cl.12a – (S.13, 2-3) – Modelul atomic Bohr, relativist — 10.12.2020

pg (68-72)

1). – Dificultatile mod. planetar Rutherford.

2) – Postulatele lui Bohr. P_1 – starilor cuantificate $(E_1, E_2, \dots, E_n)$

P_2 – frecventelor de tranzitie; $h\nu_{nk} = (E_k - E_n) = \Delta E_{nk}$

3) – Reg/conditiile de cuantificare Bohr: orbitelor, $l = 2\pi r_n = n\cdot\lambda$

mom. cinetic, $\vec{L} = \vec{r}\times\vec{p} = n\left(\frac{h}{2\pi}\right)$

4) – Calculul ~~razelor~~ orbitelor cuantificate

$r_n = r_1 \cdot n^2 = \left(\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}\right)\cdot n^2 = 0{,}53\,\text{Å}$

E_n, nivelelor de energie cuantificate.

$$E_n = E_1/n^2 = -\left(\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right)\cdot\frac{1}{n^2} = -hRc/n^2$$

5) – Reprezentarea grafica a niv. cuantificate de energie, $E_n = E_1/n^2$

6) – Linii spectrale. Seriile spectrale ale at. de ^1_1H

Seriile spectrale: Lyman $(n_1 = 1, n_2 > 1)$; Balmer $(n_1 = 2, n_2 > 2)$; Paschen $(n_1 = 3, n_2 > 3)$

Brackett $(n_1 = 4, n_2 > 4)$; Humphrey $(n_1 = 5, n_2 > 5)$; Phundt $n_1 = 6$, $n_2 > 6$.

7). Tipuri de spectre: linii (atomice), benzi (molec), continue (lichid, solid)

---

(1). Modelul planetar Rutherford, are multe dificultati, insa (2) doua fundamentale:

a) colapsarea e^-, care se misca accel. in camp el al nucleului

b) incapacitatea de a explica (∃) niv. cuantificate din exp. Franck-Hertz si stabilitatea a e^- pe aceste nivele, dovedita exp.

$E_t = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ → ofera doar posibilitatea unei distributii continue de energ. si orbite – neconforme cu realitatea.

(2). 1913 – N. Bohr, introduce doua restrictii pt. modelul Rutherford, pentru a selecta un nr. distinct/cuantificat de orbite si E_n (r_n) numite Postulatele Bohr:

(P1): – str. stationare.

– Electronul e^- se misca in atom, in jurul nucleului, doar pe anumite stari stationare de energie E_n $(E_1, E_2, \dots, E_n)$ si raze r_n $(r_1, r_2, \dots r_n)$ stabile.

(P2): – frecventelor/liniilor de tranzitie: $\Delta E_{nk} = (E_k - E_n)$

– Atomii/e^- absorb sau emit energie (rad. el-magn) numai la ΔE_{nk} trecerea dintr-o stare stationara (E_n) intr-o alta stare (E_k)

$$\Delta E_{nk} = (E_k - E_n) = h\cdot\nu_{nk}$$

(3) Regulile/condițiile de cuantificare Bohr:

1. - cuantificare r_n - razelor orbitelor staționare ale e^- pe traiectoria circulară.

λ - lung. de undă de Broglie misc. e^- pe o orbită staționară trebuie să constituie o undă staționară, adică să se cuprindă de un nr. întreg (n) - de ori în lungimea orbitei circulare, $l = 2\pi r_n$

$$\boxed{l = 2\pi r_n = n\lambda}$$

2. - cuantificarea $\vec{L}_n$ - mom. cinetic orbital.

$\vec{L}_n$ - mom. cinetic orbital al (e^-) pe o orbită staționară de rază (r_n) având impulsul ($\bar{p} = m \cdot \bar{v}$) este cuantificat, luând doar valori ca multipli întregi, (n) de ($h/2\pi$) $\equiv \hbar$

$$\boxed{|\vec{L}_n| \overset{(*)}{=} |\bar{r}_n \times \bar{p}_n| = n \cdot (h/2\pi)}_{n=1,2,\dots} ; \quad h = 6{,}626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

Const. Planck.

$$L_n = |\bar{r} \times \bar{p}_n| \equiv n\hbar$$

(4) Calculul (r_n) - razelor orbitelor și (E_n) - energiilor cuantificate ale atomului

Folosind cond. Bohr de cuantificare/staționaritate a orbitelor fiind și a mom. cinetic obținem.

$$\boxed{r_n = \left(\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}\right) n^2 = r_1 \cdot n^2} \quad \text{și} \quad \boxed{E_n = -\left(\frac{m_0 e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right) \cdot \frac{1}{n^2} = E_1/n^2}$$

astfel: cond. de stabilitate pe traiectorie

$$F_{cp} = F_e ; \boxed{\frac{m v^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2}} \Rightarrow (m^2 v^2 r^2) = \frac{m e^2 r}{4\pi\varepsilon_0} \equiv L^2 \overset{(*)}{=} \left(n \frac{h}{2\pi}\right)^2 = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2}$$

simplificând avem: $\frac{m e^2 r}{\varepsilon_0} = n^2 \frac{h^2}{\pi} \rightarrow \boxed{r_n = \left(\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}\right) n^2} = r_1 \cdot n^2 = (0{,}53 Å) n^2$

$$E_n = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_n}\right) = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{\pi m e^2}{\varepsilon_0 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}\right) = \boxed{-\left(\frac{m e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right) \frac{1}{n^2} = E_1/n^2} = (-13{,}6 eV)/n^2$$

$\simeq 21{,}78 \cdot 10^{-19} J$

(5) - Reprezentarea grafică a niv. energ.

$(1 eV = 1{,}6 \cdot 10^{-19} J)$

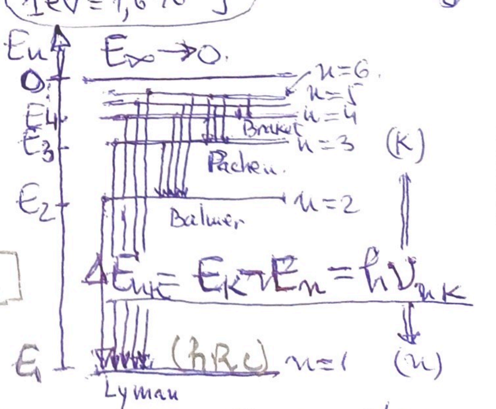
$$E_n = \left(-\frac{m_0 e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right) \cdot \frac{1}{n^2} = E_1/n^2, \quad n = 1,2,\dots\infty$$

(6) Liniile spectrale se obțin la tranzițiile ($E_n - E_k$)

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta E_{nk} &= (E_n - E_k) = E_1\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right) = hRc\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right) \\ R &= \left(\frac{m_0 e^4}{8\varepsilon_0^2 h^3 c}\right) = 1{,}097373 \cdot 10^7 m^{-1} \end{aligned} \right.$$

$\boxed{E_1 = hRc}$

constanta Rydberg.



Obs Seriile spectrale sunt formate din toate tranzițiile pe ($n_1 = n$) de pe niv. excitat ($n_2 = k > n$) ca în figură, numite:
Liman(k,1), Balmer(k,2), Pachen (k,3), Brackett (k,4) Humphrey (k,5), Phundt (k,6) pt (^1_1H)

(7) Tipuri de spectre (A) după sist. fizic:

a) - linii discontinue → atomice
b) - benzi → molecule
c) - continue → subst. solide și lichide

(B) după tipul tranziției

a) - de emisie
b) - de absorbție