

در میان تارنماها

• آیا تاکنون به اطلاعات داده شده در بلیت قطار، هواپیما، اتوبوس یا تابلوی نمایش زمان حرکت آنها دقت کرده‌اید؟ در هر یک از آنها، برخی از نمادها، خلاصه‌نویسی‌ها، واژه‌های مخفف و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید سردرگم خواهید شد.

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند وبگاه «انجمن شیمی ایران» و وبگاه «آیوپاک» دربارهٔ دسته‌بندی عنصرها به روش‌های دیگر، اطلاعاتی جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

خود را بیازمایید

۱- با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ($_{13}\text{Al}$)، کلسیم ($_{20}\text{Ca}$)، منگنز ($_{25}\text{Mn}$) و سلنیم ($_{34}\text{Se}$) را تعیین کنید.

۲- هلیوم ($_{2}\text{He}$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

(آ) $_{18}\text{Ar}$ (ب) $_{6}\text{C}$ (پ) $_{16}\text{S}$

۳- اتم فلئوئور ($_{9}\text{F}$) در ترکیب با فلزها به یون فلئوئورید (F^{-}) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلئوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

(آ) $_{37}\text{Rb}$ (ب) $_{35}\text{Br}$ (پ) $_{15}\text{P}$

۴- از اتم آلومینیم ($_{13}\text{Al}$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

(آ) $_{19}\text{K}$ (ب) $_{31}\text{Ga}$ (پ) $_{7}\text{N}$

کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) شمارهٔ گروه $_{25}\text{Mn}$ برابر با عدد اتمی عنصری است که در گروه ۱۵ و دوره دوم جدول دوره‌ای قرار دارد.
- (۲) خواص شیمیایی عنصر ۹ ام جدول دوره‌ای بسیار به اتم عنصر ۱۷ ام شباهت دارد.
- (۳) اتم عنصری در دورهٔ ۵ ام و گروه ۱۵ ام که دارای ۷۰ نوترون است عدد جرمی ۱۲۰ دارد.
- (۴) $_{31}\text{Ga}$ می‌تواند کاتیونی با ۳ بار مثبت مشابه Al^{3+} ایجاد کند.

چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- (آ) عناصر گروه ۱۸ تمایل زیادی به انجام واکنش ندارند.
- (ب) عنصری با عدد اتمی ۳۵ همانند $_{9}\text{F}$ تشکیل آنیونی با بار ۱- می‌دهد.
- (پ) خواص شیمیایی عناصری که در یک دوره قرار می‌گیرند مشابه یکدیگر است.
- (ت) می‌توان پیش‌بینی کرد دو عنصر ۱۴ و ۳۲ جدول دوره‌ای خواص بسیار مشابهی به هم داشته باشند.



اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{3-}X^{75}$ برابر ۶ باشد، عدد اتمی این عنصر، کدام است و در کدام تناوب جای دارد؟

(۴) ۳۶ و چهارم

(۳) ۳۳ و چهارم

(۲) ۳۴ و پنجم

(۱) ۳۹ و پنجم



کربن در تناوب و در رأس گروه جایی میان فلز فعال در گروه اول در سمت چپ جدول و نافلز بسیار فعال در گروه هفدهم در سمت راست جدول قرار گرفته است.

(۲) دوم - چهارده - لیتیم - فلوئور

(۱) سوم - چهار - لیتیم - کلر

(۴) دوم - چهارده - سدیم - فلوئور

(۳) سوم - چهار - سدیم - کلر



عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت تعداد پروتون و نوترون آن برابر ۳ می‌باشد. این عنصر متعلق به گروه و دوره جدول تناوبی است. (گزینه‌ها از راست به چپ خوانده شود.)

(۴) چهارم - سوم

(۳) سوم - سوم

(۲) چهارم - چهارم

(۱) سوم - چهارم



اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{3+}M^{211}$ برابر ۴۶ باشد، کدام مطلب در مورد اتم M درست است؟

(۱) در گروه ۱۶ و دوره ۵ جدول تناوبی قرار دارد.

(۲) نسبت $\frac{P}{N}$ تقریباً برابر ۱/۵ است.

(۳) بر اثر واکنش‌های تلاشی هسته‌ای به هسته پایدار تبدیل می‌شود.

(۴) عدد اتمی آن ۵۲ است.

آیا می‌دانید

آیوپاک (IUPAC)، اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را ارائه می‌کند. جدول دوره‌ای عناصر نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.



جرم اتمی عناصرها

می‌دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۹).

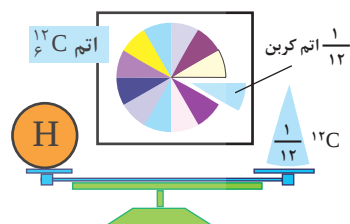


شکل ۹- جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

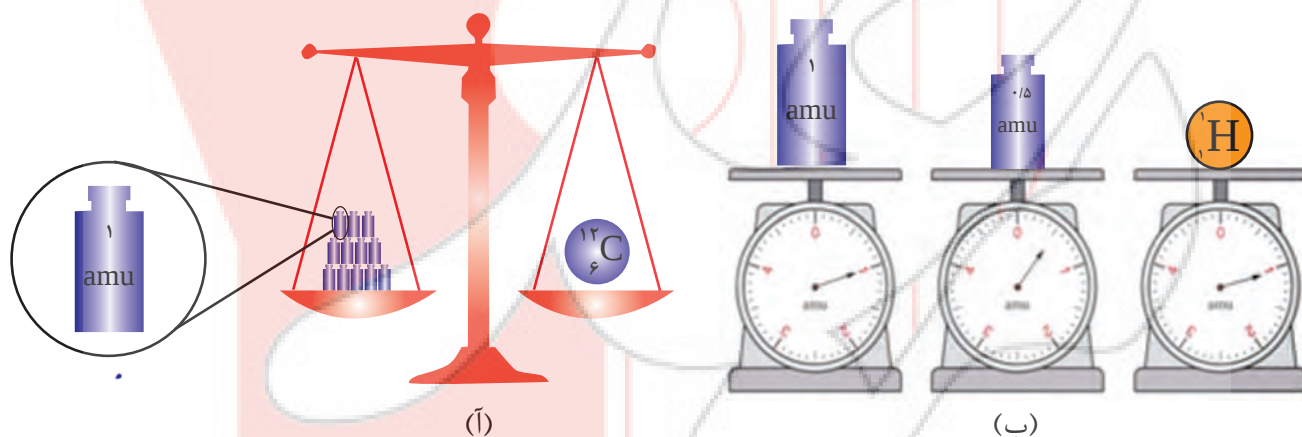
با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یک صدم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می‌توان جرم یک دانه برنج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این رو آنها همواره در پی یافتن **سنجه‌ای مناسب** و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ است (شکل ۱۰). به این وزنه، **یکای جرم اتمی** (amu) می‌گویند.



★ الگوی دیگر برای نمایش amu
جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ حدود $\frac{1}{12}$ جرم
اتم هیدروژن است



شکل ۱۰-آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را 1 amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن-۱۲، اتم هیدروژن قرار گیرد، جرم 1.008 amu به دست می‌آید.

★ یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با 1.008 amu یا $1.008 u$ است.

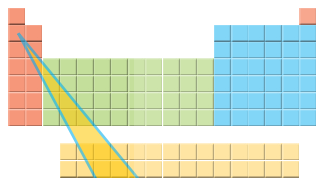
با تعریف amu ، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عناصر و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود 1 amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{1836} \text{ amu}$ است (جدول ۱).

دوره اول
فصل ششم

جدول ۱- برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

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

* در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.



با این توصیف جرم اتم ${}^7_3\text{Li}$ را می‌توان 7amu در نظر گرفت. اکنون با مراجعه به جدول، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟

با هم بیندیشیم

۱- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) جدول زیر را کامل کنید.

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین
${}^7_3\text{Li}$			
${}^6_3\text{Li}$			

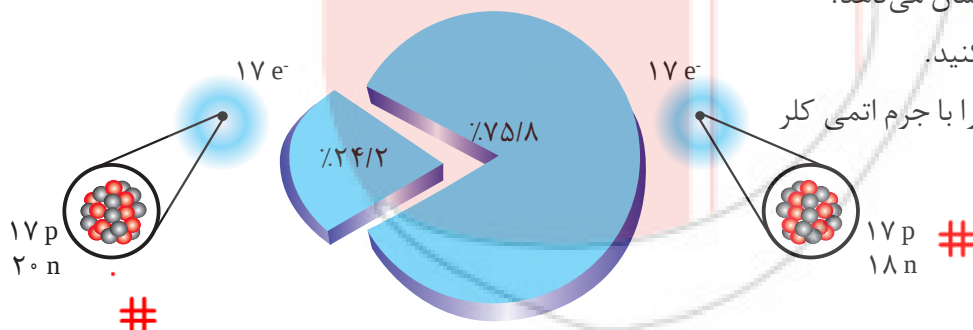
ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عناصر است.

رابطه‌ای بین جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

۲- شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کربن را نشان می‌دهد.

آ) جرم اتمی میانگین کربن را حساب کنید.

ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی کربن در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.



جرم اتمی میانگین

چون اتم ها در طبیعت دارای ایزوتوپ های مختلفی می باشند، برای بدست آوردن جرم یک عنصر، از جرم ایزوتوپهای آن میانگین می گیریم و این جرم اتمی میانگین را به عنوان جرم عنصر در نظر می گیریم. جرم اتمی متوسط به صورت زیر بدست می آید، استفاد

(درصد ایزوتوپ دوم $\times$ جرم ایزوتوپ دوم) + (درصد ایزوتوپ اول $\times$ جرم ایزوتوپ اول)

جرم اتمی میانگین =

M = جرم اتمی میانگین

m = جرم ایزوتوپ

F = درصد فراوانی

$$M = \frac{m_1 F_1 + m_2 F_2}{F_1 + F_2}$$

نکته: اگر فراوانی ایزوتوپ ها را به جای درصد بر حسب تعداد آنها بیان کنند با استفاده از رابطه ی زیر می توان جرم اتمی میانگین را محاسبه نمود:

(تعداد ایزوتوپ دوم $\times$ جرم ایزوتوپ دوم) + (تعداد ایزوتوپ اول $\times$ جرم ایزوتوپ اول)

جرم اتمی میانگین =

تعداد کل

نکته: هر چه فراوانی یک ایزوتوپ بیشتر باشد، نشان دهنده پایدارتر بودن آن است.

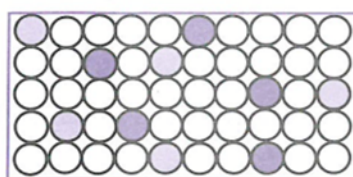
رابطه ای مهم و تستی برای بدست آوردن جرم اتمی میانگین: ابتدا ایزوتوپ ها را از سبک به سنگین مرتب کنید

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبکتر} + \left[\frac{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سبکتر}}{100} \times \text{درصد ایزوتوپ دوم} \right] + \left[\frac{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سبکتر}}{100} \times \text{درصد ایزوتوپ سوم} \right] + \dots$$

? عنصر مس دارای دو نوع ایزوتوپ در طبیعت می باشد با فرض این که جرم اتمی یکی از این ایزوتوپ ها 66amu و دیگری 64amu باشد و میزان فراوانی ایزوتوپ سبک تر دو برابر فراوانی ایزوتوپ سنگین تر باشد، جرم اتمی میانگین اتم مس تقریباً چند amu است؟

? عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم های 14amu و 16amu و جرم اتمی میانگین 14.2amu است. نسبت شمار اتم های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟

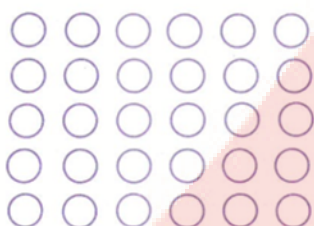
? یون X^{2+} دارای ۱۰ الکترون است. اگر عنصر X با جرم اتمی میانگین $24/3 \text{ amu}$ ، سه ایزوتوپ طبیعی داشته باشد که یکی از آنها دارای ۱۲ نوترون و دیگری دارای ۱۳ نوترون باشد، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سوم کدام است؟ (شکل زیر نمایش بخشی از یک نمونه طبیعی عنصر X است.)



○ ایزوتوپ با ۱۲ نوترون
● ایزوتوپ با ۱۳ نوترون
● ایزوتوپ سوم

- (۱) ۱۱
(۲) ۱۵
(۳) ۱۶
(۴) ۱۴

? عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 24 amu و 27 amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر $26/7 \text{ amu}$ باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟



- (۱) ۱۶
(۲) ۱۹
(۳) ۲۲
(۴) ۲۷

? عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با اعداد جرمی ۴۹، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A برابر $50/95 \text{ amu}$ فرض شود.)

(۴) $14/5, 50/5$

(۳) $15, 50$

(۲) $17/5, 47/5$

(۱) $29/5, 35/5$

? منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی $23/99 \text{ amu}$ و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی $24/99 \text{ amu}$ و فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی $25/98 \text{ amu}$ و فراوانی ۱۱ درصد، و فلئور تنها به صورت ^{19}F با جرم اتمی $18/99 \text{ amu}$ وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلئورید طبیعی برابر چند گرم است؟

(۴) $66/45$

(۳) $64/12$

(۲) $62/28$

(۱) $61/86$

شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

اگر بخواهید دانه‌های خاکشیر یا برنج موجود در یک نمونه کوچک از آنها را بشمارید، به نظر شما این تلاش چقدر وقت می‌گیرد؟ پس از شمردن دانه‌ها تا چه اندازه به نتیجه شمارش خود اطمینان دارید؟ برای اینکه بتوانید دانه‌های برنج یا خاکشیر در یک کیسه از این مواد را بشمارید (شکل ۱۱)، چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟



- اگر جرم هر مهره به‌طور میانگین ۴/۲۹ گرم باشد، برآورد کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف خالی برابر با ۳/۰۴۵ گرم است).



شکل ۱۱- شمارش تک‌تک دانه‌های خاکشیر، برنج و موادی که اندازه دانه‌های آنها بسیار ریز است، کاری دشوار، وقت‌گیر و اغلب، نشدنی است.

با هم بیندیشیم

(آ) جدول زیر را کامل کنید.

جرم ۱ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	ماده
.....		۴۵۰۰	کاغذ آ
.....		۵۶	عدس
.....		۲۲	برنج
.....		۲	خاکشیر



- برآورد کنید در یک کیسه ۴۰ کیلوپی برنج چند دانه برنج وجود دارد؟

(ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می‌توان با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟
 (پ) روشی برای اندازه‌گیری جرم یک دانه خاکشیر ارائه کنید.
 (ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم جدول برابر است؟ توضیح دهید.

آیا می دانید

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی^۲، جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری می کنند. به طوری که برخی فضاپیماها با خود طیف سنج جرمی حمل می کنند و از آن برای شناسایی عناصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می گیرند.

اتم ها به طور باور نکردنی ریز هستند به طوری که نمی توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک تک آنها، شمار آنها را به دست آورد؛ اما دریافتید که از روی جرم یک نمونه ماده می توان به شمار واحدهای موجود در آن دست یافت، الگویی که نشان می دهد چگونه می توان شمار اتم های موجود در یک نمونه عنصر را تعیین کرد.

پیوند با ریاضی

آیا می دانید

آمدئو آووگادرو (۱۸۵۶-۱۷۷۶ میلادی) شیمی دان پرآوازه ایتالیایی که به افتخار او شمار ذره های موجود در یک مول ماده، عدد آووگادرو نام گذاری شده است.



۱- اگر بدانید که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ است، حساب کنید نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

#

۲- به عدد 6.02×10^{23} که در پرسش ۱ به دست آمد، عدد آووگادرو^۱ می گویند و آن را با N_A نشان می دهند. اگر N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می شود، برای نمونه استفاده از شانه برای تخم مرغ و دست برای قاشق و چنگال، شمارش و محاسبه را آسان تر می کند (شکل ۱۲).



(آ)



(ب)

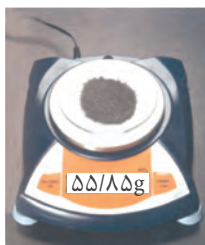
شکل ۱۲- آ) یک شانه تخم مرغ و ب) یک دست قاشق و چنگال

آیا می دانید

هر کهکشان در جهان هستی در حدود 400 میلیارد ستاره در خود دارد! همچنین شمار کهکشان های جهان هستی حدود 130 میلیارد برآورد می شود، در این صورت در جهان هستی حدود 8% مول ستاره وجود دارد (چرا؟).

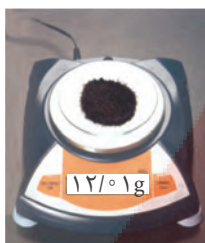
نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم مرغ هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی دان ها به 6.02×10^{23} از هر ذره، یک مول # از آن ذره می گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می شود (شکل ۱۳).

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است.



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

$$1 \text{ mol Fe} = 55.85 \text{ g Fe}$$



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

$$1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$$

شکل ۱۳- جرم و شمار اتم‌های یک مول آهن و کربن

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکا است؛ برای نمونه از هم‌ارزی $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ می‌توان این دو عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \quad \text{و} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل $15^\circ \text{ متر به سانتی‌متر توجه کنید:}$

$$? \text{ cm} = 15 \cancel{\text{ m}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{ m}}} = 1500 \text{ cm}$$

به همین ترتیب برای $1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$ ، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \quad \text{و} \quad \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

بنابراین برای تبدیل جرم $6^\circ \text{ گرم کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:}$

$$? \text{ mol C} = 6 \cancel{\text{ g C}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \cancel{\text{ g C}}} = 0.5 \text{ mol C}$$

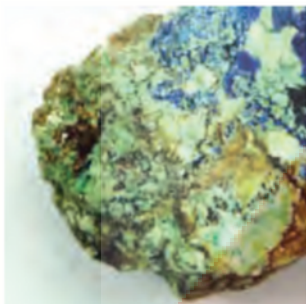
آیا می‌دانید

اگر 6.02×10^{23} دانهٔ برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قلهٔ دنا ($4500 \text{ m} \approx$) همهٔ کشور را می‌پوشاند.



آیا می دانید

فلز مس گاهی در طبیعت به حالت آزاد یافت می شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به شکل مذاب استخراج کند.



خود را بیازمایید

۱- با استفاده از $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g Al}$ و $1 \text{ mol S} = 32 \text{ g S}$ حساب کنید:

(آ) ۵ مول آلومینیم، چند گرم جرم دارد؟

(ب) ۸٪ گرم گوگرد، چند مول گوگرد است؟

۲- دانش آموزی برای تعیین شمار اتم های موجود در 2 g مول فلز روی، محاسبه زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$? \text{ atom Zn} = \frac{2 \text{ mol Zn} \times \dots \text{atom Zn}}{\dots \text{mol Zn}} = 1 / 2 \times 10^{23} \text{ atom Zn}$$

۳- حساب کنید 9×10^{20} اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

بدست آوردن تعداد ذرات

اتم ها به قدری ریز هستند که با هیچ دستگاهی نمی شود آنها را شمارش کرد. بنابراین برای بدست آوردن تعداد اتم ها، جرم کل اتم ها را به جرم یک اتم تقسیم می کنیم. جرم یک اتم را می توان با دقت زیادی بوسیله دستگاه طیف سنج جرمی بدست آورد.

$$\text{تعداد ذرات} = \frac{\text{جرم کل ذرات}}{\text{جرم یک ذره}}$$

نکته: ممکن است به جای تعداد ذرات، جرم یک ذره مجهول باشد. در این حالت جرم کل را به تعداد ذرات تقسیم می کنیم تا جرم یک ذره بدست آید.

$$\text{جرم یک ذره} = \frac{\text{جرم کل ذرات}}{\text{تعداد ذرات}}$$

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

تعداد ذرات را در هر یک از گزینه های زیر بدست آورید.

(الف) یک کیسه برنج ۱۰۰ کیلوگرمی. فرض کنید هر دانه برنج به طور متوسط جرمی معادل 0.22 g گرم دارد.

(ب) یک بسته ۱۰۰ گرمی خاک شیر. فرض کنید هر دانه خاک شیر به طور متوسط جرمی معادل 0.02 g گرم دارد.

(پ) یک کیسه عدس ۱۰ کیلوگرمی. فرض کنید هر دانه عدس به طور متوسط جرمی معادل 0.56 g گرم دارد.

(مثال ۲) هر اتم هیدروژن جرمی معادل $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ گرم دارد. ۱ گرم اتم هیدروژن چند اتم هیدروژن است.

تعاریف مول، جرم مولی، حجم مولی گاز در شرایط استاندارد و حجم گاز در شرایط غیر استاندارد

مول: به تعداد 6.022×10^{23} ذره از هر ماده یک مول گویند و عدد 6.022×10^{23} را عدد آووگادرو گویند.

$$\frac{1 \text{ ماده}}{6.022 \times 10^{23} \text{ عدد}} \quad \text{یا} \quad \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ عدد}}{1 \text{ ماده}}$$

جرم مولی: به جرم یک مول ذره (اتم یا مولکول) بر حسب گرم گفته می‌شود و واحد آن gmol^{-1} است. برای بدست آوردن جرم مولی یک مولکول، جرم مولی تک تک اتم‌های آن را جمع می‌کنیم. مثال:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 1+1+32+16+16+16+16=98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \longrightarrow \quad \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \quad \text{یا} \quad \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}$$

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 27+27+(32 \times 3)+(16 \times 12)=342 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \longrightarrow \quad \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3} \quad \text{یا} \quad \frac{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}$$

نکته: اگر ذره مورد نظر اتم باشد می‌توانیم به جای واژه جرم مولی اتم از واژه اتم گرم و اگر ذره مورد نظر مولکول باشد می‌توانیم به جای واژه جرم مولی مولکول از واژه مولکول گرم استفاده کرد.

حجم مولی گازها در شرایط استاندارد (STP): در شرایط استاندارد (دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر)، هر مول گاز، حجمی معادل 22.4 لیتر دارد.

$$\frac{1 \text{ گاز}}{22.4 \text{ L}} \quad \text{یا} \quad \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ گاز}}$$

حجم مولی گازها در شرایط غیر استاندارد: در شرایط غیر استاندارد، دیگر حجم یک مول گاز 22.4 L نیست و باید از چگالی در محاسبه حجم گاز استفاده کرد.

؟ جرم مولی ترکیبات زیر پیداکند



$$\text{Cu} = 64$$

$$\text{N} = 14$$

$$\text{O} = 16$$



$$\text{Fe} = 56$$

$$\text{P} = 31$$

$$\text{Na} = 23$$



$$\text{Al} = 27$$

$$\text{H} = 1$$

؟ **حجم مولی گاز O_2 (حجم یک مول گاز) را هم در شرایط استاندارد و هم در شرایط غیر استاندارد حساب کنید.** در شرایط غیر استاندارد چگالی گاز اکسیژن برابر $1/2 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ می‌باشد. ($\text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

روابط بین مول، تعداد، حجم و جرم یک ترکیب

رابطه بین مول و تعداد: گاهی لازم است مول و تعداد یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{\text{تعداد مول ماده}} = \frac{\text{کسر تعداد}}{\text{کسر مول}}$$

$$\frac{6.022 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = \frac{10.22}{x}$$

مثال) ۱۰ مول سدیم، چه تعداد اتم سدیم است؟

رابطه بین مول و جرم: گاهی لازم است مول و جرم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}} = \frac{\text{کسر جرم}}{\text{کسر مول}}$$

$$\frac{x}{1 \text{ mol}} = \frac{56}{56 \text{ g.mol}^{-1}}$$

مثال) ۲ مول آهن، چند گرم است؟ ($\text{Fe} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$)

رابطه بین تعداد و جرم: گاهی وقتها لازم است تعداد و جرم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}} = \frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{\text{تعداد ذرات ماده}}$$

$$\frac{x}{1 \text{ mol}} = \frac{56}{56 \text{ g.mol}^{-1}}$$

مثال) ۵۶۰ گرم آهن، چندتا اتم است؟ ($\text{Fe} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$)

رابطه بین مول و حجم در شرایط استاندارد: گاهی لازم است مول و حجم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{حجم ماده}}{\text{حجم مولی ماده}} = \frac{\text{کسر حجم}}{\text{کسر مول}}$$

$$\frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = \frac{x}{10.22}$$

مثال) ۱۰ مول گاز اکسیژن، چند لیتر حجم دارد؟

رابطه بین مول و حجم در شرایط غیراستاندارد: گاهی لازم است مول و حجم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}} = \frac{\text{کسر جرم}}{\text{کسر مول}}$$

$$\frac{x}{1 \text{ mol}} = \frac{16}{16 \text{ g.mol}^{-1}}$$

مثال) ۰/۸ لیتر گاز اکسیژن (O_2) با چگالی $1/2 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ چند مول است؟ ($\text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

تذکره: در تبدیلات مربوط به تعداد، مول، حجم و می توان از قاعده ی کلی زیر استفاده نمود.

$$\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1 \text{ mol}} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}} = \frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{6.022 \times 10^{23}} = \frac{\text{حجم ماده}}{22.4 \text{ L}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{حجم}}{\text{جرم مولی ماده}}$$

؟ کدام گزینه مطلب درستی را بیان نمی‌کند؟

- (۱) جرم یک دانه برنج را نمی‌توان با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۱ گرم) اندازه‌کرد.
(۲) دقت ترازوی اندازه‌گیری تا یک صدم گرم است.
(۳) تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در یک نمونه ۱ گرمی اتم هیدروژن برابر با عدد آووگادرو است.
(۴) با آن که اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند اما می‌توان با دستگاه‌های بخصوصی به شمارش تک تک آن‌ها پرداخت.

؟ چه تعداد از موارد زیر به‌درستی بیان نشده‌اند؟

- (ا) از شانه و دست به ترتیب برای شمارش تخم‌مرغ و مداد استفاده می‌شود.
(ب) از روی جرم یک نمونه ماده می‌توان شمار ذره‌های سازنده آن را شمارش کرد.
(پ) یکای جرم اتمی رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه‌ها شناخته می‌شود.
(ت) جرم یک هندوانه با یکای گرم و جرم طلا را با یکای کیلوگرم می‌سنجند.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

؟ تعداد اتم‌های موجود در ۶۰ گرم ^{12}C چند برابر تعداد اتم‌های موجود در ۷۰ گرم اتم کلری است که در هسته آن ۱۸ نوترون وجود دارد و اختلاف تعداد نوترون و پروتون آن ۱ واحد است؟ (تعداد نوترون‌ها را بیشتر از پروتون‌ها در نظر بگیرید). (جرم اتمی تقریباً برابر با عدد جرمی است).

؟ شمار مولکول‌های موجود در ۴/۴g کربن‌دی‌اکسید (CO_2) برابر شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟ (جرم‌های اتمی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب برابر ۱۲amu، ۱۶amu و ۱amu است).

(۱) ۲ (۲) ۱/۶ (۳) ۱/۸ (۴) ۰/۹

؟ اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در نمونه‌ای از C_2H_6 برابر تعداد اتم‌های کربن در نمونه‌ای از $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ باشد، نسبت جرم نمونه C_2H_6 به جرم نمونه $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ کدام است؟ ($\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

اگر $3/01 \times 10^{23}$ مولکول XF_6 جرمی معادل $122/5$ گرم داشته باشد، جرم مولی X چند گرم بر مول است؟ ($F = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

در کدام گزینه تعداد اتم‌ها ۴ برابر تعداد مولکول‌های NH_3 گرم ۳۴ است؟ ($O = 16, N = 14, C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

CO گرم ۱۱۲ (۲)

H_2O مول ۲ (۴)

CH_4 مولکول $6/02 \times 10^{23}$ (۱)

CO_2 گرم ۸۸ (۳)

شمار مولکول‌های موجود در $4/4 \text{ g}$ کربن‌دی‌اکسید (CO_2) برابر شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟ (جرم‌های اتمی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب برابر 12 amu ، 16 amu و 1 amu است.)

۰/۹ (۴)

۱/۸ (۳)

۱/۶ (۲)

۲ (۱)

در $0/009$ میلی‌گرم آب، $3/01 \times 10^{23}$ عدد مولکول آب وجود دارد. n کدام عدد است؟ ($H = 1, O = 16 \text{ amu}$)

شعاع یک اتم در حدود 2×10^{-10} متر می‌باشد، در یک سطح مربعی به طول ۱۶ سانتی‌متر، حداکثر چند اتم به صورت مسطح می‌تواند قرار گیرد؟

10^8 (۴)

4×10^{16} (۳)

16×10^{16} (۲)

4×10^8 (۱)

کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟ ($\text{Na} = 23, O = 16, C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) $0/2$ مول اتان (C_2H_6)، ۶ گرم جرم دارد.

(۲) ۲۳۰ گرم Na^+ دارای $6/02 \times 10^{24}$ ذره از این یون است.

(۳) در $4/5$ گرم از ماده $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، $1/505 \times 10^{22}$ اتم هیدروژن وجود دارد.

(۴) $0/16$ مول آب (H_2O) و $0/18$ مول متان (CH_4) دارای جرم‌های برابری هستند.

تعداد اتم‌های موجود در کدام یک از گونه‌های زیر، بیش‌تر است؟ ($H = 1, N = 14, O = 16, Al = 27 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۲) $11/4 \text{ mL}$ آلومینیم (با چگالی $2/7 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$)

(۱) $0/5$ مول آب

(۴) $1/5$ گرم NO

(۳) $3/0 \times 10^{23}$ اتم کبالت

ترکیبی از فسفر و کلر به فرمول PCl_x داریم. اگر جرم $6/02 \times 10^{20}$ مولکول از آن برابر $0/2085 \text{ g}$ باشد، مقدار x کدام است؟

($\text{Cl} = 35/5, \text{P} = 31 \text{ g.mol}^{-1}$)

تعداد اتم‌های موجود در 55 گرم فریون-۱۱ (CFCl_3) با تعداد اتم‌های موجود در چند گرم اوزون (O_3) برابر است؟

($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{F} = 19, \text{Cl} = 35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۴) ۸

(۳) ۴۸

(۲) ۱۶

(۱) ۳۲

تعداد مولکول‌های موجود در $0/4$ گرم گاز متان (CH_4)، با تعداد اتم‌های موجود در چند مول گاز آمونیاک (NH_3) برابر است؟

($\text{C} = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ و $\text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۴) $\frac{1}{80}$

(۳) $\frac{1}{120}$

(۲) $\frac{1}{40}$

(۱) $\frac{1}{160}$

فرمول مولکولی ترکیبی با جرم مولی 78 g.mol^{-1} که شامل $92/31\%$ کربن و $7/69\%$ هیدروژن است، کدام است؟

($\text{C} = 12, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۴) C_6H_6

(۳) C_7H_8

(۲) C_6H_6

(۱) C_7H_8

عنصر A با فلوئور، ترکیب AF_3 را تشکیل می‌دهد، اگر این ترکیب شامل 84% فلوئور باشد، جرم اتمی A تقریباً چند گرم بر مول است؟ ($\text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۴) $9/12$

(۳) $10/85$

(۲) ۱۰

(۱) ۱۶



اگر درصد جرمی اکسیژن در ترکیب MO برابر $22/22$ درصد باشد، درصد جرمی M در M_2O_3 تقریباً کدام است؟ ($O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)
(درصد جرمی به صورت میزان جرم یک ماده بر جرم کل ترکیب که شامل آن ماده است تعریف می‌شود).

(۴) ۳۰ درصد

(۳) ۷۰ درصد

(۲) ۷۷/۷۸ درصد

(۱) ۲۲/۲۲ درصد



جرم مولی یک ترکیب آلی با فرمول $C_{16}H_{32}O_4$ برابر با 288 g.mol^{-1} است. در 5% مول از این مولکول چند اتم هیدروژن وجود دارد؟
($H=1, C=12, O=16: \text{g.mol}^{-1}$)

(۴) $192/70 \times 10^{23}$

(۳) $96/32 \times 10^{23}$

(۲) $48/17 \times 10^{23}$

(۱) $24/08 \times 10^{23}$

محاسبات در شیمی :

۱- اعداد حلالی :

عدد حلالی $7,02$: این عدد را در عدد آوگادرو می‌بینیم، وقتی مسائل آوگادرو را حل می‌کنیم به احتمال زیاد با یکی از اعداد قابل ساده کردن مانند اعداد زیر در مسائل در جرم می‌شویم

$$\begin{array}{ccccccc} 7,02 & \xleftarrow{\times 2} & 14,04 & \xleftarrow{\times 2} & 28,08 & \xleftarrow{\times 2} & 56,16 \\ 7,02 & \xleftarrow{\div 2} & 3,51 & \xleftarrow{\div 2} & 1,755 \end{array}$$

عدد حلالی $22,4$: این عدد را برای گازها در شرایط STP می‌بینیم و اعداد زائده شده از آن عبارتند از:

$$\begin{array}{ccccccc} 22,4 & \xleftarrow{\times 2} & 44,8 & \xleftarrow{\times 2} & 89,6 & \xleftarrow{\times 2} & 179,2 \\ 22,4 & \xleftarrow{\div 2} & 11,2 & \xleftarrow{\div 2} & 5,6 & \xleftarrow{\div 2} & 2,8 \\ 22,4 & \xleftarrow{\div 2} & 1,4 & \xleftarrow{\div 2} & 0,7 \end{array}$$

اعداد حلالی جرم مولی : ببینید وقتی در مسئله ای صحبت از جرم ماده می‌آید حتماً اعدادی که در صورت مسئله داده می‌شود به عدد جرم مولی قابل تقسیم می‌باشند به همین دلیل ما بجهت سادگی جرم مولی موادی که زیاد در مسائل مطرح می‌باشند حفظ باشیم و یا خودمان در لحظه حل متوجه نکته بشویم

$$\begin{array}{ccccccc} CO_2 \leftrightarrow \text{جرم مولی } 44 & \xleftarrow{\times 2} & 88 & \xleftarrow{\times 2} & 176 & \xleftarrow{\times 2} & 352 \\ 44 & \xleftarrow{\div 2} & 22 & \xleftarrow{\div 2} & 11 & \xleftarrow{\div 2} & 5,5 \end{array}$$

$$124 \xleftarrow{\times \frac{1}{2}} 72 \xleftarrow{\times \frac{1}{2}} 36 \xleftarrow{\times \frac{1}{2}} 18 \quad \text{جرم مولی} \leftarrow 120$$

$$21,25 \xleftarrow{\div 2} 4,5 \xleftarrow{\div 2} 9 \xleftarrow{\div 2} 18$$

$$182 \xleftarrow{\times \frac{1}{2}} 92 \xleftarrow{\times \frac{1}{2}} 44 \quad \text{جرم مولی} \leftarrow C_2H_5OH$$

$$11,5 \xleftarrow{\div 2} 23 \xleftarrow{\div 2} 44$$

تمرین کنید: جرم مولی H_2SO_4 برابر 98 و جرم مولی KNO_3 برابر 101 و جرم مولی متان CH_4 برابر 16 باشد. اعداد حاصل از آنرا که قابل تقسیم می باشند بدست آورید؟

۲- ساده کردن کسر ها:

$$\frac{9 \times 12,25 \times 256 \times 32}{98 \times 51} = \frac{\overset{4}{\cancel{32}} \times 12,25 \times \overset{128}{\cancel{2}} \times \overset{32}{\cancel{17}} \times 2}{98 \times \underset{51}{\cancel{17} \times 3}} = \frac{12,25 \times 2 \times 2}{98} = \frac{49}{98} = \frac{1}{2}$$

عدد طلایی

$$\frac{4,02 \times 10^{23} \times 334 \times 0,2}{22,4 \times 3,01 \times 10^{20}} = \frac{(4,02) \times 10^{23} \times 2 \times 10^{-3} \times 334}{3,01 \times 10^{20} \times 224 \times 10^{-1}}$$

$$\frac{2 \times 10^{23} \times 2 \times 10^{-3} \times 1,5}{1 \times 10^{20} \times 1 \times 10^{-1}} = \frac{2 \times 2 \times 1,5}{1 \times 1} = 6\%$$

۳- دوبلاسیون:

اگر دو عدد درهم ضرب می شوند برای راحتی کار می توان یکی را در دو ضرب و دیگری را در ۲

تقسیم کنیم

$$4,125 \times 14 \rightarrow 12,25 \times 8 \rightarrow 24,5 \times 4 \rightarrow 49 \times 2 = 98$$

۴- رُند اسبون: اگر دو عدد درهم ضرب شوند، می توان یکی از آنرا را کوچکتر و دیگری را

بزرگتر کرد به گونه ای که عدد بزرگتر باید به میزان بیشتری تقسیم بکند.

$$3,19 \times 12,5 = 4 \times 12,5 = 50$$

اگر دو عدد بهم تقسیم شوند می توان هر دو را از کوچکتر یا دورتر یا جزئیتر کنیم

عدد طلایی

$$\frac{24 \times 4,02 \times 10^3}{392 \times 3,01 \times 10^2} = \frac{25 \times 2 \times 10^3}{400 \times 1} = \frac{1 \times 2 \times 10^3}{16} = \frac{1}{8} \times 10^3 = 125$$

سه عدد می بینیم

✓ ۵- اعشار زدایی: گاهی با اعداد اعشاری در جدول می شویم که محاسبات را سخت کند

بهترین دلیل آنرا بصورت کسری می نویسیم تا راحت تر ساده شود.

اعشار : $25 \rightarrow 5 \rightarrow 75 \rightarrow 125 \rightarrow 625$

کسر : $\frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{3}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{16}$

اعشار : $44 \rightarrow 33 \rightarrow 11 \rightarrow 9$

کسر : $\frac{2}{3} \rightarrow \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{9} \rightarrow \frac{1}{11}$

چند مثال :

دوبلایم دوبلایم دوبلایم

$$\frac{42}{0,625} = 42 \div \frac{1}{16} = 42 \times 16 = 14 \times 8 = 168 \times 2 = 336 \times 2 = 672$$

$$22,2 \times 0,625 = 22,2 \times \frac{1}{16} = 11,1 \times \frac{1}{8} = 5,55 \times \frac{1}{4} = 2,78 \times \frac{1}{2} = 1,39$$

۶- تخمین زدن :

کمی بیشتر از ۳

$$\frac{9,02 \times 125}{3} = 3 \times \frac{1}{8} = \frac{3}{8} = 0,375$$

از ۱۳ بیشتر و به ۱۴ خیلی نزدیک تر است

جواب کمی کمتر از عدد ۱۵ است

$$\frac{15}{1,04} =$$

جواب کمی بیشتر از ۱۵ می شود

$$\frac{15}{0,98} =$$

۷- فیدبلاسیون :

- ضرب اعداد در عدد ۲۵ • ← عدد را ۲ بار نصف و بعد در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم
- تقسیم اعداد در عدد ۲۵ • ← عدد را ۲ بار دو برابر و بعد تقسیم بر ۱۰۰ می‌کنیم
- ضرب اعداد در ۵ • ← عدد را نصف و بعد در ۱۰ ضرب می‌کنیم
- تقسیم اعداد بر ۵ • ← عدد را دو برابر می‌کنیم و بعد در ۱۰ تقسیم می‌کنیم
- ضرب اعداد در ۱۲۵ • ← عدد را ۳ بار نصف و بعد در ۱۰۰۰ ضرب می‌کنیم
- تقسیم اعداد بر ۱۲۵ • ← عدد را ۳ بار دو برابر می‌کنیم و بعد بر ۱۰۰۰ تقسیم می‌کنیم
- ضرب اعداد در ۶۲۵ • ← عدد را ۴ بار نصف و بعد در ۱۰۰۰۰ ضرب می‌کنیم

نور، کلید شناخت جهان

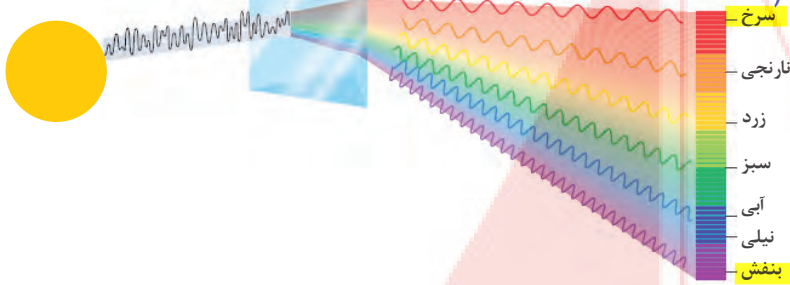
آیا تاکنون با خود اندیشیده‌اید، چگونه می‌توان به اجزای سازنده خورشید و ستاره‌ها پی برد؟ چگونه می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟ آیا با دماسنج‌های معمولی می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی^(۱) از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آنها را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی‌توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود؛ با این توصیف چگونه می‌توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

• نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.

نور^۱، امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟ دانشمندان با دستگاهی به نام طیف‌سنج^۲ می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آنها به دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش‌های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت. نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره رنگی، شامل (بی‌نهایت) طول موج از رنگ‌های گوناگون است (شکل ۱۴).

طول موج بلند انرژی کم - انحراف کم

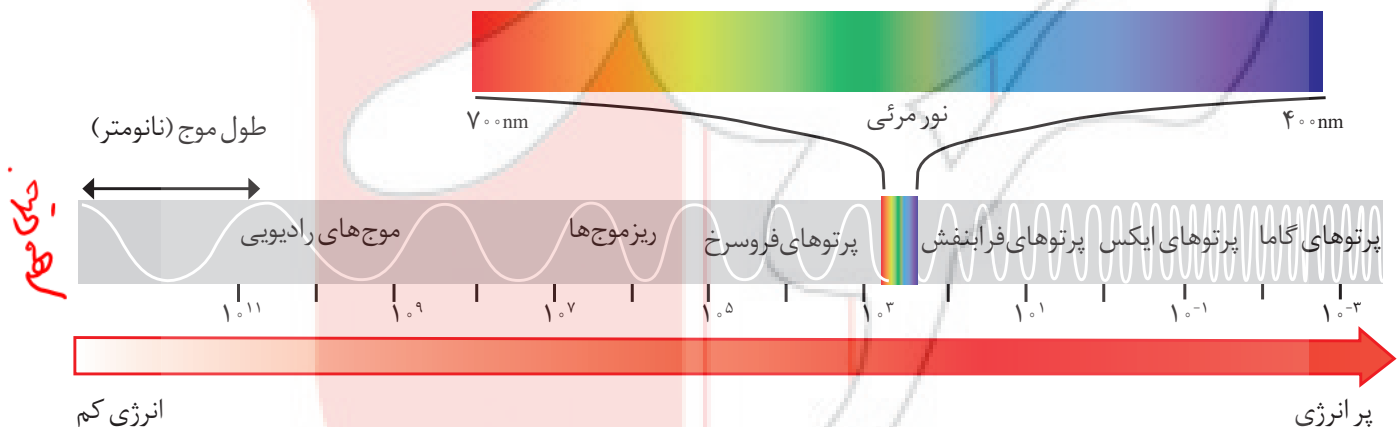


طول موج کم انرژی زیاد - انحراف بیشتر زیاد

(ب)

شکل ۱۴- آ نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می شود. ب) رنگین کمان، گستره ای از رنگ های سرخ تا بنفش را در برمی گیرد.

چشم ما تنها می تواند گستره محدودی از نور را ببیند. به این گستره که رنگ های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی گیرد، گستره مرئی^۱ می گویند (شکل ۱۵). بررسی ها نشان می دهد که نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگتری از این پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نور، تنها بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی های موج، طول موج^۲ است که آن را با نشان می دهند. با توجه به شکل آن را تعریف کنید.

خود را بیازمایید

آیا می دانید

در صورت فلکی شکارچی (Orion)، دمای سطح ستاره سرخ رنگ کمتر از دمای سطح خورشید است، اما دمای سطح ستاره آبی رنگ از دمای سطح خورشید بیشتر است.

مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج های متفاوتی دارند. با توجه به این ویژگی به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

(آ) 175°C (ب) 275°C (پ) 800°C



فرمض > زرد < آبی : طول موج

فرمض > زرد < آبی : دما

کاوش کنید

درباره اینکه «آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می توان مشاهده کرد؟» کاوش کنید.

۱- یک کنترل تلویزیون را که باتری آن سالم است، بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می کنید؟

۲- قسمت ۱ را تکرار کنید؛ اما این بار با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می کنید؟ آن را توصیف کنید.



۳- آزمایش را با فشردن دیگر دکمه ها تکرار و مشاهده های خود را یادداشت نمایید. چه تفاوتی مشاهده می کنید؟ توضیح دهید.

۴- از این مشاهده ها چه نتیجه ای می گیرید؟

آیا می دانید

امروزه برای اندازه گیری دمای اجسام داغ می توان از دماسنج هایی استفاده کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می کند. یکی از این دماسنج ها، دماسنج فروسرخ^۱ نام دارد. این دماسنج با جذب پرتوهای فروسرخ نشر شده از جسم داغ، دمای آنها را نشان می دهد.



^۱ - Infrared Thermometer

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

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

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

? جاهای خالی را تکمیل نمایید.

- (آ) در تجزیه ی نور مرئی بیش ترین انحراف مربوط به رنگ است که بیش ترین را دارد.
- (ب) رنگ شعله ی نمک های لیتیم و مس به ترتیب و است.
- (پ) هر چه طول موج بلندتر باشد انرژی آن می گردد.

? درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید.

- (آ) علت دیده شدن نور چشمی کنترل تلویزیون در دوربین موبایل به طول موج ایجاد شده مربوط است.
- (ب) در نور خورشید بینهایت طول موج وجود دارد.
- (پ) می توانیم از روی رنگ شعله به وجود عنصرهای فلزی در یک نمک پی ببریم.
- (ت) همه ی نمک ها شعله ی رنگی دارند و با پاشیدن محلول این نمک ها به شعله رنگ آن تغییر می کند.

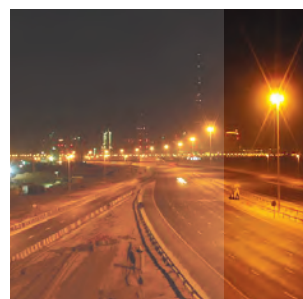
? چگونه از نشر نور برای شناسایی عنصرها استفاده می شود؟
نور زرد لامپ آزاد راه ها و به دلیل وجود چه ماده ای اس؟

? پراثری ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

کم انرژی ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

نشر نور و طیف نشری

آتش بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم نواز و شادی بخشی در آسمان ایجاد می کند که از آن در جشن های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی های المپیک استفاده می شود (شکل ۱۶).



• نور زرد لامپ هایی که شب هنگام،
آزادراه ها، بزرگراه ها و خیابان ها را
روشن می سازد، به دلیل وجود خار
سدیم در آنهاست.

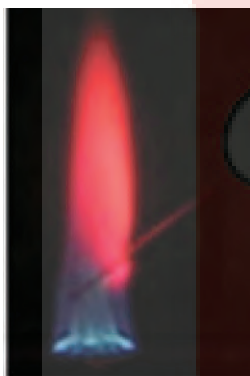


• لامپ نشر در ساخت تابلوهای
تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های
نورانی سرخ فام استفاده می شود.

شکل ۱۶- هر یک از این جرقه های زیبا، ناشی از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش زاست.

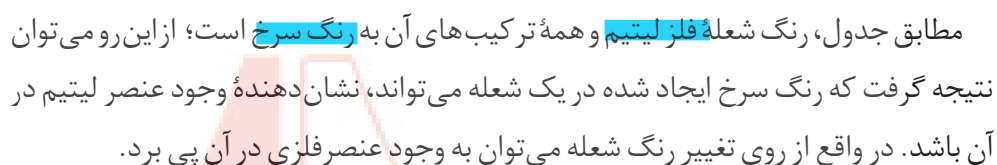
کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی، این رنگ ها را ایجاد می کند؟ تجربه نشان می دهد که بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بیاشیم، رنگ شعله تغییر می کند؛ برای نمونه رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب های گوناگون آن مشابه زرد رنگ، در حالی که رنگ شعله فلز مس و ترکیب های گوناگون آن مشابه وسبز رنگ است (جدول ۲).

جدول ۲- رنگ شعله برخی فلزها و نمک های آنها



سرخ	زرد	سبز
لیتیم نیترات	سدیم نیترات	مس (II) نیترات
لیتیم کلرید	سدیم کلرید	مس (II) کلرید
لیتیم سولفات	سدیم سولفات	مس (II) سولفات
فلز لیتیم	فلز سدیم	فلز مس

• شعله ترکیب های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربرمی گیرد.



شیمی دان ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهایی الکترومغناطیس گسیل می دارد، **نشر^۱ می گویند**. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می آید که به آن **طیف نشری خطی لیتیم^۲ می گویند** (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طیف نشری خطی لیتیوم

از آنجا که طیف نشری خطی لیتیم در گستره مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

آیا می دانید

ستاره‌شناسان در سال ۱۸۶۸ میلادی هنگام بررسی طیف نوری در پدیده خورشیدگرفتگی متوجه یک سری خطوط نوری شدند که با هیچ عنصری تا آن زمان همخوانی نداشت. این خطوط کشف عنصر جدیدی را نوید می‌داد. عنصری که هلیوم نام گرفت (واژه یونانی هلیوس به معنای خورشید است). در سال ۱۸۹۴ میلادی، ویلیام رامسی شیمی‌دان اسکاتلندی پس از جداسازی N_2 و O_2 از هوا توانست از باقیمانده هوا، آرگون را به‌عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش‌ناپذیری را درون نمونه‌های معدنی اورانیم‌دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می‌داد که در خورشیدگرفتگی سال ۱۸۶۸ مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیوم نیز در زمین کشف شد و ویژگی‌های آن مورد مطالعه قرار گرفت.

خود را بیازمایید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.



با بررسی طیف‌های نشان داده شده در شکل زیر، مشخص کنید که طیف نثری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟



1- Emission

2- Linear Emission Spectra of Lithium

3- Barcode

۲۳ H_2 دارای ۶ حایف خف است و Na دارای ۷ خط در طیف نشری فعلی می باشد.

? در یون A^{2+} مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۳۷ و تفاوت آن‌ها برابر ۳ است. رنگ شعله عنصر B و ترکیباتش که با A در یک گروه از جدول قرار گرفته‌اند و در دوره سوم قرار دارد چه رنگی است؟

(۱) سبز (۲) زرد (۳) سرخ (۴) نارنجی

? کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) نور زرد لامپ‌هایی که آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود سدیم در آن‌ها است.
- (۲) لامپ‌های نئون لامپ‌هایی با رنگ سرخ فام می‌باشند و رنگی شبیه به رنگ شعله لیتیم نیترا دارند.
- (۳) هریک از جرقه‌های موجود در آتش‌بازی ناشی از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.
- (۴) تمامی نمک‌ها دارای شعله رنگی می‌باشند.

? چه تعداد از جملات زیر به درستی بیان شده‌اند؟

- (آ) رنگ نشر شده از شعله هر فلز گستره وسیعی از طول موج‌ها را همراه خود دارد.
- (ب) از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود هر عنصری در آن پی برد.
- (پ) طیف نشری عناصر به صورت پیوسته است و هر عنصر طیف مخصوص به خود را دارد.
- (ت) برای به دست آوردن طیف نشری خطی نور منتشر شده از شعله یک ترکیب، باید توسط یک منشور تجزیه شود.

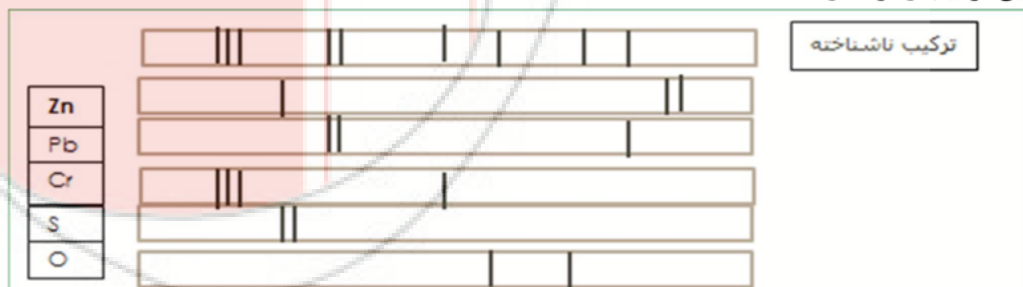
(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

? چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟

- (آ) در ناحیه مرئی تعداد خطوط طیف نشری خطی هلیوم بیشتر از عنصر لیتیم است.
- (ب) در طیف نشری خطی لیتیم، خطی به رنگ شعله فلز سدیم یافت می‌شود.
- (پ) تعداد خطوط هیدروژن در ناحیه مرئی نصف تعداد خطوط عنصر نئون در این گستره می‌باشد.
- (ت) طیف نشری خطی عنصرها پیوسته بوده و هر خط دارای طول موج مشخصی است.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

? طیف نشری خطی یک ترکیب ناشناخته به صورت زیر است به نظر شما با توجه به طیف های خطی شاهد، چه عنصرهایی در این ترکیب وجود دارد؟

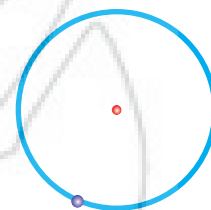


آیا می‌دانید

نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵ میلادی) فیزیک‌دان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.



وی با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد.



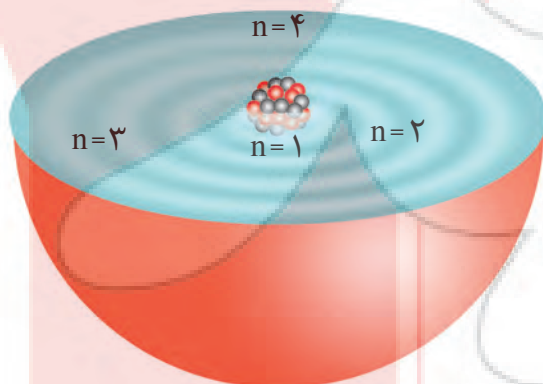
اتم هیدروژن در مدل بور

وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

ساختار اتم

اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است. در گستره مرئی از طیف نشری خطی به دست آمده از اتم‌های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی ^۱دوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی ^۲از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی ^۳برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی ^۴هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی ^۵دیگر عناصر را نداشت.

^۶دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عناصر و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند (شکل ۱۸). در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شماره هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n ، عدد کوانتومی اصلی^۱ نامیده می‌شود که برای لایه اول $n=1$ ، برای لایه دوم $n=2$ ، ... و برای لایه هفتم $n=7$ است.



شکل ۱۸- ساختار لایه‌ای اتم

در ساختار لایه‌ای اتم مطابق شکل ۱۸، هر بخش پرنرنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، ^۷بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط ^۸پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

مدل لایه ای
مدل کوانتومی



مدل لایه ای

نکته مهم و جالب توجه در این مدل، کوانتومی بودن دادوستد انرژی^۱ هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دور راه وجود دارد، (شکل ۱۹).

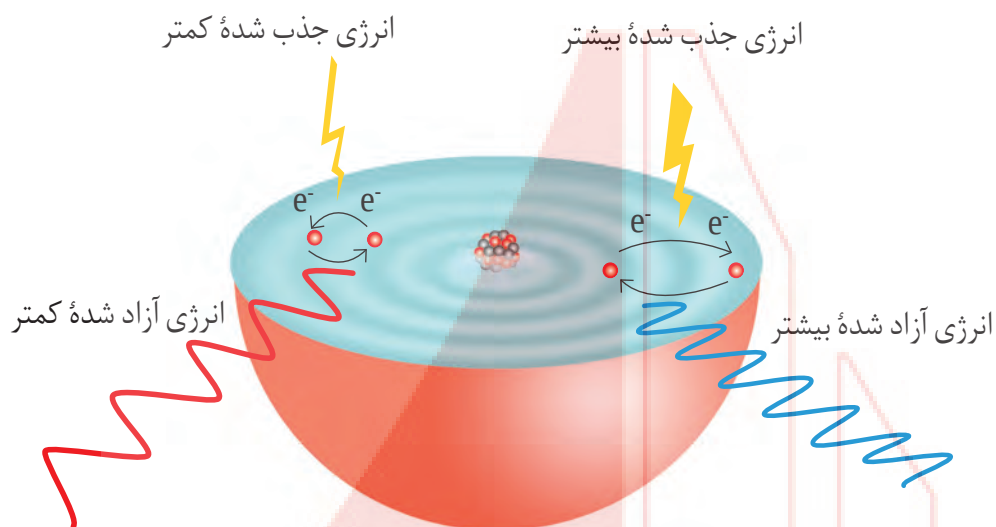


شکل ۱۹- مقایسه مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

● خرمن گندم از دور به شکل توده‌ای یکپارچه، زردرنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

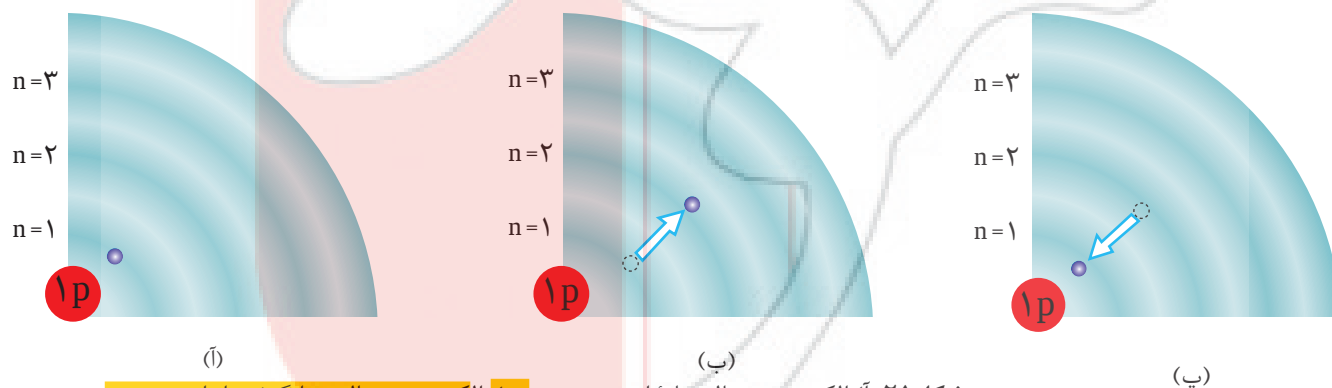
در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پله بالاتر رسید (شکل ۱۹-آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ۱۹-ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- در نتیجه جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

با این توصیف انرژی دادوستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود؛ به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم**^۱ نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به‌طوری که گفته می‌شود اتم در **حالت پایدار** قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فرونی می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته**^۲ می‌گویند (شکل ۲۱).

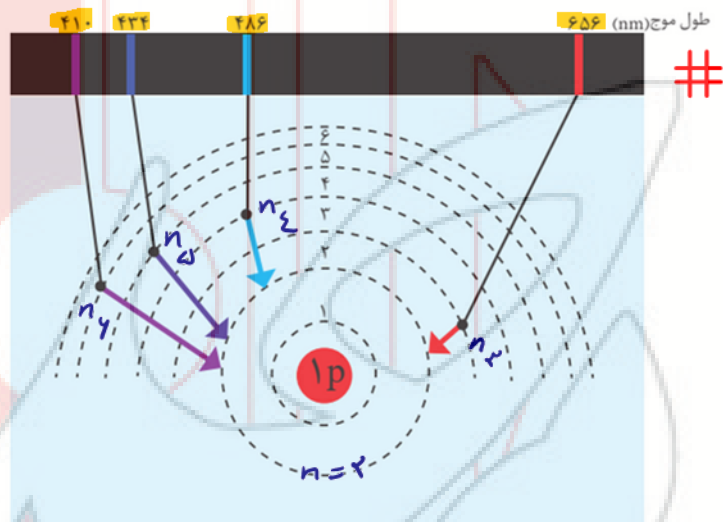


شکل ۲۱- (آ) الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن، (ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن و (پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

اتم‌های برانگیخته پرنرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجاکه برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

اینک می‌توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژه همان اتم بوده و به عدد اتمی آن وابسته است، پس انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است و انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل ۲۲).

● هنگامی که بسته‌ای به عنوان هدیه دریافت کنید با تکان دادن آن تلاش می‌کنید از محتویات آن آگاه شوید. شیمی‌دان‌ها نیز با دادن انرژی به اتم، آن را تکان می‌دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای شنیدن صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم را دریافت و مشاهده می‌کنند.



شکل ۲۲- چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیه مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

با تعیین دقیق طول موج نوارهای یادشده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

؟ جاهای خالی را تکمیل نمایید.

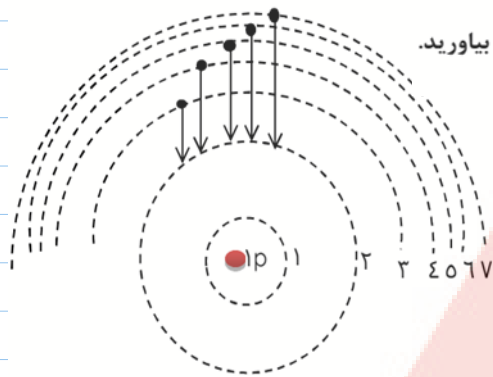
آ) الکترون در حالت ناپایدار است. بنابراین انرژی خود را از دست می‌دهد و به حالت می‌رسد.

ب) شماره هر لایه را با نشان می‌دهیم و آن را می‌نامیم.

پ) بور با مطالعه ی طیف نشری خطی در ناحیه ی توانست مدل اتمی خود را ارائه دهد.

ت) هر لایه می‌تواند یا الکترون با ظرفیت مشخص بپذیرد.

با توجه به شکل مقابل پاسخ مناسب دهید.



- (آ) این شکل بر اساس کدام مدل اتمی رسم شده است؟
(ب) کدام یک از انتقال های الکترونی فوق در محدوده فرابنفس است؟
(ج) هریک از طول موج های زیر مربوط به کدام انتقال الکترونی فوق است؟ برای انتخاب خود دلیل بیاورید.
طول موج ها (nm): $486 - 434 - 410 - 656$

به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

- (آ) چرا بور مطالعه ی خود را روی گاز هیدروژن انجام داد؟
(ب) الکترون ها مجاز هستند در کدام یک از هفت لایه حضور یابند؟
(پ) در چه صورتی در طیف نشری خطی هیدروژن، نور مرئی مشاهده می شود؟

در اثر تحریک اتم های هیدروژن توسط قوس الکتریکی، امواج الکترومغناطیس با طول موج های 410nm و 434nm و 486nm و 656nm در ناحیه ی مرئی منتشر می شود. با بیان دلیل مشخص کنید که هر یک از این طول موج ها را به کدام انتقالات الکترونی در شکل می توان نسبت داد؟ چرا؟

اگر در اتمی حداکثر چهار سطح انرژی وجود داشته باشد پس از برانگیخته شدن الکترون حداکثر چند خط طیفی مشاهده می شود؟

توزیع الکترون ها در لایه ها و زیر لایه ها

عنصرها در جدول دوره ای بر مبنای عدد اتمی یا شمار الکترون های اتم خود، چیده شده اند. به طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب نخستین و دومین عنصر جدول است. این روند تا عنصر ۱۸ جدول دوره ای ادامه می یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.