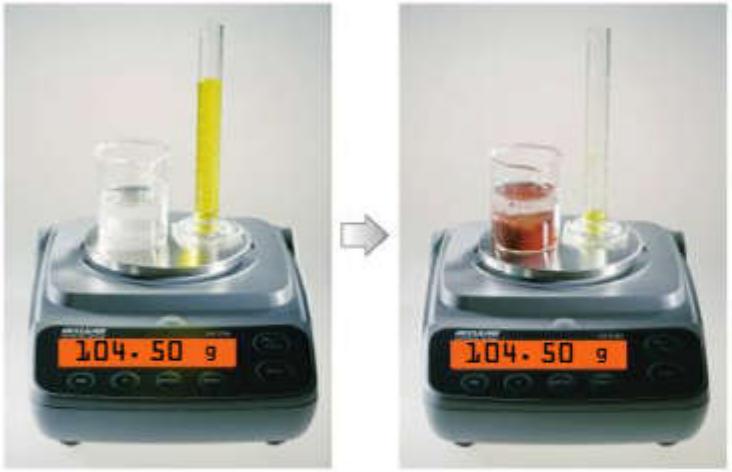
شیمی عمومی ۱

مروری بر تاریخچه علم شیمی:

شیمی چیست؟

شیمی مطالعه ی ساختار، خواص، ترکیبات، و تغییر شکل مواد است. این علم مربوط می‌شود به عناصر شیمیایی و ترکیبات شیمیایی که شامل اتمها، مولکولها، و برهم‌کنش میان آنهاست.

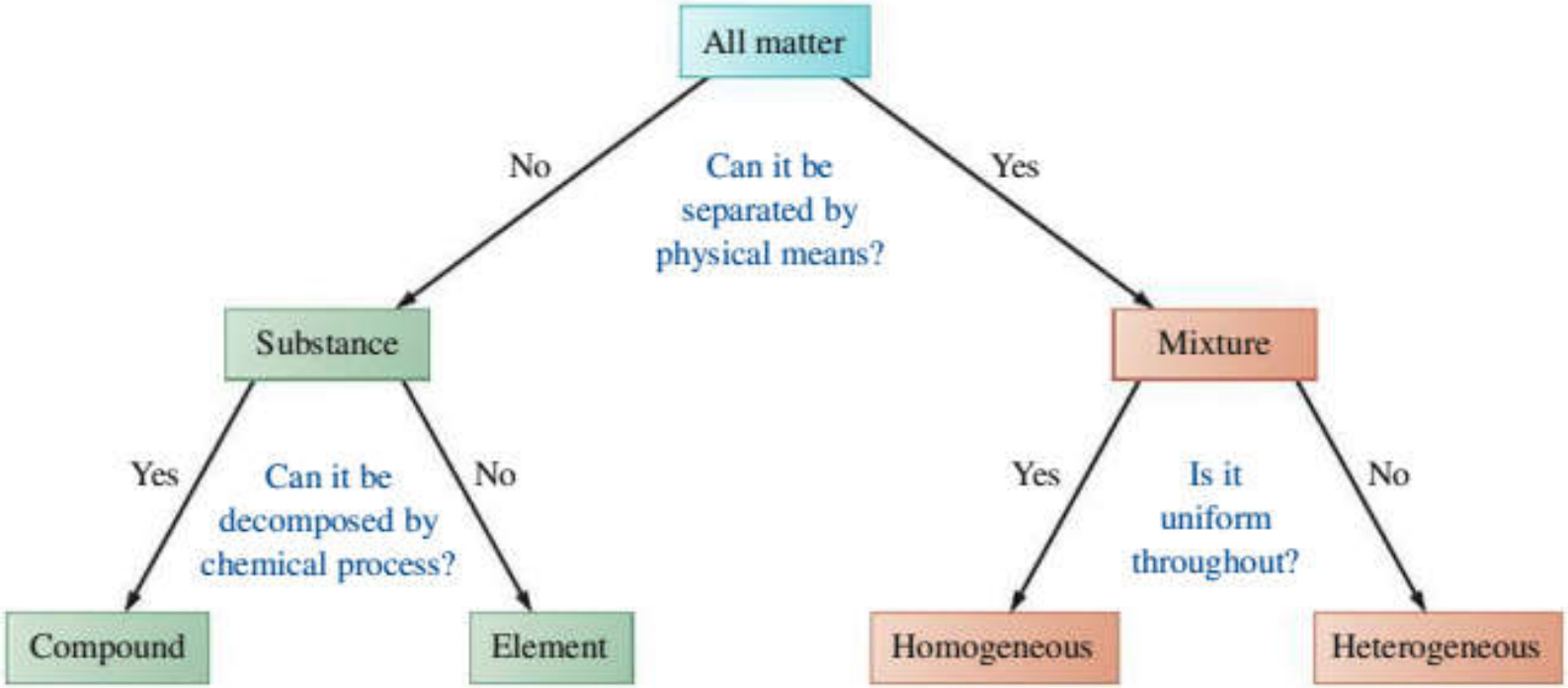


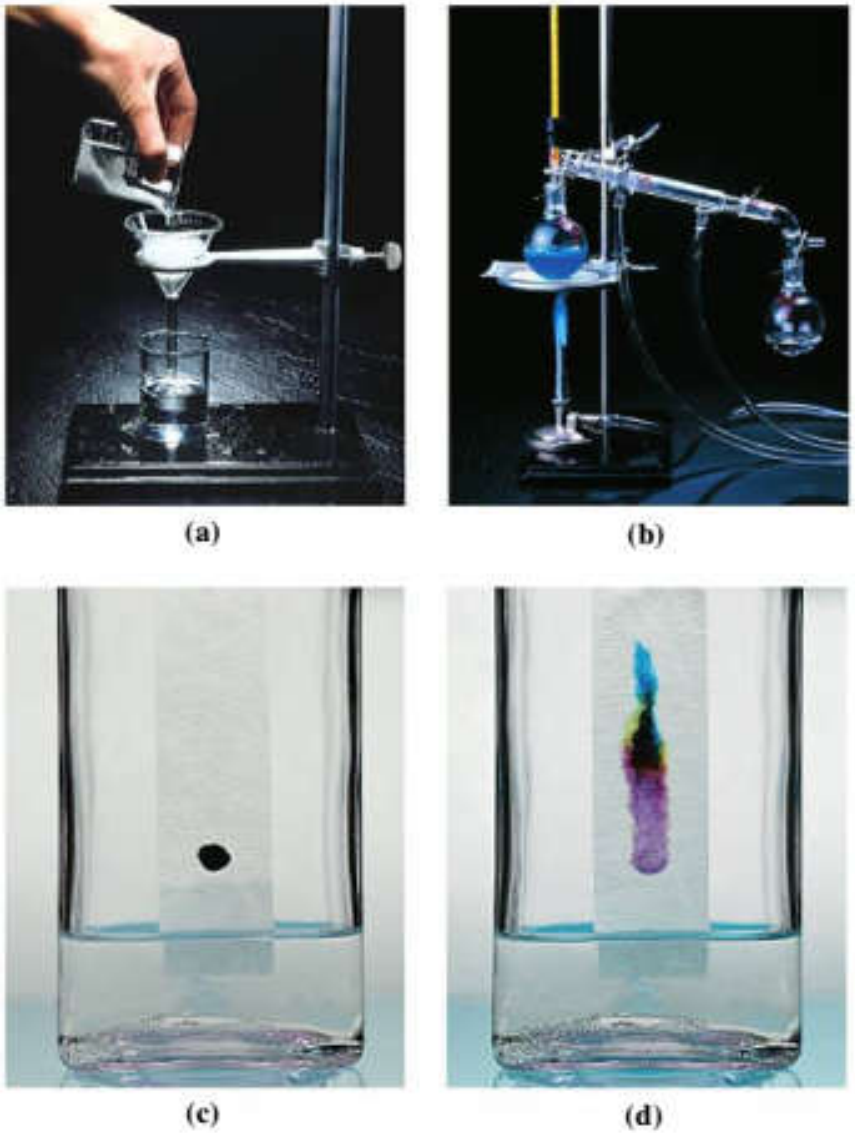
(a) (b)

◀ FIGURE 2-2
Mass is conserved during a chemical reaction
(a) Before the reaction, a beaker with a silver nitrate solution and a graduated cylinder with a potassium chromate solution are placed on a single-pan balance, which displays their combined mass—104.50 g. **(b)** When the solutions are mixed, a chemical reaction occurs that forms silver chromate (red precipitate) in a potassium nitrate solution. Note that the total mass—104.50 g—remains unchanged.

یکی از یافته‌های بنیادین و جالب دانش شیمی این بوده‌است که اتم‌ها روی‌هم‌رفته همیشه به نسبت برابر با یکدیگر ترکیب می‌شوند. امروزه ثابت شده‌است که استثناهایی در زمینه قانون نسبت‌های معین وجود دارد (مواد غیر استوکیومتری).

یکی دیگر از یافته‌های کلیدی شیمی این بود که زمانی که یک واکنش شیمیایی مشخص رخ می‌دهد، مقدار انرژی که بدست می‌آید یا از دست می‌رود همواره یکسان است. این امر ما را به مفاهیم مهمی مانند تعادل، ترمودینامیک می‌رساند.


All matter
No
Can it be separated by physical means?
Yes
Substance
Mixture
Yes
Can it be decomposed by chemical process?
No
Yes
Is it uniform throughout?
No
Compound
Element
Homogeneous
Heterogeneous



Separating mixtures: a physical process
(a) Separation of a heterogeneous mixture by filtration: Solid copper(II) sulfate is retained on the filter paper, while liquid hexane passes through. **(b)** Separation of a homogeneous mixture by distillation: Copper(II) sulfate remains in the flask on the left as water passes to the flask on the right, by first evaporating and then condensing back to a liquid. **(c)** Separation of the components of ink using chromatography: A dark spot of black ink can be seen just above the water line as water moves up the paper. **(d)** Water has dissolved the colored components of the ink, and these components are retained in different regions on the paper according to their differing tendencies to adhere to the paper.

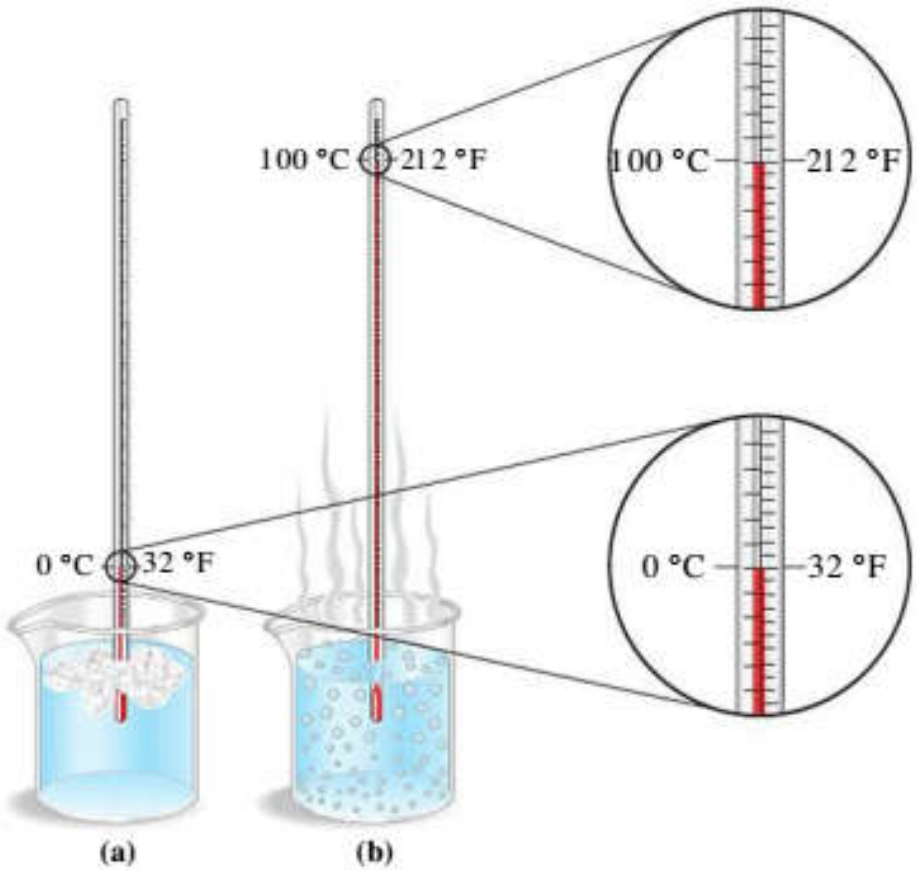
TABLE 1.1 SI Base Quantities

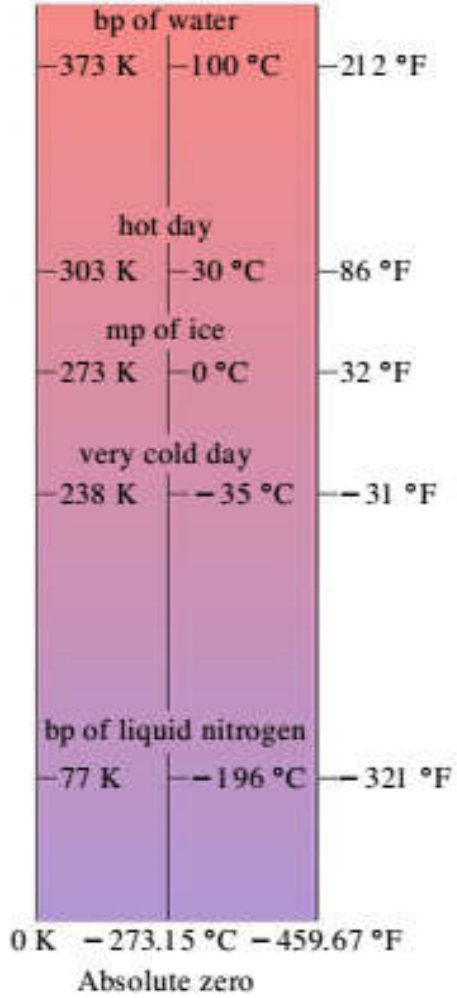
Physical Quantity	Unit	Symbol
Length	meter[a]	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Temperature	kelvin	K
Amount of substance[b]	mole	mol
Electric current[c]	ampere	A
Luminous intensity[d]	candela	cd

TABLE 1.2 SI Prefixes

Multiple	Prefix
10^{18}	exa (E)
10^{15}	peta (P)
10^{12}	tera (T)
10^{9}	giga (G)
10^{6}	mega (M)
10^{3}	kilo (k)
10^{2}	hecto (h)
10^{1}	deka (da)
10^{-1}	deci (d)
10^{-2}	centi (c)
10^{-3}	milli (m)
10^{-6}	micro (μ)[a]
10^{-9}	nano (n)
10^{-12}	pico (p)
10^{-15}	femto (f)
10^{-18}	atto (a)
10^{-21}	zepto (z)
10^{-24}	yocto (y)

[a]The Greek letter μ (pronounced "mew").


100 °C
212 °F
100 °C
212 °F
0 °C
32 °F
0 °C
32 °F
(a)
(b)


bp of water
373 K
100 °C
212 °F
hot day
303 K
30 °C
86 °F
mp of ice
273 K
0 °C
32 °F
very cold day
238 K
−35 °C
−31 °F
bp of liquid nitrogen
77 K
−196 °C
−321 °F
0 K
−273.15 °C
−459.67 °F
Absolute zero

$$\text{density } (d) = \frac{\text{mass } (m)}{\text{volume } (V)}$$

The SI base units of mass and volume are kilograms and cubic meters, respectively, but chemists generally express mass in grams and volume in cubic centimeters or milliliters. Thus, the most commonly encountered density unit is grams per cubic centimeter (g/cm^3) or the identical unit grams per milliliter (g/mL).

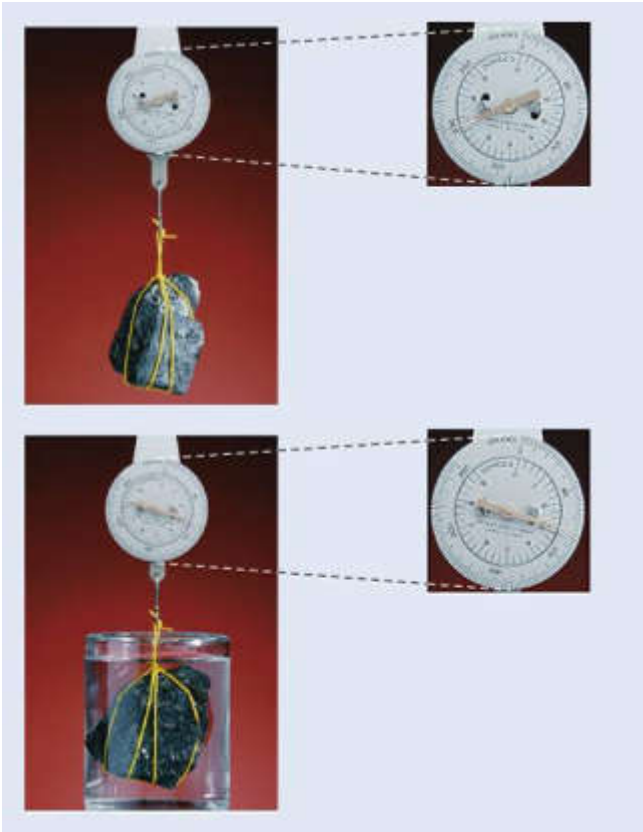
The stainless steel in the solid cylindrical rod pictured below has a density of 7.75 g/cm^3. If we want a 1.00 kg mass of this rod, how long a section must we cut off?

$$V = \frac{m}{d} = m \times \frac{1}{d}$$

$$V = 1.00\ \text{kg} \times \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \times \frac{1\ \text{cm}^3}{7.75\ \text{g}} = 129\ \text{cm}^3$$

$$h = \frac{V}{\pi r^2} = \frac{129\ \text{cm}^3}{3.1416 \times (0.500\ \text{in.} \times 2.54\ \text{cm}/1\ \text{in.})^2} = 25.5\ \text{cm}$$

A chunk of coal is weighed twice while suspended from a spring scale (see Figure 1-10). When the coal is suspended in air, the scale registers 156 g; when the coal is suspended underwater at 20 °C, the scale registers 59 g. What is the density of the coal? The density of water at 20 °C is 0.9982 g cm^{-3}.



Solve

The mass of the chunk of coal is 156 g. If we use m_{water} to denote the mass of displaced water, then the volume of the displaced water is calculated as follows:

$$V = \frac{m_{water}}{d} = \frac{156\ \text{g} - 59\ \text{g}}{0.9982\ \text{g/cm}^3} = 97\ \text{cm}^3$$

The volume of the chunk of coal is the same as the volume of displaced water. Therefore, the density of the coal is

$$d = \frac{156\ \text{g}}{97\ \text{cm}^3} = 1.6\ \text{g/cm}^3$$

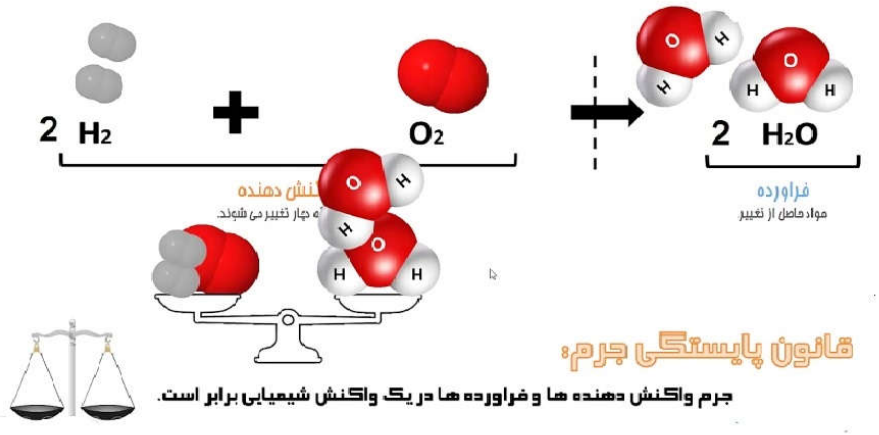
مقدمه ای بر نظریه اتمی

سنگ بنای شیمی را می توان نظریه اتمی دانست.

اینکه اتم چیست و چه شکلی دارد و اتم ها چه رفتاری در مقابل هم از خود نشان می دهند اساس و پایه درک علم شیمی است.

جان دالتون اولین کسی بود که نظریه اتمی را مطرح کرد. به مرور شیمیدان های دیگری (تامسون، رادرفورد، بور، شرودینگر) نظریه های کامل تری ارائه دادند تا اینکه مدل اتمی به شکل کنونی ارائه شد. دالتون برای بیان نظریه خود از دو نظریه قانون پایستگی جرم و قانون نسبت های معین بهره گرفته است.

قانون پایستگی جرم در سال ۱۷۸۹ توسط آنتوان لاوازیه این طور بیان شد: وقتی یک واکنش شیمیایی در یک سیستم بسته انجام می شود جرم مواد ثابت می ماند. نه ماده ای تولید می شود و نه ازبین می رود، فقط از شکلی به شکل دیگر تبدیل می شود. جرم مواد واکنش دهنده با جرم محصولات برابر است.



نظریه اتمی دالتون سالهای ۱۸۰۷–۱۸۰۳

۱– تمامی مواد از ذرات ریز و غیر قابل رویت بنام اتم ساخته شده اند.

۲– اتم‌های یک عنصر یکسان ولی اتم‌های عناصر مختلف متفاوتند.

۳– اتم‌های عناصر مختلف به نسبت‌های معینی با هم ترکیب شده و ترکیبات را می سازند.

۴–واکنش‌های شیمیایی شامل نو آرائی اتم‌ها بوده ، نه اتم جدیدی تولید و نه اتمی از بین می رود.

قانون نسبت های معین :

این قانون در سال ۱۷۹۹ توسط جوزف پروست این طور بیان شد: وقتی عناصر ترکیب شیمیایی به وجود می آورد این ترکیب شدن عناصر با نسبت‌های معینی است. به بیانی دیگر اگر ترکیب را به عناصر تشکیل دهنده تقسیم کنیم، بین جرم عناصر نسبت معین و مشخصی وجود دارد. برای مثال دی اکسید کربن با نسبت های معینی از کربن و اکسیژن، (یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن) تشکیل شده است.

قانون نسبت های چندگانه:

طبق این قانون اگر دو عنصر ترکیب های مختلفی تشکیل دهند، جرم عنصر دوم ثابت باشد، جرم عنصر اول با دومی نسبت های صحیح و کوچکی دارد.

کشف الکترون

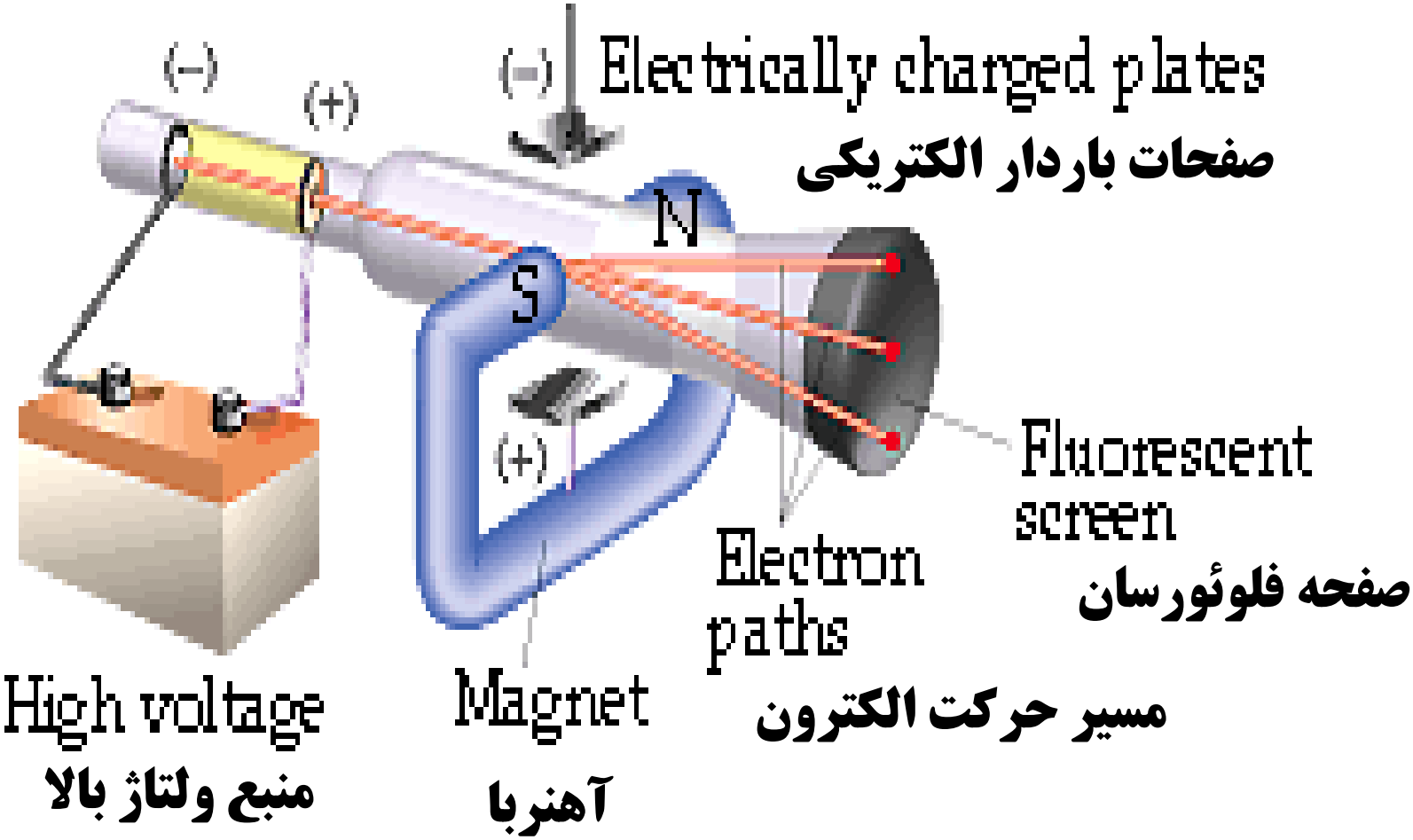
- در اواخر سالهای ۱۸۰۰ و اوایل سالهای ۱۹۰۰ میلادی آزمایش‌های دیوی، فاراده وکارهای استونی نشان داد واحدهایی از بار الکتریکی به اتم‌ها وابسته اند.

- آزمایش‌های لوله اشعه کاتدی نشان داد که ذرات باردار منفی خیلی کوچکی از مواد روی کاتد آزاد می شوند.

آزمایش جی .جی. تامسون ۱۸۹۷

آزمایش‌های لوله اشعه کاتدی را اصلاح و نسبت بار به جرم این ذرات (الکترون‌ها) را با قرار دادن و انحراف آنها در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تعیین نمود.

اشعه کاتدی و الکترون‌ها (آزمایش تامسون) تعیین نسبت بار به جرم الکترون



نتایج آزمایشات تامسون

- با طراحی لوله کاتدی و انجام آزمایشات تامسون وجود ذرات ریز اتمی اثبات گردید.

- اگر لوله کاتدی به اندازه کافی تخلیه گردد، جریان الکتریسیته از طرف کاتد به طرف آند بصورت جریانی از الکترون‌ها بر قرار می شود.

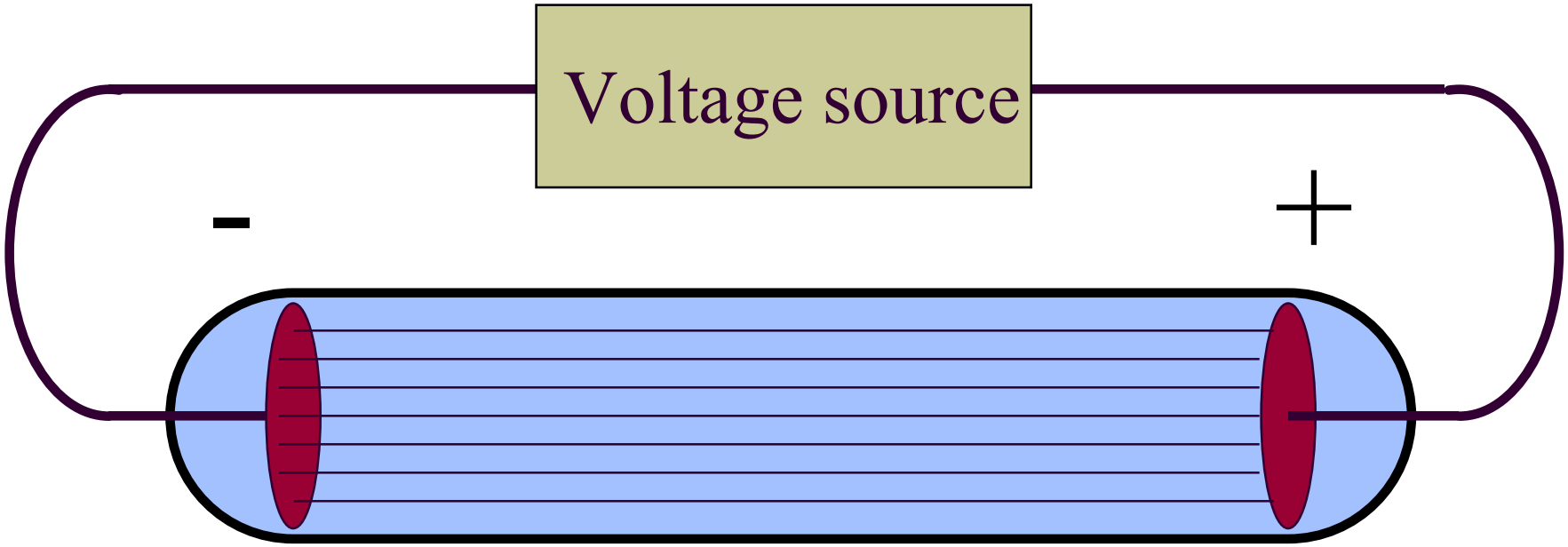
- جریان حاصل از کاتد، هم توسط میدان الکتریکی و هم توسط میدان مغناطیسی منحرف می‌شود.

- براساس این ویژگی‌ها تامسون نشان داد که اشعه کاتدی جریانی از ذرات باردار منفی است و او این ذرات را الکترون نامید.

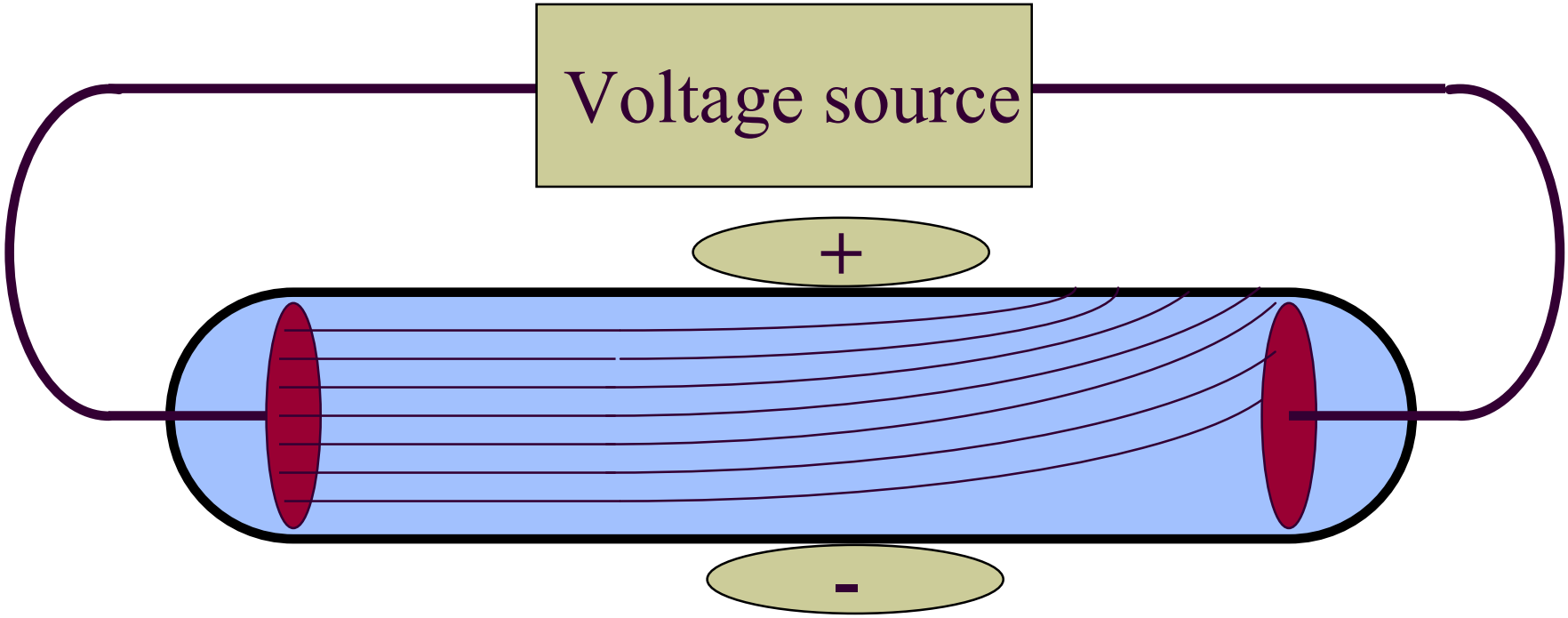
- تامسون توانست نسبت بار به جرم الکترون را به دست آورد.

- این نسبت مستقل از نوع گاز داخل لوله بوده و ثابت است، این واقعیت نشان می‌دهد که الکترون یک ذره بنیادی و مشترک درتمام اتم‌هاست.

آزمایش تامسون



آزمایش تامسون

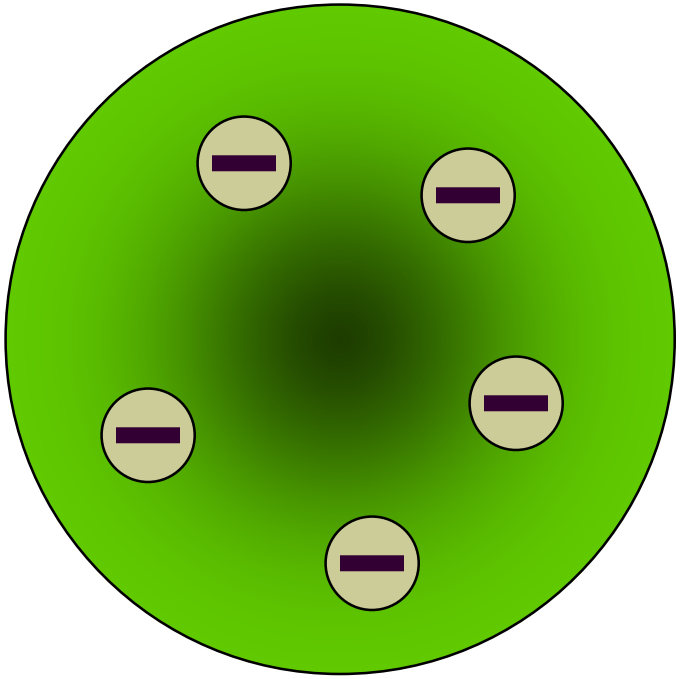


$$q/m = -1.7588 \times 10^8 \text{ C/g}$$

کولن[۶] (C)، واحد SI برای بار الکتریکی است. یک کولن مقدار باری است که از یک نقطه در مدار الکتریکی در یک ثانیه عبور می‌کند، هنگامی که جریان یک آمپر باشد.

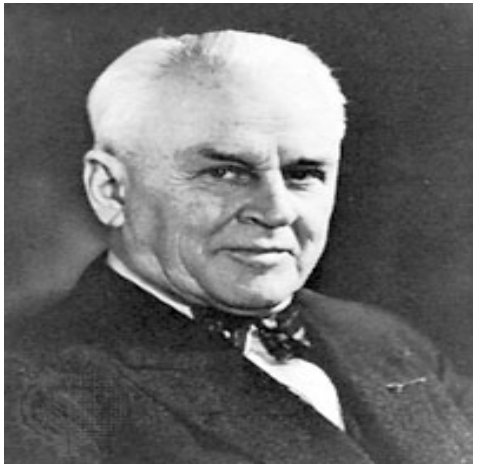
مدل اتمی تامسون

- مدل کیک کشمشی تامسون



مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی یا هنداونه ای):

مدل اتمی تامسون که مدل کیک کشمشی یا مدل هندوانه‌ای هم نامیده می‌شود، جزو اولین مدل‌هایی بود که وجود الکترون در ساختار اتم را در نظر می گرفت. در این مدل، فرض می شود که اتم از یک ماده زمینه با بار مثبت پخش شده تشکیل شده است که الکترون ها به طور تصادفی به صورت واحدهای مجزا از هم در این ماده زمینه پخش شده اند. از این بابت اتم تامسون شبیه کیک کشمشی یا هندوانه است. بعبارتی همانطوری که در کیک کشمشی (یا هندوانه) دانه های کشمش (یا هندوانه) در ماده زمینه کیک کشمشی (یا هندوانه) پخش شده اند، در اتم تامسون الکترون‌ها در یک ماده زمینه با بار مثبت پخش شده اند.

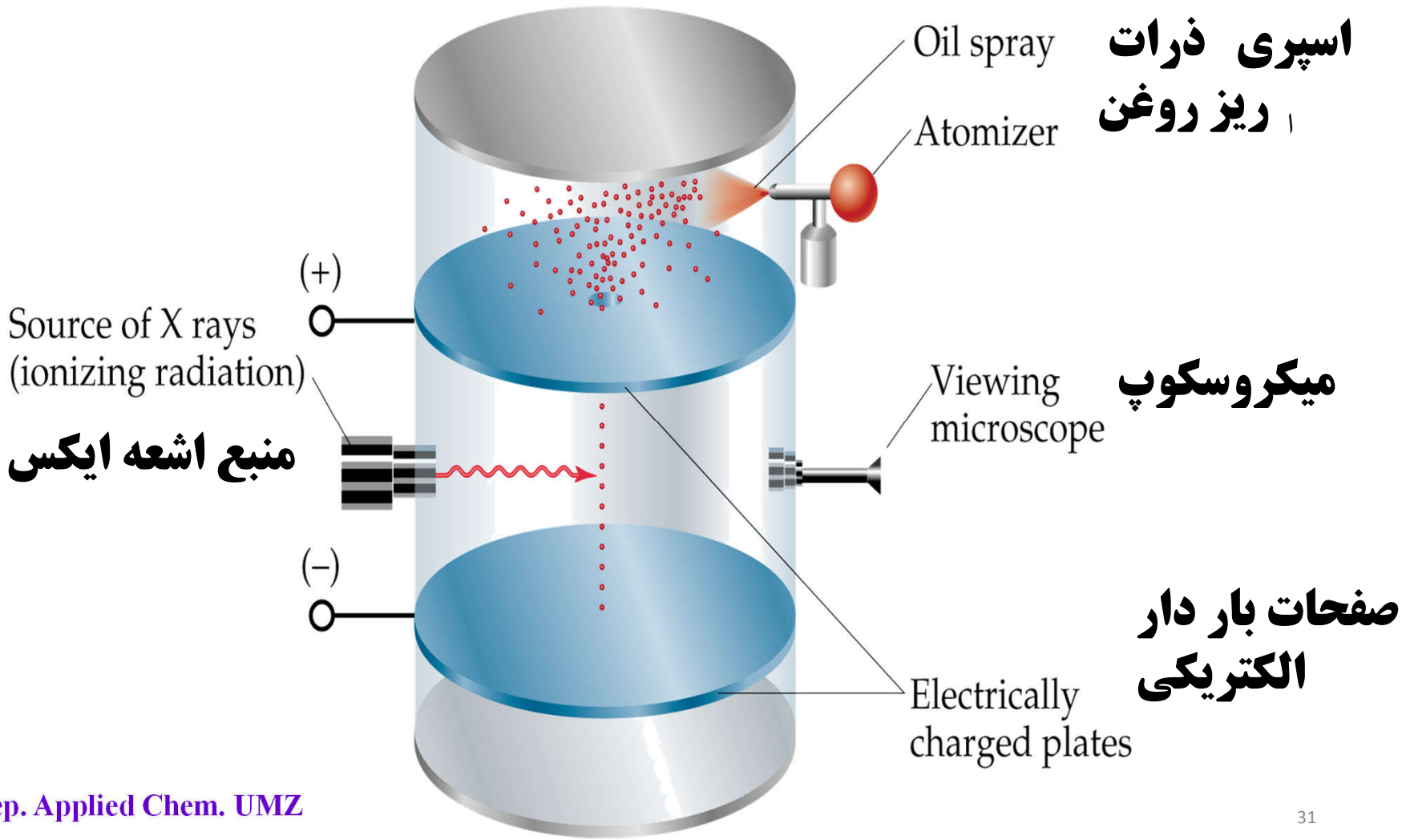


آزمایش میلیکان

- آزمایش میلیکان۱۹۰۹
- میلیکان بار و جرم الکترون را از آزمایش معروف قطرات ریز روغن برای اولین بار بدست آورد.

- جایزه نوبل ۱۹۲۳

آزمایش میلیکان(تعیین بار و جرم الکترون)



در سال ۱۹۰۹ رابرت میلیکان (R.A.Millikan) یک روش عملی برای اندازه‌گیری بار یون‌ها گزارش کرد. این روش، مشاهده حرکت قطرات ریز روغن باردار در میدان الکتریکی و یا در سقوط آزاد بود. او متوجه شد که بار قطرات روغن همواره مضرب صحیحی از یک مقدار (1.6×10^{-19}C) می‌باشد که همان بار الکترون است.

اگر قطرات روغن باردار وارد محفظه استوانه‌ای شوند، در سقوط آزاد تحت تاثیر نیروهای جاذبه گرانش، نیروی ارشمیدس و نیروی مقاومت استوک قرار دارند. این نیروها عبارتند از:

نیروی ثقل	$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_i g$
نیروی ارشمیدس	$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$
نیروی استوک	$6\pi r \eta v_1$

که r شعاع قطره، ρ_i و ρ_l به ترتیب چگالی قطره و هوا، g شتاب گرانش زمین، η ضریب چسبندگی هوا و v_1 سرعت قطره می‌باشد.

قطره پس از طی مسافت کوتاهی در محفظه به سرعت حدی (شتاب صفر) می‌رسد. در این صورت برایند نیروهای وارد بر آن صفر است و بنابر این می‌توان نوشت:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_i g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g - 6\pi r \eta v_1 = 0 \qquad (۱)$$

و در نتیجه:

$$r = \left(\frac{9\eta v_1}{2(\rho_i - \rho_l)g}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (۲)$$

حال اگر بخواهیم که یک یا چند قطره در فضای محفظه معلق بماند، باید ذره را به نحوی باردار سازیم و آنگاه به سیستم یک میدان الکتریکی معادل V/d (V اختلاف پتانسیل اعمال شده در محفظه و d فاصله دو الکترود می‌باشد)، اعمال کنیم. جهت این میدان بسته به علامت بار قطره متفاوت می‌باشد. پس از اندکی محاسبه به رابطه‌ی زیر برای بار قطره می‌رسیم:

$$q = \frac{18\pi\eta d v_1}{V}\left(\frac{\eta v_1}{2(\rho_i - \rho_l)g}\right)^{1/2} \qquad (۳)$$

اکنون حالتی را در نظر بگیرید که اعمال میدان الکتریکی باعث شود قطره با سرعت v_2 به سمت بالا حرکت کند (جهت میدان که برای بدست آوردن رابطه۳ در نظر گرفتیم). در این صورت نیرو وارد بر قطره، برایند نیروهای گرانش، ارشمیدس، استوکس و نیروی وارد از طرف میدان می‌باشد. در واقع با در نظر گرفتن دو حالت عدم حضور میدان (سرعت قطره v_1) و حضور میدان (سرعت قطره v_2) به رابطه زیر برای بار قطره می‌رسیم:

$$q = (v_1 + v_2)\frac{v_1^{1/2}}{V}\eta^{3/2}\frac{18\pi d}{\sqrt{2(\rho_l-\rho_l)g}} \qquad (۴)$$

بنابراین، از هر یک از دو روش فوق می‌توان مقدار بار الکتریکی قطره را تعیین کرد. در هر دو ابتدا باید قطره را باردار ساخت. در روش اول، *حالت ایستا*، با اعمال میدان الکتریکی و معلق نگه داشتن قطره بار را از طریق رابطه ۳ تعیین می‌کنیم. در روش دوم، از طریق تعیین سرعت قطره در حضور و عدم حضور میدان الکتریکی و استفاده از رابطه۴ بار قطره تعیین می‌شود (*حالت پویا*).

مقادیر ثابت‌های مورد نیاز در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد عبارتند از:

ضریب چسبندگی هوا: $\eta = 1.82 \times 10^{-5} Nsm^{-2}$

جرم ویژه روغن: $\rho_i = 875\ kgm^{-3}$

جرم ویژه هوا: $\rho_l = 1.29\ kgm^{-3}$

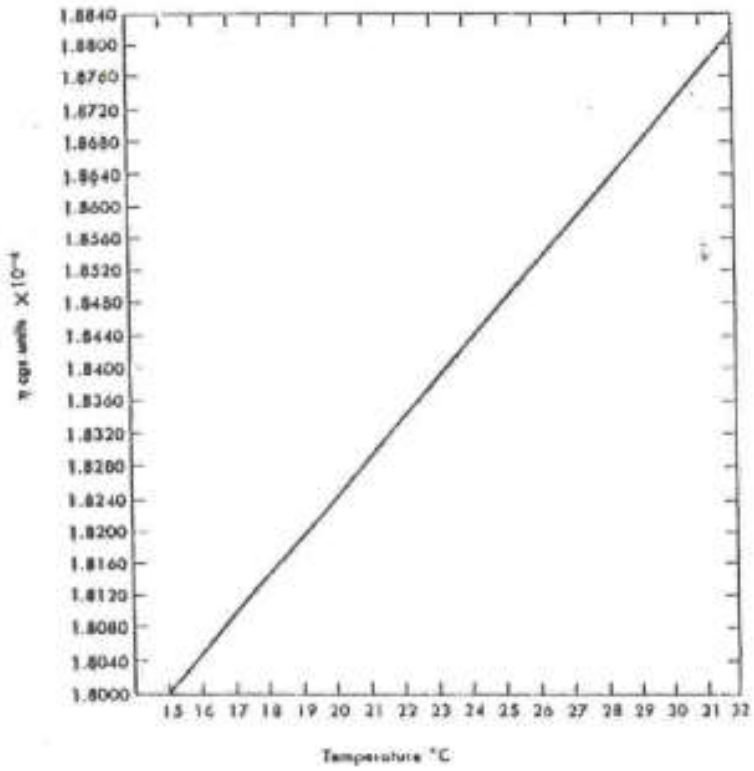
شتاب ثقل زمین: $g = 9.81\ ms^{-2}$

فاصله بین دو صفحه: $d = 6\ mm$

در واقع ضریب چسبندگی هوا به دما T و فشار P بستگی دارد و از رابطه زیر تبعیت می‌کند:

$$\eta(P,T) = \eta_0(T)\left[1 + \frac{b}{aP}\right]^{-1}$$

که $b = 6.17 \times 10^{-4}\ cmHgcm$ و a شعاع قطره است. منحنی η_0 بر حسب دما به فرم زیر است.



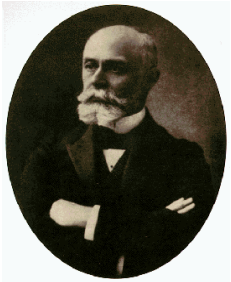
$$q = -e = -1.6022 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$$

مقدار e را **واحد بار الکتریکی** می‌نامند. الکترون دارای بار منفی واحد، یعنی $-e$ است. جرم الکترون را می‌توان از مقدار q/m و مقدار q محاسبه کرد.

$$m = \frac{q}{q/m} = \frac{-1.6022 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}}{-1.7588 \times 10^{8}\ \mathrm{C/g}} = 9.1096 \times 10^{-28}\ \mathrm{g}$$

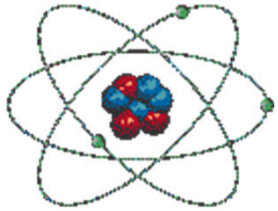
آزمایشات رادرفورد

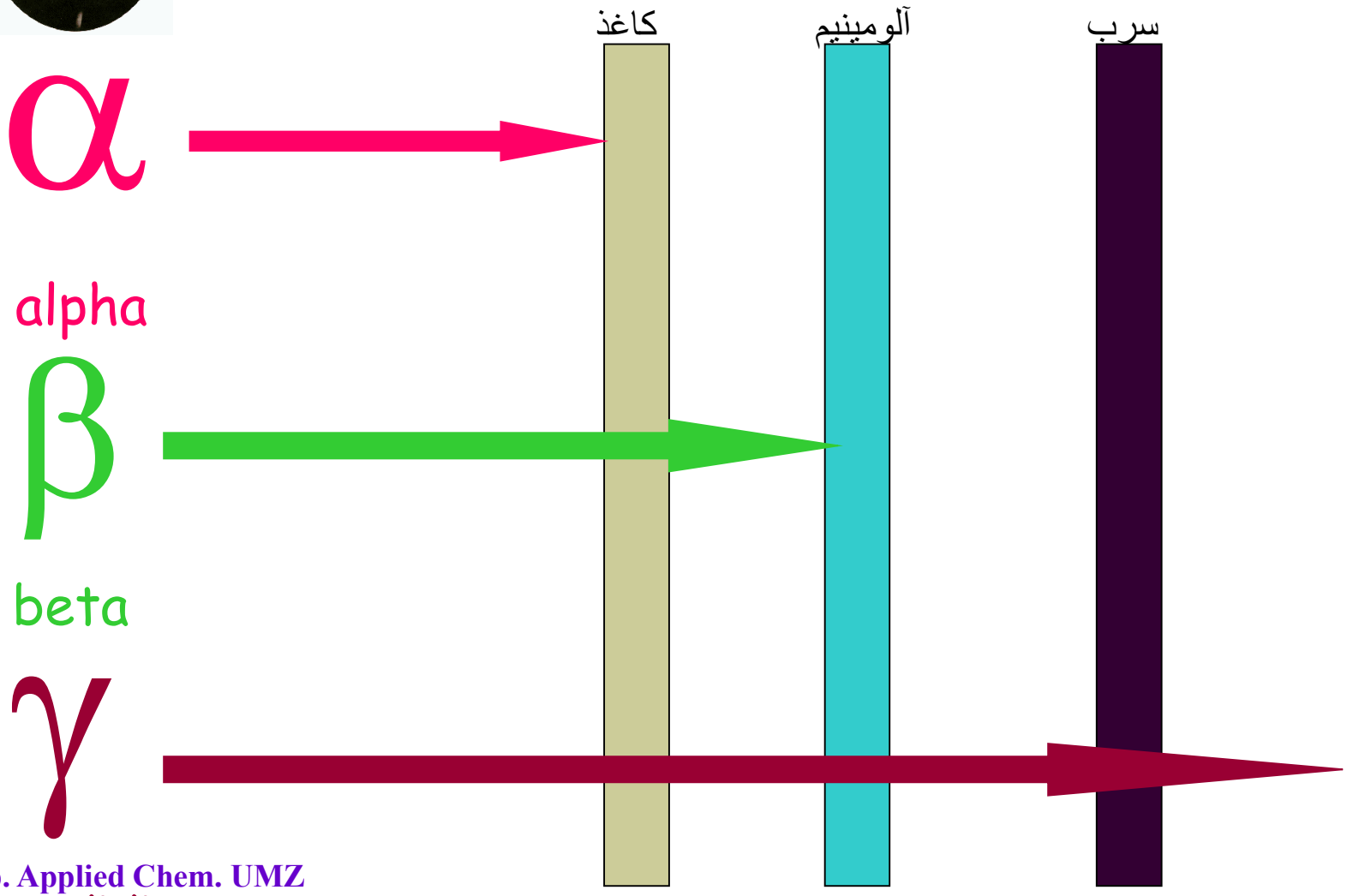
- بمباران قطعه کوچک و نازکی از طلا با باریکه ای از ذرات آلفا.
- نشان دادن میزان پراکندگی ذرات توسط صفحه فلوئورسان سولفید روی.
- اغلب ذرات آلفا، بدون تغییر و پراکنده شدن، از صفحه نازک طلا عبور کرده و فقط تعداد کمی با انحراف زیاد از هسته عبور کرده یا بطور کامل می گردند.



هانري بكرل

راديواكتيويته





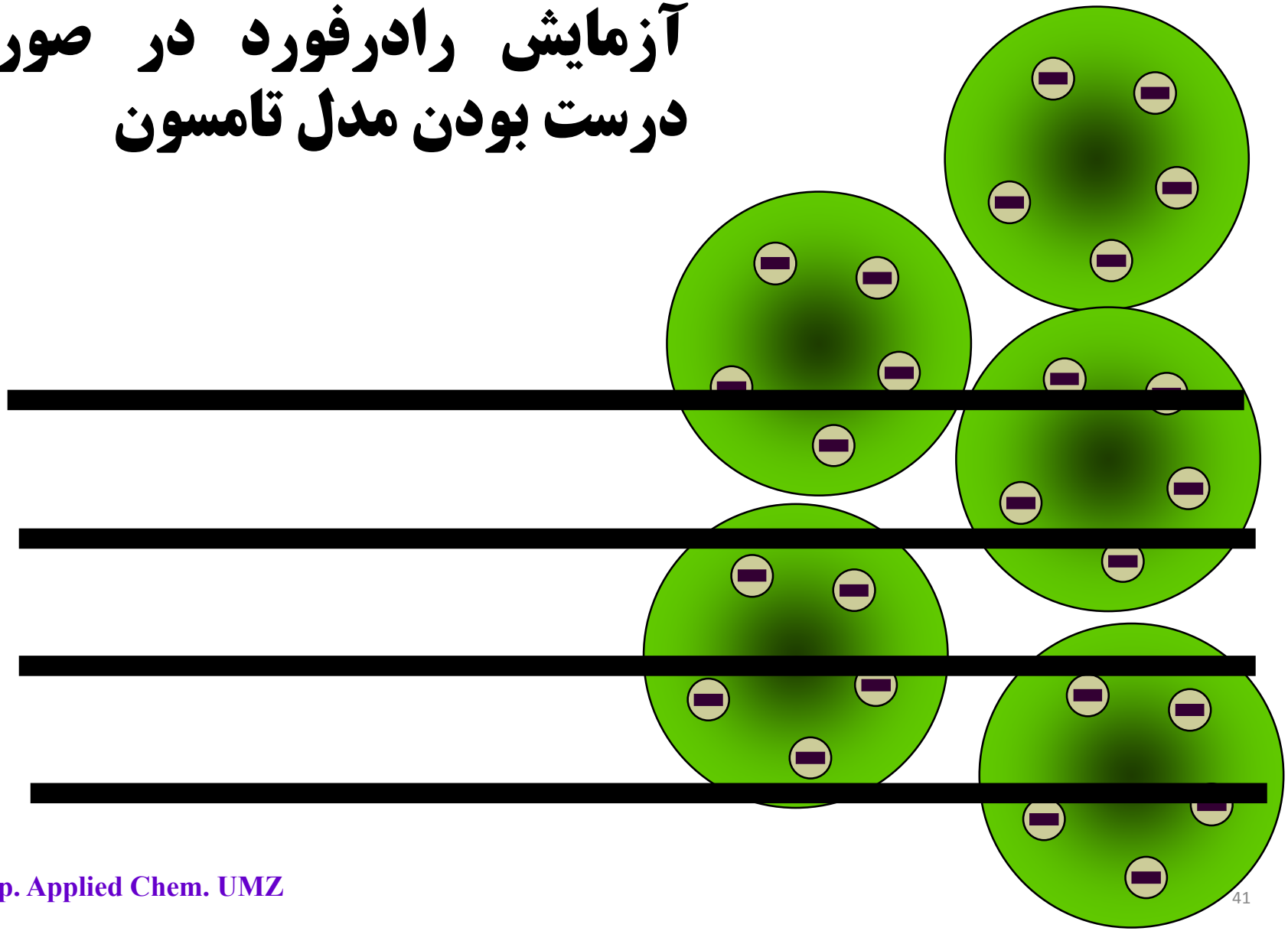
۱ ـ **تابش آلفا** مرکب از ذراتی است که هر یک بار ۲+ و جرمی در حدود چهار برابر جرم پروتون دارند. این ذرات با سرعت ۱۶۰۰۰km/s (تقریباً ۰۵ر۰ سرعت سیر نور) از اجسام رادیواکتیو خارج می‌شوند. هنگامی که ذرات α برای نخستین بار مطالعه شدند، هنوز نوترون کشف نشده‌بود. اکنون‌می‌دانیم که یک‌ذرّه α شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون است.

۲ ـ **تابش بتا** مرکب از جریانی از الکترون است که با سرعت تقریبی ۱۳۰,۰۰۰km/s (تقریباً ۴ر۰ سرعت نور) سیر می‌کنند.

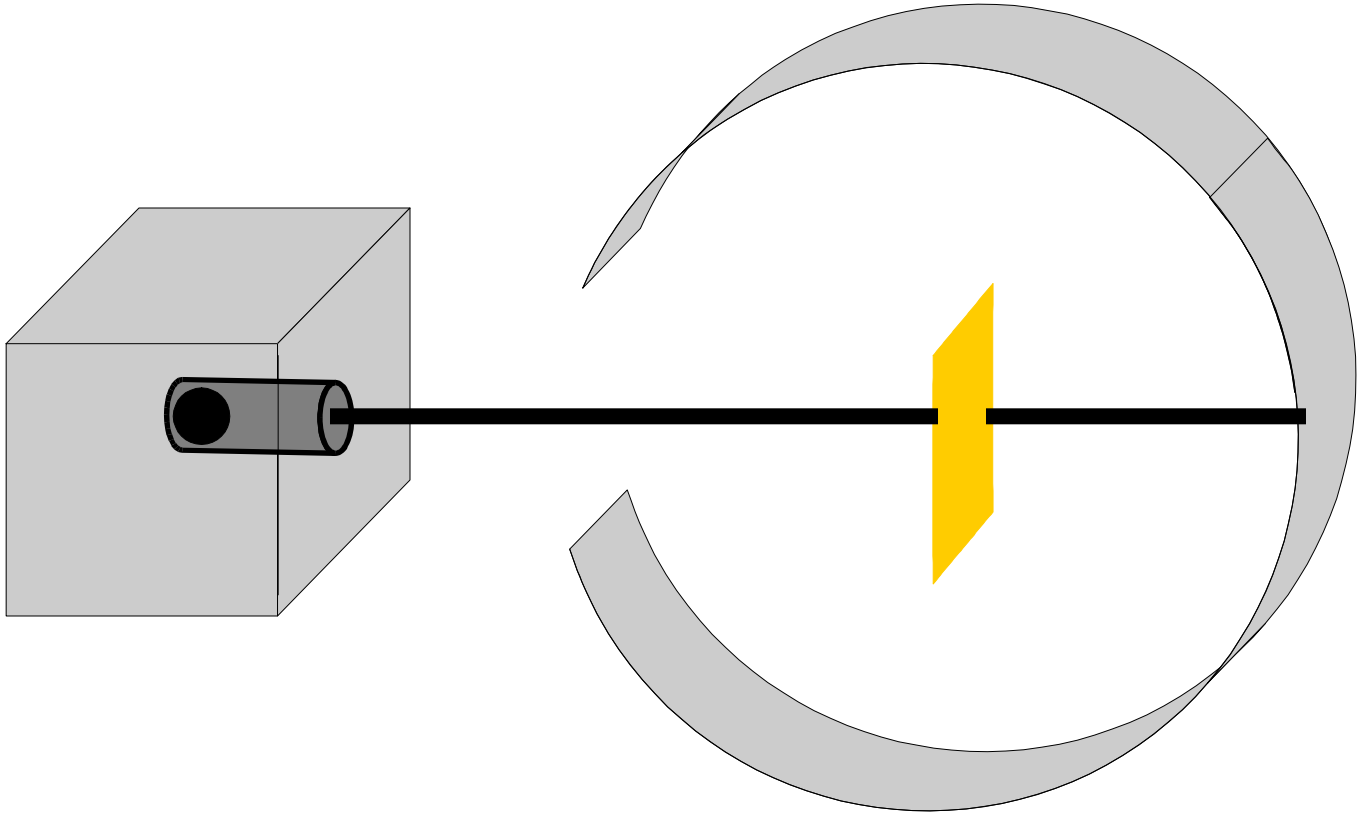
۳ ـ **تابش گاما** اصولاً نوعی نور پرانرژی است. اشعهٔ گاما بدون بار الکتریکی و شبیه به اشعه X است

پرتو	نماد	ترکیب اجزاء	بار یک جزء
آلفا	α	ذرات دارای ۲ پروتون و ۲ نوترون	۲+
بتا	β	الکترون	۱−
گاما	γ	تابش الکترومغناطیسی با طول موج بسیار کوتاه	۰

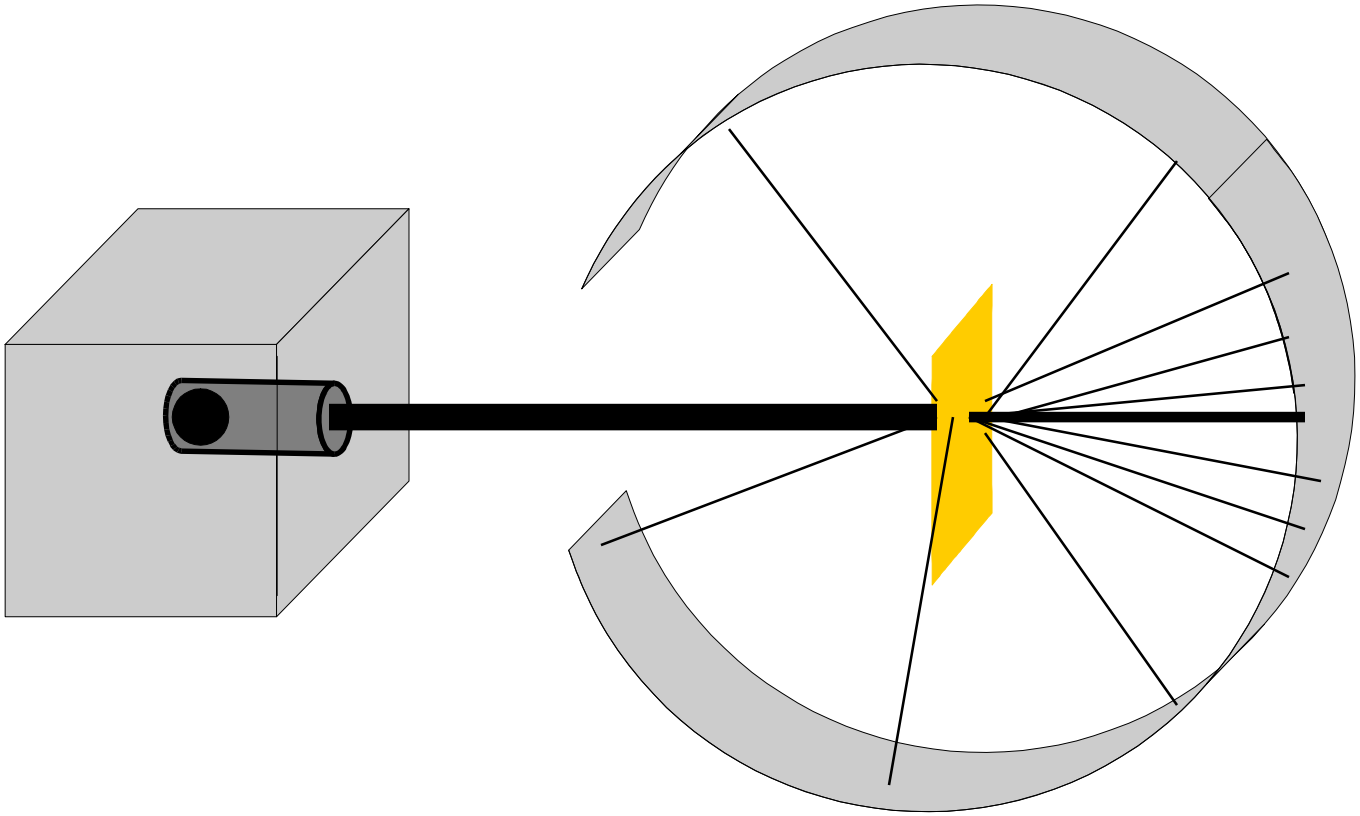
آزمایش رادرفورد در صورت درست بودن مدل تامسون



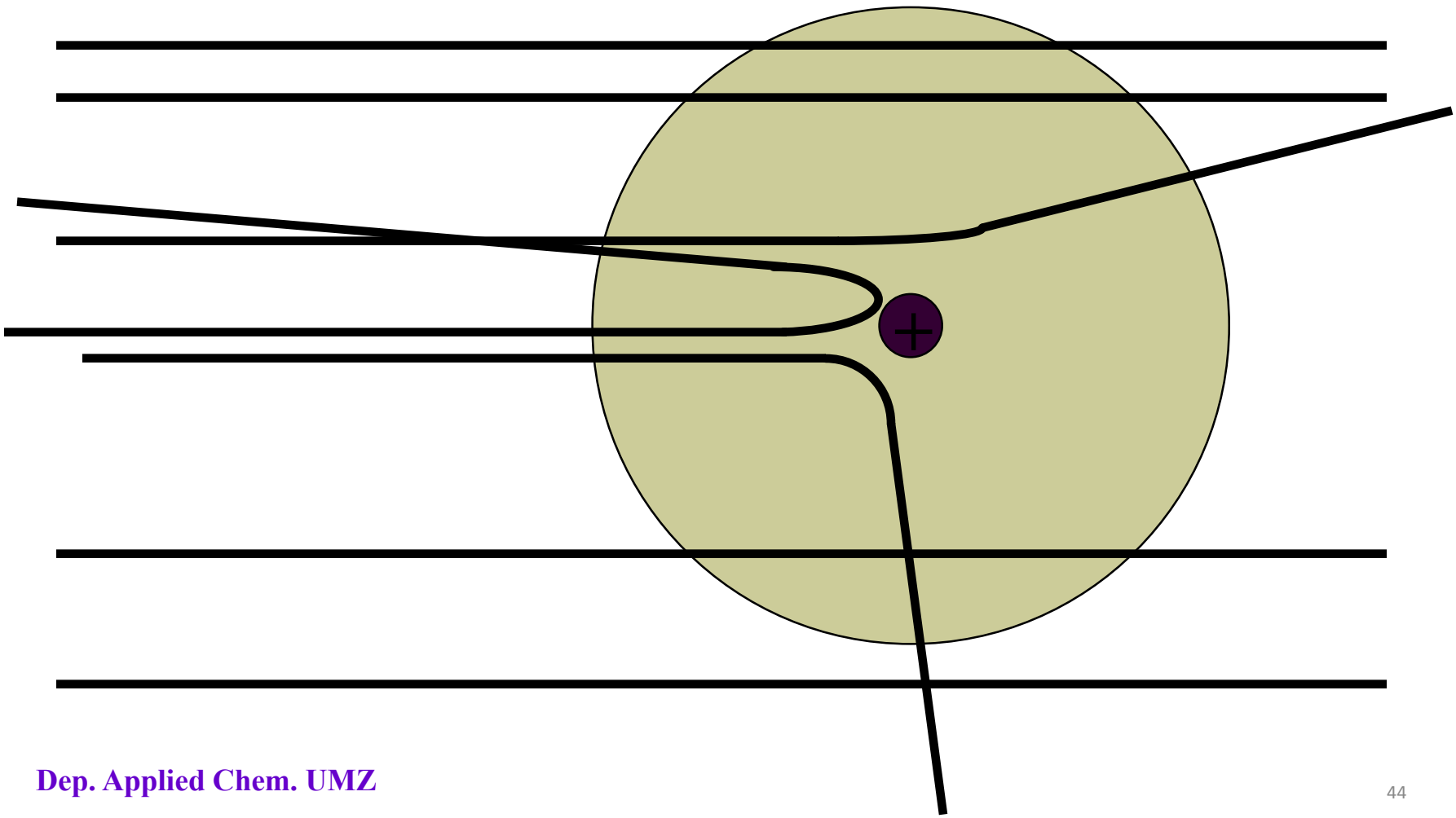
آزمایش رادر فورد روی ورقه نارک طلا



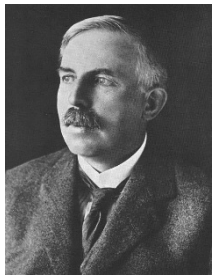
آنچه که رادرفورد مشاهده نمود



آنچه که رادرفورد مشاهده نمود



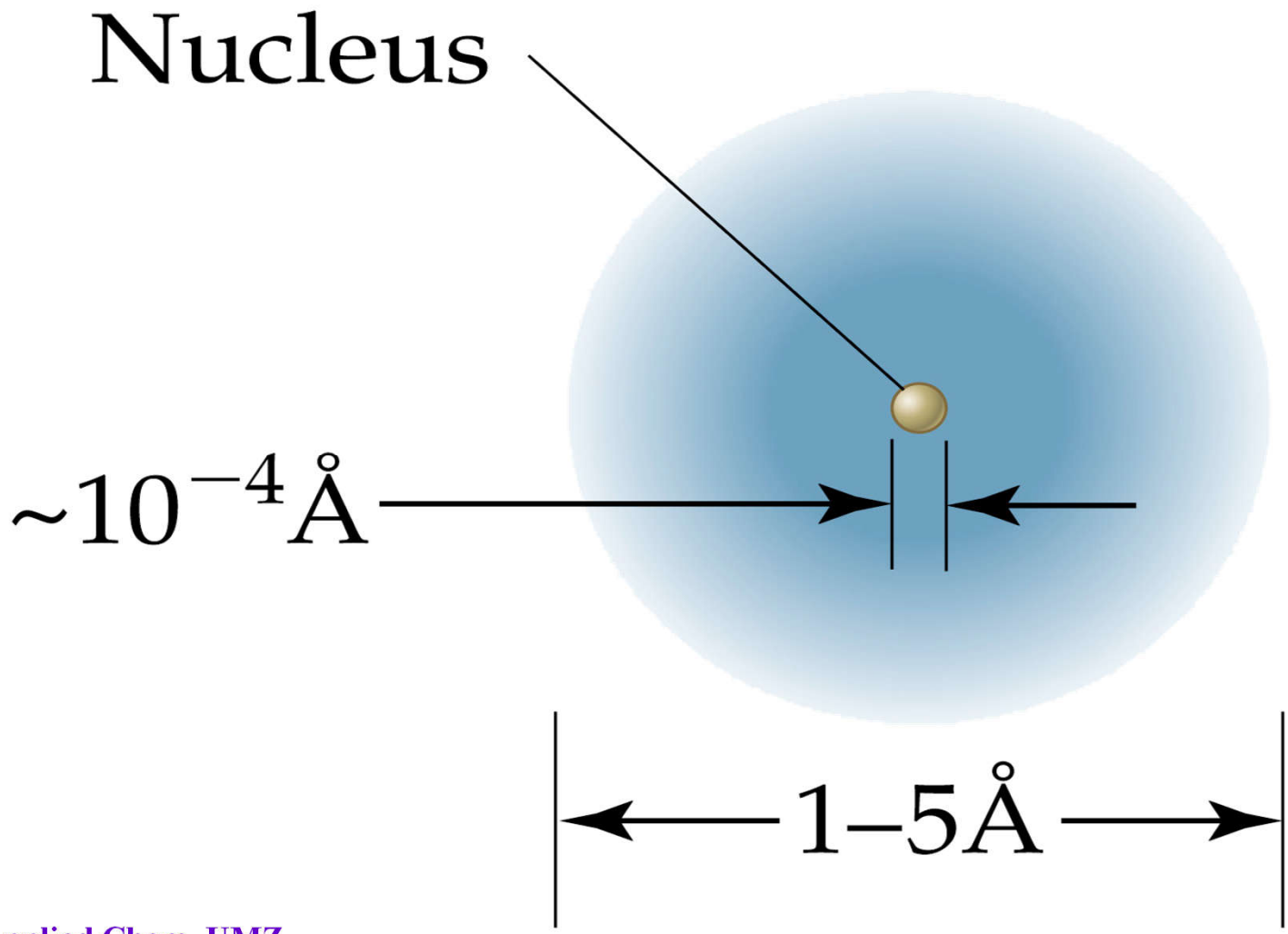
اتم رادرفورد



ارنست رادرفورد

- قسمت عمده اتم یک فضای خالی است.
- اتم حاوی یک مرکز فشرده و خیلی کوچک بنام هسته است.
- بیشترین جرم اتم در هسته متمرکز است.
- قطر هسته ۱/۱۰۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰۰ شعاع اتم می باشد.

مقایسه اندازه هسته و اتم



پروتون

اگر یک یا چند الکترون از یک اتم یا مولکول خنثی جدا شود، باقیمانده دارای بار مثبت برابر با مجموع بار الکترون‌های جدا شده از آن اتم یا مولکول خواهد بود. اگر یک الکترون از یک اتم نئون (نماد، Ne) جدا شود، یک یون Ne^{+} به دست می‌آید؛ اگر دو الکترون جدا شود، یک یون Ne^{2+} تولید خواهد شد، و همین‌طور این ذرات مثبت (یون‌های مثبت)، در اثر جدا شدن الکترون از اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در گاز داخل لولهٔ تخلیه الکتریکی، به علت برخورد با اشعه کاتدی تشکیل می‌شوند. این ذرات مثبت به سوی الکترود منفی می‌روند.

جریان یون‌های مثبت که نخستین بار توسط گلدشتاین[1] در ۱۸۸۶ مشاهده شد، به اشعه مثبت مشهور است. انحراف پرتوهای مثبت در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی توسط ویلهلم وین[2] (۱۸۹۸) و تامسون (۱۹۰۶) مطالعه شد. مقادیر q/m با استفاده از همان روش به کار گرفته شده در مطالعه اشعه کاتدی تعیین شدند.

هنگام استفاده از گازهای مختلف در لولهٔ تخلیه، یون‌های مثبت متفاوتی به دست آمدند. در صورت استفاده از گاز هیدروژن، ذره مثبت به دست آمده، کوچک‌ترین جرم (یعنی بالاترین نسبت q/m) را خواهد داشت.

$$q/m = +9.5791 \times 10^4\ C/g$$

این ذرات را اکنون **پروتون** می‌نامیم و جزء اصلی ساختار تمام اتمها هستند. پروتون دارای واحد بار مثبت (+e) است که مقدار آن برابر با بار الکترون اما با علامت مخالف است:

$$q = +e = +1.6022 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$$

جرم پروتون که ۱۸۳۶ برابر جرم الکترون است، از داده‌های بالا به دست می‌آید:

$$m == \frac{q}{q/m} = \frac{+۱٫۶۰۲۲ \times ۱۰^{-۱۹}C}{+۹٫۵۷۹۱ \times ۱۰^{۴}C/g} = ۱٫۶۷۲۶ \times ۱۰^{-۲۴}$$

نوترون

از آنجا که اتم‌ها از نظر بار الکتریکی خنثی هستند، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در هر اتم باید برابر باشد. ارنست رادرفورد[1] در ۱۹۲۰، برای توضیح جرم کل اتم‌ها وجود یک‌ذرهٔ بدون بار را در هستهٔ‌اتم پیشنهادکرد. چون این ذرات بدون بار هستند، تشخیص و تعیین ویژگی‌های آنها دشوار است. ولی جیمز چادویک[2] در ۱۹۳۲ نتیجه تحقیقات خود را دربارهٔ وجود **نوترون** منتشر ساخت. او توانست با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از واکنش‌های هسته‌ای معین (فصل ۲۷ را ببینید) که در آنها نوترون تولید می‌شد، جرم نوترون را حساب کند. چادویک با در نظر گرفتن جرم و انرژی تمام ذراتی که در این واکنش‌ها تولید و مصرف می‌شوند، جرم نوترون را که اندکی بیش از جرم پروتون است به دست آورد. جرم نوترون برابر با $۱٫۶۷۵۰ \times ۱۰^{-۲۴}$g، و جرم پروتون $۱٫۶۷۲۶ \times ۱۰^{-۲۴}$g است.

ذره	جرم		بار**
	گرم	واحد جرم اتمی*	
الکترون	$۹٫۱۰۹۵۳۵ \times ۱۰^{-۲۸}$	۰٫۰۰۰۵۴۸۵۸۰۳	۱-
پروتون	$۱٫۶۷۲۶۴۹ \times ۱۰^{-۲۴}$	۱٫۰۰۷۲۷۶	۱+
نوترون	$۱٫۶۷۴۹۵۴ \times ۱۰^{-۲۴}$	۱٫۰۰۸۶۶۵	۰

* واحد اتمی (U) برابر با ۱/۱۲ جرم اتم ۱۲C است (بخش ۲ ـ ۹).

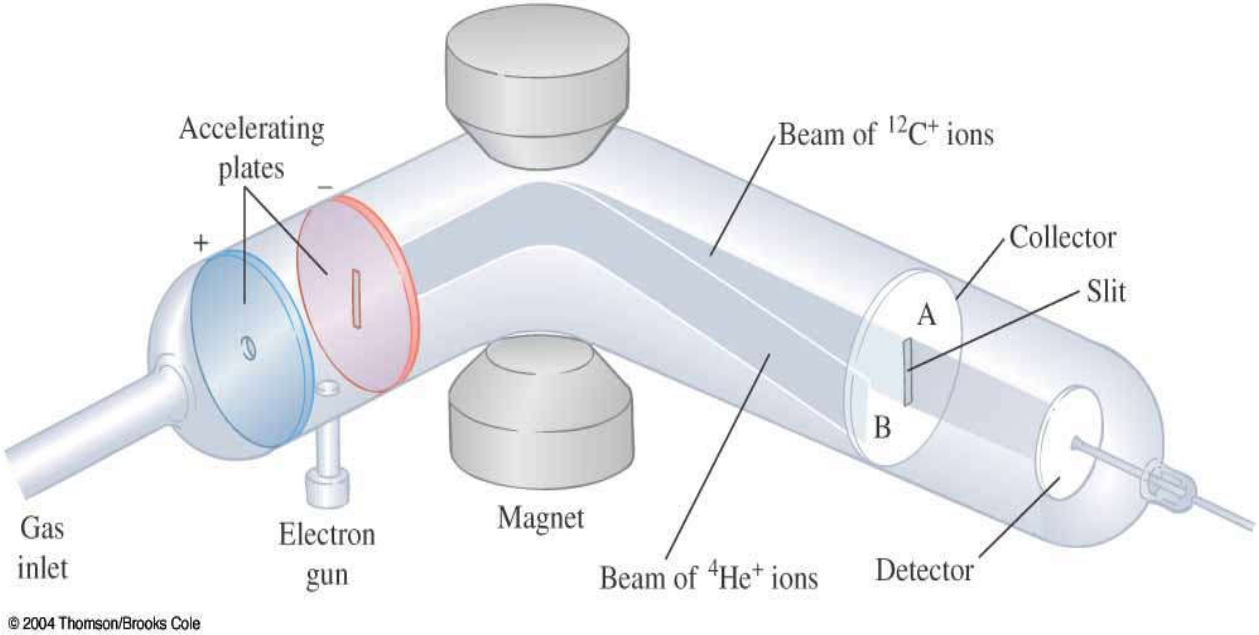
** واحد بار $۱٫۶۰۲۱۹ \times ۱۰^{-۱۹}$ C است.

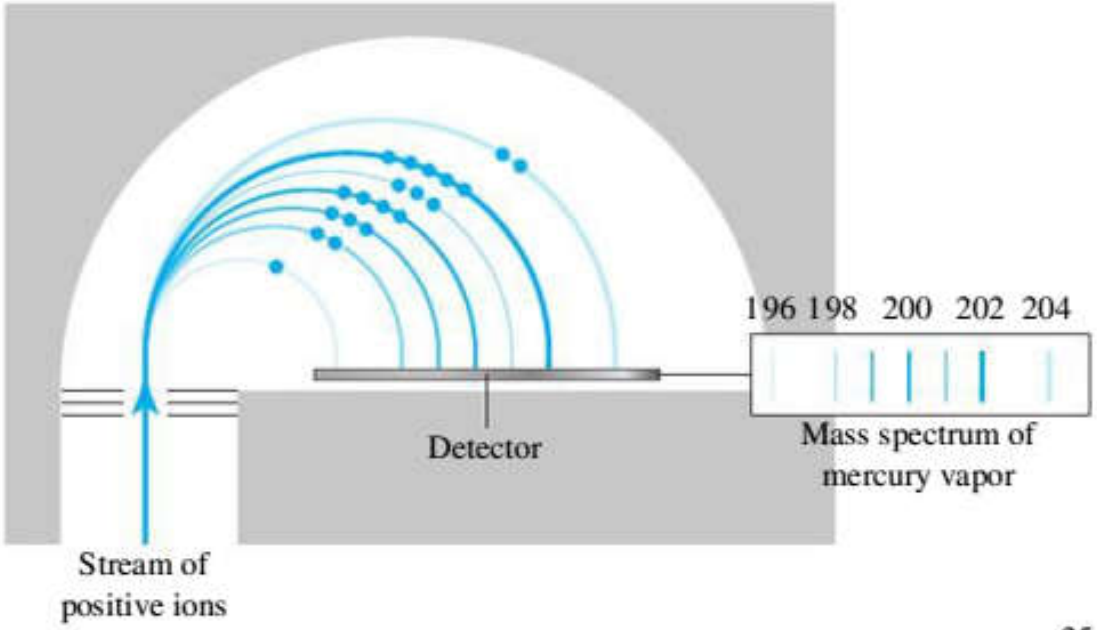
عدد اتمی و عدد جرمی

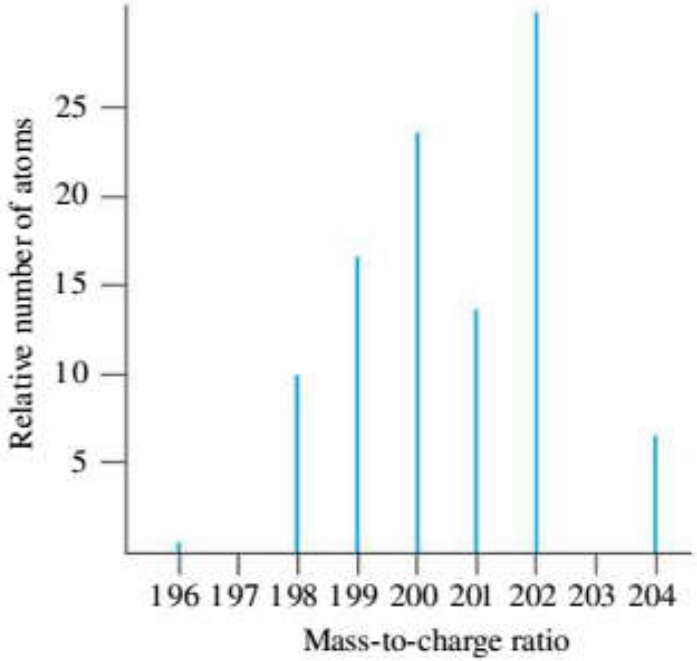
- A – عدد جرمی
- Z – عدد اتمی
- Z = تعداد پروتونها
- A = تعداد پروتونها+ تعداد نوترونها
- در یک اتم خنثی تعداد پروتونها برابر تعداد الکترونهاست.

طیف سنج جرمی و فراوانی ایزوتوپها

- طراحی اولین طیف سنج جرمی توسط فرانسیس استون.
  - وسیله ای که در آن یونها در محیط خلا ایجاد و سپس از میدانهای الکتریکی و مغناطیسی عبور داده می شوند. یونها بر اساس جرمشان از همدیگر جدا می شوند.

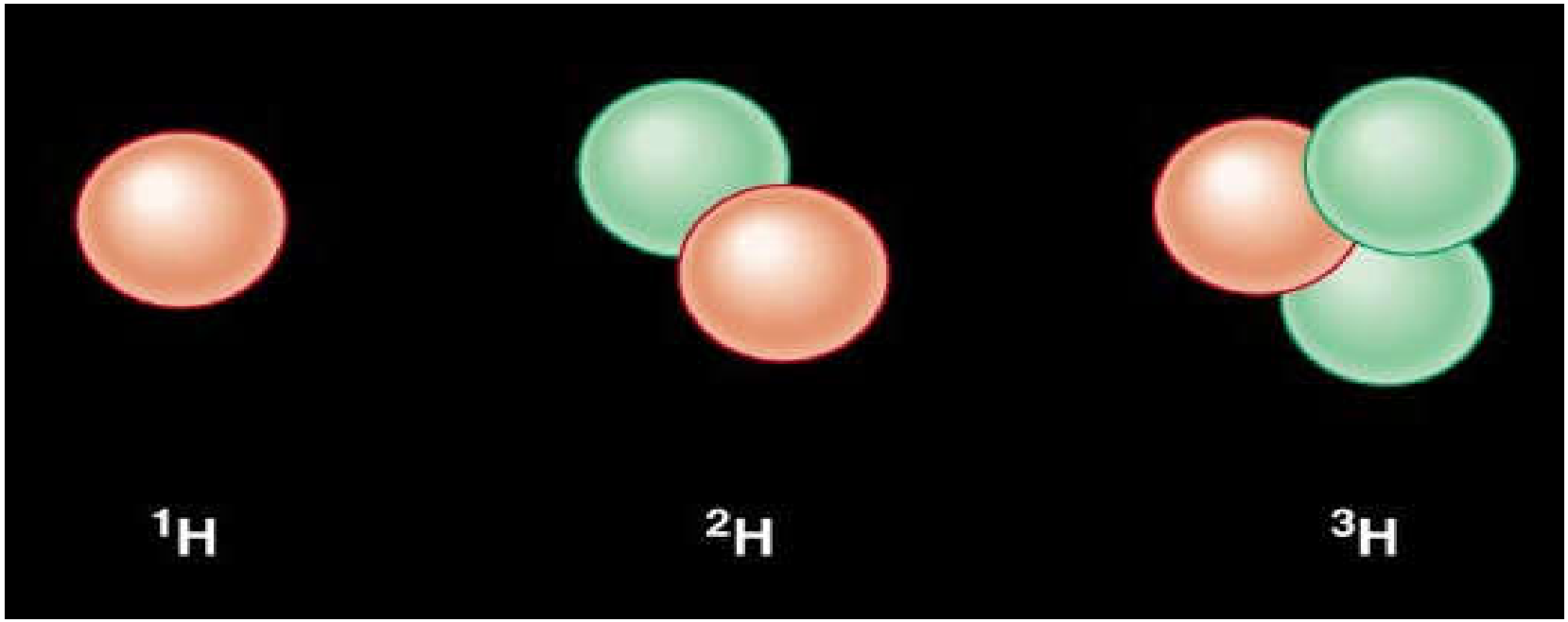



196 198 200 202 204
Detector
Mass spectrum of
mercury vapor
Stream of
positive ions

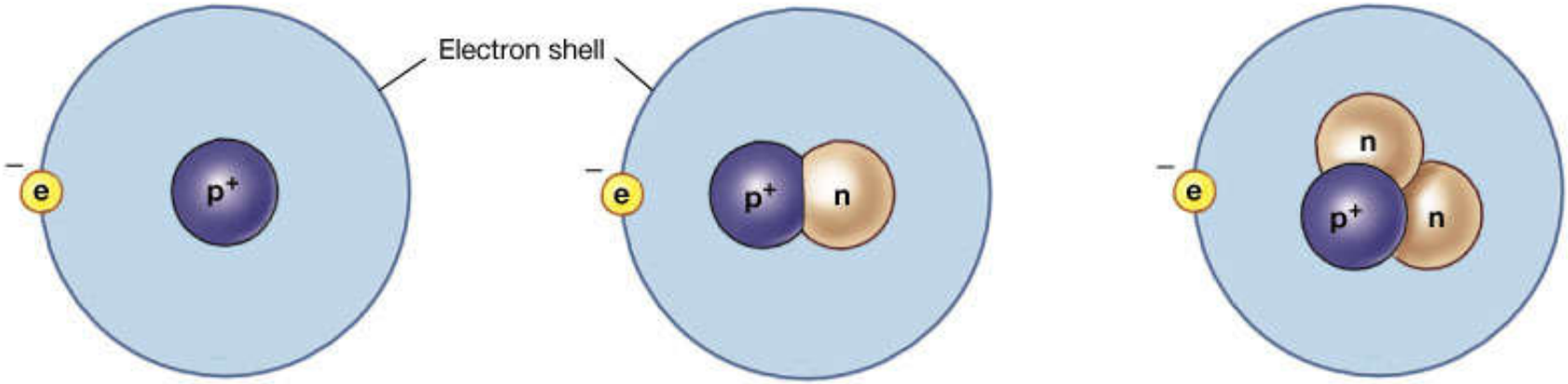

Relative number of atoms
25
20
15
10
5
196 197 198 199 200 201 202 203 204
Mass-to-charge ratio

ایزوتوپها

- اتمهای یک عنصر ولی با تعداد نوترون مختلف
- اتمهای یک عنصر با جرمهای مختلف، بعلت تفاوت در جرم یا تعداد نوترونها



نمایش ساختار ایزوتوپهای مختلف هیدروژن و محل قرار گرفتن سه ذره بنیادی



(a) Hydrogen-1 (electron-shell model)

(b) Hydrogen-2, deuterium

(c) Hydrogen-3, tritium

ایزوتوپ ها و ایزوبار

^{16}O ^{17}O ^{18}O

^{235}U ^{238}U

ایزوبار: اتمهایی با عدد جرمی مساوی و عدد اتمی مختلف.

مانند:

۳۶	**۳۶**
Ar	S
۱۸	**۱۶**

Although mass numbers are whole numbers, the actual masses of individual atoms (in atomic mass units, u) are never whole numbers, except for carbon-12. However, they are very close in value to the corresponding mass numbers, as we can see for the isotope oxygen-16. From mass spectral data the ratio of the mass of ^{16}O to ^{12}C is found to be 1.33291. Thus, the mass of the oxygen-16 atom is

$$1.33291 \times 12\ \text{u} = 15.9949\ \text{u}$$

which is very nearly equal to the mass number of 16.

جرم اتمی:

جرم اتمی یا جرم یک اتم برابر مجموع جرم تمام الکترون ها ، پروتون ها و نوترون های موجود در آن اتم است. اتم ها از هسته (شامل پروتون‌ها و نوترون‌ها) و الکترون هایی که اطراف هسته قرار دارند، تشکیل شده است. اتم های هیدروژن ساده ترین نوع اتم‌ها هستند و از یک پروتون و یک الکترون تشکیل شده‌اند.

$$m_a = n_e m_e + n_p m_p + n_n m_n$$

از آنجا که جرم پروتون بیش از 1000 برابر جرم یک الکترون است ، می توان جرم الکترون را نادیده گرفت و جرم اتمی را حاصل جمع جرم تمام پروتون ها و نوترون های یک اتم عنوان کرد.

$$n_e m_e + n_p m_p + n_n m_n \approx n_p m_p + n_n m_n$$

$$\because m_e << m_p$$

$$m_a \approx n_p m_p + n_n m_n$$

جرم اتمی:

واحد جرم اتمی (به افتخار بیانگذار تئوری اتمی دالتون)"دالتون" نامیده شده و با نماد amu و یا u نمایش داده می‌شود. این عدد برابر با یک دوازدهم جرم یک اتم کربن C-12 است.

جرم اتمی:

$$\text{at. mass of an element} = \begin{pmatrix}\text{fractional} \\ \text{abundance of} \\ \text{isotope 1}\end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}\text{mass of} \\ \text{isotope 1}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{fractional} \\ \text{abundance of} \\ \text{isotope 2}\end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}\text{mass of} \\ \text{isotope 2}\end{pmatrix} + \ldots$$

هر مقیاس جرم اتمی نسبی باید مبتنی بر گماردن اختیاری مقداری به یک اتم باشد که به عنوان استاندارد انتخاب می‌شود. دالتون اتم هیدروژن را به عنوان استاندارد خود برگزید و مقدار ۱ را به آن نسبت داد. در سال‌های بعد، شیمیدانان اکسیژن طبیعی را به عنوان استاندارد انتخاب کردند و وزن اتمی آن را دقیقاً ۱۶ اختیار کردند. استانداردی که امروزه به کار می‌رود، اتم $^{۱۲}_{۶}C$ است. واحد جرم اتمی (که نماد u در SI دارد) به صورت یک دوازدهم جرم اتم $^{۱۲}_{۶}C$ تعریف می‌شود. در نتیجه، جرم اتم $^{۱۲}_{۶}C$ در این مقیاس دقیقاً ۱۲u است.

مثال ۲ ـ ۶

وزن اتمی منیزیم را تا چهار رقم بامعنی به دست آورید؟ این عنصر شامل ۷۸٫۹۹٪ اتم‌های $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ (جرم، ۲۳٫۹۹u)، ۱۰٫۰۰٪ اتم‌های $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ (جرم، ۲۵٫۹۸ u) و ۱۱٫۰۱٪ اتم‌های $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ (جرم ۲۵٫۹۸u) است.

حل

$^{۲۴}_{۱۲}Mg$	(۰٫۷۸۹۹)(۲۳٫۹۹u) = ۱۸٫۹۵ u
$^{۲۵}_{۱۲}Mg$	(۰٫۱۰۰۰)(۲۴٫۹۹u) = ۲٫۵۰ u
$^{۲۶}_{۱۲}Mg$	(۰٫۱۱۰۱)(۲۵٫۹۸u) = ۲٫۸۶ u
	۲۴٫۳۱ u

Bromine has two naturally occurring isotopes. One of them, bromine-79, has a mass of 78.9183 u and an abundance of 50.69%. What must be the mass and percent natural abundance of the other, bromine-81?

The atomic mass of Br is a weighted average of the masses of ^{79}Br and ^{81}Br:

$$\text{atomic mass} = \begin{pmatrix}\text{fraction of atoms}\\ \text{that are } ^{79}\text{Br} \times \\ \text{mass of } ^{79}\text{Br}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{fraction of atoms}\\ \text{that are } ^{81}\text{Br} \times \\ \text{mass of } ^{81}\text{Br}\end{pmatrix}$$

Because the percent natural abundances must total 100%, the percent natural abundance of ^{81}Br is 100% − 50.69% = 49.31%. Substituting 79.904 u for the atomic mass, 78.9183 u for the mass of ^{79}Br, and the fractional abundances of the two isotopes, we obtain

$$\begin{aligned} 79.904\ \text{u} &= (0.5069 \times 78.9183\ \text{u}) + (0.4931 \times \text{mass of } ^{81}\text{Br}) \\ &= 40.00\ \text{u} + (0.4931 \times \text{mass of } ^{81}\text{Br}) \end{aligned}$$

$$\text{mass of } ^{81}\text{Br} = \frac{79.904\ \text{u} - 40.00\ \text{u}}{0.4931} = 80.92\ \text{u}$$

To four significant figures, the natural abundance of the bromine-81 isotope is 49.31% and its mass is 80.92 u.

مثال ۲ ـ ۱

در اتم $^{۶۳}_{۲۹}Cu$، چند پروتون، نوترون، و الکترون وجود دارد؟

حل

عدد اتمی (Z = ۲۹) نشان‌دهندهٔ ۲۹ پروتون در هستهٔ اتم مس (نماد، Cu) و ۲۹ الکترون در بیرون هسته است. تعداد نوترون‌ها را می‌توان از عدد جرمی (A = ۶۳) و عدد اتمی (Z = ۲۹) به دست آورد:

$$\text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z \qquad (۲ ـ ۳)$$

$$= ۶۳ - ۲۹ = ۳۴$$

به این ترتیب، اتم مس مرکب از ۲۹ پروتون و ۳۴ نوترون است. تعداد ۲۹ الکترون نیز در بیرون هسته وجود دارند.

مثال ۲ ـ ۳

ترکیب اجزای (الف) یون $^{۲۷}_{۱۳}Al^{۳+}$ و (ب) یون $^{۳۲}_{۱۶}S^{۲-}$ را مشخص کنید.

حل

(الف)

$$\text{شمار پروتون‌ها} = Z \qquad (۲ ـ ۱)$$

$$= ۱۳$$

$$\text{شمار نوترون‌ها} = A - Z \qquad (۲ ـ ۳)$$

$$= ۲۷ - ۱۳ = ۱۴$$

تعداد الکترون‌ها در یک اتم خنثی برابر با تعداد پروتون‌ها (در این مورد، ۱۳) است. چون، یون آلومینیم دارای بار مثبت ۳ است، اتم آلومینیم باید ۳ الکترون از دست داده باشد. در نتیجه، یون حاصل دارای ۱۰ الکترون است. توجه داشته باشید که:

(۲ ـ ۶) تعداد الکترون‌ها − تعداد پروتون‌ها = بار یون

(۲ ـ ۷) بار یون − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

در نتیجه،

تعداد الکترون‌ها = ۱۳ − ۳ = ۱۰

این یون دارای ۱۳ پروتون و ۱۴ نوترون در هسته و ۱۰ الکترون در بیرون هسته است.

(ب)

(۲ ـ ۱) شمار پروتون‌ها = Z

= ۱۶

(۲ ـ ۳) تعداد نوترون‌ها = $A - Z$

= ۳۲ − ۱۶ = ۱۶

در این مورد یون دارای بار منفی ۲ است، یعنی باید دو الکترون گرفته باشد. چون اتم خنثی دارای ۱۶ الکترون (برابر تعداد پروتون‌ها) است، یون دارای ۱۸ الکترون می‌باشد. با استفاده از رابطهٔ ۲ ـ ۷ می‌توان شمار الکترون‌ها را نیز به دست آورد:

$$\text{بار یون} - \text{تعداد پروتون‌ها} = \text{تعداد الکترون‌ها} \qquad (۲ - ۷)$$

$$= ۱۶ - (-۲) = ۱۶ + ۲ = ۱۸$$

در نتیجه یون داده شده، مرکب از ۱۶ نوترون، ۱۶ پروتون در هسته و ۱۸ الکترون در خارج از آن است.

مثال ۲ ـ ۵

نماد دو ایزوتوپ نقره (Ag، Z = ۴۷) را بنویسید که یکی از آنها ۶۰ نوترون و دیگری ۶۲ نوترون دارد.

حل

هر دو ایزوتوپ ۴۷ پروتون دارند، زیرا عدد اتمی ۴۷ است. عدد جرمی هر یک از ایزوتوپ‌ها را با جمع تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌ها می‌توان به دست آورد:

$$A = \text{تعداد پروتون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها}$$

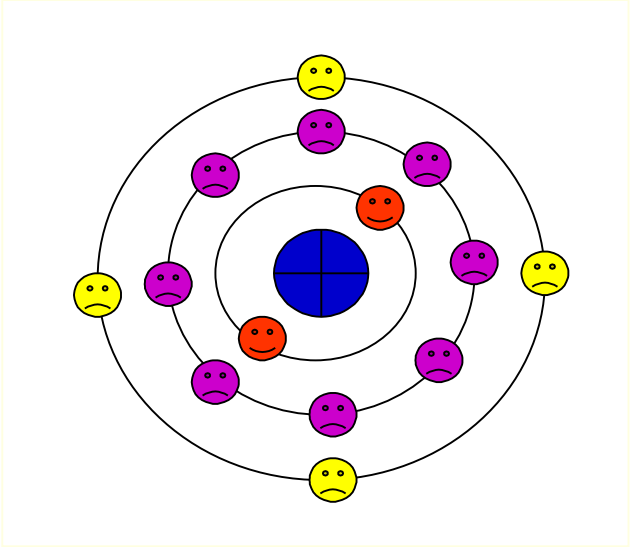
$$= ۴۷ + ۶۰ = ۱۰۷$$

$$= ۴۷ + ۶۲ = ۱۰۹$$

در نتیجه نماد ایزوتوپ‌ها، $^{۱۰۷}_{۴۷}Ag$ و $^{۱۰۹}_{۴۷}Ag$ است.

مدل منظومه شمسی بور

مدل اتمی بور برای سیلیسیم

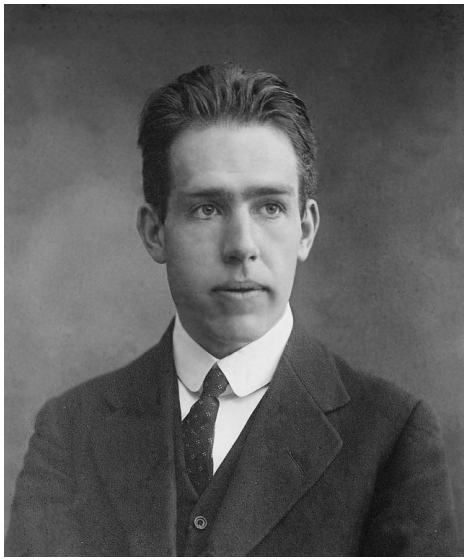


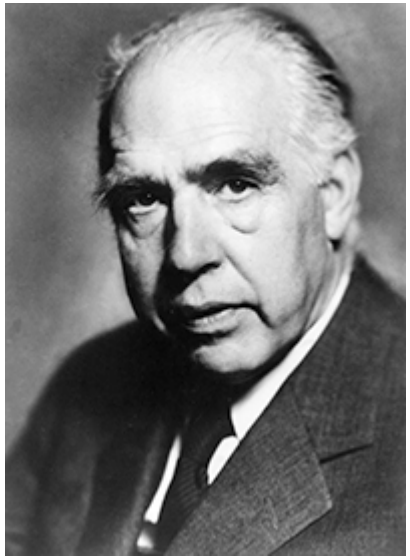
هسته

الکترونهاي تراز اول

الکترونهاي تراز دوم

الکترونهاي تراز سوم و ظرفیت



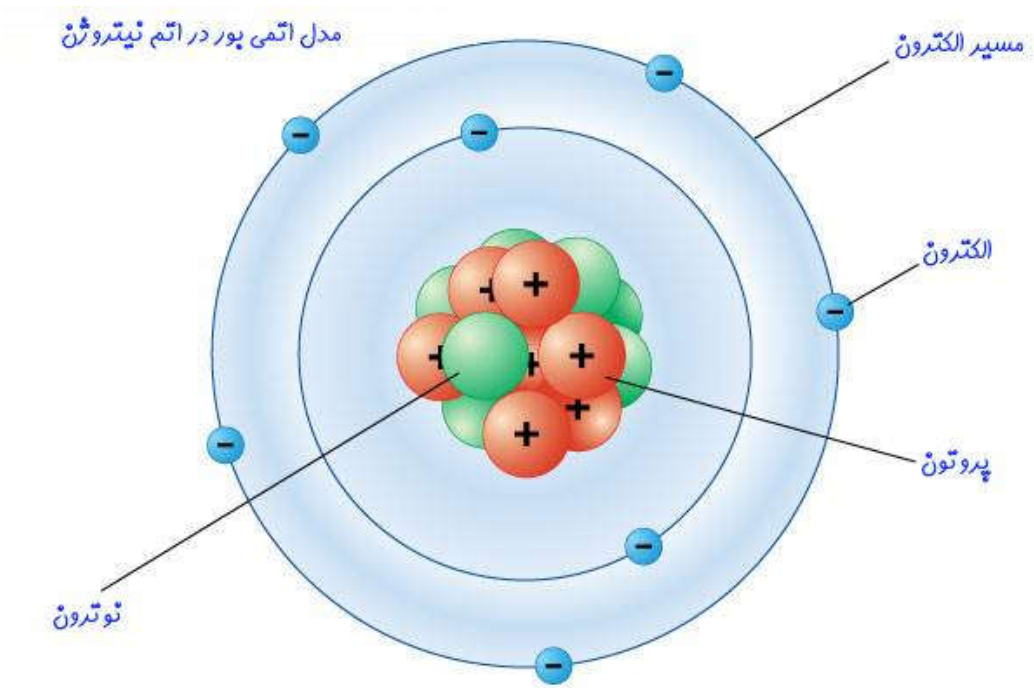


مدل بور:

فیزیکدانی دانمارکی به نام «نیلز بور» در سال ۱۹۱۳ مدلی از اتم را ارائه داد که تحت عنوان مدل اتمی بور شناخته می‌شود. در حقیقت او مدل اتمی رادرفورد را اصلاح کرد. پیش‌تر رادرفورد بیان کرده بود که اتم از هسته‌ای با بار مثبت تشکیل شده که بارهای منفی یا همان الکترون‌ها اطراف آن قرار دارند. نیلز بور با رفع کردن محدودیت‌های توصیف رادرفورد از اتم، تصویری از اتم ارائه داد که امروزه در ذهن ما است.

طبق مدل اتمی بور، الکترون‌ها در مسیرهای ثابتی اطراف هسته، تحت عنوان «اوربیتال» در حال حرکت هستند.

مبتنی بر این مدل، هسته‌ای با بار الکتریکی مثبت در مرکز قرار گرفته و الکترون‌های با بار منفی در سطوح انرژی ثابتی اطراف آن در حال گردش هستند. این نظریه هم‌چنین بیان می‌کند که الکترون‌های قرار گرفته در فاصله‌ای دورتر از هسته دارای انرژی بیشتری هستند. این در حالی است که الکترون‌های نزدیک‌تر به هسته از انرژی کم‌تری برخوردارند.



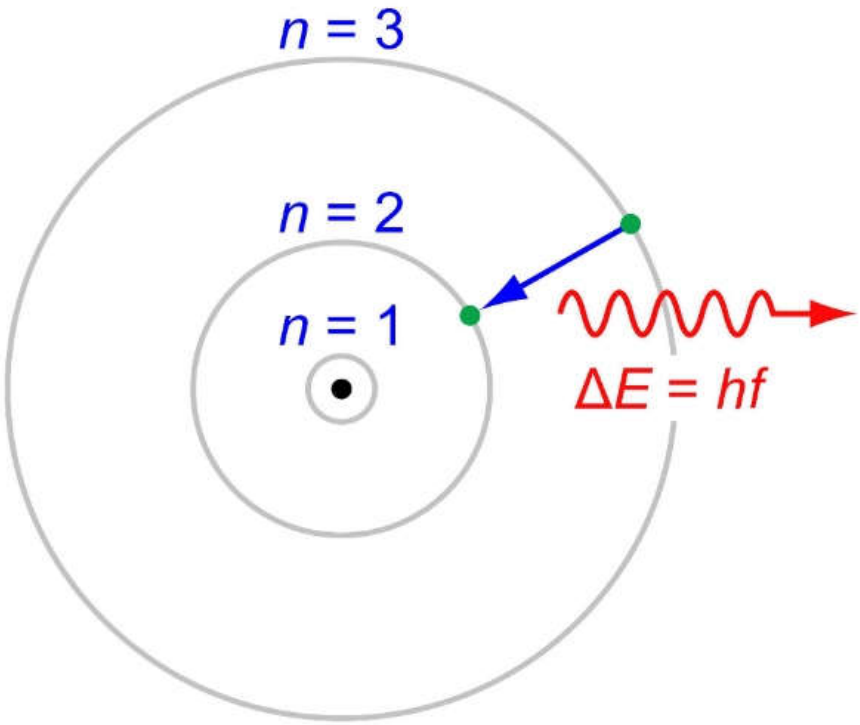
فرضیات:

۱- الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای ثابتی در اطراف هسته در حال حرکت‌اند. این مسیرها تحت عنوان اوربیتال شناخته می‌شوند.

۲- انرژی الکترون‌ها در این مسیرها، مقداری ثابت است. تا زمانی که الکترون در مسیر ثابت خودش گردش کند، انرژی‌ای تابش نخواهد کرد.

۳- سطوح انرژی متفاوت با اعداد n نشان داده می‌شوند. در حقیقت n=1، پوسته اول، n=2 پوسته‌ی دوم و به همین شکل پوسته‌ها -یا همان سطوح انرژی- با این اعداد نشان داده می‌شوند. به این مقادیر اعداد کوانتومی گفته می‌شود. این عدد از کمترین سطح n=1 شروع شده و تا مقادیر صحیح بالاتر ادامه پیدا می‌کند.

۴- تغییرات انرژیِ یک الکترون زمانی رخ می‌دهد که سطح انرژیش تغیر کند. در یک اتم الکترون با گرفتن انرژی از n کم به n بیشتر منتقل می‌شود. از طرفی وقتی الکترونی انرژیش را از دست بدهد، سطح انرژی آن نیز کاهش می‌یابد. تغییرات انرژی الکترون در شکل زیر نشان داده شده است. در این شکل الکترون از لایه‌ی سوم به سطح انرژی پایین‌تر در لایه دوم رفته و در نتیجه آن انرژی گسیل داده است.



الکترون‌ها در مدار نسبتا پایدار می‌مانند و در یک اتم معین، انرژی‌های معینی می‌توانند داشته باشند. بنا به نظریه بور، یک الکترون می‌تواند برای مدتی طولانی در یک مدار حرکت کند یا در مداری دیگر به فاصله دورتر برای مدتی طولانی سیر کند ولی نمی‌تواند در زمانی قابل اندازه گیری میان دو مدار بماند. بنابر تئوری بور، وقتی یک الکترون از مداری به مدار دیگر برود، انرژی آن به مقدار معینی تغییر می‌کند که آن را یک کوانتوم انرژی می‌گویند.

نتایج:

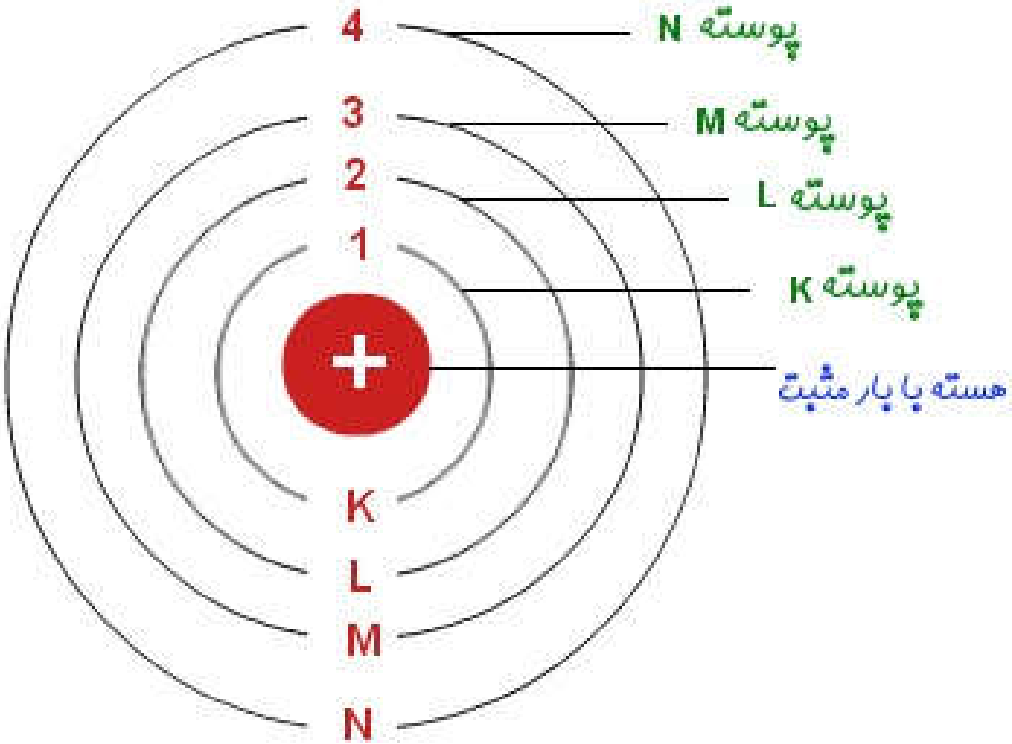
۱- پوسته اول (سطح انرژی اول) که با نماد K نشان داده می‌شود، می‌تواند حداکثر ۲ الکترون را در خود نگه دارد.

۲- پوسته دوم (سطح انرژی دوم) با نماد L نشان داده شده و در بیشترین حالت می‌تواند ۸ الکترون را در خود نگه دارد.

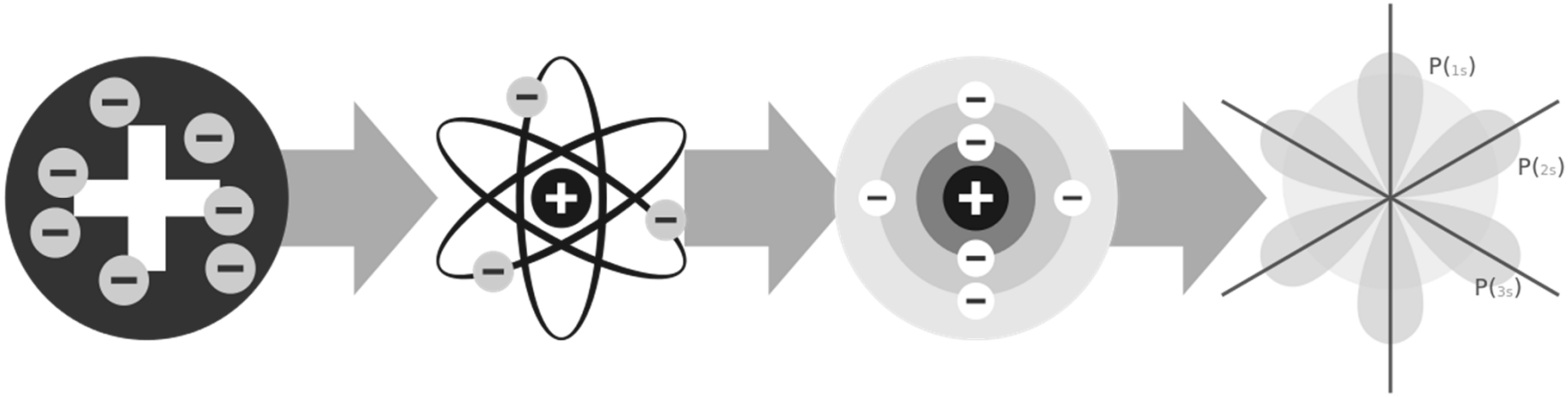
۳- پوسته سوم که با نماد M نشان داده می‌شود می‌تواند ماکزیمم ۱۸ الکترون را در خود جا دهد.

۴- جهت نشان دادن پوسته چهارم از نماد N استفاده شده و می‌تواند در بهترین حالت ۳۲ الکترون را در خود نگه دارد.

۵- به همین صورت با افزایش شماره پوسته، تعداد الکترون‌های قرار گرفته در لایه‌ها نیز افزایش می‌یابد.

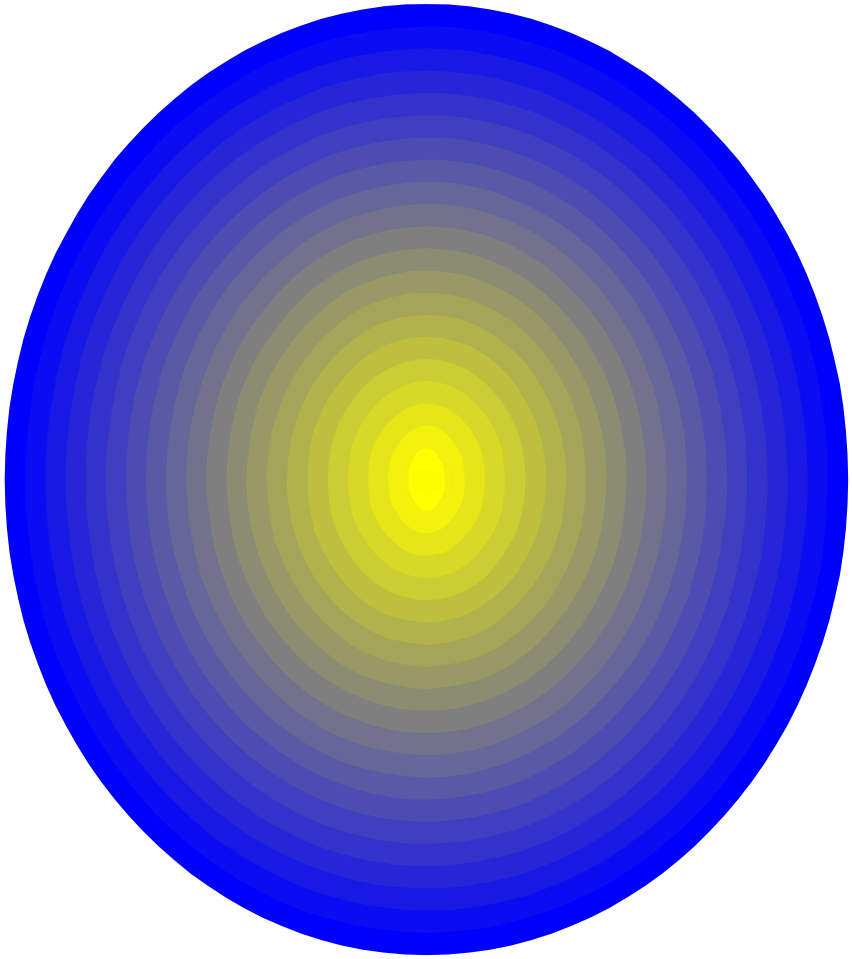


ماکزیمم ظرفیت لایه‌ی n ام برای نگه داشتن الکترون در خود را می‌توان با استفاده از فرمول $2n^2$ محاسبه کرد.


P(1s)
P(2s)
P(3s)

مدل جدید اتمی

- بیشترفضای اتم خالی است.
- اتم شامل دو ناحیه است.
- هسته، شامل پروتونها و نوترونها
- ابر الکترونی، ناحیه ای که شما می توانید الکترون را در آنجا پیدا کنید.



قانون دوره ای یا تناوبی عنصرها:

قانون دوره‌ای عنصرها نشان می‌دهد که با ترتیب قرار گرفتن عناصر براساس افزایش عدد اتمی خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها تکرار و به شکل قابل پیش‌بینی شده‌ای تنظیم می‌شوند. در واقع به کمک قانون دوره‌ای و تکرار روند خواص عنصرها می‌توان رفتار و ویژگی‌های عناصر را پیش‌بینی کرد.

در سال ۱۸۲۹ شیمیدانی به نام «یوهان ولفگانگ دوبراینر» مشاهده کرد که بعضی از عناصر مانند کلر، برم و ید؛ کلسیم، استرانسیم و باریم؛ گوگرد، سلنیم و تلوریم؛ آهن، کبالت و منگنز که با یکدیگر خواص مشابهی دارند گروه‌هایی را تشکیل می‌دهند که در هر گروه هر خانواده از عناصر ذکر شده قرار می‌گیرند.

در سال ۱۸۶۴ «جان نولاندز» عناصر را بر اساس افزایش جرم اتمی میانگین طبقه‌بندی کرد و با این کار متوجه شد که خواص شیمیایی هر ۷ عنصر مشابه هم هستند. او دستاورد خود را قانون اکتاو نام‌گذاری کرد. از جمله اشتباهات قانون جان نولاندز می‌توان به پیش بینی نکردن جاهای خالی برای عناصری که هنوز کشف نشده بود و قرار دادن برخی از عناصر در محل‌های اشتباه اشاره کرد. به عنوان مثال همان‌طور که در تصویر نشان داده شده است او آهن را در گروه اکسیژن و گوگرد که همگی می‌دانیم این دو عنصر نافلز هستند، قرار داد.

اکتاوهای نولاندز

H	Li	Ga	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co,Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce,La	Zr	Di,Mo	Ro,Ru
Pd	Ag	Cd	U	Sn	Sb	Te
I	Cs	Ba,V	Ta	W	Nb	Au
Pt,Ir	Tl	Pb	Th	Hg	Bi	Cs

در سال‌های ۱۸۶۴ تا ۱۸۷۰ «لوتار مایر» اولین نفری بود که تکرار شدن خواص عناصر را در گروه‌های جداگانه نشان داد و قانون خود را بر اساس حجم اتمی (تقسیم جرم اتم بر چگالی اتم) پایه‌گذاری و آن را حجم مولی نام‌گذاری کرد. رابطه حجم مولی در تصویر زیر آورده شده است. بدین ترتیب در سال ۱۸۶۹ این دانشمند قانون دوره ای عنصرها را نیز معرفی کرد.

$$\text{حجم مولی}\ (\mathrm{cm^3/mol}) = \frac{\text{جرم مولی}\ (\mathrm{g/\ mol})}{\text{چگالی}\ (\mathrm{cm^3/g})}$$

در سال ۱۸۶۹ «دیمیتری مندلیف» دانشمند روسی قانون دوره ای عنصرها را بنیان‌گذاری کرد. طبق این قانون زمانی که طبقه‌بندی عنصرهای شیمیایی بر اساس افزایش جرم اتمی صورت می‌گیرد عناصر به گروه‌هایی تقسیم‌بندی می‌شوند که هر کدام از این گروه‌ها خواص مشابهی دارند.

			Ti 50	Zr.... 90	? 180
			V.....51	Nb... 94	Ta ...182
			Cr 52	Mo .. 96	W....186
			Mn.....55	Rh...104.4	Pt....197.4
			Fe 56	Ru ..104.4	Ir....198
			Ni, Co..59	Pd...106.6	Os...199
H.....1			Cu.....63.4	Ag...108	Hg.. 200
	Be.... 9.4	Mg ...24	Zn.....65.2	Cd...112	
	B.....11	Al.....27.4	? 68	Ur...116	Au ..197
	C.....12	Si.....28	? 70	Sn ...118	
	N.....14	P.....31	As..... 75	Sb...122	Bi....210
	O.....16	S.....32	Se 79.4	Te....128 ?	
	F.....19	Cl....35.5	Br.....80	I.....127	
	Na.....23	K.....39	Rb.....85.4	Cs...133	Tl....204
		Ca....40	Sr.....87.6	Ba...137	Pb...207
		? 45	Ce 92		
		? Er ..56	La 94		
		? Y .. 60	Di.....95		
		? In...75.6	Th.....118		

۱. تعیین کردن جای خالی برای عناصری که تا آن زمان هنوز کشف نشده بودند. به گونه‌ای که کشف عناصر جدید با قرار گرفتن در جای خود، نظم سایر گروه‌های جدول تناوبی را به هم نمی‌زدند.

۲. پیش‌بینی خواص عناصر کشف نشده و نام‌گذاری آن‌ها یکی از دلایل دیگر اهمیت دستاورد مندلیف است. به عنوان مثال مندلیف برای عنصری به نام «اکا آلومینیوم» به معنای عنصری با خواصی مشابه با خواص آلومینیوم که وجود آن را پیش‌بینی کرده بود جایی را در جدول تناوبی به آن اختصاص داد. او همچنین خواص و ویژگی‌های این عنصر مربوطه را پیش‌بینی کرد. به عنوان مثال مندلیف پیش‌بینی کرد که نقطه ذوب اکا آلومینیوم پایین است و نسبت به عنصر آلومینیوم ماده فرارتری است. بعد از کشف این عنصر نام آن را گالیم نامیدند که خواص آن شباهت بسیاری با خواص پیش‌بینی شده توسط مندلیف داشت.

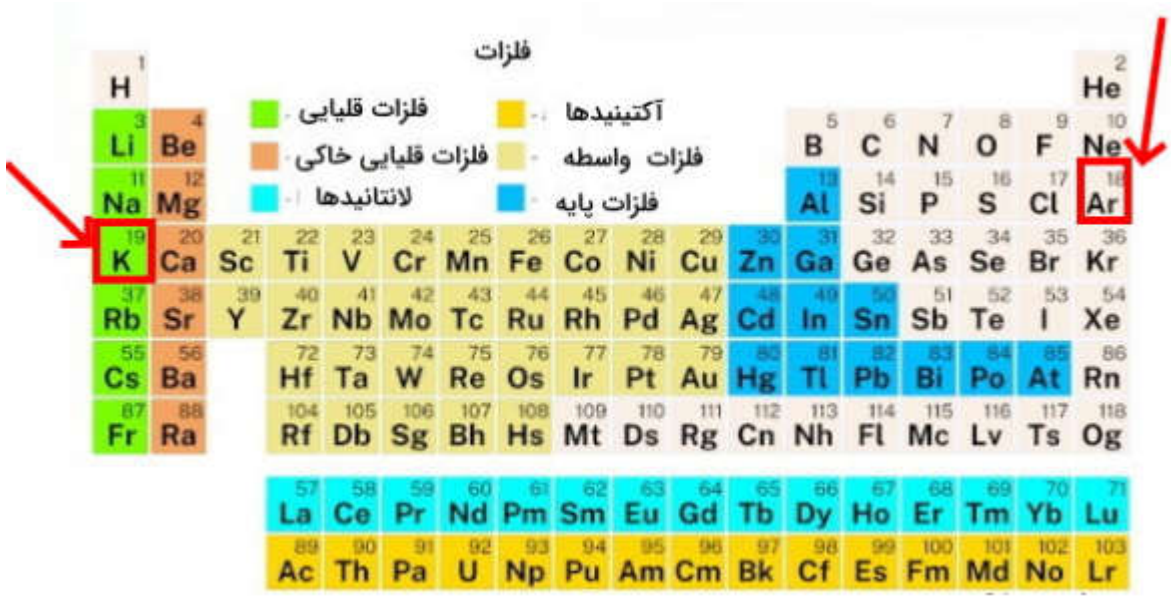
با توجه به این‌که طبقه‌بندی عناصر بر اساس افزایش جرم اتمی یک سری مشکلات به همراه داشت مندلیف در طبقه‌بندی برخی عناصر در جدول تناوبی، مشابه بودن خواص شیمیایی را بر روند افزایش جرم اتمی ترجیح داد. به عنوان مثال در هنگام ترتیب دادن عناصر به عنصر پتاسیم با جرم اتمی ۳۹/۱ رسید و متوجه شد که این عنصر خواصی مشابه با عنصر سدیم دارد بنابراین جایگاه صحیح آن را بعد از عنصر سدیم و در همان گروهی که سدیم حضور داشت، قرار داد. اما از طرفی عنصر آرگون با جرم اتمی ۳۹/۹ قبل از عنصر پتاسیم قرار گرفته بود زیرا این عنصر از خواصی مشابه با عنصر نئون برخوردار بود و باید در همان گروه قرار می‌گرفت.

در این صورت قرارگیری دو عنصر آرگون و پتاسیم در تناقض با با روند افزایش جرم اتمی بود زیرا همان‌طور که توضیح داده شد جرم اتمی آرگون بیشتر از پتاسیم است اما با این حال قبل از آن قرار گرفته است. به همین دلیل مندلیف برای طبقه‌بندی این دو عنصر و برخی از عناصر دیگر مانند همین مثال ترجیح داد که قانون روند افزایش جرم اتمی را نقض کند تا عناصری با خواص مشابه در کنار هم و در یک گروه قرار بگیرند. سرانجام در سال ۱۹۱۳ دانشمندی به نام «هنری موزلی» بر روی اندازه‌گیری طیف اشعه ایکس عنصرهای شیمیایی آزمایش می کرد که اعلام کرد انرژی اوربیتال‌های الکترونی، فرکانس نشر شده توسط اشعه ایکس را نشان می‌دهد و این انرژی به بار هسته، بار هسته اتم‌های هدف (آند) بستگی دارد.

بنابراین موزلی توانست رابطه‌ای بین فرکانس اشعه ایکس و تعداد بارهای هسته پیدا کند که این رابطه در زیر آورده شده است.

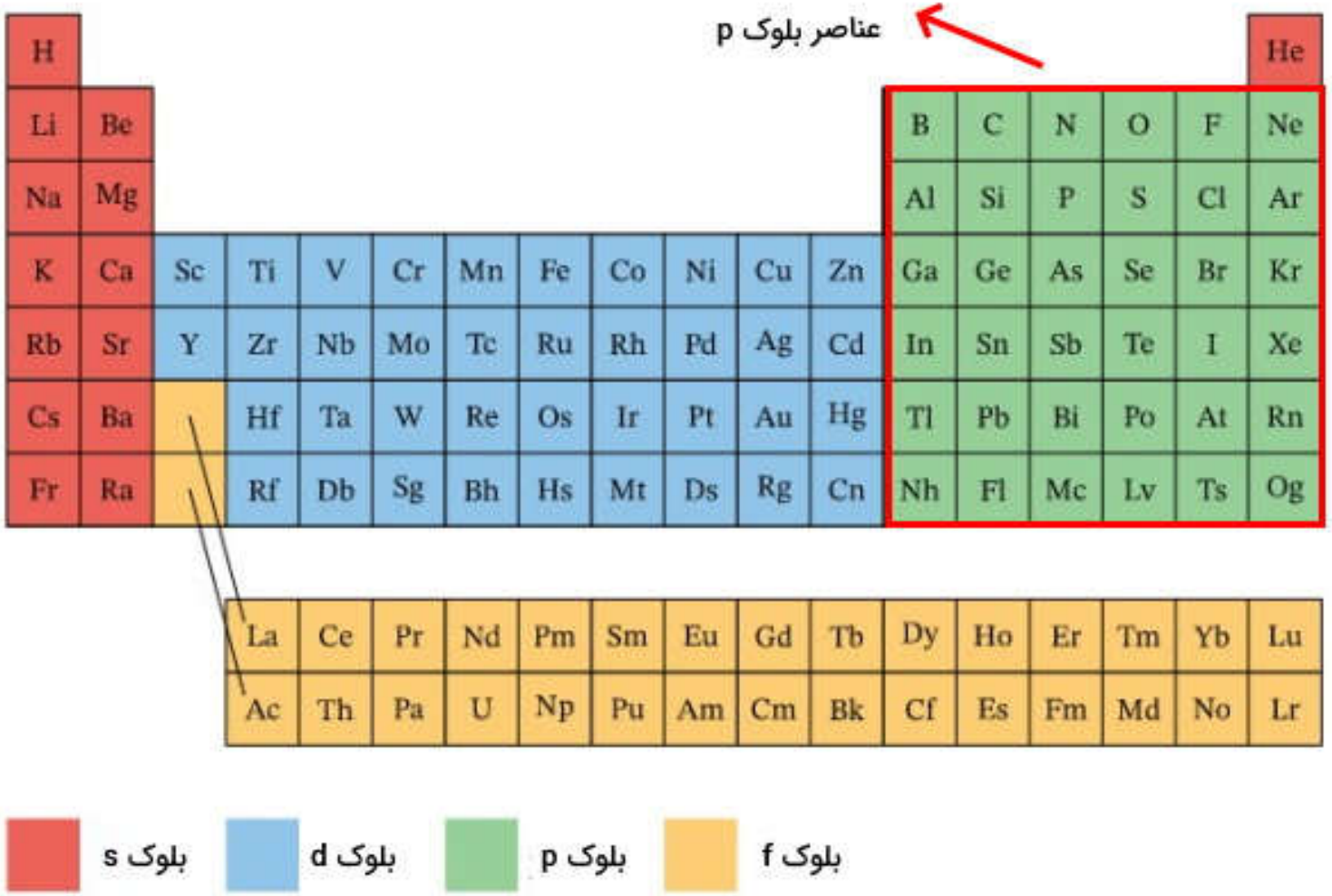
$$\nu = A(Z - b)^2$$

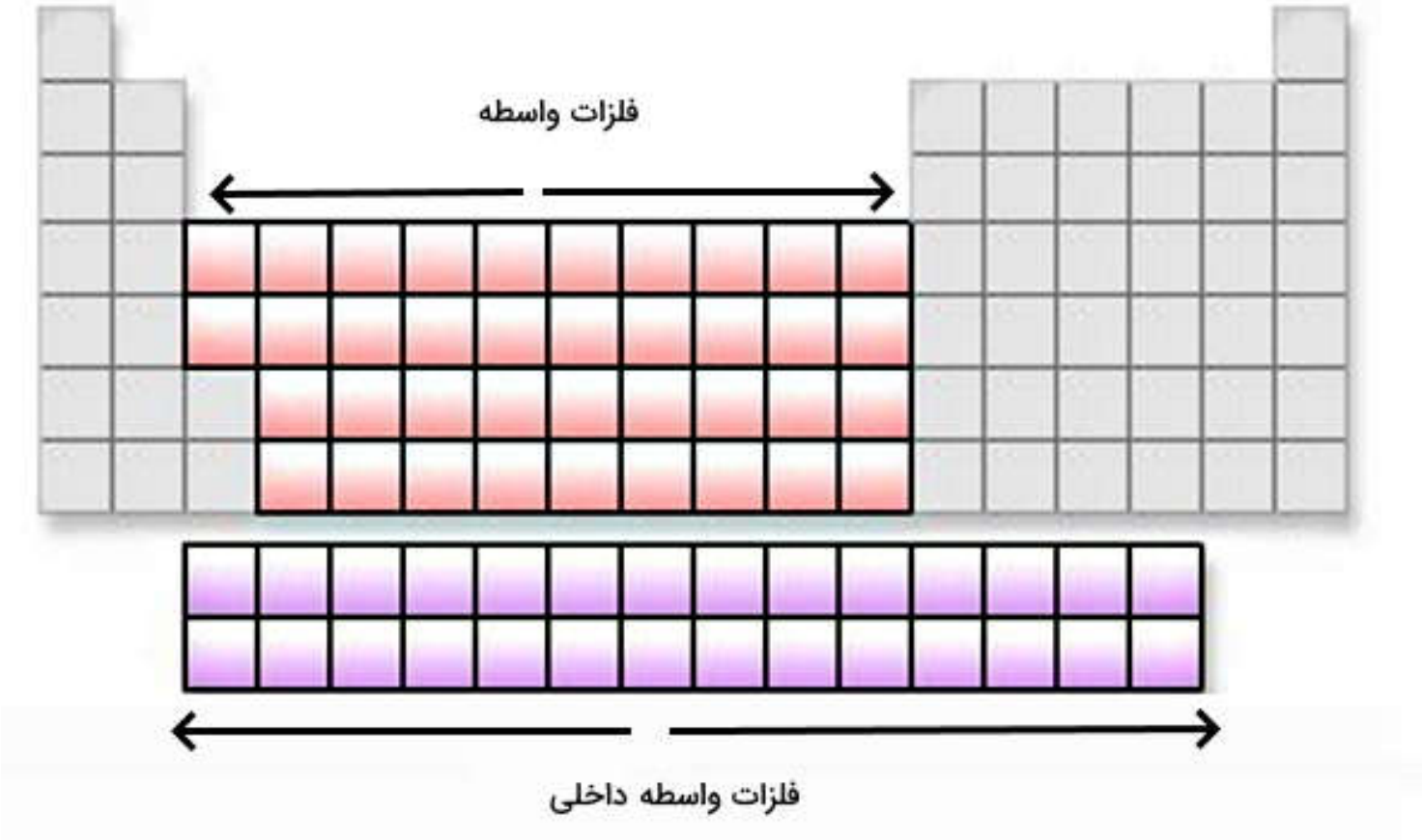
او پیشنهاد داد که جدول تناوبی مندلیف بر اساس افزایش عدد اتمی بازبینی و اصلاح شود. بنابراین قانون دوره ای عنصرها در جدول تناوبی امروزه بر پایه افزایش عدد اتمی است. در این صورت زمانی که عناصر براساس افزایش عدد اتمی طبقه‌بندی می‌شوند خواص شیمیایی تکرار می‌شود.



دوره یک شامل دو اتم هیدروژن و هلیوم است. دو دوره کوتاه در جدول تناوبی وجود دارد که در هر دوره ۸ عنصر است و دوره اولی مربوط به عناصر لیتیوم تا نئون و دومی مربوط به عناصر سدیم تا آرگون است. همچنین دو دوره بلند در جدول تناوبی است که در هر کدام ۱۸ عنصر وجود دارد دوره اولی مربوط به عناصر پتاسیم تا کریپتون و دوره بعدی مربوط به عنصرهای روبیدیم تا زنون است. جدول تناوبی بر اساس قانون دوره ای عنصرها دارای دو دوره خیلی بلند است. اولین دوره خیلی بلند با ۳۲ عنصر در جدول تناوبی مربوط به دوره‌ای است که از عنصر سزیم شروع و به عنصر رادون (۱۸ عنصر) ختم می‌شود. با احتساب ۱۴ عنصر در لانتانیدها که در زیر جدول تناوبی نشان داده شده است اعضای این دوره ۳۲ عنصر خواهد بود.

دوره بعدی مربوطه به دوره ۷ جدول تناوبی است که ازعنصر فرانسیم شروع و به عنصر اوگانسون ختم می‌شود که در این مورد هم با حساب کردن اکتینیدها در زیر جدول تعداد عنصرهای این دوره به ۳۲ عنصر خواهد رسید. دوره ۷ آخرین دوره از جدول تناوبی است.


عناصر بلوک p
H He
Li Be B C N O F Ne
Na Mg Al Si P S Cl Ar
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
Cs Ba Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
Fr Ra Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn Nh Fl Mc Lv Ts Og
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr
بلوک s
بلوک d
بلوک p
بلوک f


فلزات واسطه
فلزات واسطه داخلی

براساس **قانون تناوبی**، وقتی عناصر بر مبنای ترتیب افزایش عدد اتمی مطالعه شوند شباهت خواص آنها به صورت تناوبی آشکار می‌شود.

جدول تناوبی بر این قانون استوار است. این جدول چنان تنظیم شده است که عناصر مشابه در یک گروه قرار گرفته‌اند و خواص عناصر را از موقعیت‌شان در جدول می‌توان پیش‌بینی کرد. سه ویژگی جدول تناوبی به قرار زیر است:

۱ ـ عناصری که در یک سطر افقی در جدول قرار دارند، یک **پریود** یا **تناوب** را تشکیل می‌دهند. تناوب اول فقط شامل دو عنصر هیدروژن (H، Z = ۱) و هلیم (He، Z = ۲) است. تناوب دوم، مرکب از ۸ عنصر، از لیتیم (Li، Z = ۳) تا نئون (Ne، Z = ۱۰) است. تناوب‌های دیگر جدول، دارای ۸، ۱۸، ۱۸، و ۳۲ عنصر هستند.

۲ ـ عناصری که در یک ستون عمودی در جدول قرار دارند، یک **گروه** یا **خانواده** را تشکیل می‌دهند. عناصر یک گروه، خواص شیمیایی مشابهی دارند. تاکنون از سه گروه گازهای نجیب، فلزات قلیایی، و هالوژن‌ها یاد کرده‌ایم. هر گروه با نشانه‌ای مشخص می‌شود که شامل یک عدد رومی و حرف A یا B است. با وجود این، برای مشخص کردن گروه‌ها از چند نوع نشانه‌گذاری استفاده می‌شود.

استوکیومتری:

شاخه‌ای از علم شیمی است که با روابط کمّی میان عناصر در تشکیل مواد مرکب در واکنشهای شیمیایی سروکار دارد. استوکیومتری یک ماده مرکب بر فرمول شیمیایی آن ماده مرکب استوار است.

استوکیومتری یک واکنش شیمیایی عبارت از روابط کمی میان واکنش دهنده‌ها و محصولات است.

مولکول:

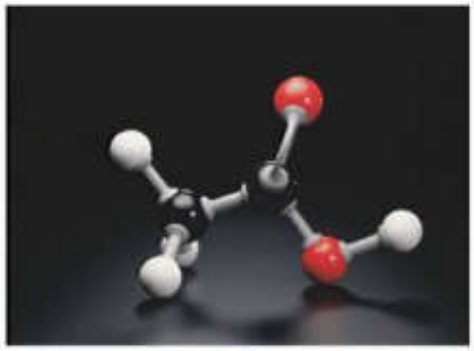
کوچک‌ترین ذرات یک ماده ی شیمیایی خالص است که ویژگی‌های آن ماده را دارد. یک مولکول از دو یا چند نوع اتم تشکیل شده که با پیوند شیمیایی به هم متصلند. البته مولکول بعضی عناصر (مثل گازهای نجیب) تنها از یک اتم تشکیل شده‌است.

The two elements present

H_2O

Lack of subscript means one atom of O per molecule

Two H atoms per molecule

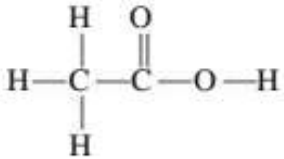


Molecular model
("ball and stick")

Empirical formula: CH_2O

Molecular formula: $C_2H_4O_2$

Structural formula:



Molecular model
("space filling")

فرمول شیمیایی:

روشی برای بیان نسبت‌های اتمی یک ماده شیمیایی یا مولکول خاص است. در فرمول شیمیایی از نماد عناصر، تعداد و دیگر نمادها همچون پرانتز، خط فاصله، کروشه و ... استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی با نام شیمیایی یک ماده تفاوت دارد و در خود شامل حروف و عبارات معناداری نیست. با وجود اینکه فرمول شیمیایی ممکن است برخی ساختارهای ساده شیمیایی را بیان کند اما نمی‌تواند مانند یک فرمول ساختاری عمل کند.

فرمول تجربی و مولکولی:

ساده ترین نسبت میان اتمهای یک ترکیب را فرمول تجربی یا ساده می گویند.
و نسبت های واقعی اتم ها در ترکیب فرمول مولکولی می گویند.

برای نمونه فرمول تجربی آب اکسیژنه HO است و فرمول مولکولی آن H_2O_2 می باشد.

برای تعیین فرمول تجربی مراحل زیر را باید انجام دهید

۱- ابتدا مقادیر داده شده را که بر حسب درصد یا گرم یا میلی گرم است را تقسیم بر جرم اتمی هر عنصر می کنیم تا اتم گرم(مول) هر یک به دست آید.

۲- اتم گرم های به دست آمده را تقسیم بر کوچک ترین عدد می کنیم تا نسبت فرمول تجربی به دست آید

۳- برای به دست آوردن فرمول مولکولی باید فرمول تجربی را در n ضرب کنیم و آن را برابر جرم مولکولی قرار دهیم تا nبه دست آید سپس عدد n را در فرمول تجربی ضرب می کنیم تا فرمول مولکولی به دست آید.

مول:

یک مول برابر است با تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره از هر ماده، خواه این ماده عنصر باشد یا ترکیب. مثلا وقتی می گوییم یک مول آلومینیم یعنی مقداری آلومینیم که در آن تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم از این فلز وجود داشته باشد، یا وقتی می گوییم یک مول آب یعنی مقداری آب که در آن تعداد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول آب H_2O وجود داشته باشد.

مول مقدار ماده خالصی است که تعداد واحدهای مستقل اصلی آن، دقیقا برابر با تعداد اتم‌های ۱۲گرم کربن $C_{۱۲}$ باشد. پس نمونه‌ای از یک عنصر که جرم آن بر حسب گرم از لحاظ عددی برابر با وزن اتمی آن عنصر باشد، شامل یک مول از اتمهای آن عنصر ، یعنی شامل عدد آووگادرو اتم است.

روش به دست آوردن فرمول تجربی

۱. اگر داده‌های مسئله بر مبنای درصد اجزاء باشد، محاسبات را بر مبنای g۰ر۱۰۰ از نمونهٔ ترکیب انجام دهید. دراین صورت، مقدار موجود از هر عنصر در نمونه، برحسب‌گرم،ازنظر عددی، با درصد آن عنصر در نمونه برابر خواهد بود. در صورتی که داده‌های مسئله مقدار هر یک از عناصر موجود در نمونه را بر حسب گرم به دست دهد، نیازی به پیدا کردن درصد نخواهد بود.

۲. مقدار هر عنصر بر حسب گرم را به تعداد اتم‌های آن عنصر بر حسب مول تبدیل کنید. ضرایب تبدیل مورد نیاز از این واقعیت تجربی استنتاج می‌شوند که یک مول از اتم‌های یک عنصر (صورت) برابر با وزن اتمی بر حسب گرم (مخرج) است.

۳. مقادیر به دست آمده در مرحلهٔ ۲ را بر کوچک‌ترین مقدار تقسیم کنید. در صورتی که اعداد به دست آمده از این راه عدد صحیح نباشند، هر یک از آنها را در عدد مشترکی ضرب کنید تا به اعداد صحیح تبدیل شوند.

۴. نسبت مولی اتم‌ها برابر با نسبت اتم‌هاست. اعداد صحیح به‌دست‌آمده در مرحله ۳، زیر نوشت‌های فرمول تجربی هستند.

ترکیب درصد جرمی مواد مرکب:

ترکیب درصد جرمی مواد مرکب با مشخص ساختن درصدهای جرمی عناصر سازنده‌ی ماده‌ی مرکب مشخص می‌شود. درصد جرمی هر عنصر در یک ماده‌ی مرکب بیانگر مقدار آن عنصر برحسب گرم در ۱۰۰ گرم از ماده‌ی مرکب است و بصورت زیر می تواند تعیین شود:

$$\text{درصد جرمی عنصر } x = \frac{\text{جرم عنصر } x \text{ بر حسب } g}{\text{جرم ماده مرکب بر حسب } g} \times 100$$

در صورتیکه فرض کنیم یک مول از ماده مرکب داریم، رابطه بالا بصورت زیر می تواند نوشته شود:

$$\text{درصد جرمی عنصر } x = \frac{\text{جرم اتمی عنصر } x \times \text{ضریب عنصر } x \text{ در فرمول ماده مرکب}}{\text{جرم مولی ماده مرکب}} \times 100$$