

24 - Маъруза
ВОДОРОД АТОМИНИНГ КВАНТ НАЗАРИЯСИ. КВАНТ СОНЛАРИ.
ПАУЛИ ПРИНТСИПИ. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ ЭЛМЕНТЛАР ДАВРИЙ
ЖАДВАЛИ.
РЕЖА

1. Водород атомининг квант назарияси.
2. Квант сонлари.
3. Паули принтсипи.
4. Менделеевнинг элментлар даврий жадвали.

Водород атоми ядросининг (протоннинг) атрофида битта электрон айланиб туради, унинг заряди битта элементар манфий заряд e га тенг, протоннинг заряди мусбат e га тенг. электроннинг орбитасини айлана деб хисоблаймиз.

Электронни орбитада ушлаб турувчи марказга интилма куч Кулон кучидир. Шунинг учун ёзиш мумкин:

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (17.1)$$

m – электроннинг массаси, v – унинг тезлиги, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$ электр

доимийси. Бу тенгламани $mvR = n \frac{h}{2\pi}$ шарти билан биргаликда ечса электрон айланиб туриш мумкин бўлган статсионар орбиталарнинг радиуси келиб чиқади:

$$R_n = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} \quad (17.2)$$

Бу ерда $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ - квант сони деб аталади. Ядрога энг яқин орбитанинг радиусини $n = 1$ хисоблаймиз:

$$R_1 = 1^2 \frac{(6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{м}}}{3,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \approx 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 0,53 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 0,53 \text{ \AA}$$

(17.2) формулада n дан бошқа ҳамма катталиклар ўзгармас сонлардир. Шунинг статсионар орбиталарнинг радиуслари бир – бирига $1 : 4 : 9 : 16 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : \dots$ нисбатда бўладилар.

Энди атомдаги электроннинг тўла энергиясини аниқлаймиз. Бу энергия электроннинг кинетик ва потентсиал энергияларининг йииндисидан иборат:

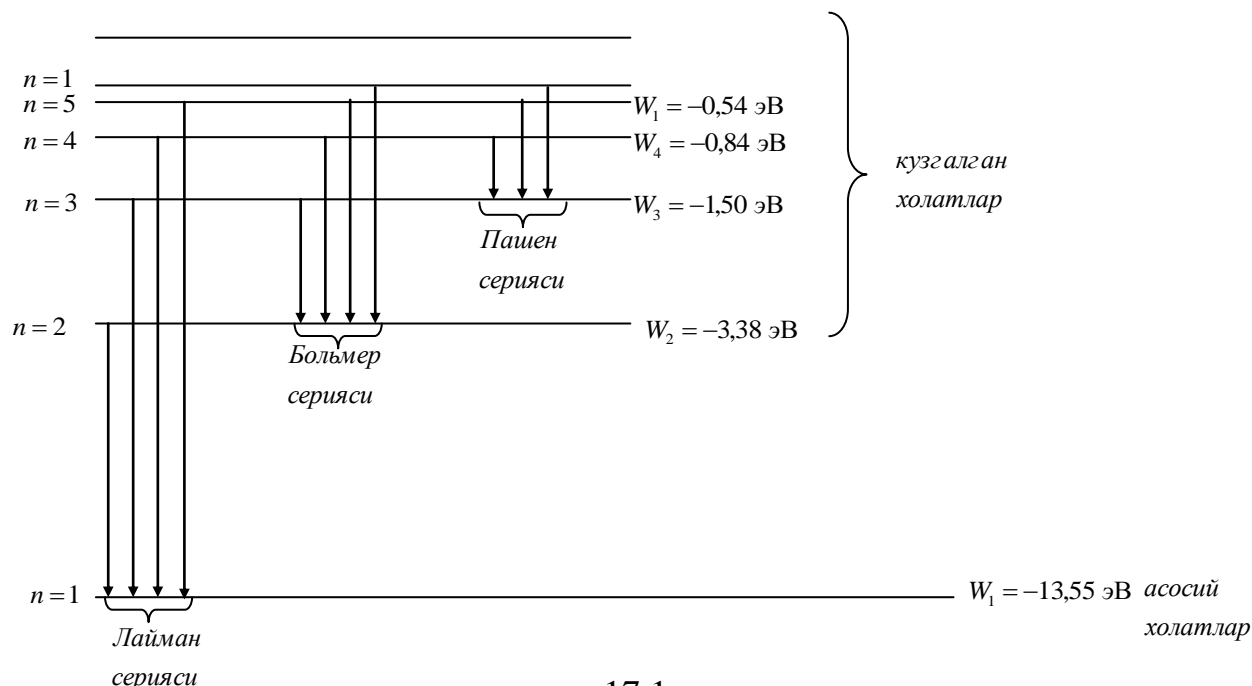
$$W_{\text{T}} = W_{\text{K}} + W_{\text{П}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 R} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 R} \quad (17.3)$$

Демак, электроннинг тўлиқ энергияси манфий бўлиб, абсолют қиймати бўйича кинетик энергияга тенг экан. (17.3) га (17.2) даги радиус қийматларини қўйиб ҳосил қиламиз:

$$W_{\text{T}} = -\frac{1}{n^2} \frac{me^4}{8\epsilon_0 h^2} \quad (17.4)$$

Электроннинг биринчи орбитасида ($n=1$) энергиясини шу формула бўйича ҳисобланади. $W_T = -\frac{1}{1^2} \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} \text{C})^2}{(6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s})^2 \cdot \left(8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}\right)^2} = -21,68 \cdot 10^{-14} = -13,5 \text{eV}$

Стационар орбитадаги электроннинг тўлиқ энергияси атомнинг энергетик ҳолати деб аталади. Расмда (17.4) формулага асосан водороднинг ҳисобланган энергетик ҳолатлари келтирилган.



17.1-расм

(17.4) формулага асосан n ошган сари атомнинг энергияси ошаборади. W_T - манфий бўлганлиги учун унинг абсолют қиймати камайса у ошган бўлади. $n \rightarrow \infty$ бўлганда W_T ўзининг максимал қийматига $W_T = 0$ эришади.

(17.4) формуладан фойдаланиб атомнинг нурлатадиган ёрулиги частотасининг формуласини чиқарамиз:

$$\nu = \frac{W_n - W_0}{h} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \left[-\frac{1}{n^2} - \left(-\frac{1}{n_0^2} \right) \right] = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n_0^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (17.5)$$

бу ерда n ва W - бошланич ҳолатининг квант сони ва энергияси n_0 ва W_0 - охириги ҳолатининг квант сони ва энергияси.

$R = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}$ катталик Ридберг доимийси деб аталади. (17.5) формула энди бошқача ёзилиши мумкин:

$$\nu = R \left(\frac{1}{n_0^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (17.6)$$

бу формула $n_0 = 1$ ва $n = 2, 3, \dots$ учун Лайман сериасини $n = 2$ ва $n = 3, 4, 5, \dots$ учун Бальмер сериасини беради. Борнинг квант назарияси физиканинг ривожланишида муҳим рол ўйнади. У водород атоми спектрининг мураккаб структурасини тушунтириб беради. Лекин бу назария бошқа атомларни тушунтираолмади. Бунинг учун квант назарияси янада ривожлантиришди ва

бу ривожланиш квант механикасининг яратилиши билан яқунланади. Бу фан атом ва молекулаларнинг ҳамма хоссаларини тушунтириб беради.

Н. Бор назариясининг чегараланганлигининг сабаби шундайки, у ўзининг принтсипларига ҳар доим ҳам содиқ бўлмайди: квант хоссаларига асосланган бу назария электроннинг харакатини ифодалаш учун классик механика қонунларидан фойдаланади. Бу эса нотўри, чунки атомдаги электрон оддий классик заррача эмас. Агар бу электронга Гейзенбергнинг ноаниқлик принтсипини ишлатсак бунга қаноат ҳосил қиламиз. Атомдаги электроннинг тезлиги тахминан $10^6 \frac{m}{s}$ атрофида, демак бу тезликни

ўлчашдаги ноаниқлик бу қийматдан катта бўлиши мумкин эмас, бошқача айтганда ноаниқлик $\Delta v = 10^6 \frac{m}{s}$ бўлиши керак. У ҳолда Гейзенберг

принтсипига асосан: $\Delta x = \frac{h}{2\pi m \Delta v} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-21} \cdot 10^6} \approx 10^{-8} sm.$

Лекин $10^{-8} sm$ - бу атомнинг ўлчовидир. Демак электрон координатасининг ноаниқлиги атомнинг ўлчамларига тенг экан. Бу ҳолда электроннинг тутган ўрни ёки траекторияси деган тушунчалар йўқолади

Квант сонлари. Квант механикаси электроннинг атрофидаги аниқ ўринни белгилайди, бунинг ўрнига у электроннинг фазонинг у ёки бу қисмида бўлиш эҳтимоллигини белгилайди. Бошқача айтганда, электрон атомнинг ҳажми бўйича ёйилган бўлади, гўёки булутсимон бир заррага айланади. Замонавий квант механикасида электроннинг ҳолати битта эмас, тўртта квант сони билан белгиланади:

1. Бош квант сони n , қиймати 1 дан ∞ гача ўзгаради.
2. Орбитал квант сони l , қиймати 0 дан $n-1$ гача ўзгаради, (n та қиймат)
3. Магнит квант сони m_l , қиймати $-l$ дан $+l$ гача ўзгаради ҳаммаси бўлиб $2l+1$ та қийматга эга бўлади.
4. Спин квант сони m_s , фақат иккита қийматга эга бўлади: $+1/2$ ва $-1/2$;

Квант сонларини ҳисоблаш

S P d f

1. Главное К.Ч. $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (по Э.У.)
2. Побочное или орбитальное или азимутальное К.Ч.
 $l =$ от 0 до $n - 1$ (где n -главное К.Ч.)
 $l_s = 1 - 1 = 0$ $l_p = 2 - 1 = 1$
 $l_d = 3 - 1 = 2$ $l_f = 4 - 1 = 3$
3. Магнитное К.Ч. $m_l = 2l + 1$ $m_l =$ от $-l$ до $+l$ включая 0

$m_{l/s} = 2 \times 0 + 1 = 1$

0

↑↓

$m_{l/d} = 2 \times 2 + 1 = 5$

+2 +1 0 -1 -2

↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

$m_{l/p} = 2 \times 1 + 1 = 3$

+1 0 -1

↑↓ ↑↓ ↑↓

$m_{l/f} = 2 \times 3 + 1 = 7$

+3 +2 +1 0 -1 -2 -3

↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

$S = +1/2$ $S = -1/2$

4. Спиновое К.Ч.

Квант сонлари электроннинг эга бўлиши мумкин бўлган энергияларининг қийматларини белгилайди. Электронларнинг энергетик сатхлар бўйича тақсимланиши икки принтсипга асослангандир:

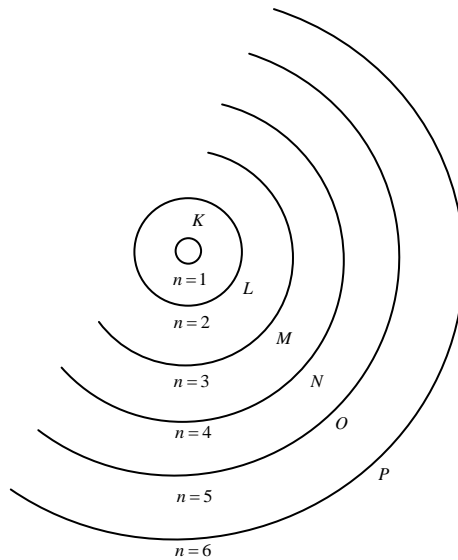
1. Паули принтсипи: атомда 4 та квант сони бир хил бўлган электрон бўлмади.

2. Энергиянинг минимум принтсипи: электронларнинг энергетик сатхлари бўйича тақсимланиши атом энергиясининг минимуми бўлишига тегишли бўлади.

	1s																1s																
	H																		He														
2s	Li Be																		Ne														
3s	Na Mg												Ar																				
4s	K Ca		Sc Ti		V Cr		Mn Fe		Co Ni		Cu Zn		Ga Ge		As Se		Br Kr																
5s	Rb Sr		Y Zr		Nb Mo		Tc Ru		Rh Pd		Ag Cd		In Sn		Sb Te		I Xe																
6s	Cs Ba		* Hf		Ta W		Re Os		Ir Pt		Au Hg		Tl Pb		Bi Po		At Rn																
7s	Fr Ra		** Rf		Db Sg		Bh Hs		Mt Ds		Rg		6d		6p		6p																
4f	La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																D																
5f	Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr																T																

Паули принтсипи бўйича берилган энергетик сатҳда $2n^2$ та электрон бўлиш мумкин.

Менделеевнинг элементлар даврий системаси. Паули принтсипи Менделеевнинг даврий жадвалини тушунишга ёрдам беради. Бунинг учун Менделеев кимёвий элементнинг тартиб номери Z ни киргазди. Z ядродаги протонлар сонига ёки атомдаги ҳамма электронларнинг сонига тенг. Агар элементларни Z сони ошишига қараб жойлаштирсак, элементлар хоссаларининг даврий равишда ўзгаришини кўриш мумкин. Бундан ташқари электрон қаватлари (орбиталари) деганда тушунча киритилди ва улар K, L, M, N, \dots харфлар билан белгиланди (17.2-расмга қаранг). Берилган қаватда кўпи билан $m = 2n^2$ та электрон бўлиш мумкин. Демак, K – қаватда 2 та, L – қаватда ($n = 2$) 8 та M – қаватда ($n = 3$) 18 та ва ҳ.к. Электрон бўлиши мумкин.

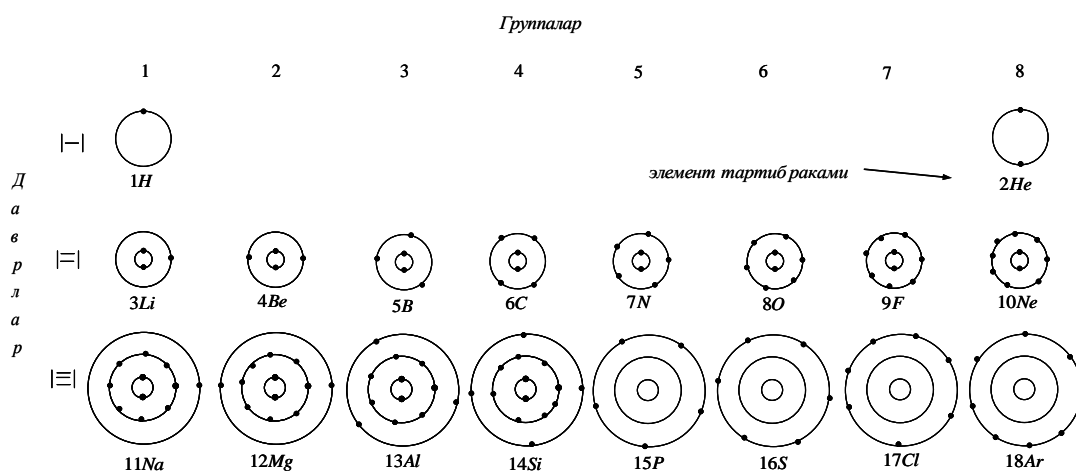


17.2-расм

17.3-расмда биринчи учта даврни ҳосил қилувчи элементлар кўрсатилган.



Электронлар нукта билан кўрсатилган. Даврлар Рим рақамлари билан ифодаланган.



17.3-расм

Келтирилган расмдан кўришиб турибдики, атомдаги электронларнинг умумий сони (ядронинг заряди) элементнинг номерига тенг, қатламдаги электронларнинг сони давр номерига тенг, энг ташқи қатламдаги электронларнинг сони эса группа номерига тенг.

Маълумки, битта группага тегишли элементлар (масалан, H, Li, Na, K, Ra, Cs – биринчи группа) бир – бирига ўхшаш ҳоссаларига эгалар. Бу элементларнинг ташқи қатламида бир хил сонда электронлар бўлади ва бу электронлар валент электронлар деб аталади. Атомлар ҳоссаларининг даврий равишда қайтарилиб туриши валент электронлари сонининг даврий равишда қайтарилиб туриши билан болиқдир.

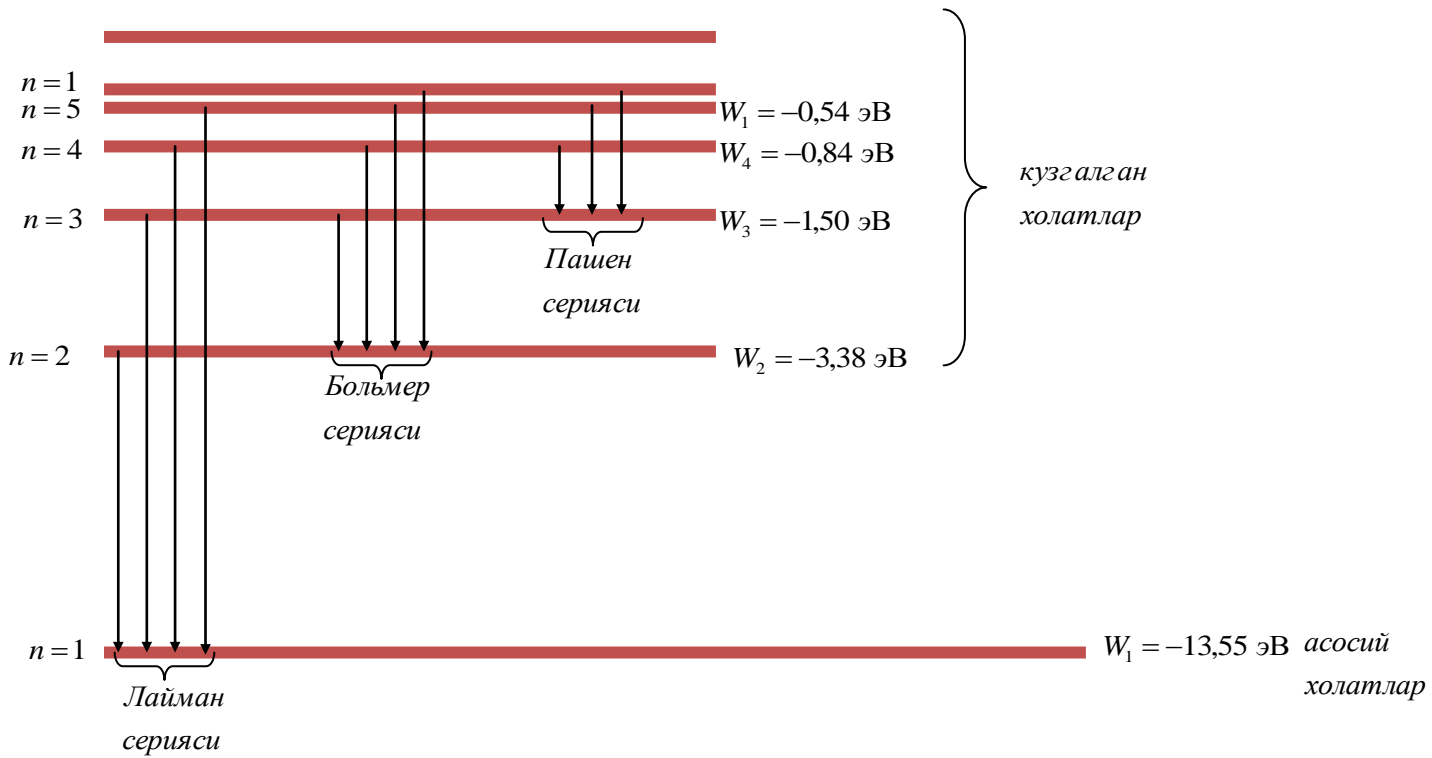
ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР

Водород атоми, электрон, дискрет, энергиянинг узлуклилиги, бош квант сони, азимутал квант сони, спин квант сони, Паули принтсипи.

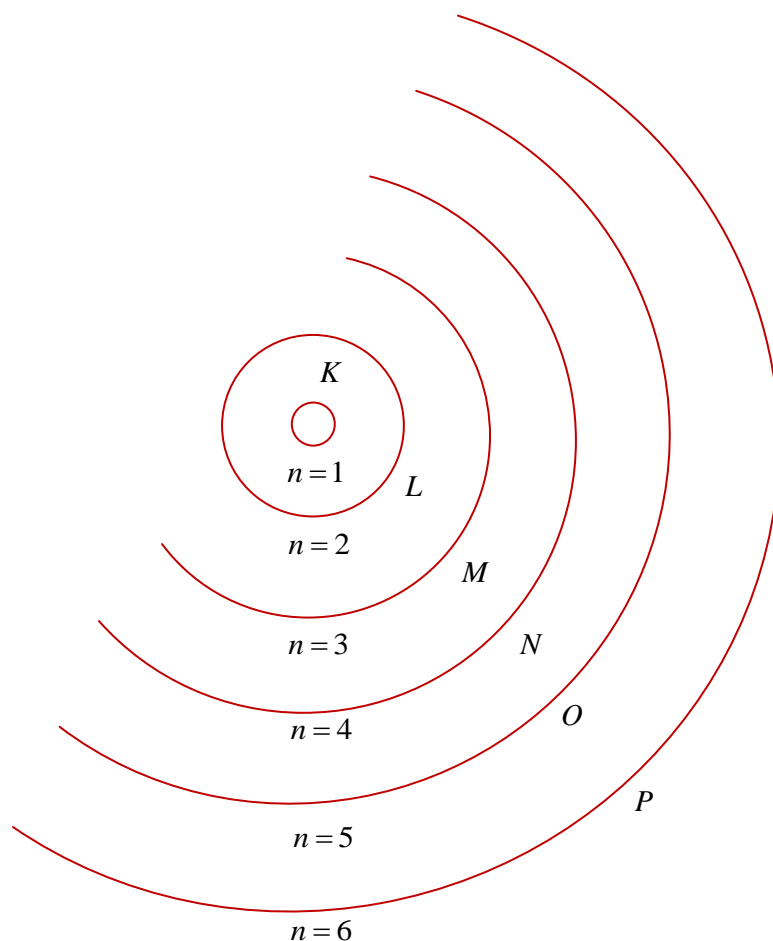
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Шредингер тенгламасини водород атоми учун ечиш қандай натижага олиб келади.
2. Бош квант сони қандай мазмунга эга.
3. Азимутал квант сони нимани ифодалайди. Магнит квант соничи.
4. Электрон спини қандай физик хусусиятга эга.
5. Паули принтсипини таърифлаб тушунтиринг.
6. Квант механикаси принтсиплари асосида Менделеев даврий системасини қандай тушунтирилади.

Статсионар орбиатадаги электроннинг
тўлиқ энергияси атомнинг энергетик
ҳолати деб аталади.



Электрон қаватлари
(орбиталари) деганда
тушунча киритилди ва улар
 K, L, M, N, \dots харфлар билан
белгиланди





**Модель атома водорода
Бора - Резерфорда.
(1913 г.)**



Анимация Озолина Э.Э.

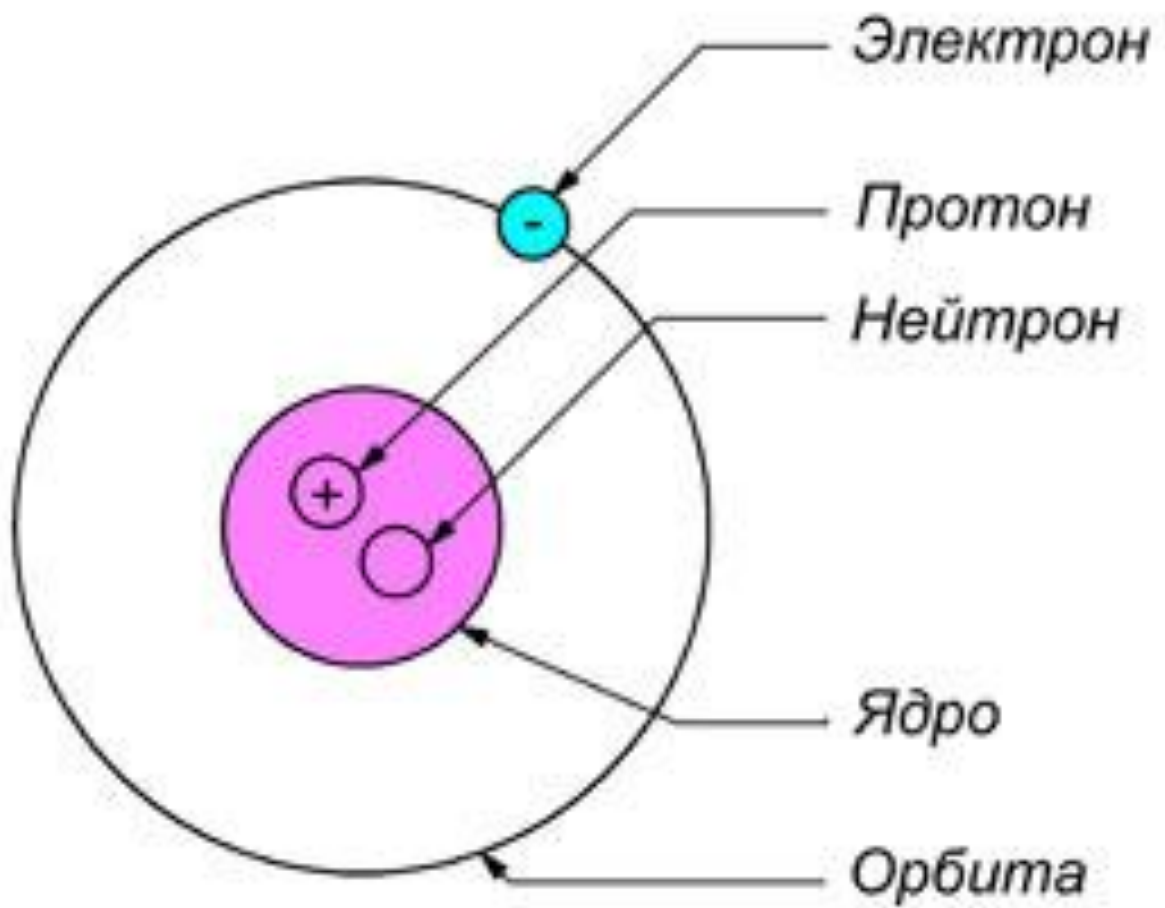


Рисунок 1.1. Строение атома.