

فانوس شیمی

ـ هشتم دبیرستان ـ

درسنامه | جمع بندی

سینا احمدی نیت - سجاد احمدی نیت

دبیر مدارس برتر مشهد

بِسمِ رَبِّ العِلمِ وَالقَلَم

مقدمه و پیش گفتار

شیمی، زبان بی‌کلام جهان است. زبانی که در هر قطره‌ی آب، در هر شعله‌ی آتش و در هر نفس ما سخن می گوید. هر واکنش شیمیایی، داستانی از تولد و تحول است؛ جایی که ماده، چهره‌ای تازه به خود می‌گیرد شیمی دانشی‌ست که پیوند بین فیزیک و زیست را می‌سازد؛ علمی که ماده را نه فقط در شکل، که در ماهیتش می‌کاود.بدون شیمی، پزشکی، داروسازی، انرژی، و حتی رنگ و طعم زندگی معنایی نداشت

یادم نمیرود گوشزد ها و تعجب برخی از عزیزان که میگویند بجای اینکه بنویسی قدری به خودت فراغت روحی و جسمی بده ، اینکارها نه نان میشود و نه آب که بخواهی به آن اکتفا نمایی

توصیه ی من به شما دوستان این است که نگذارید فراموش کنید ، حتی اگر فراموش هم شدید هیچ چیزی را فراموش نکنید. وظیفه ، علم ، تاریخ و هرچیزی که نیازمند به ذهن سپردن و نشر آن است را از یاد نبرید. جوامع در سرتاسر دنیا از جایی ضربه خوردند که یادشان رفت برای چه کاری در این دنیا هستند و باید چه کنند و بر سر پیشینیان آنها چه آمده است. من از علم آموزی و تدریس آن بشدت لذت میبرم. با اینکه میتوانستم وقت آنرا روی کسب و کارم بگذارم و زمانی ذخیره سازم، اما لذتی که در پرورش هست در نگهداری آن نیست. پیشرفت شخصی و جمعی در گرو فداسازی وجود است

اگر کسی را دیدید که به این کتاب محتاج است رضایت دارم که آنرا رایگان به او بدهید

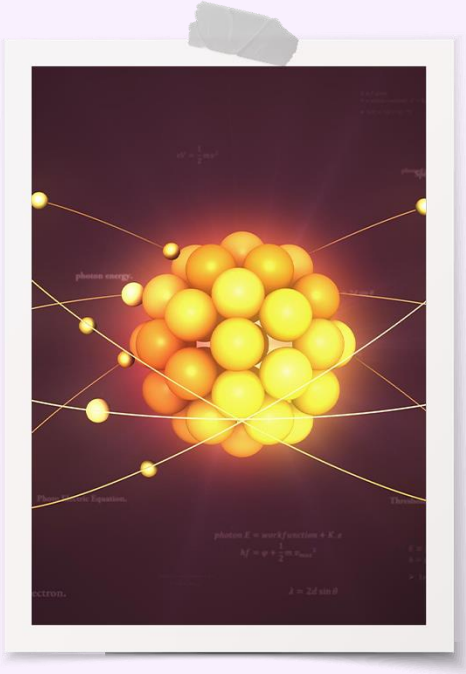
من این کتاب و جزوه را تقدیم میکنم به رئیس عصر حاضرم ، صاحب الزمان (عج) که محبت ایشان به ما انکار ناشدنی ست ، و بعد آن ، به ولی نعمتمان آقا علی بن موسی الرضا (ع) که هرچه داریم از عطای کرم اوست

سینا احمدی نیّت - مهرماه ۱۴۰۴

بخش سوم

از درون اتم چه خبر؟

انتظارات



شما باید در آخر این فصل:

- ✅ بتوانی اتم را توضیح بدهی و اجزای اصلی آن را بشناسی
- ✅ فرق عدد اتمی و عدد جرمی را بفهمی
- ✅ ایزوتوپ و ایزوتوپ پرتوزا را توضیح بدهی و مثال بزنی
- ✅ نماد عناصر را بخوانی و ایزوتوپ‌ها را تشخیص بدهی
- ✅ نقش و کاربرد ایزوتوپ‌ها را در زندگی توضیح بدهی
- ✅ تفاوت مولکولی و یونی را در بار الکتریکی توضیح بدهی

سلام به معماران دنیای نامرئی کلاس هشتم! 🔬📐



فرض کن کل دنیا یه بازی لگو باشه، فقط هر چی داری رو باید با یه سری قطعه خیلی‌خیلی کوچیک درست کنی. از ساندویچ دیروزی 🍔 تا گوشی موبایل جدید 📱 ، همه و همه از همین قطعه‌های نامرئی ساخته شدن!

خیلی راحت بخوام بگم:

هر چیزی که دستت بهش می‌رسه، از یه عالمه اتم ریز و شلوغ‌پلوغ درست شده

اتم‌ها مثل فامیل بزرگین؛ بعضیاشون پرانرژی، بعضیاشون تنبل 😴🔋 !

بعضیا دوست دارن باهم شریک بشن، بعضیا دلشون می‌خواد از بقیه چیزی قرض بگیرن یا بدن، بعضیاشونم تنها می‌مونن!

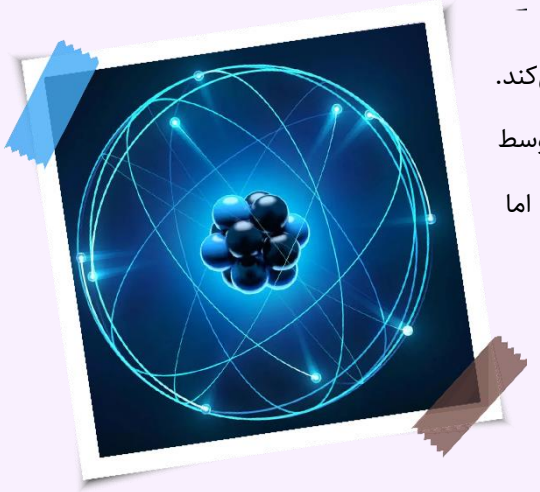
قراره تو این فصل، بریم ته ماجرا ببینیم اتم از چی ساخته شده، چرا بعضیاشون فرق دارن؟ چطوری می‌تونن باعث انفجار، برق، یا حتی تو بدن ما تغییر ایجاد کنن؟ 🧩

با هم یاد می‌گیریم :چرا بعضیاشون خطرناکن، بعضیاشون بی‌آزار، چطوری فقط چند ذره کوچولو روی سرنوشت دنیا تاثیر می‌ذارن! 🧬

پس آماده باش که پرده نامرئی دنیا رو کنار بزنیم و با قهرمان‌های ریزرنگ دنیامون آشنا بشیم 🌷 اتم‌ها اینجان؛ شاید کوچیک، اما قدرتمند! 🧨 به دنیای اتم ها خوشومدی 🔬🌠

🧠 درسنامه 🧠

● اتم چیست؟

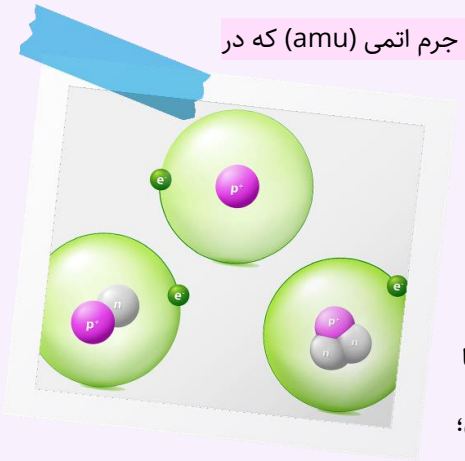


اتم (Atom) کوچک‌ترین واحد ماده است که ویژگی‌های اصلی ماده را حفظ می‌کند. واژه‌ی "اتم" در زبان یونان باستان به معنی تجزیه ناپذیر است و برای اولین بار توسط "دموکریتوس" بیان شد ⚒️ . اون اعتقاد داشت که اتم ها اشکال متفاوتی دارند، اما دانشمندان دیگر بعد او ثابت کردند اتم ها "کروی" شکل هستند

تابحال 100 اتم کشف شده که فقط 91 تا در طبیعت یافت میشوند

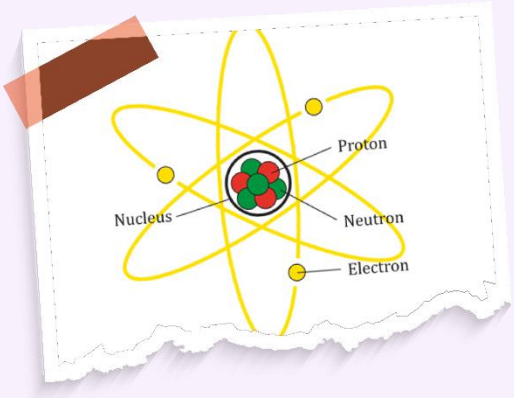
فکر کن اتم یه شهر خیلی خیلی شلوغه. 🌆 این شهر سه نوع شهروند اصلی داره که به آنها ذرات زیر اتمی میگیم:

📘 **پروتون‌ها(Protons) :** اینا بچه‌های مثبت و سنگین‌وزنِ شهرن 😄 ! همیشه تو مرکز شهر، یعنی تو هسته، دور هم جمعن. بار الکتریکی‌شون مثبته (+) و خیلی هم سنگینن 🏋️



پس پروتون ذره‌ای است با بار الکتریکی نسبی +۱ و جرم نسبی تقریبی ۱ واحد جرم اتمی (amu) که در مرکز هسته مستقر است. ⚖️ پروتون‌ها در ناحیه مرکزی و چگال اتم موسوم به هسته (Nucleus) متمرکز هستند. تعداد پروتون‌ها نیز عدد اتمی (Atomic Number, Z) را تعریف کرده و هویت شیمیایی عنصر را مشخص میسازد.با نماد p^+ آنرا نشان میدهیم 🪪

📘 **نوترون‌ها(Neutrons) :** اینا همسایه‌های بی‌خیال و سنگین‌وزن پروتون‌ها هستن. 😌 اونا هم تو هسته زندگی می‌کنن، ولی اصلاً کاری به مثبت و منفی ندارن؛ خنثی هستن. وزنشون تقریباً با پروتون‌ها برابره. ⚖️ پس هسته، مرکز سنگین و مثبت شهره! مثل یه چسب قوی، هسته رو محکم نگه می‌داره.

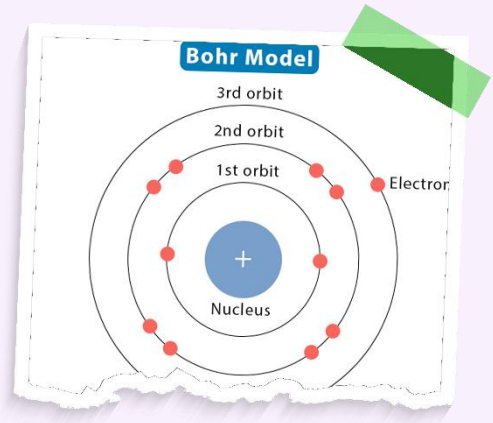


پس نوترون ذره‌ای از نظر الکتریکی خنثی (بار ۰) با جرمی بسیار نزدیک به جرم پروتون (تقریباً 1 amu) است که در مرکز هسته مستقر است. نوترون‌ها نیز در هسته اتم قرار دارند و نقش کلیدی در پایداری هسته و تعریف ایزوتوپ‌ها ایفا می‌کنند 🔐 . با نماد n^0 آنرا نشان میدهیم 🪪

✓ **الکترون‌ها (Electrons) :** اینا شهروندهای خیلی سبک، پرانرژی و منفی‌باف شهرن! وزنشون اینقدر کمه که اصلاً به حساب نمیان 🪶 (تقریباً ۲۰۰۰ تا الکترون

وزن یه پروتون رو داره!). بار الکتریکی‌شون منفیه (-) و چون از شلوغی مرکز شهر بدشون میاد، همیشه تو مدارهای اطراف هسته با سرعت دیوانه‌واری در حال چرخیدن. 😈

پس الکترون ذره‌ای با بار الکتریکی نسبی -۱ و جرمی ناچیز در مقایسه با نوکلئون‌ها (پروتون و نوترون)، تقریباً 1/1836جرم پروتون که ناچیز به حساب می آید. الکترون‌ها در فضایی خارج از هسته به نام ابر الکترونی در سطوح انرژی یا لایه‌های مشخصی در حال حرکت هستند. 🌀 با نماد e^- آنرا نشان میدهیم



ایندفعه بیاید اتم رو با یه مدل توپ و بادکنک تصور کنیم. 🎈 وسط اتم یه بخش گرد و نسبتاً سنگین وجود داره به اسم "هسته". هسته از دو نوع ذره درست شده:

1. پروتون (بار مثبت داره، انگار همیشه خوشحاله!) ➕
2. نوترون (بی‌خیاله، نه مثبت، نه منفی!) ◯

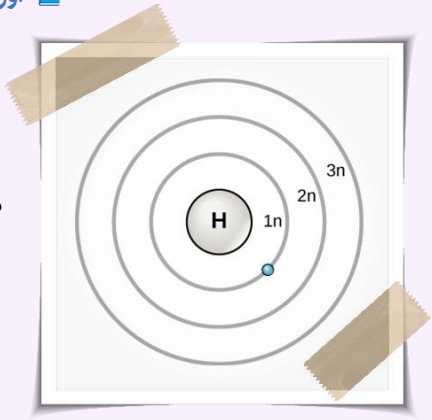
دور هسته رو هم کلی "الکترون" با سرعت زیاد می‌چرخن، مثل زنبورای دور کندو! 🐝 الکترون بار منفی داره و در محور و لایه خاص خودش بدور هسته درحال حرکت هست

- یک اتم در حالت پایه از نظر الکتریکی متعادل و خنثی است ⚖️ ، زیرا تعداد پروتون‌های دارای بار مثبت در هسته با تعداد الکترون‌های دارای بار منفی در ابر الکترونی برابر است. لذا، برآیند بارهای الکتریکی **صفر** می‌باشد
- جرم پروتون و نوترون تقریبا با هم برابراست و جرم هرکدام در حدود 1836 برابر جرم یک الکترون میباشد
- بیش از ۹۹.۹٪ از جرم کل یک اتم در **هسته** آن متمرکز است. این امر به دلیل جرم قابل توجه پروتون‌ها و نوترون‌ها در مقایسه با جرم بسیار ناچیز الکترون‌هاست. مثل اینه که وزن یه ماشین رو با راننده‌اش حساب کنی، وزن یه مگس که تو ماشینه دیگه به چشم نمیاد! 🦟 🚗 پس: جرم نوترون ها + جرم پروتون ها = جرم هسته
- با اینکه اصل جرم اتم از هسته ی آن هست اما هسته ی اتم **حجم** بسیار کمی دارد. مثل یک توپ در وسط زمین فوتبال ⚽

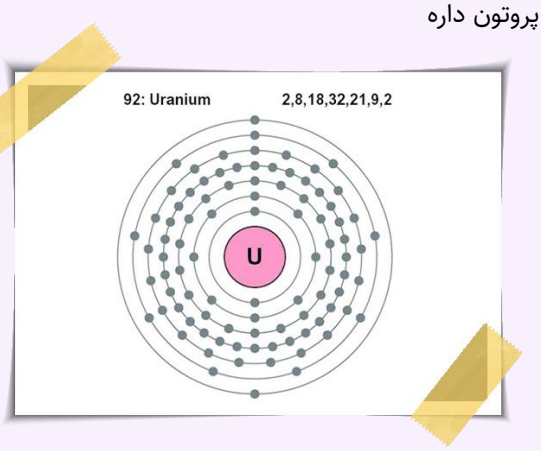
📌 **نگاهی به اتم برخی عناصر:** نگاهی به شکل‌های عناصر هیدروژن (H) و اورانیوم (U) بنداز:

📘 **هیدروژن:** ساده‌ترین اتم! ۱ پروتون تو هسته داره و ۱ الکترون دورش می‌چرخه. نوترون هم نداره

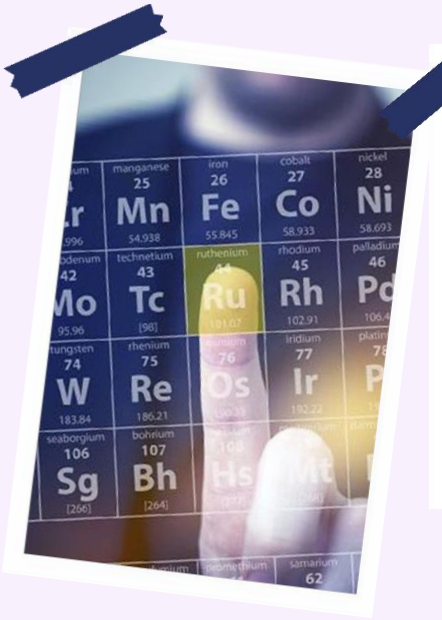
📘 **اورانیوم:** یکجور غول اتم‌هاست! ۹۲ تا پروتون داره

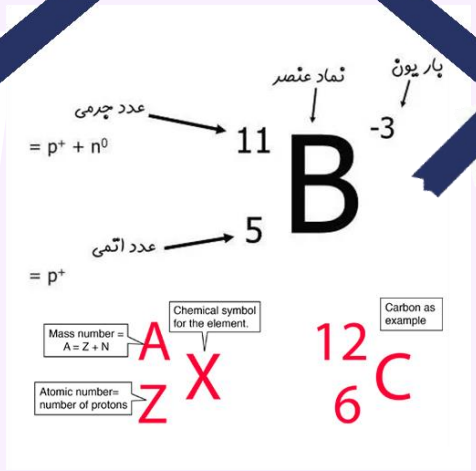


می‌بینی؟ تعداد **پروتون‌ها** شخصیت هر اتم رو مشخص می‌کنه. تعداد پروتون‌ها مثل کد ملی اتمه! اگه عوض بشه، کل اتم عوض می‌شه



طبقه بندی و مدلهای اتمی





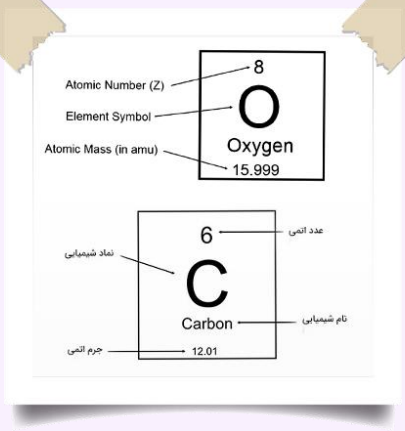


📌 **عنصر و پروتون :** به ماده‌ای که همه‌ی اتم‌هاش یه مدل باشن ، هر نوع اتمی که کد ملی (تعداد پروتون) یکسانی داره، می‌گیم یک عنصر.طبق تعریف جدیدتر **عنصر (Element)** ماده‌ای خالص است که از اتم هایی با عدد اتمی (Z) یکسان تشکیل شده است. به عبارت دیگر، تمام اتم‌های یک عنصر دارای تعداد پروتون‌های برابر هستند. 〓

مثلاً یه شمش طلا یه عنصره، چون تمام اتم‌هاش ۷۹ تا پروتون دارن. مثلاً هر اتمی که ۶ تا پروتون داشته باشه، حتماً "کربن" هست. هر اتمی که ۸ تا پروتون داشته باشه حتماً "اکسیژن" هست. تا الان ۱۱۸ تا کد ملی مختلف کشف شده، یعنی ۱۱۸ تا عنصر داریم!

خواص شیمیایی عنصر به عدد اتمی یعنی تعداد پروتون (p) نیز وابسته است.

📑 اگر پروتون تغییر کند یعنی عنصر تغییر کرده چون ماهیت یک اتم هست



📌 **نماد شیمیایی :** فرض کن تو یه کلاس هر کسی یه اسم اختصاری داره: مثلاً "علی احمدی" میشه Aa؛ "حسین برزگر" میشه Hb. هر ماده خالص غیرترکیبی (مثلاً آهن، اکسیژن، طلا) یه اسم کوتاه انگلیسی داره که همه جای دنیا می‌شناسند. 🔤 هر عنصر توسط یک نماد یک یا دو حرفی منحصر به فرد (مثلاً H, C, O) نمایش داده می‌شود که ترکیبات شیمیایی از تجمیع و ترکیب این عناصر ساخته میشوند. مثل آب که نماد شیمیایی آن H_2O بوده و از اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است. 💧 دقت کنید این حروف باید انگلیسی بزرگ بوده و تنها عناصر دوحرفی هستند که حرف دوم آنها کوچک است. مثل آهن (Fe) عناصری که حرف اول آنها مشابه است برای آنکه اشتباه نشوند نماد آنها را با دو حرف نمایش می دهیم. مثل کربن (C) و کلسیم (Ca)

📌 **عدد اتمی :** این همون تعداد پروتون‌ها یا کد ملی اتمه. این عدد هویت عنصر رو مشخص می‌کنه و در قسمت پایین-سمت چپ نماد عنصر نوشته می‌شه. مثلاً هر اتمی که ۶ تا پروتون داشته باشه، حتماً کربنه. اگه ۷ تا بشه، دیگه کربن نیست، میشه نیتروژن. تمام! مثلاً برای عناصر زیر مثل کربن و اکسیژن:

$$_{7}C\ ,\ _{1}H\ ,\ _{22}Ti\ ,\ _{34}Se\ ,\ _{13}Al\ ,\ _{8}O\ ,\ _{16}S\ ,\ _{2}He\ ,\ _{11}Na\ ,\ _{104}Rf$$

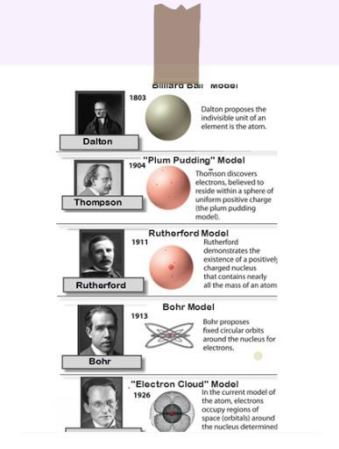
در معادلات عدد اتمی را با پروتون برابر در نظر می‌گیریم «p = z» این پدیده و اصطلاح نخستین بار توسط ارنست رادرفورد کشف و ابداع و سپس به کار رفته است 👷



📑 در یک اتم بدون بار (غیر یون)، بدلیل برابری الکترون با پروتون و خنثی بودن، تعداد الکترون ها با عدد اتمی **برابر** است. برای مثال، چون عدد اتمی سدیم (Na) برابر ۱۱ است، می‌فهمیم که یک اتم خنثی سدیم، ۱۱ پروتون و ۱۱ الکترون دارد

📑 هویت عنصر در یک واکنش شیمیایی تغییر نمی‌کند. 🪪 ❌

📑 عناصر در جدول تناوبی بر اساس افزایش **عدد اتمی** مرتب شده‌اند. هیدروژن با Z=1 در خانه اول، هلیوم با Z=2 در خانه دوم، و به همین ترتیب تا آخر. تعداد پروتون و عدد اتمی عناصر مندلیف به ترتیب از راست به چپ **افزایش** پیدا میکند ⬆️



📌 **مدل اتمی :** دانشمندا برای اینکه بفهمن تو این شهر (اتم) چه خبره، مدل‌های مختلفی ساختن. مثل اینه که شما از یه شهر عکس هوایی بگیری، نقشه بکشی یا ماکت بسازی. یک **مدل اتمی (Atomic Model)** ، در واقع یک نقشه ذهنی یا یک تئوری علمی است که تلاش می‌کند ساختار و رفتار اتم را توصیف کند. اتم‌ها به قدری کوچک هستند که ما هرگز نمی‌توانیم آن‌ها را با چشم یا حتی با میکروسکوپ‌های معمولی ببینیم. بنابراین، دانشمندان بر اساس نتایج آزمایش‌های مختلف، مدل‌هایی را پیشنهاد می‌دهند تا بتوانند مشاهدات خود را توضیح دهند

🚀 **مدل دموکریت :** 400 سال پیش از میلاد یک فیلسوف یونانی به نام **دموکریت (Democritus)** ، اولین کسی بود که به این فکر افتاد: اگر هر چیزی را نصف کنیم، و نصفه را دوباره نصف کنیم، و همینطور ادامه دهیم، آیا تا ابد می‌توانیم این کار را انجام دهیم؟ 🤔✂️ او گفت: قطعا نه! حتما به یک ذره نهایی می‌رسیم که دیگر قابل نصف شدن و شکستن نیست. درست مثل یک قطعه لگو که کوچکترین واحد سازنده یک سازه لگویی است. 🧱✨ دموکریت اسم این ذره تقسیم‌ناپذیر را "اتم (Atomos)" گذاشت که در زبان یونانی یعنی "نشکستنی یا تجزیه ناپذیر" ⚛️❌💥 مدل دموکریت یک مدل علمی مبتنی بر آزمایش نبود، بلکه یک ایده فلسفی بود. او هیچ آزمایشی برای اثبات حرفش انجام نداد و نتوانست توضیح دهد که این اتم های لگو مانند چطور به هم می‌چسبند



و مواد مختلف را می‌سازند. ❓ 🧩 با این حال، جرقه اولیه تفکر درباره ذات ذره‌ایِ ماده را او زد. به دلیل خنده ی بسیار به او لقب فیلسوف خندان داده بودند 😄

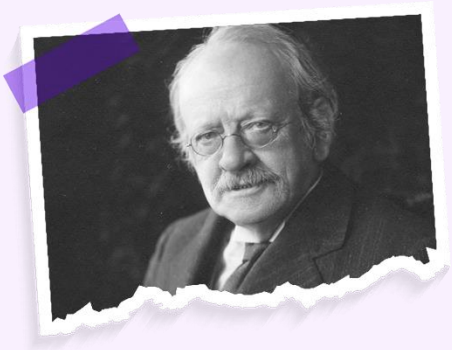
🧨 **مدل دالتون (توپ بیلیارد) :** حدود ۲۰۰۰ سال بعد، یک دانشمند انگلیسی به نام **جان دالتون (John Dalton)** ، ایده دموکریت را برداشت و به آن رنگ و بوی علمی داد. 🔬 📘 او گفت همه چیز از اتم‌ها ساخته شده



که گلوله‌هایی توپر، سخت و خراب‌نشدنی هستند. اتم‌های یک عنصر (مثلا همه اتم‌های آهن) کاملا شبیه هم هستند، هم‌وزن و هم‌اندازه. ⚖️ 🔵 اتم های عناصر مختلف با یکدیگر تفاوت دارند، در واکنش‌های شیمیایی، اتم‌ها از بین نمی‌روند یا به وجود نمی‌آیند، فقط از هم جدا می‌شوند و به شکل جدیدی به هم وصل می‌شوند. 🔄 ⚛️

اما مدل او نقص های بزرگی داشت، علاوه بر اینکه او هنوز اتم هارا تجزیه ناپذیر میدانست، مثلا مدل دالتون نمی‌توانست وجود پدیده‌های الکتریکی را توضیح دهد. ⚡ ❓ چرا موی ما بعد از شانه کردن به شانه می‌چسبد؟ این چسبندگی از کجا می‌آید؟ 💁‍♂️ 💇‍♂️ اگر اتم‌ها فقط تیله‌های خنثی هستند، این نیروهای الکتریکی چه هستند؟ مدل او همچنین نمی‌توانست توضیح دهد که چرا و چگونه اتم‌ها به هم می‌چسبند. ❓ 🧲 نتوانست رفتار های ذرات (الکترون،نوترون و پروتون) را توضیح دهد ⚛️ 🔻

🧨 **مدل تامسون (کیک کشمشی) : جوزف جان تامسون (J.J Thomson)** انگلیسی با آزمایش روی الکتریسیته، یک ذره فوق‌العاده کوچک با بار منفی کشف کرد و نامش را الکترون گذاشت. ⚡ 🔍 ➖ انقلابی شد! چون ثابت می‌کرد اتم "نشکستنی" نیست و ذرات کوچک‌تری وجود دارد. ⚛️ 💥

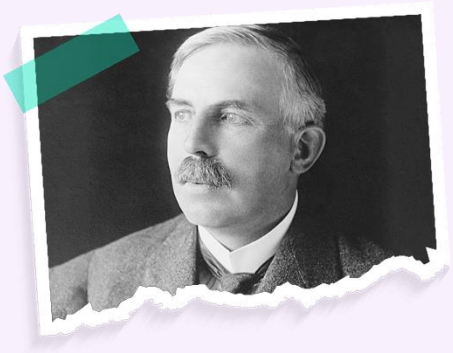


مدل او این بود: اتم یک کره بزرگ است که از یک ماده ابر مانند با بار کلی مثبت پر شده و الکترون‌های منفی، مثل کشمش در یک کیک یا تخمه در یک هندوانه، درون این ابر مثبت پخش شده‌اند. 🎂 ➕ 🍇 چون تعداد بارهای منفی و مثبت برابر بود، اتم در کل خنثی بود. ⚖️ ⚛️ تامسون با استفاده از آزمایش "لامپ پرتوی کاتدی (Cathode Ray Tube)" که توسط جناب آقای فارادی انجام شده بود، نشان داد که این پرتوها از ذراتی با بار منفی تشکیل شده‌اند که جرمشان بسیار بسیار کمتر از جرم اتم هیدروژن است. 💡 🔪 او با این کار، اولین ذره زیراتمی را کشف کرده و وجود الکترون و خنثی بودن اتم را توجیه کرد. ⚛️ ✨

اما این مدل کاملا حدسی بود و توزیع بار مثبت در آن هیچ اساس تجربی نداشت. ❌ 📊 بعدا اساس این مدل نقض شد. تامسون سازماندهی و جای نهی درست ذرات زیر اتمی را درنظر نگرفت ⚛️ 📌

🧨 **مدل رادرفورد (هسته ای) :** در سال 1909 **ارنست رادرفورد (Ernest Rutherford)** نیوزلندی که اورا پدر فیزیک هسته ای مینامند، که شاگرد تامسون بود، آزمایشی هوشمندانه طراحی کرد تا مدل استادش را اثبات کند. او ذرات مثبت پرسرعتی (به نام ذرات آلفا یا α) را به یک ورقه بسیار نازک طلا شلیک کرد. 🔫 🟡 او انتظار داشت طبق مدل کیک کشمشی، همه ذرات با کمی انحراف از ورقه عبور کنند. ➡️ ↗️ اما نتایج شگفت انگیز بود! 😲 اکثر قریب به اتفاق ذرات مستقیم عبور کردند! (این یعنی فضای عمده اتم خالی

است! ⬆️ ✨ تعداد کمی از ذرات کمی انحراف شدند. ↪ 🔸 تعداد بسیار بسیار کمی (حدود ۱ در ۸۰۰۰) به عقب برگشتند! ⬅️ BACK انگار به یک دیوار سخت خورده بودند 🧱



رادرفورد در ارائه کشفیاتش گفت: "این مثل آن است که یک گلوله توپ ۱۵ اینچی را به یک دستمال کاغذی شلیک کنید و گلوله به عقب برگردد و به خودتان بخورد!" 💣 🤯

نتیجه: اتم یک هسته بسیار کوچک، سنگین و با بار مثبت در مرکز دارد و الکترون‌های سبک با بار منفی، در فاصله‌ای دور به دور هسته می‌چرخند. 🤩 ⚛️

اما نقص بزرگ و مرگباری داشت! ⚠️ طبق قوانین فیزیک کلاسیک (الکترومغناطیس ماکسول)، یک ذره باردار (الکترون) که در یک مسیر منحنی حرکت می‌کند، باید به طور مداوم انرژی و اشعه تابش کند. این تابش انرژی باعث می‌شود الکترون انرژی خود را از دست بدهد، سرعتش کم شود و در یک مسیر مارپیچی، در کسری از ثانیه روی **هسته** سقوط کند. ⬇️ پس اتم رادرفورد ناپایدار بود و نباید وجود می‌داشت! این مدل بیان می‌کرد که ذرات مثبتی در داخل هسته وجود دارند اما نمی‌توانست این ذرات را تعریف کند. همچنین این مدل نمی‌توانست طیف‌های نشری خطی اتم‌ها را توضیح دهد. 🌈 ❓

🚀 **مدل بور (منظومه شمسی) :** بدلیل طولانی تر بودن صفحات بعدی توضیحش میدیم 😊 برید اول اونو بخونید بعد بیاید ادامه!

🚀 **مدل شرودینگر (ابر الکترونی) :** این مدل، دید ما را به کل عوض کرد. **شرودینگر (Erwin Schrodinger)** گفت الکترون یک ذره‌ی نقطه‌ای روی یک مدار نیست! الکترون همزمان خواص موجی هم دارد. تصور کنید یک زنبور با سرعت فوق‌العاده زیاد دور کندویش وزوز می‌کند. 🐝 شما نمی‌توانید در یک لحظه خاص بگویید زنبور دقیقاً کجاست، اما می‌توانید یک "ابر" یا "مه" از مکان‌های احتمالی حضور زنبور را مشخص کنید. ☁️ در نقاطی که زنبور بیشتر وقتش را آنجا می‌گذراند، ابر متراکم‌تر است. ☁️ ⬆️ مدل کوانتومی می‌گوید:

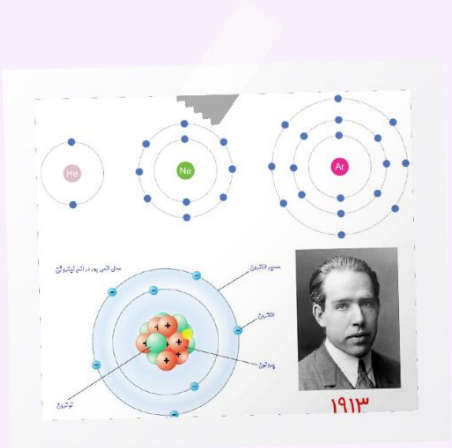


- ما نمی‌توانیم مسیر حرکت الکترون را بدانیم (اصل هایزنبرگ) 🏞️ ❌
- ما فقط می‌توانیم از احتمال حضور الکترون در یک ناحیه از فضا حرف بزنیم ⚛️ 📊
- این ناحیه سه‌بعدی از احتمال حضور الکترون، اوربیتال (Orbital) نام دارد، نه مدار (Orbit). اوربیتال‌ها شکل‌های مختلفی دارند (کروی، دمبلی و...) ⚛️ 🔵 ➖

🚀 **جیمز چادویک و کشف نوترون : جیمز چادویک (James chadwick)** که پیش از بور این کشف را انجام داد، با اینکه مدلی طراحی نکرد اما توانست پس از رادرفورد اثبات کند که غیر از پروتون، ذره دیگری در هسته وجود دارد. ⚛️ ➖ ➕ وی در سال 1933 تابش جدیدی را کشف کرد که حاوی ذرات خنثی بود. مشخص شد که این ذرات خنثی از هسته اتم ناشی شده‌اند و این کشف آخر (نوترون) سبب تکمیل مدل اتمی شد. 🧩 به همین سبب به وی در سال 1935 نوبل شیمی اعطا شد 🏆



📌 **مدل اتمی بور :** فیزیکدان دانمارکی ، **نیلز بور (Bohr)** ، شاگرد رادرفورد بود. وی به اشکال مدل استادش پی برد و در صدد این بود که مدلی بسازد که ضعف مدل استادش یعنی مدل هسته ای را برطرف سازد. این مدل که به مدل سیاره‌ای یا منظومه ای نیز مشهور است، یک مدل کوانتومی اولیه برای اتم هیدروژن بود. او میگفت اتم مانند منظومه شمسی است 🪐 . **هسته** (پروتون‌ها و نوترون‌ها) مثل خورشید در مرکزه و **الکترون‌ها** مثل سیاره‌ها 🌍 روی مدارهای مشخصی دور هسته (خورشید) می‌چرخند 🌞 . مسیرهای مشخصی هستند که الکترون فقط مجاز به حرکت در آن‌هاست. این مدارها ظرفیت مشخصی دارند که **لایه ها و ترازهای الکترونی** نام دارند:



📘 **مدار اول:** حداکثر ۲ تا الکترون جا می‌گیره

📘 **مدار دوم:** حداکثر ۸ تا الکترون جا می‌گیره

📘 **مدار سوم:** حداکثر ۱۸ تا جا می‌گیره، ولی در سطح کتاب شما معمولاً با ۸ تا پر میشه

الکترون‌ها اول مدار اول (2) رو پر می‌کنن، پر که شد بعد میرن سراغ مدار دوم (8) و...

📑 ترازهای انرژی در شیمی به لایه و مدارهایی گفته می شود که احتمال حضور الکترون در آن ها در اطراف هسته بالاست و با n نمایش میدهیم ⚛️

📑 مدار و تراز اول کمترین انرژی را داشته و به ترتیب انرژی مدارها برای پذیرش الکترون بیشتر میشود 🤗

📑 ظرفیت الکترونی هر تراز و لایه از **رابطه** $2n^2$ به دست می‌آید. مثلا برای تراز اول (n=1) برابر با ۲ الکترون و برای تراز دوم (n=2) برابر با ۸ الکترون است

📑 الکترون‌ها ابتدا نزدیک‌ترین مدار به هسته (کم‌انرژی‌ترین 🔋) یعنی لایه اول را پر می‌کنند و سپس به مدارهای بالاتر می‌روند

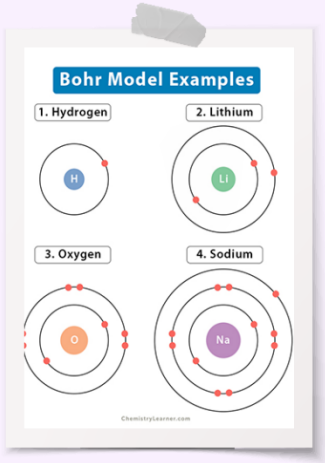
📑 الکترون‌ها می‌توانند بین مدارها جابجا شوند، اما این جابجایی نیازمند گرفتن یا از دست دادن مقدار دقیقی از انرژی است. اگر یک الکترون، مقدار مشخصی انرژی (به صورت نور یا گرما) جذب کند، می‌تواند از یک مدار پایین‌تر (انرژی کمتر) به یک مدار بالاتر (انرژی بیشتر) جهش کند 🤸 . در این حالت، اتم را "**برانگیخته (Excited) "** می‌نامند. حالت برانگیخته ناپایدار است ♨️

📑 این مدل اشکالات زیادی هم داشت که بعدا مدلهای مثل ابر کوانتومی جایگزین آن شد. از مشکلات آن این است که بور برای الکترون ها لوکیشن دقیقی مشخص کرده بود، اما الکترون ها مکان دقیقی ندارند و نمیتوانیم بگوییم دقیق کجاست 🤷 . یا این مدل فقط برای شهر خلوت (مثل هیدروژن) که تک الکترون است بکار میرود. تا الکترون ها بیشتر میشوند و اتم بزرگتر میشود، الکترون ها روی هم تاثیر گذاشته و رفتار و نقشه شان خیلی پیچیده تر میشود و... 🌍

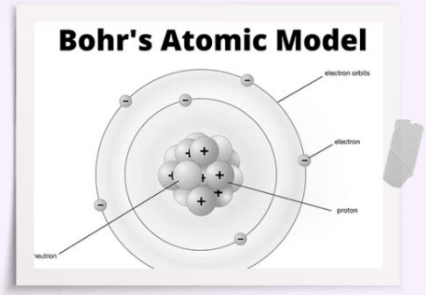
برای همین این مدل فقط برای اتم هیدروژن دقیق است و برای اتم‌های سنگین‌تر نیاز به مدل کوانتومی دارد 🤔

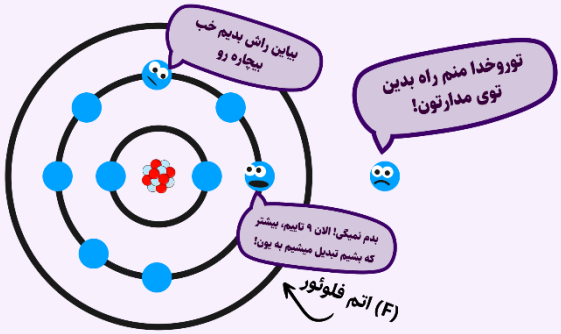
📑 با اینکه نقشه بور اشکالاتی داشت، اما یک انقلاب بزرگ در زمان خودش بود. این مدل برای اولین بار ایده "**کوانتومی بودن**" (پله‌پله بودن انرژی) را وارد دنیای اتم کرد و راه را برای ساختن یک نقشه بسیار دقیق‌تر و کامل‌تر را هموار کرد. این مدل، اگرچه امروزه با مدل‌های کوانتومی پیچیده‌تر جایگزین شده، اما برای نمایش شماتیک و درک توزیع الکترون‌ها در سطوح مقدماتی بسیار کارآمد است ✅

بیایید براساس مدل بور، 5 عنصر اول جدول مندلیف رو بررسی کنیم:



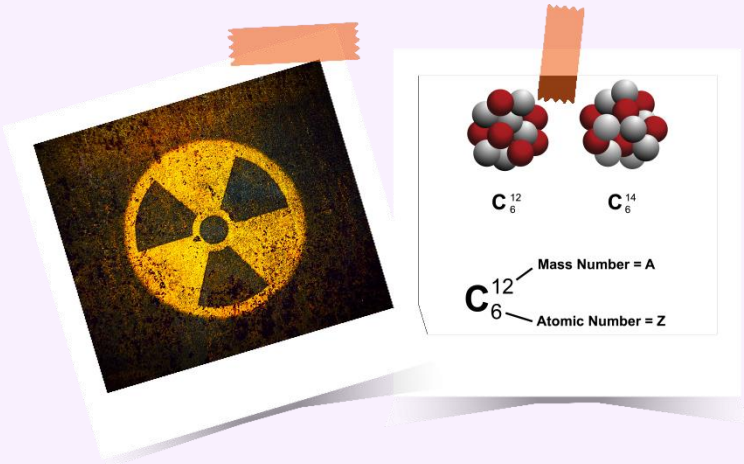
- **هیدروژن (H)** ۱ پروتون داره، پس ۱ الکترون تو مدار اول
- **هلیوم (He)** ۲ پروتون داره، پس ۲ الکترون تو مدار اول. (مدار اول دیگه جا نداره، پر شد!)
- **لیتیوم (Li)** ۳ پروتون داره، پس ۲ تا الکترون تو مدار اول، ۱ الکترون میره تو مدار دوم
- **بریلیم (Be)** ۴ پروتون داره، پس ۲ تا الکترون تو مدار اول، ۲ تا تو مدار دوم
- **بور (B)** ۵ پروتون داره، پس ۲ تا الکترون تو مدار اول، ۳ تا تو مدار دوم





● خانواده ی اتمی و عدد جرمی

فرض کن تو یه خانواده همه بچه‌ها اسمشون "کربن" هست (یعنی همه ۶ تا پروتون دارن)، ولی وزنشون با هم فرق داره! یکی لاغره، یکی متوسط، یکی چاق. چرا؟ چون تعداد نوترون‌هاشون (اون شهروندای بی‌خیال) فرق می‌کنه! پس تعداد پروتون ثابته اما نوترون های اتمهای ماده امکان تفاوت دارند که باید آنهارا بشناسیم



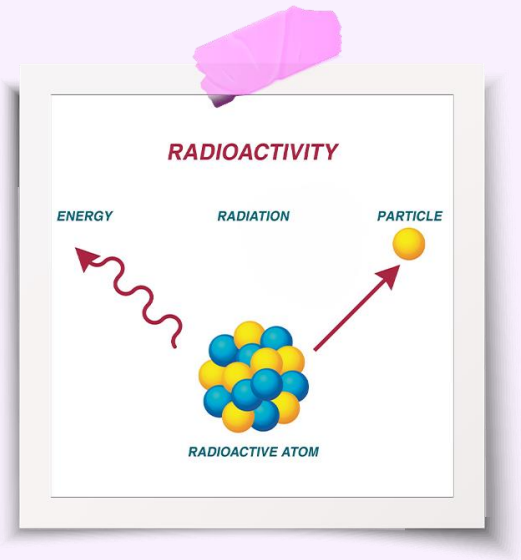
📌 **ایزوتوپ / هم مکان (isotope) :** فرض کن چند تا داداش دوقلو داریم که همشون اسمشون "کربن" هست (چون همشون ۶ تا پروتون دارن). ولی یکیشون یکم تپل‌تره چون ۶ تا نوترون داره، اون یکی یکم لاغرتره چون ۵ تا نوترون داره! به این اتم‌ها که پروتون‌هاشون یکسانه ولی نوترون‌هاشون فرق می‌کنه، میگن ایزوتوپ . **ایزوتوپها** اتم‌های یک عنصرند که تعداد پروتون یکسان ولی تعداد نوترون متفاوت دارن. صورت‌های مختلفی از یک عنصر واحد که اتم‌های آن‌ها دارای تعداد پروتون یکسان (Z ثابت) اما تعداد **نوترون** متفاوت هستند. در نتیجه، ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی (Mass Number, A) متفاوتی دارند. آنها در جدول اتمی در یک خانه قرار دارند

📌 **عدد جرمی (Mass Number) :** مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته یک اتم است (A = Z(p) + n). عدد جرمی در بخش بالا-چپ نمادگذاری قرار میگیرد. دقیقا بالای عدد اتمی. با عدد جرمی می‌توانیم ایزوتوپ‌ها را از هم تشخیص بدهیم؛

چون ایزوتوپ‌ها عدد اتمی برابر اما عدد جرمی متفاوت دارند. ایزوتوپ ها عدد جرمی متفاوتی با یکدیگر دارند پس به این شکل نشان داده میشوند: $_{Z}^{A}X$

برای مثال ایزوتوپ های کربن عبارتند از: $_{6}^{14}C$, $_{6}^{13}C$, $_{6}^{12}C$. هر سه ۶ تا پروتون دارن، ولی به ترتیب ۶، ۷ و ۸ تا نوترون دارن

📑 عدد جرمی همیشه یک عدد صحیح و کامل است، چون حاصل شمارش ذرات (پروتون و نوترون) است، هرگز نمی‌تواند اعشاری یا کسری باشد. شما نمی‌توانید نصف پروتون داشته باشید! 🖇️



📑 عدد جرمی هویت عنصر را تعیین نمی‌کند: چیزی که هویت یک عنصر را مشخص می‌کند، **عدد اتمی** (تعداد پروتون‌ها) است. دو اتم می‌توانند تعداد نوترون‌های متفاوتی داشته باشند (یعنی عدد جرمی متفاوتی داشته باشند) اما همچنان یک عنصر باشند

📑 ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص **شیمیایی** تقریباً یکسانی دارند (چون آرایش الکترونی یکسانی دارند) ، اما خواص **فیزیکی** وابسته به جرم آن‌ها (مانند جرم ، چگالی و سرعت) و پایداری هسته‌ای متفاوتی دارند ⚖️

پس خواص شیمیایی وابسته به عدد **اتمی** و خواص فیزیکی وابسته به عدد **جرمی** است 🤝

📌 **تحلیل ایزوتوپ یک عنصر :** بیایید چند مثال را با هم بررسی کنیم تا موضوع کاملاً جا بیفتد:

مثلا این ایزوتوپ از اتم اورانیوم را درنظر بگیرید ($_{92}^{238}U$) :

📘 **نماد شیمیایی:** U (اورانیوم)

📘 **عدد اتمی (Z) :** ۹۲ (پس ۹۲ پروتون و ۹۲ الکترون دارد – یون نیست)

📘 **عدد جرمی (A) :** ۲۳۸ (مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها ۲۳۸ است)

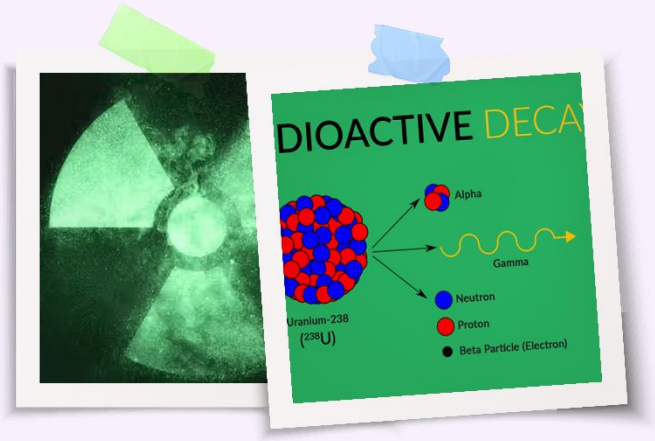
📘 **تعداد نوترون‌ها (N) :** N = A – Z = 238 – 92 = 146 n (پس 146 نوترون دارد و به همین دلیل سنگین تر است)

📌 **عدد جرمی اتمی میانگین (Mass Number) :** قصد ندارم درمورد آن زیاد صحبت کنم. فقط یک رفع شبه است. شاید در جدول تناوبی ببینید که جلوی نام عنصر، یک عدد اعشاری نوشته شده. دانش‌آموزان کنجکاو ممکن است با دیدن جدول تناوبی بپرسند: " چرا مثلا جرم اتمی کلر 35.45 است؟🧐 آقای احمدی نیت مگر نگفتید عدد جرمی اعشاری نمی‌شود؟! 🤔" خب این عدد، عدد جرمی نیست، بلکه جرم اتمی میانگین است. دانشمندان برای محاسبه این عدد، جرم تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر را با توجه به درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت، میانگین می‌گیرند. چون کلر در طبیعت دو ایزوتوپ اصلی دارد (کلر-۳۵ با فراوانی حدود ۷۵٪ و کلر-۳۷ با فراوانی حدود ۲۵٪)، میانگین جرم آن‌ها عددی نزدیک به ۳۵.۵ می‌شود. پس یادتان باشد:

1. **عدد جرمی (A):** همیشه یک عدد صحیح است و برای یک ایزوتوپ خاص تعریف می‌شود

2. **جرم اتمی میانگین:** می‌تواند اعشاری باشد و عددی است که در جدول تناوبی می‌بینید

📌 **ایزوتوپ های پرتوزا / رادیواکتیو :** همان‌طور که گفتیم، هویت یک عنصر فقط به تعداد پروتون‌هایش بستگی دارد. ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر یکسان هستند که تعداد پروتون برابری دارند، اما تعداد نوترون‌هایشان متفاوت است. حالا تصور کنید هسته یک اتم، یک ساختمان است که با آجرهایی به نام پروتون و نوترون ساخته شده. 🧱



📘 اگر تعداد و نسبت آجرها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) درست و متناسب باشد، ساختمان محکم و پایدار است و فرو نمی‌ریزد. 🏠 (مثل کربن-۱۲)

📘 اما اگر تعداد آجرها نامتناسب باشد (مثلاً نوترون‌ها خیلی زیاد یا خیلی کم باشند)، ساختمان ناپایدار و لرزان می‌شود. (مثل کربن-۱۴). این ساختمان لرزان (هسته ناپایدار) برای رسیدن به پایداری، باید انرژی و ذرات اضافی خود را به بیرون پرتاب کند. این فرایند پرتاب انرژی و ذرات از هسته را **"واپاشی هسته‌ای (Nuclear Decay) "** و به خودِ این پدیده، **"پرتوزایی"** یا **"رادیواکتیویته"** می‌گویند. ذرات، اشعه (آلفا ، بتا و گاما) و انرژی که به بیرون پرتاب می‌شوند، همان پرتوهای رادیواکتیو هستند ☢️

پس چیشد؟ **ایزوتوپ پرتوزا یا رادیو ایزوتوپ (Radioactive)** ، یک ایزوتوپ از یک عنصر است که هسته آن ناپایدار و سنگین است و برای رسیدن به پایداری، خود به خود دچار واپاشی شده و پرتوهای رادیواکتیو از خود ساطع می‌کند تا به پایداری برسند ⛔ . چون با وجود نوترون های خنثی ست که مانع از پاشیدن خود میشود. به طور خلاصه، ایزوتوپ پرتوزا یک نسخه ناآرام و پرانرژی از یک اتم است که با بیرون ریختن این انرژی اضافی، به آرامش رسیده و ما انسان‌ها یاد گرفته‌ایم از این انرژی آزاد شده، استفاده‌های مفیدی بکنیم. 🌱

📑 اگر در یک عنصر تعداد نوترون ها از یک و نیم برابر تعداد پروتون ها ($n > 1.5\ p$) بیشتر باشد، آن عنصر ناپایدار و پرتوزا ست و آمادگی آزاد کردن انرژی هسته ای به شکل تابشی را دارد ♨️ (رادیواکتیو یا پرتوزاست)

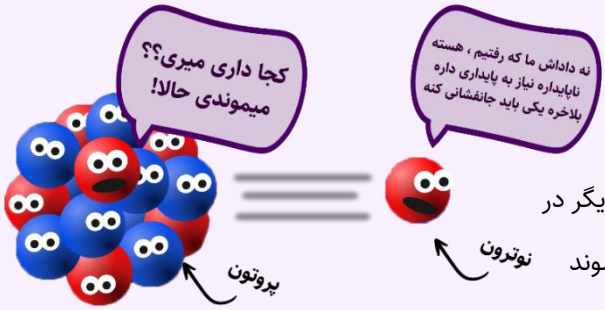
📑 ایزوتوپ پایدار و پرتوزا، هردو در یک نوع عنصر می‌تواند یافت شود

📑 **مواد پرتوزا** موادی هستند که از خود ایزوتوپ پرتوزا ساطع میکنند و فقط برخی مواد پرتوزا هستند ☢️

📑 **نیمه عمر (Half-life)** به مدت زمانی که نیمی از ماده رادیواکتیو تجزیه میشود میگویند و با $N1/2$ آنرا نشان میدهیم. به این معنی است که بعد از گذشت آن زمان، فقط نصف هسته‌های ماده پرتوزای مورد نظر توانایی واپاشی و از بین رفتن دارند.

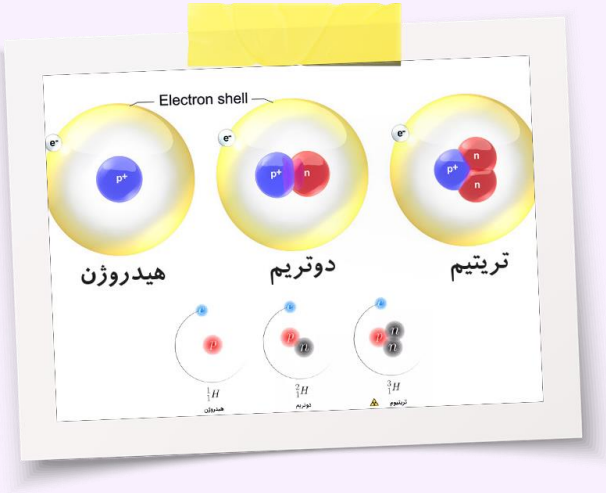
این ملاک بسیار در صنعت و باستان شناسی برای ما اهمیت دارد

مثلا کربن-14 (C) نیمه عمر 5730 سال داشته، یا سزیم-137 (Cs) نیمه عمر 30.17 سال نیز دارد



📑 برخی مواد پرتوزا **طبیعی** هستند (مانند اورانیوم و رادون)، برخی دیگر در آزمایشگاه و راکتورهای صنعتی بطور **مصنوعی** و کاربردی ساخته میشوند (مانند پلوتونیوم-239 و سزیوم-137)

با اینکه کلمه پرتوزا ممکن است ترسناک به نظر برسد و واقعا هم خطرناک اند، این ایزوتوپ‌ها کاربردهای حیاتی و بی‌نظیری در علم و صنعت دارند ⚙️ . مثلا در نیروگاه های هسته ای و تامین انرژی 🔦 ، در بیمارستان ها و اسکن بدن ☠️ ، تشخیص سرطان و غده 🎗️ ، شناسایی سن اجسام باستانی و قدیمی (ایزوتوپ کربن 14)، تشخیص آتش سوزی 🔥 و...



با اینکه اتم ها ممکن است چندین ایزوتوپ داشته باشند، اما شاید یکی از آنهارا بیشتر از بقیه شنیده باشید. بخاطر فراوانی یا کاربرد بیشتر آن نیز آن اتم را بیشتر استفاده کرده و از آن بیشتر نام میبرند

هیدروژن سه ایزوتوپ دارد: $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$. از بین ایزوتوپهای هیدروژن، ایزوتوپ اولی $_{1}^{1}H$ **پایدار** و فراوانتر ، و ایزوتوپ سوم (تریتیوم) یعنی $_{1}^{3}H$ **ناپایدار** است و خاصیت پرتوزایی دارد چون تعادل پروتون به پروتون مناسبی ندارد. ترکیب ایزوتوپ دوم (دوتریوم) یعنی $_{1}^{2}H$ با اکسیژن **آب سنگین** میسازد

خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر تقریبا یکسان است، چون تعداد الکترون‌ها و پروتون‌هایشان برابر است ، اما خواص هسته‌ای آن‌ها (پایداری و پرتوزایی) می‌تواند در اکثر مواقع متفاوت است

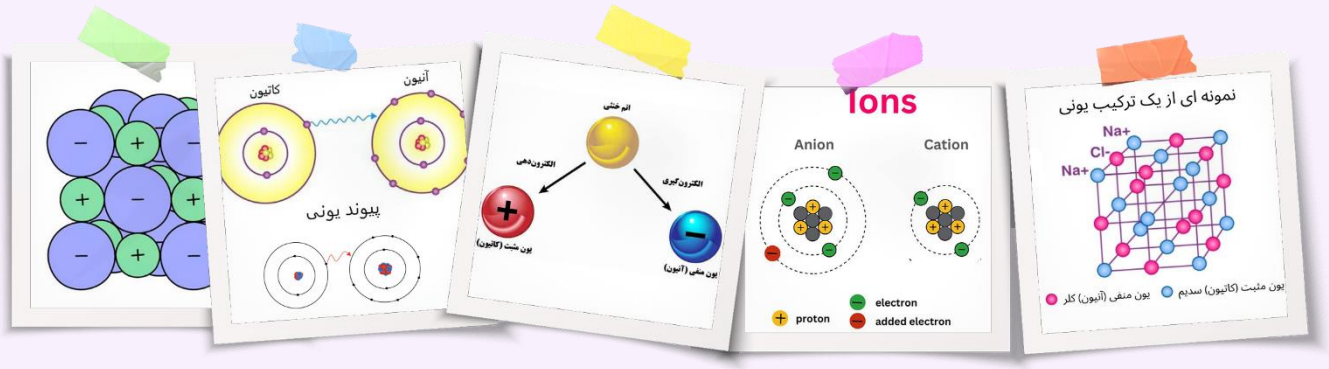
کربن سه ایزوتوپ دارد: $_{6}^{12}C$ و $_{6}^{13}C$ و $_{6}^{14}C$. ایزوتوپ کربن-۱۴ ناپایدار و رادیواکتیو بوده و در تاریخ‌گذاری رادیوکربن و تخمین سن اشیا و فسیل های باستانی کاربرد دارد

مثال های دیگر: تکنسیم-۹۹ برای عکس‌برداری از اعضای داخلی بدن (اسکن هسته‌ای) ، شکافت هسته‌ای ایزوتوپ اورانیوم-۲۳۵ برای تولید گرما و سپس برق در نیروگاه های هسته ای

زباله های رادیواکتیو بسیار خطرناک هستند. مخصوصا عناصر پرتوزای با نیمه‌عمر کوتاه (مثل رادون-۲۲۲، رادیوم-۲۲۶،) سریع‌تر واپاشی کرده و انرژی بیشتری در زمان کم آزاد می‌شود. این مواد سرطانزا بوده و باعث تخریب سلولها و DNA میشوند

تعداد ایزوتوپ‌های پایدار معمولا در **عناصر سبک** بیشتر از عناصر سنگین میباشد

نکته: وقتی گفته میشود مثلا کربن-14 یعنی ایزوتوپ و شکلی از کربن که 14 نوترون دارد (پروتون قائدتا یکسان)



🧨 **ارتباط ایزوتوپ ها و انرژی هسته ای :** بنظرم این قسمت لازم به گفتنه چون سوال بسیاری از دانش آموزان هست، مواد رادیواکتیو موادی هستند که هسته آن‌ها ناپایدار بوده و خودبه‌خود تجزیه می‌شوند (واپاشی هسته‌ای)، در این فرایند انرژی زیادی به‌صورت پرتو (ذره آلفا، بتا، یا گاما) آزاد می‌شود. ☢️ ⚛️ ✨ تا اینجا دیدیم که یک هسته‌ی ناپایدار به صورت خودبه‌خودی انرژی آزاد می‌کند. حال سوال اینجاست: آیا می‌توانیم این فرآیند را کنترل کرده و از آن انرژی عظیم تولید کنیم؟ 🤔

پاسخ مثبت است و این کار به دو روش اصلی انجام می‌شود:

1. **شکافت هسته‌ای (Nuclear Fission)**

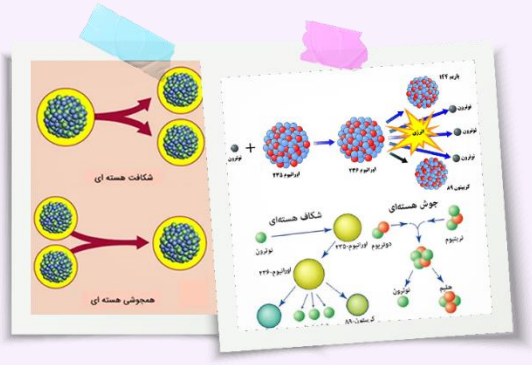
این روشی است که در تمام نیروگاه‌های هسته‌ای فعلی استفاده می‌شود. ما یک ایزوتوپ سنگین و "شکننده" مانند اورانیوم-۲۳۵ (U-235) را هدف قرار می‌دهیم. 🎯 یک نوترون آرام به هسته‌ی U-235 شلیک می‌شود. هسته نوترون را جذب کرده و به شدت ناپایدار می‌شود (تبدیل به U-236). این هسته‌ی فوق ناپایدار تقریباً بلافاصله به دو هسته‌ی کوچک‌تر (محصولات شکافت) شکافته می‌شود. 💥 در این فرآیند، مقدار بسیار زیادی انرژی (طبق فرمول معروف اینشتین E=〖mc〗^2) و ۲ تا ۳ نوترون جدید آزاد می‌شود. ➕ نوترون‌های آزاد شده از شکافت اول، به هسته‌های اورانیوم-۲۳۵ دیگر برخورد کرده و باعث شکافت آن‌ها می‌شوند. 🔱 هر یک از این شکافت‌ها نیز انرژی و نوترون‌های بیشتری آزاد می‌کنند و ما ازین انرژی استفاده های صنعتی بسیاری میکنیم 🏭 ⚡

2. **گداخت هسته‌ای (Nuclear Fusion)**

ما تلاش می‌کنیم با ایجاد شرایط مشابه خورشید، ایزوتوپ‌های سبک را وادار به همجوشی و آزادسازی انرژی کنیم. 😇 ⚛️ به جای شکافتن یک هسته‌ی سنگین، دو هسته‌ی بسیار سبک مثل ایزوتوپ‌های هیدروژن مانند دوتریوم و تریتیوم، تحت فشار و دمای فوق‌العاده بالا (میلیون‌ها درجه) به هم فشرده می‌شوند تا یک هسته‌ی سنگین‌تر مثل هلیوم تشکیل دهند 🔥

در این فرآیند، انرژی آزاد شده به ازای هر گرم ماده، بسیار بیشتر از انرژی حاصل از شکافت هسته‌ای است ⚡

سوخت آن (ایزوتوپ‌های هیدروژن) در آب دریا فراوان است و محصولات آن زباله‌های رادیواکتیو با نیمه‌عمر طولانی تولید نمی‌کنند. ♻️ دستیابی به شرایط دما و فشار لازم برای شروع و نگهداری واکنش گداخت روی زمین، فوق‌العاده دشوار و پرهزینه است و هنوز در مرحله‌ی تحقیقاتی قرار دارد. ⚠️



🧨 **سوخت هسته ای :** هیدروکربن‌ها و سوخت های ذغال سنگی، موتور انقلاب صنعتی و تمدن مدرن بودند. 🚂 🏭 تا مدتی پیش دلایل خوبی برای استفاده گسترده از آنها وجود داشت اما الان انقدر مشکلات متاثر از آن اعم از گرمایش جهانی، آلودگی، محدودیت و بازگشت ناپذیری منابع و اقتصادی نیز جدی شده که قابل چشم پوشی نیست و باید به فکر جایگزین آن بود. 🌍 🚫

سوخت هسته ای درکنار سوخت های پاک سوخت به شدت مزایای بالاتری دارد. 🌱 از جمله:

1. **انرژی غیرقابل تصور:** یک قرص سوخت اورانیوم به اندازه یک بند انگشت، معادل انرژی یک تن زغال‌سنگ یا حدود ۵۷۰ لیتر نفت را تولید می‌کند! این یعنی با مقدار بسیار کمی ماده، می‌توان انرژی عظیمی تولید کرد.

2. **انتشار کربن پایین:** یک نیروگاه هسته‌ای در حین تولید برق، هیچ گاز گلخانه‌ای (CO_2) تولید نمی‌کند. این مهم‌ترین ویژگی آن برای مبارزه با تغییرات اقلیمی است. کل چرخه عمر آن، از استخراج تا مدیریت پسماند نیز کربن بسیار کمی تولید می‌کند که با سوخت‌های فسیلی قابل مقایسه نیست. 📉♻️
3. **قابلیت اطمینان و تولید برق پایدار:** نیروگاه‌های هسته‌ای می‌توانند ۲۴ ساعته و ۷ روز هفته با بیش از ۹۰٪ ظرفیت خود کار کنند. برخلاف انرژی خورشیدی و بادی که به آب‌وهوا وابسته‌اند، انرژی هسته‌ای یک منبع برق پایه و قابل اعتماد است که ستون فقرات شبکه برق را تشکیل می‌دهد. 🏗️🔌
4. **اشغال فضای بسیار کم:** برای تولید مقدار یکسانی برق، یک نیروگاه هسته‌ای به زمینی صدها بار کوچک‌تر از یک مزرعه خورشیدی یا بادی نیاز دارد. این امر آن را برای کشورهای کوچک یا مناطق پرجمعیت ایده‌آل می‌کند. 🏙️
5. **کاربرد گسترده:** از انرژی هسته ای میتوان به تولید برق، پزشکی و سلامت، صنعت و تولید، کشاورزی و مواد غذایی، باستان شناسی و زمین شناسی، اکتشافات فضایی، شیرین سازی آب دریا و... با بالاترین بازدهی اشاره کرد 🌊🪨🌾🚀🏭💀
6. **امنیت و استقلال انرژی:** یک کشور می‌تواند با ذخیره‌سازی سوخت اورانیوم برای چندین سال، استقلال انرژی خود را تضمین کند و از نوسانات بازارهای جهانی نفت و گاز در امان بماند. کشوری که انرژی هسته ای و غنی سازی آنرا پی بگیرد و داشته باشد، در همه ی زمینه ها پیشرفت بشدت بیشتری خواهد داشت و امنیت نظامی بالاتری دارد 🛡️

🧨 **انرژی هسته ای کشور ایران در دنیا :** کشور عزیز ما ایران با وجود بدترین شرایط تحریم و اقتصادی تحمیل شده، با توکل بر خدا و تلاش دانشمندان هسته ای، جزو **10 کشور اول دنیا** در این صنعت و بسیاری از صنایع میباشد ☢️ .برنامه هسته‌ای ایران به طور قابل توجهی بومی‌سازی شده و در چندین حوزه کلیدی به پیشرفت‌های چشمگیری دست یافته است. هدف ایران، استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای برای تمامی زمینه های گفته شده است 🕊️ .

اما جامعه جهانی استعماری، به خصوص کشورهای غربی و ایالات متحده آمریکا، همواره به بهانه ی جاسوسی و قدرت مطلق ماندن در این زمینه، نسبت به این قضیه بی اعتمادی خود را ابراز کرده اند ⚠️ .این بی‌اعتمادی منجر به نظارت‌های شدید **آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA)** برای " کسب اطلاعات بیشتر و درنهایت قطع این پیشرفت درونی" شده است 📡📝

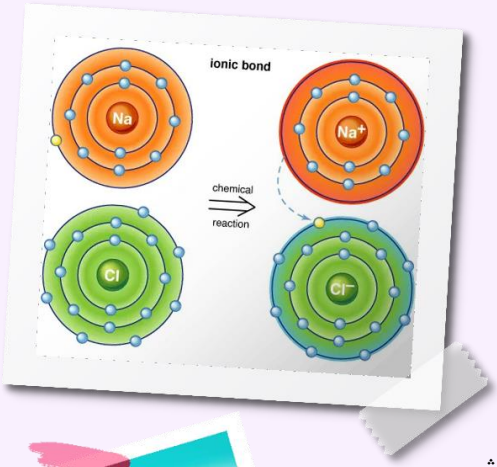
تاسیسات هسته‌ای ایران بارها هدف حملات خرابکارانه (مانند استاکس‌نت) و فیزیکی قرار گرفته و شمار بسیاری از دانشمندان هسته‌ای ایران از جمله شهید احمدی روشن، شهید طهرانچی و شهید فخری زاده نیز به بدترین شکل ترور شده‌اند 🕯️

ما این پیشرفت بی بدل را به بهترین شکل قدردان بوده و همیشه پشتیبان پیشرفت علمی غیرقابل باور ایران در بسیاری از زمینه ها در بدترین شرایط نیز خواهیم بود

IR ❤️⚛️



یون و تشکیل ترکیبات یونی



تا الان اتم‌های ما خنثی و آروم بودن (تعداد الکترون = تعداد پروتون). اما اتم‌ها برای رسیدن به پایداری 🌟 (که معمولاً یعنی مدار آخرشون رو پر کنن) حاضرن الکترون بگیرن یا از دست بدن. وقتی این کارو می‌کنن، دیگه خنثی نیستن و بهشون می‌گیم یون 🔋

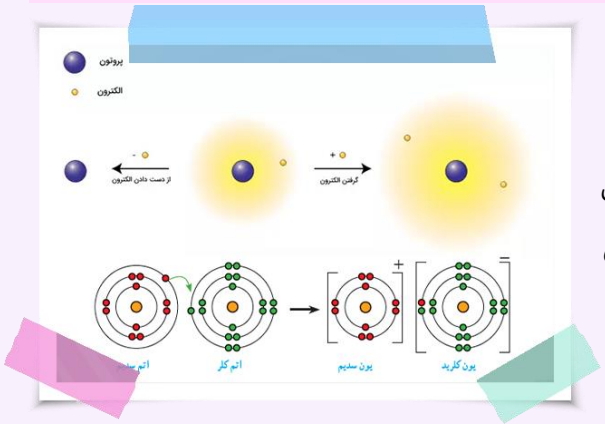
بار یون در سمت بالا راست عنصر نوشته میشود $X^{\mp}$ (مثل توان)

یون به اتمی گفته می‌شود که هسته شان بدون تغییر بوده و فقط تعداد الکترون‌هایش با تعداد پروتون‌هایش برابر نیست.



یون (Ion) سبک ترین ذره یا الکترون یک اتم یا مولکول است، که با از دست دادن یا به دست آوردن یک یا چند تا از آن، بار الکتریکی کسب کرده است. یون، به اتم یا گروهی از اتم‌ها گفته می‌شود که تعداد الکترون‌هایش با تعداد پروتون‌هایش برابر نباشد و در نتیجه دارای بار الکتریکی شود. در واقع اگر اتم خنثی الکترون هایش را مبادله یا قرض بگیرد یونیزه شده است. حالا دو حالت ممکن است پیش بیاید:

📘 **یون مثبت:** اگر اتمی الکترون **از دست بدهد**، تعداد پروتون‌هایش بیشتر از الکترون می‌شود و به صورت یون مثبت (+) یا کاتیون (Cation) درمی‌آید و برای خنثی شدن باید به همان تعداد الکترون بگیرد.



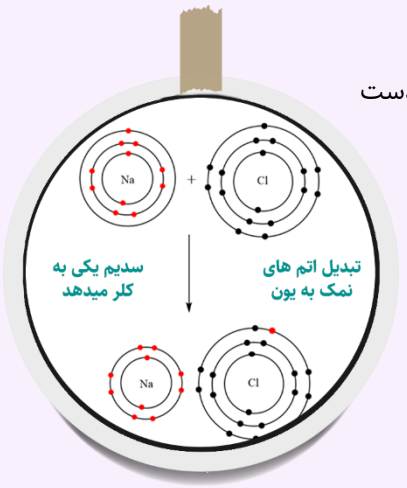
مثلا سدیم $(^{23}_{11}Na)$ تمایل دارد برای رسیدن به پایداری (شبیه شدن به گاز نجیب قبل از خود)، ۱ الکترون از دست بدهد. حالا این ذره دارای ۱۱ پروتون (۱۱+) و ۱۰ الکترون (۱۰-) است. پس بار کل آن +1 شده و بنابراین، به یون سدیم یا کاتیون سدیم (Na^{+}) تبدیل می‌شود (پسوند ـُم میگیرند). ☑

نمونه های دیگر: پتاسیم (K^{+}) ، کلسیم (Ca^{2+}) ، آلومینیوم (Al^{3+})

📘 **یون منفی:** اگر اتمی الکترون **بگیرد**، تعداد الکترون‌هایش بیشتر از پروتون می‌شود و به صورت یون منفی (-) یا آنیون (Anion) درمی‌آید و برای خنثی شدن باید به همان تعداد الکترون از دست بدهد. مثلا کلر تمایل دارد برای رسیدن به پایداری (شبیه شدن به گاز نجیب هم‌دوره‌اش)، ۱ الکترون به دست آورد. حالا این ذره دارای ۱۷ پروتون (۱۷+) و ۱۸ الکترون (۱۸-) است. پس بار کل آن 1- شده و بنابراین، به یون کلرید یا آنیون کلرید (Cl^{-}) تبدیل می‌شود. (توجه کنید که نام آنیون‌ها معمولاً پسوند "-ید" می‌گیرد)

نمونه های دیگر: فلوئورید (F^-) ، اکسید (O^{2-}) ، نیترید (N^{3-})

نکته: فقط الکترون ها اند که جابجا میشوند. این تصور که پروتون جابجا میشود و مثلا یون مثبت پروتون گرفته است کاملا غلط میباشد ✖ . این الکترون است که از دست دادن آن پروتون هارا **بیشتر** نشان داده (بار +) و گرفتن آن نیز پروتون هارا **کمتر** نشان میدهد (بار -) .

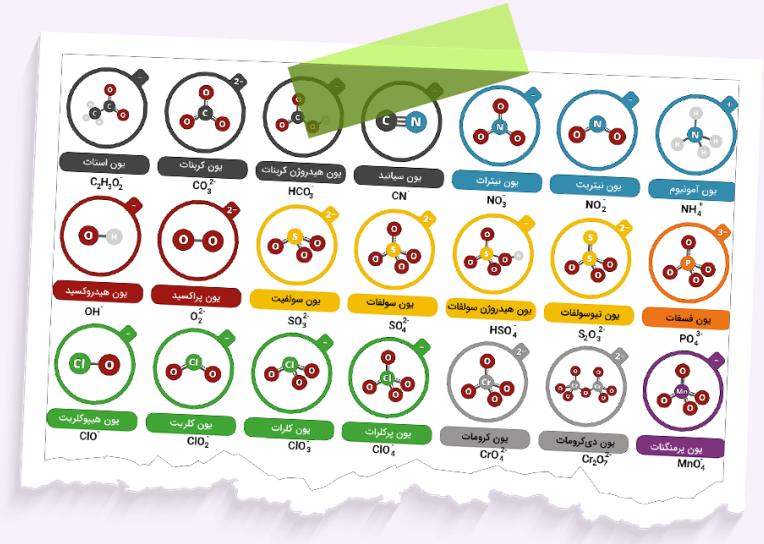


یادتان باشد برای بار اتم ، بار غالب را درنظر بگیرید. یعنی پروتون ها بیشترند یا الکترون؟ از دست داده یا گرفته؟ چقدر؟ 🤷

- معادله یون ها تقریبا بدین شکل است:

الکترون ± اتم خنثی = یون

- برای محاسبه تعداد الکترون ها:
- اگر یون مثبت بود عدد اتمی را از بار مثبت کم میکنیم ➕
- اگر یون منفی بود عدد اتمی را با تعداد بار منفی جمع میکنیم ➖
- **فلزات** تمایل به از دست دادن الکترون (کاتیون) و **نافلزات** تمایل به گرفتن الکترون (آنیون) دارند
- یون‌ها در حالت طبیعی وجود ندارند، مگر در ترکیبات یونی یا محلول‌ها
- یون ها در محلول و حالت مذاب **رسانا** بوده و بصورت آزاد هستند ⚡ . یون‌ها به دلیل داشتن بار، در محلول‌ها الکتریسیته را عبور می‌دهند و نقش اساسی در واکنش‌های شیمیایی دارند. مثلا حل شدن نمک در آب = یون آزاد و هدایت جریان الکتریسیته
- فلز سدیم و گاز کلر در نمونه ای از واکنش های یونی هستند که یون سدیم مثبت (Na^+) و کلر منفی (Cl^-) با یکدیگر انتقال الکترون لایه آخر کرده و به ماده جامد و سفید رنگی به نام سدیم کلرید و نمک طعام ($Nacl$) تبدیل میشوند 🧂
- یون می‌تواند **یک‌اتمی** باشد (مانند سدیم Na^+ 🧍 یا **چنداتمی-مولکولی** (مثلاً سولفات SO_4^{2-} و آمونیوم NH_4^+) 🧬
- یون های چند اتمی پیوندی بین نافلز هاست! (کوالانسی). فقط بار کلی ترکیب یونی است و قاعده متفاوتی دارد مثل یون نیتریت (NO_2^-) یا یون سنگ آهک ($CaCO_3^{-2}$)



- فقط گازهای نجیب (ستون هجده و آخر جدول مندلیف) هستند که اصلا یون نشده و با هیچ چیز دیگری واکنش نمیدهند 🏆 . چون بیرونی‌ترین لایه الکترونی آن‌ها (به جز هلیوم) کاملاً با ۸ الکترون پُر شده است (قانون اکتت و هشت تایی)

سایر عناصر برای اینکه الکترون‌های ظرفیت خود را به این تعداد برسانند ناچار هستند الکترون از دست بدهند یا دریافت کنند. یعنی بقیه اتم‌ها در جدول تناوبی به این

گازهای نجیب حسادت می‌کنند! 😒 هدف نهایی آن‌ها در یک واکنش شیمیایی این است که خودشان را به پایدارترین حالت ممکن، یعنی شبیه به گازی نجیب، برسانند و لایه ی ناکامل نداشته و به کمال برسند.

تمامی اتم ها تمایل دارند به لایه آخر هشت تایی شان نزدیک شوند و به محض رسیدن به یک اتم واکنش پذیر فرصتی طلایی برایشان پیش می آید. پس هدف اصلی اتم‌ها از این داد و ستد الکترون، رسیدن به **پایداری** است. آن‌ها می‌خواهند ساختار الکترونی خود را شبیه گازهای نجیب (هلیوم، نئون، آرگون و...) کنند که پایدارترین عناصر در جدول تناوبی هستند. این کار را با پر کردن یا خالی کردن بیرونی‌ترین لایه الکترونی خود انجام می‌دهند. 📦

برای مثال، سدیم با از دست دادن یک الکترون، شبیه نئون می‌شود و کلر با گرفتن یک الکترون، شبیه آرگون می‌شود.

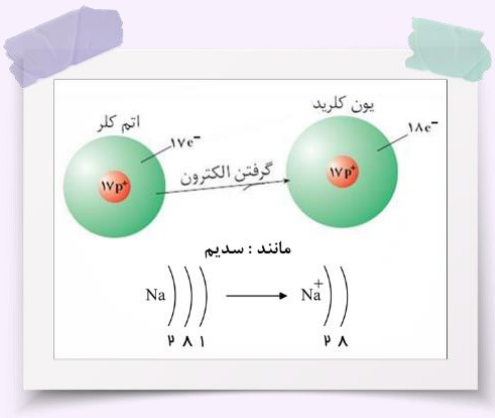
این تبادل ، اساس تشکیل پیوندهای شیمیایی (مانند پیوند یونی در نمک) است 🧂

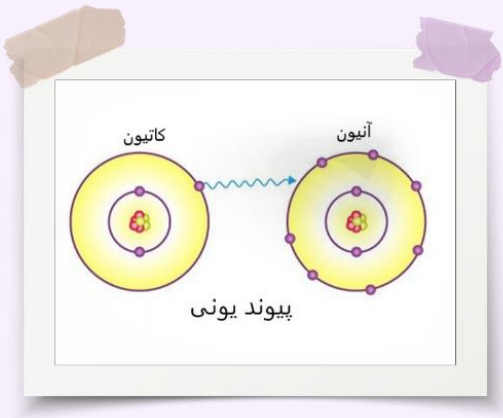


🚨 **نکته:** با توجه به اینکه:

1. فقط الکترون های لایه آخر جابجا میشوند
2. اتم ها قصد دارند به آرایش هشت تایی شدن نزدیک تر شوند (چه از دست بدهند چه بگیرند)

آنگاه برخی از مواد هستند که بجای یک الکترون، دو یا سه الکترون میدهند یا میگیرند. زیرا در لایه ی ظرفیت خود، مثلا یا دو الکترون دارند (که کل آنرا میدهند و تبدیل به +2) یا شش الکترون دارند (که دو تا قرض میگیرند و تبدیل به -2).





📌 **پیوند های یونی :** همان اتفاقی است که بین یون ها می افتد. تصور کنید دو نفر وارد یک معامله می‌شوند: یکی چیزی دارد که به شدت می‌خواهد از شرش خلاص شود و دیگری دقیقاً به همان چیز نیاز مبرم دارد. منطقی‌ترین کار چیست؟ انتقال کامل! نه اشتراک!

پس پیوند های یونی (Ionic Compounds) ترکیبات یونی زمانی تشکیل می‌شوند که یک یا چند اتم **فلز** (مثلاً سدیم، منیزیم) با یک یا چند اتم **نافلز** (مانند کلر، اکسیژن) وارد واکنش شده و بین آن‌ها انتقال کامل الکترون صورت بگیرد. **ترکیب یونی** ترکیبی است که در اثر در کنار هم قرار گرفتن یون‌های با بار ناهمنام (کاتیون و آنیون) به وجود می‌آید 🧲

در این فرآیند، یک اتم الکترون از دست می‌دهد و به **کاتیون (یون مثبت)** تبدیل می‌شود و اتم دیگر آن الکترون را دریافت کرده و به **آنیون (یون منفی)** تبدیل می‌شود. به زبان ساده‌تر:



📘 یک فلز (که تمایل زیادی به از دست دادن الکترون دارد) ➕

📘 و یک نافلز (که تمایل زیادی به گرفتن الکترون دارد) ➖

پس از این انتقال، ما دو یون با بارهای مخالف داریم (مثبت و منفی). همانطور که قطب‌های مخالف آهن‌ربا یکدیگر را جذب می‌کنند، این دو یون نیز توسط یک نیروی الکترواستاتیک بسیار قوی به نام جاذبه کولنی، به شدت یکدیگر را جذب کرده و کنار هم نگه داشته می‌شوند. این **جاذبه** قدرتمند، همان پیوند یونی است. یون‌ها در ترکیب با یکدیگر جاذبه‌ی الکتریکی قوی ایجاد می‌کنند.

📌 **پیوند های کوالانسی :** پیوندی است که بین دونافلز انجام شده و بجای انتقال، یک اتم را به **اشتراک** میگذارند. هنگامی که یک جفت الکترون به اشتراک بگذارند، نام پیوند **یگانه**، دو جفت مشترک نیز **دوگانه** و سه جفت مشترک نیز **سه گانه** نام دارد، که از پیوند یونی قوی تر است. بعدا بیشتر با آنها آشنا میشوید



📌 **جدول یونها :** در جداول روبرو در ترکیب ها بعنوان مثال ، از سمت چپ کاتیون های تک اتمی، آنیون های تک اتمی، کاتیون های چند اتمی و آنیون های چنداتمی را مشاهده میکنید:

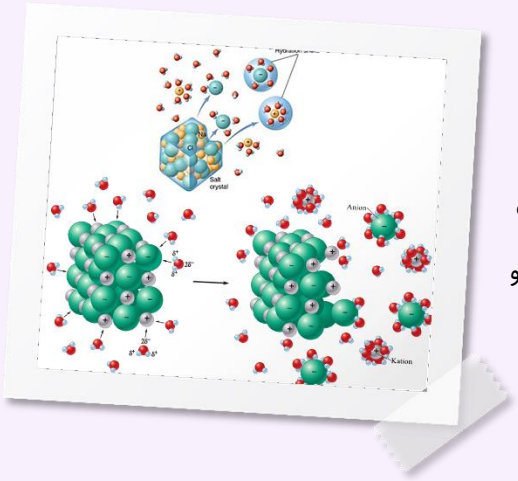
کوپریک	Cu^{2+}	**مس (II)**
	H^+	**هیدروژن**
فرو	Fe^{2+}	**آهن (II)**
فریک	Fe^{3+}	**آهن(III)**
	Mg^{2+}	**منیزیم**
مرکوریک	Hg^{2+}	**جیوه(II)**
کالیک	K^+	**پتاسیم**
	Ag^+	**نقره**
ناتریک	Na^+	**سدیم**

	Cl^-	**کلرید**
	F^-	**فلوئورید**
	Br^-	**برمید**
	O^{2-}	**اکسید**

	NH_4^+	**آمونیوم**
	H_3O^+	**هیدرونیوم**
مرکوروس	Hg_2^{2+}	**جیوه (I)**

	CH_3COO^-	**استات**
متائونات	$HCOO^-$	**فرمات**
	CN^-	**سیانید**

📌 **یون آزاد : یون آزاد (Free Ion)** یعنی یک اتم یا گروهی از اتم‌ها که بار الکتریکی دارد و به هیچ ذره ی دیگری چسبیده نیست و پیوند نداده. یعنی به صورت جداگانه و مستقل در محیط وجود دارد. در حالت جامد یون ها آزاد نیستند، چون در شبکه بلوری مرتب شده و نمیتوانند حرکت کنند، مثل نمک. پس در حالت جامد یون آزاد وجود ندارد. 🧚



وقتی ترکیب یونی در آب حل شود یا ذوب شود، پیوندهای یونی توسط قطبیت آب (یا حرارت) شکسته می‌شوند. درنتیجه کاتیون ها (+) و آنیون ها (-) جدا شده و مستقل خواهند شد. از این موضوع چیز دیگری هم میتوان یافت، و آن این است که یونهای آزاد با هم تشکیل پیوند یونی (در جامدات) نیز میدهند. مانند حل شدن نمک در آب (ساخت نه ها حل شدن!) :

$$NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

پس ریشه ی تشکیل یون آزاد = حل‌شدن یا ذوب شدن ترکیب یونی است. رسانایی الکتریکی محلول‌های یونی دقیقا به خاطر وجود یون‌های آزاد است. 🎁

- واکنش‌های محلولی (مثل رسوب‌گیری، اسید–باز، جایگزینی مضاعف) فقط با یون‌های آزاد رخ می‌دهند
- نمک جامد رسانا نیست، چون یون آزاد ندارد. ولی نمک مذاب **رساناست**، چون یون‌ها در فاز مذاب آزادانه حرکت می‌کنند
- هرچه انرژی شبکه یونی بیشتر باشد، احتمال تبدیل به یون آزاد سخت‌تر است. مثلاً MgO خیلی سخت‌تر از NaCl یون آزاد تولید می‌کند 🤡
- نیروی جاذبه‌ی ترکیبی مولکول‌های آب آنقدر قوی است که یون‌ها را یکی یکی از شبکه بلوری "می‌کَنَد" و آن‌ها را در سراسر محلول پخش می‌کند. مثلا برای نمک سر منفی مولکول آب (اکسیژن) به سمت یون‌های مثبت (Na^{+})جذب می‌شود و آن‌ها را احاطه می‌کند. سر مثبت مولکول آب (هیدروژن‌ها) به سمت یون‌های منفی (Cl^{-}) جذب می‌شود و آن‌ها را محاصره می‌کند. این فرآیند **آب‌پوشی (Hydration)** نام دارد 🤝

✍️ خلاصه درس ✍️

🟢 اتم و ذرات سازنده آن

اتم کوچک‌ترین ذره سازنده مواد است که از سه ذره اصلی تشکیل شده: پروتون با بار مثبت (+) و نوترون (خنثی) که در مرکز اتم به نام هسته قرار دارند. هسته، مرکز جرم اتم است. ذره سوم، الکترون با بار منفی (-) است که بسیار سبک بوده و در مدارهایی به دور هسته

می‌چرخد. در یک اتم خنثی، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها با هم برابر است و به همین دلیل اتم باری ندارد. حجم هسته دربرابر کل اتم بسیار ناچیز است، اما جرم هسته بسیار سنگین تر از الکترون ها بوده و جرم نوترون و پروتون با یکدیگر تقریبا برابر است (1 amu)

عنصر، عدد اتمی و نماد شیمیایی

ویژگی و هویت هر عنصر را تعداد پروتون‌های آن مشخص می‌کند که به آن عدد اتمی (Z) می‌گوییم و در پایین-سمت چپ نماد شیمیایی عنصر نوشته می‌شود. برای مثال، هر اتمی که ۶ پروتون داشته باشد کربن (C) و هر اتمی که ۸ پروتون داشته باشد اکسیژن (O) است. در جدول تناوبی، عناصر بر اساس افزایش عدد اتمی مرتب شده‌اند. هر عنصر یک نماد شیمیایی یک یا دو حرفی دارد که از نام لاتین آن گرفته شده است (مانند Fe برای آهن)

مدل اتمی بور (مدل منظومه شمسی)

دانشمندان برای درک ساختار اتم، مدل‌های مختلفی ارائه کرده‌اند. در مدل اتمی بور، هسته در مرکز (مانند خورشید) و الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای و مشخصی به نام مدار یا لایه انرژی (مانند سیاره‌ها) به دور آن می‌چرخند. هر مدار ظرفیت مشخصی برای پذیرش الکترون دارد؛ مدار اول حداکثر ۲ الکترون و مدار دوم حداکثر ۸ الکترون جا می‌گیرد. الکترون‌ها ابتدا لایه‌های نزدیک‌تر به هسته را پر می‌کنند. مثلا هیدروژن: ۱ الکترون (مدار اول)، هلیوم: ۲ الکترون (مدار اول)، لیتیوم: ۲ الکترون در مدار اول و ۱ الکترون در مدار دوم، بریلیم: ۲+۲، بور: ۳+۲

ایزوتوپ‌ها و عدد جرمی

اتم‌های یک عنصر که تعداد پروتون یکسان اما تعداد نوترون متفاوت دارند، ایزوتوپ نامیده می‌شوند. ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند اما به دلیل تفاوت در تعداد نوترون، جرمشان متفاوت است. مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را عدد جرمی (A)می‌نامند (A = Z + n). برای مثال، کربن-۱۲ ($^{12}_{6}C$) و کربن-۱۴ ($^{14}_{6}C$) دو ایزوتوپ کربن هستند که هر دو ۶ پروتون دارند ولی اولی ۶ و دومی ۸ نوترون دارد. ایزوتوپ اول کربن پایدار و فراوانتر بوده و ایزوتوپ دوم آن ناپایدار است. ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی مشابه و خواص فیزیکی (جرم، پایداری) متفاوتی دارند. برخی ایزوتوپ‌ها مثل کربن-۱۴ پرتوزا هستند

ایزوتوپ‌های پرتوزا (رادیواکتیو)

برخی ایزوتوپ‌ها به دلیل نامتناسب بودن تعداد پروتون و نوترون، هسته‌ای ناپایدار دارند. این اتم‌های ناپایدار برای رسیدن به پایداری، انرژی و ذراتی از خودشان به بیرون پرتاب می‌کنند که به این پدیده پرتوزایی (رادیواکتیویته) می‌گویند. این ایزوتوپ‌های پرتوزا کاربردهای مهمی در پزشکی (تشخیص و درمان سرطان)، تولید انرژی (نیروگاه هسته‌ای) و باستان‌شناسی (تعیین سن فسیل‌ها با کربن-۱۴) دارند

یون‌ها و چگونگی تشکیل آن‌ها

یون، اتمی است که با گرفتن یا از دست دادن الکترون، دیگر خنثی نیست و بار الکتریکی پیدا کرده است.

اگر اتمی الکترون از دست بدهد، چون تعداد پروتون‌های مثبت آن بیشتر می‌شود، به یون مثبت (کاتیون) تبدیل می‌شود (مانند سدیم (Na^{+})

اگر اتمی الکترون بگیرد، چون تعداد الکترون‌های منفی آن بیشتر می‌شود، به یون منفی (آنیون) تبدیل می‌شود (مانند کلر (cl^{-})

اتم‌ها این کار را برای رسیدن به پایداری و شبیه شدن به گازهای نجیب انجام می‌دهند

ترکیبات یونی

هنگامی که یک فلز (که تمایل به از دست دادن الکترون دارد) کنار یک نافلز (که تمایل به گرفتن الکترون دارد) قرار می‌گیرد، الکترون از فلز به نافلز منتقل می‌شود. در نتیجه یک یون مثبت (از فلز) و یک یون منفی (از نافلز) به وجود می‌آید. جاذبه الکتریکی قوی بین این دو یون با بار مخالف، باعث ایجاد پیوند یونی و تشکیل یک ترکیب یونی می‌شود. معروف‌ترین مثال آن، نمک خوراکی (سدیم کلرید یا NaCl) است که از یون مثبت سدیم (Na^{+}) و یون منفی کلر (cl^{-}) تشکیل شده است. این ترکیبات معمولاً بلورهای سخت و شکننده‌اند که در آب حل می‌شوند و رسانا هستند

یون های آزاد یون های و کاتیون آنیون هایی هستند که بدون قید و بند بطور آزادانه در محلول وجود دارند.

رسول‌الله(صل الله علیه و آله وسلم): مَنْ كانَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ كانَتِ الْجَنَّةُ فِي طَلَبِهِ

پیامبر عظیم الشان اسلام (ص): آن‌که در پیِ علم است، بهشت در پیِ اوست