فصل اول

کیهان، زادگاه الفبای هستی

آسمان و هر آنچه که در آن هست، همواره دریچه‌ای برای دستیابی انسان به رازهای نهفته خلقت و هستی بوده است. از این رو بشر از دیرباز چشم به آسمان دوخته است و در هر دوره‌ای بر اساس ابزار تجربی خود و با بهره‌گیری از محاسبات، توانسته است فرضیه‌هایی ارائه دهد.

زمانی با قوانین فیزیک نیوتنی، انقلابی شگرف در دانسته‌ها و باورهای بشر ایجاد شد و درک و شناخت انسان از محیط پیرامونش افزایش یافت اما امروزه با گسترش علوم پایه (ریاضی- فیزیک- شیمی) پرسش‌های بشر به مرحله‌ای جدید وارد شده است. به راستی پیدایش جهان چگونه بوده است؟ قوانین حاکم بر دنیای ماکروسکوپی و میکروسکوپی چیست؟تئوری‌های انفجار بزرگ (بیگ بنگ) و نسبیت اینشتین چه پاسخی برای این پرسش‌ها ارائه می‌کند؟ فیزیک کوانتوم چه دیدگاهی در این زمینه دارد؟ و شاید صدها پرسش بنیادی دیگر که هنوز پاسخ آن‌ها آشکار نشده است اما انسان با اراده‌ای قوی در تکاپوی است تا رازهای خلقت را درک کند.

انسان با رفتن به فضا درباره هستی و منشاء آن به اطلاعات بی‌نظیری دست‌یافته است. دو فضاپیمای وویجر ۱و۲ در سال ۱۹۷۷ برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی به فضا پرتاب شدند.

این دو فضاپیما مأموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، از ساختار شیمیایی و فیزیکی آنها داده‌هایی که شامل نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آنها باشد را به زمین ارسال کنند.

- کاوشگرهای وویجر از نوعی باتری هسته‌ای و با بهره‌گیری از پلوتونیم ۲۳۸ انرژی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند.

- فضای بین ستاره‌ای خلاء محسوب می‌شود از این رو سفینه‌هایی مثل وویجر ۱ و ۲ که با سرعت مناسب و کافی برای فرار از گرانش زمین به وسیله موشک پرتاب شده‌اند اگر به دام گرانش اجرام آسمانی دیگری نیفتند، بدون موتور پیشران به مسیر خود در فضا ادامه می‌دهند. چون در فضای بین ستاره‌ای ماده‌ای وجود ندارد که نیاز به موتور پیشران باشد.

عنصرها چگونه به وجود آمدند؟

عنصر ماده‌ای است که تنها از یک نوع اتم تشکیل شده است. تا کنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶عنصر باقی‌مانده، عناصر مصنوعی هستندکه در آزمایشگاه ساخته شده‌اند. این سؤال که زمین و سایر سیارات و ستاره‌ها از چه تشکیل شده‌اند، از دیرباز ذهن بشر را مشغول کرده است و از گذشته به یاد دارید که برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی از جنس گاز و برخی از جنس سنگ هستند. داده‌های جدول زیرمربوط به مقایسه فراوانی عنصرهای سازنده دو سیاره زمین و مشتری است.

عناصر سازنده مشتری	عناصر سازنده زمین
H	Fe (بیشترین فراوانی)
He	O
C	Si
O	Mg
N	Ni
S	S
Ar	Ca
Ne	Al
.	. (کمترین فراوانی)
.	.

بر اساس تئوری big bang (مهبانگ) برخی دانشمندان معتقدند که در شروع خلقت، هیچ ذره‌ای حتی ذرات زیر اتمی وجود نداشته و تنها انرژی بوده است. با شروع انفجار بزرگ جهان ما آغاز شد و پس از آن بر طبق معادله اینشتین یا همان $E = mc^2$ در سرعت‌های بسیار بالا و برابر سرعت نور، انرژی به جرم تبدیل شده است و اولین ذرات زیراتمی به وجود آمدند. (در این معادله E انرژی، m جرم و c سرعت نور است.)

پس از آن، هسته اتم‌های سبک H و He به وجود آمدند که به دلیل دمای بسیار بالا بلافاصله از هم می‌پاشیدند، اما ۳۰۰/۰۰۰ سال پس از آغاز جهان، دما تا حدی پایین آمده بود که اتم‌های هیدروژن بلافاصله پس از تولید از هم نپاشند و اتم پایدار تشکیل شود.گازهای هیدروژن و هلیم در اثر متراکم شدن به مجموعه‌ای گازی به نام سحابی و در ادامه، سحابی‌ها نیز به کهکشان‌ها و ستاره‌ها تبدیل شده‌اند.

هر ستاره عمری دارد ولی سرانجام خاموش می‌شود و می‌میرد. مرگ ستاره مرگ آرامی نیست و با یک انفجار بزرگ هسته‌ای همراه است و تمام عناصر تشکیل دهنده آن در فضا پراکنده می‌شود. هرچه دما بالاتر باشد عنصرهای سنگین‌تری مانند آهن در ستاره تشکیل می‌شود و مرگ ستاره سبب پراکنده شد. این عناصر در جهان هستی می‌شود.

لازم به ذکر است که هرچه ستاره‌ای سنگین‌تر باشد سریع‌تر تکامل می‌یابد و البته زودتر هم می‌میرد. برای نمونه ستارگانی که جرم آن‌ها بین ۱۰ تا ۲۰ برابر جرم خورشید است زودتر از خورشید از بین می‌روند.

- ماده
  - خالص
    - عنصر (اکسیژن،آهن)
    - ترکیب (آب، نمک)
  - (مخلوط)ناخالص
    - همگن (محلول آب و نمک)
    - ناهمگن (شن و ماسه)

- ناهید، تیر، زمین و بهرام، سیارات سنگی و مشتری، کیوان، اورانوس و نپتون سیارات گازی هستند.

- تئوری big bang
توسط Georges Lemaiter کیهان شناس و سیاره شناس (۱۹۶۶- ۱۸۹۴) مطرح شده است.

واکنش تبدیل هیدروژن به هلیم نوعی واکنش هسته‌ای است که دمای حاصل از آن به بیش از میلیون‌ها درجه سانتی‌گراد می‌رسد. برای نمونه دمای مرکز خورشید به حدود $۱۰^{۷}$ درجه سانتی‌گراد و دمای سطح آن به حدود $۶۰۰۰^{\circ}C$ می‌رسد. مرگ خورشید زمانی فرا می‌رسد که تمام هیدروژن به هلیم تبدیل شده باشد و دما تا بیش از ۱۰۰ میلیون درجه سانتی‌گراد بالا رود.

در خورشید در هر ثانیه به ازای تبدیل هیدروژن‌ها به هلیم‌ها ۵ میلیون تن از جرم آن کاسته می‌شود که بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که خورشید تا ۵ میلیارد سال دیگر می‌تواند نور افشانی کند.

مثال۱: با توجه به داده‌های جدول صفحه قبل واژه درست را انتخاب کنید. (مرتبط با خود را بیازمایید صفحه‌ی ۳ کتاب درسی)

آ) سیاره مشتری از جنس $\frac{\text{سنگ}}{\text{گاز}}$ و زمین از جنس $\frac{\text{سنگ}}{\text{گاز}}$ می‌باشد.

ب) در زمین فراوانترین عنصر سازنده $\frac{\text{آهن (Fe)}}{\text{آلومینیم (Al)}}$ است.

پ) در سیاره مشتری $\frac{\text{هیدروژن (H)}}{\text{نئون (Ne)}}$ دارای بیشترین فراوانی است.

ت) عنصر $\frac{\text{گوگرد}}{\text{سدیم}}$ با نماد $\frac{\text{Na}}{\text{S}}$ در هر دو سیاره وجود دارد.

☑**پاسخ:** آ) گاز- سنگ ب) آهن- آلومینیم پ) هیدروژن- نئون ت) گوگرد- S

مثال۲: عنصر ماده‌ای است که تنها از یک ..... تشکیل شده است. (مرتبط با متن صفحه‌ی ۲ کتاب درسی)

۱) اتم ۲) نوع اتم ۳) مولکول ۴) نوع مولکول

☑**پاسخ:** گزینه ۲ پاسخ درست است.

مثال۳: تا کنون ..... عنصر شناخته شده، که از میان آن‌ها ..... عنصر طبیعی است. (اعداد را از راست به چپ بخوانید)

(مرتبط با متن صفحه‌ی ۷ کتاب درسی)

۱) ۱۲۰ – ۹۸ ۲) ۱۱۸ – ۹۲ ۳) ۱۲۰ – ۹۲ ۴) ۱۱۸ – ۹۸

☑**پاسخ:** گزینه ۲ پاسخ درست است.

مثال۴: ..... عنصر در طبیعت وجود دارد و ..... عنصر در آزمایشگاه ساخته شده است. (اعداد را از راست به چپ بخوانید)

(مرتبط با متن صفحه‌ی ۷ کتاب درسی)

۱) ۱۱۸ – ۹۲ ۲) ۱۱۸–۲۶ ۳) ۹۲–۱۶ ۴) ۹۲–۲۶

☑**پاسخ:** گزینه ۴ درست است.

مثال۵: هرچه اندازه‌ی ستاره‌ای ..... باشد و دمای آن ..... باشد، شرایط برای تشکیل عناصر سنگین‌تر فراهم می‌شود.

(مکمل و مرتبط با متن صفحه‌ی ۴ کتاب درسی)

۱) بزرگتر – کمتر ۲) کوچکتر – کمتر ۳) بزرگتر – بیشتر ۴) کوچکتر – بیشتر

☑**پاسخ:** گزینه ۴ درست است.

پیوند با ریاضی:

همان‌طور که متوجه شدید در واکنش‌های هسته‌ای جرم به انرژی تبدیل می‌شود، و رابطه $E = mc^2$ توسط اینشتین برای محاسبه این انرژی معرفی شد. در این رابطه m جرم ماده بر حسب kg، c سرعت نور بر حسب $\frac{m}{s}$ و E انرژی آزاد شده بر حسب ژول (J) است.

از این رابطه می‌توان برای حل مسائل هم‌جوشی هسته‌ای نیز استفاده کرد.

تذکر: $1J = 1kg.m^2.s^{-2}$

مثال۶: **تجربه نشان داده است که در هم‌جوشی نوترون با پروتون ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود.** (مرتبط با پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۵ درسی)

آ) در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟

پاسخ:

تذکر: با توجه به اینکه در فرمول $E = mc^2$، m برحسب kg است پس باید گرم به کیلوگرم تبدیل شود.

$$E = mc^2 = 2/4\times10^{-6}\times(3\times10^8)^2 \Rightarrow E = 21/6\times10^{10}J$$

$$\Rightarrow E = 21/6\times10^{10}\times10^{-3} = 21/6\times10^7 kJ$$

- kilo پیشوندی به معنی 10^3 است؛ بنابراین:

$$1kg = 10^3 g$$
$$1kJ = 10^3 J$$

ب) این مقدار انرژی چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی لازم است)

پاسخ:

$$\frac{1g}{xg} = \frac{247J}{21/6\times10^{10}} \Rightarrow x = 8/75\times10^9 g \quad \text{آهن}$$

پ) این مقدار انرژی چند تن آهن را ذوب می‌کند؟

$$\frac{1 \text{ تن}}{x} = \frac{10^6 g}{8/75\times10^8 g} \Rightarrow 8/75\times10^8\times10^{-6} = 875 \text{ تن آهن}$$

مثال۷: **هرگاه بدانید در هر ثانیه در سطح خورشید ۷۰۰ میلیون تن هیدروژن به ۶۹۵ میلیون تن هلیم تبدیل می‌شود، انرژی تولید شده در خورشید را در هر ثانیه بر حسب kJ محاسبه کنید.**

(مرتبط با پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۵ کتاب درسی)

پاسخ: *برای محاسبه تبدیل ماده به انرژی باید از رابطه $E = mc^2$ استفاده کرد، در اینجا ابتدا باید ببینیم چه مقدار ماده به انرژی تبدیل شده است.*

تن ماده به انرژی تبدیل می‌شود. $700\times10^6 - 695\times10^6 = 5\times10^6$

هر تن برابر 10^3 کیلوگرم است. پس:

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

$$45\times10^{25}\times10^{-3} = 45\times10^{22}kJ$$

- مارتین ریز (Martin Rees) ستاره‌شناس انگلیسی می‌گوید: «به معنای واقعی کلمه ما خاکستر ستارگانی هستیم که مدتهای مدیدی از مرگ آنها می‌گذرد.»

آیا همه اتم های یک عنصر پایدارند؟

- اتم: کوچکترین جزء سازنده‌ی ماده و خنثی است زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در آن با هم برابر است.

- **عدد اتمی** (Z): عدد اتمی را با Z نمایش می‌دهند و نشان دهنده تعداد پروتون در اتم است. البته در اتم، عدد Z تعداد الکترون‌ها را نیز نشان می‌دهد. $(Z = p = e^-)$ عدد اتمی در اتم و یون تغییر نمی‌کند.

- **عدد جرمی (A):** بیانگر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم است. $(A = Z + n)$ عدد جرمی در اتم و یون تغییر نمی‌کند.

نماد همگانی: هرگاه اتم x نماینده عنصر باشد، در اینصورت $^{A}_{Z}x$ نماد همگانی آن را نشان می‌دهد. برای نمونه در اتم $^{۲۳}_{۱۱}Na$ داریم:

$$\left.\begin{matrix} Z = e = ۱۱ \\ Z + n = ۲۳ \end{matrix}\right\} \Rightarrow n = ۱۲$$

یون: ذره باردار یون نام دارد. (یون مثبت با از دست دادن الکترون به دست می‌آید و کاتیون نام دارد.)

$$x \rightarrow x^+ + e^-$$

یون منفی با گرفتن الکترون به دست می‌آید و آنیون نام دارد.

$$x + e^- \rightarrow x^-$$

ایزوتوپ: در لغت به معنی هم مکان است. دلیل انتخاب این واژه این است که ایزوتوپ‌ها اتم‌های یک عنصرند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند و یا به عبارتی تعداد پروتون برابر ولی نوترون متفاوتی دارند،از این رو در یک خانه از جدول تناوبی قرار می‌گیرند.

ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند زیرا خواص شیمیایی اتم‌ها به تعداد پروتون‌ها یا عدد اتمی وابسته است ولی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی در آنها متفاوت است.

نکته ۱: سه ایزوتوپ عنصر هیدروژن با نمادهای $^{۱}_{۱}H$ (پروتیم)، $^{۲}_{۱}D$ (دوتریم) و $^{۳}_{۱}T$ (تریتیم) نشان داده می‌شوند.

نکته ۲: ایزوتوپ $^{۱}_{۱}H$ تنها اتمی است که در هسته نوترون ندارد.

نکته ۳: در هر نمونه‌ای از یک عنصر فراوانی ایزوتوپ‌ها لزوماً یکسان نیست و مقدار آن‌ها متفاوت است.

▼ **مثال ۸:** تعداد الکترون،پروتون و نوترون را در $^{۷}_{۳}Li$ مشخص کنید.

(مرتبط با خود را بیازمایید صفحه‌ی ۵ کتاب درسی)

☑ **پاسخ:**

$$^{۷}_{۳}Li \Rightarrow Z = p = ۳, p = e = ۳$$

$$A = Z + n \Rightarrow ۷ = ۳ + n \Rightarrow n = ۴$$

مثال۹: **تفاوت‌های ایزوتوپ‌های منیزیم را مشخص کنید.** (مکمل و مرتبط با متن صفحه‌ی ۵ کتاب درسی)

پاسخ:

۱- عدد جرمی اتم‌های منیزیم متفاوت است. ^{۲۴}Mg , ^{۲۵}Mg , ^{۲۶}Mg

۲- تعداد نوترون آن‌ها متفاوت است.

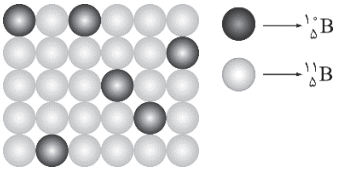
$$^{۲۴}_{۱۲}Mg : n = A - Z = ۲۴ - ۱۲ = ۱۲$$

$$^{۲۵}_{۱۲}Mg : n = A - Z = ۲۵ - ۱۲ = ۱۳$$

$$^{۲۶}_{۱۲}Mg : n = A - Z = ۲۶ - ۱۲ = ۱۴$$

۳- فراوانی آنها نیز با هم متفاوت است و $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ بیشترین فراوانی را دارد.

مثال۱۰: **شکل روبرو اتم‌های بور را در طبیعت نشان می‌دهد، فراوانی هر ایزوتوپ را مشخص کنید.** (مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)



پاسخ: ابتدا تعداد کل اتم‌ها را بدست می‌آوریم:

تعداد کل اتم‌ها = ۳۰

سپس فراوانی را حساب می‌کنیم:

فراوانی $^{۱۰}_{۵}B$ $= \frac{۶}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$

فراوانی $^{۱۱}_{۵}B$ $= \frac{۲۴}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۸۰\%$

مثال۱۱: **اگر از هر ۵۰۰ اتم کلر در طبیعت ۳۷۹ اتم آن به شکل $^{۳۵}_{۱۷}Cl$ باشد، و باقی آن را $^{۳۷}_{۱۷}Cl$ تشکیل دهد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

(مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)

آ) درصد فراوانی هر یک را به دست آورید.

پاسخ:

$$F_۱ = \frac{۳۷۹}{۵۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow F_۱ = ۷۵/۸\%$$

$$F_۲ = \frac{۱۲۱}{۵۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow F_۲ = ۲۴/۲\%$$

ب) تفاوت تعداد نوترونهای این دو ایزوتوپ چقدر است؟

پاسخ:

روش اول:

$$^{۳۵}_{۱۷}Cl \begin{cases} Z = ۱۷ \\ A = Z + n \Rightarrow n = ۳۵ - ۱۷ = ۱۸ \end{cases}$$

$$^{۳۷}_{۱۷}Cl \begin{cases} Z = ۱۷ \\ A = Z + n \Rightarrow n = ۳۷ - ۱۷ = ۲۰ \end{cases}$$

پس تفاوت تعداد نوترون‌های این دو ایزوتوپ برابر $۲ = (۱۸ - ۲۰)$ است.

روش دوم: با توجه به اینکه ایزوتوپ‌ها عدد اتمی یکسان دارند بنابراین تعداد پروتون‌های آنها یکسان است و برای اختلاف تعداد نوترون‌ها کافی است عددهای جرمی را از هم کم کنیم. $۲ = ۳۵ - ۳۷$

▼ مثال۱۲: در مورد $_{2}^{3}He$ و $_{2}^{4}He$ کدام مطلب درست است؟ (مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)

۱)این دو ایزوتوپ بوده و $_{2}^{4}He$ یک پروتون بیشتر از $_{2}^{3}He$ دارد.

۲)این دو ایزوتوپ بوده و $_{2}^{4}He$ یک نوترون بیشتر از $_{2}^{3}He$ دارد.

۳)این دو اتم ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی کاملاً مشابه دارند.

۴) $_{2}^{4}He$ از هم‌جوشی دوتریم و هیدروژن بوجود می‌آید.

☑**پاسخ:** *گزینه ۲ پاسخ درست است.*

بررسی سایر گزینه‌ها: ایزوتوپ‌ها عدد اتمی یکسانی دارند. (نادرستی گزینه ۱)

ایزوتوپ‌ها خواص فیزیکی متفاوتی دارند. (نادرستی گزینه ۳)

$_{2}^{4}He$ از هم‌جوشی تریتیم و هیدروژن به‌وجود می‌آید. (نادرستی گزینه ۴)

▼ مثال۱۳: با توجه به جدول زیر که مربوط به ایزوتوپ‌های یک عنصر (X) است به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

(مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)

اتم	$_{1}^{1}X$	$_{1}^{2}X$	$_{1}^{3}X$	$_{1}^{4}X$	$_{1}^{5}X$	$_{1}^{6}X$	$_{1}^{7}X$
نیم عمر	پایدار	پایدار	سال ۱۲/۳۲	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}s$	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}s$
جرم (واحد جرم اتمی)	۱/۰۰۷۸	۲/۰۱۴۱	۳/۰۱۶۰	۴/۰۲۷۸	۵/۰۳۵۳	۶/۰۴۴۹	۷/۰۵۲۸
فراوانی طبیعی (درصد)	۹۸/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۵	ناچیز	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

آ) چه شباهتها و چه تفاوتهایی میان آن‌ها وجود دارد؟

☑**پاسخ:** *شباهت‌ها:۱- تعداد پروتون آنها برابر است. ۲- تعداد الکترون آنها برابر است. ۳- عدد اتمی یکسانی دارند.*

تفاوت‌ها: ۱- تعداد نوترون‌های آنها متفاوت است. ۲- عدد جرمی متفاوتی دارند. ۳- جرم اتمی آنها متفاوت است.

۴- نیم عمر آنها متفاوت است.(پایداری متفاوتی دارند) ۵- بعضی از آنها در طبیعت یافت می‌شوند و بعضی ساختگی هستند.

ب) یک نمونه‌ی طبیعی از هر عنصر، مخلوطی از ایزوتوپ‌های مختلف آن است، چنین نمونه‌ای از عنصر X مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

☑**پاسخ:** *مخلوطی از سه ایزوتوپ $_{1}^{1}X$ و $_{1}^{2}X$ و $_{1}^{3}X$ می‌باشد.زیرا باقی ایزوتوپ‌ها ساختگی هستند و در طبیعت وجود ندارند.*

پ) نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد تا چه اندازه پایدار است.کدام ایزوتوپ عنصر X از همه ناپایدارتر است؟

☑**پاسخ:** *$_{1}^{7}X$ از همه ناپایدارتر است زیرا نیم عمر آن $۲/۳\times۱۰^{-۲۳}s$ از همه کوچکتر است.*

ت) هسته‌های ایزوتوپ‌های ناپایدار ماندگار نیستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند (پرتوزا هستند)، این ایزوتوپ‌ها علاوه بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ عنصر X پرتوزا باشند؟

☑**پاسخ:** *۵ ایزوتوپ، $_{1}^{3}X$ ، $_{1}^{4}X$ ، $_{1}^{5}X$ ، $_{1}^{6}X$ ، $_{1}^{7}X$ ناپایدارند، بنابراین پرتوزا هستند.*

نکته: به طور کلی می‌توان گفت که اگر $\frac{\text{تعداد } n}{\text{تعداد } p} \geq ۱/۵$ باشد، هسته اتم ناپایدار و پرتوزا هست.

مثال۱۴: برخی از ایزوتوپ‌های (نئون) $_{10}Ne$ در جدول زیر مطرح شده است. با توجه به جدول پاسخ دهید.

(نتیجه‌گیری از با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)

اتم	$^{18}_{10}Ne$	$^{20}_{10}Ne$	$^{21}_{10}Ne$	$^{22}_{10}Ne$	$^{23}_{10}Ne$	$^{24}_{10}Ne$
نیم عمر	ثانیه ۱/۶۷۲	پایدار	پایدار	پایدار	ثانیه ۳۷/۲۴	دقیقه ۳/۳۸
جرم (واحد جرم اتمی)	۱۸/۰۰۵	۱۹/۹۹	۲۰/۹۹	۲۱/۹۹	۲۲/۹۹	۲۳/۹۹
درصد فراوانی	ناچیز	۹۰/۴۸	۰/۲۷	۹/۲۵	ناچیز	ناچیز

آ) کدام ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند؟

پاسخ: ^{18}Ne و ^{23}Ne و ^{24}Ne پرتوزا هستند، زیرا پایدار نبوده و دارای نیم عمر ناچیزی هستند.

ب) از بین ایزوتوپهای پرتوزا کدامیک ناپایدارتر است؟

پاسخ: ^{23}Ne، زیرا نیم عمر کمتری دارد و واپاشی آن سریعتر است.

پ) از بین ایزوتوپ‌های پرتوزا کدامیک پایداری بیشتری دارد؟

پاسخ: ^{24}Ne، زیرا نیم عمر بیشتری داشته و واپاشی آن کندتر است.

ت) با توجه به درصدهای فراوانی ^{20}Ne و ^{21}Ne و ^{22}Ne بگویید هر گاه یک نمونه از گاز نئون داشته باشیم، از هر ۱۰۰۰۰ اتم نئون در این نمونه، چند اتم ^{20}Ne و ^{21}Ne و ^{22}Ne هست؟

پاسخ:

$$\text{درصد فراوانی} = \frac{\text{تعداد اتم‌ها}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 \Rightarrow \text{تعداد اتم‌ها} = \frac{\text{تعداد کل اتم‌ها} \times \text{درصد فراوانی}}{100}$$

$$\text{تعداد اتم } ^{20}Ne = \frac{90/48 \times 10000}{100} = 9048$$

$$\text{تعداد اتم } ^{21}Ne = \frac{0/27 \times 10000}{100} = 27$$

$$\text{تعداد اتم } ^{22}Ne = \frac{9/25 \times 10000}{100} = 925$$

مثال۱۵: در مورد $^{7}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li^{+}$ کدام گزینه درست است؟

(نتیجه‌گیری از با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۶ کتاب درسی)

۱) تعداد الکترون‌ها در هر دو ذره برابر است.

۲) این دو با یکدیگر ایزوتوپ هستند.

۳) هر دو ذره در میدان الکتریکی منحرف می‌شوند.

۴) در $^{7}_{3}Li^{+}$، ۲ الکترون و در $^{7}_{3}Li$، ۳ الکترون وجود دارد.

پاسخ: تعداد الکترون‌ها در این دو ذره متفاوت است (نادرستی گزینه ۱)

این دو ذره با یکدیگر ایزوتوپ نیستند. ایزوتوپ‌ها بارالکتریکی ندارند و از سویی عدد جرمی متفاوتی دارند. (نادرستی گزینه ۲)

تنها ذره‌های باردار در میدان الکتریکی منحرف می‌شوند. (نادرستی گزینه ۳)

گزینه ۴ درست است.

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

عنصرها خواص متفاوتی دارند که این خواص کاربرد آنها را تعیین می‌کند، به عنوان مثال انواع زیورآلات نقره‌ای و یا طلایی وجود دارد زیرا این دو فلز واکنش‌پذیری کمی دارند و اکسید نمی‌شوند.

ایزوتوپ کربن ۱۴ (^{14}C) خاصیت پرتوزایی دارد. با این ویژگی می‌توان سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها را تخمین زد. به عنوان مثال تصور بر این بوده که فرش بافی ازکشور مصر آغاز شده است اما با پیدا شدن فرش پازیریک در کوه‌های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از ^{14}C مشخص شد که این فرش ۲۵۰۰ سال قدمت دارد و مربوط به ایران است.

عنصرهایی که خواص و کاربردهای جدیدی داشته باشند می‌توانند برخی از مشکلات بشری را حل کنند.از این رو شیمیدان‌ها رادیوایزوتوپ‌های خاص یک عنصر را در **واکنشگاه (راکتور)** هسته‌ای می‌سازند.

واکنش‌های هسته‌ای بر دو نوع هستند:

۱- واکنش‌هایی که در آنها هسته‌ها شکافته می‌شوند. (شکافت هسته‌ای)

۲- واکنش‌هایی که در آنها هسته‌ها با هم جوش می‌خورند. (هم‌جوشی هسته‌ای)

به طور کلی در واکنش‌های هسته‌ای انرژی فوق‌العاده زیادی آزاد می‌شود.

۲۶ عنصر جدول که در طبیعت یافت نمی‌شود، توسط دانشمندان و با بهره‌گیری ازواکنش-های هسته‌ای ساخته شده‌اند.

تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری است که در راکتور هسته‌ای ساخته شده و درتصویربرداری پزشکی اهمیت فوق العاده‌ای دارد.

تیرویید محل جذب یون یدید در بدن می‌باشد و از آنجا که یون یدید با یونی که دارای تکنسیم است، اندازه مشابهی دارند و غده تیرویید هنگام جذب یدید این یون را هم جذب می‌کند، از تکنسیم در تصویربرداری غده تیرویید استفاده می‌شود.

هنگامی که مقدار این یون در غده تیرویید افزایش پیدا می‌کند، می‌توان تصویربرداری را انجام داد. همه تکنسیم موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود. ساخت این عنصر دشوار نیست و قیمت چندانی ندارد و دسترسی به آن آسان است. اما نمی‌توانیم مقدار زیادی تکنسیم را بسازیم و نگهداری کنیم، بلکه باید هرجا که به آن نیاز هست، با یک مولد هسته‌ای تولید و بعد مصرف شود.

- تِکنِسیُم ($^{99}_{43}Tc$) از واژه یونانی تکنتوسی به معنی مصنوعی گرفته شده و نخستین عنصر مصنوعی و ساخت بشر است. (۱۹۳۷)
- ماده پرتوزا ماده‌ای است که هسته ناپایدار داشته و دچار واپاشی هسته می‌شود.
- پایدارترین ایزوتوپهای تکنسیم عبارتند از ^{97}Tc ، ^{98}Tc ، ^{99}Tc
- نیم عمر: مدت زمانی است که طی آن نیمی از ماده اولیه پرتوزا تجزیه می‌شود. ۵۷۳۰ سال طول می‌کشد تا نیمی از ۱ گرم ^{14}C تجزیه شود و نیم گرم از آن باقی بماند.
- ^{99}Tc با نیم عمر ۶/۰۱ ساعت به دلیل نیم عمر کوتاه و پرتو گاما که ساطع می‌کند در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

▼ مثال۱۶: برای تکمیل هر جمله واژه مناسب را انتخاب کنید. (مرتبط با متن صفحه‌ی ۷ کتاب درسی)

آ) طلا واکنش‌پذیری $\frac{\text{کم}}{\text{زیاد}}$ و رسانایی الکتریکی و گرمایی $\frac{\text{کم}}{\text{زیاد}}$ دارد و در دماهای بالا و پایین رسانایی الکتریکی خود را حفظ $\frac{\text{می‌کند}}{\text{نمی‌کند}}$.

☑پاسخ: کم- زیاد- می‌کند.

ب) ایزوتوپ $\frac{^{14}C}{^{12}C}$ خاصیت پرتوزایی دارد و برای تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه کاربرد دارد.

☑پاسخ: ^{14}C

پ) $\frac{\text{تکنسیم}}{\text{اورانیوم}}$ نخستین عنصری است که در راکتور هسته‌ای ساخته شده است.

☑پاسخ: تکنسیم

ت) از آنجا که یون یدید با یونی که دارای تکنسیم است، اندازه $\frac{\text{مشابهی}}{\text{متفاوتی}}$ دارند، غده $\frac{\text{تیروئید}}{\text{هیپوفیز}}$، هنگام جذب یون یدید، این یون را هم جذب می‌کند.

☑پاسخ: مشابهی- تیروئید

ما می‌توانیم:

ایزوتوپ‌های پرتوزا بسیار خطرناک هستند، اما بشر موفق به مهار و بهره گیری از آنها شده است.

کاربرد ایزوتوپهای پرتوزا: از مواد پرتوزا می‌توان به عنوان رادیودارو در پزشکی، به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی و تعیین سن اشیاء قدیمی و ... استفاده کرد.

اورانیوم مشهورترین فلز پرتوزا هست که فقط ایزوتوپ ^{235}U آن به عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

فراوانی ^{235}U در نمونه‌های طبیعی کمتر از ۰/۷% است که افزایش فراوانی آن در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر را غنی‌سازی می‌نامند.

با شکافت هسته ایزوتوپ ^{235}U در نیروگاه‌های اتمی، حرارت ایجاد شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.

ورود یک نوترون (n) به هسته این اتم، سبب شکافت هسته‌ای آن می‌شود و به ازای هر اتم شکافته شده ۲۰۰Mev انرژی تولید می‌شود و واکنش زنجیره‌ای ادامه پیدا می‌کند.

دانشمندان ایرانی توانسته‌اند با فرایند غنی‌سازی میزان ایزوتوپ ^{235}U را از ۰/۷% به ۲۰% برسانند.

چالش‌های صنایع هسته‌ای: پسماندهای راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند و دفع آنها از چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌روند. یکی دیگر از مهمترین چالش‌های این صنایع این است که اگر به هر دلیلی واکنش‌های هسته‌ای از کنترل خارج شوند، منجر به فاجعه می‌شوند که می‌توان به فاجعه فوکوشیما اشاره کرد.

- در فرایند غنی‌سازی پس از حل کردن سنگ معدن اورانیوم در اسید (HF) و تخلیص فلز، اورانیوم را به صورت ترکیب با اتم ^{9}F به مولکول UF_6 و به حالت گازی تبدیل می‌کنند و سپس با استفاده از دستگاه سانتریفوژ ^{235}U و ^{238}U را از یکدیگر جدا می‌کنند.

▼ مثال۱۷: کدامیک از کاربردهای ایزوتوپ‌های پرتوزا نیست؟

(مرتبط با متن صفحه‌های ۶ و ۷ و ۸ و ۹ کتاب درسی)

۱) استفاده به عنوان رادیودارو در پزشکی
۲) استفاده در توان درمانی و در فیزیوتراپی
۳) استفاده در سلاح‌های نظامی
۴) تعیین قدمت اشیاء

☑پاسخ: گزینه ۲ درست است.

▼ **مثال۱۸:** دانشـمندان کشـورمان توانسته‌اند میزان ^{۲۳۵}U را از ..... درصد به ..... درصد برسانند، که به این فرایند غنی‌سازی می‌گویند. (مرتبط با متن صفحه‌ی ۸ کتاب درسی)

۱) ۱۰–۵۰

۲) ۱۰–۲۰

۳) ۰/۷–۲۰

۴) ۲۰–۵۰

☑**پاسخ:** *گزینه ۳ درست است.*

▼ **مثال۱۹:** برای تکمیل هر جمله واژه مناسب را انتخاب کنید. (مرتبط با متن صفحه‌ی ۸ کتاب درسی)

آ) فرایند $\frac{\text{خالص سازی}}{\text{غنی سازی}}$ کـه در طی آن مقـدار ^{۲۳۵}U افزایش می‌یابد، یکی از مراحل مهم چرخه تولید $\frac{\text{سوخت هسته‌ای}}{\text{رادیودارو}}$ است.

☑**پاسخ:** *غنی‌سازی- سوخت هسته‌ای*

ب) در نیروگاههای اتمی حرارت تولید شده از شکاف هسته ^{۲۳۵}U به $\frac{\text{انرژی مکانیکی}}{\text{انرژی الکتریکی}}$ تبدیل می‌شود.

☑**پاسخ:** *انرژی الکتریکی*

پ) پسماندهای راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی $\frac{\text{ندارند}}{\text{دارند}}$ و خطرناک $\frac{\text{هستند}}{\text{نیستند}}$.

☑**پاسخ:** *دارند- هستند*

ت) اورانیوم یک عنصر $\frac{\text{طبیعی}}{\text{مصنوعی}}$ و $\frac{\text{پرتوزا}}{\text{پایدار}}$ می‌باشد.

☑**پاسخ:** *طبیعی- پرتوزا*

▼ **مثال۲۰:** توضیح دهید آیا برای در امان ماندن از خطر پسماندهای راکتورهای اتمی می‌توان آنها را در اعماق دریا دفن کرد؟ (نتیجه‌گیری از متن صفحه‌ی ۸ کتاب درسی)

☑**پاسخ:** *خیر زیرا در صورت هرگونه مشکلی که سبب نشت پرتوها به محیط شود، می‌تواند سبب آلودگی محیط زیست دریا گردد.*

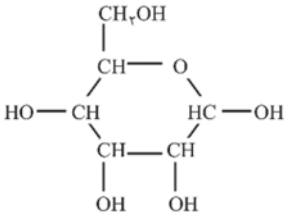
- شمارنده گایگر، وسیله‌ای است که میزان پرتو دریافتی را مشخص می‌کند و از آن برای سنجش میزان پرتو دریافتی افرادی که در معرض مواد پرتوزا هستند استفاده می‌کنند.

باهم بیندیشیم:

توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. رادیوداروها می‌توانند در تشخیص و درمان بیماری‌ها کاربرد داشته باشند. از این رو می‌توان با استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها توده سرطانی را تشخیص داد.

در تشخیص نوعی سرطان ابتدا گلوکز نشان‌دار شده (دارای اتم پرتوزا) به بیمار تزریق می‌شود و با توجه به این‌که گلوکز نشان‌دار شده به تومور می‌رسد، می‌توان با مطالعه پرتوهای نشر شده از اتم پرتوزا مطالعات مربوط به تومور را انجام داد.

- داروهایی که دارای اتم‌های پرتوزا بوده و به مریض خورانده و یا تزریق می‌شوند رادیو دارو نامیده می‌شوند.
- گلوکز با فرمول $C_6H_{12}O_6$ دارای ساختار زیر می‌باشد که زمانی که به عنوان رادیودارو به کار می‌رود یک گروه هیدروکسیل (OH) با ایزوتوپ پرتوزای ^{18}F جایگزین می‌شود.



مثال۲۱: **با توجه به جدول زیر بگویید چرا نمی‌توان در مولکول گلوکز با فرمول $C_6H_{12}O_6$ زمانی که به عنوان یک رادیودارو به کار می‌رود، یکی از اتم‌های C یا H و یا O را نشاندار کرد؟**

(نتیجه‌گیری از با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۹ کتاب درسی)

ایزوتوپ	نیمه عمر
^{18}F	دقیقه ۱۲۰
^{11}C	دقیقه ۲۰/۳۳۴
^{15}C	ثانیه ۲/۴۴۹
^{14}C	سال ۵۷۳۰
^{3}H	سال ۱۲/۳۲
^{12}O	ثانیه ۵۸۰×۱۰^{-۲۴}
^{15}O	ثانیه ۱۲۲/۲۴

پاسخ: *برای بررسی و مطالعه وضعیت تومور نیاز به ماده پرتوزایی است که نیم عمر مناسبی داشته باشد، با توجه به اینکه نیم عمر ^{14}C بسیار بالا و نیم عمر ^{15}C و ^{11}C و ^{12}O و ^{15}O بسیار پایین است و نیم عمر ^{3}H هم خیلی بالاست نمی‌توان از این ایزوتوپ‌ها استفاده کرد، اما ^{18}F با داشتن نیم ۱۲۰ دقیقه می‌تواند برای این مطالعه مناسب باشد.*

- در استفاده از رادیوداروها باید توجه داشت که اتم نشان‌دار (پرتوزا) باید دارای نیم عمر مناسبی باشد و همچنین پرتویی که ساطع می‌شود نیز مهم است.

مثال۲۲: **چرا در مراکز پزشکی هسته‌ای، ورود بانوان باردار ممنوع است؟**

(نتیجه‌گیری از متن صفحه‌ی ۸ کتاب درسی)

پاسخ: *زیرا پرتوهای موجود در محیط می‌تواند به جنین آسیب وارد کند. این پرتوها پرانرژی هستند و از نفوذ بالایی برخوردارند.*

مثال۲۳: **چرا شخصی که برای تصویربرداری تیرویید از رادیو دارو استفاده کرده است نباید در مکان‌های عمومی حضور پیدا کند؟**

(نتیجه‌گیری از متن صفحه‌ی ۸ کتاب درسی)

پاسخ: *زیرا رادیو دارویی که این فرد استفاده کرده تا چندین ساعت پرتو ساطع می‌کند و با توجه به حرارت پرتوها و خطرناک بودن آن برای افرادی که در کنار شخص بیمار قرار می‌گیرند، بیمار باید سعی کند تا در اماکن عمومی ظاهر نشود و تا حد امکان در نزدیکی اشخاص دیگر قرار نگیرد.*

طبقه‌بندی عنصرها

طبقه‌بندی عنصرها به نظم بخشیدن در پیش‌بینی خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها کمک زیادی می‌کند. از این رو ۱۱۸ عنصر شناخته شده بر اساس نظم خاصی در **جدول تناوبی یا دوره‌ای** طبقه‌بندی شده‌اند.

- آیوپاک یا اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی وجود ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی را تأیید کرده است.
IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

- دیمتری مندلیف بر اساس تشابه خواص شیمیایی عناصر توانست جدولی را طراحی کند که شباهت زیادی به جدول امروزی عناصر داشت. مندلیف با طراحی این جدول ۲ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شیمی شد.

ویژگی‌های جدول:

ردیف‌های افقی جدول، دوره یا تناوب نام دارد که جدول دارای **۷ دوره** است.

ستون‌های عمودی در جدول گروه یا خانواده نام دارد که جدول از **۱۸ گروه** تشکیل شده است.

اساس چیدمان عنصرها در جدول بر اساس افزایش تدریجی عدد اتمی است یعنی در یک دوره از چپ به راست و در یک گروه از بالا به پایین عدد اتمی افزایش می‌یابد و عناصری که خواص مشابه دارند در یک گروه قرار گرفته‌اند.

با توجه به مکان هر عنصر در جدول می‌توان شماره گروه، شماره دوره و تعداد ذره‌های زیراتمی آن عنصر را تعیین کرد.

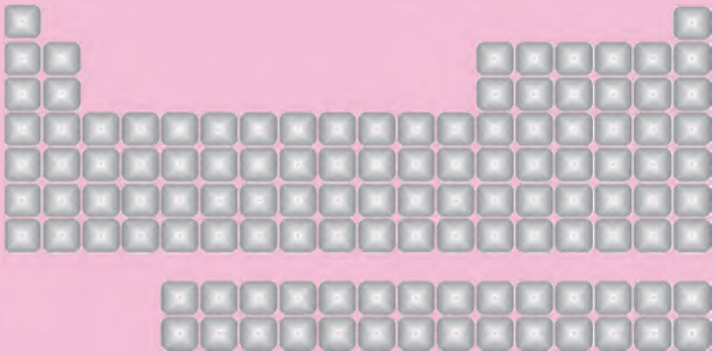
برای مثال سی و پنجمین عنصر این جدول $^{۷۱}_{۳۵}Br$ در دوره چهارم و گروه هفدهم قرار دارد. پس:

$$Z = ۳۵ \Rightarrow p = ۳۵ \Rightarrow e = ۳۵$$

$$A = ۷۱$$

$$A = Z + n \Rightarrow n = ۷۱ - ۳۵ = ۳۶$$

این اتم دارای ۳۵ پروتون، ۳۵ الکترون و ۳۶ نوترون است.



جدول تناوبی را جدول دوره‌ای عنصرها نیز می‌نامند زیرا خواص عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند شبیه به هم است و در هر دوره از چپ به راست خواص عنصرها با الگوی مشابهی تکرار می‌شود.

در جدول دوره‌ای عنصرها هر عنصر با نماد شیمیایی خاصی نشان داده می‌شود که ممکن است یک حرفی (مانند H هیدروژن یا O اکسیژن) یا دو حرفی (مانند Ca کلسیم و یا Ne نئون) باشد.

تذکر: برخی از عنصرها نام فارسی و لاتین یکسانی ندارند که عبارتند از: Fe (آهن)، S (گوگرد)، Na (سدیم)، K (پتاسیم)، Zn (روی)، Ag (نقره)، Au (طلا)، Hg (جیوه)، Pb (سرب)

تذکر: نام برخی از عنصرها از نام دانشمندان، دانشگاه‌ها، قاره‌ها، سیاره‌ها و برخی نام‌های یونانی گرفته شده است.

مثال۲۴: واژه درست را انتخاب کنید. (مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۲ کتاب درسی)

آ) جدول دوره‌ای عناصر از ۷ گروه / دوره و ۱۸ گروه / دوره تشکیل شده است.

پاسخ: دوره- گروه

ب) عنصرها بر اساس افزایش تدریجی عدد اتمی / عدد جرمی در جدول دوره‌ای عناصر مرتب شده‌اند.

پاسخ: عدد اتمی

پ) عناصری که خواص مشابه دارند در یک دوره / گروه از جدول قرار دارند.

پاسخ: گروه

ت) عنصر بور $\frac{B}{Br}$ و عنصر باریم $\frac{Ba}{Br}$ می‌باشد.

پاسخ: $Ba - B$

مثال۲۵: با مراجعه به جدول تناوبی، عدد اتمی عنصری را که در دوره چهارم و گروه ۷ قرار دارد را به دست آورید و نماد شیمیایی آن را بنویسید.

(نتیجه‌گیری از متن صفحه‌ی ۱۲ کتاب درسی)

پاسخ: با مراجعه به جدول تناوبی، عنصری که در دوره چهارم و گروه ۷ قرار دارد $_{25}Mn$ است. $Z = 25$

مثال۲۶: هرگاه بدانید که در $_{25}Mn$ شمار نوترونها ۷ واحد بیشتر از شمار پروتونهای آن است، عدد جرمی آن را محاسبه کنید.

(نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

پاسخ:

$$p = 25 \Rightarrow n = p + 7 \Rightarrow n = 25 + 7 = 32 \quad , \quad A = p + n \Rightarrow A = 25 + 32 \Rightarrow A = 57$$

مثال۲۷: عدد اتمی،عدد جرمی و تعداد ذره‌های زیراتمی عنصری که در خانه ۱۹ جدول دوره‌ای عناصر قرار دارد و در هسته خود یک نوترون بیشتر از پروتون‌ها دارد را تعیین کنید و نماد شیمیایی آن را بنویسید. (نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

پاسخ: عنصر خانه ۱۹ به این معنی است که عدد اتمی آن ۱۹ است.

$$Z = 19 \Rightarrow p = 19 \Rightarrow e = 19$$

$$n = p + 1 \Rightarrow n = 19 + 1 = 20 \Rightarrow A = z + n \Rightarrow A = 19 + 20 = 39$$

با مراجعه به جدول، این عنصر پتاسیم (K) و نماد شیمیایی آن $_{19}^{39}K$ است.

▼ مثال۲۸: **عدد جرمی عنصری ۱۰۷ است. هرگاه بدانید این عنصر در هسته خود ۱۳ نوترون بیش‌تر از پروتون دارد، به موارد زیر پاسخ دهید. نتیجه‌گیری**

(از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

آ)این عنصر در کدام خانه جدول قرار دارد؟

ب) تعداد ذرات زیراتمی را در آن مشخص کنید.

پ) نماد شیمیایی آن را بنویسید.

☑پاسخ: *آ) برای پیدا کردن خانه عنصر، باید عدد اتمی آن را پیدا کنیم.*

$$n-p=۱۳ \Rightarrow n=۱۳+p$$

$$A=n+p \Rightarrow ۱۰۷=(۱۳+p)+p \Rightarrow ۱۰۷=۱۳+۲p \Rightarrow ۹۴=۲p \Rightarrow p=۴۷$$

عدد اتمی این عنصر ۴۷ است پس در خانه ۴۷ جدول قرار دارد.

ب)

$$Z=p=۴۷, e=p=۴۷$$
$$n=۱۳+p \Rightarrow n=۶۰$$

پ) $^{۱۰۷}_{۴۷}Ag$

▼ مثال۲۹: **هرگاه کاتیون $A^{۳+}$ دارای ۱۰ الکترون و شمار نوترون‌ها در آن ۱ واحد بیشتر از پروتون‌ها باشد، به موارد زیر پاسخ دهید.**

(نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

آ)این عنصر در کدام خانه جدول قرار دارد؟

ب) نماد شیمیایی آن را بنویسید.

☑پاسخ:

آ) برای اتم خنثی داریم: $Z=p=e$

ولی یون $A^{۳+}$ با از دست دادن سه الکترون ایجاد شده است پس شمار الکترون‌ها سه واحد از شمار پروتون‌ها کمتر است.

$$e=۱۰ \Rightarrow p=۱۰+۳=۱۳ \Rightarrow Z=۱۳$$

بنابراین عنصر مورد نظر در خانه سیزدهم جدول قرار دارد.

$$n=p+۱ \Rightarrow n=۱۳+۱=۱۴$$

ب)

$$Z=۱۳, A=Z+n \Rightarrow A=۱۳+۱۴=۲۷$$

$$A^{۳+} \rightarrow {}^{۲۷}_{۱۳}A \Rightarrow {}^{۲۷}_{۱۳}Al$$

▼ مثال۳۰: **ذرات زیر را در نظر بگیرید و به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.** (نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

A^{+} : دارای ۱۸ الکترون و ۲۰ نوترون

B : در خانه ۱۹ جدول تناوبی قرار دارد و تعداد نوترون آن ۲ واحد بیشتر از پروتون آن می‌باشد.

C : دارای ۱۹ الکترون بوده و تعداد پروتون و نوترون آن برابر است.

آ)تعیین کنید A ، B و C چه رابطه‌ای با هم دارند؟

ب)با مراجعه به جدول مشخص کنید که این عنصر در کدام دوره و گروه قرار دارد؟

پاسخ: *۲) برای پاسخ به این قسمت ابتدا باید عدد اتمی هر یک از این اتم‌ها و همچنین عدد جرمی آنها را مشخص کنیم.*

$$A^{+}:{}_{18}e \Rightarrow A=\begin{cases}{}_{19}e\\ {}_{19}p\\ {}_{20}n\end{cases} \quad \begin{matrix}Z=p=19\\ A=Z+n=19+20=39\end{matrix}$$

نماد شیمیایی A : ${}^{39}_{19}A$

B در خانه ۱۹ جدول قرار دارد پس: $Z=19$

$$p=19 \Rightarrow n=p+2 \Rightarrow n=21$$

$$A=Z+n \Rightarrow A=19+21=40$$

نماد شیمیایی B : ${}^{40}_{19}B$

$$C\begin{cases}{}_{19}e\\ {}_{19}p\\ {}_{19}n\end{cases} \Rightarrow Z=p=19 \qquad A=Z+n=19+19=38$$

نماد شیمیایی C : ${}^{38}_{19}C$

همانطور که مشاهده می‌شود A ، B و C عدد اتمی برابر ولی عدد جرمی متفاوت دارند و هر سه در خانه ۱۹ جدول تناوبی قرار دارند. بنابراین با یکدیگر ایزوتوپ هستند.

ب)با مراجعه به جدول می‌بینیم که خانه ۱۹ در دوره ۴ و گروه ۱ جدول قرار دارد و عنصر پتاسیم (K) در این خانه جای دارد.

مثال۳۱: کدام گزینه درست است؟ (نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

۱)جدول دوره‌ای عناصر از ۷ گروه و ۱۸ دوره تشکیل شده است.

۲) عنصرها بر اساس افزایش تدریجی جرم اتمی در جدول تناوبی مرتب شده‌اند.

۳)عنصری که در خانه ۲۱ جدول قرار دارد دارای ۲۱ نوترون است.

۴)حدود ۵۴ درصد از عنصرهای جدول تناوبی در دوره‌های ۶ و ۷ قرار دارند.

پاسخ: *گزینه‌ی ۱ نادرست است، زیرا جدول از ۱۸ گروه و ۷ دوره تشکیل شده است.*

گزینه‌ی ۲ نادرست است، زیرا عناصر در جدول بر اساس افزایش تدریجی عدد اتمی مرتب شده‌اند.

گزینه‌ی ۳ نادرست است، زیرا عنصری که در خانه ۲۱ جدول قرار دارد دارای ۲۱ پروتون است، اما نمی‌توان تعداد نوترونها را از روی مکان عنصر در جدول مشخص کرد.

گزینه‌ی ۴ درست است زیرا دوره‌های ۶ و ۷ هر یک با داشتن ۳۲ عنصر و در مجموع ۶۴ عنصر از ۱۱۸ عنصر حدود ۵۴ درصد عنصرها را در خود جای داده‌اند.

- لانتانیدها: عناصر با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ را که شباهت زیادی به لانتان ($_{57}La$) دارند لانتانیدها می‌نامند که در زیر جدول قرار می‌گیرند.
- اکتنیدها: عناصر با عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ را که شباهت زیادی با اکتنیم ($_{89}Ac$) دارند را اکتنیدها می‌نامند که در زیر جدول قرار می‌گیرند.

▼ **مثال۳۲:** **چند مورد از مطالب زیر درست است؟** (نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

۱) ۱۴ عنصر که شباهت بسیار زیادی به عنصر ۵۷ دارند را اکتنیدها می‌نامند و در زیر جدول جای می‌گیرند.

۲) در جدول عناصری که خواص مشابه دارند در یک گروه قرار می‌گیرند.

۳) ستون‌های عمودی در جدول دوره یا تناوب نام دارد.

۴) با توجه به محل هر عنصر در جدول می‌توان عدد اتمی آن را مشخص کرد.

۱(۱ **۲(۲**

۳(۳ **۴(۴**

☑**پاسخ:** *گزینه ۲ درست است،جملات دوم و چهارم درست‌اند.*

جمله اول) نادرست است زیرا عناصری که به عنصر $_{57}La$ شباهت دارند، لانتانیدها نامیده می‌شوند.

جمله سوم) نادرست است زیرا ستون‌های عمودی در جدول گروه یا خانواده نامیده می‌شوند.

- گروه اول عناصر در جدول دوره‌ای، فلزات قلیایی نامیده می‌شوند.
- گروه دوم فلزات قلیایی خاکی نام دارند.
- گروه ۱۷ جدول را هالوژن‌ها تشکیل می‌دهند و هالوژن به معنی نمک‌زا می‌باشد.
- گروه ۱۸ جدول را گازهای نجیب تشکیل می‌دهند.

▼ **مثال۳۳:** **از دو گاز نئون و آرگون تاکنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری شناخته نشده است.**

(نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

آ)این دو گاز در یک دوره قرار دارند یا یک گروه؟ چرا؟

ب)خواص شیمیایی این دو گاز به کدام یک از دو عنصر $_{36}Kr$ یا $_{24}Cr$ شبیه است؟

☑**پاسخ:** *آ) عنصرهای هم‌گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند. از این رو دو عنصر Ne و Ar هم گروه هستند.*

ب) خواص این دو گاز به گاز Kr شبیه است زیرا هر سه گاز نام برده شده در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای جای دارند.

- در جدول تناوبی عناصر به سه دسته فلز، شبه فلز و نافلز تقسیم می‌شوند.

▼ **مثال۳۴:** **اتم گوگرد $(_{16}S)$ در ترکیب‌های خود با فلزات به شکل یون سولفید (S^{2-}) یافت می‌شود. کدامیک از عنصرهای زیر مانند گوگرد یون تک‌اتمی با بار منفی تشکیل می‌دهند؟**

(نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

الف) $_{8}O$ **ب)** $_{17}Cl$

☑**پاسخ:** *با توجه به خواص مشابه عناصر در گروه، $_{8}O$ با $_{16}S$ در یک گروه است و می‌تواند O^{2-} ایجاد کند.*

▼ **مثال۳۵:** **اتم کلسیم یون پایدار Ca^{2+} ایجاد می‌کند. به نظر شما کدامیک از عنصرهای زیر می‌تواند یون پایدار ۲ بار مثبت ایجاد کند؟** (نتیجه‌گیری از خود را بیازمایید صفحه‌ی ۱۳ کتاب درسی)

الف) $_{11}Na$ **ب)** $_{38}Sr$

☑**پاسخ:** *$_{38}Sr$ با $_{20}Ca$ در یک گروه قرار دارد و می‌تواند یون پایدار با بار ۲+ ایجاد کند.*

- یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی است و عملاً کار کردن با آن در آزمایشگاه غیرممکن است.
- به همین دلیل در آزمایشگاه از یکای گرم استفاده می‌شود.

جرم اتمی عنصرها

برای بررسی اثرات فیزیکی و شیمیایی یک ماده در محیطی مانند بدن انسان باید جرم اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده در محیط مورد نظر مشخص باشد.

اتم‌ها به دلیل بسیار کوچک بودن قابل دیدن و یا وزن کردن نیستند. بنابراین جرم آنها را باید به طور نسبی اندازه‌گیری کرد.

یکای جرم اتمی (amu) برابر با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن- ۱۲ است.

$۱amu = \frac{۱}{۱۲} \times$ جرم اتم کربن- ۱۲

- amu = atomic mass unit

جرم سه ذره بنیادی الکترون (e)، پروتون (p) و نوترون (n) در جدول زیر آمده است.

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

عددهای سمت چپ در هر نماد از بالا به پایین به ترتیب نشان دهنده جرم نسبی و بار نسبی ذره است.

بر اساس جدول جرم پروتون و نوترون به تقریب با هم برابر و حدود ۱amu است و جرم الکترون در مقایسه با آن‌ها قابل چشم‌پوشی است.

بنابراین اگر جرم p و n را ۱amu در نظر بگیریم آن گاه عدد جرمی با جرم اتمی یکسان می‌شود.

برای مثال در مورد اتم ${}^{۷}_{۳}Li$ عدد جرمی و جرم اتمی هر دو برابر ۷ هستند ولی با مراجعه با جدول تناوبی مشاهده می‌کنیم که جرم آن ۶/۹۴ گزارش شده است.

دلیل این امر این است که لیتیم دارای دو ایزوتوپ ${}^{۶}_{۳}Li$ و ${}^{۷}_{۳}Li$ با فراوانی‌های متفاوت است.

جرم اتمی میانگین با توجه به فراوانی (F) اتم‌ها و جرم هر ایزوتوپ (m) با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M = \frac{m_۱F_۱ + m_۲F_۲ + \dots}{F_۱ + F_۲ + \dots}$$

هرگاه $F_۱ + F_۲ + \dots = ۱$ باشد، F نشان دهنده فراوانی و هرگاه $F_۱ + F_۲ + \dots = ۱۰۰$ باشد، F نشان‌دهنده درصد فراوانی است.

▼ مثال۳۶: هرگاه جرم اتم اکسیژن تقریباً ۱/۳۳ برابر جرم اتم کربن – ۱۲ باشد، جرم اتم اکسیژن چند amu است؟

(مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۴ کتاب درسی)

☑پاسخ:

جرم اکسیژن $= ۱/۳۳ \times ۱۲ = ۱۶amu$

مثال۳۷: هرگاه لیتیم دارای دو ایزوتوپ ^{6}Li و ^{7}Li باشد و جرم میانگین آن $6/941amu$ باشد، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپها را مشخص کنید. (مکمل و مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۱۵ کتاب درسی)

پاسخ: راه حل اوّل:

$$^{6}Li\begin{cases}m_1=6\\F_1=?\end{cases}\qquad ^{7}Li\begin{cases}m_2=7\\F_2=?\end{cases}$$

$$M=\frac{m_1F_1+m_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow 6/941=\frac{6F_1+7F_2}{100}\Rightarrow\begin{cases}6F_1+7F_2=694/1\\F_1+F_2=100\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}F_1=5/9\%\\F_2=94/1\%\end{cases}$$

راه حل دوم:

$$F_1=100-F_2\Rightarrow\overline{M}=\frac{m_1(100-F_2)+m_2F_2}{100}\Rightarrow$$

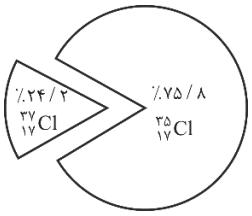
$$694/1=6(100-F_2)+7F_2$$

$$694/1=600-6F_2+7F_2$$

$$F_2=94/1\%$$

$$F_1=100-94/1=5/9\%$$

مثال۳۸: با توجه به شکل جرم اتمی میانگین کلر را به دست آورید. (مرتبط با با هم بیندیشیم صفحه‌ی ۱۵ کتاب درسی)



پاسخ:

$$\overline{M}=\frac{(37\times24/2)+(35\times75/8)}{100}=35/484$$

به تقریب می‌توان جرم اتمی میانگین اتم کلر را ۳۵/۵ در نظر گرفت.

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

برای شمارش تعداد ذره‌های سازنده یک ماده می‌توان تعداد معینی از آنها را وزن کرده و شمرد، آن‌گاه با استفاده از جرم، تعداد ذرات را مشخص کرد.

برای مثال اگر جرم هر ۱۰۰ عدد برنج برابر ۲ گرم باشد پس می‌توان گفت که جرم هر عدد برنج ۰/۰۲ گرم است و در نتیجه در یک کیسه ۱۰ کیلویی برنج تعداد دانه‌های برنج برابر است با:

$$10kg\times\frac{1000g}{1kg}\times\frac{1\text{عدد برنج}}{0/02g}=500000=5\times10^{5}$$

پس با توجه به جرم مواد می‌توان تعداد ذره‌های سازنده را شمارش کرد ولی این جرم‌ها و یا این تعداد الزاماً دقیق نیستند و به طور میانگین به دست می‌آیند.

مثال۳۹: **اگر جرم هر سـوزن ته گرد ۰/۱ گرم باشدو هر بسته دارای ۲۰۰ عدد از آن باشد برای داشتن یک کیلوگرم سوزن ته گرد چند بسته از آن نیاز است؟**

(مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۶ کتاب درسی)

پاسخ:

$$\frac{\text{۱ سوزن}}{\text{۲۰۰ سوزن}} = \frac{۰/۱\text{g}}{?} \Rightarrow ? = ۲۰\text{g}$$

جرم هر بسته ۲۰ گرم است پس برای داشتن ۱kg سوزن ته گرد ۵۰ بسته از آن نیاز است.

$$\frac{۱۰۰۰\text{g}}{۲۰\text{g}} = ۵۰$$

مفهوم مول و عدد آووگادرو

همان‌طور که در زندگی روزانه برای خرید و یا شـمارش تخم‌مرغ به جای تعداد تخم‌مرغ از واحد شـانه استفاده می‌کنیم شیمی‌دان‌ها نیز $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره را یک مول می‌نامند و این عدد را به افتخار آووگادرو، عدد آووگادرو می‌نامند و با نماد N_A نمایش می‌دهند. بر این اساس جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی نامیده می‌شود.

برای تبدیل دو کمیت هم‌ارز می‌توان از **عامل (کسـر) تبدیل** اسـتفاده کرد. برای نمونه هر ۱ تومان برابر ۱۰ ریال است پس می‌توان با یکی از دو کسر زیر، این دو کمیت را به هم تبدیل کرد:

$$\frac{\text{۱۰ ریال}}{\text{۱ تومان}} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{۱ تومان}}{\text{۱۰ ریال}}$$

که بر اساس صورت سوال، کسر یا عامل مناسب را می‌نویسیم.

اکنون با توجه به این که هر ۱amu جرمی برابر $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}$ دارد، پس عامل تبدیل آن را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$\frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}}{۱\text{amu}} \quad \text{یا} \quad \frac{۱\text{amu}}{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}}$$

بنابراین جرم یک مول amu برابر است با:

$$۱\text{mol}\times\frac{۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\text{mol}}\times\frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}}{۱\text{amu}} = ۱\text{g}$$

همان‌گونه که مشـاهده می‌کنید جرم یک مول amu برابر یک گرم اسـت از این رو برای اتمی مانند $^{۷}_{۳}\text{Li}$ جرم یک اتم برابر ۷amu و جرم یک مول از آن برابر ۷g می‌باشد که به اصطلاح گفته می‌شود جرم اتم Li برابر ۷ است.

مثال۴۰: **جدول زیر را کامل کنید.**

(مکمل و مرتبط با پیوند با ریاضی صفحه‌های ۱۷ و ۱۸ کتاب درسی)

جرم مولی	مقدار ماده (g)	مقدار ماده (مول)	تعداد اتم‌ها (بر حسب عدد آووگادرو)
$C = ۱۲\text{g.mol}^{-۱}$	۱۲ گرم کربن		
	۲۴ گرم کربن		
$H = ۱\text{g.mol}^{-۱}$	۱ گرم هیدروژن		
	۲ گرم هیدروژن		

☑پاسخ:

مقدار ماده (g)	مقدار ماده (مول)	تعداد اتم‌ها (بر حسب عدد آووگادرو)
۱۲ گرم کربن	۱	$۱\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$
۲۴ گرم کربن	۲	$۲\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$
۱ گرم هیدروژن	۱	$۱\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$
۲ گرم هیدروژن	۲	$۲\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$

نکته: طیف‌سنج جرمی نام وسیله‌ای است که به کمک آن می‌توان جرم اتم‌ها را با دقت زیادی تعیین کرد.

- **جرم مولی:** جرم ۱ مول از هر ماده‌ای جرم مولی آن نام دارد و یکای آن $\frac{g}{mol}$ است.

▼ **مثال۴۱:** **تعیین کنید ۶ گرم کربن دارای چند اتم کربن است؟ (جرم مولی کربن برابر ۱۲g است.)**

(مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی)

☑پاسخ:

$$۶gC\times\frac{۱mol}{۱۲gC}\times\frac{۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}}{۱mol}=۳/۰۱۱\times۱۰^{۲۳}$$

▼ **مثال۴۲:** **اگر جرم مولی اتم اکسیژن برابر ۱۶ گرم باشد، تعیین کنید $۱/۵\times۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن چند گرم و چند amu است؟** $(۱amu=۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g)$

(مکمل و مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی)

☑پاسخ:

$$?gO=۱/۵\times۱۰^{۲۳}\text{ اتم}\times\frac{۱mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\times\frac{۱۶g}{۱mol}=۴gO$$

$$?amu=۴g\times\frac{۱amu}{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}}=۲/۴\times۱۰^{۲۴}amu$$

▼ **مثال۴۳:** **۰/۱ مول گاز نیتروژن چند اتم دارد؟** $(N=۱۴g.mol^{-۱})$

(مکمل و مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی)

☑**پاسخ:** *هر مولکول $N_۲$ از دو اتم نیتروژن تشکیل شده است.*

$$?=۰/۱molN_۲\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ N_۲}{۱molN_۲}\times\frac{۲N}{۱N_۲}=۱/۲\times۱۰^{۲۳}\text{ اتم}$$

(تذکر: هر یک از سه مثال را با هر سه روش استفاده از فرمول، استفاده از تناسب و استفاده از کسر(عامل) تبدیل می‌توان حل کرد)

مثال ٤٤: ۰/۵ مول CH_4 چند گرم جرم دارد و چند اتم است؟ $(H:1, C:12\ g.mol^{-1})$

(مکمل و مرتبط با متن صفحه‌ی ۱۸ کتاب درسی)

$$CH_4 : 12 + (1\times 4) = 16 g.mol^{-1}$$

$$?g = 0/5 mol \times \frac{16g}{1mol} = 8g$$

$$\text{تعداد اتم} = 0/5 mol \times \frac{6/022\times10^{23}\ \text{مولکول}}{1mol} \times \frac{5\ \text{اتم}}{1\ \text{مولکول}} = 15/055\times10^{23}\ \text{اتم}$$

نور کلید شناخت جهان

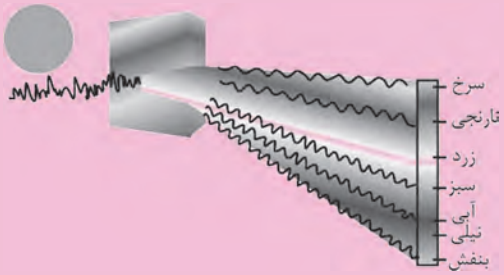
برای اینکه بدانیم ستارگان و یا سیارات از چه ساخته شده‌اند، از نوری که از آنها نشر می‌شود، می‌توان اطلاعات بسیار مهمی بدست آورد.

طیف سنج: دستگاهی است که به کمک آن می‌توان با استفاده از نورهای نشر شده از مواد گوناگون، اطلاعاتی در مورد ساختار و اجزای سازنده‌ی آن‌ها به دست آورد.

برای مثال رنگین کمان حاصل تجزیه نور سفید خورشید است، زمانی که از یک قطره آب عبور می‌کند.

در تجزیه نور سفید، رنگ‌های متفاوت بر اساس طول موجشان از یکدیگر جدا می‌شوند.

زمانی که نور خورشید از یک منشور عبور می‌کند طیفی پیوسته از رنگ‌های سرخ تا بنفش را ایجاد می‌کند.



اما باید توجه کرد که نور خورشید از امواج بیشتری تشکیل شده است ولی ما تنها قادر به دیدن بخش مریی (visible) امواج هستیم.

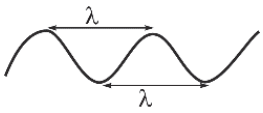
در واقع نور خورشید شامل امواجی از نوع پرتوهای الکترومغناطیس است که انرژی را با خود حمل می‌کنند و بر اساس این که انرژی با طول موج رابطه‌ی عکس دارد می‌توان گفت هرچه طول موج بلندتر باشد، انرژی نور کمتر است.

$$\text{انرژی} \propto \frac{1}{\lambda}$$

«نور نوعی موج الکترومغناطیسی است»

پرتوهای گاما بیشترین انرژی و کوتاه‌ترین طول موج را دارند.

- طول موج را با λ (لاندا) نشان می‌دهند و برابر با فاصله دو برآمدگی یا دو فرورفتگی در موج است.



- پرتوهای فرابنفش یا ultraviolet به اختصار uv نامیده می‌شوند. و بخشی از امواج الکترومغناطیس هست که لایه اوزون از رسیدن آن به کره زمین جلوگیری می‌کند.
- ناحیه فروسرخ یا InferaRed یا زیرقرمز که به اختصار IR نامیده می‌شود، بخشی از امواج الکترومغناطیسی هستند که بعد از رنگ قرمز دیده می‌شوند و انرژی آن‌ها از رنگ قرمز کمتر و طول موجشان بلندتر است.

پرتوهای فرابنفش که در طیف امواج الکترومغناطیس قبل از رنگ بنفش در ناحیه مریی دیده می‌شود، انرژی‌شان از پرتوهای ناحیه مریی بیشتر و طول موجشان کوتاه‌تر است.

ناحیه مریی که طول موج آن از ۴۰۰nm (رنگ بنفش) تا ۷۰۰nm (رنگ قرمز) را دربرمی‌گیرد، بخشی از نور است که چشم انسان قادر به دیدن آن می‌باشد.

ناحیه فروسرخ که طول موجشان بیشتر از ۷۰۰nm بوده و چشم انسان قادر به دیدن آن نمی‌باشد و نسبت به نور ناحیه مریی انرژی کمتر و طول موج بلندتری دارد.

▼ مثال۴۵: با انتخاب واژه‌های مناسب عبارت‌های داده شده را کامل کنید. (مرتبط با متن صفحه‌های ۱۹ و ۲۰ کتاب درسی)

آ) با استفاده از **اندازه‌گیری دمای ستارگان / نوری که از ستارگان نشر می‌شود** می‌توان از اجزاء سازنده ستارگان اطلاعاتی بدست آورد.

☑پاسخ: *نوری که از ستارگان نشر می‌شود.*

ب) رنگین‌کمان حاصل **تجزیه / ترکیب** بخش **مریی / نامریی** نور خورشید است.

☑پاسخ: *تجزیه- مریی*

پ) نور خورشید تنها شامل امواج مریی **می‌باشد / نمی‌باشد** .

☑پاسخ: *نمی‌باشد.*

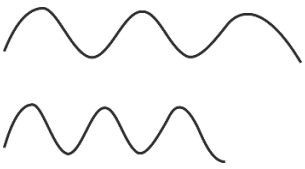
ت) انرژی با طول موج رابطه‌ی **مستقیم / وارونه** دارد.

☑پاسخ: *وارونه*

ث) پرتوهای فرابنفش نسبت به پرتوهایی مریی دارای طول موج **بیشتر / کمتر** و انرژی **بیشتر / کمتر** هستند.

☑پاسخ: *کمتر- بیشتر*

▼ مثال۴۶: اگر شکل a مربوط به طول موج نور سبز باشد شکل b را به کدام نور می‌توان نسبت داد؟ (مرتبط با متن صفحه‌ی ۲۰ کتاب درسی)


(a)

(b)

۱) سرخ ۲) نارنجی

۳) نیلی ۴) زرد

☑پاسخ: *شکل b طول موج کوتاه‌تری دارد پس انرژی آن از a باید بیشتر باشد. پس گزینه ۳ درست است.*

نشر نور و طیف نشری

بیشتر نمک‌ها وقتی به طور مستقیم وارد شعله می‌شوند و یا محلول آن‌ها را روی شعله می‌پاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. هرگاه نمک خوراکی و یا هر نمک سدیم‌دار دیگری را روی شعله گاز بپاشید شاهد نور زرد مایل به نارنجی هستید که نشان دهنده‌ی وجود فلز سدیم (Na) است، در حالی که رنگ شعله‌ی مس (Cu) و ترکیب‌های آن سبز مایل به آبی است.

رنگ برخی از فلزات و ترکیب‌های آن در جدول زیر آمده است:

سرخ لاکی	نارنجی	زرد مایل به نارنجی	سبز مایل به آبی
لیتیم کلرید $LiCl$	کلسیم کلرید $CaCl_2$	سدیم کلرید $NaCl$	مس (II) کلرید $CuCl_2$
لیتیم نیترات $LiNO_3$	کلسیم سولفات $CaSO_4$	سدیم سولفات Na_2SO_4	مس (II) نیترات $Cu(NO_3)_2$
لیتیم Li	کلسیم Ca	سدیم Na	مس Cu

با توجه به جدول بالا می‌بینیم که رنگ شعله، مربوط به عنصر فلزی است و نافلزها در این آزمون سبب تغییر رنگ شعله نمی‌شوند.

به فرایندی که در آن یک ماده انرژی جذب کند و پرتوهای الکترومغناطیس از خود منتشر کند فرایند **نشر نور** می‌گویند.

هرگاه نور نشر شده را از منشور عبور دهیم الگویی به دست می‌آید که به آن طیف نشری می‌گویند.

در طیف نشری خطی لیتیم (Li) تنها چهار رنگ دیده می‌شود که به صورت خطی و در فواصل مختلفی دیده می‌شود. به همین دلیل به این طیف، طیف خطی گفته می‌شود.

هر فلز دارای طیف نشری خطی خاصی است که می‌توان از آن برای شناسایی فلز استفاده کرد. (مانند اثر انگشت) بارکد روی کالا مانند طیف هر فلز منحصر به فرد است.

- تمام اجسام در دماهای مختلف از خود رنگ و نور خاصی را منتشر می‌نمایند که با استفاده از این نور می‌توان دمای جسم را اندازه‌گیری کرد. طیف فروسرخ گسیل شده از اجسام، طول موجی بین ۱ تا ۱۰۰ میکرومتر دارد. اگر دمای منبع تابش‌کننده $1200^{\circ}C$ باشد، انرژی نشر شده به صورت نور قرمز با طول موج ۱ میکرومتر قابل رؤیت است.
- از این ویژگی در ساخت دماسنج‌های فروسرخ استفاده می‌شود.

▼ مثال ۴۷: **جای خالی را با کلمه یا کلمه‌های مناسب کامل کنید.** (مرتبط با متن صفحه‌های ۲۲ و ۲۳ کتاب درسی)

آ)به فرایندی که در آن یک ترکیب یونی در شعله تغییررنگ ایجاد کند، ..... گویند.

ب)هرگاه نور نشر شده را از منشور عبور دهیم، الگویی به دست می‌آید که به آن ..... می‌گویند.

ج)هر ..... دارای طیف نشری خطی خاصی است که می‌توان از آن برای شناسایی آن استفاده کرد. (مانند اثر انگشت)

☑پاسخ: *آ)نشر نور* *ب)طیف نشری خطی* *ج)فلزی*

کشف ساختار اتم

در طیف نشری خطی، هر خط نشان دهنده‌ی نوری با طول موج و انرژی معین است.

تعداد و جایگاه خط‌ها یا نوارهای رنگی در طیف نشری خطی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هر عنصر را در اختیار ما بگذارد. طیف اتم هیدروژن در ناحیه مریی دارای چهار خط است که **بور** با مطالعه این طیف و با کمک طول موج خط‌های این عنصر در ناحیه مریی توانست مدل خود را برای ساختار اتم هیدروژن ارائه دهد.