ (آبی) $n=2$ به $n=6$ (بنفش) : مقایسه انرژی نور نشر شده

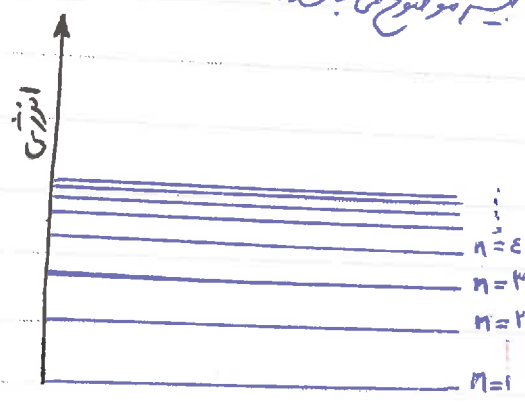
$n=2$ به $n=3$ < $n=2$ به $n=4$ < $n=2$ به $n=5$ < $n=2$ به $n=6$: مقایسه طول موج نور نشر شده

۳) تفاوت انرژی بین لایه ۱ و ۲ بیشتر از تفاوت انرژی بین لایه ۲ و ۳ و آن هم بیشتر از ۳ و ۴ و ... است و هر

چه به هسته اتم نزدیک تر می شویم تفاوت انرژی بین دو لایه متوالی افزایش می یابد.

..... و $[n=4 \rightarrow n=3] > [n=3 \rightarrow n=2] > [n=2 \rightarrow n=1]$: تقابله تفاوت انرژی

برای نکته شماره ۳ شکل مقابل که از کتاب شیمی چاپ جدید انتخاب شده گویای بیشتر موضوع می باشد.



نکته مهمی که باید مطرح شود این است که آیا انتقال الکترون از لایه ها

بالا تر به $n=1$ یا $n=2$ یا $n=3$... اتفاق نمی افتد و اگر چه

کتاب درسی به انتقال از لایه های بالاتر به لایه $n=2$ بیشتر تاکید کرده

در پاسخ باید گفت که این انتقالات هم اتفاق می افتد ولی به غیر از آن موردی که در موردش صحبت کردیم بقیه انتقالات

در ناحیه مرئی نبوده و ما قادر به دیدن آنها نیستیم و نتیجه کلی این است که: در حقیقت مرئی هیچ نورانی تبعیه باز نیست

الکترون ها از لایه های مختلف به لایه $n=2$ می باشد ...

نکته هفتمی که بسته ای به عنوان هدیه دریافت می کنید با تکان دادن آن تلاش می کنید از محتویات آن آگاه شوید.

شیمی دان ها نیز با دادن انرژی به اتم، آن را تکان می دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای

تشنه صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم دریافت و مشاهده می کنند (همان کار که در مورد هدیه نورانی انجام دادند در نوآوری مشاهده کرده)

نکته

در مقدمه های دوره ای مدتی کتاب درسی گفته که هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب با ۱۱۰ ولت به یک خیار شروع اعمال

شود، خیار شور مانند شعل به رنگ زرد شروع به درخشیدن می کند. توضیح دهید در خیار شور دین های لیدیم وجود دارد.

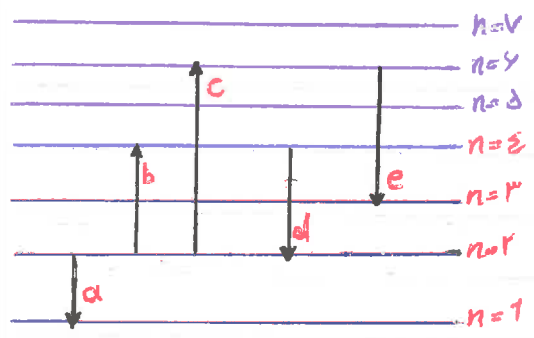
اعمال جریان الکتریکی به خیار شور باعث می شود برخی از اتم های لیدیم بر اتمیته شوند و وقتی به حالت پایه می گردند

نوری به رنگ زرد تر کنند. (شاید سوال شود که لیدیم بر اتمیته نمی شود؟ باید گفت که لیدیم بر اتمیته شده در به حالت پایه

هم برمی گردد ولی طیف آن در ناحیه مرئی قرار نمی گیرد و در نتیجه دیده نمی شود!)

مثال ۱

مقابل چند انتقال الکترونی در سطوح انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد، کدام مورد نادرست است؟



- (الف) در بین انتقال ها سه مورد به همراه نشر در صورتی که جذب انرژی هستند
- (ب) طول موج انتقال α از انتقال c بزرگتر است.
- (ج) انتقال d در ناحیه مرئی بوده و طول موج سبز در طیف نشری هیدروژن ایجاد می کند
- (د) در بین انتقال ها c کمترین و a بیشترین انرژی را نشر می دهند.

پایه ۱) طیف های رویه بالا جذب و طیف های رویه پایین نشر انرژی را نشان می دهند. ۲) طیف رویه بالا و ۳) طیف رویه پایین

وجود دارد (۲) حاصله n_1 به n_2 از حاصله n_1 تا n_2 بیشتر است در نتیجه طول موج α از c کوچکتر است. (۳) انتقال

$n_2 \rightarrow n_1$ موجب ایجاد طول موج سبز در طیف هیدروژن است. (۴) مقایسه انرژی و طول موج:

انرژی انتقال ها: $a > c > b = d > e$ انرژی طول موج ها نشری: $a > d > e$
 طول موج انتقال ها: $a < c < b = d < e$ انرژی طول موج های جذب: $c > b$

مثال ۲

کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

- (الف) طیف نشری خطی نیستم و هیدروژن در ناحیه مرئی دارای خط می باشد.
- (ب) امواج نشر شده از گسترده توزیع مستقیماً با چشم قابل مشاهده است.
- (ج) برخلاف طیف مرئی، طیف نشری خطی گسترده بوده و مقدار محدودی از طول موج ها را دارد.
- (د) انرژی تغییر رنگ شعله می توان به وجود عنصری فلزی یا نافلزی ترکیب پس برد.

* هرگز نرفته: از انرژی تغییر رنگ شعله می توان فقط به وجود عنصری فلزی پس برد و نافلذها را با آزمون شعله می توان تشخیص داد

نتیجه گیری ۱

پرتو مرئی مربوط به کدام انتقال الکترونی در اتم هیدروژن پس از عبور از منشور، نسبت به سایر پرتوهای مرئی بیشتر منحرف

من شود؟ الف) $n=2 \rightarrow n=3$ ب) $n=1 \rightarrow n=6$ ج) $n=4 \rightarrow n=6$ د) $n=1 \rightarrow n=2$

تقریب ۱

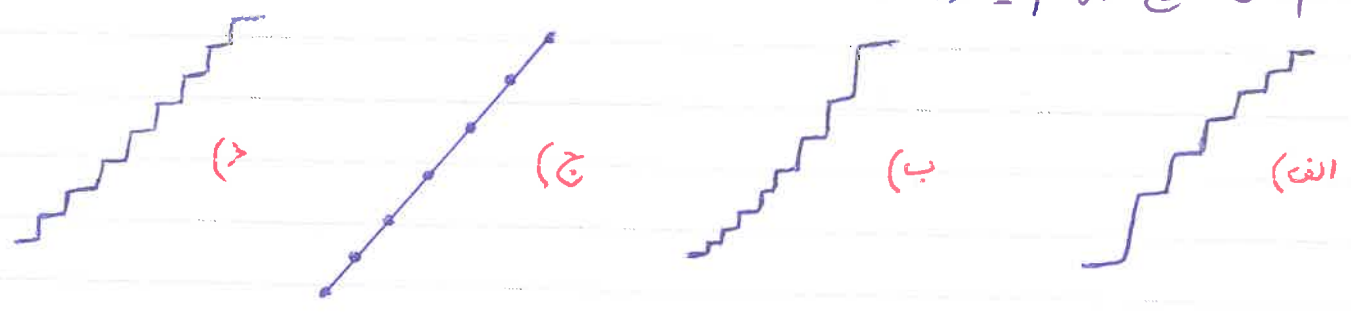
کدام مقایسه با توجه به بزرگ شعله یسیم و سیم و مس و ترکیب های آن هادوست است؟

الف) مس (لا) نیرات > یسیم > سیم نیرات: طول موج ب) یسیم نیرات > سیم لکرید: مس: انرژی

ج) سیم > مس > یسیم: طول موج د) یسیم سولفات > مس (لا) سولفات > سیم سولفات: انرژی

تقریب ۲

کدام شکل سطح انرژی اتم هیدروژن را درست نشان می دهد؟



تست

بر اساس مدل اتمی جوره الکترون موجود در اتم هیدروژن --- توان ممکن (--- و بیش مدار نسبت به همیشه) قرار دارد که به

توان انرژی حالت --- موسوم است. (خروج از کتور با این ۸۵)

الف) پائین ترین - نزدیک - پایه ب) پائین ترین ، دور ، اصلی

ج) بالاترین ، نزدیک ، اصلی د) بالاترین ، دور ، برانظیفه

توزیع الکترون ها در لایه ها و زیر لایه ها

در صفحات قبل گفتیم که مدل جوره تنها قادر بر توضیح طیف نشری هیدروژن بود از اینرو دانشمندان دیگری (در رأس آنها اربوین شرودینگر) برای توضیح و علت ایجاد طیف سایر عنصرها و چگونگی نشر نور در سایر اتم ها، مدل اتمی را کاملتر کرده

و مدل جدید کوانتومی را ارائه کردند. حال به ویژگی‌های مدل کوانتومی می‌پردازیم:

۱) اتم ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های اطراف هسته متمرکزند. برای مشخص کردن لایه‌های الکترونی از عدد کوانتومی

اصلی با نماد (n) استفاده می‌شود. مقادیر مجاز برای n، عددهای صحیح مثبت هستند:

$n = 1, 2, 3, \dots, 7$ (در اتم‌ها حداکثر ۷ لایه وجود دارد)

• سطح انرژی لایه‌های الکترونی از آن می‌دهد. هر چه n بالاتر رود، سطح انرژی لایه الکترونی افزایش می‌یابد.

$n=1 < n=2 < n=3 < n=4 < n=5 < n=6 < n=7$ سطح انرژی لایه‌ها

• تعداد زیر لایه‌های هر لایه الکترونی را مشخص می‌کند $n =$ تعداد زیر لایه‌های موجود در هر لایه

• حداکثر تعداد الکترون در لایه الکترونی یک لایه $2n^2 =$ حداکثر تعداد الکترون در یک لایه

۲) دانشمندان بعدها به این نتیجه رسیدند که هر یک از لایه‌های الکترونی به بخش‌های کوچتری نیز تقسیم می‌شود که به هر یک

از این بخش‌ها، زیر لایه می‌گویند و به هر نوع زیر لایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند. این عدد کوانتومی با نماد L نمایش

دارد. می‌شود و به آن در عدد کوانتومی فرعی گفته می‌شود. مقادیر مجاز L بین ۰ تا n-1 می‌باشد.

• مقادیر عددی L را معمولاً با یک سری حروف به عنوان نماد نشان می‌دهند.

$L = 0, 1, \dots, n-1$

$L=0 \rightarrow s \quad L=1 \rightarrow p \quad L=2 \rightarrow d \quad L=3 \rightarrow f$

برای مثال در لایه n=1، L فقط می‌تواند ۰ باشد که نشان دهنده زیر لایه s است. در لایه n=2، L می‌تواند ۰ و ۱

باشد که نشان دهنده زیر لایه‌های s و p است.

• حداکثر تعداد الکترون در یک زیر لایه را مشخص می‌کند $(2(2L+1))$

$2(2L+1) =$ حداکثر تعداد الکترون در یک زیر لایه

به صورت خلاصه می توان گفت: L عدد کوانتومی فرعی، موارد زیر را مشخص می کند:

✓ نوع زیر لایه (s, p, d, f)

✓ شکل زیر لایه؛ چون هر زیر لایه برای خود شکل فضایی خاص دارد، مثلاً زیر لایه s کروی است و زیر لایه p دایمی شکل

✓ تعداد الکترون های یک زیر لایه که از رابطه $(2(2L+1))$ می آید یا $4L+2$ بدست می آید.

مصرف جهت اطلاع! خود هر زیر لایه هم از تعدادی واحد بنام اوربیتال تشکیل شده که تعداد اوربیتال های هر زیر لایه از رابطه $2L+1$ بدست می آید و هر اوربیتال حداکثر نجبایش ۲ الکترون را دارد. برای همین است که حداکثر تعداد الکترون های هر زیر لایه از رابطه $2(2L+1)$ بدست می آید یعنی ۲ برابر تعداد اوربیتال ها!!

(۳) تعداد زیر لایه ملین با دو عدد کوانتومی n و L مشخص می شود. به عبارت دیگر هر زیر لایه را می توان با نماد nL نمایش داد؛

مثلاً $n=2$ نشان می دهد که زیر لایه مورد نظر در بنام لایه قرار دارد L هم نوع زیر لایه را مشخص می کند. برای نمونه در زیر لایه

$2p$ ، $n=2$ و $L=1$ است. نوع زیر لایه $\rightarrow nL \leftarrow$ نوع لایه

حال در یک جدول همه آنچه که درباره اعداد کوانتومی خواندیم در چهار لایه اول نشان می دهیم.

عدد کوانتومی اصلی	حداکثر تعداد الکترون ها در لایه $(2n^2)$	تعداد زیر لایه (n)	عدد کوانتومی فرعی	تعداد زیر لایه	حداکثر نجبایش الکترون در زیر لایه $(4L+2)$
$n=1$	۲	۱	$L=0$	$1s$	۲
$n=2$	۸	۲	$L=0$ $L=1$	$2s$ $2p$	۲ ۶
$n=3$	۱۸	۳	$L=0$ $L=1$ $L=2$	$3s$ $3p$ $3d$	۲ ۶ ۱۰
$n=4$	۳۲	۴	$L=0$ $L=1$ $L=2$ $L=3$	$4s$ $4p$ $4d$ $4f$	۲ ۶ ۱۰ ۱۴

▲ ارتباط جدول تناوبی با حدانشد تعداد الکترون در لایه $(2n^2)$:

عضو هاد جدول تناوبی بر مبنای عدد اتمی یا تعداد الکترون های اتم خود (البته در حالت خنثی)، چیده شده اند. به صورتی که

اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب اولین و دومین عضو جدول است. این روند تا عضو

۱۱۸ جدول دوره ای ادامه می یابد و اتم هر عضو نسبت به اتم عضو پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.

پانزدهم به اینده در دوره های اول تا هفتم به ترتیب: ۲، ۸، ۸، ۱۸، ۱۸، ۳۲، ۳۲ عضو وجود دارد می خواهیم بدانیم

که در بین عناصر هر دوره با حدانشد تعداد الکترون همان دوره ارتباطی هست یا خیر؟

در پاسخ باید گفت که شاید در دوره اول و دوم و به ترتیب نیمی ش $(2n^2)$ ، ۲، ۸ الکترون را دارد صحیح باشد ولی در

دوره سوم و نیمی ش ۱۸ الکترون را دارد فقط ۸ عضو وجود دارد دلیل این موضوع این است که دبا وجود آنکه در لایه سوم

$(n=3)$ از زیر لایه ۳s، ۳p، ۳d وجود دارد ولی در عناصر دوره سوم فقط از زیر لایه ۳s و ۳p پر می شود و زیر لایه ۳d

پر نمی شود در دوره چهارم پر می شود. (در کل می توان گفت که در عنصرهای دوره سوم، لایه $n=3$ کاملا پر نمی شود.)

توجه!

این تفاوت (یعنی پر نشدن لایه سوم در عناصر دوره سوم) در دوره های بعدی هم اتفاق می افتد، یعنی در عنصرهای دوره

چهارم، لایه چهارم کاملا پر نمی شود، در عنصرهای دوره پنجم لایه پنجم کاملا پر نمی شود. دلیل این موضوع را در آینده در

حاضره آفیا خواهیم خواند!

لا تلبه

در جدول تناوبی نگاه کنیم متوجه می شویم که فقط دوره اول جدول، دوره ای یکبار به است و از یک بخش (زیر لایه s)

تشکیل شده و بقیه دوره ها یکبار به نوبه و از بخش های متفاوت جداگانه (زیر لایه های s، p، d) تشکیل شده اند.

په آرایش الکترونی اتم هج

رختار و ورتن های هراتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؟ بنابراین یا قس آرایش در سب الکترون ها در هراتم اثر اھیت بسیار بر خوددار است. مطابق مدل کوانتومی برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم ها باید الکترون ها اتم هر عنصر در زیر لایه ها با تقم در ترتیب معین توزیع شود.

هنگام پر شدن اتم از الکترون، نخست زیر لایه $1s$ و سپس زیر لایه های $2s$ و $2p$ از الکترون پر می شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دوره سوم زیر لایه های $3s$ ، $3p$ ، $3d$ پر شود. از این رو انتظاری بود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دوره سوم دارای ۸ عنصر است، در واقع در این اتم ها تنها دوره زیر لایه $3s$ و $3p$ در حال پر شدن است و زیر لایه $3d$ در دوره بعد (دوره چهارم) شروع به پر شدن می کند. این روند نشان می دهد که پر شدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست، بلکه از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می کند. (aufbau) واژه آلمانی به معنای ساختن یا اقتزایش

گام به گام است!

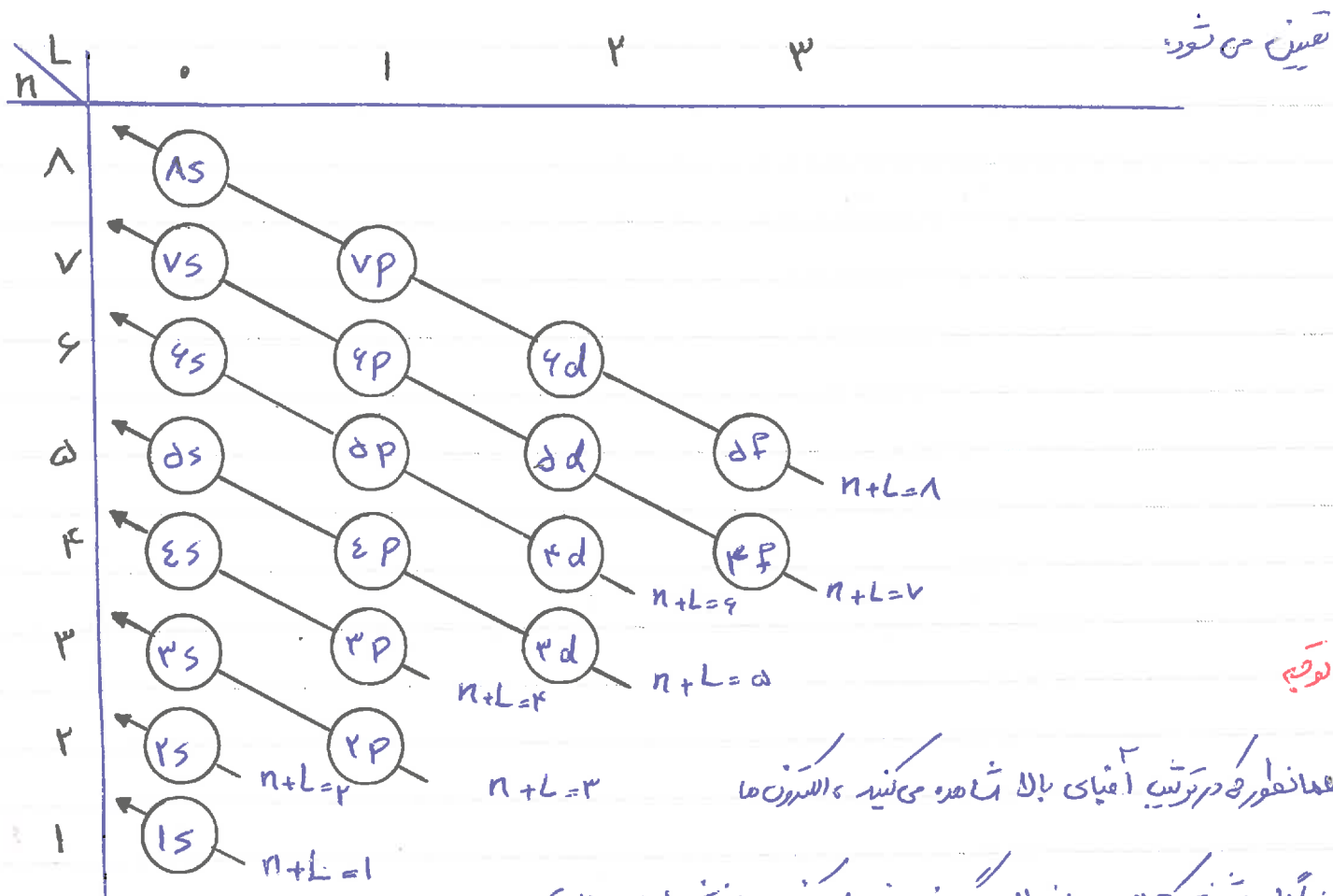
▲ قاعده آفبا

در بخش قبلی به این نتیجه رسیدیم که هر یک از لایه های الکترونی از چه زیر لایه هایی ساخته شده اند. قاعده آفبا ترتیب پر شدن زیر لایه ها را در اتم های گوناگون مشخص می کند. مطابق این قاعده هنگام افزودن الکترون به زیر لایه ها، نخست زیر لایه های نزدیک تر به هسته که دارای انرژی کمتری و به تبع آن پایدارتری هستند پر می شود و سپس زیر لایه های بالاتر پر خواهد شد. قاعده آفبا با توجه به ۲ نکته زیر ساخته شده است:

۱) هر چه مجموع در عدد کوانتومی اصلی و فرعی ($n+l$) برای زیر لایه ای کوچکتر باشد، آن زیر لایه انرژی کمتری دارد. مزودگی الکترون وارد آن می شود. برای مثال $3s$ مزودتر از $3p$ الکترون می پذیرد.

۲) اگر $(n+L)$ دوز زیر لایه n باشد، زیر لایه n که آن کوئید است، انرژی کمتری دارد و پایدار آن بیشتر است و زودتر الکترون وارد آن می شود. برای مثال، $۲P$ زودتر از $۳S$ پر می شود.

• با توجه به شکل زیر الکترون میزنش ماحرکت نیم ترتیب پر شدن زیر لایه های تمام اتم های جدول در زیر این مطابق زیر



از پایین پر شدن یک لایه سرخ لایه دیگر نمی روند و امکان دارد بخش از لایه بالاتر

از لایه پایین تر خود زودتر پر شود. به عنوان مثال دزیر لایه $۳d$ موجود در لایه چهارم از زیر لایه $۴d$ در لایه سوم زودتر پر می شود.

ترتیب پر شدن زیر لایه ها در عنصرهای هر دوره جدول دورای را می توان به کمک رابطه زیر نیز بیان کرد. (شماره دوره را

برابر n فرض کنید!) $nS \rightarrow n \gg 1 / (n-2)F \rightarrow n \gg 6 / (n-1)d \rightarrow n \gg 4 / nP \rightarrow n \gg 2$

برای استفاده از رابطه رویه n را به ترتیب از ۱ تا ۷ قرار داده و زیر لایه های n که در هر مرحله ایجاد می شوند را در کنار هم

قرار دهید. (به همان ترتیبی که از قاعده آفتاب به دست آوردیم خواهم رسید) (امتحان کنید).

حال اندر زیر لایه‌هایی را که ایجاد شدند را نمی‌توانیم بنویسیم خواص داشت :

- $[1s]$ ↓ حوزه اول
- $[1s 2p]$ ↓ حوزه دوم
- $[1s 2p]$ ↓ حوزه سوم
- $[1s 2d 3p]$ ↓ حوزه چهارم
- $[1s 2d 3p]$ ↓ حوزه پنجم
- $[1s 2f 3d 4p]$ ↓ حوزه ششم
- $[1s 2f 3d 4p]$ ↓ حوزه هفتم

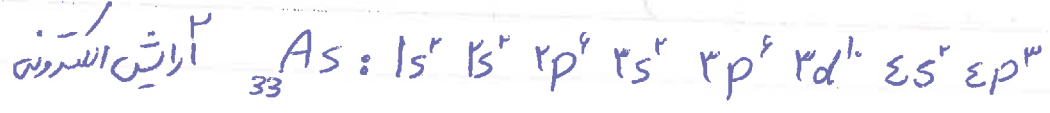
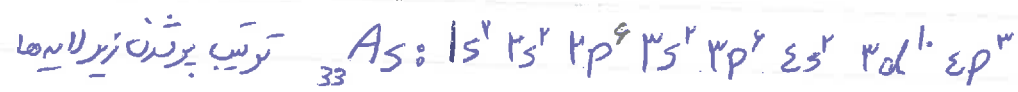
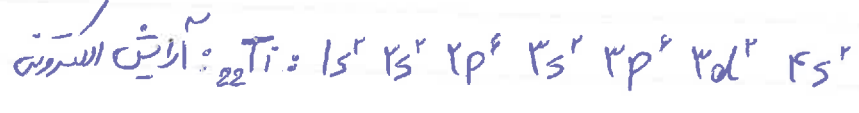
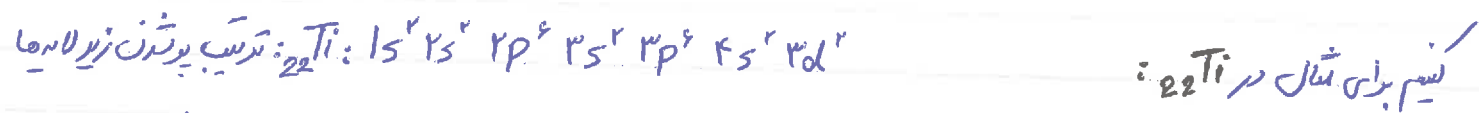
▲ رسم آرایش الکترونی

قبل از رسم آرایش الکترونی باید چگونگی نوشتن تعداد الکترون‌ها در یک زیر لایه را بدانیم. تعداد الکترون‌ها در هر زیر لایه به صورت توان و بعد از تعداد زیر لایه (nL^q) قرار می‌گیرد. برای مثال $3p^3$ ، $2p^4$...
 برای رسم آرایش الکترونی مراقب، ما ضمیمه که زیر لایه‌ها را بر اساس قاعده آفبا شروع به پر کردن کنیم تا جایی که مجموع تعداد الکترون‌های زیر لایه‌ها با تعداد الکترون‌های اتم مورد نظر برابر باشد.

مثال آرایش الکترونی اتم‌های $4Be$ ، $12Mg$ ، $15P$ ، $22Ti$ ، $33As$ را رسم کنید.



توجه! پس از پر کردن زیر لایه‌ها بر اساس قاعده آفبا، برای نوشتن آرایش الکترونی باید زیر لایه‌ها را بر اساس n مرتب



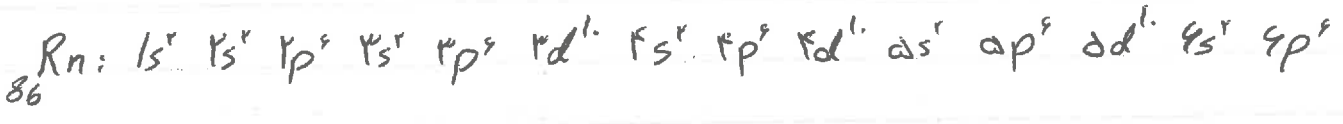
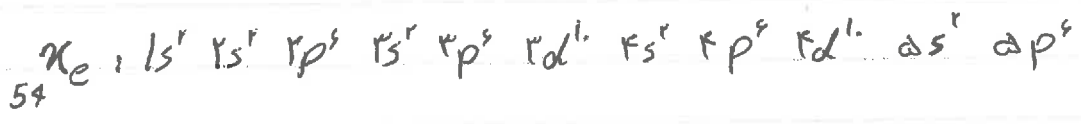
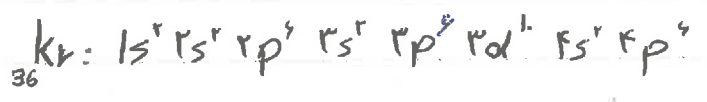
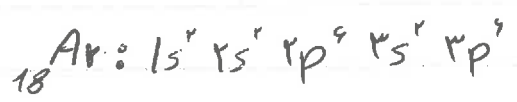
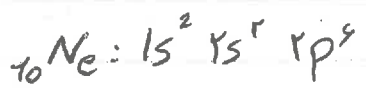
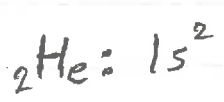
▲ آرایش الکترونی فشرده (یا استوار از گازهای نجیب) آرایش الکترونی سسته « می‌لویند. این گونه رسم آرایش الکترونی

مخصوصاً در اتم‌های با عددهم اتمی بالا وقت گیر است. به همین دلیل از روش آرایش الکترون فشرده استفاده می‌کنند.

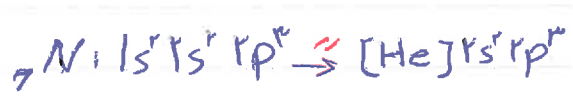
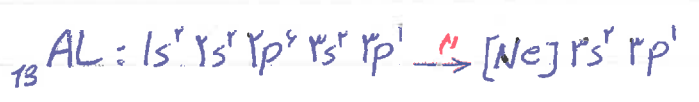
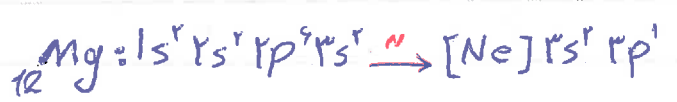
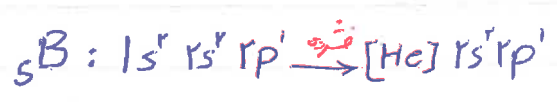
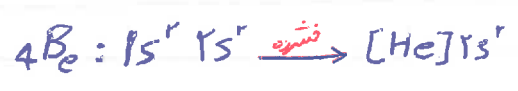
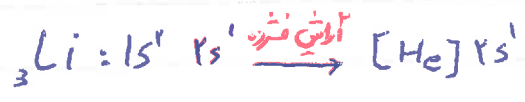
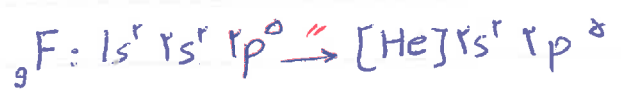
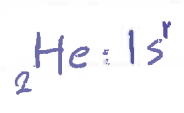
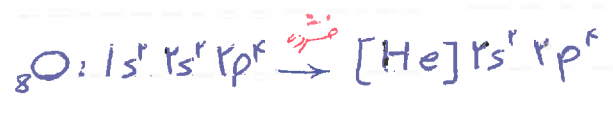
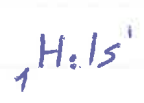
در این روش بخش از آرایش الکترونی اتم را که همانند آرایش الکترون گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر است با نماد شیمیایی

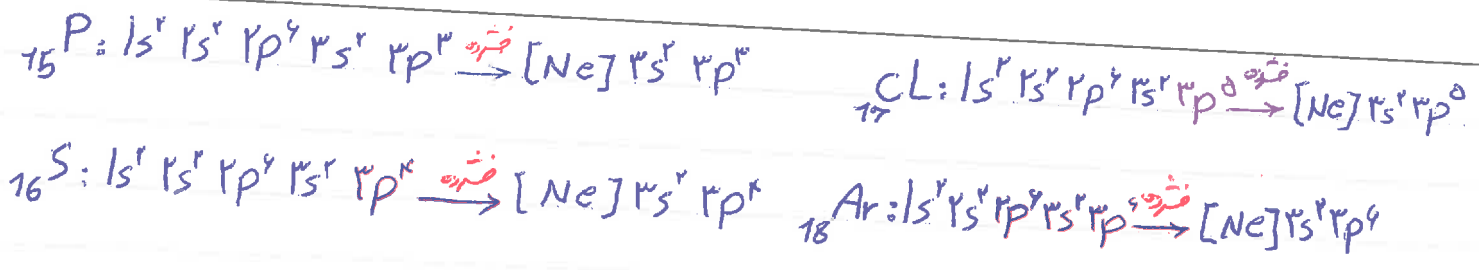
گاز نجیب مورد نظر در داخل [] می‌نویسیم و ادامه آرایش الکترونی باقی‌مانده بعدی از گاز نجیب را می‌نویسیم.

توجه! قبل از یادگیری این روش باید آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۱۸ جدول دور را می‌موسوم به گازهای نجیب را حفظ



مثال آرایش الکترونی ۱۸ عنصر اول جدول دور را به صورت گسترده و هم به صورت فشرده رسم کنید:





▲ روش سریع رسم آرایش الکترونی فشرده

در این روش با استفاده از آرایش الکترونی گازهای نجیب در رابطه $[ns, (n-1)f, (n-1)d, np]$ و داشتن این موضوع که در انتهای هر دوره یک گاز نجیب وجود دارد و بعد از هر گاز نجیب زیر لایه ns شروع به پر شدن می کند، مراحل زیر را انجام

می دهیم:

۱) ابتدا مواد شیمیایی گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر را پیدا کرده و می نویسیم و با آن شماره دوره آن، زیر لایه ns

را بعد از آن می نویسیم. $ns = \text{شماره دوره گاز نجیب} + 1$

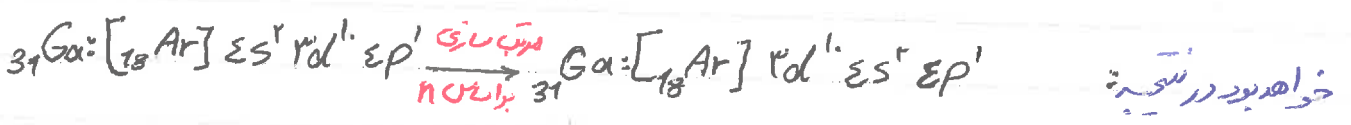
۲) وقت ns را پیدا کرده طبق رابطه: $[ns \rightarrow (n-1)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np]$ به ترتیب زیر لایه های بعد از ns

را هم پر می کنیم تا جایی که مجموع عددهای گاز نجیب و تعداد الکترون های زیر لایه ns و بعد از آن، برای عددهای

عنصر مورد نظر شود.

مثال ۱: آرایش الکترونی عنصر ^{31}Ga را به روش سریع و فشرده بنویسید؟

گاز نجیب قبل از Ga ، همان ^{18}Ar است و در انتهای دوره سوم قرار دارد و زیر لایه ns بعد از آن برابر $4s$



مثال ۲: آرایش الکترونی عنصر ^{50}Sn را به روش سریع و فشرده رسم کنید؟



مثال ۱: گاز نجیب قبل از قطع، Kr ۳۶ می باشد که در انتهای دوره چهارم قرار دارد و بعد از زیر لایه $5s$ شروع به پر شدن می کند -

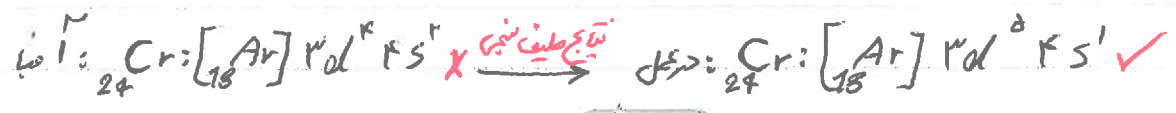
▲ آرایش الکترون عناصر دوره چهارم

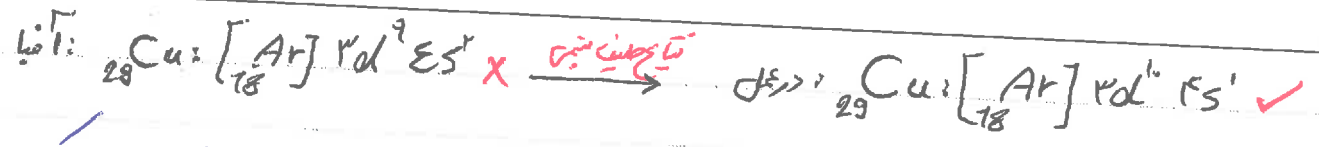
الکترون ها به امتداد نوبت های کوانتوم می آید بنابراین هم توجه خواهیم شد که از عناصر دوره چهارم به دلیل پیروی ضعیف بیشتر از قاعده آفبا (نسبت به دوره های بعد از آن) سوالات بیشتری طرح می شود. دلیل این موضوع نارسایی های است که در عناصر دوره پنجم به بعد در عدم پیروی از قاعده آفبا وجود دارد بنابراین آرایش الکترونی عناصر دوره چهارم را نوشته و نوبت آن را به دست می آوریم:

$19K: [Ar] 4s^1$	$31Ga: [Ar] 3d^1 4s^2 4p^1$	$26Fe: [Ar] 3d^6 4s^2$
$21Sc: [Ar] 3d^1 4s^2$	$33As: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^3$	$28Ni: [Ar] 3d^8 4s^2$
$23V: [Ar] 3d^3 4s^2$	$35Br: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^5$	$30Zn: [Ar] 3d^10 4s^2$
$25Mn: [Ar] 3d^5 4s^2$	$20Ca: [Ar] 4s^2$	$32Ge: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^2$
$27Co: [Ar] 3d^7 4s^2$	$22Ti: [Ar] 3d^2 4s^2$	$34Se: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^4$
$29Cu: [Ar] 3d^10 4s^1$	$24Cr: [Ar] 3d^5 4s^1$	$36Kr: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^6$

* قاعده آفبا آرایش الکترونی اغلب عناصر را به خوبی پیش بینی می کند، اما برخی عنصرهای جدول تناوبی دارند - امروزه با کمک روش های طیف سفید بیشتره، آرایش الکترونی چنین اتم های را با دقت زیاد تعیین می کنند. به عنوان مثال

مثال از عنصرهایی که قسمتی از آرایش الکترونی آنها با قاعده آفبا ناهمخوانی دارد، دو اتم Cr ۲۴ و Cu ۲۹ است.





عنصرهای هم گروه ${}_{24}\text{Cr}$ و ${}_{29}\text{Cu}$ یعنی: مولیبدن (${}_{42}\text{Mo}$) و تنگستن (${}_{74}\text{W}$) هم مثل من و کروم آرایش واقعی آنها با قاعده آفیا متفاوت است. (به عنوان کمترین آرایش مورد انتظار مولیبدن و تنگستن و هم چنین آرایش واقعی [طیف سنجی] را به دست آورید)

دلیل این موضوع و تارایی بعضی عنصرهای جدول دوره بی در کتاب درسی اشاره شده فقط همین قدر بماند که زیر لایه d وقتی که نیمه پر (من و مولیبدن) و پر (من و تنگستن) باشد پایدار است.
نکات آرایش الکترونی (عناصر دوره چهارم):

- (۱) عنصر ${}_{19}\text{K}$ ، ${}_{24}\text{Cr}$ ، ${}_{29}\text{Cu}$ در آخرین لایه خود یک الکترون دارند. (۲) آرایش ۳ عنصر ${}_{20}\text{Ca}$ ، ${}_{30}\text{Zn}$ ، ${}_{36}\text{Kr}$ همه زیر لایه ها کامل پر هستند (۳) زیر لایه های $3d$ ، $4s$ ، $4p$ (در حال پر شدن هستند) (۴) عنصر ${}_{17}\text{Cl}$ ، ${}_{24}\text{Cr}$ ، ${}_{29}\text{Cu}$ ، ${}_{31}\text{Ga}$ در آخرین زیر لایه خود یک الکترون دارند. (۵) ۹ عنصر در آخرین لایه خود دو الکترون دارند (۶) در عنصر ${}_{24}\text{Cr}$ ، ${}_{25}\text{Mn}$ و ${}_{31}\text{Ga}$ نیمه پر (زیر لایه d الکترون) است. (۷) در ۸ عنصر زیر لایه $3d$ کامل پر است.

▲ لایه ظرفیت

اهمیت آرایش الکترونی گفته به دلیل نمایش آرایش الکترون ها در پیروی ترین لایه به نام لایه ظرفیت اتم است. به پیش از آرایش الکترونی الکترون های موجود در آن رفتار اتم در واکنش های شیمیایی را تعیین می کنند لایه ظرفیت گفته می شود. به الکترون های این لایه، الکترون های ظرفیت اتم می گویند.
برای تعیین تعداد الکترون های ظرفیت اتم و وجود دارد:

- (۱) اندر آخرین الکترون عنصری و از زیر لایه s یا p شود، تعداد الکترون های ظرفیت برابر با تعداد الکترون های موجود

در آخرین لایه الکترونی، بیشترین مجموع اعداد کوانتومی بزرگترین n می باشد.

۲) اگر آخرین الکترون عنصری وارد زیر لایه d شود، مجموع تعداد الکترون های موجود در زیر لایه s و زیر لایه d ما قبل آن، تعداد الکترون ظرفیت را نشان می دهد (مجموع ns، d (n-1)، الکترون های لایه ظرفیت خواهد بود.)

توجه!

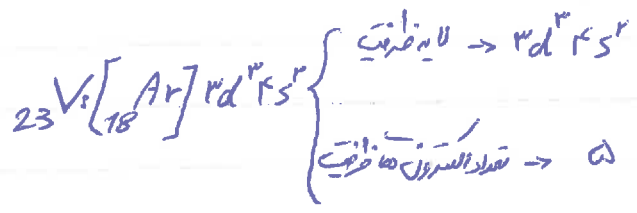
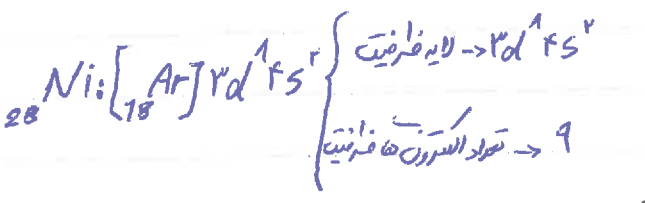
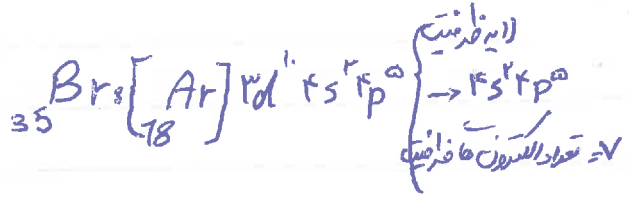
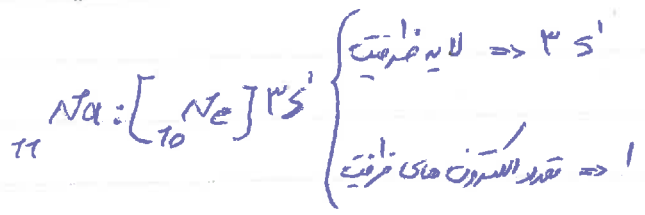
• همواره ns در لایه ظرفیت حضور دارد، یا به تنهایی یا با np، یا با d (n-1) و یا با f (n-2).

• عبارت «سبوی ترین لایه اتم» هم عنصرها را برابر لایه ظرفیت اتم است. تنها در صورتی صحیح است که آخرین الکترون وارد

زیر لایه s یا p شود و نه اگر وارد زیر لایه d شود این عبارت درست نخواهد بود. (به طور کلی در عناصر واسطه به جای لایه ظرفیت از عبارت «الکترون های ظرفیت» استفاده می شود!)

مثال

لایه ظرفیت و تعداد الکترون ها لایه ظرفیت را در اتم عناصر $_{11}Na$ ، $_{35}Br$ ، $_{28}Ni$ و $_{23}V$ بدست آورید.



تعیین موقعیت و جایگاه عناصر یا استفاده از آرایش الکترونی

از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد. برای نمونه به نمودار

صفحه بعد توجه فرمائید:

تعیین موقعیت عنصرها در جدول تناوبی

تعیین شماره دوره یا تناوب

تعیین شماره گروه

بزرگترین صریح در آرایش الکترونی = شماره دوره (بزرگترین عدد کوانتومی اصلی (n))

الگرایش الکترونی به s ختم شود

الگرایش الکترونی به p ختم شود

۱۲ + الکترون های p = شماره گروه

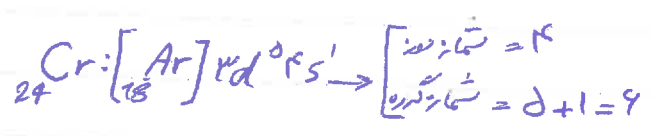
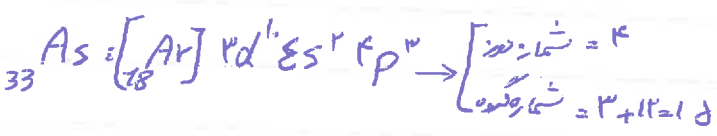
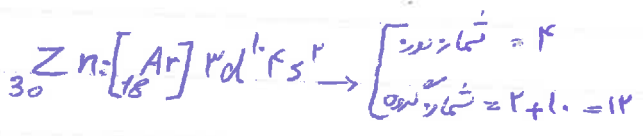
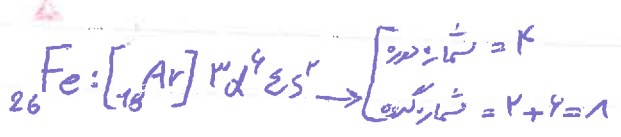
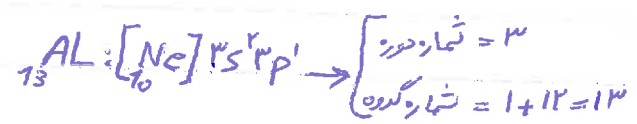
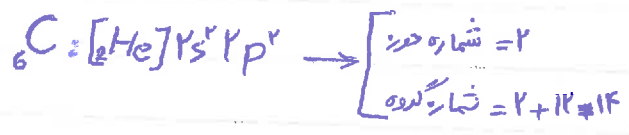
اگر d ما قبل آخر بود

اگر d ما قبل آخر نبود

الکترون های زیر لایه d ما قبل آخر + الکترون های آخرین زیر لایه s = شماره گروه

الکترون های آخرین زیر لایه s = شماره گروه

مثال موقعیت عنصرهای C, Al, Fe, Zn, As, Cr را به کمک آرایش الکترونی مشخص کنید.



▲ روش سریع تعیین موقعیت و جایگاه عناصر

برای اینکه خیلی سریع و بدون استاده از آرایش الکترونی دوره و گرو. عناصر موجود در جدول تناوبی را تعیین کنیم باید

از طرزهای عجیب موقعیت گازهای نجیب به نحو احسن استاده کنیم.

با توجه به اینکه در انتهای هر دوره و در گرو. ۱۸ جدول تناوبی، یک گاز نجیب وجود دارد به راحتی می توان دوره و گرو. را برای

عناصر دیگر مشخص کرد ولی در ابتدا باید عددهای و دوره گازهای نجیب را بلد باشیم. (با علم به این موضوع که همه گازهای

نجیب در دوره ۱۸ و انتهای هر دوره قرار دارند!)

He₂ ← دوره اول Ne₁₀ ← دوره دوم Ar₁₈ ← دوره سوم Kr₃₆ ← دوره چهارم

Xe₅₄ ← دوره پنجم Rn₈₆ ← دوره ششم Og₁₁₈ ← دوره هفتم

● تعیین دوره، برای تعیین دوره هر عنصر، باید از اگشتان دست کم بگیریم، هر گاه در انتهای هر اگشت یک گاز

نجیب وجود دارد. (انتهای اگشت ششم ← He₂، انتهای اگشت هشتم ← Ne₁₀، انتهای اگشت بیستم ← Ar₁₈)

باید نشان به راحتی می توان موضوع را درک کرد: برای مثال عضدی با عدد اتمی ۱۸ (یعنی P) دوره اول یعنی

انتهای اگشت ششم را در کرده است، چون عدد اتمی آن بیشتر از He₂ است، انتهای تناوب دوم (اگشت هشتم)

را هم رد کرده است چون عدد اتمی آن بیشتر از Ne₁₀ می باشد ولی به انتهای تناوب سوم (اگشت بیستم) نرسیده و در واقع

در تناوب سوم قرار دارد.

تذکره

خورد عناصر: Fe₂₆، C₆، Cu₂₉، Se₃₄، Te₅₂، Bi₈₃ را تعیین کنید. (با روش سریع)

تعیین گروه: برای تعیین گروه هر عنصر ابتدا باید عددهای جیب قبل و بعد از عنصر را مشخص کنیم و

در این صورت ۲ حالت پیش می آید:

۱) اگر عددهای مورد نظر به عددهای گاز جیب دور قبل از خود نزدیک تر باشد، تفاوت عددهای عنصر و گاز جیب، شماره گروه این عنصر را مشخص می کند.

۲) اگر عددهای عنصر مورد نظر به عددهای گاز جیب هم دوره خود نزدیک تر باشد، باید اختلاف عددهای این عنصر و این گاز جیب را از عدد کم کنیم تا شماره گروه بدست آید.

مثال

شماره گروه عناصر Mo_{42} ، S_{16} ، S_{21} ، Ca_{31} را تعیین کنید (با روش سریع)

Mo_{42} : عددهای این عنصر به گاز جیب دور قبل از خود نزدیک است: گروه $42 - 36 = 6$

S_{21} : عددهای این عنصر هم به گاز جیب دور قبل از خود نزدیک است: گروه $21 - 18 = 3$

S_{16} : عددهای این عنصر به گاز جیب هم دوره خود نزدیک است: گروه $16 - 14 = 2 \rightarrow 18 - 2 = 16$

Ca_{31} : عددهای این عنصر نیز به گاز جیب هم دوره خود نزدیک است: گروه $31 - 31 = 0 \rightarrow 18 - 0 = 18$

توجه!

این روش با اینکه سریع باشد ولی بیشتر برای عناصر با عددهای بالا استفاده می شود و در عناصر با عدد پائین

با استثناهای روبروست که به آنها اشاره می کنیم: الف) در مورد عنصرها B و AL با اینکه عددهای این عناصر به گاز

جیب قبل از خود نزدیک است ولی گروه این عناصر را باید با عددهای گاز جیب هم دوره خود (حالت ب) بدست آوریم

ب) در مورد عنصر C و ZK و اختلاف عددهای آنها با گاز جیب قبل و بعد از خود برابر است باید گروه این عناصر

را با گاز جیب بعد از خود بدست آوریم. در شماره گروه این چهار عنصر را بر حسب عددهای گاز جیب دور قبل

شود شام حساب می‌کردیم برای B و AL 73 به جای گروه 13، به اشتباه گروه 3 به دست می‌آمد برای C و Si 14 به جای گروه 14 به اشتباه گروه 2 به دست می‌آمد.

2) عناصر لانتانیدها (عددها 57 تا 70) و الینیدها (119 تا 102) همگی متعلق به گروه 3 می‌باشند و اگر عدد اتمی عنصری جزو لانتانیدها و الینیدها باشد بدون موت و وقت گروه 3 را انتخاب می‌کنیم و از روش سریع آنگاه دست استفاده نخواهیم کرد.

شماره دوره و گروه عناصر 9F، B، CL، 17Co، 27Pd، 46Sb، 51TI را به دست آورید؟

* روش نفوذی

برای عناصر با عددها 21 تا 30 و 39 تا 48 (عناصر دسته d) که در تصویر بیشتر مورد نظر شما سوال قرار دارند روش زیر صحیح است.

هم برای پیدا کردن شماره گروه عناصر هست: الف) از Sc 21 تا Zn 30: اگر در رقم عدد اتمی عنصر مورد نظر را جمع کنیم شماره

گروه عنصر مورد نظر به دست می‌آید به غیر از Zn 30 که شماره گروه آن 12 می‌باشد. ب) از Y 39 تا Cd 48: اگر دو

رقم عدد اتمی عنصر مورد نظر را جمع کنید شماره گروه عنصر مورد نظر به دست می‌آید به غیر از Y 39 که شماره گروه آن 3 می‌باشد

برای مثال شماره گروه عنصر 26 Cu، 8، 29 Cu، 11، 41 Nb، 5، 46 Pd، 10

بلوک بندی جدول تناوبی:

1) بلوک s: عناصری که زیر لایه s آن‌ها در حال پر شدن است.

این بلوک شامل همه عنصرهای گروه او 1 H و عنصر He از گروه 18 می‌باشد (شامل 12 فلز و 6 نافلز)

در هر دوره جدول تناوبی 2 عنصر از دسته s وجود دارد.

✓ لایه ظرفیت آنها ns می باشد (یا یک الکترون در لایه ظرفیت و یا دو الکترون در لایه ظرفیت دارند).

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه s آخرین لایه (بزرگترین n) می باشد.

✓ شماره گروه این عناصر با تعداد الکترون های ظرفیت آنها برابر است به جز He که متعلق به گروه ۱۸ می باشد.

(۲) بلوک p : عناصری که زیر لایه p آنها در حال پر شدن است.

✓ این دسته شامل ۶ عنصر گروه ۱۳ تا ۱۸ به جز He می باشد (شامل ۳۶ عنصر: ۱۱ فلز، ۷ شبه فلز، ۱۸ فلز)

✓ در دوره های ۲ تا ۷ جدول تناوبی قرار دارند و در هر دوره ۲، ۸، ۱۸، ۳۲، ۵۰، ۷۲، ۹۸ عنصر دسته p وجود دارد (چون نجایش الکترونی

زیر لایه p ، ۶ الکترون می باشد!)

✓ لایه ظرفیت آنها $ns(n-1)$ می باشد (تعداد الکترون های ظرفیت آنها بین $ns(n-1)$ و $ns(n)$ می باشد).

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه p آخرین لایه (بزرگترین n) است.

✓ $۱۲ + \text{تعداد الکترون های زیر لایه } p = \text{شماره گروه عناصر دسته } p$.

(۳) بلوک d : عناصری که زیر لایه d آنها در حال پر شدن است.

✓ این دسته شامل ۱۰ عنصر گروه ۳ تا ۱۰ جدول تناوبی هستند (شامل ۱۰ عنصر که همگی فلز هستند موسوم به فلزات واسطه)

✓ در دوره های ۴ تا ۷ وجود دارند و در هر دوره ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۱۰ عنصر دسته d وجود دارد (چون نجایش الکترونی زیر لایه d

۱۰ الکترون می باشد)

✓ لایه ظرفیت دسته d $(n-1)(n-1)$ می باشد (تعداد الکترون های ظرفیت آنها بین $(n-1)(n-1)$ و $(n-1)n$ می باشد).

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه s آخرین لایه (بزرگترین n) است.

✓ شماره گروه این عناصر با تعداد الکترون های ظرفیت آنها برابر است.

۴) بلوک f: عناصری که زیر لایه f آنها در حال پر شدن است.

✓ شامل ۲ ردیف عنصر یا ۱۷ جدول (۱۸ عنصر) که همگی متعلق به گروه ۳ جدول تناوبی می باشند.

✓ این دسته از عناصر در دوره های ۶ و ۷ جدول تناوبی هستند.

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه s (بزرگترین n) است.

نکته

تعداد لایه های هر دسته از عناصر در جدول دوره ای با حد اکثر لایه های الکترونی زیر لایه مربوطه برابر است:

s	p	d	f
↓	↓	↓	↓
۲	۶	۱۰	۱۴

آرایش الکترونی یون ها

الف) آرایش آمیون ها (یون های منفی): برای نوشتن آرایش الکترونی آمیون ها، به تعداد بار منفی به عدد اتم اضافه کرده و برای مجموع معادلان قواعد میا آرایش الکترونی بنویسیم.

نکته: بعد از این از نوشتن آرایش الکترونی برای سبزه پر شدن (انرژی کمتری یا بیاری بیشتر) زیر لایه مدار بیرونی اساساً از کوچک به بزرگ حسب کنیم.

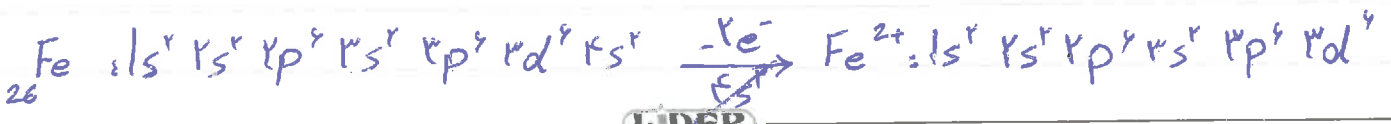
$17 \text{Cl}^- \rightarrow 17 + 1 = 18 = \text{تعداد الکترون}$

مثال: آرایش الکترونی تا C₁₇ را بنویسید.

$17 \text{Cl}^- \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

ب) آرایش الکترونی کاتیون ها (یون مثبت): I) آرایش الکترونی اتم خنثی را منفرجه کنیم (II) از بیرونی ترین زیر لایه (زیر لایه ای که n بزرگتری دارد) شروع به جدا کردن الکترون (به تعداد بار مثبت الکترون می کنیم).

مثال: آرایش الکترونی یون Fe^{2+} را بنویسید.



تمرین ۱

تعداد چه تعداد از زیر لایه های زیر برای اتم های جدول تناوبی نادرست نمایش داده شده است؟

$$1d^4 - 3p^3 - 2f^7 - 4d^{12} - ds^1 - 2d^5 - 7p^6$$

تمرین ۲

با توجه به جانده آمپا در کدام زیر لایه تریب پر شدن زیر لایه نادرست است؟

الف) $sp \ sp \ dp \ sd \ ps \ f \ d \ ps \ f \ d \ ps \ ps \ dp \ sd \ ps \ f \ d \ ps \ f \ d \ ps \ f \ d \ ps$

ج) $ss \ ps \ pd \ sp \ ds \ f \ d \ ps \ ss \ ps \ dp \ sd \ ps \ f \ d \ sp \ f \ sp$

تمرین ۳

با توجه به آرایش الکترونی As_{33} چه تعداد از عبارات های زیر نادرست است؟

الف) نصف زیر لایه کاملاً پر دارد. (ب) آخرین الکترون وارد شده در آن لایه عدد کوانتومی $l=2$ و $m=0$ است.

ج) یک زیر لایه نیمه پر دارد. (د) نسبت تعداد الکترون های لایه سوم به لایه دوم در آن $\frac{9}{4}$ است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تمرین ۴

در لایه ظرفیت کدام اتم تعداد الکترون بیشتری وجود دارد؟

۴۰ D (۴)

۷۵ M (۳)

۳۲ B (۲)

۵۶ A (۱)

تست تمرین ۵

در کدام نرینه به ترتیب (از راست به چپ) عنصر دسه، عنصر سه، P، عنصر دسه قرار دارند؟

- (۱) ^{38}Z ، ^{35}Y ، ^{19}X
- (۲) ^{27}Z ، ^{60}Y ، ^{12}X
- (۳) ^{47}Z ، ^{81}Y ، ^{38}X
- (۴) ^{29}Z ، ^{56}Y ، ^{41}X

تست الیپار

آرایش الکترونی عنصری به شکل $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ختم می شود این عنصر را در لایه چهارم خود چند الکترون دارد؟ (الیپار شهری ۱۴)

- (۱) ۱۵
- (۲) ۱۶
- (۳) ۱۸
- (۴) ۳۲

تست کنگر

در اتم ژرمانیم ^{32}Ge لایه دوم --- لایه انزومی اشغال شده است که از بین آنها --- زیر لایه هیدرید طایی

در الکترون و --- زیر لایه هیدرید دارای شش الکترون است. (سراسری ریانی ۸۵)

- (۱) پنج، ده، شش، دو
- (۲) چهار، شش، پنج، سه
- (۳) چهار، هشت، پنج، دو
- (۴) پنج، ده، شش، سه

تست کنگر

در اتم آلومینوم، --- زیر لایه از الکترون اشغال شده است و الکترون های جای گرفته در پیرین ترین زیر لایه اشغال شده آن،

دارای عدد های کوانتومی $n = \dots$ و $l = \dots$ اند. (عددها را از راست به چپ بنویسید.) (سراسری ریانی ۹۷ با تقی اندک)

- (۱) ۵ - ۴ - ۷
- (۲) ۱ - ۳ - ۷
- (۳) ۰ - ۴ - ۶
- (۴) ۱ - ۳ - ۶

تست کنگر

خبر چند اتم عنصر های سوز چهارم با عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰، زیر لایه $3d$ به ترتیب نیمه پر و پر شده است؟ (سراسری ریانی ۸۸)

- (۱) ۲، ۳
- (۲) ۳، ۲
- (۳) ۲، ۲
- (۴) ۱، ۰

تست کنگر اگر تفاوت شماره الکترون ها و نوترون های اتم عنصر ^{75}A برابر ۹ می باشد، عدد اتمی عنصر A و

شماره الکترون های ظرفیت اتم آن کدام اند؟ (عددها از راست به چپ بخوانید) (سراسری رمانی خارج کشور ۱۷)

- (۱) ۳-۳۱
- (۲) ۵-۳۱
- (۳) ۳-۳۳
- (۴) ۵-۳۳

تست تکمیل: تفاوت شماره الکترون ها و نوترون ها در بین تک اتمی A^{4+} ¹¹⁹ برابر ۲۳ باشد، عنصر A در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟ (سراسری تجربی خارج کشور ۱۱)

- (۱) ۱۴- چهارم
- (۲) ۱۵- پنجم
- (۳) ۱۶- چهارم
- (۴) ۱۴- پنجم

تست تکمیل: با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصری

که هم گروه با ک 51 است و در دوره چهارم جای دارد، کدام است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

- (۱) $4s^2 4p^5$
- (۲) $4s^2 4p^3$
- (۳) $5s^2 5p^3$
- (۴) $5s^2 5p^5$

تست تکمیل: تفاوت شماره الکترون ها و نوترون ها در بین تک اتمی M^{2+} ²⁰⁷ برابر ۴۵ باشد، عنصر M در کدام دوره و کدام

گروه جدول تناوبی جای دارد؟ (سراسری تجربی ۹۰)

- (۱) پنجم- ۱۳
- (۲) ششم- ۱۴
- (۳) پنجم- ۱۵
- (۴) ششم- ۱۶

تست تکمیل: اتم عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر Se ³⁴ هم دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در سبزه رنگی جدول تناوبی

آن چند الکترون وجود دارد؟ (سراسری رمانی ۹۰)

- (۱) $28 - 2$
- (۲) $29 - 5$
- (۳) $31 - 4$
- (۴) $33 - 3$

تست کنکور

با توجه به ارتباط عدالتی عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، کدام عنصر یک عنصر دسته S یا P است؟ (سراسری رمانی ۹۰)

- ۲۸X (۱)
- ۲۹A (۲)
- ۳۱D (۳)
- ۳۹M (۴)

تست کنکور

کدام بیان درباره عنصر ۳۴M نادرست است؟ (سراسری تجربی ۹۱)

- (۱) عنصری اصلی است و در گروه ۱۶ قرار دارد
- (۲) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^3$ است
- (۳) با عنصر ۱۹X در یک دوره جدول تناوبی قرار دارد
- (۴) اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l=2$ دارد

تست کنکور

آرایش الکترونی دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l=2$ باشد، آخرین زیر لایه اشغال شده آن دارای ... الکترون است و این عنصر در دوره ... و گروه ... جدول تناوبی جای دارد. (گزینه‌ها از راست به چپ بخوانید). (فوق کنکور تجربی ۹۱)

- (۱) ۵ - چهارم - ۱۷
- (۲) ۵ - پنجم - ۱۴
- (۳) ۷ - پنجم - ۱۴
- (۴) ۷ - چهارم - ۱۷

تست کنکور

اگر شماره الکترون‌های زیر لایه S اتم عنصر A دو برابر شماره الکترون‌های این زیر لایه در اتم عنصر B و شماره الکترون‌های زیر لایه d اتم آن برابر نصف شماره الکترون‌های زیر لایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در حوزه چهارم جدول تناوبی اند؟ (سراسری رمانی ۹۲)

- ۲۹Cu, ۲۴Cr (۱)
- ۲۹Cu, ۲۵Mn (۲)
- ۳۰Zn, ۲۴Cr (۳)
- ۳۰Zn, ۲۵Mn (۴)

تست کنکور

آرایش الکترونی کدام اتم نادرست است؟ اما شماره دوره و گروه آن در جدول تناوبی درست بیان شده است؟

- (۱) $4s^1 3d^5 [18Ar]$ Cr : ۲۴ - چهارم - ۶
- (۲) $4s^1 3d^5 [36Kr]$ Ag : ۴۷ - پنجم - ۱۱
- (۳) $4s^3 3d^5 [36Kr]$ I : ۵۳ - پنجم - ۱۷
- (۴) $4s^2 3d^5 [18Ar]$ Ge : ۳۲ - چهارم - ۱۶

(فوق کنکور رمانی ۹۱)

تست نکند عنصری که در دوره چهارم و گروه هفدهم جدول تناوبی جای دارد به ترتیب از راست به چپ، چند الکترون در زیرلایه ها

P دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه اشغال شده آن جای دارد؟ (خارج کشور تجربی ۹۳)

- ۱) ۳-۱۵
- ۲) ۵-۱۵
- ۳) ۳-۱۷
- ۴) ۵-۱۷

تست نکند

عنصر 52A با عنصر ... در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن ... است. (اندلسی راهی ۹۳ با تغییر اندک)

- ۱) ۴p^۴، 3d^۸
- ۲) ۴p^۲، 3d^۷
- ۳) ۵p^۴، 3d^۹
- ۴) ۵p^۲، 3d^۷

تست نکند

کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل (28Ni) هم گروه است؟ (تجربی خارج از کشور ۹۳)

- ۱) 42Mo
- ۲) 46Pd
- ۳) 48Cd
- ۴) 56Ba

تست نکند

در میان چهار عنصر 19K، 31Y، 36D، 13A کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و یک گروه

جدول تناوبی جای دارند؟ (تذکره ها از راست به چپ بخوانید) (خارج کشور تجربی ۹۳)

- ۱) (D, Y) - (D, A)
- ۲) (D, A) - (A, Y)
- ۳) (D, A) - (Y, A)
- ۴) (D, A) - (D, Y)

تست نکند

عنصری که شماره الکترون های زیرلایه ۴s و ۴d در اتم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی قرار دارد؟ (خارج کشور تجربی ۹۳ - با تغییر)

- ۱) 14
- ۲) ۲
- ۳) ۴
- ۴) ۶

تست نکند

اگر عنصر 32A با عنصر ۹ از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم گروه باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی

عنصر ۹ کدام است؟

- (۱) سیزدهم - ۳۱
- (۲) سیزدهم - ۳۳
- (۳) چهاردهم - ۳۱
- (۴) چهاردهم - ۳۳

کتاب ننگر

اتم که دارای الکترون با عددهای کوانتومی $n=4$ و $l=3$ در کدام دوره و در کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی جای دارد؟
(براساس کتابی ۹۵ - با تغییر اندک)

- (۱) ششم - d
- (۲) ششم - f
- (۳) چهارم - d
- (۴) چهارم - f

کتاب ننگر

عنصری که آخرین لایه الکترونی اشغال شده اتم آن $4s^2 4p^3$ است، در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی قرار دارد؟
(براساس کتابی ۹۶)

- (۱) ۱۳ - چهارم
- (۲) ۱۳ - پنجم
- (۳) ۱۵ - چهارم
- (۴) ۱۵ - ششم

کتاب ننگر

کدام مطلب در مورد جدول تناوبی عنصرها درست است؟ (براساس کتابی ۹۶ - با تغییر اندک)

- (۱) آخرین عنصر واسطه هر دوره در گروه ۱۰ جای دارد.
- (۲) نخستین عنصرها گروه ۱۴ تا ۱۸، در شرایط معمولی گازند.
- (۳) آخرین زیر لایه اشغال شده اتم عنصر واسطه و دارای ۲ الکترون است.
- (۴) عنصرهای دسته P، در زیر لایه ماقبل آن خود ۲ الکترون دارند.

کتاب ننگر

گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرها جای دارند تفاوت عددهای گاز نجیب دوره اول و دوره ششم کدام گذرینه است؟ (گذرینه ها از راست به چپ بخوانید)

- (۱) ۱۶ - ۱۷
- (۲) ۱۸ - ۱۷
- (۳) ۱۸ - ۱۷
- (۴) ۱۶ - ۱۸

کتاب ننگر

کدام سه عنصر در زیر لایه P بالاترین لایه اشغال شده اتم خود، الکترون ندارند؟ (براساس کتابی ۹۷)

- (۱) $39G - 30X - 27A$
- (۲) $39G - 31Z - 27A$
- (۳) $36E - 30X - 21M$
- (۴) $36E - 31Z - 21M$

تست کنکور
کدام عبارت درباره جدول تناوبی عنصرها درست است؟ (بر اساس رمانی ۹۷ - با تغییر اندک)

۱) در عنصرهای $24Cr$ و $25Mn$ در لایه آخر دو الکترون وجود دارد.

۲) عنصرهای دسته P همگی نافلز و گازها شکل هستند.

۳) دو عنصر $22X$ و $29Y$ جنو نظریه‌های وابسته بوده و هم گروه هستند.

۴) لانتانیدها و اکسیدها در دوره‌های ششم و هفتم جدول تناوبی جای دارند.

تست کنکور
درجه‌بندی لایه الکترون اسم عنصرها ... مقدار برابر عدد کوانتومی L و حد اکثر ... الکترون می تواند وجود داشته

باشد و عنصرهایی که آخرین الکترون آنها در زیر لایه‌های مربوطه به این لایه قرار می گیرند در ... دوره مختلف جدول

تناوبی جای دارند. (خارج کنکور تجربی ۹۷ - با تغییر اندک)

- ۱) ۳-۱۸-۶۰
- ۲) ۳-۱۸-۳۲
- ۳) ۴-۲۲-۶۰
- ۴) ۴-۲۲-۳۲

تست کنکور
اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون های یون تک اتمی $^{79}_{33}X$ برابر با باشد در سیردهی ترین زیر لایه اتم آن ...

الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر ۹۰، برای ... است. (فایم کنکور رمانی ۹۷)

- ۱) ۳۱-۳۱
- ۲) ۳۳-۳۳
- ۳) ۳۱-۵۱
- ۴) ۳۳-۵۱

ساختار اتم در قشر آن

میررسی های شیمی دان ها نشان داده است که عناصر گروه ۱۸ جدول تناوبی موسوم به گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می شوند، به عبارت دیگر این گازها واکنش ناپذیری بوده یا واکنش پذیری خیلی کمی دارند و به همین دلیل

هم با بیلاند و اصلا دلیل نام گذاری آنها به ده گازهای نجیب « برای همین عدم واکنش پذیری آنهاست .

اگر نقایع به آرایش الکترونی لایه ظرفیت این عنصرها بنویسیم پس فو ا هم بدو که این عنصرها (به جز He) در آخرین

لایه الکترونی هشت الکترون دارند و می توان به این نتیجه رسید که در دلیل واکنش پذیری کم و یا بیاداری گازهای نجیب

همین دلیل بودن لایه ظرفیت آنهاست .

نتیجه: بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم ها رابطه ای به این صورت برقرار است که در اکثر لایه ظرفیت

اتم ، مانند گازهای نجیب هشتایی باشد (Octet) ، آن اتم واکنش پذیری چندانی ندارد ؛ به عبارت دیگر لایه

ظرفیت اتم هشتایی نباشد ، آن اتم واکنش پذیر است .

توجه!

He هم به مانند دیگر گازهای نجیب واکنش پذیری کم دارد ولی He هشتایی نیست و فوایی است و اگر آرایش اتمی

به مانند He باشد آن اتم هم واکنش پذیری چندانی ندارد .

▲ آرایش الکترون - نقطه ای :

لیبیرت نیوتن لوولیس بشیدان مشهور امریکایی ، برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها ، آرایش به نام آرایش الکترون

نقطه ای پیشنهاد کرد که در آن الکترون های ظرفیت هر اتم ، پیراگون نماز شبیهایی با نقطه نمایش داده می شود ؛ برای رسم

آرایش الکترون نقطه ای هر اتم می توان نقطه گذاری را از یک سمت برای مثال از سمت راست نماز شبیهایی عنصر

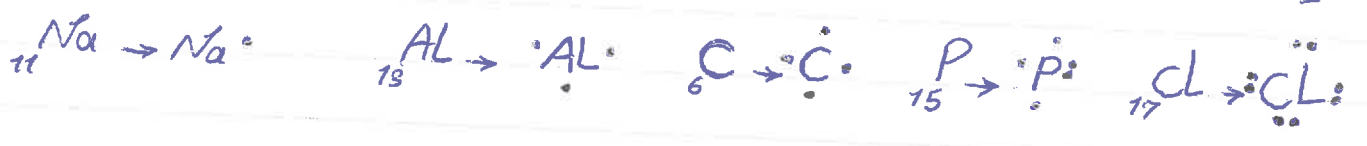
آن نماز کرد (هر نقطه = یک الکترون) و نقطه های بعدی را در زیر ، چپ و بالای آن گذاشت . در صورت وجود الکترون ها

تبدیر و نقطه ها را شروع به جفت کردن می کنیم .

توجه! هیچ فرقی ندارد که نقطه گذاری از کجا شروع بشه و این که هنگام جفت کردن نقطه ها ، کدام سمت را ابتدا

جفت کنیم !!

مثال
آرایش الکترون نقره ای اتم عناصر: $_{17}Cl$ ، $_{15}P$ ، $_{6}C$ ، $_{13}Al$ ، $_{11}Na$ را بنویسید.



مثال
جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	$_{3}Li$	$_{4}Be$	$_{5}B$	$_{6}C$	$_{7}N$	$_{8}O$	$_{9}F$	$_{10}Ne$
آرایش الکترون نوشته شده	$[He]2s^1$	$[He]2s^2$	$[He]2s^22p^1$	$[He]2s^22p^2$	$[He]2s^22p^3$	$[He]2s^22p^4$	$[He]2s^22p^5$	$[He]2s^22p^6$
تعداد الکترون ها ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون نقطه ای	$Li \cdot$	$\cdot Be \cdot$	$\cdot B \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{C} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{N} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{O} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{F} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{Ne} \cdot$
عنصر	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
آرایش الکترون نوشته شده	$[Ne]3s^1$	$[Ne]3s^2$	$[Ne]3s^23p^1$	$[Ne]3s^23p^2$	$[Ne]3s^23p^3$	$[Ne]3s^23p^4$	$[Ne]3s^23p^5$	$[Ne]3s^23p^6$
تعداد الکترون ها ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون - نقره ای	$Na \cdot$	$\cdot Mg \cdot$	$\cdot Al \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{Si} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{P} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{S} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{Cl} \cdot$	$\cdot \overset{\cdot}{Ar} \cdot$

با توجه به جدول بالا :

آرایش الکترون نقره ای اتم عنصرهای یک گروه یکسان است زیرا عناصر موجود در یک گروه آرایش الکترون

لایه ظرفیت مشابه دارند.

در عناصر دسته s و p ، تعداد نقره ها در آرایش الکترون نقره ای (تعداد الکترون های ظرفیت) برابر عدد یکسان نشان

گروه آنها می باشد (به جز He_2)

همه الکترون های ظرفیت اتم عنصرهای گازهای نجیب به صورت جفت شده اند. و به خاطر همین موضوع است که

این عناصر تمایز پذیری ندارند. (می توان گفت هدف از واکنش اتم های عناصر با هم و با اتم عناصر دیگر

جنبت کردن تک الکترولیت های موجود در آرایش الکترولیت نقشه ای است!

صرفاً جهت اطلاع:

گیلبرت نیوتن لوورین (۱۸۷۵-۱۹۴۶) یکی از پیشانیان دانش شیمی و نیا فلزات نظریه تشکیل یونید شیمیایی و نظریه

الکترونی اسید باز بود. او واژه قوتون را برای نیروهای سارنده خود پیشنهاد کرد. این شیمی فیزیکدان آمریکایی ۳ بار

ناهمرد دریافت جایزه نوبل شد. اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناچاری هیچ‌چیز از ارزش شیمیایی، ماندگاری و تأثیر

گذاری، کارهای علمی لوورین کم نمی‌کند.

▲ آرایش گاز جنب آرزوی همه:

رقبای شیمیایی هر آنم به تعداد الکترولیت های فرافیت آن بسته بود. به طوریکه می توان رسیدن به آرایش گاز جنب (هشتایی

شدن و دو تایی شدن!) را، امیای همین و اکسیژن دیدیم و در قمار اتم ما دانست. اتم ها هم تلاش خود را می کنند که با از

دست دادن الکترولیت یا گرفتن الکترولیت (تشکیل یون) در هم چنین به اشتراک گذاشتن الکترولیت (تشکیل پیوند کووالانسی)

به آرایش گاز جنب برسند و پایدار تر شوند. در واقع می توان گفت: در قمار شیمیایی اتم شامل گرفتن الکترولیت، از دست

دادن الکترولیت و هم چنین به اشتراک گذاشتن الکترولیت می برسد.

یادآورم در علوم سل منم دیدیم که هرگاه اتم های دیدیم و کدر کنار یکدیگر قرار بگیرند اتم های سدیم با از دست دادن یک

الکترون به یون سدیم (Na+) و اتم کدر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید (Cl-) تبدیل و در این دانش منم کلرید

(رنگ خوراکی) تولید می شود.

تشکیل کاتیون (از دست دادن الکترولیت): Ca^{2+}, Na^{+}

تشکیل آنیون (گرفتن الکترولیت): N_3^{-}, Cl^{-}

راه رسیدن به صافه

هشتایی (او کلفت) (ب) به اشتراک گذاشتن الکترولیت (تشکیل پیوند کووالانسی)

بررسی هاشان می دهد که اغلب اتم های عناصر گروه اصلی (دسته کورس) در طبیعت به صورت یون در ترکیب ها

گوناگون یافت می شود. به جدول زیر توجه کنید.

H ⁺								He
Li ⁺	Be ²⁺		B ³⁺	C ⁴⁺	N ⁵⁺	O ⁶⁺	F ⁷⁺	Ne
Na ⁺	Mg ²⁺		Al ³⁺	Si ⁴⁺	P ⁵⁺	S ⁶⁺	Cl ⁷⁺	Ar

با توجه به جدول بالا که مربوط به آرایش الکترون نقره ای عناصر گروه اصلی (دسته کورس) هستند متناظر این عناصر

رادرواکس های شیمیایی مورد تقدیر بررسی قرار می دهیم:

هیدروژن در لایه ظرفیت خود یک الکترون دارد و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب He_2 نیاز به یک الکترون

دارد که این یک الکترون را بیشتر با به اشتراک گذاشتن الکترون با خود اتم های دیگر (پیرید کوالاتی) به دست

می آورد تا تشکیل یون H^+ !

صرفاً جهت اطلاع: هیدروژن می تواند در واکنش با فلزهای گروه اول و دوم یک الکترون از این فلزات بگیرد و به یون H^- (هیدرید) تبدیل شود. برای مثال: سدیم هیدرید (NaH) و کلسیم هیدرید (CaH_2) و حتی در شرایط خاص هیدروژن آن یک الکترون خود را هم از دست می دهد و تبدیل به یون هیدروژن (H^+) که فقط یک پروتون دارد و حتی گاهی آن را پروتون می نامند، تبدیل می شود.

لیتیم (Li_3) با از دست دادن یک الکترون و تبدیل شدن به Li^+ به آرایش دوایی پایدار He_2 می رسد.

عناصرهای گروه دوم مثل Ca و Mg (به جز Be_4) با از دست دادن دو الکترون و تبدیل شدن به نوع مثبت

به آرایش X^{2+} به آرایش هشتایی پایدار و آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می رسند.

شاید از بر لیم انتقال داشته باشیم به مانند سایر عناصر گروه ۲ با از دست دادن دو الکترون و آرایش Be^{2+} به آرایش دوامی یا پیلر گاز نجیب He برسد ولی Be شش عمایل دارد الکترون به اشتراک بگذارد و خیلی تمایلی به تشکیل یون Be^{2+} ندارد.

صرفاً جهت اطلاع:
 $4Be$ به دلیل شعاع نسبتاً کوچکی که دارد و الکترون‌های بیرونی نسبتاً پست و پراکنده‌تر از قطبش پذیری زیادی که دارد شش عمایل به اشتراک الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی دارد مانند $BeBeF_2$ تنها عنصر فلزی خالص (گروه ۲) که با آب یا بخار آب واکنش می‌دهد و حتی در دمای پایین‌تر از ۰٪ درجه سلسیوس نیز واکنش می‌یابد.
 $4Be$ نمی‌توزد چون اساساً تشکیل بر لیم الید امکان‌پذیر نیست و واکنش Be با الکترون از نوع نفوذ می‌باشد!

بور (B) هم به همان دلیل که برای Be و $4Be$ تقسیم‌نامه به تشکیل یون B^{3+} ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می‌گذارد.

صرفاً جهت اطلاع:
 در کل یون‌های Be^{2+} , B^{3+} , C^{4+} , Si^{4+} ناپایدارند و تشکیل نمی‌شوند. علت ناپایداری، چگالی یار زیاد این یون‌هاست (چگالی = $\frac{بار}{شعاع}$)

آلومینوم ($13Al$) می‌تواند با از دست دادن سه الکترون و تبدیل شدن به یون Al^{3+} به آرایش یا پیلر گاز نجیب مورد قبل از خود ($10Ne$) برسد. البته ناگفته نماند Al در مواردی می‌تواند به جای از دست دادن الکترون، الکترون هم به اشتراک بگذارد و پیوند کووالانسی تشکیل دهد (بقیه عناصر گروه ۱۳ مثل $33Ga$ و $49In$... قبل از لایه ظرفیت خود $[ns^2 np^1]$ زیر لایه $d^{(n-1)}$ را دارند و با از دست دادن الکترون‌های لایه ظرفیت و تبدیل شدن به یون Al^{3+} هر قید آرایش همسانی پایدار گاز نجیب را به دست نمی‌آورند ولی آرایش یا پیلر $d^{(n-1)}$ را

را به دست می آورند. اتم عنصرهای گروه ۱۴ مثل C و Si و ۱۴ تکامل دارند که به جای از دست دادن یا گرفتن

الکترون در تشکیل یون، الکترون به اشتراک بگذارند تا از این طریق به آرایش گاز نجیب هم دوره خود برسند

• اتم عنصرهای گروه ۱۵ مثل N، P، ۱۵ و ۳۳ As و ... می توانند سه الکترون بگیرند و با تبدیل شدن به یون

منفی $3-$ به آرایش ^{پایدار} هستای گاز نجیب هم دوره خود (پس از خود) برسند. نکته بخاند که اتم عنصرهای گروه

۱۵ علاوه بر گرفتن الکترون در تشکیل یون منفی $3-$ ، می توانند الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کووالانسی)

و باز هم به آرایش هستای پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

• اتم عنصرهای گروه ۱۶ مانند O، S، ۱۶ و ۳۴ Se و ... می توانند دو الکترون بگیرند و با تبدیل شدن به

یون منفی $2-$ به آرایش هستای پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند. البته این اتم های گروه ۱۶ مثل گروه ۱۵

می توانند علاوه بر گرفتن الکترون در تشکیل یون منفی، الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کووالانسی) و باز

هم به آرایش هستای پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

• عنصرهای گروه ۱۷ مثل F، Cl، ۱۷ و ۳۵ Br و ... تنها نیاز به یک الکترون دارند تا با تبدیل شدن به یون منفی

$1-$ به آرایش هستای پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند. اتم عنصرهای گروه ۱۷ هم مثل گروه ۱۵ و ۱۶ می توانند

علاوه بر تشکیل یون منفی $1-$ ، می توانند الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کووالانسی) و باز به آرایش هستای

پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

* نتیجه گیری کلی: اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب می توانند به ترتیب با از دست دادن ۱ و ۲ الکترون

به کاتیون تبدیل شوند و به آرایش هستای پایدار گاز نجیب دوره قبل از خود برسند.

(2) اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب می توانند به ترتیب با گرفتن ۳، ۲ و ۱ الکترون به آنیون

تبدیل شوند و به آرایش هسته‌ای پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

(3) گروه ۱۴ تمایلی به تشکیل یون (A^{4-} یا A^{4+}) ندارند تا به آرایش پایدار گاز نجیب برسند. در کل بدینم به جز

در موارد محدودی (مثل Sn^{4+} و Pb^{4+}) یون بیشتر از سه بار مثبت و یا سه بار منفی ندارند! و عناصر این گروه فقط پیوند

کووالانسی تشکیل می دهند.

نکته:

نماد یون های پایدار مهم گروه های ۱، ۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ با توجه به ساده هسته‌ای (اولت)!

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲	Li^+				N^{3-}	O^{2-}	F^-
۳	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^-
۴	K^+	Ca^{2+}	Ga^{3+}		As^{3-}	Se^{2-}	Br^-
۵	Rb^+	Sr^{2+}					I^-
۶	Cs^+	Ba^{2+}					
	Fr^+	Ra^{2+}					

نکته مهم:

نماد آرایش الکترون گازهای نجیب هسته‌ای و پایدار است و انرژی هم اتم هالوژن به این آرایش پایدار است

در نتیجه: (۱) آرایش ns^2 که مربوط به گاز نجیب He است می تواند مربوط به یک یون مثبت (Li^+) و یک یون منفی

(H^-) هم باشد. (۲) آرایش $ns^2 np^6$ هم می تواند مربوط به یک گاز نجیب، یون مثبت (کاتیون پایدار) و یا

یک یون منفی (آنیون پایدار) باشد.

مثال:

کدام یک از آرایش های زیر می توان فقط به یک کاتیون نسبت داد و چرا؟

(الف) $[Ar] 3d^1$

(ب) $[Ar] 3d^1 4s^2$

گزینه ب پاسخ صحیح است چون در آن فقط آرژون $3d$ دیده می شود و چیزی از $4s$ که نزدیکتر از $3d$ پر می شود نیست.

نکته: طبق قاعده آمیا در آرژون گونه ای، زیر لایه d دیده شود و پس زیر لایه s دیده نشود آن آرژون فقط مربوطه

به یک حالت است و لاغیر، زیر طبق قاعده آمیا قبل از آرژون $d(n-1)$ ، آرژون ns الکترون می پذیرد

و وقتی که این زیر لایه وجود ندارد یعنی گونه الکترون از دست داده است.

مثال آرژون الکترونی $3d^2$ به $4p^6$ ختم شود به ترتیب، دوره گروه و مدل الکترون قاعده ای n را بدست آورید؟



عنصر Se_{34} در دوره ۴ (بزرگترین n برابر ۴ است) و گروه ۱۶ (بلوک $p \leftarrow 4+12$) و مدل الکترون قاعده ای

آن می شود: $4p^6$

تمرین ۱ مدل الکترون قاعده ای کدام گونه درست است؟ با رسم آرژون الکترونی مشخص کنید.



تمرین ۲ از بین یون های O^{2-} ، As^{3-} ، Li^+ ، Al^{3+} ، C^{4+} کدام یک به آرژون همسانی و یا دو تایی یا چهار تایی

مجبب رسیده است؟

تعداد الکترون جفت نشده در هر یک از عنصرهای زیر را با هم مقایسه کنید. $[Ga, Se, Sr, Ge]$ تدریس ۳

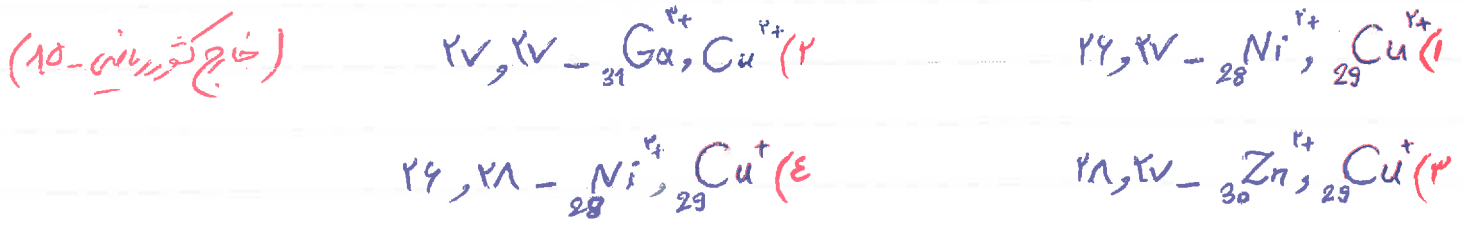


با توجه به آرایش الکترونی Cl, Ar, K, Cu کدام یک از آنها به ترتیب با از دست دادن الکترون تست کنید

و با بدست آوردن الکترون می تواند به یون پایدار با آرایش هشتایی میل شود؟ (سراسری ریفی ۱۶ با تغییر اندک)

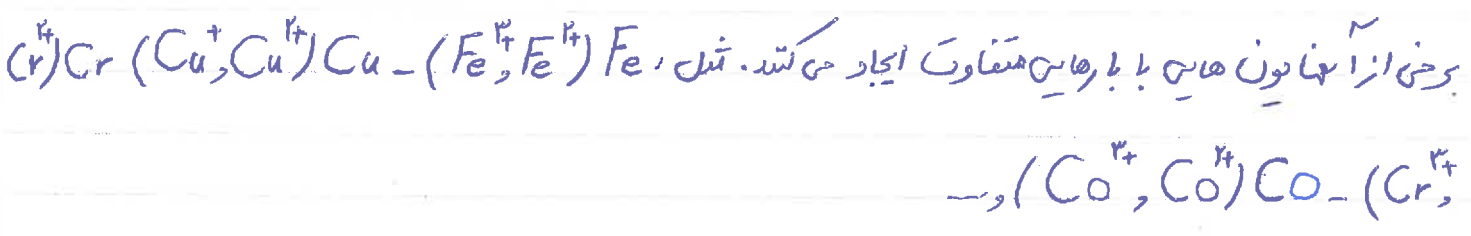


آرایش الکترون کدام جفت یون ها به d^3 ختم می شود و هر یک از آنها به ترتیب (از راست به چپ) چند الکترون دارند؟ تست کنید



▲ آرایش الکترونی یون های بلوک d :

عنصرهای دسته d که همگی فلز هستند به مانند همه فلزات دوست دارند الکترون از دست بدهند ولی فلزات بلوک d برخلاف فلزات بلوک s و Al که با از دست دادن الکترون در رسیدن به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب (و دو تایی He) به پایداری می رسند، بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب به پایداری می رسند. جالب است بدانید که



توجه! برخی از عنصرهای فلز که مانند C_{24} و Y_{39} با از دست دادن سه الکترون به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب خود می‌رسند ولی این دو حالت استثنایی بوده و حالت کلی اغلب عنصرهای فلز که بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب، پایدار می‌شوند.

تست شماره ۱
 کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون نسبت داد؟
 (فانچ کتور تجربی ۹۱)

(۱) $1s^2 2s^2 2p^6$ (۲) $1s^2 2s^2 2p^3$ (۳) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (۴) $1s^2 2s^2 2p^6 3d^1$

تست شماره ۲
 کدام سه گونه شیمیایی، آرایش الکترونی یک نه دارند؟ (سراسری تجربی ۹۲)

(۱) $55Cs^+$ ، $54Xe$ ، $53I^-$
 (۲) $14Si^{4-}$ ، $15P^-$ ، $16S^{2-}$
 (۳) $11Na^+$ ، $19K^+$ ، $37Rb^+$
 (۴) $29Cu^+$ ، $28Ni^{2+}$ ، $27Co^{3+}$

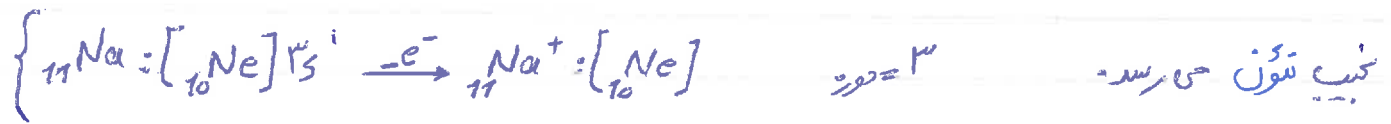
تست شماره ۳
 آرایش الکترونی کاتیون Zn^{2+} به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه میان بوده و شماره نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

(۱) $27Co^{2+}$ ، $32Ge^{4+}$ (۲) $29Cu^+$ ، $32Ge^{4+}$ (۳) $27Co^{2+}$ ، $31Ga^{3+}$ (۴) $29Cu^+$ ، $31Ga^{3+}$

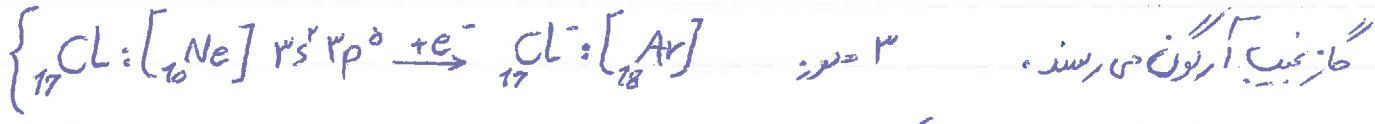
تبدیل اتم‌ها به یون‌ها:

خواهیم که فلزها تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون (M^{n+}) و نافلزها تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون (M^{n-}) دارند. فلزها یا از دست دادن یک، دو یا سه (و به ندرت چهار) الکترون به آرایش

هستای یا بیارجازنجیب دور پیش از خود در جدول تناوبی تبدیل می شوند. (البته نه همه فلزها) به آرایش گاز



ناظرها با گرفتن یک یا دو یا سه الکترون به آرایش هستای یا بیارجازنجیب هم دوره خود تبدیل می شوند و به آرایش



باردالین که در بلا گفته شد: اگر به آزمایشگاه شیمی، یک فلز را در کنار یک نافلز قرار دهیم، فلزها الکترون اضافی خود را در

اختیار نافلزها را در می دهند تا هر دو به آرایش یا بیارجازنجیب برسند.

به جاذبه بسیار قوی که بین یک کاتیون (یون مثبت) و یک آنیون (یون منفی) در اثر انتقال الکترون بوجود می آید

پیوند یونی گفته می شود و به ترکیب حاصل ترکیب یونی گفته می شود.

مثال

اگر فلز سدیم (${}_{11}\text{Na}$) که فلزی واکنش پذیر است در کنار کلد (Cl) که در دهی اتمی به شکل مولکول های دو

اتمی یا Cl_2 (دو اتمی) موجود دارد، قرار گیرد ترکیب یونی NaCl (نمک خوراکی) بوجود می آید. در این واکنش اتم سدیم

الکترون لایه ظرفیت خود را به اتم کلد می دهد تا اتم سدیم به آرایش یا بیارجازنجیب پیش از خود (${}_{10}\text{Ne}$) و کلد

هم به آرایش یا بیارجازنجیب پس از خود (${}_{18}\text{Ar}$) برسد.

توجه!

اگر به شکل ${}_{11}\text{Na}^+$ کوپلند ${}_{17}\text{Cl}^-$ شکردهت کنید: اتم سدیم با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به یون Na^+ کوپلند

می شود چون یک لایه خود را از دست می دهد و کلد با به دست آوردن الکترون بزرگتر می شود چون بر اثر افزودن شدن

الکترون به لایه آخر و اثر دافعه الکترونی لایه ها از هم فاصله گرفته و اتم بزرگتر می شود. (خلاصه = شعاع یون مثبت

از اتم خنثی کوچکتر و شعاع یون منفی از اتم خنثی بزرگتر است!)

توجه: به کاتیون یا آنیونی که تنها از یک اتم تشکیل شده باشد، یون تک اتمی گفته می شود به عنوان مثال Na^+ یک کاتیون تک اتمی و Cl^- یک آنیون تک اتمی است.

توجه! یون تک اتمی فقط از یک اتم تشکیل شده نه از یک نوع اتم! چون در آنیزه با یون هایی آشنا می شویم مثل O_2^{2-} (پرکسید) و N_3^- (آزید) که از یک نوع اتم تشکیل شده اند ولی تک اتمی نیستند!

توجه: ① برای نام گذاری کاتیون تک اتمی: [یون + نام عنصر] برای مثال Na^+ ، یون سدیم و Ca^{2+} ، یون کلسیم (در فصل دوم با فلز های آشنا خواهیم شد که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می دهند و برای تمیز دادن آنها از هم از اعداد رومی داخل () استفاده خواهیم کرد - پس تا فعل دوم -)

② برای نام گذاری آنیون تک اتمی: [کفه یون + ریشه نام فلز + پسوند دید] برای مثال Cl^- ، یون کلرید O^{2-} ، یون اکسید، S^{2-} ، یون سولفید

توجه! ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش منظم است که در یک فضای آنها مولکول (واحد های جداگانه) وجود ندارند! از این بود معون علمی برای آنها طایفه مولکول را به کار نمی برند.

برای نشان دادن یون ها ابتدا نماد عنصر را می نویسیم و بعد تعداد بار آنها را به صورتی که ابتدا عدد و بعد نوع بار را نشان می دهیم و نشان دادن به روش رومیو غلط است (عددا را نمی نویسیم): ~~S^{++}~~ یا ~~S^{+2}~~ یا ~~O^{--}~~ یا ~~O^{-2}~~

تقریب تشکیل ترکیب یونی بین عنصر های کلسیم (Ca) و استرین (SO) و هم چنین منیزیم (Mg) و برم (Br) را

▲ فرمول نویسی ترکیب های یونی کووالتی:

به ترکیب های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده اند مانند CaO ، Na_2S ، Al_2O_3 و ... در ترکیب یونی کووالتی گفته می شود. هر ترکیب یونی از کافا بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است. از این ویژگی می توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب های یونی کووالتی بهره برد.

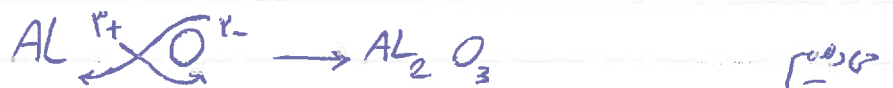
توجه!
وقتی می نویسیم ترکیب یونی از کافا بار الکتریکی خنثی است به این معنی نیست که تعداد کاتیون با آنیون برابر است برای مثال: Al_2O_3 و Na_2S و ... یا وقتی می نویسیم که ترکیب یونی کووالتی از دو نوع اتم یا عنصر تشکیل شده است. دلیل بر این نیست که تعداد یون های سازنده اش برابر باشد. برای مثال باز هم Al_2O_3 و Na_2S باز نظر کنید.
برای نوشتن فرمول ترکیب های یونی (مثلا Al_2O_3):

① با توجه به قاعده هشتایی و آرایش گاز نجیب، نماد یون های پایدار آنیون و کاتیون را می نویسیم.



② نماد کاتیون (فلد) را در سمت چپ و نماد آنیون (نافلد) را در سمت راست قرار می دهیم؛ $Al^{3+} O^{2-}$

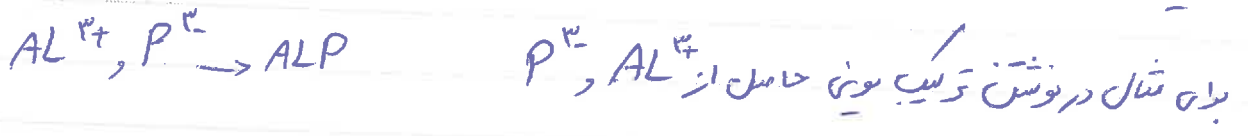
③ بار کاتیون (بیون علامت) را به عنوان زیروند ناخذ و بار آنیون (بیون علامت) را به عنوان زیروند فلد قرار



④ در صورت امکان زیروند ها را ساده می کنیم. (از نوشتن زیروند خودداری می کنیم)

توجه! اگر بارهای کاتیون با بار آنیون برابر باشد، در آخر زیروندها سازه می‌شوند و بنا بر این به مرحله ۳ نسبت و کاتیون را در راست

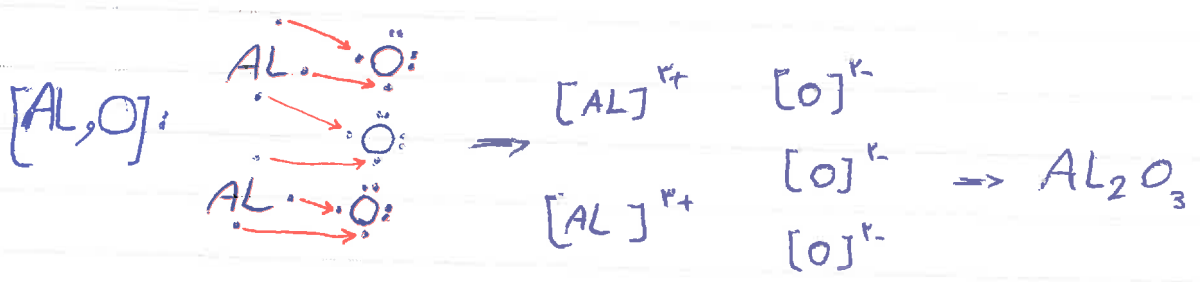
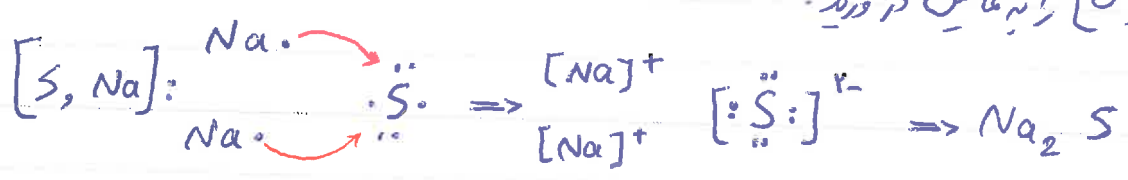
و آنیون را در چپ می‌نویسیم (هر دو با زیروند ۱ به آن هم نوشته می‌شود)



نکته فرمول ترکیب‌های یونی نشان دهنده نوع عنصرها با سازه یون نسبت ممکن بین آنها می‌باشد. برای مثال در

ترکیب NaF نسبت کاتیون به آنیون ۱:۱ (یک به یک) است.

مثال نحوه تشکیل ترکیب یونی را با استفاده از آرایش الکترونی نقره ای و دارو سد الکترونی بین اتم عنصرهای $[S, Na]$ و هم چنین $[O, Al]$ را به عاشر در آورید.

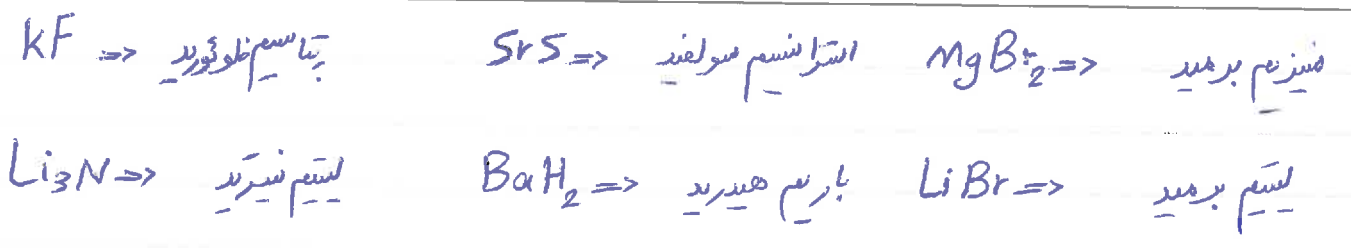


▲ ماندگاری ترکیب‌های یونی (شامل فلز و نافلز):

نام گذاری ترکیب‌های یونی با قاعده او بر صورت می‌گیرد: [نام کاتیون (فلز) + ریشه آنیون (نافلز)]

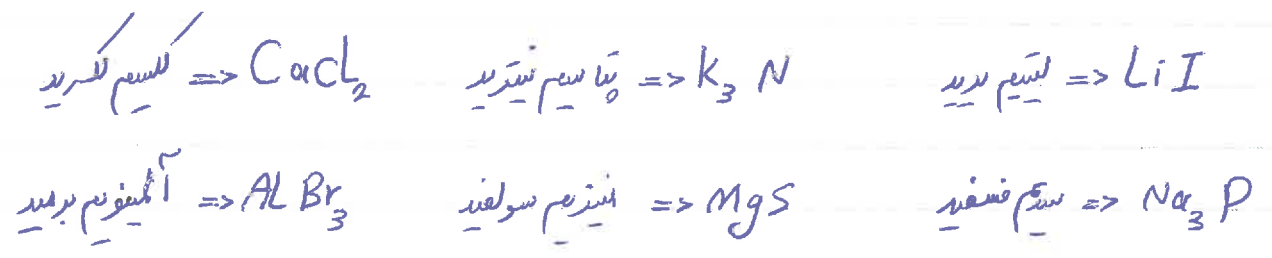
+ دید

مثال ۱ نام ترکیب‌های مقابل را بنویسید:
 $KF - Li_3N - SrS - BaH_2 - MgBr_2 - LiBr$



مثال ۱
 فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب های زیر را بنویسید:

لیتیم کلرید - آلومینوم برمید - پتاسیم نیتريد - منیزیم سولفید - لیتیم لید - سدیم فسفید



توجه!
 اکثر سوال های مطرح شده در مورد فرمول نویسی و نامگذاری ترکیب های یونی، متعلق به یونی کربانی هستند و در این یون ها

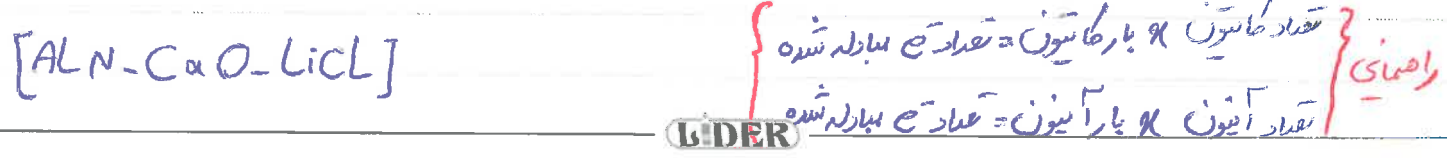
چندانی (NH_4^+ ، SO_4^{2-} ، PO_4^{3-} ، ...) هستند که در فصل های آتی با آن ها آشنا خواهیم شد.

مثال ۲
 ترکیب های زیر را نامگذاری کنید و در آنها نسبت بار کاتیون به بار آنیون و هم چنین نسبت کاتیون به آنیون را مشخص کنید؟



مثال ۳
 فرمول کلرید و سید فلز M بنویسید.

مثال ۴
 که یک از ترکیب های یونی زیر ایا (یک به یک) بوده در تشکیل آن، ۲ مول الکترون مبادله می شود؟



کتاب تلفظ

اگر شماره الکترون های یون تک اتمی M^+ برابر ۳۶ باشد، عنصر M در دوره ... جدول تناوبی جای داشته و عدد اتمی آن برابر ... است و یا لوگورد ترکیبی به فرمول ... تشکیل می دهد. (سراسری ریاضی - ۸۱)

آن برابر ... است و یا لوگورد ترکیبی به فرمول ... تشکیل می دهد. (سراسری ریاضی - ۸۱)

- (۱) چهارم - ۲۷ - MS
- (۲) چهارم - ۳۵ - M_2S
- (۳) پنجم - ۳۵ - MS
- (۴) پنجم - ۳۷ - M_2S

کتاب تلفظ

آرایش الکترون کاتیون در $CoCl_3$ کدام است؟ (کلیات در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی قرار دارد!) (سراسری ریاضی ۹۱)

- (۱) $[Ar] 3d^7$
- (۲) $[Ar] 3d^6$
- (۳) $[Ar] 3d^4 4p^3$
- (۴) $[Ar] 3d^5 4p^0$

تبدیل اتم ها به مولکول ها

در سمت چپ خوانده ایم که در ترکیب های یونی، اتم فلز و نافلز دارد تعداد الکترون دارند.

یادآور: در علوم سال نهم آموختم که بسیاری از ترکیب های شیمی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره های برتره آنها مولکول هستند.

اگر معمولاً ذره نافلز کنار هم قرار بگیرند امکان مبادله الکترون بین آنها وجود ندارد و برای رسیدن به قاعده هس استی و یا دو تایی یا بیار جاره ای جز به اشتراک گذاشتن الکترون نیست. به جازه ای قوی که بین ذرات نافلز در تقویم به اشتراک گذاشتن الکترون ایجاد می شود، پیوند کووالانسی گفته می شود.

تعبیر پیوند کووالانسی (اشتراکی) تشکیل واحدهای ذره یا چند اتم به نام مولکول است. به موارد شیمیایی که در ساختار

خود مولکول دارند ، مواد مولکولی گفته می شود .

نکته

پیوند کووالانسی معمولاً بین اتم های نافلز تشکیل می شود ، مواردی هم هست که فلزهای مثل Be ، Al پیوند کووالانسی و ترکیب مولکولی تشکیل می دهند .

ترکیبات مولکولی هم می تواند به صورت عنصر باشد مثل Cl_2 ، O_2 ، F_2 و هم می تواند به صورت ترکیب همانند $CH_4 - HCl - H_2O$ و ...

نکته

به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده ، شماره اتم های هر عنصر را نشان می دهد ، فرمول مولکولی می گویند .
برای مثال $OF_2 - Cl_2 - H_2O - F_2$ و ...

در تشکیل مولکول ها ، هدف اتم های عناصر رسیده به آرایش پایدار گاز نجیب (هستایی یا یونانی) است .

ظرفیت یونی : به تعداد الکترون هایی که اتم به هنگام تشکیل پیوند یونی جذب می کند و یا از دست می دهد .
ظرفیت کووالانسی : به تعداد پیوندهای اشتراکی که یک اتم می تواند ایجاد کند .

نکته

هر دو ظرفیت (یونی و کووالانسی) هیدروژن برابر یک است .

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
ظرفیت کووالانسی	۱	۲	۳	۴	۳	۲	۱
ظرفیت یونی	۱+	۲+	۳+	۴-	۳-	۲-	۱-

▲ ساختار الکترون - نقطه ای (ساختار لوویس) مولکول ها :

برای نشان مولکول ها روش های متفاوتی وجود دارد که یکی از آنها همین ساختار الکترون نقطه ای یا ساختار لوویس

است که کتاب درسی در این فصل خیلی معتقد به آن پرداخته و در آن بیشتر موقوفات های ساده مورد بررسی قرار گرفته است و به موقوفات های پیچیده تر در فصل دوم بیشتر خواهیم پرداخت. (تعریف دقیق ساختار لووسین و روش رسم آن
توضیح کامل، ان شاء الله - در فصل بعد)

برای رسم ساختار لووسین کافیت :

الف) مدل الکترون تقه ای اتم هارا در کنار هم رسم می کنیم

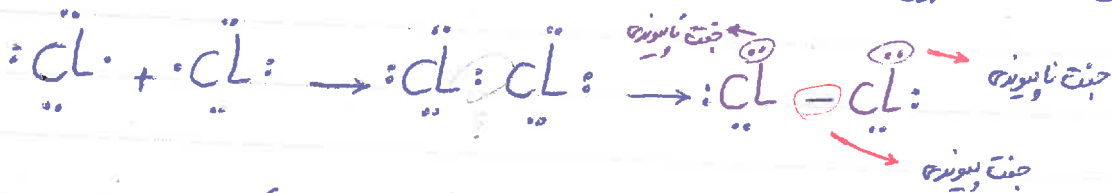
ب) الکترون های تک اتم هارا به صورت جفت شده بین دو اتم مکرر می رسم

ج) الکترون های جفت شده اشتراکی را با خط بهم وصل می کنیم و محوریکه اتم هیدروژن به آرایش توانایی و تقه به آرایش

هستایی برسند. ساختارهایی با مرتب کردن جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی به دست می آید

برای مثال، گاز نلر که خاصیت زنجیری و گندزایی دارد، از موقوفات های توانایی و ساختار تشکیل شده است و هر اتم نلر

موقوفات خواص آن است که تک الکترون خود را جفت کند تا به آرایش هستایی پایدار برسد.



یا این توصیف هر اتم نلر، تک الکترون خود را با دیگر اتم نلر به اشتراک می نهد و دو الکترون اشتراکی را معادل با یک خط

تیره که نشان دهنده پیوند کووالانسی است، به هم وصل می کنند.

توجه! خواص الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون تقه ای (ساختار لووسین) به هر دو اتم تعلق دارد در این وضعیت هر

یک از اتم ها به آرایش هستایی رسیده اند



هستایی

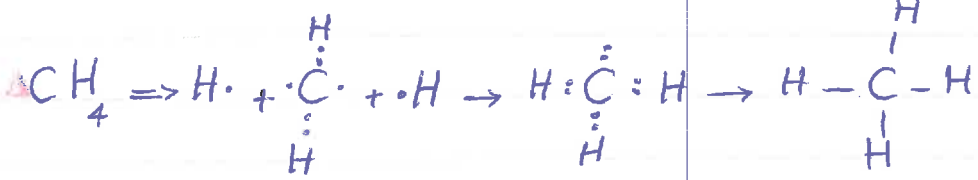
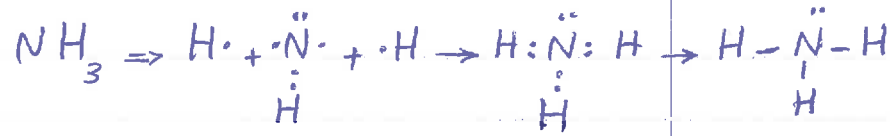
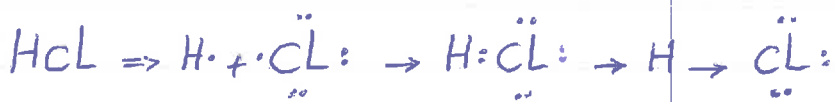
کتابچه هر پیوند کووالانسی نشان دهنده یک جفت الکترون (۲ الکترون) است.

لا تلبه

برخی از اتم‌ها برای رسیدن به آرایش هسٹی همی توانند با خود یا اتم‌های دیگر بیش از یک جفت الکترون به اشتراک بگذارند،

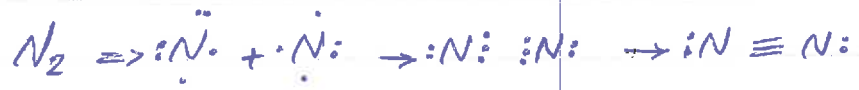
مانند: O_2 ، N_2 ، ... که در مثال زیر به آنها خواهیم پرداخت.

آرایش الکترون تقه‌ای (ساختار لوویس) مولکول‌های H_2 ، F_2 ، N_3 ، O_2 ، CH_4 ، NH_3 ، HCl ، H_2O مثال



به پیوند کووالانسی که در نتیجه به اشتراک گذاشتن دو جفت الکترون میان دو اتم به وجود می‌آید، پیوند دوگانه می‌گویند. ! توجه

واضح است که پیوند دوگانه شامل ۲ جفت الکترون اشتراکی یا ۴ الکترون اشتراکی است.

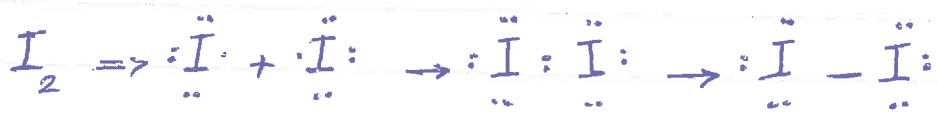
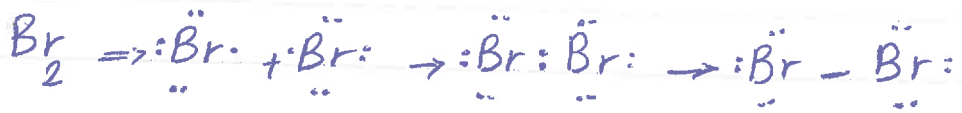
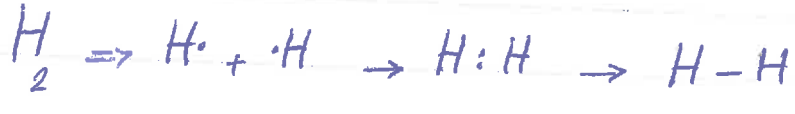
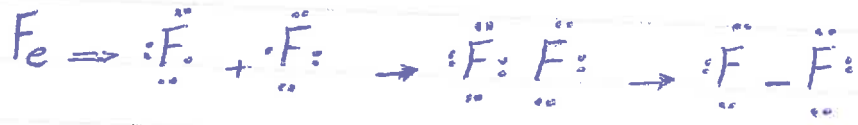


به پیوند کووالانسی که در نتیجه به اشتراک گذاشتن سه جفت الکترون میان دو اتم به وجود می‌آید، پیوند سه‌گانه می‌گویند. ! توجه

پیوند سه‌گانه شامل سه جفت الکترون اشتراکی یا ۶ الکترون اشتراکی است.

نتیجه: بین دو عنصر می‌تواند دو الکترون، چهار الکترون و یا شش الکترون به اشتراک گذاشته شود و پیوندهای یگانگی،

دو خانه و سه خانه بین آنها تسلیل شود.



ساختار لوویس آب اکسیژنه (H₂O) را رسم کنید.

▲ مدل قضا پرکنی

برای نمایش مولکول‌ها روش‌های متفاوتی مانند آرایش الکترون-نقطه ای، مدل گلوله و صلبه، مدل قضا پرکنی وجود دارد که با آرایش الکترون نقطه ای (ساختار لوویس) آشنا می‌شویم و حالا با مدل قضا پرکن آشنا می‌شویم.

مدل قضا پرکن، روشی برای نمایش حالت سه بعدی مولکول‌هاست که در آن اتم‌ها به صورت گوی‌های کروی شکل نشان داده می‌شوند. در این روش نمایش نوع عنصرها، یعنی اتم‌های هر عنصر و نحوه قرارگیری اتم‌ها نسبت به هم در فضا مشخص می‌شود و در تعداد پیوندهای اشتراکی و نوع آنها (گفانه، دو خانه، سه خانه) نشان داده نمی‌شود.

مدل قضا پرکن برخی مولکول‌ها در شکل ۶-۱۰ و جاییه صدک کتاب درسی نشان داده شده است. (تصاویر بنویسید)

هر فضا جهت اطلاع:
 اتم‌های بدون توانسته اند وجود مولکول‌های گوناگون را در تقاطع بسیار دوری از کیهان ثابت کنند. لطیف سنجی دانستی است که مگدگ با بی بی این پژوهش کرده است. تاکنون بیش از ۱۰۰ مولکول در فضا های بین ستاره‌ای شناسایی شده است.

سده است. این مولکول ها نوباید اتم است. بسیاری از مولکول های نافته سده در زمین هم هست، اما مولکول های هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارد. مولکول های یاد شده برای تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرا بنفش به یون های مثبت تبدیل می شوند؛ بنابراین این افزون بر **مولکول ها**، گونه های یابار الکتریکی مثبت نیز در فضاها بین ستاره ای وجود دارد.

تمرین ۱

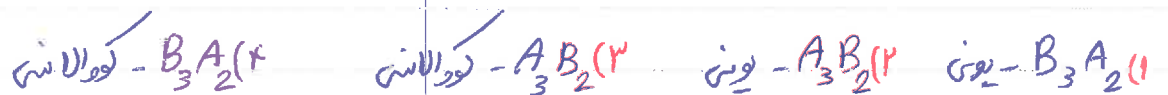
از میان عنصرهای $[C, D, S, Al, Fe]$ که هم در دما و فشار اتاق به صورت مولکول های دو اتمی وجود دارند کدام یک در آرایش الکترون نقطه ای تعداد پیوند کووالانسی بیشتری بوجود می آورند؟

تمرین ۲

تعداد مولکول مثبت جفت الکترون های ناپیوندی به جفت الکترون های پیوندی کدام است؟ $[H_2O, O_2, F_2]$

تمرین ۳

آرایش الکترونی عنصر A به $3p^3$ و آرایش الکترونی عنصر B به $3s^2$ ختم شده است. صورت ترکیب حاصل از این دو اتم چه باشد و این ترکیب ... است.



تست کنید

اگر عنصر A در گروه ۱۵ با عنصری که پیوندی ترین زیر لایه اتم آن $3p^5$ است هم دوره باشد، کدام مطلب زیر در باره آن

درست است؟! (خارج کشور ۹۶ - باقیمانده)

(الف) عدد اتم آن ۳۳ است (ب) بیرونی ترین ذره لایه اتم آن ۷ الکترون دارد

(پ) در ساختار نوکلئوس ترکیب حاصل از آن با هیدروژن یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد

(ت) فرمول ترکیب حاصل از آن با Ca_{20} به صورت Ca_2 α می باشد.

(الف-ب) ۱) بی-ب ۲) بی-ب ۳) بی-ب-ت ۴) الف-پ

تست کنکور
با توجه به جدول تناوبی عنصرهاست، چند مورد از مطالب زیر درست است؟! (خارج کشور ۹۶ - باقیمانده)

(۱) فرمول ترکیب حاصل از E با D به صورت ED_4 است که تمام عنصرهای آن هسته‌های مستقر

(۲) عنصر A با α ، ترکیب مولکولی $A\alpha_2$ و $A\alpha_3$ می تواند ایجاد کند.

(۳) عنصرهای D و A به صورت مولکول های $A_2(g)$ و $D_2(g)$ وجود دارند.

(۴) اتم ح با ایزوتوپ ط از الکترون به آ این الکترون ظرفیت خود را قبل از خود می رسد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

گروه \ دوره	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲			A	D
۳	E		α	
۴	Z			