هم کلاسی

Hamkelasi.ir

به نام آنکه در ما گفتن آموخت

آزمون نامه آموزشی شیمی

میرقائمی

منطبق با برنامهٔ آزمون ۱۹ آذر ماه ۹۵

فصل اول

کیهان زاد گاه الفبای هستی

ویژه پایهٔ دهم

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

مقدمه

از سال های گذشته به یاد داریم که به هر چیزی که فضا اشغال کند و جرم داشته باشد، **ماده** می گوییم و به همین ترتیب، **جزء اصلی سازنده مواد** را که به روش های معمولی نمی توان به مواد ساده تری تبدیل کرد، **عنصر** می نامیم. از **۱۱۸ عنصر شناخته شده** تنها **۹۲ عنصر** در طبیعت یافت می شود. در واقع **۲۶ عنصر** دیگر ساختگی بوده و به طور مصنوعی از طریق واکنش های هسته ای در آزمایشگاه بدست می آیند و **پرتوزا** می باشند.

نکته: تمامی ۲۶ عنصر ساختگی (مصنوعی) **پرتوزا می باشند** اما تمامی عناصر پرتوزا **ساختگی(مصنوعی) نمی باشند**، مانند عنصر **اورانیوم** $(_{92}U)$ که یک **عنصر طبیعی** است اما در عین حال **پرتوزا (رادیواکتیو)** می باشد.

اتم ها کوچکترین ذره هر عنصر به شمار می آیند که معمولا بصورت آزاد یافت نمی شوند و می توانند از جانب آن عنصر در واکنش های شیمیایی شرکت کنند.

نکته: اتم گازهای نجیب می تواند بصورت آزاد وجود داشته باشد چرا که تمامی گازهای نجیب بصورت **تک اتمی و پایدار** می باشند.

ذره های زیراتمی

ذره های زیر اتمی در واقع ذره هایی هستند که در **ساختار یک اتم** وجود دارند. **معروف ترین** ذره های زیر اتمی عبارتند از:

- ✓ **الکترون** (e)**:** ذره هایی بنیادی با **بار الکتریکی منفی**، که در **فضای اطراف هسته** (با توجه به سطح انرژیشان در مدارهای مشخص) بدور هسته در حال گردش هستند.
- ✓ **پروتون** (p)**:** ذره هایی با **بار الکتریکی مثبت** که در **درون هسته** قرار دارند. **جرم پروتون** در حدود **۱۸۳۷** بار **بزرگتر** از **جرم الکترون** می باشد.
- ✓ **نوترون** (N)**:** ذراتی که بار الکتریکی نداشته و **خنثی** هستند و در **درون هسته** (در کنار پروتون ها) قرار دارند. **جرم نوترون** تقریبا با **جرم پروتون برابر** است . به پروتون یا نوترون، **نوکلئون** یا **ذره سازنده هسته** نیز می گویند.

به **مجموع** تعداد **پروتون های** هسته هر اتم **عدد اتمی** می گوییم و آن را با **نماد** (Z) نشان می دهیم. **عدد اتمی** را معمولا در سمت چپ وپایین نماد شیمیایی عنصر می نویسیم.

$$\text{عدد اتمی} \leftarrow {}_{Z}X \longrightarrow \text{نماد شیمیایی عنصر} \quad \Rightarrow \quad {}_{11}Na$$

نکته: در یک **اتم خنثی** همواره **تعداد الکترون ها با پروتون ها برابر** است. بنابراین **عدد اتمی** نشان دهنده تعداد الکترون های یک اتم در حالت **خنثی** نیز می باشد.

به **مجموع** تعداد **پروتون ها و نوترون های** هسته هر اتم **عدد جرمی** می گوییم و آن را با **نماد** (A) نشان می دهیم. **عدد جرمی** را معمولا در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی عنصر می نویسیم.

$$\begin{matrix}\text{عدد جرمی} \leftarrow A \\ \text{عدد اتمی} \leftarrow Z\end{matrix} X \longrightarrow \text{نماد شیمیایی عنصر} \quad \Rightarrow \quad {}^{23}_{11}Na$$

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

با توجه به تعریف **عدد جرمی** (A)، معادله ریاضی آن بر اساس **تعداد پروتون ها** (Z) و **تعداد نوترون ها** (N) به صورت زیر می باشد:

$$A = Z + N$$

بنابراین همواره می توانیم **تعداد نوترون ها** را از معادله زیر بدست آوریم:

$$N = A - Z$$

نکته : اگر **عدد جرمی** (A) و **اختلاف تعداد نوترون ها و پروتون ها** داده شده باشد، **عدد اتمی** (Z) را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$Z = \frac{1}{2}(A - \text{اختلاف تعداد نوترون ها و پروتون ها})$$

نکته : به جز اتم هیدروژن $\left({}_{1}^{1}H\right)$، **همواره** تعداد نوترون ها **بزرگتر یا مساوی** تعداد پروتون ها است و به همین ترتیب در یک اتم خنثی و یا یک یون مثبت **همواره** تعداد نوترون ها **بزرگتر یا مساوی** تعداد الکترون ها می باشد.

نکته مهم : عموما در حل مسائل عددی مربوط به این مبحث، **تعداد نوترون ها** را برای یک اتم خنثی یا یک یون (مثبت یا منفی) **بزرگتر** از **تعداد پروتون ها و الکترون ها** در نظر می گیریم. به بیان دیگر اگر به ما **اختلاف تعداد نوترون ها و پروتون ها** و یا **اختلاف تعداد نوترون ها و الکترون ها** را داده باشند، میبایست به ترتیب از معادله $N-Z$ و $N-e$ (نه $Z-N$ و $e-N$) استفاده کنیم.

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

تعریف یون

به **ذره ای** مرکب از یک اتم یا گروهی از اتم ها که دارای **بار الکتریکی** باشد، **یون** می گوییم. یک یون ممکن است دارای **بار مثبت (به علت از دست دادن یک یا چند الکترون)** یا **بار منفی (به علت گرفتن یک یا چند الکترون)** باشد. اصطلاحا به **یون مثبت، کاتیون** و به **یون منفی، آنیون** می گوییم.

عدد جرمی ← A ، عدد اتمی ← Z ، X نماد شیمیایی عنصر ، $m\pm$ بار یون

$$\Rightarrow {}_{13}^{27}Al^{3+} \rightarrow \begin{cases} e = 10 \\ Z = 13 \\ N = 14 \end{cases}$$

نکته : تفاوت **آنیون (یون منفی)** و **کاتیون (یون مثبت)** با **اتم خنثی** فقط در **تعداد الکترون ها** می باشد و در تعداد پروتون ها و نوترون ها و حتی عدد جرمی **تغییری حاصل نمی شود.**

نکته : اگر مشخصات یونی داده شده و **تعداد الکترون ها** خواسته شود، به تعداد بار الکتریکی منفی به **عدد اتمی اضافه کرده** و به تعداد بار الکتریکی مثبت **از عدد اتمی کم** می کنیم. به عبارت دیگر برای بدست آوردن **تعداد الکترون ها بر حسب تعداد پروتون ها** در **یک یون (مثبت یا منفی)** می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$e = Z - \text{(بار یون با احتساب علامت)}$$

حل یک مثال: نسبت تعداد نوترون های یون $^{112}_{48}Cd^{2+}$ به اختلاف تعداد نوترون ها و الکترون های یون $^{56}_{26}Fe^{2+}$ کدام است؟

(آزمون ۲۲ آبان ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱) $\frac{25}{14}$ ۲) $\frac{56}{3}$ ۳) $\frac{32}{3}$ ۴) $\frac{56}{22}$

پاسخ:

$$^{112}_{48}Cd^{2+} \rightarrow \begin{cases} e = Z - m = 46 \\ Z = 48 \\ N = A - Z = 64 \end{cases} \longrightarrow \boxed{N = 64}$$

$$^{56}_{26}Fe^{2+} \rightarrow \begin{cases} e = Z - m = 24 \\ Z = 26 \\ N = A - Z = 30 \end{cases} \longrightarrow N - e = 30 - 24 = 6 \rightarrow \boxed{N - e = 6}$$

$$\longrightarrow \boxed{\frac{N}{N-e} = \frac{64}{6} = \frac{32}{3}}$$

حل یک مثال: تعداد تمام ذرات موجود در هسته اتم M، دو برابر تعداد کل ذرات باردار اتم خنثی $^{40}_{20}B$ است. عدد جرمی عنصر M کدام است؟ (آزمون ۲۲ آبان ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸۴ ۴) ۱۲۴

پاسخ:

$$M \text{ تمام ذرات موجود در هسته اتم } = N + Z = A$$

$$^{40}_{20}B \rightarrow \begin{cases} e = 20 \\ Z = 20 \\ N = 20 \end{cases} \rightarrow \text{تعداد ذرات باردار } = e + Z = 40$$

$$\longrightarrow \boxed{A = 2 \times 40 = 80}$$

حل یک مثال: اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در اتم عنصر ^{75}A برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A کدام است؟

(کنکور خارج از کشور ریاضی ۸۷ - با کمی تغییر)

۱) ۳۱ ۲) ۳۲ ۳) ۳۳ ۴) ۳۴

پاسخ:

$$^{75}_{Z}A \rightarrow \begin{cases} A = 75 \Rightarrow N + Z = 75 \\ N - e = 9 \Rightarrow N - Z = 9 \\ Z = e \end{cases} \rightarrow 2N = 84 \rightarrow \boxed{N = 42}$$

$$N + Z = 75 \rightarrow Z = 75 - 42 = 33 \longrightarrow \boxed{Z = 33}$$

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

حل یک مثال : اگر تعداد الکترون ها و نیز تعداد نوترون ها در یون های فرضی $^{75}X^{3-}$ و Y^{2+} باهم برابر باشند، عدد جرمی عنصر Y کدام است؟ (آزمون ۶ آذر ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۸۰ ۲) ۷۰ ۳) ۷۸ ۴) ۷۲

پاسخ: با توجه به اطلاعات مسئله خواهیم داشت:

$$^{75}X^{3-},Y^{2+} \rightarrow \begin{cases} N_Y = N_X \\ e_Y = e_X \\ A_X = N_X + Z_X = 75 \end{cases}$$

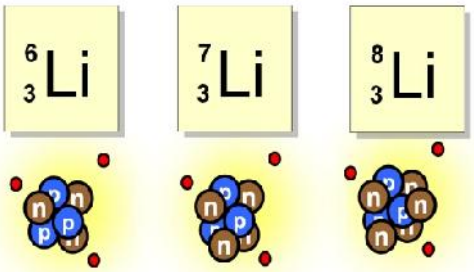
بنابراین با توجه به رابطه (بار یون با احتساب علامت) $e = Z -$ ، خواهیم داشت:

$$e_Y = e_X \longrightarrow Z_X - (-3) = Z_Y - (+2)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\left.\begin{matrix} Z_X = Z_Y - 5 \\ N_X = N_Y \end{matrix}\right\} \rightarrow N_X + Z_X = N_Y + Z_Y - 5 \Rightarrow \quad N_Y + Z_Y = \boxed{A_Y = 80}$$

مفهوم ایزوتوپ و رادیو ایزوتوپ



در یک تعریف کلی، **اتم های یک عنصر** که دارای **عدد اتمی یکسان** اما **عدد جرمی متفاوت** باشند را **ایزوتوپ های آن عنصر** می نامیم. **ایزوتوپ ها** از لحاظ تعداد نوترون های موجود در هسته با یکدیگر **تفاوت دارند**. (تصویر ایزوتوپ های عنصر لیتیم)

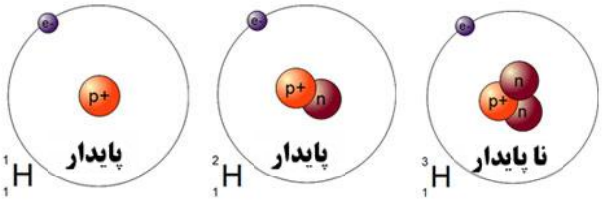
نکته : **خواص شیمیایی** یک عنصر را به تعداد **الکترون ها یا پروتون های آن عنصر (عدد اتمی Z)** نسبت می دهیم، در صورتی که **خواص فیزیکی** یک عنصر به **تعداد نوترون های** آن عنصر مربوط می شود. بنابراین ایزوتوپ های یک عنصر در **برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم** مانند: **چگالی، نقطه ذوب و نقطه جوش** با یکدیگر متفاوتند در صورتی که در خواص فیزیکی مانند **رنگ** و **بو** که به جرم جسم وابسته نیستند، کاملا **یکسان** می باشند.

نکته : **اغلب** هسته هایی که **نسبت شمار نوترون ها به پروتون های** آنها **برابر یا بیش از ۱/۵** باشد، **ناپایدارند**. هستهٔ ایزوتوپ های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می شود. بنابراین این ایزوتوپ ها **پرتوزا (رادیواکتیو)** هستند که به آن ها **رادیو ایزوتوپ** می گوییم.

نکته : **درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت** در واقع میزانی از یک ایزوتوپ را که در طبیعت وجود دارد، گزارش می دهد. به بیان دیگر هر چه **درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر** باشد **مقدار موجود از آن ایزوتوپ در طبیعت** نیز **بیشتر** خواهد بود.

نکته : **درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت** با **پایداری** آن ایزوتوپ نسبت **مستقیم** دارد. بنابراین هرچه **درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر** باشد، **پایداری (نیمه عمر) آن ایزوتوپ** نیز **بیشتر** خواهد بود.

نکته : **ایزوتوپ های طبیعی عنصر هیدروژن:**



حل یک مثال : با در نظر گرفتن سه ایزوتوپ اکسیژن ^{18}O ، ^{17}O ، ^{16}O و دو ایزوتوپ کلر ^{37}Cl ، ^{35}Cl ، چند مولکول Cl_2O می توان یافت؟

(آزمون ۹ بهمن ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۵ ۴) ۷

پاسخ: با توجه به تعداد اتم های کلر و اکسیژن موجود در فرمول Cl_2O و بررسی حالت های مختلف، در کل ۹ مولکول برای Cl_2O می توان در نظر گرفت:

$Cl_2O \longrightarrow$ (Cl ، Cl) ، (O)

$^{35}Cl\ ^{35}Cl$ / $^{37}Cl\ ^{37}Cl$ / $^{35}Cl\ ^{37}Cl$ ، ^{16}O / ^{17}O / ^{18}O

۹ حالت = ۳ حالت × ۳ حالت

بنابراین ۹ مولکول برای Cl_2O می توان در نظر گرفت که به صورت زیر می باشند:

$^{35}Cl_2\ ^{16}O$ $^{37}Cl_2\ ^{16}O$ $^{35}Cl\ ^{37}Cl\ ^{16}O$

$^{35}Cl_2\ ^{17}O$ $^{37}Cl_2\ ^{17}O$ $^{35}Cl\ ^{37}Cl\ ^{17}O$

$^{35}Cl_2\ ^{18}O$ $^{37}Cl_2\ ^{18}O$ $^{35}Cl\ ^{37}Cl\ ^{18}O$

حل یک مثال : اگر تفاوت تعداد نوترون ها و الکترون های یون تک اتمی $^{82}X^{4+}_{(g)}$ برابر ۱۶ باشد، حداقل چند نوترون باید به هسته آن افزود تا ناپایدار شود؟ (آزمون ۲۲ آبان ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

پاسخ: با توجه به اطلاعات مسئله خواهیم داشت:

$$^{82}X^{4+} \rightarrow \begin{cases} A = N + Z = 82 \\ N - e = 16 \\ e = Z - m = Z - 4 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N + Z = 82 \\ N - Z = 12 \end{cases} \rightarrow \boxed{N = 47} \rightarrow \boxed{Z = 35}$$

بنابراین با توجه به این نکته که هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند، خواهیم داشت:

$$N \geq 1.5\ Z \longrightarrow 1.5 \times 35 = 52.5 \longrightarrow \boxed{N' = 53} \longrightarrow \boxed{N' - N = 6}$$

بنابراین حداقل باید ۶ نوترون به هسته این عنصر افزود تا ناپایدار شود.

انواع رادیوایزوتوپ ها و کاربرد آن ها

۱. **رادیوایزوتوپ کربن** با نماد شیمیایی $^{14}_{6}C$ ⟵ **کاربرد :** استفاده از آن برای **تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه ها**
۲. **رادیوایزوتوپ تکنسیم** با نماد شیمیایی $^{99}_{43}Tc$ ⟵ **کاربرد :** استفاده از آن برای **تصویر برداری پزشکی (تصویربرداری غده تیروئید)**
۳. **رادیوایزوتوپ اورانیوم** با نماد شیمیایی $^{235}_{92}U$ ⟵ **کاربرد :** استفاده از آن برای **تامین سوخت در راکتورهای اتمی**
۴. **رادیوایزوتوپ آهن** با نماد شیمیایی $^{59}_{26}Fe$ ⟵ **کاربرد :** استفاده از آن برای **تصویر برداری از دستگاه گردش خون**

آزمون نامه آموزشی میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

جرم اتمی عنصرها

همانطور که می دانید، برای **اندازه گیری مقدار جرم** اجسام و مواد مختلف از **واحد های مختلفی** استفاده می شود که این واحد ها بر حسب **اندازه و نوع آن مواد** انتخاب می گردند. بنابراین با توجه به واحد انتخابی برای اندازه گیری جرم یک جسم، **ترازوهای مختلفی** با **دقت اندازه گیری های گوناگون** ساخته شده است. به عنوان مثال یک **طلا فروش** برای خرید و فروش طلا از **واحد جرم** (گرم، مثقال و کیلوگرم) و ترازوی مورد نیاز خود با دقت اندازه گیری مناسب استفاده می کند در صورتی که یک **آهن فروش** برای خرید و فروش آهن از **واحد جرم** (تُن) و ترازوی مورد نیاز خود با دقت اندازه گیری مناسب استفاده می کند.

بنابراین برای **اندازه گیری جرم اتم ها** که بسیار کوچک هم هستند، باید به دنبال **واحد و مقیاس سنجش جرم نسبی** تازه ای بود که می توان آن را به صورت زیر تعریف کرد:

$\frac{۱}{۱۲}$ **جرم اتم کربن-۱۲** $\left(^{12}C\right)$ را **یک واحد کربنی** یا **یکای جرم اتمی**[1] (amu) تعریف می کنیم.

به عبارت دیگر، اگر جرم **پایدارترین ایزوتوپ کربن** را که همان **کربن-۱۲** $\left(^{12}C\right)$ است، به ۱۲ بخش مساوی تقسیم کنیم، می توانیم جرم هر بخش را به عنوان **یک واحد جرمی** در نظر بگیریم که به آن amu ۱ گفته می شود. بر اساس این تعریف می توان **جرم یک پروتون و نوترون** را تقریبا معادل با amu ۱ و **جرم یک الکترون** را در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu در نظر گرفت.

نکته: **یکای جرم اتمی** (amu) در واقع یک مقیاس جرمی **نسبی** است نه **مطلق**!

نکته: با توجه به این که یک **پروتون ۱۸۳۷ بار سنگین تر از یک الکترون** است، بنابراین **جرم یک الکترون** را می توان بصورت دقیق تر در حدود $\frac{۱}{۱۸۳۷}$ amu در نظر گرفت.

با توجه به مطالب گفته شده جدول زیر برخی از ویژگی های ذرات زیر اتمی را به همراه نماد آن ها نشان می دهد:

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	$^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

در قسمت نمادها، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب **جرم نسبی بر حسب** amu و **بار نسبی ذره** را مشخص می کند. **(عددها و نمادها را حتما به خاطر بسپارید)**

به عنوان مثال **جرم یک اتم لیتیم** با نماد شیمیایی $^{7}_{3}Li$ که عدد جرمی آن برابر ۷ است را می توان **تقریبا** معادل ۷amu در نظر گرفت.

نکته: با توجه به جدول می توان به این نکته پی برد که **جرم یک نوترون** از **جرم یک پروتون بیشتر** است، بنابراین **سنگین ترین ذره زیر اتمی نوترون** می باشد. به بیان دیگر **جرم یک نوترون ۱/۰۰۱۴ برابر جرم یک پروتون** است.

نکته: **جرم یک اتم هیدروژن** $^{1}_{1}H$ **در یک ترازوی کربنی، معادل** amu ۱/۰۰۸ می باشد.

[1] Atomic Mass Unit (amu)

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

جرم اتمی میانگین

با توجه به این موضوع که برای **اتم عنصرهای مختلف** ممکن است **دو یا چند ایزوتوپ** وجود داشته باشد و از قسمت قبل هم به یاد داریم که **تفاوت ایزوتوپ های یک عنصر** در **عدد جرمی** و یا به عبارت دیگر در **جرم اتمی آن ها** است، بنابراین برای بیان جرم عنصرهایی که دارای ایزوتوپ می باشند از **جرم اتمی میانگین** استفاده می کنیم که به صورت زیر تعریف می شود:

به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ های یک عنصر با توجه به درصد فراوانی آن ها در طبیعت، جرم اتمی میانگین گفته می شود.

رابطه زیر برای **محاسبه جرم اتمی میانگین** $(\overline{M})$ تعریف می شود:

$$\overline{M}=\frac{(m_1\times f_1)+(m_2\times f_2)+\dots}{(f_1+f_2+\dots)}$$

که در آن m_1, m_2 **جرم اتمی ایزوتوپ ها** و f_1, f_2 **درصد فراوانی ایزوتوپ ها** و یا **تعداد هر کدام از ایزوتوپ ها** در یک مجموعه کلی از آن هاست.

نکته: مجموع درصد های فراوانی مربوط به ایزوتوپ های یک عنصر $(f_1+f_2+\dots)$**، همواره برابر با ۱۰۰ در نظر گرفته می شود.**

حل یک مثال: مس دارای دو ایزوتوپ $^{63}_{29}Cu$ **و** $^{65}_{29}Cu$ **است. اگر جرم اتمی میانگین مس برابر** $63/5$ amu **باشد، کدام گزینه می تواند نمایش بخشی از یک نمونه طبیعی عنصر مس با این مشخصات باشد؟ (گلوله های سفید نشان دهنده** $^{63}_{29}Cu$ **و گلوله های سیاه نشان دهنده** $^{65}_{29}Cu$ **است.)** (آزمون غیر حضوری ۸ آبان ۹۴ - کانون فرهنگی آموزش)

۱)
۲)
۳)
۴)

پاسخ: در این مسئله مقدار m_1, f_1 را جرم اتمی و درصد فراوانی $^{63}_{29}Cu$ و مقدار m_2, f_2 را جرم اتمی و درصد فراوانی $^{65}_{29}Cu$ در نظر می گیریم. بنابراین با توجه به این که مجموع درصد های فراوانی همواره برابر ۱۰۰ است بنابراین خواهیم داشت:

$$f_1+f_2=100\longrightarrow f_2=100-f_1$$

$$\overline{M}=\frac{(m_1\times f_1)+(m_2\times f_2)}{(f_1+f_2)}\Rightarrow 63.5=\frac{(63\times f_1)+\left[65\times\overbrace{(100-f_1)}^{f_2}\right]}{100}\Rightarrow \boxed{f_1=75\%}$$

$$f_2=100-f_1\Rightarrow \boxed{f_2=25\%}$$

بنابراین با توجه به گزینه ها، در یک **نمونه ۲۰ تایی** از عنصر مس، تنها **۲۵ درصد آن از نوع ایزوتوپ** $^{65}_{29}Cu$ **(۵ گلوله سیاه)** می باشد که فقط گزینه ۴ جواب صحیح مسئله می باشد.

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

شمارش عنصرها از روی جرم – کسرهای تبدیل

همانطور که می دانید اتم ها به طور باور نکردنی کوچک هستند به طوری که نمی توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک تک آنها، تعداد دقیق آن ها را به دست آورد. با وجود این می توان از روی جرم مواد تعداد ذره های تشکیل آن را شمارش کرد. برای درک دقیق تر این موضوع لازم است چند مفهوم کلی را باهم بررسی کنیم:

- ✓ **عدد آووگادرو** (N_A): عدد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ را «عدد آووگادرو» می‌نامند.
- ✓ **مول** (mole **یا** mol): به تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از هر ذره (اتم، مولکول و یا یون)، **یک مول** از آن ذره می گویند.

نکته: **مول** در واقع یک **واحد شمارش** است. البته گاهی گفته می‌شود که «مول» واحد یا یکای کمیتی به نام «مقدار ماده» است.

- ✓ **جرم مولی (وزن مولی)**: برابر است با **جرم یک مول از هر ذره** (اتم، مولکول و یا یون)، ترجیحاً برای جرم مولی به جای واحد (g) از واحد $\left(\frac{g}{mol}\right)$ استفاده می‌کنیم. جرم مولی همه عناصر اندازه گیری و در جدول تناوبی گزارش شده است. به عنوان مثال:

(O) جرم مولی اکسیژن = ۱۶ $\frac{g}{mol}$

(C) جرم مولی کربن = ۱۲ $\frac{g}{mol}$

(H) جرم مولی هیدروژن = ۱ $\frac{g}{mol}$

نکته: **جرم مولی** یک **مولکول یا یون چند اتمی** نیز **برابر با مجموع جرم‌های مولی اتم‌های تشکیل دهنده آن** است، به عنوان مثال:

$$\left.\begin{array}{l}\text{جرم مولی } C = 12\ \frac{g}{mol} \\ \text{جرم مولی } O = 16\ \frac{g}{mol}\end{array}\right\} \longrightarrow \text{جرم مولی } CO_2 = 1\times(C) + 2\times(O) = 1\times(12\ \tfrac{g}{mol}) + 2\times(16\ \tfrac{g}{mol}) = 44\ \frac{g}{mol}$$

نکته: با توجه به مطالب اخیر می توان به این نکته پی برد که **جرم اتمی عناصر** و **جرمی مولی** آن ها **از لحاظ عددی با هم برابر** می باشند در صورتی که **از لحاظ واحد با یکدیگر متفاوتند**. عنوان مثال **جرم اتمی عنصر کربن** $^{12}_{6}C$ **برابر با** ۱۲ amu می باشد در صورتی که **جرم مولی آن برابر** $\frac{g}{mol}$ **۱۲** است.

نکته: هر amu ۱ **برابر** با $\frac{۱}{۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}}$ یا $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}$ **گرم** می باشد.

- ✓ **عامل (کسر) تبدیل:** به طور کلی کسر های تبدیل به سه دسته کلی تقسیم می شوند که در اینجا به معرفی دو دسته از آن ها می پردازیم:

(۱) کسرهایی که **صورت و مخرج** آنها دقیقاً یک موضوع با بیان‌های مختلف است، مثال: $\frac{1\text{mol } C}{12\text{g } C}$ یا $\frac{2\text{ g } H_2}{1\text{mol } H_2}$ یا $\frac{6.022\times10^{23}\ \#O_2}{1\text{mol } O_2}$ و یا ....

نکته: این کسرها برای **تبدیل واحد** به کار می‌روند و **واحد مخرج را به واحد صورت** تبدیل می‌کنند. از این رو این نوع کسرها را «**کسر تبدیل واحد**» می‌نامیم.

نکته: **تبدیل واحدهای فیزیکی** نظیر $\frac{1000\text{ g}}{1\text{ Kg}}$ و $\frac{1\text{ g}}{1000\text{ mg}}$ و .... نیز در واقع زیر مجموعه ای از این نوع کسرها می باشند.

(۲) کسرهایی که صورت یا مخرج آنها شامل دیگری است، مثال: $\frac{7\text{ atom}}{1\ H_2SO_4}$ یا $\frac{10\ e^-}{1\ {}_{11}Na^+}$ و .....

آزمون نامه آموزشی میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

با توجه به مطالب و نکات گفته شده، برای محاسبه تعداد ذرات تشکیل دهنده مواد مختلف می توان از **کسرهای تبدیل** مناسب استفاده کرد. در واقع **محاسبات مربوطه** شامل نوشتن کسرهایی از انواع فوق به دنبال یکدیگر است. این کسرها می توانند **به هر تعداد و از هر نوعی** باشند و همگی در هم **ضرب** خواهند شد. در **نوشتن کسرها** می بایست به چند مورد توجه کنیم:

i. صورت و مخرج همه کسرها می بایست دارای **یک عدد، یک واحد و یک نماد شیمیایی مربوط به ذره** مورد نظر (اتم، مولکول و...) باشد.

ii. کسرها را **از سمت مخرج به سمت صورت** می‌نویسیم.

$$\frac{1000}{1}\ \frac{g\ C}{Kg\ C} \times \frac{1}{12}\ \frac{mol\ C}{g\ C} \times \frac{6.022\times10^{23}}{1}\ \frac{atom\ C}{mol\ C}$$

iii. **واحد و نماد شیمیایی** مخرج هر کسر **لزوماً** باید **مشابه واحد و نماد شیمیایی** صورت کسر قبل باشد.

$$\frac{\boxed{mol\ C}}{} \times \frac{}{\boxed{mol\ C}}$$

iv. نوشتن کسرها را در هر زمان دلخواه می‌توان قطع کرد. در این صورت، عددی با **واحد و نماد شیمیایی** صورت کسر آخر به دست خواهد آمد.

$$.... \times \frac{\boxed{g\ C}}{} = ... \quad \boxed{g\ C}$$

آزمون نامه آموزشی شیمی

حل یک مثال: ۳۶ گرم گرافیت خالص ($^{12}_{6}C$)، شامل چند مول اتم کربن است؟ $\left(^{12}_{6}C = 12\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:

$$36\ \ g\ C \times \frac{1\ \ mol\ C}{12\ \ g\ C} = \boxed{3\ \ mol\ C}$$

میرقائمی

حل یک مثال: ۳۶ کیلوگرم گرافیت خالص ($^{12}_{6}C$)، شامل چند مول اتم کربن است ؟ $\left(^{12}_{6}C = 12\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:

$$36\ \ Kg\ C \times \frac{1000\ \ g\ C}{1\ \ Kg\ C} \times \frac{1\ \ mol\ C}{12\ \ g\ C} = \boxed{3000\ \ mol\ C}$$

حل یک مثال: ۳۶ کیلوگرم گرافیت خالص ($^{12}_{6}C$) شامل چه تعداد اتم کربن است؟ $\left(^{12}_{6}C = 12\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:

$$36\ \ Kg\ C \times \frac{1000\ \ g\ C}{1\ \ Kg\ C} \times \frac{1\ \ mol\ C}{12\ \ g\ C} \times \frac{6.022\times10^{23}\ \ atom\ C}{1\ \ mol\ C} = \boxed{1.802\times10^{27}\ \ atom\ C}$$

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

حل یک مثال : **جرم نمونه ای شامل ۱۰ اتم اکسیژن** ($^{16}_{8}O$) **چند میلی گرم جرم دارد؟** $\left(^{16}_{8}O = 16\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:

$$10\ \text{atom O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{6.022\times10^{23}\ \text{atom O}} \times \frac{16\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} \times \frac{1000\ \text{mg O}}{1\ \text{g O}} = \boxed{2.657\times10^{19}\ \text{mg O}}$$

حل یک مثال : **۲۲ گرم کربن دی اکسید** (CO_2) **شامل چه تعداد اتم اکسیژن**(O) **است؟** $\left(O = 16\ {}^{g}/_{mol}, C = 12\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده ابتدا جرم مولی CO_2 را بدست می آوریم و در نهایت خواهیم داشت:

$$CO_2 = 1\times(C) + 2\times(O) = 1\times(12\ {}^{g}/_{mol}) + 2\times(16\ {}^{g}/_{mol}) = 44\ {}^{g}/_{mol}$$

$$22\ \text{g } CO_2 \times \frac{1\ \text{mol } CO_2}{44\ \text{g } CO_2} \times \frac{6.022\times10^{23}\ \#\ CO_2}{1\ \text{mol } CO_2} \times \frac{2\ \text{atom O}}{1\ \#\ CO_2} = \boxed{6.022\times10^{23}\ \text{atom O}}$$

حل یک مثال : **۳/۰۲۲×۱۰^{۲۲} اتم فسفر**(P) **در چند گرم** (P_4O_{10}) **به شکل ترکیب وجود دارد؟** $\left(O = 16\ {}^{g}/_{mol}, P = 31\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده ابتدا جرم مولی P_4O_{10} را بدست می آوریم و در نهایت خواهیم داشت:

$$P_4O_{10} = 4\times(P) + 10\times(O) = 4\times(31\ {}^{g}/_{mol}) + 10\times(16\ {}^{g}/_{mol}) = 284\ {}^{g}/_{mol}$$

$$3.011\times10^{22}\ \text{atom P} \times \frac{1\ \text{Molecule } P_4O_{10}}{4\ \text{atom P}} \times \frac{1\ \text{mol } P_4O_{10}}{6.022\times10^{23}\ \text{Molecule } P_4O_{10}} \times \frac{284\ \text{g } P_4O_{10}}{1\ \text{mol } P_4O_{10}}$$

$$= \boxed{3.55\ \text{g } P_4O_{10}}$$

حل یک مثال : **۳۵۵ گرم یون کلر** ($_{17}Cl^-$) **شامل چه تعداد الکترون** (e^-) **است؟** $\left(Cl = 35.5\ {}^{g}/_{mol}\right)$

پاسخ: با توجه به اطلاعات داده شده می دانیم که هر اتم کلر $_{17}Cl$ شامل ۱۷ الکترون می باشد، بنابراین یون کلر $_{17}Cl^-$، ۱۸ الکترون دارد. همچنین یون کلر با اتم کلر تنها در یک الکترون متفاوت است بنابراین جرم مولی یون کلر $_{17}Cl^-$ برابر به با همان ۳۵/۵ ${}^{g}/_{mol}$ می باشد.

با توجه به توضیحات بالا اگر بتوانیم تعداد یون های کلر را در ۳۵۵ گرم از آن بدست آوریم، می توانیم تعداد کل الکترون ها را نیز محاسبه کنیم بدین صورت که:

$$355\ \text{g } Cl^- \times \frac{1\ \text{mol } Cl^-}{35.5\ \text{g } Cl^-} \times \frac{6.022\times10^{23}\ \#\ Cl^-}{1\ \text{mol } Cl^-} \times \frac{18\ \#\ e^-}{1\ \#\ Cl^-} = \boxed{1.084\times10^{26}\ \#\ e^-}$$

نکته : با توجه به مطالب اخیر می توان به این نکته پی برد که **رابط بین تمام واحد ها**، همان **واحد مول** می باشد. به این ترتیب که برای تبدیل یک واحد به واحد دیگر ابتدا باید آن را به واحد مول تبدیل کرده و سپس از واحد مول به واحد مورد نظر، کسر تبدیل مناسب نوشته شود.

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

طبقه بندی عنصرها

اگر عنصرها را به ترتیب **افزایش عدد اتمی** از $Z=1$ تا $Z=118$ در **۷ ردیف و ۱۸ ستون** مرتب کنیم، **جدول دوره ای** (**تناوبی**) امروزی بدست می آید. با پیمایش هر ردیف از چپ به راست، **خواص عنصر ها به طور مشابه تکرار می شود**؛ از این رو چنین جدولی را **جدول دوره ای** (**تناوبی**) **عنصر ها** نامید ه اند.

هر ردیف افقی جدول، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، **دوره** نام دارد و هر ستون، شامل عنصر ها با **خواص شیمیایی مشابه** است و **گروه** نامیده می شود. شکل زیر نمایی کلی از جدول تناوبی امروزی است:

	1												13	14	15	16	17	18
تناوب ۱	1 H Hydrogen 1.01																	2 He Helium 4.00
تناوب ۲	3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01											5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18
تناوب ۳	11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95
تناوب ۴	19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 51.99	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.97	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 84.80
تناوب ۵	37 Rb Rubidium 84.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molibdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.91	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.25
تناوب ۶	55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.09	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [208.98]	85 At Astatine 209.99	86 Rn Radon 222.02
تناوب ۷	87 Fr Francium 223.02	88 Ra Radium 226.03	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [298]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown

لانتانیدها	57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.91	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.06	71 Lu Lutetium 174.97
اکتینیدها	89 Ac Actinium 227.03	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium 237.05	94 Pu Plutonium 244.06	95 Am Americium 243.06	96 Cm Curium 247.07	97 Bk Berkelium 247.07	98 Cf Californium 251.08	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.10	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.10	103 Lr Lawrencium [262]

نکته : برای **تعیین تناوب و گروه** یک عنصر لازم است **گازهای نجیب به همراه عدد اتمی** هر کدام از آن ها را به ترتیب از بالا به پایین به خاطر بسپاریم. بدین ترتیب که برای **تعیین گروه** هر عنصر کافی است عدد اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن را از عدد اتمی آن عنصر کم کنیم تا شماره گروه آن عنصر بدست آید. همچنین برای **تعیین تناوب** هر عنصر می بایست یک واحد به تناوب گاز نجیب قبل از آن عنصر اضافه کنیم. به عنوان مثال عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ را در نظر بگیرید. با توجه به عدد اتمی نقره، گاز نجیب قبل از آن کریپتون $_{36}Kr$ با عدد اتمی ۳۶ می باشد، بنابراین شماره گروه نقره $_{47}Ag$ برابر ۱۱ = ۳۶ – ۴۷ می باشد. همچنین کریپتون در تناوب ۴ قرار دارد بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ در تناوب ۵ میبایست قرار داشته باشد. بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ در **تناوب ۵ و گروه ۱۱** قرار دارد.

نکته : برای تناوب های ۲ و ۳ ، گروه ۳ تا ۱۲ را در نظر نمی گیریم و همانطور که در جدول تناوبی هم مشاهده می کنید، در این دو تناوب بعد از گروه ۲، بلافاصله گروه ۱۳ را خواهیم داشت.

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: عنصرهای ۵۷ تا ۷۱ با نام **لانتانیدها** و ۸۹ تا ۱۰۳ با نام **اکتینیدها** در **گروه ۳** و به ترتیب در **تناوب های ۶ و ۷** قرار دارند. در واقع این دو دسته هرکدام شامل ۱۵ عنصر می باشند که در یک خانه قرار می گیرند.

نکته: با توجه به نکته قبل، برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۵۴ می باشد می بایست این نکته را در نظر داشته باشیم که اگر عدد اتمی آن ها در محدوده ۵۷ تا ۷۱ و یا ۸۹ تا ۱۰۳ قرار داشت، این عناصر مربوط به گروه ۳ جدول تناوبی می باشند.

نکته: برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۷۱ از تناوب ۶ و بیشتر از ۱۰۳ از تناوب ۷ باشد می بایست علاوه برکم کردن عدد اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن از عدد اتمی آن عنصر، ۱۴ واحد دیگر نیز کم کنیم تا شماره گروه صحیح بدست آید. به عنوان مثال عنصر تالیم $_{81}Tl$ با عدد اتمی ۸۱، در گروه ۱۳ = ۱۴ - ۵۴ - ۸۱ قرار دارد.

نکته: **طولانی ترین گروه**، گروه ۳ می باشد با تعداد ۳۲ عنصر و **طولانی ترین تناوب**، تناوب های ۶ و ۷ می باشند با ۳۲ عنصر.

نکته: **عنصرهای مربوط به یک گروه** از لحاظ **خواص شیمیایی** مشابه یکدیگرند به عنوان مثال اگر عنصر فرضی X با اتم اکسیژن ترکیبی با فرمول X_2O_3 بسازد، تمامی عنصرهای هم گروه با عنصر X نیز می تواند ترکیبی با همین فرمول با اتم اکسیژن بسازند.

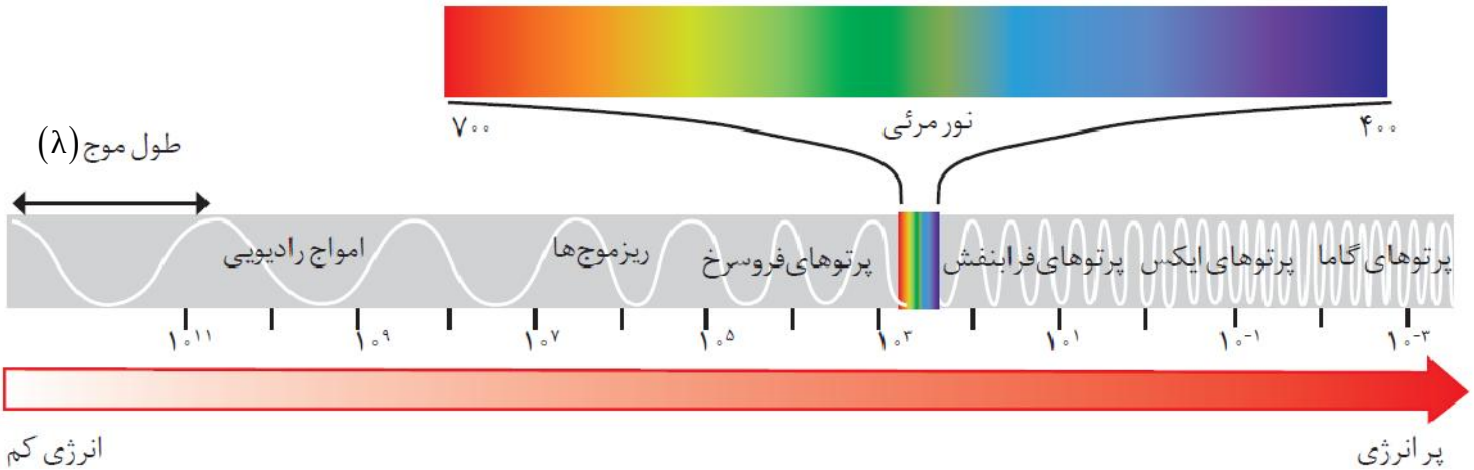
نور و نشر آن

همانطور که می دانید، دانشمندان همواره از **نور** به عنوان ابزاری قدرتمند برای بدست آوردن اطلاعات ارزشمندی درباره **ویژگی های اجرام آسمانی، دمای آن ها** و **اجزای سازنده آن ها** استفاده می کنند. آن ها با دستگاهی به نام **طیف سنج** می توانند از پرتو های گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آنها به دست آورند. به همین دلیل شناخت نور و ویژگی های مربوط به آن می تواند در شناخت و کشف بسیاری از پدیده ها به ما کمک کند.

نور سفید خورشید که شامل طیف وسیعی از **پرتوهای(امواج) الکترومغناطیس** می باشد به هنگام عبور از یک منشور شیشه ای به اجزای(پرتوهای) سازنده اش تجزیه می شود که فقط گستره ای از این پرتوها را می توان با چشم مشاهده کرد. به عبارت دیگر به این گستره، **گستره مرئی** گفته می شود.

نکته: **گستره مرئی** نور به ترتیب رنگ های **سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش** را در برمی گیرد.

هرکدام از **پرتوها(امواج) الکترومغناطیس** تشکیل دهنده **نور سفید خورشید** دارای **انرژی مشخصی** می باشند که بر اساس **طول موج** مربوط به آن، می توان **مقدار این انرژی** را تعیین کرد. با توجه به شکل زیر (شکل ۱) به فاصله یک قُله تا قُله دیگر در امواج الکترومغناطیس، **طول موج** گفته می شود که با **نماد** λ **(لاندا)** و **بر حسب نانومتر** مشخص شده است.



نکته: **طول موج** (λ) با **انرژی موج** (E) **نسبت عکس** دارد. به عبارت دیگر هرچه **طول موج مربوط به یک پرتو بیشتر** باشد، **انرژی آن کمتر** است.

نکته: **تمامی پرتوها بر حسب محدوده طول موج وانرژی آن ها (به ترتیب) می بایست حفظ شود.**

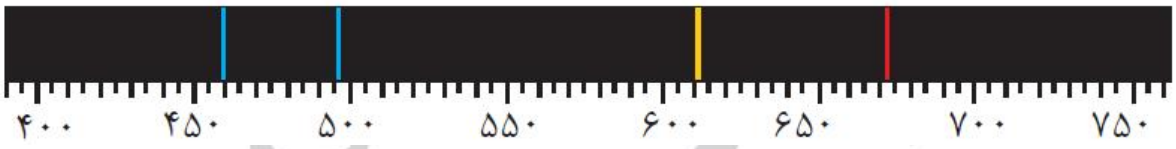
نکته: با توجه به طیف مرئی و رنگ های مربوط به آن می توان به این نکته پی برد که **نوربنفش وآبی** نسبت به **نور زرد و قرمز** از **انرژی بیشتری** برخوردار می باشند، بنابراین **دمای سطح** اجسامی که دارای رنگ آبی یا بنفش می باشند نسبت به **دمای سطح** اجسامی که رنگ قرمز یا زرد از خود نشر می دهند **بیشتر** خواهد بود.

طیف نشری خطی

شیمی دان ها به **فرایندی** که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی از خود، پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می دارد، **نشر** می گویند. تجربه نشان می دهد که **بسیاری از نمک ها** شعلهٔ رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول یک نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می کند. به عنوان مثال **رنگ شعله فلزهای مس، سدیم و لیتیم** و **همین طور نمک های آن ها** به ترتیب **سبز، زرد و سرخ** می باشد.

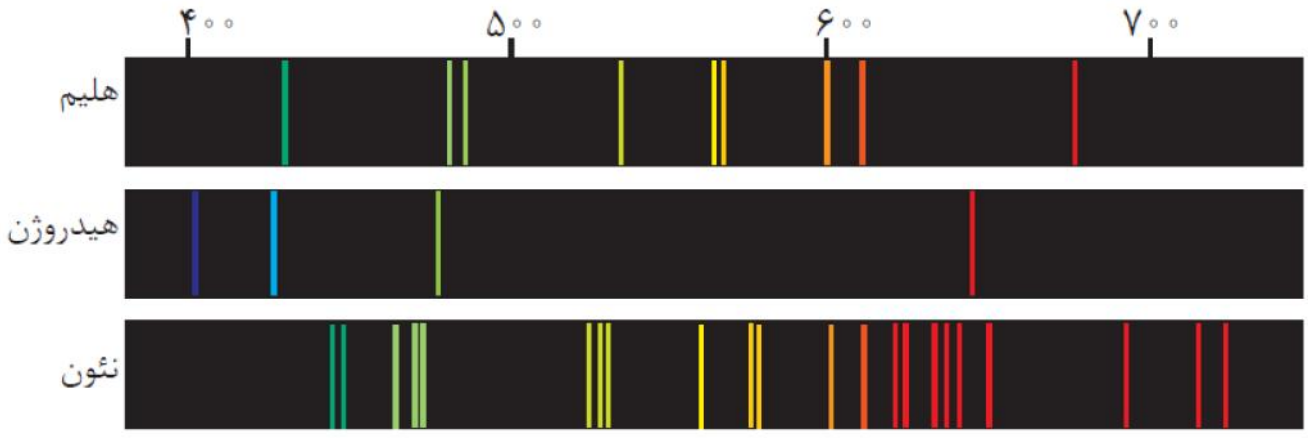
نکته: با توجه به **رنگ شعله یک ترکیب شیمیایی** ناشناخته می توان پی به وجود **عناصر فلزی** در فرمول آن ترکیب شیمیایی برد به عنوان مثال **رنگ سرخ** ایجاد شده در یک شعله می تواند، **نشان دهندهٔ وجود عنصر لیتیم** در آن باشد.

اگر **نور نشر شده** از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل ۲ به دست می آید که به آن **طیف نشری خطی** لیتیم می گویند. به عبارت دیگر اگر **نور نشر شده مربوط به هر عنصری** را از یک منشور عبور دهیم، به اجزای سازنده اش تجزیه می شود و یک طیف نشری خطی **مشخص و منحصر به فرد** را مطابق الگوی زیر بوجود می آورد. بنابراین با استفاده از طیف نشری خطی مربوط به یک ترکیب ناشناخته و مقایسه آن با طیف نشری خطی عنصرهای مختلف ، می توان پی به وجود عناصر تشکیل دهنده آن ترکیب برد.



طیف نشری خطی لیتیم

از آنجا که **طیف نشری خطی لیتیم** در **گسترهٔ مرئی**، تنها شامل **چهار خط یا طول موج رنگی** است به آن **طیف خطی** می گویند. همچنین طیف نشری خطی بعضی از عنصرهای دیگر در شکل زیر نشان داده شده است که هرکدام در **گسترهٔ مرئی**، شامل **نوار های رنگی** با **طول موج های مشخص** می باشند.



نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: **طیف نشری خطی هیدروژن** شامل **چهار خط** به ترتیب با رنگ های **قرمز، سبز، آبی و بنفش (قساب) و طول موج های ۶۵۶، ۴۸۶، ۴۳۴ و ۴۱۰ نانومتر** می باشد.

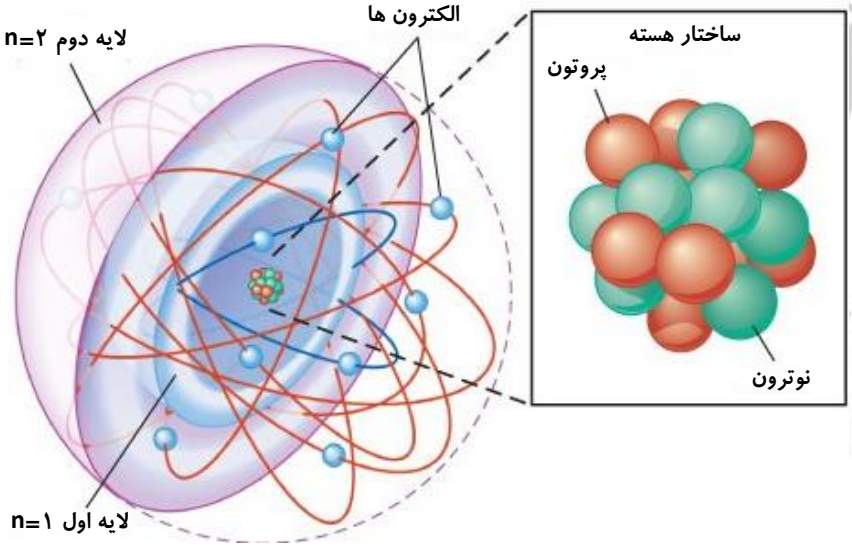
نکته: **گاز نئون** بر اثر التهاب، **نور سرخ فامی** را از خود نشر می دهد که با توجه به طیف نشری خطی آن می توان صحت این موضوع را تحقیق کرد.

ساختار اتم و مدل کوانتومی

نیلز بور دانشمند دانمارکی بر این باور بود که از **بررسی تعداد و جایگاه نوارهای رنگی در طیف نشری خطی هیدروژن**، می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش های بسیار، توانست **مدلی برای اتم هیدروژن** ارائه کند. مدل اتمی بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند **اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.**

نکته: **مدل اتمی بور** اگرچه عمر زیادی نداشت ولی **گام بسیار مهمی** برای **بهبود نگرش دانشمندان** نسبت به ساختار اتم بود.

نکته: **دانشمندان** به دنبال توجیه و علت ایجاد **طیف نشری خطی دیگر عنصرها** و نیز **چگونگی نشر نور از اتم ها**، **ساختاری لایه ای** برای اتم ارائه کردند که به آن **مدل کوانتومی اتم** می گویند.



در مدل کوانتومی، اتم را به صورت کره ای درنظر می گیرند که **هسته** در فضایی بسیار کوچک و در **مرکز** آن جای دارد و **الکترون ها** در فضایی بسیار بزرگ تر و در **لایه هایی پیرامون هسته** پیوسته در حال گردش به دور هسته می باشند. در این مدل **لایه ها** را **از هسته به سمت بیرون** شماره گذاری می کنند و **شمارهٔ هر لایه** را با **عدد کوانتومی اصلی** (n) نمایش میدهند.

در **مدل کوانتومی اتم، الکترون ها** امکان **جابجایی از لایه ای به لایه دیگر** را دارند. به عبارت دیگر یک الکترون برای انتقال از یک لایه به لایه بالاتر می بایست **مقدار معینی انرژی** را **جذب** کند و به همین ترتیب به هنگام انتقال از لایه های بالایی به لایه پایین تر می بایست **مقدار معینی انرژی** را به **صورت نور نشر** دهد. بنابراین این **داد و ستد انرژی** به هنگام انتقال الکترون ها به صورت **بسته یا پیمانه های معینی (کوانتومی)** انجام می شود که به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم** نامیده اند.

نکته: برای **الکترون ها، نشر نور، مناسب ترین شیوه** برای از دست دادن انرژی است.

براساس این مدل، الکترون ها در هر لایه، **آرایش و انرژی معینی** دارند و اتم از **پایداری نسبی** برخوردار است به طوری که گفته می شود اتم در **حالت پایه(حالتی برای اتم با پایین ترین سطح انرژی)** قرار دارد. حال اگر به اتم ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون های آنها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابد. به اتم ها در چنین حالتی، **اتم های برانگیخته (حالتی برای اتم با سطح انرژی بالاتر از حالت پایه)** می گویند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده **بیشتر** باشد، الکترون ها به **لایه های بالاتری** انتقال می یابند.

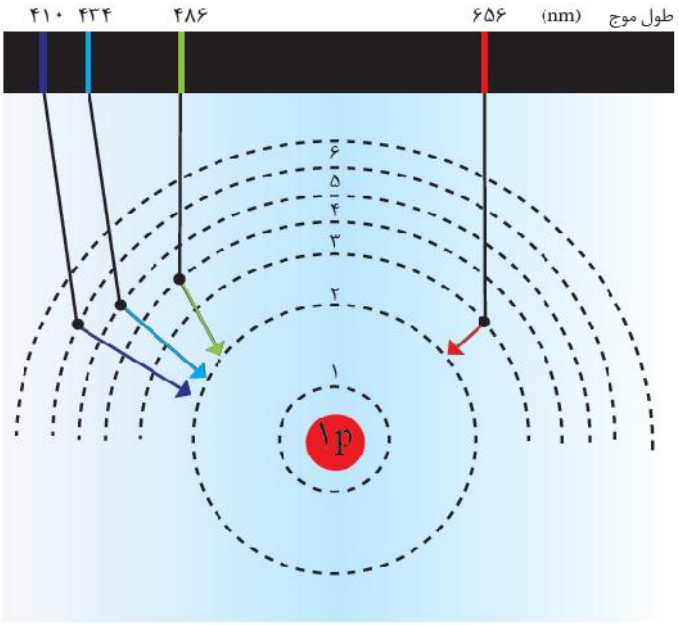
نکته: **لایه اول** $(n=1)$ **پایدارترین لایه الکترونی** در هر اتم محسوب می شود. به عبارت دیگر هرچه به **لایه های بالاتر** می رویم **سطح انرژی آن لایه** و **الکترون های** موجود در آن **افزایش** می یابد.

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

همانطور که گفته شد **مناسب ترین روش** برای یک الکترون جهت از دست دادن انرژی **نشر نور** می باشد، بنابراین می توان گفت هر **نوار رنگی** در **طیف نشری خطی** هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام **بازگشت الکترون ها** را از **لایه های بالاتر به لایه های پایین تر** نشان می دهد.

نکته: **انرژی لایه های الکترونی** پیرامون هستهٔ هر اتم و **تفاوت انرژی میان آنها**، ویژهٔ همان اتم و به **عدد اتمی** آن وابسته است.

با توجه به مطالب گفته شده می توان نوارهای رنگی ایجاد شده در **طیف نشری خطی هیدروژن** را بر اساس شکل زیر توجیه کرد:



نکته: با توجه به شکل پیرامون هسته اتم **حداکثر هفت لایه الکترونی** مشاهده شده است.

نکته: همانطور که در تصویر نشان داده شده است تمامی **انتقال هایی** که از **لایه های بالایی به لایه دوم** صورت گرفته است منجر به تشکیل یک نوار رنگی (**محدوده طیف مرئی**) شده است.

نکته: **هر انتقالی** غیر از انتقال های صورت گرفته، در **ناحیه طیف مرئی** قرار نمی گیرد. به عبارت دیگر انتقال الکترون از **هر لایه ای به لایه اول** با از دست دادن **انرژی زیادی** همراه می باشد، بنابراین این گونه انتقال ها در محدوده **طیف فرابنفش** (**طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر**) قرار می گیرند.

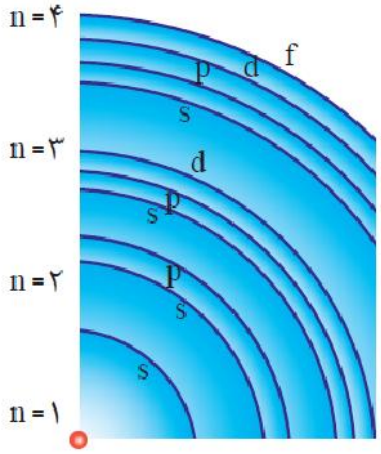
نکته: انتقال الکترون از **هر لایه ای به لایه سوم یا لایه های بالاتر** با از دست دادن **انرژی کمتری** همراه می باشد، بنابراین این گونه انتقال ها در محدوده **طیف فروسرخ یا کم انرژی تر** (**طول موج بیشتر از ۷۰۰ نانومتر**) قرار می گیرند.

همانطور که گفته شد در **مدل کوانتومی اتم**، برای اتم لایه هایی پیرامون هسته در نظر گرفته می شود که الکترون ها می توانند در این لایه ها با نظم ویژه ای حضور داشته باشند و به دور هسته گردش کنند. هر لایه از **یک یا چند زیرلایه** تشکیل شده است که در مدل کوانتومی اتم به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می دهند. این **عدد کوانتومی با نماد** (l) نشان داده شده و **عدد کوانتومی فرعی** نامیده می شود. مقادیر معین و مجاز برای این عدد به صورت زیر است:

$$l = 0 , 1 , 2 , ..., n-1$$

همانطور که گفته شد **هر لایه**، خود از **زیرلایه های متفاوتی** تشکیل شده است و **هر زیر لایه الکترونی** دارای **یک نماد و عدد کوانتومی فرعی** مشخصی است و **ظرفیت گنجایش الکترون** ویژه ای دارد که در جدول زیر برای سه لایه اول مشخصات مربوط به آن ها آورده شده است:

عدد کوانتومی اصلی	تعداد زیرلایه	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیرلایه
$n = ۱$	۱	$l = ۰$	۱s
$n = ۲$	۲	$l = ۰$	۲s
		$l = ۱$	۲p
$n = ۳$	۳	$l = ۰$	۳s
		$l = ۱$	۳p
		$l = ۲$	۳d



نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: **نماد هر زیر لایه** بر اساس شماره لایه اصلی که در آن قرار دارد به صورت nl نوشته می شود، به عنوان مثال زیر لایه s در لایه دوم به صورت $2s$ نوشته می شود.

نکته: **زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند با **عدد کوانتومی فرعی (به ترتیب)** $l=0$، $l=1$، $l=2$ و $l=3$ مشخص می شوند.

نکته: **حداکثر ظرفیت زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند **به ترتیب برابر** ۲، ۶، ۱۰ و۱۴ الکترون می باشد.

نکته: **به طور کلی در ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی تنها ۴ زیرلایه** s، p، d و f از الکترون اشغال می شود.

نکته: **در هر لایه اصلی حداکثر به تعداد** $2n^2$ **الکترون وجود دارد.**

نکته: **در هر زیرلایه (لایه فرعی) حداکثر به تعداد** $4l+2$ **الکترون وجود دارد.**

ساختار اتم و آرایش الکترونی

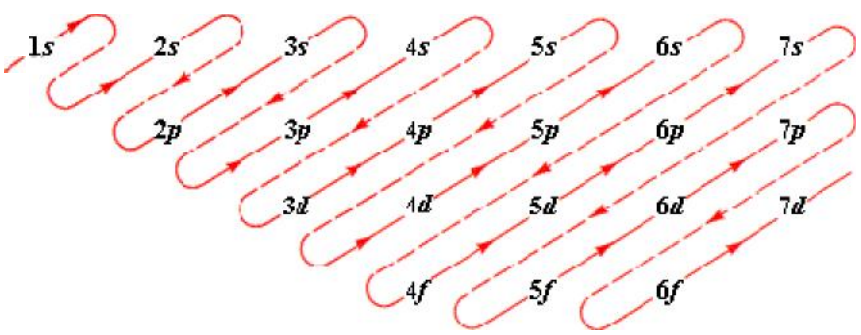
همان طور که از قسمت قبل به یاد دارید، در مدل کوانتومی، اتم را به صورت کره ای درنظر می گیرند که **هسته** در فضایی بسیار کوچک و در **مرکز** آن جای دارد و **الکترون ها** در فضایی بسیار بزرگ تر و در **لایه هایی پیرامون هسته** پیوسته در حال گردش به دور هسته می باشند. در این مدل **شمارهٔ هر لایه** را با **عدد کوانتومی اصلی** (n) نمایش می دهند. براساس این مدل، الکترون ها در هر لایه، **آرایش و انرژی معینی** دارند و اتم از **پایداری نسبی** برخوردار است. تا به امروز پیرامون هسته اتم **حداکثر هفت لایه الکترونی** مشاهده شده است که از الکترون اشغال گردیده است.

همانطور که گفته شد در **مدل کوانتومی اتم**، برای اتم لایه هایی پیرامون هسته در نظر گرفته می شود که الکترون ها می توانند در این لایه ها با **نظم ویژه ای** حضور داشته باشند. هر لایه از **یک یا چند زیرلایه** تشکیل شده است که هرکدام دارای **ظرفیت گنجایش الکترون** ویژه ای است. در مدل کوانتومی اتم **به هر نوع زیرلایه** یک **عدد کوانتومی** نسبت می دهند که **با نماد** (l) نشان داده شده و **عدد کوانتومی فرعی** نامیده می شود. مقادیر معین و مجاز برای این عدد به صورت زیر است:

۱. **زیرلایه** نوع s با عدد کوانتومی $l=0$: شامل **حدکثر ۲ الکترون**
۲. **زیرلایه** نوع p با عدد کوانتومی $l=1$: شامل **حدکثر ۶ الکترون**
۳. **زیرلایه** نوع d با عدد کوانتومی $l=2$: شامل **حدکثر ۱۰ الکترون**
۴. **زیرلایه** نوع f با عدد کوانتومی $l=3$: شامل **حدکثر ۱۴ الکترون**

پر شدن الکترون ها در لایه ها و زیرلایه ها از یک قاعدهٔ کلی به نام **قاعدهٔ آفبا** پیروی می کند که مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به یک اتم، نخست **زیرلایه های نزدیکتر به هسته** پر می شوند. به عبارت دیگر الکترون ها تمایل دارند زیرلایه ای را **زودتر** پر کنند که دارای **سطح انرژی کمتری (پایدار)** باشد.

نکته: **طبق قاعده آفبا، سطح انرژی نسبی زیرلایه ها** از جمع **عدد های کوانتومی اصلی و فرعی** $(n+l)$ بدست می آید. اگر مقدار $n+l$ برای **دو یا چند زیرلایه یکسان** باشد، زیرلایه با n **بزرگ تر، انرژی بیشتری** دارد و دیرتر از الکترون پر می شود.



بنابراین **ترتیب پر شدن زیرلایه ها** به صورت زیر می باشد :

ترتیب پر شدن : $\Rightarrow 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, \ldots$

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: در هر لایه اصلی (سطح انرژی اصلی)، ترتیب انرژی زیرلایه ها به صورت زیر می باشد:

ترتیب انرژی زیرلایه ها در یک لایه معین: $s < p < d < f$

رسم آرایش الکترونی گسترده

با توجه به مطالب اخیر برای **رسم آرایش الکترونی گسترده** برای هر عنصر، ابتدا لازم است که با توجه به عدد اتمی هر عنصر، زیرلایه ها را به ترتیب پرشدن شان از الکترون، به دنبال یکدیگر بنویسیم و در نهایت آن ها را از الکترون (با در نظر گرفتن ظرفیت گنجایششان) پر کنیم.

نکته: طبق قاعده آفبا، قبل از پرشدن زیرلایه ها از الکترون، سطح انرژی آن ها با توجه به مقدار $n+l$ تعیین می گردد در صورتی که **بعد از پر شدن زیرلایه ها از الکترون، سطح انرژی آن ها فقط بر اساس عدد** n مشخص می شود.

به عبارت دیگر به هنگام **رسم آرایش الکترونی یک اتم**، ابتدا زیرلایه ها را بر اساس ترتیب پرشدنشان که در نکته های قبلی بیان شد و براساس **مقدار** $n+l$ **از الکترون پر می کنیم، اما در نهایت آرایش الکترونی اتم ها را براساس عدد** n **مرتب می نماییم.**

به عنوان مثال برای اتم **منگنز** ${}_{25}Mn$ خواهیم داشت:

ترتیب پر شدن زیرلایه ها در اتم منگنز: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$

ترتیب زیرلایه ها در آرایش الکترونی نهایی اتم منگنز: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$

نکته: شاید یکی از مشکلات اکثر دانش آموزان در **رسم آرایش الکترونی به صورت گسترده**، حفظ کردن و نوشتن به ترتیب زیرلایه ها به دنبال یکدیگر باشد که می توان از فرمول زیر که به **رابطه آفبا** معروف است، استفاده کرد:

$$\underbrace{[1s]}_{1s} / \overbrace{[ns\ \ np]}^{n=2,3}_{2s\ 2p\ /3s\ 3p} / \overbrace{[ns\ \ (n-1)d\ \ np]}^{n=4,5}_{4s\ 3d\ 4p\ /5s\ 4d\ 5p} / \overbrace{[ns\ \ (n-2)f\ \ (n-1)d\ \ np]}^{n=6,7}_{6s\ 4f\ \ 5d\ 6p\ /7s\ 5f\ \ 6d\ 7p}$$

حل یک مثال: آرایش الکترونی گسترده اتم های عناصر ${}_{53}I$ ، ${}_{38}Sr$ ، ${}_{28}Ni$ ، ${}_{19}K$ ، ${}_{8}O$ را رسم کنید.

پاسخ: آرایش مرتب شده اتم های مذکور به صورت زیر می باشد:

${}_{8}O: 1s^2\ /\ 2s^2\ 2p^4$

${}_{19}K: 1s^2\ /\ 2s^2\ 2p^6\ /\ 3s^2\ 3p^6\ /\ 4s^1$

${}_{28}Ni: 1s^2\ /\ 2s^2\ 2p^6\ /\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8\ /\ 4s^2$

${}_{38}Sr: 1s^2\ /\ 2s^2\ 2p^6\ /\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ /\ 4s^2\ 4p^6\ /\ 5s^2$

${}_{53}I: 1s^2\ /\ 2s^2\ 2p^6\ /\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ /\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ /\ 5s^2\ 5p^5$

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته : هرگاه در **رسم آرایش الکترونی یک اتم** به **آرایش الکترونی** d^4s^2 و d^9s^2 برخوردیم، این آرایش ها به ترتیب تبدیل به d^5s^1 و $d^{10}s^1$ می شوند (بدلیل پایداری زیر لایه ها). این نکته در مورد ۴ عنصر $_{24}Cr$ ، $_{29}Cu$ ، $_{42}Mo$ ، $_{47}Ag$ مطرح می شود. بنابراین آرایش الکترونی این ۴ عنصر به صورت زیر می باشد:

$$_{24}Cr: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^4 / 4s^2 \longrightarrow 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^5 / 4s^1$$

$$_{29}Cu: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^9 / 4s^2 \longrightarrow 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^1$$

$$_{42}Mo: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6\,4d^4 / 5s^2 \longrightarrow 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6\,4d^5 / 5s^1$$

$$_{47}Ag: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6\,4d^9 / 5s^2 \longrightarrow 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6\,4d^{10} / 5s^1$$

رسم آرایش الکترونی فشرده

آرایش الکترونی اتم پنج گاز نجیب اول را در نظر بگیرید:

$$_{2}He: 1s^2$$

$$_{10}Ne: 1s^2 / 2s^2\,2p^6$$

$$_{18}Ar: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6$$

$$_{36}Kr: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6$$

$$_{54}Xe: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^{10} / 4s^2\,4p^6\,4d^{10} / 5s^2\,5p^6$$

همانطور که مشخص است **تمامی زیر لایه ها** در **آرایش الکترونی اتم هر گاز نجیب** به طور کامل پر شده است. با مقایسه آرایش الکترونی گازهای نجیب با آرایش الکترونی اتم هایی که در مثال های قبلی بیان شد می توان به این نکته پی برد که بخشی از آرایش الکترونی این اتم ها، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است. بنابراین می توان بخش مشابه آرایش الکترونی آن اتم را با استفاده از **نماد گاز نجیب مناسب در یک کروشه** نشان داد. به عنوان مثال برای رسم آرایش الکترونی فشرده اتم **منگنز** $_{25}Mn$ خواهیم داشت:

$$\left.\begin{array}{l} _{25}Mn: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6\,3d^5 / 4s^2 \\ _{18}Ar: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6 \end{array}\right\} \; _{25}Mn: \underbrace{[_{18}Ar]}_{1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^6} \; 3d^5 / 4s^2$$

حل یک مثال : **آرایش الکترونی فشرده اتم های عناصر** $_{53}I$ ، $_{38}Sr$ ، $_{28}Ni$ ، $_{19}K$ ، $_{8}O$ **را رسم کنید.**

پاسخ: آرایش مرتب شده اتم های مذکور به صورت زیر می باشد:

$$_{8}O: [_{2}He]\; 2s^2\,2p^4$$

$$_{19}K: [_{18}Ar]\; 4s^1$$

$$_{28}Ni: [_{18}Ar]\; 3d^8 / 4s^2$$

$$_{38}Sr: [_{36}Kr]\; 5s^2$$

$$_{53}I: [_{36}Kr]\; 4d^{10} / 5s^2\,5p^5$$

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته : هرگاه بخواهیم **آرایش الکترونی فشرده اتم یک عنصر** بدون در دست داشتن آرایش الکترونی گسترده آن اتم، **در زمانی کوتاه بنویسیم** می توانیم از رابطه زیر **(رابطه آفبا)** استفاده کنیم:

$$_{Z}X:[X\ \text{نماد شیمیایی گاز نجیب قبل از عنصر}]\ ns \quad (n-2)f \quad (n-1)d \quad np$$

بدین ترتیب که ابتدا لازم است **گازهای نجیب ۵ تناوب اول** را به ترتیب **به همراه عدد اتمی** هرکدام حفظ کنیم. برای این کار می توانیم از انگشتان یک دست(طبق شکل) کمک بگیریم تا بتوانیم آن ها را به ترتیب و با توجه به شماره تناوبشان به خاطر بسپاریم.

سپس با توجه به **عدد اتمی عنصر** X **و مقایسه آن با عدد اتمی گازهای نجیب**، می توانیم گاز نجیب قبل از آن را حدس زده و در داخل کروشه، نماد شیمیایی آن را بنویسیم. در ادامه لازم است که **به شماره تناوب گاز نجیب مربوطه یک واحد اضافه کنیم** و آن عدد را در فرمول مورد نظر به جای n قرار دهیم، بنابراین **زیرلایه هایی که باید از الکترون پر شوند را به ترتیب پرشدنشان** به دست می آوریم. در نهایت **با تفاضل عدد اتمی گاز نجیب مربوطه و عدد اتمی عنصر** X، تعداد الکترون هایی را که باید وضعیت آرایششان مشخص شود را بدست آورده و طبق ترتیب پرشدن زیر لایه ها، آن ها را در زیرلایه ها می نویسیم تا آرایش الکترونی تکمیل شود. در انتها یادمان نرود که حتما **آرایش الکترونی مرتب کنیم.**

حل یک مثال : آرایش الکترونی فشرده اتم عناصر $_{52}Te$ را رسم کنید.

پاسخ: طبق نکته گفته شده ابتدا رابطه آفبا را می نویسیم:

$$_{52}Te:[Te\ \text{نماد شیمیایی گاز نجیب قبل از عنصر}]\ ns \quad (n-2)f \quad (n-1)d \quad np$$

با توجه به عدد اتمی $_{52}Te$ می توانیم مطمئن شویم که عنصر گاز نجیب قبل از آن $_{36}Kr$ با شماره تناوب ۴ است. بنابراین نماد شیمیایی این گاز نجیب را در داخل کروشه می نویسیم.

$$_{52}Te:[_{36}Kr]\ ns \quad (n-2)f \quad (n-1)d \quad np$$

سپس یک واحد به شماره تناوب $_{36}Kr$ اضافه می کنیم (۵= ۱+۴) و در فرمول مورد نظر به جای n قرار می دهیم، بنابراین خواهیم داشت:

$$_{52}Te:[_{36}Kr]\ 5s \quad 3f \quad 4d \quad 5p$$

بنابراین تمامی زیر لایه ها لازم با ترتیب پر شدن بدست می آید. با توجه به این نکته که زیرلایه f از لایه چهارم به بعد وجود دارد، می توانیم نتیجه بگیریم که زیر لایه $3f$ نداریم و آن را حذف می کنیم:

$$_{52}Te:[_{36}Kr]\ 5s \quad 4d \quad 5p$$

با توجه به **اختلاف عدد اتمی عنصر** $_{52}Te$ **و** $_{36}Kr$ که برابر ۱۶ = ۳۶ – ۵۲ است، می توانیم زیر لایه ها را با توجه به گنجایش آن ها با **۱۶ الکترون** پر کنیم، بنابراین خواهیم داشت:

$$_{52}Te:[_{36}Kr]\ 5s^{2} \quad 4d^{10} \quad 5p^{4}$$

در انتها لازم است که **زیر لایه های پر شده** را بر اساس عدد کوانتومی اصلی (n) مرتب کنیم:

$$_{52}Te:[_{36}Kr]\ 4d^{10} / \ 5s^{2} \quad 5p^{4}$$

آزمون نامه آموزشی شیمی میرقائمی

نکته : برای **رسم آرایش الکترونی یک یون (مثبت یا منفی)**، ابتدا لازم است آرایش الکترونی (گسترده یا فشرده) عنصر مورد نظر را در **حالت خنثی** رسم کنیم و پس از مرتب نمودن آن به تعداد بار مثبت از **بیرونی ترین لایه** آن، **الکترون می گیریم** و یا به تعداد بار منفی به **بیرونی ترین لایه** آن، **الکترون اضافه کنیم**. مثال :

$${}_{26}Fe:[{}_{18}Ar]\,3d^6/4s^2 \longrightarrow {}_{26}Fe^{2+}:[{}_{18}Ar]\,3d^6$$

تعیین موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی

الف) با استفاده از آرایش الکترونی: جهت **تعیین شماره گروه و تناوب یک عنصر** با استفاده از آرایش الکترونی اتم مورد نظر به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. **بزرگترین عددی را که برای** n **(عدد کوانتومی اصلی)** در آرایش الکترونی آن عنصر در نظر گرفته شده است را **شماره تناوب یا دوره** آن عنصر در جدول تناوبی محسوب می کنیم، مثال:

شماره تناوب و دوره در جدول تناوبی: $${}_{19}K:[{}_{18}Ar]\,4s^1 \Rightarrow n=4$$

شماره تناوب و دوره در جدول تناوبی: $${}_{28}Ni:[{}_{18}Ar]\,3d^8/4s^2 \Rightarrow n=4$$

شماره تناوب و دوره در جدول تناوبی: $${}_{53}I:[{}_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\,5p^5 \Rightarrow n=5$$

۲. جهت تعیین شماره گروه یک عنصر در جدول تناوبی بر اساس یکی از **سه حالت** زیر عمل می کنیم :

a. اگر **آرایش الکترونی فشرده** عنصر مورد نظر **به زیر لایه** s **ختم شده باشد، شماره گروه برابر با توان** s خواهد بود که در این حالت عنصر مورد نظر در **گروه اول یا دوم** قرار گرفته است (به جز عنصر **هلیم** ${}_2He$) ، مثال:

عنصر گروه اول $${}_{19}K:[{}_{18}Ar]\,4s^1 \Rightarrow$$

b. اگر **آرایش الکترونی فشرده** عنصر مورد نظر **به زیر لایه** s **و** d **ختم شده باشد، شماره گروه برابر با مجموع توان های** s **و** d خواهد بود که در این حالت عنصر مورد نظر در **گروه سوم تا دوازدهم** ممکن است قرار گرفته است، مثال:

عنصر گروه دهم $${}_{28}Ni:[{}_{18}Ar]\,3d^8/4s^2 \Rightarrow$$

c. اگر **آرایش الکترونی فشرده** عنصر مورد نظر **به زیر لایه** p **ختم شده باشد، شماره گروه برابر با (توان** p **+۱۲)** خواهد بود که در این حالت عنصر مورد نظر در **گروه سیزدهم تا هجدهم** ممکن است قرار گرفته است، مثال:

عنصر گروه هفدهم $${}_{53}I:[{}_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\,5p^5 \Rightarrow 5+12=17$$

ب) بدون استفاده از آرایش الکترونی: جهت **تعیین شماره گروه و تناوب یک عنصر** بدون استفاده از آرایش الکترونی اتم مورد نظر به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. برای تعیین **شماره تناوب یا دوره** یک عنصر کافی است با توجه به عدد اتمی گازهای نجیب و مقایسه آن با عدد اتمی عنصر مورد نظر، **شماره تناوب گاز نجیب قبل از آن عنصر** تعیین کرده و با اضافه کردن یک واحد به آن، **شماره تناوب عنصر مورد نظر** را بدست آوریم.

۲. برای تعیین **شماره گروه** یک عنصر کافی است **تفاضل عدد اتمی آن عنصر** و **عدد اتمی گاز نجیب قبل از آن** را محاسبه کنیم. در این صورت **شماره گروه آن عنصر** را بدست آورده ایم.

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: عنصرهای با **عدد اتمی ۵۷ تا ۷۱** که **لانتانیدها** نامیده می شوند در **تناوب ششم** و **گروه سوم** واقع شده اند.

نکته: عنصرهای با **عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۳** که **اکتینیدها** نامیده می شوند در **تناوب هفتم** و **گروه سوم** واقع شده اند.

لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی

اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون ها در **بیرونی** ترین لایه به نام **لایهٔ ظرفیت اتم** است. لایهٔ ظرفیت یک اتم، لایه ای است که الکترون های آن، **رفتار شیمیایی اتم** را تعیین می کنند. به الکترون های این لایه، **الکترون های ظرفیت اتم** می گویند.

تعیین لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی

الف) با استفاده از آرایش الکترونی: جهت تعیین لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی با استفاده از آرایش الکترونی اتم مورد نظر به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. **بزرگترین عددی را که برای** n **(عدد کوانتومی اصلی)** در نظر گرفته شده است را **شماره لایه ظرفیت** محسوب می کنیم، مثال:

شماره لایه ظرفیت: $_{53}I:[_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\,5p^5 \Rightarrow n=5$

۲. الکترون های موجود **در آخرین لایه اصلی (لایه ای با بزرگترین** n**)** را **الکترون های ظرفیتی** در نظر می گیریم، مثال:

الکترون های ظرفیتی $_{53}I:[_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\,5p^5 \Rightarrow =7$

نکته: در عنصرهای **دسته** d **(عناصر واسطه)** **تناوب های چهارم و پنجم** که آرایش الکترونی آن ها به **ترتیب به** $3d/4s$ **و** $4d/5s$ ختم می شود، در واقع **لایه ظرفیت** شامل **این زیرلایه ها** می باشد و **مجموع الکترون های این زیرلایه ها** به عنوان **الکترون های ظرفیتی** محسوب می شود، مثال:

تعداد الکترون های ظرفیتی $_{28}Ni:[_{18}Ar]\,3d^8/4s^2 \Rightarrow 8+2=10=$

ب) بدون استفاده از آرایش الکترونی: جهت تعیین لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی بدون استفاده از آرایش الکترونی اتم مورد نظر به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. **شماره تناوب (دوره) یک عنصر** را می توان به عنوان **شماره لایه ظرفیت** آن عنصر در نظر گرفت.

۲. **تعداد الکترون های لایه ظرفیت** برای **عنصرهای گروهای جدول تناوبی** به صورت زیر تعیین می شود:

شماره گروه = تعداد الکترون های لایه ظرفیت $\Rightarrow$ **از گروه ۱ تا ۱۱**

رقم یکان شماره گروه = تعداد الکترون های لایه ظرفیت $\Rightarrow$ **از گروه ۱۲ تا ۱۸**

نکته:

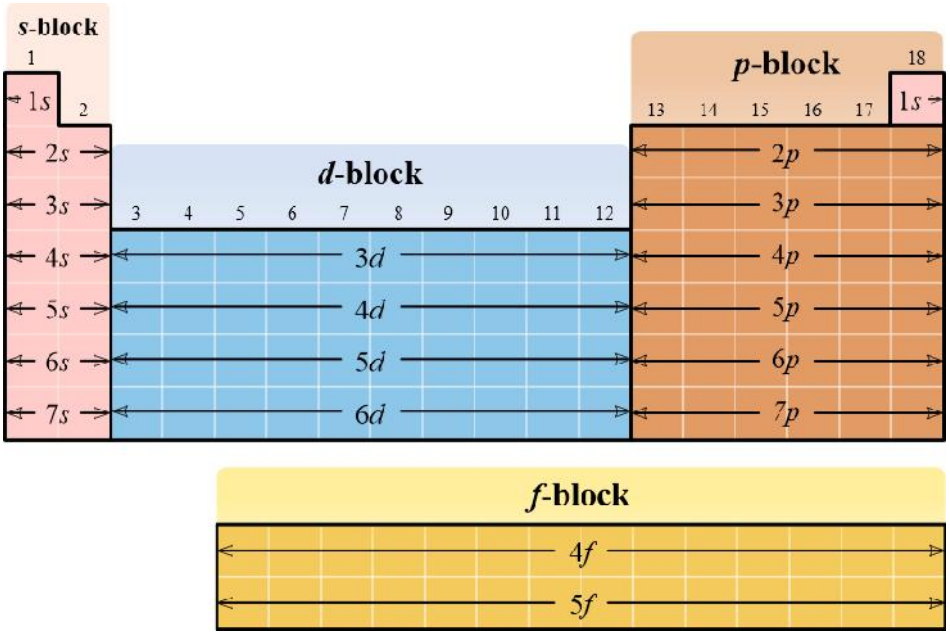
مهم ترین وجه تشابه عنصرها در یک گروه = تعداد الکترون های لایه ظرفیت

مهم ترین وجه تشابه عنصر ها در یک تناوب = تعداد لایه های انرژی اصلی

آزمون نامه آموزشی میرقائمی

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

نکته: عنصرهای جدول تناوبی را می توان بر حسب زیر لایه ای که در آرایش الکترونی آن ها در حال پر شدن است، در ۴ دسته s,p,d,f به صورت زیر مرتب نمود:



آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی

پیش بینی رفتار اتم ها بر اساس ساختار الکترونی آن ها

با توجه به **آرایش الکترونی اتم گازهای نجیب** که در انتهای هر یک از دوره های جدول تناوبی عنصرها قرار گرفته اند به این نکته پی خواهیم برد که در بیرونی ترین لایهٔ الکترونی این عناصر (لایه ظرفیت) **هشت الکترون** وجود دارد (به جز اتم هلیم). همان طور که می دانید این عنصرها **تک اتمی** هستند و از نظر شیمیایی **بی اثرند** یا میل ترکیبی کمی دارند، بنابراین به نظر می رسد که وجود **لایهٔ هشت تایی** به عنوان **لایه ظرفیت**، این اتم ها را **پایدار** کرده است.

هشت تایی شدن تعداد الکترون های موجود در **بیرونی ترین لایهٔ الکترونی (لایهٔ ظرفیت)** و دست یابی به آرایش الکترونی گازهای نجیب مبنایی برای **سنجش پایداری اتم ها** و در واقع **میزان واکنش پذیری** آنهاست. به عبارت دیگر، اتم عنصرها برای رسیدن به پایداری نیاز دارند که لایه ظرفیت خود را **به آرایش هشت تایی پایدار گاز نجیب قبل یا بعد از خود** برسانند. همین امر سبب انجام **واکنش های شیمیایی بین اتم ها** می گردد. در واقع اتم ها می توانند با **دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن** آن به آرایش یک گاز نجیب برسند و پایدارتر شوند.

پیوند شیمیایی بین اتم ها را بر اساس اینکه همراه با تبادل یا به اشتراک گذاشتن الکترون باشد در دو دسته کلی زیر طبقه بندی می کنیم:

۱. **پیوند یونی** (بر اساس تبادل یا انتقال الکترون)
۲. **پیوند کووالانسی** یا **اشتراکی** (بر اساس به اشتراک گذاشتن الکترون)

پیوند یونی

مشاهده ها نشان می دهد که **فلزها** عنصرهایی هستند که اتم آنها با **از دست دادن الکترون** های ظرفیت خود به آرایش هشت تایی می رسند. درحالی که **نافلزها** عنصرهایی هستند که با **گرفتن الکترون** به این آرایش پایدار دست می یابند. از آن جا که اتم ها ذره هایی خنثی هستند با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون به **ذره های بارداری** به نام **یون** تبدیل می شوند. **کاتیون** و **آنیون** نام هایی است که به ترتیب به این ذره ها اطلاق شده است. اتم **فلزها** با از دست دادن الکترون به **کاتیون (یون مثبت)** و اتم **نافلزها** با گرفتن الکترون به **آنیون (یون منفی)** تبدیل می شوند.

نویسنده:
سیّد محمّدرضا میرقائمی

بسیاری از عنصرهای **گروه های اصلی جدول تناوبی** با از دست دادن یا به دست آوردن **یک یا چند الکترون** یون هایی با آرایش گاز نجیب تشکیل می دهند. به این یون ها اصطلاحا **یون تک اتمی** گفته می شود چرا که تنها از یک اتم تشکیل شده اند. برخی از این یون ها در جدول روبرو مشخص شده اند:

ترکیب های یونی که تنها از **دو عنصر** ساخته شده اند، **ترکیب یونی دوتایی** نامیده می شود. هر ترکیب یونی از یک کاتیون و آنیون تشکیل شده است که برای نام گذاری و یا فرمول نویسی ترکیب های یونی می بایست تمام کاتیون و آنیون های مطرح شده را حفظ باشیم.

نشانهٔ شیمیایی	نام یون	بار منفی	نشانهٔ شیمیایی	نام یون	بار مثبت
H^-	یون هیدرید*	۱-	H^+	یون هیدروژن*	۱+
F^-	یون فلوئورید		Li^+	یون لیتیم	
Cl^-	یون کلرید		Na^+	یون سدیم	
Br^-	یون برمید		K^+	یون پتاسیم	
I^-	یون یدید		Cs^+	یون سزیم	
			Ag^+	یون نقره	
O^{2-}	یون اکسید	۲-	Mg^{2+}	یون منیزیم	۲+
S^{2-}	یون سولفید		Ca^{2+}	یون کلسیم	
			Sr^{2+}	یون استرانسیم*	
			Ba^{2+}	یون باریم	
			Zn^{2+}	یون روی	
N^{3-}	یون نیترید*	۳-	Al^{3+}	یون آلومینیم	۳+

نام گذاری و فرمول نویسی ترکیب های یونی

برای نمایش ترکیب های یونی دوتایی از **فرمول شیمیایی** استفاده می شود. جهت **فرمول نویسی ترکیبات یونی** ابتدا از سمت چپ نماد شیمیایی کاتیون و سپس نماد شیمیایی آنیون نوشته می شود. سپس مقادیر عددی بار هرکدام از یون ها را بدون در نظر علامت و بصورت زیروند و ساده ترین حالت ممکن برای یون مخالف می نویسیم. به عبارت دیگر بار کاتیون را بدون در نظر گرفتن علامت و بصورت زیروند برای آنیون و بار آنیون را بدون در نظر گرفتن علامت و بصورت زیروند برای کاتیون می نویسیم و در صورت ساده شدن با یکدیگر ساده می کنیم.

پتاسیم سولفید	$K^+ \ S^{2-}$	K_2S
منیزیم نیترید	$Mg^{2+} \ N^{3-}$	Mg_3N_2
باریم اکسید	$Ba^{2+} \ O^{2-}$	BaO

برای **نام گذاری ترکیبات یونی**، کافیست نخست نام کاتیون را می نویسیم و سپس نام آنیون را به آن می افزاییم.

نکته : توجه داشته باشید که یک **ترکیب یونی** از نظر بار الکتریکی **خنثی** است. بنابراین، در چنین ترکیبی **جمع بارهای کاتیون ها و آنیون ها** برابر **صفر** است.

نکته : یک **ترکیب یونی** از بیشمار یون های منفی و مثبت که در کنار یکدیگر و با **آرایش منظم و سه بعدی** قرار گرفته اند تشکیل شده است که به اصطلاح به آن **شبکه بلور** می گوییم. بنابراین در ساختار ترکیبات یونی **مولکول وجود ندارد**.

آزمون نامه آموزشی شیمی
میرقائمی