

Spektar atoma vodonika

Borova teorija odnosi se na atom vodonika i tzv. jone vodonikovog tipa, t.j. jone koji su izgrađeni od jezgra i samo jednog elektrona (npr. He^+ , Li^{++} itd.)

Poluprečnici orbita elektrona u atomu vodonika ili jona vodonikovog tipa i brzine elektrona na tim orbitama mogu se odrediti na osnovu drugog Njutnovog zakona i drugog Borovog postulata:

Elektron kruži oko jezgra pod dejstvom Kulonove sile. Naelektrisanje jezgra jeste Z_e , gdje je Z broj protona u jezgru (to je i redni broj atoma u periodnom sistemu). Za kružno kretanje elektrona, po II Njutnovom zakonu važi:

$$m_e a_{cp} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Z e^2}{r^2}$$

gdje je a_{cp} centripetalno ubrzanje elektrona, a r rastojanje elektrona od jezgra t.j. poluprečnik putanje elektrona. Slijedi:

$$m_e \frac{\vartheta^2}{r} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Z e^2}{r^2} \quad \text{tj.} \quad m_e \vartheta^2 = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r} \quad \dots (*)$$

Prema drugom Borovom postulatu: $L = n \hbar$, tj. $m_e \vartheta r = n \hbar \dots (**)$

Iz formule (*), a zatim (**) slijedi :

$$m_e \vartheta^2 r = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0}, \quad \text{tj.} \quad n \hbar \vartheta = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0}$$

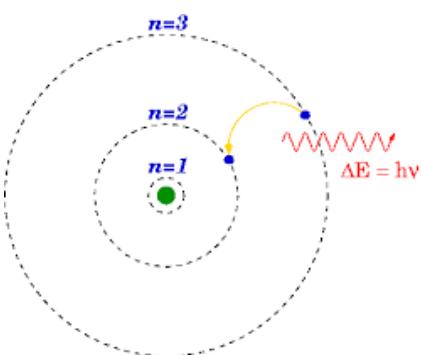
Odakle se dobija formula kojom se određuje brzina elektrona na stacionarnim putanjama oko jezgra:

$$\vartheta_n = \frac{Z}{n} \frac{e^2}{4 \pi \epsilon_0 \hbar} \quad \text{Iz formule (**) tada slijedi da su poluprečnici stacionarnih orbita:}$$

$$r_n = \frac{n \hbar}{m_e \vartheta_n}, \quad \text{t.j.}$$

$$r_n = \frac{1}{Z} \frac{4 \pi \epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$$

Dakle, poluprečnici mogućih putanja elektrona povećavaju se srazmerno sa kvadratom kvantnog broja (sl.1.)



$$\text{Konstanta } r_0 = \frac{4\pi \epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} \approx 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

zove se *prvi Borov radius* i predstavlja poluprečnik najniže (najblže jezgru) stacionarne orbite elektrona u vodonikovom atomu. Prema tome, dimenzije atoma određene na osnovu Borovih postulata, upravo su onog rada veličine ($10^{-11} \text{ m} - 10^{-10} \text{ m}$) koj je ranije predviđen na osnovu eksperimenata i kinetičke teorije gaova.

Najstabilnije je stanje sa najmanjom energijom, tj. stanje određeno glavnim kvantnim brojem $n = 1$. To se stanje zove osnovno stanje atoma. To je stabilno stanje atoma i uvijek teži da se nađe u tom stanju. Jedino ukoliko apsorbuje odgovarajuću energiju od nekog spoljašnjeg izvora, elektron će preći u više energetsko stanje, ali će se potom spontano (ranije ili kasnije) vratiti u osnovno stanje. Stanje sa kvantnim brojem $n = 2$ zove se prvo pobuđeno stanje, $n = 3$ drugo pobuđeno stanje itd.



Na slici je prikazana šema energetskih nivoa vodonikovog atoma: sa porastom glavnog kvantnog broja smanjuje se razmak između susednih energetskih nivoa.

Pri velikim vrijednostima glavnog kvantnog broja ($n \rightarrow \infty$) energija atoma postaje jednaka nuli. Tada je elektron daleko od jezgra i lako se odvaja od njega, zapravo atom se ionizuje.

Krajem XIX i početkom XX vijeka vršeni su mnogobrojni eksperimenti u spektroskopiji, koji su znatno doprinijeli razvoju atomske fizike. Primjetićemo da se pri prolasku struje kroz gasove emituje polihromatska svjetlost tj. svjetlost složenu od više komponenti različitih talasnih dužina. Te komponente čine spektar zračenja gasa.

Domaći:

- Vodonikov atom u osnovnom stanju apsorbuje energiju 12,09eV i pređe u pobuđeno stanje. Za koliko se promijeni period obrtanja elektrona pri tome?
- Koliko se puta promijeni period obrtanja elektrona oko jezgra kada on pređe sa treće na prvu stacionarnu orbitu u vodonikovom atomu?