بخش ۱

ساختار اتم

آیا تا به حال شب هنگام و در سکوت تفکر برانگیز آن به آسمان، ماه و ستارگان چشم دوخته‌اید؟ شاید با این نگاه، این پرسش‌ها که «جهان چگونه به‌وجود آمده است؟»، «ما در کجای این جهان بی‌انتها قرار داریم؟» و «آیا جای دیگری در این گیتی هست که مانند زمین، زندگی در آن میسّر باشد؟» به ذهن شما راه یابد و یافتن پاسخ آن‌ها دغدغه‌ی وجودتان شود. دغدغه‌ای که هزاران سال انسان متفکر را به خود مشغول کرده است . دغدغه‌ای که کلید کشف اسرار آفرینش است و انسان را ناخودآگاه به درنگ و تأمل درآن وادار می کند.

شاید یکی از راه‌های یافتن پاسخی قانع کننده برای همه‌ی این پرسش‌ها، مطالعه و بررسی عنصرهای سازنده‌ی جهان باشد. مطالعاتی که دانش شیمی نقش بسیار مهمی در آن دارد.

بیش‌تر بدانید

اکسیژن، سیلیسیم، آلومینیم، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم به ترتیب هشت عنصر فراوان در پوسته‌ی زمین هستند. نهمین عنصر فراوان که کم‌تر از یک درصد از عنصرهای سازنده‌ی پوسته‌ی زمین را تشکیل می‌دهد، هیدروژن است. این درحالی است که در کل هستی ۹۲درصد از اتم‌های موجود را اتم‌های هیدروژن تشکیل می‌دهند. از هشت درصد باقیمانده هفت درصد به اتم‌های هلیم و تنها یک درصد به اتم دیگر عنصرها تعلق می‌گیرد. از این داده‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که زمین از عنصرهایی غنی شده است که در ساختار جهان هستی سهم بسیار اندکی دارند. اکنون این پرسش به ذهن می‌آید که «چرا و چگونه این عنصرها در گیتی تا این اندازه ناهمگون توزیع شده‌اند؟»

دلیل این توزیع ناهمگون را باید در هنگام تولد جهان و پس از آن، پیدایش زمین جست و جو کرد. دانشمندان بر این باورند که جهان حدود ۱۵میلیارد سال پیش بر اثر یک انفجار بزرگ به‌وجود آمده است. یعنی هنگامی که یک توده‌ی بسیار متراکم و به شدت داغ ساخته شده از ذره‌های بنیادی بر اثر یک نیروی غیرقابل تصور، ازهم پاشیده است. در این انفجار بزرگ اتم‌های هیدروژن، نخستین اتم‌هایی بوده‌اند که به هستی پانهاده‌اند.

هزاران میلیون سال بعد، آن‌هم در برخی نقاط کیهان، از گردهمایی و فشرده‌شدن تدریجی اتم‌های هیدروژن ستاره‌ها متولد شدند. ستارگانی که هر روز گرم‌تر می‌شدند و در دمای بسیار بالای آن‌ها، ابتدا شرایط برای تشکیل اتم‌های هلیم و سپس برای تولید عنصرهای سبک بعدی مهیا می‌شد. در این مسیر، گاه ستاره‌ای بسیار چگال‌تر و بسیار گرم‌تر می‌شد و مکانی برای تشکیل عنصرهای سنگین فراهم می‌آورد. این ستارگان جرمی بسیار بیش‌تر از خورشید داشتند و پس از چند میلیون سال نورافشانی و گرما بخشی، پایداری خود را از دست داده با انفجاری مهیب متلاشی می‌شدند. به این ترتیب اتم‌های سنگینِ تولید شده بر اثر این انفجار در سرتاسر گیتی پراکنده شدند. این عنصرهای سنگین ماده‌ی اولیه‌ی مورد نیاز برای تولد دومین نسل از ستارگانی را فراهم آوردند که تصور می‌شود سامانه‌ی خورشیدی حدود ٤/٥ میلیارد سال پیش از ستاره‌ای متعلق به همین نسل به‌وجود آمده باشد. ستاره‌ی غول‌آسایی که پس از فروپاشی، عمده‌ی ویژگی‌های خود را در ستاره‌ی کوچک و جوانی چون خورشید به امانت گذاشت و زمین که قطعه‌ی بسیار کوچکی از آن بود، تنها حدود ۹۰ عنصر سبک و سنگین ساخته شده در آن ستاره را به ارث برد. ضمن آن‌که در هسته‌ی به‌شدت داغ خود نیز اندکی از گرمای آن ستاره‌ی مادر را به یادگار نگاه داشته است.

مطالعه‌ی ساختار ماده، تلاشی به قدمت تاریخ

مطالعه روی عنصرها به حدود ۲۵۰۰ سال پیش بر می‌گردد. زمانی که تالس فیلسوف یونانی **آب** را عنصر اصلی سازنده‌ی جهان هستی می‌دانست. دویست سال پس از او ارسطو سه عنصر هوا، خاک و آتش را به عنصر پیشنهادی تالس افزود و این چهار عنصر را عنصرهای سازنده‌ی کاینات اعلام کرد. این دیدگاه تا دو هزار سال بعد نیز مورد پذیرش بود تا این که در سال ۱۶۶۱ میلادی رابرت بویل دانشمند انگلیسی با انتشار کتابی با عنوان **شیمی‌دان شکّاک** مفهوم تازه‌ای از عنصر را معرفی کرد. وی در این کتاب ضمن معرفی

عنصر به‌عنوان ماده‌ای که نمی‌توان آن را به مواد ساده‌تری تبدیل کرد، شیمی را علمی تجربی نامید و از دانشمندان خواست که افزون بر مشاهده کردن، اندیشیدن و نتیجه‌گیری کردن که هر سه ابزار یونانیان در مطالعه‌ی طبیعت بود، به پژوهش‌های عملی نیز اقدام کنند. توصیه‌ی او مورد توجه قرار گرفت و در سال ۱۸۰۳ جان دالتون شیمی‌دان انگلیسی با نظریه‌ی اتمی خود گام مهمی برای مطالعه‌ی ماده و ساختار آن برداشت.

دالتون با استفاده از واژه‌ی یونانی اتم که به معنای تجزیه ناپذیر است، ذره‌های سازنده‌ی عنصرها را توضیح داد. این دیدگاه که همه‌ی مواد از ذره‌های کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند، نخستین بار ۲۵۰۰ سال پیش توسط دموکریت فیلسوف یونانی مطرح شده بود، اما دالتون با اجرای آزمایش‌های بسیار از نو به آن دست یافت. وی نظریه‌ی اتمی خود را در هفت بند و به شرح زیر بیان کرد:

جان دالتون
(۱۷۶۶ـ۱۸۴۴)

۱ـ ماده از ذره‌های تجزیه‌ناپذیری به نام اتم ساخته شده است.

۲ـ همه‌ی اتم‌های یک عنصر مشابه یک‌دیگرند.

۳ـ اتم‌ها نه به‌وجود می‌آیند و نه از بین می‌روند.

۴ـ اتم عنصرهای مختلف جرم و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

۵ ـ اتم عنصرهای مختلف به هم متصل می‌شوند و مولکول‌ها را به‌وجود می‌آورند.

۶ ـ در هر مولکول از یک ترکیب معین، همواره نوع و تعداد نسبی اتم‌های سازنده‌ی آن یکسان است.

۷ـ واکنش‌های شیمیایی شامل جابه‌جایی اتم‌ها یا تغییر در شیوه‌ی اتصال آن‌ها در مولکول‌هاست. در این واکنش‌ها اتم‌ها خود تغییری نمی‌کنند.

اگر چه امروز می‌دانیم که اتم‌ها خود از ذره‌های کوچک‌تری (ذره‌های زیراتمی) ساخته شده‌اند و همه‌ی آن ویژگی‌هایی را ندارند که دالتون برای آن‌ها برشمرده بود ولی هنوز هم باور داریم که اتم کوچک‌ترین ذره‌ی یک عنصر است که خواص شیمیایی و فیزیکی عنصر یاد شده به ویژگی‌های آن بستگی دارد. به‌هرحال نظریه‌ی اتمی دالتون علی‌رغم نارسایی‌ها و ایرادهایی که داشت به نقطه‌ی آغازی برای مطالعه‌ی دقیق‌تر و عمیق‌تر ساختار و رفتار (خواص) ماده تبدیل شد.

الکترون نخستین ذره‌ی زیراتمی شناخته شده

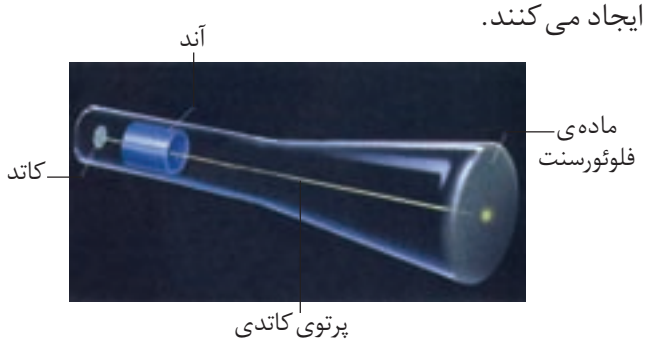
شاید بتوان گفت که اجرای آزمایش‌های بسیاری با الکتریسیته، مقدمه‌ای برای شناخت ساختار درونی اتم بوده است. در آغاز قرن نوزدهم میلادی، پس از کشف الکتریسیته‌ی ساکن یا مالشی، به این نکته پی برده شد که بارهای الکتریکی مثبت یا منفی ایجاد شده به هنگام مالیدن یک جسم روی جسم دیگر، از جایی نمی‌آیند و پیدایش آن‌ها به خود ماده و شاید به اتم‌های سازنده‌ی آن مربوط می‌شود.

مایکل فارادی دانشمند معروف انگلیسی مشاهده کرد که به هنگام عبور جریان برق از درون محلول یک ترکیب شیمیایی فلزدار ـ روشی که به آن برقکافت می گویند ـ یک واکنش شیمیایی در آن به‌وقوع می‌پیوندد. فیزیک‌دان‌ها برای توجیه این مشاهده‌ها برای الکتریسیته ذره‌ای بنیادی پیشنهاد کردند و آن را **الکترون** نامیدند. اما در آن زمان به وجود رابطه‌ای میان اتم و الکترون پی برده نشد.

برقکافت، یک واکنش شیمیایی است که با عبور جریان برق از درون یک محلول به وقوع می‌پیوندد.
اجرای چنین آزمایش‌هایی توسط فارادی در قرن ۱۹ به کشف الکترون منجر شد.
این تصویر برقکافت محلول قلع (II) کلرید در آب را نشان می‌دهد.

هم چون دانشمندان

لوله‌ی پرتوی کاتدی لوله‌ای شیشه‌ای است که تقریباً همه‌ی هوای درون آن به کمک پمپ خلأ خارج شده است. در دو انتهای این لوله یک قطعه فلز نصب شده است که به آن **الکترود** می گویند. هنگامی که یک ولتاژ بسیار قوی بین این دو الکترود اِعمال شود، پرتوهایی از الکترود منفی (کاتد) به سمت الکترود مثبت (آند) جریان می‌یابد. از این رو به آن‌ها **پرتوهای کاتدی** می گویند. این پرتوها بر اثر برخورد با یک ماده‌ی فلوئورسنت، نور سبز رنگی ایجاد می کنند.

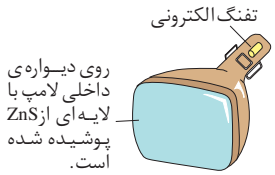


با دقت به شکل‌های صفحه‌ی بعد نگاه کنید. هر شکل یکی از آزمایش‌های جوزف تامسون فیزیک‌دان انگلیسی روی لوله‌ی پرتوی کاتدی را نشان می‌دهد. او که یکی از پیش‌گامان مطالعه‌ی ساختار اتم بوده است، پس از اجرای آزمایش‌های بسیاری سرانجام موفق شد نسبت بار به جرم الکترون را اندازه‌گیری کند. در زیر این شکل‌ها سه نتیجه‌گیری مهم تامسون آورده شده است. به‌نظر شما تامسون از چه مشاهده‌هایی به هر یک از این

مایکل فارادی
(۱۷۹۱ـ۱۸۶۷)

جورج استونی فیزیک‌دان ایرلندی در سال ۱۸۹۱ ذره‌های حمل کننده‌ی جریان برق را **الکترون** نامید.

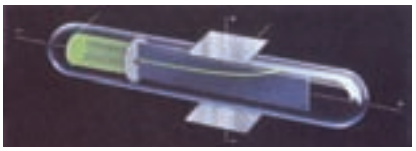
فلوئورسنت به ماده‌ای با خاصیت فلوئورسانس گفته می‌شود. فلوئورسانس ازجمله خواص فیزیکی برخی مواد شیمیایی است. مواد دارای این خاصیت نور با طول موج (رنگ؛ اگر طول موج در ناحیه‌ی مرئی باشد) معینی را جذب می کنند و به جای آن نور با طول موج بلندتری را منتشر می‌سازند. تابش این نور با قطع شدن منبع نور قطع می‌شود. روی سولفید (ZnS) از جمله مهم‌ترین مواد فلوئورسنت است که در تولید لامپ تلویزیون و نمایشگرها کاربرد دارد.



روی اغلب نمایشگرهای رایانه حروف CRT نوشته شده است. CRT کوتاه شده‌ی عبارت Cathode Rays Tube به معنای لوله‌ی پرتوهای کاتدی است.

ب) لوله دارای اندکی گاز هیدروژن است.

آ) لوله دارای اندکی هوا است.



ت) میدان الکتریکی در بیرون از لوله برقرار شده است.

پ) کاتد از آهن به مس تغییر یافته است.

نتیجه‌گیری‌ها دست یافته است؟ پاسخ خود را شرح دهید.

۱ـ پرتوهای کاتدی به خط راست حرکت می‌کنند.

۲ـ پرتوهای کاتدی دارای بارالکتریکی منفی هستند.

۳ـ همه‌ی مواد دارای الکترون هستند.

جست‌وجو کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که جوزف تامسون چگونه نسبت بار به جرم الکترون را اندازه‌گیری کرد.

گزارش این فعالیت را به‌صورت یک روزنامه‌ی دیواری به کلاس ارایه دهید.

پس از موفقیت تامسون در اندازه‌گیری نسبت بار به جرم الکترون، در سال ۱۹۰۹ رابرت میلیکان فیزیک‌دان آمریکایی موفق شد مقدار بار الکتریکی الکترون را اندازه بگیرد. به این ترتیب جرم الکترون نیز با کمک نسبت به دست آمده توسط تامسون محاسبه شد. مقدار پذیرفته شده برای بار و جرم الکترون به ترتیب $-۱/۶۰۲\times۱۰^{-۱۹}C$ و $۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}g$ است.

پرتوزایی

در حالی که تامسون در آزمایشگاه خود در شهر کمبریج انگلستان روی پرتوهای کاتدی مطالعه می‌کرد، هم‌زمان کشف بسیار مهمی در فرانسه به‌وقوع پیوست. در سال ۱۸۹۶ هانری بِکرِل فیزیک‌دانی که روی خاصیت فسفرسانس مواد شیمیایی کار می‌کرد به‌طور تصادفی با پدیده‌ی جالبی روبه‌رو شد.

جوزف تامسون
(۱۸۵۶ـ۱۹۴۰)

تامسون نسبت بار به جرم (e/m) الکترون را $۱/۷۶\times۱۰^{۸}C/g$ محاسبه کرد.

C نمادی برای نمایش کولن، یکای SI برای بار الکتریکی است.

همواره مقدار بار الکتریکی ذره‌های سازنده‌ی اتم را نسبت به مقدار بار الکتریکی الکترون می‌سنجند. در این مقیاس نسبی بار الکترون ۱− در نظر گرفته می‌شود.

فسفرِ سانس ازجمله خواص فیزیکی برخی مواد شیمیایی است. مواد دارای این خاصیت نور با طول موج (رنگ؛ اگر طول موج در ناحیه‌ی مریی باشد) معینی را جذب می‌کنند و به جای آن نور با طول موج بلندتری منتشر می‌سازند. تابش این نور تا مدت کوتاهی پس از قطع شدن منبع نور ادامه می‌یابد. در ساعت‌ها و برخی وسایل شب‌نما از موادی با این خاصیت استفاده می‌شود.

فکر کنید

متن زیر چگونگی کشف بزرگ هانری بکرل را در قالب داستانی کوتاه بیان می کند. بادقت آن را بخوانید و سپس به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

هانری سومین نسل از یک خانواده‌ی دانشمند پرور فرانسوی بود. او که افزون بر عشق به کسب دانش، سنگ های معدنی و ترکیب های شیمیایی آزمایشگاه پدرش اِدموند را نیز به‌ارث برده بود، با علاقه‌مندی کار پدرش روی پدیده‌ی فلوئورسانس و فسفرِسانس را ادامه داد. در آن زمان هانری با خواندن مقاله‌ای در مورد شیوه‌ی تولید پرتوهای X که به تازگی توسط رونتگن کشف شده بود، در این اندیشه فرو رفت که شاید مواد دارای خاصیت فلوئورسانس یا فسفرسانس نیز در هنگام نورافشانی چنین پرتوی مرموزی را تابش می کنند. از این رو بر آن شد که ترکیب هایی برگزیند و در این باره به تحقیق بپردازد. او برای این کار بلورهای ماده‌ای را برای مدتی در برابر نور خورشید قرار می‌داد و بی‌درنگ در محیطی تاریک روی یک فیلم خام عکاسی می‌گذاشت که درون یک پاکت کاغذی تیره بود. پس از چند دقیقه فیلم را برداشته، ظاهر می‌کرد و از روی میزان وضوح تصویر، شدت تابش آن ماده را اندازه می‌گرفت.

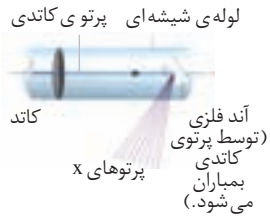
روز چهارشنبه ۲۶ فوریه سال ۱۸۹۶ هانری در ادامه‌ی آزمایش هایش روی فسفرِ سانس طبیعی ترکیب های اورانیم دارِ پدرش، دو قطعه از بلورهای یکی از این ترکیب ها را برداشت و همه‌ی وسایل کار خود را آماده کرد. اما از آن جا که هوای شهر پاریس کاملاً ابری بود، از انجام آزمایش چشم‌پوشی کرد و دو قطعه بلور را همراه با فیلم خام عکاسی در کشوی میز خود گذاشت و چند ساعتی به مطالعه پرداخت. عصر نیز زودتر از همیشه آزمایشگاه را به قصد خانه ترک کرد. وضعیت هوا چند روزی به همین منوال بود و تعطیلات آخر هفته نیز کار را بیش‌تر به تعویق انداخت.

بامداد روز دوشنبه اول مارس هنگامی که هانری به آزمایشگاه خود پا نهاد، یک باره به‌یاد بلورهای درون کشوی میز خود افتاد. با عجله سراغ آن ها رفت و تصمیم گرفت فیلم درون کشو را ظاهر کند. او با کنجکاوی فیلم را به تاریک‌خانه برد و آن را در محلول ظهور عکس قرار داد. پس از چند دقیقه هیجان‌زده از تاریک‌خانه بیرون آمد، پشت میز کار خود نشست و عبارت‌های زیر را یادداشت کرد:

«دوشنبه اول مارس ساعت ۹/۴۰؛ نتیجه‌ی آزمایش روی نمونه‌ی شماره‌ی سیزده: با این که آزمایش هایم روی مواد فسفرِ سانس نشان داده بود که همواره وضوح تصویر پس از چند ثانیه به‌شدت کاهش می‌یابد، اما در این آزمایش برخلاف انتظارم پس از این مدت حضور در تاریکی ایجاد تصویری با این وضوح شگفت‌انگیز به نظر می‌رسد. نمی‌دانم چرا؟ اما فکر می کنم که پدیده‌ی تازه‌ای را کشف کرده‌ام.»

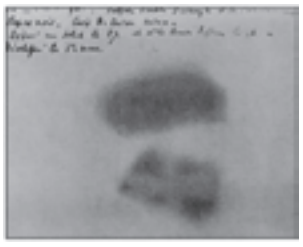
هانری بکرل
(۱۸۵۲ـ۱۹۰۸)

پرتوهای X در سال ۱۸۹۵ توسط ویلهلم رونتگن فیزیک‌دان آلمانی کشف شد. این پرتوهای پر انرژی از جنس نور هستند و قدرت نفوذ به نسبت زیادی در اجسام دارند. وی این پرتوها را با تاباندن پرتوهای کاتدی روی یک آند فلزی به‌دست آورد.



دستگاه تولید کننده‌ی پرتوهای X

از این پرتوها در پزشکی برای عکس برداری از استخوان‌ها و برخی اندام‌های درونی بدن استفاده می‌شود.



فیلم عکاسی بکرل پس از ظهور. دو قطعه بلور آفتاب ندیده‌ی بکرل به وضوح دیده می‌شوند.

۱ـ هانری مشاهده‌ی یاد شده را چگونه تفسیر کرد که آن را کشف پدیده‌ای تازه نام نهاد؟

۲ـ آیا مشاهده‌ی یاد شده برای این نتیجه‌گیری کافی به‌نظر می‌رسد؟ چرا؟

۳ـ برای افزایش اطمینان به این نتیجه‌گیری چه پیشنهادی به هانری دارید؟

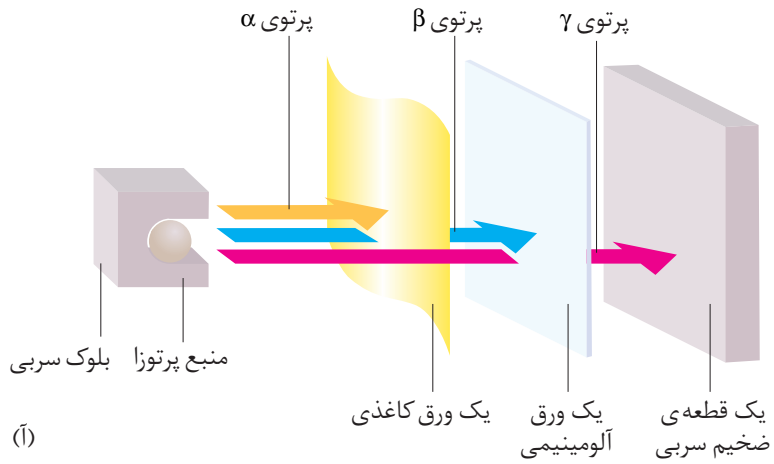
ارنست رادرفورد
(۱۸۷۱ـ۱۹۳۷)

بکرل به‌طور تصادفی به خاصیت مهمی پی برده بود که ماری کوری دانشمند معروف لهستانی آن را پرتوزایی و مواد دارای این خاصیت را **پرتوزا** نام نهاده است.

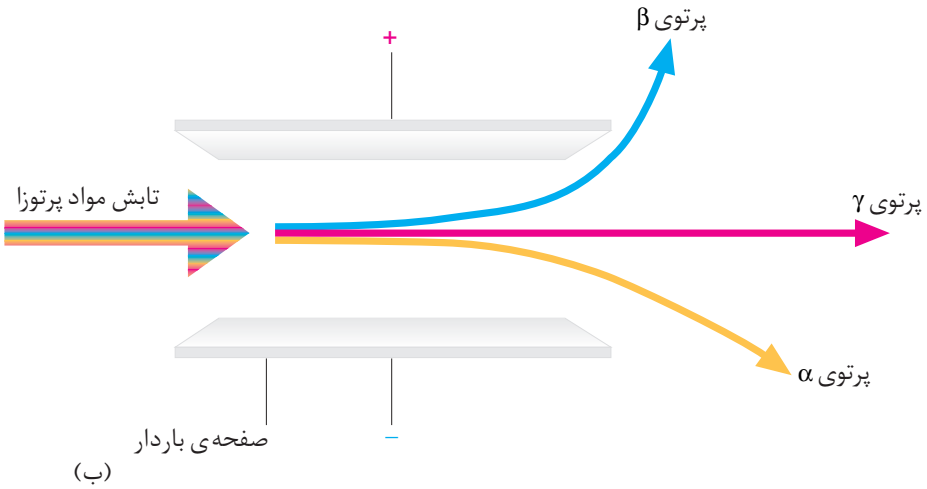
ارنست رادرفورد همکار نیوزلندی جوزف تامسون نیز به این موضوع علاقه‌مند شد و پس از سال‌ها تلاش فهمید، تابشی که بکرل نخستین بار به‌وجود آن پی برده بود، خود ترکیبی از سه نوع تابش مختلف است.

مشاهده کنید

با دقت به شکل‌های زیر نگاه کنید و سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ)



(ب)

۱ـ کدام تابش قدرت کم‌تری برای نفوذ در اجسام دارد؟ چه مشاهده‌ای شما را به این نتیجه‌گیری رسانده است؟

۲ـ رادرفورد نشان داد که یکی از تابش‌ها جریانی از ذره‌های بارداری است که جرم آن‌ها چهاربرابر جرم اتم هیدروژن است. در ضمن، تابش دیگر هم مانند پرتوهای کاتدی جریانی از الکترون‌های پرانرژی است. این دو تابش را روی هر دو شکل مشخص کنید.

۳ـ کدام تابش نشان داده شده بار الکتریکی ندارد و خنثی است؟

۴ـ تجربه نشان می‌دهد که پدیده‌ی پرتوزایی با کاهش جرم ماده‌ی پرتوزا همراه است. آیا این مشاهده با دیدگاه دالتون درباره‌ی اتم هم‌خوانی دارد؟ شرح دهید.

جوزف تامسون با کمک آزمایش‌های خود ضمن اثبات وجود ذره‌ای به‌نام الکترون در اتم و معرفی آن به‌عنوان یک ذره‌ی زیر اتمی موفق شد ساختاری برای اتم پیشنهاد کند، شکل ۱. وی ویژگی‌های اتم خود را این‌چنین برشمرد.

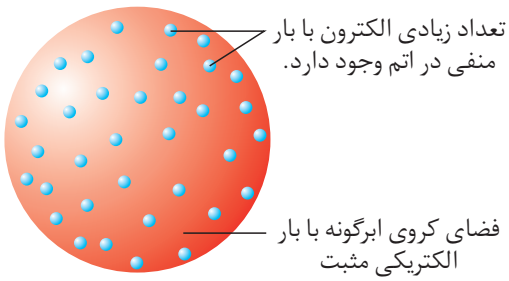
از مدل اتمی تامسون با نام‌هایی چون مدل کیک کشمشی یا مدل هندوانه‌ای نیز یاد می‌شود.

۱ـ الکترون‌ها که ذره‌هایی با بار منفی هستند درون فضای کروی ابرگونه‌ای با بار الکتریکی مثبت ، پراکنده شده‌اند.

۲ـ اتم در مجموع خنثی است، بنابراین مقدار بار مثبت فضای کروی ابرگونه با مجموع بار منفی الکترون‌ها برابر است.

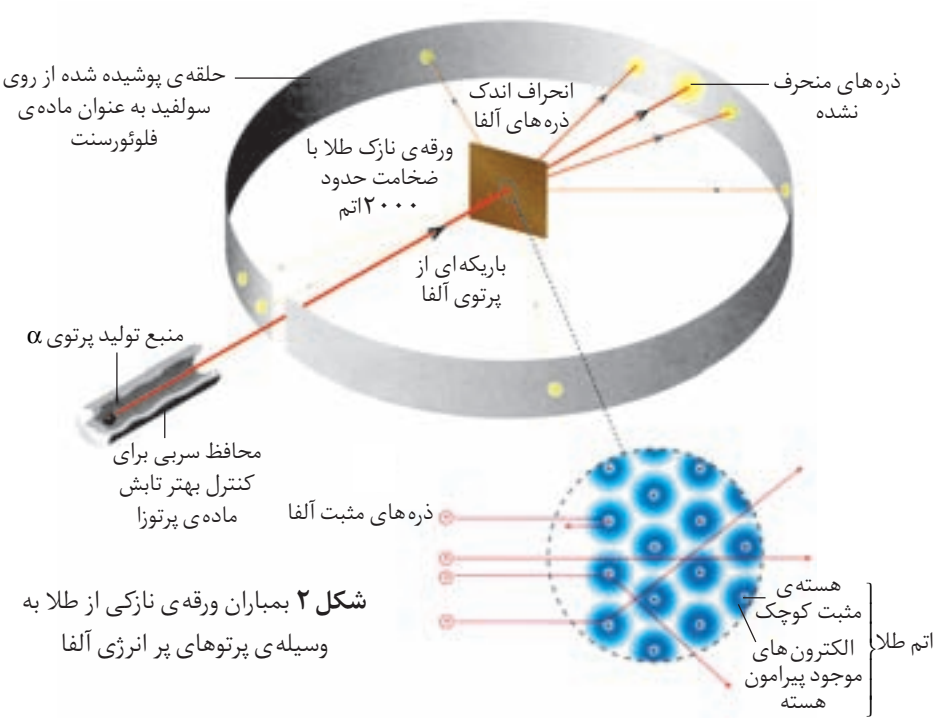
۳ـ این ابرکروی مثبت، جرمی ندارد و جرم اتم به تعداد الکترون‌های آن بستگی دارد.

۴ـ جرم زیاد اتم از وجود تعداد بسیار زیادی الکترون در آن ناشی می‌شود.



شکل ۱ مدل اتمی تامسون

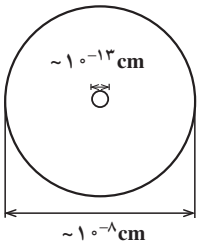
رادرفورد نتوانست تشکیل تابش‌های حاصل از مواد پرتوزا را به کمک مدل اتمی تامسون توجیه کند. از این رو در درستی این مدل تردید کرد. وی در سال ۱۹۱۰ برای شناسایی دقیق‌تر ساختار اتم آزمایش جالبی را طراحی و اجرا کرد. او در این آزمایش، شکل ۲، ورقه‌ی نازکی از طلا را با ذره‌های آلفا بمباران کرد، به امید آن که همه‌ی ذره‌های پرانرژی و سنگین آلفا که دارای بار مثبت نیز هستند با کم‌ترین میزان انحراف از این ورقه‌ی نازک عبور کنند. (چرا؟) اما آزمایش نتایج دیگری داشت.



شکل ۲ بمباران ورقه‌ی نازکی از طلا به وسیله‌ی پرتوهای پر انرژی آلفا

رادرفورد از نتایج این آزمایش شگفت‌زده شد و گفت: «بازگشت ذره‌های آلفا با زاویه‌ای نزدیک به 180° واقعاً باورنکردنی است. مانند این است که شما یک گلوله‌ی توپ را به سمت یک دستمال کاغذی پرتاب کنید و آن گلوله به عقب برگردد و با شما برخورد کند!»

رادرفورد به کمک مشاهده‌های خود توانست قطر اتم طلا و قطر هسته‌ی آن را به‌طور تقریبی محاسبه کند.



ابعاد تقریبی یک اتم طلا و هسته‌ی آن

فکر کنید

رادرفورد با استفاده از نتایج آزمایش خود، شکل ۲، مدل دیگری برای اتم پیشنهاد کرد که مدل **اتم هسته‌دار** نامیده شد. مشاهده‌ها و نتیجه‌گیری‌های رادرفورد که به ارایه‌ی این مدل انجامید در زیر آمده است. او از کدام مشاهده کدام نتیجه‌گیری را کرده است؟ شرح دهید.

مشاهده	نتیجه‌گیری
* بیش‌تر ذره‌های آلفا بدون انحراف و در مسیری مستقیم از ورقه‌ی نازک طلا عبور کردند.	* بیش‌تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.
* تعداد زیادی از ذره‌های آلفا با زاویه‌ی اندکی از مسیر اولیه منحرف شدند.	* یک میدان الکتریکی قوی در اتم وجود دارد.
* تعداد بسیار اندکی از ذره‌های آلفا (حدود یک از بیست هزار) با زاویه‌ای بیش از 90° از مسیر اولیه منحرف شدند.	* اتم طلا هسته‌ای بسیار کوچک با جرم بسیار زیاد دارد.

بیش‌تر بدانید

ماری کوری شیمی‌دان مشهور لهستانی در سال ۱۸۶۷ در ورشو زاده شد. پدرش معلم فیزیک بود. ماری به دلیل شرایط نامساعد مالی خانواده‌اش به دشواری دوران تحصیل ابتدایی را پشت‌سر گذاشت و سپس به‌ناچار در روستایی به‌عنوان معلم مشغول به کار شد. پس از آن در رشته‌های فیزیک و ریاضی به ادامه‌ی تحصیل پرداخت. در سال ۱۸۹۱ برای تحصیل در دانشگاه سوربون، به پاریس رفت و در آن‌جا با پی‌یرکوری، فیزیک‌دان فرانسوی آشنا شد و با وی ازدواج کرد.

ماری و پی‌یر، همراه با هانری بکرل روی نمک‌های اورانیم کار می‌کردند. آن‌ها در خلال سال‌های ۱۸۹۲ و ۱۸۹۴ در انبار متروکی که توسط رییس دانشکده‌ی پزشکی سوربون برای زندگی به آن‌ها داده شده بود، با وسایل و امکانات اندک بررسی‌های خود را روی نوعی از سنگ‌های معدنی به نام پیچبلاند ادامه دادند و سرانجام در سال ۱۸۹۸ توانستند دو عنصر پرتوزا را از این سنگ‌ها به‌دست آورند، عنصرهایی که رادیم و پولونیم نامیده شدند. اگرچه برای به‌دست آوردن چند میلی‌گرم از این عنصرها، به چندین تُن سنگ معدن پیچبلاند نیاز بود، اما در سال ۱۹۰۲، ماری و پی‌یر با همکاری بکرل توانستند از یک دسی‌گرم رادیم کلرید، رادیم خالص را به‌دست آورند. مادام کوری و همسرش پی‌یرکوری نشان دادند که واکنش‌های شیمیایی توانایی مواد پرتوزا را به نشر پرتوهای پرانرژی تغییر نمی‌دهد. حتی گرم کردن آن‌ها در یک قوس الکتریکی یا سرد کردن آن‌ها در هوای مایع نیز بر این خاصیت بی‌اثر است. یک‌سال بعد، آن‌ها به خاطر کشف عنصر رادیم و خاصیت پرتوزایی آن، جایزه‌ی نوبل در فیزیک را دریافت کردند.

ماری کوری
(۱۸۶۷_۱۹۳۴)
و همسرش پی‌یر کوری
(۱۸۵۹_۱۹۰۶)

سه سال پس از دریافت این جایزه ،پی‌یر در سن ٤٦ سالگی در یک تصادف جان خود را از دست داد. با این حال ماری از تلاش دست برنداشت و در خلال سال های ۱۹۰۲ تا ۱۹۱۲، ۲۹ ایزوتوپ پرتوزای دیگر را کشف کرد. در سال ۱۹۰۷، ماری موفق به اندازه‌گیری جرم اتمی رادیم شد و به‌خاطر این کار برای بار دوم جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۱۱ را در شیمی، از آنِ خود ساخت.

با آغاز جنگ جهانی اول، ماری و دخترش ایرن که تنها ۱۷ سال داشت، بسیاری از مراکز درمانی فرانسه را به دستگاه‌های پرتوی X مجهز کردند. به کمک این دستگاه موقعیت گلوله‌ها در بدن سربازان زخمی، تعیین می‌شد و به این ترتیب، خارج کردن گلوله‌ها با عمل جراحی به‌راحتی انجام می‌گرفت.

در سال ۱۹۱۸، ماری و ایرن به ترتیب به عنوان رییس و معاون انجمن رادیم، که به تازگی تأسیس شده بود، برگزیده شدند و سال‌ها در این مقام باقی ماندند. ایرن نیز که با یک فیزیک‌دان انگلیسی به نام فردریک جولیو ازدواج کرده بود، به همراه همسرش دست به بررسی‌هایی در زمینه‌ی شیمی هسته‌ای زد که به کشف یک ذره‌ی بنیادی تازه به نام پوزیترون انجامید. اما پیش از آن‌که ماری شاهد دریافت جایزه‌ی نوبل فیزیک توسط دخترش باشد، در سال ۱۹۲٤، به‌علت کار دایمی با عنصرهای پرتوزا و ابتلا به سرطان خون، درگذشت. سال بعد، ایرن جایزه‌ی نوبل فیزیک را دریافت کرد. در همین سال نیز، سیبورگ با استفاده از روش بمباران پلوتونیم ۲۳۹ با پرتوی آلفا، عنصری را به‌دست آورد که به افتخار ماری و پی‌یر کوری، و به پاس خدمات آن‌ها به دانش بشری، کوریم (با عدد اتمی ۹۶) نام گرفت.

دیگر ذره‌های سازنده‌ی اتم

آزمایش بعدی رادرفورد و همکارانش از دیگر اسرار اتم پرده برداشت و در سال ۱۹۱۹ دومین ذره‌ی سازنده‌ی اتم نیز شناسایی شد. این ذره **پروتون** نـام گرفت. پروتون ذره‌ای با بار الکتـریکی مثبت است. بـزرگی بار الکـتریکی پروتون با بار الکتـرون بـرابر است و جرمـی ۱۸۳۷ بار سنگین‌تر از جرم الکترون دارد. یک سال بعد، رادرفورد از وجود ذره‌ی دیگری در اتم سخن به مـیان آورد. وی گفت: «پروتون‌ها تـنـها ذره‌ی سازنده‌ی هسته نیستنـد بـلـکـه آزمایش‌های من نشان می‌دهد که در هسته‌ی اتم باید ذره‌ی دیگری وجود داشته باشد که بار الکتریکی ندارد ولی جرم آن با جرم پروتون برابر است.» رادرفورد دوازده سال بر این نکته تأکید کرد ولی در جامعه‌ی علمی آن روز کسی گفته‌ی او را بدون ارایه‌ی شواهد آزمایشگاهی پذیـرا نبود. سرانجام در سـال ۱۹۳۲ یکی از دانشجویـان پـرتلاش و بـا ذِکاوت او که جیمـز چادویک نام داشت با طراحی آزمایشی هوشمندانه وجود این ذره‌ی خنثی را در اتم به اثبات رسانید. **نوترون** نامی بود که بر این ذره‌ی تازه کشف شده نهاده شد.

پنج سال پیـش از آن که رادرفورد از پروتون سخنی بـه میان آورد، هنری موزلی یکـی از دانشجویـان وی که روی تولید پرتـوهای X مطالعه می کـرد، به نتایج جالـبی دست یافته بود. داده‌هایی که تفسیر آن‌ها به کشف پروتون انجامید.

موزلی در دستگـاه تولید کننده‌ی پرتوی X با قـرار دادن آندهایی که از فلزهای مختـلف ساخـته شده بـود، فرکانـس پرتوهـای X حاصل را انـدازه‌گیری کـرد. وی مشاهـده کرد کـه این فرکانس با افزایش جرم اتم فلز افزایش می‌یابد. رادرفورد با محاسبه‌ی مقدار بار مثبت هسته‌ی اتم هر یک از این فلزها، نشان داد که بین مقدار بار مثبت هسته و فرکانس پرتوهای X حاصل از این فلزها که توسط موزلی اندازه‌گیری شده بود، یک رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. وی مقادیر بار اندازه‌گیری شده را بر مقدار بار الکتریکی پروتون ($+۱/۶۰۲\times۱۰^{-۱۹}C$) تقسیم کرد. در نتیجه عددهای صحیحی به‌دست آمد که وی آن را **عدد اتمی** نامید. درواقع این عدد تعداد پروتون‌ها در اتم را مشخص می کند. عدد اتمی را با حرف Z نشان می‌دهند. از آن‌جا که اتم ذره‌ای خنثی است، بنابراین تعداد پروتون‌ها باید با تعداد الکترون‌ها برابر باشد. پس عدد اتمی تعداد الـکترون‌ها در یـک اتم را نیز مـشخص می کـند. رادرفورد بر ایـن باور بود که عـدد اتمی همه‌ی اتم‌هـای یک عنصر، یکسان است. بنابراین می‌توان به کـمک عدد اتمی نوع عنصر را معین کرد.

هنری موزلی
(۱۸۸۷ـ۱۹۱۵)

مطالعه‌ی گسـترده‌ی او روی پرتوهای x تولید شده از عـنـصـرهـای مـخـتـلـف و کـشـف ارتـبـاط فـرکـانـس پرتوهای تـولید شده با جرم اتمی عـنـصـرها، زمینـه‌سـاز کـشـف پـروتـون بـه‌عـنـوان دومین ذره‌ی زیر اتمی شد.

عدد جرمی و ایزوتوپ‌ها

جرم اتم به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته‌ی آن بستگی دارد و جرم الکترون‌ها حتی اگر اتم بیش از ۱۰۰ الکترون هم داشته باشد، بر جرم اتم تأثیر چشم‌گیری نخواهد داشت. از این رو به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم **عدد جرمی** می‌گویند. A نمادی برای نمایش عدد جرمی است.

به پروتون یا نوترون، نوکلئون (nucleon) یا ذره‌ی سازنده‌ی هسته نیز می‌گویند.

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

$$A = Z + N$$

شیمی‌دان‌ها برای هر اتم این اطلاعات را به طور خلاصه به‌صورت زیر می‌نویسند:

$$\text{نماد شیمیایی عنصر} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X$$

A ← عددجرمی

Z ← عدد اتمی

دانشمندان با کمک دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی جرم اتم‌ها را بادقت بسیار زیادی اندازه‌گیری می‌کنند. این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که همه‌ی اتم‌های یک عنصر جرم یکسانی ندارند. از آن‌جا که عدد اتمی و درواقع تعداد پروتون‌ها در همه‌ی اتم‌های یک عنصر یکسان است، پس تفاوت جرم باید به تعداد نوترون‌های موجود در هسته‌ی اتم مربوط باشد. این مطالعات به معرفی مفهوم **ایزوتوپ** انجامید. در واقع، ایزوتوپ‌ها اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند. برای مثال آزمایش روی نمونه‌های طبیعی از گاز کلر وجود دو ایزوتوپ کلر – ۳۵ $\left({}^{35}_{17}\mathrm{Cl}\right)$ و کلر – ۳۷ $\left({}^{37}_{17}\mathrm{Cl}\right)$ را به اثبات رسانده است.

اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان‌تر و برخی کم‌یاب‌ترند. برای مثال از هر چهار اتم کلر موجود در طبیعت سه اتم ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}$ و یک اتم ${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}$ است. به عبارت دیگر ۷۵ درصد از اتم‌های کلر ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}$ و ۲۵ درصد آن‌ها را ${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}$ تشکیل می‌دهد.

جرم یک اتم

شیمی‌دان‌ها در سده‌های ۱۸ و ۱۹ میلادی موفق شدند که به‌طور تجربی جرم اتم‌های بسیاری از عنصرهای شناخته شده تا آن زمان را به‌طور نسبی اندازه‌گیری کنند. چنین آزمایش‌هایی نشان داد که برای مثال جرم یک اتم اکسیژن ۱/۳۳ برابر جرم یک اتم کربن و جرم یک اتم کلسیم ۲/۵ برابر جرم یک اتم اکسیژن است. استفاده از این نسبت‌ها در محاسبه‌های آزمایشگاهی کاری بس دشوار بود. از این رو، شیمی‌دان‌ها ناگزیر شدند جرم خاصی را به یک عنصر معین نسبت دهند و سپس به کمک نسبت‌های اندازه‌گیری شده

طی یک‌صد و پنجاه سال گذشته شیمی‌دان‌ها ابتدا هیدروژن و سپس اکسیژن را به عنوان استانداردی برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها انتخاب کردند. اما در سال ۱۹۶۱ کربن به این منظور برگزیده شد.

جرم عنصرهای دیگر را محاسبه کنند. پس از دو بار تغییر در انتخاب عنصر استاندارد سرانجام فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن یعنی کربن – ۱۲ $\left({}^{12}_{6}C\right)$ برای این منظور انتخاب شد. این اتم کربن در هسته‌ی خود ۶ پروتون و ۶ نوترون دارد. دانشمندان جرم این اتم را دقیقاً برابر ۱۲/۰۰۰ درنظر گرفتند. با این حساب اتم اکسیژن که جرمی معادل ۱/۳۳ برابر جرم اتم کربن دارد، در این مقیاس جرمی برابر ۱۶/۰۰۰ خواهد داشت. جرم اتم عنصرهای دیگر نیز به همین شیوه اندازه‌گیری شد. از آن‌جا که جرم اتم‌ها به صورت نسبی اندازه‌گیری می‌شوند، یکایی ندارند. اما به تجربه ثابت شده است که استفاده از یکایی مناسب برای جرم اتم‌ها سودمند است. از این رو شیمی‌دان‌ها برای جرم یک اتم یا **جرم اتمی** amu را که کوتاه شده‌ی عبارت atomic mass unit به معنای واحد جرم اتمی است ، به‌عنوان یکای جرم اتمی معرفی کردند. یک amu برابر یک دوازدهمِ $\left(\frac{1}{12}\right)$ جرم اتم کربن – ۱۲ است. بنابراین در این مقیاس جرم اتم کربن – ۱۲ برابر ۱۲/۰۰۰amu و جرم اتم اکسیژن ۱۶/۰۰۰amu خواهد بود.

از هر هزار اتم کربن موجود در نمونه‌های طبیعی ۹۸۹ اتم آن کربن ۱۲ و ۱۱ اتم آن کربن ۱۳ است.

$1amu = 1/661 \times 10^{-24} g$

$= 1Dalton$

در این مقیاس جرم پروتون و نوترون تقریباً ۱amu است. درحالی که جرم الکترون تقریباً یک دوهزارم $\left(\frac{1}{2000}\right)$ این مقدار است. در جدول ۱ ویژگی‌های این ذره‌های زیراتمی را مشاهده می‌کنید.

تاکنون بیش از ۲۳۰۰ ایزوتوپ مختلف (طبیعی و ساختگی) شناخته شده است. در این میان فقط ۲۷۹ ایزوتوپِ پایدار وجود دارد. برخی عنصرها مانند فلوئور، فسفر و آلومینیم تنها یک ایزوتوپ پایدار دارند. در حالی که برخی از دو یا تعداد بیش‌تری ایزوتوپ پایدار برخوردارند. برای نمونه قلع ده ایزوتوپ پایدار دارد.

جدول ۱ برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم	
			amu	g
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	−۱	۰/۰۰۰۵	$9/109 \times 10^{-28}$
پروتون	${}^{1}_{1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$1/673 \times 10^{-24}$
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$1/675 \times 10^{-24}$

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

از آن‌جا که جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر و حدوداً برابر با ۱amu است، می‌توان از روی عدد جرمی یک اتم، جرم آن را تخمین زد. برای مثال جرم یکی از ایزوتوپ‌های لیتیم که ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد $\left({}^{7}_{3}Li\right)$ برابر ۷/۰۰۰amu است.

با توجه به وجود ایزوتوپ‌ها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتمِ عنصرهای مختلف **جرم اتمی میانگین** به کار می‌رود.

فکر کنید

۱ـ باتوجه به شکل زیر راهی برای محاسبه‌ی جرم اتمی میانگین بور پیشنهاد کنید.

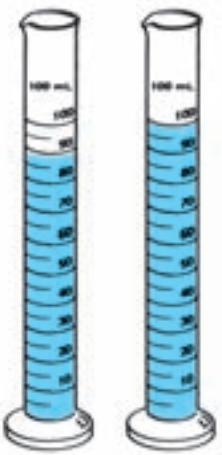
نمایش بخشی از یک نمونه‌ی طبیعی عنصر بور

۲ـ اکسیژن سه ایزوتوپ ($^{16}_{8}O$ ، $^{17}_{8}O$ ، $^{18}_{8}O$) و هیدروژن نیز سه ایزوتوپ ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}D$ ، $^{3}_{1}T$) دارد. با توجه به تعداد ایزوتوپ‌های این دو عنصر، در یک نمونه‌ی طبیعی آب چند نوع مولکول آب می‌توان یافت؟جرم هر یک از این مولکول‌ها را حساب کنید.

۳ـ تجربه نشان می‌دهد که ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند ولی برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها با هم تفاوت می‌کند. این تفاوت در ترکیب‌های شیمیایی دارای آن‌ها نیز مشاهده می‌شود. با دقت به شکل زیر نگاه کنید.

آ ـ از این مشاهده چه نتیجه‌ای می‌گیرد؟

ب ـ به نظر شما اگر یک قطعه یخ – D_2O را در آب معمولی (H_2O) بیندازیم، روی آب شناور می‌ماند یا در آب فرو می‌رود؟ شما چه پیش‌بینی می‌کنید؟ چرا؟



D_2O
۱۰۰g آب سنگین

H_2O
۱۰۰g آب معمولی

اطلاعات جمع‌آوری کنید

جرم اتم‌ها را به وسیله‌ی دستگاهی با نام طیف سنج جرمی اندازه‌گیری می‌کنند. در یک فعالیت گروهی درباره‌ی چگونگی کار این دستگاه تحقیق کنید و گزارش خود را در قالب مقاله‌ای به کلاس ارایه دهید.

سه ایزوتوپ هیدروژن نام‌هایی جداگانه دارند: پروتیم، دوتریم (هیدروژن سنگین) و تریتیم (هیدروژن پرتوزا). این سه ایزوتوپ را به ترتیب با نمادهای $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}D$ و $^{3}_{1}T$ نمایش می‌دهند.

پایداری ایزوتوپ‌ها به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته بستگی دارد. برای نمونه همه‌ی هسته‌هایی که ۸۴ یا بیش از این تعداد، پروتون دارند، ناپایدار هستند. اما بر طبق یک قاعده‌ی کلی اگر برای هسته‌ای نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها ۱/۵ یا بیش از این باشد، هسته یادشده ناپایدار خواهد بود. این گونه هسته‌های ناپایدار بر اثر واکنش‌های تلاشی هسته‌ای به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شود.

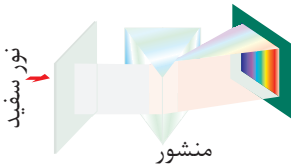
آتش‌بازی و کشف ساختار اتم

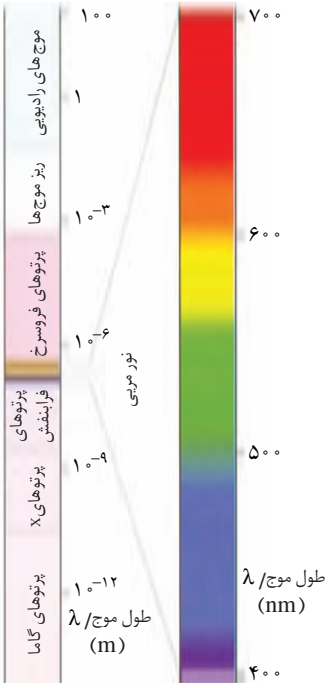
استفاده از مخلوط مواد شیمیایی برای تولید مواد منفجره، هنری باستانی است. چینی‌ها از جمله نخستین مردمانی بوده‌اند که بیش از هزارسال پیش باروت سیاه (مخلوطی از پتاسیم نیترات، گرد زغال و گوگرد) را تهیه کرده، در موارد صلح‌جویانه به مصرف می‌رسانده‌اند. آتش بازی و ایجاد صداهای بلند در جشن‌ها از جمله محبوب‌ترین موارد استفاده از باروت سیاه بوده و هست. پیش از سده‌ی نوزدهم کشف شد که با افزودن براده‌های آهن به باروت سیاه می‌توان جرقه‌های آتش به رنگ نارنجی تولید کرد. اما با پیشرفت شگرف دانش شیمی در سده‌ی نوزدهم مواد تازه‌ای به آتش‌بازی‌ها راه یافتند. نمک‌های مس، استرانسیم و باریم رنگ‌هایی زیبا و گرد منیزیم و آلومینیم نور سفید خیره‌کننده‌ای به جرقه‌های آتش می‌بخشیدند. اما این پرسش که این رنگ‌ها چگونه به‌وجود می‌آیند همواره بی‌پاسخ ماند.

شکل ۳ مراسم آتش‌بازی یک تفریح شیمیایی است!

رابرت بونزن شیمی‌دان معروف آلمانی که چراغ بونزن از نوآوری‌های به‌یادماندنی اوست، موفق شد دستگاهی طراحی کند که سهم بسیاری در پیشرفت علم شیمی داشت. این دستگاه **طیف‌بین** نامیده شد. هنگامی که بونزن مقداری از یک ترکیب مس‌دار مانند کات‌کبود را در شعله‌ی مشعل این دستگاه قرار داد، مشاهده کرد که رنگ آبی شعله به

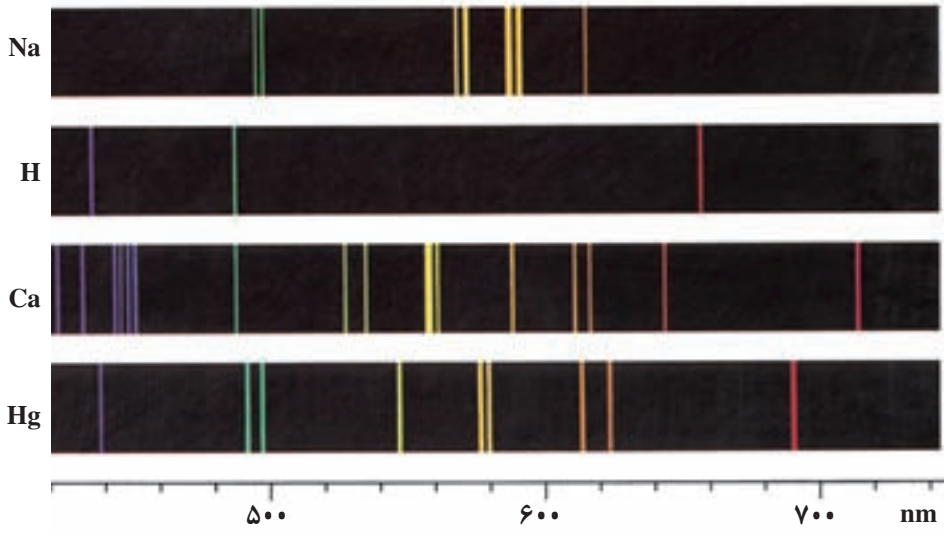
در سال ۱۶۶۶ نیوتون اعلام کرد که نور به هنگام عبور از یک منشور شکافته می‌شود و طیفی پیوسته از رنگ‌هایی شبیه رنگین‌کمان به‌وجود می‌آورد. این طیف همه‌ی طول موج‌های نور مریی را نشان می‌دهد.





بخش مریی طیف نور سفید

سبزی می‌گراید. همان رنگی که افزودن ترکیب‌های مس به جرقه‌های آتش در هنگام آتش‌بازی می‌داد. با عبور این نور سبزرنگ از منشوری که در دستگاه تعبیه شده بود، الگویی به مانند تصاویر نشان داده شده در شکل ۴ به‌دست آمد. بونزن این الگو را **طیف نشری خطی** نامید. (چرا)؟ وی که از این مشاهده شگفت زده شده بود آزمایش را با چند ترکیب فلزدار دیگر تکرار کرد و در هر مورد طیف‌های نشری خطی متفاوتی به‌دست آورد.



شکل ۴ طیف نشری خطی برخی عنصرها

بررسی بیش‌تر وی و همکارانش ثابت کرد که هر فلز طیف نشری خطی خاص خود را داراست و مانند اثر انگشت می‌توان از این طیف برای شناسایی فلز مورد نظر بهره گرفت.

آزمایش کنید

آزمون شعله

هدف از این آزمایش یافتن رنگی است که محلول چند ترکیب شیمیایی فلزدار به شعله‌ی چراغ بونزن می‌دهند. در گام بعدی با استفاده از نتایج این آزمایش نوع فلز موجود در یک نمونه‌ی مجهول را از روی رنگی تعیین می‌کنید که محلول آن به شعله می‌دهد.

وسایل مورد نیاز: چراغ بونزن، گیره‌ی بوته، شیشه‌ی ساعت، شش بِشِر ۵۰ mL، چند گلوله‌ی پنبه‌ای

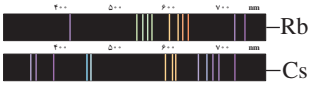
مواد مورد نیاز: چند ترکیب فلزدار (نمک) مانند سدیم کلرید، پتاسیم یدید و...

روش کار

۱- چراغ بونزن را روشن کرده، شعله‌ی آن را تنظیم کنید.

۲- شیشه‌ی ساعت را با آب و صابون به‌طور کامل بشویید و با پارچه‌ی تمیزی خشک کنید. سپس پنبه را روی شیشه‌ی ساعت قرار دهید. سپس دو سر گیره‌ی بوته را با کاغذ

با روش طیف بینی، بونزن و همکارانش عنصرهای روبیدیم و سزیم را حین بررسی طیف یک سنگ معدنی لیتیم‌دار کشف کردند. آن‌ها دریافتند که خط‌های سرخ و آبی پررنگ موجود در طیف نشری خطی حاصل از این سنگ‌معدن با طیف نشری خطی لیتیم که پیش از این شناخته شده بود، قابل توجیه نیست. با بررسی‌های بعدی دو فلز یاد شده شناسایی و جداسازی شدند. نام روبیدیم (rubidium) و سزیم (caesium) که از دو واژه‌ی لاتین به ترتیب به معنای سرخ و آبی گرفته شده است، شیوه‌ی کشف این دو عنصر را یادآوری می‌کند.



کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (bar code) روی جعبه یا بسته‌ی مواد غذایی یا بسیاری از کالاهایی است که در بازار به‌فروش می‌رسند. هر نوع کالایی خط نماد خاص خود را دارد و با خواندن خط نماد به کمک دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر می‌شود.

خط نماد

سمباده پاک کنید و پس از شست و شو با آب در شعله قرار دهید تا کاملاً خشک شود. این کار را پس از هر بار آزمایش تکرار کنید.

۳ـ مقداری از نمکی که در اختیار دارید در یک بِشِر ۵۰mL بریزید و در مقدار کمی آب حل کنید. سعی کنید در هر بار مقدار نمک و آبِ یکسانی به کار ببرید.

۴ـ یک گلوله‌ی پنبه‌ای را به کمک گیره‌ی بوته بردارید و پس از آغشته کردن به مقدار کمی از محلول درون بِشِر، روی شعله‌ی چراغ بگیرید. تغییر رنگ مشاهده شده را یادداشت کنید. پس از آزمایش مقداری آب روی گلوله‌ی پنبه و دو سر گیره بریزید و سپس گلوله‌ی پنبه را در سطل زباله بیندازید.

۵ـ جدولی مانند جدول زیر بکشید و مشاهده‌های خود، به ویژه تغییر رنگ‌ها را در آن یادداشت کنید.

شماره‌ی آزمایش	نام نمک	رنگ مشاهده شده
۱		
۲		
۳		
۴	نمونه‌ی مجهول	

توجه

آ. برای اطمینان از نتیجه می‌توانید هریک از این آزمایش‌ها را دو یا سه بار تکرار کنید.

ب. نمونه‌ی مجهول توسط مربی آزمایشگاه و از میان نمک‌هایی انتخاب می‌شود که پیش از این مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

پ. اگر یک افشانه‌ی دستی در اختیار داشته باشید می‌توانید محلول این نمک‌ها را در اتانول تهیه کرده با افشاندن آن در شعله تغییر رنگ‌ها را به صورت دیدنی‌تری مشاهده کنید. از آن‌جا که اتانول آتش‌گیر است، پیشنهاد می‌شود که این آزمایش را مربی آزمایشگاه در زیر هواکش و در پایان آزمایش‌های بالا برای دانش‌آموزان انجام دهد.

⚠ رعایت نکات ایمنی در حین اجرای این آزمایش‌ها الزامی است.

طیف نشری خطی هیدروژن

هنگامی که بر یک لوله‌ی تخلیه‌ی الکتریکی دارای گاز هیدروژن با فشار کم، ولتاژ بالایی اِعمال شود، بر اثر تخلیه‌ی الکتریکی، گاز درون لوله با رنگ صورتی روشن به التهاب درمی‌آید. با عبور دادن نور حاصل، از یک منشور طیف نشری خطی هیدروژن به‌دست می‌آید، شکل ۵. تلاش برای توجیه علت ایجاد و جایگاه ثابت خط‌های موجود در