

5.1. Modeli atoma

Thomsonov model (1904.)

Rutherfordov model (1911.)

Bohrov model (1913.)

Kvantno-mehanički model, Schrödinger (1920.)

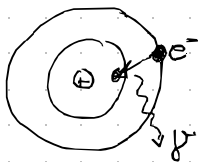
ali prije modela
→ znalo se da postoji emisiji
spektari za zračenja

prije modela atoma:

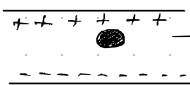
J. J. Balmer - 1885. linijiski spektar vodika,
empirijska formula za valne dužine
opsežnih prijelaza

$$\lambda = B \left(\frac{n^2}{n^2 - m^2} \right) = B \left(\frac{n^2}{n^2 - 2^2} \right) \quad n > m$$

J. Rydberg - 1888. popravio Balmerove formule $\frac{1}{\lambda_{vac}} = R Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$



R. Millikan - 1909. u pokusu s kapljicama ulja odredio
naboj e^-



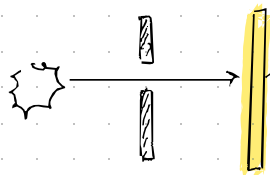
nabijena kapljica ulja među pločama kond.
L može imati samo višekratnik el. naboja
 $Q = Ne$

Thomsonov i Rutherfordov model

Thomson: 1904 ("plum pudding") model - kugla uniformno nabijena pozitivnim
nabojem uljezi su raznomjerno
raspoređeni negativni e^-

- ukupna struktura je neutralna
- mali brojevi e^- → simetrična raspodjela

Rutherford - Geiger i Marsden - raspršuje uski snop α -čestica na tankom
listićima zlata



br. raspršenih α
 $dI = \sigma I_0 n dx$

→ udarni presjek

većina čestica je prošla
neotklonjeno.

ujednačenost raspršuje,
elektrona površina pojedinih
atoma za raspršuje

$$\frac{m_{\alpha} v_{\alpha}^2}{2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Z e \cdot Z e}{r_0} \quad \text{Z potenc.}$$

$$Z = 79$$

$$E_{K\alpha} = 7.7 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow r_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2Ze^2}{E_{K\alpha}} \approx \underline{\underline{3 \cdot 10^{-14} \text{ m}}}$$

→ približni polumjer jezgre

→ planetarni model (poz. jezgra & e^- kao planeti)

→ ne opisuju dobro linijiske spektre, problem pada na jezgu!

Bohrov model 3 postulata gibanja e^- u atomu

1) Elektron se može gibati samo određenim kvantiziranim stanjima
 → u tim stacionarnim stanjima e^- ne zrači

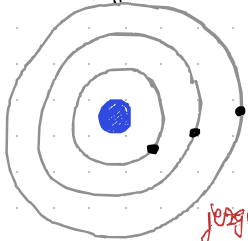
2) Dozvoljena stanja elektrona e^- su ona u kojima je kutna količina gibanja

$$L = r_n \cdot m v_n = n \hbar$$

(kvantizirano)

3) Pri prijelazu između dviju stanja, e^- zrači energiju

$$h\nu = E_i - E_f$$



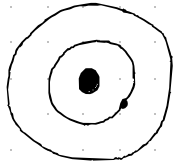
$$F_{cp} = F_{Coul} \Rightarrow \frac{m v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$r_n = n^2 \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m e^2}$$

$$v_n = \frac{n \hbar}{m r_n} = \frac{1}{n} \cdot \frac{c^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar}$$

$$E_n = \frac{1}{2} m v_n^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} \Rightarrow E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{m c^4}{32 (\pi\epsilon_0 \hbar)^2}$$

Energija osnovnog stanja vodikovog atoma, $(-1) \cdot (en. ionizacije)$



$$E_1 = -\frac{m c^4}{32 (\pi\epsilon_0 \hbar)^2} = -13.6 \text{ eV}$$

→ en. ionizacije bi bila poz. broj

- privlačna sila koja djeluje između jez. i e^- je neg.

→ neg. en. je vezan

$$\text{Bohrov radijus: } r_1 \equiv a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m e^2} = 0.528 \times 10^{-10} \text{ m}$$

- Za najjednostavniji sustav s jednim e^- i jednim p^+ → ovaj izraz vrijedi i u sklopu kvantne teorije

problemi Bohrovog modela:

- dobro opisivao samo atome s jednim e^-

- nije opisivao PSE, niti orbitale koje nisu kružne

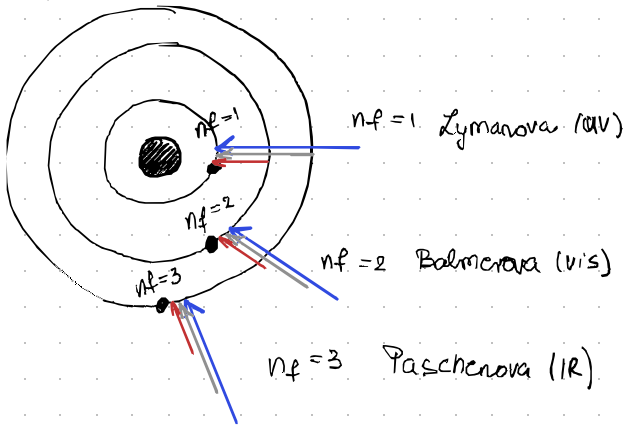
- pomoću ovog modela nisu se mogli predviđati intenziteti spektralnih crta

- fina struktura spektrala nije se mogla opisati

(spin-orbit interakcija, Zeemanov cijepanje, Starkov efekt)

Spektar vodikovog atoma

→ spektri drugih atoma - postoje nesavršenosti



→ klasificiran u nekoliko serija karakterističnih valni dužina za razliku od kontinuiranog spektra čvrstih tijela i plinova pri visokim temp. za prijelaz

$$n_i \rightarrow n_f j$$

$$h\nu = E_i - E_f$$

$$\frac{1}{\lambda_n} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\rightarrow R_{\text{H}} = 1,0974 \times 10^7 / \text{m}$$

Valno čestična priroda

Zračenje CT → opisali promatrajući EM zračenje - kao rij fotona energije $E = h\nu$

Comptonov efekt → pridijeliti smo fotonima količinu gibanja: $p = \frac{h}{\lambda}$

za e^- općeniti izrazi → $E = \gamma mc^2$ $p = \gamma mv$

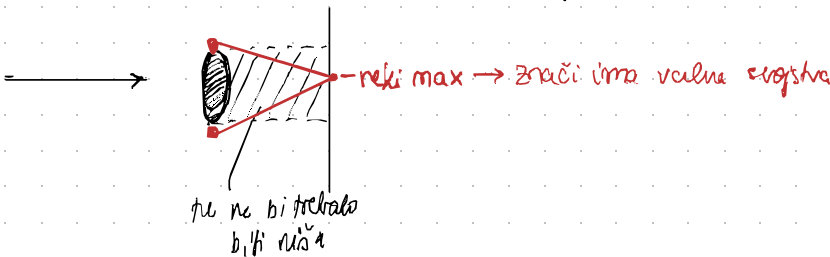
L. de Broglie - pretpostavka da se može promatrati i elct:

masivnoj čestici $\left\{ \begin{array}{l} \text{pridijeliti valnu dužinu} \\ \text{-- } h \text{ -- frekvenciju (valna svjetlost)} \end{array} \right.$

$$E = \gamma mc^2 = h\nu$$

$$p = \gamma mv = \frac{h}{\lambda}$$

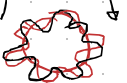
→ potvrđeno pokusom - ogib e^- pri rasprscivanju na kristalima (postoji ogib)



Bohrov model i valovi e^- - ako promatramo e^- u stacionarnim orbitama u atomu poput valova, kada ćemo imati stojim val?

(koji se interferencijom neće poništiti?)

! bitna situacija da n nije cjelobrojan → usrednjavanje nula = poništio se
ako je n cjelobrojan → stoj



⇒ mora vrijediti $2r_n \pi = n\lambda$
→ ne usrednjavaju se

$$\text{uz } p = \frac{h}{\lambda}$$

to je upravo
uvjet prema Bohru $pr_n = nh$