باسمه تعالی

جزوه آموزشی

شیمی (1)

شیمی در مسیر توسعه پایدار

تهیه و تنظیم: حسین زاده

مهر 96

Scanned by CamScanner

تهیه و تنظیم : حسین زاده

ردیف	عنوان	صفحه
۱	عنصرها چگونه پدید آمدند ؟	۱
۲	رابطهٔ $E=mc^2$	۴
۳	عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A)	۵
۴	ایزوتوپ ها	۸
۵	رادیوایزوتوپ ها	۱۱
۶	جدول تناوبی (دوره ای) عنصرها	۱۴
۷	طبقه بندی عنصرها	۱۶
۸	جرم اتمی عنصرها	۱۷
۹	جرم اتمی میانگین	۲۰
۱۰	شمارش ذره ها از روی جرم آن ها	۲۳
۱۱	محاسبهٔ جرم مولی	۲۶
۱۲	گسرهای تبدیل (عامل های تبدیل)	۲۷
۱۳	تبدیل مول به گرم و برعکس	۲۸
۱۴	تبدیل مول به تعداد مولکول ها (اتم ها) و برعکس	۳۱
۱۵	تبدیل گرم به تعداد مولکول ها (اتم ها) و برعکس	۳۴
۱۶	نور ، کلید شناخت جهان	۳۸
۱۷	نشر نور و طیف نشری	۴۱
۱۸	کشف ساختار اتم	۴۴
۱۹	اعداد کوانتومی	۴۹
۲۰	آرایش الکترونی اتم	۵۲
۲۱	الکترون های ظرفیتی	۵۸
۲۲	تعیین موقعیت عنصرها در جدول تناوبی	۵۹
۲۳	رابطهٔ شمارهٔ گروه با آرایش لایهٔ ظرفیت	۶۰
۲۴	رابطهٔ جدول تناوبی با زیرلایه ها	۶۱
۲۵	ساختار اتم و رفتار آن	۶۲
۲۶	آرایش الکترون - نقطه ای	۶۴
۲۷	تبدیل اتم ها به یون ها	۶۶
۲۸	شیوهٔ تشکیل ترکیب های یونی دوتایی	۶۷
۲۹	فرمول نویسی ترکیب های یونی	۷۰
۳۰	نام گذاری ترکیب های یونی	۷۱
۳۱	تعیین موقعیت عنصرها با استفاده از آرایش الکترونی یون ها	۷۳
۳۲	تبدیل اتم ها به مولکول ها	۷۴
۳۳	تمرین های دوره ای بخش (۱)	۷۶

« منابع و مآخذ »

کتاب های پرسش های چهارگزینه ای شیمی دهم
انتشارات بهنگران ، گاج ، خیلی سبز و قلم چی

جزوه شیمی (۱) / پایه دهم ریاضی و تجربی
تهیه و تنظیم : حسین زاده / ویرایش اول مهر ۹۶

Scanned by CamScanner

بخش (۱) «کیهان زادگاه الفبای هستی»

دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی در سال ۱۹۷۷ م (۱۳۵۶ خورشیدی) دو فضاپیما به نام وویجر ۱ و ۲ را به فضا پرتاب کردند. این دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند. برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

اخترشیمی: یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آن جا نرسیده است.

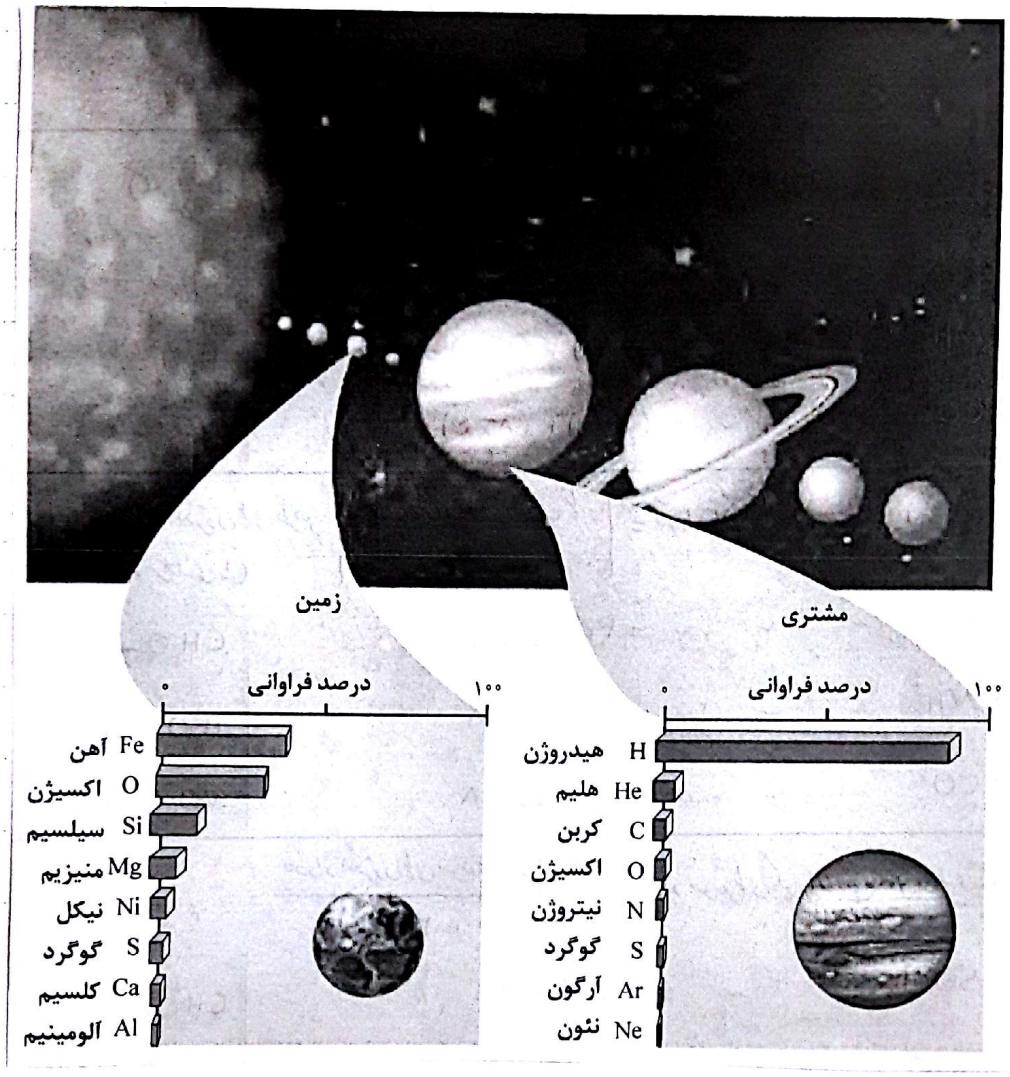
آیا می‌دانید:

- دانشمندان مسلمان علاقهٔ زیاد به آسمان شب و مطالعهٔ ستاره‌ها داشتند. عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی دربارهٔ کهکشان «آندرومیا» ارائه داده است. این کهکشان نزدیکترین همسایه به سامانهٔ خورشیدی است. او هم‌چنین دربارهٔ موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آن‌ها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.
- سحابی بوم‌رنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای $-۲۷۲^{\circ}C$ است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنطورس) واقع شده است.
- خورشید، نزدیکترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود $۶۰۰۰^{\circ}C$ و دمای درون آن به حدود $۱۰۰۰۰۰۰^{\circ}C$ می‌رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره کنندهٔ آن، حاصل از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود به طوری که در هر ثانیه، پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود. بر این اساس برآورد می‌شود که خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

Scanned by CamScanner

خود را بیازمایید :

شکل زیر، عنصرهای سازنده دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش های مطرح شده زیر پاسخ دهید :



آ) فراوان ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟

ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.

پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟

ت) پیش بینی کنید سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟

ث) آیا به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می شود؟ چند نمونه نام ببرید.

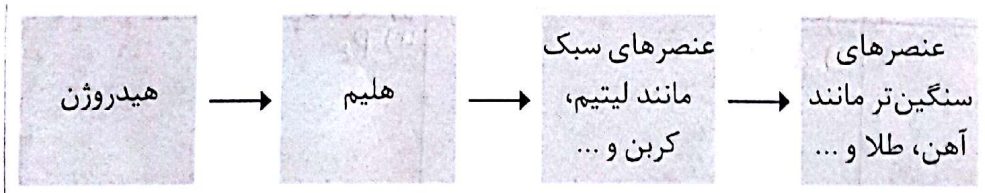
Scanned by CamScanner

درس : شیمی (۱) ، بخش (۱) مبحث : عنصرها چگونه پدید آمدند؟

دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است درحالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده است. این یافته‌ها باعث شده تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند. به طوری که برخی از آن‌ها بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب، فرآیند مهبانگ (Big Bang) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی (Nebular) ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

ستاره‌ها (Stars) متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شوند.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. جالب است بدانید که دما و اندازهٔ هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود. چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده‌اند و اتم‌های سنگین درون آن‌ها در سرتاسر گیتی پراکنده شده است. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست. (شکل زیر)



«روند تشکیل عنصرها»

یادداشت :

Scanned by CamScanner

پیوند با ریاضی :

دریافتید که درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای ، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود . اینشتین رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ انرژی تولید شده در این واکنش‌ها ارائه کرد :

$$E=mc^2$$

در این رابطه ، m جرم ماده برحسب کیلوگرم (Kg) ، c سرعت نور (3×10^8 متر بر ثانیه) و E انرژی آزاد شده را برحسب ژول (J) نشان می دهد ($1\ J = 1\ kg.m^2.s^{-2}$)

---

۱ - آ) تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم ، ۰٫۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود . حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود ؟

ب) برای درک بزرگی میزان این انرژی ، حساب کنید این مقدار انرژی ، چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد ؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن ، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است .)

ج) آ) $2/16\times10^8$ kj
ب) $8/64\times10^8$ g

---

۲ - بر اثر انجام واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید ، در هر ثانیه $3/1\times10^{26}$ ژول انرژی آزاد می‌شود . تعیین کنید در هر ثانیه تقریباً چند تن از جرم خورشید کاسته می‌شود ؟

ج) $4/3\times10^6$ تن

---

۳ - هستهٔ یکی از ایزوتوپ‌های هیدروژن ($_1^2H$) ، جرمی معادل $3/34\times10^{-27}$ kg دارد . اگر بدانیم جرم یک پروتون تنها و نیز جرم یک نوترون تنها به ترتیب برابر $1/67\times10^{-24}$ g و $1/68\times10^{-24}$ g است ؛ به هنگام تشکیل هستهٔ این اتم از ذره‌های زیراتمی مربوطه ، چند کیلوژول گرما آزاد شده است ؟

ج) $1/01\times10^{-12}$ kj

Scanned by CamScanner

ذره‌های زیراتمی: به ذره‌هایی می‌گویند که در ساختار یک اتم وجود دارند. معروف‌ترین ذره‌های زیراتمی عبارتند از: الکترون، پروتون و نوترون

عدد اتمی Z (Atomic Number): به تعداد پروتون‌های هسته‌ی یک اتم، گفته می‌شود.

عدد جرمی A (Mass Number): به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، گفته می‌شود.

عدد جرمی — عدد اتمی — تعداد نوترون

$$A = Z + N$$

- اتم‌ها از نظر بار الکتریکی خنثی هستند، بنابراین در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است، پس عدد اتمی، تعداد الکترون‌ها را نیز در یک اتم خنثی مشخص می‌کند.

شیوه‌ی نمایش اطلاعات یک عنصر:

عدد جرمی ← A
عدد اتمی ← Z
E ← نماد شیمیایی عنصر

به عنوان مثال $^{۵۶}_{۲۶}Fe$ دارای ۲۶ پروتون، ۲۶ الکترون و ۳۰ نوترون ($۵۶-۲۶=۳۰$) می‌باشد.

- در هسته‌ی اتم‌ها، تعداد نوترون‌ها یا با تعداد پروتون‌ها برابر است و یا این که از تعداد پروتون‌ها بیشتر است. (البته به جز ^{۱}H که نوترون ندارد.)

نمونه سؤال حل شده) عدد جرمی اتم یک عنصر برابر ۴۸ و تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۴ است. عدد اتمی این عنصر را با محاسبه تعیین کنید.

$$\begin{cases} A = Z + N \\ N = Z + ۴ \end{cases} \Rightarrow A = Z + Z + ۴ \Rightarrow ۴۸ = ۲Z + ۴ \Rightarrow ۴۴ = ۲Z \Rightarrow Z = ۲۲$$

رابطه بین اتم‌ها با کاتیون‌ها و آنیون‌ها:

$^{A}_{Z}E^{n+}$ (کاتیون) ($p^+ > e^-$) ⟵ n الکترون از دست می‌دهد / n الکترون می‌گیرد ⟶ $^{A}_{Z}E$ (اتم خنثی) ($p^+ = e^-$) ⟵ n الکترون می‌گیرد / n الکترون از دست می‌دهد ⟶ $^{A}_{Z}E^{n-}$ (آنیون) ($p^+ < e^-$)

نمونه سؤال حل شده) یون $X^{۳+}$ دارای ۲۸ الکترون و ۳۱ نوترون است. عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) عنصر X را تعیین کنید.

$X^{۳+}$ ⟵ ۳e⁻ می‌گیرد ⟵ X

$Z = ۳۱$

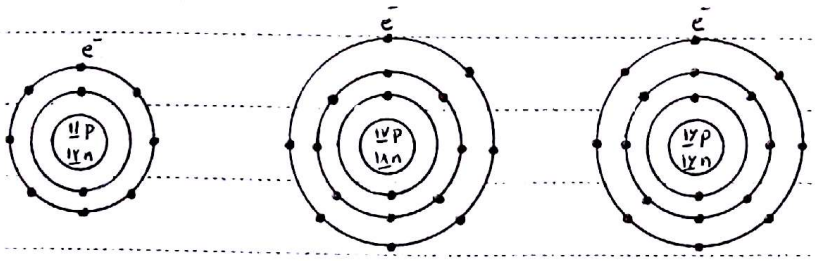
$A = Z + N \longrightarrow A = ۳۱ + ۳۹ = ۷۰ \longrightarrow {}^{۷۰}_{۳۱}X$

X	$X^{۳+}$
$۳۱e^- = ۳۱p^+$	$۲۸e^-$
$۳۹n$	$۳۱n$

Scanned by CamScanner

۱- هریک از ذره‌های زیر را به یکی از حالت‌های مقابل نمایش دهید ($^{A}_{Z}E$ ، $^{A}_{Z}E^{n+}$ یا $^{A}_{Z}E^{n-}$)

(n : تعداد الکترون‌های از دست داده شده یا گرفته شده توسط اتم است.)



(1) (2) (3)

۲- تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های هریک از گونه‌های شیمیایی زیر را مشخص کنید.

آ) $^{75}_{33}As$ ب) $^{31}_{15}P^{3-}$ پ) $^{24}_{12}Mg^{2+}$

۳- جدول زیر را تکمیل کنید.

ویژگی‌ها / نماد ذره	e^-	Z	N	A	N-p
W	۷۴		۱۱۰		
Sc		۲۱			۳
Mo^{2+}		۴۲		۹۶	
Fe^{3+}	۲۳			۵۶	
Sb^{3-}	۵۴		۷۱		
S^{2-}			۱۶		۰

۴- آ) یون X^{2-} دارای ۳۶ الکترون است. تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های اتم X را تعیین کنید.

ب) یون X^{2+} دارای ۵۴ الکترون است. تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های اتم X را تعیین کنید.

Scanned by CamScanner

۵- عدد جرمی عنصری ۶۵ و تفاوت تعداد پروتون ها و نوترون های هسته آن برابر با ۵ می باشد. عدد اتمی این عنصر را با محاسبه به دست آورید.

ج) ۳۰

۶- عدد جرمی X برابر ۲۰۰ و تعداد نوترون های آن ۱/۵ برابر تعداد پروتون هاست. تعداد الکترون X را با محاسبه به دست آورید.

ج) ۸۰

۷- تفاوت تعداد نوترون ها و الکترون های یون X^{2+}_{59} برابر با ۷ است. عدد اتمی X را با محاسبه به دست آورید.

ج) ۲۷

یادداشت :

Scanned by CamScanner

ایزوتوپ (هم مکان Isotope) :

به اتم های یک عنصر که عدد اتمی (Z) یکسانی دارند ولی عدد جرمی (A) آن ها با یکدیگر متفاوت است ، ایزوتوپ گفته می شود.

به عنوان مثال ، ایزوتوپ های منیزیم (Mg) در یک نمونهٔ طبیعی از آن به صورت زیر هستند :

اتم	تعداد پروتون ها (p^+)	تعداد الکترون ها (e^-)	تعداد نوترون ها (n)
$^{24}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۲
$^{25}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۳
$^{26}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۴

سؤال) کدام اتم های داده شدهٔ مقابل ، نسبت به هم ایزوتوپ هستند؟ چرا؟ $^{127}_{53}X$ ، $^{88}_{38}T$ ، $^{127}_{52}R$ ، $^{87}_{38}M$

نکاتی در مورد ایزوتوپ ها :

۱- ایزوتوپ های یک عنصر عدد اتمی (Z) یکسان اما عدد جرمی (A) متفاوتی دارند و چون خواص شیمیایی اتم های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است ، از این رو ایزوتوپ ها ، همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول تناوبی عنصرها تنها یک مکان (یک خانهٔ جدول) را اشغال می کنند و به همین دلیل به آن ها « هم مکان » می گویند.

۲- ایزوتوپ ها در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی و نقطهٔ ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.

۳- هرچه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد ، نشان دهندهٔ آن است که ایزوتوپ مربوط پایدارتر است . برای نمونه درصد فراوانی ^1_1H و ^2_1H به ترتیب برابر ۹۹/۹۸۵ و ۰/۰۱۱۴ درصد است که این موضوع نشان می دهد که ^1_1H از ^2_1H بسیار پایدارتر است.

۴- اغلب هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آن ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد ، ناپایدار و پرتوزا هستند و با گذشت زمان متلاشی می شوند. این گونه هسته های ناپایدار بر اثر واکنش های تلاشی هسته ای ، « ذره های پرانرژی » به همراه « مقدار زیادی انرژی » آزاد می کنند و در نهایت به هسته ای پایدار تبدیل می شوند.

۵- به ایزوتوپ های یک عنصر که هسته ای ناپایدار دارند و پرتوزا هستند ، رادیوایزوتوپ (Radioisotope) می گویند.

۶- سرعت واپاشی یک مادهٔ پرتوزا را با کمیتی به نام « نیم عمر » مشخص می کنند. نیم عمر ، مدت زمانی است که طول می کشد تا نیمی از هسته های پرتوزا واپاشیده شود. به عنوان مثال نیم عمر ^3_1H تقریباً ۱۲ سال است یعنی اگر ۲ گرم از این مادهٔ پرتوزا موجود باشد ، پس از ۱۲ سال ۱ گرم از آن واپاشیده می شود و ۱ گرم از آن باقی می ماند. پس از ۱۲ سال دیگر ، ۵ گرم آن واپاشیده می شود و ۵ گرم از آن باقی می ماند و همین طور الی آخر. هرچه نیم عمر یک ایزوتوپ ، طولانی تر باشد ، نشان دهندهٔ آن است که ایزوتوپ مربوط پایدارتر است.

Scanned by CamScanner

ایزوتوپ های هیدروژن (${}_{1}^{1}H$) :

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
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	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

باهم بیندیشیم : داده‌های جدول فوق را به دقت بررسی کرده، و سپس به پرسش های مطرح شده زیر پاسخ دهید :

آ) چه شباهت ها و چه تفاوت هایی میان این ایزوتوپ ها وجود دارد ؟

ب) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ است ؟

پ) با توجه به نیم عمرهای داده شده، ایزوتوپ های طبیعی و ساختگی هیدروژن را به ترتیب پایداری مرتب کنید.

ت) چه تعداد از ایزوتوپ های هیدروژن، پرتوزا و ناپایدار بوده، و رادیوایزوتوپ به شمار می روند ؟ آن ها را مشخص کنید.

ث) درصد فراوانی (Fractional Abundance) هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهندهٔ چیست ؟ توضیح دهید.

آیا می دانید : ایزوتوپ کربن ${}_{6}^{14}C$، خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه ها را تخمین می زنند، برای نمونه پژوهشگران می پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش بافی بوده است، اما با پیدا شدن فرش به نام پازیریک (Pazyryk) در کوه های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از ${}_{6}^{14}C$ مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

یادداشت :

Scanned by CamScanner

۱- با در نظر گرفتن دو ایزوتوپ بور ($^{10}_{5}B$ و $^{11}_{5}B$) و دو ایزوتوپ کلر ($^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$) چند مولکول BCl_3 می‌توان یافت؟ (ال ۹۹)

ج) ۸

۲- چنان‌چه از اکسیژن $^{16}_{8}O$ و $^{17}_{8}O$ و از کربن، ایزوتوپ‌های $^{12}_{6}C$ و $^{13}_{6}C$ را در نظر بگیریم، در یک نمونهٔ طبیعی کربن دی اکسید (CO_2) چند نوع مولکول با جرم‌های متفاوت می‌توان انتظار داشت؟ (ال ۹۸)

ج) ۶

۳- کدام یک از دو اتم $^{238}_{92}U$ و $^{91}_{40}Zr$ دارای هستهٔ ناپایدار است؟ چرا؟

یادداشت:

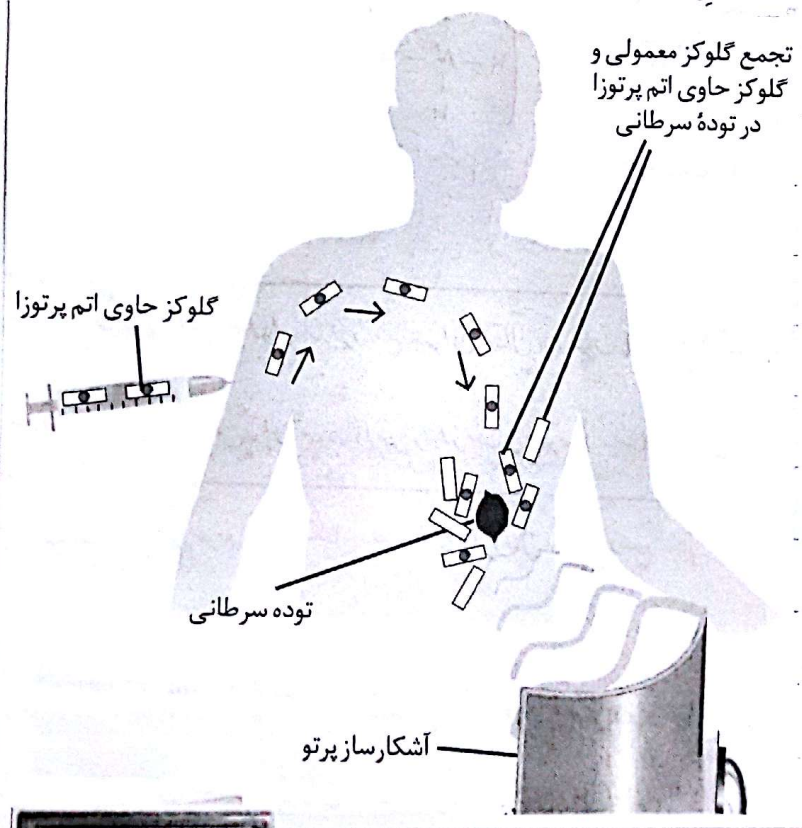
Scanned by CamScanner

رادیوایزوتوپ ها :

رادیوایزوتوپ ها ، اگرچه بسیار خطرناک هستند اما پیشرفت دانش و فناوری ، بشر را موفق به مهار و بهره گیری از آن ها کرده است. به طوری که از آن ها در پزشکی (در مرحلهٔ تشخیص و حتی در مرحلهٔ درمان بیماری) ، کشاورزی و صنعت و نیروگاه های اتمی (برای تولید انرژی الکتریکی) استفاده می شود.

- اتم $^{59}_{26}Fe$ یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می شود زیرا یون های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.

باهم بیندیشیم : یکی از کاربردهای مهم رادیوایزوتوپ ها ، تشخیص توده های سرطانی است. توده های سرطانی ، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. یکی از روش های تصویربرداری از توده های سرطانی ، استفاده از گلوکز نشان دار (یعنی گلوکز حاوی اتم پرتوزا) می باشد. با بررسی شکل زیر ، فرآیند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



- مولد رادیوایزوتوپ مس ، رادیوایزوتوپ مس (۶۴) که کاربردهای گوناگونی در تصویربرداری پزشکی دارد ، را تولید می کند (شکل مقابل)
- دود سیگار و قلیان ، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند ، سیگاری هستند.

تهیه و تنظیم : حسین زاده

Scanned by CamScanner

تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) ، نخستین عنصر ساخت بشر :

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود ؛ این بدان معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است . شیمی دان ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر ، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته اند . تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در راکتور (واکنش گاه) هسته ای ساخته شد .

چند نکته دربارهٔ تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) :

۱- تکنسیم در تصویر برداری پزشکی ، به خصوص برای تصویر برداری غدهٔ تیروئید که یک غدهٔ پروانه ای شکل است ، به کار می رود . بدین ترتیب که یون یُدید (I^-) یا یونی که حاوی تکنسیم است ، اندازهٔ مشابهی دارند و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یُدید ، این یون را نیز جذب می کند . با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید (با توجه به پرتوزا بودن $^{99}_{43}Tc$) امکان تصویر برداری فراهم می شود .

۲- همهٔ تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته شود .

۳- از آن جا که زمان ماندگاری $^{99}_{43}Tc$ کم است و نمی توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد ، بسته به نیاز ، آن را با یک مولد هسته ای تولید و سپس مصرف می کنند .

آیا می دانید : پژوهش ها نشان می دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می شود . البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به طور معمول بر سلامت ما اثری نمی گذارد . یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می شود ، گاز رادون ($^{222}_{86}Rn$) است . رادون ، گازی بی رنگ ، بی بو ، بی مزه و سنگین ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است . این گاز پیوسته در لایه های زیرین زمین در واکنش های هسته ای تولید می شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه ها به مناقذ و ترک های موجود در سنگ های سازندهٔ پوستهٔ زمین نفوذ می کند .

یادداشت :

Scanned by CamScanner

نکاتی درباره اورانیوم ($_{92}U$) :

۱- اورانیوم ($_{92}U$) شناخته ترین فلز پرتوزا و سنگین ترین عنصری است که به طور طبیعی در زمین وجود دارد.

۲- اورانیوم دو نوع ایزوتوپ دارد، اما تنها یکی از ایزوتوپ های آن یعنی اورانیوم ۲۳۵ ($_{92}^{235}U$) این قابلیت را دارد که در راکتورهای اتمی به عنوان سوخت استفاده شود.

۳- در یک مخلوط طبیعی از ایزوتوپ های اورانیوم، تنها کمتر از ۱٪ ایزوتوپ ها را اورانیوم ۲۳۵ ($_{92}^{235}U$) تشکیل می دهد.

۴- به فرآیند بالا بردن درصد اورانیوم ۲۳۵ ($_{92}^{235}U$) در مخلوط ایزوتوپ های اورانیوم، غنی سازی ایزوتوپی (Isotopes Enrichment) می گویند، فرآیندی که یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته ای است.

۵- پیش از انجام غنی سازی ایزوتوپی، نام ایران در فهرست دو گانهٔ کشورهای هسته ای جهان ثبت شده است و با گسترش این صنعت، می توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود.

۶- یکی از چالش های صنایع هسته ای، پسماند راکتورهای اتمی است، زیرا این پسماند هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک است.

یادداشت :

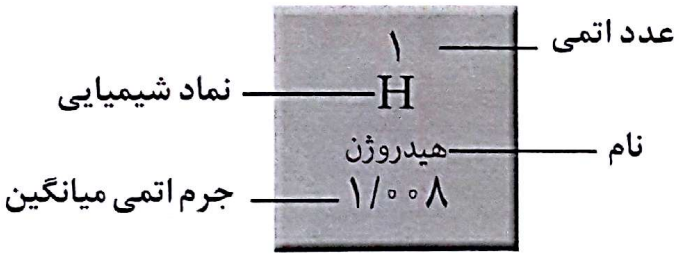
Scanned by CamScanner

جدول دوره‌ای عنصرها

۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
								۲ He هلیم ۴،۰۰۳
			۵ B بور ۱۰،۸۰	۶ C کربن ۱۲،۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴،۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶،۰۰	۹ F فلوئور ۱۹،۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰،۱۸
			۱۳ Al آلومینیم ۲۶،۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸،۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰،۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲،۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵،۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹،۹۵
۲۸ Ni نیکل ۵۸،۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳،۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵،۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹،۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲،۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴،۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸،۹۶	۳۵ Br برم ۷۹،۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳،۸۰
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶،۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷،۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲،۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴،۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸،۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱،۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷،۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶،۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱،۳۰
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵،۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷،۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰،۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴،۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷،۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹،۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲،۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷،۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸،۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲،۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴،۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷،۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸،۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳،۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

Scanned by CamScanner



	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸								
۲	۳ Li لیتیم ۶٫۹۴	۴ Be بریلیم ۹٫۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵٫۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷٫۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸٫۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱٫۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲٫۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵٫۹۴	۴۳ Tc تکنسیم –	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱٫۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲٫۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲٫۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷٫۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸٫۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰٫۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳٫۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶٫۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰٫۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲٫۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸٫۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰٫۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰٫۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴٫۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰٫۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲٫۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱٫۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸٫۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

Scanned by CamScanner

طبقه بندی عنصرها :

دو مزیت طبقه بندی عنصرها عبارتند از :

۱) دسترسی سریع و آسان به اطلاعات مربوط به عنصرها

۲) پیش بینی رفتار عنصرهای گوناگون

- بزرگترین پیشرفت در زمینهٔ دسته بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۹۰۷ - ۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها ، مشابه با شیوه‌ای که امروز می شناسیم ، پی برد.

جدول تناوبی (دوره‌ای) عنصرها (Periodic Table) :

در جدول تناوبی امروزی ، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازمان دهی شده اند ، به طوری که جدول تناوبی عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می شود . این جدول ، ۷ دوره (Period) و ۱۸ گروه (Group) دارد . هر ردیف افقی جدول ، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است ، دوره نام دارد ؛ درحالی که هر ستون ، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می شود . بدین است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند ، متفاوت است.

- با پیمایش هر دوره از چپ به راست ، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می شود ؛ از این رو چینش جدول را جدول تناوبی (دوره‌ای) عنصرها نامیده اند.

خود را بیازمایید :

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

۲- هلیم ($_{2}He$) ، عنصری است که تمایل به انجام واکنش های شیمیایی ندارد . پیش بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر ، رفتاری مشابه با آن دارد؟

آ) $_{18}Ar$ ب) $_{6}C$ پ) $_{16}S$

۳- اتم فلوئور ($_{9}F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می شود . اتم کدام یک از عنصرهای زیر ، می تواند آنیونی با بار الکتریکی مانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ آ) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ پ) $_{15}P$

۴- از اتم آلومینیم ($_{13}Al$) ، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است . پیش بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب ها تبدیل شود؟ آ) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{7}N$

Scanned by CamScanner

جرم اتمی عنصرها :

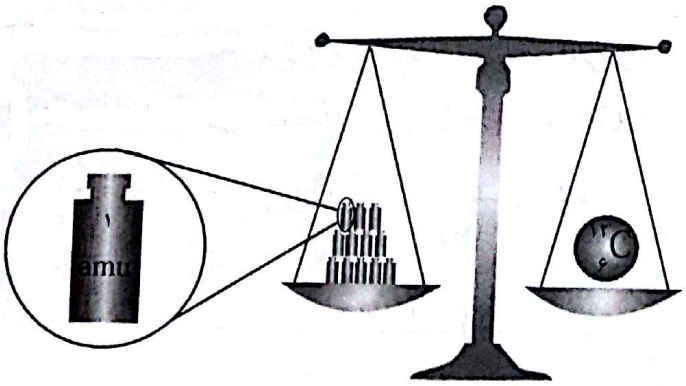
می دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن ها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می کنند. به عنوان مثال جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تُن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می سنجند. با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می روند، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارد؛ برای نمونه، دقت باسکول های تُنی تا یک دهم تُن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تُنی نمی توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می توان جرم یک دانه برنج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟

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

اتم ها بسیار ریزند به طوری که نمی توان آن ها را به طور مستقیم مشاهده، و جرم آن ها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند.

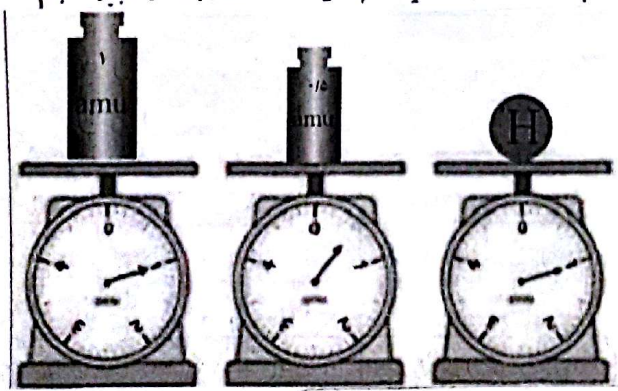
یکای جرم اتمی (amu) : وزنه‌ای است که جرم آن برابر با $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ ($^{12}_{6}C$) است و جرم اتم ها را با آن می سنجند.

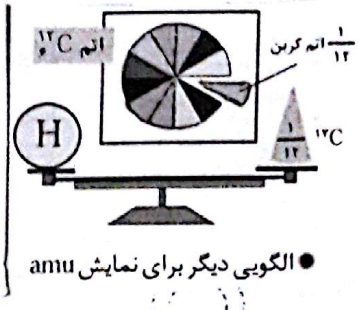
- amu کوتاه شدهٔ عبارت Atomic Mass Unit است.



- مطابق شکل مقابل، 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 ۱amu می نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می آید که به کمک آن می توان جرم همهٔ اتم ها را اندازه‌گیری کرد.

- مطابق با شکل‌های زیر، اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن-۱۲ ($^{12}_{6}C$)، ایزوتوپ هیدروژن ($^{1}_{1}H$) قرار بگیرد، جرم ۱٫۰۰۸ amu به دست می آید.





● الگویی دیگر برای نمایش amu

Scanned by CamScanner

با تعریف amu ، شیمی دان ها موفق شدند ، جرم اتمی دیگر عنصرها و هم‌چنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود 1 amu بوده، درحالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است. در جدول زیر، ویژگی‌های این ذره‌های زیراتمی را مشاهده می‌کنید:

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

در جدول فوق، عدد سمت چپ نمادها، از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند؛ به عنوان مثال، نماد $_{0}^{1}n$ نشان می‌دهد که جرم نسبی نوترون برابر یک و بار نسبی آن برابر صفر است.

- جرم اتمی هر عنصر تقریباً با عدد جرمی آن برابر است؛ علت این است که جرم الکترون بسیار ناچیز است و می‌توان از آن صرف‌نظر کرد و از طرفی جرم پروتون و نوترون تقریباً با یکدیگر برابر و تقریباً معادل جرم واحد کربن (amu) است. به عنوان مثال جرم اتم لیتیم ($_{3}^{7}Li$) که ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد، را می‌توان 7 amu در نظر گرفت.

$$_{3}^{7}Li \Rightarrow \underbrace{p^+\ p^+\ p^+\ n\ n\ n\ n}_{\text{عدد جرمی}=7} = \underbrace{\blacktriangle\blacktriangle\blacktriangle\blacktriangle\blacktriangle\blacktriangle\blacktriangle}_{\text{جرم اتمی}=7} \quad (amu = \blacktriangle)$$

اکنون با مراجعه به جدول نمادی عنصرها، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟

- آیوپاک (IUPAC)، اتحادیهٔ بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادها، قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را ارائه می‌کند. جدول نمادی عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.

Scanned by CamScanner

۱- جرم اتم تیتانیوم ($_{22}Ti$) تقریباً چهار برابر جرم اتم کربن - ۱۲ می باشد. جرم اتمی $_{22}Ti$ را برحسب amu به دست آورید.

ج) ۴۸amu

۲- جرم اتم کربن - ۱۲ ، سه برابر جرم اتم هلیم ($_{2}He$) می باشد. جرم اتمی $_{2}He$ برحسب amu چند است؟

ج) ۴amu

۳- اتم کلسیم ($_{20}Ca$) جرمی معادل ۳/۳۲۵ برابر جرم اتم کربن - ۱۲ دارد. جرم اتمی $_{20}Ca$ چند amu و چند گرم است؟ ($1amu = 1/66 \times 10^{-24} g$)

ج) $6/02 \times 10^{-23} g$ ، ۳۹/۹ amu

۴- اگر بدانیم جرم یک اتم کربن - ۱۲ ($_{6}^{12}C$) برابر $1/992 \times 10^{-23}$ گرم است، جرم یک یون $_{13}^{27}Al^{3+}$ تقریباً چند گرم است؟

ج) $4/482 \times 10^{-23} g$

۵- اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴ amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم $_{1}^{3}H$ برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1amu = 1/66 \times 10^{-24} g$) (ر ۳۳)

ج) $4/98 \times 10^{-24} g$

۶- چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک گوی پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی گرم، قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود $9 \times 10^{-28} g$ و بار الکتریکی آن $1/6 \times 10^{-19} C$ است.) (ر ۳۵)

ج) $\begin{cases} 1/11 \times 10^{23} e \\ 1/78 \times 10^{4} C \end{cases}$

یادداشت :

Scanned by CamScanner

جرم اتمی میانگین :

به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ های یک عنصر با توجه به درصد فراوانی آن ها در طبیعت، جرم اتمی میانگین گفته می شود. برای تعیین جرم اتمی میانگین ایزوتوپ های یک عنصر از رابطهٔ مقابل استفاده می شود :

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{F_1 + F_2 + \cdots}$$

کمیت های مربوط به این رابطه عبارتند از :

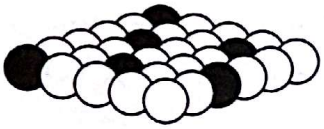
M : جرم اتمی میانگین ایزوتوپ ها

M_1 و M_2 : جرم اتمی ایزوتوپ ها

F_1 و F_2 : نسبت فراوانی ایزوتوپ ها

- اگر نسبت های فراوانی به صورت درصد بیان شده باشند، مجموع $F_1 + F_2 + \cdots$ برابر ۱۰۰ می باشد.

نمونه سؤال حل شدهٔ ۱) با توجه به شکل مقابل، جرم اتمی میانگین بور (B) را تعیین کنید.



نمایش بخشی از یک نمونه‌ی طبیعی عنصر بور

$^{10}_{5}B$ $^{11}_{5}B$

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(10 \times 2) + (11 \times 24)}{2 + 24} = \frac{20 + 264}{30} = 10,8 \text{ amu}$$

نمونه سؤال حل شدهٔ ۲) نقره (Ag) دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۱۰۶/۹۰ و ۱۰۸/۹۰ می باشد. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر آن برابر با ۵۲ درصد باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر را به دست آورید. (ر۸۴)

درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر $= 100 - 52 = 48$

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(106,90 \times 52) + (108,90 \times 48)}{52 + 48} = \frac{10786}{100} = 107,86$$

نمونه سؤال حل شدهٔ ۳) کلر (Cl) دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۳۵ و ۳۷ می باشد و جرم اتمی میانگین آن برابر با ۳۵/۴۸۴ است. درصد فراوانی هر دو ایزوتوپ را در طبیعت تعیین کنید.

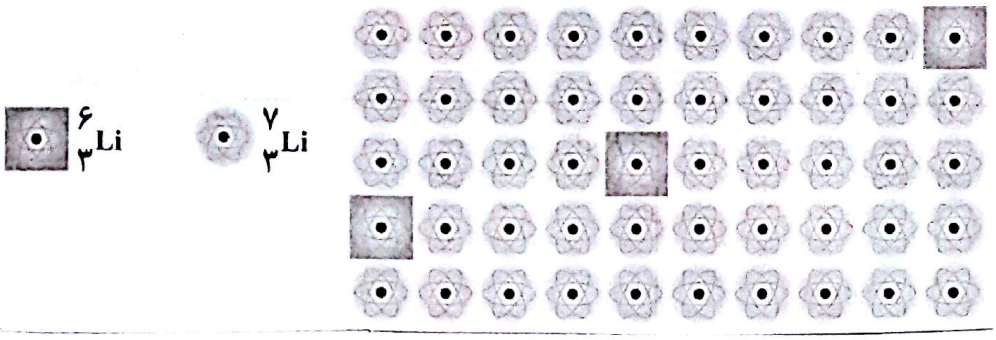
$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \longrightarrow 35,484 = \frac{(35 \times x) + (37 \times y)}{100} \quad x + y = 100 \rightarrow y = 100 - x \longrightarrow 35,484 = \frac{35x + [37 \times (100 - x)]}{100}$$

$$\longrightarrow 35,484 = 0,35x + 37 - 0,37x \longrightarrow 0,37x - 0,35x = 37 - 35,484 \longrightarrow 0,02x = 1,516 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow x = \frac{1,516}{0,02} = 75,8 \longrightarrow y = 100 - x = 100 - 75,8 = 24,2$$

Scanned by CamScanner

۱ـ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم ($_{3}Li$) را در یک نمونهٔ طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن ، به سؤالات زیر پاسخ دهید :

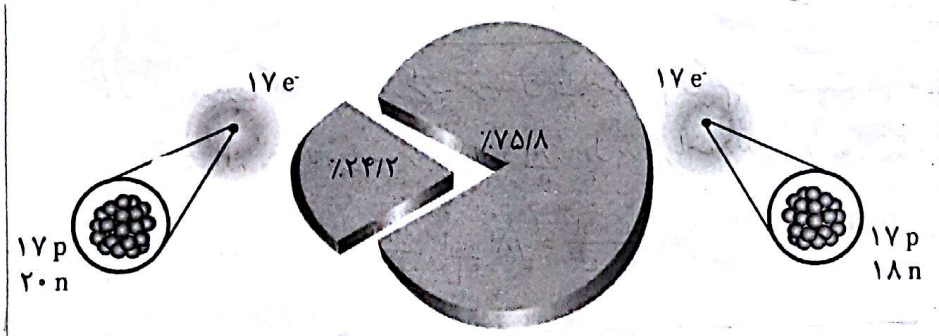


آ) درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های این عنصر را حساب کنید.

ب) جرم اتمی میانگین این عنصر را با محاسبه به دست آورید.

ج) آ : ٪۹۴ ، ٪۶
ب : ۶٫۹۴ amu

۲ـ شکل زیر ایزوتوپ‌های کلر ($_{17}Cl$) و درصد فراوانی آن‌ها را در طبیعت نشان می‌دهد.



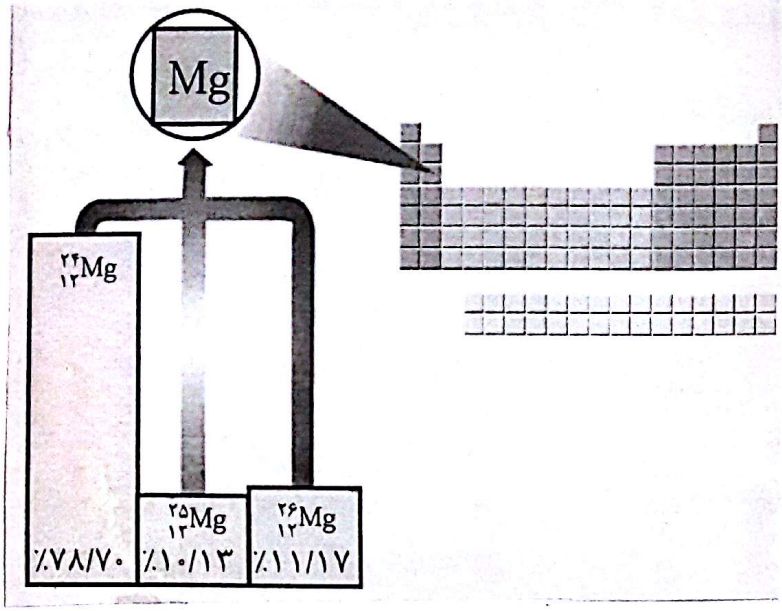
آ) جرم اتمی میانگین این عنصر را با محاسبه به دست آورید.

ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی داده شده در جدول تناوبی مقایسه کنید. از مقایسهٔ آن‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ج) آ : ۳۵٫۴۸

Scanned by CamScanner

۳- با توجه به شکل مقابل :



آ) جرم اتمی میانگین منیزیم ($_{12}Mg$) را به دست آورید.

ب) مفهوم هم مکانی (ایزوتوپی) را شرح دهید.

ج) آ) ۲۴/۳۲ amu

۴- برُم ($_{35}Br$) دارای دو ایزوتوپ به جرم های اتمی ۷۸/۹۱۸ و ۸۰/۹۱۶ می باشد. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین تر آن در طبیعت برابر با ۴۹/۳۱ ٪ باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر را به دست آورید.

ج) ۷۹/۹۰۳ amu

۵- مس ($_{29}Cu$) دارای دو ایزوتوپ به جرم های اتمی ۶۲/۹۳ و ۶۴/۹۳ می باشد و جرم اتمی میانگین آن برابر با ۶۳/۵۵ است. درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر را در طبیعت با محاسبه به دست آورید.

ج) ٪۶۹

یادداشت :

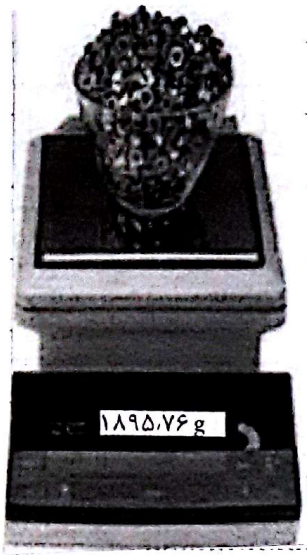
Scanned by CamScanner

درس : شیمی (۱) ، بخش (۱) مبحث : شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها :

در این قسمت می خواهیم با استفاده از جرم ماده‌ٔ داده شده، شمار ذره‌های سازندهٔ آن ماده را محاسبه کنیم.

مثال) در شکل مقابل، جرم هر مهره $4/29\,g$ و جرم ظرف $450/3\,g$ است.
تعداد مهره‌های موجود در این ظرف را محاسبه کنید.



پاسخ) جرم خالص مهره‌ها $= 1895/76 - 450/3 = 1445/73\,g$

تعداد کل مهره‌ها $= 1445/73\,g \times \frac{1\ (\text{مهره})}{4/29\,g} = 337$ مهره

باهم بیندیشیم)

آ) جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱ عدد (گرم)
۱	کاغذ A_4	۴۵۰۰		
۲	عدس	۵۶		
۳	برنج	۲۲		
۴	خاکشیر	۲		

ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می توان با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری کرد؟

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.

ث) برآورد کنید در یک کیسه ۴ کیلویی برنج تقریباً چند دانه‌ی برنج وجود دارد؟

تهیه و تنظیم : حسین زاده

Scanned by CamScanner

- اتم ها به طور باور نکردنی ریز هستند به طوری که نمی توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک تک آن ها ، شمار آن ها را به دست آورد ، اما دریافتید که از روی جرم مواد می توان شمار ذره ای سازندهٔ آن ها را شمارش کرد. اینک حدس بزنید که چگونه می توان شمار اتم های موجود در یک نمونه عنصر را شمارش کرد ؟

پیوند با ریاضی :

۱- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی (Mass Spectrometer) ، جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری می کنند. اگر بدانید که جرم یک اتم هیدروژن برابر با $1amu = 1,66 \times 10^{-24} g$ است ، حساب کنید در نمونهٔ یک گرمی از عنصر هیدروژن ، چند اتم هیدروژن وجود دارد ؟

$$?\,atomH = 1g \times \frac{1\,atomH}{1,66 \times 10^{-24} g} = 6,02 \times 10^{23}\,atomH$$

۲- به عدد به دست آمده در پرسش ۱ ($6,02 \times 10^{23}$) ، عدد آووگادرو (Avogadro's Number) می گویند و آن را با N_A نشان می دهند. اکنون مشخص کنید اگر به تعداد N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد ، جرم آن چند گرم است ؟

$$?\,gH = 6,02 \times 10^{23}\,atomH \times \frac{1,66 \times 10^{-24} gH}{1\,atomH} = 1\,gH$$

- برخی فضاپیماها با خود طیف سنج جرمی حمل می کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می گیرند.
- نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ هاست. با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو ، عدد بسیار بزرگی است.

آیا می دانید :

- اگر $6,02 \times 10^{23}$ دانه برف در سطح ایران ببارد ، لایه ای از برف به ارتفاع قله دنا ($\approx 5600\,m$) همهٔ کشور را می پوشاند.
- هر کهکشان در جهان هستی در حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد ! هم چنین تعداد کهکشان های جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد برآورد می شود ، در این صورت در جهان هستی حدود ۰/۰۸ مول ستاره وجود دارد (چرا ؟)

آیا می دانید :

- فلز مس (Cu) 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 صورت مذاب استخراج کند.

Scanned by CamScanner

مول : به تعداد $۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ از هر ذره (اتم ، مولکول ، یون و ...) یک مول از آن ذره می گویند و آن را با mol نمایش می دهند.

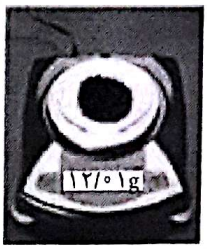
$۱\,mol\,F^- = ۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,ion\,F^-$ ..... $۱\,mol\,Cu = ۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,Cu$

$۱\,mol\,e^- = ۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,e^-$ ..... $۱\,mol\,H_۲O = ۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,molecule\,H_۲O$

جرم مولی : به جرم یک مول ذره (اتم ، مولکول یا یون) برحسب گرم ، جرم مولی آن ذره می گویند. یکای جرم مولی گرم بر مول ($g.mol^{-۱}$) است.

$= ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,Fe$

$۱\,mol\,Fe = ۵۵/۸۵\,g\,Fe$



$= ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,C$

$۱\,mol\,C = ۱۲/۰۱\,g\,C$

- گرم (g) ، رایج ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود ، این در حالی است که یکای جرم اتمی (amu) ، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است.

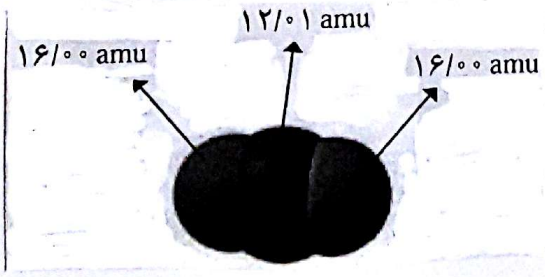
- یک مول (mol) با همان عدد آووگادرو (N_A) ، معکوس جرم یک amu برحسب گرم است.

$$\frac{۱}{\text{مقدار amu}} = \frac{۱}{۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}} = ۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳} = ۱\,mol$$

سؤال) دانش آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن دی اکسید ($CO_۲$) مطابق شکل زیر توانست ، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به درستی محاسبه کند.

آ) روش کار او را توضیح دهید.

دانش آموز با جمع جرم اتمی میانگین اتم‌های سازنده‌ٔ مولکول $CO_۲$ جرم مولکولی آن را محاسبه کرده است.



جرم یک مولکول $CO_۲$ $= ۱۶٫۰۰\,amu + ۱۲٫۰۱\,amu + ۱۶٫۰۰\,amu = ۴۴٫۰۱\,amu$

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است ؟ چرا ؟

جرم یک مول (جرم مولی) کربن دی اکسید $۴۴٫۰۱\,g$ است به طوری که می توان نوشت : $۱\,mol\,CO_۲ = ۴۴٫۰۱\,g\,CO_۲$

$$?\,g\,CO_۲ = ۱\,mol\,CO_۲ \times \frac{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,molecule\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{۴۴٫۰۱\,amu\,CO_۲}{۱\,molecule\,CO_۲} \times \frac{۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\,g\,CO_۲}{۱\,amu\,CO_۲} = ۴۴٫۰۱\,g\,CO_۲$$

Scanned by CamScanner

- از نظر عددی ، جرم یک عدد از یک اتم برحسب amu با جرم یک مول از همان اتم برحسب g برابر است.
به عنوان مثال جرم یک اتم لیتیم - ۷ برابر ۷ amu و جرم یک مول لیتیم - ۷ برابر ۷ g در نظر گرفته می‌شود.

- جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده‌ی آن برابر است. برای مثال ، جرم مولی آب (H_2O) برابر با $(2\times1)+16=18$ g است.

نمونه سوال حل شده) با استفاده از جرم های اتمی داده شده ، جرم مولی ترکیب های زیر را با محاسبه به دست آورید.

1) $NaCl = 23 + 35,5 = 58,5\ g.mol^{-1}$

2) $K_2O = (2\times39)+16 = 94\ g.mol^{-1}$

3) $C_3H_8 = (3\times12)+(8\times1) = 44\ g.mol^{-1}$

4) $CaSO_4 = 40 + 32 + (4\times16) = 136\ g.mol^{-1}$

5) $C_6H_{12}O_6 = (6\times12)+(12\times1)+(6\times16) = 180\ g.mol^{-1}$

6) $Mg(OH)_2 = 24 + (2\times16) + (2\times1) = 58\ g.mol^{-1}$

7) $Al(NO_3)_3 = 27 + (3\times14) + (9\times16) = 213\ g.mol^{-1}$

8) $Ba_3(PO_4)_2 = (3\times137)+(2\times31)+(8\times16) = 601\ g.mol^{-1}$

9) $(NH_4)_2CO_3 = (2\times14)+(8\times1)+12+(3\times16) = 96\ g.mol^{-1}$

سوال) با استفاده از جرم های اتمی داده شده ، جرم مولی ترکیب های زیر را با محاسبه به دست آورید.

1) $LiBr$

2) Na_2S

3) Al_2O_3

4) $BaCO_3$

5) $C_{12}H_{22}O_{11}$

6) $Fe(OH)_3$

7) $Mg(NO_3)_2$

8) $Ca_3(PO_4)_2$

9) $(NH_4)_2SO_4$

جرم های اتمی
H = 1
Li = 7
C = 12
N = 14
O = 16
Na = 23
Mg = 24
Al = 27
P = 31
S = 32
Cl = 35,5
K = 39
Ca = 40
Fe = 56
Br = 80
Ba = 137
($g.mol^{-1}$)

Scanned by CamScanner

کسرهای تبدیل (عامل‌های تبدیل):

با استفاده از هم ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آن‌ها را به یکدیگر تبدیل کرد. به طوری که برای هر هم ارزی می‌توان دو کسر (عامل) تبدیل نوشت. در این کسرها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست؛ برای نمونه از هم ارزی $1\,m = 100\,cm$ می‌توان این دو کسر تبدیل را نوشت:

$$\frac{1\,m}{100\,cm} \quad , \quad \frac{100\,cm}{1\,m}$$

از این کسرها می‌توان در تبدیل متر به سانتی متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل ۰/۱۵ متر به سانتی متر توجه کنید:

$$?\,cm = 0/15\,m \times \frac{100\,cm}{1\,m} = 15\,cm$$

تبدیل واحدها:

۱) تبدیل مول به گرم و برعکس

۲) تبدیل مول به تعداد مولکول‌ها (یا اتم‌ها) و برعکس

۳) تبدیل گرم به تعداد مولکول‌ها (یا اتم‌ها) و برعکس

یادداشت:

Scanned by CamScanner

۱) تبدیل مول به گرم و برعکس:

mol $\underset{(۲)}{\overset{(۱)}{\rightleftarrows}}$ g

حالت (۱) $\begin{cases} \text{mol} \\ ?\,g \end{cases}$ $?\,g = \text{mol} \times \frac{M\,g}{1\,mol}$ (جرم مولی)

حالت (۲) $\begin{cases} g \\ ?\,mol \end{cases}$ $?\,mol = g \times \frac{1\,mol}{M\,g}$ (جرم مولی)

نمونه سؤال حل شده‌ی ۱) ۰/۱ مول کلسیم هیدروکسید $[Ca(OH)_2]$ چند گرم جرم دارد؟

$(H=1\ ,\ O=16\ ,\ Ca=40\ g.mol^{-1})$

$M_{[Ca(OH)_2]} = 40 + [(16+1)\times 2] = 40 + 34 = 74\ g.mol^{-1}$

$\begin{cases} 0/1\ mol \\ ?\,g \end{cases}$ $?\,g = 0/1\ mol \times \frac{74\,g}{1\,mol} = 7/4\ g$

نمونه سؤال حل شده‌ی ۲) ۱۱/۷ گرم سدیم کلرید $(NaCl)$ چند مول است؟

$(Na=23\ ,\ Cl=35/5\ g.mol^{-1})$

$M_{(NaCl)} = 23 + 35/5 = 58/5\ g.mol^{-1}$

$\begin{cases} 11/7\,g \\ ?\,mol \end{cases}$ $?\,mol = 11/7\,g \times \frac{1\,mol}{58/5\,g} = 0/2\ mol$

نمونه سؤال حل شده‌ی ۳) ۰/۴ مول از ماده‌ای به فرمول شیمیایی N_2O_x، ۳۰/۴ گرم جرم دارد. مقدار x را با محاسبه به دست آورید.

$(N=14\ ,\ O=16\ g.mol^{-1})$

$30/4\,g = 0/4\,mol \times \frac{M\,g}{1\,mol} \longrightarrow M = \frac{30/4\,g}{0/4\,mol} = 76\ g.mol^{-1}$

$M_{(N_2O_x)} = (2\times 14) + (x\times 16) = 76 \longrightarrow 28 + 16x = 76 \longrightarrow 16x = 48 \longrightarrow x = \frac{48}{16} = 3$ ⟶ N_2O_3

یادداشت:

Scanned by CamScanner

۱- ۵ مول آلومینیم (Al) چند گرم جرم دارد؟ ($Al = ۲۷\ g.mol^{-1}$)

ج) ۱۳۵ g

۲- ۰/۲ مول فلز روی (Zn) چند گرم جرم دارد؟ ($Zn = ۶۵\ g.mol^{-1}$)

ج) ۱۳ g

۳- جرم ۲ مول باریم نیترات $[Ba(NO_3)_2]$ را با محاسبه به دست آورید. ($N = ۱۴$, $O = ۱۶$, $Ba = ۱۳۷\ g.mol^{-1}$)

ج) ۵۲۲ g

۴- جرم ۰/۷ مول آمونیوم فسفات $[(NH_4)_3PO_4]$ را با محاسبه به دست آورید ($H = ۱$, $N = ۱۴$, $O = ۱۶$, $P = ۳۱\ g.mol^{-1}$)

ج) ۱۰۲/۳ g

۵- ۱ گرم گاز نئون (Ne) شامل چند مول است؟ ($Ne = ۲۰\ g.mol^{-1}$)

ج) ۰/۰۵ mol

۶- ۹ گرم گرافیت (C) شامل چند مول است؟ ($C = ۱۲\ g.mol^{-1}$)

ج) ۰/۷۵ mol

۷- ۱۳/۲ گرم از گاز کربن دی اکسید (CO_2) معادل چند مول از آن می باشد؟ ($C = ۱۲$, $O = ۱۶\ g.mol^{-1}$)

ج) ۰/۳ mol

۸- ۶۸/۴ گرم آلومینیم سولفات $[Al_2(SO_4)_3]$ معادل چند مول از آن می باشد؟ ($O = ۱۶$, $Al = ۲۷$, $S = ۳۲\ g.mol^{-1}$)

ج) ۰/۲ mol

Scanned by CamScanner

درس : شیمی (۱)، بخش (۱) مبحث : تبدیل مول به گرم و برعکس

۹- ۰/۲ مول از ماده‌ای به فرمول شیمیایی Cl_2O_n، ۳۶/۷ گرم جرم دارد. n را با محاسبه به دست آورید ($O=16$ ، $Cl=35.5\ g.mol^{-1}$)

ج) ۷

۱۰- ۰/۸ مول از ماده‌ای به فرمول شیمیایی P_4O_n، ۲۲۷/۲ گرم جرم دارد. n را با محاسبه به دست آورید ($O=16$ ، $P=31\ g.mol^{-1}$)

ج) ۱۰

۱۱- یک متر سیم مسی، ۳۲ گرم جرم دارد. چند متر از آن برابر ۰/۵ مول مس (Cu) است؟ ($Cu=64\ g.mol^{-1}$)

ج) ۱ m

یادداشت :

Scanned by CamScanner

۲) تبدیل مول به تعداد مولکول یا (یا اتم ها) و برعکس :

mol $\xrightarrow{(1)}$ molecule(atom)

molecule(atom) $\xrightarrow{(2)}$ mol

حالت (۱) { mol ; ?molecule(atom) }

$?\,molecule(atom) = mol \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ molecule(atom)}{1\ mol}$

حالت (۲) { molecule(atom) ; ?mol }

$?\,mol = molecule(atom) \times \frac{1\ mol}{6.02 \times 10^{23}\ molecule(atom)}$

نمونه سؤال حل شده ی ۱) ۰/۲ مول آمونیاک (NH_3) شامل چند مولکول و چند اتم است ؟

{ ۰/۲ mol ; ? molecule ; ?atom }

$?\,molecule = 0.2\ mol \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ molecule}{1\ mol} = 1.20 \times 10^{22}\ molecule$

$?\,atom = 4 \times 1.20 \times 10^{22} = 4.80 \times 10^{22}\ atom$

نمونه سؤال حل شده ی ۲) 3.01×10^{20} مولکول نیتروژن (N_2) برابر چند مول است ؟

{ 3.01×10^{20} molecule ; ? mol }

$?\,mol = 3.01 \times 10^{20}\ molecule \times \frac{1\ mol}{6.02 \times 10^{23}\ molecule} = 5 \times 10^{-4}\ mol$

نمونه سؤال حل شده ی ۳) نمونه ای از گاز گوگرد تری اکسید (SO_3) شامل 9.03×10^{22} اتم اکسیژن است . این نمونه گاز، برابر با چند مول است ؟

{ 9.03×10^{22} atom O ; ? mol }

$?\,mol = 9.03 \times 10^{22}\ atom\ O \times \frac{1\ molecule}{3\ atom\ O} \times \frac{1\ mol}{6.02 \times 10^{23}\ molecule} = 0.05\ mol$

یادداشت :

Scanned by CamScanner

۱- ۰/۲ مول فلز مس (Cu) دارای چند اتم است؟

ج) $1/2 \times 10^{23}$ atom

۲- ۰/۷ مول فلز آهن (Fe) دارای چند اتم است؟

ج) $4/21 \times 10^{22}$ atom

۳- در ۳/۵ مول گاز متان (CH_4)، چند مولکول و چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

ج) $2/1 \times 10^{24}$ molecule , $8/4 \times 10^{24}$ atomH

۴- در ۰/۵ مول گاز گوگرد دی اکسید (SO_2)، چند مولکول و چند اتم وجود دارد؟

ج) $3/01 \times 10^{23}$ molecule , $6/03 \times 10^{23}$ atom

۵- $1/8 \times 10^{24}$ اتم نقره (Ag) برابر با چند مول است؟

ج) ۳ mol

۶- $12/04 \times 10^{21}$ اتم طلا (Au) برابر با چند مول است؟

ج) ۰/۰۲ mol

۷- $9/03 \times 10^{22}$ مولکول کربن مونو اکسید (CO)، چند مول است؟

ج) ۰/۱۵ mol

۸- $2/4 \times 10^{23}$ مولکول اکسیژن (O_2)، چند مول است؟

ج) ۰/۴ mol

Scanned by CamScanner

۹- نمونه‌ای از گاز آمونیاک (NH_3) شامل $\frac{۵۴,۱۸}{۱۰^{۲۱}}$ اتم هیدروژن است. این نمونه گاز، برابر با چند مول است؟

ج) ۰,۳ mol

۱۰- نمونه‌ای از گاز نیتروژن دی اکسید (NO_2) شامل $\frac{۶,۰۲}{۱۰^{۲۴}}$ اتم اکسیژن است. این نمونه گاز، برابر با چند مول است؟

ج) ۵ mol

یادداشت:

Scanned by CamScanner

۳) تبدیل گرم به تعداد مولکول‌ها (یا اتم‌ها) و برعکس:

g $\xrightarrow{(1)}$ molecule(atom)

g $\xleftarrow{(2)}$ molecule(atom)

حالت (۱): g ، ?molecule(atom)

$?\,molecule(atom) = g \times \frac{1\,mol}{M\,g} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\,molecule(atom)}{1\,mol}$

حالت (۲): molecule(atom) ، ?g

$?\,g = molecule(atom) \times \frac{1\,mol}{6.02 \times 10^{23}\,molecule(atom)} \times \frac{M\,g}{1\,mol}$

نمونه سؤال حل شده‌ی ۱) در ۹۲ گرم گاز نیتروژن دی اکسید (NO_2)، چند تعداد مولکول و چند تعداد اتم وجود دارد؟ ($N=14$, $O=16\ g.mol^{-1}$)

$M_{(NO_2)} = 14 + (2 \times 16) = 46\ g.mol^{-1}$

92 g ، ?molecule ، ?atom

$?\,molecule = 92\,g \times \frac{1\,mol}{46\,g} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\,molecule}{1\,mol} = 1.20 \times 10^{24}\,molecule$

$?\,atom = 3 \times 1.20 \times 10^{24} = 3.60 \times 10^{24}\,atom$

نمونه سؤال حل شده‌ی ۲) 2.41×10^{23} مولکول فلوئور (F_2)، چند گرم جرم دارد؟ ($F=19\ g.mol^{-1}$)

$M_{(F_2)} = 2 \times 19 = 38\ g.mol^{-1}$

2.41×10^{23} molecule ، ?g

$?\,g = 2.41 \times 10^{23}\,molecule \times \frac{1\,mol}{6.02 \times 10^{23}\,molecule} \times \frac{38\,g}{1\,mol} = 15.21\,g$

نمونه سؤال حل شده‌ی ۳) در ۰/۰۹ میلی گرم آب (H_2O)، 3.01×10^{n} عدد مولکول آب وجود دارد. n را به دست آورید. ($H=1$, $O=16\ g.mol^{-1}$)

$M_{(H_2O)} = (2 \times 1) + 16 = 18\ g.mol^{-1}$

0.09 mg = 0.09×10^{-3} g ، 3.01×10^{n} molecule ، n=?

$0.09 \times 10^{-3}\,g = 3.01 \times 10^{n}\,molecule \times \frac{1\,mol}{6.02 \times 10^{23}\,molecule} \times \frac{18\,g}{1\,mol}$

$9 \times 10^{-5} = 0.5 \times 10^{n} \times 10^{-23} \times 18 \longrightarrow 10^{-5} = 10^{n} \times 10^{-23} \longrightarrow 10^{n} = \frac{10^{-5}}{10^{-23}} \longrightarrow n = 18$

یادداشت:

Scanned by CamScanner

۱- ۰٫۲۴ گرم فلز منیزیم (Mg) ، شامل چند اتم است ؟ ($Mg = 24\ g.mol^{-1}$)

ج) 0.02×10^{21} atom

۲- ۲ گرم فلز کلسیم (Ca) ، شامل چند اتم است ؟ ($Ca = 40\ g.mol^{-1}$)

ج) 0.1×10^{22} atom

۳- در ۴۹ گرم سولفوریک اسید (H_2SO_4) ، چه تعداد مولکول و چه تعداد اتم نعید روی هم وجود دارد ؟ ($H=1$, $O=16$, $S=32\ g.mol^{-1}$)

ج) 0.02×10^{21} atomH , 0.1×10^{21} molecule

۴- در ۱۱٫۶ گرم استون (C_3H_6O) ، چه تعداد مولکول و چه تعداد اتم وجود دارد ؟ ($H=1$, $C=12$, $O=16\ g.mol^{-1}$)

ج) 1.2×10^{24} atom , 0.2×10^{23} molecule

۵- چند گرم $_{6}^{12}C$ دارای 18.06×10^{21} اتم است ؟

ج) ۰٫۳۶ g

۶- چند گرم $_{39}^{89}Y$ دارای 36.12×10^{22} اتم است ؟

ج) ۵۳٫۴۰ g

۷- 4.22×10^{24} مولکول اتانول (C_2H_5OH) ، چند گرم جرم دارد ؟ ($H=1$, $C=12$, $O=16\ g.mol^{-1}$)

ج) g ۳۲۱٫۶۷

Scanned by CamScanner

۸- $۵/۴۲ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول پروپان ($C_۳H_۸$)، چند گرم جرم دارد؟ ($H=۱$, $C=۱۲\ g.mol^{-۱}$)

ج) $۳/۹۶\ g$

۹- چند گرم گلوکز ($C_۶H_{۱۲}O_۶$) دارای $۷/۲۳ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم هیدروژن است؟ ($H=۱$, $C=۱۲$, $O=۱۶\ g.mol^{-۱}$)

ج) $۱۸/۰۱\ g$

۱۰- چند گرم فسفر تری کلرید ($PCl_۳$) دارای $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۴}$ اتم کلر است؟ ($P=۳۱$, $Cl=۳۵/۵\ g.mol^{-۱}$)

ج) $۶۸۷/۵\ g$

۱۱- اگر $۷/۶۲ \times ۱۰^{۲۰}$ مولکول XeF_n، تقریباً $۰/۳۱$ گرم جرم داشته باشد، مقدار n را به دست آورید ($F=۱۹$, $Xe=۱۳۱\ g.mol^{-۱}$)

ج) ۶

۱۲- اگر $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول $N_۲O_n$، به میزان $۰/۴۰۵$ گرم جرم داشته باشد، مقدار n را به دست آورید ($N=۱۴$, $O=۱۶\ g.mol^{-۱}$) (ت ۹۵)

ج) ۵

۱۳- اگر در ۳ گرم گاز هیدروژن ($H_۲$)، $x \times ۱۰^{۲۳}$ عدد مولکول از آن وجود داشته باشد، مقدار x را به دست آورید ($H=۱\ g.mol^{-۱}$)

ج) $۹/۰۳$

۱۴- یک اتم از یک عنصر، جرمی برابر $۹/۱۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ گرم دارد. اگر فرض کنیم این عنصر، تنها یک ایزوتوپ دارد، جرم اتمی این عنصر را به دست آورده و نام این عنصر را بنویسید.

ج) $۵۴/۹۲\ g$ (Mn)

Scanned by CamScanner

۱۵ - ۵۰۰ سانتی متر سیم آهنی ۲٫۸ گرم جرم دارد. ۲ متر از این سیم، دارای چند اتم آهن (Fe) است؟ ($Fe = 56\ g.mol^{-1}$)

ج) 6.02×10^{22} atom

یادداشت:

Scanned by CamScanner

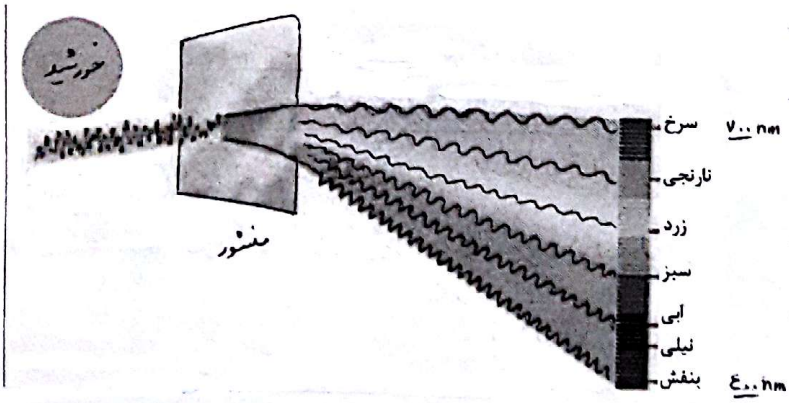
نور، کلید شناخت جهان

آیا تاکنون با خود اندیشیده اید ، چگونه می توان به اجزای سازندهٔ خورشید و ستاره ها پی برد ؟ چگونه می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد ؟ آیا با دماسنج های معمولی می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد ؟

به دلیل این که خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند ، ویژگی های آن ها را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد . هم چنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد ، زیرا دماسنج در این دماها ذوب می شود ؛ با این توصیف چگونه می توان دمای خورشید ، اجزای سازندهٔ آن و دمای شعله های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آن ها به دست آورد .

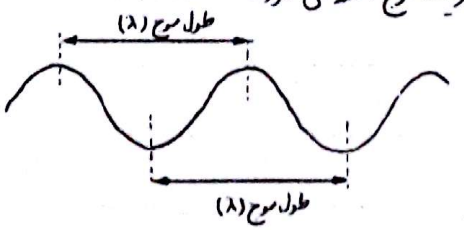
نور (Light) ، امکان یافتن پاسخ این پرسش ها را فراهم می آورد . نوری که از ستاره یا سیاره ای به ما می رسد ، نشان می دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است ؟ دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج (Spectrometer) می توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون ، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن ها به دست آورند . این که نور چیست ؟ چگونه تولید می شود ؟ حامل چه اطلاعاتی است ؟ پرسش های مهمی است که در ادامه ، پاسخ آن ها را خواهید یافت .

نور خورشید ، اگرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا ، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است ، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند . این گسترهٔ رنگی ، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است (رنگین کمان)



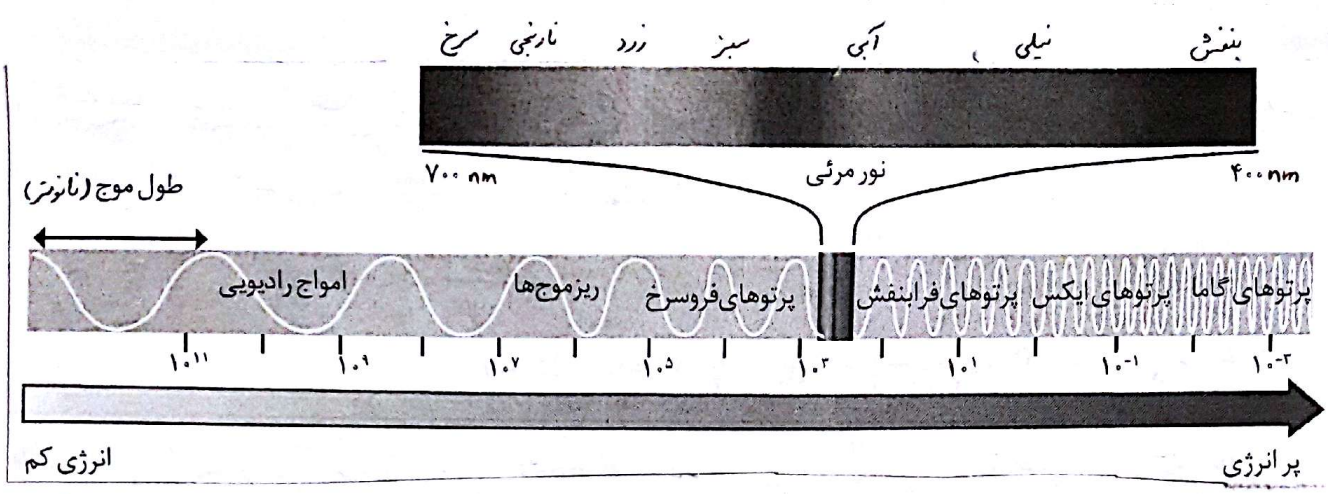
نور خورشید ، هنگام عبور از منشور مطابق شکل فوق تجزیه می شود . هرچه طول موج نور ایجاد شده از منشور کمتر باشد ، میزان انحراف آن بیشتر خواهد بود .

طول موج λ (Wave Length) : به فاصلهٔ بین دو قله یا دو درهٔ متوالی در یک موج ، گفته می شود .



Scanned by CamScanner

پرتوهای الکترومغناطیسی :



چشم ما تنها می‌تواند گستره‌ٔ محدودی از نور را ببیند. به این گستره، که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در بر می‌گیرد، گستره‌ٔ مرئی (Visible Range) می‌گویند (شکل فوق). بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گستره‌ٔ بسیار بزرگتری از این پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که هرچه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است.

آیا می‌دانید :

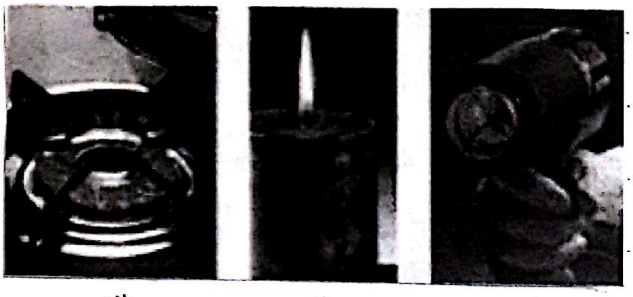
- در صورت فلکی شکارچی (Orion) ستاره‌ٔ سمت چپ و بالا به رنگ سرخ و دمای سطح آن کمتر از دمای سطح خورشید است، اما ستاره سمت راست و پایین به رنگ آبی و دمای سطح آن از دمای سطح خورشید بیشتر است.
- امروزه برای اندازه‌گیری دمای اجسام داغ می‌توان از دماسنج‌هایی استفاده کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می‌کند یکی از این دماسنج‌ها، دماسنج فروسرخ (Infrared Thermometer) نام دارد. این دماسنج با جذب پرتوهای فروسرخ منتشر شده از جسم داغ، دمای آن‌ها را نشان می‌دهد.

یادداشت :

Scanned by CamScanner

خود را بیازمایید :

مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج های متفاوتی دارند. با توجه به این موضوع به نظر شما هریک از رنگ های داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟ آ) $175^{\circ}C$ ب) $2750^{\circ}C$ پ) $800^{\circ}C$



(۱) نور قرمز ایجاد شده از سشوار

(۲) نور زرد شعله شمع

(۳) نور آبی شعله اجاق گاز

کاوش کنید :

درباره این که « آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می توان مشاهده کرد ؟ » مراحل زیر را انجام دهید :

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 چیزی 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 ؟

یادداشت :

Scanned by CamScanner

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.

نشر (Emission) : شیمی دان ها به فرآیندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود ، پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می دارد ، نشر می گویند.

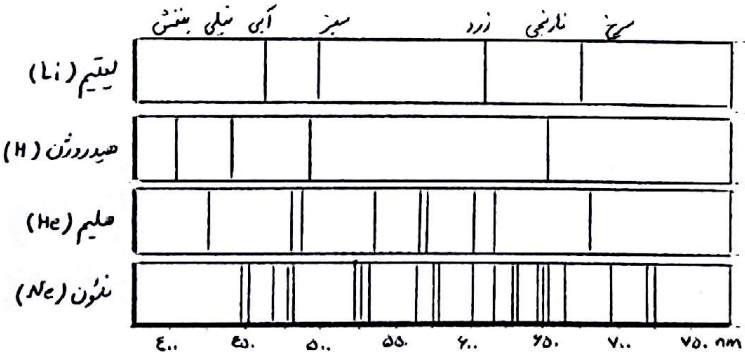
حضور عنصرها در لامپ ها : یک روش ایجاد تابش نور توسط عنصرها ، استفاده از لامپ هایی است که حاوی بخار بسیار رقیق عنصر مربوط است . در این لامپ ها ، عنصر مربوط به دلیل جذب انرژی ، ملتهب شده و شروع به نشر نور می کند.

- نور زرد لامپ هایی که شب هنگام ، آزادراه ها ، بزرگراه ها و خیابان ها را روشن می سازد ، به دلیل وجود بخار سدیم (Na) در آن هاست.
- از لامپ نئون (Ne) در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی سرخ فام استفاده می شود.

طیف نشری خطی (Linear Emission Spectrum) :

اگر نور نشر شده از یک لامپ (یا یک ترکیب در شعله) را از منشور بگذرانیم و طیف آن را تشکیل دهیم ، می بینیم که این طیف پیوسته نیست ، بلکه تنها از چند خط رنگی جدا از هم با طول موج های معین تشکیل شده است. طیف حاصل را طیف نشری خطی می گویند.

بررسی ها نشان می دهد که هر عنصر ، طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و مانند اثر انگشت ما ، می توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

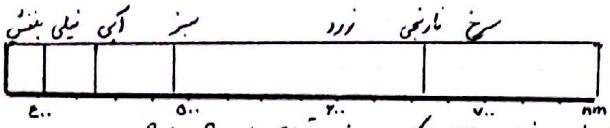


- کاربرد طیف های نشری خطی از برخی جنبه ها مانند کاربرد خط نماد یا بارکد (Barcode) روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست. هر نوع کالا ، خط نماد ویژهٔ خود را دارد. با خواندن آن به وسیلهٔ دستگاه لیزری ویژه ای که به رایانه متصل است ، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحهٔ نمایشگر ظاهر می شود.
- در سال ۱۸۷۸ م ستاره شناسان در بررسی طیف نشری ، هنگام خورشید گرفتگی متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصر ، تا آن زمان هم خوانی نداشت. این خطوط کشف عنصر جدیدی را نوید می داد. عنصری که هلیم نام گرفت (واژهٔ یونانی هلیوس به معنای خورشید است). در سال ۱۸۹۴ م ویلیام رامسی پس از جداسازی N_2 و O_2 از هوا توانست از باقیماندهٔ هوا ، آرگون را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش ناپذیری را درون نمونه های معدنی اورانیم دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می داد که در سال ۱۸۷۸ م مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیم نیز در زمین کشف شد.

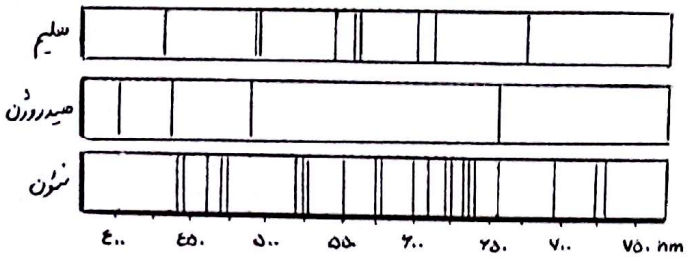
آزمایش کنید

Scanned by CamScanner

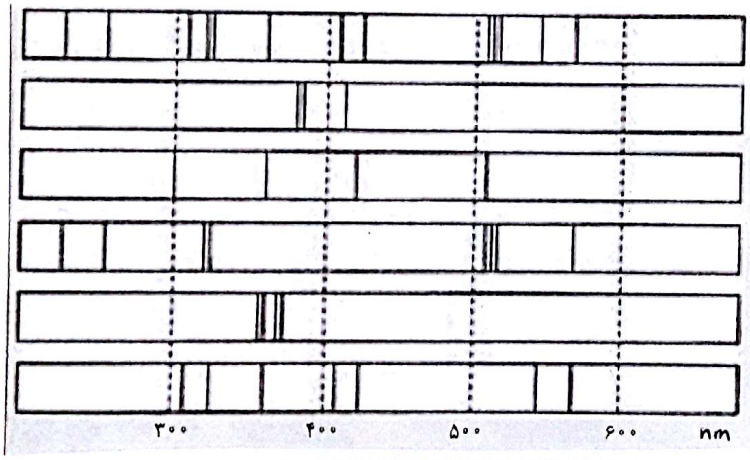
۱- طیف نشری خطی متقابل از یک عنصر تهیه شده است :



با بررسی طیف های نشان داده شده در زیر مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد ؟ چرا ؟



۲- پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی ، تکه ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند . آن ها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه ، طیف نشری گرفتند . شکل زیر طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می دهد . با توجه به طیف های داده شده ، مشخص کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد ؟



- مس و کروم .....
- مس و جیوه .....
- کلسیم و کروم .....

یادداشت :

Scanned by CamScanner

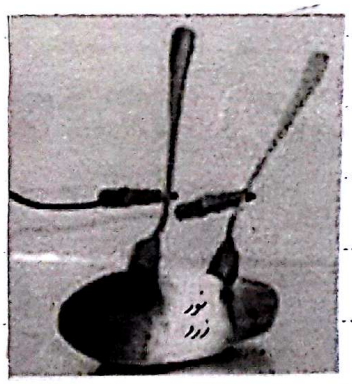
آزمون شعله :

تجربه نشان می دهد که بسیاری از نمک ها، شعلهٔ رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می کند؛ با تغییر فلز موجود در نمک، رنگ شعله نیز عوض می شود. بدین ترتیب می توان دریافت که هر فلز و نمک های مربوط به آن، رنگ خاصی به شعله می دهند.

آزمون شعله، آزمایشی است که طی آن یک فلز یا نمک های آن را در معرض شعلهٔ گاز قرار می دهند و بر اساس رنگ ایجاد شده، نوع فلز را تشخیص می دهند. برای نمونه، رنگ شعلهٔ چند فلز و نمک های مربوط به آن ها در جدول زیر آمده است:

رنگ سبز	رنگ زرد	رنگ سرخ
مس (II) نیترات $[Cu(NO_3)_2]$	سدیم نیترات $[NaNO_3]$	لیتیم نیترات $[LiNO_3]$
مس (II) کلرید $[CuCl_2]$	سدیم کلرید $[NaCl]$	لیتیم کلرید $[LiCl]$
مس (II) سولفات $[CuSO_4]$	سدیم سولفات $[Na_2SO_4]$	لیتیم سولفات $[Li_2SO_4]$
فلز مس (Cu)	فلز سدیم (Na)	فلز لیتیم (Li)

سؤال) هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیارشور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.



یادداشت :

Scanned by CamScanner

کشف ساختار اتم :

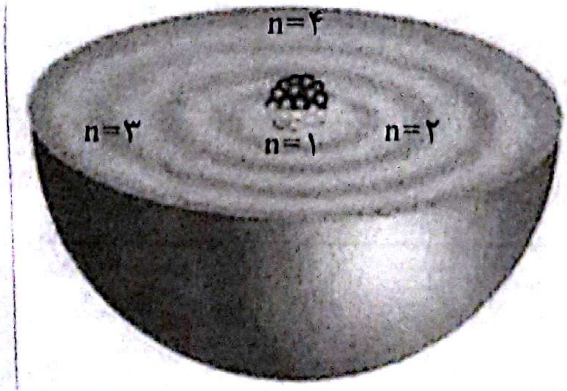
اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است که در گستره‌ٔ مرئی طیف نشری خطی به دست آمده. از اتم‌های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجا که هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آن ها، می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش های بسیار، توانست مُدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

آیا می دانید : نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵ میلادی) فیزیک دان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزهٔ نوبل در فیزیک را از آن خود کرد. وی با در نظر گرفتن این که الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد. وی موفق شد با این مدل، طیف نشری خطی 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.

«مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن»

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختارهای لایه‌ای مطابق شکل زیر را برای اتم ارائه کردند. در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضایی بسیار بزرگتر و در لایه‌های پیرامون هسته توزیع می شوند. این لایه ها را از هسته به سمت بیرون شماره گذاری می کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می دهند. n، عدد کوانتومی اصلی نامیده می شود که برای لایهٔ اول n=۱، برای لایهٔ دوم n=۲، ... و برای لایهٔ هفتم n=۷ است.

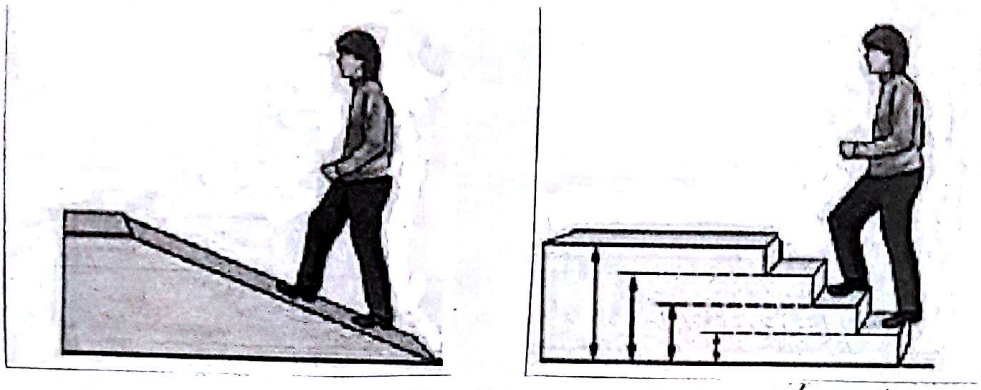
در ساختار لایه‌ای اتم، مطابق شکل روبه رو، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می دهد. بخشی که الکترون های آن لایه، بیشترین وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می کنند. به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می یابد اما در محدودهٔ یاد شده، احتمال حضور بیشتری دارد.



Scanned by CamScanner

کوانتومی بودن راه و سنت انرژی (Quantization of Energy Transmission) :

نکتهٔ مهم و جالب در مدل لایه‌ای اتم، کوانتومی بودن راه و سنت انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ 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 دو راه وجود دارد (شکل زیر)



(آ) گسسته یا کوانتومی (ب) پیوسته

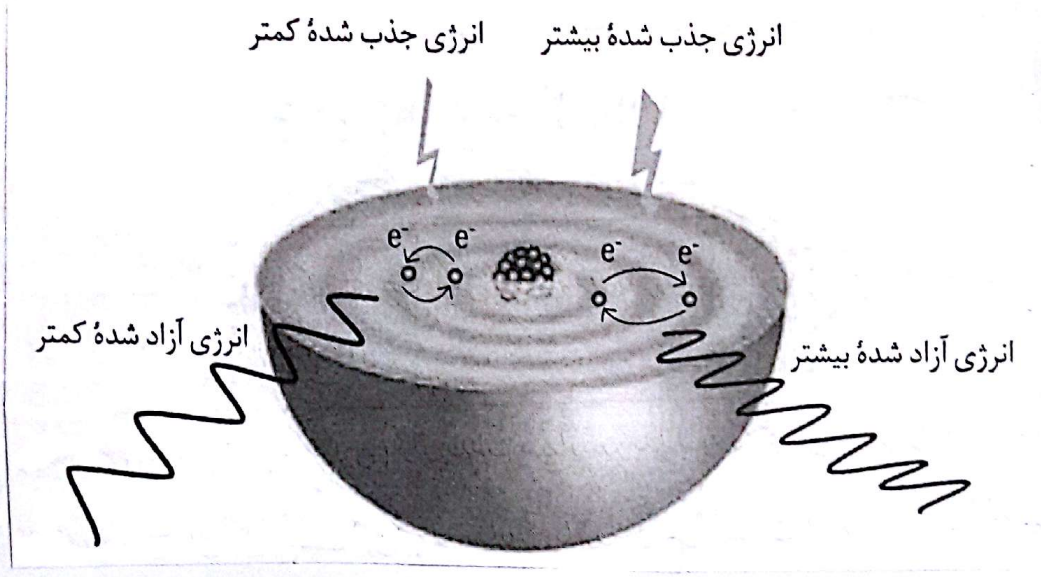
در راه اول (شکل آ) می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پلهٔ بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. هم‌چنین برای بالا-رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پلهٔ بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پلهٔ بالاتر رسید.

در راه دوم (شکل ب) 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. با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

یادداشت :

Scanned by CamScanner

الکترون ها در اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه رو هستند ؛ برای نمونه ، هنگامی که به اتم های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن ، انرژی داده می شود ، الکترون ها با جذب انرژی معین از لایه ای به لایه بالاتر انتقال می یابند . از سوی دیگر هرچه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد ، الکترون ها به لایه های بالاتری انتقال می یابند . (مطابق شکل زیر)



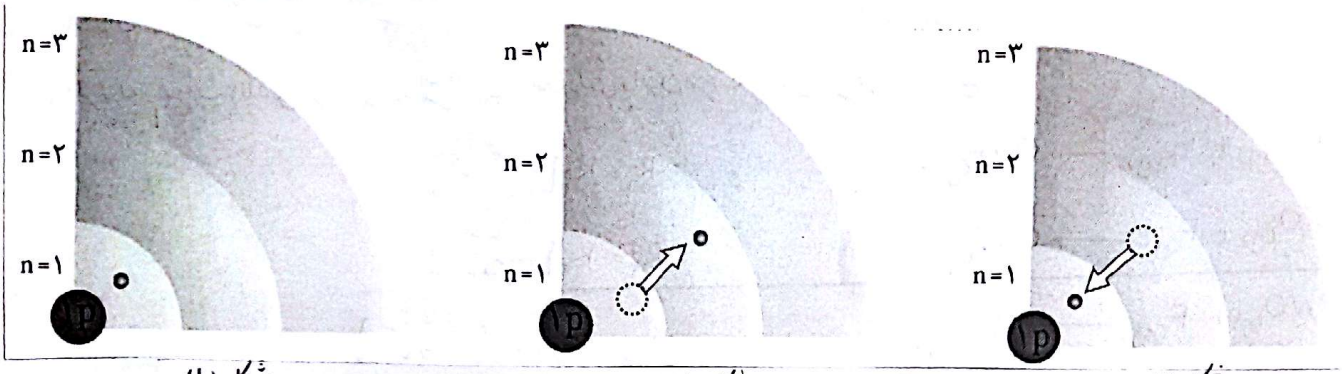
با این توصیف انرژی داده شده ، هنگام انتقال الکترون ها در اتم ، کوانتومی است که انرژی در پیمانه های معینی ، جذب یا نشر می شود ؛ به همین دلیل ، چنین ساختاری را برای اتم ، مدل کوانتومی اتم (Quantum Model) نامیده اند .

- هیچ کس نمی تواند جایی میان پله های یک نردبان بایستد ، همان گونه که الکترون ها میان دو لایه ، انرژی معین و تعریف شده ای ندارند . این شیوهٔ نردبانی دریافت یا از دست دادن انرژی را شیوهٔ کوانتومی می نامند .
- خرمن گندم از دور به صورت توده ای یکپارچه ، زرد رنگ و زیباست ؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه های جدا از هم را نشان می دهد ، پیوستگی تودهٔ 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 .

یادداشت :

Scanned by CamScanner

براساس مدل کوانتومی اتم ، الکترون ها در هر لایه ، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به طوری که گفته می شود اتم در حالت پایه قرار دارد . در این ساختار ، انرژی الکترون ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می یابد حال اگر به اتم ها در حالت پایه انرژی داده شود ، الکترون های آن ها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابد . به اتم ها در چنین حالتی ، اتم های برانگیخته (Excited Atoms) می گویند . (شکل زیر)



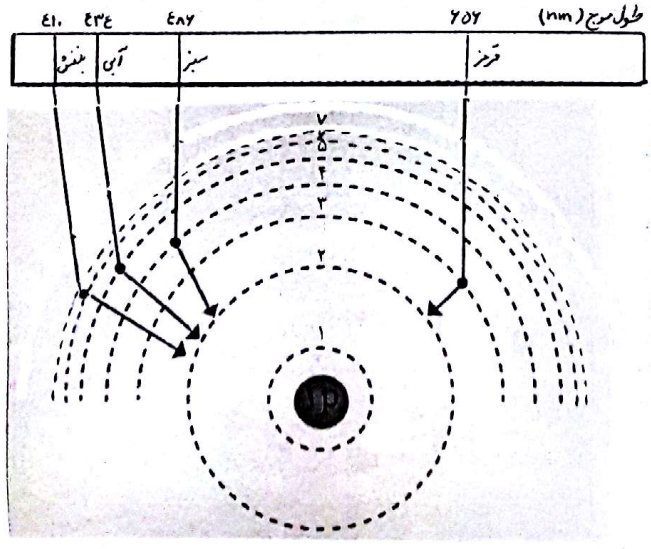
شکل (۱) « الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن »

شکل (۲) « الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن »

شکل (۳) « بازگشت الکترون به حالت پایه »

اتم های برانگیخته پرانرژی تر و ناپایدارند ، از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند . از آن جا که برای الکترون ، نشر نور ، مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است ، الکترون ها در اتم برانگیخته ، هنگام بازگشت به حالت پایه ، نوری با طول موج معین نشر می کنند .

اینک می توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر ، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون ها را از لایه های بالاتر به لایه های پایین تر نشان می دهد . از آن جا که انرژی لایه های الکترونی پیرامون هسته هر اتم و به ویژه همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است ، انرژی لایه ها و تفاوت انرژی میان آن ها در اتم عنصرهای گوناگون ، متفاوت است ، بنابراین انتظار می رود هر عنصر ، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل زیر)



« چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی نامرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن »

با تعیین دقیق طول موج نوارهای یاد شده می توان تصویر دقیقی از انرژی لایه های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم یافت .

Scanned by CamScanner

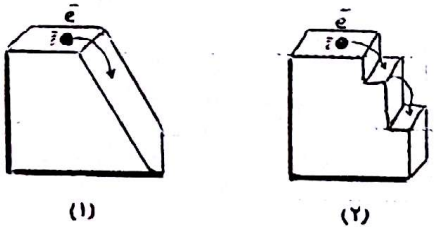
۱ـ با استفاده از واژه‌های داخل کادر، عبارت‌های زیر را تکمیل کنید (۴ واژه اضافه است.)

حالت پایه، نشر، گستر، حالت برانگیخته، بالاتر، جذب، بیشتر، پایین‌تر

آ) هرچه فاصلهٔ الکترون از هسته زیادتر شود، انرژی این الکترون ... می‌شود.

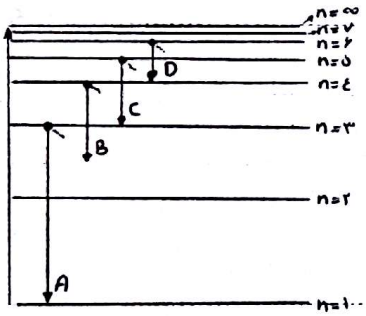
ب) الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به طوری که گفته می‌شود اتم در ... قرار دارد. حال اگر به اتم‌ها در این حالت، انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با ... انرژی به لایه‌های ... انتقال می‌یابد.

۲ـ کدام یک از شکل‌های مقابل با مدل کوانتومی اتم مطابقت دارد؟ توضیح دهید.



(۱) (۲)

۳ـ با توجه به شکل مقابل، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

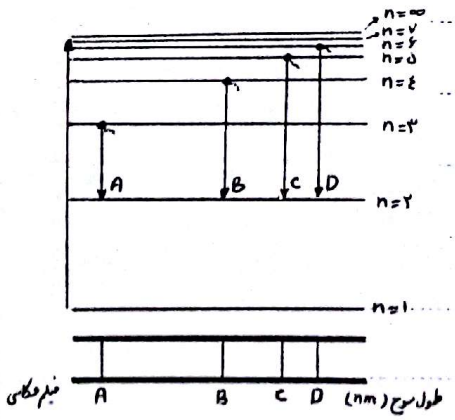


آ) کدام یک از انتقال‌های الکترونی نشان داده شده، نادرست است؟ چرا؟

ب) کدام انتقال الکترونی، دارای طول موج بلندتری است؟

پ) کدام انتقال الکترونی، در ناحیهٔ نامرئی (محدودهٔ فرابنفش) قرار می‌گیرد؟

۴ـ با توجه به شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام انتقال الکترونی، نور بنفش را در طیف نشری خطی سیدروژن ایجاد می‌کند؟

ب) هر نوار رنگی ایجاد شده بر روی فیلم عکاسی نشان دهید، چیست؟ توضیح دهید.

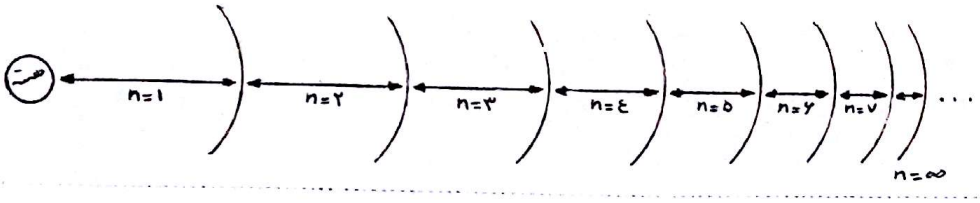
پ) چرا این طیف به صورت یک طیف پیوسته ایجاد نمی‌شود؟ توضیح دهید.

Scanned by CamScanner

اعداد کوانتومی (Quantum Numbers)

۱) عدد کوانتومی اصلی n (Principal Quantum Number) :

عدد کوانتومی اصلی (n) ، عددی است که مشخص می کند الکترون مورد نظر در کدام لایهٔ الکترونی قرار دارد .



- حداکثر تعداد الکترون ها در یک لایهٔ الکترونی از رابطهٔ مقابل به دست می آید : $e = 2(n^2)$

$n=1 \longrightarrow e = 2 \times (1^2) = 2$

$n=2 \longrightarrow e = 2 \times (2^2) = 8$

$n=3 \longrightarrow e = 2 \times (3^2) = 18$

$n=4 \longrightarrow e = \ldots$

$n=5 \longrightarrow e = \ldots$

$n=6 \longrightarrow e = \ldots$

$n=7 \longrightarrow e = \ldots$

---

۲) عدد کوانتومی فرعی l (Azimuthal Quantum Number) :

عدد کوانتومی فرعی (l) ، عددی است که زیرلایه های موجود در یک لایهٔ الکترونی را مشخص می کند .

عدد کوانتومی فرعی (l)	۰	۱	۲	۳	٤	٥	٦
نوع زیرلایه (Sublevel)	s	p	d	f	g	h	i

- تاکنون هیچ اتمی شناخته نشده است که در حالت پایه ، زیرلایه های g ، h یا i آن توسط الکترون ها اشغال شده باشند .

- حداکثر تعداد الکترون هایی که در هر زیرلایه می توانند جای بگیرند ، از رابطهٔ مقابل به دست می آید : $e_{(l)} = 4l + 2$

نوع زیرلایه	s	p	d	f	g	h	i
عدد کوانتومی فرعی (l)	۰	۱	۲	۳	٤	٥	٦
حداکثر گنجایش زیرلایه	۲	٦	۱۰	۱٤	...	۲۲	۲۲

با توجه به جدول فوق ، پیش بینی کنید زیرلایهٔ پنجم یک اتم (l = ٤) ، ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت ؟

Scanned by CamScanner

- نماد هر زیرلایه به صورت nl نوشته می‌شود که در آن n مشخص می‌کند که زیرلایهٔ مورد نظر در چه لایه‌ای قرار دارد و l نیز براساس نوع زیرلایه (s، p، d یا f و ...) نوشته می‌شود برای نمونه در زیرلایهٔ 2s، $n=2$ و $l=0$ است.

نماد زیرلایه	3d	2p	4s	5f				
n					۶	۴	۵	۷
l					۱	۳	۲	۰

- در هر لایهٔ الکترونی، شمار زیرلایه‌ها برابر با n بوده و مقادیر مجاز برای عدد کوانتومی فرعی (l)، از صفر تا (n-1) است.

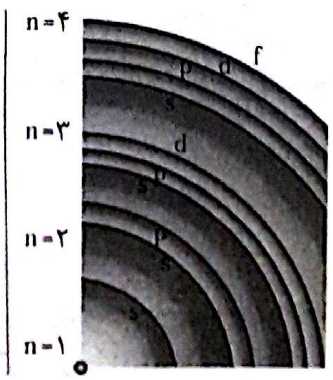
$l = 0, 1, \dots, (n-1)$ حداکثر

مثال:

$n=4$
- $l=3 \rightarrow 4f$
- $l=2 \rightarrow 4d$
- $l=1 \rightarrow 4p$
- $l=0 \rightarrow 4s$

لایهٔ الکترونی	عدد کوانتومی اصلی	تعداد زیرلایه	مقادیر مجاز برای عدد کوانتومی فرعی (l)	زیرلایه‌های موجود
اول	n=1			
دوم	n=2			
سوم	n=3			
چهارم	n=4	۴	l=0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f
پنجم	n=5	۵	l=0, 1, 2, 3, 4	5s, 5p, 5d, 5f, 5g
ششم	n=6	۶	l=0, 1, 2, 3, 4, 5	6s, 6p, 6d, 6f, 6g, 6h
هفتم	n=7	۷	l=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	7s, 7p, 7d, 7f, 7g, 7h 7i

زیرلایه‌های موجود در چهار لایهٔ الکترونی نخست:



Scanned by CamScanner

۱- در هریک از قسمت های زیر، با حذف واژه های نادرست داخل پرانتزها، عبارت های درستی را به دست آورید.

آ) عدد کوانتومی (اصلی / فرعی) که با نماد n نشان داده می شود (نوع / تعداد) زیرلایه های هر لایهٔ الکترونی را مشخص می کند.

ب) عدد کوانتومی فرعی که با نماد (n / l) نشان داده می شود (نوع / تعداد) زیرلایه های هر لایهٔ الکترونی را مشخص می کند.

پ) زیرلایه هایی با عدد کوانتومی (n / l) یکسان، یک لایهٔ الکترونی را تشکیل می دهند.

۲- گنجایش الکترونی زیرلایه ها را می توان به عنوان چهار جملهٔ نخست یک دنباله به صورت زیر در نظر گرفت:

آ) جملهٔ عمومی (a_l) این دنباله را به دست آورید ($l \geq 0$) « ... , ۱۴ , ۱۰ , ۶ , ۲ »

ب) مقدار مجاز l را برای هر زیرلایه تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

زیرلایه	۲ الکترونی	۶ الکترونی	۱۰ الکترونی	۱۴ الکترونی
مقدار مجاز l				

۳- در هریک از قسمت های زیر، حداکثر گنجایش الکترونی را با محاسبه تعیین کنید.

آ) $n=4$

ب) $n=3$, $l=2$

۴- کدام یک از مجموعه اعداد کوانتومی مقابل، برای یک الکترون غیرمجاز است؟ توضیح دهید.

I) $n=2$, $l=0$

II) $n=1$, $l=1$

III) $n=4$, $l=3$

۵- به کمک رابطه بین اعداد کوانتومی اصلی و فرعی، اثبات کنید که کدام یک از زیرلایه های داده شده زیر، نمی تواند وجود داشته باشد؟

« 2p , 3f , 5d , 4S »

Scanned by CamScanner

آرایش الکترونی اتم :

رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد ؛ بنابراین یافتن آرایش درست الکترون ها در هر اتم از اهمیت بسیاری برخوردار است . مطابق مدل کوانتومی برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم ها باید الکترون های اتم هر عنصر در زیرلایه ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

هنگام پُرشدن اتم از الکترون ، نخست زیرلایهٔ 1s و سپس زیرلایه های 2s و 2p از الکترون پُر می شود ؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دورهٔ سوم زیرلایه های 3s ، 3p و 3d پُر شود . از این رو انتظار می رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد ؛ اما دورهٔ سوم دارای ۸ عنصر است . در واقع در این اتم ها تنها دو زیرلایهٔ 3s و 3p در حال پُرشدن است و زیرلایهٔ 3d در دورهٔ بعد شروع به پُرشدن می کند . این روند نشان می دهد که پُرشدن زیرلایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام قاعدهٔ آفبا (aufbau) پیروی می کند.

- به طور کلی الکترون ها تمایل دارند ، زیرلایه ای را زودتر پُر کنند که پایدارتر باشد و زیرلایه ای پایدارتر است که سطح انرژی آن پایین تر است.

- سطح انرژی نسبی زیرلایه ها از جمع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی (n+l) به دست می آید ، پس الکترون ها ابتدا زیرلایه ای را پُر می کنند که جمع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی (n+l) آن کوچکتر باشد یعنی سطح انرژی آن پایین تر باشد . در ضمن اگر مجموع (n+l) در مورد دو زیرلایه یکسان شد ، زیرلایه ای زودتر پُر می شود که عدد کوانتومی اصلی (n) آن کوچکتر باشد.

نمونه سؤال حل شده) در هر یک از قسمت های زیر ، با ذکر دلیل مشخص کنید که کدام زیرلایه زودتر توسط الکترون ها پُر می شود ؟

آ) 2s و 2p : زیرلایهٔ 2s زودتر پُر می شود زیرا مجموع n+l در مورد آن کوچکتر است ✓

2s : n+l = ۲+۰ = ۲

2p : n+l = ۲+۱ = ۳

ب) 4p و 3d : زیرلایهٔ 3d زودتر پُر می شود زیرا مجموع n+l برای این دو زیرلایه یکسان است و در این حالت زیرلایه ای زودتر پُر می شود که n کوچکتری داشته باشد ✓

4p : n+l = ۴+۱ = ۵

3d : n+l = ۳+۲ = ۵

سؤال) در هر یک از قسمت های زیر ، با ذکر دلیل مشخص کنید که کدام زیرلایه زودتر توسط الکترون ها پُر می شود ؟

۱) 3d و 4s :

۲) 5p و 4f :

۳) 4p و 5s :

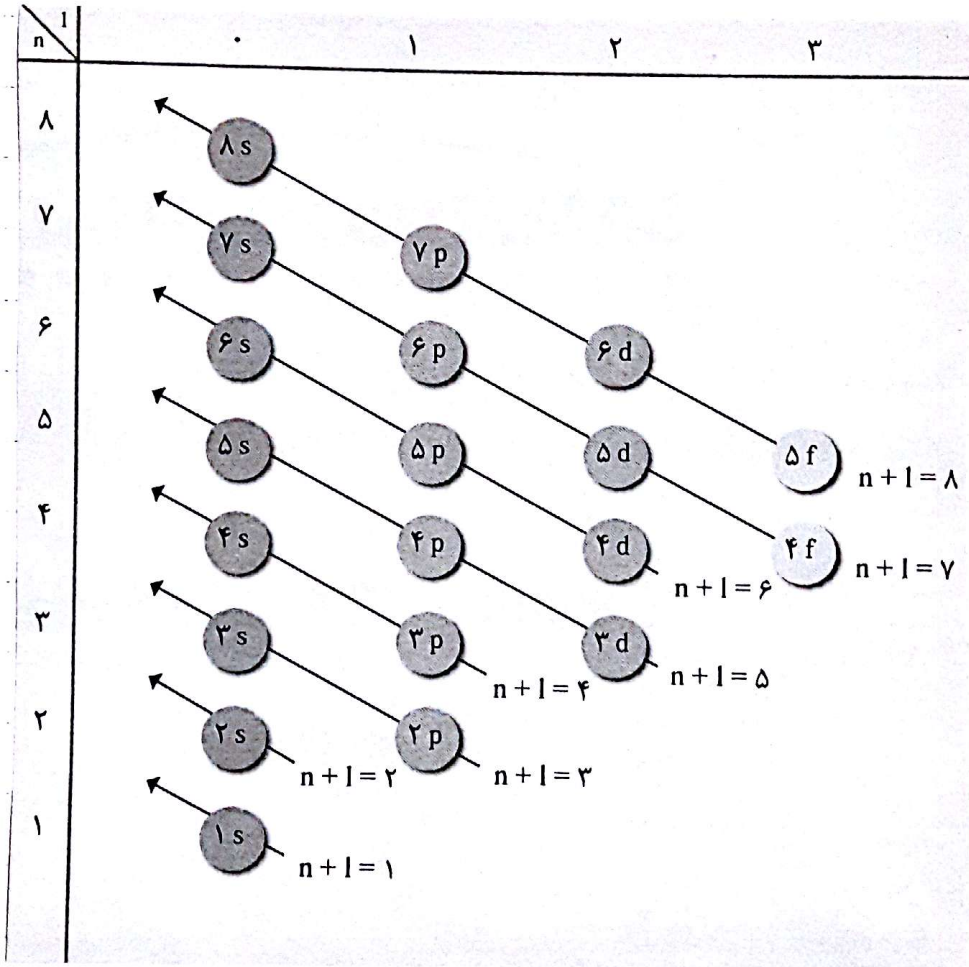
۴) 6d و 5f :

Scanned by CamScanner

قاعدهٔ آفبا (Aufbau Principle):

مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیکتر به هسته پُر می‌شود که دارای انرژی کمتری است و سپس زیرلایه‌های بالاتر پُر خواهد شد؛ مطابق شکل زیر:

- آفبا (aufbau) واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.



$$[1s^2]-[2s^2,2p^6]-[3s^2,3p^6]-[4s^2,3d^{10},4p^6]-[5s^2,4d^{10},5p^6]-[6s^2,4f^{14},5d^{10},6p^6]-[7s^2,5f^{14},7d^{10},7p^6]$$

$$[_2He]\quad [_{10}Ne]\quad [_{18}Ar]\quad [_{36}Kr]\quad [_{54}Xe]\quad [_{86}Rn]$$

- قاعدهٔ آفبا را می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد (n در این جا، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ دوره‌ی تناوبی است.)

$$ns^2,\ (n-2)f^{14},\ (n-1)d^{10},\ np^6$$

$$n\geq 1\quad n\geq 2\quad n\geq 4\quad n\geq 2$$

Scanned by CamScanner

آرایش الکترونی گسترده، لایه‌ای و فشرده چند اتم:

1) $_{7}N$: $1s^2, 2s^2, 2p^3$

$[_{2}He]$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^3$

لایه‌ای: ⊕ ۲) ۵)

فشرده: $[_{2}He]\ 2s^2, 2p^3$

---

2) $_{11}Na$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$

$[_{10}Ne]$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^1$

لایه‌ای: ⊕ ۲) ۸) ۱)

فشرده: $[_{10}Ne]\ 3s^1$

---

3) $_{26}Fe$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^6$

$[_{18}Ar]$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^6/4s^2$

لایه‌ای: ⊕ ۲) ۸) ۱۴) ۲)

فشرده: $[_{18}Ar]\ 3d^6/4s^2$

---

4) $_{34}Se$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^4$

$[_{18}Ar]$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^4$

لایه‌ای: ⊕ ۲) ۸) ۱۸) ۶)

فشرده: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}/4s^2, 4p^4$

---

*5) $_{82}Pb$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^2$

$[_{54}Xe]$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}, 4f^{14}/5s^2, 5p^6, 5d^{10}/6s^2, 6p^2$

لایه‌ای: ⊕ ۲) ۸) ۱۸) ۳۲) ۱۸) ۴)

فشرده: $[_{54}Xe]\ 4f^{14}/5d^{10}/6s^2, 6p^2$

Scanned by CamScanner

سؤال) آرایش الکترونی هریک از اتم‌های زیر را به حالت‌های گسترده، لایه‌ای و فشرده بنویسید.

1) ${}_{8}O$

2) ${}_{12}Mg$

3) ${}_{17}Cl$

4) ${}_{22}Ti$

5) ${}_{27}Co$

6) ${}_{33}As$

*7) ${}_{50}Sn$

*8) ${}_{107}Bh$

Scanned by CamScanner

دو استثناء کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$):

گفتنی است که قاعدهٔ آفبا، آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرهای جدول تناوبی ناسازگاری دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند به عنوان مثال آرایش الکترونی اتم‌های کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کنند و این اتم‌ها در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند.

1) $_{24}Cr$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, \underbrace{4s^2}_{\text{وجود ندارد (ناپایدار است)}}, \underbrace{3d^4}_{[_{18}Ar]}$ ⟶ $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^5/4s^1$

لایه‌ای: $(1)(8)(13)(1)$ ⊕ $(2)(8)$

فشرده: $[_{18}Ar]\, 3d^5/4s^1$

---

2) $_{29}Cu$: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, \underbrace{4s^2}_{\text{وجود ندارد (ناپایدار است)}}, \underbrace{3d^9}_{[_{18}Ar]}$ ⟶ $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$

گسترده: $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^1$

لایه‌ای: $(1)(8)(18)(1)$ ⊕ $(2)(8)$

فشرده: $[_{18}Ar]\, 3d^{10}/4s^1$

یادداشت:

Scanned by CamScanner

شیوهٔ نوشتن آرایش الکترونی فشرده، بدون استفاده از آرایش الکترونی گسترده:

مرحلهٔ اول) ابتدا گاز نجیب قبل از عدد اتمی عنصر مورد نظر را مشخص می‌کنیم.

مرحلهٔ دوم) با کمی فاصله، زیرلایهٔ S را می‌نویسیم.

مرحلهٔ سوم) با توجه به این که هر گاز نجیب در انتهای یک دورهٔ متناوب قرار دارد، می‌توانیم بعد از گاز نجیب مربوطه، ضریب زیرلایهٔ S را تعیین کنیم.

مرحلهٔ چهارم) با توجه به رابطهٔ $ns, (n-2)f, (n-1)d, np$ ($n \geq 2$, $n \geq 4$, $n \geq 2$) زیرلایه‌های بعدی را مشخص می‌کنیم. البته زیرلایه‌ای دارای ضریب کوچکتر را در سمت چپ زیرلایهٔ S می‌نویسیم.

چند مثال)

1) $_{16}S: [_{10}Ne] \longrightarrow [_{10}Ne] \;/\; S \longrightarrow [_{10}Ne] \;/\; 3s^2 \longrightarrow [_{10}Ne]\, 3s^2, 3p^4$

2) $_{25}Mn: [_{18}Ar] \longrightarrow [_{18}Ar] \;/\; S \longrightarrow [_{18}Ar] \;/\; 4s^2 \longrightarrow [_{18}Ar]\, 3d^5 / 4s^2$

3) $_{35}Br: [_{18}Ar] \longrightarrow [_{18}Ar] \;/\; S \longrightarrow [_{18}Ar] \;/\; 4s^2 \longrightarrow [_{18}Ar]\, 3d^{10} / 4s^2, 4p^5$

* 4) $_{76}Os: [_{54}Xe] \longrightarrow [_{54}Xe] \;/\; S \longrightarrow [_{54}Xe] \;/\; 6s^2 \longrightarrow [_{54}Xe]\, 4f^{14} / 5d^6 / 6s^2$

سؤال) آرایش الکترونی فشردهٔ هریک از اتم‌های زیر را بنویسید.

1) $_{9}F: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

2) $_{15}P: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

3) $_{19}K: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

4) $_{28}Ni: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

5) $_{32}Ge: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

* 6) $_{40}Zr: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

* 7) $_{53}I: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

* 8) $_{83}Bi: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

* 9) $_{105}Db: [\;\;] \;/\; S \longrightarrow [\;\;]$

Scanned by CamScanner

الکترون های ظرفیتی :

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

شیوهٔ تعیین تعداد الکترون های ظرفیتی :

۱ - اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ s ختم شده باشد : در این حالت، تعداد الکترون های ظرفیت اتم برابر مجموع توان آخرین زیرلایهٔ s و توان زیرلایهٔ d قبل از آن است. بدیهی است که اگر قبل از زیرلایهٔ s ، زیرلایهٔ d نداشته باشیم، تعداد الکترون های ظرفیت اتم برابر توان آخرین زیرلایهٔ s خواهد بود. به مثال های زیر توجه نمائید :

1) $_{23}V : [_{18}Ar]\, 3d^{3} / 4s^{2}$ → تعداد الکترون های ظرفیتی (۵)
شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

2) $_{20}Ca : [_{18}Ar]\, 4s^{2}$ → تعداد الکترون های ظرفیتی (۲)
شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

---

۲ - اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ p ختم شده باشد : در این حالت، تعداد الکترون های ظرفیت اتم برابر مجموع توان زیرلایه های s و p است. به مثال های زیر توجه نمائید :

1) $_{14}Si : [_{10}Ne]\, 3s^{2}\, 3p^{2}$ → تعداد الکترون های ظرفیتی (۴)
شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

2) $_{31}Ga : [_{18}Ar]\, 3d^{10} / 4s^{2}\, 4p^{1}$ → تعداد الکترون های ظرفیتی (۳)
شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

- عدد یکان شمارهٔ گروه عنصرهای اصلی جدول تناوبی، نشان دهندهٔ تعداد الکترون های ظرفیتی آن ها است.

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
تعداد الکترون های ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

سؤال) آرایش الکترونی فشرده هریک از اتم های زیر را نوشته، سپس شمارهٔ لایهٔ ظرفیت و تعداد الکترون های ظرفیتی آن ها را تعیین کنید.

1) $_{3}Li$

2) $_{21}Sc$

3) $_{13}Al$

4) $_{35}Br$

Scanned by CamScanner

تعیین موقعیت عنصرها در جدول تناوبی :

تعیین شمارهٔ دوره : بزرگترین ضریب در آرایش الکترونی ، نشان دهندهٔ شمارهٔ دورهٔ تناوبی عنصر است.

چند مثال :

1) $_{15}P : 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^3$ ← دوره : ۳

2) $_{30}Zn : [_{18}Ar]3d^{10}/4s^2$ ← دوره : ۴

تعیین شمارهٔ گروه : برای تعیین شمارهٔ گروه ، باید به حالت های زیر توجه نمود :

۱ـ اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ s ختم شده باشد ، جمع توان زیرلایهٔ s و زیرلایهٔ d ماقبل آن ، شمارهٔ گروه عنصر را نشان می دهد بدیهی است که اگر قبل از زیرلایهٔ s ، زیرلایهٔ d وجود نداشته باشد ، شمارهٔ گروه عنصر برابر با توان s خواهد بود .

چند مثال :

1) $_{12}Mg : [_{10}Ne]3s^{(2)}$ ← گروه : ۲

2) $_{25}Mn : [_{18}Ar]3d^{(5)}/4s^{(2)}$ ← گروه : ۷

۲ـ اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ p ختم شده باشد ، شمارهٔ گروه عنصر از رابطهٔ زیر به دست می آید :

شمارهٔ گروه = ۱۲ + توان p

چند مثال :

1) $_{5}B : [_{2}He]2s^2,2p^{(1)}$ ← گروه : ۱۳

2) $_{36}Kr : [_{18}Ar]3d^{10}/4s^2,4p^{(6)}$ ← گروه : ۱۸

سؤال) آرایش الکترونی فشردهٔ عنصرهای زیر را نوشته و سپس شمارهٔ دوره و گروه آن ها را در جدول تناوبی تعیین کنید .

1) $_{6}C$

2) $_{11}Na$

3) $_{29}Cu$

4) $_{34}Se$

*5) $_{38}Sr$

*6) $_{41}Nb$

*7) $_{51}Sb$

*8) $_{77}Ir$

*9) $_{81}Tl$

*10) $_{110}Ds$

Scanned by CamScanner

رابطه‌ی شمارهٔ گروه با آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت :

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
آرایش لایهٔ ظرفیت	ns^1	ns^2	$(n-1)d^1 ns^2$	$(n-1)d^2 ns^2$	$(n-1)d^3 ns^2$	$(n-1)d^5 ns^1$	$(n-1)d^5 ns^2$	$(n-1)d^6 ns^2$	$(n-1)d^7 ns^2$	$(n-1)d^8 ns^2$	$(n-1)d^{10} ns^1$	$(n-1)d^{10} ns^2$	$ns^2 np^1$	$ns^2 np^2$	$ns^2 np^3$	$ns^2 np^4$	$ns^2 np^5$	$ns^2 np^6$ / $1s^2$

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	$_1H$																	$_2He$
۲	$_3Li$	$_4Be$											$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$
۳	$_{11}Na$	$_{12}Mg$											$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
۴	$_{19}K$	$_{20}Ca$	$_{21}Sc$	$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$	$_{31}Ga$	$_{32}Ge$	$_{33}As$	$_{34}Se$	$_{35}Br$	$_{36}Kr$

با توجه به جدول تناوبی فوق ، به سؤالات مطرح شده‌ی زیر پاسخ دهید :

۱ـ جدول تناوبی فوق را با نوشتن آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت هر عنصر در زیر نماد آن ، تکمیل کنید .

۲ـ شمارهٔ لایهٔ ظرفیت را با شمارهٔ دورهٔ تناوبی این عنصرها مقایسه کنید . از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید ؟

۳ـ شمارهٔ گروه کدام عنصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر است ؟

۴ـ شمارهٔ گروه کدام عنصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر نیست ؟ در این حالت ، بین شمارهٔ گروه و تعداد الکترون‌های ظرفیتی چه رابطه‌ای برقرار است ؟ توضیح دهید .

۵ـ در هریک از قسمت‌های زیر ، با توجه به شمارهٔ دوره و گروه داده شده ، آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر مربوط را بنویسید .

آ) دورهٔ ۳ ، گروه ۲ :

ب) دورهٔ ۲ ، گروه ۱۵ :

پ) دورهٔ ۴ ، گروه ۷ :

ت) دورهٔ ۳ ، گروه ۱۷ :

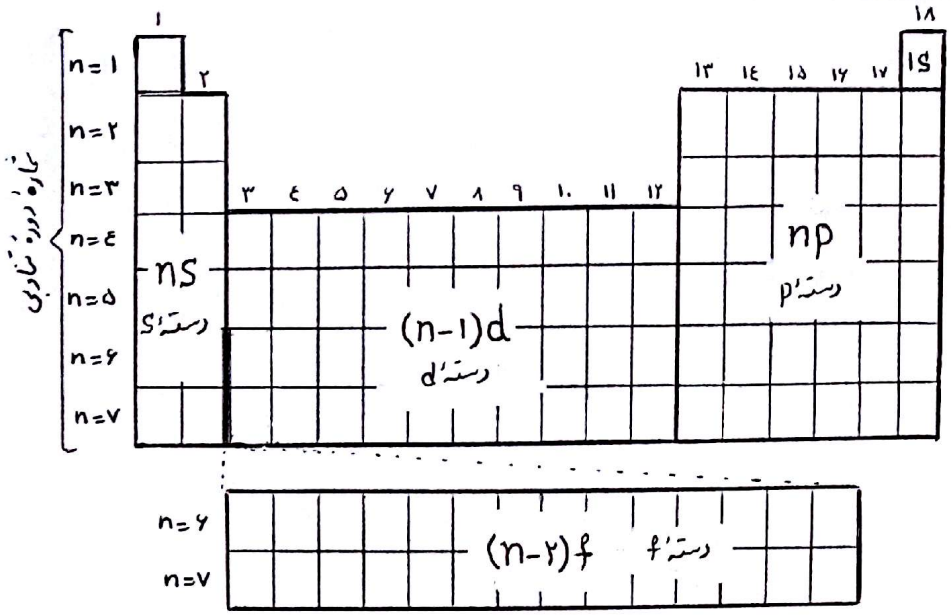
ث) دورهٔ ۴ ، گروه ۱۱ :

* ج) دورهٔ ۵ ، گروه ۱۳ :

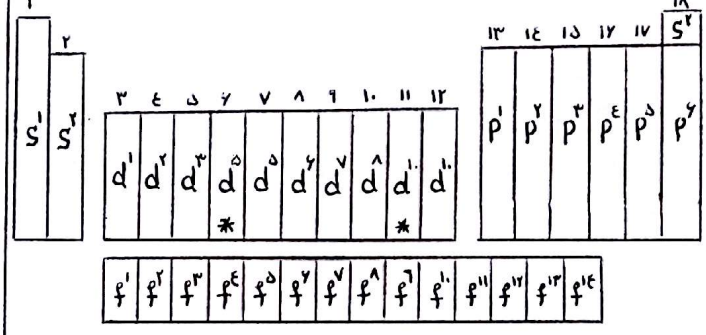
* چ) دورهٔ ۷ ، گروه ۵ :

Scanned by CamScanner

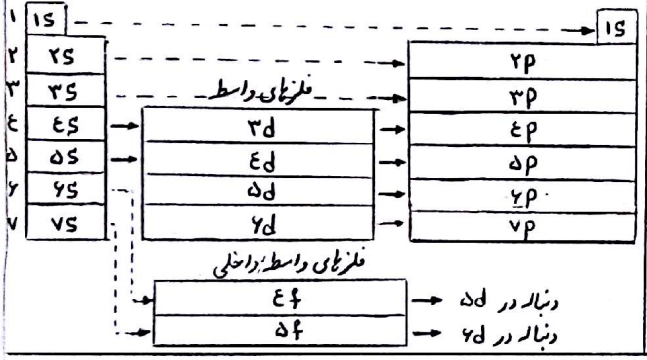
جدول ۱ :



جدول ۲ :



جدول ۳ :



جدول ۴ :

گاز نجیب	رابطهٔ حاکم	زیرلایه‌های در حال پُرشدن	شمارهٔ دوره
$_{2}He$	ns^2	$1s^2$	n=۱
$_{10}Ne$	ns^2, np^6	$2s^2, 2p^6$	n=۲
$_{18}Ar$	ns^2, np^6	$3s^2, 3p^6$	n=۳
$_{36}Kr$	$ns^2, (n-1)d^{10}, np^6$	$4s^2, 3d^{10}, 4p^6$	n=۴
$_{54}Xe$	$ns^2, (n-1)d^{10}, np^6$	$5s^2, 4d^{10}, 5p^6$	n=۵
$_{86}Rn$	$ns^2, (n-2)f^{14}, (n-1)d^{10}, np^6$	$6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^6$	n=۶
$_{118}Og$	$ns^2, (n-2)f^{14}, (n-1)d^{10}, np^6$	$7s^2, 5f^{14}, 6d^{10}, 7p^6$	n=۷

- به عنصرهایی که زیرلایهٔ s آن‌ها در حال پُرشدن است، عنصرهای اصلی دستهٔ s (گروه‌های ۱ و ۲) می‌گویند.
- به عنصرهایی که زیرلایهٔ p آن‌ها در حال پُرشدن است، عنصرهای اصلی دستهٔ p (گروه‌های ۱۳ تا ۱۸) می‌گویند.
- به عنصرهایی که زیرلایهٔ d آن‌ها در حال پُرشدن است، عنصرهای واسط یا دستهٔ d (گروه‌های ۳ تا ۱۲) می‌گویند.
- به عنصرهایی که زیرلایهٔ f آن‌ها در حال پُرشدن است، عنصرهای واسطهٔ داخلی یا دستهٔ f (لانتانیدها و اکتینیدها) می‌گویند.

Scanned by CamScanner

ساختار اتم و رفتار آن :

از مدت‌ها پیش شیمیدان‌ها پی بردند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری بسیار کمی دارند و از این رو پایدارند. به نظر شما آیا بین ساختار الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش ناپذیری آن‌ها رابطه‌ای هست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش به آرایش الکترونی شش گاز نجیب توجه کنید :

${}_{2}He : 1s^2$	${}_{36}Kr : [{}_{18}Ar]\ 3d^{10}/4s^2, 4p^6$
${}_{10}Ne : [{}_{2}He]\ 2s^2, 2p^6$	${}_{54}Xe : [{}_{36}Kr]\ 4d^{10}/5s^2, 5p^6$
${}_{18}Ar : [{}_{10}Ne]\ 3s^2, 3p^6$	${}_{86}Rn : [{}_{54}Xe]\ 4f^{14}/5d^{10}/6s^2, 6p^6$

در لایهٔ ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به طوری که اگر لایهٔ ظرفیت اتمی همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب و یا هشت تایی (Octet) باشد، آن اتم واکنش پذیری چندانی ندارد، به بیان دیگر، اگر لایهٔ ظرفیت اتمی هشت تایی نباشد، آن اتم واکنش پذیر است.

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن بستگی دارد؛ به طوری که می‌توان هشت تایی شدن لایهٔ ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش پذیری آن‌ها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با از دست دادن یا گرفتن - الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش الکترونی یک گاز نجیب برسند و پایدارتر شوند.

در علوم سال نهم دیدید که هرگاه اتم‌های سدیم (${}_{11}Na$) و کلر (${}_{17}Cl$) کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم (${}_{11}Na$) با از دست‌دادن یک الکترون به یون سدیم (Na^+) و اتم کلر (${}_{17}Cl$) با گرفتن یک الکترون به یون کلرید (Cl^-) تبدیل و در این واکنش، سدیم کلرید ($NaCl$) یا نمک خوراکی تولید می‌شود (شکل صفحهٔ بعد)

شکل صفحهٔ بعد نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم (${}_{11}Na$) با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر (${}_{17}Cl$) با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم دورهٔ خود (آرگون) می‌رسند.

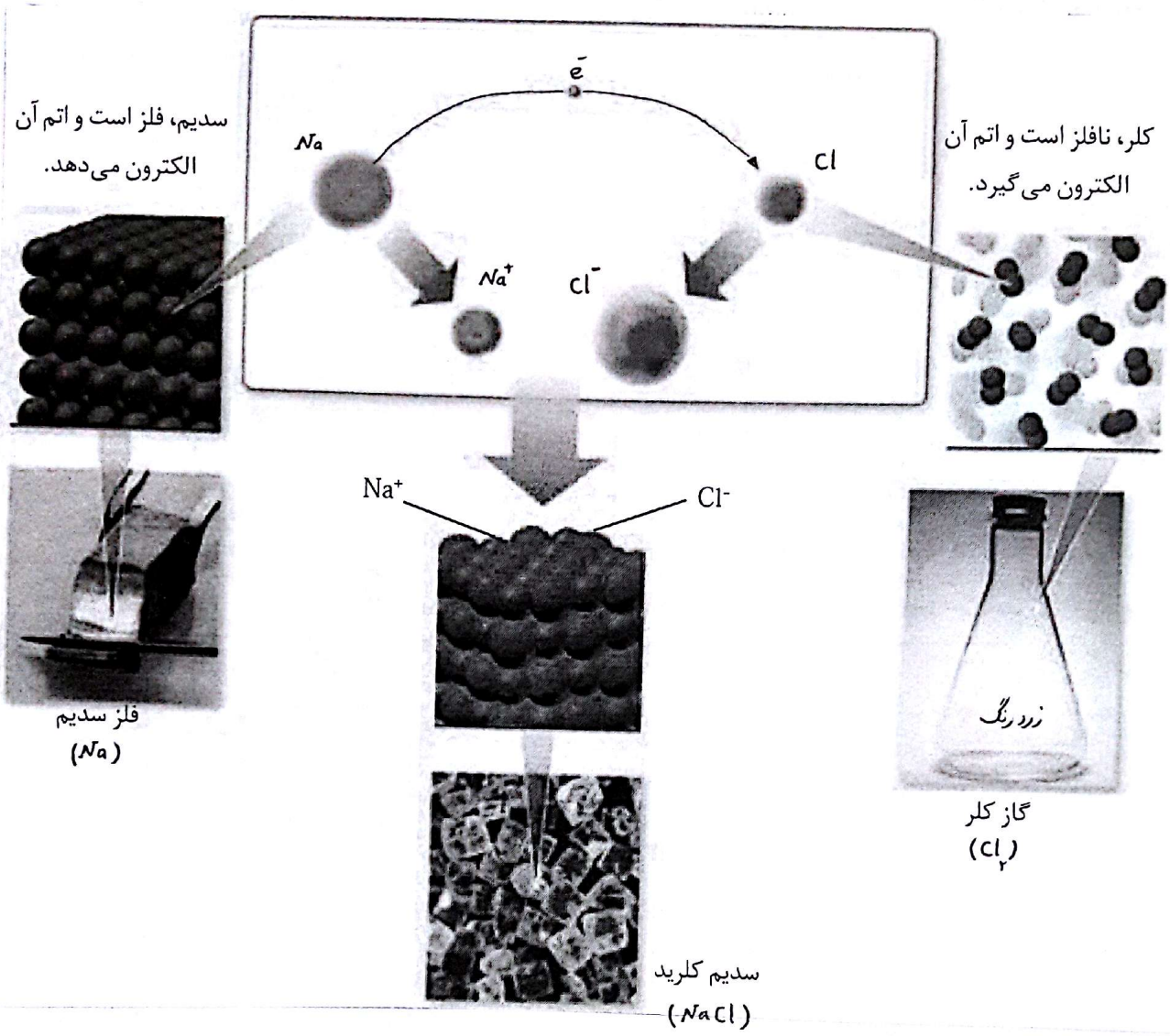
$${}_{11}Na : [{}_{10}Ne]\ 3s^1 \longrightarrow {}_{11}Na^+ : [{}_{10}Ne]$$

$${}_{17}Cl : [{}_{10}Ne]\ 3s^2, 3p^5 \longrightarrow {}_{17}Cl^- : [{}_{10}Ne]\ 3s^2, 3p^6 = [{}_{18}Ar]$$

- از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون، نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

Scanned by CamScanner

واکنش اتم‌های سدیم ($_{11}Na$) و کلر ($_{17}Cl$) و تشکیل سدیم کلرید ($NaCl$) :



یادداشت :

Scanned by CamScanner

آرایش الکترون - نقطه ای (Eelectron-Dot Symbol) :

لوویس برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها ، آرایشی به نام الکترون - نقطه ای ارائه کرد که در آن الکترون های ظرفیت هر اتم ، بیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می شود ؛ برای نمونه ، آرایش الکترون - نقطه ای پتاسیم به صورت $K\cdot$ است.

برای رسم آرایش الکترون - نقطه ای هر اتم ، می توان نقطه گذاری را از یک سمت برای مثال از سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه های بعدی را در زیر ، سمت چپ و بالای آن قرار داد . الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری بیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر نقطه به صورت جفت نقطه در آید ؛ برای نمونه آرایش الکترون - نقطه ای اتم های ژرمانیم (Ge ، گروه ۱۴) آرسنیک (As ، گروه ۱۵) و سلنیم (Se ، گروه ۱۶) به صورت مقابل است : $\dot{S}\ddot{e}:$ $\dot{A}\ddot{s}\cdot$ $\dot{G}e\cdot$

سؤال - آ) جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	$_{3}Li$	$_{4}Be$	$_{5}B$	$_{6}C$	$_{7}N$	$_{8}O$	$_{9}F$	$_{10}Ne$
آرایش الکترونی فشرده								
تعداد الکترون های ظرفیتی								
آرایش الکترون - نقطه ای								
عنصر	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
آرایش الکترونی فشرده								
تعداد الکترون های ظرفیتی								
آرایش الکترون - نقطه ای								

ب) آرایش الکترون - نقطه ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد ؟ توضیح دهید.

پ) بین شماره گروه و آرایش الکترون - نقطه ای چه رابطه ای هست ؟ توضیح دهید.

آیا می دانید؟

- لوویس یکی از پیش تازان دانش شیمی و بنیان گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی اسید - باز بود . او واژه فوتون را برای ذره های سازنده نور پیشنهاد کرد (این شیمی فیزیک دان آمریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد اما هیچ گاه این جایزه را دریافت نکرد)

Scanned by CamScanner

باهم بیندیشیم)

۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
H·							He:
Li·	Be·	·B·	·Ċ·	·N̈·	:Ö·	:F̈·	:N̈e:
Na·	Mg·	·Al·	·Si·	·P̈·	:S̈·	:C̈l·	:Ar:
K·	Ca·	·Ga·	·Ge·	·As·	:Se·	:B̈r·	:Kr:
Rb·	Sr·	·In·	·Sn·	·Sb·	:Te·	:Ï·	:Xe:
Cs·	Ba·	·Tl·	·Pb·	·Bi·	:Po·	:At·	:Rn:

۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
Li^+				N^{3-}	O^{2-}	F^-	
Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^-	
K^+	Ca^{2+}					Br^-	
Rb^+	Sr^{2+}					I^-	
Cs^+	Ba^{2+}						

۱- با در نظر گرفتن دو جدول فوق (جدول ۱ : آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرها و جدول ۲ : یون‌های شناخته شده) در هریک از قسمت‌های زیر، با حذف واژه‌های نادرست داخل پرانتز ها، عبارت‌های درستی را به دست آورید.

آ) اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم کمتر یا برابر با (سه / چهار) باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که (تعدادی از / همهٔ) الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به (کاتیون / آنیون) تبدیل شود.

ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با (گرفتن / از دست دادن) الکترون به (کاتیون / آنیون) تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب (پیش / پس) از خود را دارند.

پ) اتم عنصرهای گروه ۱۵ ، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با (گرفتن / از دست دادن) الکترون به (کاتیون‌هایی / آنیون‌هایی) تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دورهٔ خود را دارند.

۲- پیش بینی کنید اتم عنصرهای زیر، در شرایط مناسب به چه یون‌هایی تبدیل می‌شوند؟

$_{7}M$ ، $_{12}R$ ، $_{16}T$ ، $_{19}X$ ، $_{35}Z$

Scanned by CamScanner

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

یون‌های تک اتمی : کاتیون‌ها یا آنیون‌هایی هستند که تنها از یک اتم تشکیل شده‌اند؛ به عنوان مثال یون‌های Na^+ و S^{2-} تک اتمی هستند. (لازم به ذکر است که یون‌های OH^- و O_2^{2-}، تک اتمی محسوب نمی‌شوند.)

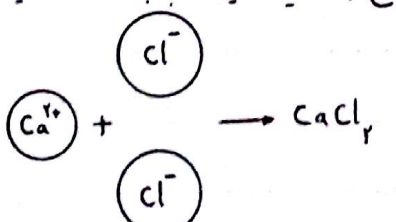
نام کاتیون	نماد کاتیون	نام کاتیون	نماد کاتیون
یون هیدروژن	H^+	یون منیزیم	Mg^{2+}
یون لیتیم	Li^+	یون کلسیم	Ca^{2+}
یون سدیم	Na^+	یون استرانسیم	Sr^{2+}
یون پتاسیم	K^+	یون باریم	Ba^{2+}
یون روبیدیم	Rb^+	یون روی	Zn^{2+}
یون سزیم	Cs^+	یون آلومینیم	Al^{3+}
یون نقره	Ag^+	یون اسکاندیم	Sc^{3+}

نام آنیون	نماد آنیون
یون هیدرید	H^-
یون فلوئورید	F^-
یون کلرید	Cl^-
یون برمید	Br^-
یون یدید	I^-
یون اکسید	O^{2-}
یون سولفید	S^{2-}
یون نیترید	N^{3-}
یون فسفید	P^{3-}

پیوند یونی : نیروی جاذبهٔ بسیار قوی است که میان یون‌های با بار الکتریکی نام‌نام برقرار می‌شود. (Ionic Bond)

ترکیب یونی : ترکیبی است که ذره‌های سازندهٔ آن، یون‌های مثبت و منفی هستند. (Ionic Compound)

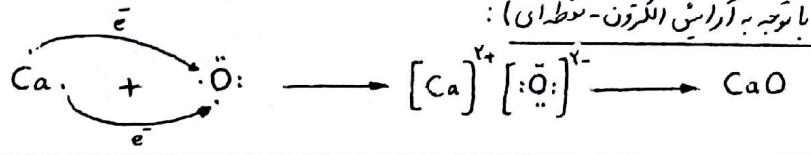
- ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب‌های یونی دوتایی نامیده می‌شوند؛ به عنوان مثال CaO، Na_2S و Al_2O_3 ترکیب‌های یونی دوتایی محسوب می‌شوند. (لازم به ذکر است که ترکیب‌های NH_4Cl و K_3PO_4 جزو ترکیب‌های یونی چندتایی به شمار می‌روند.)
- ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایشی منظم است که در ساختار آن‌ها، مولکولی وجود ندارد؛ از این رو در متون علمی برای آن‌ها، واژهٔ مولکول را به کار نمی‌برند.
- هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی بهره برد.
- فرمول شیمیایی کلسیم کلرید ($CaCl_2$) نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن، ۱ به ۲ است.



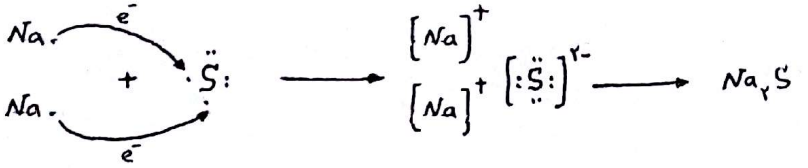
Scanned by CamScanner

شیوهٔ تشکیل چند ترکیب یونی دوتایی (با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای) :

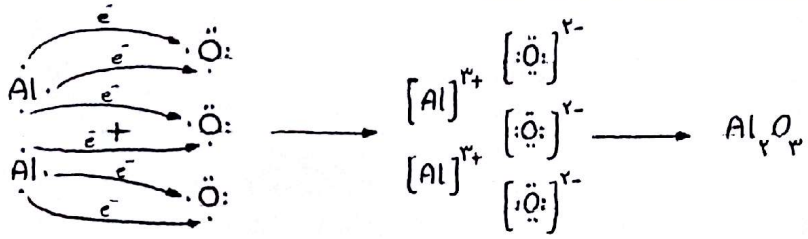
۱) کلسیم اکسید (CaO) :



۲) سدیم سولفید (Na_2S) :



۳) آلومینیم اکسید (Al_2O_3) :



سؤال) شیوهٔ تشکیل ترکیب‌های یونی زیر را با ترسیم آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های مربوطه نشان دهید.

۱- لیتیم فلوئورید (LiF)

۲- آلومینیم نیترید (AlN)

۳- منیزیم کلرید ($MgCl_2$)

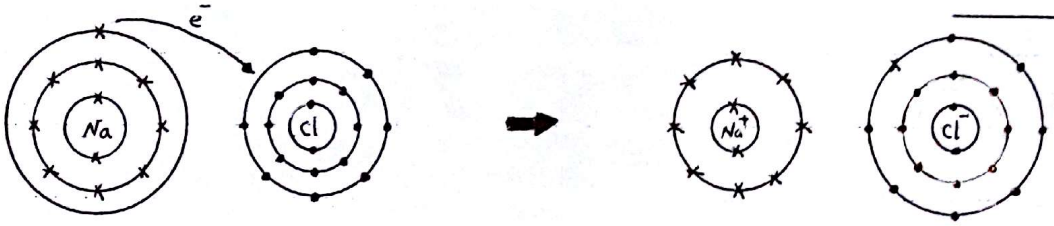
۴- سدیم اکسید (Na_2O)

۵- کلسیم فسفید (Ca_3P_2)

Scanned by CamScanner

شیوهٔ تشکیل چند ترکیب یونی دوتایی (با توجه به شعاع) :

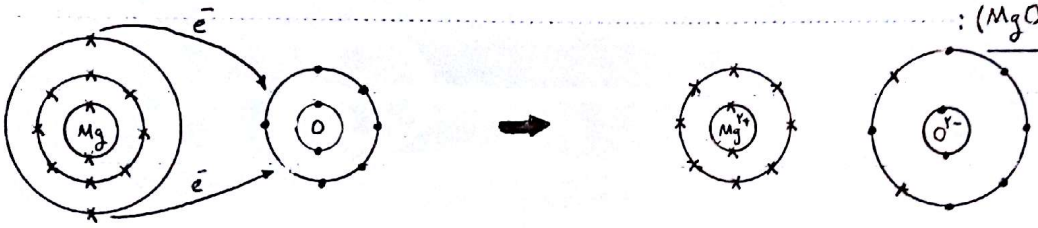
۱) سدیم کلرید ($NaCl$) :



$[_{10}Ne]3s^1$ ..... $[_{10}Ne]3s^2,3p^5$ ..... $[_{10}Ne]$ ..... $[_{10}Ne]3s^2,3p^6$

---

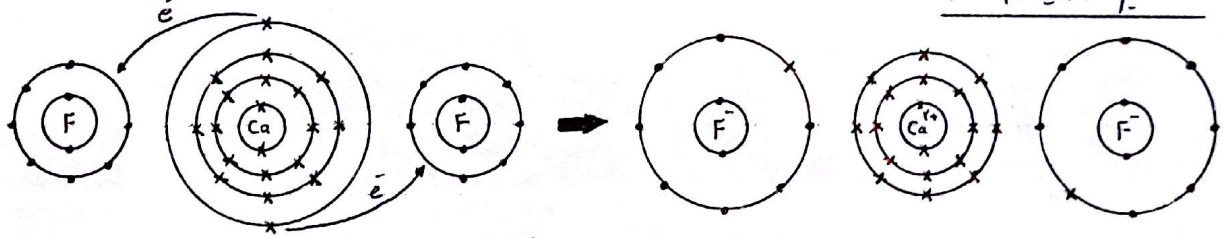
۲) منیزیم اکسید (MgO) :



$[_{10}Ne]3s^2$ $[_{2}He]2s^2,2p^4$ $[_{10}Ne]$ $[_{2}He]2s^2,2p^6$

---

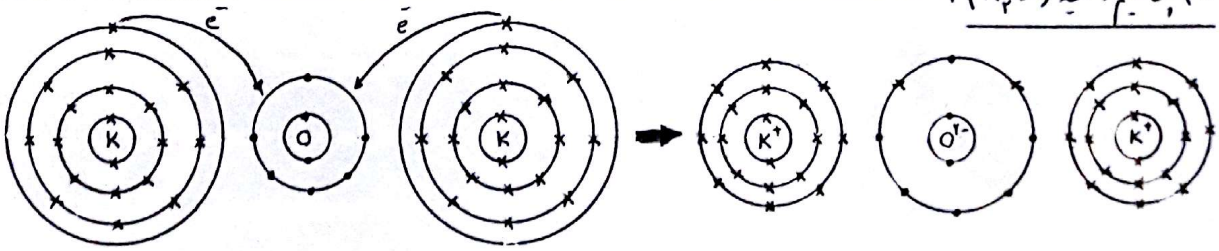
۳) کلسیم فلوئورید (CaF_2) :



$[_{2}He]2s^2,2p^5$ $[_{18}Ar]4s^2$ $[_{2}He]2s^2,2p^5$ $[_{2}He]2s^2,2p^6$ $[_{18}Ar]$ $[_{2}He]2s^2,2p^6$

---

۴) پتاسیم اکسید (K_2O) :



$[_{18}Ar]4s^1$ $[_{2}He]2s^2,2p^4$ $[_{18}Ar]4s^1$ $[_{18}Ar]$ $[_{2}He]2s^2,2p^6$ $[_{18}Ar]$

Scanned by CamScanner

سؤال) شیوهٔ تشکیل ترکیب یونی آلومینیم اکسید (Al_2O_3) را از اتم‌های سازنده‌اش ($_{13}Al$ و $_{8}O$) با ترسیم دقیق شعاع‌های اتمی و یونی توضیح دهید.

یادداشت :

Scanned by CamScanner

مراحل فرمول نویسی ترکیب های یونی :

مرحله ۱) ابتدا نماد شیمیایی کاتیون را در سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون را در سمت راست ، در کنار یکدیگر می نویسیم.

مرحله ۲) سپس بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می دهیم. در این مبادله ، زیروندهای به دست آمده ، باید کوچکترین نسبت ممکن باشند.

- زیروند یک نوشته نمی شود و در ضمن بار یون ها نیز در ترکیب یونی نشان داده نمی شود.

نمونه سؤال حل شده) فرمول شیمیایی هریک از ترکیب های یونی زیر را بنویسید

آ) باریم سولفید : $Ba^{2+}S^{2-} \rightarrow BaS$

ب) کلسیم کلرید : $Ca^{2+}Cl^{-} \rightarrow CaCl_2$

پ) پتاسیم نیترید : $K^{+}N^{3-} \rightarrow K_3N$

ت) آلومینیم اکسید : $Al^{3+}O^{2-} \rightarrow Al_2O_3$

سؤال) جدول زیر را با نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب های یونی مربوطه ، تکمیل کنید.

ردیف	نام	فرمول شیمیایی	ردیف	نام	فرمول شیمیایی
۱	لیتیم هیدرید		۷	پتاسیم یُدید	
۲	سدیم فسفید		۸	سزیم نیترید	
۳	باریم فلوئورید		۹	روی برُمید	
٤	کلسیم اکسید		۱۰	منیزیم سولفید	
۵	آلومینیم کلرید		۱۱	آلومینیم فلوئورید	
۶	نقره سولفید		۱۲	روبیدیم اکسید	

یادداشت :

Scanned by CamScanner

شیوهٔ نام گذاری ترکیب های یونی :

« نام کاتیون + نام آنیون »

- اگر کاتیون موجود در ترکیب مورد نظر ، فلزی باشد که بیش از یک نوع بار الکتریکی داشته باشد ، بعد از نوشتن نام کاتیون ، بار الکتریکی آن را با عدد رومی در داخل پرانتز نشان می دهیم مانند : $FeCl_2$: آهن (II) کلرید (با این گونه ترکیب ها در بخش (۲) آشنا خواهیم شد.)

نمونه سؤال حل شده) در هریک از قسمت های زیر ، ابتدا نماد یون های سازندهٔ ترکیب یونی را نوشته ، سپس نام ترکیب را بنویسید.

آ) SrO : Sr^{2+} ، O^{2-} ← استرانسیم اکسید

ب) MgF_2 : Mg^{2+} ، F^- ← منیزیم فلوئورید

پ) Li_3P : Li^+ ، P^{3-} ← لیتیم فسفید

ت) Sc_2O_3 : Sc^{3+} ، O^{2-} ← اسکاندیم اکسید

سؤال) جدول زیر را ابتدا با نوشتن نماد یون های سازنده و سپس با نوشتن نام ترکیب یونی مربوط تکمیل کنید.

ردیف	فرمول شیمیایی	نماد یون های سازنده	نام ترکیب یونی	ردیف	فرمول شیمیایی	نماد یون های سازنده	نام ترکیب یونی
۱	$LiBr$			۷	$CsCl$		
۲	Na_3N			۸	K_3P		
۳	MgI_2			۹	$CaBr_2$		
٤	CaS			۱۰	ZnO		
٥	ScF_3			۱۱	$AlCl_3$		
٦	Ag_2O			۱۲	Na_2S		

یادداشت :

Scanned by CamScanner

نمونه سؤال حل شده) در هریک از قسمت های زیر، فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از عنصرهای داده شده را نوشته و سپس نام ترکیب یونی حاصل را بنویسید.

1) $_{8}O$, $_{12}Mg$

O^{2-} , Mg^{2+} ⟶ Mg^{2+} (کاتیون) , O^{2-} (آنیون)

MgO : منیزیم اکسید

2) $_{56}Ba$, $_{17}Cl$

Ba^{2+} , Cl^{-} ⟶ $BaCl_2$

باریم کلرید

3) $_{16}S$, $_{19}K$

S^{2-} , K^{+} ⟶ K^{+} (کاتیون) , S^{2-} (آنیون)

K_2S : پتاسیم سولفید

سؤال) در هریک از قسمت های زیر، فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از عنصرهای داده شده را نوشته و سپس نام ترکیب یونی حاصل را بنویسید.

1) $_{35}Br$, $_{55}Cs$

2) $_{37}Rb$, $_{16}S$

3) $_{12}Mg$, $_{7}N$

4) $_{9}F$, $_{13}Al$

5) $_{1}H$, $_{11}Na$

6) $_{53}I$, $_{20}Ca$

7) $_{8}O$, $_{56}Ba$

8) $_{17}Cl$, $_{21}Sc$

9) $_{19}K$, $_{8}O$

10) $_{7}N$, $_{3}Li$

11) $_{13}Al$, $_{8}O$

12) $_{38}Sr$, $_{9}F$

یادداشت :

Scanned by CamScanner

تعیین موقعیت عنصرها با استفاده از آرایش الکترونی یون‌ها :

ردیف	نماد یون	زیرلایهٔ انتهایی در آرایش الکترونی یون	آرایش الکترونی فشرده (گاز نجیب) اتم مربوط	تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم مربوط	عدد اتمی اتم مربوط	شمارهٔ دورهٔ اتم مربوط	شمارهٔ گروه اتم مربوط
۱	X^-	$1s^2$	$1s^1$				—
۲	X^{2-}	$2p^6$	$[_2He]2s^2,2p^4$	۶	۸	۲	۱۶
۳	X^{3-}	$3p^6$					
۴	X^{2-}	$4p^6$					
۵	X^-	$5p^6$					
۶	X^-	$6p^6$					
۷	X^+	$1s^2$	$[_2He]2s^1$	۱	۳	۲	۱
۸	X^{3+}	$2p^6$	$[_{10}Ne]3s^2,3p^1$	۳	۱۳	۳	۱۳
۹	X^{2+}	$3p^6$					
۱۰	X^{3+}	$3p^6$					
۱۱	X^+	$4p^6$					
۱۲	X^{2+}	$5p^6$					
۱۳	X^{2+}	$3d^8$	$[_{18}Ar]3d^8/4s^2$	۱۰	۲۸	۴	۱۰
۱۴	X^{2+}	$3d^4$					
۱۵	X^{3+}	$4d^5$					
۱۶	X^{3+}	$5d^6$					

یادداشت :

Scanned by CamScanner

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها :

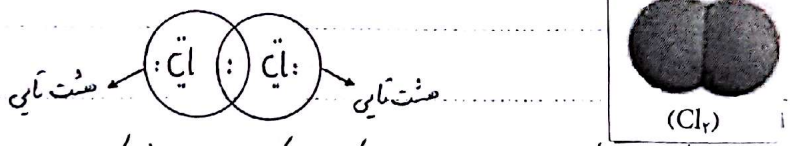
آیا همهٔ اتم‌ها هنگام ترکیب با یکدیگر، الکترون داد و ستد می‌کنند؟ در علوم سال نهم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازندهٔ آن‌ها مولکول‌ها هستند (به ترکیب‌های شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، ترکیب‌های مولکولی می‌گویند) حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها نیز رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاکی برای واکنش‌پذیری اتم‌هاست؟

برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید : $:\ddot{Cl}\cdot$

گاز کلر، که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، از مولکول‌های دواتمی (Cl_2) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر می‌توان تشکیل این مولکول را به صورت زیر نشان داد :

$$:\ddot{Cl}\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow :\ddot{Cl}:\ddot{Cl}: \quad \text{یا} \quad :\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$$

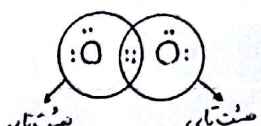
با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می‌گذارد به طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون - نقطه‌ای به هر دوی آن‌ها متعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است.



(Cl_2)

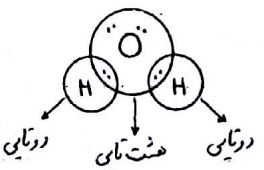
جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان‌دهندهٔ یک پیوند کووالانسی یا اشتراکی (Covalent Bond) است ؛ پیوندی که باعث اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است ؛ به بیان دیگر اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای کووالانسی می‌توانند مولکول‌های دو یا چندتایی را بسازند ؛ به مثال‌های زیر توجه بفرمائید :

1) $:\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}: \quad \text{یا} \quad :\ddot{O}=\ddot{O}:$



(O_2)

2) $H\cdot + \cdot\ddot{O}: + \cdot H \longrightarrow H:\ddot{O}:H \quad \text{یا} \quad H-\ddot{O}-H$



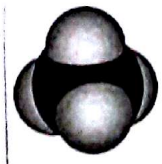
(H_2O)

فرمول مولکولی : به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

به عنوان مثال، فرمول مولکولی هیدروژن کلرید : HCl ؛ آمونیاک : NH_3 و متان : CH_4 می‌باشد.

مدل فضاپرکن برخی مولکول‌ها :

(HCl)


(CH_4)

(NH_3)

Scanned by CamScanner

سؤال) آرایش الکترون - نقطه‌ای را برای هریک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

1) H_2	2) F_2	3) N_2
4) Br_2	5) I_2	6) HCl
7) CH_4	8) NH_3	9) CO_2

آیا می‌دانید:

اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در نقاط بسیار دوری از کیهان ثابت کنند. طیف‌سنجی، دانشی است که کمک شایانی به این پژوهش‌ها کرده است. تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضاهای بین ستاره‌ای شناخته شده است. این مولکول‌ها دو یا چند اتمی هستند. بسیاری از مولکول‌های یافت شده در زمین نیز هست، اما مولکول‌هایی هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارد. مولکول‌های یاد شده، برابر تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شود؛ بنابراین افزون بر مولکول‌ها، گونه‌هایی با بار الکتریکی مثبت نیز در فضاهای بین ستاره‌ای وجود دارد.

یادداشت:

Scanned by CamScanner

۱ـ خورشید روزانه $۱/۰ \times ۱۰^{۲۲}$ ژول انرژی به سوی زمین گسیل می دارد.

آ) در یک سال ، خورشید چند ژول انرژی به سوی زمین گسیل می دارد ؟

ب) اگر انرژی تولید شده در خورشید از رابطهٔ $E=mc^2$ به دست آید ، حساب کنید سالانه چند گرم از جرم خورشید کاسته می شود ؟

ج) آ) $۳۶۵/۲۵ \times ۱۰^{۲۲}$ ژول
ب) $۴/۰۲ \times ۱۰^{۱۰}$ g

۲ـ نسبت جرم اتم A به جرم اتم B برابر ۲/۵ است . اگر جرم اتم B ، ۱/۵ برابر جرم اتم کربن-۱۲ ($^{۱۲}_{۶}C$) باشد ، جرم اتمی A را برحسب amu تعیین کنید.

ج) ۴۵ amu

۳ـ عنصر $X_{۱۸}$ با جرم اتمی میانگین $۳۶/۸ \ g.mol^{-۱}$ ، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن ها ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون و فراوانی ۷۰٪ دارد. شمار نوترون های ایزوتوپ دیگر را با محاسبه به دست آورید (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر 1amu در نظر بگیرید.) (ت خ ۹۰)

ج) ۲۲

۴ـ با توجه به داده های جدول زیر ، جرم مولکولی ترکیب $A_۲X_۳$ ، چند amu است ؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) (ر خ ۹۵)

ایزوتوپ	^{۴۵}A	^{۴۷}A	^{۳۵}X	^{۳۷}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

ج) ۲۰۳/۴ amu

۵ـ حساب کنید $۱/۰ \times ۱۰^{۲۰}$ اتم مس (Cu) ، چند مول و چند گرم است ؟ ($Cu = ۶۳/۵۵ \ g.mol^{-۱}$)

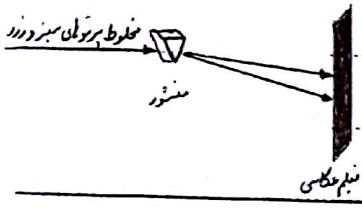
ج) $۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$ mol
$۹/۵۳ \times ۱۰^{-۲}$ g

Scanned by CamScanner

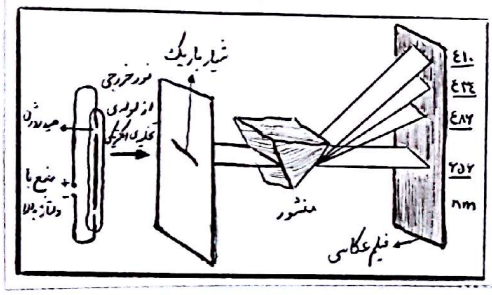
۶ـ گرافیت دگرشکلی از کربن است. در قرن شانزدهم میلادی قطعهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری گرافیت، مردم در آن زمان می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آن که می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده هم‌چنان به سرب مداد معروف است. در ۰٫۳۶ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجود دارد؟ ($C = 12\ g.mol^{-1}$)

ج) ۰٫۰۳ mol ، $1/81 \times 10^{22}$ atom

۷ـ کدام پرتو، به هنگام عبور از منشور، بیشتر منحرف می‌شود؟ (نور سبز یا نور زرد) چرا؟



۸ـ شکل مقابل را در نظر گرفته و به سؤالات زیر پاسخ دهید:



آ) طیف ایجاد شده در فیلم عکاسی جذبی است یا نشری؟ پیوسته است یا گسسته؟

ب) هرگاه، داخل حباب به جای گاز هیدروژن از گاز نئون پُر شود، آیا در طیف ایجاد شده، تفاوتی مشاهده خواهد شد؟ توضیح دهید.

پ) اگر الکترون هیدروژن می‌توانست هر مقدار انرژی را بپذیرد، این طیف چه تغییری می‌کرد؟

۹ـ بررسی نمونه‌ای از یک شهاب سنگ نشان داد که در این شهاب سنگ ایزوتوپ‌های ^{54}Fe ، ^{56}Fe ، ^{57}Fe وجود دارد.

آ) آرایش الکترونی گسترده ^{26}Fe را رسم کنید.

ب) موقعیت آهن (^{26}Fe) را در جدول تناوبی عنصرها مشخص کنید.

پ) آهن (^{26}Fe) به کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی تعلق دارد؟

ت) آیا آرایش الکترون ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟

Scanned by CamScanner

۱۰ـ آخرین الکترون عنصری با این مشخصات ($n=3$ و $l=1$) در یک زیرلایهٔ پر از الکترون قرار می گیرد.

آ) آرایش الکترونی فشرده این عنصر را نوشته و سپس عدد اتمی آن را تعیین کنید.

ب) این عنصر، چگونه می تواند به یک یون پایدار تبدیل شود؟ توضیح دهید.

ج) آ: ۱۳

۱۱ـ عدد جرمی اتمی برابر با ۱۱۲ و تفاوت شمار الکترون ها و نوترون های یون دو بار مثبت آن (X^{2+}) برابر ۱۸ می باشد. با محاسبه عدد اتمی آن را تعیین کرده و سپس آرایش الکترونی فشرده آن را بنویسید.

ج) ۴۸

۱۲ـ عنصری از دستهٔ p ، دارای ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ بوده و در آخرین لایهٔ الکترونی خود، دارای ۴ الکترون است. عدد اتمی این عنصر را تعیین کرده و سپس آرایش الکترونی گسترده آن را بنویسید.

ج) ۳۲

۱۳ـ عنصر M فلز گروه اول از دورهٔ چهارم و عنصر X نافلز گروه هفدهم از دورهٔ ششم است. آرایش الکترونی فشرده این دو عنصر را نوشته و سپس اختلاف عدد اتمی این دو عنصر را به دست آورید.

ج) ۲۷

۱۴ـ آرایش الکترونی گسترده یون های M^{3+} و X^{2-} به ترتیب به $4d^2$ و به $3p^6$ ختم می شوند. آرایش الکترونی فشرده اتم های M و X را نوشته و سپس اختلاف عدد اتمی آن ها را به دست آورید.

ج) ۲۵

Scanned by CamScanner

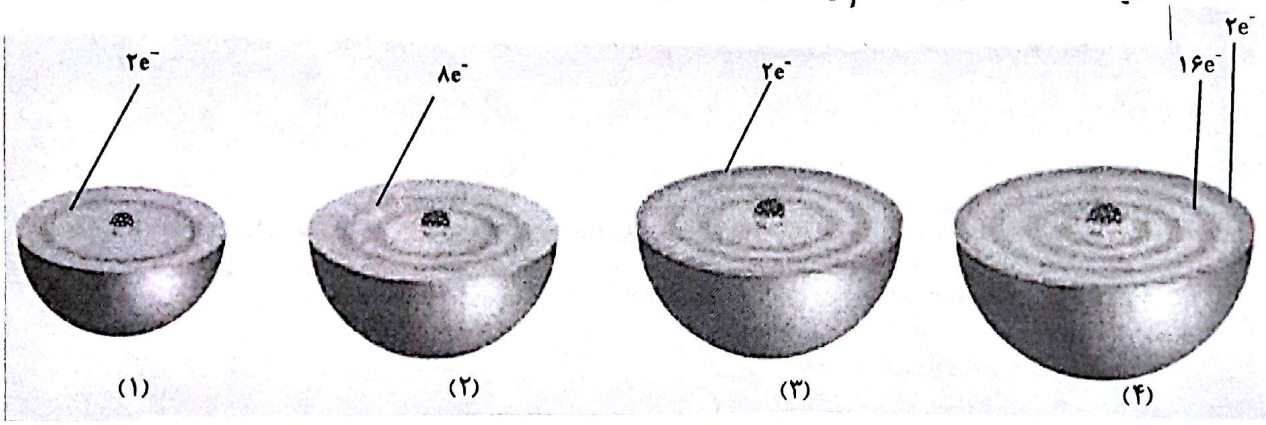
۱۵ - اگر عنصری در دورهٔ تناوبی ششم و گروه هفتم جدول تناوبی جای داشته باشد ، چند الکترون با $n+l=2$ خواهد داشت؟ آن ها را با زیرلایه های مربوطه مشخص کنید.

ج) ۳۹

۱۶ - در لایهٔ الکترونی پنجم تاکنون حداکثر چند الکترون در حالت پایه جای گرفته و در عنصرهای دورهٔ پنجم چند الکترون از آن وارد می شوند؟ با مشخص کردن زیرلایه های مربوطه ، تعداد الکترون ها را به درست آورید.

ج) ۳۲ ، ۵

۱۷ - هریک از شکل های زیر برش از اتم یک عنصر را نشان می دهد ، با توجه به آن :



آ) موقعیت هر عنصر را در جدول تناوبی تعیین کنید.

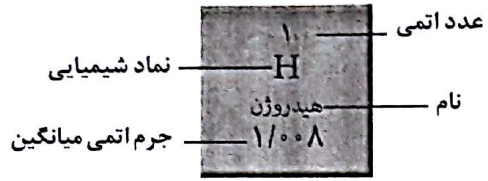
ب) کدام اتم (ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون - نقطه ای (۲) و (۳) را رسم و پیش بینی کنید هریک از این اتم ها در واکنش با فلوئور (۹F) چه رفتاری دارد؟

ت) در اتم (٤) چند زیرلایه به طور کامل از الکترون ها پُر شده است؟ توضیح دهید.

Scanned by CamScanner

جدول دوره‌ای عنصرها



	۱	۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	۱ H هیدروژن ۱/۰۰۸																	۲ He هلیم ۴/۰۰۳
۲	۳ Li لیتیم ۶/۹۴	۴ Be بریلیم ۹/۰۱۲											۵ B بور ۱۰/۸۰	۶ C کربن ۱۲/۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴/۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶/۰۰	۹ F فلوئور ۱۹/۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰/۱۸
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲/۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳ Al آلومینیم ۲۶/۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸/۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰/۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲/۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵/۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹/۹۵
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹/۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰/۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴/۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷/۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰/۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲/۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴/۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵/۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸/۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸/۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳/۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵/۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹/۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲/۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴/۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸/۹۶	۳۵ Br برم ۷۹/۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳/۸۰
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵/۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷/۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸/۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱/۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲/۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵/۹۲	۴۳ Tc تکنسیم	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱/۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲/۹۰	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶/۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷/۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲/۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴/۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸/۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱/۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷/۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶/۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱/۳۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲/۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷/۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸/۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰/۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳/۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶/۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰/۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲/۲۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵/۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷/۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰/۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴/۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷/۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹/۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]	۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلروویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسین [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۲]

۵۷ La لانتان ۱۳۸/۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰/۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰/۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴/۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰/۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲/۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷/۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸/۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲/۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴/۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷/۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸/۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳/۰۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲/۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱/۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸/۰۲	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

Scanned by CamScanner