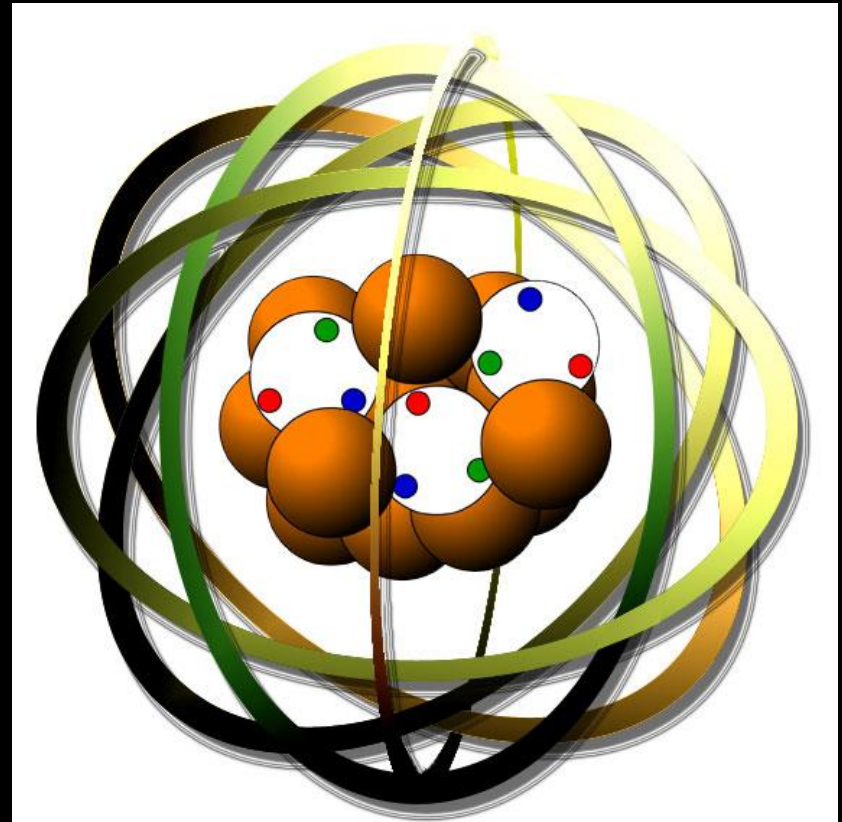




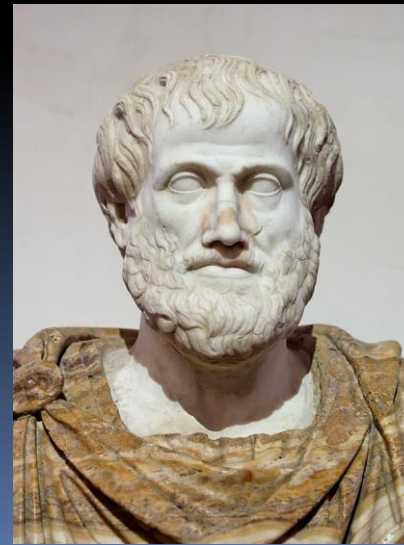
VÝVOJ MODELU ATOMU

Etapy vývoje modelu atomu

1. Atomisté
2. Chemický atomismus – John Dalton
3. Thomsonův model
4. Rutherfordův model
5. Bohrův model
6. Kvantově mechanický model

Atomisté

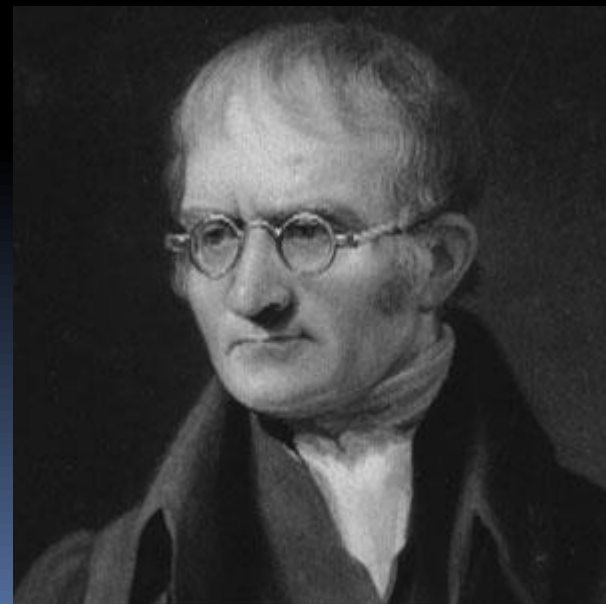
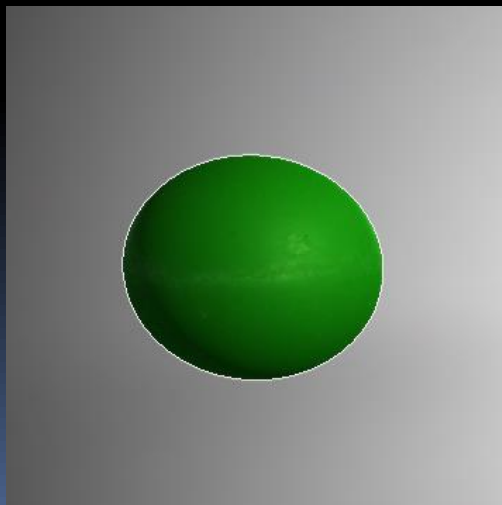
- Antické Řecko, 5.st. př. n. l.
- **Leukippos z Milétu a Démokritos z Abdér (jeho žák)** představují teorii o existenci nedělitelných částic, z nichž je veškerá hmota vytvořena
- atomos = nedělitelný
- Teorie nepřijata **Aristotelem** a proto byla zapomenuta až do poč. 19. století



Chemický atomismus - Dalton

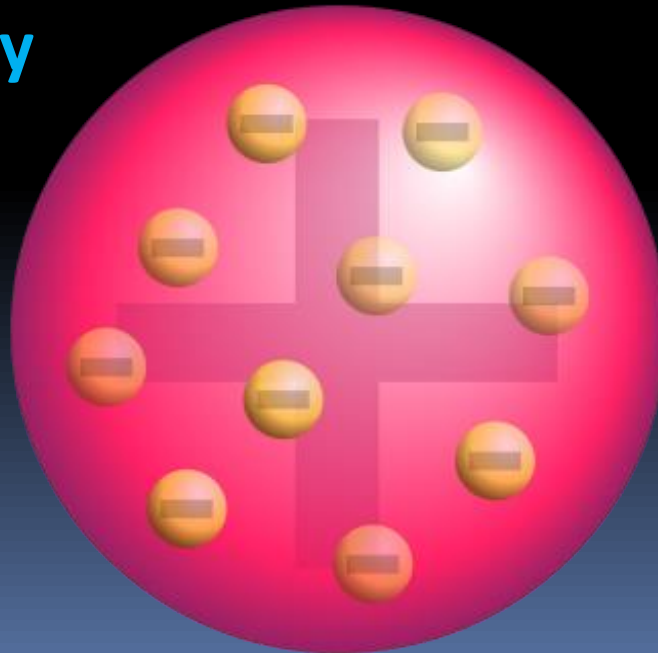
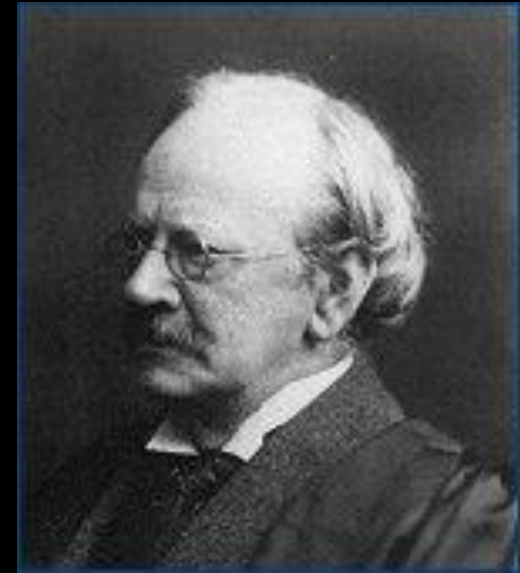
- 19. století
- **J. L. Proust (1754-1826), fran. chemik**
- **John Dalton (1766-1844), angl. chemik**

Atomová teorie: každý z prvků se skládá z nesmírně malých, dále nedělitelných, stejných atomů (je tolik prvků kolik je různých atomů)



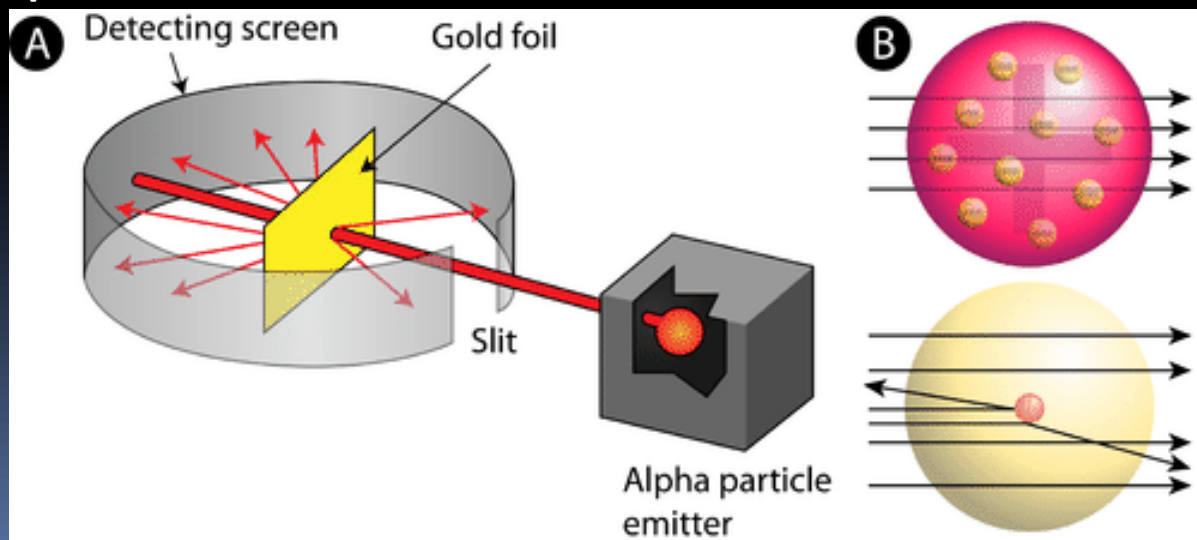
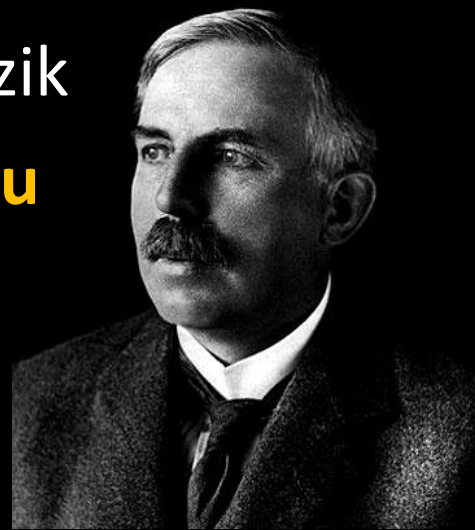
Thomsonův „pudinkový“ model

- **1897 J. J. Thomson** objevuje **elektron** → konec Daltonovy teorie nedělitelnosti atomu
- Atom je koule s rovnoměrně rozloženým **kladným nábojem**, ve které jsou volně rozmístěny **záporné elektrony**



Rutherfordův planetární model

- **Ernest Rutherford** (1871-1937), angl. fyzik
- **1909 Manchester** – experiment se **zlatou fólií** ostřelovanou α částicemi (jádro He) provedli **Hans Geiger** a **Ernest Marsden**
- Většina jader hélia prošla beze změny směru (do 1°), ale několik se odrazilo zpět pod úhlem $> 90^\circ$

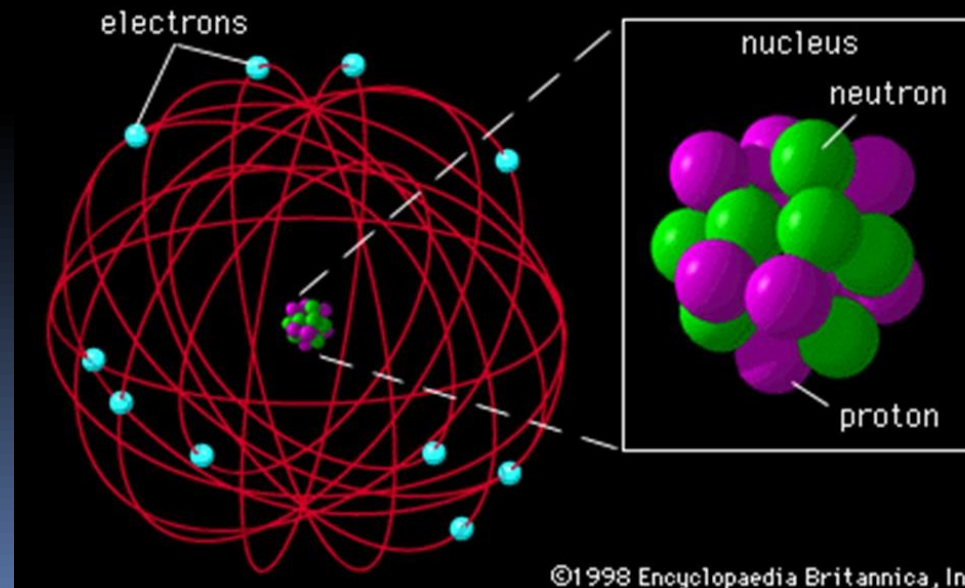


Rutherfordův planetární model

- **Závěr experimentu:** atom musí obsahovat **velmi malé jádro s kladným nábojem**, ve kterém je 99 % hmotnosti atomu
- **1911 – planetární model atomu**
- Elektrony se pohybují kolem kladného jádra po kruhových drahách, jejichž mezní vrstva se nazývá **elektronový obal**
- **James Chadwick - 1932** objevil v jádře **neutron** (Nobelova cena)

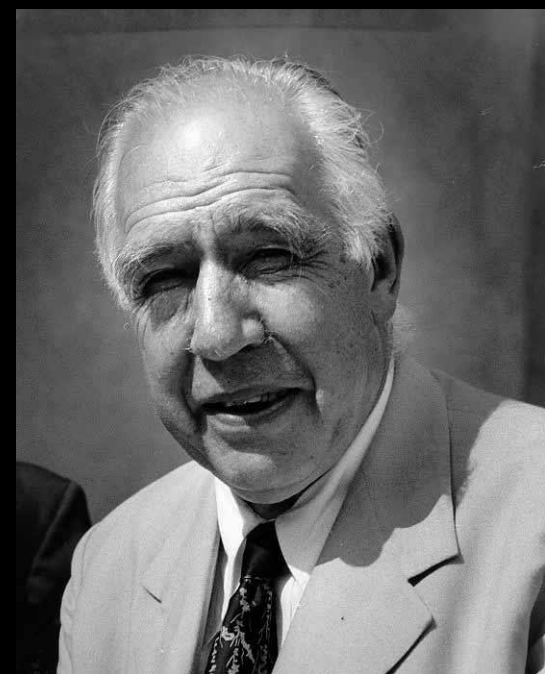
Nedostatky modelu:

- Obíhající elektron by musel vyzařovat elmg. energii, což by vedlo k postupné ztrátě energie a elektron by spadnul na jádro – **nestabilní atom**
- Pozorujeme ale stabilní atomy



Bohrův model - 1913

- **Niels Bohr** (1885 –1962) - dánský fyzik
- Nobelova cena 1922
- 1943-1945 projekt Manhattan
- vychází z planetárního modelu, ale **zavedl kvantování energie elektronů - stabilní atom**
- elektrony se nemohou vyskytovat na libovolných orbitách, ale jen na určitých **povolených drahách** s energií danou kvantovým číslem $n = 1, 2, 3, \dots$
- Při přechodu elektronu z vyšší hladiny na nižší dojde k vyzáření kvanta energie ve formě fotonu
- Naopak atom může pohltnout foton – excitace atomu – elektron přeskočí na vyšší hladinu



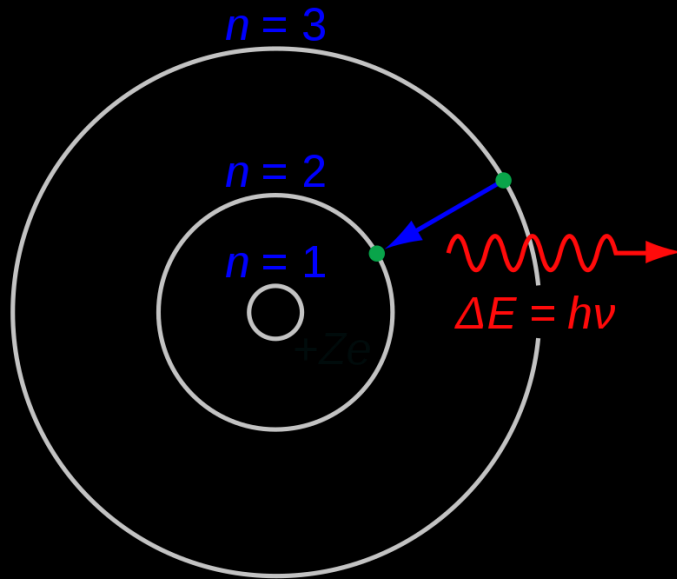
$$E(n) \sim \frac{1}{n^2}$$

$$r(n) = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m e^2} \cdot n^2$$

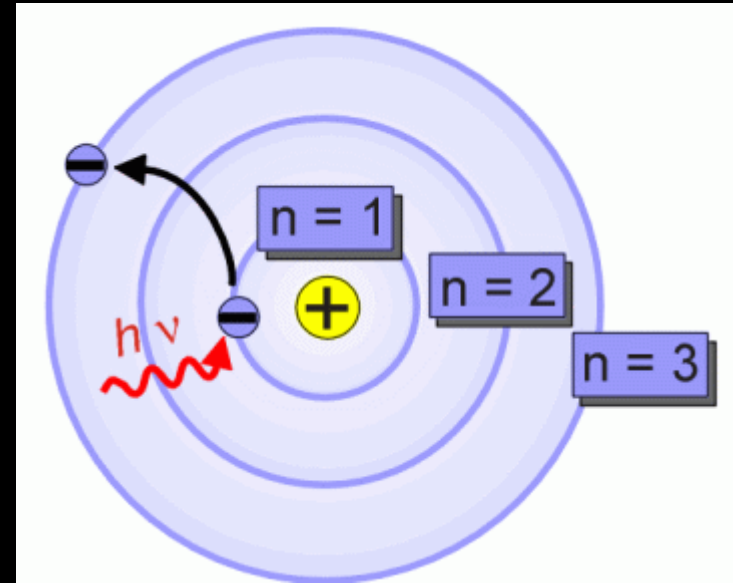
$$r(1) \cong 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Bohrův poloměr H_2

Sommerfeldův model - 1919



Emise fotonu

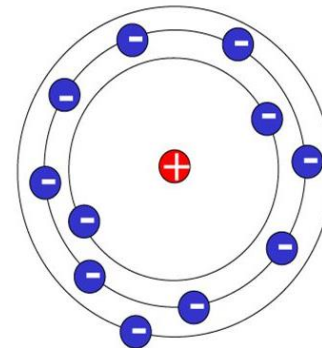


Absorpce fotonu

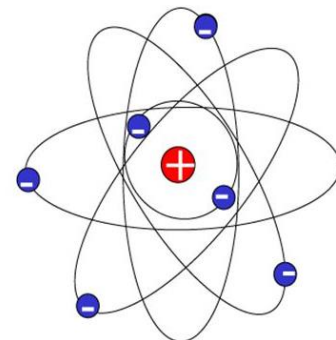
Arnold Sommerfeld (1868-1951),
německý fyzik

- 1919 – II. kvantově mechanický model atomu
- elektrony se pohybují po drahách **kruhových i eliptických**, které jsou různě orientovány v prostoru

Bohrův model



Sommerfeldův model



Kvantově mechanický model

Louis Victor Pierre Raymond **de Broglie** (1892-1987) francouzský kvantový fyzik- **dualita elektronu** (částice i vlna)

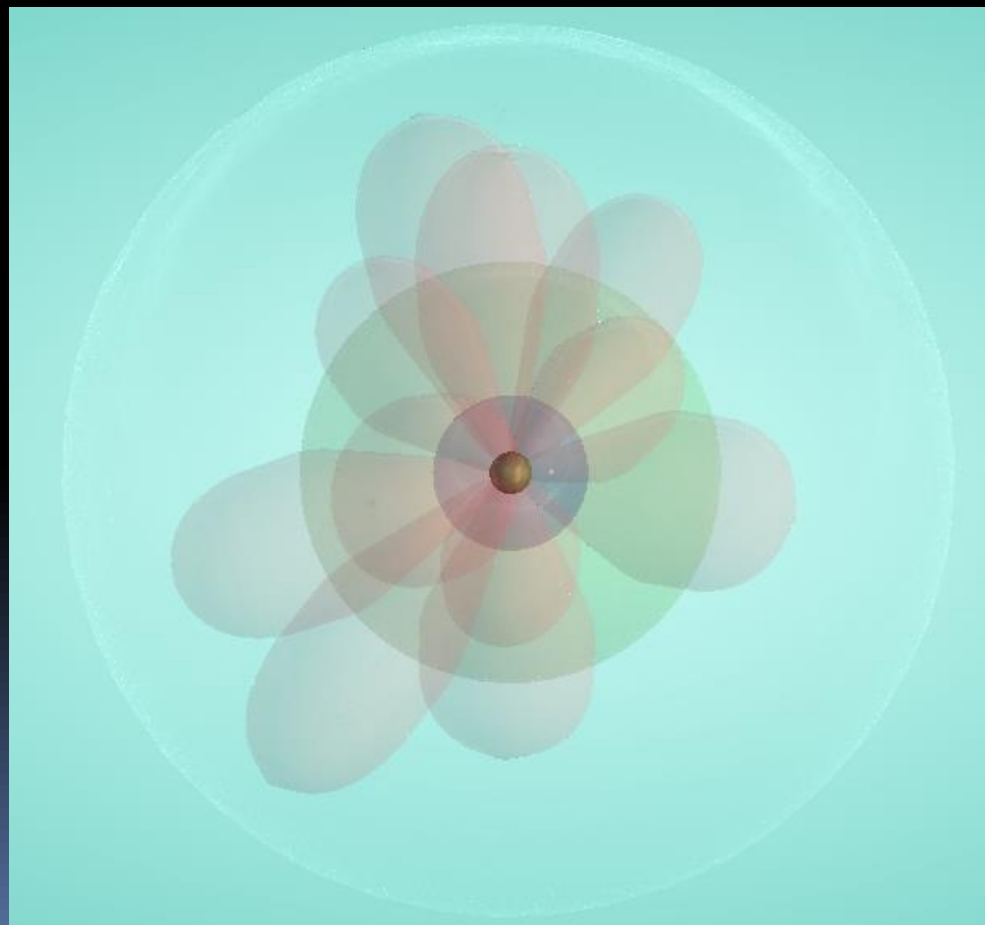
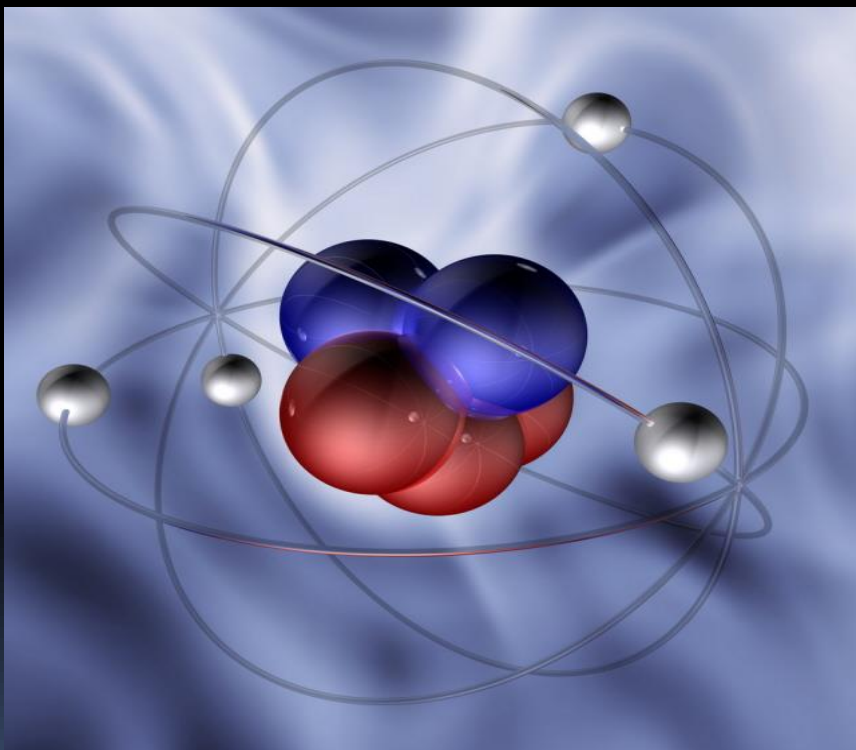
Erwin Rudolf Josef Alexander **Schrödinger** (1887-1961) rakouský fyzik- popsal **pohyb elektronu vlnovou funkcí**

Werner Karl **Heisenberg** (1901-1976) německý fyzik - **princip neurčitosti** (nelze současně přesně měřit polohu a rychlost elektronu)

- Elektron je **vlnová funkce** s pravděpodobností výskytu v různých místech obalu
- **Orbitaly** – oblasti s **nejvyšší pravděpodobností výskytu elektronů**
- Zcela založen na zákonech kvantové mechaniky
- Pomocí Schrödingerových rovnic stanoveny 4 kvantová čísla



Obrázky kvantově mechanického modelu

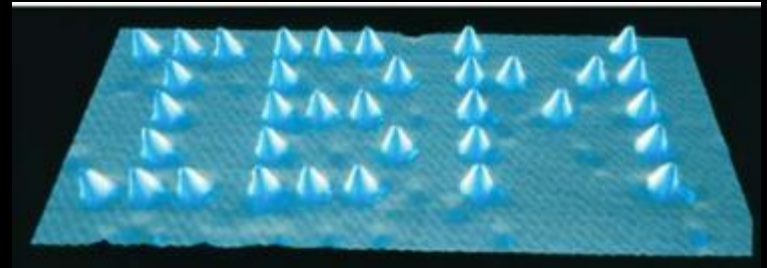


Kvantová čísla

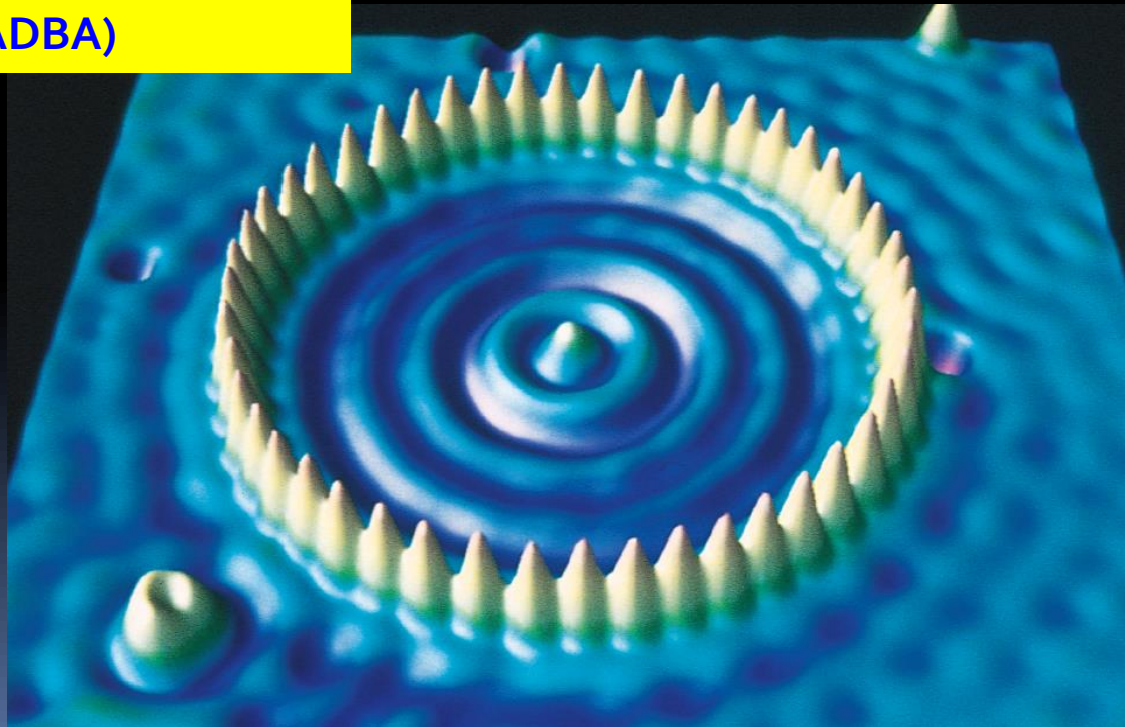
- **n - hlavní kvantové číslo** (určuje velikost a energii orbitalu)
- **l - vedlejší kvantové číslo** (určuje tvar orbitalu)
- **m - magnetické kvantové číslo** (určuje prostorovou orientaci orbitalu)
- **s - spinové kvantové číslo** (určuje spin – osu rotace)

Skenovací tunelový mikroskop

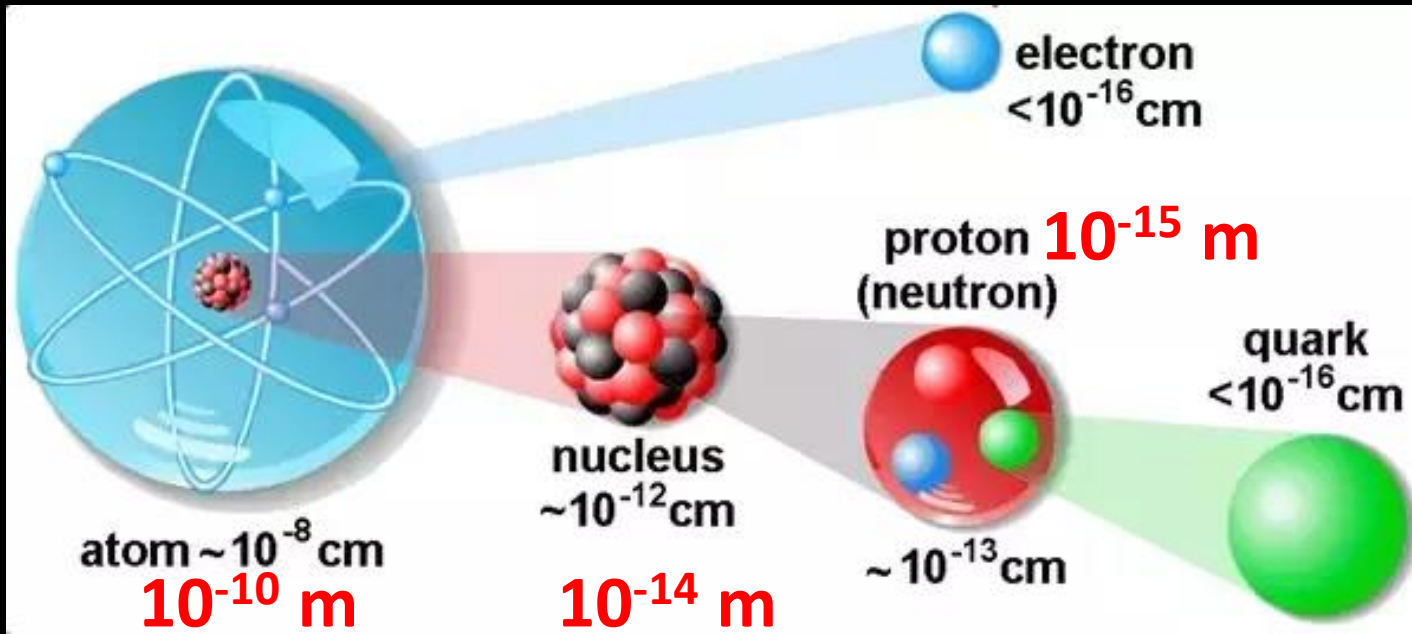
- hrotem skenovacího tunelového mikroskopu (AFM) lze přemísťovat jednotlivé atomy



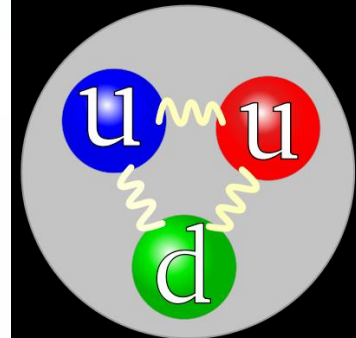
**KVANTOVÁ OHRÁDKA
(HRADBA)**



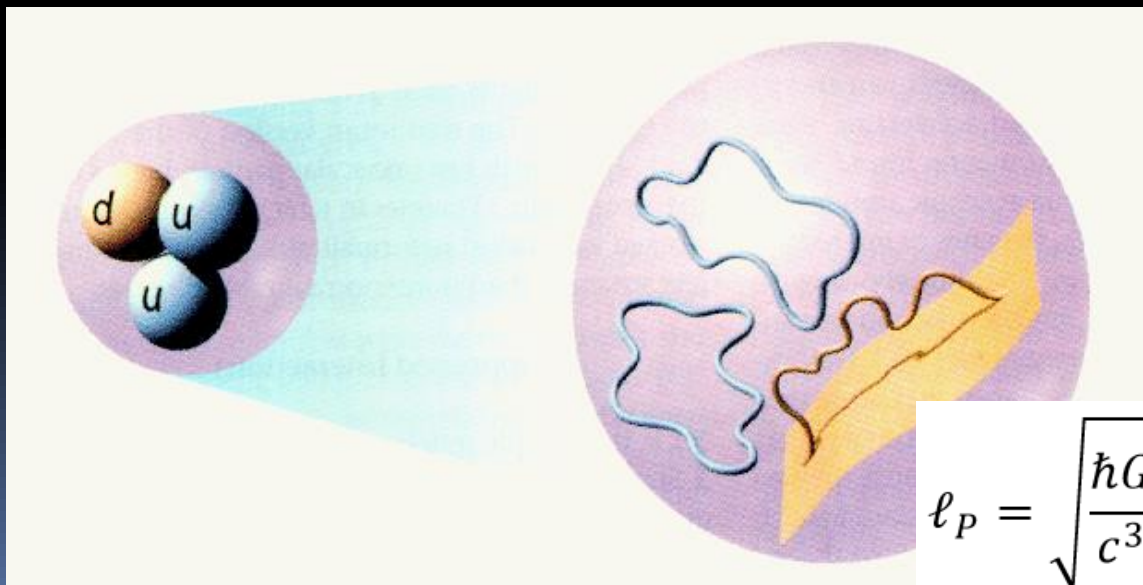
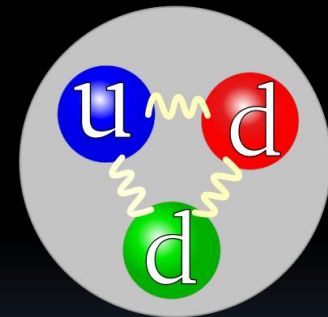
Struktura atomu



proton

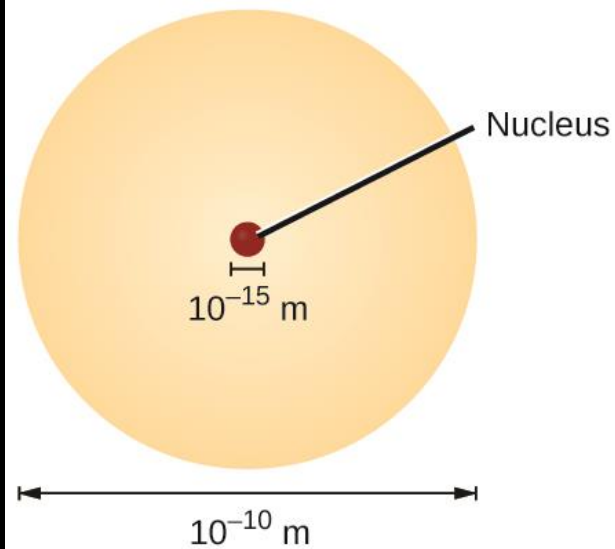


neutron



$$\ell_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.616\,199(97) \times 10^{-35} \text{ m}$$

Symbolické porovnání



10^2 m

$10^{-2} - 10^{-3} \text{ m}$

$$\frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5$$

$$\frac{10^2}{10^{-3}} = 10^5$$

Popis složení jádra

- objev jádra Ernestem Rutherfordem r. 1911
- Ivaněnko, Heisenberg: jádra složena z protonů a neutronů

Protonové (atomové) číslo Z :

určuje počet **protonů** v jádře = počet elementárních nábojů jádra

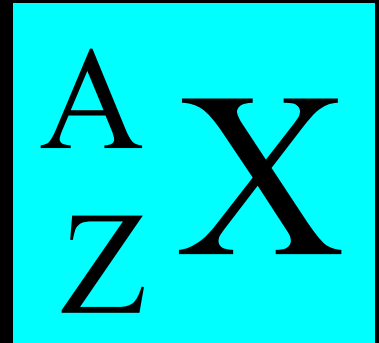
Nukleonové číslo A :

počet všech **nukleonů** v jádře (počet neutronů a protonů)

Neutronové číslo N :

počet **neutronů** v jádře

$$N = A - Z$$



$${}^A_ZX \Rightarrow Zp + (A - Z)n$$

prvek – látka složená ze stejného druhu neutrálních atomů se stejným protonovým číslem Z

nuklid – látka složená ze stejného druhu neutrálních atomů o stejném Z i stejném A

radionuklid – druh nuklidu, jehož jádra podléhají samovolně radioaktivní přeměně

izotopy – nuklidy téhož prvku mající stejné Z a lišící se v A (tedy počtem neutronů v jádře)

Izotopy

- **nuklidy téhož prvku** tvořeny atomy se stejným protonovým číslem Z , ale s různými nukleonovými čísly A
- mají stejné chemické vlastnosti, odlišné atomové hmotnosti
- atomy izotopů daného prvku se liší počtem neutronů v jádře

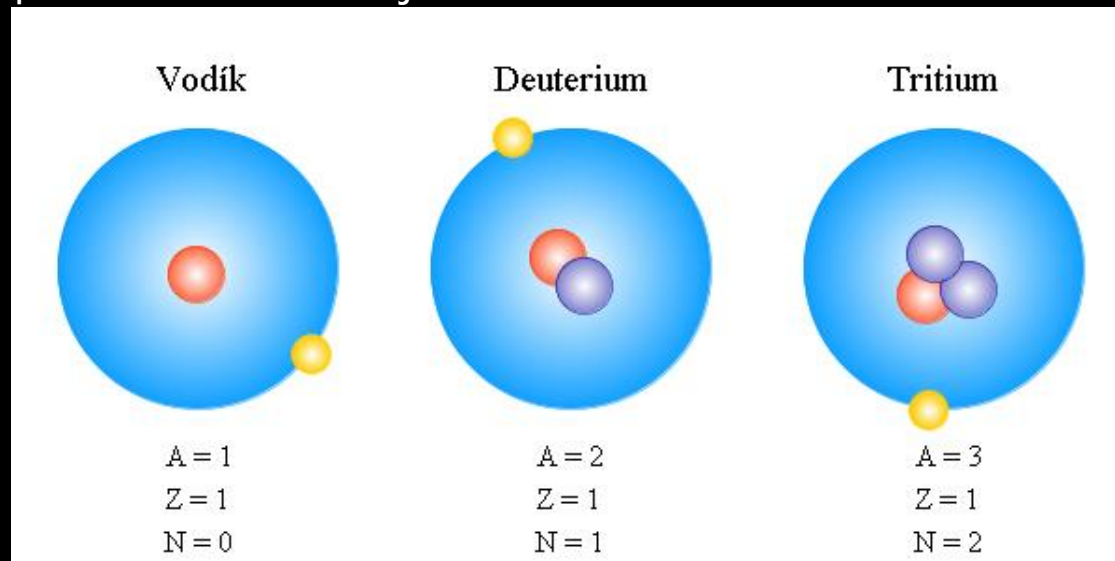
Např: **vodík**

deuterium

tritium

Izobary: nuklidy různých prvků se stejným **nukleonovým** číslem A

Izomery: jádra atomů téhož nuklidu s odlišnými energetickými stavy jader



Poloměr jádra r_j

- při Rutherfordově pokusu docházelo k **anomálnímu rozptylu částic**, který byl způsoben silnou přitažlivou silou
- přitažlivá síla klesá od jádra mnohem rychleji než Coulombova elektrostatická síla