

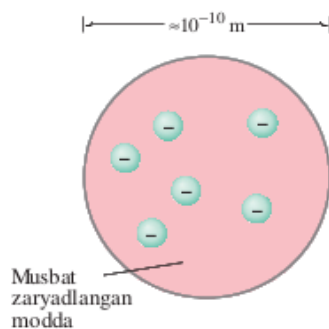
21 - Маъруза
ВОДОРОД АТОМИНИНГ НУРЛАНИШ СПЕКТРИ.
РЕЖА

1. *Водород атомининг нурланиш спектри.*
2. *Резерфорд тажрибаси.*
3. *Атом моделлари*
4. *Атомнинг ядро модели.*
5. *Бор постулатлари.*
6. *Франк-Герц тажрибаси.*

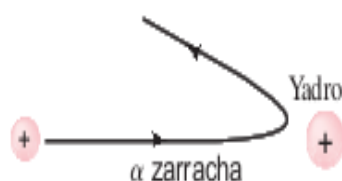
XX-асрнинг бошларига келиб маълум бўлдики, ҳар қандай атом таркибига электрон кирар экан. Лекин нейтрал бўлганлиги учун электроннинг манфий заряди қандайдир бошқа заррачаларнинг мусбат заряди билан компенсация қилиниши керак.

Томсон модели. 1897 йилда инглиз физиги Ж. Томсон $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ С га тенг манфий зарядланган ва массаси $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг бўлган, электрон деб аталувчи заррани кашф қилди. Тажрибалар, жумладан, атомларнинг ионлашуви бу зарранинг атом таркибига киришини тасдиқлади. Чунки электрнейтрал атом ўз таркибига кирувчи зарра – электронни йўқотганда ёки уни қўшиб олганда ионга айланади. Агар атом таркибида манфий зарядланган зарра – электроннинг манфийлиги маълум бўлса, у ҳолда атомда яна нима бўлиши мумкин, деган савол туғилди. Табиийки, электронларнинг зарядига тенг бўлган мусбат заряд мавжуд. Акс ҳолда атом электр жихатдан нейтрал бўлмас эди. Айнан шундай мулохазалар юритган Ж. Томсон 1903 йилда атомнинг тузилиши ҳақидаги ўз моделини таклиф қилди. Томсон моделига мувофиқ, атом массаси тескари тақсимланган $10 \cdot 10^{-10}$ катталиқдаги мусбат зарядлардан иборат шар сифатида тасавур қилинади. Унинг учун эса ўз мувозанат вазиятлар (электронлар) мавжуд бўлиб, мусбат ва манфий зарядларнинг йиғиндиси ўзаро тенг. энди бу моделнинг тўғрилигини тескараси яъний унинг ичига нигоҳ ташлаш керак эди. Бошқа инглиз физиги Д. Резерфорд шу вазифани бажаришга бел боғлади.

Жисмнинг атом тузилиши ҳақидаги тасавурлар 1900 йилга келиб аксарият олимлар томонидан қабул қилинган. 1890 йилда электрон кашф этилгандан сўнг, физиклар атомни ички тузилишга эга электронларни эса унинг таркибий қисм сифатида тасавур қилганлар. Ушбу бобнинг қолган қисми ва кейинги бобда атом тузилиши ҳақидаги замонавий тасавурлар эволюцияси ҳамда у билан чамбарчас боғлиқ квант назариясининг ривожланиши тўғрисида сўз юритилади.

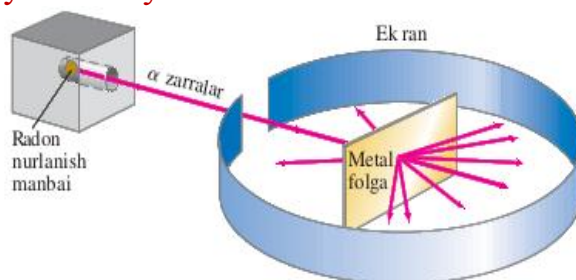


1-расм. Атомнинг Томсон модели

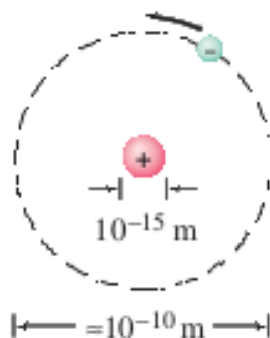


27-20 расм. алфа заррачага ядронинг таъсири

1911 йилда эрнест Резерфорд (1871-1937) ҳамкасблари билан бирга ўтказган тажриба натижалари Ж.Ж.Томсон моделини инкор этди расм 1.. Ушбу тажрибаларда мусбат зарядланган алфа зарралар дастаси юпка металл (олтин) фолгага йўналтирилган. (Уша вақтга қадар топилган алфа зарралар бир қатор радиоактив моддалар томонидан чиқарилади. Кейинчалик алфа зарралар ионлашган гелий атомлари эканлиги аниқланди, $+2e$ зарядга эга). Томсон моделидан келиб чиққан ҳолда, алфа зарралар катта бурчакларга оғмаслиги керак, чунки электронлар алфа зарраларга нисбатан кичик массага эга ва алфа зарралар йўлида итариб юборадиган катта хажмдаги мусбат зарядларга тўқнашмайди. Резерфорд томонидан олинган экспериментал натижалар ушбу тасаввурларга зид бўлди 27-19 расм. Кўпгина алфа зарралар фолгадан эркин ўтган. Бошланғич ҳаракат йўналишидан оған алфа зарраларнинг бир қисми жуда катта бурчакларга, айрим холларда 180 градус бурчаккача оғади. Резерфорднинг фикрича мусбат зарядланган алфа зарралар фақат фазонинг жуда кичиқ соҳасида мужассамлашган катта массали мусбат заряд туфайли содир бўлиши мумкин.



27.19 расм. Резерфорд тажрибаси.



27-21 расм. Атомнинг планетар модели

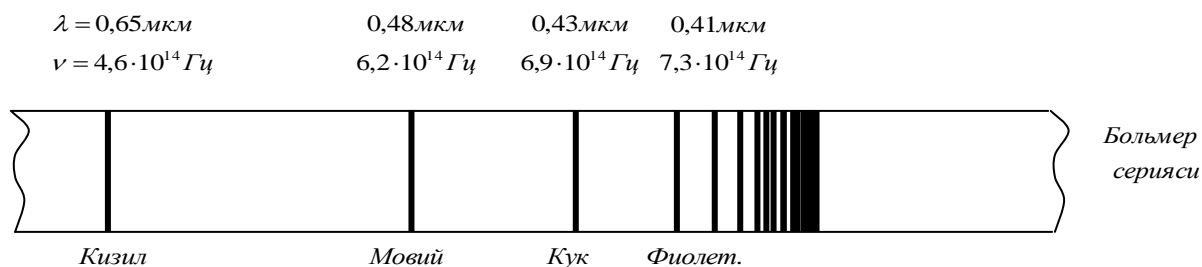
Резерфорд тахминича, атом атропоида бирор масофада жойлашган электронлар ва кичик лекин кучли мусбат зарядланган ядродан (атомнинг 99,9% массаси тўпланган) ташкил топган. Электронлар ядро атропоида айланиши керак эди (Куёш атропоида харакатланадиган сайёралар каби), чунки харакатда бўлмаса, электр тортишиш туфайли ядро устига тушар эди (27-21 расм). Резерфорд ҳисобига кўра, ядро ўлчами 10^{-15} : 10^{-14} м тартибида бўлиши керак. Кинетик назарияга ва айнан эйнштейн томонидан ўтказилган броун харакати анализига асосан атом ўлчами 10^{-11} деб баҳоланган. Бу шундан далолат берганки, электронлар ядродан 10000 дан 100000 ядро энигача масофада бўлиши керак, яъни атомнинг асосий қисмини бўш фазо ташкил этади.

Резерфорднинг планетар модели атом тузилиши ҳақидаги замонавий тасаввурлар йўлидаги муҳим кадам бўлди. Бироқ у такомиллашган модел эмас эди ва кейинчалик биз кўриб утадиган айрим муайян муаммолар ечими топилмаган.

Лекин Резерфорднинг атом модели классик физика қонунларига зиддир. Электрон ядро атропоида тезланиш билан айланади, демак у узлуксиз равишда энергия чиқариб ядрога қулаб тушиши керак, бунда атомдан чиққан нур спектри ҳам узлуксиз ва кенг бўлиши керак. Лекин биз биламизки, атомларнинг спектри чизиқли бўлади. Текширишлар шуни кўрсатадики, ҳар бир газнинг ўзига ҳос спектри бўлади. Яна маълум бўладики, спектрал чизиқларни маълум группаларга (серияларга) бўлиб чиқиш мумкин экан. Мисол тариқасида водород атомининг нурланиш спектрини кўриб чиқамиз. 1885 йилда Швейтсария физиги Балмер бу спектрда оптик диапазонда қуйидаги серияни топди:

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 3, 4, 5, \dots) \quad (21.1)$$

$R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ sek}^{-1}$ - Ридберг доимийси. Бу формула сериядаги чизиқлар частотасини билдиради (15.3 расмга қаранг).



15.3-расм

Водороднинг спектрида яна бир нечта серия бор. Улардан бирини 1906 йилда инглиз физик олими Лайман очди (ултрабинафша қисмда), бошқасини (инфракизил диапазондагисини) 1908 йилда немис физиги Пашен очди. Булар қуйидагилар:

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 2, 3, 4, \dots) - \text{Лаймон серияси} \quad (21.2)$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 4, 5, 6, \dots) - \text{Пашен серияси} \quad (21.3)$$

Нурланиш спектрининг чизиқли бўлиши атомларнинг энергияси маълум порциялар (квантлар) билан ютиш ёки нурлатишни билдиради. Демак, атом маълум (дискрет) энергетик ҳолатларда туради, у нур ютиш ёки нур чиқарса бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтади. Ана шу хулоса асосида 1913 йилда Дания физиги Н.Бор ўзининг атом тузилишининг квант назариясини яратди. Бу назария асосида 3 та постулат (Бор постулатлари) ётади:

1. Атомдаги электронлар маълум қийматли радиусларга эга орбиталарда ҳаракат қилиши мумкин.

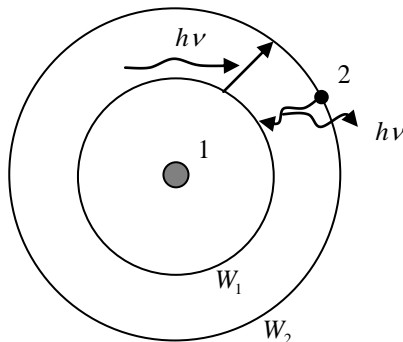
Бу орбиталар стационар орбиталар деб аталади ва улар айланаётган электроннинг ҳаракат миқдорини моменти $\frac{h}{2\pi}$ га бўлинадиган қийматга эга.

$$mvr = n \frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (21.4)$$

бу ерда m - электрон массаси, v - унинг тезлиги, r - орбита радиуси, n - квант сони, h - Планк доимийси.

2. Электронлар ўз орбиталарида айланиб турар эканлар улар нур ютмайдилар ҳам, нурлатмайдилар ҳам.

3. Электрон бир стационар орбитадан иккинчи стационар орбитага ўтганда нур кванти ютилади (ёки нурланади).



15.4-расм

Бу квант энергияси атомнинг шу икки орбитадаги энергиялари W_1 ва W_2 ларнинг айирмасига тенг:

$$h\nu = W_1 - W_2 \quad (15.5)$$

Демак, атомнинг ютаётган ёки нурлатаётган ёруликнинг частотаси умумий ҳолда тенг бўлар экан:

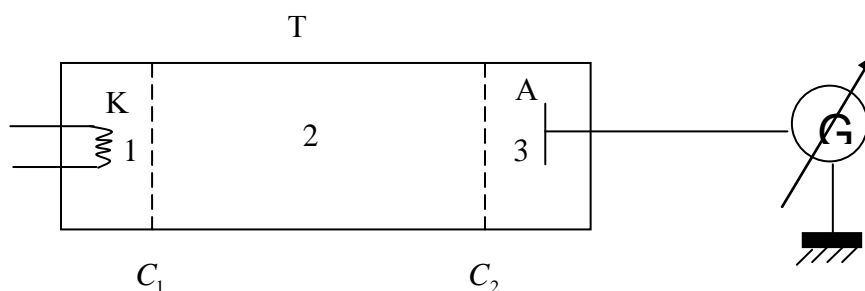
$$\nu = \frac{W_n - W_m}{h} \quad (15.6)$$

бу ерда $n > m$.

Бор посулотлари Резерфорднинг моделини сақлаб қолди ва унинг камчиликларини йўқотди.

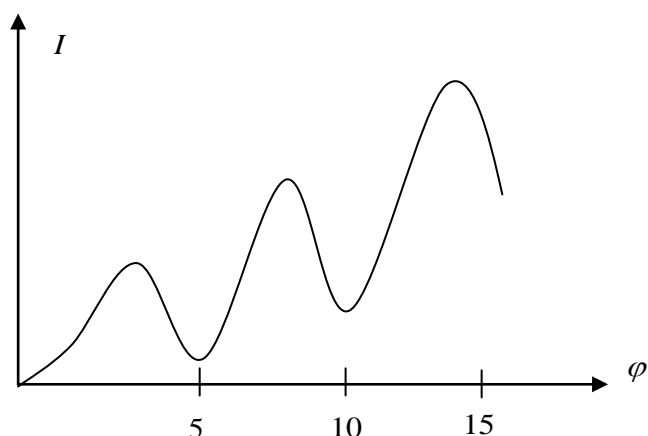
Франк – Герц тажрибаси.

Г. Герц 1913 йилда атомларнинг энергиялари дискрет қийматлари эга бўлишини тажрибада исбот қилдилар (15.5-расм).



15.5-расм

Т трубкадан ҳаво сўриб олиниб, унинг ичига кичик босмли (13 Па) симоб парлари киритилади. Трубка ичида К катод, иккита C_1 ва C_2 сетка ва А анод жойлашган. C_1 сеткага катоддан чиқувчи электронларни тезлатувчи потенциал берилади, анод ва C_2 сетка орасига 0,5 В га яқин кичик тормозловчи потенциал берилади. 1 – соҳада тезлатилган электронлар 2 – соҳага кириб симоб атомлари билан тўқнашадилар. Тўқнашгандан сўнг, энергиясининг кўпини йўқотмаган электронлар анодга етиб борадилар.



15.6-расм

Ноэластик тўқнашувда симоб атоми қўзалиши мумкин. Бор назариясига биноан атом дискрет энергияни ютсағни қўзғалади. Агар ҳақиқатдан ҳам атомларда дискрет ҳолатлар бўлса, у ҳолда электронларнинг энергияси

маълум қийматга эришганда симоб атомлари энергияни ютиши мумкин. 15.6-расмда анод токининг тезлатувчи потенциалга боқлиги кўрсатилган. Кўришиб турибдики, C_1 сеткада потенциал 4,86 В га етгунча ток ошиб боради, потенциал 4,86 В га етганда ток кескин равишда камаяди.. Бундай манзара потенциал қиймати 9,72 В ва 14,58 В бўлганда ҳам қайтарилади. Бунинг сабаби қуйидагича: 1-соҳада 4,86 В билан кучайган электронларнинг энергияси симоб атомини биринчи кўзгалган ҳолатга (орбитага) ўтказиш учун етарли бўлади ва атомга урилганда электронлар ўз энергияларини йўқотадилар ва уларнинг қолган энергиялари анодга етиб олиши учун етмайди, шунинг учун ток кескин камайиб кетади. Бу тажрибада Франк ва Герц биринчи марта атомларнинг дискрет энергетик ҳолатлари борлигини исбот қилдилар. Симоб учун 4,86 эВ – энг кичик ютилиши мумкин бўлган энергия квант эканлиги ҳам кўрсатилди. Бу тажрибада Бор назарияси ўзининг исботини топди.

ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР

Атом спектрлари, Бальмер формуласи, Резерфорд тажрибаси, Резерфорд формуласи, Резерфорднинг атом модели, Бор постулатлари, Франк-Герц тажрибаси.

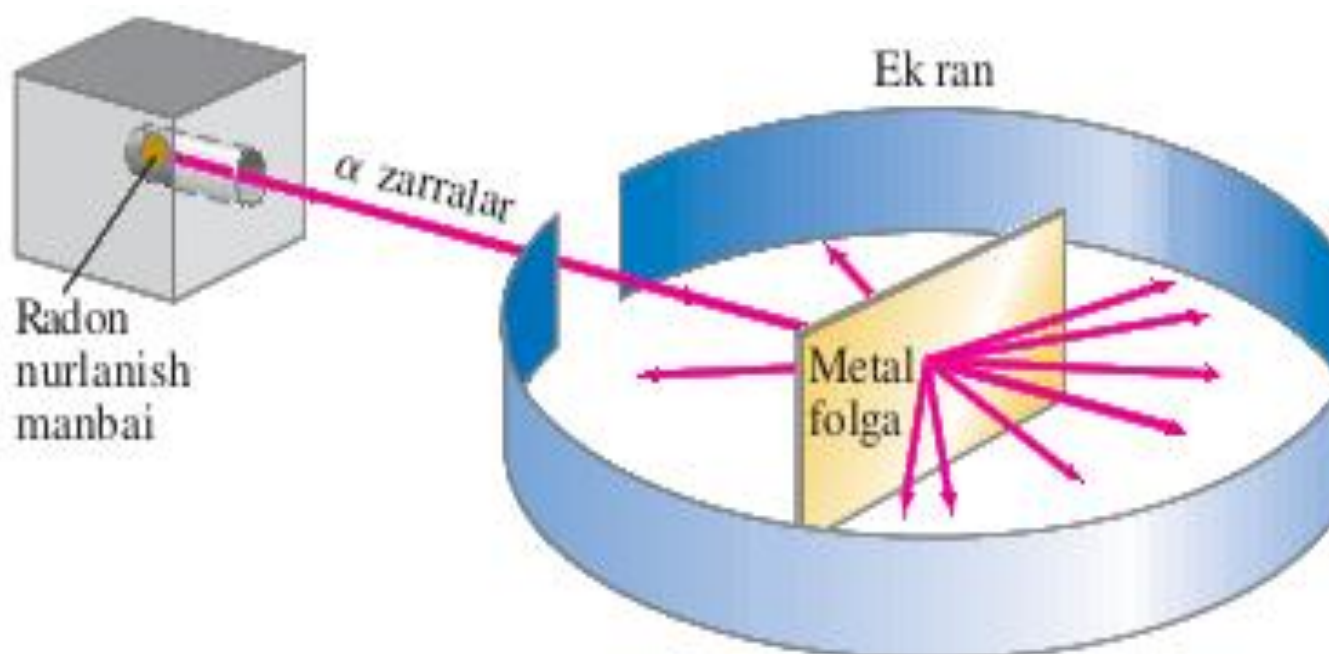
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Водород атомнинг нурланиш спектри қандай хусусиятга эга.
2. Томсон модели.
3. Резерфорд тажрибасини тушунтиринг.
4. Резерфорд формуласи
5. Ундан қандай хулосага келиш мумкин.
6. Бальмер формуласи
7. Бор постулатларини таърифланг.
8. Лаймон ва Пашен серияси
9. Франк-Герц тажрибасини изоҳланг.
10. Бу тажрибадан ва Бор назариясидан қандай хулосага келинади

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ УЧУН МАСАЛАЛАР

1. Резерфорд тажрибасида алфа заррачалар кинетик энергияси 4.8MeV. Заррачалар олтин атоми ядросига қандай масофагача яқинлашиши мукин?
2. Водород атоми ва электрон асосий ҳолатдан эластик тўқнашув бўлиши учун максимал кинетик энергиясини аниқланг.
3. Иккинчи Балмер серияси тўлқин узунлигини аниқланг.
4. Икки қарра зарядланган Литий учун ионизатсия энергиясини ҳисобланг.
5. Водород атоми учун ионизатсия энергияси берилиши учун қандай максимал тўлқин узунлигидаги ёруғлик билан нурлантирилиши керак?
6. Водород атоми учун биринчи ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтганда унинг массаси қанчага ўзгаради?
7. Водород атоми электрони асосий ҳолатда бўлгандаги кинетик ва потенциал энергияларини ҳисобланг.
8. Уйғонган водород атоми радиуси 1мм. Бор орбитаси ўлчами учун қандай квант сони тўғри келади?
9. Водород атоми электрони ва ядроси орасидаги гравитатсион ва электр ўзаро таъсирларни ҳисобланг.
10. Водород атоми электрони ядроси билан фақат гравитатсион ўзаро таъсирда бўлса, у ҳолда биринчи Бор радиуси нимага тенг бўлади

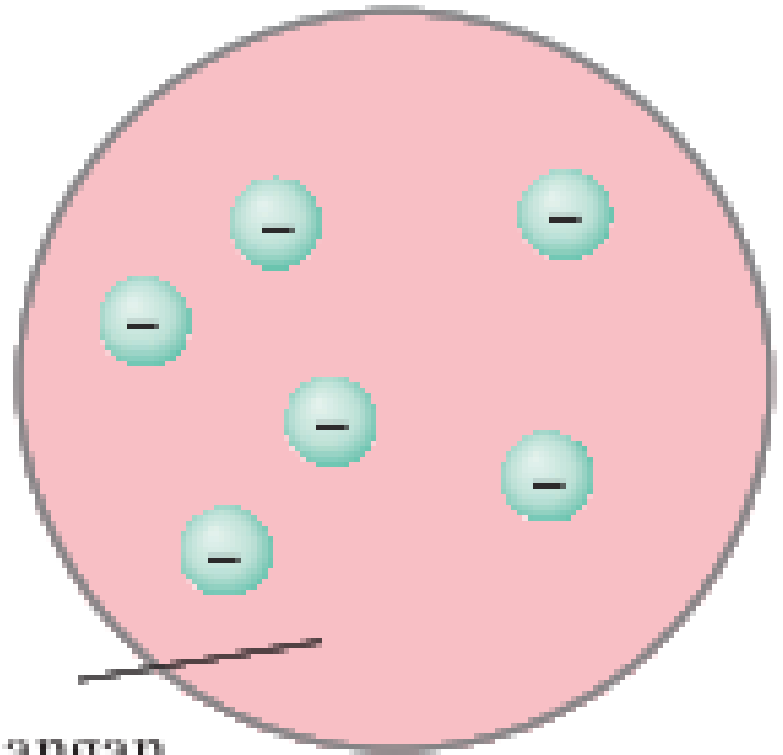
Резерфорд тажрибаси



Резерфорд атомнинг планетар модулини яратдт. Атомнинг марказида мусбат зарядланган ядро ва унинг атрофида ҳаракатланувчи электронлардан иборат.

Атомнинг Томсон модели

$\approx 10^{-10}$ m

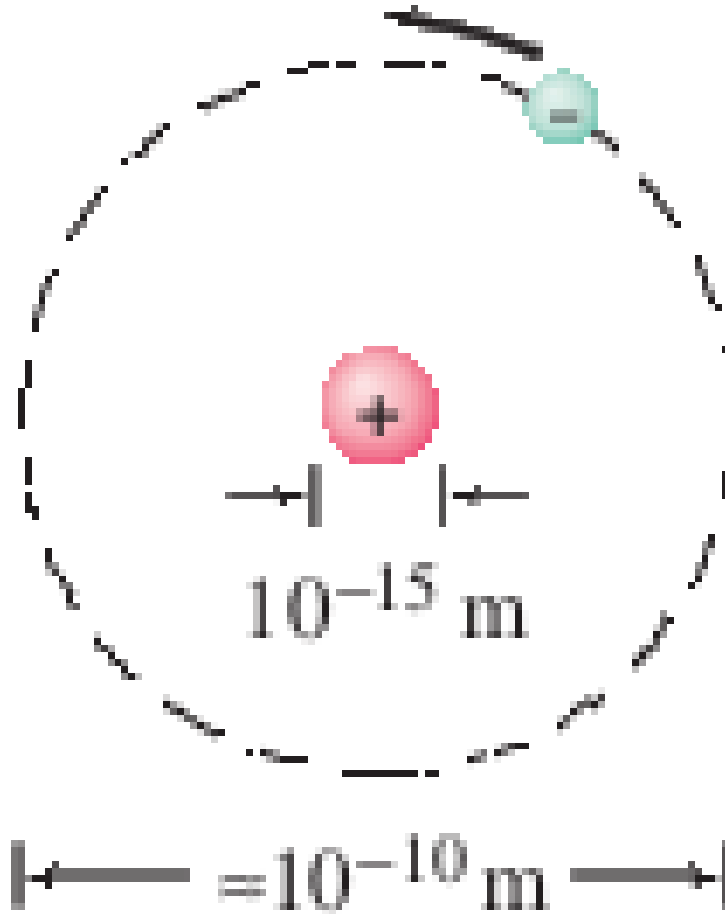


Musbat
zaryadlangan
modda

Алфа заррачага ядронинг таъсири



Томнинг планетар



МОДЕЛИ

Бор постулатлари

1. *Атомдаги электронлар маълум қийматли радиусларга эга орбиталарда ҳаракат қилиши мумкин.*

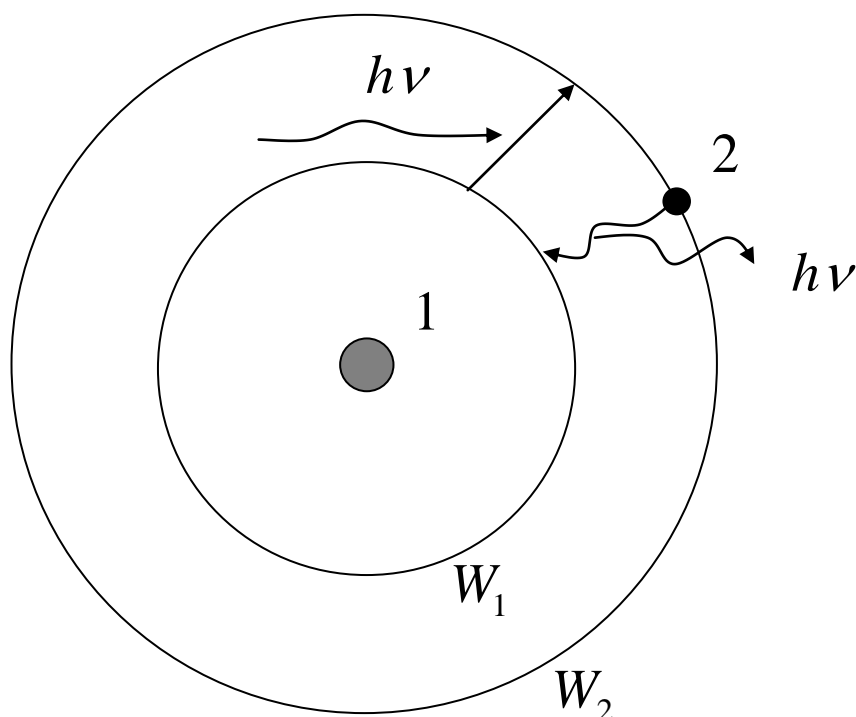
$$mvr = n \frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

(21.4)

бу ерда m - электрон массаси, v - унинг тезлиги, r - орбита радиуси, n - квант сони, h - Планк доимийси.

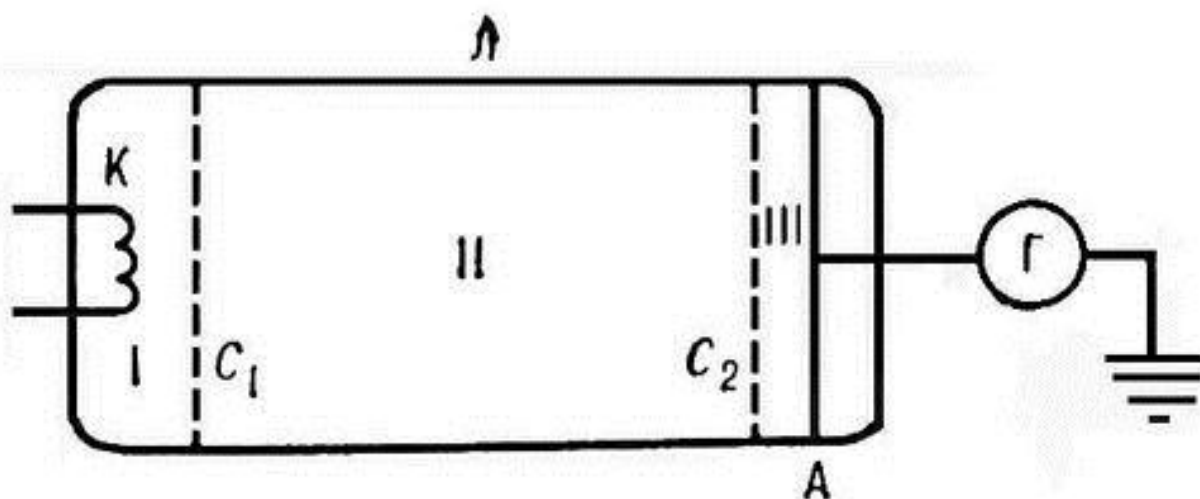
2. Электронлар ўз орбиталарида айланиб турар эканлар улар нур ютмайдилар ҳам, нурлатмайдилар ҳам.

3. Электрон бир ситационар орбитадан иккинчи стационар орбитага ўтганда нур кванти ютилади (ёки нурланади).

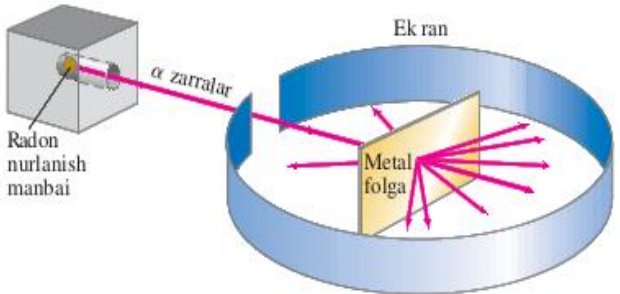


Франк – Герц тажрибаси.

Г. Герц 1913 йилда атомларнинг энергиялари дискрет қийматлари эга бўлишини тажрибада исбот қилдилар



Т трубкадан ҳаво сўриб олиниб, унинг ичига кичик босмли (13 Па) симоб парлари киритилади. Трубка ичида К катод, иккита C_1 , ва C_2 сетка ва А анод жойлашган. C_1 сеткага катоддан чиқувчи электронларни тезлатувчи потенциал берилади, анод ва C_2 сетка орасига $0,5 \text{ В}$ га яқин кичик тормозловчи потенциал берилади. 1 – соҳада тезлатилган электронлар 2 – соҳага қириб симоб атомлари билан тўқнашадилар

| Ўзбекча | Ингилизча | Ўзбекча |
|---------------------|-----------------------|--|
| Резерфорд тажрибаси | Rutherford experience |  <p>Резерфорд атомнинг планетар модулини яратди. Атомнинг марказида мусбат зарядланган ядро ва унинг атрофида ҳаракатланувчи электронлардан иборат.</p> |
| Бор постулатлари | Bor postulatleri | <ol style="list-style-type: none"> 1. Атомдаги электронлар маълум қийматли радиусларга эга орбиталарда ҳаракат қилиши мумкин. 2. Электронлар ўз орбиталарида айланиб турар эканлар улар нур ютмайдилар ҳам, нурлатмайдилар ҳам. 3. Электрон бир ситационар орбитадан иккинчи стационар орбитага ўтганда нур кванти ютилади (ёки нурланади). |
| Бальмер формуласи | The formula Bal'mer | $\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 3, 4, 5, \dots)$ |
| Ридберг доимийси | Ridberg constant | $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ sek}^{-1}$ |
| Лаймон серияси | Lyme series | $\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$ |
| Пашен серияси | Pasha series | $\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad (n = 4, 5, 6, \dots)$ |