

فرم خلاصه درس پاییز ۱۳۹۲

دیگر ذره‌های سازنده اتم - عدد جرمی و عدد اتمی - ایزوتوپ‌ها - جرم یک اتم	مبحث	شماره جلسه : دوم نام درس و مقطع و رشته : شیمی ۲ و آزمایشگاه تاریخ جلسه :
۱۱ تا ۱۴	صفحه‌ی کتاب درسی	نام دبیر : علی سلوکی نام پشتیبان : نام آموزشگاه : موفق پسرانه - اسطوره

فوتدان در منزل مل کنید				فوتدان در زنگ کار در کلاس مل کنید				من در کلاس مل می‌کنم				نام کتاب
		فکر کنید	صفحه ۱۴									کتاب درسی
۶۶	۶۰	۵۷	۵۶	۴۵	۴۳	۳۸	۳۷	۵۴	۴۸	۴۱	۳۶	کتاب آبی
۴۷	۴۶	۳۹	۳۷	۳۶	۳۵	۳۲	۲۵	۴۹	۴۴	۳۱	۲۸	کتاب دوسالانه

«دیگر ذره‌های سازنده اتم»

آزمایش بعدی رادرفورد و همکارانش از دیگر اسرار اتم پرده برداشت و در سال ۱۹۱۹ دومین ذره سازنده اتم نیز شناسایی شد، این ذره پروتون نام گرفت.

پروتون ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت است بزرگی بار الکتریکی پروتون با بار الکترون برابر است و جرمی ۱۸۳۷ بار سنگین‌تر از جرم الکترون دارد. یک سال بعد رادرفورد از وجود ذره دیگری در اتم سخن به میان آورد. وی گفت: «پروتون‌ها تنها ذره سازنده هسته نیستند بلکه آزمایش‌های من نشان می‌دهد که در هسته اتم باید ذره دیگری وجود داشته باشد که بار الکتریکی ندارد اما جرم آن با جرم پروتون برابر است». رادرفورد مدت‌ها به این نکته تأکید کرد، اما در جامعه علمی آن روز کسی گفته او را بدون ارایه شواهد آزمایشگاهی پذیرا نبود. سرانجام در سال ۱۹۳۲ جیمز چادویک با طراحی آزمایشی وجود این ذره خنثی در اتم را به اثبات رسانید و نوترون نامی بود که به این ذره تازه کشف شده نهاده شد.

مطالعات گسترده هنری موزلی روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف زمینه ساز کشف پروتون به عنوان دومین ذره زیراتمی شد. امروزه از او به عنوان کشف‌کننده پروتون یاد می‌شود اگرچه استاد او رادرفورد با تجزیه تحلیل داده‌های تجربی موزلی به وجود پروتون پی برد. رادرفورد با استفاده از نتایج مطالعات موزلی توانست مقدار بار مثبت هسته برخی از اتم‌ها را تعیین کند وی مقادیر بار اندازه‌گیری شده را به مقدار بار الکتریکی پروتون ($1.6 \times 10^{-19} \text{C}$) تقسیم کرد. در نتیجه عددهای معینی به دست آمد که وی آن را عدد اتمی نامید. عدد اتمی: بیانگر تعداد پروتون‌ها در اتم می‌باشد و با حرف Z نمایش داده می‌شود.

نکته: از آن جا که اتم ذره‌ای خنثی است، بنابراین مقدار پروتون‌ها با تعداد الکترون‌ها برابر است. پس عدد اتمی تعداد الکترون‌ها در یک اتم را نیز مشخص می‌کند.

نکته: رادرفورد بر این باور بود که عدد اتمی همه اتم‌های یک عنصر، یکسان است. بنابراین می‌توان به کمک عدد اتمی نوع عنصر را تعیین کرد. عدد جرمی:

جرم اتم به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته آن بستگی دارد و جرم الکترون‌ها حتی اگر بیش از ۱۰۰ الکترون هم داشته باشد، بر جرم اتم تأثیر چشم‌گیری نخواهد داشت.

نوکلئون: به پروتون یا نوترون، نوکلئون یا ذره سازنده هسته گفته می‌شود.

عدد جرمی: به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم عدد جرمی می‌گویند که آن را با نماد A نمایش می‌دهند.

$$\text{تعداد نوترون‌ها} + \text{تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)} = \text{عدد جرمی}$$

$$A = Z + N$$

$$\text{نماد شیمیایی عنصر} = {}^A_Z X$$

A عدد جرمی
Z عدد اتمی

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

$$\text{تعداد الکترون} - \text{تعداد پروتون} = \text{بار یون}$$

نکته: در کاتیون‌ها و آنیون‌ها بار یون از رابطه مقابل بدست می‌آید:

ایزوتوپ:

دانشمندان با کمک دستگاهی به نام طیف سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری می‌کنند. این اندازه‌گیری نشان می‌دهد که همه اتم‌های یک عنصر جرم یکسانی ندارند. از آن جا که عدد اتمی و در واقع تعداد پروتون‌ها در همه اتم‌های یک عنصر یکسان است، پس تفاوت جرم باید به تعداد نوترون‌های موجود در هسته اتم مربوط باشد. این مطالعات به معرفی مفهوم ایزوتوپ انجامید.

ایزوتوپ: به اتم‌های یک عنصر گفته می‌شود که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.

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

پایداری ایزوتوپها به تعداد پروتونها و نوترونهای درون هسته بستگی دارد برای نمونه همه هستههایی که ۸۴ یا بیش از این تعداد پروتون دارند، ناپایدار هستند. اما برطبق یک قاعده کلی اگر برای هسته‌ای نسبت تعداد نوترون به پروتونها $\left(\frac{\text{نوترون}}{\text{پروتون}}\right)$ ۱/۵ یا بیش از این باشد، هسته یاد شده ناپایدار خواهد بود. این گونه هسته‌های ناپایدار بر اثر واکنش‌ها تلاشی، هسته‌ای به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شود.

فراوانی ایزوتوپها در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان تر و برخی کم‌یاب‌ترند. برای مثال از هر چهار اتم کلر موجود در طبیعت سه اتم ^{35}Cl و یک اتم ^{37}Cl است به عبارت دیگر ۷۵ درصد از اتم‌های کلر را ^{35}Cl و ۲۵ درصد آن‌ها را ^{37}Cl تشکیل می‌دهد.

☑ **نکته:** غده تیروئید در جلوی گردن قرار دارد و هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) را ترشح می‌کند.

این غده برای ساختن این هورمون‌ها مقدار زیادی از ید موجود در مواد غذایی را در خود جمع می‌کند. از این‌رو رادیو ایزوتوپ ید-۱۳۱ برای تشخیص بیماری‌های غده تیروئید به کار می‌رود. استفاده از نمک یددار در رژیم غذایی برای سالم ماندن غده تیروئید ضروری است.

هیدروژن دارای سه ایزوتوپ است که عبارتند از:

نام ایزوتوپ	نام معمولی	نماد شیمیایی	تعداد پروتون	تعداد الکترون	تعداد نوترون
پروتیم	هیدروژن معمولی	^1_1H	۱	۱	۰
دوتریم	هیدروژن سنگین	^2_1D	۱	۱	۱
تریتم	هیدروژن پرتوزا	^3_1T	۱	۱	۲

جرم یک اتم:

شیمی‌دان‌ها ابتدا به طور تجربی جرم اتم‌ها را به طور نسبی اندازه‌گیری می‌کردند. برای مثال جرم یک اتم اکسیژن $1/33$ برابر جرم یک اتم کربن و جرم یک اتم کلسیم $2/5$ برابر جرم یک اتم اکسیژن است. استفاده از این نسبت‌ها در محاسبه‌های آزمایشگاهی کار دشواری بود. از این‌رو، شیمی‌دان‌ها ناگزیر شدند جرم خاصی را به یک عنصر معین نسبت دهند و سپس به کمک نسبت‌های اندازه‌گیری شده جرم عنصرهای دیگر را محاسبه کنند.

در نهایت فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن یعنی کربن-۱۲ (^{12}C) به عنوان استاندارد برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها انتخاب شد.

از هر هزار اتم کربن موجود در نمونه‌های طبیعی ۹۸۹ اتم آن کربن-۱۲ و تعداد ۱۱ اتم آن کربن-۱۳ است. اتم کربن-۱۲ دارای ۶ پروتون و ۶ نوترون است. دانشمندان جرم این اتم را دقیقاً برابر $12/000$ در نظر گرفته‌اند. با این حساب اتم اکسیژن که جرمی معادل $1/33$ برابر جرم اتم کربن دارد، در این مقیاس جرمی برابر $16/000$ خواهد داشت. شیمی‌دان‌ها برای جرم یک اتم یا جرم اتمی، amu را که کوتاه شده عبارت atomic mass unit به معنای واحد جرم اتمی است، به عنوان یکای جرم اتمی معرفی کردند.

جرم اتم کربن-۱۲ برابر با $12/000\text{amu}$ و جرم اتم اکسیژن $16/000\text{amu}$ خواهد بود. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون تقریباً 1amu است. در حالی که جرم الکترون تقریباً یک دو هزارم $\left(\frac{1}{1836}\right)$ این مقدار است. در جدول زیر ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی را مشاهده می‌کنید:

در نماد ذرات زیراتمی عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند:

مثلاً؛ ^1_1P جرم نسبی ۱ بار نسبی ۱

همواره مقدار بار الکتریکی ذره‌های سازنده اتم را نسبت به مقدار بار الکتریکی الکترون می‌سنجند در این مقیاس نسبی بار الکترون (۱-) در نظر گرفته می‌شود.

☑ **توجه:** از آن‌جا که جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر و حدوداً برابر با 1amu است، می‌توان از روی عدد جرمی یک اتم، جرم آن را تخمین زد.

با توجه به وجود ایزوتوپها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف جرم اتمی میانگین به کار می‌رود. به عنوان مثال در جدول تناوبی جرم اتم کربن به جای ۱۲، $12/011$ گزارش شده است.

جرم اتمی میانگین: به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با توجه به درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت گفته می‌شود. برای محاسبه جرم

$$\text{جرم اتمی میانگین (M)} = \frac{M_1a_1 + M_2a_2 + \dots}{a_1 + a_2 + \dots}$$

اتم میانگین از رابطه روبه‌رو استفاده می‌شود:

M_1 و M_2 ... جرم ایزوتوپها و a_1 و a_2 ... درصد فراوانی (یا تعداد) ایزوتوپها است.

☑ **توجه:** اگر نسبت فراوانی به صورت درصد بیان شود مجموع $a_1 + a_2 + \dots$ برابر ۱۰۰ است.