

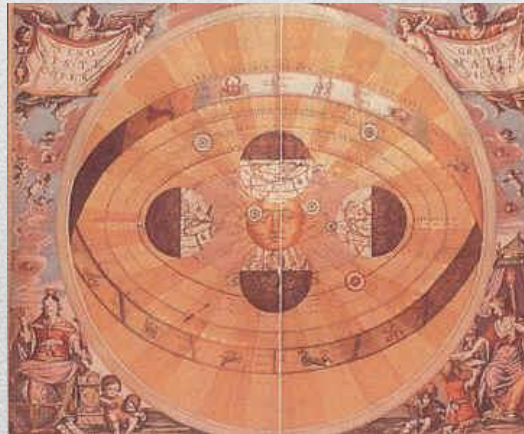
ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI

Doc. dr Milena Đukanović
milenadj@ac.me

**PREDAVANJE I
STRUKTURA,
ORGANIZACIJA I
KRETANJE MATERIJE**

ATOMSKA STRUKTURA MATERIJE:

- 500 g.p.n.e. Empedokle – „svijet se sastoji od četiri osnovna elementa: zemlja, vazduh, vatra i voda“.
- 400 g.p.n.e. Demokrit – „svijet je sagrađen od međusobno različitih sitnih čestica - atoma“, što na grčkom jeziku ima značenje nedjeljiv.
- monoteistička religija
- XV vijek (renesansa) – Da Vinči, Kopernik, Galilej



ATOMSKA STRUKTURA MATERIJE:

- XVII-XVIII vijek Njutn– „svijet je apsolutni trodimenzionalni prostor, unutar koga se sve promjene opisuju dimenzijom vremena. Vrijeme je takođe apsolutno i nezavisno u svom toku proticanja kroz prošlost, sadašnjost i budućnost“.
- Demokritski/Njutnovski atomizam



ATOMSKA TEORIJA ELEMENATA:

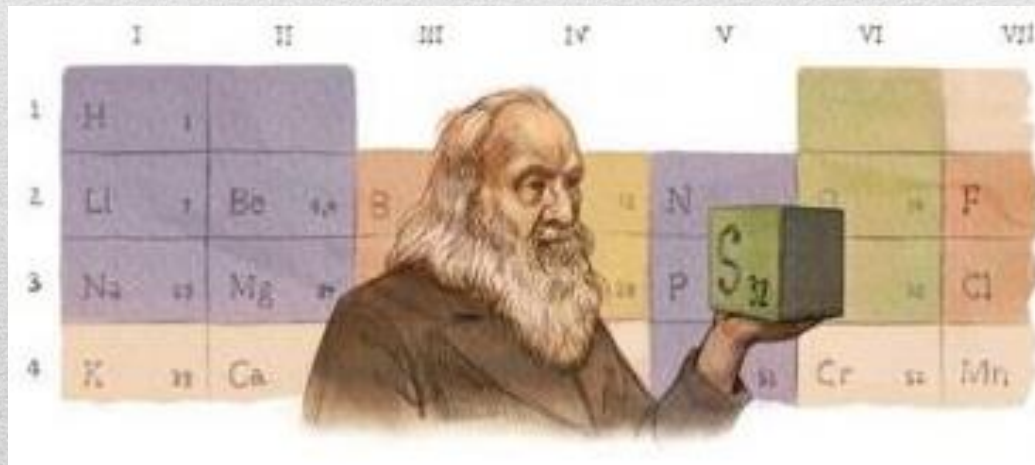
- 19. vijek Dalton - „svaki element u prirodi ima svoj karakterističan atom, a oni se razlikuju po težini“.

ELEMENTS			
	<u>Wt.</u>		<u>Wt.</u>
⊙ Hydrogen	1	⊙ Copper	56
⊙ Azote	5	⊙ Lead	90
⊙ Carbon	6	⊙ Silver	190
⊙ Oxygen	7	⊙ Gold	190
⊙ Phosphorus	9	⊙ Platina	190
⊙ Sulfur	13	⊙ Mercury	167

- Kao posljedica Daltonove atomske teorije – „element se ne može razložiti, niti izgraditi iz prostijih oblika putem hemijske reakcije“.
- Atom – najmanji mogući dio elementa, a isto tako i najmanji dio koji može učestvovati u hemijskim reakcijama.
- Molekul – najmanji dio elementa koji postoji u prirodi.

PERIODNI SISTEM ELEMENATA:

- 19. vijek - broj otkrivenih hemijskih elemenata se povećavao.
- Mendeljejev - poznate hemijske elemente ređao u niz po porastu njihove atomske mase. Istovremeno je uočio da su hemijska svojstva svakog osmog elementa slična, tj. da se svojstva elemenata periodično ponavljaju, pa je te elemente stavljao jedne ispod drugih.
- 1871. g. Periodni sistem elemenata



PERIODNI SISTEM ELEMENATA:

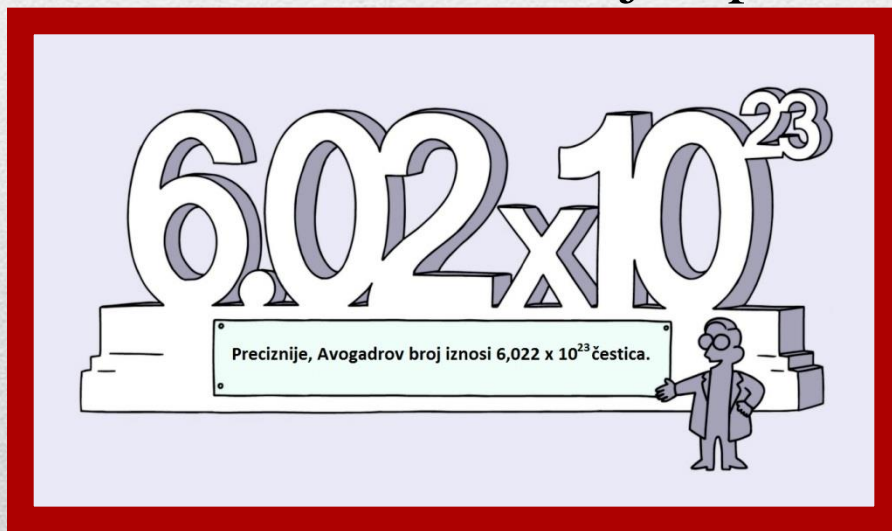
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
	*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
	**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

* Niz Lantanida

** Niz Aktinida

VELIČINE I MASE ATOMA :

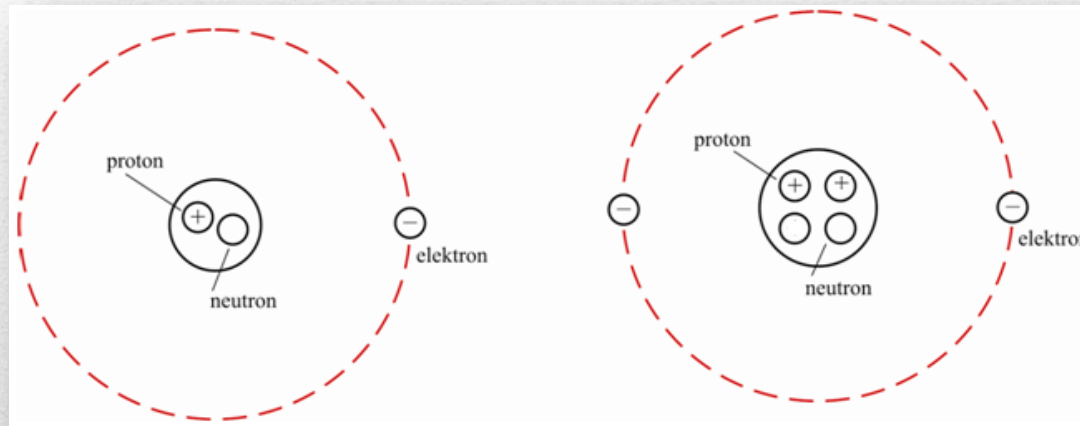
- 1870.g. Tomson – atom veličine 10^{-10}m .
- Masa atoma određena je primjenom Avogadrovog zakona – broj pojedinačnih molekula u nekoj zapremini gasa nezavisan je od prirode gasa.
- Broj pojedinih molekula u molarnoj zapremini isti je za sve gasove:



- Poznavanje Avogadrovog broja omogućava dobijanje mase molekula i atoma dijeljenjem mase mola sa njim.

STRUKTURA ATOMA :

- XX vijek – otkrivena α , β , γ zračenja.
- 1911. Raderford – struktura atoma: jezgro i elektroni (*planetarni model*).

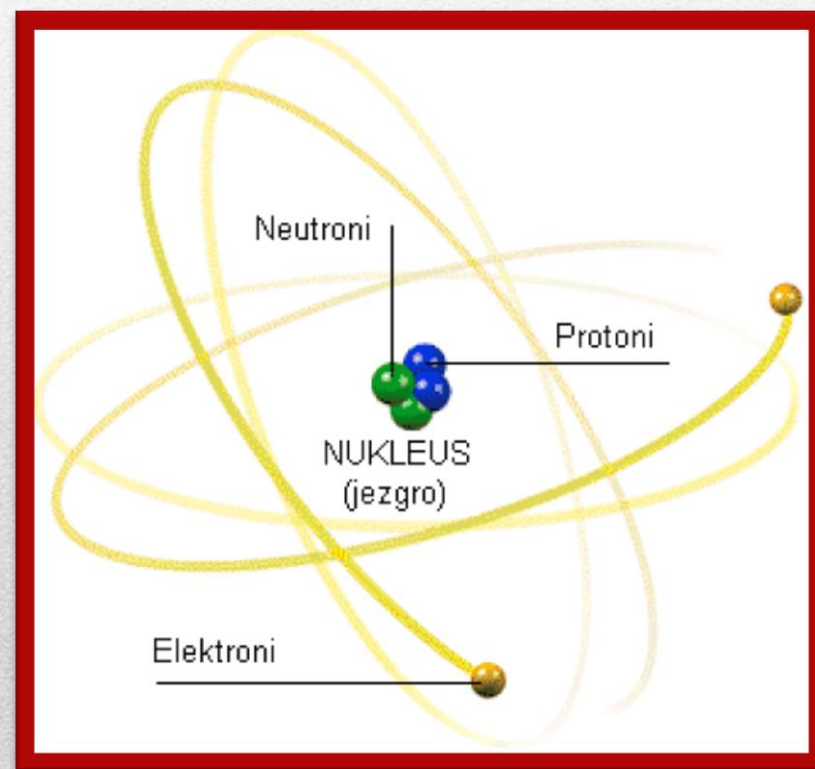


Raderfordov model: a) atom vodonika, b) atom helijuma

- Unutar jezgra nalaze se protoni i neutroni. Proton je nosilac elementarnog kvantuma (najmanje moguće količine) pozitivnog naelektrisanja, a neutron je električno neutralan.
- Elektron je nosilac elementarnog kvantuma negativnog naelektrisanja. Elektroni kruže oko jezgra po orbitama (luskama, putanjama).

PLANETARNI MODEL ATOMA :

- Atom predstavlja praznu, ali čvrstu česticu s gustim jezgrom u sredini čiji je poluprečnik 10^4 - 10^5 puta manji od poluprečnika atoma.
- Ukupan broj elektrona u elektronskom omotaču jednak je broju protona u jezgri i određuje redni broj elementa u Periodnom sistemu elemenata.
- Atom je u slobodnom stanju električno neutralan.
- Raspored elektrona u elektronskom omotaču (elektronska konfiguracija) je bitan za način spajanja atoma, tj. elemenata.



Struktura atoma

KVANTNOMEHANIČKI SISTEM – KVANT ENERGIJE:

- Raderfordovi eksperimenti – atomi nisu čvrsti i neuništivi, već se sastoje od ogromnog prostora u kome se kreću izuzetno male čestice.
- Kvantna teorija – pokazala da i te izuzetno male čestice imaju dualnu prirodu – nekad se javljaju kao čestice, a nekad kao talasi.
- Prema kalsičnoj teoriji o zračenju, svaki molekul ili atom može apsorbovati ili emitovati bilo koju količinu energije – kontinuirani spektar zračenja. Plank odbacuje ovu pretpostavku i uvodi pojam apsorpcije ili emisije samo kvanta energije, „energetskih paketa“ - diskontinuirani spektar zračenja.
- Kvant energije:

$$E = h \cdot \nu = E_n - E_m, m < n, n = 2, 3, 4, \dots$$

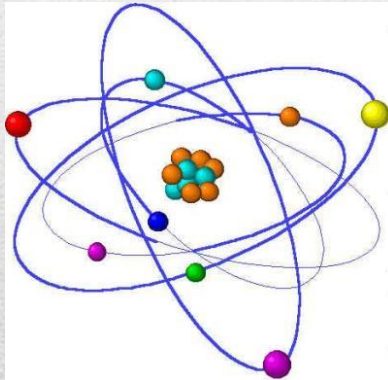
$h = 6,626176 \cdot 10^{-34} \text{Js}$ Plankova konstanta

ν – frekvencija ($c = \nu \cdot \lambda$)

- Plank je pretpostavio da energija zračenja koju emituje neki atom ili molekul mora biti cjelobrojni umnožak (n) energije kvanta zračenja ($h \cdot \nu$).
- Ajnštajn je Plankove „energetske pakete“ nazvao *kvantima* – on je pretpostavio kako se svjetlost može javiti ne samo kao elektromagnetni talas, već i kao kvant energije.

KVANTNOMEHANIČKI SISTEM – MEHANIČKA STABILNOST ATOMA:

- *Primjer 1* – bez obzira na sudare atoma u vazduhu, oni zadržavaju svoj prvobitni oblik.
- Kad god je neka čestica ograničena na mali prostor – ona na to sputavanje odgovara kretanjem: što je manja oblast, čestica se brže kreće.
- U atomu se elektroni raspoređuju u orbite tako da postoji optimalna ravnoteža između privlačenja jezgra i njihovog protivljenja sputavanju.



Kretanje elektrona po orbitama

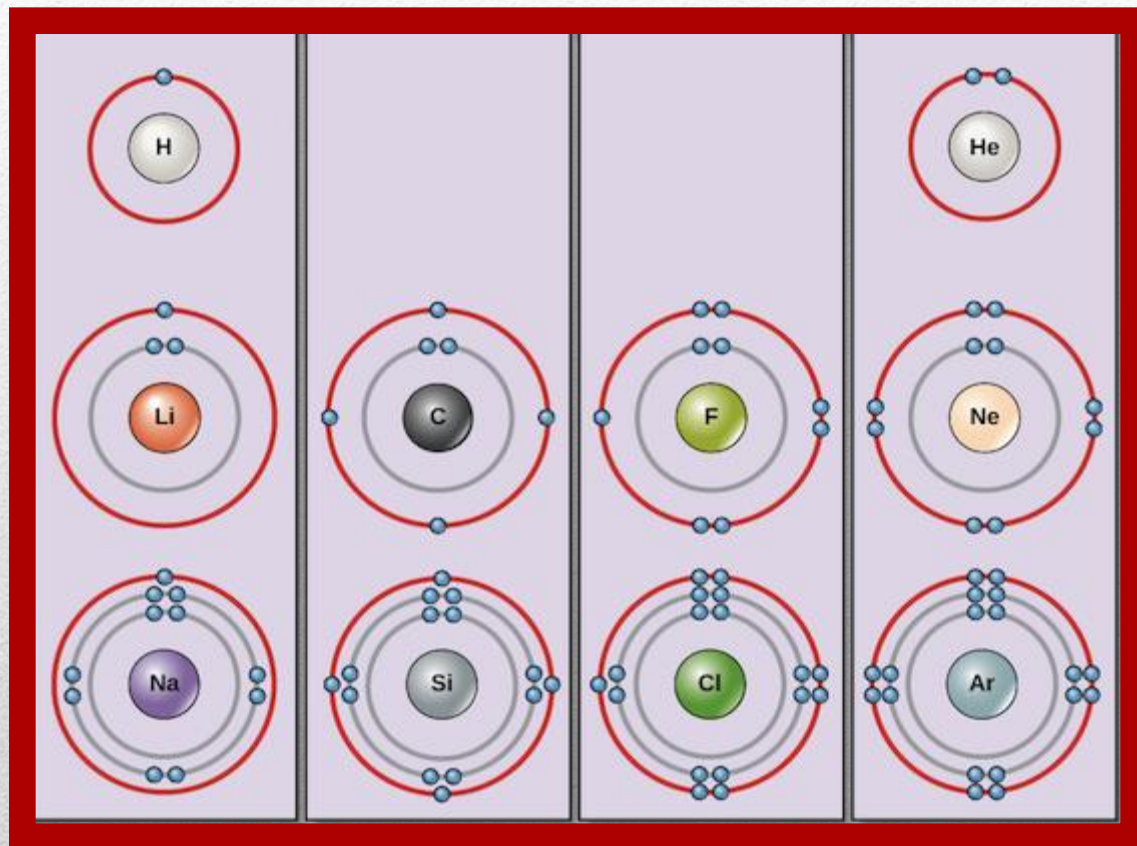
- *Primjer 2* – elektron vodonikovog atoma može postojati samo u 1., 2. i 3. orbiti. U normalnim uslovima to je uvijek u 1. orbiti – *osnovno stanje*. Može preći na više orbite ukoliko primi energiju – *pobuđeno stanje*. Nakon nekog vremena će se vratiti u osnovno stanje, ali će otpustiti kvant zračenja, foton.

KVANTNI BROJEVI – POLOŽAJ I OBLIK ORBITA:

- Elektron ima 3 stepena slobode – kvantni brojevi n, l, m (cijeli brojevi).
- Elektron ima i sopstveni ugaoni moment zbog rotacije oko sopstvene ose – tzv. *spin* s ($\pm \frac{1}{2}$) elektrona.
- Paulijev princip – ne postoje dva elektrona u atomu sa sva četiri ista kvantna broja.
- Ekvivaletni elektroni – isti kvantni brojevi n, l, m , ali različiti *spin* s .
- Glavi kvantni broj n - ima vrijednost cijelih brojeva od 1 do ∞ , a predstavlja nivoe K, L, M, N, O, P, Q. Svi elektroni jednog sloja imaju isti glavni kvantni broj, a kada se popune sve orbite datog sloja počinje popunjavanje narednog.
- Drugi i treći kvantni broj određuju detaljan oblik elektronskih talasa u orbiti:
 - Drugi kvantni – orbitalni broj l može imati vrijednost $l = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$.
 - Treći kvantni broj m je magnetni broj i može imati značenja $-l, -(l - 1), -(l - 2), \dots, 1, 0, 1, \dots, (l - 1), l$
- Broj elektrona u popunjenim ljuskama određuje se prema relaciji $2n^2$: za $n = 1$, broj stanja je $2n^2 = 2$, za $n = 2$, broj stanja je $2n^2 = 8$ itd.

GLAVNI KVANTNI BROJ:

Orbita	Elektron
K	2
L	8
M	18
N	32
O	50
P	72
Q	98



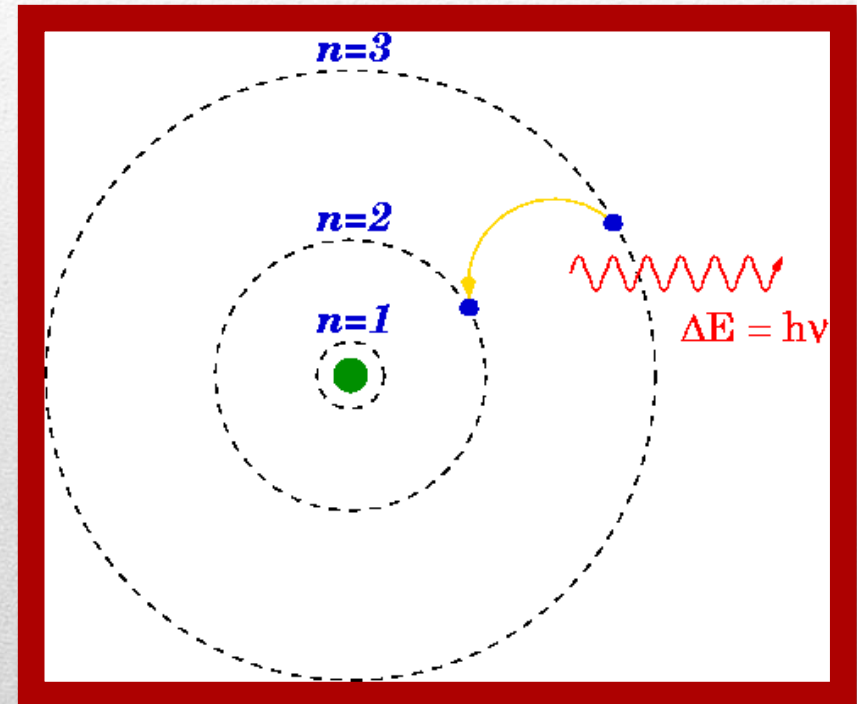
POPUNJAVANJE ORBITA ELEKTRONIMA:

Element	Atomski broj	Broj elektrona po kvantnim nivoima, n					
		1	2	3	4	5	6
Helijum	2	2	-	-	-	-	-
Neon	10	2	8	-	-	-	-
Argon	18	2	8	8	-	-	-
Kripton	36	2	8	18	8	-	-
Ksenon	54	2	8	18	18	8	-
Radon	86	2	8	18	32	18	8

Raspored elektrona po kvantnim nivoima za elemente nulte grupe.

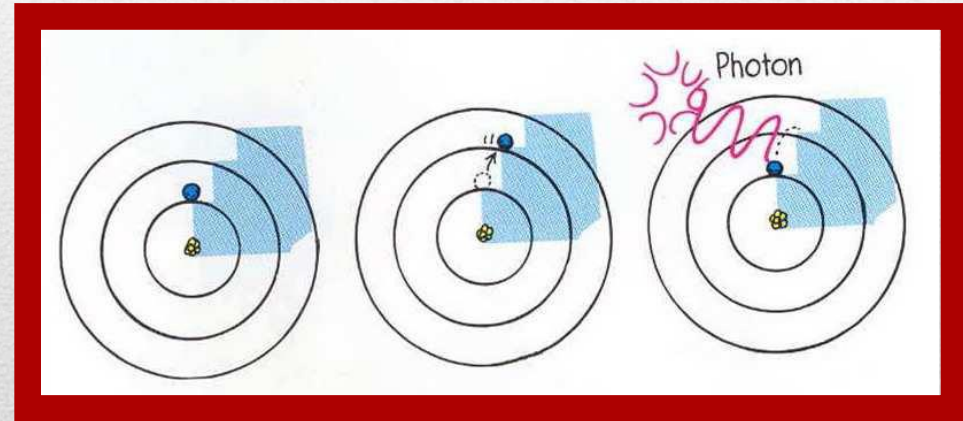
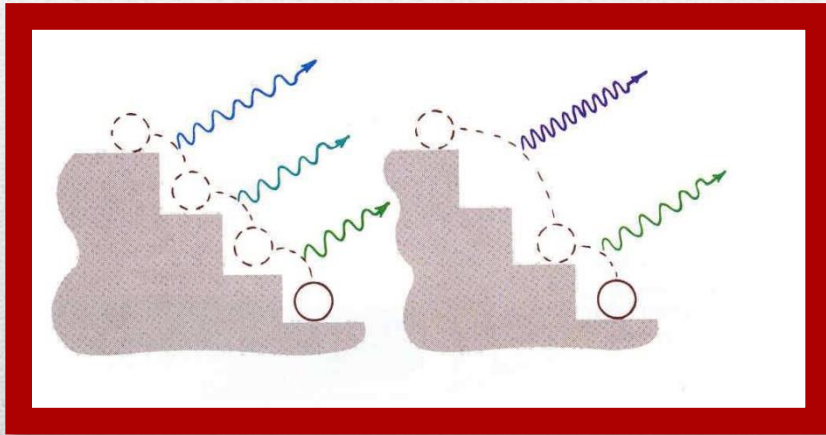
BOROV MODEL ATOMA :

- Bor je usavršio Raderforodov „planetarni“ model atoma, primijenivši kvantnu teoriju njemačkog fizičara Planka, prema kojem se energija apsorbuje i emituje isključivo u diskretnim iznosima – kvantima.
- Prvi Borov postulat - elektroni kruže po tačno određenim kvantiziranim stanjima (orbitama, ljuskama) – tzv. dopuštene ili stacionarne putanje, elektron niti emituje niti zrači energiju.
- Drugi Borov postulat - emitovanje i apsorbovanje energije se dešava samo kada elektron prelazi sa dopuštene putanje na drugu putanju.



BOROV MODEL ATOMA :

- Preskakanje elektrona sa jedne putanje na drugu je praćeno apsorpcijom ili emisijom kvanta elektromagnetnog zračenja zavisno od toga sa koje na koju orbitu u atomu elektron preskače.



$$E = h \cdot \nu = E_n - E_m, m < n, n = 2, 3, 4, \dots$$

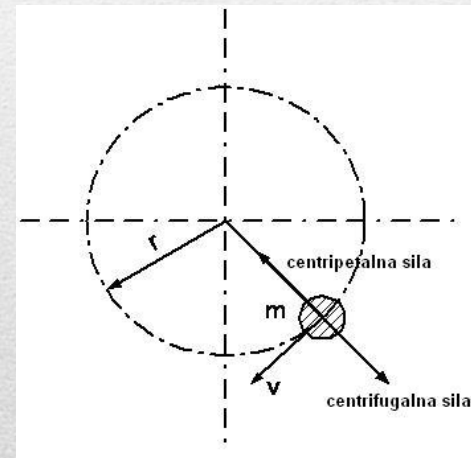
$h = 6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ Plankova konstanta

ν – frekvencija ($c = \nu \cdot \lambda$)

POSTULAT STACIONARNOSTI:

- Slijedi proračun energije elektrona u atomu vodonika (1 elektron i 1 proton) pri pretpostavci da je putanja elektrona kružna. Prilikom kretanja elektrona oko jezgra, na elektron djeluje Kulonova i centrifugalna sila. U stabilnom stanju ove dvije sile su u ravnoteži:

$$F_c = F \rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n^2} = \frac{m_e v_n^2}{r_n}$$



- e - elementarno naelektrisanje elektrona
- m_e - masa elektrona
- ϵ_0 – dielektrična konstanta vakuuma = $8,854 \cdot 10^{-12}$ (F/m)

POSTULAT STACIONARNOSTI:

- Poluprečnici stacionarnih orbita se računaju na sljedeći način:

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

$$r_n = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e v_n^2}$$

$$r_n m_e v_n = n \frac{h}{2\pi}$$

$$v_n = n \frac{h}{2\pi m_e r_n}$$

$$r_n = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e} \frac{4\pi^2 r_n^2 m_e^2}{n^2 h^2} \quad /: r_n$$

$$\epsilon_0 n^2 h^2 = e^2 \pi r_n m_e$$

$$r_n = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} \quad n = 1, 2, \dots$$

- orbitalni moment količine kretanja elektrona se u stacionarnom stanju izražava preko **glavnog (prirodnog) kvantnog broja n** :

$$L = r_n \cdot m_e \cdot v_n = n \frac{h}{2\pi}$$

- Za $n=1$ jednačina daje vrijednost poluprečnika prve orbite vodonikovog atoma (tzv. Borovog poluprečnika atoma)

$$r_1 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$$

- Poluprečnici viših orbita su takođe kvantizirani:

$$r_n = n^2 \cdot r_1$$

gdje je $r_2 = 4 \cdot r_1$, $r_3 = 9 \cdot r_1$.

POSTULAT STACIONARNOSTI:

- Potencijal elektrona na udaljenosti r od jezgra atoma prema referentnoj tački u beskonačnosti je:

$$V = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r_n}$$

- Slijedi da je potencijalna energija atoma:

$$E_p = -eV = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$$

- Ukupna energija elektrona je:

$$E = E_k + E_p = \frac{m_e v_n^2}{2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n}$$

POSTULAT STACIONARNOSTI:

- Kada izraz za r_n uvrstimo u izraz za ukupnu energiju, dobijamo:

$$E = -\frac{m_e e^4}{8 n^2 \varepsilon_0^2 h^2}$$

- Za vrijednosti $n = 1, 2, 3 \dots$ dobija se:

$$E_1 = -2.173 \cdot 10^{-18} J = -13.6 eV$$

$$E_2 = -3.4 eV$$

$$E_3 = -1.5 eV$$

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

- Ukupna energija elektrona u atomu je negativna (elektron je vezan za atom) i poprima vrijednost nula za $n = \infty$.
- Elektron izvan atoma ima pozitivnu kinetičku energiju koju on može kontinuirano (bilo kako) mijenjati.