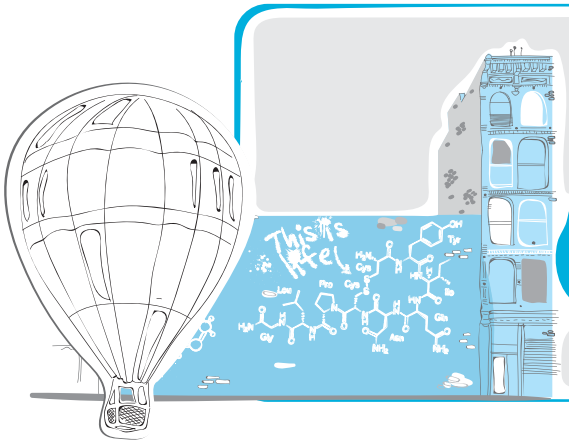
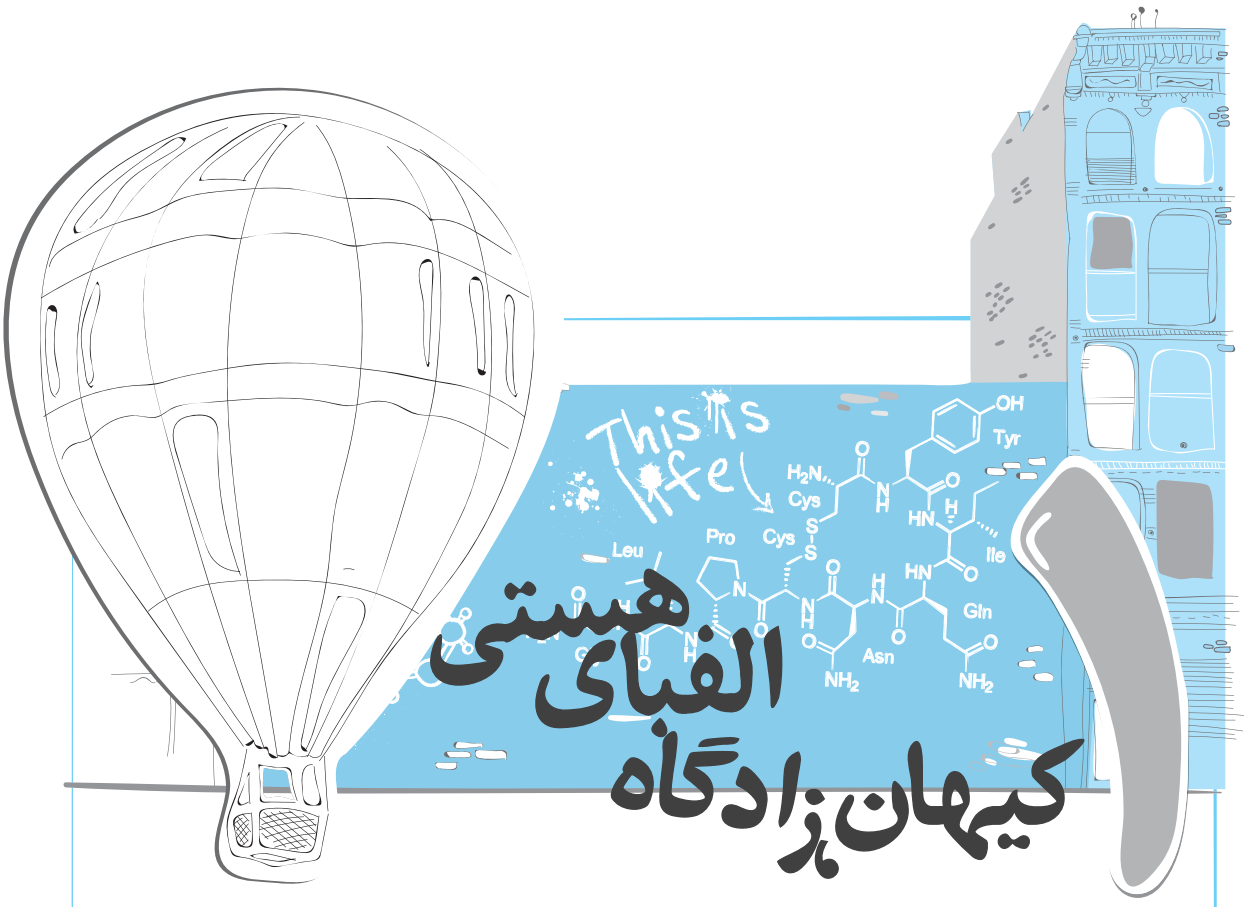


فهرست

- **فصل اول:** کیهان، زادگاه الفبای هستی ۷
- پاسخ‌نامه‌ی فصل اول ۵۷
- **فصل دوم:** ردِّپای گازها در زندگی ۶۸
- پاسخ‌نامه‌ی فصل دوم ۱۰۷
- **فصل سوم:** آب، آهنگ زندگی ۱۱۵
- پاسخ‌نامه‌ی فصل سوم ۱۵۴
- آزمون‌های نوبت اول ۱۶۱
- آزمون‌های نوبت دوم ۱۷۱



کیهان‌زادگاه الفبای هستی

این فصل رو به ۱۰ تا درس تقسیم کردیم. تو همون درس اول راجع به «اسرار آفرینش» و «به وجود اومدن عنصرها» صحبت می‌کنیم، یعنی خودمونیشو بخوام بگم قراره یاد بگیریم که همه‌ی این دنیا، یعنی هر چی که توش می‌بینیم (حتی خودمون!) چه‌طوری به وجود اومدیم. تو ادامه‌ی فصل اطلاعاتمون راجع به عنصرها، ویژگی‌ها و طبقه‌بندی‌شون بیشتر می‌شه.

همین‌جا اینو بگم که حواستون باشه تو درس شیشم یه مبحثی داریم به اسم «کسر تبدیل» که یه روشی برای حل مسئله‌هاست؛ وقتی رسیدیم اون‌جا حواستون رو جمع کنید چون از این به بعد هر چی مسئله قراره تو شیمی بخونیم (حتی سالای بالاتر) فقط و فقط باید از این روش حلشون کنیم!

یکی دیگه از قسمتای مهم این فصل «آرایش الکترونی اتم‌ها» و اتفاقاتیه که بین اتم‌ها می‌افته. شاید قبلن یه چیزایی از آرایش الکترونی دیده باشید ولی این‌جا قراره کاملش رو یاد بگیریم. تو قسمت اتفاقای بین اتم‌ها هم دوتا مبحث پیوند یونی و پیوند کوالانسی رو بررسی می‌کنیم. این‌جاها هم حواستون رو خوب جمع کنید، چون جزء مباحث پایه‌ای محسوب می‌شن که همیشه باید بلدشون باشیم.

درس اول (صفحه‌های ۱ تا ۵ کتاب درسی)

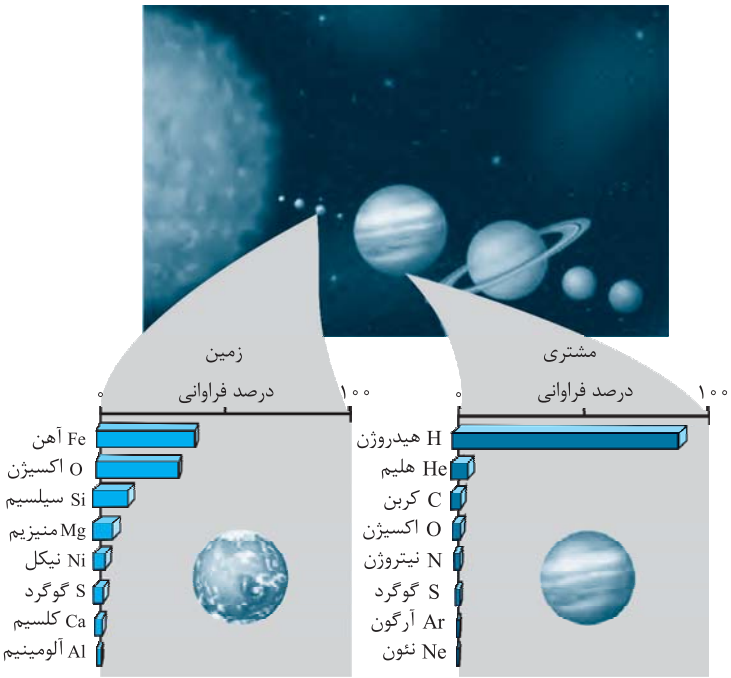
ستارگان، توسط نوری که می‌تابانند، با ما حرف می‌زنند. حرف‌هایی مانند این‌که «جهان هستی چگونه به وجود آمده است.» و «ذره‌های سازنده‌ی جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند.»

دو کاوشگر وویجر ۱ و ۲ برای عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون و تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به سامانه‌ی خورشیدی فرستاده شدند؛ شناسنامه‌ای که دارای اطلاعاتی مانند **نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها** و **ترکیب درصد این مواد** است.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده‌ی برخی سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی و مقایسه‌ی آن با عنصرهای سازنده‌ی خورشید می‌توانیم درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها به دست بیاوریم.

در شکل روبه‌رو فراوان‌ترین عنصرهای دو سیاره‌ی مشتری و زمین را می‌بینیم.



- در زمین عناصر فلزی آهن (Fe)، منیزیم (Mg)، نیکل (Ni)، کلسیم (Ca) و آلومینیم (Al) و ... وجود دارند ولی سیاره‌ی مشتری عنصر فلزی ندارد.
- دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) در بین فراوان‌ترین عناصر این دو سیاره مشترک‌اند.
- بیشتر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری حالت گازی دارند ولی اکثر عناصر تشکیل‌دهنده‌ی کره‌ی زمین در حالت جامد هستند و در سنگ‌ها وجود دارند.

دیدیم که در دو سیاره‌ی زمین و مشتری نوع و میزان فراوانی عنصرها متفاوت است؛ در حالی که عنصرهای مشترکی هم دارند. پس می‌فهمیم که عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

برخی از دانشمندان معتقدند که جهان با انفجاری مهیب **(مهبانگ)** آغاز شده و طی آن انرژی بسیار زیادی آزاد شده است. در آن شرایط بعد از به وجود آمدن ذرات زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم ایجاد شدند.

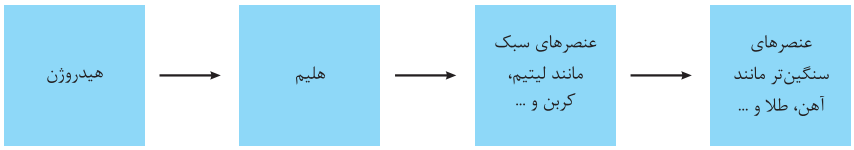
با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیمِ تولیدشده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** ایجاد کرد که سبب تولید ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

- ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا پراکنده شوند.

سحابی عقاب، یکی از مکان‌های تولد ستاره‌ها

دما و **اندازه‌ی** یک ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی در آن ستاره ساخته شوند. هر چه دمای ستاره **بیشتر** باشد، شرایط تشکیل عنصرهای **سنگین‌تر** مثل طلا ($Au_{۷۹}$) و آهن ($Fe_{۲۶}$) فراهم می‌شود.

ستارگان، کارخانه‌ی تولید عنصرها هستند.



روند تشکیل عنصرها

دیدیم که درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. در واکنش‌های هسته‌ای جرم به انرژی تبدیل می‌شود. اینشتین رابطه‌ی زیر را برای محاسبه‌ی انرژی تولیدشده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^۲$$

E : انرژی آزادشده، برحسب ژول

m : جرمی که به انرژی تبدیل شده (تفاوت جرم ثانویه و اولیه)، برحسب کیلوگرم

c : سرعت نور $= ۳\times۱۰^۸ \ m/s$

در این رابطه همه‌ی پارامترها برحسب واحدهای SI هستند! (انرژی (J)، جرم (kg) و سرعت (m/s))

مثال‌جواب

مثال **در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود.**

الف **در این واکنش هسته‌ای چند کیلو ژول انرژی تولید می‌شود؟**

ب **حساب کنید این مقدار انرژی چند تن آب را تبخیر خواهد کرد؟ (برای تبخیرشدن یک گرم آب، ۲۲۸۳ ژول انرژی لازم است.)**

جواب الف

$$m = ۰/۰۰۲۴\ g = ۲/۴\times۱۰^{-۳}\ g = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\ kg$$

$$c = ۳\times۱۰^۸\ m/s$$

$$E = mc^۲ = (۲/۴\times۱۰^{-۶})\times(۳\times۱۰^۸)^۲ = ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\ J = ۲/۱۶\times۱۰^۸\ kJ$$

ب روش اول

انرژی	گرم آب تبخیرشده
۲۲۸۳ J	۱ g
$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$ J	x g

$$\Rightarrow x = \frac{۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\times۱}{۲۲۸۳} = ۹/۴۶\times۱۰^۷ g = ۹۴/۶ \text{ تن}$$

روش دوم روش کسر تبدیل[۱]

$$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\ J \times \frac{۱\ g \text{ آب}}{۲۲۸۳\ J} \times \frac{\text{تن آب } ۱}{۱۰^۶\ g \text{ آب}} = ۹۴/۶ \text{ تن آب} = ?$$

با این مقدار انرژی می‌توان ۹۴/۶ تن!!! آب را تبخیر کرد.

بیخشید، ولی ما اصلن تو کتمون نمی‌ره. چه جوری می‌شه که جرم به انرژی تبدیل بشه آخه؟

قبول داری که برای جداکردن ذرات هسته‌ی هلیم، باید انرژی خیلی زیادی مصرف کنیم.

پس وقتی برعکس این انجام بشه، یعنی مثلن دو تا هسته‌ی هیدروژن بهوان به هسته‌ی هلیم تبدیل بشن، انرژی خیلی زیادی آزاد می‌کنن. حالا این انرژی رو از کجا می‌یارن؟

از همین تفاوت جرم.

باریکلا! طبق رابطه‌ی انیشتین مقداری از جرمشون کم می‌شه و به صورت انرژی آزاد می‌کنن.

حالا مثال رو دریاب!

۱- روش کسر تبدیل رو تو درس ششم بهش می‌رسیم! فقط همینو بگم که مسئله‌ها رو تا قبل از درس ششم با روش تناسب هم حل کردیم ولی یادتون باشه وقتی روش کسر تبدیل رو خوندین، همه‌ی مسئله‌ها رو با این روش حل کنید!

مثال و جواب

مثال در هر ثانیه در سطح خورشید ۷۰۰ میلیون تن هیدروژن به ۶۹۵ میلیون تن هلیم تبدیل می‌شود.

الف حساب کنید در هر ثانیه چند ژول انرژی در سطح خورشید آزاد می‌شود؟

ب این مقدار انرژی چند کیلوگرم آب را تبخیر خواهد کرد؟ (برای تبخیرکردن یک گرم آب ۲۲۸۳ ژول انرژی لازم است.)

پ اگر این انرژی فقط صرف تبخیر آب‌های کره‌ی زمین شود، چه مدت از انرژی سطح خورشید لازم است تا همه‌ی آب‌های کره‌ی زمین تبخیر شوند؟ (جرم کل آب‌های موجود در کره‌ی زمین، حدود $1/5\times10^{21}$ kg تخمین زده می‌شود.)

جواب

الف تغییر جرم در هر ثانیه از هم‌جوشی سطح خورشید ۵ میلیون تن است (۶۹۵ − ۷۰۰):

$$m = 5\times10^{6}\ \text{تن} = 5\times10^{9}\ \text{kg}$$

$$c = 3\times10^{8}\ \text{m/s}$$

$$E = mc^{2} = (5\times10^{9})\times(3\times10^{8})^{2} = 45\times10^{25}\ \text{J}$$

ب **روش اول**

گرم آب تبخیر شده	انرژی
۱ g	۲۲۸۳ J
x g	45×10^{25} J

$$\Rightarrow x = \frac{45\times10^{25}\times1}{2283} = 1/971\times10^{23}\ \text{g} = 1/971\times10^{20}\ \text{kg}$$

روش دوم روش کسر تبدیل

$$?\ \text{kg آب} = 45\times10^{25}\ \text{J}\times\frac{1\ \text{g آب}}{2283\ \text{J}}\times\frac{1\ \text{kg آب}}{1000\ \text{g آب}} = 1/971\times10^{20}\ \text{kg آب}$$

پ با توجه به قسمت «ب»، در هر ۱ ثانیه این انرژی می‌تواند $1/971\times10^{20}$ kg آب را تبخیر کند.

روش اول

زمان	جرم آب تبخیر شده
۱ s	$1/971\times10^{20}$ kg
y s	$1/5\times10^{21}$ kg

$$\Rightarrow y = \frac{1/5\times10^{21}\times1}{1/971\times10^{20}} = 7/61\ \text{s}$$

روش دوم روش کسر تبدیل

$$?\ \text{s} = 1/5\times10^{21}\ \text{kg آب}\times\frac{1\ \text{s}}{1/971\times10^{20}\ \text{kg آب}} = 7/61\ \text{s}$$

۷/۶۱ ثانیه از انرژی سطح خورشید می‌تواند تمام آب‌های موجود در کره‌ی زمین را تبخیر کند!!!

سؤال‌های امتحانی

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

۱- فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی مشتری، ..... بوده و فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی زمین، ..... است.

۲- سرآغاز کیهان با ..... همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.

۳- در خلال انفجار عظیم، گازهای ..... و ..... تشکیل‌شده، متراکم شدند و مجموعه‌ی گازی به نام ..... را ایجاد کردند.

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

۴- این‌که «جهان هستی کی و چگونه به وجود آمده است را می‌توان از نور ستارگان فهمید.»

۵- مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون و تهیه و ارسال شناسنامه‌ی شیمیایی آن‌ها بود.

۶- بیشتر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری در حالت گازی بوده و اکثر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی زمین در سنگ‌ها وجود دارند.

۷- چهار عنصر فراوان زمین به ترتیب آهن، سیلیسیم، اکسیژن و منیزیم است.

۸- هر چه جرم ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند طلا و اورانیم فراهم می‌شود.

۹- انفجار ستاره‌ها باعث تولید عنصرها می‌شود.

۱۰- پس از تشکیل عنصرهای کربن و لیتیم، عنصرهایی مانند آهن و طلا تشکیل شده‌اند.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱۱- هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد، آن را پیدا کرده و به هم ربط دهید. (برخی از موارد ستون B اضافی هستند.)

ستون A	ستون B
الف) سحابی از آن تشکیل شده است.	a) مهبانگ
ب) محل تولد ستاره‌ها	b) ستاره
پ) کارخانه‌ی تولید عنصرها	c) He
	d) سحابی
	e) He, H

۱۲- هنگامی‌که اورانیم ـ ۲۳۸ (^{238}U) به توریم ـ ۲۳۴ (^{234}Th) تبدیل می‌شود، ۰/۰۰۵ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. در این تبدیل هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۱۳- در واکنش شیمیایی تشکیل ۱ مول بخار آب از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن طبق معادله‌ی زیر ۹۳۶ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

$$2H(g) + O(g) \rightarrow H_2O(g) + 936\ kJ$$

الف) با توجه به رابطه‌ی انیشتین ($E = mc^2$)، محاسبه کنید که در این واکنش چه مقدار ماده به انرژی تبدیل شده است؟ ($c = 3 \times 10^8\ m/s$)

ب) با توجه به میزان تغییر جرم در واکنش بالا، آیا ترازوهای دقیق آزمایشگاه با دقت ۰/۰۰۰۱ g می‌توانند این تغییر جرم را نشان دهند؟

☐ بله ☐ خیر

پ) آیا می‌توان با چشم‌پوشی از تغییر جرم بالا، هم‌چنان فرض کرد که در واکنش‌های شیمیایی قانون بقای جرم برقرار است؟

☐ بله ☐ خیر

۱۴- در واکنش هم‌جوشی هسته‌ای تولید ۱ مول دوتریم (^2_1H) از نوترون و هیدروژن (^1_1H) طبق معادله‌ی زیر $2/16 \times 10^8$ kJ انرژی آزاد می‌شود:

$$^1_1H + {}^1_0n \rightarrow {}^2_1H + 2/16 \times 10^8\ kJ$$

الف) محاسبه کنید در این واکنش چه مقدار ماده به انرژی تبدیل شده است؟ ($c = 3 \times 10^8\ m/s$)

ب) با توجه به میزان تغییر جرم در واکنش بالا، آیا ترازوهای دقیق آزمایشگاه با دقت ۰/۰۰۰۱ g می‌توانند تغییر جرم را نشان دهند؟

☐ بله ☐ خیر

پ) آیا می‌توان، با چشم‌پوشی از تغییر جرم بالا، هم‌چنان فرض کرد که در واکنش‌های هسته‌ای قانون بقای جرم برقرار است؟

☐ بله ☐ خیر

۱۵- در واکنش هسته‌ای زیر به ازای ۱ مول از مواد موجود در واکنش، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

($^1_0n = 1/0087\ g/mol$, $^1_1H = 1/0078$, $^{14}_6C = 14/0032$, $^{14}_7N = 14/0031$)

$$^{14}_7N + {}^1_0n \rightarrow {}^{14}_6C + {}^1_1H + \text{انرژی}$$

۱۶- اگر در واکنش هسته‌ای زیر به ازای ۱ مول لیتیم $4/5 \times 10^{10}$ kJ انرژی آزاد شود، جرم ۱ مول ^7Li را حساب کنید.

($^1H = 1/0078\ g/mol$, $^4He = 4/0026$)

$$^7Li + {}^1H \rightarrow 2\ {}^4He + 4/5 \times 10^{10}\ kJ$$

درس دوم (صفحه‌های ۵ و ۶ کتاب درسی)

آیا همه‌ی اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

نماد شیمیایی اتم‌ها

هر عنصر را با یک نماد شیمیایی نشان می‌دهیم به طوری که در سمت چپ و پایین نماد شیمیایی، عدد اتمی (Z) را نوشته و در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی، عدد جرمی (A) را می‌نویسیم.

نماد E، حرف نخست Element به معنای عنصر است.

نماد همگانی اتم‌ها: $^A_Z E$

A ← مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها

Z ← تعداد پروتون‌ها

● عدد اتمی را با حرف Z نشان می‌دهیم که تعداد پروتون‌ها را مشخص می‌کند. *مثلن وقتی می‌گیم عدد اتمی سریم ۱۱ است، یعنی در هسته‌ی سریم ۱۱ پروتون وجود داره.*

$_{11}Na$ ← تعداد پروتون‌های هسته ۱۱ است.

● عدد جرمی را با حرف A نشان می‌دهیم که مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم را مشخص می‌کند. *مثلن وقتی می‌گیم عدد جرمی سریم ۲۳ است، یعنی در هسته‌ی سریم مجموعن ۲۳ پروتون و نوترون وجود داره.*

^{23}Na ← مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های هسته ۲۳ است.

اصلن چرا به جمع پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌گیم عدد جرمی؟ مگه اتم الکترون نداره؟ جرم اون چی؟

آفرین، به نکته‌ی ظریفی اشاره کردی! اتم الکترون هم داره ولی چون جرم الکترون خیلی‌خیلی ناچیزه، تاثیر خاصی روی جرم کل اتم نداره و می‌شه ازش چشم‌پوشی کرد.

تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) = عدد جرمی

$$A = Z + n$$

● با داشتن عدد اتمی و عدد جرمی یک اتم می‌توانیم تعداد پروتون، الکترون و نوترون آن را به دست آوریم:

$p = Z$ (پروتون)

در اتم‌های خنثی تعداد الکترون‌ها برابر با تعداد پروتون‌هاست:

$e = Z$ (الکترون)

$n = A - Z$ (نوترون)

مثال و جواب

مثال **تعداد پروتون، الکترون و نوترون اتم‌های زیر را تعیین کنید.**

الف) $^{28}_{14}Si$ ب) $^{56}_{26}Fe$

جواب

الف) $^{28}_{14}Si : p = Z = 14 \;,\; \underbrace{e = Z = 14}_{\text{ذره‌ی خنثی}} \;,\; n = A - Z = 28 - 14 = 14$

ب) $^{56}_{26}Fe : p = Z = 26 \;,\; \underbrace{e = Z = 26}_{\text{ذره‌ی خنثی}} \;,\; n = A - Z = 56 - 26 = 30$

● می‌دانیم در **کاتیون‌ها** (یون‌های مثبت) تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها **کم‌تر** است:

X^{a+} : تعداد الکترون (e) = تعداد پروتون (Z) − a

$_{20}Ca^{2+} : e = Z - 2 = 20 - 2 = 18$

در **آنیون‌ها** (یون‌های منفی) تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها **بیشتر** است:

X^{a-} : تعداد الکترون (e) = تعداد پروتون (Z) + a

$_{35}Br^{-} : e = Z + 1 = 35 + 1 = 36$

مثال و جواب

مثال **تعداد پروتون، الکترون و نوترون را در یون‌های زیر تعیین کنید.**

الف) $^{80}_{34}Se^{2-}$ ب) $^{208}_{82}Pb^{4+}$

جواب

الف) $^{80}_{34}Se^{2-} : p = Z = 34 \;,\; \underbrace{e = Z + 2}_{\text{آنیون}} = 34 + 2 = 36 \;,\; n = A - Z = 80 - 34 = 46$

ب) $^{208}_{82}Pb^{4+} : p = Z = 82 \;,\; \underbrace{e = Z - 4}_{\text{کاتیون}} = 82 - 4 = 78 \;,\; n = A - Z = 208 - 82 = 126$

● به‌جز اتم هیدروژن (^{1}H)، در تمامی ذرات معمولاً داریم:

تعداد نوترون‌ها ≤ تعداد پروتون‌ها (یا الکترون‌ها)

مثال و جواب

مثال **تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{112}X^{2+}$ برابر ۱۸ است. عدد اتمی این یون را به دست آورید.**

جواب از $^{112}X^{2+}$ می‌فهمیم که:

$$Z + n = 112 \quad \text{و} \quad Z - e = 2$$

پس داریم:

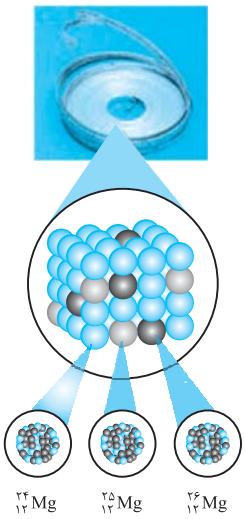
$$\begin{cases} Z + n = 112 \\ Z - e = 2 \\ n - e = 18 \end{cases} \xrightarrow{\text{Z را می‌خواهیم}} \begin{cases} Z + n = 112 \\ Z - e = 2 \\ -n + e = -18 \end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با هم}} 2Z = 112 + 2 - 18 \Rightarrow Z = 48$$

ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که Z (**عدد اتمی**) **آن‌ها یکسان** ولی A (**عدد جرمی**) **آن‌ها متفاوت** است. اغلب عنصرها در طبیعت مخلوطی از چند ایزوتوپ (هم مکان) با جرم متفاوت هستند.

- منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است.
- نام هر ایزوتوپ با عدد جرمی آن مشخص می‌شود. *مثلن کلر دو ایزوتوپ پایدار کلر – ۳۵ ($^{35}_{17}Cl$) و کلر – ۳۷ ($^{37}_{17}Cl$) داره.*

خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ به همین دلیل ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند. *مثلن همه‌ی ایزوتوپ‌های منیزیم ($^{24}_{12}Mg$, $^{25}_{12}Mg$, $^{26}_{12}Mg$) خواص شیمیایی یکسانی دارن و توی جدول دوره‌ای عنصرها تو یه خونه هستن.*



ایزوتوپ‌های یک عنصر در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، مثل چگالی با هم تفاوت دارند.

- بعضی از ایزوتوپ‌های یک عنصر در **طبیعت** وجود دارند و بعضی را می‌توانیم به طور **ساختگی** تولید کنیم.
- **نیم‌عمر** هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ، تا چه اندازه **پایدار** است. هر چه نیم‌عمر ایزوتوپی کم‌تر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.
- بعضی از ایزوتوپ‌های یک عنصر **پایدار** بوده و بعضی **ناپایدارند**. هسته‌ی ایزوتوپ‌های **ناپایدار** با گذشت زمان **متلاشی** می‌شود.
- ایزوتوپ‌های ناپایدار، **پرتوزا** بوده و اغلب بر اثر تلاشی **ذره‌های پرانرژی** و **مقدار زیادی انرژی** آزاد می‌کنند.
- اغلب هسته‌هایی که نسبت نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان، متلاشی می‌شوند.

ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزا $\Rightarrow \frac{n}{p} \geq 1/5$

- به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا، **رادیوایزوتوپ** می‌گوییم.

مثال و جواب

مثال جدول زیر را در نظر بگیرید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4\times10^{-22}$ ثانیه	$9/1\times10^{-22}$ ثانیه	$2/9\times10^{-22}$ ثانیه	$2/3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۸/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

الف **شباهت و تفاوت میان اتم‌های جدول را بنویسید.**

ب **چند ایزوتوپ از عنصر هیدروژن در یک مخلوط طبیعی از آن وجود دارد؟**

پ **کدام ایزوتوپ عنصر هیدروژن ، از همه ناپایدارتر است؟**

ت **چند ایزوتوپ عنصر هیدروژن پرتوزا است؟**

جواب **الف** شباهت آن‌ها در برابری عدد اتمی (Z) و تفاوت آن‌ها در عدد جرمی (A) آن‌هاست.
یا عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است؛ بنابراین همه‌ی آن‌ها ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن ($^{1}_{1}H$) هستند.

ب ۳ ایزوتوپ؛ تنها ایزوتوپ‌های $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ طبیعی بوده و بقیه ساختگی هستند.

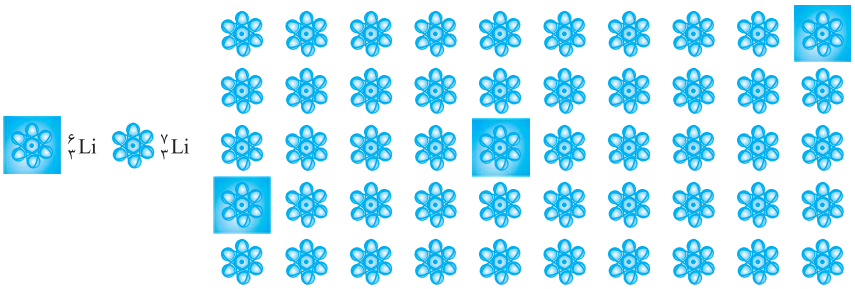
پ هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کم‌تر باشد، ناپایدارتر است.
ایزوتوپ $^{7}_{1}H$ ناپایدارتر است، زیرا نیم‌عمر کم‌تری دارد.

ت هر ایزوتوپی که نسبت $\frac{n}{p} \geq 1/5$ دارد، پرتوزاست.
۵ ایزوتوپ؛ $^{3}_{1}H$ ، $^{4}_{1}H$ ، $^{5}_{1}H$ ، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$ پرتوزا هستند، زیرا نسبت $\frac{n}{p}$ آن‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ است.

- **درصد فراوانی** هر ایزوتوپ در طبیعت، نشان‌دهنده‌ی فراوانی آن ایزوتوپ نسبت به سایر ایزوتوپ‌ها است. فراوانی (درصد فراوانی) را با نماد F نشان می‌دهیم.

مثال جواب

مثال با توجه به شکل زیر، درصد فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم را مشخص کنید.



جواب از هر ۵۰ اتم لیتیم، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ بوده و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ است. بنابراین:

$$\text{درصد فراوانیِ هر ایزوتوپ} = \frac{\text{تعداد اتم‌های ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{6}_{3}Li = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{7}_{3}Li = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴$$

مثال اتم‌های زیر را در نظر بگیرید:

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{3}_{2}He$	$^{4}_{2}He$	$^{5}_{2}He$	$^{6}_{2}He$	$^{7}_{2}He$	$^{8}_{2}He$	$^{9}_{2}He$	$^{10}_{2}He$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	$۷/۰\times۱۰^{-۲۴}s$	$۸/۱\times۱۰^{-۱}s$	$۲/۹\times۱۰^{-۲۱}s$	$۱/۲\times۱۰^{-۱}s$	$۷\times۱۰^{-۲۱}s$	$۲/۷\times۱۰^{-۲۱}s$
درصد فراوانی در طبیعت	۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۹۹۹	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

الف) چه شباهت و چه تفاوتی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب) نمونه‌ای طبیعی از عنصر He مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ) چند ایزوتوپ عنصر He پرتوزا است؟

ت) کدام ایزوتوپ عنصر He از همه ناپایدارتر است؟

جواب الف) عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است؛ بنابراین این اتم‌ها ایزوتوپ‌های عنصر هلیم ($_{2}He$) هستند.

ب) ۲ ایزوتوپ، تنها ایزوتوپ‌های $^{3}_{2}He$ و $^{4}_{2}He$ طبیعی بوده و بقیه ساختگی‌اند.

پ) ۶ ایزوتوپ، ایزوتوپ‌های $^{5}_{2}He$، $^{6}_{2}He$، $^{7}_{2}He$، $^{8}_{2}He$، $^{9}_{2}He$ و $^{10}_{2}He$ همگی پرتوزا هستند، زیرا نسبت $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$ دارند.

ت) ایزوتوپ $^{5}_{2}He$ از همه ناپایدارتر است، زیرا نیم‌عمر کم‌تری دارد.

سؤال‌های امتحانی

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

۱۷- تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در اتم $^{39}_{19}K$ بیشتر از این تفاوت در ذره‌ی $^{7}_{3}Li^{+}$ است.

۱۸- تفاوت تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در ذره‌ی $^{37}_{17}Cl^{-}$ بیشتر از این تفاوت در ذره‌ی $^{16}_{8}O^{2-}$ است.

۱۹- منیزیم در طبیعت دارای ایزوتوپ‌های $^{24}_{12}Mg$ و $^{25}_{12}Mg$ است.

۲۰- تمامی ایزوتوپ‌های یک عنصر سبک در طبیعت وجود دارد.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۱- با توجه به نماد همگانی اتم‌ها $_{Z}^{A}E$، Z و A هر کدام چه کمیتی را نشان می‌دهند؟

۲۲- جدول زیر را تکمیل کنید:

اتم	تعداد پروتون	تعداد نوترون	تعداد الکترون
$_{۲۶}^{۵۷}Fe$	.....	.....	.....
..... E	۷۵	۱۱۲	.....
$_{}^{۲۳۸}Am$	.....	.....	۹۵

۲۳- جدول زیر را تکمیل کنید:

ذره	تعداد پروتون	تعداد نوترون	تعداد الکترون	بار الکتریکی
$_{۹}^{۱۹}F$	.....	.....	.....	−۱
.....	.....	۲۰	۱۸	+۱
$_{۲۴}^{۵۲}Cr$	.....	.....	۲۱	.....

۲۴- تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ^{۷۸}X برابر ۱۰ است. نماد شیمیایی این اتم را بنویسید.

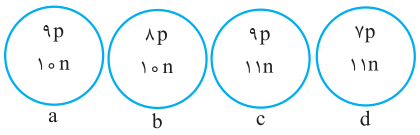
۲۵- تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{۲۰۱}X^{۲+}$ برابر ۴۳ است. عدد اتمی این یون را به دست آورید.

۲۶- عدد جرمی یون $X^{۲+}$ از رابطه‌ی $A = ۲Z + ۲۵$ پیروی می‌کند. اگر مجموع نوترون‌ها و الکترون‌های آن ۱۳۵ باشد، عدد اتمی این عنصر را به دست آورید.

۲۷- اگر در ذره‌ی $^{۳۴}X^{۲-}$ نسبت نوترون به پروتون برابر ۱/۱۲۵ باشد، نسبت الکترون به نوترون را در این ذره بیابید.

۲۸- تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{۱۲۷}X^{-}$ برابر ۲۰ است. تعداد الکترون‌ها را در اتم X بیابید.

۲۹- کدام دو ذره، ایزوتوپ‌های یک عنصر هستند؟ چرا؟



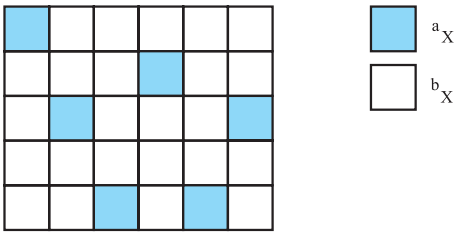
- ☐ a و b
- ☐ b و d
- ☐ a و c

۳۰- اتم $_{۲۰}^{۴۰}A$ با کدام اتم ایزوتوپ است؟

- ☐ $_{۲۱}^{۴۰}B$
- ☐ $_{۱۹}^{۴۱}C$
- ☐ $_{۲۰}^{۴۲}D$

۳۱- نیم‌عمر را تعریف کنید.

۳۲- با توجه به شکل درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X را تعیین کنید.



۳۳- در مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر X نسبت ایزوتوپ‌های ^{a+1}X به ^{a}X برابر ۰/۲۵ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها را محاسبه کنید.

۳۴- در بین ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر X به ازای ۱ اتم ^{a}X، ۲ اتم ^{b}X وجود داشته و به ازای هر اتم ^{b}X، ۳ اتم ^{c}X وجود دارد. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر X را بیابید.

۳۵- در نمونه‌ی طبیعی از عنصر A که دارای ۳ ایزوتوپ ^{a_1}A ، ^{a_2}A و ^{a_3}A است. درصد فراوانی ^{a_1}A برابر ۲۰ درصد بوده و فراوانی ^{a_2}A ، ۴ برابر ^{a_3}A است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های دیگر را بیابید.

۳۶- اتم‌های زیر را در نظر بگیرید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{۴}_{۳}X$	$^{۵}_{۳}X$	$^{۶}_{۳}X$	$^{۷}_{۳}X$	$^{۸}_{۳}X$	$^{۹}_{۳}X$	$^{۱۰}_{۳}X$	$^{۱۱}_{۳}X$	$^{۱۲}_{۳}X$
نیم‌عمر	$۷/۶\times۱۰^{-۲۳}s$	$<۸\times۱۰^{-۳}s$	پایدار	پایدار	$۸/۳۸\times۱۰^{-۱}s$	$۱/۷۸\times۱۰^{-۱}s$	$<۸\times۱۰^{-۳}s$	$<۸\times۱۰^{-۳}s$	$<۸\times۱۰^{-۳}s$
درصد فراوانی در طبیعت	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۹۳/۵	۶/۵	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

الف) چه شباهت و چه تفاوتی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب) نمونه‌ی طبیعی از عنصر X مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ) چند ایزوتوپ عنصر X پرتوزاست؟

ت) کدام ایزوتوپ عنصر X از همه ناپایدارتر است؟

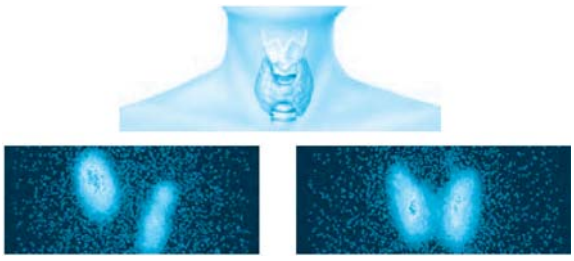
درس سوم (صفحه‌های ۷ تا ۹ کتاب درسی)

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ یعنی ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصربه‌فرد هر عنصر، انگیزه‌ی کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند.

تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) نخستین عنصری است که در رآکتور هسته‌ای (واکنشگاه هسته‌ای) ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.



غده‌ی تیروئید سالم — غده‌ی تیروئید ناسالم

از تکنسیم برای تصویربرداری غده‌ی تیروئید استفاده می‌کنیم.

یونی که حاوی تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) است، با یون یدید اندازه‌ی مشابهی داشته و غده‌ی تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند! با افزایش مقدار این یون در غده‌ی تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

همه‌ی ^{۹۹}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که زمان ماندگاری (نیمه عمر) ^{۹۹}Tc کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را به مدت طولانی نگه‌داری کرد، هر جا که نیاز باشد، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

با واکنش هسته‌ای می‌شه طلا هم تولید کرد؟

تبدیل عنصرهای دیگر به طلا، یعنی کیمیاگری، آرزوی دیرینه‌ی ما انسان‌هاست!

باید بگم که با رشد علم شیمی و فیزیک انسان می‌تواند طلا را تولید کند.

پس چرا صبح تا شب نمی‌شینن طلا درست کنن؟

مگه قرمه سبزیه؟! هزینه‌ی تولید آن، آن‌قدر زیاد است که صرفه‌ی اقتصادی ندارد.

رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند، ولی با پیشرفت دانش و فناوری، بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

اورانیم، شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن (^{235}U)، اغلب به عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است.

(یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.)

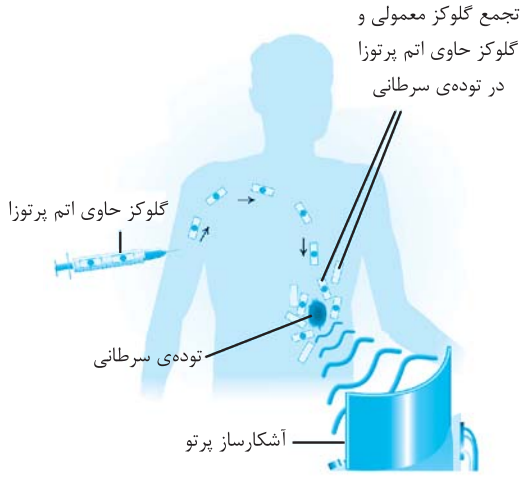
غنی‌سازی ایزوتوپی، فرایندی مهم در چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای است؛ دانشمندان هسته‌ای کشورمان با تلاش بسیار، با استفاده از این فرایند، موفق شدند مقدار این ایزوتوپ اورانیم (^{235}U) را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن، افزایش دهند.

برخی رادیوایزوتوپ‌های تولیدشده در ایران

- یکی از چالش‌های صنایع هسته‌ای، دفع پسماند هسته‌ای است، زیرا پسماند رآکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک است.
- از رادیوایزوتوپ‌ها می‌توان برای تشخیص و درمان بیماری‌ها استفاده کرد.
- از رادیوایزوتوپ ^{59}Fe برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.

مثال و جواب

مثال **توده‌های سرطانی، سلول‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها برای تشخیص توده‌ی سرطانی را در شکل روبه‌رو می‌بینیم. با توجه به شکل، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید. (به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند).**



جواب مقادیر اندکی از ماده‌ی رادیوایزوتوپ (گلوکز نشان‌دار) به بدن بیمار تزریق می‌شود. این ماده در جریان خون پخش می‌شود و هر بافتی مقداری از آن را جذب می‌کند. سلول‌های سرطانی به دلیل رشد سریع، مقدار بیشتری از ماده‌ی رادیوایزوتوپ را جذب می‌کنند. با افزایش مقدار رادیوایزوتوپ در سلول‌های سرطانی، امکان عکس‌برداری و تشخیص بیماری فراهم می‌شود.

سؤال‌های امتحانی

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

۳۷- تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که فقط ..... آن در طبیعت یافت می‌شود.

۳۸- نخستین عنصری که در آزمایشگاه ساخته شد، عنصر ..... بود.

۳۹- پسماندهای رآکتورهای اتمی هنوز خاصیت ..... دارند و ..... هستند.

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

۴۰- در نماد شیمیایی ذرات زیراتمی به جای Z ، بار نسبی قرار گرفته و به جای A جرم نسبی قرار می‌گیرد.

۴۱- از عنصر تکنسیم می‌توان در درمان بیماری‌ها استفاده کرد.

۴۲- با افزایش مقدار اتم تکنسیم در غده‌ی تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۴۳- دلیل جذب یون حاوی تکنسیم به وسیله‌ی غده‌ی تیروئید، بار مشابه یون حاوی تکنسیم با یون یدید است.

۴۴- عنصر تکنسیم تنها در رآکتور هسته‌ای تولید می‌شود.

۴۵- ما می‌توانیم مقادیر زیادی از عنصر تکنسیم را بسازیم و نگه‌داری کنیم.

۴۶- کیمیاگری، تبدیل عنصر مس به طلا، هزینه‌ی بسیار زیادی دارد.

۴۷- ایزوتوپ‌های اورانیم به عنوان سوخت رآکتورهای اتمی به کار می‌روند.

۴۸- تمامی عناصر موجود در طبیعت مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

۴۹- ایزوتوپ‌های یک عنصر را می‌توان به صورت «طبیعی و مصنوعی» و «پایدار و ناپایدار» دسته‌بندی کرد.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۵۰- با در نظر گرفتن شعاع یون یدید (۲۲۰ pm)، شعاع یون حاوی تکنسیم به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

☐ ۳۰۵ pm ☐ ۲۲۵ pm ☐ ۱۵۰ pm

۵۱- چه تعداد عنصر در طبیعت یافت می‌شود؟

☐ ۹۲ ☐ ۲۶

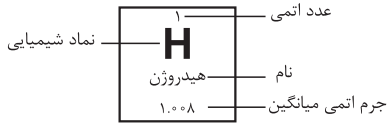
۵۲- هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد، آن را پیدا کرده و به هم ربط دهید. (برخی از موارد ستون B اضافی هستند.)

ستون A	ستون B
الف) نخستین عنصر ساخت بشر	a) نیم‌عمر
ب) در تشخیص بیماری‌ها کاربرد دارد	b) غنی‌سازی ایزوتوپی
پ) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا	c) تعداد پروتون‌ها
ت) یکی از مراحل مهم چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای	d) راکتور اتمی
ث) شباهت ایزوتوپ‌ها طبیعی و مصنوعی یک عنصر	e) تکنسیم
	f) رادیوایزوتوپ
	g) اورانیم

درس چهارم (صفحه‌های ۹ تا ۱۳ کتاب درسی)

طبقه‌بندی عناصر

طبقه‌بندی کمک می‌کند که ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را با یک معیار و چیدمان خاصی در جدولی قرار دهیم؛ در این صورت می‌توانیم اطلاعات ارزشمندی را درباره‌ی ویژگی‌های عنصرها به دست آوریم و براساس آن رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنیم.



گازهای نجیب

۱												۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱ H Hydrogen هیدروژن ۱.۰۰۸	۲																۲ He Helium هلیم ۴.۰۰۲۶۰۲
۳ Li Lithium لیتیم ۶.۹۴	۴ Be Beryllium بریلیم ۹.۰۱۲۱۸۳۱											۵ B Boron بور ۱۰.۸۱	۶ C Carbon کربن ۱۲.۰۱۱	۷ N Nitrogen نیتروژن ۱۴.۰۰۷	۸ O Oxygen اکسیژن ۱۵.۹۹۹	۹ F Fluorine فلوئور ۱۸.۹۹۸۴	۱۰ Ne Neon نئون ۲۰.۱۷۹۷
۱۱ Na Sodium سدیم ۲۲.۹۸۹۷	۱۲ Mg Magnesium منیزیم ۲۴.۳۰۵	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳ Al Aluminium آلومینیم ۲۶.۹۸۱۵	۱۴ Si Silicon سیلیسیم ۲۸.۰۸۵۵	۱۵ P Phosphorus فسفر ۳۰.۹۷۳۷	۱۶ S Sulfur گوگرد ۳۲.۰۶	۱۷ Cl Chlorine کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar Argon آرگون ۳۹.۹۴۸
۱۹ K Potassium پتاسیم ۳۹.۰۹۸۳	۲۰ Ca Calcium کلسیم ۴۰.۰۷۸	۲۱ Sc Scandium اسکاندیم ۴۴.۹۵۵۹۰۸	۲۲ Ti Titanium تیتانیم ۴۷.۸۶۷	۲۳ V Vanadium وانادیم ۵۰.۹۴۱۵	۲۴ Cr Chromium کروم ۵۱.۹۹۶۱	۲۵ Mn Manganese منگنز ۵۴.۹۳۸۰۴۴	۲۶ Fe Iron آهن ۵۵.۸۴۵	۲۷ Co Cobalt کبالت ۵۸.۹۳۳۱۹۴	۲۸ Ni Nickel نیکل ۵۸.۶۹۳۴	۲۹ Cu Copper مس ۶۳.۵۴۶	۳۰ Zn Zinc روی ۶۵.۳۸	۳۱ Ga Gallium گالیم ۶۹.۷۲۳	۳۲ Ge Germanium ژرمانیم ۷۲.۶۳	۳۳ As Arsenic آرسنیک ۷۴.۹۲۱۵۹۵	۳۴ Se Selenium سلنیم ۷۸ . ۹۷۱	۳۵ Br Bromine برم ۷۹.۹۰۴	۳۶ Kr Krypton کریپتون ۸۳.۷۹۸
۳۷ Rb Rubidium روبیدیم ۸۵.۴۶۷۸	۳۸ Sr Strontium استرانسیم ۸۷.۶۲	۳۹ Y Yttrium ایتریم ۸۸ . ۹۰۵۸۵	۴۰ Zr Zirconium زیرکونیم ۹۱.۲۲۴	۴۱ Nb Niobium نیوبیم ۹۲.۹۰۶۳۷	۴۲ Mo Molybdenum مولیبدن ۹۵.۹۵	۴۳ Tc Technetium تکنتیم (۹۸)	۴۴ Ru Ruthenium روتنیم ۱۰۱.۰۷	۴۵ Rh Rhodium رودیم ۱۰۲.۹۰۵۵۰	۴۶ Pd Palladium پالادیم ۱۰۶.۴۲	۴۷ Ag Silver نقره ۱۰۷.۸۶۸۲	۴۸ Cd Cadmium کادمیم ۱۱۲.۴۱۴	۴۹ In Indium ایندیم ۱۱۴.۸۱۸	۵۰ Sn Tin قلع ۱۱۸.۷۱۰	۵۱ Sb Antimony آنتیموان ۱۲۱.۷۶۰	۵۲ Te Tellurium تلوریم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I Iodine ید ۱۲۶.۹۰۴۴۷	۵۴ Xe Xenon زنون ۱۳۱.۲۹۳
۵۵ Cs Caesium سزیم ۱۳۲.۹۰۵	۵۶ Ba Barium باریم ۱۳۷.۳۲۷	۷۱ Lu Lutetium لوتتیم ۱۷۴.۹۶۶۸	۷۲ Hf Hafnium هافنیم ۱۷۸.۴۹	۷۳ Ta Tantalum تانتال ۱۸۰.۹۴۷۸۸	۷۴ W Tungsten تنگستن ۱۸۳.۸۴	۷۵ Re Rhenium رنیم ۱۸۶.۲۰۷	۷۶ Os Osmium اسمیم ۱۹۰.۲۳	۷۷ Ir Iridium ایریدیم ۱۹۲.۲۱۷	۷۸ Pt Platinum پلاتین ۱۹۵.۰۸۴	۷۹ Au Gold طلا ۱۹۶.۹۶۶	۸۰ Hg Mercury جیوه ۲۰۰.۵۹	۸۱ Tl Thallium تالیم ۲۰۴.۳۸	۸۲ Pb Lead سرب ۲۰۷.۲	۸۳ Bi Bismuth بیسموت ۲۰۸.۹۸۰۴۰	۸۴ Po Polonium پلونیم (۲۰۸.۹۸۲۴)	۸۵ At Astatine استاتین (۲۱۰)	۸۶ Rn Radon رادون (۲۲۲)
۸۷ Fr Francium فرانسیم (۲۲۳)	۸۸ Ra Radium رادیم (۲۲۶)	۱۰۳ Lr Lawrencium لارنسیم (۲۶۲)	۱۰۴ Rf Rutherfordium رادرفوردیم (۲۶۷)	۱۰۵ Db Dubnium دوبنیم (۲۶۸)	۱۰۶ Sg Seaborgium سیبورگیم (۲۷۱)	۱۰۷ Bh Bohrium بوریم (۲۷۲)	۱۰۸ Hs Hassium هاسیم (۲۷۰)	۱۰۹ Mt Meitnerium مایتنریم (۲۷۶)	۱۱۰ Ds Darmstadtium دارمشتادیم (۲۸۱)	۱۱۱ Rg Roentgenium رونتگنیم (۲۸۰)	۱۱۲ Cn Copernicium کوپرنیسیم (۲۸۵)	۱۱۳ Nh Nihonium نیهونیم (۲۸۴)	۱۱۴ Fl Flerovium فلرویم (۲۸۹)	۱۱۵ Mc Moscovium موسکوویم (۲۸۸)	۱۱۶ Lv Livermorium لیورمورین (۲۹۲)	۱۱۷ Ts Tennesine تنسین (۲۹۴)	۱۱۸ Og Oganesson اگانزون (۲۹۴)

۵۷ La Lanthanum لانتان ۱۳۸.۹۰۵۴۷	۵۸ Ce Cerium سریم ۱۴۰.۱۱۶	۵۹ Pr Praseodymium پرازئودیمیم ۱۴۰.۹۰۷۶۶	۶۰ Nd Neodymium نئودیمیم ۱۴۴.۲۴۲	۶۱ Pm Promethium پرومتیم (۱۴۵)	۶۲ Sm Samarium ساماریم ۱۵۰.۳۶	۶۳ Eu Europium یوروپیم ۱۵۱.۹۶۴	۶۴ Gd Gadolinium گادولینیم ۱۵۷.۲۵	۶۵ Tb Terbium تربیم ۵۸.۹۲۵۳۵	۶۶ Dy Dysprosium دیسپروزیم ۱۶۲.۵۰۰	۶۷ Ho Holmium هولمیم ۱۶۴.۹۳۰۳۲	۶۸ Er Erbium اربیم ۱۶۷.۲۵۹	۶۹ Tm Thulium تولیم ۱۶۸.۹۳۴۲۱	۷۰ Yb Ytterbium ایتربیم ۱۷۳.۰۵۴
۸۹ Ac Actinium اکتینیم (۲۲۷)	۹۰ Th Thorium توریم ۲۳۲.۰۳۷۷	۹۱ Pa Protactinium پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۳۵۸۸	۹۲ U Uranium اورانیم ۲۳۸.۰۲۸۹۱	۹۳ Np Neptunium نپتونیم (۲۳۷)	۹۴ Pu Plutonium پلوتنیم (۲۴۴)	۹۵ Am Americium امریسیم (۲۴۳)	۹۶ Cm Curium کوریم (۲۴۷)	۹۷ Bk Berkelium برکلیم (۲۴۷)	۹۸ Cf Californium کالیفرنیم (۲۵۱)	۹۹ Es Einsteinium اینشتینیم (۲۵۲)	۱۰۰ Fm Fermium فرمیم (۲۵۷)	۱۰۱ Md Mendelevium مندلیتم (۲۵۸)	۱۰۲ No Nobelium نوبلیم (۲۵۹)

جدول دوره‌ای عنصرها

هر عنصر را با نماد شیمیایی ویژه‌ای نشان می‌دهیم که می‌تواند یک یا دو حرفی باشد:

عناصری با نماد دوحرفی		عناصری با نماد یک‌حرفی	
آلومینیم	Al	هیدروژن	H
آرگون	Ar	کربن	C
کلسیم	Ca	اکسیژن	O

در نماد شیمیایی عنصرها، همواره حرف اول نماد را با حروف بزرگ انگلیسی و حرف بعدی را با حروف کوچک انگلیسی می‌نویسیم. *(هواستون باشه اگه رعایت نکنیم ممکنه به مشکل بخوریما!) مثلن:*

ترکیب کربن مونواکسید: CO **عنصر کبالت:** Co

جدول تناوبی امروزی را براساس افزایش عدد اتمی طبقه‌بندی می کنیم. به طوری که این جدول از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک $(Z=1)$ شروع شده و با عنصر شماره‌ی ۱۱۸ تمام می‌شود.

دوره

به هر **ردیف** افقی جدول، که نشان‌دهنده‌ی چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، دوره می‌گوییم. جدول تناوبی عنصرها ۷ دوره دارد.

دوره‌ی ۲ :

۲	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne

گروه

به هر **ستون** جدول، که شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است، گروه می‌گوییم. جدول تناوبی عنصرها ۱۸ گروه دارد.

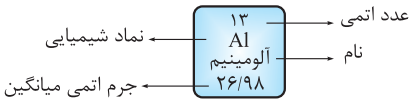
گروه ۲:

Be
Mg
Ca
Sr
Ba
Ra

خواص عنصرهایی که در یک **گروه** قرار دارند، بسیار **شبیه به هم** است. *پس معلومه که* خواص شیمیایی عنصرهای یک **دوره، متفاوت** است.

عناصر گروه ۱۸ ، گازهایی با واکنش‌پذیری بسیار ناچیز هستند. بنابراین به آن‌ها **گازهای نجیب** می‌گوییم.

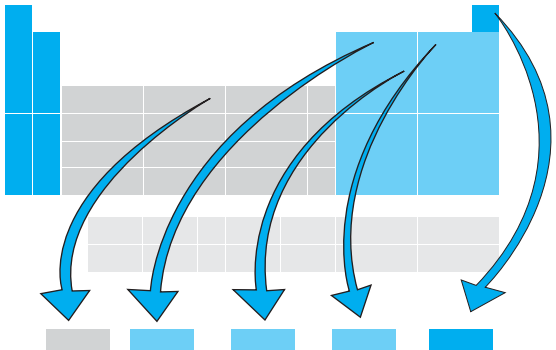
هر خانه‌ی جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. *مثلن خونه‌ی شماره‌ی ۱۳ به عنصر آلومینیم تعلق داره.*



از روی جدول تناوبی می‌توان به آسانی شماره‌ی گروه، دوره و تعداد ذره‌های زیراتمی و ... را برای یک عنصر به دست آورد.

موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول تناوبی، شماره‌ی گروه و دوره‌ی آن را نشان می‌دهد.

می‌دانیم خواص عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است. به همین دلیل با پیمایش دوره‌ها از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابهی تکرار می‌شود. بنابراین آن را **جدول دوره‌ای عنصرها** (جدول تناوبی عنصرها) می‌نامیم.



نماد عنصر	He	O	P	C	Fe
نام عنصر	هلیم	اکسیژن	فسفر	کربن	آهن
شماره‌ی گروه	۱۸	۱۶	۱۵	۱۴	۸
شماره‌ی دوره	۱	۲	۳	۲	۴
عدد اتمی	۲	۸	۱۵	۶	۲۶

مثال جواب

مثال با توجه به جدول تناوبی عنصرها به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف موقعیت عنصرهای پتاسیم ($_{19}K$) و برم ($_{35}Br$) را مشخص کنید.

ب هلیم گازی با واکنش‌پذیری شیمیایی بسیار ناچیز بوده و می‌توان گفت واکنش‌ناپذیر است. کدام‌یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با این گاز دارد؟

۱) $_{10}Ne$ ☐ ۲) $_{14}Si$ ☐ ۳) $_{8}O$ ☐

پ اتم کلر در ترکیب با فلزها به صورت یون کلرید (Cl^-) وجود دارد. کدام‌یک از عنصرهای زیر می‌تواند یون پایدار تک‌اتمی با یک بار منفی تشکیل دهد؟

۱) $_{34}Se$ ☐ ۲) $_{53}I$ ☐ ۳) $_{20}Ca$ ☐

ت از اتم منیزیم، یون پایدار Mg^{2+} مشاهده شده است. به نظر شما کدام‌یک از عنصرهای زیر می‌تواند یون پایدار با ۲ بار مثبت ایجاد کند؟

۱) $_{20}Ca$ ☐ ۲) $_{32}Ge$ ☐ ۳) $_{15}P$ ☐

جواب **الف** با توجه به جدول، پتاسیم (K) در دوره‌ی ۴ و گروه ۱ و برم (Br) در دوره‌ی ۴ و گروه ۱۷ قرار دارد.

ب خواص عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است. بنابراین:

گزینه‌ی (۱): $_{10}Ne$، نئون ($_{10}Ne$) هم‌گروه با هلیم ($_{2}He$) بوده (گروه ۱۸) و خواصی مشابه آن دارد.

پ گزینه‌ی (۲): $_{53}I$، ید ($_{53}I$) هم‌گروه با کلر ($_{17}Cl$) بوده (گروه ۱۷) و رفتاری مشابه آن دارد، بنابراین می‌تواند یون پایدار $_{53}I^-$ تشکیل دهد.

ت گزینه‌ی (۱): $_{20}Ca$، کلسیم ($_{20}Ca$) هم‌گروه با منیزیم ($_{12}Mg$) بوده (گروه ۲) و می‌تواند یون پایدار $_{20}Ca^{2+}$ تشکیل دهد.

سؤال‌های امتحانی

جمله‌ی زیر را با کلمه‌ی مناسب کامل کنید.

۵۳- جدول تناوبی امروزی براساس افزایش ..... طبقه‌بندی می‌شود.

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

۵۴- در جدول تناوبی امروزی، عنصرها براساس افزایش جرم اتمی سازمان‌دهی می‌شوند.

۵۵- با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عناصر شبیه به هم است.

۵۶- تمامی عناصر گروه ۱۷ می‌توانند به شکل یون X^- وجود داشته باشند.

۵۷- عنصر X با ۱۸ نوترون و ۱۷ پروتون می‌تواند یون پایدار X^+ تشکیل دهد.

۵۸- عنصر Y با ۲۰ نوترون و ۱۸ پروتون میل به واکنش‌پذیری ندارد.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

با توجه به جدول تناوبی عنصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۵۹- جدول را تکمیل کنید.

اتم	دوره	گروه	پروتون	نوترون	الکترون
کلر ـ ۳۷	.....	.....	.....	.....	.....
^{118}Sn	.....	.....	.....	.....	.....

۶۰- خواص شیمیایی کدام عنصر شباهت بیشتری به عنصر کربن (C) دارد؟

فسفر ☐ سیلیسیم ☐ هیدروژن ☐

۶۱- کدام عنصر در طبیعت به صورت تک‌اتمی یافت می‌شود؟

$_{18}Ar$ ☐ $_{15}P$ ☐

۶۲- خواص عنصر بیست و پنجم جدول تناوبی با خواص کدام عنصر شباهت بیشتری دارد؟

$_{47}Ag$ ☐ $_{43}Tc$ ☐

۶۳- ذره‌ی X^{2+} دارای ۱۸ الکترون است. کدام عنصر خواص شبیه به این عنصر دارد؟

$_{10}Ne$ ☐ $_{38}Sr$ ☐

۶۴- چهل و دومین عنصر جدول تناوبی به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

درس پنجم (صفحه‌های ۱۳ تا ۱۵ کتاب درسی)

جرم اتمی عنصرها

جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها با ترازوهای متفاوتی اندازه می‌گیریم که یکا و دقت اندازه‌گیری آن‌ها متفاوت است.

مثلاً یکای ترازوی دیجیتال خانگی kg بوده و دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ kg است، هم‌چنین یکای ترازوی زرگری g بوده و دقت اندازه‌گیری آن ۰/۰۱ g است. بنابراین نمی‌توانیم جرم یک قطعه انگشتر را با ترازوی خانگی به دست آوریم.

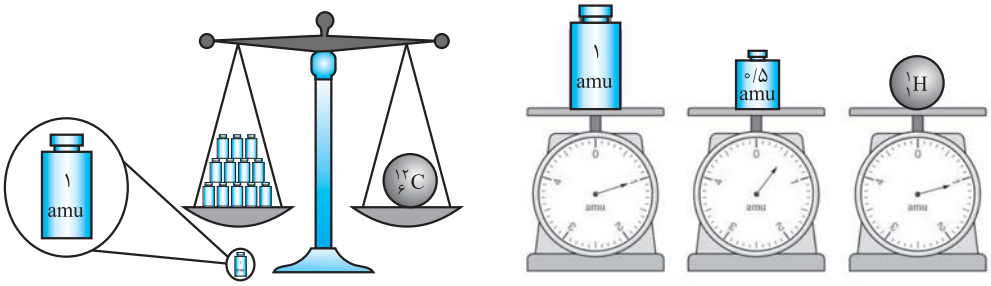
به نظرتون جرم یک اتم رو چه‌جوری می‌شه حساب کرد؟

یه اتم اون‌قدر ریزه که نه می‌شه اونو دید، نه میشه جرمشو اندازه گرفت!

دقیقاً همین‌طوره! به همین دلیل مقیاس **جرم نسبی** را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌بریم.

به این ترتیب که جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجیم که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ ($^{12}_{6}C$) است و به آن وزنه، **یکای جرم اتمی (amu)** می‌گوییم.

amu (یکای جرم اتمی): به $\frac{1}{12}$ جرم یک ایزوتوپ کربن ـ ۱۲، یک amu (atomic mass unit) می‌گوییم.



اگر جرم یک اتم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ ($^{12}_{6}C$) را به ۱۲ بخش تقسیم کنیم، می‌توانیم هر بخش را ۱ amu بنامیم.

با این مقیاس جرم نسبی، انگار یه ترازوی فرضی ساختیم که واحد اندازه‌گیریش amu باشه. با این ترازو می‌تونیم جرم اتمی همه‌ی عنصرهای جدول تناوبی و ذره‌های زیراتمی رو اندازه بگیریم.

اگر در این ترازوی فرضی، ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ را بگذاریم، جرم ۱/۰۰۸ amu به دست می‌آید.

- الکترون، پروتون و نوترون را ذره‌های زیراتمی یا بنیادی می‌نامیم.
- جرم پروتون و نوترون تقریباً با هم برابر و حدوداً مساوی با ۱ amu است، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است.

برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

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

به همین دلیل می‌توانیم از روی عدد جرمی نیز، جرم اتمی را تخمین بزنیم. مثلاً جرم $^{7}_{3}Li$ تقریباً برابر ۷ amu است.

تفاوت عدد جرمی با جرم اتمی

عدد جرمی، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته‌ی اتم بوده که همواره عددی صحیح است.

مثلن وقتی می‌گیم عدد جرمی $^{7}_{3}Li$، ۷ است، یعنی در هسته‌ی لیتیم مجموعن ۷ پروتون و نوترون وجود داره.

جرم اتمی، جرم اتم برحسب واحد جرم اتمی ($\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ـ ۱۲) است.

این جرم با ترازویی که برحسب amu ساختیم اندازه‌گیری می‌شه. مثلن وقتی می‌گیم جرم اتمی $^{7}_{3}Li$، ۷ amu است، یعنی اگه اتم $^{7}_{3}Li$ رو بزاریم رو این ترازو، عدد ۷ amu رو نشون می‌ده.

برای یک اتم، تقریباً می‌توانیم جرم اتمی را معادل عدد جرمی در نظر بگیریم.

$^{23}_{11}Na \Rightarrow$ جرم اتمی سدیم $\simeq 23$ amu :عدد جرمی

چرا جرم اتمی عنصر لیتیم رو تو جدول amu ۶/۹۴ نوشته؟ شما که گفتید amu ۷ یا مثلن چرا جرم اتمی عنصر کلر رو تو جدول amu ۳۵/۴۸ نوشته؟

دلیلش وجود ایزوتوپ‌هاست. عنصر لیتیم دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ دارد. در واقع در جدول تناوبی جرم اتمی میانگین عنصرها نوشته می‌شود.

جرم اتمی میانگین

به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با در نظر گرفتن فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت، **جرم اتمی میانگین** می‌گوییم.

جرم اتمی میانگین را از رابطه‌ی روبه‌رو محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{F_1 + F_2 + \cdots}$$ (جرم اتمی میانگین)

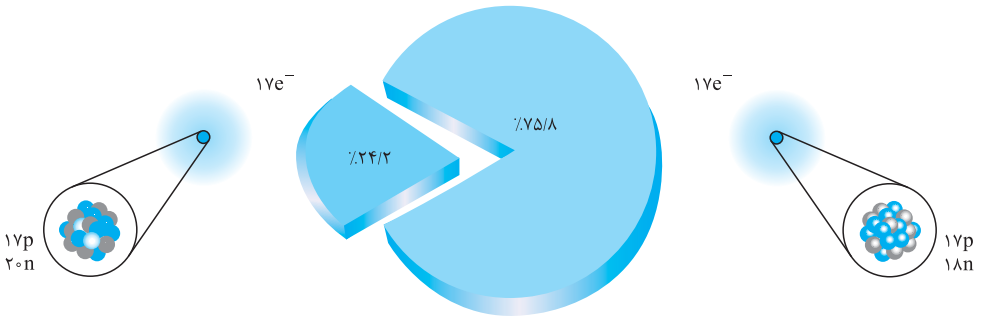
$M_1, M_2, \ldots$: جرم اتمی هر ایزوتوپ

$F_1, F_2, \ldots$: فراوانی (درصد فراوانی) هر ایزوتوپ

مثال و جواب

مثال **کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ پایدار $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ است. اگر درصد فراوانی آن‌ها به ترتیب ۷۵/۸٪ و ۲۴/۲٪ باشد، جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.**

جواب **برای یک اتم می‌توانیم جرم اتمی را تقریباً معادل عدد جرمی در نظر بگیریم.** بنابراین:



$M_1 = 35$ amu , $F_1 = 75/8$

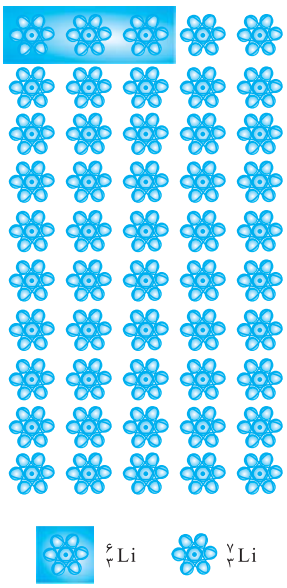
$M_2 = 37$ amu , $F_2 = 24/2$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(35 \times 75/8) + (37 \times 24/2)}{75/8 + 24/2} = 35/48 \text{ amu}$$

این از کلر که گفتی چرا ۳۵/۴۸ نوشته!

مثال **با توجه به شکل روبه‌رو، جرم اتمی میانگین لیتیم را محاسبه کنید.**

جواب می‌توانیم جرم اتمی هر ایزوتوپ را تقریباً برابر عدد جرمی در نظر بگیریم.



$M_1 = 6$ amu , $F_1 = 3$

$M_2 = 7$ amu , $F_2 = 47$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(6 \times 3) + (7 \times 47)}{3 + 47} = 6/94 \text{ amu}$$

این هم از لیتیم که گفتی چرا ۶/۹۴ نوشته!

در بعضی از مسائل، جرم اتمی هر دو ایزوتوپ (M_1 و M_2) و جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$) را می‌دهند و درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها (F_1 و F_2) را از ما می‌خواهند.

در این‌صورت می‌توانیم از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم. (البته وقتی که فقط ۲ ایزوتوپ داشته باشیم.)

M_1 و F_1 مربوط به ایزوتوپ سبک و M_2 و F_2 مربوط به ایزوتوپ سنگین است.

$$F_2 = \frac{\bar{M} - M_1}{M_2 - M_1} \times 100 \quad , \quad F_1 = 100 - F_2$$

صرفن جهت اطلاع!

این رابطه از کجا اومده؟

راستش اگه عنصر موردنظر فقط ۲تا ایزوتوپ داشته باشه، می‌تونیم از این رابطه استفاده کنیم. می‌دونیم که جمع درصدهای فراوانی ۱۰۰ می‌شه. پس:

$$F_1 = 100 - F_2$$

$$\Rightarrow \bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow \bar{M} = \frac{M_1(100 - F_2) + M_2F_2}{100}$$

$$\Rightarrow 100\bar{M} = F_2(M_2 - M_1) + 100M_1 \Rightarrow F_2 = \frac{100\bar{M} - 100M_1}{M_2 - M_1} \text{ یا } F_2 = \frac{\bar{M} - M_1}{M_2 - M_1} \times 100$$

مثال جواب

مثال نقره دارای دو ایزوتوپ ^{107}Ag و ^{109}Ag است. اگر جرم اتمی میانگین نقره ۱۰۷/۸۷ amu باشد، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های نقره را حساب کنید.

جواب

$$M_1 = 107 \text{ amu} \ , \ F_1 = ? \qquad \bar{M} = 107/87 \text{ amu}$$

$$M_2 = 109 \text{ amu} \ , \ F_2 = ? \ , \ F_1 = 100 - F_2$$

$$F_2 = \frac{\bar{M} - M_1}{M_2 - M_1} \times 100 \Rightarrow F_2 = \frac{107/87 - 107}{109 - 107} \times 100 = \frac{0/87}{2} \times 100 = \%43/5 \Rightarrow F_1 = 100 - F_2 = \%56/5$$

درصد فراوانی ^{107}Ag برابر ٪۵۶/۵ بوده و درصد فراوانی ^{109}Ag برابر ٪۴۳/۵ (۱۰۰ - ۵۶/۵ = ۴۳/۵) است.

سؤال‌های امتحانی

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

۶۵- برای تعیین جرم اتم از مقیاس ..... استفاده می‌کنیم.

۶۶- به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با در نظر گرفتن ..... ایزوتوپ‌ها در طبیعت، ..... می‌گوییم.

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

۶۷- به جرم اتم ^{12}C یک amu (atomic mass unit) می‌گویند.

۶۸- جرم پروتون و نوترون دقیقاً با هم برابر بوده و حدوداً مساوی ۱ amu است.

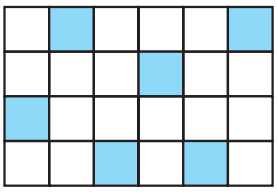
۶۹- عدد جرمی و جرم اتمی هم‌ارز بوده و یک کمیت را نشان می‌دهند.

۷۰- میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر در جدول تناوبی گزارش می‌شود.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۷۱- یکای جرم اتمی را تعریف کنید.

۷۲- با توجه به شکل روبه‌رو جرم اتمی میانگین عنصر X را حساب کنید.



^{22}X

^{20}X

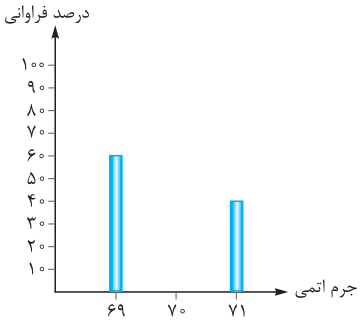
۷۳- جدول زیر را کامل کنید.

ایزوتوپ	جرم اتمی	درصد فراوانی	جرم اتمی میانگین
^{54}Fe	.....	.....	.....
^{56}Fe	.....	۹۱/۹	
^{57}Fe	.....	۲/۲	

۷۴- جدول زیر را کامل کنید.

جرم اتمی میانگین	درصد فراوانی	جرم اتمی	ایزوتوپ
.....	۵	.....	^{۲۰۴}Pb
	۲۴/۴	.....	^{۲۰۶}Pb
	۲۰/۳	.....	^{۲۰۷}Pb
	.....	.....	^{۲۰۸}Pb

۷۵- با توجه به شکل زیر جرم اتمی میانگین گالیم را حساب کنید.

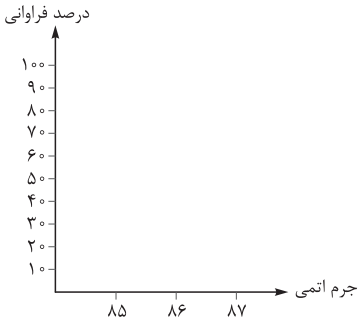


۷۶- جدول زیر را کامل کنید.

جرم اتمی میانگین	درصد فراوانی	جرم اتمی	ایزوتوپ
۶۳/۸	.....	.....	^{۶۳}Cu
	.....	.....	^{۶۵}Cu

۷۷- نمودار میله‌ای روبه‌رو را برای عنصر روبیدیم تکمیل کنید.

روبیدیم دارای دو ایزوتوپ ^{۸۵}Rb و ^{۸۷}Rb بوده و جرم اتمی میانگین آن ۸۵/۴ است.



۷۸- جدول زیر را کامل کنید.

جرم اتمی میانگین	درصد فراوانی	جرم اتمی	ایزوتوپ
۴۲/۵	.....	.....	^{۴۰}X
	۲۰	.....	^{۴۲}X
	.....	.....	^{۴۴}X

درس ششم (صفحه‌های ۱۶ تا ۱۹ کتاب درسی)

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

به نظرتون می‌شه دونه‌های برنج یه گونی ۲۰ کیلویی برنج رو شمرد؟

تا صبح طول می‌کشه! تازه کلی هم وسطاش سوتی می‌دیم.

حالا اگه من بهتون بگم که هر ۱۰۰۰تا دونه برنج ۲۰ گرم جرم داره، اون موقع می‌تونید جواب بدید؟

بله می‌شه! با یه تناسب ساده:

جرم برنج	تعداد دونه‌های برنج
۲۰ g	۱۰۰۰ دونه
۲۰۰۰۰ g	x دونه

$$\Rightarrow x = \frac{۲۰۰۰۰ \times ۱۰۰۰}{۲۰} = ۱۰۰۰۰۰۰ \text{ دونه برنج}$$

یا با روش کسر تبدیل:

$$۲۰۰۰۰ \text{ g برنج} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ دونه برنج}}{۲۰ \text{ g برنج}} = ۱۰۰۰۰۰۰ \text{ دونه برنج} \quad ? \text{ دونه برنج} = ۲۰۰۰۰ \text{ g برنج}$$