فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

یادآوری مفاهیم کلیدی

اتم:

اتم خنثی است :

یون :

ذرات زیر اتمی:

تست ۱ : در کدام گزینه ، نماد الکترون ، پروتون و نوترون درست نشان داده شده است ؟

۱) e^{-}_{1} و p^{+}_{1} و n^{0}_{1} ۲) e^{-}_{1} و p^{+}_{1} و n^{0}_{1}

۳) e^{-}_{1} و p^{+}_{1} و n^{0}_{1} ۴) e^{-}_{1} و p^{+}_{1} و n^{0}_{1}

تست ۲ : در کدام یک از گزینه های زیر،نماد ها درست ذکر شده است؟

۱) p^{+}_{1} ۲) p^{-1}_{1}

۳) n^{0}_{1} ۴) n^{1}_{0}

تست ۳ : کدام یک از گزینه های زیر صحیح می باشد؟

۱) بار الکترون با بار نوترون برابر بوده اما از لحاظ جرمی،جرم نوترون از جرم الکترون بیشتر است.
۲) الکترون دارای بار منفی بوده و در محاسبه جرم اتم لحاظ می شود.
۳)یک پروتون و یک الکترون درون هسته ،تشکیل یک نوترون را می دهند.
۴) الکترون ها درون هسته به دور پروتون و نوترون در حال گردش هستند.

تست ۴ : بار الکترون در کدام گزینه درست نشان داده شده است؟

() e^{-1} ۲) e_{-1}

۳) e_{-1} ۴) e^{-1}

عدد اتمی و عدد جرمی

اگر یک اتم بیش از ۱۰۰ الکترون هم داشته باشد ، تاثیر چشم گیری در تغییر جرم اتم ندارد. پس بیاد داشته باشیم که جرم اتم به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد.
به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها یک اتم عدد جرمی می گویند و آن را با نماد $\boldsymbol{A}$ نشان می دهند.به معادله آن توجه کنید:

$$\boldsymbol{A = Z + N}$$

تعداد نوترون — تعداد پروتون — عدد جرمی

شیمی دان ها برای هر عنصر این اطلاعات را به طور خلاصه به صورت زیر بیان می کنند

$$^{\text{A}}_{\text{Z}}\boldsymbol{E}$$

A ← عدد جرمی
Z ← عدد اتمی

توجه : نماد $\boldsymbol{E}$ ، حرف نخست واژه $\boldsymbol{Element}$ به معنای عنصر است . که نماد همگانی برای اتم هاست .

دو اصل مهم : ۱- همواره نام یک اتم را با توجه به ..... آن (یعنی همان مجموع تعداد پروتون های اتم) انتقاب می کنند.مثلا اگر یک اتمی دو تا پروتون داشت ما می گوییم نامش هلیم و اگر سه تا پروتون داشت می گوییم لیتیم و ... (به عدد جرمی آن هیچ کاری نداریم)

۲ – همواره جرم یک اتم (یعنی همون وزنش) را با توجه به ..... مشخص می کنند.

نکته مهم : همواره در هسته یک اتم یا تعداد نوترون ها با تعداد پروتون ها برابر است($N = Z$)و یا از تعداد آنها بیشتر است($N > Z$) . (البته به جز هیدروژن معمولی(پروتیم) که نوترون ندارد و در قسمت های بعد به آن اشاره می کنیم)

تست ۱ : عدد جرمی عنصر R برابر ۳۵ است . اگر در این عنصر اختلاف تعداد پروتون و نوترون آن برابر ۳ باشد ، یون R^{3+} چند الکترون خواهد داشت؟

۱) ۳۱ ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۲۰

تست ۲ : اگر اختلاف تعداد پروتون ها و نوترون ها در یون X^{3-}_{10} برابر ۱۳ باشد ، تعداد الکترون ها در اتم آن برابر چند است ؟

۱) ۴۴ ۲) ۸۸ ۳) ۴۷ ۴) ۸۵

تست ۳ : در یون X^{2+}_{72} اختلاف تعداد نوترون و الکترون ها برابر ۱۲ واحداست . عدد اتمی برابر چند است ؟

۱) ۲۹ ۲) ۳۱ ۳) ۳۰ ۴) ۳۳

تست ۴ : اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{124}X^{3-}$ برابر ۱۷ باشد ، عدد اتمی این عنصر کدام است ؟

۵۰ (۱ ۵۱ (۲ ۵۲ (۳ ۵۳ (۴

تست ۵ : در اتم ^{140}M شمار نوترون ها ، ۱/۵ برابر شمار پروتون ها است . در یون M^{2+} چند الکترون وجود دارد ؟

۵۶ (۱ ۵۴ (۲ ۸۲ (۳ ۸۴ (۴

تست ۶ : تعداد نوترون و الکترون در یون $^{4x}_{x}A^{2+}$ به ترتیب کدام است؟

۱) $3x ، x-2$ ۲) $x-2 ، 3x$ ۳) $x ، x-2$ ۴) $x ، 3x$

تست ۷ : اگر در اتم A ، مجموع تعداد ذرات زیر اتمی درون هسته برابر ۶۵ و تفاوت آنها برابر ۵ باشد ، نسبت نوترون به پروتون به تقریب برابر چه عددی است ؟

۱) ۲/۳۴

۲) ۰/۸۵

۳) ۱

۴) ۱/۱۶

تست ۸ : اگر در دو یون A^{3-} و $^{88}B^{2+}$ شمار نوترون ها و همچنین شمار الکترون ها با هم برابر باشد ، عدد جرمی عنصر A برابر چه عددی است ؟

۱) ۸۳

۲) ۸۶

۳) ۸۹

۴) ۹۲

نکته : در اتم ها و کاتیون ها ، همواره تعداد نوترون با الکترون برابر و یا نوترون بیشتر است . اما در آنیون ها اگر اختلاف نوترون با الکترون از مقدار بار کمتر باشد ، تعداد نوترون از تعداد الکترون کمتر خواهد بود . مانند آنیون های گروه ۱۵

تست ۹ :اگر از اتم A یک پروتون و یک نوترون کسر کنیم کدام یک از موارد زیر خواهد بود؟

۱) به کاتیون و عنصر دو خانه قبل از خود تبدیل می شود.

۲) به آنیون و عنصر دو خانه قبل از خود تبدیل می شود.

۳) به کاتیون و عنصر یک خانه قبل از خود تبدیل می شود.

۴) به آنیون و عنصر یک خانه قبل از خود تبدیل می شود.

تست ۱۰ : اگر از درون هسته یک الکترون کسر کنیم،کدام گزینه صحیح خواهد بود؟

۱- عدد اتمی و عدد جرمی تغییری نخواهد کرد.

۲- بر تعداد پروتون ها یک واحد افزوده شده و عدد جرمی افزایش می یابد.

۳- از تعداد نوترون ها یک واحد کم شده و عدد جرمی کاهش می یابد.

۴- عدد اتمی یک واحد افزوده شده و عدد جرمی تغییری نمی کند.

تمرین ۱ : در هر یک از ذرات زیر تعداد الکترون ، پروتون و نوترون را محاسبه کنید ؟($^{1}_{1}H$ ، $^{16}_{8}O$ ، $^{17}_{7}N$ ، $^{19}_{9}F$)

۱) H_3O^+:

۲) NO_2^-:

۳) NH_4^+:

۴) OF_2:

اتم و عنصر

Na: ..... عنصر ..... اتم

$P_{۴}$: ..... عنصر ..... اتم

$S_{۸}$: ..... عنصر ..... اتم

ایزوتوپ (هم مکان)

دانشمندان به کمک دستگاهی به نام ..... جرم اتم ها را با دقت بسیار زیادی اندازه گیری می کنند.این اندازه گیری ها نشان می دهد که همه ی اتم های یک عنصر جرم یکسانی ندارند . این مطالعات به معرفی مفهوم ایزوتوپ انجامید.

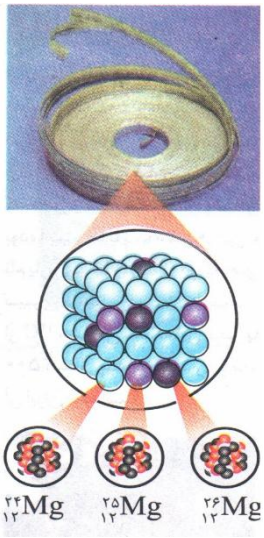
به اتم های یک عنصر که دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت باشند ..... می گویند.

برای مثال در نمونه طبیعی از منیزیم وجود سه ایزوتوپ به اثبات رسیده است .حالا دوستان به ذره های زیر اتمی در این سه ایزوتوپ توجه کنید:

$^{۲۶}_{۱۲}Mg$ $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ $^{۲۴}_{۱۲}Mg$

همانطور که در بالا مشاهده کردید ، تفاوت ایزوتوپ ها در تعداد ..... آنها است.

نکته: خواص شیمیایی یک عنصر به طور عمده توسط الکترون ها و بعد از آن به پروتون های موجود در اتم های آن عنصر بستگی دارد .



با توجه به نکته گفته شده می توان نتیجه گرفت که تفاوت ایزوتوپ ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم آنهاست(مانند نقطه ذوب و جوش و چگالی و ...)و خواص شیمیایی در ایزوتوپ ها یکسان می باشد.برای مثال می توان گفت که سه ایزوتوپ منیزیم دارای خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی متفاوت هستند.

فراوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست ، برای مثال همانطور که در نوار منیزیم در شکل روبرو مشاهده می کنید ، فراوانی $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ از سایر ایزوتوپ های دیگر بیشتر است .

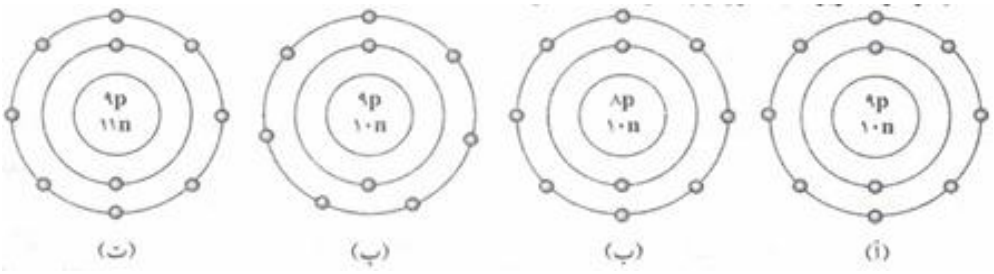
ترتیب پایداری ایزوتوپ های منیزیم : $^{۲۴}_{۱۲}Mg > ^{۲۶}_{۱۲}Mg > ^{۲۵}_{۱۲}Mg$

جمع بندی شباهت ها و تفاوت ها در رابطه با ایزوتوپ ها را در جدول زیر ملاحظه کنید:

	تعداد الکترون	تعداد پروتون	تعداد نوترون	عدد اتمی (Z)	عدد جرمی (A)	خواص شیمیایی	خواص فیزیکی	خواص فیزیکی ترکیب های شیمیایی آنها
تفاوت ها و شباهت ها در بین ایزوتوپ های یک عنصر	مشابه	مشابه	متفاوت	مشابه	متفاوت	مشابه	متفاوت	متفاوت

نکته : ایزوتوپ های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می کنند .

تست ۱ : با توجه به شکل های زیر کدام دو ذره ، مربوط به ایزوتوپ های یک عنصر هستند ؟



۱) آ و پ

۲) ت و آ

۳) ب و پ

۴) ت و ب

تست ۲ : مورد صحیح را انتخاب کنید.

۱) در ایزوتوپ های یک عنصر،عدد اتمی متفاوت است.

۲) تفاوت ایزوتوپ ها در تعداد نوترون های آنها است.

۳)ایزوتوپ ها از لحاظ پایداری با هم برابر هستند.

۴)تفاوت ایزوتوپ ها در تعداد الکترون های آنها است .

تست ۳ : اتم $^{51}_{23}B$ با کدام اتم یا اتم ها ایزوتوپ است؟ ($^{51}_{22}C$ ، $^{51}_{24}D$ ، $^{52}_{23}E$ ، $^{53}_{23}F$ ، $^{52}_{24}A$)

۱) فقط C ۲)فقط D ۳) E و F ۴) D و A

تست ۴ :کدام یک از گزینه زیر به مفهوم ایزوتوپ اشاره دارد؟

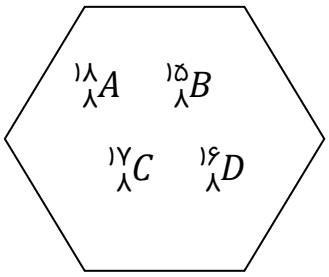
۱) $^{35}_{18}B$ ، $^{35}_{17}A$ ۲) $^{36}_{17}C$ ، $^{35}_{17}A$ ۳) $^{35}_{17}A$ ، $^{36}_{18}D$ ۴) $^{35}_{18}B$ ، $^{36}_{17}C$

تست ۵ :در جدول زیر کدام یک از اتم ها ، ایزوتوپ های یک عنصر هستند؟

عدد اتمی / عدد جرمی	۱۴	۱۳
۲۸	A	B
۲۷	C	D

۱) A و B
۲) B و C
۳) C و D
۴) B و D

تست ۶ : درصد فراوانی اتم $^{16}_{8}X$ در ظرف برابر چه عددی است ؟



۱) ۶۶ درصد
۲) ۳۳ درصد
۳) ۷۵ درصد
۴) ۲۵ درصد

توجهات

بچه های عزیز به این سه مورد خوب دقت کنید:

۱- همواره مقدار بار الکتریکی ذره های سازنده اتم را نسبت به مقدار بار الکتریکی الکترون می سنجند . در این مقیاس نسبی ، بار الکترون را ۱- در نظر می گیرند.

۲- خواص شیمیایی یک عنصر توسط الکترون ها و پروتون های موجود در اتم و البته به طور عمده توسط الکترون ها تعیین می شود.

۳- پایداری ایزوتوپ ها به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد.برای مثال هسته هایی که دارای ۸۴ یا بیشتر از این تعداد پروتون داشته باشند ناپایدار هستند و در یک قاعده کلی اگر برای هسته ای نسبت تعداد نوترون به پروتون برابر ۱/۵ یا بیش از این باشد ،آن هسته ناپایدار بوده و برای رسیدن به پایداری باید واکنش تلاشی هسته ای انجام بدهند.

مفاهیم	عامل های وابسته
مقدار بار الکتریکی ذره های سازنده اتم	را نسبت به الکترون می سنجند.
خواص شیمیایی	به الکترون و پروتون و به طور عمده به الکترون بستگی دارد.
پایداری ایزوتوپ ها	به تعداد پروتون و نوترون بستگی دارد.

ایزوتوپ های هیدروژن

در مورد ایزوتوپ های هیدروژن جدولی در کتاب درسی آورده شده است که باید نکات زیر را در مورد آن بدانیم :

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_1^1H$	${}_1^2H$	${}_1^3H$	${}_1^4H$	${}_1^5H$	${}_1^6H$	${}_1^7H$
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}$	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}$	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}$	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}$
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸	۰/۰۱	ناچیز	ساختگی	ساختگی	ساختگی	ساختگی

آ) عدد اتمی این عناصر با هم برابر و عدد جرمی آنها با هم متفاوت است .یعنی این ایزوتوپ ها در تعداد نوترون با هم فرق دارند .

ب) هیدروژن به طور طبیعی دارای سه ایزوتوپ ${}_1^1H$ ، ${}_1^2H$ و ${}_1^3H$ است . مابقی ایزوتوپ های هیدروژن (${}_1^4H$ تا ${}_1^7H$) بسیار ناپایدار است و در طبیعت یافت نمی شود .

پ) به ترتیب ${}_1^1H$ با ۹۹/۹۸ درصد فراوانی ، پایدارترین ایزوتوپ و پس از آن ${}_1^2H$ با ۰/۰۱ فراوانی و ${}_1^3H$ نیز از جمله از ایزوتوپ های ناپایدار به شمار می روند . در یک قاعده کلی می توان گفت که هر چه شمار نوترون ها در هیدروژن ها بیشتر شود ، پایداری نیز کم شده و اتم ناپایدار تر می شود .

ترتیب پایداری : ${}_1^1H > {}_1^2H > {}_1^3H > {}_1^5H > {}_1^6H > {}_1^4H > {}_1^7H$

تعداد نوترون ها : ۰ ۱ ۲ ۴ ۵ ۳ ۶

تلنگر : حالا به نظر شما ترتیب پرتوزای این ایزوتوپ ها به چه صورت است ؟

ت) در میان ایزوتوپ های هیدروژن به جز ${}_1^1H$ و ${}_1^2H$ مابقی ایزوتوپ ها پرتوزا هستند و اغلب با گذشت زمان متلاشی می شوند . زیرا نسبت نوترون به پروتون های آن از ۱/۵ بیشتر است .

نسبت نوترون به پروتون : $\frac{n}{p} = \frac{۲}{۱} = ۲$

${}_1^3H$: $\begin{cases} e = ۱ \\ p = ۱ \\ n = ۲ \end{cases}$

حال با توجه به مورد بالا می توان گفت که از هفت ایزوتوپ هیدروژن ، پنج تای آن رادیو ایزوتوپ هستند .

نیمه عمر : به مدت زمانی می گویند که ماده پرتوزا به نصف مقدار اولیه خود بر اثر واکنش های پرتوزایی تقلیل یابد .

نیمه عمر هر ایزوتوپ نشان دهنده پایداری آن ایزوتوپ است ، به طوری که هر چه نیمه عمر بیشتر باشد ، پایداری آن ایزوتوپ نیز بیشتر خواهد بود .

رادیو ایزوتوپ : به ایزوتوپ های ناپایدار و پرتوزا ، رادیو ایزوتوپ می گویند . این ایزوتوپ ها ضمن واکنش تلاشِ هسته ای و آزاد کردن انرژی ، ذره های پر انرژی نیز تولید می کنند تا از این طریق به پایداری برسد . زیرا هر چه سطح انرژی پایین تر باشد ، پایداری نیز بیشتر خواهد بود .

لازم به ذکر است که ضمن انجام واکنش تلاشِ هسته ای در ایزوتوپ های یک عنصر ، سه پرتو آلفا (α) ،بتا (β) و گاما (γ) آزاد می شود که این سه پرتو از لحاظ سطح انرژی و همچنین طول موج با یکدیگر تفاوت دارند .

ترتیب قدرت نفوذ و انرژی هر پرتو : $\alpha < \beta < \gamma$

هر چه قدرت نفوذ و انرژی یک پرتوی الکترومغناطیسی بیشتر می شود ، طول موج آن کمتر می شود ، به عبارتی این دو رابطه عکس دارند که جلوتر با آن بیشتر آشنا می شویم :

ترتیب طول موج : $\alpha > \beta > \gamma$

نکته : هر چند این مطلب رو جلوتر میخونید ، اما این موضوع رو هم به خاطر داشته باشد که هر چه طول موج یک پرتو کمتر می شود ، میزان انحراف آن پس از عبور از منشور بیشتر می شود . به عبارتی طول موج با میزان انحراف پس از عبور از منشور رابطه عکس دارد :

میزان انحراف بیشتر ⇒ طول موج کمتر ⇒ $\alpha < \beta < \gamma$: میزان انحراف پس از عبور از منشور

تمام نکات در مورد ایزوتوپ های هیدروژن

- هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ طبیعی و ساختگی است .
- هیدروژن دارای ۴ ایزوتوپ ساختگی است .
- هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است .
- ترتیب فراوانی و نیمه عمر ایزوتوپ های طبیعی هیدروژن : $_1^1H < _1^2H < _1^3H$
- ترتیب نیمه عمر ایزوتوپ های طبیعی و ساختگی هیدروژن : $_1^1H < _1^2H < _1^3H < _1^5H < _1^6H < _1^4H < _1^7H$
- در میان ایزوتوپ های طبیعی هیدروژن ، تنها یک ایزوتوپ پرتوزا است : $_1^3H$
- در میان ایزتوپ های ساختگی هیدروژن ، هر چهار ایزوتوپ پرتوزاست : $_1^4H$ ، $_1^5H$ ، $_1^6H$ و $_1^7H$
- به طور کل در میان ایزوتوپ های ساختگی و طبیعی ، ۵ ایزوتوپ پرتوزاست : $_1^3H$ ، $_1^4H$ ، $_1^5H$ ، $_1^6H$ و $_1^7H$
- ترتیب پایداری رادیوایزوتوپ های هیدروژن : $_1^7H < _1^4H < _1^6H < _1^5H < _1^3H$
- ترتیب انرژی آزاد شده از رادیوایزوتوپ های هیدروژن : $_1^7H < _1^4H < _1^6H < _1^5H < _1^3H$
- هیدروژن دارای دو ایزوتوپ غیر پرتوزاست : $_1^1H$ ، $_1^2H$
- در میان تمام رادیوایزوتوپ های هیدروژن ، $_1^3H$ از همه پایدارتر است .
- در میان رادیوایزوتوپ های ساختگی هیدروژن ، $_1^5H$ از همه پایدارتر است .
- فراموش نکنیم که درصد فراوانی تمام رادیوایزوتوپ های هیدروژن در طبیعت برابر صفر است . زیرا این ایزوتوپها توسط مولد ساخته می شود . (حتی $_1^3H$ را هم می توان برابر صفر در نظر گرفت)

تست ۱ : اکسیژن سه ایزوتوپ ($^{16}_{8}O$، $^{17}_{8}O$، $^{18}_{8}O$) و هیدروژن نیز دارای سه ایزوتوپ ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}D$، $^{3}_{1}T$) است .با توجه به تعداد ایزوتوپ های این دو عنصر ، در یک نمونه ی طبیعی آب که مولکول های آن را از اتصال ایزوتوپ های مختلف اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است ، چند نوع مولکول آب می توان یافت؟

۱) ۱۶

۲) ۱۸

۳) ۲۴

۴) ۲۱

تست ۲ : با توجه به سوال قبلی ، الف) چند مولکول آب با جرم مولی متفاوت می توان نوشت ؟ ب) چند مولکول H_2O با جرم $20amu$ می توان یافت ؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید)

۱) ۶ ، ۵

۲) ۶ ، ۴

۳) ۴ ، ۶

۴) ۴ ، ۵

نکته ۱: هر چه جرم مولی یک ماده بیشتر در نتیجه چگالی آن نیز بیشتر می شود.

$$M_T > M_D > M_H \Longrightarrow \rho T > \rho D > \rho H \Longrightarrow \rho T_2O > \rho D_2O > \rho H_2O$$

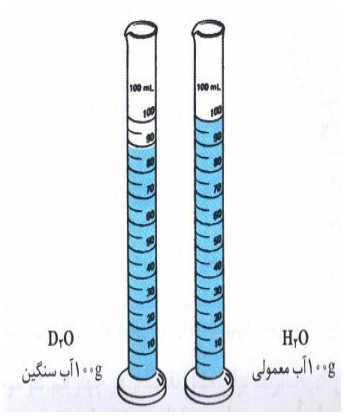
نکته ۲ : آب بر اثر انجماد افزایش حجم می دهد ، هنگامی که افزایش حجم می دهد چگالی آن کاهش پیدا می کند. به خاطر همین است که آب معمولی (H_2O) بر اثر انجماد (تبدیل به یخ شدن)بر روی آب معمولی مایع شناور می ماند.

آبی که هیدروژن آن از نوع دوتریم یا هیدروژن سنگین باشد را آب سنگین می گویند.

$^{16}_{8}O$

- (H_2O) جرم مولی آب معمولی $= 2(1) + 16 = 18\ g.mol^{-1}$
- (D_2O) جرم مولی آب سنگین $= 2(2) + 16 = 20\ g.mol^{-1}$

سوال ۳: با توجه به شکل زیر چه نتیجه ای می گیرید ؟



قبل از این پرسش به رابطه چگالی که برابر $\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \text{چگالی}$ است توجه کنید.از این رابطه نتیجه می گیریم که اگر جرم یک ماده افزایش پیدا کند ، میزان فشاری که بر واحد حجم وارد می کند نیز افزایش پیدا می کند ، در نتیجه چگالی نیز افزایش پیدا می کند . (چگالی با جرم رابطه ی مستقیم و با حجم رابطه عکس دارد)

اما حل سوال : حجم ۱۰۰ گرم آب سنگین از حجم ۱۰۰ گرم آب معمولی کمتر است.

در نتیجه چگالی آب سنگین نیز بیشتر از چگالی آب معمولی است . علت آن را هم که در مطلب قبل گفتیم که جرم مولی مولکول آب سنگین از جرم مولی مولکول آب معمولی بیشتر است ، در نتیجه مولکول های آب سنگین فشار بیشتری بر واحد حجم وارد کرده و چگالی افزایش می یابد . یعنی :

$$\text{چگالی} \uparrow = \frac{\text{جرم} \uparrow}{\text{حجم}}$$

نکته: اگر تبدیل به یخ شود ، حجم آن افزایش می یابد . در نتیجه چگالی آن کاهش می یابد.به خاطر همین است که یک قطعه یخ - H_2O در آب معمولی شناور می شود.یعنی:

$$\text{چگالی} \uparrow = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم} \downarrow}$$

تست ۱ : اتم کربن($\boldsymbol{C}$) دارای دو ایزوتوپ و اتم کلر ($\boldsymbol{Cl}$) نیز دارای دو ایزوتوپ است ، در اینصورت چند مولکول کربن تتراکلرید (CCl_4) از آنها می توان تهیه کرد ؟

۱) ۸

۲) ۷

۳) ۱۰

۴) ۱۲

تست ۲ : اتم هیدروژن و اتم اکسیژن هر یک دارای دو ایزوتوپ است ، چند حالت مولکول H_2O_2 می توان یافت ؟

۱) ۹

۲) ۱۰

۳) ۶

۴) ۸

تست ۳ : هیدروژن دارای سه ایزوتوپ است ، چند حالت H_2 داریم ؟

۵ ( )

۱۰(۲

۶ (۳

۱۲ (۴

تست ۴ : اکسیژن دارای ۳ ایزوتوپ است ، چند حالت O_3 داریم ؟

۸ ( )

۹ (۲

۱۰ (۳

۱۲ (۴

نیمه عمر

تست ۵ : نیمه عمر یکی از ایزوتوپ های A برابر ۸ روز است . اگر مقدار ۶۴ گرم از این ماده را در ظرف بریزیم ، پس از گذشت ۳۲ روز چند گرم از ماده A در ظرف باقی می ماند ؟

۴ ( )

۸ (۲

۱۲ (۳

۱۶ (۴

تست ۶ : عنصر A یک رادیوایزوتوپ با عدد اتمی ۱۰۵ است (A_{105}) ، اگر نیمه عمر این رادیو ایزوتوپ ۸ دقیقه باشد ، پس از ۴۸ دقیقه مقدار $63g$ از آن متلاشی می شود . مقدار اولیه این رادیوایزوتوپ چند گرم بوده است ؟

۱۲۰ ( )

۶۴ (۲

۱۲۸ (۳

۱۶۰ (۴

تست ۷ : عنصر A یک رادیوایزوتوپ با عدد اتمی ۱۰۵ است (A_{105}) ، اگر نیمه عمر این رادیو ایزوتوپ ۸ دقیقه باشد ، پس از ۴۸ دقیقه مقدار g از آن باقی بماند . چند گرم از این رادیوایزوتوپ متلاشی شده است ؟

۱) ۳۲

۲) ۵۶

۳) ۶۳

۴) ۸

تست ۸ : اگر در هر نیم ساعت ، تعداد هسته های یک ماده پرتوزا به $\frac{۱}{۵}$ مقدار اولیه خود می رسد . اگر پس از گذشت ۱/۵ ساعت ، تعداد هسته های این ماده به ۲۰۰۰ عدد برسد ،تعداد هسته های اولیه ی این ماده کدام است ؟

۱) ۵۰۰۰۰

۲) ۲۵۰۰۰۰

۳) ۱۶۰۰۰

۴) ۳۲۰۰۰

میانگین جرم اتمی

با توجه به وجود ایزوتوپ ها و تفاوت در فراوانی آنها ، در محاسبه ها و در جدول تناوبی امروزه از جرم اتمی میانگین استفاده می شود.

رابطه آن به صورت مقابل است:

$$M = \frac{M_۱F_۲ + M_۲F_۲ + \cdots}{F_۱ + F_۲ + \cdots}$$

M: جرم اتمی میانگین ایزوتوپ ها

$M_۱$ و $M_۲$: جرم اتمی یا عدد جرمی ایزوتوپ ها

$F_۱$ و $F_۲$: نسبت فراوانی ایزوتوپ ها

مثال : در طبیعت از چهار اتم کلر موجود ، سه اتم $_{۱۷}^{۳۵}Cl$ و یک اتم $_{۱۷}^{۳۷}Cl$ است.حال برای نمایش جرم اتمی کلر در جدول مندلیف از جرم اتمی میانگین این دو استفاده می شود.یعنی:

$$M = \frac{(۳۵\times۳)+(۳۷\times۱)}{۳+۱} = ۳۵/۵$$

به نگاه به جدول عمو مندلیف بندازید می بینید که این عدد به عنوان جرم اتمی نوشته شده است.

تست ۱ : با توجه به شکل مقابل میانگین جرم اتمی بور چند است ؟ همچنین کدام یک از عنصرها پایدارتر است ؟

۱) ۱۰/۲

۲) ۱۰/۴

۳) ۱۰/۵

۴) ۱۰/۸

تست ۲ : اگر مجموع فراوانی ها در دو ایزوتوپ $^{10}_{5}B$ و $^{11}_{5}B$ برابر ۳۰ و جرم اتمی میانگین برابر ۱۰/۸ باشد ، فراوانی ایزوتوپ سبکتر را بدست آورید .

۱) ۲۴

۲) ۶

۳) ۱۵

۴) ۱۸

تست ۳ : اگر در دو ایزوتوپ $^{10/2}X$ و $^{11/2}X$ میانگین جرم اتمی برابر ۱۱ باشد ، نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک به ایزوتوپ سنگین تر برابر چند است ؟

۱) ۲

۲) ۴

۳) ۰/۲۵

۴) ۰/۵

تست ۴ : نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ است .اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر آن برابر با ۵۲ درصد باشد ، جرم اتمی متوسط نقره کدام است ؟

۱) ۱۰۶/۸۶

۲) ۱۰۷/۸۶

۳) ۱۰۶/۶۲

۴) ۱۰۷/۶۲

اگر در سوالی نسبت فراوانی به صورت درصد بیان شده باشد ، مجموع $F_1 + F_2 + \cdots$ *برابر ۱۰۰ خواهد شد.*

تست ۵ : با توجه به جدول زیر ، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3 *چند* amu *است ؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای* amu *در نظر بگیرید)*

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴

۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

تست ۶ : اتم X *دارای* **۳** *ایزوتوپ است . اگر جرم اتم اول ۱۲۱/۷ ، جرم اتم دوم ۱۲۲/۷ و جرم اتم سوم ۱۲۳/۷ باشد ، همچنین اگر فراوانی سبک ترین ایزوتوپ ۶۸٪ و فراوانی ایزوتوپ سنگین تر ۲۴٪ باشد . جرم اتمی میانگین چه عددی است ؟*

۱) ۱۲۱/۷۶

۲) ۱۲۲/۷۶

۳) ۱۲۲/۲۶

۴) ۱۲۱/۲۶

تست ۷ : اتم X دارای سه ایزوتوپ با جرم های ۱۱۱/۲ ، ۱۱۲/۲ و ۱۱۴/۲ می باشد . اگر میانگین جرم اتمی برابر ۱۱۳ و فراوانی ایزوتوپ سبک تر برابر ۲۰٪ باشد ، فراوانی ایزوتوپ میانه چه مقدار است ؟

۱) ۲۰

۲) ۳۰

۳) ۴۵

۴) ۵۸

طبقه بندی عنصرها و آشنایی با جدول تناوبی

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود ؛ این به دین معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است . این عنصر ها به سه دسته زیر تقسیم می کنند:

۱- فلزها: بیش از ۸۰ درصد عنصر ها فلز هستند.مانند عنصر های قلیایی ، قلیایی خاکی ، واسطه و عنصر های دیگری مانند آلومینیم ،قلع ،بیسموت و...

خواص مشترک همه فلز ها :رسانای خوب گرما و برق ، دارا بودن سطح براق ، قابلیت چکش خواری و شکل پذیری (البته $Cr_{۲۴}$ شکننده بوده و چکش خوار نیست.)

۲-نافلز ها: به طور کلی جدول تناوبی دارای ۱۷ نافلز به قرار زیر می باشد:

از گروه ۱۴: تنها عنصر کربن — از گروه ۱۵: دو عنصر نیتروژن و فسفر

از گروه ۱۶: سه عنصر اکسیژن،گوگرد و سلنیم — از گروه ۱۷: چهار عنصر فلوئور ، کلر ، برم و ید

از گروه ۱۸:شش عنصر — به عبارت بهتر کل گروه گاز های نجیب نافلز هستند.هیدروژن نیز از گروه ۱ نافلز است.

خواص مشترک همه نافلز ها: رسانای خوبی برای گرما و برق نیستند ، بر خلاف فلز ها به حالت جامد شکننده اند و عموما سطح کدر و مات دارند.بیشتر نافلز ها مانند نیتروژن ، اکسیژن ،فلوئور و کلر در فشار $۱atm$ و دمای اتاق به صورت گاز هستند.

نکته: الماس و گرافیت دِگر شکل هایی از کربن (C) هستند.به عبارتی هر دو نافلز هستند ، اما گرافیت رسانای خوب جریان الکتریکی و الماس رسانای خوبی برای گرما می باشد.

حالت فیزیکی نافلز ها در دمای اتاق ($۲۵^{\circ}C$) را می توان به صورت جدول زیر نشان داد :

جامد	C , P , S , $I_۲$, Se
مایع	$Br_۲$
گاز	$Cl_۲, H_۲$, $N_۲$, $O_۲$, $F_۲$, کلیه گاز های نجیب

۳- شبه فلز ها : به عنصر هایی که برخی از خواص فلز ها و نافلز ها را داشته باشند.برای مثال سیلیسیم یک شبه فلز است ، زیرا هم درخشان (مانند فلز ها) و هم شکننده (مانند نافلز ها) است . همچنین این عنصر نیمه رسانا نیز می باشد.

۸ عنصر شبه فلز به صورت زیر می باشد:

شماره گروه	۱۳	۱۴	۱۴	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	۱۷
نماد عنصر	${}_{5}B$	${}_{14}Si$	${}_{32}Ge$	${}_{33}As$	${}_{51}Sb$	${}_{52}Te$	${}_{84}Po$	${}_{85}At$
نام عنصر	بور	سیلیسیم	ژرمانیم	آرسنیک	آنتیموان	تلوریم	پلوریم	استاتین

توجه : سبکترین شبه فلز بور و سنگین ترین شبه فلز استاتین است .

بنابراین طبق گفته ها می توان نتیجه گرفت که ترتیب فراوانی عنصر ها در جدول تناوبی به صورت زیر می شود:

شبه فلز ها < نافلز ها < فلز ها = ترتیب فراوانی عنصر ها

هشتایی پایدار یا اوکتت

چرا اتم ها به یون تبدیل می شوند ؟

جواب : از سر دلفوشی !!!

نه اصلا هم اینطور نیست . یک اتم برای رسیدن به پایداری بیشتر ، می بایست در لایه ظرفیت خود ، آرایش الکترونی مشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت گازهای نجیب را پیدا کنند .برای مثال اتم سریم که یک فلز است (${}_{11}Na$)برای رسیدن به آرایش گاز نجیب می بایست یک الکترون خود را از دست بدهد ، تا به آرایش گاز نجیب قبل از خود که نئون می باشد (${}_{10}Ne$) برسد . به عبارتی فلز ها تمایل دارند با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود برسند .

در نافلز ها نیز اینگونه است که اتم ها دوست دارند با گرفتن الکترون و تبدیل شدن به آنیون (یون منفی) به آرایش گاز نجیب بعد از خود برسند . برای مثال اکسیژن (${}_{8}\boldsymbol{O}$) تمایل دارد با گرفتن دو الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود که همان نئون (${}_{10}\boldsymbol{Ne}$) است برسد .

$\boldsymbol{H}$																	He
															${}_{8}O$		${}_{10}Ne$
${}_{11}Na$																	

نکته ۱ : به طور کلی یون های مرسومی که گروه های ۱ ، ۲ ، ۳ اصلی (۱۳) ، ۵ اصلی (۱۵) ، ۶ اصلی (۱۶) ، ۷ اصلی (۱۷) تشکیل می دهند به صورت جدول زیر است :

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
یون های مرسوم	X^{1+}	X^{2+}	X^{3+}	یون ندارند	X^{3-}	X^{2-}	X^{1-}

نکته ۲ : یک اتم برای رسیدن به آرایش گاز نجیب ، حداکثر مجاز است سه الکترون بگیرد یا سه الکترون از دست بدهد .

تمرین ۱ : از میان عناصر $^{25}_{12}Mg$ ، $^{26}_{12}Mg$ ، $^{40}_{20}Ca$ ، $^{27}_{13}Al$ ، $^{23}_{11}Na$ ، $^{31}_{15}P$ ، $^{75}_{33}As$ ، $^{19}_{9}F$ ، $^{16}_{8}O$ ، $^{15}_{7}N$ چند عنصر دارای خواص فیزیکی مشابه ، چند مورد دارای خواص شیمیایی مشابه با گزینه های زیر است ؟

: خواص شیمایی مشابه $^{24}_{12}Mg$

: خواص فیزیکی مشابه $^{24}_{12}Mg$

: خواص شیمایی مشابه $^{14}_{7}N$

: نقطه ذوب و چگالی مشابه $^{14}_{7}N$

تمرین ۲ : فلز ها و نافلزهای زیر در تشکیل پیوند های یونی ، چه تعداد الکترون مبادله می کنند .

رسیدن به آرایش گاز نجیب قبل / بعد تعداد الکترون الکترون از دست می دهد/می گیرد

$_{13}Al$:

$_{31}Ga$:

$_{15}P$:

$_{20}Ca$:

تمرین ۳ : ملاک واکنش پذیری اتم ها رسیدن به $\frac{\text{هشتایی پایدار}}{\text{آرایش گاز نجیب}}$ است ، همچنین برخی از عناصر جدول تناوبی بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب $\frac{\text{پایدار}}{\text{ناپایدار}}$ هستند .

میان دو عنصر چند عنصر وجود دارد

برای محاسبه تعداد عناصر میان دو عنصر ، طراح محترم دو کار انجام می دهد

۱) عدد اتمی می دهد

۲) شماره گروه در یک تناوب را می دهد

۱) عدد اتمی بدهد : برای محاسبه از این رابطه استفاده می کنیم رابطه : ۱ − اختلاف عدد اتمی

۲) شماره گروه در یک تناوب را بدهند : از این رابطه استفاده می کنیم رابطه : ۱ − اختلاف شماره گروه

تمرین ۱ : در بین عناصر $X_{۹}$ و $X_{۳۳}$ به ترتیب چند عنصر وجود دارد ؟

تمرین ۲ : اتم $\boldsymbol{X}$ از گروه ۲ و اتم $\boldsymbol{Y}$ از گروه ۱۷ در تناوب چهارم می باشند ، بین این دو چند عنصر وجود دارد ؟ در تناوب سوم شرایط چگونه است ؟

تمرین ۳ : اختلاف عدد اتمی $X_{۹}$ و $X_{۳۳}$ برابر چند است ؟

تمرین ۴ : از عدد اتمی $X_{۹}$ تا $X_{۳۳}$ چند عنصر از جدول تناوبی را شامل می شوند ؟

جرم اتمی عنصر ها

وقتی در زندگی روزمره صحبت از جرم یک چیزی میشه ، همگی ما به طور ناخودآگاه به یاد ترازو های متفاوت و واحد های اندازه گیری اجسام مثل : جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن ، جرم هنداونه را با ترازوی معمولی و یکای کیلو گرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق تر و یکای گرم می اندازد .

با این توصیف ، ترازوهایی که برای اندازه گیری جرم مواد گوناگون به کار می رود ، دقت اندازه گیری متفاوتی دارند برای مثال :

باسکول های تنی : دقت اندازه گیری تا یک دهم تن (که معادل ۱۰۰ کیلو گرم می شود)

ترازوی زرگری : دقت اندازه گیری تا یک صدم گرم می شود .

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان ، محیط زیست ، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند ، باید بدانند که جرمی از اتم ها یا مولکول های آن ماده وارد محیط شده اند از این رو همواره در پی یافتن سنجه ای مناسب و در دسترس برای اندازه گیری جرم اتم ها بوده اند .

حالا به نظر شما واحد اندازه گیری جرم یک اتم چی میتونه باشه؟

از اونجایی که یک اتم بسیار ناچیز هستش ، شیمی دان ها مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند . برای محاسبه ی جرم یک اتم از یک واحدی به نام واحد کربنی (**amu**) استفاده می کنند.پس بذارید اول از همه یه تعریفی از واحد کربنی داشته باشیم.

واحد کربنی : به جرم $\frac{۱}{۱۲}$ از اتم کربن ($_{۶}^{۱۲}C$) واحد کربنی (**amu**) می گویند.

یعنی اینکه اگر اتم کربن رو مثل یک پیتزا به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنیم ، به یکی از آن ۱۲ قسمت ،واحد کربنی (**amu**) می گویند.به شکل زیر توجه کنید :

یک اتم $_{۶}^{۱۲}C$

جرم اتم کربن $= \frac{۱}{۱۲}$ واحد کربنی (amu)

$\Delta =$ واحد کربنی (**amu**)

توجه: همانطور که قبلا هم گفته شد ، شیمی دان ها برای محاسبه ی جرم یک اتم ، از واحدی به نام واحد کربنی (**amu**) استفاده می کنند.

خب ، بریم سراغ جرم اتمی

جرم اتمی : به جرم یک اتم بر حسب واحد کربنی (**amu**) جرم اتمی می گویند.

مثلا وقتی که می گوییم جرم اتم هلیم برابر ۴ است ، یعنی اینکه اگر ۴ واحد کربنی را به روی یک ترازو بگذاریم ، وزنی معادل یک اتم هلیم خواهد داشت.

Δ : واحد کربنی

یا مثلا وقتی که می گوییم جرم اتم اکسیژن برابر ۱۶ است ، یعنی اینگه اگر ۱۶ واحد کربنی را بر روی یک کفه ترازو بگذاریم ، وزنی معادل یک اتم اکسیژن خواهد داشت.

نکته مهم : جرم یک اتم هیدروژن ($^{1}_{1}H$) برابر $1/008\ amu$ است . بنابراین جرم هیدروژن برابر یک واحد کربنی نیست .

بچه ها به نظر شما من این عدد ۴ برای هلیم و عدد ۱۶ برای اکسیژن رو از کجا اوردم؟

بله درست حدس زدید ، این همون عدد جرمی هستش که قبلا هم براتون گفتیم.

عدد جرمی: به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته می گویند.

نکته ۱ : جرم اتمی یک عنصر با عدد جرمی اتم آن عنصر از لحاظ تعریف و معنا و مفهوم با هم متفاوت هستند ، اما از لحاظ عددی تقریبا با هم برابر هستند.

نکته ۲ : جرم پروتون و نوترون تقریبا ($1\ amu$) است.در حالی که جرم الکترون تقریبا $\frac{1}{2000}$ این مقدار است.بنابراین در محاسبه ی جرم اتمی از مقدار جرم الکترون صرف نظر می کنیم.

برای مثال در یک اتم هلیم ($^{4}_{2}He$) مطابق نمونه زیر ۲ پروتون ($_{+}\boldsymbol{p}$) ، ۲ نوترون ($^{0}\boldsymbol{n}$) و ۲ الکترون ($_{-}\boldsymbol{e}$) وجود دارد:

$$^{4}_{2}He \Longrightarrow {}_{-}e\ {}_{-}e\ {}_{+}p\ {}_{+}p\ {}^{0}n\ {}^{0}n$$

طبق نکته گفته شده چون جرم الکترون ناچیز است از مقدار آن صرف نظر می کنیم . همچنین گفته شده که جرم یک پروتون یا جرم یک نوترون برابر یک واحد کربنی ($1\ amu$) است.بنابراین ما می توانیم به جای هر پروتون و نوترون یک واحد کربنی مطابق زیر قرار دهیم:

$$^{4}_{2}\boldsymbol{He} \Longrightarrow {}_{+}\boldsymbol{p}\ {}_{+}\boldsymbol{p}\ {}^{0}\boldsymbol{n}\ {}^{0}\boldsymbol{n} = \Delta\Delta\Delta\Delta$$

$$\Delta = \text{واحد کربنی } (\boldsymbol{amu})$$

$$\text{جرم اتمی} = 4\ \boldsymbol{amu} \qquad \text{عدد جرمی} = 4$$

از اونجایی که در آزمایش ها و صنایع مختلف برای محاسبه جرم مواد از ابزار های معمولی (مثل ترازو)استفاده می کنند ، حتما به این نتیجه رسیده اید که محاسبه جرم یک اتم با این ابزار ها غیر ممکن است.در این محیط ها به جای اندازه گیری جرم یک اتم ، تعدادی از اتم ها را در کنار هم قرار می دهند تا جرم آنها توسط ابزار های معمولی قابل اندازه گیری بشه تا بتونن تحقیقات و عملیات خودشون رو بر روی این اتم ها انجام بدن . حالا چه تعداد از این اتم ها را باید در کنار هم بگذاریم تا توسط ابزار های معمولی قابل اندازه گیری بشه؟

شیمی دان ها می گویند که اگر تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم را در کنار هم بگذاریم دارای جرمی می شود که می توان آن را با ابزار های معمولی (مانند ترازو)وزن کرد.به این تعداد یک مول می گویند.

مول : به تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره از هر ماده یک مول می گویند.برای مثال:

یک مول برگه کاغذ برابر $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ برگه کاغذ می باشد.

یک مول سیب برابر $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ سیب می باشد.

این عدد به یاد دانشمند ایتالیایی ، آمِدِئو آووگادرو ، عدد آووگادرو گفته می شود و آن را با نماد N_A نمایش می دهند.

بنابراین یک مول از هر ذره برابر تعداد عدد آووگادرو از آن ذره می باشد.به مثال های زیر توجه کنید:

یک مول الکترون $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون

یک مول پروتون $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ پروتون

یک مول نوترون $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ نوترون

یک مول یون $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ یون

یک مول اتم $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم

یک مول مولکول $= ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول

نکته مهم : گرم رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می شود ؛ این در حالی است یکای جرم اتمی ، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل تا ممکن است .

آیا می دانید بزرگی عدد آووگادرو چقدر است؟

اگر به اندازه عدد آووگادرو دانه برف در سطح ایران ببارد ، لایه ای از برف به ارتفاع قله دنا ($\cong ۴۵۰۰m$) همه کشور را می پوشاند .

به جرم یک مول اتم (که شامل $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ تعداد از همان اتم است) بر حسب گرم اتم گرم می گویند.برای مثال اتم گرم سدیم برابر ۲۳ گرم است،یعنی اگر تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم سدیم را در کنار هم قرار بدهیم ، وزنی معادل ۲۳ گرم را خواهد داشت .

یون گرم : به جرم یک مول یون (که شامل $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ تعداد از همان یون است) بر حسب گرم یون گرم می گویند.برای مثال یون گرم سدیم ($_{۱۱}^{۲۳}Na^{+}$) برابر ۲۳ گرم است ، یعنی اگر تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ یون سدیم را در کنار هم قرار بدهیم ، وزنی معادل ۲۳ گرم خواهد داشت.

نکته ۱: اتم در مجموع خنثی است . یعنی تعداد الکترون ها و پروتون های موجود در یک اتم با هم برابر است.

حال اگر اتم ، یک یا تعدادی الکترون دریافت کند،تعداد الکترون ها در اتم نسبت به تعداد پروتون ها فزونی یافته و اتم تبدیل به یون منفی(آنیون) می شود.اما اگر اتم،یک یا تعدادی الکترون از دست بدهد ، در این صورت تعداد پروتون ها نسبت به الکترون ها فزونی یافته و اتم تبدیل به یون مثبت(کاتیون)می شود.

نکته ۲: به طور معمول به هیچ عنوان نمی توان از درون هسته پروتون خارج یا به درون آن پروتون وارد کنیم و تنها این کار در رکتور اتمی امکانپذیر است.

مولکول گرم : به جرم یک مول مولکول (که شامل $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ تعداد از همان مولکول است)بر حسب گرم مولکول گرم می گویند.

برای مثال مولکول گرم $\boldsymbol{CO_۲}$ برابر ۴۴ گرم است.

توجه: جرم مولکول گرم به کمک اتم گرم سازنده ی آن مولکول بدست می آید.

برای مثال یک مولکول $CO_۲$ دارای ۴۴ گرم وزن می باشد که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$C \quad + \quad O_۲ \longrightarrow CO_۲$$

$CO_۲$ مولکول گرم $= ۱۲ + (۱۶ \times ۲) = ۴۴g$ $\quad$ اتم گرم اکسیژن $= ۱۶g$ $\quad$ اتم گرم کربن $= ۱۲g$

$O_۲$ مولکول گرم $= ۳۲g$

شیمی دان ها به جای استفاده از اتم گرم و مولکول گرم از جرم مولی استفاده می کنند.حالا جرم مولی چیه؟

جرم مولی : به جرم یک مول ذره (اتم، مولکول ، یون و ...) بر حسب گرم بر مول ($\boldsymbol{g.mol^{-۱}}$) جرم مولی می گویند.

نکته مهم: به طور کلی جرم اتمی ، عدد جرمی و جرم مولی از لحاظ تعریف و مفهوم با یکدیگر تفاوت دارند ، ولی از لحاظ عددی تقریبا با یکدیگر برابرند.(دخترا و پسرا فقط هواستون به واحد های اندازه گیری باشه) به جدول زیر توجه کنید:

مفاهیم	تعاریف	مثال : $^{۲۳}_{۱۱}Na$
جرم اتمی	به جرم یک اتم بر حسب واحد کربنی ($\boldsymbol{amu}$)	۲۳ $\boldsymbol{amu}$
اتم گرم	به جرم یک مول اتم بر حسب گرم	۲۳ $\boldsymbol{g}$
عدد جرمی	به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها	۲۳
جرم مولی	به جرم یک مول اتم بر حسب گرم بر مول ($\frac{g}{mol}$)	۲۳ $\frac{g}{\text{mol}}$

یه نگاهی هم به جدول زیر بندازید بد نیست :

نام ذره	نماد	بار الکتریکی	بار الکتریکی نسبی	جرم		جرم نسبی بر حسب $\boldsymbol{g.mol^{-۱}}$
				$\boldsymbol{amu}$	$\boldsymbol{g}$	
الکترون	$^{۰}_{-۱}\boldsymbol{e}$	$-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\boldsymbol{c}$	-۱	۰.۰۰۰۵	$۹/۱۰۹ \times ۱۰^{-۲۸}$	۰
پروتون	$^{۱}_{+۱}\boldsymbol{p}$	$+۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\boldsymbol{c}$	+۱	۱.۰۰۷۳	$۱/۶۷۳ \times ۱۰^{-۲۴}$	۱
نوترون	$^{۱}_{۰}\boldsymbol{n}$	۰	۰	۱.۰۰۸۷	$۱/۶۷۵ \times ۱۰^{-۲۴}$	۱

توجه: در نماد ها عدد بالا جرم نسبی و عدد پایین بار نسبی است. مثال:

$$e \quad \begin{matrix} \text{جرم نسبی} \\ \text{بار نسبی} \end{matrix}$$

نکته : الکترون ، پروتون و نوترون را ذره های زیر اتمی یا بنیادی می نامند .

آیوپاک (**IUPAC**) : اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها ، نمادها ، قراردادها ، قواعد فرمول نویسی و نامگذاری و ... را ارائه می کند . جدول تناوبی(دوره ای) عنصرها نیز به تایید آیوپاک رسیده است .

یک نکته و دیگر هیچ

برای تبدیل **amu** به **g** باید از رابطه زیر استفاده کرد (البته منظورم برای پروتون و نوترون است ، نه الکترون ، چون جرم الکترون ناچیز است :

$$1\,amu = 1/66 \times 10^{-24} g$$

تست ۱: اگر هر اتم اکسیژن دارای ۸ پروتون ، ۸ الکترون و ۸ نوترون باشد ، جرم تقریبی ۱۰۰ اتم اکسیژن برابر چند گرم است ؟

۱) $25/6 \times 10^{-24}$

۲) $1/6 \times 10^{-22}$

۳) $1/6 \times 10^{-24}$

۴) $25/6 \times 10^{-22}$

تست ۲ : اگر جرم پروتون **۱۸۴۰** برابر جرم الکترون ، جرم نوترون **۱۸۵۰** برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر **amu** ۰/۰۰۰۵۴ در نظر گرفته شود ، جرم تقریبی یک اتم تریتیم(^{3}H) برابر چند گرم خواهد بود ؟ ($1\,amu = 1/66 \times 10^{-24}$)

۱) $4/96 \times 10^{-24}$ ۲) $9/112 \times 10^{-24}$ ۳) $4/34 \times 10^{-22}$ ۴) $9/815 \times 10^{-22}$

تست ۳ : اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم هر یک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود ، نسبت جرم الکترون ها در اتم ${}^{۲}_{Z}A$ ، به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک تر است ؟

۱) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۴۰۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵۰۰۰}$

تست ۴ : اگر جرم پروتون و نوترون به تقریب یکسان و برابر $۱/۶۷۴ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم و جرم الکترون برابر $۹/۱ \times ۱۰^{-۲۸}$ گرم در نظر گرفته شود ، جرم اتم تریتیم ($_{۱}^{۳}H$) برابر چند واحد جرم اتمی می شود ؟ ($amu = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$)

۱) ۳/۰۰۲ ۲) ۳/۰۲۶ ۳) ۳/۲۰۶ ۴) ۳/۰۰۶

تبدیل گرم ، ذره و مول به یکدیگر

با استفاده از هم ارزی میان کمیت ها می توان گرم را به مول (و بلعکس) به یکدیگر تبدیل کرد ، به طوری که برای هر هم ارزی می توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت . مانند کاری که ما العان انجام می دیم :

$$\left[\frac{\boldsymbol{mol}}{\text{ضریب}\times ۱}\right] = \left[\frac{\boldsymbol{g}\ \text{مقدار}}{\text{ضریب}\times \text{جرم مولی}}\right] = \left[\frac{\text{ذره}}{\text{ضریب}\times ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}\right] = \left[\frac{\boldsymbol{\rho\times V}}{\text{ضریب}\times \text{مولی جرم}}\right]$$

نکته : اگر اطلاعات یک ماده را دادند و اطلاعات همان ماده را از ما خواستند و احتیاجی به نوشتن معادله واکنش نباشد ، ضریب را برابر عدد یک در نظر می گیریم . (کار کردن با معادله واکنش را در فصل بعد یاد می گیرید)

تمرین ۱ : جرم مولی هر یک از موارد خواسته شده را بدست آورید . ($C = ۱۲ , H = ۱ , O = ۱۶ , N = ۱۴ \frac{g}{mol}$)

$CO_۲$:

$C_۶H_{۱۲}O_۶$:

$NH_۳$:

تمرین ۲ : اگر جرم مولی در تمرین ۱ برابر ۱۸۰ و در تمرین ۲ برابر ۴۴ باشد ، مقدار $\boldsymbol{X}$ را بدست آورید ؟

۱) $C_۶H_{۱۲}O_X$:

۲) $C_XH_۸$:

تمرین ۳ : ۳۴ گرم آمونیاک ($NH_۳$) و ۱۸ گرم گلوکز ($C_۶H_{۱۲}O_۶$) برابر چند مول است ؟ ($_{۷}^{۱۴}N$ ، $_{۸}^{۱۶}O$ ، $_{۱}^{۱}H$ و $_{۶}^{۱۲}C$)

تمرین ۴ : ۲ مول آب و ۰/۰۲ مول گلوکز ، چند گرم است ؟

($C = ۱۲ , H = ۱ , O = ۱۶ , N = ۱۴ \ g.mol^{-۱}$)

تمرین ۵ : ۲۲ گرم کربن دی اکسید ($CO_۲$) چند ذره و چند اتم است؟ در آن چند اتم کربن و چند اتم اکسیژن وجود دارد ؟

($C = ۱۲ , H = ۱ , O = ۱۶ , N = ۱۴ \ g.mol^{-۱}$)

تست ۱ : اگر جرم $۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۱}$ مولکول S_n برابر ۱۲/۵ گرم باشد ، مقدار n چقدر است ؟ ($S = ۳۲ \frac{g}{mol}$)

۱) ۲

۲) ۴

۳) ۶

۴) ۸

تست ۲ : تعداد اتم های موجود در ۲ لیتر گاز $CO_۲$ با چگالی $۱/۱ \frac{g}{L}$ برابر شمار اتم های موجود در چند گرم گاز نئون است ؟
$(Ne = ۲۰, C = ۱۲, O = ۱۶\ g.mol^{-۱})$

۱) ۲

۲) ۱

۳) ۳

۴) ۶

تست ۳ : تعداد اتم ها اکسیژن موجود در چند گرم $C_۶H_{۱۲}O_۶$ ، چهار برابر تعداد اتم های موجود در $۱۰g$ کلسیم است ؟
(جرم مولی گلوکز : ۱۸۰ و جرم مولی کلسیم : ۴۰)

۱) ۳۰

۲) ۷/۵

۳) ۱۵

۴) ۱۸

تست ۴ : تعداد اتم های موجود در چند گرم $CO_۲$ برابر $۹/۰۳ \times ۱۰^{+۲۳}$ می شود ؟ ($CO_۲ = ۴۴ g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۱

۲) ۲۲

۳) ۴۴

۴) ۸۸