



شیمی



# فصل صفر - ۱

**ماده:** هر آنچه در پیرامون ما وجود دارد و دارای جرم، حجم، ساختار ذره‌ای می‌باشد. مانند: طلا، چوب، هوا، شیر، آهن، پلاستیک



- ماده خالصی که از یک نوع اتم تشکیل شده است.

- ماده خالصی که ذرات سازنده آن اتم یا مولکول‌هایی با اتم‌های یکسان می‌باشد.

- ماده خالصی که همه اتم‌های آن پروتون‌هایی یکسان دارند.

- ماده خالصی که همه ذرات آن، مولکول با اتم‌های متفاوت یا شبکه‌ای از یون‌های  $\oplus$  و  $\ominus$  است.

- ماده خالصی که از ترکیب دو یا چند عنصر به دست می‌آید.

**عنصر**

**ترکیب**

**مخلوط:** ماده‌ای که شامل دو یا چند نوع ذره (اتم، مولکول) می‌باشد و هر یک از ذرات خواص خود را حفظ کرده است.

(۱) به حالت آزاد وجود نداشته و به همراه اتم‌های دیگر هستند.

(۲) خواص ماده‌ای را که ساختند ندارند.

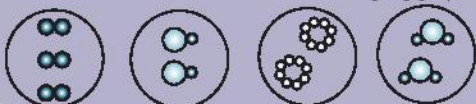
اتم: کوچک‌ترین ذرات سازنده یک ماده که معمولاً

در گازهای نجیب (بی‌اثر)، اتم‌ها جدا از هم و در فاصله‌ی زیاد از یکدیگر قرار دارند.

نیروی بین آن‌ها تقریباً صفر می‌باشد.

در فلزات اتم‌ها توسط جاذبه‌ای قوی (پیوند فلزی) کنار هم قرار گرفته‌اند.

ولی در عناصر مولکولی و ترکیبات، اتم‌ها در غالب مولکول کنار هم قرار گرفته‌اند.

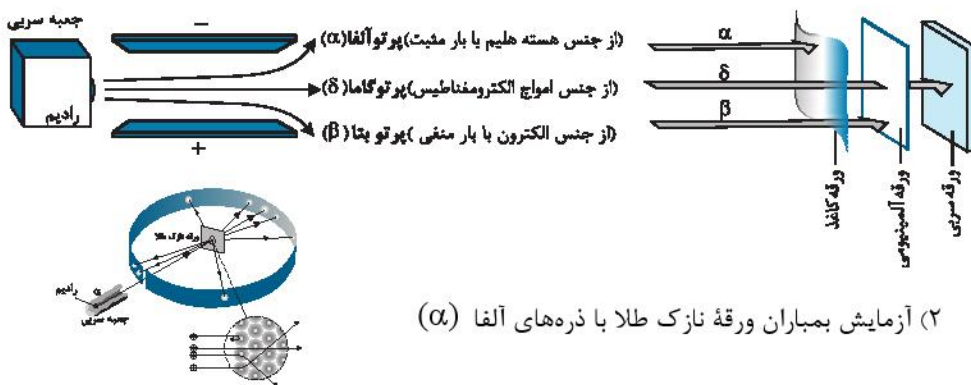


با پیشرفت علم و تکنولوژی، ذرات سازندهٔ اتم یا ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، نوترون و الکترون کشف شده‌اند و حتی امروزه ذرات کوچک‌تر شامل کوارک‌ها، نیز کشف شده‌اند. بنابراین به صورت گذرا و چکیده سرگذشت اتم و نظریه‌های اتمی و چگونگی کشف ذرات بنیادی را در جدول زیر بررسی می‌کنیم.

### نظریه‌های اتمی و فعالیت‌های دانشمندان در کشف ذرات بنیادی

نام دانشمند	نظریه یا فعالیت انجام شده
تالس	آب عنصر اصلی سازندهٔ جهان هستی است.
ارسطو	آب، هوا، خاک و آتش چهار عنصر سازندهٔ جهان هستی می‌باشند (عناصر چهارگانه)
بویل	ارائه مفهوم جدید عنصر در کتاب شیمیدانان شکاک با این مفهوم که: عنصر ماده‌ای است که نمی‌توان آن را به مواد ساده‌تر تبدیل کرد.
دموکریت	ارائه لفظ اتم: همهٔ مواد از ذرات ریز و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند و اتم‌های مواد مختلف شکل‌های متفاوت دارند.
دالتون	<ul style="list-style-type: none"> <li>- کوچک‌ترین ذره هر ماده مانند گوی توپر، سفت و سخت و بدون ساختار درونی</li> <li>- مدل اتمی ساچمه مانند </li> <li>- همهٔ اتم‌های یک عنصر شبیه یکدیگرند.</li> <li>- اتم‌ها نه به وجود می‌آیند و نه از بین می‌روند.</li> <li>- اتم عنصرهای مختلف جرم و خواص متفاوتی دارند.</li> <li>- از اتصال اتم عنصرهای مختلف، مواد مرکب (ترکیب) به وجود می‌آیند.</li> <li>- همواره نوع و تعداد نسبی اتم‌های سازنده هر مولکول یک ترکیب، ثابت است.</li> <li>- در یک واکنش شیمیایی، شیوهٔ اتصال اتم‌ها تغییر می‌کند ولی نوع اتم‌ها تغییر نمی‌کند.</li> </ul>
تامسون	<p>مدل اتمی (کیک کشمش) (هندوانه‌ای)</p>  <p>با آزمایش‌هایی بر روی پرتوهای کاتدی نتیجه گرفت که اتم تجزیه پذیر است و شامل ذراتی مثبت و ذراتی منفی به نام الکترون می‌باشد که نتایج ارائه شده توسط ایشان به صورت زیر است:</p> <p>الکترون‌ها درون فضای کروی و ابرگونه از بار مثبت پراکنده شده‌اند. مقدار بار مثبت فضای کروی ابرگونه با مجموع بار الکتریکی الکترون‌ها با هم برابر است پس اتم ذره‌ای خنثی است.</p> <p>فضای کروی ابرگونه مثبت، جرم نداشته و جرم اتم مربوط به الکترون‌ها می‌باشد.</p> 

۱) کشف پرتوهای حاصل از مواد پرتوزا با عبور تابش مواد پرتوزا از میدان الکتریکی

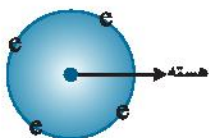


رادرفورد

نتیجه:

اتم شامل دو بخش می‌باشد:

الف) هسته که شامل ذرات  $+$  یا پروتون‌ها می‌باشند تقریباً همهٔ جرم اتم در هستهٔ آن متمرکز شده و قطر آن  $\frac{1}{10000}$  قطر اتم می‌باشد.



ب) الکترون‌ها هسته را محاصره کرده‌اند و با سرعت در حال گردش اند. بیشتر حجم اتم فضای خالی می‌باشد. مدل اتمی ← اتم هسته دار (استادیومی)

نکته: رادرفورد در آزمایش‌ها متوجه شد هستهٔ هلیوم ۲ پروتون دارد و هستهٔ هیدروژن یک پروتون، ولی جرم هستهٔ هلیوم به جای اینکه ۲ برابر هستهٔ هیدروژن باشد ۴ برابر هستهٔ هیدروژن است بنابراین پیش‌بینی کرد که درون هستهٔ اتم‌ها ذره دیگری بدون بار ولی هم جرم پروتون باید باشد ولی نتوانست کشف کند تا اینکه یکی از شاگردان وی به نام چادویک این ذره را کشف و آن را نوترون نامید.

مدل اتمی (منظومه شمسی یا سیاره‌ای)



الکترون در اتم هیدروژن در مسیر دایره‌ای به دور هسته گردش می‌کند.

الکترون‌ها برحسب سرعت و انرژی که دارند در ترازهایی از انرژی در اطراف هسته به دور آن می‌چرخند. حداکثر تعداد الکترون از رابطه  $(2n^2)$  به دست می‌آید.  $n$  شماره تراز می‌باشد و اولین تراز نزدیک‌ترین به هسته می‌باشد.

مدل اتمی (آریتالی - ابرالکترونی - لایه‌ای)



مانند مدل بور الکترون‌ها برحسب انرژی و سرعت در اطراف هسته می‌چرخند اما مانند مدل بور مسیر یا مدار ثابت و مشخصی وجود ندارد الکترون‌ها در فضایی ۳ بعدی به نام اربیتال حضور دارند.

شرو دینگر

امیدوارم حوصله شما سر نرفته باشد و از این همه تکرار خسته نشده باشید. ولی واقعیت این است که لازمه پیروزی و موفقیت تکرار و تمرین است. خلاصه این همه نظریات اتمی این شد که:  
 اتم تجزیه پذیر و شامل ذرات کوچکتری به نام الکترون، پروتون و نوترون می‌باشد.

### ذرات بنیادی اتم

نام ذره	نماد	جرم (kg)	جرم نسبی	بارنسبی	بار الکتریکی C	موقعیت در اتم	کاشف
الکترون	${}_{-1}^0e$	$9/10938 \times 10^{-31}$	۱	-۱	$1/6 \times 10^{-19}$	اطراف هسته	تامسون
پروتون	${}_{+1}^1p$	$1/672649 \times 10^{-27}$	۱۸۳۷	+۱	$1/6 \times 10^{-19}$	هسته	رادرفورد
نوترون	${}_{0}^1n$	$1/674954 \times 10^{-27}$	۱۸۳۷	۰	۰	هسته	چادویک

### پرسش‌های مروری

۱- جاهای خالی را با یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

الف) ..... عقیده داشت که چهار عنصر آب، هوا، خاک و آتش عناصر سازنده جهان هستی می‌باشند.

(ارسطو - افلاطون - تالس)

ب) سس مایونز نوعی ..... است. (ترکیب - کلئوید - محلول)

ج) از پرتوهای حاصل از عناصر رادیواکتیو پرتو ..... نفوذپذیرترین آن‌ها می‌باشد. (آلفا - بتا - گاما)

د) تامسون معتقد بود جرم زیاد اتم ناشی از وجود بسیار زیاد ..... است. (الکترون - پروتون - نوترون)

ه) کاشف پرتوهای  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  ..... می‌باشد و کاشف پروتون ..... است. (فارادی، رادفورد - رادرفورد، رادرفورد - رادرفورد، چادویک)

و) بیشترین تعداد الکترونی که می‌تواند در یک لایه الکترونی وجود داشته باشد از رابطه ..... به دست می‌آید.

$(2n)^2, 2n^2, n^2$

۲- درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید.

درست  نادرست

الف) در یک میدان الکتریکی پرتو گاما منحرف نمی‌شود.

درست  نادرست

ب) پرتو آلفا از یک ورقه کاغذ عبور می‌کند ولی از یک ورقه آلومینیمی عبور نمی‌کند.

درست  نادرست

ج) مدل اتمی، اتم هسته‌دار را اولین بار نیلزبور مطرح کرده‌اند.

درست  نادرست

د) سنگین‌ترین ذره اتمی، نوترون می‌باشد.

درست  نادرست

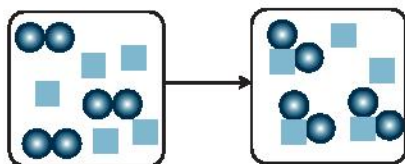
ه) مدل لایه‌ای یا اربیتالی را شرودینگر بیان کرد که امروزه جدیدترین نظریه می‌باشد.

درست  نادرست

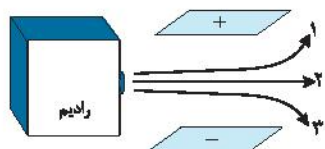
و) به نظر دالتون، در واکنش‌های شیمیایی اتم یک عنصر می‌تواند به اتم عنصری دیگر تبدیل شود.

## پرسش‌های مروری

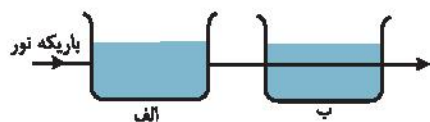
۱- شکل زیر بیانگر کدام یک از بندهای نظریه اتمی دالتون می‌باشد؟



۲- با توجه به شکل زیر نوع پرتو و جنس آن‌ها را تعیین کنید.



۳- اگر به جای ورقه طلا، از ورقه بریلیم که تعداد پروتون و نوترون کمتری دارد در آزمایش رادرفورد استفاده کنیم انتظار دارید چه نتایجی به دست آید؟



۴- با توجه به شکل زیر برای تشخیص کلوئید و محلول از یکدیگر از باریکه نور استفاده شده است کدام ظرف حاوی محلول و کدام ظرف شامل کلوئید است؟ چرا؟

۵- تعیین کنید از مواد زیر کدام یک عنصر، ترکیب، محلول و مخلوط معلق است؟

سدیم کلرید - سرکه - گوشواره طلا - یخ - برنز - اورانیوم - شربت آموکسی سیلین

۶- با توجه به آزمایش رادرفورد برای شناسایی ساختمان اتم، به موارد زیر پاسخ دهید.

- الف) رادرفورد برای انجام آزمایش خود روی ورقه طلا، از چه پرتویی استفاده کرد؟  
 ب) کدام مشاهده در آزمایش رادرفورد، وجود جرم متمرکز در اتم را نشان می‌دهد؟  
 ج) رادرفورد چگونه پی برد که بیش تر فضای اتم خالی است؟  
 د) نتایج آزمایش رادرفورد کدام مدال اتمی را رد کرد؟  
 ه) نام دیگر مدل رادرفورد چیست؟

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کدام یک از مواد زیر طبیعی است؟

- (۱) آهن (۲) شیشه (۳) طلا (۴) upvc

۲- ذرات سازنده‌ی کدام یک از موارد زیر همگی پروتون‌هایی برابر دارند؟

- (۱) نمک (۲) گوگرد (۳) فولاد (۴) نفت خام

۳- ذرات سازنده‌ی کدام یک از مواد زیر مولکول‌های یکسان با اتم‌های متفاوت دارند؟

- (۱) فسفر (۲) نقره (۳) برنز (۴) آب

۴- پرتوی ..... که از جنس ..... است در میدان الکتریکی ..... توسط ..... متوقف می‌شود.

(۱)  $\beta$ - الکترون - به سمت قطب مثبت منحرف می‌شود - ورقه کاغذ

(۲)  $\gamma$ - انرژی - منحرف نمی‌شود - ورقه آلومینیومی

(۳)  $\alpha$ - پروتون و نوترون - به سمت قطب منفی منحرف می‌شود - ورقه کاغذ

(۴) کاتیون - الکترون، به سمت قطب منفی منحرف می‌شود - ماده فلورسنت

۵- کدام گزینه با تئوری اتمی دالتون سازگار نیست؟

(۱) از واکنش گازهای هیدروژن و نیتروژن با یکدیگر گاز آمونیاک به دست می‌آید.

(۲) در واکنش شیمیایی، مجموع جرم واکنش دهنده‌ها با مجموع جرم فرآورده‌ها برابر است.

(۳) در مولکول آب نسبت تعداد اتم‌های هیدروژن به تعداد اتم‌های اکسیژن، ۲ می‌باشد.

(۴) در برقکافت یک ماده، یون‌های مثبت به طرف قطب منفی و یون‌های منفی به طرف قطب مثبت می‌روند.

۶- کدام نتیجه‌گیری مربوط به شکل زیر نیست؟

(۱) میدان الکتریکی قوی در اتم وجود دارد.

(۲) بیش‌تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.

(۳) اتم طلا، هسته‌ای بسیار کوچک با جرم بسیار زیاد دارد.

(۴) اتم در مجموع خنثی است بنابراین مقدار بار مثبت و منفی آن با هم برابرند.

۷- کدام گزینه در مورد پروتون درست است؟

(۱) اندازه بار آن با بار نوترون برابر است.

(۲) جرم آن ۱۸۳۷ مرتبه سنگین‌تر از جرم الکترون است.

(۳) بار آن  $(+1C)$  می‌باشد.

(۴) توسط تامسون پیش‌بینی و توسط چادویک کشف شده است.

۸- شرودینگر به جای ..... از حضور الکترون در فضایی ..... به نام ..... استفاده کرده است.

(۱) نامنظم فرض کردن حرکت الکترون - دایره‌ای شکل - مدار الکترونی

(۲) نامنظم فرض کردن حرکت الکترون - دایره‌ای شکل - تراز انرژی

(۳) محدود کردن حرکت الکترون به یک مدار دایره‌ای شکل - دو بعدی - اوربیتال

(۴) محدود کردن حرکت الکترون به یک مدار دایره‌ای شکل - سه بعدی - اوربیتال

۹- کدام گزینه درست است؟

(۱) به پروتون یا نوترون، نوکلئون یا ذرات سازنده اتم گفته می‌شود.

(۲) دانشمندان با کمک دستگاهی به نام طیف سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیاد اندازه‌گیری کرده‌اند.

(۳) طبق مدل اتمی بور، الکترون‌ها با سرعت زیاد در فضای ابرگونه به نام ابرالکترونی اطراف هسته می‌چرخند.

(۴) طبق مدل تامسون، فضای کروی ابرگونه با بار منفی، همه جرم اتم را شامل می‌شود.

۱۰- ..... کوچک‌ترین ذره ..... است که خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر به آن بستگی دارد.

(۱) اتم - ترکیب

(۲) اتم - عنصر

(۳) مولکول - ترکیب

(۴) الکترون - اتم

## فصل صفر - ۲

### نماد شیمیایی (علامت اختصاری)

دالتون برای شناسایی و دسته‌بندی عناصر شناخته شده زمان خود از علائمی استفاده کرد که بعضی از آن‌ها به صورت زیر می‌باشند:



نوشتن و یادگیری این علائم آسان نبود تا اینکه دانشمندی به نام پرسیلیوس برای نمایش علائم اختصاری از حروف برگرفته از نام عناصر استفاده کرد که هنوز هم کاربرد دارد.

نماد شیمیایی: حرف اول از نام عملی یا لاتین عناصر که با حروف بزرگ نوشته می‌شود:

Oxygen → O اکسیژن      Kalium → K پتاسیم

Carbon → C کربن      Hydrogen → H هیدروژن

اگر دو یا چند عنصر در حرف اول مشترک باشند از حرف دیگر (دوم، سوم و ...) ولی با حرف کوچک در کنار

حرف بزرگ اول استفاده می‌شود.

Ca	Cu	Cr	Cl	Cs	Ce	Cm	Cf	Cd	Co
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Calcium	Copper	Chromium	Chlorine	Cesium	Cerium	Curium	Californium	Cadmium	Cobalt
کلسیم	مس	کروم	کلر	سزیم	سرم	کورنوم	کالیفرنیم	کادمیوم	کبالت

نمادهای سه حرفی برای اغلب عناصری است که در آزمایشگاه و با واکنش‌های هسته‌ای جدیداً کشف شده‌اند.

Uub , Uut

### واژه‌ها و مفاهیم مهم

نوکلئون: به پروتون یا نوترون موجود در هسته یا هر یک از ذرات تشکیل دهنده هسته را نوکلئون می‌گویند.

عدد اتمی (Z): به مجموع پروتون‌های یک اتم یا به مجموع ذرات باردار هسته، عدد اتمی می‌گویند.

عدد اتمی } تعیین کننده نوع عنصر  
تعیین کننده شماره پلاک در جدول تناوبی  
تعیین کننده تعداد پروتون‌ها  $Z = P$

در سمت چپ و پایین نماد شیمیایی نوشته می‌شود.

عدد جرمی (A): به مجموع ذرات سازنده هسته یا مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های هسته یک اتم می‌گویند.



### عدد جرمی

تعیین کننده جرم اتم (سبکی و سنگینی)

تعیین کننده تعداد نوترون‌ها

تعیین کننده فراوانی و ناپایداری اتم

در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی نوشته می‌شود.

$$A = Z + n$$

(عدد جرمی)  $A = Z + n$

تعداد نوترون‌ها  $n$       تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)  $Z$

در حالت عادی، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های یک اتم با هم برابرند. (اتم خنثی)



**سؤال:** جدول زیر را کامل کنید.

تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها	تعداد پروتون‌ها	عدد جرمی	عدد اتمی	نماد شیمیایی	نام عنصر
					${}_{13}^{27}\text{Al}$	الف
	۱۲	۱۱				ب سدیم
۱			۱			ج

پاسخ:

$\left. \begin{matrix} Z = p = 11 \\ e = p = 11 \\ A = Z + n = 11 + 12 = 23 \\ \text{Na سدیم} \end{matrix} \right\} \Rightarrow {}_{11}^{23}\text{Na}$	<p>(الف)</p> $\left. \begin{matrix} \text{تعداد پروتون‌ها} \\ \text{تعداد الکترون‌ها} \\ \text{تعداد نوترون‌ها} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \begin{cases} p = Z = 13 \\ e = p = Z = 13 \\ n = A - Z = 27 - 13 = 14 \end{cases}$ <p><math>{}_{13}^{27}\text{Al}</math> ← عدد جرمی ← عدد اتمی ↓ آلومینیم</p>
	<p>(ج)</p> $\left. \begin{matrix} e = p = 1 \Rightarrow Z = 1 \\ A = 1 \Rightarrow n = A - Z \\ n = 1 - 1 = 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow {}_1^1\text{H} \text{ (هیدروژن)}$

به جز هیدروژن معمولی (پروتیم) ( ${}_1^1\text{H}$ ) و هلیم ( ${}_2^3\text{He}$ ) که تعداد نوترون‌های آن‌ها کمتر از پروتون‌ها می‌باشد در دیگر اتم‌ها همواره تعداد نوترون‌ها مساوی یا بیشتر از پروتون‌هاست.

یعنی:  $p \leq n$



**سؤال:** عدد جرمی اتم یک عنصر برابر ۴۸ و تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۴ است. عدد اتمی این عنصر چند می‌باشد؟

پاسخ:

با توجه به اینکه تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها ۴ می‌باشد یعنی تعداد نوترون‌ها ۴ تا بیشتر از پروتون‌ها می‌باشد.

$$\left. \begin{matrix} Z = p \\ n = p + 4 \quad (1) \\ n = A - p \\ n = 48 - p \quad (2) \end{matrix} \right\} \Rightarrow \begin{cases} p + 4 = 48 - p \\ 2p = 44 \\ p = 22 \\ Z = 22 \end{cases}$$

ذرات (اتم یا مولکول) دارای بار الکتریکی را یون می‌گویند. } یون  
 ذراتی که تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های آن‌ها برابر نیست.

به یون‌هایی که تعداد الکترون‌های آن‌ها بیشتر از پروتون‌های آن‌ها می‌باشد **یونی منفی** (آنیون) می‌گویند و به یون‌هایی که تعداد الکترون‌های آن‌ها کمتر از پروتون‌های آن‌ها می‌باشد **یون مثبت** (کاتیون) می‌گویند.



**مسئله:** یون  $A^{3+}$  دارای ۲۸ الکترون و ۳۹ نوترون است. عدد اتمی و عدد جرمی اتم  $A$  را بنویسید.

**پاسخ:** چون یون مثبت (کاتیون) است یعنی الکترون از دست داده (۳ الکترون از دست داده است)

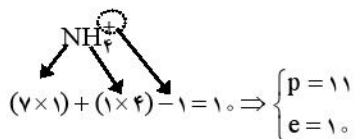
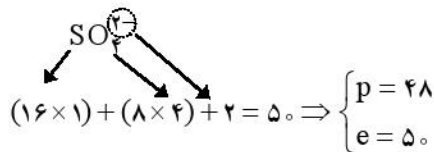
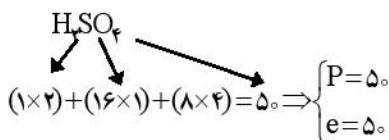
$$\left. \begin{array}{l} p = e + 3 \Rightarrow p = 28 + 3 = 31 \Rightarrow \boxed{Z = 31} \\ A = n + Z \Rightarrow A = 39 + 31 = 70 \Rightarrow \boxed{A = 70} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} 70 \\ 31 \end{array} A^{3+}$$

**مسئله:** اگر عدد اتمی عناصر N، S، O و H به ترتیب برابر ۷، ۱۶، ۸ و ۱ باشد تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های مولکول‌های  $H_2SO_4$ ،  $SO_4^{2-}$  و  $NH_4^+$  را تعیین کنید.

**پاسخ:** به تعداد اتم‌های هر عنصر در یک مولکول که در سمت راست و پایین نماد شیمیایی نوشته می‌شود **زیروند** (اندیس) می‌گویند.

$$\text{.....} + (\text{عدد اتمی} \times \text{زیروند}) + (\text{عدد اتمی} \times \text{زیروند}) = \text{تعداد الکترون‌های یک مولکول خنثی}$$

(عنصر دوم) (عنصر اول)



**ایزوتوپ (اتم‌های هم‌مکان):** اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند.

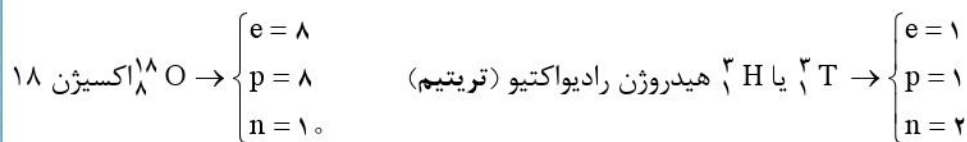
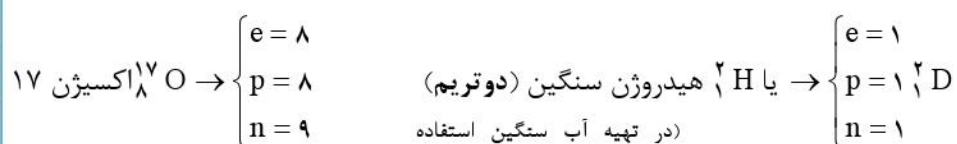
دانشمندان با کمک دستگاهی به نام **طیف سنج جرمی**، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری می‌کنند این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که همه اتم‌های یک عنصر جرم یکسان ندارند که این مطالعات به معرفی مفهوم ایزوتوپ انجامید.



### ایزوتوپ‌ها

تفاوت	شباهت
تعداد نوترون‌ها	تعداد پروتون‌ها
خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند: چگالی، نقطه ذوب، نقطه جوش	تعداد الکترون
خواص فیزیکی ترکیب‌های شیمیایی مربوطه	عدد اتمی
جرم اتمی (عدد جرمی)	خواص شیمیایی
درصد فراوانی در طبیعت	شماره پلاک جدول (همه ایزوتوپ‌های یک عنصر در یک خانه از جدول تناوبی قرار دارند).
میزان ناپایداری و خاصیت پرتوزایی	نماد شیمیایی (به جز ایزوتوپ‌های هیدروژن که نمادهای متفاوتی دارد).

اکسیژن و هیدروژن هر کدام دارای ۳ ایزوتوپ می‌باشند که عبارتند از:

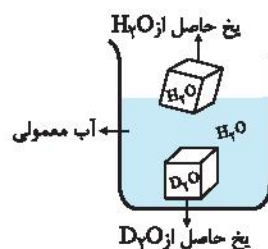
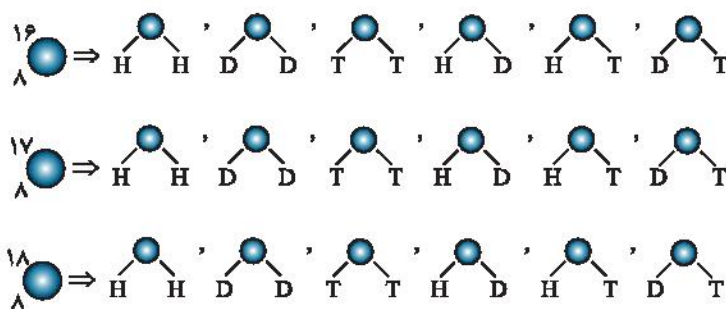


مولکول‌های آب که از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند با توجه به اینکه کدام ایزوتوپ‌های آن‌ها با هم ترکیب شده باشند ۱۸ نوع مولکول آب به دست می‌آید. معمولاً در حالت ساده برای تعیین تعداد انواع مولکول حاصل از ترکیب ایزوتوپ‌های اتم‌ها می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد. ولی دقیق‌تر این است که مولکول‌های مختلف نوشته شوند یا از فرمول ریاضی ترکیبیات استفاده کرد.

$$\text{.....} \times (\text{زیروند} \times \text{تعداد ایزوتوپ عنصر ۲}) \times (\text{زیروند} \times \text{تعداد ایزوتوپ عنصر ۱}) = \text{تعداد انواع مولکول}$$

$$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{تعداد انواع مولکول‌های آب} = (1 \times \text{تعداد ایزوتوپ}) \times 2 \times (\text{تعداد ایزوتوپ})$$

$$= 1 \times 3 \times 2 \times 3 = 18$$



تفاوت مولکول‌های آب حاصل از اتم‌های ایزوتوپ

در جدول تناوبی عناصر، به جای عدد جرمی، جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌ها یا عدد جرمی فراوان‌ترین ایزوتوپ آن را می‌نویسند.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \dots + (\text{درصد فراوانی} \times \text{عدد جرمی ایزوتوپ ۲}) + (\text{درصد فراوانی} \times \text{عدد جرمی ایزوتوپ ۱})$$

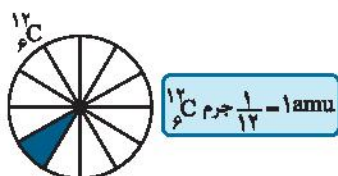
**سؤال:** عنصر فرضی A، دارای دو ایزوتوپ  ${}^6_2\text{A}$  و  ${}^8_2\text{A}$  می‌باشد. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۸۰٪ باشد جرم اتمی متوسط این عنصر را تعیین کنید.

$$\text{جرم اتمی متوسط} = \left(6 \times \frac{80}{100}\right) + \left(8 \times \frac{20}{100}\right) = 6/8 + 1/6 = 6/4$$

**جرم اتمی:** به مجموع جرم پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌های یک اتم، جرم اتمی می‌گویند.

واحد جرم اتمی (amu) (واحد کربنی) می‌باشد. (atomic mass unite)

به  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن  ${}^{12}_6\text{C}$ ، یک amu یا یک واحد کربنی می‌گویند.



به طور مثال وقتی گفته می‌شود جرم اتمی اکسیژن ۱۶ می‌باشد یعنی جرم هر اتم اکسیژن ۱۶ واحد کربنی (amu) می‌باشد.



**عناصر رادیواکتیو (پرتوزا):** عناصر (اتم‌هایی) که خود به خود فعال بوده و پرتوهای گاما ( $\gamma$ ) تابش می‌کنند و یا با تابش پرتوهای آلفا ( $\alpha$ ) و بتا ( $\beta$ ) به عناصر دیگر تبدیل می‌شوند.

$$\left. \begin{aligned} Z &\geq 83 \text{ (عناصری که در جدول تناوبی بعد از سرب } {}^{82}\text{Pb} \text{ قرار دارند.)} \\ \frac{n}{p} &\geq 1/5 \text{ (عناصری که نوترون‌های آن‌ها حدود } 1/5 \text{ برابر پروتون‌ها می‌باشد.)} \\ \frac{A}{Z} &\geq 2/5 \text{ (عناصری که عدد جرمی آن‌ها حدود } 2/5 \text{ برابر عدد اتمی آن‌ها باشد.)} \end{aligned} \right\}$$

سه روش شناسایی عناصر رادیواکتیو

معمولاً اگر یکی از این سه روش برقرار باشد اتم می‌تواند رادیواکتیو باشد و گاهی باید حفظ باشیم.

**مسئله:** از عناصر زیر کدام یک رادیواکتیو می‌باشد؟ چرا؟

تریتیوم  ${}^3_1\text{T}$  ، اورانیوم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  ، لیتیم  ${}^7_3\text{Li}$  ، گوگرد  ${}^{32}_{16}\text{S}$  ،  ${}^{112}_{50}\text{Uub}$

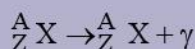
پاسخ:

${}^3_1\text{T} \rightarrow \begin{cases} \frac{A}{Z} = \frac{3}{1} = 3 \quad \checkmark \quad 3 > 2/5 \\ \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2 \quad \checkmark \quad 2 > 1/5 \end{cases}$ <p>هیدروژن رادیواکتیو</p>	${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \begin{cases} Z = 92 > 83 \quad \checkmark \\ \frac{A}{Z} = \frac{238}{92} = 2/58 \quad \checkmark \\ \frac{n}{p} = \frac{146}{92} = 1/58 \quad \checkmark \end{cases}$	${}^{112}_{50}\text{U} \rightarrow Z = 112 > 83 \quad \checkmark$
---	--	---

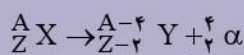
${}^{32}_{16}\text{S} \rightarrow \begin{cases} Z = 16 \quad \times \\ \frac{A}{Z} = \frac{32}{16} = 2 \quad \times \\ \frac{n}{p} = \frac{16}{16} = 1 \quad \times \end{cases}$	${}^7_3\text{Li} \rightarrow \begin{cases} Z = 3 \quad \times \\ \frac{A}{Z} = \frac{7}{3} = 2/3 \quad \times \\ \frac{n}{p} = \frac{4}{3} = 1/3 \quad \times \end{cases}$
--	--

**توجه:** همان‌گونه که مبحث صفر (۱) بیان شد از کشفیات آقای رادرفورد پرتوهای آلفا ( $\alpha$ ) ، بتا ( $\beta$ ) و گاما ( $\gamma$ ) هستند که ویژگی‌های آن‌ها بیان شد حال به بررسی عناصر رادیواکتیو می‌پردازیم که با تابش این پرتوها، چه تغییری در آن‌ها ایجاد می‌شود.

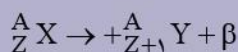
۱- پرتوهای گاما ( $\gamma$ ) از جنس انرژی امواج الکترومغناطیس است. اتمی که پرتو گاما تابش کند هیچ تغییری در تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها و الکترون‌های آن به وجود نمی‌آید. (نوع اتم ثابت می‌ماند)



۲- پرتوی آلفا ( $\alpha$ ) از جنس هسته هلیوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) و دارای بار مثبت می‌باشد. اتمی که ( $\alpha$ ) تابش کند ۲ واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی آن کم می‌شود و به اتمی دیگر تبدیل می‌شود.



۳- پرتوی بتا ( $\beta$ ) از جنس الکترون و دارای بار منفی می‌باشد یعنی یک نوترون متلاشی شده به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود پس اتمی که ( $\beta$ ) تابش می‌کند یک نوترون از آن کم شود و یک پروتون اضافه می‌شود یعنی یک واحد به عدد اتمی اضافه می‌شود ولی عدد جرمی تغییری نمی‌کند.



**مسئله:** عنصر فرضی  ${}^{282}_{91}\text{X}$  را در نظر می‌گیریم:

الف) اگر این اتم پرتوهای گاما تابش کند چه تغییری در آن صورت می‌گیرد رابطه آن را بنویسید.

ب) اگر این اتم پرتوهای آلفا تابش کند چه تغییری در آن صورت می‌گیرد رابطه آن را بنویسید.

ج) اگر این اتم پرتوهای بتا تابش کند چه تغییری در آن صورت می‌گیرد رابطه آن را بنویسید.

پاسخ:

(الف)  ${}_{94}^{282}X \rightarrow {}_{94}^{282}X + \gamma$  (مقداری انرژی تابش می‌کند ولی نوع اتم ثابت می‌ماند.)

(ب)  ${}_{94}^{282}X \rightarrow {}_{92}^{278}Y + {}_2^4\alpha$  به اتم دیگر تبدیل شده ممکن است ۲ یا چند نوترون نیز آزاد کند.

(ج)  ${}_{94}^{282}X \rightarrow {}_{95}^{282}Y + \beta$  به اتمی دیگر تبدیل می‌شود.

**مسئله:** از بمباران  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  به وسیله نوترون،  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  تولید می‌شود در این واکنش هسته‌ای، چه ذره‌ای تابش می‌شود.

پاسخ:

مجموع اعداد جرمی و مجموع اعداد اتمی در دو طرف باید برابر باشند یا مجموع پروتون‌ها و مجموع نوترون‌ها در دو طرف باید برابر باشند.

$${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1n \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + \frac{A}{Z}X \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 27+1 = 24+A \Rightarrow A=4 \\ 13+0 = 11+Z \Rightarrow Z=2 \end{array} \right\} \Rightarrow {}_2^4\alpha$$

زمان نیمه عمر:

مدت زمان لازم برای اینکه جرم یک عنصر پرتوزا در اثر واکنش‌های پرتوزا به نصف کاهش یابد.

به طور مثال اگر نیمه عمر عنصر پرتوزا ۲۰ دقیقه باشد و ۱۰۰ گرم در این عنصر پرتوزا داشته باشیم بعد از ۲۰ دقیقه متلاشی شده و جرم باقیمانده این عنصر ۵۰ گرم می‌شود پس بعد از ۲۰ دقیقه دیگر مجدداً متلاشی شده و جرم باقیمانده به ۲۵ گرم می‌رسد و ...

$$\text{کل جرم اولیه} = \text{جرم باقیمانده} \cdot 2^n$$
$$n = \frac{t}{T} \cdot \ln 2$$

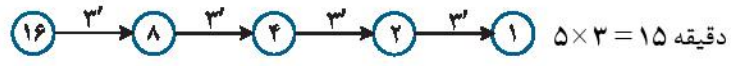
علوم

نهم

۱۸

**مسئله:** زمان نیمه عمر  ${}_{15}^{32}\text{P}$  حدود ۳ دقیقه است. ۱۶ میکروگرم از این نمونه در اختیار داریم پس از گذشت چه مدت ۰/۵ میکروگرم از این ماده باقی می‌ماند؟

پاسخ: راه اول:



راه دوم:

$$\text{جرم باقیمانده} = \frac{\text{کل جرم اولیه}}{2^n} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2^n = \frac{\text{جرم کل}}{\text{جرم باقیمانده}} = \frac{16}{0.5} = 32 \\ 2^n = 32 \Rightarrow 2^5 = 2^5 \Rightarrow n = 5 \\ n = \frac{t}{T} \Rightarrow 5 = \frac{t}{3} \end{array} \right\} \Rightarrow t = 15'$$

مول (mol):

همان‌گونه که روزمره از واحدهای شمارشی مانند «جین»، «جفت»، «باکس» و ... استفاده می‌کنیم مول نیز یک واحد شمارش است یعنی به تعداد  $(6.02 \times 10^{23})$  تا از هر چیزی (اتم، مولکول، یون) یک مول گفته می‌شود. به طول مثال یک مول مولکول آب یعنی:

$6.02 \times 10^{23}$  تا مولکول آب

$$\text{جرم اتمی (عدد جرمی)} = \frac{\text{جرم (گرم)}}{\text{تعداد مول اتم}}$$

$$\text{جرم مولکولی} = \frac{\text{جرم (گرم)}}{\text{تعداد مول های مولکول}}$$

۱۹

نهم

پیش‌نیاز

$$6.02 \times 10^{23} \times \text{تعداد مول} = \text{تعداد مولکول یا اتم}$$

**سؤال:** اگر ۱۱۲ گرم آهن  $^{56}_{26}\text{Fe}$  داشته باشیم این مقدار آهن برابر با:

الف) چند مول آهن است؟

ب) چه تعداد اتم آهن می‌باشد؟

پاسخ:

$$\text{الف) } n = \frac{\text{جرم}}{\text{عدد جرمی (جرم اتمی)}} = \frac{112}{56} = 2$$

$$\text{ب) } 2 \times 6.02 \times 10^{23} = 12.04 \times 10^{23} = 1.204 \times 10^{24}$$



**سؤال:** ۱۸ گرم آب  $\text{H}_2\text{O}$  برابر با:

الف) چند مول آب می‌باشد؟

ب) چند مولکول آب می‌باشد؟

پاسخ: ابتدا جرم مولکولی آب را حساب می‌کنیم:



$$18 = 16 + (2 \times 1) \Rightarrow \text{جرم مولکولی آب} = (\text{عدد جرمی O}) + (2 \times \text{عدد جرمی H}) = \text{جرم مولکولی آب}$$

$$\text{الف) } n = \frac{18}{18} = 1$$

$$\text{ب) } 1 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$$

ممنون از صبر و حوصله شما، حالا که این همه وقت گذاشتید مطالب صفر (۲) را تمرین و مرور می‌کنیم تا کاملاً مسلط شوید. پله،

واقعاً واجب و ضروری بود دانستن و مرور این مطالب، نهم، ورودی، مدارس عالی و ...

این‌ها همه دلیل ریشه‌ای یاد گرفتن است.

## پرسش‌های مروری

۱- جاهای خالی را با یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

(الف) ..... برای نماد شیمیایی عناصر حرف اول نام علمی را استفاده کرد که هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
(دالتون - مزلی - برسیلیوس)

(ب) به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته یک اتم ..... می‌گویند. (عدد اتمی - عدد جرمی)

(ج) به ذرات تشکیل دهنده ..... نوکلئون می‌گویند. (اتم - هسته اتم)

(د) نماد شیمیایی اتم پتاسیم ..... است. (K - Po)

(ه) در حالت عادی در همه اتم رابطه ..... برقرار است. ( $p = e$ ,  $n \geq p$ )

(و) به ذراتی که تعداد الکترون‌های آن‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌هایشان می‌باشد ..... می‌گویند. (آنیون - کاتیون)

(ز) ایزوتوپ‌های یک اتم در بعضی از خواص ..... با هم تفاوت دارند. (شیمیایی - فیزیکی)

(ح) اگر اتم اکسیژن موجود در همه مولکول‌های آب یکسان باشند جرم مولکولی ..... از همه بیشتر است.

( $T_2O$ ,  $D_2O$ ,  $H_2O$ )

(ط) به  $\frac{1}{12}$  جرم ..... واحد کربنی (amu) می‌گویند. ( $^{12}_6C$ ,  $^{14}_6C$ )

(ی) اگر در اتمی رابطه ..... بین ذرات آن برقرار باشد رادیواکتیو (پرتوزا) می‌باشد. ( $Z < 84$ ,  $\frac{A}{Z} \geq 2/5$ ,  $\frac{p}{n} \geq 1/5$ )

(ک) یک مول گاز اکسیژن،  $6.022 \times 10^{23}$  ..... را شامل می‌شود. (اتم O، مولکول  $O_2$ )

۲- درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید.

(الف) همه اتم‌های یک عنصر پروتون‌های برابر دارند.

(ب) نماد شیمیایی عنصر هافنیم HF می‌باشد.

(ج) واحد سنجش جرم اتم‌ها amu یا واحد کربنی می‌باشد.

(د) در همه اتم همواره تعداد نوترون‌ها مساوی یا بیشتر از پروتون‌ها می‌باشند.

(ه) به ذراتی که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن‌ها برابر نباشد یون می‌گویند.

(و) همه ایزوتوپ‌های یک اتم، نقطه جوش یکسانی دارند.

(ز) امروزه دانشمندان با ترازوهای بسیار دقیق جرم یک اتم را اندازه‌گیری می‌کنند.

(ح) به مجموع جرم پروتون، نوترون و الکترون‌های یک اتم، جرم اتمی می‌گویند.

(ط) اتمی که پرتو آلفا ( $\alpha$ ) تابش می‌کند به اتمی دیگر با همان عدد جرمی ولی با یک واحد عدد اتمی بزرگ‌تر تبدیل می‌شود.

(ی) به مدت زمانی که طول می‌کشد تا اتمی پرتوزایی کند، زمان نیمه عمر می‌گویند.

(ک) یک مول آب همان یک یک مولکول آب می‌باشد.

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست

درست  نادرست