

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА УРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

КАРШИ МУХАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЕТ ИНСТИТУТИ

ФИЗИКА КУРСИ

МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

КАРШИ-2004

Аннотация

Мазкур маърузалар матни физика курсини уз ичига олган булиб, КМИИ КПТ (Электрэнергетика) йуналишида тахсил олаётган талабаларга уқилган маърузалар асосида тузилган. Ушбу маърузалар бакалавр дастурига асосланган.

Маърузалар матнида асосий эътибор физика фанининг моҳиятини очишга, энг муҳим ҳодисалар ва қонунларни физик маъносини тушунтиришга қаратилди. Бунда асосий физик формулалар математик равишда келтириб чиқарилмасдан, тайёр ҳолда берилди, аммо уларнинг физик маъноси кенг тушунтирилди. Физик формулалар асосан халқаро бирликлар системаси СИ да берилди.

Тузувчи:
Такризчи:

к.уқит. Аликулов М.Н
доц. Нуриддинов Б.

Аннотация

Данной сборник лекций состоит из курса физики и предназначен для студентов, обучающихся по специальности электроэнергетика (профессионально-педагогическое образование). Лекции составлены на основе программы для бакалавров.

В сборнике лекций раскрыто значение предмета физики, её важнейшие законы и физические явления. Основные физические формулы приведены в готовом виде в международной системе единиц СИ и разъяснены их физические значения.

Составитель
Рецензент

Аликулов М
Саъдуллаев А.

Annotation

This collection of lectures consists of Physics course and it is intended for students, studying in specialty Electroengineering (Professional Pedagogical Education). The lectures are based on the Bachelor Programme.

The importance of Physics, its important laws and physical phenomena are given in the collection of lectures. The main physical formulas in international Units Systems SI are given and their meanings are explained in this collection.

The compiler
The reviewer

Alikulov M
Sa'dullaev A.

Ушбу маърузалар матни Қасб таълими факультети услубий комиссиясида қуриб чиқилган ҳамда уқув жараёнида фойдаланишга тавсия қилинган.

III-БУЛИМ. ЭЛЕКТР ВА МАГНЕТИЗМ

КИРИШ

Электродинамика электр зарядли алохида жисмлар ёки зарраларни бир-бирига таъсир эттирадиган ва материянинг махсус тури булган электромагнетик майдон характерининг хосса ва қонуниятлари тугрисидаги фандир. Электродинамиканинг тинч ҳолатидаги электр зарядларини урганувчи булими *электростатика* деб аталади.

Икки тур электр зарядлар-мусбат ва манфий зарядлар мавжуд. Бир хил ишорали электр заряд билан зарядланган жисмлар бир-бирларидан итариладилар, турли ишорали электр заряд билан зарядланган жисмлар бир-бирларига тортиладилар. Жисмларнинг электрланган ёки электрланмаганлигини аниқловчи асбобга электроскоп дейилади.

Электрон энг кичик зарядга эга булган заррача булиб, электрон зарядини кийматини биринчи булиб америкалик олим Д.Милликен аниқлаган. Электроннинг заряди манфий булиб, унинг киймати $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл га тенг. Электроннинг массаси $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг га тенг. Электронлар қаердан ҳосил булади?

Бу саволга жавоб бериш учун атомнинг тузилишини талкин қилиб чиқайлик. Атомнинг марказида протон ва нейтронлардан иборат ядро, атрофида электронлар ҳаракатланади. Бутун атом зарядсиз, чунки ядронинг мусбат заряди ҳамма электронларнинг манфий заряд йигиндисига тенг, у электр жихатдан нейтрал. Агар нейтрал жисм бирор бошқа жисмдан электронлар олса, манфий зарядга эга булади. Электронлари етишмайдиган жисм мусбат зарядланган булади. Шундай қилиб, жисм электронларини йукотган ва ортиқча электрон олган тақдирдагина электрланади. Электр заряди йуқолиши ва яна пайдо булиб туриши мумкин. Лекин доимо икки қарама-қарши ишорали икки элементар заряд бир вақтда пайдо булади ва йуқолади. Ёпик системада барча заррачалар зарядларининг алгебраик йигиндиси узгармай қолаверади:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.}$$

Электр зарядининг сақланиш қонуни ёпик система учун яъни ташқаридан зарралар қирмайдиган ва ташқарига бундай заррачалар чиқармайдиган система учун уринли.

ЭЛЕКТРОСТАТИСТИКА. КУЛОН ҚОНУНИ

Режа:

1. Кулон қонуни.
2. Электр майдон қучланганлиги.
3. Нуктавий заряд майдонининг қучланганлиги.
4. Қучланганлик қизиклари.
5. Электр майдонларнинг қушилиши

Электростатиканинг асосий қонуни зарядланган иккита кузгалмас нуктавий жисм ёки зарра орасидаги таъсир қонунидир. Уни 1785 йилда Кулон тажриба оркали аниқлаган.

Иккита нуктавий заряднинг узаро таъсир кучи ҳар бир заряд катталигига тугри ва зарядлар уртасидаги масофанинг квадратига тесқари пропорционалдир. Кучнинг йуналиши зарядлар оркали утган тугри чизик билан устма-уст тушади:

$$F_k = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2};$$

Вектор қурилишда Кулон қонуни шундай ёзилади:

$$F_k = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^3} \cdot \vec{r}.$$

Бу ерда k –пропорционаллик коэффициентлари бўлиб, унинг қиймати СИ системасида: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ га тенг. ϵ_0 –электр доимийси деб аталади:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2};$$

Электрланган жисм атрофида фазода электр майдон мавжуд бўлади. Электр майдон материянинг моддадан фарқли бўлган бир туридир. Электр майдонга киритилган зарядга шу электр майдон томонидан таъсир этувчи куч электр кучи деб аталади. Электр майдоннинг асосий хоссалари–электр зарядига бу майдоннинг бирор куч билан таъсир қилишидир. Зарядга қўрилган таъсирга қараб майдоннинг борлигини, унинг фазодаги тақсимоли аниқланади. Кузгалмас заряднинг электр майдони электростатик майдон деб аталади. Электростатик майдонни факат электр зарядлари ҳосил қилади. Майдоннинг тайинли бир нуктасига қўрилган зарядга таъсир этувчи кучнинг бу зарядга нисбати майдоннинг ҳар бир нуктасида зарядга боғлиқ эмас ва майдон характеристикаси деб ҳисобланиши мумкин. Бу характеристика майдон қўрилганлиги дейилади:

$$E = \frac{F}{q}$$

Майдон қўрилганлиги нуктавий зарядга майдон томонидан таъсир қиладиган кучнинг шу зарядга нисбатига тенгдир. $\vec{E}$ –векторнинг йуналиши мусбат зарядга таъсир этадиган куч йуналиши билан бир хил бўлиб, манфий зарядга таъсир этадиган кучга қарама-қаршидир.

Нуктавий заряд майдонининг заряддан r масофадаги қўрилганлик модули:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}.$$

Агар $q > 0$ бўлса, майдоннинг ҳар қандай нуктадаги қўрилганлик вектори шу нуктани заряд билан туташтирувчи тугри чизикда заряддан чиқадиган йуналишда бўлади. Агар $q < 0$ бўлса, қўрилганлик вектори бу нуктани заряд билан туташтирувчи тугри чизикда зарядга қарадиган йуналишда бўлади.

Электр майдоннинг қўрилганликлари геометрик равишда қўрилади. Майдонлар супер позиция принципининг таърифи: Агар ҳар хил зарядли зарралар

фазонинг маълум бир нуктасида кучланганликлари $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ булган майдонлар хосил килса, майдоннинг бу нуктадаги натижавий кучланганлиги куйидагига тенг булади: $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$.

Кучланганлиги фазонинг хамма нукталарида бир хил булган электр майдон бир жинсли майдон дейилади. Электр майдоннинг куч чизиклари ёпик эмас, улар плус зарядда бошланиб, минус зарядда тугайди. Электр майдонни кучланганлик чизиклари оркали тасвирлаш мумкин. Бу чизикларни кискача килиб, E чизиклари дейиш мумкин. Кучланганлик чизиклари шундай утказилиши керакки, уларнинг хар бир нуктасига утказилган уринма E вектор йуналишига мос келсин. Майдон кучланганлик чизиклари калинлиги сон жихатидан $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$ га тенг, демак, N

(r радиусли сферанинг сирти оркали утаётган чизикларнинг тула сони) чизиклар калинлигининг сфера сирти юзи ($4\pi r^2$) га купайтмасига тенг.

$N = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q_0}{\epsilon_0}$, яъни заряддан исталган масофадаги чизиклар сони бир

хилдир. Бундан чизиклар заряддан бошка хеч каерда бошланмайди ва тугамайди. Улар зарядда бошлаб, чексизликка кетаверади ва аксинча.

Синов саволлари

- 1) Электростатика фани нимани урганади?
- 1) Кулон конунига биноан икки нуктавий заряднинг узаро таъсир кучи нимага тенг?
- 2) Электр майдон кучланганлиги нимага тенг? ва унинг йуналиши кандай булади?
- 3) Майдонлар суперпозиция принципини таърифланг?
- 4) Электр зарядининг сакланиш конуни кандай системалар учун уринли?

ОСТРОГРАДСКИЙ-ГАУСС ТЕОРЕМАСИ ВА УНИНГ КУЛЛАНИШЛАРИ.

Режа:

1. Электростатик индукция вектори ва унинг оками.
 2. Остроградский ва Гаусс теоремаси.
 3. Текис зарядланган сферанинг майдони.
 4. Текис зарядланган яккаланган шарнинг майдони
 5. Текис зарядланган цилиндрнинг майдони.
 6. Иккита тенг ва карама-карши зарядланган шарлар орасидаги майдон.
1. Нуктавий заряднинг электр майдон кучланганлиги куйидагига тенг эди.

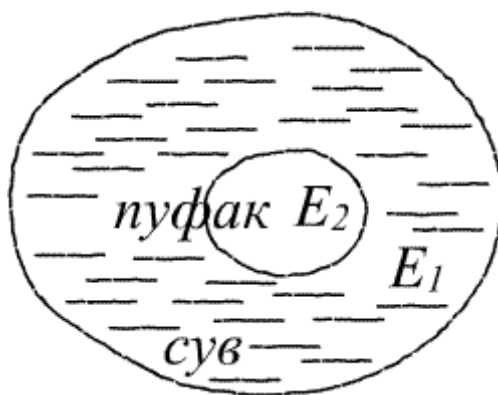
$$E = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon r^2} \quad (1)$$

(1) формуладан куришиб турибдики электр майдон кучланганлиги мухитнинг диэлектрик сингдирувчанлигига боғлиқ. Мисол сифатида сув юзасида ҳосил бўлиб қолган сув пуфакчасини келтириш мумкин (1-расм).

$$E_1 = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon r^2} = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q}{81r^2} \quad \text{суда}$$

$$E_2 = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon r^2} = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q}{1.r^2} \quad \text{пуфакда.}$$

Куришиб турибдики $E_2 > E_1$.



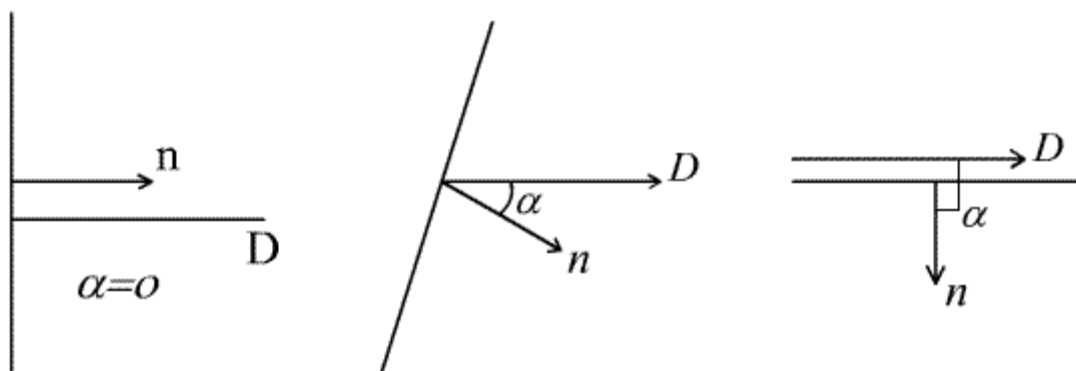
1-расм

(1) ифодадан $\vec{E}\epsilon_0\epsilon = \frac{K_0q}{r^2} = \vec{D}$ (2) ифодага электростатик майдон индукция дейилади.

Электр майдонида жойлашган бирор сиртни кесиб ўтаётган куч чизиклари сони майдоннинг шу сирт орқали ўтаётган кучланганлик оқими N дейилади ва у қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$N = D \cdot S \cos(\vec{D}\vec{n}) \quad (3)$$

Кучланганлик оқими N электростатик майдон индукцияси ва S сиртга ўтказилган нормал орасидаги бурчакка боғлиқ экан (2-расм).



2-расм.

$\vec{D}$ ва $\vec{n}$ ларнинг орасидаги бурчакка боғлиқ холда кучланганлик оқими куйидаги кийматларни қабул қилар экан.

$$1) N > 0 \quad \text{агар} \quad 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$$

$$2) N = 0 \quad \text{агар} \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

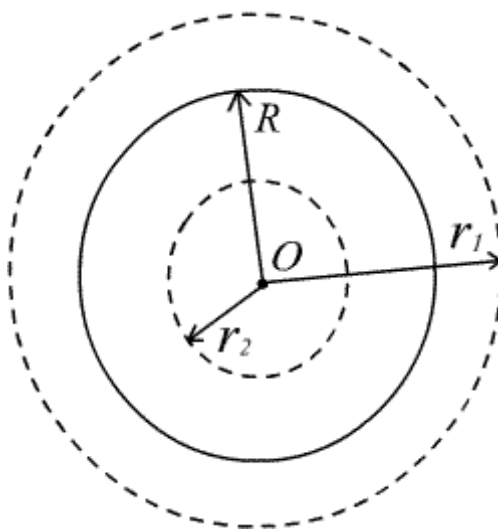
$$3) N < 0 \quad \text{агар} \quad \alpha > \frac{\pi}{2}$$

2. Дастлаб R радиусли сферик сирт унинг марказида турган битта q зарядни ураб турган холни қурайлик (1) формулага мувофик

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (4)$$

(3) формулага мувофик бутун сферада майдоннинг кучланганлиги бир хил булади.

Энди бу сферани ихтиерий епик сирт билан ураймиз (3-расм) радиуслари эса r_1 ва r_2 булсин. Шу сфералар учун электростатик индукция векторини ва унинг оқимини ҳисоблаймиз



3-расм.

$$1) \quad \epsilon_0 \epsilon E_1 = \frac{K_0 q}{r_1^2} = D_1 ; \quad N_1 = D_1 S_1 \cos \alpha_1 = K_0 \frac{q}{r_1^2} \cdot 4\pi r_1^2 \cdot 1 = K_0 4\pi q$$

$$2) \quad \epsilon_0 \epsilon E_2 = \frac{K_0 q}{r^2} = D_2 ; \quad N_2 = D_2 S_2 \cos \alpha_2 = K_0 \frac{q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 \cdot 1 = K_0 4\pi q$$

чунки $\vec{D}$ ва $\vec{n}$ нормал орасидаги бурчак 0 га тенг.

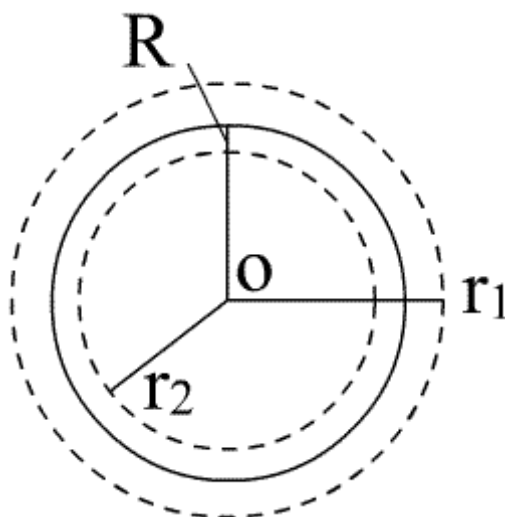
Теорема. Исталган епик сиртдан (га) чикувчи (кирувчи) индукция оким чизикларининг сони, шу епик сиртнинг ичидаги заряд микдорининг $(\sum q)$, $k_0 4\pi$ га купайтмасига тенг, яъни

$$N = \vec{D}S \cos \alpha = k_0 4\pi \sum q \quad (5).$$

3. Радиуси R ва заряди $+q$ булган сфера берилган булсин бу сферанинг сирт зичлиги

$$G = \frac{q}{4\pi R^2} \text{ га тенг.}$$

1-хол $r_1 > R$ яъни сферанинг ташкарисидаги нуктанинг майдонини хисоблаймиз.



4-расм.

(4) формулага биноан

$$D(r_1) 4\pi r_1^2 \cdot \cos 0^\circ = K_0 4\pi q$$

$$D(r_1) \cdot 4\pi r_1^2 \cdot 1 = K_0 4\pi q \Rightarrow D(r_1) = K_0 \frac{q}{r_1^2} \quad (6).$$

$$D(r_1) = \varepsilon_0 \varepsilon E(r_1) \Rightarrow E(r_1) = \frac{D(r_1)}{\varepsilon_0 \varepsilon} \quad (7)$$

$$(6) \rightarrow (7) \quad E(r_1) = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{q}{r_1^2} \quad (8)$$

(8) ифода R радиусли сферанинг ташкарисидаги нуктанинг майдон кучланганлигидир.

II- хол $r_2 < R$ яъни сфера ичидаги нуктанинг майдон кучланганлигини хисоблаймиз

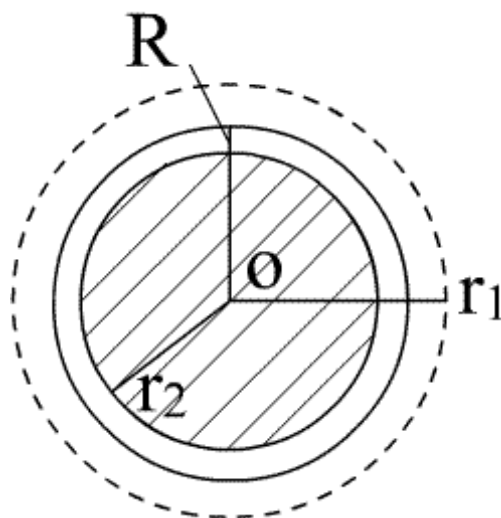
$$D(r_2) \cdot 4\pi r_2^2 \cdot \cos 0^\circ = K_0 4\pi \cdot 0$$

$$\left. \begin{array}{l} D(r_2) = 0 \\ E(r_2) = 0 \end{array} \right\} \text{чунки сфера ичида заряд йук.}$$

4. Шарнинг ичи буш эмаслиги билан сферадан фарк килади. Бу хол учун хажмий зичлик куйидагига тенг.

$$\rho = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

радиуси R булган шар берилган булсин. 5-расм.



5-расм

1-хол. $r_1 > R$ (5) формулага мувофик

$$D(r_1) 4\pi r_1^2 \cdot \cos 0^\circ = K_0 4\pi q$$

$$D(r_1) = K_0 \frac{q}{r_1^2}$$

$$D(r_1) = \varepsilon_0 \varepsilon E(r_1) \rightarrow E(r_1) = \frac{D(r_1)}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{q}{r_1^2} \quad (9).$$

(9) ифода шарнинг ташкарисидаги нуктанинг майдон кучланганлиги

II-хол. $r_2 < R$; $\rho = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{q_2}{\frac{4}{3}\pi r_2^3}$ бундан

$$\frac{q}{R^3} = \frac{q_2}{r_2^3} \rightarrow q_2 = \frac{r_2^3}{R^3} \cdot q$$

(5) формулага биноан

$$D(r_2) 4\pi r_2^2 \cdot \cos 0^\circ = K_0 4\pi q \frac{r_2^3}{R^3}$$

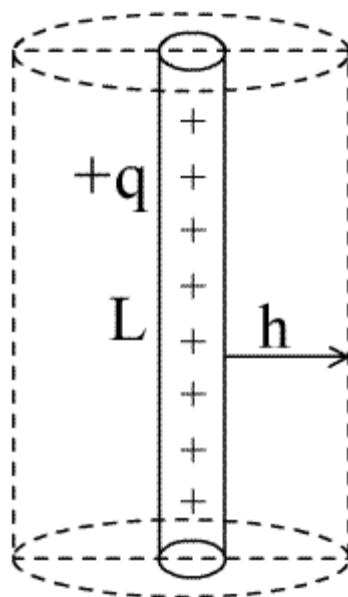
$$D(r_2) = K_0 \frac{q}{R^3} \cdot r_2$$

Демак

$$E(r_2) = \frac{D(r_2)}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{q}{\varepsilon R^3} \cdot r_2 \quad (10)$$

(9) ифода текис зарядланган шарнинг ичкарасидаги нуктанинг майдон кучланганлиги.

5. Текис зарядланган цилиндр берилган булсин 6-рasm.



6-рasm.

Цилиндрнинг чизикли заряд зичлиги $\lambda = \frac{q}{L}$ га тенг. L- цилиндрнинг узунлиги.

Энди цилиндрдан h масофадаги бирор A нуктада цилиндр майдони кучланганлиги катталигини аниқлаймиз. Цилиндр узунлигини L кисмини уки цилиндр билан устма-уст тушган, ен сиртида эса A нукта булган цилиндр билан ураймиз.

Остроградский-Гаусс теоремасига биноан

$$D(h)S_{en} \cos \alpha = K_0 4\pi q; \quad S_{en} = 2\pi Lh \quad \text{лигидан}$$

$$D(h)2\pi hL = K_0 4\pi q$$

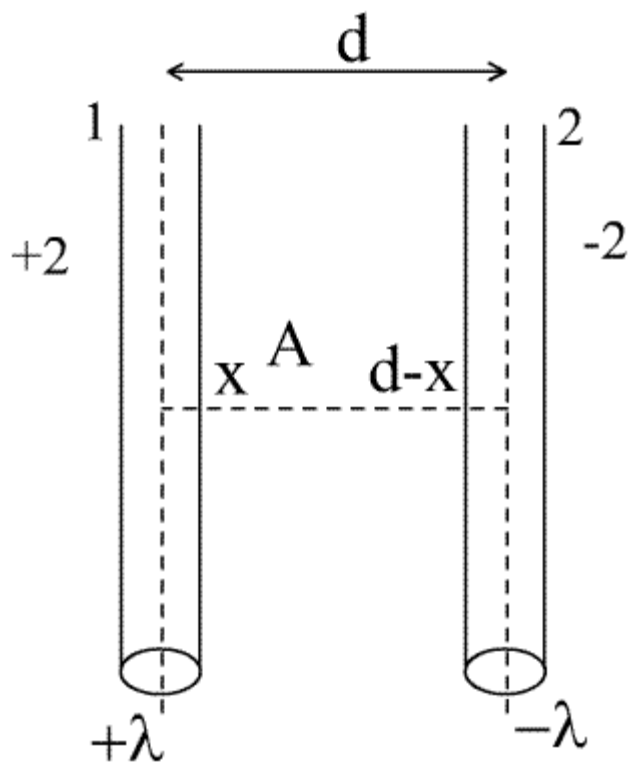
$$D(h) = K_0 \frac{2q}{hL}; \quad D(h) = \varepsilon_0 E, \quad E = \frac{D(h)}{\varepsilon_0}$$

$$D(h) = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{2q}{hL} \quad (11).$$

Бу ифодага текис зарядланган цилиндрнинг майдои дейилади.
Цилиндрнинг ичи буш булса майдон 0 га тенг, чунки заряд мавжуд эмас.

6. 2 та тенг ва карама- карши зарядланган цилиндрлар майдони.
2 та тенг ва карама-карши зарядланган параллел цилиндр берилган булсин (7-расм). А нуктадаги майдон кучланганлигини топамиз. Супперпозиция принципига асосан

$$E_A = E_1 + E_2$$



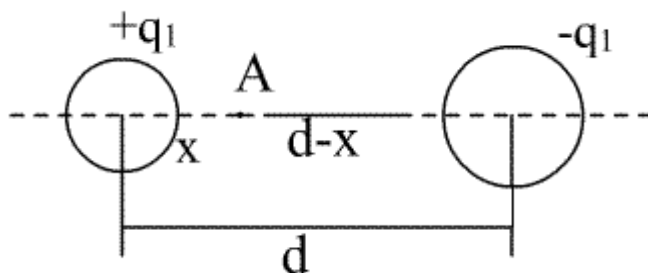
7- расм.

(10) ифодага биноан куйидагича езиш мумкин.

$$E = E_1 + E_2 = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{2q}{\varepsilon h x} + \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{2q}{\varepsilon h (d-x)} = \frac{K_0}{\varepsilon_0} \frac{2q}{\varepsilon L} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{d-x} \right) \quad (12)$$

(11) ифодага 2 та тенг ва карама-карши зарядланган цилиндрлар майдони дейилади.

7. 2 та (тенг ва карама-карши зарядланган) шарлар орасидаги майдон.



8-расм.

Карама-карши зарядланган 2 та шар берилган булсин (8-расм). А нуктадаги майдон кучланганлигини топамиз.

$$E_A = E_1 + E_2$$

(6) ифодага биноан куйидагини хосил киламиз.

$$E = E_1 + E_2 = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q_1}{x^2} + \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{q_2}{(d-x)^2} = \frac{K_0}{\epsilon_0} \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{q_1}{x^2} + \frac{q_2}{(d-x)^2} \right) \quad (13)$$

(12) ифодага 2 та шар, (сфера) орасидаги майдон кучланганлиги дейилади.

Берк сирт билан уралган зарядлардан чикаетган индукция куч чизикларининг бир кисми электрикларнинг булиниш чегараларида тамом булади ва берилган сиртни кесиб утмайди.

Д электр индукция турли диэлектрикларнинг булиниш чегараларида узилмагани сабабли берк сирт билан уралган зарядлардан чикувчи барча индукция чизиклари бу сиртни кесиб утади.

Кучланганлик Е дан фарк килиб электр индукция Д барча диэлектриклар учун узгармасдир.

ПОТЕНЦИАЛ. ЭЛЕКТР СИГИМИ.

Режа:

1. Электростатик майдон кучларининг иши.
2. Электр майдонида зарядни кучиришда бажарилган иш.
3. Нуктавий заряднинг потенциали.

4. Электр сизими. Ясси конденсатор электр сизими.

5. Электр майдон энергияси.

Электростатик майдон потенциал майдон булиб, бу майдонда зарядни кучиришда бажарилган иш:

$$dA = fdl \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r^2} dl \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r^2} dr$$
$$dl \cos \alpha = dr;$$
$$A = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

га тенг. Бу формула бажарилган иш заряд майдонда босиб утган йулига боглик булмай, балки бу заряднинг майдондаги бошлангич ва охири холатларига боглик эканлигини курсатади.

Механикадан маълумки кучларнинг потенциал майдонида жойлашган жисм потенциал энергияга эга булиб, майдон кучлари шу энергия хисобидан иш бажаради. Электр майдонида бажарилган ишни потенциал энергия фарки сифатида ифодалаш мумкин:

$$dA = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r_1} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r_2} = W_{p_1} - W_{p_2} = -\Delta W_p.$$

Бу ерда $W_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r_1}$ q' зарядининг q заряд майдонидаги потенциал энергияси. Турли q' q'' ва хоказо синаш зарядлари майдоннинг муайян нуктасида турли потенциал энергияга эга булади. Лекин барча зарядлар учун $\frac{W_p}{q_{син}}$ нисбат

бир хил булиши курилиб турибди. $\phi = \frac{W_p}{q_{син}}$ нисбатга муайян нуктадаги майдон потенциали дейилади. Потенциал сон жихатидан бирлик мусбат заряднинг майдондаги муайян нуктадаги потенциал энергиясига тенгдир. Нуктавий заряднинг потенциали

$$\phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

га тенг. Зарядлар системаси хосил килган майдон потенциали система таркибига кирган хар бир заряднинг алохида хосил килган майдон потенциаллари алгебраик йигиндисига тенгдир. Майдоннинг потенциали ϕ га тенг булган нуктада жойлашган заряд куйидаги потенциал энергияга эга $W_p = q\phi$. У холда $A_{12} = W_{p_1} - W_{p_2} = q(\phi_1 - \phi_2)$ майдон кучларининг заряд устида бажарган иши заряд микдорининг бошлангич ва охири нукталари устидаги потенциаллар фарки купайтмасига тенг. Потенциал сон жихатдан майдон кучларининг бирлик мусбат зарядни муайян нуктадан чексизликка кучиришда бажарган ишига тенгдир.

Майдон кучларининг заряд q устида йулнинг dl кесмаси давомида бажарган ишини бир томондан $qE_l dl$ курилишида, иккинчи томондан заряд потенциал энергиясининг камайишини курсатувчи ифода, яъни

$$-d(q\varphi) = -q \frac{d\varphi}{dl} dl$$

оркали ифодалаш мумкин. Бажарилган иш ва потенциал энергиянинг камайишини тенглаштириб $qE_l dl = -q \frac{\partial \varphi}{\partial l} dl$ ни ҳосил киламиз, бундан $E_l = -\frac{\partial \varphi}{\partial l}$, бу ерда l оркали фазода ихтиёрий равишда танланган йуналиш белгиланган $E = -grad\varphi$ ифода электр майдон кучланганлиги потенциали тескари ишорада олинган градиентга тенг эканлигини курсатади.

Агар утказгичга бирор q заряд берилса, у утказгич сирти буйича шундай таксимланадики, утказгичдаги майдоннинг кучланганлиги нолга тенг булади. Агар q зарядга эга булган утказгичга катталиги худди шундай заряд берилса, заряд ҳам олдинги заряд каби таксимланиши керак., акс холда у утказгичда нолга тенг булмаган майдон пайдо булади. Утказгичдаги заряднинг купайиши атрофдаги жисмлар зарядларининг қайта таксимланишига олиб келмаган холдагина юкорида айтиб утиладиган шарт бажарилишини айтиб утиш зарурдир. Шундай қилиб, бошқа жисмлардан узок масофада жойлашган утказгичда катталиклари ҳар хил булган зарядлар юкоридагича ухшаш таксимланади, яъни жисмнинг исталган иккита нуктаси уларни олинган заряд зичликларининг нисбати зарядларнинг катталиги қандай булимига қарамай доимий булади. Потенциал ва заряд уртасидаги пропорционаллик коэффициентини утказгичнинг электр сигими дейилади.

$$Q = c \cdot \varphi \quad c = \frac{q}{\varphi}$$

Сигим сон жихатидан шундай зарядга тенгки, бу заряд утказгичга берилса, унинг потенциали бир бирликка ортади. Агар икки утказгичга $+1$ Кл ва -1 Кл заряд берилганда улар орасида 1 В потенциаллар айирмаси ҳосил булса, бу 2 утказгичнинг электр сигими 1 бирликка тенг булади. Бу бирлик (Φ) Фарада дейилади $1\Phi = 1\text{Кл}/1\text{В}$.

Ясси конденсаторининг сигими:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}.$$

Бундан куринадики, конденсаторнинг электр сигими пластинкаларнинг юзи S ва улар орасидаги масофа d ва электр хоссаларига боғлиқ.

Бирор утказгичда жойлашган q зарядни нуктавий Δq зарядлар системаси деб қараш мумкин. Бундай системанинг энергияси барча Δq зарядларни чексизликдан утказгичнинг сиртига қучириш учун бажарилган ишга тенгдир.

Бу ерда

$$\Delta A = \varphi \Delta q = \frac{q}{C} \Delta q.$$

φ утказгичнинг қучирилган q зарядга боғлиқ булган потенциали, c — утказгичнинг сигими. Бу иш утказгичнинг энергиясини орттиради:

$$dW = \frac{1}{C} q dq$$

бундан энергия ифодаси келиб чиқади: $W = \frac{q^2}{2C} + const.$

зарядланмаган утказгичнинг энергиясини нолга тенг деб хисоблаш табиийдир. У ҳолда:

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{C\varphi^2}{2};$$

Зарядланган конденсаторнинг энергияси $W = \frac{q^2}{2C} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{C\varphi^2}{2}$ дан аниқланади.

Конденсатор энергияси формуласидан фойдаланиб ясси конденсаторнинг пластинкалари бир-бириларини тортаётган кучни аниқлаймиз. $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ дан фойдаланиб, $W = \frac{q^2}{2C} = \frac{q^2}{2\epsilon_0 \epsilon S} x$ формулага келамиз. $F = -\frac{\partial W}{\partial x} = -\frac{q^2}{2\epsilon_0 \epsilon S} (-)$ ишора кучнинг x масофани камайтиришга интилишини курсатади.

$$W = \frac{q^2}{2C} \quad (1)$$

$$W = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} V \quad (2)$$

(1) формула конденсаторнинг энергиясини копламалардаги заряд билан боғласа, (2)чи формула майдон кучланганлиги билан боғлайди. Электр майдони энергиясининг зичлиги $\omega = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} E^2$ га тенг.

Синов саволлари

- 1) Электростатик майдонда зарядни кучиришда бажарилган иш нимага тенг?
- 2) Майдон потенциали деб нимага айтилади?
- 3) Нуктавий заряднинг потенциали нимага тенг?
- 4) Электр майдон кучланганлиги ва потенциали орасидаги муносабат нимадан иборат?
- 5) Зарядларнинг мувозанат шарти нималардан иборат?
- 6) Утказгичнинг электр сизими деб нимага айтилади ва у қандай ифодаланади?
- 7) Ясси конденсаторнинг электр сизими нимага тенг?
- 8) Конденсатор энергиясини копламалардаги заряд ва майдон кучланганлиги билан боғланиши нимадан иборат?

УЗГАРМАС ЭЛЕКТР ТОКИ. ОМ КОНУНИ

Режа:

1. Узгармас электр токи.
2. Электр юритувчи куч.
3. Ом конуни. Утказгичларнинг каршилиги.
4. Жоуль–Ленц конуни.

Агар утказгичда электр майдони хосил килинса, у холда заряд ташувчиларнинг тартибли харакати, яъни мусбат зарядларнинг майдон йуналишида, манфий зарядларнинг эса карама–карши йуналган харакати вужудга келади. Зарядларнинг тартибли харакати *электр токи* дейилади. Агар утказгич кундаланг кесимидан dt вақт ичида dq заряд утса, ток кучи

$$i = \frac{dq}{dt}$$

га тенг булади.

Мусбат зарядларнинг йуналиши токнинг йуналиши деб қабул килинган. Электр токини ток зичлиги вектори $\vec{j}$ орқали туларок характерлаш мумкин. Бу вектор микдор жихатидан берилган нуктада заряд ташувчиларнинг йуналишига перпендикуляр булган $dS_{\perp}$ юзадан утувчи ток кучи di нинг шу юза катталигига булинганлигига тенг.

Вақт утиши билан ток кучи узгармайдиган ток *узгармас ток* дейилади.
 $i = \frac{q}{t} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{сек}} = \text{А} \right]$. Ток кучини Халқаро СИ системасидаги бирлиги 1–Ампер.

Токнинг мунтазам оқиб туриши учун занжирнинг маълум сохаларига ёки бутун занжирга таъсир этувчи таъки кучлар зарур экан. Уларни химиявий процесслар, бир жинсли булмаган мухитда ёки хар хил турдаги икки хил модда чегарасида заряд ташувчиларининг диффузияси, узгарувчан магнит майдонлари хосил киладиган электр майдонлари ва х.к. вужудга келтириш мумкин. Таъки кучларнинг бирлик (+) заряд устида бажарган ишига тенг булган катталик занжирдаги ёки унинг бир қисмидаги электр юритувчи куч (ЭЮК) дейилади.

$$\varepsilon = \frac{A}{q};$$

Электростатик ва таъки кучларнинг (+) зарядни кучиришда бажарган ишига тенг булган катталик занжирнинг берилган қисмидаги кучланиш тушуви ёки U кучланиш дейилади.

Бир жинсли металл утказгичдан утаётган ток кучи утказгичдаги кучланиш тушуви U га пропорционал булади: $i = \frac{U}{R}$

Бир жинсли утказгич деб ташки куч таъсир этмайдиган утказгичга айтилади. U утказгичнинг учларидаги ϕ_1 - ϕ_2 потенциаллар айирмасига тенг булади. R утказгичнинг электр каршилиги дейилади. каршилилик бирлиги Ом булиб, у шундай утказгичнинг каршилигики, бунда кучланиш 1В булганда утказгичдан 1А ток утади. Бир жинсли цилиндрсимон утказгич учун каршилик

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

га тенг.

Бу ерда:

l —утказгичнинг узунлиги.

S —кундаланг кесим юзаси.

ρ —утказгич ясалган материалнинг табиатига боғлиқ булган коэффициент, буни солиштирма электр каршилиқ дейилади.

Утказгичдан ток утганда утказгич кизийди, бу жараёнда ажралиб чиккан иссиқлик микдори утказгич каршилигига ток кучининг квадратиға ва вақтға пропорционал экан $Q = I^2 R t$.

Агар ток вақт буйича узгарса, у холда $Q = \int_0^t j^2 R dt$

Q —Жоульларда ифодаланади.

Бирлиқ вақтда бирлиқ хажмдан ажралиб чикувчи иссиқлик микдорини токнинг солиштирма куввати деб атаймиз. $\omega = \rho j^2$ $\omega = jE = \sigma E^2$.

Синов саволлари

- 1) Электр токи деб нимага айтилади ва у кандай ифодаланади?
- 2) Электр токнинг зичлиқ вектори нимага тенг?
- 3) Электр юритувчи куч деб нимага айтилади?
- 4) Утказгични каршилиги унинг узинлиги ва кундаланг кисми юзасига кандай боғланган?
- 5) Утказгичдан ток утганда унинг кизиши натижасида ажралиб чиккан иссиқлик микдори нимага тенг?
- 6) Токнинг солиштирма куввати деб нимага айтилади?

МАГНИТ МАЙДОНИ. ТОКЛАРНИНГ УЗАРО ТАЪСИРИ.

Режа:

1. Параллел токли утказгичларининг узаро таъсири.
2. Магнит майдонинг токга таъсири. Чап кул коидаси.
3. Харакатланаётган зарядланган заррачанинги магнит майдони.
4. Харакатланаётган заядланган заррачага магнит майдонинг таъсири. Лоренц кучи.

Электр токлари бир-бири билан узаро таъсирлашади. Токли утказгичлар орасидаги узаро таъсир магнит таъсир дейилади. Токли утказгичларнинг бир бирига таъсир киладиган кучлари магнит кучлар дейилади. Параллел утказгичларнинг хар бирининг бирлик узунлигига тугри келувчи узаро таъсир кучи улардаги i_1 ва i_2 тоklarга тугри пропорционал ва улар орасидаги l масофага тескари пропорционал

$$f = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{2i_1 i_2}{b}; \quad \mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ ГН/м}$$

булиши керак.

Токларнинг узаро таъсири магнит майдони деб аталувчи майдон оркали амалга ошади. Магнит майдони материянинг махсус тури булиб хисобланади. Унинг асосий хоссалари: 1. Магнит майдонини электр токи хосил килади. 2. Магнит майдони токка курсатадиган таъсирга караб пайкалади.

Магнит майдонини токга таъсирини аниклашда 2 та токли утказгичнинг узаро таъсир кучи, яъни Ампер конунидан фойдаланамиз, унга кура

$$dF_{1,2} = k_1 k_2 \mu_o \frac{[Id\ell_2][Id\ell_1 r_{1,2}]}{r_{1,2}^3} = k_1 k_2 \mu_o [I_2 d\ell_2 \frac{[I_1 d\ell_1 r_{1,2}]}{r_{1,2}^3}] =$$

$$= k_2 \mu_o [I_2 d\ell_2 k_1 \frac{[I_1 d\ell_1 r_{1,2}]}{r_{1,2}^3}] = k_2 \mu_o [I_2 d\ell_2 dH] =$$

$$= k_2 [I_2 d\ell_2 \mu_o dH_1] = k_2 [I_2 d\ell_2 dB_1] \quad \text{чунки магнит майдон кучланганлиги ифодаси}$$

$$\text{куйидаги куринишга эга} \quad dH = k_1 \frac{[I_1 d\ell_1 r_{1,2}]}{r_{1,2}^3} \quad \text{эди.} \quad \text{Демак, Ампер томонидан}$$

аникланган конунга асосан магнит майдонида ток элементи dl га таъсир этувчи

$$\text{куч } F_A = ki[d\vec{l} \vec{B}]$$

бу ерда:

k —пропорционаллик коэффиценти.

i —ток кучи.

B, dl —элемент жойлашган нуктадаги магнит индукцияси.

$$dF = kiBdl \sin \alpha$$

α , $d\vec{l}$ ва $\vec{B}$ векторлари орасидаги бурчак. Бу куч $d\vec{l}$ ва $\vec{B}$ векторлар ётган текисликка перпендикуляр йуналгандир.

Токка таъсир этувчи кучнинг йуналишини чап кул коидасидан фойдаланиб аниклаш мумкин. Агар чап кулнинг кафтига $\vec{B}$ вектор кирадиган килиб куйсак ва узатилган 4 та бармокни ток йуналиши буйича жойлаштирсак, у холда очилган бош бармок кучнинг йуналишини курсатади.

Бизга бирор узунликдаги утказгич берилган булсин, S утказгичнинг кундаланг кесими юзаси (1-расм).

Био – Савар – Лаплас конуни ифодасидан фойдаланамиз унга кура

$$dH = k_1 \frac{Id\ell \sin \theta_1}{r^2} \Rightarrow H = k_1 \frac{I\ell \sin \theta_1}{r^2}$$

Ток зичлиги ифодасига кура

$$j = \frac{I}{S} = nq\vartheta \Rightarrow I = nq\vartheta s \text{ бу ифодани хар икки томонини хам } \ell$$

га купайтириб куйидаги муносабатни хосил килиш мумкин, $I\ell = nq\vartheta S\ell = nq\vartheta v = qN\vartheta$ чунки утказгични бирлик хажмидаги концентрациясидан $N = nv$ га, утказгични хажми эса $v = S\ell$ га тенг. Шундай килиб $I\ell = qN\vartheta$ бу ифодани Био-Савар-Лаплас конуни ифодасига куйсак $H = k_1 \frac{Nq\vartheta \sin \theta_1}{r^2}$ бу зарралар сони N та булган хол учун

$h = \frac{H}{N} = k_1 \frac{q\vartheta \sin \theta_1}{r^2}$ бу ифода зарядланган харакатланаётган заррачанинг магнит майдони.

Ток утаётган утказгич токсиз утказгичдан шу билан фарк киладики унда заряд ташувчиларнинг тартибли харакати содир булади. Бундан магнит майдондаги токли утказгичга таъсир этувчи куч харакатланувчи алохида зарядларга таъсир этувчи кучлар таъсиридан иборат, демак таъсир зарядлардан улар оқаётган утказгичга берилиши керак деган хулос келиб чиқади. Маълумки, $I\ell = Nq\vartheta$ бу ифодани Ампер конунига куйсак.

Ампер конунига кура,

$$F = k[I\ell B] = kNq[\vartheta B] \quad \text{бу } N \text{ та заррача учун}$$

Битта заррача учун эса куйидагича булади.

$$\frac{F}{N} = F_{\text{л}} = k q[\vartheta B]$$

Бу формула Лоренц конуни ифодасини белгилайди.

Харакатланаётган зарядли заррага магнит майдони томонидан таъсир этадиган куч Лоренц кучи дейилади. Лоренц кучининг модули утказгичнинг узунлиги dl булган кисмига таъсир этувчи F_A куч модулининг мана шу кисмда тартибли харакатланаётган зарралар сони (N га) нисбатига тенг экан.

Синов саволлари

- 1) Паралел утказгичларнинг бирлик узунлигига тугри келувчи узаро таъсир кучи нимага тенг?
- 2) Магнит майдони нима ва у кандай хоссаларга эга?
- 3) Био-савар-Лаплас конуни нимадан иборат?
- 4) Магнит майдонини токли утказгичга таъсирри кандай катталикларга боглик?
- 5) Чап кул коидасини таърифланг?
- 6) Харакатланаётган зарядланган заррачанинг магнит майдони нимага тенг?
- 7) Лоренц кучи деб нимага айтилади ва у нимага тенг?

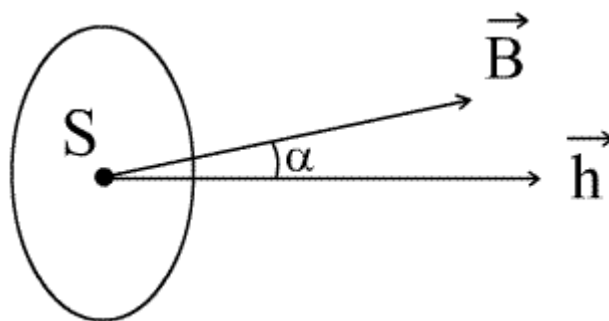
ЭЛЕКТРОМАГНИТ ИНДУКЦИЯ ХОДИСАСИ

Режа:

1. Фарадей тажрибалари. Индукцион Э.Ю.К.
2. Ленц конуни.
3. Узиндукция ходисаси. Индуктивлик.

Электромагнит индукция конунини микдор жихатдан характерлаш учун магнит индукция окими деб аталувчи физик катталикини караб чикайлик.

Мазкур сиртдан утаётган магнит индукция окими, шу сиртдан тик равишда кесиб утувчи магнит индукция чизиклари сони билан аникланадиган катталикидир.



1-расм

Фараз килайлик бир жинсли ($B = \text{const}$) магнит майдонда юзи S га тенг булган сирт жойлашган булиб, сиртга утказилган нормал магнит индукция B вектор билан α бурчак хосил килган булсин (1-расм).

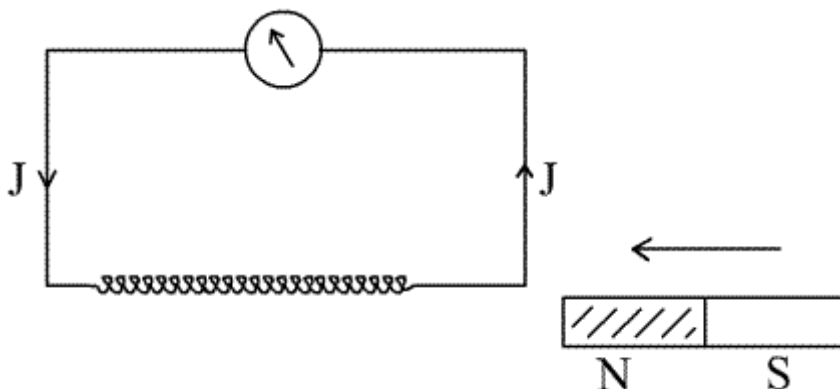
Берилган сирт оркали утаётган магнит индукция окими (Φ) деб, магнит индукция векторининг (B) модулини, S юз хамда B ва n векторлар орасидаги α бурчак косинусининг купайтмасига тенг булган физик катталикка айтилади, яъни;

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

СИ системасида магнит индукцияси окимининг бирлиги $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2$

1831 йилда инглиз физиги Фарадей магнит майдони Электр токи хосил киладими? деган савол юзасидан тажриба утказди. Тажрибани утказиш учун Фарадей 2 та симли галтак олади ва улардан 1-чисига Гальванометр улайди. (2-расм). Куйидаги тажрибалар килинган:

1.Калит уланган 1-чи галтакни 2-чи галтакка киритади ва чикаради, айти киритиш ва чиқариш вақтида Гальванометр токни курсатади.



2-расм

I-галтак II-галтакни ичида турган вақтда гальванометр токни курсатмас экан. 2.I-галтак II-галтакка киритилиб калитни узиб улаган вақтда гальванометр токни курсатар экан. 3.I-галтак II-галтакни ичига киритилиб реостатни у ёк бу ёкга сурилса гальванометр токни курсатар экан. 4.Факат I-галтакни узиб магниттаёкчасини киритиш ёки чиқариш вақтида гальванометр ток ҳосил булганлигини курсатди. 5.I-галтакни I I-галтакка яқинлаштирганда ёки узоклаштирганда гальванометр токни курсатар экан.

Шунга ухшаш тажрибалар натижалари асосида Фарадей электромагнит индукция қонунини кашф қилди. Бу қонун қуйидагича таърифланади.

Ёпик контурда ҳосил булган индукцион Э.Ю.К. шу контур билан чегараланган юза орқали ўтаётган магнит индукция оқимининг ўзгариш тезлигига пропорционал, яъни

$$\varepsilon_i = -k \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Тажриба давомида II-чи галтакда Индукцион Э.Ю.К. ҳосил булар экан.

Галтакларни бир-бирига киритишда гальванометр бир то-монга, чиқаришда эса иккинчи томонга оғар экан, шунинг учун формулада “-” ишораси ишлатилади.

Юқоридаги тажрибалар асосида Фарадей қуйидагича ҳу-лоса қилади. Ҳулоса; Магнит майдони ҳам электр тоқини ву-жудга келтирар экан.

СИ системасида $k=1$, СГС системасида эса $k=\frac{1}{c}$ га тенг булган катталиқ.

Галтакка уралган симда ҳосил булган индукцион тоқнинг йуналишини гальванометр стрелқасининг оғишига қараб аниқлаш мумкин. Магнит қутбини галтакка яқинлаштирганда галтакнинг магнитга яқин ўчида шу қутиб билан бир хил қутиб ҳосил бўлади, магнитнинг қутбини галтакдан узоклаштирганда эса галтакнинг қутбга яқин ўчида қарама-қарши ишорали қутб ҳосил бўлади. Галтакда бундай магнит қутибининг ҳосил бўлиши индукцион тоқнинг магнит майдони доимий магнитнинг ҳаракатига қаршилиқ қилишини курсатади.

Бу тажрибаларни 1834 йилда Ленц ўтқазди. Тажриба натижаларини умумлаштириб у индукцион тоқнинг йуналишини аниқлаш қонунини топди. Бу қонун унинг шарафига Ленц қондаси деб аталиб у қуйидагича таърифланади:

Ёпик контурда индукцион тоқ шундай йуналишда ҳосил бўладики, у ўзининг магнит майдони билан ўн ҳосил қилувчи магнит майдоннинг ўзгаришига қаршилиқ курсатади.

Бирор контурда ўтаётган электр тоқ ҳосил қилган магнит индукция оқимининг ўзгариши сабабли пайдо бўладиган индукцион электр қуритувчи қучга ўзиндукцион электр қуритувчи қуч дейилади.

Ўзиндукцион электр қуритувчи қуч ε_{yz} Фарадейнинг элек-тромагнит индукция қонунига биноан қуйидагича ёзиш мумкин

$$\varepsilon_{yz} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Иккинчи томондан магнит индукция оими Φ утказгичдан оаетган ток кучи I га пропорционалдир:

$$\Phi = LI$$

бунда, L -контурнинг индуктивлиги еки индукция коэффиенти дейилади.

$$\Phi = LI \text{ дан } L = \frac{\Phi}{I}$$

Юкоридаги ифодалардан фойдаланган холда

$$\varepsilon_{yz} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ифодани хосил киламиз.

Бу ифода узиндукция ходисасининг математик ифодаси булиб, у куйидагича таърифланади.

Контурда хосил булган узиндукцион электр юритувчи куч утказгичдан утаетган ток узгариш тезлигининг тескари ифодасига пропорционалдир.

Контурнинг индуктивлиги деб, контурдаги ток вақт бирлиги ичида бир бирликка узгарганда хосил булган узиндукцион электр юритувчи кучга микдор жихатдан тенг булган физик катталики айтилади.

Контурнинг индуктивлиги унинг шакли, улчамлиги ва му-хитнинг магнит сингдирувчанлигига боглиқдир. Масалан бирор мухитда жойлашган галтакнинг индуктивлиги ундаги симларнинг урамлар сони N га, унинг узунлиги ℓ га, кундаланг кесим юзи S га ва галтак узагининг магнит сингдирувчанлиги μ га боглиқ булиб, у куйидагига тенг $L = \mu_0 \mu n^2 \mathcal{V}$ бунда, $n = \frac{N}{\ell}$ - галтакнинг узунлик бирлигига мос келган урамлар сони; $\mathcal{V} = \ell S$ - галтакнинг хажми.

Синов саволлари

- 1) Магнит майдонидаги бажарилган иш нимага тенг?
- 2) Магнит индукция оими деб нимага айтилади?
- 3) Электро магнит индукция конунини таърифланг?
- 4) Ленц коидасини таърифланг?
- 5) Узиндукцион электр юритувчи куч деб нимага айтилади ва у нимага тенг?
- 6) Контурнинг индуктивлиги кандай катталикларга боглиқ?

МАГНЕТИКАЛАР. МОДДАНИНГ МАГНИТ МАЙДОНИ. АМПЕР ГЕПОТИЗАСИ. МАГНИТЛАНИШ ВЕКТОРИ. ФЕРРОМАГНЕТИЗМ

Табиатдаги барча моддалар беистисно у еки бу даражада магнит хоссларига эгадир. Шунинг учун хам, магнит майдонига жойлаштирилганда холатини узгартирмайдиган моддалар мавжуд эмасдир. Аксинча, магнит

майдонига жойлаштирилган моддаларнинг узи шундай майдон манбаи булиб қолади. Шу маънода барча моддаларни магнетиклар деб аташ қабул қилинган.

Хозирги вақтда ихтирий моддани ташкил қилган элементар заррачалар: электронлар, протонлар, нейтронлар, атом ва молекулаларнинг магнит хоссага эга эканлиги аниқланган. Бунда ядро заррачалари: протон, нейтронларнинг магнит хоссалари электронникидан 1000 марта кичик бўлганлиги учун, ҳар қандай модданинг магнит хоссаси атомдаги электронларнинг магнит хоссалари билан характерланади.

Электроннинг қатор хоссалардан бири электроннинг атрафида электромагнит майдоннинг мавжудлигидир. Бу майдоннинг электр майдон ташкил этувчи электр заряди билан, магнит майдон ташкил этувчиси эса алоҳида қатталиқ -спин билан характерланади.

Иккинчи томондан, электроннинг ядро атрафидаги орбитал характерланишидан ҳосил буладиган магнит майдонни характерлаш учун электроннинг орбитал магнит моменти тушунчаси киритилади.

Электроннинг орбитал магнит моменти $P_{m,orb}$ орбитал ток $I_{orb}=ev$ ни, орбитанинг юзаси $S=\pi r^2$ га қўйиб тенгдир.

$$P_{m,orb} = I_{orb} S = ev\pi r^2$$

Бунда, v -айланиш частотаси, e - электрон заряди, r -орбитанинг радиуси.

Орбитал магнит моменти $P_{m,orb}$ нинг йўналиши поляр координатаси билан аниқланади.

Соленоидни олиб қарайлик. Соленоид ичига бирор модда киритамиз унда майдон ўзгаради.

Яъни, $B_0=\mu_0 H$, бўлса модда соленоид ичига киритилгандан сўнг майдон ўзгариши қуйидагича бўлади

$$B=B_1+B_0 = B_1+\mu_0 H \text{ бу ерда } H=k_1 4\pi I \frac{N}{\ell}$$

соленоид ўқидаги магнит майдон қучланганлиги. Магнит майдонини ўзгартирадиган ҳар қандай муҳит магнетиклар дейилади. Бу ҳолатни ўзгаришини Ампер шундай тушунтиради. Моддалар молекулалардан тўзилган, шунинг учун моддаларда молекуляр тоқлар ҳосил бўлса керак дейди.

Магнетикларнинг магнитланганлик даражасини характерлаш учун магнитланиш вектори (I) тушунчаси киритилади.

Магнетикларнинг магнитланиш вектори, деб унинг ҳажм бирлигига мос келган атомларнинг натижаловчи магнит моменти-га миқдор жиҳатдан тенг бўлган физик қатталиққа айтилади.

$$I = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n P_{mi}$$

бунда, N – магнетикнинг V ҳажмидаги атомлар сони. Соленоид ўқидаги магнит майдон қучланганлиги

$$H=k_1 4\pi I \frac{N}{\ell} \text{ эди, майдонни эса } B_0=\mu_0 H \text{ урнига қўйсак}$$

$$B_0=k_1 4\pi \mu_0 I \frac{N}{\ell} ; \quad B_1= k_1 4\pi \mu_0 \frac{I}{\ell}$$

Магнитланиш вектори ифодасига қўра

$$P = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^n P_{mi} = \frac{\mu I S}{v} = \mu_0 \frac{I}{S}$$

$P \sim \chi H \mu_0$ га модданинг магнит киритивчанлиги деб аталади.

Юкоридаги ифодалардан фойдаланган холда

$$B_1 = k_1 4\pi \mu_0 \frac{I}{\ell} = k_1 4\pi \mu_0 \chi H \quad \text{муносабатни хосил киламиз.}$$

$$B = B_0 + B_1 = H \mu_0 + k_1 4\pi \mu_0 \chi H = \mu_0 H (1 + k_1 4\pi \chi) = \mu \mu_0 H$$

μ нинг қабул қиладиган қийматиға мос холда магнитиклар куйидаги турларга бўлинади.

$\mu < 1$ диа магнитиклар

$\mu > 1$ пара магнитиклар

$\mu \gg 1$ ферро магнитиклар деб аталади.

μ - нисбий магнит сингдирувчанлик деб юритилади.

Магнитикнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги деб, ундаги магнит майдоннинг индукцияси вакуумдагидан неча марта фарк қилишни курсатувчи катталиққа айтилади.

Диамагнитиклар: Bi, Sb, C, P, As, Hg, Ag, Cu, Ar, N, ...

Парамагнитиклар: O₂, NO, Al, Pt, Ca, Mg, Mn, FeO, ...

Ферромагнетиклар: Fe, Ni, Co, Er, MnS, CrTe, ...

Ферромагнетикларнинг тузилишини микроскоп ердамида урганиш шуни курсатадики, улар улчамлиги 0,001 мм атрофида булган жуда куп уз-уздан магнитлашган сохалардан ташкил топган экан. Бундай сохаларга доменлар деб аталади. Ферромагнетикларнинг муҳим хусусиятларидан бири Кюри нуқтси деб аталувчи аниқ θ температурада магнит хоссаларининг йукотишидир. Масалан Fe учун бу температура $\theta = 1026$ К, никел учун $\theta = 633$ К.

Синов саволлари

- 1) Магнитклар деб нимага айтилади?
- 2) Ампер гипотезасини тушунтириб беринг?
- 3) Магниткларнинг магнитланиш вектори деб нимага айтилади?
- 4) Нисбий магнит сингдирувчанлик деб нимага айтилади?
- 5) Ферромагнетикларнинг хусусиятларини тушунтириб беринг?

ОПТИКА. КИРИШ. ЁРУГЛИКНИНГ ТАБИАТИ ХАКИДА ТУЛКИН ВА КВАНТ ТАСАВВУРЛАР

Маълумки, жисмларга ёруғлик нури тушганда улар кузга куринадилар. Бу ёруғлик нурларини ёруғлик манбалари сочади. Кизиган металл ва кумир, газ алангаларини ёруғлик манбалари сифатида қараш мумкин. Ёруғлик электр

разрядлар жараёнида ҳам сочилади., шунингдек куп моддалар ёруглик, рентген ва бошка нурлар таъсирида люминисенция сабабли нурланадилар.

Ёругликни чиқариш жараёнини урганиш шуни курсатадики, ёругликни элементар манбалари-атомлар, молекулалар ва электронлардир. Агар атом ёки молекулага маълум энергия берилса, у уйгонган ҳолатга утади ва бундай атом ёки молекула маълум частотали ёруглик тулкинини чиқариш қобилиятига эга бўлиб қолади. Атом ёки молекулани уйғониш даражасига қараб у ҳар хил частотали ёруглик тулкинини чиқаради. Шу сабабли атом ва молекулани нур сочиш соҳаси инфракизил, қузга қуринадиган ва ультрабинафша соҳада ётади. Шунинг учун кенг маънода ёруглик инфракизил, қузга қуринадиган ва ультрабинафша нурлар тупламидир. Бу нурланишларнинг табиатини урганадиган фанга оптика дейилади. Бу нурланишлар спектрига оптик спектр деб аталади.

Оптиканинг ривожланиш жараёнида ёруглик табиати ҳақида икки қарама-қарши назариялар вужудга келган. Биринчи назарияга қура ёруглик табиати тулқин характерга эга. Бу соҳада биринчи бўлиб Роберт Гук, Христиан Гюйгенс, Томас Юнг, Араго, Коши, Френель каби олимлар куп ишлар қилдилар. Кейинчалик уларнинг ишлари инглиз олими Максвелл томонидан ишлаб чиқилган электромагнит назарияга асос бўлди ва ёруглиkning электромагнит назарияси яратилди. Бу назарияга қура ёруглик тулқинлари қундаланг тулқинлар бўлиб, электр вектори E ва ёруглиkning тарқалиш тезлиги, v узаро перпендикулярдир. Ёруглиkning тулқин назарияси асосида ёруглик интерференцияси ёруглик дифракцияси ёруглиkning қутбланиши билан боғланган барча ҳодисалар тугри тушунтирилади.

Ёругликни тулқин назарияси билан бир қаторда ёруглиkning квант назарияси ҳам ривожланди. Бу соҳада И. Ньютоннинг ғоялари ва ишлари қатта аҳамиятга эга. И. Ньютон узи қузатган ёруглик дисперсияси ва бошка ҳодисаларни ёруглик жуда кичик зарралар-қолрпускуляр оқимдан иборат деб тушунтирган эди.

Бу назария кейинчалик яна ривожлантирилди ва XX асрда ёруглиkning фотон ёки квант назарияси яратилди. Бу назарияга қура ёруглик элементар зарралар-фотонлар оқимидан иборат деб қаралди ва абсолют қора жисм қонунлари фотоэффект, Комптон эффект шу назария асосида тушунтирилди. Ёруглиkning фотон назарияси квант механикаси асосида вужудга келди. Шу сабабли ёругликни фотон назарияси яна ёруглиkning квант назарияси деб ҳам атади.

ЁРУГЛИКНИНГ ТУЛҚИН ХОССАЛАРИ.

Режа:

1. Ёруглик интерференцияси
2. Ёруглик дифракцияси
3. Ёругликни қутбланиши
4. Ёруглик дисперсияси

Оддий шароитларда фазода бир вақтнинг узида жуда қуплаб ёруглик тулқинлари тарқалади. Бу тулқинлар ҳар хил манбалардан чиқаётган ёки ҳар хил

предметлар юзаларидан кайтаётган ва сочилаётган булиши мумкин. Кундалик ҳаётдаги тажрибалардан биламизки, жуда куплаб таркалаётган ёруғлик тулкинлари бир-бирига ҳалакит бермай фазода таркалади, шу сабабли биз предметларни курганда уларни узини бузилмаган ҳолда курамиз. Ёруғлик тулкинларини бундай таркалишига сабаб шуки, ёруғлик электромагнит тулкинларнинг муҳитга таъсири шу муҳитда бошқа электр ва магнит майдонларнинг борлигидан катъий назар руй беради. Бундан ҳар хил электромагнит тулкинларнинг электр ва магнит майдонлари бушлиқда таркалганда узларини кучланганликларини, ҳаракат йуналишини ва бошқа характеристикаларини узгартирмайдилар деган ҳулосага келамиз. Бу ҳақиқатда шундай руй беради. Бунга суперпозиция принципи деб аталади. Сурперпозиция принципи бажарилганда фазода бир вақтда таркалаётган электромагнит тулкинларнинг E ва H кучланганликлари узаро алгебраик равишда кушиладилар. Лекин икки ёруғлик тулкинининг тебранишларининг фазалар айирмаси вақт буйига узгармас бўлса, бу принцип бажарилмайди. Бу тулкинларни когерент тулкинлар дейилади. Когерент тулкинлар кушилганда фазонинг бир қисмида ёруғликни кучайиши яъни максимуми, бошқа қисмларида ёруғликни сусайиши яъни минимуми кузатилади. Бундай ҳодисага ёруғлик тулкинларининг интерференцияси дейилади. Ёруғлик интерференцияси факат когерент ёруғлик тулкинлари кушилаганда руй беради. Когерент тулкинларни когерент манбалар сочади. Аммо табиатдаги барча ёруғлик манбалари узаро когерент бўлмайди. Шу сабабли биринчи марта ёруғлик интерференциясини кузатиш учун сунъий усулдан фойдаланганлар, яъни бир манбадан чиқаётган ёруғликни кузгу, линза ёрдамида ёки бошқа усулда иккига ажратиб, сунг учраттирганлар. Бундай усулдан Френель, Юнг, Ллойф, Бете, Р. Поль каби олимлар фойдаланганлар. Мисол тарикасида Юнг схемасини курамиз. Т. Юнг бир тиркишдан таркалаётган ёруғлик йулига икки тиркишли тусик қуйди. Натижада тусикдан сунг ёруғлик икки мустақил даста сифатида таркалади. Бу икки ёруғлик бир манбадан чиқаётган бўлгани учун узаро когерент бўлади ва экранда интерференция максимумлари ва минимумлари кузатилади. Агар экранда учрашаётган икки когерент ёруғлик тулкинларининг оптикавий йулларини фарқи Δ вакуумдаги λ_0 тулкин узунликларининг бутун сон марта олинганига тенг бўлса, яъни

$$\Delta = \pm k\lambda_0, (k=0,1,2,3 \dots) \quad (1)$$

интерференция максимуми кузатилади. Ёзилган (1) шарт интерференция максимумлари шарти дейилади. Агар Δ вакуумдаги λ_0 тулкин узунликларининг ярим бутун сонига тенг бўлса, яъни

$$\Delta = \pm(k + \frac{1}{2})\lambda_0, (k=0,1,2,3 \dots) \quad (2)$$

интерференция минимумлари кузатилади. Ёзилган (2) ифода интерференция минимумлари шарти дейилади.

Интерференция ҳодисасини ҳаётда биз учратиб турамыз. Масалан, сув юзидаги юпка ёғ ёки мой катламларига ёруғлик тушганда уларнинг товланишини курамиз. Бу ҳодисага оптикада юпка пластинкалар ранги деб ном берилган. Бундай рангли товланишлар совун пуфакларида жуда юпка нефть пардаларида, эски шиша ёки металллар сиртида ҳам кузатилади. Агар юпка шаффоф пленкани ёритсак, унда ҳам шундай ҳодисани курамиз. Бунинг сабаби

шундаки ёруглик юпка пластинканинг икки сиртидан кайтганда ёруглик тулкини икки когерент дастани вужудга келтиради. Бу дасталар узаро учрашиб интерференцияни беради. Бунда ҳосил булган интерференцион манзаралар локалланган манзаралар дейилади. Чунки улар факат парда сиртига якин сохада кузатилади. Интерференция ходисаси аник улчашларда, физик тажрибаларда, саноатда, техникада ва яна жуда куп сохаларда кенг кулланилади. Интерференция ходисасига асосланиб махсус оптик асбоблар-интерферометрлар ясалган.

Ёругликни фазода таркалишини кузатиб ёруглик тугри чизик буйлаб таркалади деган хулосага келамиз. Ҳақиқатда бирор тешикдан ёруглик утса, у узун нур конусини ҳосил қилади. Агар шу тешикни яна кичрайтурсак, у холда ёруглик тешикдан сфера буйлаб таркалувчан бўлади. Бу ходисани биринчи булиб италян олими Гримальди кузатган ва уни ёруглик дифракцияси деб атаган. Умуман, ёруглик дифракцияси деб ёругликни тор тешиклардан ва тусик четидан утганда тугри чизикли таркалишини бузулишига айтилади. Гюйгенс ёругликни таркалиш жараёнини тушунтириш учун бир принципни баён этди. Бу принципни маъноси шундай: ёруглик тулкини келиб тебратган ҳар бир нукта уз навбатида манба булиб, элементар ёруглик тулкинларини таркатади. Гюйгенс принципини камчилиги шундаки, элементар тулкинларни кушганда уларни фазаларини ҳисобга олмайди, холбуки бу тулкинларнинг фазалари ҳар хил бўлади. Бу камчиликни Френель тулдирди ва элементар тулкинларни фазаларини ҳисобга олди. Натижада Гюйгенс –Френель принципи вужудга келди, уни маъноси шундай: чегараланган ёруглик тулкинлари фронти таркалганда ҳамма нукталардан чиқаётган элементар тулкинлар интерференция натижасида бир-бири билан ғийишиб кетган фазонинг қисмида қоронғилик кузатилади.

Френель ёруглик дифракциясини тушунтириш учун утаётган тулкин фронтини элементар тулкинлар манбаи булган зоналарга ажратди ва уларнинг бирор нуктадаги таъсирини қуриб қикди. Оптикада бу зоналарни Френель зоналари деб аталади. Френель шу усул билан ёругликни тугри чизик буйлаб таркалишини ҳам тушунтирди. Дифракцион ходисалар уз характериға қараб 2 синфға бўлинади. Биринчи синфға кузатувчи нукта экран(тусик)дан маълум масофада жойлашган холдаги дифракцион ходисалар қиради. Бу хил дифракцион ходисалар биринчи марта Френель томонидан урганилган бўлгани учун бу хил дифракцияни Френель дифракцияси дейилади. Иккинчи синфға экран(тусик) кузатувчи нуктадан чексиз масофада булган хол, яъни параллел нурлардаги дифракцион ходисалар қиради. Бу хил дифракцион ходисаларни биринчи марта Фраунгофер урганган. Шу сабабли бундай дифракцияларни Фраунгофер дифракцияси дейилади.

Френель дифракциясини доиравий тешикдан ёруглик утганда қурамиз. Доиравий тешикни Френель зоналарига бўламиз. Масалан, доиравий тешикда 3 та зона жойлашган. А нуктада дифракцион манзарани кузатамиз. Бунда умумий қоида шундай. Агар доиравий тешикда жуфт зоналар жойлашсин, А нуктада(марказда) қоронғилик бўлади. Агар доиравий тешикда тоқ зоналар жойлашса, А нуктада (марказда) ёруглик бўлади. Биз қураётган холда доиравий тешикда 3та зона жойлашгани учун А нуктада ёруглик бўлади. Дифракцион ходисаға асосланиб махсус асбоблар ясалган. Шундай қурилмалардан бирини дифракцион панжара дейилади. Дифракцион панжара деб бир-биридан тенг

масофаларда турган куп тиркишлардан тузилган асбобга айтилади. Дифракцион панжарадаги параллел жойлашган тиркишлардан ёруглик утганда Фраунгофер дифракцияси кузатилади. Дифракцион панжарадаги битта тиркишни эни d булса, икки тиркиш орасидаги тусик эни a булса, уларнинг йигиндисига дифракцион панжара доимийси ёки даври b дейилади.

$$a+d=b$$

Тиркишлар сони N , панжара эни D ва панжара доимийси b узаро шундай боғланган:

$$D=bN$$

Икки кушни тиркишдан утган ёруглик тулкинларининг узаро йул фарки

$$\Delta = b \sin \varphi$$

бу ерда φ дифракция бурчаги

Дифракцион панжара учун φ йуналишда ёруглик кучайиши, яъни максимум шarti куйидагича булади.

$$b \sin \varphi = m\lambda, m=0,1,2,3,\dots$$

Дифракцион панжара учун минимумлар шarti куйидагича:

$$d \sin \varphi = m\lambda, m=1,2,3, \dots$$

Дифракцион панжара хосил килган манзарада яна кушимча минимумлар ва улар орасида иккиламчи максимумлар ҳам кузатилади.

Ёругликнинг электромагнит назариясига кура ёруглик тулкинлари кундаланг тулкинлардир. Шу сабабли ёруглик тулкинининг электр E ва магнит B векторлари нур йуналишига нисбатан хар хил ориентацияда булиши мумкин. Оптикада бундай ёругликни табиий ёруглик дейилади. Лекин ёруглик тулкинида тебранишлар йуналиши бирор тарзда тартибланган булиши ҳам мумкин. Бундай ёругликни кутбланган ёруглик дейилади. Агар ёруглик векторининг тебранишлари факат битта текисликда юз бераётган булса, бундай ёругликни ясси ёруглик деб аталади. Бунда электр вектори тебранаётган текисликни тебраниш текислиги дейилади. Унга тик булган текисликка кутбланиш текислиги дейилади. Ясси кутбланган ёругликни табиий ёругликдан кутблагич ёки поляризаторлар деб аталувчи асбоблар ёрдамида хосил килинади. кутблагичга, яъни поляризаторга мисол килиб махсус киркилган турмалин кристалини курсатиш мумкин. Хосил килинган кутбланаган ёругликни анализаторлар деб аталувчи асбоблар ёрдамида текширилади.

Икки кутбловчи асбобдан утган ёруглик интенсивлиги J шу асбоблар текисликлари орасидаги φ бурчагининг косинуси квадрати пропорционал булади.

$$J \approx \cos^2 \varphi$$

Бу конунни Малюс конуни дейилади. Тажриба шуни курсатадики, ёруглик кайтганда ва синганда ҳам кутбланар экан. Ёруглик кайтганда шундай φ_0 бурчак борки унинг учун

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = n_{12}$$

бажарилса, кайтган ёруглик тула кутбланган булади. Бу ифодада n_{12} -икки мухитнинг нисбий синдириш курсаткичи. Бу конунни Брюстер конуни дейилади. Тулик кутбланиш φ_0 бурчакда кайтган ва синган нурлар узаро тугри бурчак ташкил этадилар.

Ёругликнинг дисперсияси деб модданинг синдириш курсаткичини ёруглик тулкин узунлигига боғлиқлигидан юз берадиган ходисаларга айтилади. Ёругликни дисперсиясини математик равишда шундай ёзиш мумкин:

$$n = f(\lambda)$$

Ёруглик дисперсиясини биринчи марта 1672 йилда инглиз олими И. Ньютон кузатган. У шиша призмадан ок ёруглик утганда рангли спектр хосил булишини аниқлаган. Ёруглик дисперсиясини синдириш курсаткични аниқлайдиган ҳар қандай усул билан кузатиш мумкин.

Умумий ҳолда, ёруглик дисперсияси рўй берганда тулкин узунлигини камайиши билан синдириш курсаткичи орта боради. Бунга нормал дисперсия дейилади. Лекин шундай ҳоллар ҳам кузатиладики, бунда тулкин узунлигини камайиши билан синдириш курсаткичи ҳам камаяди. Бундай дисперсияга аномал дисперсия дейилади. Одатда аномал дисперсия ёругликни ютилиш соҳасида кузатилади.

Дисперсия сабабли ок ёруглик синдирувчи муҳитдан утганда турли тулкин узунликли монохроматик нурларга ажралади. Агарда бу ходисани экранда кузатсак, турли рангдаги йуллар-яъни дисперсия спектрини ёки оптик спектрни курамыз. Одатда оптик спектрлар махсус асбоблар-спектрометр ва спектрографларда хосил қилинади. Спектрларнинг ташқи қуриниши ёруглик манбаининг хоссаларига боғлиқ бўлади.

Оптик спектрлар 3 турга бўлинадилар:

1. Туташ спектрлар.
2. Чизикли спектрлар.
3. Йул-йул спектрлар.

Ёругликни манбаи чуқланган каттик ва суюқ жисмлар, сиқилган газлардан иборат бўлса, кузатиладиган спектр туташ спектрдан иборат бўлади. Чизикли спектрларни уйғонган алоҳида атомлар, йул-йул спектрларни уйғонган алоҳида молекулалар чиқаради. Оптик спектрлар ёрдамида моддаларни анализ қилиш, атом ва молекулаларни тузилишини ёрганиш ва бошқа қўп илмий ишлар қилиш мумкин бу соҳага спектрал анализ дейилади. Ҳозирги вақтда ёруглик дисперсиясини квант механикаси асосида тушунтирилади.

Синов саволлари

- 1) Оптика фани нимани ургатади?
- 2) Ёругликнинг тулкин ва квант назарияларининг маъносини тушунтириб беринг?
- 3) Ёруглик тулкинларининг интерференцияси деб нимага айтилади?
- 4) Интерференция ходисасига мисоллар келтиринг?
- 5) Интерференция ходисасининг максимум ва минимум шартлари нималардан иборат?
- 6) Дифракция ходисасини тушунтириб беринг?

- 7) Дифракцион панжара деб нимага айтилади?
- 8) Дифракцион панжарани максимум ва минимум шартлари нималардан иборат?
- 9) Ёругликнинг дисперсияси деб нимага айтилади?
- 10) Нормал ва аномал дисперсия деганда нимани тушунаси?

ГЕОМЕТРИК ОПТИКА ТУШУНЧАЛАРИ

Режа:

1. Юпка линза формуласи.
2. Микроскоп.
3. Ёруглик оками. Фотометрик катталиклар.
4. Ёруглик кучи. Ёритилганлик.
5. Ёритувчанлик. Равшанлик.

Ёруглик тулкинлари таркалганда Пойнтинг вектори йуналиши буйича таркаладилар. Бу йуналишни одатда ёруглик нури деб аталади. Шу ёруглик нури хақидаги тушунчага асосланиб куп оптик ходисаларни куриб чиқиш мумкин. Оптиканинг бу тушунчага асосланган булими геометрик оптика дейилади. Геометрик оптика принциплари асосида линзалар, кузгулардан тузилган оптик асбобларда нурни йули математик равишда ҳисобланади. Мисол сифатида юпка линзада тасвирни ясаш ва уни фокус масофасини келтирамир:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

бу ерда f -фокус масофаси.

Линзалар учун линзанинг оптик кучи D тушунчаси киритилган. Линзанинг оптик кучи(хавода)

$$D = \frac{1}{f}$$

булади. Линза оптик кучининг бирлиги 1 диоптрия булиб, у фокус масофаси 1 метр булган линзанинг оптик кучига тенг.

Микроскоп икки оптик асбоб-объектив ва окулярдан тузилган. кискафокусли линза объектив ролини уйнайди. Иккинчи кискафокусли линза окуляр ролини уйнайди. Микроскопни катталаштириш шундай ифодаланади:

$$N = 25 \frac{\Delta}{f_1 f_2}$$

бу ерда Δ -объективдан тасвиргача булган масофа.

f_1 -объектив фокус масофаси.

f_2 -окуляр фокус масофаси.

25-энг яхши куриш масофаси (см).

Хозирги вақтда жуда куп оптик асбоблар ясалган ва улар жуда куп соҳаларда ишлатилади. Мисол сафатида геодезияда ишлатиладиган оптик

асбобларни номларини келтирамиз: нивелир, теодолит, фототеодолит ва бошкалар. Нивелир ёрдамида ер сиртидаги бирор нукта баландлигини бошка аник нукта ёки бошлангич нукта баландлигига ёки денгиз сатхига нисбатан аникланади.

Энди ёруглик оками тушунчасини курамиз. Фотометрияда ёруглик интенсивлигини куриш сезги уйготиш хусусияти билан боглаб характерлаш учун ёруглик оками φ тушунчаси киритилади. Тула ёруглик оками куйидагича ифодаланади.

$$\Phi = \int_0^{\infty} v(\lambda) \varphi(\lambda) d\lambda$$

бу ерда $v(\lambda)$ -курунувчанлик функцияси.
 $\varphi(\lambda)$ -таксимот функцияси.

Курунувчанлик функцияси улчамсиз катталиқ, шу сабабли ёруглик оками Φ ни улчами энергия окимини улчаш билан бир хил булади. Демак, ёруглик окимини куриш сезгиси буйича бахоланадиган нурий энергия оками тарзда аниклаш мумкин.

Фазовий бурчак бирлигига тугри келган ёруглик оками катталиги ёруглик кучи дейилади. Уни J харфи билан белгиланади. Агар Φ оким манбадан барча йуналишлар буйича бир текис юборилаётган булса, у холда

$$J = \frac{\Phi}{4\pi}$$

Бундан тула ёруглик оками учун куйидагига эга буламиз:

$$\Phi = 4\pi J$$

Халқаро СИ бирликлар системасида ёруглик кучини бирлиги 1 кандела деб аталади. Ёруглик окимининг бирлиги 1 люмен булиб, у 1 кандела ёруглик кучига эга булган манбанинг 1 стерadian фазовий бурчак ичига юборадиган ёруглик окимига тенг булади.

Ёритилганлик E деб жисмнинг бурчак юзига тушувчи ёруглик окимига айтилади. Масалан, σ юзани ёритилганлиги куйидагига тенг.

$$E = \frac{d\Phi}{\sigma} = \frac{J d\Omega}{\sigma} = \frac{J \cos \alpha}{R^2}$$

бу ерда J -ёруглик кучи.

R -манбадан жисмгача булган масофа.

Ёритилганлик бирлиги 1 люкс.

$$1 \text{ люкс} = \frac{1 \text{ лм}}{1 \text{ м}^2}$$

Ёритувчанлик S деб жисмнинг бирлик сиртидан барча йуналишлар буйича ташқарига юборилаётган тула ёруглик окимига айтилади.

$$S = \frac{\Phi}{\sigma}$$

Маълум улчамга эга булган ёруглик манбалари учун равшанлик тушунчаси киритилади. Равшанликни бирор йуналиш учун курилади. Шу сабабли уни B_φ деб белгиланади. Маълум бир йуналишдаги равшанлик деб купинча сирт

бирлигининг уша йуналишида бирлик фазовий бурчак ичига юбораётган окимига айтилади. Равшанлик бирлиги:

$$1 = \frac{\kappa^2}{m^2}$$

Синов саволлари

- 1) Малюс конунини ифодасини езинг?
- 2) Брюстер конунини тушунтириб беринг?
- 3) Линзанинг оптик кучи ва бирлиги нимага тенг?
- 4) Микроскопни катталаштириш формуласини езинг?
- 5) Оптик асбобларга мисоллар келтиринг ва улар қайрларда ишлатилади?
- 6) Еруглик окими нимага тенг?
- 7) Еруглик кучи деб нимага айтилади ва у қандай бирликларда улчанади?
- 8) Еритилганлик деб нимага айтилади ва у қандай бирликларда улчанади?
- 9) Равшанлик тушунчасини тушунтириб беринг?

ЁРУГЛИКНИНГ КВАНТ НАЗАРИЯСИ. ФОТОЭФФЕКТ ХОДИСАСИ. ФОТОЭЛЕМЕНТЛАР. ФОТОНЛАР

Режа:

1. Ташки фотоэффект ходисаси.
2. Фотоэффект конунлари.
3. Ички фотоэффект ходисаси
4. Фотоэлементлар ва уларининг ишлатилиши.
5. Фотоннинг массаси ва импульси.

Куринадиган, инфракизил, ультрабинафша еруглик таъсирида электронларнинг модданинг атомлари ва молекулалари билан боғланишдан (тула еки қисман) озод бўлишига (ажралишига) фотоэффект деб аталади. Агар электрон еритилаётган модда ташқарисига чикса (бутунлай ажралиши) ташки фотоэффект деб аталади (1887 йилда Герц кашф қилган ва 1988 йилда А.Г.Столетов томонидан муфассал текширилган). Агар электронлар факат «Уз атомлари ва молекулалари билан боғланишни йукотса-ку, лекин еритилаётган модданинг ичида «эркин электрон»лар сифатида қолса ва шу билан барча модданинг электр утказувчанлигини ошира борса, у вақтда бундай фотоэффект ички фотоэффект деб аталади (1873 йилда америкалик физик У. Смитт кашф қилган).

Ташки фотоэффект ходисасини металлларда кузатиш мумкин экан.

Ташки фотоэффект текширишда фойдаланилган принципиал улчов схемаси 1-расмда тасвирланган. Батареянинг манфий кутби металл пластинка қ

(катод) га мусбат кутби эса ердамчи электрон А (анодга) уланган. Иккала электродни ҳам кварц ойнаси F булган хавоси суриб олинган идишга жойлаштирилган.

Электр занжири очик булганида унда ток йук. Еруглик билан K ни еритилганда, еруглик ундан электронларни (фотоэлектронларни) узиб чикаради, улар анодга томон интилади ва занжирда ток (фототок) пайдо булади.

Столетов, шунингдек бошка олимлар томонидан бажарилган экспериментал тадқиқотлар, ташки фотоэффектнинг куйидаги асосий қонунларини урнатишга олиб келди:

1.Туйиниши фототоки I (яъни 1 секундда еруглик ажратаётган электрон (нинг максимал сони) еруглик оқими Φ га тугри пропорционалдир:

$$I = k\Phi \quad (1)$$

бунда k- пропорционал коэффициент булиб, еритилаётган сиртнинг фотосезгирлиги деб аталади.

2.Тушаётган еруглик частотаси ортиши билан фотоэлектронларнинг тезлиги орта боради ва еругликнинг интенсивлиги боглик булмайди.

Фотоэффект еругликнинг интенсивлигига боглик булмаган ҳолда берилган металл учун фотоэффектнинг «қизил чегараси» деб аталадиган аниқ минимал частотадан бошланади.

Ташки фотоэффект қонунларини еругликнинг квант назарияси асосида осонгина изохлаш мумкин. Бу назарияга кура, еруглик оқимининг катталигини вақт бирлигида металл сиртига тушадиган еруглик квантларининг сони билан аниқланади. Хар бир фотон факат битта узаро таъсирлашади.

Электрон ютган фотоннинг энергияси $h\nu$ электроннинг металлдан чиқиш иши A ни бажаришга сарфланади; бу энергиянинг қолган қисми фотоэлектроннинг кинетик энергияси $\frac{mv^2}{2}$ дан иборат (бунда m- электрон массаси, v- унинг тезлиги). Бунга кура, энергиянинг сақланиш қонунига мувофиқ қуйидагини еза оламиз:

$$h\nu = \frac{mv^2}{2} + A \quad (2)$$

1905 йилда Эйнштейн таклиф қилган ва кейинчалик қўл экспериментларда тасдиқланган бу формулани Эйнштейн тенгламаси деб аталади.

(2) формулага мувофиқ еругликнинг частотаси камайиши билан фотоэлектронларнинг энергияси ҳам камаяди. Бирор етарлича кичик частота $\nu = \nu_0$ да (еки тулқин узунлиги $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$ да) фотоэлектронларнинг кинетик энергияси нолга тенг булиб қолади ва бунда фотоэффект тухтайди. Бу $h\nu_0 = A$ булганда, яъни фотоннинг ҳамма энергияси электронни чиқиш ишига сарфланган булади. У вақтда

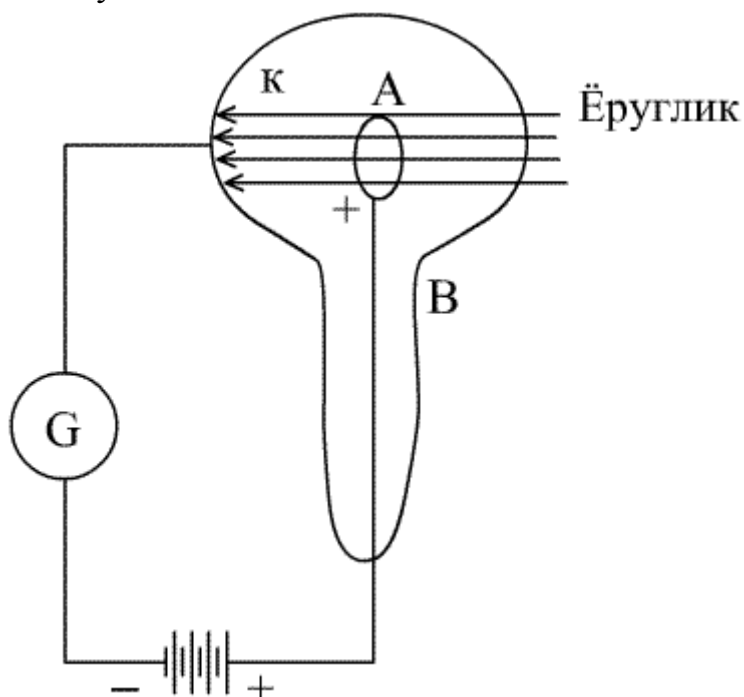
$$\nu_0 = \frac{A}{h} \quad \text{еки} \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A} \quad (3)$$

(3) формулалар фотоэффектнинг «кизил чегараси»ни аниқлайди.

Вакуумли фотоэлемент деб аталадиган муҳим физик-техникавий асбоб ташки фотоэффект ходисасига асосланган.

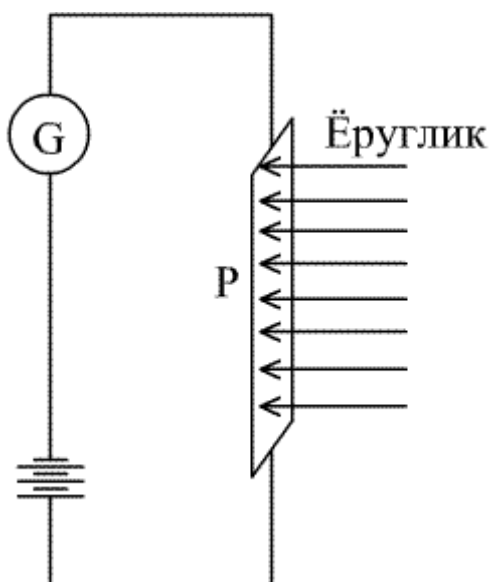
Вакуум ҳосил қилинган В нинг шиша баллон ички деворига суркалган металл катлами вакуум фотоэлементнинг К катода бўлиб хизмат қилади (2-расм), анод А металл халқа тарзида ясалган бўлиб, баллоннинг марказий қисмига жойлаштирилган. Катодни еритганда фотоэлемент занжирида электр токи пайдо бўлади. Бу токнинг кучи еруглик оқими катталигига пропорционалдир.

Баъзи ҳолларда фотоэлементнинг сезгирлигини ошириш учун уни 10^{-2} мм сим. уст. босимида аргон билан тулдирилади. Бундай фотоэлементда фотоэлектронларнинг аргон атомлари билан тукнашишида, аргоннинг ионлашиши туфайли фототок кучаяди.



2-расм

Ички фотоэффект ярим утказичларда ва камдан-кам диэлектрикларда ҳам кузатилади. Ички фотоэффектни кузатиш схемаси 3-расмда кўрсатилган.

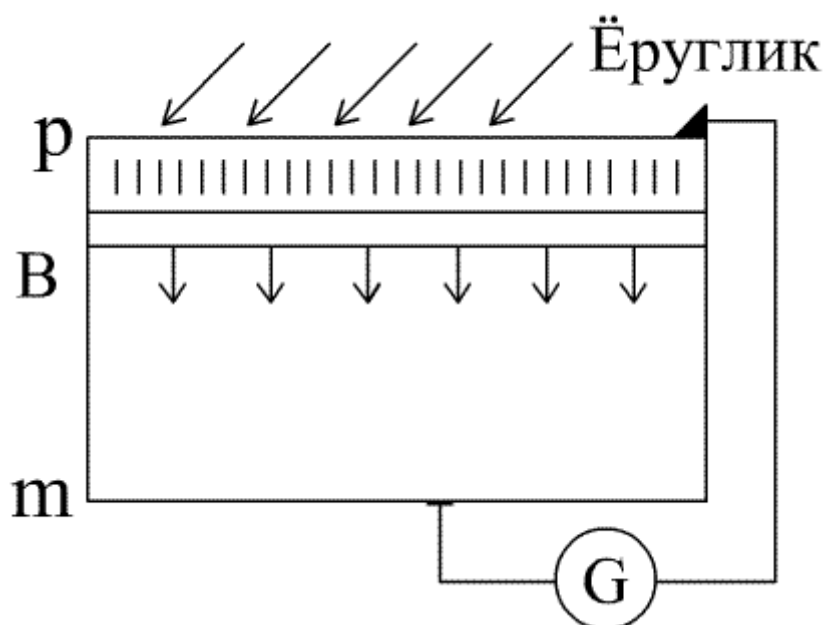


3-расм

Ярим утказгичли Р пластинка G- гальванометр билан батарея кутбларига кетма-кет уланган. Бу занжирдаги ток жуда кам, чунки ярим утказгич катта каршиликка эга. Аммо пластинкани еритилганда занжирдаги ток кескин ортади. Бу еругликнинг ярим утказгич атомларидан электронларни уриб чикариши хамда бу электронларнинг ярим утказгич ичкарисиди колиб, унинг электр утказувчанлигини оширишга сабаб булади.

Ички фотоэффектга асосланган фотоэлементларни ярим утказгичли фотоэлементлар деб аталади.

Фотоэлементларнинг яна бир тури- беркитувчи катлами ярим утказгичли фотоэлемент еки вентилли фотоэлементлар ички фотоэффектга асосланган.



4-расм

«Уз» электронларини кisman йукотган ярим утказгич мусбат зарядли булиб колади, металл ва ярим утказгич орасида хосил буладиган 0,1 в тартибдаги потенциаллар айирмаси фотоэлемент занжирида токни вужудга келтиради.

Шундай килиб, вентилли фотоэлемент еруглик энергиясини бевосита электр энергиясига айлантирадиган ток генераторидан иборатдир. Бу фотоэлементнинг схемаси 4- расмда берилган.

Гальванометр G уланган ташки электр занжирга металл пластинка M ва унинг устига суркалган ярим утказгичнинг юпка катлами P уланган. Ярим утказгичнинг металл билан контакт зонасида вентилли утказувчанликка эга булган беркитувчи катлам V хосил булади; бу катлам электронларни факат ярим утказгичдан металл томонга уткази. Фототок еруглик окимида пропорционал булгани учун фотоэлементлардан фотоэлектрик асбоб сифатида фойдаланилади. Масалан. Люксметр (еритилганликни улчагич). Ишлаб чикариш процессларини

телемеханизациялаштиришда ва автоматлаш-тиришда фотоэлементларнинг ахамияти гоят каттадир.

Амалда фотоэлементлардан электр энергияси генераторлари сифатида фойдаланишнинг истикболи гоят порлокдир.

Хозирги вақтда куп оптик ходисаларни факат ёруғликни квант назарияси асосида тушунтириш мумкин. Масалан, абсолют кора жисмнинг нурланиши, фотоэффект, Комптон эффект ва бошқалар. Ёруғликни квант назариясини яратишда А. Эйнштейннинг «ёруғлик квантлари» мавжуд деган гояси роль уйнади, шунга кура ёруғликни элементар заррачалар-фотонлар окимидан иборат деб қаралди. Эйнштейннинг гипотезаси қатор тажрибаларда тасдиқланди. Ёруғлик зарралари-фотонларнинг мавжудлиги тажрибаларда тасдиқлангандан сунг ёруғликни фотон назарияси ёки квант назарияси вужудга келди. Бу назария оптика тарихида булган корпускуляр назарияни эслатади. Бу ёруғликнинг квант назариясига кура битта фотон куйидаги энергияга эга булади.

$$W = h\nu$$

бунда h -Планк доимийси.

ν -ёруғлик частотаси.

Фотон массаси учун шундай формула мавжуд:

$$m_{\Phi} = \frac{h\nu}{c^2}$$

бу ерда c -ёруғлик тезлиги.

Бу формула ҳаракатдаги фотон массаси учун уринли. Демак, фотон тинчликдаги массага эга эмас. Фотон ютилганда унинг массаси ва энергияси модданинг зарраларига берилади. Фотон импульси куйидагига тенг:

$$P_{\Phi} = \frac{h\nu}{c}$$

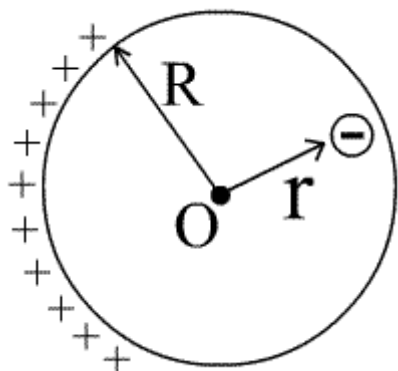
Фотон заряди $e=0$, магнит моменти $\mu_{+}=0$. Фотоннинг вакуумдаги тезлиги $c=3\cdot 10^{10} \frac{см}{с}$. Демак, ёруғликни ҳам тулқин, ҳам заррача сифатида қараш мумкин. Оптикада буни дуализм деб аталади.

Синов саволлари.

1. Ташки фотоэффект ходисасига мисоллар келтиринг.
2. Фотоэффект қонунларини таърифланг
3. Эйнштейн формуласини маъносини тушунтириб беринг.
4. Ички фотоэффект ходисасига мисоллар келтиринг
5. Фотоэлементларни ишлатилиши ҳақида нималарни биласиз?
6. Фотоннинг массаси ва импульси нимага тенг?

АТОМ ВА ЯДРО ФИЗИКАСИ. АТОМНИНГ ТОМСОН МОДЕЛИ

XIX асрларда атом мураккаб тузилишга эга эканлигини ҳеч ким билмаган, атом материянинг охири нуктасидир деган фикрлар юритилган. Электронни кашф этилиши билан бу фикрларни нотугрилиги аникланди. XIX асрдан бошлаб атом урганила бошланди. 1904 йилда Томсон атомни назарий модулини берди. Уни фикрича атом бир текис мусбат зарядланган шар бўлиб шу шар ичида электронлар борлигини илгари сурди. Томсон таклиф этган атомни модулини радиусини ҳисоблайлик. Электр майдон кучланганлиги ифодаси қуйидагига тенг.



$$E = \frac{e}{R^2} r \quad (1) \text{ Гоусс системасида}$$

R-шар радиуси

r – шар марказидан электронгача бўлган масофа.

Электронга $F=eE$ (2) куч таъсир қилади. Кулон кучи. (1) ифодани (2) ифодага қўйсак

$$F=eE= \frac{e^2}{R^2} r \quad r \quad (3) \text{ ҳосил бўлади.}$$

Бутун системани гармоник оцилятор деймиз. Гармоник оцилятор деб бирор мувозанат вазиятига қайтарувчи квазиэластик куч таъсири остида тебранма ҳаракат қиладиган системага айтилади.

$$F_{к.э}=fr \quad (4) \quad f\text{- системани бикирлигига оид катталиқ.}$$

(4) Гук конунини модул жихатдан езилган ифодаси .

Системада мувозанат бўлиши учун (3) ва (4) ифодалар бир-бирига тенг бўлиши керак, яъни:

$$fr = \frac{e^2}{R^2} r \quad \Rightarrow \quad f = \frac{e^2}{R^2} \quad \text{бундан} \quad R = \sqrt{\frac{e^2}{f}} \quad (5)$$

$$\omega^2 = \frac{f}{m}, \quad f = m \omega^2, \quad \omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi c}{\lambda} \quad \text{демак} \quad f = m \frac{4\pi^2 c^2}{\lambda^2} \quad \text{бўни}$$

(5) ифодага қўйсак

$$R = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi^2 c^2 m}} = \sqrt{\frac{e^2 \lambda^2}{4\pi^2 c^2 m}} \quad (6) \text{ ифода хосил булади.}$$

бунда $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг электроннинг массаси.

$e=4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЕ з.б. электроннинг заряди.

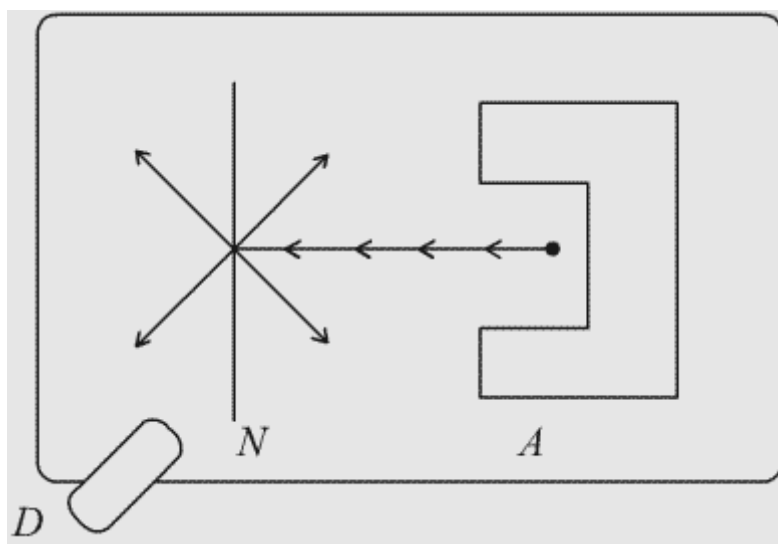
$\lambda=6000 \text{ \AA}$, бу кийматларни (6) га куйсак $R \approx 3 \cdot 10^{-8}$ см хосил булади.

Хулоса. Томсон томонидан таклиф килинган атомнинг назарий модулини чизикли улчами $\approx 3 \cdot 10^{-8}$ см булар экан. Олимлар уйладиларки бу назария тугрими еки нотугрими? Буни Резерфорд ва унинг шогирдлари текширди.

А - ЗАРРАЧАЛАРНИНГ СОЧИЛИШИ. РЕЗЕРФОРД ФОРМУЛАСИ . АТОМНИНГ ЯДРОВИЙ ПЛАНЕТАР МОДЕЛИ.(РЕЗЕРФОРД МОДЕЛИ)

Томсон томонидан яратилган атом моделини тугри еки нотугрилигини текшириш мақсадида Резерфорд ва унинг шогирдлари ундади.

Улар заррачалар билан олтин фолгани бомбардимон килди. (1-расм).



1-расм

D- кузатиш нуктаси

N- олтин фолга

A- α - заррачалар манбаи

α -заррача 2 марта ионлашган гелий ядроси экан.

α -заррачанинг заряди $+2e$ массаси эса электронни массасидан жуда кичик эканлиги аниқланди.

α -заррачалар билан олтин фолгани бомбардимон килиш натижасида заррачалар сочилади.

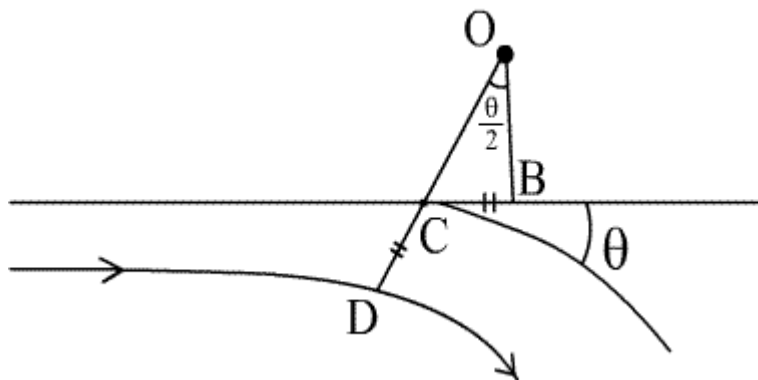
α - Заррачалар нима сабабдан сочилади бу муаммо? Икки хил идея илгари сурилди.

1) Бу ерда кучли электр майдони булиши керак.

2) Атомни массаси уни бутун хажми буйлаб таркалган эмас ва у бир қисмда жойлашган ва у мусбат заряддан иборат деган гоё илгари сурилди.

Резерфорд ва унинг шогирдларининг фикрича атомни массасини унинг ядросидаги мусбат заряд ташкил қилган бўлиб, ядро атрофида электронлар доиравий орбита буйлаб ҳаракат қилади. Бу модел Томсон яратган моделни инкор қилади.

Фараз қилайлик α –заррачани заряди Ze бўлсин сочувчи ядронинг заряди ze бўлсин.



$$CB=DC$$

$$M_{\infty} = M_{r_0}$$

θ - α Заррачаларни сочилиши бурчаги.

r_0 -масофа α заррачани ядрога яқин қилишининг минимал масофаси.

b - бирламчи троектория масофаси.

Заррача ∞ дан келади унинг кинетик энергияси қуйидагига тенг

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Энергия ва ҳаракат микдорини моментини сакланиш қонунини ёзайлик

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + \frac{ZZe^2}{r_0} \quad (1) \quad \text{бу ерда,} \quad \frac{ZZe^2}{r_0} \Rightarrow \text{Кулон кучи}$$

$k=1$. Гаусс системасида $M = [P \ r]$ ҳаракат микдори моменти

$$M_{\infty} = mvb, \quad M_{r_0} = mv_{\min} r_0$$

$$mvb = mv_{\min} r_0 \Rightarrow v_{\min} = \frac{vb}{r_0} \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1)$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2 b^2}{2r_0^2} + \frac{ZZe^2}{r_0}$$

$$mv^2 r_o^2 = mv^2 b^2 + 2 Zze^2 r_o \quad \text{бу ифодани икки томонини хам}$$

(mv^2) га булсак куйидаги ифода хосил булади.

$$r_o^2 - 2 \frac{Zze^2}{mv^2} r_o - b^2 = 0 \quad \text{квадрат тенгламани ечамиз.}$$

$$r_{0,2} = \frac{Zze^2}{mv^2} \pm \sqrt{\left(\frac{Zze^2}{mv^2}\right)^2 + b^2}$$

бунда, $\frac{Zze^2}{mv^2} + b^2$ ифода сон жихатдан катта ифода

шунинг учун юкоридаги ифоданинг мусбат кийматини оламиз

$$r_{0,2} = \frac{Zze^2}{mv^2} + \sqrt{\left(\frac{Zze^2}{mv^2}\right)^2 + b^2} \quad (3)$$

$$r_o = OC + DC \quad (4); \quad DC = CB: \quad CB = b \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$OC = (b^2 + b^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2})^{1/2} \quad (5) \quad \text{Пифагор теоремасига кура юкоридаги чизмадан хосил килинди.}$$

$$(5) \rightarrow (4)$$

$$r_o = b \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} + (b^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} + b^2)^{1/2} \quad (6)$$

(3) ва (6) ифодаларни таккосласак

$$b \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{Zze^2}{mv^2} \Rightarrow b = \frac{Zze^2}{mv^2} \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2} \quad (7) \quad \text{демак } b, \theta \text{ га боглик экан.}$$

(7) ифодани интегралласак

$$\Delta b = \frac{Zze^2}{mv^2} \frac{1}{\sin^2 \frac{\theta}{2}} \frac{1}{2} \Delta \theta \quad (8)$$

доиранинг юзи $\delta = \pi b^2$; $\Delta \delta = 2\pi b \Delta b$ (9), (7) ва (8) ифодаларни (9) ифадага куйиб, соддалаштиришлар оркали куйидаги ифодани ҳосил киламиз

$$d\delta = \left(\frac{Zze^2}{2mv^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4 \frac{\theta}{2}} \quad (10) \quad \text{Бу ифодага Резерфорд формуласи дейлади.}$$

$d\delta$ - сочилишни дифференциал эффектив кесими дейлади.

БОРНИНГ КВАНТ ПОСТУЛОТЛАРИ

Классик электродинамикада агар микрозаррача доиравий орбита буйлаб ҳаракатланса бу заррача бирор частотали нур чикаради дейилган. У ҳолда бу электрон ядрога йиқилади. Бу муаммо?

1913 йилда Дания физиги Н.Бор узининг постулотларини яратиб бу муаммони ечиб берди.

- 1) Ҳар қандай атом системаси маълум бир квант стационар ҳолатларида бўлади, бу ҳолатларидан атом узидан нур чиқармайди ва нур ютмайди. Атомни энергияси эса куйидаги энергияни ташкил килади. E_1, E_2, E_3 .
- 2) Исталган атом системаси бир квант стационар ҳолатидан, иккинчи бир квант стационар ҳолатга ўтганда узидан бирор бир частотали нур чиқаради ёки бирор бир частотали нур ютади бунда нур ютиш ва нурланиш частотаси Борни частоталар шарти билан аникланади

$$\nu = \frac{E_m - E_n}{h} \quad \text{Борни частоталар шарти}$$

- 3) Ядро атрофида ҳаракатланаётган электроннинг ҳаракат миқдори моменти Планк доимийсига қаррайдир.

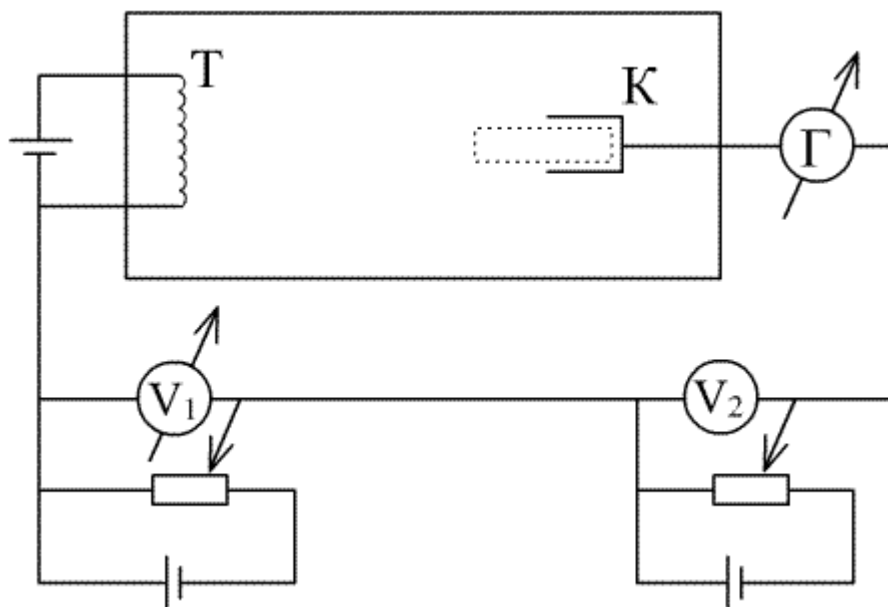
$$M = mvr = nh, \quad n=1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

Синов саволлари

1. Томсон таклиф этган атомнинг модули нимадан иборат?
2. Резерфорд тажрибасини қисқача сузлаб беринг?
3. α -заррача деганда нимани тушунаси?
4. Бор постулотларини таърифлаб беринг?

ФРАНК ВА ГЕРЦ ТАЖРИБАЛАРИ

Бор постулатларини тугри еки нотугрилигини текшириш мақсадида Франк ва Грец тажриба килди. Тажриба схемаси 1-расмда келтирилган. Бу ерда, Т- термостат, К- коллектор.



1-расм

V_1 - тезлативчи потенциални улчайди. V_2 - тормозловчи потенциални улчайди. Курилма тератрон деб аталади. 2 та шарт бажарилиши керак 1-шарт. Т дан чикадиган электронлар «секин» электронлар булиши керак. 2- шарт. Электронлар билан атомни тукнашиш жойи аввалдан маълум булиши керак.

1- метод. **Тезлативчи майдон методи.**

Электронлар тезлигини V_1 тезлативчи потенциалга боглик ифодаси куйидагига тенг.

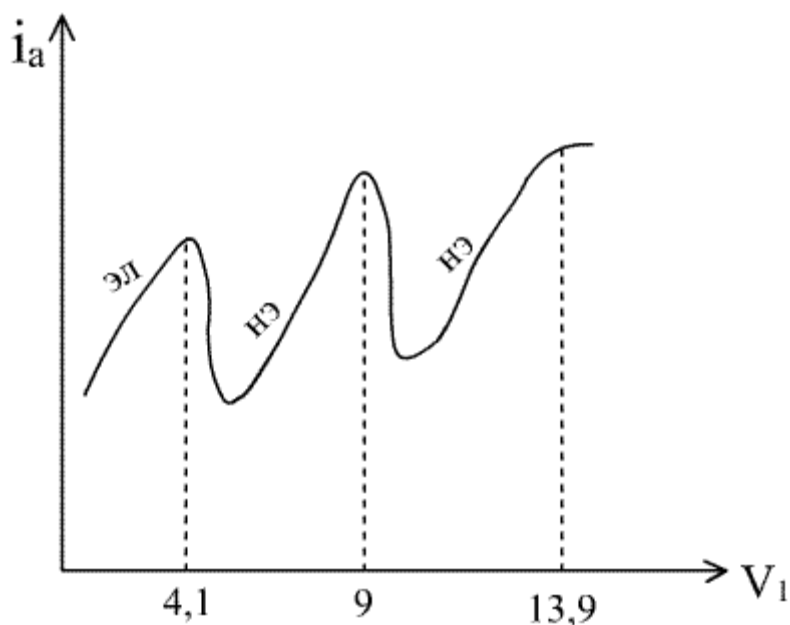
$$\frac{mv^2}{2} = \frac{ev_1}{300} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{ev_1}{150m}} = 5,93 \cdot 10^7 \sqrt{v_1} \text{ см/с}$$

Шиша балонни урганилиши керак булган газ атомлари (Hg) билан тулдирилади. Кучланиш узгартирилишига боглик холда Т дан электронлар чика бошлайди. Электронлар билан атомлар 2 хил тукнашади.

- а) Эластик тукнашиш
- б) Ноэластик тукнашиш.

Эластик тукнашишда электронлар билан атомлар тукнашиб уз энергиясини йукотмасдан факат уз йуналишини узгартиради.

Ноэластик тукнашишда эса электронлар Hg атомлари билан тукнашиб уз энергиясини йукотар экан.



2 –расм

Тезлатувчи потенциал ортса T дан чикаетган электронлар хам ортиб бориб тукнашиш ноэластик булиб V_1 нинг баъзи кийматларида ток кескин камайиб кетади. $4,1 - 9 - 13,9 \rightarrow$ уйгониш потенциали деб юритилади (2-расм). Тезлативчи майдон методида V_1 кучланиш узгартирилиб $V_2 = \text{const}$ сакланади. Атомни бир стационар холатдан узидан юкориги 2-чи бир стационар холатга утказиш учун керак буладиган энергия микдорига сон жихатидан тенг булган катталикка атомни уйготиш потенциали деб юритилади.

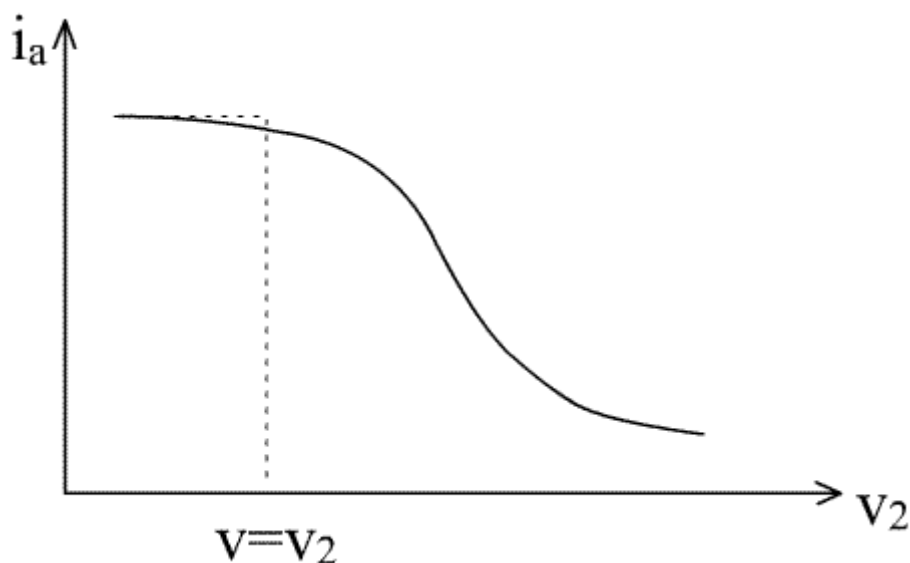
Уйгониш потенциаллари орасидаги фаркка резонанс еки критик потенциал деб юритилади.

Термостат билан коллектор 2 хил материалдан ясалган. Шунинг учун уларда контакт хосил булади. Шунинг учун хам 1-чи потенциал 4,1 В га тенг, буни бир кисми шу контакт потенциалини енгишга сарф булар экан. 4,9 В да курилмада ультрабинафша нурланиш юзага келар экан.

$$E_2 - E_1 = 4,9 \text{ В}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1} = 2520 \text{ \AA}$$

Атом бир стационар холатдан, 2-чи бир стационар холатга утганда узидан бирор бир нур чикарар экан.



(3-расм).

Бунда $V_1 = \text{const}$ сакланиб

V_2 – узгартирилади.

Тормозловчи майдон кичик булганда электронлар анодга етиб кела бошлайди. Тормозловчи майдон ортган сари электронларни анодга етиб келиши кийинлашади ва ток ҳам камайиб боради (3-расм).

КОРПУСКУЛЯР ТУЛКИН ДУАЛИЗМ. ЛУИ – ДЕ - БРОЙЛЬ ГИПОТЕЗАСИ

1924 да Луи- Де – Бройль томонидан куйидаги фикр илгари сурилди. У айтадики микрзаррачалар худди еруглик тулкини каби дуализмга эга булади. Бу идеяни илгари сурилишига сабаб XIX асрда геометрик оптика билан классик механика орасида кандайдир ухшашлик борлиги хакида Гамильтон фикр юритган эди. Бирор майдонда харакат килаетган заррачани еруглик нури утиши билан таккослаш мумкин экан.

Де- Бройль – Гамильтон фикрини умумлаштирди ва микро заррачани тулкин ва корпускуляр хусусиятини куриб чикди.

$(P_x, P_y, P_z, \frac{iE}{c})$ микрзаррачани корпускуляр хусусиятини характерлайди.

$(K_x, K_y, K_z, \frac{i\omega}{c})$ микрзаррачани тулкин хусусиятини характерлайди.

Бу охирги икки ифода орасидаги боғланишни куриб чиксак

$$\frac{P_x}{K_x} = \frac{P_y}{K_y} = \frac{P_z}{K_z} = \frac{E}{\omega} = h^1$$

Де- Бройль узини тажрибаларида $h^1 = h$ лигини исботлаб берган, у холда

$$\left. \begin{aligned} P_x &= hk_x \\ P_y &= hk_y \\ P_z &= hk_z \\ E &= h\omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} P &= hk \\ E &= h\omega \end{aligned} \right\} \text{ Де- Бройль тенгламалари.}$$

Бундан $P = \frac{h}{\lambda}$ чунки $k = \frac{1}{\lambda}$ га тенг.

$$\lambda = \frac{h}{P} \text{ микрозаррачанинг Де- Бройль тулкин узунлиги.}$$

Заррачанинг тезлиги ва массаси маълум булса микрозаррачани Де- Бройль тулкин узунлигини хисоблаш мумкин.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

ДЕ- БРОЙЛЬ ГИПОТЕЗАСИНИ ЭКСПЕРИМЕНТДА ТАСДИКЛАНИШИ.

БРЕГ ВА ДЕБАЙ ШЕРРЕР МЕТОДЛАРИ.

ДЭВИСОН – ЖЕРМЕР ВА ТОМСОН ТАЖРИБАЛАРИ

Де – Бройль тулкин узунлигини тартибини аниқлайлик. Фараз қилайлик бирор майдонда харакатланаётган электронлар оқими берилган булсин. Электронлар оқими $T=ev$ энергия олади.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{ev}{300} \text{ бу ерда, } 300 \text{ Гаусс системасидан СИ системасига утказувчи коэффициент.}$$

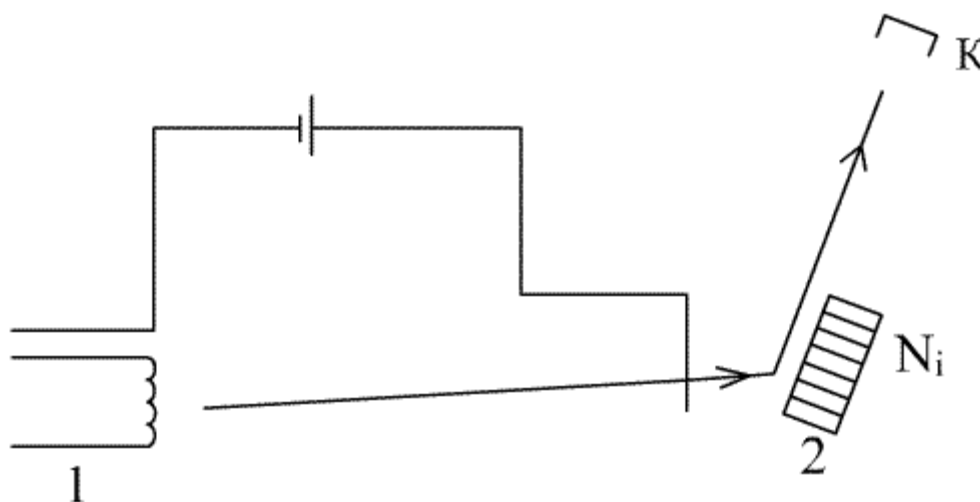
$$V = \sqrt{\frac{ev}{150m}}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{emv}} = \frac{h\sqrt{150}}{\sqrt{em}} \cdot \frac{1}{\sqrt{v}} = \frac{12,25}{\sqrt{v}} \cdot 10^{-8} \text{ см}$$

$$V = 1 \text{ В булса} \quad \lambda = 12,25 \text{ Å}$$

Хулоса. Исталган микрозаррачани Де- Бройль тулкин узунлиги Å тартибида булар экан. Шу тартибда Рентген нурлари эга булар экан. Демак Де-Бройль гипотезасини Рентген нурларига кулланиладиган метод ердамида аниклаш мумкин экан.

Дэвисон Жермер тажрибаси



4- расм

Тажриба схемаси 4- расмда келтирилган.

1 – электронлар манбаи.

2 – никел пластинкаси.

3 – кайд килувчи курилма, коллектор.

Электронлар билан Ni пластинкаси бомбардимон қилинади ва кузатилади. Ni пластинкасини ишлатилишига сабаб, исталган каттик жисмда 2 та қушни атом орасидаги масофа 10^{-8} см, бу эса микрозаррачани тулкин узунлиги тартибига мос тушади.

Ni га келиб урилиб сочилган электронлар кайд килуви аппаратга келиб тушади.

1 –тажрибада Ni кристалига тушувчи электронларни тушиш бурчагини узгартириб бориб кайд килувчи асбобга тушган электронлар интенсивлигини аниқлайди. Натижада тах картиналар юзага келиши, микрозаррачаларда интерференция ходисаси юз беришидан далолат беради.

Синов саволлари

1.Франк ва Герц тажрибаларини қисқача сузлаб беринг.

- 2.Эластик ва ноэластик тукнашишлар деганда нимани тушунаси?
- 3.Атомни уйготиш потенциали деб нимага айтилади?
- 4.Луи-де-Бройль гипотезаси нимадан иборат.

НОАНИКЛИК МУНОСАБАТЛАРИ. (ГЕЙЗЕНБЕРГ ТЕНГСИЗЛИКЛАРИ)

Мақсад. Микро зарра ҳам тулкин ҳам корпускуляр хусусиятга эга. Буни исталган модда учун куллаб буладими?

Микрозаррачани дуализм табиатини исталган модда учун куллаб булмайди бу чегара нимадан иборат?

$\Delta x \Delta p_x \geq h$ минумларни кайтарилиш шarti.

Бу ифодани 2 томонини ҳам h га купайтирамиз.

$h \Delta x \Delta p_x \geq h^2$ Δx – Микрозаррачани фазони берилган бирор
 $\Delta p_x = h \Delta k$ нуктасидаги координатасини аниклашдаги хатолик.

$\Delta x \Delta p_x \geq h$ }
 $\Delta y \Delta p_y \geq h$ } (1) Δp_x – Микрозаррачани фазони берилган нуктасидаги
 $\Delta z \Delta p_z \geq h$ } импульсини аниклашдаги хатолик.

Микрозаррачани координатасини катта аниклак билан аниклайлик яъни

$$\Delta x \rightarrow 0 \text{ у холда } \Delta p_x \geq \frac{h}{\Delta x} = \infty \text{ булади.}$$

еки микрозаррачани импульсини катта аниклик билан улчайлик,

$$\Delta p_x \rightarrow 0 \text{ у холда } \Delta x \rightarrow \infty \text{ булади.}$$

Хулоса, Микрозаррачани импульсини ҳам, координатасини ҳам бир вақтни узида катта аниклик билан улчаш мумкин эмас экан.

(1) Тенгсизликлар ноаникликка эга шунинг учун ҳам унинг номи ноаниклик муносабатлари дейлади.

Фараз килайлик, ядро атрофида ҳаракатланаётган электрон ядрога кулаб тушсин яъни $\Delta x \rightarrow 0$, $\Delta p_x \rightarrow \infty$

$$\Delta T = \frac{\Delta p^2}{2m}, \Delta T \rightarrow (\infty)$$

Бундан куриндики электрон ядрога кулаб тушмас экан.

1.Ноаниклик муносабатларини маъносини тушунтириб беринг?

АТОМ ЯДРОСИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Режа:

1. Атом ядросининг тузилиши.
2. Тургун ва тургун булмаган ядролар.
3. Атом ядросини боғланиш энергияси
4. Солиштира боғланиш энергияси

Фараз килайлик атом ядроси протон ва электрондан ташкил топган булсин.
 $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл $=4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЕ 3.6 - электрон заряди. $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг - электрон массаси, $m_p = 1836 \cdot m_e = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг - протоннинг массаси.

Протоннинг заряди электроннинг мусбат зарядига тенг. Атом ядросини радиуси $R \approx 10^{-15}$ м булсин, шундай электронни импульсини баҳолайлик.

$$P_e = \Delta P = \frac{h}{R} = 10^{-20} \text{ кг} \cdot \text{м/с} \quad \text{Электроннинг импульси.}$$

$P_p = m \cdot c \approx 10^{-22}$ кг м/с. Протоннинг импульси. P_e билан P_p ни солиштира $P_e > P_p$ Демак ядрони ичида электрон булса уни харакати ультрарелятивистик булар экан Ультрарелятивистик электронни энергиясини баҳолайлик.

$$E = \Delta E = P_e c = \frac{h}{R} \cdot c = 40 \text{ МэВ.}$$

Юкоридаги энергияли электронни ядро ичида ушлаб булмайди. Демак ядро протон ва электрондан иборат булмас экан. Д.Чэдвик бериллий нурлари массаси протон массасига якин булган нейтрал заррачалар оқимидан иборат деган фаразни уртага ташлади. Кейинчалик бу фараз тасдикланди. Шундан кейин янги заррача – нейтрон кашф килинди.

Нейтронни хусусиятини куриб чикайлик.

$$m_n = 1838 m_e = 939 \text{ МэВ}$$

$Z_n = 0$ нейтронни заряди, яъни нейтрон тургун булмаган зарра.

$\tau = 11,2$ мин нейтроннинг уртача яшаш вакти.

$\tau = 10^{30}$ йил протоннинг уртача яшаш вакти.

Юкоридаги тушунчалардан сунг Гейзенберг ва Эваненко ядрони тузилиши хақидаги 1934 йил янги назарияни яратди, яъни Атом ядроси протон ва нейтрондан ташкил топган деган идеяни илгари суради. Протон ва нейтронни умумий ном билан нуклонлар деб юритилади. Протон мусбат зарядга эга. Нейтрон эса зарядга эга эмас.

Натижавий заряд мусбат. Демак атом ядроси мусбат зарядга эга.

Z – протонлар сони

N – нейтронлар сони

$$A = Z + N \quad \text{Атом ядросининг масса сони.}$$

A_ZX бунда Z- протонлар сони
 $N = A - Z$ – нейтронлар сони.

Мисол. ${}_{92}U^{238}$ да 92 та протон, 146 та нейтрон бор.

Протонлар сони доимий булган ядроларга изотоплар дейлади.

Мисол. ${}_{92}^{238}U$, ${}_{92}^{235}U$, ${}_{92}^{239}U$

Атом ядросидаги нейтронлар сони доимий булса ($N = \text{const}$) бундай ядроларга изотонлар дейлади.

3_1H , 4_2He

Агар нуклидлардаги масса сон (A) доимий булса яъни ($A = \text{const}$) булса бундай группа нуклидларига изобарлар дейлади.

Мисол: 7_3Li , 7_4Be .

Агар бирор ядродаги протонлар сони иккинчи ядродаги нейтронлар сонига тенг булса бундай ядрога кузгу ядролар дейлади.

Мисол: ${}^{A_1}_{Z_1}X$, ${}^{A_2}_{Z_2}X$

$$Z_1 = N_2, \quad Z_2 = N_1, \quad A_1 = A_2$$

Ядролар 2 хил булади.

- 1) Тургун ядролар.
- 2) Тургун булмаган ядролар (Радиоактив).

Тургун ядролар узок вақт давомида бирор радиоактивлик турига дучор булмайди.

Тургун булмаган ядролар киска вақт давомида бирор радиоактивлик турига дучор булади.

Бундан ташкари табиий ва сунъий ядролар ҳам мавжуд. Элементлар Менделев даврий системасидаги 84 элементдан юкори ядролар радиоактив тургун булмаган элементлардир.

Табиатдаги мавжуд ядроларни хактерловчи асосий катталиклар.

1. Атом ядросининг массаси M .
2. Атом ядросининг заряди Z .
3. Атом ядросининг радиуси R .
4. Атом ядросини боғланиш ва солиштирма боғланиш энергияси $\Delta W (E)$.
5. Атом ядросининг емирилиш доимийси λ .
6. Атом ядросининг уртача яшаш вақти τ .
7. Атом ядросининг ярим емирилиш вақти $T_{1/2}$

Атом ядросини нуклонларга ажратиш учун керак буладиган энергия микдорига атом ядросини боғланиш энергияси дейлади. Атом ядросини боғланиш энергияси ΔW харфи билан белгиланади ва у куйидагича хисоблаб топилади.

$$\Delta W = \Delta M \cdot c^2$$

ΔM – атом ядросининг массаси.

Атом ядросини массасини мосспектрометр билан улчашадан шу нарса маълум буладики, атом ядросини массаси нуклонларни тула массаси билан мос тушмас экан. Фараз қилайлик атом ядросида Z та протон ва N та нейтрон бўлсин, биттасини массаси m_p бўлса хаммасини массаси $Z m_p$ булади, битта нейтронни массаси m_n бўлса хаммасиники $N m_n$ булади. Демак нуклонларни тула массаси $Z m_p + N m_n$ булади.

Юқоридаги фикримизга кура атом ядросини массаси билан нуклонларни тула массаси орасидаги фарк куйидагига тенг булади.

$$\Delta M = Z m_p + N m_n - M_a$$

Бу ифодани $\Delta W = \Delta M c^2$ га қуйсак $A = Z + N$ дан $N = A - Z$

$$\begin{aligned} \Delta M &= (Z m_p + N m_n - M_a) c^2 = [Z m_p + (A - Z) m_n - M_a] c^2 = [Z m_p + \\ &+ A m_n - Z m_n - M_a] c^2 = [Z (m_p - m_n) - A m_n - M_a] c^2 \end{aligned}$$

Тургун ядроларни боғланиш энергияси жуда катта булади, тургун бўлмаган ядроларни боғланиш энергияси эса жуда кичик булади.

Битта нуклонга тугри келган боғланиш энергияси солиштирма боғланиш энергияси деб аталади. Солиштирма боғланиш энергияси куйидаги формула асосида хисоблаб топилади.

$$E = \frac{\Delta W}{A} = \frac{\Delta M c^2}{A} = \frac{[Z m_p + (A - Z) m_n - M_a] c^2}{A}$$

Солиштирма боғланиш энергияси (0 ÷ 8,8) МэВ қийматларда бўлиб уртача қиймати 8 МэВ га тугри келади.

Солиштирма боғланиш энергияси масса сонига боғлиқдир.

1) Солиштира боғланиш энергияси купчилик ядролар учун узгармас булиб унинг уртача киймати 8 МэВ га тугри келади.

2) Солиштира боғланиш энергиясини масса сонига боғликлигидан шу нарса куринадики, огир ядролар учун энергетик жихатдан булиниш функцияси кулай ва бу реакция эгзотермик реакция булиб хисобланади.

3) Солиштира боғланиш энергиясини масса сонига боғликлигидан шундай нарса куринадики, енгил ядролар учун энергетик жихатдан синтез реакцияси кулайдир ва бу реакция эгзотермик реакция булиб хисобланади.

2 та енгил ядро берилган булсин.

2 та енгил ядро кушилиб урта еки огир ядро хосил килиш мумкин.

4) Солиштира боғланиш энергиясини масса сонига боғликлигидан шу нарса куринадики солиштира боғланиш энергияси ядрони мустахкамлигини белги-ловчи катталик экан (тургунли редиактивлик).

Агар E ни A га боғликлигини	$Z = \text{const}$	} текисликларни бирори билан	
	$A = \text{const}$		} кессак 3 та чизик хосил булиб
	$N = \text{const}$		

Шу ходисани солиштира боғланиш энергиясини нозик структураси дейлади. Энг юкори чизикда жуфт- жуфт деб аталувчи ядролар жойлашади, урта чизикда жуфт ток еки ток жуфт ядролар 3-чи паст чизикда ток-ток ядролар жойлашади.

Жуфт –жуфт ядролар деб, Протонлар сони хам, нейтронлар сони хам жуфт сонга тенг булган ядроларга айтилади.

Ток –ток ядролар деб, Протонлар сони хам нейтронлар сони хам ток сонга тенг булган атом ядросига айтилади.

Жуфт –ток еки ток –жуфт ядролар деб, Протонлар сони жуфт нейтронлар сони ток еки аксинча протонлар сони ток нейтронлар сони жуфт булган атом ядросига айтилади.

Синов саволлари

- 1.Атом ядросини тузилиши тугрисида нималарни биласиз?
- 2.Тургун ва тургун булмаган ядролар деганда нимани тушунаси?
- 3.Атом ядросини боғланиш энергияси нимага тенг?
- 4.Атом ядросини солиштира боғланиш энегияси деб нимага айтилади?
- 5.Солиштира боғланиш энергияси масса сонига кандай боғланган?

РАДИАКТИВЛИК ХОДИСАСИ

Радиактивлик ходисаси деганда атом ядросини уз-уздан бирор-бир турдаги зарраларни чиқариш жараенига айтилади. Бу ходисани 1896 йилда Беккерел аниқлади.Беккерел уран тузини олиб фотопластинкани устига куйганда уран тузига кушимча доғлар хосил булганлигини пайкади Беккерел хосил булган доғлар хеч кандай рентген хусусиятга боғлиқ булмасдан у ядрони узидаги

хусусиятлар деб хулоса қилади. Беккерел ишини Кюри давом эттирди. Бу ходисани хусусияти қуйидагича бўлиши мумкин. Бирор бир радиактив емирилиш руй бериши учун бирламчи ядрони массаси

$$M_f > M_f + m \quad \text{бўлиши керак.}$$

бунда M_f -емирилиш туфайли ҳосил бўлган ядрони массаси
 m - учиб чиққан зарраларни массаси.

Радиактивлик ходисасини ядро реакцияларидан конкрет фарқи йук чунки радиактивлик ҳам бомбардимон қилиш натижасида ҳосил қилинади.

Табиатда асосан 3 хил радиактивлик тури мавжуд бўлар

α – емирилиш

β - емирилиш

γ - нурланиш

Радиактивлик ходисасининг муҳим хусусиятларидан бири баъзи бир учиб чиққан заррачаларни энергияси кичик бўлса ҳам уларни уртача яшаш вақти ва ярим емирилиш даври жуда катта бўлади. Бу ходиса шундай тушунтирилади ярим емирилиш даври узаро таъсир интенсивлигига боғлиқ. Ядровий узаро таъсирдан ташқари электромагнит таъсир ҳам мавжуд, бу таъсир канчалик қамайса интенсивлик ҳам шунча ортади.

Юқорида санаб утилган 3 хил радиактивлик туридан ташқари протон емирилиш ва спонтан бўлиниш турлари ҳам мавжуд.

Атом ядроларини ҳеч қандай ташқи таъсирсиз бўлиниб кетиш ходисаси спонтан бўлиниш дейлади.

Бундан ташқари а) Табиий радиактивлик ва

б) Сунъий радиактивлик турлари мавжуд.

Табиий радиактивликка табиатдаги мавжуд ядролар қиради, сунъий радиактивлик лаборатория шароитида ҳосил қилинади.

Радиактивлик вақтида бирор бир микдордаги энергия ютилади еки ажралиб чиқади. Радиактивлик вақтида ажралиб чиққан еки ютилган энергия $M_f c^2 = M_f c^2 + m c^2 + E$ формула ердамида ҳисобланади бу ерда, M_f -радиактивлик емирилишга тайер ядрони массаси, бунини она еки бирламчи ядро дейлади. M_f - иккиламчи ядро массаси. E -радиактивлик вақтида ажралган еки ютилган энергия.

РАДИАКТИВЛИК ЕМИРИЛИШ КОНУНИ

Фараз қилайлик, вақтнинг $t=0$ моментида бошланғич ради-актив ядроларни сони N_0 бўлсин, мана шу радиактив ядроларни бирор t вақт ўтгандан кейинги сони N бўлади.

dt вақт оралиғида радиактив ядроларни сонини ўзгариши dN бўлсин. Тажрибаларнинг қурсатишича вақт ўтиши билан радиактив ядроларни ўзгариши

$$dN = -\lambda N dt$$

бўлар экан.

бу ерда λ -пропорционаллик коэффициент.

“-“ ишораси ҳеч қандай математик мазмунга эга бўлмасдан вақт ўтиши билан радиоактив ядроларни сонини қамайиб бо-ришини курсатар экан. Юқоридаги ифодадан

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \text{ бундан } \ln N = -\lambda t + \ln C \Rightarrow \ln \frac{N}{C} = -\lambda t$$

демак $N = C e^{-\lambda t}$

Бошлангич шартдан фойдалансак

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

бу ифодага радиоактив емирилиш қонуни дейлади.

Демак, бошлангич ядролар сони $e^{-\lambda t}$ қонун бўйича қамайиб борар экан. (1-расм) λ – емирилиш доимийси деб аталади, уни физик мазмуни нимадан иборат.

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt, \quad \lambda = \frac{dN}{N dt} = \frac{dW}{dt}, \quad W = \frac{dN}{N}$$

W -емирилиш эҳтимоли.

Бундан қуйидагича ҳулоса чиқариш мумкин. Емирилиш доимийси бу бирлик вақт ичидаги емирилиш эҳтимоллигини курсатувчи асосий катталиқ экан.

Радиоактив емирилиш натижасида ҳосил бўлган иккиламчи ядро яна тургун еки радиоактив бўлиши мумкин. Агар тургун ядролар ҳосил бўлса у яна бирор бир радиоактивлик турига дучор бўлади.

Энди α ва β емирилиш нима? деган саволга жавоб берай-лиқ.

α - емирилиш деганда радиоактив ядроларни уз-уздан α заррачаларни чиқариш хусусиятига айтилади.

α - заррача 2 та протон ва 2 та нейтрондан ташкил топган.

β -емирилиш деганда атом ядроларини уз-уздан β заррача-ларни чиқариш процесига айтилади.

Табиатда мавжуд бўлган β зарраларни ярим емирилиш даври

$$2 \cdot 10^{15} \text{ й} \geq T_{1/2} \geq 10^{-2} \text{ с}$$

β зарраларни энергияси эса

$$18 \text{ КэВ} \leq E_{\beta} \leq 16,6 \text{ МэВ} \text{ ораликда узгарар экан.}$$

β - заррачалар деганда электронлар еки позитронлар оқими тушунилади.

Синов саволлари

- 1) Радиоактивлик ҳодисасини тушунтириб беринг?
- 2) Радиоактивлик турларини санаб беринг?
- 3) Радиоактивлик вақтида ажралиб чиққан еки ютилган энергия қандай формула ердамида ҳисобланади?
- 4) Радиоактив емирилиш қонуни деб нимага айтилади?
- 5) α – ва β – емирилишни маъносини тушунтириб беринг?

АДАБИЁТЛАР

1. И.В.Савельев «Умумий физика курси», т. I, II, III, Т.Укитувчи, 1970-80 йиллар.
2. Р.И.Грабовский «Физика курси», Т.Укитувчи, 1973.
3. О.Ахмаджонов «Физика курси. Механика ва молекуляр физика», Т.Укитувчи, 1981.
4. О.Ахмаджонов «Физика курси. Электр ва магнетизм», Т.Укитувчи, 1981.
5. О.Ахмаджонов «Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси», Т.Укитувчи, 1983.
6. С.П.Королев «Физика курси.», Т.Укитувчи, 1985.

Мундарижа

1. Электр ва магнетизм. Кириш.....
2. Электростатистика. Кулон конуни.....
3. Остроградский-гаусс теоремаси ва унинг кулланишлари.....
4. Потенциал. Электр сизими.....
5. Узгармас электр токи. Ом конуни.....
6. Магнит майдони. Токларнинг узаро таъсири.....
7. Электромагнит индукция ходисаси.....
8. Магнетикалар. Модданинг магнит майдони. Ампер гипотезаси.
Магнитлиниш вектори. Ферромагнетизм.....
9. Оптика. Кириш. Ёрукликнинг табиати хақида тулкин ва квант
тасаввурлар.....
10. Ёрукликнинг тулкин хоссалари.
11. Геометрик оптика тушунчалари.....
12. Ёрукликнинг квант назарияси. Фотоэффект ходисаси.
Фотоэлементлар.Фотонлар.....
13. Атом ва ядро физикаси. Атомнинг Томсон модели.....
14. α - заррачаларнинг сочилиши. Резерфорд формуласи
Атомнинг ядровий планетар модели. (Резерфорд модели)
15. Борнинг квант постулотлари.....
16. Франк ва Герц тажрибалари.....
17. Корпускуляр тулкин дуализм. Луи – Де - Бройль гипотезаси.....
18. Де- Бройль гипотезасини экспериментда тасдиқлиниши.
Брег ва Дебай Шеррер методлари. Дэвисон – Жермер ва Томсон
тажрибалари.....
19. Ноаниклик муносабатлари. (Гейзенберг тенгсизликлари).....
20. Атом ядросининг тузилиши ва характеристикаси.....
21. Радиоактивлик ходисаси.....
22. Радиоактивлик емирилш конуни