

**E.X.BOZOROV, K.T.SUYAROV,
SH.D.TOJIMAMATOV**

FIZIKA

**(2-qism. Elektr va magnetizm, optika,
atom va yadro fizikasi)**
(Darslik)

TOSHKENT - 2019

**E.X. Bozorov, K.T.Suyarov, Sh.D.Tojimamatov // Fizika (2 qism.
Elektr va magnetizm, optika, atom va yadro fizikasi) // Darslik 2019 y.**

Ushbu darslikda, elektr va magnetizm, optika, atom va yadro fizikasi bayon qilingan. Darslik uchta bo'limdan iborat bo'lib, elektr va magnetizm, optika, atom va yadro fizikasi. Ushbu darslik magistratura, bakalavriatura talabalariga mo'ljallangan.

Olam doimiy o'zaro ta'sirda va uzluksiz harakatda bo'ladigan moddiy jismlar majmuasidan iborat. Tabiatda sodir bo'ladigan barcha jarayonlar muayyan qonunlar asosida ro'y beradi. Hozirgi zamon fizikasi umumiy fizika fanini bir butun sifatida qarab, uni fizikani bir necha bo'limlarga ajratib, alohida o'rganishi lozim topadi. Ular mexanika, molekular fizika va issiqlik, elektr va magnit hodisalari, optika, atom va yadro fizikasi kabilaridir.

MUNDARIJA

	ELEKTR MAYDON.	
1-MAVZU	Zarralarning o‘zaro ta’siri. Elektr maydon. Kulon qonuni	7
2-MAVZU	Dielektrik singdruvchanlik. Elektr maydon kuchlanganlik. Elektr maydonning bajargan ishi.....	10
3-MAVZU	Kuchlanish. Potentsiallar ayirmasi. Kuchlanganlik bilan bir jinsli kuchlanganlik orasidagi bog‘liqlik.....	14
4-MAVZU	Elektr maydondagi o‘tkazgichlar va dielektriklar. Elektr sig‘imi. Kondensatorlar va ularni sig‘imi. Elektr maydon energiyasi.....	18
	O‘ZGARMAS TOK QONUNLARI.	
5-MAVZU	Elektr tokining mavjud bo‘lish shartlari. Zanjirning bir qismi uchun om qonuni.....	25
6-MAVZU	Ketma-ket va parallel ulash. E.Yu.K. berk zanjiri uchun om qonuni.....	30
7-MAVZU	Elektr tokining ishi va quvvati. Joul-Lens qonuni.....	33
	TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI.	
8-MAVZU	Metallarda elektr toki. Elektronlarning tartibli harakat tezligi. Qarshilikning temperaturaga bog‘liqligi.....	37
9-MAVZU	Yarim o‘tkazgichlarda elektr toki. Yarim o‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi va uning temperaturaga bog‘liqligi.....	41
10-MAVZU	Elektron kovakli o‘tish. Yarim o‘tkazgichli diod. Transistorlar. Yarim o‘tkazgichli asboblarning qo‘llanishi.....	45
11-MAVZU	Vakuumdagi elektr toki. Elektron emissiya. Ikki elektrodli lampa. Elektron-nurli lampa.....	48
12-MAVZU	Suyuqliklarda elektr toki. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrolizning qo‘llanishi.....	52
13-MAVZU	Gazlarda elektr toki. Plazma haqida tushuncha.....	57
	MAGNIT MAYDON.	
14-MAVZU	Tokning magnit maydoni. Turli o‘tkazgichlarning o‘zaro	

	ta'siri.. magnit induksiyasi. Magnit oqimi.....	63
15-MAVZU	Amper kuchi. Lorens kuchi. Elektr o'lchov asboblarning ishlash prinsipi.....	68
16-MAVZU	Moddalarning magnit xossalari. Ferramagnitlar. Axborotlarni magnit usulida yozish.....	71
17-MAVZU	Elektro magnit induksiya hodisasi. Induh\ksiya E.Yu.K. Induksiyaviy elektr maydon. Lens qoidasi.....	75
18-MAVZU	O'zinduksiya va o'zaroinduksiya. Induktivlik. Transformatorlar. Magnit maydon energiyasi.....	79
	ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR.	
19-MAVZU	Tebranish konturi. Konturdagi erkin elektromagnit tebranishlar va energianing aylanishlari.....	83
20-MAVZU	So'navchi elektromagnit tebranishlar. Tebranish konturidagi elektromagnit tebranishlarni tavsiflovchi tenglama va uning yechimi.....	85
21-MAVZU	Elektromagnit tebranishlar fazasi va davri. Avtotebranishlar.....	88
22-MAVZU	Avtotebranishlar. So'nmas tebranishlar generatori.....	91
23-MAVZU	Majburiy elektromagnit tebranishlar. O'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan tok generatori.....	95
24-MAVZU	O'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv sig'im va induktiv qarshilik. O'zgaruvchan tok uchun om qonuni. Elektr rezanans.....	100
	ELEKTROMAGNIT TO'LOQLAR.	
25-MAVZU	Elektri\omagnit maydon. Ochiq tebranish konturi. Elektromagnit to'loqlar va ularning xossalari.....	106
26-MAVZU	Radioning kashf etilishi modulyasiya va detektorlash. Eng soda radio.....	110
27-MAVZU	Teleko'rsatuvlarning fizik xossalari. Radio-lakatsiyahaqida tushuncha. Aloqa vositalarining rivojlanishi.....	116

	OPTIKA	
28-MAVZU	Yorug'likning elektromagnit nazariyasi haqida tushuncha. Yorug'likning turli muhitlarda tarqalish tezligi.....	119
29-MAVZU	Yonig'likning qaytish va sinish qonunlari. Linzalar va yupqa linza formulasi.....	121
30-MAVZU	To'la ichki qaytish. Yorug'lik interferentsiyasi va uning texnikada qo'llanishi. GyugensFrenel prinsipi.....	126
31-MAVZU	Yorug'lik difraksiyasi. Defraksion panjara.....	129
32-MAVZU	Yorug'lik dispersiyasi. Chiqarish va yutilish spektri.....	131
33-MAVZU	Spektral tahlil. Spektroskop. Yorug'likning qutiblanishi. Golografiya.....	133
34-MAVZU	Rentgen nurlari va ularning tatbiqi. Elektromagnit to'lqinlar shkalasi.....	136
35-MAVZU	Yorug'lik oqimi. Yorug'likning kuchi. Yoritilganlik. Ravshanlik.....	140
36-MAVZU	Nisbiylik nazariyasi asoslari. Eynshteynning nisbiylik nazariyasi postulatlar. Tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni.....	145
37-MAVZU	Vaqt oralig'ining, jism massasi va o'lchamlarining tezlikka bog'liqligi. Massa va energiyaning o'zaro bog'lanish qonuni.....	149
38-MAVZU	Kvant fizikasining paydo bo'lish tarixi. Istalgan jismning nurlanishi. Plank gipotezasi.....	154
39-MAVZU	Fotoeffekt va uning qonunlari. Yorug'likning kvantlari. Fotoeffekt tenglamasi.....	157
40-MAVZU	Fotonlar. Korpuskulyar to'lqin dyalizmi. O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish va uning rivojlanish istiqbollari.....	166

	ATOM VA ATOM YADROSI.	
41-MAVZU	Atomning tuzilishi. Rezerford tajribalari. Atomning yadroviy modeli. Borning kvant postulatlar. Energetik sathlar.....	168
42-MAVZU	Atom yadrosining tarkibi. Izotoplar. Atom yadrosining bog‘lanish energiyasi. Yadro reaksiyalari. Energetik sathlar. Radioaktivlik α , β , γ nurlanishlar.....	175
43-MAVZU	Radioaktiv yemirilish qonuni. Elementar zarralar va ularning xossalari.....	184
44-MAVZU	Pozitronlarning kashf etilishi. Zarralar va antizarralar. Zarralar va elektromagnit nurlanish kvantlarining o‘zaro aylanishi.....	187
	YADRO ENERGETIKASI	
45-MAVZU	Uran yadrosining bo‘linishi. Zanjirli reaksiya. Yadro reaktori. Atom elektrostansiyasi.....	193
46-MAVZU	Termoyadro reaksiyalari. Quyosh va yulduzlar energiyasi.....	197
47-MAVZU	O‘zbekistonda yadro fizikasi sohasidagi tadqiqotlar va ularning natijalaridan xalq xo‘jaligida foydalanish.....	201
48-MAVZU	Olamning mexanik va elektromagnit manzaralari. Materiya. Fizika va fan texnika taraqqiyoti.....	203
	ADABIYOTLAR.....	205

ELEKTR MAYDON.

1-Mavzu: Zarralarning o‘zaro ta’siri. Elektr maydon. Kulon qonuni.

Reja:

- 1. Elektr zaryadlarining o‘zaro ta’sir kuchi. Kulon qonuni.**
- 2. Elektr zaryad, zaryadlanish**
- 3. Elektronning zaryadi va massasi**

Zaryadlangan jismlarning o‘zaro elektromagnit ta’sirini hamda bu ta’sirni uzatuvchi va materiyaning maxsus turi bo‘lgan elektromagnit maydonning xossasini va uning o‘ziga xos qonuniyatlarini o‘rganadigan fandır.

XVI asrda ingliz olimi Jilbert bir qator tajribalar qilib, qahrabodan tashqari shisha, ebonit, olmos, tog‘ xrustali, oltingugurt, smola va shu kabi boshqa jismlar ham ipak, jun, mo‘ynaga ishqalanganda o‘ziga yengil jismlarni tortishi aniqlanadi

Bunday xossaga ega bo‘lgan jismlarga elektrlangan jismlar, jismlarda bunday xossaning paydo bo‘lishiga esa elektrlanish hodisasi deb yuritila boshlandi (elektr so‘zi grekcha «elektron» - qahrabo so‘zidan olingan).

Elektr zaryadlari o‘z-o‘zidan paydo bo‘lmaydi va yo‘qolmaydi, ular faqat bir jismdan boshqasiga uzatiladi yoki berilgan jism ichida ko‘chadi va berk sistema ichida elektr zaryadlarining algebraik yig‘indisi o‘zgarmay qoladi, ya’ni:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const} \quad (1)$$

Hozirgi zamon tasavvuriga ko‘ra, elektr zaryadi «atom» tuzulishiga ega, yani har qanday jismning elektr zaryadi karrali musbat va manfiy elementar zaryadlardan tashkil topgandır. Agar elementar zaryadni ye ga

teng bo'lsa, u holda 0, e, 2e,..., Ne qiymatlarni oladi:

$$q = Ne \quad (2)$$

Manfiy zaryadga ega bo'lgan eng kichik elementar zarracha elektron deb alaladi. Uning zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl va massasi $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, Shunday qilib, hozirgi zamon fizika tili bilan aytganda zaryad kvantlangandir, ya'ni zaryad miqdori uzluksiz o'zgarmay, balki diskret ravishda o'zgaradi.

Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchi. Kulon qonuni.

Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchini burama torozi yordamida o'lchash .

Bu asbobda ikkita kichik metall sharchalar izolyatsiyalovchi sterjenlarga mahkamlangan. sharchali sterjen qo'zg'almas qilib o'rnatiladi, ikkinchi uchiga posangi o'rnatilgan A sharchali ikkinchi sterjen esa ingichka elastik ipga osib qo'yiladi.

Ipning yuqori uchi A va B sharchalarni bir-biriga yaqinlashtirish va bir-biridan uzoqlashtirish imkonini beruvchi aylanuvchi qopqoqqa mahkamlangan. Sharchalarni zaryadlab, ipning buralish burchagi kattaligiga qarab zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi aniqlanadi. Shuni qayd qilishimiz kerakki, sharchalar orasidagi tortishish kuchini e'tiborga olmaslik mumkin, chunki u elektr kuchlaridan ko'p marta kichik.

Ikkita berilgan zaryadlar uchun o'zaro ta'sir kuchi aniqlanib, sharchalar orasida masofa o'zgartiriladi. Masofa ikki, uch, to'rt marta ortganda o'zaro ta'sir kuchi, to'rt, to'qqiz, o'n olti marta kamayadi. Zaryad miqdorini quyidagicha o'zgartirish mumkin.

Agar zaryadlangan sharchalarning biriga, masalan, B ga, xuddi shunday uchinchi zaryadlanmagan sharcha tekkizilsa, q zaryad ular orasida teng taqsimlanadi va V sharchada q/2 zaryad qoladi. Shunday

bo'lishini davom ettirish mumkin. Agar shunday usul bilan sharchalardan birining zaryad miqdori ikki, to'rt marta kamaytirilsa, A va V sharrachalar orasidagi masofa o'zgartirilmaganda zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi ham shuncha martadan kamayadi. Demak, o'zaro ta'sir kuchi har bir sharchaning zaryadlari miqdoriga to'g'ri proporsional o'zgarar ekan. Bu xulosalar zaryad joylashgan jismlar o'lchami ular orasidagi masofadan kichik bo'lgandagina to'g'ri bo'ladi. Bunday zaryadlar nuqtaviy zaryadlar deb ataladi. Yuqoridagiga o'xshash tajribalarni birinchi marta fransuz fizigi Sh.Kulon 1785 y. bajardi. U kashf etgan qonun Kulon qonuni deb ataladi: ikki nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchi zaryad kattaliklari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional va o'sha zaryadlarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (3)$$

Bu yerda r - zaryadlar orasidagi masofa, k - proporsionallik koeffitsienti. Agar zaryadlar ishorasi har xil bo'lsa, F kuch tortishish kuchi va zaryadlar ishorasi bir xil bo'lsa, itarilish kuchidan iborat bo'ladi. Bir jismning boshqa jismga ta'sirini oraliq muhit orqali uzatish uchun ma'lum bir vaqt kerak chunki moddiy muhitda har qanday jarayon nuqtadan nuqtaga chekli va aniq tezlik bilan uzatiladi. Mashhur ingliz olimi J.Maksvell yaqin ta'sir nazariyasini matematik asoslab berdi. ismlarning bir-birlariga ta'siri havosiz fazo orqali yuz beradigan hollarda bu ta'sirni uzatuvchi moddiy muhit maydon deb ataladi. Shunday qilib, materiya modda ko'rinishida va maydon ko'rinishida mavjud bo'ladi. Jismlar orasidagi ta'sir kuchlarining turiga bog'liq ravishda, maydonlar bir xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Bir jismning ikkinchisiga ta'sirini butun olam tortishish qonuniga asosan uzatuvchi maydon tortishish maydoni deb

ataladi. Bir qozg'almas elektr zaryadning ta'sirini boshqa qo'zg'almas zaryadga Kulon qonuniga asosan uzatuvchi maydon elektrostatik yoki elektr maydon deb ataladi.

Elektr birliklarining Halqaro birliklar sistemasi.

HB sistemasida tok kuchi birligi amper asosiy bo'lganligidan bu sistemada zaryad birligi hosilaviy bo'ladi va quyidagi formuladan keltirib chiqariladi:

$$q=It$$

zaryad birligi uchun

$$[q]=[I]*[t]=1A*1s=1Kl$$

HB sistemada zaryad birligi uchun kulon qabul qilinadi. Kulon deb tok kuchi 1A bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali 1 s da oqib o'tgan zaryadga aytiladi. Kulon juda katta zaryad birligidir. Bir kulon zaryad $625*10^{16}$ proton (elektron) zaryadiga teng ekan

2-Mavzu: Dielektrik singdruvchanlik. Elektr maydon kuchlanganlik. Elektr maydonning bajargan ishi.

Reja:

- 1. Dielektrik singdiruvchanlik.**
- 2. Elektr maydon kuchlanganligi.**
- 3. Potensial maydon.**

Elektr zaryadlar hamma molekulalar tarkibiga kiradi, shuning uchun zaryadlangan jismlarni o'rab olgan muhit o'sha jismlar orasidagi elektr o'zaro ta'sir kuchini o'zgartirish mumkinligini kutish mumkin. Tajriba bu farazni tasdiqlaydi. Ikki zaryad orasidagi o'zaro ta'sir kuchi havosiz fazoda eng katta qiymatga ega bo'lar ekan. Atrofdagi muhit bu kuchni doim

kamaytiradi. Bu bo‘limdagi qator formulalarni soddalashtirish uchun formuladagi k koeffitsient HB birliklar sistemasida $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_\mu}$ deb olinadi, bundagi ϵ o‘lchov birligining tanlab olinishi va muhitning xususiyati bilan aniqlanadi. Zaryadlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchni atrofdagi muhitga bog‘liqligini xarakterlovchi ϵ kattalik o‘sha muhitning dielektrik singdiruvchanligi deyiladi.

Shunday qilib, Kulon qonuni formula quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_m r^2} \quad (1)$$

o‘sha zaryadlarning vakuumdagi o‘zaro ta’sir kuchi F_0 uchun (3) formulani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$F_0 = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1a)$$

Bu yerda ϵ_0 vakuumning dielektrik singdiruvchanligini bildiradi. Uning miqdori o‘lchov birligining tanlab olinishiga bog‘liq va tajriba yordamida aniqlanadi.

(1 a) ni (1) ga bo‘lib, quyidagini olamiz:

$$\frac{F}{F_0} = \frac{\epsilon_m}{\epsilon_0} = \epsilon \quad (2)$$

$\epsilon = \frac{\epsilon_\mu}{\epsilon_0}$ kattalik muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi deyiladi.

Uning qiymati doim birdan katta bo‘lgan sonidir, chunki $\epsilon_\mu > \epsilon_0$ muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi shu muhitdagi elektr zaryadlarning o‘zaro ta’sir kuchi vakuumdagiga qaraganda necha marta kichik ekanligini ko‘rsatadi, e ning son' qiymati tajribadan aniqlanadi va hisoblashlarda jadvallardan olinadi. Muhitning dielektrik singdiruvchanligi ϵ_m quyidagicha aniqlanadi: $m = 0$

$$\epsilon_m = \epsilon_0 \quad (3)$$

ε_m ning bu qiymatini (1)ga qo'yib, quyidagini olamiz.

Elektr maydon kuchlanganligi.

Maydonning biror nuqtasida nuqtaviy q elektr zaryadi joylashtirilgan bo'lsin. U holda atrofdagi muhitning har bir nuqtasida sinash zaryadiga elektr kuch ta'sir etadi. Shuning uchun zaryad atrofidagi maydon ba'zan, kuch maydoni deb ataladi.

Sinash zaryadiga elektr maydonning turli nuqtalarida ta'sir etayotgan kuchlar miqdor va yo'nalishi bilan farqlanadi. Shuning uchun elektr zaryad hosil qilgan maydonning istalgan nuqtasining kuch xarakteristikasini kiritish maqsadga muvofiqdir. Kulon qonunidan ko'rinishicha F kuch shunday xarakteristika sifatida xizmat qila olmaydi, chunki maydonning ko'rilyotgan nuqtasi uchun bu qs sinash zaryadi miqdori ga to'g'ri prorsionaldir.

$$\vec{F} = \vec{E} q_a \quad (4)$$

(4) formuladagi E proporsionallik koeffitsienti maydonning har bir nuqtasi uchun o'zgarmasdir va o'sha nuqtaning kuch xarakteristikasi bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Elektr maydon nuqtasining E kuch xarakteristikasi maydonning kuchlanganligi deb ataladi. U maydonning berilgan nuqtasiga kiritilgan birlik musbat zaryadga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch bilan o'lchanadi. Maydonning kuchlanganligi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi maydonning berilgan nuqtasidagi musbat qs zaryadga tasir etuvchi F kuchning yo'nalishiga mos keladi, bu vektorning moduli esa

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (5)$$

ifoda bilan aniqlanadi. (5) dan Ye ning o'lchov birligini keltirib chiqarish mumkin:

$$E=|N/Kl|=1 N/Kl=|V.$$

HB sistemasida elektr maydon kuchlanganligi birligi uchun elektr maydonning shunday nuqtasidagi kuchlanganlik qabul qilinadiki, unda 1 Kl ga teng zaryadga 1 N kuch ta'sir etadi.

Musbat va manfiy zaryadlar maydonlarining tasvirlarini farqlash uchun kuchlanganlik chiziqlarining yo'nalishi kuchlanganlik vektorining yo'nalishiga mos keladi. U holda musbat va manfiy zaryadlar maydonlarining kuch chiziqlari yo'nalishi farqli bo'ladi.

Maydonni grafik usul bilan tasvirlashda shuni esda tutish kerakki, elektr maydonning kuchlanganlik chiziqlari:

Bir -birlari bilan hech qayerda kesishmaydi;

Musbat zaryadda (yoki cheksizlikda) boshlanadi va manfiy zarvadda (yoki cheksizlikda) tugaydi, yani berk bo'lmagan chiziqlardan iborat

Zaryadlar oralig'ida hech qayerda uzilmaydi.

Har qanday maydonga q_0 zaryad kiritilsa, elektr kuchi tasirida zaryad siljib ish bajaradi. Misol tariqasida nuqtaviy zaryad hosil qilgan maydondagi q_0 nuqtaviy zaryad 1 nuqtadan 2 nuqtaga ixtiyoriy shakldagi yo'l bo'ylab siljigandagi bajarilgan ishni qarab chiqaylik. Rasmda ko'tatilganidek 1 va 2 nuqtalar orasidagi yo'lni kichik Δl elementar bo'lakchalarga ajratamiz. Bu elementar masofada bajarilgan ish quyidagiga teng:

$$\Delta A = F \Delta l \cos \alpha \quad (6)$$

bunda F maydonga kiritilgan q_0 zaryadga ta'sir qiluvchi kuch bo'lib, u quyidagiga teng edi:

$$F = q_0 E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r^2} \quad (7)$$

Δl elementar masofaning F kuch yo'nalishiga proeksiyasi r bo'lib, u $r = l \cos \alpha$ ga teng. Natijada (6) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta A = q_0 E \Delta r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r^2} \Delta r \quad (8)$$

Bundan q_0 zaryadni elektr maydonidagi 1 nuqtadan 2 nuqtaga ko‘chirishdagi bajarilgan A_{12} ish esa elementar bajarilgan A ishlarning yig‘indisiga teng bo‘lib, u oliy matematika yordamida chiqariladi. Shuning uchun, biz A_{12} ishni ifodalovchi formulani keltirib chiqarmasdan tayyor holda yozamiz:

$$A_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r_1^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r_2^2} \quad (9)$$

Bu ifodadan ko‘rinadiki, elektr maydonda zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ish uning shakliga bog‘liq bo‘lmasdan zaryadining boshlang‘ich va oxirgi holatiga bog‘liqdir.

Kuchining bajargan yo‘li yo‘lining shakliga bog‘liq bo‘lmagan maydonga potensial maydon deyiladi.

Binobarin, elektr zaryadlari hosil qilgan elektr maydon potensial maydondir.

3-Mavzu: Kuchlanish. Potentsiallar ayirmasi. Kuchlanganlik bilan bir jinsli kuchlanganlik orasidagi bog‘liqlik.

Reja:

- 1. Potentsiallar ayirmasi. Kuchlanish.**
- 2. Kuchlanganlik bilan bir jinsli kuchlanganlik orasidagi bog‘liqlik.**

Kuchlanish bilan bir jinsli maydonning kuchlanganligi orasidagi bog‘lanish.

Elektr maydonning biror nuqtasiga joylashgan har xil sinov

zaryadlarining potensial energiyalari ham har xil, lekin potensial energiyaning sinov zaryadiga bo'lgan nisbati maydonning ayni nuqtasi uchun o'zgarmas fizik kattalikdan iborat bo'ladi. Bu fizik kattalikga potentsial deyilib, u φ harfi bilan

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0} \quad (1)$$

Bunga asosan elektr maydon potentsialini quyidagicha ta'riflash mumkin: Elektr maydonning biror nuqtasidagi potensial deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan bir birlik sinov zaryadiga mos kelgan potensial energiyasi teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Nuqtaviy zaryad hosil qilgan maydonning biror nuqtasidagi potentsiali quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r\epsilon} \quad (2)$$

Yuqoridagi (1) formulaga binoan $W_p = q_0\varphi$ ekanini hisobga olsak, q_0 zaryadni elektr maydon bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ish quyidagiga teng bo'ladi.

$$A_{12} = (W_{p1} - W_{p2}) = q_0(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (3)$$

Bundan elektr maydonning ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi:

$$(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{A_{12}}{q_0} \quad (4)$$

(4) ga asosan potentsiallar ayirmasini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Elektr maydonining ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi deb, bir birlik musbat zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga, miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Agar elektr maydonni bitta emas bir necha zaryadlar sistemasi hosil qilgan bo'lsa, natijaviy maydonning biror nuqtasidagi potentsiali zaryadlarning mustaqil hosil qilgan maydonlar potentsiallarining algebraik

yig'indisiga teng:

$$\Phi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n = \sum_{i=1}^n \varphi_i \quad (5)$$

Bu munosabat maydonlar superpozitsiyasi prinsipining bevosita natijasidir.

Maydonning ikki nuqtasi orasidagi q zaryadni ko'chirishda maydon kuchlarining bajargan ishi o'sha nuqtalar orasidagi kuchlanishga to'g'ri proporsional.

$A=qU$ dan kuchlanish birligini keltirib chiqaramiz:

$$U=A/q; \quad U=1J/1Kl=1kg \cdot m^2/s^3 \cdot A=1V$$

HB sistemasida kuchlanishning o'lchov birligi qilib volt qabul qilinadi. Volt deb - maydonning ikki nuqtasi orasidagi shunday kuchlanishga aytiladiki, 1 Kl zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchisiga ko'chirishda maydonning bajargan ishi 1 J bo'ladi.

Shuni qayd qilamizki, amalda zaryadlar doim maydonning ma'lum ikki nuqtasi orasida ko'chadi, shuning uchun ko'pincha alohida nuqtalarning potentsiallarini emas, balki ular orasidagi kuchlanishni bilish muhimdir.

Maydon kuchlanganligi bilan kuchlanish orasidagi bog'lanish.

Potensial gradienti.

Bir jinsli maydonda kuchlanganlik va potentsiallar farqi orasidagi bog'lanishni topamiz.

Plastinkalar orasidagi kuchlanish ushbu rasmda ko'rsatilganidek

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (6)$$

bo'lsin.

U holda q_s sinash zaryadi bir plastinkadan ikkinchisiga ko'chganda maydon

$$A = q_s U \quad (7)$$

ish bajaradi. Bu ishni yana F elektr kuchning d masofaga ko'paytmasi

bilan ifodalash mumkin:

$$A = Fd = q_s Ed. \quad (8)$$

(7) va (8) formulalarning o'g tomonlarini tenglashtirib, quyidagini olamiz;

$$E = U/d = (\varphi_1 - \varphi_2)/d \quad (9)$$

Demak, bir jinsli maydonning kuchlanganligi miqdor jihatdan kuchlanganlik chizig'ining uzunlik birligidagi potensial o'zgarishiga teng.

Shuning uchun, (9) formulaga ko'ra, HB sistemada kuchlanganlikning o'lchov birligi metrga volt (V/m) deb ataladi. Haqiqatan ham, ,

$$E = U/d; \quad E = lV/l \text{ m} = lV/m$$

Maydon kuchlanganligini potensialning o'zgarishi orqali ifodalab, (9) dan quyidagini olamiz:

$$E = (\varphi_1 - \varphi_2)/d = \frac{\Delta\varphi}{d}$$

Bir jinsli maydon kuchlanganlik chizig'ining uzunlik birligidagi potensial o'zgarishi potensial gradienti deb ataladi va gradk bilan belgilanadi. Gradient potensialning eng ko'p o'sish tomoniga qarab yo'nalgan vektordan iborat deb qarab, maydonning har bir nuqtasida kuchlanganlik va potensial gradienti vektorlari qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan ekanligini aniqlash oson: $E = -grad\varphi$ Bu holda kuchlanganlik chiziqlarining bir uzunlik birligiga potensialning eng ko'p o'zgarishiga mos keluvchi maydon nuqtalarida kuchlanganlik katta bo'ladi. Buni qisqacha shunday ifodalash mumkin: qaerda potensial tezroq, o'zgarsa, o'sha yerda maydon kuchliroq bo'ladi.

4-Mavzu: Elektr maydondagi o'tkazgichlar va dielektriklar.
Elektr sig'imi. Kondensatorlar va ularni sig'imi. Elektr maydon
energiyasi.

Reja:

- 1. Elektr maydondagi o'tkazgich. Dielektriklar , elektr sig'im**
- 2. Elektr maydon energiyasi.Kondensatorlarning tuzilishi**
- 3. Zaryadlangan kondensatorlarning energiyasi**
- 4. Kondensatorlarning turlari**

O'tkazgichlarning xarakterli xususiyati shundan iboratki, ularda doim katta miqdorda harakatchan zaryad tashuvchilar, ya'ni erkin elektronlar yoki ionlar mavjud bo'ladi.

O'tkazgich ichida bu zaryad tashuvchilar, umuman aytganda, tartibsiz harakatlanadi. Lekin bordi-yu, o'tkazgichda elektr maydon bo'lsa, harakatchan tashuvchilar elektr kuchlar tasir etayotgan tomonga qarab tartibli harakatlanadi. Harakatchan zaryad tashuvchilarning o'tkazgichdagi maydon ta'sirida bir tomonga yo'nalgan harakati doim shunday sodir bo'ladiki, bunda o'tkazgich ichidagi maydon susayadi.

O'tkazgich elektr maydonga tushganda shunday elektrlanadiki, bunda uning bir uchida musbat zaryad ikkinchi uchida esa shunday kattalikdagi manfiy zaryad hosil bo'ladi. Bunday elektrlanish elektrostatik induksiya yoki ta'sir orqali elektrlanish deb ataladi. Bu holda o'tkazgichning faqat xususiy elektronlari qayta taqsimlanishini qayd qilib o'tamiz. Shuning uchun agar bunday o'tkazgich maydondan uzoqlashtirilsa, uning musbat ya, manfiy zaryadlari o'tkazgichning butun hajmi bo'ylab qayta tekis taqsimlanadi va u elektr jihatdan neytral bo'lib qoladi;

O'tkazgich ta'sir orqali elektrlash vaqti shunchalik kichikki,

o'tkazgichda zaryadlar muvozanati amalda bir ongda yuz beradi.

Bunda o'tkazgich ichida kuchlanganlik va demak, potensial gradienti hamma yerda nolga teng bo'ladi, u holda o'tkazgich ichida istalgan ikki nuqta uchun quyidagi munosabat to'g'ri bo'ladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0, \text{ ya'ni } \varphi_1 = \varphi_2 \quad (1)$$

Demak, o'tkazgichdagi zaryadlar muvozanatda bo'lganda uning hamma nuqtalarining potentsiall bir xil bo'ladi.

Agar ichi havoli o'tkazgichni elektr maydonga joylasak yoki unga boshqa jismni tekkizib elektrlasak, zaryadlar muvozanatda bo'lganda bo'shliq ichida maydon bo'lmaydi. Elektrostatik himoya shunga asoslangan.

Agar qandaydir asbob metall g'ilof ichiga joylansa, tashqi elektr maydon g'ilof ichiga o'tmaydi, ya'ni asbobning ishi va ko'rsatishi tashqi elektr maydon bo'lishiga yoki uning o'zgarishiga bog'liq bo'lmaydi.

Otkazgichning tashqi sirtida zaryadlar qanday joylashishini aniqlaymiz. Qog'oz yaproqchalar yopishtirilgan ikkita izolyatsiyalovchi dastali metall to'r olamiz. Agar to'r zaryadlansa va so'ngra yoyilsa, to'rning ikki tomonidagi yaproqchalar ochiladi. Agar to'r burilsa, to'rning faqat tashqi sirtidagi yaproqchalar ochiladi. To'rni har xil bukib, zaryadlar faqat qavariq sirt tomonida joylashganiga ishonch hosil qilish mumkin, bunda sirt ko'proq bukilgan (egrilik radiusi kichik) yerda zaryadlar ko'proq to'planadi.

Ma'lumki, dielektrikda erkin zaryad tashuvchilar bo'lmaydi. Dielektrikning hamma elektr zaryadlari uning molekulasida tarkibiga kiradi va juda kichik, ya'ni molekula yoki atom kattaligi chegarasidagi masofaga siljishi mumkin.

Yadro elektronga qaraganda bir necha ming marta massivroq bo'lgani, elektron esa atomdan juda katta tezlik bilan harakatlangani uchun (106 m/s

tartibida) yadro faqat atomdagi elektronlarga oʻrtacha tortilish kuchinigina sezadi.

Shuning uchun bulutning hamma manfiy zaryadi uning markazida toʻplangan, elektr maydondagi butun atomni esa bir-biridan 1 masofada joylashgan kattalik jihatdan teng va qarama-qarshi ishorali ikki $q = Ze$ zaryadlar sistemasiga oʻxshaydi deb hisoblasa boʻladi. Bunday sistema dipol deb ataladi. Demak, atom tashqi elektr maydonga tushganda oʻz elektr maydonini hosil qiluvchi, dielektrikdagi tashqi maydonni susaytiruvchi elektr dipoliga aylanadi

$p_{el} = lq$ koʻpaytma dipolning elektr momenti deb ataladi. rel elektr momenti 1 boʻylab manfiy zaryaddan musbat zaryadga yoʻnalgan vektordan iborat, uning moduli quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$p_{el} = lq \quad (2)$$

Molekulalarning elektron bulutining yadroga nisbatan siljishidan hosil boʻlgan elektr momenti maydonning E kuchlanganligiga toʻgʻri proporsional boʻlar ekan, ya'ni

$$q_{el} = E \quad (3)$$

(molekulaning elektron qutblanuvchanligi deb ataladi). U holda tashqi maydonning E kuchlanganligi qancha katta boʻlsa, dielektrikdagi dipolning elektr momenti shuncha katta boʻladi. Bu holda dielektrik molekulalarining hamma elektr momentlari vektori E ga parallel yoʻnalgan boʻladi. Bunday dielektrik qutblangan dielektrik deb, uning dipollari esa yumshoq dipol deb ataladi, chunki ularning uzunligi E ga bogʻliq boʻladi.

Oʻtkazgichning elektr sigʻimi.

Yerdan izolyatsiyalangan oʻtkazgichni olamiz va boshqa oʻtkazgichlarga nisbatan holatini oʻzgartirmagan holda uni elektrlaymiz. Tajriba shuni koʻrsatadiki, bunday oʻtkazgichning zaryadi otkazgichning potensialga toʻgʻri proporsional oʻzgaradi.

$$q = C\varphi \quad (4)$$

Bu yerda C - proporsionallik koeffitsienti faqat yuqoridagi tajriba sharoitlaridagina o'zgarmay qoladi. Agar xuddi shunday tajriba boshqa o'tkazgich bilan o'tkazilsa yoki birinchi tajribadagi tashqi sharoit o'zgartirilsa, C boshqa son qiymatiga ega bo'ladi.

Elektrlangan o'tkazgich zaryadining tashqi sharoitlar, o'tkazgichning kattaligi va shakliga bog'liqligini xarakterlovchi C kattalik o'tkazgichning elektr sig'imi deyiladi. O'tkazgichning elektr sig'imi shu o'tkazgichning potensialini bir birlikga oshirish uchun zarur bo'lgan elektr miqdori bilan o'lchanadi.

C elektr sig'imining o'lchov birligini keltirib chiqaramiz:

$$C = \frac{q}{\varphi}; \quad C = 1K1/IV = 1K/V = 1A^2s^4/kg \cdot m^2 = 1Farad(F).$$

HB sistemasida elektr sig'imi birligi uchun farada qabul qilingan. Farada deb - shunday o'tkazgichning elektr sig'imiga aytiladiki, uning potensialini IV ga oshirish uchun unga $1K1$ zaryad berish zarur.

Farada juda katta birlik bo'lganligidan amalda ko'pincha elektr sig'im mikrofaradalarda (mkF) va pikofaradalarda (pF) ifodalanadi:

$$1mkF = 10^{-6}F, \quad 1pF = 10^{-12}F,$$

To'g'ri shakldagi o'tkazgichning elektr sig'imini nazariy hisoblab topish mumkin. Misol tariqasida r radiusli yakkalangan o'tkazuvchi sharning elektr sig'imini hisoblash formulasi qanday hosil qilinishini ko'rsatamiz. (4) dan

$$C_{sh} = \frac{q}{\varphi} \quad (5)$$

Zaryadiangan shar potentsiali ma'lumligi uchun $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_m r}$

Endi (5a) ga asosan quyidigini olamiz:

$$C_{sh} = \frac{4\pi\epsilon_m qr}{q} \quad (6)$$

Bundan

$$C_{sh} = 4\pi\epsilon_m r_{sh} 4\pi\epsilon_0 r_{sh} \quad (7)$$

Shunday qilib, yakkalangan o'tkazuvchi sharning elektr sig'imi uning radiusiga to'g'ri proporsional.

Ushbu formula yordamida vakuumda joylashgan $9 \cdot 10^6$ km radiusli shar 1 F elektr sig'imiga ega bo'lishini ko'rsatish mumkin. Bu radius Yerdan Oygacha bo'lgan masofadan 23 marta katta.

Kondensatorlarning tuzilishi. Zaryadlangan kondensatorlarning energiyasi

Kondensatorlarning turlari

Radio priyomnik, televizor, magnitafon va ko'pgina elektron asboblarda elektr; zaryadlar va elektr energiyani to'plash uchun xizmat qiluvchi, elektr sig'imi tashqi sharoitlarga bog'liq bo'lmagan, yani ma'lum kattalikga ega bo'lgan qurilma kondensator deyiladi.

Zaryadlar to'planadigan ikki o'tkazgich kondensatorning qoplamalari deyiladi. Kondensator qoplamalari orasidagi masofa ularning chiziqli o'lchamlariga nisbatini kichik bo'lishi kerak. Shuning uchun ham kondensator zaryadlarning hamma elektr maydoni qoplamalari orasida to'plangan bo'ladi va kondensatorning elektr sig'imi atrofidagi jismlarga bog'liq bo'lmaydi.

Kondensatorni tashqi mexanik ta'sirlardan saqlash uchun korpus ichiga joylashtiriladi.

Kondensator qoplamalarida zaryad to'plash uni zaryadlash deyiladi. Kondensator qoplamalari o'tkazgich bilan ulanganda kondensator zaryadlarining neytrallanishi kondensatorar zaryadsizlash deb ataladi.

Kondensatorning zaryadsizlanish protsessida bir qoplamadan boshqasiga o'tuvchi q elektr miqdori uning zaryadi deyiladi. Bu zaryad zaryadlangan kondensator qoplamalarining biridagi elektr miqdoriga teng. U kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanishga to'g'ri proporsional:

$$q = CU \quad (8)$$

bundan

$$C = q/U \quad (9)$$

Kondensatorni zaryadlash uchun uning qoplamalarini elektr energiya manbai, masalan batareyaning ikki qutbi bilan tutashtirish kerak. Kondensator tayyorlanayotgan ma'lum ishchi kuchlanishga mo'ljallanadi. Agar kondensatorda kuchlanish mo'ljallanganidan ortib ketsa, uning dielektrikligi teshiladi. Bunday kondensator keyinchalik ishlatishga yaroqsiz bo'lib qoladi.

Kondensator qoplamalari yassi sirtidan iborat bo'lsa, kondensator yassi kondensator deb ataladi. S da yassi kondensatorning sig'imi quyidagi formula HB bilan aniqlanadi.

$$C = \frac{S\varepsilon_m}{d} \quad (10)$$

bu yerda S - kondensator qoplamalaridan birining yuzi, d - dielektrik qalinligi, ε_m -dielektrik singdiruvchanligi.

Zaryadlangan kondensator energiyasi. Elektr maydon energiyasining zichligi. U kuchlanish o'zgaras bo'lganda maydonning ikki nuqtasi orasida q zaryadni siljittishda elektr maydon kuchlarining bajargan ishi qU ga teng boladi. Lekin kondensatorni zaryadlashda uning qoplamalaridagi kuchlanish noldan U ga qadar ortadi va maydoni ishini hisoblashda kuchlanish uchun uning o'rtacha qiymatini olish kerak. Shunday qilib

$$A = qU_{or} = q \frac{U + 0}{2} = \frac{qU}{2} \quad (11)$$

Bu A ish zaryadlangan kondensatorning W energiyasini oshirishga ketganligidan $W_{el}=A$ demak, zaryadlangan kondensatorning energiyasi quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$W_{el} = \frac{qU}{2} \quad (12)$$

$q=CU$ bolganligidan, kondensator energiyasi uchun yana bitta formula olamiz:

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad (13)$$

O'ZGARMAS TOK QONUNLARI.

5-Mavzu: Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari. Zanjirning bir qismi uchun om qonuni.

Reja:

- 1. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.**
- 2. Zanjir qismi uchun Om qonuni.**

Elektr tokining hosil bo'lishini osongina tushuntirish mumkin. Masalan, elektrometrغا ulangan ikkita sharsimon o'tkazgich miqdor jihatdan teng, qarama-qarshi ishorali zaryadlari bilan zaryadlangan bo'lsin. Agar o'tkazgichlar sim bilan o'zaro ulansa, o'tkazgichlarga ulangan elektrometr ular orasidagi potentsiallar farqi nolgacha tushishini ko'rsatadi. Binobarin, ortiqcha elektr zaryadlari (metallardagi erkin elektronlar) sim bo'ylab manfiy ishorali zaryadlangan o'tkazgichdan musbat zaryadlangan o'tkazgichga qarab harakatlanib, elektr tokini hosil qiladi, natijada qarama-qarshi ishorali zaryadlar o'zaro kompensatsiyalanadi. Elektr toki deb, elektr zaryadlarining tartibli harakatiga yoki zaryadlarning ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan elektr maydonining tarqalishiga aytiladi.

Elektr tokini metallarda erkin elektronlarning harakati, elektrolitlarda ionlarning, gazlarda esa ionlar bilan elektronlarning harakati hosil qiladi. Biroq qarama-qarshi ishorali zaryadga ega bo'lgan juda ko'p elektron va atom yadrolaridan tashkil topgan jismlar, tartibli harakatlanganda hech vaqt elektr toki hosil bo'lmaydi. Bunga sabab musbat va manfiy zaryadlar o'zaro kompensatsiyalashishi natijasida har qanday yuza orqali o'tayotgan to'liq zaryad nolga teng bo'ladi. Shuning uchun ham, elektr tokini umumiy ko'rinishda quyidagicha ta'riflash mumkin. Elektr toki deb, kompensatsiyalanmagan ortiqcha musbat yoki manfiy zaryadlarning tartibli, harakatiga aytiladi. O'tkazuvchanlik tokini hosil qilgan erkin

elektronlarning harakatini bevosita kuzatib bo'lmaydi. Lekin o'tkazgichdagi tokning mavjudligini uning ta'siri yoki u hosil qilgan hodisalariga qarab quyidagicha aniqlash mumkin:

1. Tok o'tayotganda o'tkazgich qiziydi (isitkich asboblar, cho'g'lanma lampalar, saqlagichlar)
2. Tokning magnit ta'siri (tokli o'tkazgich atrofida magnit strelkaning og'ishi, elektromagnitlar, telegraf-telefon).
3. Elektr toki o'tganda kimyoviy tarkibda o'zgarishi (kislota, ishqor va tuzlar eritmasi elektrolitlarda moddalarning ajralishi).

Vaqt o'tishi bilan miqdori va yo'nalishi o'zgarmaydigan tokka o'zgarmas tok deyiladi.

Zanjirdagi tok o'zgarmas bo'lishi uchun zanjirning ixtiyoriy ikki nuqtasidagi potentsiallar ayirmasi ham o'zgarmas bo'lishi shart.

EYuK ga ega bo'lmagan zanjir qismi uchun Om qonuni.

O'tkazgichning qarshiligi. Kuchlanish tushishi.

Zanjirning biror qismidan tok o'tganda shu qism uchun tok kuchi bilan kuchlanish orasida ma'lum funksional bog'lanish bo'lib, u volt-amper xarakteristikasi deb ataladi.

Metall o'tkazgich uchun voltamper xarakteristikasi (1) formula bilan ifodalanadi:

$$I = \frac{vn_0eS}{l}U \quad (1)$$

Bundan ko'rinib turibdiki, I va U orasida to'g'ri proporsional bog'lanish bo'lishi kerak. Bu bog'lanishni birinchi marta tajribada nemis olimi G.OM aniqladi.

Rasmda grafik (1) formulaga asosan, o'tkazgich uchun to'g'ri chiziqdan iborat. Bu bog'lanishni quyidagi formula bilan ifodalash

mumkin:

$$I=gU \quad (2)$$

bu yerda

$$g = \frac{vn_0eS}{l} \quad (3)$$

o'tkazgichdagi tok kuchining o'tkazgich turiga, kattaligiga va tashqi sharoitga bog'liqligini ko'rsatuvchi g kattalik zanjir qismining o'tkazuvchanligi deb ataladi. O'tkazuvchanlik otkazgich uchlaridagi kuchlanish birga teng bo'lganda o'tkazgichdan hosil bo'lgan tok kuchi bilan o'lchanadi.

Amalda (2) ifoda ko'pincha quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$I=U/R \quad (4)$$

bu yerda

$$g=l/R \quad (5)$$

R kattalik elektr qarshilik deb ataladi.

Mexanikada ishqalanish jismning harakatiga to'sqinlik qilganidek, o'tkazgich qarshiligi zaryadlarning yo'nalgan harakatiga qarshilik ko'rsatadi va elektr energiyaning o'tkazgichning ichki energiyasiga aylanishini belgilaydi.

O'tkazgichning ichki tuzilishi va undagi zarralarning tartibsiz harakati tufayli yuzaga kelgan elektr tokka qarshi ta'sirni xarakterlovchi kattalik o'tkazgichning elektr qarshiligi deb ataladi. Zanjirdagi EYuK ga ega bo'lmagan qismning qarshiligi shu qismda bir birlik tokni hosil qilish uchun zarur bo'lgan kuchlanish bilan o'lchanadi:

$$R=U/I \quad (6)$$

R ning o'lchov birligini kiritamiz:

$$R=1B/1A=1B/A=1\text{kgm}^2/\text{s}^3\text{A}^2=1\text{Om}$$

HB sistemada qarshilik birligi uchun 1 Om qabul qilinadi. L Om deb zanjirning EYuK ga ega bo'lmagan shunday qismining qarshiligiga aytiladiki, bunda ushbu qismi orqali uning uchlarida kuchlanish 1 V bo'lganda I A tok otadi.

Metall o'tkazgichlar uchun Om topgan qonuniyat (6) formula bilan ifodalanadi va zanjirning EYuK ga bo'lmagan qismi uchun Om qonuni deb ataladi: zanjirning EYuK ga ega bo'lmagan qismidagi tok kuchi shu qism uchlaridagi kuchlanishiga to'g'ri proporsional va uning qarshiligiga teskari proporsional:

$$I=U/R \quad (6a)$$

Om qonuning formulasini quyidagi ko'rinishda ham yozishimiz mumkin

$$U=IR \quad (6b)$$

qarshilikning o'tkazgich materialiga, uzunligiga va ko'ndalang kesim yuziga bog'liqligi.

Metall o'tkazgichning qarshiligi nima bilan belgilanishini aniqlaymiz.

Metallarda harakatchan zaryad tashuvchi zarralar vazifasini elektronlar o'taydi. Elektronlar tartibsiz harakatlenganda o'zlarini gaz molekulari kabi tutadi deb hisoblash mumkin. Shuning uchun klassik fizikada metaldagi erkin elektronlar elektrongaz deb ataladi va birinchi yaqinlashishda unga ideal gaz qonunlarini qo'llash mumkin deb hisoblanadi.

Elektron gaz zichligi va kristall panjaraning tuzilishi metallning turiga bog'liq. Shuning uchun o'tkazgich qarshiligi uning qanday moddadan tuzilganligiga bog'liq bo'lishi kerak. Bunan tashqari, qarshilik yana o'tkazgichning uzunligiga, ko'ndalang kesimining yuziga va haroratiga ham bog'liq bo'lishi kerak. Qarshilikka o'tkazgich kesimining ta'siri shu

bilan tushuntiriladiki, kesim kichrayganda tok kuchining ayni bir qiymatida o'tkazgichdagi elektronlar oqimi zichlashadi va shuning uchun elektronlar o'tkazgich moddasining zarralari bilan kuchliroq ta'sirlashadi. Buni batafsilroq ko'rsatamiz.

$$R=l/g, \quad g=vn_0eS/l$$

Bo'lgani uchun $R=l/vn_0eS$ yoki $R=1/vn_0e \cdot l/S$

quyidagi belgilashni kiritamiz; $\rho \frac{1}{vn_0e}$

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

Bu formuladan ko'rinadiki, o'tkazgichning qarshiligi uzunligiga to'g'ri proporsional va kondalang kesimining yuziga teskari proporsionaldir. O'tkazgich qarshiligini materialiga va tashqi sharoitlarga bog'liqligini xarakterlovchi kattalik moddaning solishtirma qarshiligi deb ataladi (HB sistemasida ning o'lchov birligi 1 Om ekanligini ko'rsating.) Hisoblashlarda turli moddalarning solishtirma qarshiligi jadvallardan olinadi. Solishtirma qarshilikga teskari bo'lgan kattalik moddaning solishtirma o'tkazuvchanligi deb ataladi va bilan belgilanadi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (7)$$

HB sistemasida σ ning o'lchov birligi $1 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^{-1} = 1 \text{ Sm/m}$ (Saymens)ga teng.

6-Mavzu: Ketma-ket va parallel ulash. E.Yu.K. berk zanjiri uchun om qonuni.

Reja:

- 1. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.**
- 2. Elektr yurituvchi kuch.**
- 3. Berk zanjir uchun Om qonuni.**

Elektr zanjirni ko'pincha turli usullar bilan ulangan qator o'tkazgichlar va boshqa elementlardan tashkil topgan bo'ladi. O'tkazgichlar zanjirga o'zaro ketma ket va parallel ulanadi.

Ketma-ket ulash deb, oldingi o'tkazgichning oxirigi keyingi o'tkazgichning boshini ulash usuliga aytiladi.

Faraz qilaylik, qarshiliklari mos ravishda $R_1, R_2, \dots, R_n$ bo'lgan n ta o'tkazgichlar o'zaro ketma-ket ulangan bo'lsin.

O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda, zanjirning barcha qismlaridan o'tayotgan tokning kuchi bir xil bo'lib, zanjirning uchlaridagi kuchlanish esa ayrim o'tkazgichlar uchlaridagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + \dots + I_n \\ U &= U_1 + U_2 + \dots + U_n \end{aligned} \quad (8)$$

Ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning natijaviy (umumiy) qarshiligini $R_{k.k}$ bilan belgilab, Om qonuniga asosan quyidagilarni yozamiz:

$$U = IR_{k.k}; \quad U_1 = IR_1; \quad U_2 = IR_2; \dots \quad U_n = IR_n,$$

Bu ifodalar (8) ra qo'yilsa quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$IR_{k.k} = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n$$

IR₁bundan (9)

$$R_{k,k}=R_1+R_2+\dots+R_n=\sum_{i=1}^n R_i .$$

Ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligi alohida o'tkazgichlar qarshiliklarining algebraik yig'indisiga teng.

Agar har birining qarshiligi R₀ bo'lgan n ta o'tkazgich o'zaro ketma-ket ulangan bo'lsa, zanjirning natijalovchi qarshiligi (9) ga asosan quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_{k,k}=R_1+R_2+\dots+R_n=R_0+R_0+\dots+R_0=nR_0$$

bundan

$$R_{k,k}=nR_0. \quad (9a)$$

Ketma-ket ulangan R₀ qarshilikli n ta o'tkazgichdan tuzilgan zanjirning qarshiligi har bir o'tkazgich qarshiligidan n marta katta. "

Endi otkazgichlarni parallel ulashni qarab chiqaylik.

Parallel ulash deb, o'tkazgichlarning bir uchi bir tugunga, ikkinchisi esa boshqa tugunga ulangan o'tkazgichlar sistemasiga aytiladi.

Faraz qilaylik, qarshiliklari R₁, R₂,..., R_m, bo'lgan m ta o'tkazgich o'zaro parallel rasmda ko'rsatilganidek ulangan bo'lsin. Parallel ulashda, har bir o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish U o'zgarmas bo'lib, zanjirdagi tarmoqlanishgacha bo'lgan tokning kuchi I tarmoqlardagi R₁> R₂..., R_m lardan otayotgan toklar kuchi I₁, I₂..., I_n larning algebraik yig'indisiga teng:

$$U=U_1+U_2+\dots+U_n$$

$$I=I_1+I_2+\dots+I_n \quad (10)$$

Om qonuniga asosan, o'zaro parallel ulangan o'tkazgichlardan va har bir o'tkazgichdan o'tayotgan toklar quyidagiga teng bo'ladi: I=U/R; I₁=U/R₁ ; I₂=U/R₂;...I_n=U/R_n

Bu tengliklarni (10) ga qo'yilsa quyidagi hosil bo'ladi:U/R=U/R₁+U/R₂+...+U/R_n

Bu ifodani U ga qisqartirib yozamiz:

$$1/R = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

O‘zaro parallel ulangan o‘tkazgichlardan tuzilgan zanjir qarshiligining teskari qiymati har bir o‘tkazgich qarshiliklari teskari qiymatlarining algebraik yig‘indisiga teng.

Elektr yurituvchi kuch. Berk zanjir uchun Om qonuni.

Manba ichida ish bajarilishi natijasida u yoki bu energiya tur (tok manbai turiga qarab) elektr energiyaga aylanadi. Shunday qilib, zanjirning tashqi qismida zaryadning kochishidagi maydon kuchining bajargan ishi manba ichidagi elektr tabiatiga ega bo‘lmagan tashqi kuchlar vositasida bajariladi. Tashqi kuchlarning ta'siri elektr yurituvchi kuch (EYuK) ataluvchi muhim fizik kattalik bilan xarakterlanadi.

Manbaning elektr yurituvchi kuchi (EYuK) deb, bir birlik musbat zaryadni yopiq zanjir boylab ko‘chirishda tashqi kuchning bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik kattalikga aytiladi: $\varepsilon = \frac{A}{q_0}$ HB sistemada

EYuK ning birligi $1J/1Kl=1V$ (volt) bilan ifodalanadi. Manbaning EYuK zanjir ochiq bo‘lganda uning qutblaridagi potentsiallar ayirmasiga teng bo‘ladi. Shuning uchun ham, elektr yurituvchi kuch, potentsiallar ayirmasi kabi volt (V) hisobida olchanadi. Elektr yurituvchi kuch bir birlik musbat zaryadni ko‘chirish ishi solishtirma ishdan iborat bo‘lganligi uchun u skalyar kattalik bo‘lib, ishorasi musbat yoki manfiy bo‘lishi mumkin.

Yopiq zanjir uchun Om qonuni.

Rasmda ko‘rsatilganidek tok manbaiga biror R qarshilikli rezistor ulab yopiq zanjir hosil qilinadi. Tok manbaining EYuK ye va ichki qarshiliai r bo‘lsin. Generatorida r ichki qarshilik deb chulg‘amlar qarshiligi, galvanik

elementda esa elektrolit eritmasi va elektrodning qarshiligi tushuniladi.

Yopiq zanjir uchun Om qonuni zanjirdagi tokning kuchi 1 ni EYuk e va zanjirning to'la qarshiligi ($R+r$) ni bir-biriga bog'laydi. Yopiq elektr zanjirning qismlariga Om qonuni tatbiq qilinsa, zanjirning tashqi va ichki qismlaridagi kuchlanishlarning yig'indisi manbaning elektr yurituvchi kuchiga teng bo'ladi, ya'ni: $\varepsilon = IR + Ir$.

Bunda $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ga teng.

Bu tenglik yopiq zanjir uchun Om qonunining matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi.

Yopiq zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi manbaning elektr yurituvchi kuchiga to'g'ri proporsional va zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsionaldir

7-Mavzu: Elektr tokining ishi va quvvati. Joul-Lens qonuni.

Reja:

- 1. Elektr tokning ishi va quvvati.**
- 2. Elektr tokining issiqlik ta'siri. Joul-Lens qonuni.**

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda zaryadlar katta potentsialli nuqtadan kichik potentsialli nuqtaga ko'chadi. O'tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi kuchlanish U ga teng bo'lganda t vaqt ichida q zaryadning o'tkazgich bo'ylab ko'chirishda bajarilgan A ish quyidagiga teng bo'ladi;

$$A = qU. \quad (1)$$

Biroq, o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan t vaqt ichida q zaryadning tok kuchi orqali $q = It$ ifodasini (I)ga qo'ysak:

$$A = IUt. \quad (2)$$

Bu formulani Om qonunidan foydalanib, tokning o'tkazgichdagi bajargan ishi uchun quyidagi formulalarni olish mumkin:

$$A=qU=IUt=I^2Rt=U^2t/R \quad (3)$$

Shunday qilib, HB sistemasida zaryad Kulon (Kl) da, kuchlanish Volt (V) da, tokning kuchi Amper (A) da. qat'iylik OM (Om) da va vaqt sekund (s) da o'lchansa, bajarilgan ish Joul (J) larda chiqadi va (3) formulaga asosan.

$$1J = 1 Kl \cdot 1B = 1A \cdot 1B \cdot 1s = 1 A^2 \cdot 1Om \cdot 1 s = 1V^2 \cdot 1s/1Om$$

Amaliyotda ishning bu birliklaridan tashqari boshqa yirikroq birliklari ham qo'llaniladi. Ishning bu birliklari sistemaga kirmagan birliklari bo'lib, ular quyidagilaridir:

$$1\text{vatt-soat}=1 \text{ Vt soat } =36,102J$$

$$1 \text{ gektovatt-soat} = 1 \text{ gVt soat} = 3,6 \cdot 10^5 J;$$

$$1\text{kilovatt-soat}=1\text{kVtsoat}=3,6106J;$$

$$1 \text{ megovatt-soat} = 1 \text{ MVt soat} = 3,6 \cdot 10^9 J.$$

Zanjirning ma'lum bir qismida elektr energiyasining boshqa turdagi energiyalarga aylanish tezligini xarakterlovchi kattalikka tokning quvvati deyiladi. U vaqtda elektr tokining quvvati N tokning bajargan ishi A ni tokning o'tib turish vaqti t ga bo'lgan nisbati ga teng, ya'ni: $N=A/t$

Bu ifodaga asosan quvvatni quyidagicha ta'riflash mumkin:

Elektr tokining quvvati deb, vaqt birligi ichida tokning bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikga aytiladi.

Om qonunidan foydalanib, o'tkazgichdan kelayotgan elektr toki quvvatining quyidagi formulalarni yozish mumkin:

$$N=A/t=IU=I^2R=U^2/R$$

Shunday qilib, elektr- tokining quvvati HB sistemada vatt (Vt) bilan olchanib, uni (5) formulaga binoan boshqa birliklar orqali quyidagi

ko‘rinishda yozish mumkin:

$$1Vt = IJ/s = IAI V = I A^2 1Om = IV^2/1Om.$$

Elektr tokining issiqlik ta'siri. Joule-Lens qonuni.

Elektr toki o‘tayotgan otkazgichning qizishini quyidagicha tushuntirish mumkin. O‘tkazgichdan tok o‘tmaganda undagi erkin elektronlar tartibsiz harakatlanadi va kristall panjara tugunlaridagi ionlar bilan to‘qnashishi sababli energiya almashadi. Bu holda erkin elektronlar bilan kristall panjara tugunlaridagi ionlar o‘rtasidagi issiqlik muvozanati yuzaga keladi. Binobarin, toksiz o‘tkazgich qizimaydi.

O‘tkazgichdan tok o‘tayotganda esa erkin elektronlar kristall panjara tugunlaridagi ionlar bilan to‘qnashganda ularga ko‘proq energiya beradi yu, lekin ulardan kamroq energiya oladi. Erkin elektronlar energiyasining kamayishi elektr niaydon energiyasi hisobiga tezda tiklanadi. Natijada erkin elektronlar

bilan kristall panjara tugunlaridagi ionlar o‘rtasidagi issiqlik muvozanat buziladi, o‘tkazgichning temperaturasi orta boradi. Binobarin, tokli o‘tkazgich qiziydi.

Rus olimi E. X. Lens (1804 1865) va ingliz olimi J.N.Joule (1818 1889) bir-biridan xabarsiz tokning issiqlik ta'sirini ifodalovchi qonunni birinchi marta 1843 yilda eksperimental tekshirish natijalari asosida kashf qilishdi,

Bu qonun Joule -Lens qonuni deyilib, u quyidagicha ta'riflanadi:

O‘tkazgichdan tok o‘tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori tok kuchining kvadrati bilan o‘tkazgich qarshiligi va tokning o‘tish vaqtining ko‘paytmasiga teng.

$$Q = I^2 R t \quad (6)$$

Bundan ko‘rinadiki, o‘tkazgichdan ajralgan issiqlik miqdori tokning zanjirining bir qismida bajargan ishiga teng.

Tokning ishi formulaga asosan turli ko‘rinishga ega ekanligini nazarga olib, Joul- Lens qonunini yana quyidagi ko‘rimshda yozish mumkin:

$$Q=I^2Rt=IUt=U^2t/R \quad (7)$$

o‘tkazgich qarshiligi va tokning o‘tish vaqtining ko‘paytmasiga teng: Issiqlik miqdori HB sistemasida joullarda ifodalanadi:

$$(Q)_{SI}=1I=1A^2*Om*s=1*A*V=1V^2*s/Om$$

Tokning issiqlik ta'siridan elektr isitish asboblari, cho‘g‘lanma lampalar, eruvchan saqlagichlar, elektr o‘lchov asboblari yasashda foydalanilgandir. Xuddi shuningdek, A.N.Lodigin (1847-1923) ning 1872 yilda kashf qilgan ko‘mir tolali cho‘g‘lanma lampasi ham tokning issiqlik ta'siriga asoslangandir.

TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI.

8-Mavzu: Metallarda elektr toki. Elektronlarning tartibli harakat tezligi. Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi.

Reja:

- 1. Elektronlarning tartibli harakat tezligi.**
- 2. Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi.**
- 3. O'ta o'tkazuvchanlik.**

O'tkazgich elektr maydonga joylashtirilganda maydon ta'sirida o'tgazgichdagi harakat zaryad tashuvchilar siljiydi. Bu esa o'tkazgichning hamma nuqtalarida potensialning tenglashishiga olib keladi. Lekin qandaydir yo'l bilan o'tkazgichning ikki nuqtasida turli potensiallar tutib turilsa, o'tkazgichning ichida maydon mavjud bo'ladi. Bu maydon zaryadlarning uzluksiz harakatini vujudga keltiradi. Bu holda musbat zaryadlar katta potensialli nuqtadan kichik potensialli nuqtaga qarab harakatlanadi, manfiy zaryadlar esa aksincha harakatlanadi. :

Erkin zaryad tashuvchilar (bir xil ishorali) vakuumda harakatlanganda hech qanday qarshilikka uchramaydi va elektr maydon kuchlarining ishi hisobiga kinetik yenergiya oladi. Tok modda orqali o'tganda esa harakatlanayotgan zaryadlar qarshilikka uchraydi, chunki modda tarkibiga kiruvchi boshqa Zaryad va zarralar bilan o'zaro ta'sirlashadi. (Masalan, metalldagi elektronlar panjara ionlari bilan to'qnashib, maydondan olgan energiyasini yo'qotadi.) Bunda modda zarralari tartibsiz harakatining intensivligi ortadi, ya'ni modda isiydi. Shunday qilib, modda orqali tok o'tganda hamma vaqt uning ichki energiyasi ortadi.

Agar vakuumda maydon ta'sirida zaryadlarning harakati uzluksiz ortuvchi tezlik bilan yuz bersa. qattiq jism va suyuqliklarda ahvol

boshqacha bo‘ladi.

Poezdning tortish kuchi atrof-muhitning qarshiligiga teng bo‘lganda u o‘zgarmas tezlik bilan harakat qilganidek, harakatchan zaryad tashuvchi zarralar yo‘nalgan harakatining o‘rtacha tezligi o‘tkazgichdagi maydonning E kuchlanganligi doimiy bo‘lganda. maydonning E kuchlanganligiga proporsional bo‘ladi;

$$v=uE. \quad (1)$$

Maydon kuchlari ta'sirida yuzaga kelgan zaryad tashuvchi zarralar harakat tezligining o‘tkazgich moddasining turiga va tashqi sharoitiga bog‘liqligini ifodalovchi u proporsionallik koeffitsienti iok tashuvchining harakatchanligi deb ataladi. Harakatchanlik, maydonning kuchlanganligi birga teng bo‘lganda, otkazgichdagi tok tashuvchilar yo‘nalgan harakatining tezligi bilan o‘lchanadi. (HB sistemasida zaryadlar harakatchanligining o‘lchov birligi $\text{Im}^2/\text{V}_{\text{is}})-1\text{A s}^2/\text{kg}$ ekanligini ko‘rsating).

Qarshilikning temperaturaga bog‘liqligi.

Modda qizdirilganda modda zarralarining tartibsiz, hakarati intensivlashganligi uchun tok tashuvchilarning yo‘nalgan harakatiga ko‘rsatiladigan qarshi ta'sir ortadi.

Metall o‘tkazgich qizdirilganda tok tashuvchi zarralarning harakatchanligi u kamayadi. n_0 , va e esa o‘zgarmay qoladi. Demak, bu holda ortishi kerak. Tajriba keng temperatura intervalida metall solishtirma qarshiligining ortishi haroratning ortishiga to‘g‘ri proporsional ekanligini ko‘rsatadi.

Agar 0°S haroratdagi solishtirma qarshilik ρ_0 , bilan, t haroratdagi solishtirma qarshilik esa ρ_t , bilan belgilansa, uholda $\rho_t - \rho_0 = (t - 0) \cdot \rho_0$ yoki $\rho_t - \rho_0 = \alpha t \cdot \rho_0$

Jism qizdirilganda solishtirma qarshilik o'zgarishining modda turiga bog'liqligini xarakterlovchi kattalik qarshilikning harorat koeffitsienti deb ataladi. Qarshilikning harorat koeffitsienti jism 10S qizdirilganda uning solishtirma qarshiligi 0⁰S dagi qiymatining qanday qismiga ortishini ko'rsatuvchi son bilan o'lchanadi:

$$\alpha = \frac{\rho_t - \rho_0}{t \cdot \rho_0} \quad (3)$$

(α ning o'lchov birligi S⁻¹ ekanligini ko'rsating).

Hamma metallarda α ning qiymati musbat, chunki qizdirilganda ularning qarshiligi ortadi. Toza metallarning temperatura koeffitsientlari bir-biridan kam farqlanadi va ularni taxminan 0,0040S⁻¹ ga teng deb hisoblash mumkin. Metall qotishmalarining solishtirma qarshiligi toza metallarnikiga qaraganda ancha katta, harorat koeffitsientlari esa birmuncha kichik bo'ladi. Masalan, konstanta va manganin kabi qotishmalarining koeffitsienti shunchalik kichikki, ularning qarshiligi haroratga bog'liq bo'lmaydi deb hisoblash mumkin.

Turli haroratda o'tkazgich qarshiligini hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz. (2) dan

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t) \quad (4)$$

va bu ifodani formulaga qo'yib qo'ydagini hosil qilamiz:

$$R_t = \frac{\rho_0 l}{S} (1 + \alpha t) = R_0 (1 + \alpha t) \quad (5)$$

Metallar qarshiligining haroratga bog'liqligi qarshilik termoparalarini yasashda foydalaniladi. Ular haroratni gradusning mingdan bir ulishlariga qadar aniqlikda o'lchashga imkon tug'diradi (chunki qarshilikni yuqori aniqlikda o'lchash mumkin).

O'ta o'tkazuvchanlik.

Qarshilikning haroratga bog'liqligini har doim (5) formula asosida ifodalash mumkin emas ekan. Past haroratlarda bu bog'lanishdan fizik chetlanishlar kuzatiladi. Toza metallardan yasalgan ba'zi o'tkazgichlarning haroratlari absolyut nolga yaqinlashganda, (5) dan ko'ringanidek, ularning qarshiligi nolga intilmay, balki qandaydir noldan farqli chegaraviy qiymatga yaqinlashadi.

1911 yilda golland fizigi X.Kamerling-Onnes o'tkazgichlarning qarshiligini juda past temperaturalarda o'lchab, keyinchalik o'ta o'tkazuvchanlik deb atalgan hodisani kuzatadi.

Ba'zi hollarda yetarlicha past haroratda modda qarshiligi sakrab nolga qadar kamayishi ma'lum boldi. Agar bunday moddadan berk zanjir (masalan, xalqa) yasab, unda tok hosil qilinsa, u holda tok zanjirda istagancha uzoq vaqt sirkulyatsiya qilishi mumkin,, chunki tok tashuvchilar o'z energiyasini o'tkazgichni qizdirish uchun sarflamaydi.

Bir necha yuzdan ortiq metall va qotishmalar o'ta o'tkazuvchanlikka ega ekanligi aniqlandi. Shunisi qiziqarliki, ba'zi metallar, jumladan Cu, Ag, Au, Pt, Li, K, Fe, Ni, Na va boshqa eng yaxshi (oddiy sharoitda) o'tkazgichlar o'ta o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega emas.

O'ta o'tkazuvchanlik past haroratlarda, kesimi katta bo'lmagan o'tkazgichlarda juda katta tok hosil qilish imkonimi yaratdi.

Shuning uchun katta quvvatli elektrogeneratorlar va o'ta yuqori quvvatli elektromagnitlarning o'ramlari o'ta o'tkazgichlardan (niobiy-titan, niobiy-qalay va boshqa qotishmalar) tayyorlanadi. Ular suyuq geliy yordamida 4K ra qadar sovutiladi. Elektr energiyasini uzatish uchun o'ta o'tkazuvchan kabellar ishlab chiqarish mo'ljallangan.

9-Mavzu: Yarim o'tkazgichlarda elektr toki. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi va uning temperaturaga bog'liqligi.

Reja:

- 1. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki.**
- 2. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi.**
- 3. Yarim o'tkazgichlarning aralashmali o'tkazuvchanligi**

Moddalar bir-biridan elektr o'tkazuvchanligi yoki solishtirma qarshiliklari bilan keskin farq qiladi. Solishtirma qarshiliklari qiymati;

O'tkazgichlar uchun $\rho_{o't} = (10^{-8} - 10^{-5}) \text{ Om} \cdot \text{m}$,

Yarim o'tkazgichlar uchun $\rho_{ya.o't} = (10^{-5} - 10^{-4}) \text{ Om} \cdot \text{m}$

Dielektriklar uchun $\rho_{diel.} = (10^{-10} - 10^{16}) \text{ Om} \cdot \text{m}$.

Moddalarning qarshiligi ularning qanchalik sof modda ekanligiga bog'liq.

Metall o'tkazgichlarda begona aralashmaning bo'lishi, erkin elektronning konsentratsiyasiga ham ta'sir ko'rsatadi, biroq ularning harakatchanligiga kuchli ta'sir qiladi. Bunga sabab begona aralashmalar kristall panjarada defektlar vujudga keltiradi, bu esa metallarning elektr tokiga qarshiligini oshiradi. Metallarda begona aralashmalar odatda ularning qarshiligini oshiradi.

Dielektriklarda aralashmalarning atomi, odatda atomlar bilan bo'sh bog'langan elektronlarga ega bo'ladi. Ana shu elektronlar atomlardan yengil ajralib chiqadi va erkin harakatga o'tadi. Demak, begona aralashmalar odatda dielektriklarning qarshiligini kamaytiradi.

Yarim o'tkazgichlarda dielektriklardagiga o'xshash aralashmalar ularning qarshiligini ancha kamaytiradi. Aralashmalarni maxsus tanlab

yarim o'tkazgichlarning qarshiligini kerakli tomonga o'zgartirish mumkin. Shuning uchun ham aralashmali yarim o'tkazgichlar hozirgi zamon texnikasida ko'p qo'llaniladi.

Yarim o'tkazgichlar atomlaridan elektronlarni ajratib olish uchun zarur bo'lgan energiya dielektrlardagiga qaraganda ancha kichikdir. Shuning uchun ham yarim o'tkazgichlar qizdirilganda ularning qarshiligi keskin kamayadi.

Temperatura pasayganda yarim o'tkazgichlarning qarshiligi ortadi va juda past temperaturada ularning qarshiligi, dielektrlarniki singari juda katta bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarda o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi kuzatilmaydi.

Tajribadan ma'lum bo'ldiki, yarim o'tkazgichlar kuchli yoritilganda ham ularning qarshiligi kamayar ekan. Shunday qilib, yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi, begona aralashmalarga, temperaturaga va yoritilganlikga bog'liqdir.

Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi

Tarkibi faqat bir xil atomlardan tuzilgan sof yarim o'tkazgichlarga misol qilib, B, S, Si, Se, Su, P, As, In, Ti va shu kabilarni olish mumkin. Sof yarim o'tkazgichlardan misol tariqasida; germaniy (Ge) kristalini qarab chiqamiz.

Germaniy to'rt valentli element bo'lganligi uchun, atomining, tashqi qobig'ida yadroga zaifroq bog'langan to'rtta elektron bo'ladi. Har bir germaniy atomining eng yaqin qo'shni atomlari ham to'rtta bo'ladi. Har bir juft qo'shni atom bir-biriga kovalent bog'lanish deb ataluvchi juft elektronli bog'lanish tufayli o'zaro ta'sir ko'rsatadi.

Shu bilan birga bog'lanishda qatnashayotgan elektronlar o'zaro bog'langan ikkala atomga ham taalluqlidir.

Ayon bo'lsin uchun quyidagi rasmda germaniy atom panjarasi yassi

tuz ko‘rinishda tasvirlangan, ya’ni har bir atom o‘ziga eng yaqin turgan to‘rtta atom bilan juft elektron bog‘lanishida birikadi.

Absolyut nol temperatura (-273°S) da yarim o‘tkazgichlardagi barcha valent elektronlar bog‘langan bo‘ladi. Yarim o‘tkazgichlar bunday sharoitda erkin elektronga ega bo‘lmaganligi uchun ideal izolyator xossasiga ega bo‘ladi.

Absolyut noldan farqli bo‘lgan temperaturadan yarim o‘tkazgichgacha elektronlarning issiqlik harakati energiyasi kovalent bog‘lanishni buzishga yetarli bo‘lib qolganda, sof yarim o‘tkazgichda erkin elektronlar hosil bo‘ladi. Bu elektron o‘z o‘rnini tashlab kristall bo‘ylab harakat qila boshlaydi. Elektrondan bo‘shagan vakant joylarga teshiklar deyiladi.

Shunday qilib, sof yarim o‘tkazgichning biror joyida kovalent bog‘lanishining buzilishi natijasida erkin elektron va teshik vujudga keladi. Bunga odatda, elektron-teshik vujudga keldi deyiladi. Agar yarim o‘tkazgichda elektr maydon bo‘lmaganda musbat zaryadli teshiklar ham erkin elektronlarga o‘xshab xaotik harakatlanadi.

Elektr maydon ta'sirida butun kristal bo‘ylab elektronlar maydon kuchlanganligiga teskari, teshiklar esa maydon kuchlanganligi yo‘nalishida harakatga keladi. Shunday qilib, maydon ta'sirida elektronlar va teshiklarning harakati qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi.

Binobarin, yarim o‘tkazgichdan o‘tadigan umumiy tokning kuchi (I) elektron va teshik toki kuchlari I_n va I_p ning yig‘indisiga teng.

$$I = I_n + I_p \quad (1)$$

Sof yarim o‘tkazgichlarning bunday elektron-teshikh o‘tkazuvchanligiga xususiy elektr o‘tkazuvchanligi deyiladi.

Yarim o‘tkazgichlarning aralashmali o‘tkazuvchanligi

Odatda sof yarim o‘tkazgichlarning xususiy elektr o‘tkazuvchanligi

uncha katta bo'lmaydi, lekin sof yarim o'tkazgichlarga maxsus tanlangan aralashmalar qo'shish bilan sun'iy ravishda elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan aralashmali yarim o'tkazgichlar tayyorlash mumkin.

Bunday aralashmali yarim o'tkazgichlar ko'proq elektronli yoki teshikli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. To'rt valentli sof yarim o'tkazgichlardan germaniy (Ge) yoki kremniy (Si) atomlaridan tuzilgan kristall panjaraning ba'zi tugunlariga besh yoki uch valentli atomlarni joylashtirib elekhonli yoki teshikli ofkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlarni hosil qilish mumkin.

Germaniy (Ge) kristalidagi atomlardan biri besh valentli fosfor (P) atomi bilan almashtirilgan bo'ladi. Bu holda fosforning to'rtta valent elektroni qo'shni germaniy atomlari bilan kovalent bog'lanishda bo'ladi.

Beshinchi elektron atom bilan juda zaif bog'langanligi uchun erkin elektronga aylanib, aralashma atomi esa musbat zaryadlanib qoladi.

Bu rasmda ko'rsatilganidek bo'ladi.

Shunday qilib, to'rt valentli sof yarim o'tkazgich kristaliga besh valentli element atomlari aralashgan bo'lsa, elektronli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Ko'pincha bunday o'tkazuvchanlikka elektronli n-tip o'tkazuvchanlik deyiladi (lotincha negativ manfiy degan so'zning bosh harfi olingan). Bunday yarim o'tkazgichlarga esa n- uni donor («beruvchi» degan ma'noni anglatadi) yoki n- tip aralashma deyiladi. n-tipdagi yarim o'tkazgichda elektronlar asosiy zaryad tashuvchilar bo'lib, n-tipdagi yarim o'tkazgichlar deb ataladi.

Aralashma atomi yarim o'tkazgichga elektron berayotganligi uchun, odatda, teshiklar asosiy' hisoblanmaydi. Agar aralashma sifatida uch valentli indiy (In) olinsa, u holda qo'shni atomlarning uchta valent bog'lanish to'ldira oladi. Kristall panjara tugunida joylashgan uch valentli atomning yetishmovchi valent bog'lanishi teshikdan iborat Bunday yarim

o'tkazgichda elektr maydon hosil qilinsa, teshik elektr maydon kuchlanganlik vektori yo'nalishida ko'chib, yarim o'tkazgichda teshikli elektr o'tkazuvchanlik mavjud bo'ladi. Bunday o'tkazuvchanlikka p -tip o'tkazuvchanlik (lotincha "pozitiv" "musbat" degan so'zning bosh harfi olingan) deyiladi, o'tkazgichlarga esa p-tipdagi yarim o'tkazgichlar deyiladi.

p - tipdagi yarim o'tkazgichdagi aralashma indiy (In) atomi asosiy atomning elektronini qabul qilib olganligi uchun unga akseptor (qabul qiluvchi) yoki p-tipdagi aralashma deyiladi. p- tipdagi yarim o'tkazgichda asosiy zaryad tashuvchilar teshiklar bo'lib, elektronlar asosiy hisoblanmaydi. Juda yuqori temperaturalarda. yarim o'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi aralashmali o'tkazuvchanligidan juda katta bo'lganligi uchun aralashmali o'tkazuvchanlikni hisobga oimasa ham boladi.

10-Mavzu: Elektron kovakli o'tish. Yarim o'tkazgichli diod. Tranzistorlar. Yarim o'tkazgichli asboblarning qo'llanishi.

Reja:

- 1. Elektron kovakli o'tish.**
- 2. Yarim o'tkazgichli triod (tranzistor).**
- 3. Yarim o'tkazgichli asboblarning qo'llanishi.**

Turli tipdagi ikkita yarim o'tkazgichning bir-biriga tegish joyi (kontakti) ra n-r o'tish deyiladi.

Elektron-teshikli o'tish (qisqacha n- p-o'tish) ko'pgina yarim o'tkazgich asboblari (diodlar, tranzistorlar, tiristorlar, fotoo'zgartkichlar) ning asosiy elementlaridir.

Yarim o'tkazgichli diod - bu elektron- teshikli (n-p- o'tishga ega bo'lgan yarim o'tkazgich kristall bo'lib, uning qarama-qarshi sohalariga, zanjirga ulash uchun, kontaktlar ulangan. Kristallni mexanik shikastlanishdan saqlash uchun u g'ilofga joylanadi.

Diodning p-n-o'tish joyining qalinligi atomlar orasidagi masofadan ortiq bo'lmasligi kerak.

Shuning uchun, germaniy (Ge) sirtiga yopishtirilgan indiy (Ip) atomi germaniy monokristaliga diffuziyalanib germaniy sirti yaqinida p-tipdagi o'tkazuvchanlik sohasi hosil bo'ladi. Bunday yarim o'tkazgichli diodda germaniy (Ge) katod (K) indiy (I) esa anod (A) bo'ladi.

Yarim o'tkazgichli diodlar - 70°S dan 125°S temperaturalar oralig'ida to'g'rilagich sifatida juda ishonchli va uzoq muddat davomida ishlay oladi.

Endi p-n o'tishli kristalldan tok qanday o'tishini qarab chiqaylik

Tashqi kuchlanish bo'lmaganda (2a) qo'zg'aluvchan zaryad tashuvchilarning hamma oqimi olish qatlamidan keyin muvozanatlashadi va tok nolga teng bo'ladi.

Kristallni zanjirga shunday ulaymizki, bunda tashqi maydon o'tish maydoniga qarama-qarshi bo'lsin (2b): p-n o'tishda maydon zaifroq bo'ladi va asosiy zaryad tashuvchilar (p-sohadagi teshiklar, n-sohadagi elektronlar) ning diffuzion oqimlari o'tish sohasi orqali intiladi. Asosiy bo'lmagan tashuvchilarning qarshi oqimlari esa deyarli o'zgarmaydi. Natijada o'tish sohasi orqali katta tok kuchi o'tadi. Bunday holda qo'yilgan kuchlanish va tok to'g'ri (kuchlanish va tok) deyiladi. Kuchlanish orttirilganda tok kuchi tez ortadi (3), bunda Om qonunini butunlay qo'llab bo'lmaydi.

Endi kristallga teskari qutbli kuchlanish beraylik (2). Bunday holda tashqi kuchlanish ishorasi bo'yicha kontakt potentsiallar farqiga mos keladi.

Tashqi maydon p- n-o'tishli maydonni kuchaytiradi va asosiy tashuvchilarning o'tish orqali diffusion oqimlari ancha kamayadi. Asosiy bo'lmagan tashuvchilarning oqimlari taxminan tashqi maydon bo'lmagandagi singari o'tish orqali kuchsiz tok hosil qiladi. Ushbu holda qo'yilgan kuchlanish va tok teskari kuchlanish va tok deyiladi,

To'g'ri kuchlanishda p-n-o'tishdan o'tayotgan tok kuchi teskari kuchlanishdagiga qaraganda million marta katta bo'lar ekan (3). Bu shuni ko'rsatadiki, p - n o'tish ventilga o'xshab ishlar ekan, ya'ni tokni bitta yo'nalishda o'tkazar (o'tish ochiq) va tokni teskari yo'nalishda (o'tish yopiq) o'tkazmas ekan.

Demak, agar p- n o'tishli kristallni o'zganivchan tok zanjinga nagruzka qarshilik R bilan ketma-ket ulansa (4), u holda bu qarshilikdagi tok amalda yo'nalishi bo'yicha o'zgarmas bo'ladi. Shuning uchun p -n-o'tishli kristallga yarimo'tkazgichli to'g'rilagich yoki yarim o'tkazgichli diod deyiladi. (3 o'rtacha quvvatli kremniyli diodning volt-amper xarakteristikasi ko'rsatilgan; to'g'ri va teskari yo'nalishdagi tok va kuchlanishlarning masshtablari turlicha).

Yarim o'tkazgichli triod (tranzistor).

Yuqorida qarab chiqilgan p - n o'tishning xossasidan elektr signallarning yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlarida foydalaniladi.

Kuchlanish va tokning o'zgarishini kuchaytirish uchun mo'ljallangan yarim o'tkazgichliligi asboblarga yarim o'tkazgichli triodlar yoki tranzistorlar deyiladi. 5-rasmda yarim o'tkazgichli triodning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Tok n-soha (taxminan 1 mkm) kristallning ikkita r-sohasini ajratadi. Kristallning bu sohalari zanjirga ulanishi uchun mustaqil kontakt uchlari e, b va k ga ega. Sxemadan ko'rinib turibdiki, tranzistorda ikkita p - n o'tish bor ekan. Kontakt uchlari e va b ni tashqi zanjirga ulab, chap p- n

-o'tishga, b va k uchlari orqali esa o'ng p- n - o'tishga kuchlanish berish mumkin. Tranzistorning chap p- sohasida p- tip aralashmalar n-sohadagi n-tip aralashmalarga nisbatan yuzlab marta ko'p bo'ladi.

Shunga muvofiq, p-sohadagi teshiklar ham n-sohadagi elektronlarga nisbatan yuzlab marta katta. Shuning uchun chap o'tish to'g'ri yo'nalishda ulanganda to'g'ri o'tish orqali o'tgan tok asosan (taxminan 90%) p-sohadagi teshiklarning diffuzion oqimidan iborat bo'ladi.

Rasmda tasvirlangan n-p-n tip tranzistorning ishi bayon etilgan p-n-p tip tranzistor ishidan hech qanday farqi yo'q, faqat o'tishdagi kuchlanish boshqa qutbga ega va tranzistorda tok, asosan, elektronlar oqimidan iborat bo'ladi.

Tranzistorlarning ishlash muddati juda katta, tejamli va juda ixchamligi bilan farq qiladi.

Ular radio elektronikada keng ishlatiladi: kuchaytirgichlar, radiopriyomniklar va televizorlar, elektron hisoblash mashinalari (EHM) va boshqalar. Tranzistorlar samolyot va raketalarining bort apparaturalari uchun ayniqsa juda muhim ahamiyatga ega.

11-Mavzu: Vakuumdagi elektr toki. Elektron emissiya. Ikki elektrodli lampa. Elektron-nurli lampa.

Reja:

- 1. Vakuumdagi elektr toki.**
- 2. Elektron emissiya.**
- 3. Ikki elektrodli elektron lampa diod.**
- 4. Elektron nur trubkasi**

Vakuum tushunchasi ancha murakkab bo'lib, hozircha «vakuum» deganda modda zarrachalari bo'lmagan fazoni faraz qilamiz. Vakuum

shunday tushunilganda u ideallashtirilgan bo'ladir, chunki real fazoda doim biror miqdorda modda zarrachalari bo'ladir.

Elektron emissiya

Metall atomlarining qattiq jism bo'lib birlashishida ularning o'zaro ta'siri natijasida atomning eng yuqorigi orbitasidagi valentli elektronlar «umumiylashadi» va erkin bo'lib qoladi. Shunday qilib, yerkina elektronlar qattiq jismni tashkil qiluvchi atomlar to'plamiga tegishlidir.

Metalldagi erkin elektronlar soni har bir atom valentli elektronlari sonining atomlar soniga ko'paytmasiga teng.

Erkin elektronlar metall ichida turlicha tezlik bilan xotik harakatlanadi. Elektronlarning xotik (issiqlik) harakatining o'rtacha tezligi taxminan $10^5 \text{ m/s} = 100 \text{ km/s}$ ni tashkil qiladi.

Kuzatishlardan ma'lum bo'ldiki, metallning kristall panjara tugunlaridagi ionlari orasidagi erkin elektronlar uchib chiqishi mumkin (1). Ayrim erkin elektronlar metallni butunlay tark etib keta olmaydi, chunki metall sirti yaqinidagi musbat zaryadli ionlari bilan tortishib turadi. Biror vaqt o'tgandan keyin metallni tark etgan elektronlarning ayrimlari yana qaytadi.

Shunday qilib, metall sirti yaqinida doimo almashib turuvchi manfiy zaryadlangan elektronlar qatlami hosil bo'ladir, kristalldagi ionlar esa ikkinchi musbat zaryadlangan qatlamni hosil qiladi. Natijada metall - vakuum chegarasida ikkilangan qatlami hosil bo'ladir.

Ikkilangan qatlamning maydoni elektronlar uchun tormozlovchi maydondan iborat bo'ladir. Shuning uchun elektron metall sirtiga uchib chiqishi uchun o'zining kinetik energiyasi hisobiga quyidagi ishni bajarishi kerak:

$A = e (\varphi_1 - \varphi_2)$, bunda e elektronning zaryadi; $(\varphi_1 - \varphi_2)$ metall - vakuum chegarasidagi ikkilangan qatlam potentsiallari ayirmasi.

Elektronni metallardan chiqib ketishi uchun bajarilishi zarur bo'lgari ishga elektronning metallardan chiqish ishi deyiladi.

Turli metallar uchun elektronning chiqish ishi turlicha bo' ladi.

Odatda xona temperaturasida metalldagi erkin elektronlarning kinetik energiyasi kichik bo'ladi. Agar erkin elektronlarga qo'shimcha energiya berilsa, ularda metallni tashlab chiqish imkonini tug'iladi.

Metallardan elektronlarni uchib chiqish protsessiga elektron emissiya deyiladi.

Elektronlarga turli usullar bilan ta'sir ko'rsatib elektronlar emissiyasini hosil qilish mumkin.

Masalan, yorug'lik ta'airida fotoelektron emissiyani, kuchli elektr maydon ta'sirida avtoelektron emissiyani, issiqlik ta'sirida esa termoelektron emissiyani hosil qilish mumkin.

Ikki elektrodli elektron lampa diod

Termoelektron emissiyani kuzatish uchun ikkita elektrodi bo'lgan vakuum (bo'shliq)li lampadan foydalanish mumkin: bu elektrodlardan biri sim ko'rinishidagi qiyin eriydigan metall (volfram, molibden va boshqa metallar)dan qilingan va tok bilan qizdiriladigan elektrod katod va ikkinchisi katoddan chiqqan elektronlarni to'playdigan sovuq elektrod dioddir.

Bunday lampalar hozirgi zamon radiotexnikasida o'zgaruvchan toklarni to'g'rilashda keng qo'llaniladi va ular vakuumli diodlar deyiladi.

Rasmda tasvirlangan sxema bo'yicha elektr zanjirini tuzamiz. Sxemada ko'rsatilganidek anod batareyasi B ning musbat qutbi anod bilan, manfiy qutbi esa katod bilan ulangan bo'sin.

K katod va A anod orasidagi fazoda elektr zaryadlari bo'lmaganligi sababli, K_1 kalit orqali anod zanjiriga va anod batareyasi ulansa hain zanjirda elektr toki hosil bo'lmaydi. Agar bu holda katod zanjiriga K_2 kalit

orqali Bq qizdirgich batareyani ulab, katod yuqori temperaturagacha qizdirilsa, mA milliampermetr anod zanjirida tokning hosil bo'lishini ko'rsatadi.

Bu hosil bo'lgan termoelektron tok kuchining katod va anod orasida va potensial ayirmasiga bog'lanishini qarab chiqaylik: dastlab K katod va A anod orasidagi U_a potentsiallar ayirmasi nolga teng bo'lsa, anod tokining kuchi ham nolga teng bo'ladi. Bu holda cho'g'langan katoddan uchib chiqayotgan elektronlar katod oldida go'yo elektronlar bulutini hosil qiladi. Anod va katod orasidagi potentsiallar ayirmasi ortishi bilan anodga qarab harakatlanuvchi elektronlar soni ham ortadi va shuning uchun anod toki ham ortadi.

Biror potentsiallar ayirmasidan boshlab ayni temperaturada toladan uchib chiqayotgan barcha elektronlar anodga yetib boradi va maksimal anod toki, ya'ni I_T to'yinish toki hosil bo'ladi.

Anod tokining kuchlanishiga bog'lanishi rasmda ko'rsatilgan.

Elektron nur trubkasi

Elektron nur trubkasi ichida ma'lum tartibda elektrodleri joylashgan yuqori vakuumli balondan tashkil topgan bo'lib, uning sodda sxemasi rasmda tasvirlangan. Balonning bir uchi kengroq qilib ishlangan bo'lib, ichkarisida elektronlar zarbidan cho'g'lanuvchi moddlar bilan qoplangan 6 ekran va boshqa uchida esa elektronlarning uchlari ulangan sokol o'rnatilgan.

Ingichka elektronlar dastasi katoddan chiqib, boshqaruvchi elektrod orqali 3 anod bilan tezlashtiriladi va ekranlashgan elektrod va og'diruvchi ikki juft XX va YY plastinkalar orqali o'tib elektrodga tushadi. Boshqaruvchi elektrodlerining potentsiali o'zgarganda elektronlar dastasining ravshanligi o'zgaradi. Anod ikki yoki uchta silindrdan iborat bo'lib, uning potentsialini o'zgartirish bilan elektronlar dastasi ekranga

foknslanadi.

Ekrandagi elektronlar nurini XX va YY ogʻdiruvchi plastinkalar yordamida gorizonta va vertika yoʻnalishda ogʻdirish mumkin.

Juda tez oʻtadigan protsesslarni oʻrganishga imkon beradigan qurilma elektron ossilloqraf boʻlib, uning asosiy qismi elektron nur trubkasidan iborat.

Xuddi shuningdek elektron-nur trubkasi televizor va radiolokatorlardan keng qoʻllanishga egadir.

12-Mavzu: Suyuqliklarda elektr toki. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrolizning qoʻllanishi.

Reja:

- 1. Suyuqliklarda elektr toki.**
- 2. Faradeyning elektroliz qonunlari**
- 3. Elektronlarning texnikada qoʻllanilishi.**

Ionli elektr oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan eritmalarga elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga kislotalar, ishqorlar va tuzlarning suvdagi va boshqa erituvchilardagi eritmaları kiradi, Undan tashqari, qizitish yoʻli bilan suyultirilgan tuzlar hainelektro oʻtkazuvchanlikka ega boʻladi.

Elektrolitlarda elektr tokining hosil borish sababini quyidagi tajriba asosida osongina tushunish mumkin. Rasmda tasvirlangandek elementlar batareyasi, ampermetr, kalit va ichiga koʻmir piastinka tushirilgan distillangan savli idishdan iborat elektr zanjiri berilgan boʻlsin. Zanjir kalit orqali ulanganda ampermetr tokni koʻrsatmaydi, demak, distillangan toza suv elektr tokini oʻtkazmaydi.

Bunga sabab toza suvda elektr tokini tashuvchi zarrachalarning

bo'lmashidir.

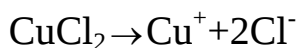
Agar bu suvli idishga bir necha tomchi kislota yoki ishqor tomizilsa, yoki biroz osh tuzi eritilsa, ampermetr zanjirda tokning hosil bo'lganligini ko'rsatadi. Shunday qilib, kislota, ishqor va tuzlarning suvdagi kuchsiz eritmalari elektr tokini juda yaxshi o'tkazar ekan. Buning sababi eritmadagi kislota, ishqor va tuzlarning molekulalari qarama-qarshi ishorali ionlarga ajralishidir.

Suv qutbli molekulalarining elektr maydoni ta'sirida eritmadagi elektrolit molekulalari ionlarga ajraladi.

Eritmalarda modda molekulalarining ionlarga ajralish protsessiga molekulalarning dissotsiylanishi deyiladi. Dissotsiylanishga teskari bo'lgan protsessga ionlarning rekombinatsiyasi deyiladi. Kuchsiz eritmalarda dissotsiatsiya hodisasi kuchliroq bo'ladi, shuning uchun ham bunday eritmalarda har doim erkin ionlar mavjuddir. Elektrolitda tashqi elektr maydon bo'lmaganda dissotsiylanish natijasida hosil bo'lgan ionlar xotik tartibsiz harakatda bo'ladi. Elektrolitga tashqi elektr maydoni qo'yilganda esa ionlar tartibli harakatlana boshlaydi. Musbat zaryadli ionlar manfiy elektrod katodga tomon harakatlanganligi uchun, ular kationlar deyiladi. Manfiy zaryadli ionlar musbat elektrod anodga tomon harakatlanganligi uchun anionlar deyiladi. Ionlar tegishli elektrodga borib yetgandan keyin unga ortiqcha elektronni beradi yoki undan yetmaganini olib neytral atomlarga yoki molekulalarga aylanadi.

Elektrolitdagi moddalarning elektr toki ta'sirida ajralib chiqish protsessiga elektroliz deyiladi.

Misol tariqasida mis xlorid tuzining eritmasi orqali elektr toki o'tganda ro'y beradigan jarayonni qarash mumkin. Eritmada mis xlorid molekulasida ikki karra musbat zaryadlangan mis atomining ioni Cu^{++} ga va bir karra manfiy zaryadlangan ikkita xlor ioni 2Cl^- ga dissotsiylanadi.



U vaqtda erkin elektronni e orqali belgilab, katod va anodda uchiashgan ionlar uchun quyidagi ko‘rinishdagi reaksiyalarni yozish mumkin; $\text{Cu}^+ + 2e = \text{Cu}$; $2\text{Cl}^- - 2e = 2\text{Cl}$.

Demak, mis ioni Cu^{++} katoddan ikkita elektronni olib neytral mis atomiga, xlor ioni Cl^- —esa anodga bitta elektronni berib neytral atomga aylanar ekan.

Shunday qilib, elektroliz protsessining bevosita natijasi elektrodlarda elektrolitning kimyoviy parchalanishi mashulotlarning to‘planishidir.

Faradeyning elektroliz qonunlari

1833 yilda ingliz fizigi M.Faradey (1791-1867) tajribalar asosida elektrolizning ikkita qonunini kashf qilgan bo‘lib, ular Faradey qonunlari deb ataladi.

Faradeyning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralgan moddaning massasi elektrolit orqali o‘tayotgan zaryad miqdoriga to‘g‘ri proporsional, ya'ni:

$$m = kq \quad (1)$$

bu yerda m elektrodda ajralib chiqqan moddaning massasi, q elektrolitdan o‘tgan zaryad miqdort, k proporsionallik koeffisienti bo‘lib, u elektrodlarining shakliga ham, Orasidagi masofaga ham, tokning kuchiga ham, temperaturaga ham, bosimga ham bog‘liq bo‘lmasdan, turli moddalar uchun turlicha bo‘lib. u moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deyiladi.

(1) formuladan moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti quyidagiga teng bo‘ladi:

$$k = m/q \quad (2)$$

Bu ifodaga asosan moddaning elektrokimyoviy ekvivalentini quyidagicha ta'riflash mumkin. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deb, elektrolitdan bir birlik elektr zaryadi o‘tganda elektrodan

ajralgan moddaning massasiga teng biror fizik kattalikka aytiladi.

Tok kuchining $I=q/t$ dan $q=It$ ning ifodasini (1) formulaga qo'yilsa, Faradey birinchi qonunining matematik ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$m=kIt \quad (3)'$$

U vaqtda Faradeyning birinchi qonunini yana quyidagicha ta'riflash mumkin:

Elektroliz vaqtida elektrodlardan ajralgan moddaning massasi tokning kuchiga va uning elektrolitdan o'tish vaqtiga to'g'ri proporsional. Faradeyning ikkinchi qonuni moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti k bilan disotsiyalanuvchi molekula tarkibidagi atomning kilogramm - atom A ning valentrik Z ga nisbati moddaning kimyoviy ekvivalenti orasidagi o'zaro bog'lanishni ifodalaydi. Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari ularning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional, ya'ni:

$$k=c \cdot A/Z \quad (4)$$

bunda c -proporsionallik koeffitsienti bo'lib, barcha moddalar uchun bir xil qiymatga ega. Agar c proporsionallik koeffitsientini bilan belgilansa, Faradeyning ikkinchi qonunini yana quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$k=1/F \cdot A/Z \quad (5)$$

Bundagi F kattalikga Faradey soni deyiladi. Faradey soni deb, elektrodlarda bir kilogramm ekvivalent modda ajratish uchun elektrolitdan o'tgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Jahondagi eng yaxshi laboratoriyalarda o'tkazilgan ko'pgina o'lchashlar natijasida Faradey soni uchun quyidagi qiymat topilgan:

$$F=9,648456 \cdot 10^7 \text{ Kl/kmol}$$

Faradeyning ikkala qonunlarini birlashtirsak, elektroliz vaqtida

elektrodlarda ajralib chiquvchi moddaning miqdorini quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$M = \frac{1}{F} \cdot \frac{1}{E} \quad (6)$$

Bu formula Faradey birlashgan qonunning matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha tavsiflanadi:

Elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralgan moddaning massasi kimyoviy ekvivalentiga, tokning kuchi va o'tish vaqtiga to'g'ri proporsional.

Faradey soni elementar zaryad-elektron zaryadi e ning Avogadro soni N_A ga ko'paytmasiga teng ya'ni:

$$F = eN_A \quad (7)$$

Elektron zaryadining shu usul bilan topilgan qiymati zamonaviy tajriba usuli bilan topilgan qiymatiga to'g'ri keladi.

Elektronlarning texnikada qo'llanilishi

1. Galvanostegiya Elektroliz yordamida metall buyumlarni boshqa metallning yupqa qatlami bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi. Masalan bityumlarni zanglashdan saqlash yoki ularning mustahkamligini oshirish va ularga sayqal berish maqsadida ularni nikellash, oltin yo kumush suvlari yuritish, xromlash va shunga o'xshashlar galvanostegiya yo'li bilan amalga oshiriladi.

2. Galvanoplastika buyumlarning shaklini qaytadan tiklash va uning sirtida bir necha millimetr qalinlikdagi metall qatlamlarini hosil qilish galvanoplastika deyiladi,

3. Metallarni rafinlash. Elektroliz yo'li bilan kimyoviy jihatdan toza metallarni olish metallarni rafinlash deb ataladi. Elektrotexnikada ko'p hollarda sof mis ishlatishga to'g'ri keladi. Buning uchun tozalanmagan mis quyidagicha rafinlanadi: massasi 150 dan 200 kg gacha bo'lgan

tozalatimagan mis anod sifatida olinadi, elektrolit sifatida esa mis kuporosining sulfat kislotasidagi eritmasi olinadi. Sriti birozgina moylangan yoki mumlangan yupqa mis plastinkalari katod sifatida olinadi. So'ngra elektrotdan $I \sim 250 \text{ A/m}^2$ dan oshmaydigan o'zgarmas tok o'tkaziladi. Sof mis katodda to'planib, anod esa eriydi, boshqa modda eritmalari esa g'óvak cho'kma hosil qilib, asta-sekin vannaning tubiga cho'kadi.

Bunday cho'kmada ba'zan nodir metallar, masalan 30% gacha oltin, 30% ga kumush va boshqa metallar bo'ladi. Bu usui bilan oltin, kumush, qalay, nix va bóshqa metallar ham rafinlanadi.

13-Mavzu: Gazlarda elektr toki. Plazma haqida tushuncha.

Reja:

- 1. Gazlarda elektr toki.**
- 2. Nomustaqil va mustaqil gaz razryadlar.**
- 3. Mustaqil gaz razryad turlari.**
- 4. Plazma haqida tushuncha.**

Normal sharoitda barcha gazlar neytral atom va molekul alar dan tashkil topganligi uchun, ularni yaxshi izolyator deb hisoblash mumkin. Biroq issiqlik yoki rentgen nurlari, radiaktiv nurlar ta'sirida gazning atom yoki molekulalari ionlashadi, ya'ni atom musbat zaryadli ion va elektronga ajraladi. Gazda elektronlarning atomlarga qo'shilishidan manfiy ionlar hosil bo'ladi. Bunday ionlashgan gaz xuddi o'tkazgichlar singari elektr tokini yaxshi o'tkazadi, ion orqali elektir tokining o'tish jarayoniga gaz razryadi deyriadi.

Gazlarda ionlarning hosil bo'lish protsessiga ionizatsiya deyilib,

ionizatsiyani yuzaga keltiruvchi tashqi ta'siriga esa ionizator deb ataladi.

Agar ionizator ta'siri to'xtatilsa, elektron va musbat ioni bir-biriga yaqinlashganda o'zaro qo'shib yangidan neytral atom hosil bo'ladi.

Elektron va musbat ionlarning qo'shib neytral atomning hosil bo'lish protsessiga rekombinatsiya deyiladi.

Agar ionizatorning ta'siri o'zgarmay saqlansa, ionlarning dinamik muvozanati qaror topadi, ya'ni yangidan hosil bo'layotgan ionlar soni rekombinatsiyalangan neytral atomlar soniga teng bo'ladi.

Gazlarda razryad hodisalarini 1 - rasmda tasvirlangan qurilmadan tekshirib, (7)dagi tok kuchi I ning kuchlanishga bog'lanishini, ya'ni volt-amper xarakteristikasini olish mumkin.

Ushbu grafikdan ko'rinib turibdiki, elektrodlar orasidagi kuchlanish asta-sekin ortib borganda, egri chiziqning Oa qismidan tokning kuchi kuchlanishga proporsionali ortadi, aO qismida esa uning ortishi sekinlashadi va nihoyat, kuchlanishning U_t qiymatidan boshlab kuchlanish bundan keyin ortsa ham (bs qisni) tok o'zgarmay qoladi, bu esa to'ymish toki I_t ni ifodalaydi. Byaday holda tok kuchini yana orttirish uchun ionizatorning intensivligini orttirish kerak. Binobarin, xarakterisikaniing bs qismiga Om qonunini tatbiq qilib boimaydi. Biroq, kuchamshni yana ham orttirsak, tok yana orta bo'ehlaydi (ed qism). Demak, yetarlicha yuqori kuchlanishda gazda ionizator hosil qilgan ionlardan tashqari yana o'z-o'zidas ionlashish boshlanadi.

Elektr energiyasi yetarlicha katta bo'lgan elektron neytral atomga zarb bilan urilganda uni ionlashtiradi, ya'ni elektronni urib chiqaradi. Buning natijasida bitta elektron o'nriga ikkita, ikkita o'rnida tortta va hokazolar hosil borib, ionlar soni tez ko'payib boradi, elektronlar ko'chkisi hosil bo'ladi. Bayoa etilgan bu protses zarbdan ionlashish deyiladi.

Nomustaqil va mustaqil gaz razryadlar.

Gazda faqat tashqi ionizatorning ta'siri ostida sodir bo'ladigan razryadga nomustaqil gaz razryadi deyiladi. Bu razryadni yana sokin razryad ham deyiladi. Gaz razryadi volt-amper xarakteristikasini A qismlarida nomustaqil gaz razryadi kuzatiladi.

Gazda tashqi ionizator sodir bo'ladigan razryadga mustaqil gaz razryadi deyiladi. Mustaqil gaz razryadi volt-amper xaraktei istikaning o'zida nomustaqil gaz razryadi kuzatiladi. Lekin elektron zarbi ta'sirida ionlashishning bir o'zi mustaqil razryadning yuz berib turishini ta'minlay olmaydi. Shuning uchun mustaqil gaz razryadidagi ionlarni ta'minlovchi asosiy protsesslarni qarang chiqaylik:

1. Zarbdan ionlashish. Elektronlarning zarb bilan to'qnashishdagi kinetik energiyasi W_k maydonning kuchlanganligi E ga va erkin yo'lining uzunligi F ga proporsionaldir:

$$W_k = eEF \quad (1)$$

Bunda e elektronning zaryadi.

Agar bu energiya gaz molekulalarining ionlashish ishi A_i dan katta bo'lsa, ya'ni:

$$W_k = A_i \quad (2)$$

shart bajarilsa, zarbdan ionlashish jarayoni sodir bo'ladi va yuqorida bayon qilingan elektronlar ko'chishi (quyuni) hosil bo'ladi

2. Ikkinchi elektron emissiya. Maydon ta'sirida katta kinetik energiyaga erishgan musbat ionlar katoddan ikkinchi elektronlarni urib chiqaradi. Katoddan bunday elektronning chiqish hodisasini ikkinchi elektron emissiya deyiladi.

3. Avtoelektron emissiya. Nihoyatda kuchli elektr maydon (10^8 V/m) ta'sirida katoddan elektronlarni yulib (tortib) olish mumkin. Kuchli maydon ta'sirida katoddan elektronlarning chiqishiga avtoelektron emissiya

deyiladi.

4. Avtoionlashish. Zarbli urilishdan hosil bo'lgan ion uyg'otilgan holatda bo'lib, u asosiy holatga o'tayotgan qisqa to'lqin uzunlikda nur chiqaradi. Bu yorug'lik kvantining energiyasi yetarli bo'lganda avtoionlashish sodir bo'ladi.

5. Termoelektron emissiya. Yuqori temperaturali katodda elektronlar uchib chiqishi termoelektron emissiya tufayli juda ko'p elektronlar vujudga keladi.

Mustaqil gaz razryad turlari.

.Gazlarning xossasi va holatlariga, elektrodlarning matematik shakli, olchamlari va o'zaro joylashishiga, shuningdek elektrodlarga berilgan hichlanish kattaligiga qarab gazlarda mustaqil zaryadning har xil

turlarini kuzatish mumkin. Masalan, toj razryad, uchqun razryad, yoy razryad (elektr yoyi), miltillama razryad.

1. Toj razryad atmosfera bosimida bir jinsli bo'lmagan kuchli elektr maydoni mavjud bo'lgan hollarda havoda kuzatiladi. Masalan, toj razryad qorong'i tunda yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyasi atrofida yoki qorongi qilingan auditoriyada yuqori kuchlanishli tok, manbaiga ulangan simlar atrofida xuddi quyosh tojiga o'xshash nurlanish kuzatiladi.

Toj razryad simlar atrofida emas, balki uchlik o'tkazgich atrofida, kema machtalarining, daraxtning uchlarida ham kuzatiladi.

Toj razryadning hosil bo'lish mexanizmini quyidagicha tasavvur qilish mumkin.

Yuqori kuchlanishli sim atrofida tasodifan hosil bo'lgan musbat ionlar manfiy sim tomonga harakatlanadi va undan elektronlarni urib chiqaradi, ular o'z navbatida gaz molekulalarini ionlashtiradi. Bu protsesda nurlanish kuzatiladi.

2 Uchqun razryad. Atmosfera bosimida, elektrodlar orasidagi elektr maydonning kuchlanganligi juda katta (~ 3000 kV/m) bo'lganda zarbdan ionlashishi natijasida qisqa vaqtli razryad - uchqun vujudga keladi.

Uchqunli razryad ravshan nurlanuvchi egri-bugri tarmoqlangan kanal ko'rinishida bo'lib, u orqali kuchi katta bo'lgan qisqa muddatli tok impulsi o'tadi. Chaqmoq (yashin) bunga misol bo'ladi: chaqmoq (yashin) ning uzunligi 10 km gacha, kattaligi diametri 40 sm gacha borishi, tok kuchi esa 10 kA gacha yetishi mumkin, impulsning davomiyligi 10⁻⁴ s ga teng. Har qaysi chaqmoq bitta kanalidan ketma-ket keladigan bir necha impulsdan iborat bo'ladi. Uchqim kanalidagi gazning temperaturasi juda yuqori 10000 K gacha yetadi. Gazning tezda kuchli qizishi bosimning keskin ortishiga va tovush to'liqlarini paydo bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun ham, chaqmoq chaqqandan keyin momoqaldiraqning gumbirlashi eshitiladi.

3. Voy razryadi (elektr yoyi). Torli gazlarda bosimi atmosfera bosimining o'nli ulushlaridan tortib to bir necha ming atmosferagacha bo'lgan bosimda ro'y beradi. Gaz razryadlari ichida amaliy jihatdan juda muhim ahamiyatga ega bo'lgani elektr yoyidir.

Elektr yoyini hosil qilish uchun ikkita ko'mir sterjen olib, ularga 40- 50 V kuchlanish beriladi va avval ularning uchlari bir-biriga tekkiziladi. Bunda ikkala sterjenning uchlari orasida birdaniga ko'zni qamashtirarli darajada ravshan nurlanish ro'y beradi. So'ngra elektrodni bir-biridan biroz uzoqlashtirilsa, ular orasida yoy shaklida kuchli yorug'lik beruvchi elektr yoyi deb ataluvchi mustaqil gaz razryadi hosil bo'ladi.

4 Miltillama razryad. Siyraklangan gazlarda, ya'ni past bosim simob ustiuri millimetrning o'ndan bir, yuzdan bir ulushlarida hosil bo'ladi. Miltillama razryadni hosil qilish uchun ikki tomonga elektrodlar kavsharlangan va havosi so'rib olish uchun nasosga ulangan shisha naycha

olib, elektrodلarni kuchlanishi bir necha yuz voltli manbaga ulaymiz.

Naydagi havoniug nurlanish xarakteri uning siyraklashish darajasiga bog‘liq boiadi. Dastlab, elektrodلar orasida binafsha rangli sharsimon gaz razryadi hosil bo‘ladi, so‘ngra nay ichidagi barcha havo qizg‘ish rangda yorug‘lik chiqaradi.

Shunday miltillama razryad musbat ionلar katoddan urib chiqargan elektronلarning gaz moiekulalarini zarb bilan ionlashishi tufayli hosil bo‘ladi. Naydagi gaz o‘zgartirilganda nurlanishning rangi ham o‘zgarar ekan. Masalan, argon ko‘k rang, neon qizil rang, geliy esàsariq rangli nurlanishni beradi.

Plazma haqida tushuncha.

Absolyut nolga yaqin bo‘lgan juda past temperaturalarda hamma moddalar qattiq holatda bo‘ladi. Isitilganda modda qattiq holatdan suyuq holatga, undai keyin esa gaz holatiga ham o‘tadi.

O‘ta yuqori temperatura ($T=10000\text{ K}$) da gaz molekulalarining to‘qnashuvi tufayli ionlashish sodir bo‘ladi.

Modda plazua deb ataluvchi yangi holatga o‘tadi.

Plasma deb, elektrik jihatdan butunlayicha neytral, qisman yoki to‘liq ionlashgnn moddaning holainuga aytiladi.

Plazmaning o‘ziga xos xossalaridan biri, uni moddaning maxsus to‘rtinchi nolati deb hisoblashga imkon beradi.

Temperaturasi taxminan $20000\text{--}10000\text{ K}$ bo‘lgan har qanday modda to‘la ionlashgan plazmadan iborat bo‘ladi. O ta ionlashgan piazma tabiatda eng ko‘p tarqalgan moddaning holatidir. Olamning barcha

moddalari o‘zida mujassamlashtirgan quyosh va boshqa yulduzlardagi yuqori temperatulari plazmaning gigant to‘ptamidan iboratdir.

MAGNIT MAYDON.

14-Mavzu: Tokning magnit maydoni. Turli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri.. magnit induksiyasi. Magnit oqimi.

Reja:

- 1. Parallel Toklarning O'zaro Ta'siri**
- 2. El ektromagnetizm.**
- 3. Tokli konturning magnit momenti.**
- 4. Magnit induksiyasi.**

1820 yilda Daniya fizi gi Gans Xristian Ersted (1777 - 1851) tajriba asosida magnit strelkasining ustiga parallel joylashtirilgan o'tkazgich rasmda tok o'tganda magnit strelkasining dastlabki vaziyatdan og'ishi va o'tkazgichga perpendikulyar joylashganligi aniqlandi Agar o'tkazgichdan tokning o'tishi to'xtatilsa, magnit strelkasi yana dastlabki vaziyatga qaytadi.

Ersted tajribasi olimlarni elektr toki o'tib turgan o'tkazgich atrofida magnit maydon hosil bo'ladi degan xulosaga olib keldi. Xuddi shu maydon magnit strelkasiga ta'sir etib uni og'diradi.

.Shunday qilib, qo'zg'almas elektr zaryadlari atrofidagi fazoda elektr maydon, harakatlanuvchi zaryadlar, ya'ni elektr toki atrofida, faqat, magnit maydoni hosil bo'lar ekan.

O'tkazgich atrofida faqat undan tok o'tgan paytdagina magnit maydonning hosil bo'lishi magnit maydonning manbai tokdan iborat ekanligini tasdiqlaydi.

Shunday qilib- Ersted kashfiyoti fizika fanimng rivojlanishida katta turtkılardan biri bo'lib, u elektromagnetizm sohasidagi muhim kashfiyotlarni ochilishiga sabab boidi

Parallel Toklarning O'zaro Ta'siri

Parallel toklarning o'zaro ta'sirini birinchi marta 1820 yili fransuz olimi Andre Amper (1775 - 1836) tajriba asosida aniqlagan.

Agar ikki parallel uzun o'tkazgichlardan o'tuvchi toklarning yo'nalishlari bir xil bo'lsa, bu tokli o'tkazgichlar o'zaro tortiladi. Aksincha, o'tkazgichdagi toklarning yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lsa, bu tokli o'tkazgichlar o'zaro itarishishadi. Toklarning o'zaro ta'siriga sabab, toklarning har biri o'y atrofidagi fazoda magnit maydon hosil qiladi va bu maydon ikkinchi tokli o'tkazgichga ta'sir ko'rsatadi.

Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi (F) o'tkazgichlardan o'tayotgan toklarning (11, 12) kuchlariga, o'tkazgichning uzunligiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa (r_0) ga teskari proporsional. ya'ni:

$$F = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{r_0} l$$

Bu yerda μ - muhitning nisbiy magnit singdiruvchanligi, HB birliklar sistemasini tanlanishiga bog'liq bo'lgan magnit maydon doimiysi bo'lib, uning qyrimati quyidagiga teng:

$$\mu = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N/A (yoki Gn/m)} = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m (yoki Vs/mA)}.$$

Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi ifodasi asosida tok kuchining HB sistemasidagi bir birligi amper (A) quyidagicha ta'riflanadi:

1 amper (A) deb, vakumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan cheksiz uzun va o'ta ingichka ikkita parallel tokli o'tkazgichning har bir metr uzunligida $2 \cdot 10^{-7}$ N o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tolckuchiga aytiladi.

Elektromagnetizm.

Biz elektr zarvadlanring o'zaro ta'sirini ko'rib chiqdik. Endi tok o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Metall simdan yasalgan ikkita bir xif g'altak olamiz va ulami shunday osib qo'yamnizki, bunda g'altaklarni zanjirga ulash mumkin bo'lsin, ularning o'qlari esa bir to'g'ri chiziqda joylashsin.

G'altaklar orqali bir xil yo'nalishda tok o'tkazib, ularning bir-biriga tortilishini koramiz. Agar g'altaklarda qarama-qarshi yo'nalishdagi toklar hosil qilinsa, ular bir-biridan itariladi. Parallel joylashgan to'g'ri chiziqli o'tkazgichlar orasida ham shunday o'zaro ta'sir yuz beradi

Shunday qilib, bir xil yo'nalishdagi toklar tortishadi, qarama-qarshi yo'nalidagi toklar esa bir-biridan itariladi Demak, tokli o'tkazgichlar bir-biridan biror masofada joylashganda ular orasida o'zaro ta'sir yuz beradi.

Bu ta'sirni ular orasida elektr maydon bo'lishi bilan tushuntirish mumkin emas, chunki o'tkazgichlar orqali tok o'tganda ular amalda neytral bo'lib qoladi.

Bu shuni bildiradiki, har qanday tokli o'tkazgich atrofida elektr maydondan farq qiluvchi tinch turgan zaryadlarga ta'sir qilmaydigan qandaydir boshqa maydon mavjud bo'lishi kerak. Bu fikr tajribalarda tasdiqlangan.

Tokli konturning magnit momenti.

Bir jinsli maydonga joylashtirilgan 1 tokli konturga ta'sir qiluvchi M aylantiruvchi moment tok oqayotgan konturning S sirtiga, I tok kuchiga va magnit maydon B ga to'g'ri proporsional ekanligini isbot qilish mumkin.

Bundan tashqari aylantiruvchi moment konturning maydonga nisbatan tutgan vaziyatiga bog'liq bo'ladi.

Kontur sirti magnit induksiya chiziqlariga parallel bo'lganda M maksimal aylantiruvchi moment hosil bo'ladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M_{\text{maks}} = BIS$$

Agar $IS \sim P_{mag}$ deb belgilasak u holda

$$M_{maks} = BP_{mag}$$

Tokli konturning uning tashqi magnit maydondagi tabiatini aniqlovchi magnit xossalari xarakterlaydigan R_{mag} kattalik shu konturning magnit momenti deb ataladi.

Konturning magnit momenti undagi tok kuchining tok oqayotgan kontur sirtiga ko'paytmasi bilan o'ichanadi:

$$P_{mag} = IS$$

Magnit momenti yo'nalishi o'ng parma qoidasi asosida aniqlanuvchi vektordir: agar parma konturdagi tokning yo'nalishi, bo'ylab buralsa, uning ilgariylanma harakati P_{mag} vektorning yo'nalishini krsatadi. M aylantiruvchi momentning kontur induksiyasiga bogliqligi

$$M \sim BP_{mag} \sin \alpha$$

Formula orqali ifodalanadi, bu yerda $\sin \alpha$ - P_{mag} va B vektorlar orasidagi burchakni ifodalaydi. Rasmdan ko'rinib turibdiki B va P_{mag} vektorlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalganligini kontur magnit maydonda muvozanatda bolishi mumkin.

Magnit induksiyasi.

Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuchlanri aniqlash masalasini birinchi bo'lib fransuz olimi Amper 1820 yilda hal qilgan.

Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuchini quyidagi qurilma yordamida kuzatish mumkin: tasvirlangandek, doimiy magnitning N va S qutblari orasidagi bir jinsli magnit maydoni

($B = \text{const}$) ga joylashtirilgan A va S sterjenlarning ustiga erkin dumalay oladigan D sterjen joylashtiriladi. A va S sterjenlar K komutator orqali akkumulatorlar batareyasi B ga ulanadi. Kommutator A, S va D

o'tkazgichlardan tashkil topgan elektr zanjirga tokni ulash va uzish bilan ulardagi tokning yo'nalishini ham o'zgartiradi.

Kommutator (K) orqali zanjirga ulansa, D sterjenga kuch ta'sir qiladi va u A va S sterjenlar ustida dumalay boshlaydi. D sterjenga ta'sir qiluvchi, amper kuchi deb ataluvchi bu Q'A kuchni prujina yordamida muvozanatga keltirish usuli yoki boshqa biror mexanik usuli bilan osongina oichash mumkin.

Amper tajriba natijalari asosida bu kuchni hisoblashga imkon beradigan qonunni quyidagicha ta'rifladi:

Bir jinsli magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch o'tkazgichdan o'tayotgan tokning kuchi I , o'tkazgichning uzunligi L , magnit maydonning induksiya bilan o'tkazgich bilan magnit induksiya chiziqlari orasidagi burchak sinusiga ko'paytmasiga teng, ya'ni:

$$F_A = I L \sin \alpha \quad (1)$$

Amper kuchi o'tkazgich va magnit maydon induksiya vektori yotgan tekislikka perpendikulyar yo'nalgan bo'lib, uning yo'nalishi quyidagi chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi.

Agar chap qoining kaftiga magnit induksiya vektorining o'tkazgich uzunligi ga perpendikulyar tashkil etuvchisi tushayotganda; to'rt barmoq tokning yo'nalishi bilan mos tushsa, 90° ga kerilgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir qiluvchi F_A Amper kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

Faraz qilaylik $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $\sin \alpha = 1$ bo'lsin, ya'ni tokli o'tkazgich magnit maydon induksiya chiziqlariga perpendikulyar joylashgan bo'lsin. U vaqtda rasmda magnit maydon induksiya quyidagiga teng bo'ladi

$$B = \frac{F_A}{IL} \quad (2)$$

Bu ifodaga binoan magnit maydon induksiyasini yana quyidagicha ta'riflash mumkin: Magnit maydonning induksiya deb, o'tkazgichdan bir

birlik tok kuchi o'tayotganda magnit maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashgan o'tkazgichning uzunlik birligiga ta'sir qilayotgan kuchga miqdor jihatdan teng bolgan fizik kattalikka aytiladi. Magnit maydon induksiya vektoridan tashqari kuchlanganlik vektori bilan xarakterlanadi. Bu ikki kattalik o'zaro quyidagi munosabat bilan boglangandir:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H} \quad (3)$$

Amper kuchi texnikada katta qo'llanishga ega. Masalan, elektr dvigatellarning ishlash prinsipi Amper kuchiga asoslangandir

15-Mavzu: Amper kuchi. Lorens kuchi. Elektr o'lchov asboblarning ishlash prinsipi.

Reja:

- 1. Amper kuchi.**
- 2. Lorens kuchi. Zaryadning magnit maydondagi harakati.**
- 3. Ampermetr va voltmetrning ishlashi tamoili.**

Gollandiyalik olim G.A.Lorens Amper kuchining mavjudligini magnit maydonning tokli o'tkazgichda harakat qilayotgan zaryadga ta'siri bilan trishuntirdi. Bu zaryadlar o'tkazgich ichidan chiqib keta olmaganligidan ularga ta'sir qilayotgan umumiy kuch o'tkazgichga ta'sir etadi shunday qilib F_A amper kuchi tokli o'tkazgichda erkin zaryadlarga ta'sir etayotgan kuchlar yig'indisidan iboratdir. Bunday faraz magnit maydonda harakatlanayotgan bitta zaryadga ta'sir etuvchi F_L kuchini Lorens kuchi deb atash qabul qilingan.

Demak,

$$F_L = F_A / N \quad (4)$$

Bu yerda N-tokli o'tkazgichdagi erkin zaryadlarning umumiy soni. Metalda bunday zaryadlar har birining zaryadi e ga teng bo'lgan elektronlardan iboratdir. $F_A = BIL \sin \alpha$ va $I = n_0 eS$ bo'lgani uchun

$$F_L = \frac{BIL}{N} \sin \alpha = \frac{B n_0 e S L}{N} \sin \alpha = \frac{B n_0 e V}{N} \sin \alpha \quad (5)$$

$n_0 = N$ ekanligini nazarda tutib, Lorens kuchini hisoblash uchun formula olamiz:

$$F_L = B L \sin \alpha \quad (6)$$

Bu yerda α -B va v vektorlar orasidagi burchak.

Lorens kuchinihg yo'nalishi chap qo'l qoidasi yordamida topiladi.

Uni qollaganda shuni esda tutish kerakki, agar magnit maydonda e^+ musbat zaryad harakat qilayotgan bo'lsa, u holda ochilgan 4 barmog'imiz zaryad harakat qilayotgan tomonga yo'naltinlishi, ya'ni u vektorning yo'nalishi bilah mos kelishi kerak, agar manfiy zaryadlangan e^- zaryad harakat qilayotgan bo'lsa, u holda ochilgan 4 barmog'imiz unga qarshi yo'nalgan bo'lishi kerak. Lorens kuchi har doim V va u vektorlar yotgan tekislikka perpendikulyar bo'lar ekan. Bu esa u ushbu vektorlarning har biriga perpendikulyar ekanligini bildiradi Demak, Lorens kuchi ish bajarmaydi, ya'ni magnit maydonda harakatlanayotgan erkin zaryadlarni kinetik energiyasini o'zgartira olmaydi.

U faqat erkin zaryadlarning harakat yo'nalishinigina o'zgartirishi mumkin, ya'ni markazga intilma kuchdir.

Massasi m va tezligi u bo'lgan q zaryad B induksiyali magnit maydonga shunday uchib kirsinki, bunda u tezlik vektori B vektorga perpendikulyar bo'lsin, u holda $F_L = F_{m,n}$

$$qB\vartheta = \frac{m\vartheta^2}{r} \quad (7)$$

boʻladi. Ushbu holda zaryad

$$r = \frac{m}{qB} g \quad (8)$$

radiusli aylana boylab harakat qiladi.

Ampermetr va voltmetrning ishlashi tamoili.

Elektr oʻichov asboblarning magnitoelektr va elektromagnit tiplarida tokning magnit taʼsiridan foydalaniladi.

Magnitoelektr asbobda qoʻzgʻalmas doimiy magnit va tok oqqanda Amper kuchi taʼsiri da aylanuvchi harakatchan ramka boʻladi. Ramka oʻqidagi spiral ramkaning aylanishiga qarshilik koʻrsatadi. Ramkadan oquvchi tok qancha katta boʻlsa, u shuncha katta burchakka buriladi. Ramka uchi shkala boʻylab koʻchadigan strelka bilan ulangan. Magnitoelektr asboblari katta friqligi va yuqori sezgirligi bilan xarakterlanadi, lekin ular faqat oʻzgarmas tokni oichash uchuginayaroqlidir.

Elektromagnit asbobda qoʻzgʻalmas K gʻaltak va gʻaltak orqali tok oʻtganida uning ichiga tortiladigan, yumshoq poʻlatdan yasalgan A qoʻzgʻaluvchan oʻzak boʻladi. Oʻzak gʻaltak ichiga tortilganda u bilan biriktirilgan strelkaning uchi shkala boʻylab siljiydi. Asbob zanjirga ulanganda yuz beradigan strelka tebranishi dempfer deb ataluvchi D havotonusi yordamida tinchlantiriladi. Bu asbobning aniqligi va sezgirligi magnitoelektr asbobnikiga qaraganda kamroq, lekin u ham oʻzgarmas tokli ham, oʻzgaruvchan tokli zanjirlarda qoʻllanilishi mumkin va oʻtayuklanishlarga bardosh beradi.

Har qanday oʻichov asbobi zanjirga ulanganda elektr zanjirining ish rejimmi sezilarli darajada oʻzgartirmasligi kerak.

Masalan, ampermetrning ulanishi, xuddi voltmetrni ulashdagidek

zanjirda tok kuchini o'zgartirib yubormasligi kerak.

16-Mavzu: Moddalarning magnit xossalari. Ferramagnitlar.

Axborotlarni magnit usulida yozish.

Reja:

- 1. Moddalarning magnit xossalari.**
- 2. Ferramagnitlar.**
- 3. Axborotlarni magnit usulida yozish.**

Tabiatdagi barcha moddalar beistisno u yoki bu darajada magnit xossalariga egadir. Shuning uchun ham, magnit maydoniga ioylashtirilganda holatini o'zgartirmaydigan moddalar rnavjud emasdir. Aksincha, magnit maydoniga joylashtirilgan moddalarning o'zi shunday maydon manbai bo'lib qo'radi. Shu ma'noda barcha moddalarning magnetiklar deb atash qabul qitingan.

Hozirgi vaqtda ixtiyoriy moddani tashkil qilgan elementar zarrachalar elektronlar, protonlar. neytronlar, alom va molekularning magnit xossaga ega ekanligini aniqlagan.

Bunda yadro zarrachalari: proton, neytronlarning magnit xossalari elektronnikidan 1000 marta kichik bo'lganligi uchun, har qanday moddaning magnit xossasi atomdagi elektronlarning magnit xossalari bilan xarakterlanadi.

Elektronning qator xossaiaridan biri - elektronning atrofida elektromagnit maydonning mavjudligidir. Bu maydonning elektr tashkil etuvchi elektr zaryadi $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl bilan, magnit tashkil etuvchisi esa alohida kattalik spin (yoki P_{msptn} - spin magnit momenti) bilan xarakterlanadi.

Ikkinchi tomondan, elektronning yadro atrofidagi orbital

harakatlanishidan hosil boʻladigan magnit maydonni xarakterlash uchun elektronning orbital magnit momenti tushunchasi kiritiladi.

Elektronning orbital magnit momenti R morb orbital tok harakatini (bunda e elektron zaryadining aylanish chastotasi), orbitani $S=r^2$ yuzasi (bunda r - orbitaning radiusi)ga koʻpaytmasiga tengdir:

$$P_{\text{morb}}=I_{\text{orb}} S= e v r^2$$

Orbital magnit momenti P_m ning yoʻnalishi parma qoidasi bilan aniqlanadi.

Magnetiklarning magnitlanganlik darajasini xarakterlash uchun magnitlanish vektori tushunchasi kiritiladi.

Magnetiklarning magnitlanish vektori deb, uning hajm birligiga mos kelgan atomlarining natijalovchi magnit momentiga miqdor jihatdan teng boʻlgan fizik kattalikka aytiladi:

$$\vec{I} = \frac{1}{V} \sum \vec{P}m_i$$

bunda N magnetikning v hajmidagi atomlar soni.

HB sistemasidagi magnitlanish vektorining oʻichov birligi

$$|I| = P_m 1/V = Am^2 / m^3 = A/m$$

Tashqi magnit maydonga kiritilgan magnetikdagi magnit maydonning induksiya vektori $\vec{B}$ vakuumdagi magnit maydonning induksiyasi $\vec{B}$ bilan magnetikning magnitlanishi natijasida hosil boʻlgan ichki magnit maydonning induksiyasining vektor yigʻindisiga tengdir:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + B_{\text{ich}}$$

Oxirgi formuladan quyidagi munosabatni hosil qilamiz:

$$\frac{\vec{B}}{\vec{B}_0} = 1 + \frac{\vec{B}_{\text{ich}}}{\vec{B}_0}$$

bundagi B/B_0 nisbatni birliksiz kattalik bilan belgilaymiz:

Bu m kattalikga magnetiklarning nisbiy magnit singdiruvchanligi bolib,

u quyidagicha ta'riflanadi

Magnetikning nisbiy magnit singdiruvchanligi deb, undagi magnit maydonning induksiyasi vakuumdagidan necha marta farq qilishini korsatuvchi kattalikka aytiladi.

Masalan, vakuum va havo $m=1$, chunki bu muhitdagi ichki magnit maydon induksiyasi nolga teng, ya'ni $B_{ich}=0$.

Eksperimental tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, turli moddalarning nisbiy magnit singdiruvchanligi vakuumnikidan katta ham, kichik bo'lishi mumkin ekan..

Nisbiy magnit singdiruvchanligining qiymatiga qarab moddalar uch gruppaga bolinadi.

Nisbiy magnit singdiruvchanligi vakuumnikidan birozgina kichik bo'lgan ($\mu < 1$) moddalar tashqi magnit maydonga kiritilganda tashqi maydon kuzatiladigan yo'nalishda ichki magnit maydon hosil bo'ladi.

Bu ichki magnit maydonning B_{ich} tashqi maydonmkiga B_0 qarama-qarshi yo'nalganligi uchun butunlay moddalarga diamagnit moddalar yoki diamagnetiklar deyiladi.

Nisbiy magnit singdiruvchanligi vakuumnikidan birozgina kattaroq bo'lgan ($\mu < 1$) moddalar

tashqi magnit maydonga joylashtirilganda u maydonni kuchaytiradigan yo'nalishda ichki magnit maydon hosil boladi. Bu ichki maydonning B_{ich} induksiyasi tashqi maydonning B_0 bilan parallel yo'nalganligi uchun bunday moddalarga paramagnit moddalar yoki paramagnetiklar deyiladi.

Quyidagi jadvallarda ayrim magnetiklarning nisbiy magnit singdiruvchanligi keltirilgan:

Nisbiy magnit singdiruvchanligi vakuumnikidan juda katta ($\mu \gg 1$) bo'lgan moddalar tashqi magnit maydonga kiritilsa, tashqi maydonga

nisbatan yuzlarcha va minglarcha marta katta bo'lgan icliki maydon hosil boladi. Bunday moddalarning boshlang'ich namoyandasi temir bo'lgani uchun ularga ferromagnit

moddalar yoki ferromagnetiklar deyiladi Bunday moddalarga temir, cho'yan, nikel, kobalt va bir qator temir qotishmalarini misol qilib ko'rsatish mumkin.

Ferromagnetiklarning tuzilishini mikroskop yordamida o'rganish shuni ko'rsatadiki, ular olchamligi 0,001 mm atrofida bo'lgan juda ko'p o'z-o'zidan magnitlashgan sohalardan tashkil topgan ekan. Bunday sohalarga domenlar deb ataladi.

Har bir domenda undagi barcha atomlarning magnit momentlari bir tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Magnit maydonlari ferromagnetiklar yordamida kuchaytirish texnikada keng qo'llaniladi. Masalan, ferromagnetik yordamida solenoidning magnit maydonini kuchaytirishdan elektromagnit yasashda foydalaniladi. Solenoidga qo'yiladigan sterjen o'zak deb ataladi. Ozagi yumshoq po'latdan yasalgan solenoid elektromagnit deb. solenoid yasalgan sim esa elektromagnit chulg'ami deb ataladi. Elektromagnit ko'pincha taqasimon shaklda yasaladi. Bunday elektromagnitning sxemasi ko'rsatilgan. Elektromagnitning shunisi ajoyibki, chulg'amdagi tokni ulash va uzish bilan magnitlash va magnitsizlash miunkin. Elektromagnitning xuddi mana shu xususiyati uning turli avtomatik qurilmalarda, masalan elektromagnit releda keng qo'llanilishiga sabab bo'ladi. Hozirgi zamon elektrotexnikasida elektromagnitlardan ko'taruvchi kranlar, telefon telegraf, elektrodvigatel, generatorlar, o'lchov asboblari va h.k. larda foydalaniladi.

Ferromagnetiklarning qayta magnitlash protsessida o'z hajmini o'zgartirishi ularning muhim xossalaridan biridir. Ferromagnetiklarning bu

xossasi magnitostriksiya deb ataladi. Undan ultratovush tebranishlarini olishda foydalaniladi. Buning uchun g'altakka uchi chiqib turuvi o'zak kiritiladi va g'altakka yuqori chastotali o'zgaruvchan tok beriladi.

**17-Mavzu: Elektro magnit induksiya hodisasi. Induktsiya E.Yu.K.
Induktsiyaviy elektr maydon. Lens qoidasi.**

Reja:

- 1. Elektromagnit induksiya qonuni.**
- 2. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.**
- 3. Induksion tokning yonalishi. Lens qoidasi.**

Elektromagnit induksiya qonunini miqdor jihatdan xarakterlash uchun magnit induksiya oqimi deb ataluvchi fizik kattalikni qarab chiqaylik.

Ma lum sirtidan o'tayotgan magnit induksiya oqimi, shu sirtidan tik ravishda kesib o'tuvchi magnit induksiya chiziqlari soni bilan aniqlanadigan kattalikdir.

Faraz qilaylik, bir jinsli ($\mu = \text{const}$) magnit maydonda yuzi S ga teng bolgan sirt joylashgan bo'lib, sirtga o'tkazilgan normal magnit induksiya vektori bilan α burchak hosil qilgan bo'lsin.

Berilgan sirt orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi (F) deb, magnit induksiya vektorining (B) modulini, S yuz hamda va vektorlar orasidagi α burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni:

$$F = B S \cos \alpha \quad (1)$$

Agar magnit induksiya vektorining sirtga o'tkazilgan normalga tushirilgan proeksiyasi $B \cos \alpha = B_n$ bo'lsa (1) ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$F = B_n S \quad (2)$$

HB sistemasida magnit induksiya oqimi veber (Vb) deb ataluvchi birlik bilan o'lchanadi:

$$1 \text{ Vb} = 1 \text{ Tl Im}^2 = 1 \text{ Vb}.$$

.Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.

Ingliz fizigi M.Faradey tajribalar asosida magnit maydoni yordamida elektr tokini hosil qilish mumkin ekanligini aniqladi. Bu tokni Faradey induksion tok deb atadi.

Faradeyning induksion tok hosil bo'lish shartlarini aniqlashga doir tajribalarini qarab chiqaylik

1. Agar doimiy magnit berk g'altak ichiga kiritilsa yoki undan chiqarilsa, konturda induksion tok hosil boiadi: doimiy galtakka yaqinlashishda galvanometrning strelkasi bir tomonga, magnit g'altakdan uzoqlashganda esa qarama-qarshi tomonga og'adi, binobarin, induksion tokning yo'nalishi o'zgaradi.

Magnit qanday kuchli, uning harakati qancha tez va g'altak o'ramlari qancha ko'p bo'lsa, induksion tokning kuchi shuncha katta boladi Agar doimiy magnit galtak yaqinida yoki hatto g'altak ichida joylashtirilgan magnit atrofida magnit maydon va g'altak o'ramlarining ko'p bolishiga qaramay, u qo'zg'almasa induksion tok hosil bolmaydi.

2. Tinch turgan magnit uchlariga galvanometr ulangan g'altak yaqinlashtirilsa, yoki undan uzoqlashtirilsa, galtakda induksion tok hosil bo'ladi. Bu holda ham xuddi birinchi holdagidek g'altakni kesib o'tuvchi magnit induksiya chiziqlarining o'zgarishi induksion tokning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

3. Agar ikki g'altakni yonma-yon qo'yib, ikkinchi g'altak uchlariga galvanometr ulab, birinchi g'altak reostat orqali elementlar batareyasiga

ulangari bo'lsin. Birinchi g'altakdagi tokning kuchi reostat bilan o'zgartirilsa, ikkinchi g'altakda tok hosil bo'lgan. Birinchi tokning kuchi ortganda ham kamayganda ham ikkinchi g'altakda induksion tok hosil boiadi, biroq uning yo'nalishi o'zgaradi.

4. Agar g'altaklar ichiga temir o'zak o'rnatilsa, induksion tokning hosil borish effekti kuchayadi. Birinchi g'altakdagi tok ta'sirida o'zak magnitlanadi va birinchi g'altakdagi tok kuchining har qanday o'zgarishi ikkinchi g'altakdan o'tayotgan magnit oqimini keskin o'zgartiradi. Natijada ikkinchi g'altakda kuchliroq tok induksiyalanadi.

5. Agar rasmda tasvirlangan birinchi zanjirdagi tokni uiaish va uzish paytida ikkinchi berk zanjirda induksion tok hosil bo'lib, uning yo'nalishi esa K kalitni ulaganda va uzganda o'zgaradi.

Kalitni ulagan paytda. hosil bolgan magnit oqimi bir onda noldan biror qiymatgacha ko'tariladi, aksincha kalit uzilganda esa magnit oqimi nolgacha kamayadi. Bu o'zgaruvchan magnit oqimlari ikkinchi zanjirda induksion tokni hosil qiladi.

Shunga o'xshash tajribalar natijalari asosida Faradey elektomagnet induksiya qonunini kashf qildi. Bu qonun quyidagicha ta riflanadi:

Yopiq konturda hosil bo'lgan induksion EYuK shu kontur bilan chegaralangan yuza orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimining o'zgarish tezligiga proporsional, ya'ni:

$$\xi_{uv} = \kappa \frac{\Delta F}{\Delta t} \quad (3)$$

bunda k proporsionallik koefitsienti bo'lib, uning absolyut qiymati bu formulaga kiruvchi kattaliklarning o'lchov birlikiariga bogliqdir. Agar bu kattaliklar bitta o'lchov birliklar sistemasida ifodalansa, $k \sim 1$ boladi.

Induksion tokning yonalishi. Lens qoidasi.

G'altakka oralgan simda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishriri

galvanometr strelkasining og'ishiga qarab aniqlash mumkin.

Buning uchun g'altakka o'ralgan simning uchlaridan biri galvanometr klemmasidan ajratiladi va zanjirning uzilgan joytga qo'shimcha qarshilik orqali galvanik element ulatiladi. G'altakka oralgan simdagi tokning yonalishi va galvanometr strelkasining bunga mos kelgan og'ishi elementning qutblariga qarab aniqlanadi.

Elementni olib qo'yib, Faradeyning birinchi tajribasi takrorlanadi va har gal zanjirdagi tokning yo'nalishi aniqlanib, g'altakda hosil bo'lgan magnit maydonning qutblari esa parma qoidasiga binoan aniqlanadi. Rasmda tajribaning turli variantlari tasvirlangan. Magnit qutblari g'altakka yaqinlashturganda g'altakning magnitga yaqin uchida shu qutb bilan bir xil qutb hosil bo'ladi.

Magnitning qutbini g'altakdan uzoqlashtirganda esa g'altakning qutbga yaqin uchida qarama-qarshi ishorali qutb hosil boiadi. G'altakda bunday magnit qutbining hosil bo'lishi induksion tokning magnit maydoni doimiy magnitning harakatiga qarshilik qilishini ko'rsatadi.

Bu tajribalarni 1834 yilda Peterburg akademigi Emil Xristianovich Lens o'tkazdi. Tajriba natijalarini uinumlashtirib, u induksion tokning yo'nalishini aniqlash qoidasini topdi. Bu qonun uning sharafiga Lens qoidasi deb atalib, u quyidagicha ta'riflanadi:

Yopiq konturda induksion tok shunday yo'nalishda hosil bo'ladi- ki, u o'zining magnit maydoni bilan uni hosil qiluvchi magnit maydonning o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi.

Lens qoidasiga kora, iuduksion EYuK uni yuzaga keltiruvchi magnit oqimining o'zgarishiga teskari' ta'sir qiladi.

Induksion EYuKning formulasini bu shartga muvofiqlashtirish uchun, uning ong tomonidagi ifodaning teskari ishorasini olish kerak. U

vaqtda bitta o'lchov birliklar sistemasida $k=1$ bo'lgani uchun Lens qoidasiga binoan formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\xi = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (4)$$

Bu holda elektomagnet induksiyaning Faradey va Lens qonunlarini birlashtiruvchi asosiy qonun quyidagicha ta'riilanadi:

Yopiq zanjirda hosil bo'lgan induksion EYuK kontur chegaralangan yuza orqali o'tayotgan magnet induksiya oqimi o'zgarish tezligining teskari ishorasiga teng.

18-Mavzu: O'zinduksiya va o'zaroinduksiya. Induktivlik.

Transformatorlar. Magnet maydon energiyasi.

Reja:

- 1. O'zinduksiya va o'zaroinduksiya.**
- 2. Magnet maydonning energiyasi.**

O'zgarmas tokli zanjirning xususiy magnet maydoni zanjir ulanganda va uzilganda, shuningdek unda tok kuchi o'zgarganda o'zgarishini eslaymiz. Bu ko'rsatilgan momentlarda bunday zanjirda induksiya EYuK hosil borishi kerakligini bildiradi. Zanjirda oqayotgan tok magnet maydonining o'zgarishi natijasida shu zanjirning o'zida induksiya EYuK ning hosil bo'rishi o'zinduksiya hodisasi deb ataladi, hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuch esa o'zinduksiya EYuK deyiladi.

Rasmda ko'rsatilganidek. Elektr energiya manbai (B) va unga kelma-ket ulangan K kalit, M lampochka va o'zagi ferromagnetikdan yasalgan S g'altakdan tuzilgan ochiq zanjir mavjud bo'lsin. Zanjir ulanganda lampochka bir oz kechikib yonadi. Bu hol g'altakda sezilarli

o'zinduksiya EYuK hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Lens qonuniga binoan bu o'zinduksiya EYuK zanjirda tokning tez o'sishiga qarshilik ko'rsatadi. (I0-zanjirdagi doimiy kuchi).

O'zinduksiya EYuK ning qarshiligini yengishga sarflangan manba energiyasi bu zanjir magnit maydonida, asosan S o'zakli g'altak ichida to'planishini qayd qilib o'tamiz. Zanjirdagi tok kuchi ozgarmas bolib qolganda, zanjir magnit maydonining energiyasi ham o'zgarmaydi. Zanjir magnit maydoni energiyasining kattaligi faqat tok kuchiga era emas, balki zanjir turiga ham, ya'ni uning L induktivligiga ham bogliq bo'ladi. Kuchli elektromagnitlarda magnit energiyasi ayniqsa kattadir.

Navbatdagi rasmda esa zanjir uzilganda hosil bo'ladigan o'zinduksiya hodisasini kuzatish uchun korsatilgan zanjir tuziladi. Bu zanjir K kalit bilan uzilganda S g'altak va M lampochka zanjiri ulanganicha qoladi. G'altakdagi tok tez kamayganligi uchun tok kamayish sekinlashtiruvchi o'zinduksiya EYuK hosil bo'ladi. Bunda g'altak qisqa vaqt M lampochkadagi tok nolgacha kamayadi va yo'narishini o'zgartirib, zanjir uzilganga qadar lampochkada bolgan tok kuchidan ancha katta bolishi mumkin bolgan tok kattaligigacha sakrab ortadi. Shuning uchun zanjir uzilgan mometitda lampochka bir zumga juda ravshan yonadi va hatto kuyib ketishi mumkin. O'zinduksiya hodisasi zanjir uzilgan yerda uchqun hosil qiladi.

Agar zanjirda katta magnit energiya zapasi to'planadigan kuchli elektromagnitlar bo'lsa, uchqun yoy razradga o'tishi va kalitni ishdan chiqarishi mumkin. Bunday zanjirlarni uzishda elektrostansiyalarda moyli uzgichlardan foydalaniladi va boshqa ehtiyot choralari qollaniladi.

O'zinduksiya EYriK ni hisoblash formulasi. quyidagicha aniqlanadi.

Induksiya EYuKi

$$E_{ind} = -\frac{\Delta\psi}{\Delta t} \quad (1)$$

$\psi = LI$ bo'lgani uchun

$$E_{oz} = -\frac{\Delta LI}{\Delta t} \quad (2)$$

Bundan

$$\varepsilon_{oz} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (3)$$

Zanjirdagi o'zinduksiya EyuK shu zanjirdagi tok kuchining o'zgarish tezligiga to'g'ri proporsionaldir.

Bu formula o'zinduksiya hodisasining matematik ifdasi bo'lib, u quytdagicha ta'riflanadi:

Konturda hosil bo'lgan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi o'tkazgichdan o'tayotgan tok o'zgarish tezligining teskari ishorali ifodasiga proporsionaldir.

Formula (1) ga nisbatan yechilsa:

$$|L| = \frac{E}{\Delta I / \Delta t} \quad (4)$$

Bunday o'zindukaiya koeffitsientining fizik ma'nosini aniqlash mumkin.

Konturning induktivligi deb, konturdagi tok vaqt birligi ichida bir birlikka o'zgarganda hosil bo'lgan o'zinduksion elektr yurituvchi kuchga miqdor jihatdan teng bolgan fizik kattalikga aytiladi. HB da induktivlik birligi genri (Gn).

1 Gn deb, tokning kuchi har sekunda 1 A ga o'garganda 1 V induksion elektr yurituvchi kuch hosil bo'lgan konturning induktivligiga aytiladi.

Konturning induktivligi uning shakli o'lchamligi va muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liqligi. Masalan, biror bir muhitda joylashgan galtakning induktivligi undagi simlarning o'ramlar soni N ga , uning

uzunligi l ga, ko'ndalang kesim yuzi S ga va g'altak o'zagining magnit singdiravchanligi μ ga bog'liq bo'lib, u quyidagiga teng:

$$L = \mu O_{mn} 2V$$

Bunday— g'altakning uzunlik birligiga mos kelgan o'ramlar soni, $V=IS$ - g'altakning hajmi.

Magnit maydonning energiyasi.

Zanjir magnit maydonining energiyasi W_{magnit} ulanganda hosil bo'ladigan ozinduksiya E_{YuK} ni yengish uchun sarflanadigan ishga teng ekan. Agar bu holda o'zinduksiya E_{YuK} ning o'rtacha qiymati E_{oz} ga teng bo'lsa va zanjirdagi tokning ΔI o'sish vaqtida undan q zaryad o'tsa, o'zinduksiya E_{YuK} ni yengish ishi E_{oz} ga teng bo'ladi. U holda

$$W_{\text{max}} = -E_{\text{oz}} q. \quad (5)$$

Minus ishora zaryadlar bu holda o'zinduksiya E_{YuK} ga qarshi harakatlanayotganligini bildiradi $E_{\text{oz}} = -L \Delta I / \Delta t$ bo'lgani uchun

$$W_{\text{max}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} q = L \Delta I q / \Delta t$$

Zanjirdagi tok 0 dan I ga qadar ortganidan, $\Delta I = I - 0 = I$ ga ega bo'lamiz, $q/\Delta t$ esa tok kuchining ortish vaqtidagi uning o'rtacha qiymatidir. O'rtacha tok kuchini $1/2$ ga teng deb olib va ΔI hamda $q/\Delta t$ qiymatlarini yuqorida keltirilgan ifodaga qo'yib, I tok oqayotgan zanjir magnit maydonning energiyasini hisoblash formulasini topamiz:

$$W_{\text{mar}} = L I^2 / 2 = \frac{LI^2}{2}$$

Zanjir magnit maydonning energiyasi undagi tok kattaligining kvadralligiga to'g'ri proporsional va uning L induktivligiga bog'liqdir.

ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR.

19-Mavzu: Tebranish konturi. Konturdagi erkin elektromagnit tebranishlar va energiyaning aylanishlari.

Reja:

- 1. Energiyaning berk tebranish konturida aylanishi.**
- 2. Tebranish chastotasi.**

Elektromagnit tebranishlarni hosil qilish uchun elektr maydon energiyasi magnit maydon energiyasiga aylanishi va aksincha borishi mumkin bo'lgan zanjirga ega bolish kerak. Bunday zanjirni tebranish konturi deb ataladi. Magnit maydon solenoidda, elektr maydon esa kondensatorda hosil bolgan uchun oddiy tebranish konturi induktivligi L bo'lgan solenoid va sig'imi S bolgan kondensatordan iborat. Tebranish konturi yasaladigan o'tkazgichlarning aktiv qarshiligi yetarlicha kichik bo'lishi kerak, aks holda konturda elektromagnit tebranish vujudga kelmaydi.

Zaryadlar kondensatordan g'altakka qarab intilganda unda induksiya EYuK hosil bo'ladi, bu tokning ortishiga to'sqinlik qiladi, biroq uni to'xtata olmaydi. Tok kondensator to'la zaryadsizlanganga qadar ortadi. Ana shu paytda rasmda ko'rsalilgan zanjirdagi tok kuchi maksimum qiymat I_m ga yetadi, konturning barcha ortiqcha energiyasi g'altakning magnit maydon energiyasiga aylanadi va u

$$W = LI_m^2/2$$

formula bilan ifodalanadi

Agar aktiv qarshilik o'tkazgichning qizishiga ketadigan energiyasi hisobga olmaydigan darajada kichik bo'lsa, u holda

$$W_{nr} = W_{el}$$

boladi. Shunday qilib, $R = 0$ bo'lgan chegaraviy faolda, ya'ni konturda xususiy tebranishlar bo'lganda, quyidagi formula o'rinli bo'ladi:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (1)$$

Keyingi momentda g'altakdagi magnit maydon susaya boshlaydi va unda tokning dastlabki yo'nalishini quvvatlab turuvchi o'zinduksiya EYuK induksiyalanadi, natijada kondensator qayta zaryadlanadi, ya'ni magnit energiya elektr energiyaga aylanadi.

G'altakda magnit maydon yo'qolganda kondensator yana zaiyadsizlana boshlaydi va barcha elektr energiya magnit energiyaga aylanguncha konturda teskari yo'nalishdagi tok vujudga keladi. Shundan so'ng o'zinduksiya EYuK ta'siri hisobiga kondensator qayta zaryadlanadi va yana oldingi holatga erishadi.

Shunday qilib, konturda to'la tebranish tufayli va so'ngra barcha bayon etilgan protsess xuddi shu tartibda takrorlanadi.

Shunday qilib, kondensatorning g'altak orqali zaryadsizlanishida (razryadlanishida) bosil qilingan zanjirda elektr tebranishlar yuzaga keladi. Shu tebranishlar jarayonida davriy ravishda elektr maydon yuzaga keladi. Bu tebranishlar jarayonida davriy ravishda elektr maydon energiyasining magnit maydon energiyasiga va, aksincha, magnit maydon energiyasining elektr maydon energiyasiga aylanishi yuz beradi:

$$We \rightarrow Wm \rightarrow We \rightarrow Wm \rightarrow We \rightarrow$$

Elektr tebranishlarning to'liq energiyasi har qanday vaqt momentida elektr va magnit maydonlarning energiyalari yig'indisiga teng:

$$E = We + Wm \quad (2)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra ideal konturning to'liq energiyasi o'zgarmasdan saqlanadi:

$$E = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = const \quad (3)$$

bu yerda i - konturdagi tokning oniy qiymati, u - kondensatordagi

kuchlanishning oniy qiymati.

Konturning toliq energiyasini kondensator elektr maydoni yoki g'altak magnit maydoni energiyalarining maksimal qiymatlari orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li_m^2}{2} \quad (3a)$$

Shuning uchun $E = \frac{Cu_m^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu_m^2}{2} + \frac{Li_m^2}{2}$ bo'ladi.

20-Mavzu: So'navchi elektromagnit tebranishlar. Tebranish konturidagi elektromagnit tebranishlarni tavsiflovchi tenglama va uning yechimi.

Reja:

- 1. So'navchi elektromagnit tebranishlar.**
- 2. So'navchi tebranishlarni xarakterlovchi kattaliklar.**

Erkin tebranishlarni o'rganar ekanmiz, biz hozirgacha tebranish konlurining qarshiligini e'tiborga olmadik. Bunday qilish prinsipial ravishda mumkin, chunki ko'pchilik hollarda tebranish konturlarining qarshiligi kichik va uni hisobga olmaslik mumkin bo'ladi. Masalan, yaxshi radiopriyomnik konturining qarshiligi Omning yuzdan, hatto mingdan bir ulushini tashkil etadi.

Tebranishlarning so'nishi.

Tebranish sistemalarining qarshiligini etiborga olmasdan, ularni ideallashtirish erkin tebranishlari organishni ancha soddalashtiradi.

Ammo barcha real tebranish sistemalarida ishqalanish kushlari (qarshiliklar) mavjud.

Bunga rasmda tasvirlangan zanjir bo'yicha tajriba o'tkazib, ishonch hosil qilish mumkm Kondensatorni doimiy tok manbaidan zaryadlab, uni qarshiligi yetarli katta bo'lgan g'altakka ulaymiz. Yanagi ramsda ossillograf ekranida so'nuvchi tebranishlarning tezda yo'qolib ketuvchi ossillogramasini kuzatiladi. Reostat yordamida konturning qarshiligini oshira borib, qarshilik qancha katta bolsa, tebranishlar shimcha tez so'nishiga ishonch hosil qtlamiz, tebranishlarning so'nishi shuning uchun yuz beradiki, tebranieh sistemasiga benlgan energiyaning bir qismi qaytarib bo'lmaydigan ichki energiyaga aylanadi va atrof fazoga sochiladi.

So'nuvchi tebranishlarni xarakterlovchi kattaliklar.

So'nuvchi tebranishlar garmonik emas, shuning uchun ularga amplituda tushunchasini toliq ma'noda qo'llab boimaydi. Shunga qaramay, bu termin sonuvchi tebranishlarga ham qo'llaniladi, faqat bunda amplituda deganda mos kattalik (siljish, tezlik, tezlanish, zaryad, tok kuchi vakk.) larning bir tebranish ichidagi eng katta qiymati tushuniladi.

So'nuvchi tebranishlar to'liq manoda davriy bo'lmaganligi sababli, ularga chastota va davr tushunchalarini ham qo'llab bolmaydi. Davriy deb shunday hodisalarga aytiladiki, bunda teng vaqt oraliqlaridan keyin har safar sistemaning holati aniq qaytariladi.

So'nuvchi tebranishlarda esa sistemaning holati qaytarilmaydi: tebranishlar amplitudasi sekin-asta kamayadi.

Kondensator zaryadining va konturdagi tok kuchining o'zgarish qonuniyatlari.

Ideal tebranish konturi uchun energiyaning saqlanish qonunini yozamiz:

$$\frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} \quad (1)$$

Ammo, $u = \frac{q}{c}, U_m = \frac{Q_m}{C},$

bo'lgani uchun

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Q_m^2}{2C} \quad (2)$$

boladi. Bu ifodaning 2S ga hadma had ko'paytirib, $q^2 + i^2 LC = Q_m^2$ yoki

$$q^2 + (i\sqrt{LC})^2 = Q_m^2 \quad (3)$$

tenglamani olamiz.

Bu ifodani gipotenuzasi Q_m , katetlari q va bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchak korinishida geometrik tasvirlash mumkin. Bu uchburchakdan,

$$q = Q_m \cos \varphi, \quad i = \frac{Q_m}{\sqrt{LC}} \sin \varphi \quad (4)$$

munosabatlar topiladi. Tok kuchining qiymati $\sin \varphi = 1$ da maksimal ($i = I_m$) bo'lgani sababli, ikkinchi tenglikdan

$$I_m = \frac{Q_m}{\sqrt{LC}} \quad \text{bo'ladi} \quad \text{va} \quad i = I_m \sin \varphi$$

kelib chiqadi.

Topilgan natijalardan ko'rinadiki, kondensatorning zaryadi va g'altakdagi tok kuchi garmonik qonuniyat bo'yicha ozgaradi. Binobarin, ideal tebranish konturida yuzaga keluvchi tebranishlar garmonik ekan.

Shu bilan birga, kondensator qoplamalaridagi zaryadning va zanjirdagi tok kuchining tebranishlari orasida fazalar farqi $\pi/2$ boiadi konturdagi zaryad va tok kuchining tebranish grafiklari rasmda keltirildi.

21-Mavzu: Elektromagnit tebranishlar fazasi va davri.

Avtotebranishlar.

Reja:

1. Tebranishlar fazasi va davri.

2. Avtotebrarrishlar.

Zanjirdagi zaryad va tok kuchining o'zgarish qonunini ifodalovchi

$$q=Q_m\cos\varphi, \quad i=I_m\sin\varphi \quad (5)$$

formulalarga burchak kiradi.

Endi $\cos\varphi$ ni zaryad oniy qiymatining amplituda qiymatiga nisbati orqali ifodalaymiz:

$$\cos\varphi=\frac{q}{Q_m}$$

kondensator zaryadining q oniy qiymati o'zgaruvchi kattalik Q_m amplituda qiymati esa doimiy kattalik bo'lgani sababli $\cos\varphi$, demak, φ faza ham uzluksiz ravishda o'zgarib turadi.

M'alumki tok kuchi zaryaddan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila ekanligini eslaymiz:

$$i=q'=-Q_m\varphi' \sin\varphi \quad (6)$$

Bu yerdagi φ' hosila fazaning izlangan o'zgarish tezligidir. Uni topish uchun tok kuchining yuqoridagi qiymatni ilgari topilgan qiymatiga, ya'ni (6) ni (4) bilan tenglashtiramiz.

$$Q_m\varphi' \sin\varphi=\frac{Q_m}{\sqrt{LC}} \sin\varphi \quad (7)$$

Bundan

$$\varphi'=\frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (8)$$

kelib chiqadi. Tebranishlar fazasining φ' o'zgarish tezligi ω_0 bilan belgilanadi ($\varphi'=\omega_0$) vasiklik chastota deb yuritiladi.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (9)$$

Berilgan tebranish konturi uchun L va C lar doimiy, demak, ω_0 siklik chastota ham domiy boladi, shuning uchun faza quyidagicha yoziladi:

$$\varphi = \omega_0 t \quad (10)$$

Siklik chastota tushunchasidan foydalanib, kondensator qoplamalaridagi zaryad va konturdagi tok kuchining o'zgarish qonunlarini qayta yozamiz:

$$q = Q_m \cos \omega_0 t \quad \text{va} \quad i = I_m \sin \omega_0 t \quad (11)$$

Topilgan $q = Q_m \cos \omega_0 t$ formuladan ko'rinadiki, $t=0$ kondensator zaryadi maksimal bo'ladi ($q=Q_m$). Boshqacha aytganda, $q = Q_m \cos \omega_0 t$ formula faqat vaqtni hisoblash kondensator zaryadsizlana boshlagan momentdan boshlab hisoblanadigan hol uchun kondensator zaryadining o'zgarishini ifodalaydi.

Agar vaqtni hisoblash kondensator zaryadsizlana boshlagan momentdan biroz t vaqt o'tgandan keyin boshlansa, zaryadsizlanish (razryadlanish) vaqti $t+t_0$ ga teng bo'ladi (bu yerdagi t vaqti hisoblash boshlangan momentdan keytngi vaqt).

U holda zaryadning oniy qiymati

$$q = Q_m \cos \omega_0 (t + t_0) = Q_m \cos(\omega_0 t + \omega_0 t_0) \quad (12)$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerdagi $\omega_0 t_0$ doimiy kattalik boshlang'ich faza deyiladi va φ_0 bilan belgilanadi:

$$\varphi_0 = \omega_0 t_0 \quad (13)$$

Shunday qilib, zaryad va tok kuchining ifodalari, umumiy holda, ko'rinishida yoziladi.

$$q = Q_m \cos(\omega_0 t + \beta \varphi_0) \quad i = I_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

4. Erkin tebranishlar chastotasi. Bir T davr ichida faza 2φ ga o'zgaradi ($t=T$ da $\varphi=2\pi$), shuning uchun

$$\varphi = \omega_0 T = 2\pi \quad (14)$$

bo'ladi. Bundan

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}, \omega_0 = 2\pi\nu. \quad (15)$$

munosabatlar topiladi.

Shunday qilib, siklik chastota fazaning o'zgarish tezligi bo'lib, vaqt ichidagi tebranishlar soniga teng.

Yuqorida topilgan formulalardan foydalanib tebranishlar davri va chastotasini siklik chastota orqali ifodalaymiz:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}, \nu = \frac{\omega_0}{2\pi}. \quad (16)$$

bu formulalarga siklik chastotasininig ilgari topilgan $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ qiymatini qo'yib,

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (17)$$

natijani olamiz.

Shuni yana bir bor ta'kidlaymizki, bu formulalar faqat "qarshiligi yo'q" ideal tebranish konturi uchungina to'g'ri.

Ammo ulardan qarshiligi uchun katta bo'lmagan real tebranish konturlarini taqribiy hisoblashda ham foydalanish mumkin.

Elektromagnit tebranishlar davrining yuqoridagi formulasi birinchi marta ingliz fizigi UTomson (lord Kelvin) tomonidan olingan, shuning uchun u Tomson fomulasi deb yuritiladi.

Davr va chastota formulalardan quyidagi muhim xulosalar kelib chiqadi: erkin tebranishlarning davr va chastotasi tebranishlar amplitudasiga (birinchi turkiga) bog'liq emas va tebranish konturining L

va C parametrlari bilan to'liq aniqlanadi.

Avtotebrarrishlar.

Real tebranish sistemasida yuzaga keluvchi erkin tebranishar hamma vaqt so'nadi. Buning sababi chundaki, tebranish sistemasining qarshiligi tufayli energiyaning bir qismi qaytarib boimaydigan ichki energiyaga aylanadi va atrof fazoga sochiladi. Agar qandaydir usul bilan tebranish sistemasidagi, uning qarshiligi tufayli kamaygan energiyani to'ldirish mumkin bo'lganda edi, unda so'nmas tebranishlar yuzaga kelar edi. Bini qanday amalga oshirish mumkin.

22-Mavzu: Avtotebranishlar. So'nmas tebranishlar generatori.

Reja:

- 1. Avtotebranish sistemalari.**
- 2. Generatoming elektr sxemasi.**
- 3. Bir jinsli magnit rnyadonda ramkaning aylanishi.**

Ravshanki, tebranish sistemasining kamaygan energiyasini to'ldirib turish uchun qandaydir manba bolishi kerak.

Bunda ikkita shartning bajarilishi muhim ahamiyatga ega:

1) manbadan tebranish sistemasiga bir davr ichida keluvchi energiya ana shu vaqt ichida energiyaning boshqa turlariga aylanuvchi, energiyaga aniq teng bolishi kerak;

2) energiya tebranish sistemasiga «tald» bilan, ya'ni sistemada yuz beruvchi erkin tebranishlar fazasiga rnoslashgan tarzda berilishi kerak.

Bu shartlarning bajarilishi uchun tebranish sistemasiga energiya berilishini boshqaruvchi maxsus qurilma bo'lishi kerak. Bu qurilma shartli ravishda klapan deb ataladi.

Soʻnmas tebranishlar boʻlishi mumkin boʻlgan qurilmaning blok-sxemasi rasmda tasvirlangan.

Bunday qurilmalar avtotebranish sistemalari, ularda yuzaga keluvchi tebranishlar esa, avtotebranishlar deb nomlangan. Har qanday avtotebranish sistemasi uch qismdan iborat: a) tebratish sistemasining oʻzi; b) energiya manbai; v) «klapanlar».

«Klapan»ning ishini tebranish sistemasi boshqaradi. Tebranish sistemasi bilan «klapan» orasidagi bogʻlanish «teskari boglanish» deb yuritiladi.

Hozirgi zamon texnikasida elektr avtotebranish sistemalari keng tarqalgan. Misol tariqasida sinusoidal elektr tebranishlari avtogeneratorini koʻraylik. Bunday generatorlar doimiy tok energiyasini har xil chastotali oʻzgaruvchan tok energiyasiga aylantirib beradi.

Generatoming elektr sxemasi.

Sinusoidal elektr tebranishlari avtogeneratorlarining sxemalari koʻp bolishiga qaramay, ularning ishlash prinsipi bir xil.

Quyidagi rasmda soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan avtogeneratorlarda «klapan» rolini tranzistor bajaradi. Sxemadan koʻrinadiki, tebranish konturi doimiy tok manbaiga tranzistor bilan ketma-ket ravishda ulanadi. Tranzistorning emitter oʻtishi Ld gʻaltak orqali tebranish konturi bilan induktiv bogʻlangan. Bu gʻaltak teskari bogʻlanish gʻaltagi deyiladi. Generatomi ulab, elektr onsillograf yordamida tebranish konturida elektr tebranishlari hosil boʻlganini osongina koʻrish mumkin.

Avtogeneratorning ishlash prinsipi.

Avtogeneratorning ishlashini quyidagicha tushuntirish mumkin. Zanjir

ulanganda tranzistor orqali i tok impulsi o'tib. tebranish konturining Sk kondensatorini zaryadlaydi, natijada konturda

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

chastotali ercin elektr tebranishlari yuzaga keladi. Agar kontur izolyatsiyalangan bo'lganda edi, konturga berilgan energiyaning qaytarib bo'lmaydigan ichki energiyaga aylanishi tufayli, undagi tebranishlar so'nar edi. Ammo kontur Ld teskari bog'lanish orqali tranzistorning emitter o'tishi bilan bog'langan.

Shuning uchun kontur g'altakdan oquvchi tokning o'zgaruvchi magnit maydoni teskari bog'lanish g altagidagi (fransformatorning ikkilamchi o'ramidagi singari) U o'zgaruvchi kuchlanish induksiyalaydi rasmda ko'rsatilganidek bu kuchlanish ta'sirida emitter o'tishning elektr maydoni goh kuchayadi, goh susayadi, tranzistor esa, goh ochiladi, goh berkiladi.

Tranzistor ochiq bo'lgan vaqt oralig'ida undan, davomiyligi tranzistorning ish rejimiga bog'liq bo'lgan, tok impulslari o'tadi. Tranzistordan o'tuvchi tok impulslarining chastotasi konturdagi tebranishlar chastotasi bilan bir xil va ular konturga undagi kondensator zaryadlanayotgan momentlarda yetib keladi.

Shuning uchun tranzistordan o'tiruvchi tok impulslari kondensatorni qo'shimcha zaryadlaydi va kontur energiyasini toldiradi. Manbadan konturga beriladigan energiya undagi energiya sarfini kompensatsiyalaydi, shuning uchun konturdagi tebranishlar so'nmaydi.

Bir jinsli magnit maydonda ramkaning aylanishi.

O'zgaruvchan tok zanjirda EYuK va kuchlanish garmonik qonunga asosan o'zgarishi, yani sinusoidal borishi kerak. o'zgaruvchan tok

zanjirida kuchlanishning sinusoidal shakldan og'ishi energiyaning ortiqcha isrof bo'lishiga sabab bo'ladi. Bir jinsli magnit maydonda ramkani tekis aylantirish bilan sinusoidal o'zgaruvchan tok hosil qilishi quyidagi rasmda ko'rsatiladi. ABCD ramkaning uchlari (3) metall xalqalarga ulangan va V induksiyali bir jinsli magnit maydonda joylashgan bo'lsin. Xalqalarga (4) chutqalar tegib turadi, chutqalar esa elektr energiya iste'molchisi L gaulangan.

Agar ramka 001 o'q atroflida soat strelkasi yo'nalihi bo'yicha doimiy tezlik bilan aylantirilsa, u holda o'tkazgichning AV va SD kesmalarida yel va ye2 induksiya EYuK hosil boiadi, ularning kattaligi teng, yo'nalishlari qarama-qarshidir,

AV va CD o'tkazgichlar d=AD diametrli aylana bo'ylab va $V=wd/2$ chiziqli tezlik bilan harakatlanadi. Agar vaqt va burchakning hisobi o'ramning 1 vaziyati bo'yicha olib borilsa, u holda o'ramning burilish burchagi a quyidagi formula bo'yicha ifodalanadi:

$$\alpha=\omega t \text{ yoki } \alpha=2\pi/T, \quad (1)$$

bunda, T chulg'amning bir marta tola aylanishiga ketgan vaqt.

Burchak aV va V vektorlar orasi dagi burchakka teng bo'lgani uchun AV yoki CD bo'laklardagi induksiya EYuK uchun quyidagi formulani olamiz.

$$E_1=Bul \sin \alpha, \quad (2)$$

bunda, $l=AV$ yoki CD o'tkazgichlarning uzunligi. Bunday o'tkazgichlarga aktiv o'tkazgich deyilishini bilamiz, chunki kontur aylanganda faqat ularda EYuK. indukstyalanadi. Bunda o'ramdagi umumiy EYuK quyidagicha ifodalanadi:

$$I = 2I_1 = 2gIB \sin \alpha \text{ yoki } I = 2 \frac{\omega d}{2} IB \sin \omega t \quad (3)$$

Shunday qilib, o'ram bir jinsli magnit maydonda bir tekisda

aylanganida unda quyidagi formula bilan aniqlanadigan EYuK induksiyanadi:

$$\varepsilon = \omega d l B \sin \alpha \quad \text{yoki} \quad l = \omega d l \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (4)$$

ω , d , l va B lar o'zgarmas bo'lgani uchun ularning ko'paytmasini bitta harf E_m bilan belgilash mumkin, ya'ni $\varepsilon = \omega d l B$. U holda

$$l = \varepsilon_m \sin \omega t \quad \text{yoki} \quad l = \varepsilon_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (5)$$

Ma'lumki, sinusning maksimal qiymati birga teng. Demak, (5) formuladagi ε_m chulgam aylanganda unda hosil bo'luvchi EYuK ning maksimal qiymatini belgilaydi; ε_m ga EYuK amplitudasi deyiladi. EYuK ning sinusoidal ozgarish grafigi Ushbu rasmda tasvirlangan. o'zgaruvchan tok uchun kattaliklarning oniy qiymatlari kichik harflar bilan, maksimal, amplituda qiymatlarini esa bosh harflar bilan belgilash qabul qilingan.

Masalan, tok kuchining oniy qiymatini i bilan belgilash, amplituda qiymatini esa I_m bilan belgilash qabul qilingan. Kuchlanich mos holda u va U_m bilan belgilanadi.

23-Mavzu: Majburiy elektromagnit tebranishlar. O'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan tok generatori.

Reja:

- 1. Majburiy elektromagnit tebranishlar.**
- 2. O'zgaruvchan tok generatori.**

Agar konturning qarshiligi nolga teng bo'lsa, konturda so'nmaydigan tebranishlar hosil bolar edi. Real holda esa qarshilik hamma vaqt noldan farqli bolganligi uchun konturdagi zapas energiya uzluksiz

ravishda issiqlikka sarf bo'la boradi. Demak, bu holda konturdagi erkin tebranishlar so'nuvchi tebranish bo'ladi, ravshanki, kontur qarshiligi R ning ortishi bilan tebranishlarning sonish tezligi ham ortadi.

Real konturda sonmaydigan majburiy tebranishlarni hosil qilish uchun shunday qurilma yaratish kerakki, uning yordamida soatdagi mayatnik energiyasini to'ldirib turuvchi mexanizmga o'xshash, konturdagi har bir to'la tebranish davomida Joule-Lenz issiqligiga sarf bo'lgan energiya kompensateiyalansin. U holda biror tashqi manba energiyasining sarf bolishi hisobiga tebranish konturining energiyasi o'zgarmas saqlanadi va tebranish esa so'nnaydigari bo'ladi. Tebranish konturida sonmaydigan elektromagnit tebranishlarni hosil qiluvchi qurilmaga elektromagnit tebranishlar generatori deyiladi.

Uch elektrodli elektron lampa yordamida sonmaydigan elektromagnit tebranishlar hosil qilish usulini qarab chiqamiz.

Lampali generator o'zgarmas tok energiyasini o'zgarmas amplitudali yuksak chastotali tok energiyasiga aylantiradi. U quyidagi qismlaridan tashkil topgan: 1) elektromagnit tebranishlar hosil qiladigan tebranish konturi, 2) konturda tebranishlar bolib turishi uchun zarur bo'lgan energiya manbai (Bd) va 3) tok manbai Bd dan konturga berishni avtomatik rostlab turuvchi elektron lampadir. S sig'imli ν L induktivlikli tebranish konturi lampaning anod zanjiriga Bd batareya orqali ulanib, to'r zanjiriga esa L bilan induktiv bog'lanishli L_l g'altak ulanadi.

LC konturdagi tebranishlar lampaning to'rida o'zgaruvchan EYuK hosil qiladi, chunki L g'altak bilan L_l g'altak induktiv bog'langan.

To'r musbat zaryadlangan lampa orqali o'tuvchi anod tokining kuchi ortadi va tok S kondensatorni zaryadlaydi.

Lampaning turi manfiy zaryadlanganda lampa «berk» bo'ladi va S kondensator L g'altak orqali razryadlanadi. Shunday qilib, S

kondensatorning davriy ravishda zaryadlanib turishi sababli konturda elektromagnit tebranishlar hosil bo'ladi. Agar L g'altakda vujudga kelayotgan o'zinduksion EYuK konturdagi tok bilan bir xil fazada bo'lsa, konturdagi tebranishlar so'nmiaydigan tebranishdan iborat bo'ladi, aksincha, teskari fazada bo'lsa, tebranishlar hosil bo'lmaydi.

Shuning uchun ham L g'altak shunday ulanadiki, unda hosil bo'lgan o'zinduksion EYuK fazasi konturdagi tok bilan bir xil fazada bo'lsin. Bu holda anod tokining o'zgarishlari konturdagi tebranishlarni tiklab turadi.

Bayon qilingan qurilma yordamida texnikada keng foydalaniladigan yuqori chastotali tebranish bosil qilish mumkin. Konturda hosil bo'ladigan elekiromagnit tebranishning chastotasi uni kondensator S ning orniga o'zgaruvchan sig'imli kondensator ulab yoki g'altak L ning induktivligini o'zgartirish bilan keraklicha o'zgartirish mumkin.

O'zgaruvchan tok induksion generatorning tuzilishi.

Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi elektr mashinalari generatorlar deyiladi. Hozirgi zamon energetikasida elektromagnit induksiya hodisasi asosida ishlaydigan jnduksion generatorlardan foydalaniladi. Zamonaviy o'zgaruvchan tok generatorining magnit sistemasi ushbu rasmda ko'rsatiladi. Yumshoq polatdan tayyorlangan silindr shaklidagi kovakda doimiy magnit (yoki elektromagnit) aylanadi. Uni rotor deb yuritiladi.

Qo'zg 'almas o'zak, o'ramlari bilan stator deyitadi. Statorning maxsus qilingan o'ymalariga, ketma-ket ulangan ramkalar shaklidagi o'tkazgichlar joylashtiriladi (rasmda soddalashtirish maqsadida bitta ramka ko'rsatildi). Stator va rotor shunday qilinganki, ular oralig'ida, magnit maydon induksiyasi

$$B=B_m \cos\alpha \quad (6)$$

qonun bo'yicha o'zgaradi, bu yerda α -ramka tekisligi bilan magnit induksiya vektori orasidagi burchak..

Generatorning ishlash prinsipi.

Rotor ω burchak tezlik bilan bir tekis aylanganda α burchak vaqtga proporsional ravishda ortadi:

$$\alpha=\omega t$$

Shuning uchun

$$b=B_m \cos\omega t \quad (7)$$

bo'ladi. G'altak konturidan o'tuvchi magnit oqimi

$$F=BS=SB_m \cos\omega t \quad (8)$$

ra, uning o'zgarish terligi esa

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\omega SB_m \sin\omega t \quad (9)$$

ga teng bo'ladi. Bu holda statorning o'ramida EYuK

$$e=-\frac{d\Phi}{dt} \quad (10)$$

yoki

$$e=\omega SB_m \sin\omega t \quad (11)$$

bo'lgan induksion elektr maydon paydo bo'ladi.

EYuK $\sin\omega t=1$ da maksimal bo'lgani sababli, bo'ladi va

$$E=e=\varepsilon_m \sin\omega t \quad (12)$$

topiladi. Shunday qilib, bir juft qutblarga ega bo'lgan rotor chastota bilan bir tekis aylanganda statorning o'ramida EYuK ana shunday chastota bilan garmonik qonun bo'yicha o'zgaruvchi elektr moydon induksiyalanadi.

O'zgaruvchan tokda EYuK ining, kuchlanishining va tok,

kuchining haqiqiy qiymatlari Sinusoidal o'zgaruvchan tokda kuchlanish va tokning bitta davrdagi o'rtacha qiymati nolga teng va uning xarakteristikasi bo'lib xizmat qila olmaydi. Biroq, bitta davrdagi tok kuchining o'rtacha kvadratik qiymati noldan farqlidir.

O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiquvchi issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga proporsional ravishda o'zgarishini eslaylik. Faraz qilaylik, o'zgaruvchan tok zanjiriga ishlashi elektr toki ta'sirida o'tkazgichdan issiqlik ajralib chiqishiga asoslangan issiqlik ampermetri ulangan bolsin. Bunday ampermetrning shkalasi o'zgarmas tok uchun amperlar hisobida darajalangan bo'ladi, shuning uchun o'zgaruvchan tok o'zining issiqlik effekti bo'yicha kuchi asbob shkalasida strelka ko'rsatayotgan o'zgarmas tokka ekvivalent ekan, degan xulosa chiqarish mumkin. Bu esa o'zgaruvchan tok kuchining effektiv qiymati tushunchasini kiritishga imkon beradi.

O'zgaruvchan tok kuchining effektiv (yoki haqiqiy) qiymati deb, shunday o'zgarmas tok kuchiga aytiladiki, bunda *o'zgarmas* tok o'zgaruvchan tokning bitta davri ichida qancha issiqlik ajratsa, o'zgaruvchan tok ham ana shu vaqt ichida shuncha issiqlik ajratadi.

O'zgaruvchan tok uchun mo'ljallangan barcha ampermetrlar tok kuchining effektiv qiymatini krsatadi. Elektrotexnika kursida effektiv qiymat tok kuchining amplituda qiymati I_m dan marta kichik ekanligi isbotlanadi, yani

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707I_m \quad (13)$$

Voltmetr shkalasidagi bolmalar IV rV ko'paytmaga mos keigani uchun (bunda, o'zgaruvchan tokda I_B voltmetrdan oqib o'tuvchi tokning effektiv qiymati, r_B - voltmetrning qarshiligi) $U=I_B r_B$ ga o'zgaruvchan tokning effektiv kuchlanishi deyiladi va u U_m dan marta kichik bo'ladi, ya'ni

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707U_m \quad (14)$$

Shunga o'xshash, o'zgaruvchan tok EYuK ning effektiv qiymati uning, amplituda qiymati e_m dan marta kichik bo'ladi, ya'ni

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707\varepsilon_m \quad (15)$$

O' zgaruvchan tokka mo'ljallangan barcha voltmetrlar EYuK va kuchlanishlarning efektiv qiymatlarini krsatadi.

24-Mavzu: O'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv sig'im va induktiv qarshilik. O'zgaruvchan tok uchun om qonuni. Elektr rezanans.

Reja:

- 1. O'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv sig'im va induktiv qarshilik.**
- 2. Zanjirning to'liq qarshiligi.**
- 3. Elektr rezanans.**

O'zgaruvchan tok zanjirida tok kuchi, kuchlanish va EYuK lar bir xil chastotada o'zgaradi, biroq bu o'zgarishlarning fazalari butunlay boshqacha bo'ladi. Shuning uchun, agar tok kuchining boshlang'ich fazasini shartli ravishda nol deb qabul qilinsa, u holda kuchlanish va EYuK larning boshlang'ich fazalari mos holda qandaydir j va g qiymatga ega bo'ladi. Bunday sharoitda tok kuchi, kuchlanish va EYuK larning oniy qiymatlari quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$i = I_m \sin \omega t, \quad u = U_m \sin(\varphi + \omega t) \quad e = \varepsilon_m \sin(\gamma + \omega t) \quad (1)$$

Elektr energiyaning tokning issiqlik ta'siri tufayli qaytmasdan yo'qolishiga sabab *bo'lgan* zanjirning qarshiligiga aktiv qarshilik deyiladi. Zanjirning past chastotali tokka

qarshiligi R_l zanjirning o'zgaras tokka ko'rsatgan qarshiligi R ga teng deb hisoblash mumkin va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$R_l = \frac{\rho_0 l}{S_a} (1 + \alpha t) \quad (2)$$

Faqat aktiv qarshilikka ega bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanish bilan tok orasidagi fazalar siljishi nolga teng, ya'ni $\varphi=0$ bo'ladi. Bu shuni bildiradiki, bunday zanjirda tok va kuchlanish bir xil fazada o'zgaradi, elektr energiyasi esa tokning issiqlik ta'siriga to'la sarf bo'ladi.

O'zgaruvchan tok zanjiriga induktivligi L bo'lgan g'altakning ulanishi zanjir qarshiligining ortishini ko'rsatadi. Bu shunday tushuntiriladiki, o'zgaruvchan tokda g'altakka har doim tokni pasaytiruvchi o'zinduksiya E_{YuK} ta'sir qiladi. o'zinduksiya hodisasi tufayli yuzaga keluvchi qarshilik X ga induktiv qarshilik deyiladi. Zanjirning induktivligi qanchalik katta bo'lsa va tok qanchalik tez o'zgarsa, induktiv qarshilik zanjirning induktiv qarshiligi L ga va o'zgaruvchan tokning doimiy chastotasi ω ga to'g'ri proporsionaldir:

$$X_L = \omega L. \quad (3)$$

Induktiv qarshilikning zanjirdagi tok kuchiga ta'siri ushbu rasmda tasvirlangan tajribada yaqqol korinib turibdi.

G'altakka ferromagnit o'zak kiritilganda lampa o'chadi, uning g'altakdan chiqarilganda esa lampa qayta yonadi. Bunga sabab shuki, g'altakka o'zak kiritilganda g'altakning induktivligi keskin ortadi. Shuni qayd etish kerakki, induktiv qarshilikda kuchlanish tokdan faza jihatdan oldinda yuradi.

O'zgaras tok kondensator orqali o'tmaydi, chunki ya'ni qoplamalari orasida dielektrik bo'ladi. Agar kondensatorni o'zgaras tok zanjiriga ulansa, kondensator zaryadlangandan so'ng zanjirda tok to'xtaydi.

Aytaylik, kondensator o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan bo'lsin. Kondensatorning zaiyadi ($q = CU$) kuchlanishning o'zgarishi natijasida uzluksiz o'zgaradi, shuning uchun zanjirdan ozgaruvchan tok oqib otadi.

Kondensatorning sig'imi qanchalik katta va uning katta zaryadlanishi qanchalik tez bo'lsa, ya'ni o'zgaruvchan tok chastotasi qanchalik katta bo'lsa. Tok kuchi shunchalik katta boladi.

O'zgaruvchan tok zanjirida elektr sig'imining mavjudligi tufayli yuzaga keladigan qarshilikka sig'im qarshiligi X_C deyiladi. U sig'im S ga va doimiy chastota ω ga teskari proporsional:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (4)$$

(3) va (4) formulalarni takqqoslashdan ko'rinib turibdiki, binda induktivlik g'altagi yuqori chastotali tok uchun katta qarshilikka, past chastotali tok uchun uncha katta bo'lmagan qarshilikka ega, kondensator esa aksincha bo'ladi.

Sig'im qarshiligi X_C kuchlanish tokdan fazasi bo'yicha orqada qoladi.

Induktiv X_L va sig'imi X_C qarshiliklarni reaktiv qarshiliklar deyiladi. O'zgaruvchan tok nazariyasi shuni isbotlaydiki, induktiv va sig'im qarshiliklari ketma-ket ulanganda umumiy reaktiv qarshilik ularning ayirmasiga teng bo'ladi:

$$X = X_L - X_C \quad (5)$$

va $X_L > X_C$ bo'lganda iuduktiv xarakterga, $X_L < X_C$ bo'lganda sig'im xarakterga ega bo'ladi. Pirovardida shuni aytamizki, vaqt birligi ichida elektr toki zanjirning berilgan qismiga qancha energiya keltirishini korsatuvchi o'zgaruvchan tokning o'rtacha aktiv quyati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P = IU \cos \varphi \quad (6)$$

Tokriing faqat issiqlik ta'siriga sarf boluvchi quvvati quyidagi formula

bilan ifodalanadi:

$$P=I^2R \quad (7)$$

(6) formuladan ko‘rinib turibdiki, o‘zgaruvchan tokning aktiv quymatini oshirish uchun $\cos\varphi$ ni orttirish kerak ekan.

Zanjirning to‘liq qarshiligi.

Quyidagi tajribani bajaramiz, rasmda korsatilganidek. o‘zgaruvchan tok manbaiga faqat cho‘ glanma lampa aktiv qarshilikni ulaymiz. Agar manba kuchlanishi lampaga mo‘ljallangan kuchlanishga mos kelsa, u juda ravshan yorishadi. So‘ngra lampaga ketma-ket ravishda kondensator, ulaymiz. Bu holda lampa xiraroq yorishishini ko‘ramiz. Endi kondensator o‘rasiga induktiv g‘altak ulaymiz. Bu holda ham lampa birinchi holdagiga qaraganda xiraroq yorishadi. Agar bir vaqtda lampa, g‘altak va kondensator ularisa. iampa ravshan yoritiladi. Tajriba korsatadiki, agar aktiv qarshilikka ketma-ket ravishda induktiv yoki sig‘im qarshilik ulansa, zanjirning to‘liq qarshiligidan katta bo‘ladi.

Toliq qarshilikni Z xarfi bilan belgilash qabul qilingan.

O‘zgaruvchan tok zanjirining to‘liq qarshiligi kuchlanishning ta'sir etuvchi (yoki amplituda) qiymati bilan tok kuchuning ta'sir etuvchi (amplituda) qiymatining nisbatiga teng kattalikdir:

$$Z=\frac{U}{I} \quad (1)$$

Toliq qarshilik tushunchasidan tbydalanib, o‘zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini

$$I=\frac{U}{Z} \quad (2)$$

ko‘rinishda yozish mumkin. Aktiv, induktiv va sig‘im qarshiliklar ketma-ket ulangan o‘zgaruvchan tok zanjirining to‘liq qarshiligini topamiz.

Bu maqsadda zanjirning har bir qismi uchun kuchlanishlar vektor

diagrammasini chizamiz.

Har qanday vaqt momentida generator zanjiridagi kuchlanish ketma-ket ulangan qismlardagi krichlanishlarning yig'indisiga teng:

$$U=U_R+U_L+U_C \quad (3)$$

Ketma-ket ulangan zanjirda barcha qismlardan o'tuvchi tok kuchi bir xil boladi. Shuning uchun kuchlanishlarni quyidagicha yozish mumkin:

$$U=iZ, \quad U_R=iR, \quad U_L=iX_L, \quad U_C=iX_C. \quad (4)$$

Rasmda tarivu langanidek, aktiv qarshilikdagi kuchlanistming tabranishiari tok kuchining tebi ariishlariga fazasi bo'yicha mos kelganligi sababli, vektor diagrammasida U_R kuchlanish vektorini toklar o'qi bo'yicha yo'naltiramiz. Induktiv g'altakdagi kuchlanish tok kuchining tebranishlaridan chorak davrga o'zib ketganligi sababli, U_L vektori toklar o'qiga nisbatan $\pi/2$ ga buramiz. Kondensatordagi kuchlanishning tebranishlari tok kuchining tebranishlaridan chorak davrga kechikadi. shuning uchun U_C kuchlanisli vektorini $-\pi/2$ ga bulamiz

Qismlarda tushgan U_R , U_L va U_C kuchlanish vektorlarining vektor yig'indisi generatorning krichlanishiga teng bo'ladi. Bevosita rasmdan,

$$U^2_Z=U^2_R+(U_L-U_C)^2 \quad \text{yoki} \quad (iZ)^2=(iR)^2+(iX_L)^2-(iX_C)^2 \quad (5)$$

tengliklar topiladi, nihoyat, i ra qisqartirgandan so'ng

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2, \quad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (6)$$

formula kelib chiqadi.

Majburiy tebranishlar chastotasi ω konturning xususiy tebrayishlar chastotasiga yaqinlashganda elektr rezonans vujudga keladi. Bu chastotalar ustma-ust tushganda ($\omega = \omega_0$) kondensator va g'altaklarning reaktiv qarshriikiari X_C va X_L o'zaro bir-biri bilan kompensateiylanadi va konturda tok kesktin ortadi, chunki bu tokning qiymati faqat konturning aktiv qarshiligi R bilan chegaralanadi. Mos holda kondensator va

gʻaltaklarning reaktiv qarshiliklaridagi kuchlanishlar tushishi $U_C = IX_C$ va $U_L = IX_L$ ortib boradi. Rezonans vaqtida bu EYuK eM amplitudasidan oʻnlab va yuzlab marta ortiq boʻladi.

Koʻrinib turibdiki, ifoda bilan aniqlanadigan konturning xususiy chastotasi ω_0 ra koʻpincha konturning rezonans chastotasi deyiladi.

Konturning aktiv qarshiligi R ni oshirilganda rezonans egri chiziq pastga qarab boradi.

Elektr rezonansi radiotexnikada juda keng qollaniladi. Tebranish konturning rezonans chastotasini oʻzgaruvchan sigʻimli kondensator yordamida oʻzgartirib, priyomnikni maʼlum chastotaga sozlanadi. Bunda juda koʻp radiotoiqlar ichidan radiostansiyalarning kerakli eshittirishini ajratib oladi.

ELEKTROMAGNIT TO'LQINLAR.

25-Mavzu: Elektr\omagnit maydon. Ochiq tebranish konturi.

Elektromagnit to'lqinlar va ularning xossalari.

Reja:

- 1. Elektiomagnit maydon.**
- 2. Ochiq tebranish konturi. Elektromagnit tolqinning nurlanishi.**
- 3. Elektromagnit tolqinlarning tarqalishi va ularning xossalari.**

Elekbostatika va elektromagnetizmdan ma'lumki, qo'zg'almas elektr zaryadi atrofida fazoda elektr maydon hosit qilib, magnit maydon esa harakatlanayotgan zaryadlar atrofida mavjud bo'ladi. Brinday elektr maydonning kuch chiziqlari musbat zaryaddan boshlanib, manfiy zaryadda tugaydigan ochiq kuch chiziqlardan iborat boiadi.

Ingliz olimi Jeyms Maksvell qo'zg'almas zaryad maydonidari farqli o'laroq kuch chiziqlari yopiq bo'lgan, ya'ni uyurma ko'rinishidagi elektr maydonning hosil bo'lishini o'z nazariyasida asoslab berdi. Bu maydon o'z o'rnida magnit maydon hosil qilar ekan.

J.Maksvell bunday elektr va magnit maydonlarning orasidagi o'zaro bog'lanishni quyidagi ikkita postulatga asoslangan elektromagnit maydon nazariyasi asosida tushuntirib berdi.

1- postulat: o'zgaruvchan magnit maydon atrofida fazoda uyurmali elektr maydon hosil bo'ladi.

2- poetulat: o'zgaruvchan elektr maydon atrofida fazoda uyurmali magnit maydon hosil bo'ladi.

Shuriday qilib, fazoning biror nuqtasida tez o'zgaruvchan magnit maydon vujudga kelsa, bu maydon qo'shni nuqtalarda tez o'zgaruvchan

uyurmali elektr maydonni yuzaga keltiradi, u ham o'z navbatida qo'shni nuqtalarda ham o'zgaruvchan magnit maydoni vujudga keltiradi va hokazo.

Bu protsess rasmda sxematik ravishda tasvirlangan. Shunday qilib, o'zgaruvchan elektr maydonning hosil qilgan berk chiziqlari, Maksvell gipotezasiga binoan, o'zgaruvchan magnit maydonning berk chiziqlarini hosil qiladi. o'zgaruvchan magnit maydonning berk chiziqlari esa o'z navbatida elektr kuchlanganliklarining berk chiziqlarini hosil qiladi. Bu maydonlari bir-biriga uzluksiz bog'liq bo'lganligi uchun ularning umumiy maydoniga elektromagnit maydon deyiladi.

Shunday qilib, fazoning biror nuqtasida hosil qilingan davriy ravishda o'zgaruvchi elektromagnit maydon fazoning barcha tomoniga elektromagnit to'lqin ko'rinishida tarqaladi.

Ochiq tebranish konturi. Elektromagnit to'lqinning nurlanishi.

Yopiq tebranish konturida hosil bo'lgan o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlar kondensatorlar qoplamalari orasida va solenoid ichida mujassamlashganligi uchun fazoda elektromagnit to'lqinlar ko'rinishida tarqala olmaydi

Konturning to'lqin tarqatuvchanligini oshirish uchun kondensator qoplamalarini bir-biridan uzoqlashtirib borilsa, elektr maydoni fazoning ko'proq sohasini egallaydi. Agar g'altak o'ramlari to'g'ri o'ikazgichga aylanguncha cho'zilsa, uning magnit maydoni ham fazoning keng sohasini egallaydi.

Natijada, rasmda ko'rsatlgandek, hosil bo'lgan elektr va magnit maydonlar fazoning keng sohasida qo'shiladi va elektromagnit maydon hosil bo'ladi. Ravshanki, bunday o'zgartirilgan tebranish konturining sig'imi va induktivligi minimal bo'lib, chastotasi eng yuksak bo'ladi. Bunday konturga ochiq tebranish konturi deyiladi. Shunday qilib, ochiq

tebranish konturida hosil bo'lgan yuksak chastotali elektromagnit maydon tolqin korinishida tarqaladi.

Tebranish konturi bilan hosil qilinuvchi elektromagnit to'liqlarning tarqalishi elektromagnit nurlanish deyiladi.

Ochiq tebranish konturi katta potentsiallar ayirmasigacha zaryadlash mumkin bo'lishi uchun ochiq tebranish konturidan iborat bo'lgan o'tkazgichning o'rtasidan uzib qoyiladi. Uzib qo'yilgan bu oraliqqa uchqun oralig'i deyiladi. Shunday qilib, ikkala o'tkazgichning potentsiallar ayirmasi razryad potentsialiga erishganda uchqun oralig'idan uchqun o'tib, zanjir ulanadi va ochiq konturda elektromagnit tebranishlar paydo boladi.

Elektromagnit tebranishlar birinchi marta nemis fizigi Genrix Gers tomonidan 1889 yilda tebranishlarni vujudga keltiruvchi qurilma vibrator yordamida hosil qilingan. Gers vibratori ham yuqorida bayon qilingan uchqun oraliqli konturdan iborat

Gers vibratorida elektromagnit tebranishlarni hosil qilish uchun induksion g'altak (Rumkorf induksion g'altagi) ning ikkinchi cho'lg'amiga ulanadi.

Elektromagnit tolqinlarning tarqalishi va ularning xossalari.

Elektromagnit to'liqlar tarqalganda fazoning har bir nuqtasida davriy ravishda takrorlanuvchi, elektr va magnit maydonlarining o'zgarishi sodir bo'ladi. Bu o'zgarishlarni fazoning har bir nuqtasidagi kuchlanganlik vektorlari E va H ning tebranishi ko'rinishida tasvirlash qulaydir.

Makavellning elektromagnit to'liqin nazartiyasidan ma'lum boldiki, E va H vektorining tebranishlari rasmda tasvirlanganidek elektromagnit to'liqinning har bir nuqtasida bir xil fazalarda va ikkita o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha sodir bo'lar ekan. Bu tebranishlarning yo'nalishi o'z navbatida to'liqinning tarqalish tezligi v

vektoriga perpendikulyar bo'lib, E, H va v vektorlarining o'zaro joylashishi parma qoidasi asosda aniqlanadi:

Agar parma dastasini E va H vektorga tomon eng qisqa yo'l bo'yiclia buralsa, u holda parmaning ilgarilanma harakatining yo'nalishini, to'lqinning tarqalash yo'nalishi, binobarin, ko'chirilayotgan energiyn yo'nalishini ko'rsatadi.

Shunday qilib, E va H vektorlar vektorga perpendikulyar bo'lgan tekislikda tebranadi.

Elektromagnit to'lqinlar E va H vektorlarning tebranishiga ko'ndalang yo'nalishda

tarqalganligi uchun ko'ndalang to'lqindir.

Maksvellning elektromagnit to'lqin nazariyasiga asosan, elektromagnit to'lqinning tarqalish tezrigi muhitning elektr va magnit xossalari bog'liq bo'lib, uning son qiymati quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$g = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad (1)$$

bunda elektr va magnit doimiysi, ϵ, μ - esa muhitning nisbiy dielektrik va nisbiy magnit singdiruvchanligi.

Gers tajribalari asosida elektromagnit to'lqinlarining quyidagi xossalari aniqlangan:

1. Xuddi yorug'lik to'lqinlari singari elektromagnit to'lqinlar moddalarda yutiladi va sochiladi.
2. Elektromagnit to'lqin metall sirtiga qanday burchak ostida tushsa, shunday burchak ostida qaytadi.
3. Elektromagnit to'lqin ikki muhit chegarasiga tushsa, xuddi yorug'lik nuri singari sinib o'tadi.

4. Elektromagnit to'ldonning E va H vektorlari to'ldinning tarqalishiga perpendikulyar bo'lganligi uchun, elektromagnit to'ldinlar kondalang to'ldinlardir.

5. Elektromagnit to'ldinlar o'ta yuqori chastotali generatorlarda qutblangan, ya'ni tebranish amplitudalari ma'yan tekislikdajoylashgan to'ldin ko'rinishida xosil boladi.

6 Elektromagnit to'ldinlarda ham yorug'lik to'ldinlari singari interferensiya, difraksiya va dispersiyadan iborat bo'lgan muhim hodisalarni kuzatish muimkin.

26-Mavzu: Radioning kashf etilishi modulyasiya va detektorlash.

Eng soda radio.

Reja:

- 1. Radioning kashf etilishi.**
- 2. Hozirgi zamon radioaloqa prinsiplari.**
- 3. Radiolokatsiya.**

Aleksandr Stepanovich Popov Gers tajribalarini eksperimental tekshirib chiqib, elektromagnit to'ldinlarni qayd etishning ancha sezgir va ishonchli usulini topdi. U elektromagnit to'ldinlarni bevosita qayd qiluvchi kogerer yaratdi. Kogerer ichiga metall kukinlari solingan ikkita elektrodli AB naychadan iborat,

A. S. Popov 1895 yil 7 may Rossiya flzika-ximiya jamiyatining yig'ilishida «Metall kukunlarining elektr tebranishlarga munosabati» degan mavzuda doklad qilib, o'zining yashin qayd qilgich deb ataluvchi birinchi priyomnigini namoyish qilib, shu bilan uning radioni ixtiro qilganligi ayon bo'ldi.

A.S. Popov priyomnigining sxemasi ushbu rasmda tasvirlangan. Bu priyoninikning asosiy elementi kogererdir. Kogerer galvanik elementlar batareyasi bilan CDE reledan iborat zanjirga ulangan, Priyoranikning ishlashi elektr razryadlarning metall kukuniga ko'rsatadigan ta'siriga asoslangan. Kogererga elektromagnit to'lqinlar tushsa, unda yuqori chastotali tok hosil bo'ladi. Ana shu tok ta'sirida

S relening yakori elektromagnitga tortilib, kontakti tutashtiradi. Natijada elektr qo'ng'iroq ulangan ikkinchi zanjir ham tok maribaiga ulanadi va relening yakori elektromagnitga tortilganda qo'ng'iroq chalinadi va kontakt ochilib, qo'ng'iroqning bolg'achasi qaytib kogereraing naychasiga uriladi, bu turtki zanjirband metall kukunlarini uzib tashlaydi

Shunday qilib, elektromagnit to'lqinlarning priyomnikka ta'siri bilan priyomnik avtomatik ravishda ishlay boshlaydi.

Shunday qilib, mashhur rus fizigi Aleksandr Stepanovich Popov ixtiro qilgan radiopriyomnikni namoyish qilgan kun 7 mayni Radio kuni deb tayinlangan

A. S. Popov Gers vibratorini takomillashtirib, Morze telegraf apparati o'rnatilgan priyomnigi yordamida 1896 yil (12) 24 martda o'sha fizika - kimyo jamiyatida dunyoda birinchi marta uncha katta bo'lmagan (250 m) masofaga «Genrix Gers» so'zlaridan iborat radiogrammani uzatib, radioaloqani o'rnatdi.

Bir yildan so'ng 5 km masofada, 1899 yilda 50 km masofada radiotelegraf aloqasini tajribada sinab ko'rdi. 1901 yilda esa radioaloqa masofasi 150 km ga yetkazilib, Atlantika okeani orqali radiotelegraf aloqasi o'rnatildi.

1899 yilda A.S.Popov shogirdlari P. N. Ribkin va D. S. Troitskiy bilan birgalikda o'z ixtirosini takomillashtirdi va radio signallarini telefon

vositasida ovozga aylantirishni amalga oshirdi.

Hozirgi zamon radioaloqa prinsiplari.

Tovush tebranishlari past, ya'ni $\nu=20$ Gs dan $\nu=20000$ Gs chastotali bo'lganligi uchun unga mos kelgan elektromagnit tebranishlari antenna orqali to'g'ridan-to'g'ri fazoga tarqatib bo'lmaydi, chunki tovush to'liqin chastotasiga teng chastotali elektromagnit to'liqlarning quymati juda kichik bo'lib, tarqalishda tez so'nadi. Haqiqatan ham, antennadan uzatiladigan to'liqinning qiymati chastotaning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir. Shu sababli, radioaloqada chastotasi yuqori bolgan elektromagnit to'liqlardan foydalaniladi.

Radioaloqa prinsiplari quyidagicha amalga oshiriladi: uzatuvchi antetma atrofida hosil bo'lgan yuqori chastotali elektromagnit maydon to'liqin ko'rinishidan fazoga taiqaladi va u qabul qiluvchi antennaga yetib borgach, unda stansiya chastotasiga teng chastotali tok hosil qiladi.

So'nmaydigan yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarni hosil qiluvchi generatorlaming kashf qilinishi, radio orqari qisqa va uzun elektromagnit to'liqlarning impulslardan iborat bo'lgan telegraf signallarini, muzika va nutqlarni uzatish imkoni tug'ildi.

Tovushli radioaloqani amalga oshirish uchun yuksak chastotari tebranishlari maxsus usulda modulyatsiyalash, ya'ni tovush chastotasiga mos elektr tebranishlarni yuksak chastotali tebranishlarga qo'shish kerak. Boshqacha qilib aytganda, yuqori chastotali tebranishlar amplitudasini tovush chastotasi bilan o'zgartirish kerak. By usulga amplituda modulyatsiyasi deyiladi.

Ushbu rasmda amplitudali modulyatsiyalash protsessining sxematik tasviri keltirilgan. Mikrofon bilan tovush tebranishlariga mos kelgan elektr toki tebranishlarni hosil qiladi. Bu tebranishlar to'liqinni tarqatuvchi

yuknak chastotali tebranishlar bilan qo'shiladi, natijada amplitudali modulyatsiyalangan tebranishlar hosil bo'ladi.

Radiopriyomnik qurilmasida modulyatsiyalangan tebranishlar tovush chastotali tebranishga aylantiriladi. Bunday protsessga detektorlash yoki demodulyatsiyalash deyiladi.

Tebranishlarni detektorlash yarim o'tkazgichlar yoki bir tomonlama o'tkazuvchanlikka ega bolgani boshqa maxsus qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Demodulyatsiyalangan tebranishdan past chastotali tovush tebrantshini ajratib olish uchun priyomnik zanjiridagi tetefonga kondensator parallel ravishda ulanadi, chinki yuqori chastotali elektromagnit tebranishlar uchun kondensator sig'im qarshiligi X_s quyidagiga teng bo'lib,

$$X_C = 1/\omega C \quad (1)$$

u juda kichik boladi.

Shuning uchun kondensatordan yuqori chastotali tok, telefon cho'lg'ami orqali esa tovnsh chastotasiga mos kelgan tok o'tishi natijasida tovush eshitiladi. Telefon ' radioaloqasi protsessining umumiy xususiyatlari shulardan iborat. Priyomnik detektorida hosil qilingan tovush chastotali tebranishlarni radiokarnaylar orqali ham eshitish mumkin.

Radiolokatsiya.

Hozirgi zamon texnikasida radioto'lqinlarning turli to'siqlardan qaytish hodisasidan keng foydalaniladi. Bu hodisani A.C.Popov tomonidan 1897 yilda kemadan radioto'lqinlarning qaytishida kuzatilgan.

Bu hodisa asosida, ya'ni radioto'lqinlar yordamida ob'ektni topish va uning turgan joyini aniqlashga radiolokatsiya deb ataladi.

Radiolokator qurilmasidagi yuksak chastotali generator $\nu = 10^8 - 10^{11}$ Gs chastota intervalida ishlab, u aniq yo'nalishda toiqin tarqatuvchi

antenna bilan bog'langandir. Ob'ektdan qaytgan tolqin lokator antennasining o'zida yoki shunday tuzilgan boshqa qabul qiluvchi antennaning o'zida qabul qilinadi. Radiolokator antennasidan tarqalayotgan to'lqinlar aniq yo'nalganligi uchun «radionurlar» deb ham ataladi. Radionur uzluksiz emas, balki qisqa impulslar tarzida tarqaladi. Impulsning doimiyliги mikrosekundlarda bo'lib, impulslar orasidagi t_0 vaqt esa undan 100 -1000 marta katta bo'ladi..

Xuddi ana shu pauzalar vaqti t_0 oralig'ida qaytgan to'lqinlargina qabul qilinadi. Binobarin, t_0 vaqtda antennadan radionur tarqalib ob'ektdan qaytib kelgan masofa s_0 ga lokatorning ta'sir masofasi deyiladi, ya'ni:

$$s_0 = \frac{ct_0}{2} \quad (2)$$

bunda $c - 3 \cdot 10^8$ m/s ga teng bo'lib, radionurning tarqalish tezligidir.

Agar radionurning ob'ektgacha (nishongacha) borib qaytishi uchun ketgan umumiy vaqti t ga teng bolsa, nishongacha bo'lgan masofa s quyidagiga teng bo'ladi:

$$s = \frac{ct}{2} \quad (3)$$

Radiolokatorning ishlashi ob-havoga, faslga va sutka davomidagi vaqtga bogliq bolmagan holda. Bir necha yuz kilometr uzoqlikdagi ob'ektlar (kema va samolyotlar) ni payqashga imkon beradi.

Aeroportlarda lokatorlar ko'tarilib borayotgan va qo'nayotgan samolyotlarni kuzatib turadi va radioaloqa orqali uchuvchilarga ko'rsatmalar beriladi, shu bilan uchish xavfsizligi ta'minlanadi

Hozirgi vaqtda radiolokatsiya xilma-xil maqsadlarda qollanilmoqda, masalan, meteoritlar va ob-havo xizmatida bulutlarni kuzatishda foydalaniladi.

Nihoyat, lokatorlar kosmik tadqiqotlarda katta qo'llanishga ega.

1946 yilda AQSh va Vengriya fiziklari Oyni, keyinroq Venera, Quyosh, Merkuriy, Yupitergacha bo'lgan masofa radiolokatsiya yordami bilan o'lchangan edi.

Eng oddiy radiopriyomnikning tuzilishi ushbu rasmda keltirilgan.

Agar uzatuvchi radiostansiya katta quvvatli elektromagnit to'liqlar nurlantirsa yoki yaqin joylashgan bo'lsa, bu radiostansiyaning signallarini qabul qilish uchun detektorli priyomnikdan foydalanish mumkin. Detektorli priyomnikda antenna tebranish kontur bilan, yo bevosita, yoki induktiv boglanadi. Antenna g'altagida yuz beruvchi har xil chastotali tebranishlar, kontur g'altagida ko'p sondagi har xil chastotali tebranishlarni yrizaga keltiradi. O'zgaruvchi sig'imli kondensator yordamida tebranish konturi antennaga keluvchi to'liqlardan birining chastotasiga sozlanadi. Rezonans hodisasi tufayli konturda ana shu chastotadagi tebranishlar eng katta amplitudaga ega bo'ladi. Boshqa chastotadagi tebranishlar ahamiyatsiz.

Konturda ajratib olingan tebranishlar energiyasi bu qabul qilingan elektromagnit to'liqlar energiyasidir u juda kichik. Qabul qilingan yuqori chastotali modulyatsiyalangan tebranishlar detektor kaskadiga yuboriladi, eng oddiy holda u detektor (lotincha detectu «ko'raychi» yoki «ochuvchi») deb nomlangan D yarim o'tkazgichli dioddan iborat bo'ladi

Diodning bir tomonlama o'tkazuvchanligi tufayli undan yuqori chastotali pulsatsiyalovchi (tepuvchi) tok o'tadi. Bu tokdagi impulslarning kattaligi vaqt o'tishi bilan modulyatsiyalovchi signalga mos holda o'zgaradi.

Telefonga parallel ulangan kondensator bu pulsatsiyalarni tekislaydi (undan yuqori chastotali toklar o'tib ketadi) va telefon orqali mikrofondan uzatuvchi stansiya berilgan tok shaklidagi past chastotali tok oqadi. Shuning uchun telefon o'xshash tovushlarni qaytadan tiklaydi.

Detektorli priyomnikda telefon membranasining tebrarishlari priyomnik qabul qilgan elektromagnit to‘lqin, energiyasi hisobiga yuz beradi, shuning uchun bunday priyomnikning ovozi past bo‘ladi: uni faqat bir kishi eshitishi mumkin.

27-Mavzu: Teleko‘rsatuvlarning fizik xossalari.

Radiolokatsiyahaqida tushuncha. Aloqa vositalarining rivojlanishi.

REJA:

- 1. Televideniening ixtiro qilinishi tarixidan.**
- 2. Televizion uzatkichning blok-sxemasi.**
- 3. Radiolokatsiya.**

Televideniening ixtiro qilinishi tarixidan:

- 1) optik tasvirlarni elektr signallarga aylantirish;
- 2) aloqa kanallari orqali elektr signallarga uzatish,
- 3) uzatilgan elektr signallarni optik tasvirlarga ayratish.

Bu jarayonlarning asosini tashkil etuvchi tekshirishlarda rus fiziklari ham tshtirok etishgan. Optik tasvirlarni elektr signallariga aylantirishda A. G. Stoletov tomonidan o‘rganilgan fotoeffekt hodisasidan foydalaniladi. Tasvirlarni lyuminession ekranda qayta tiklash g‘oyasi B.L.Pozingga tegishli. Televideniening injenerlik myammolarini hal etishga ham vatanimiz olimlari va injenerlari salmoqli xissa qo‘shishgan. Pyc injener-ixtirochisi V. K. 3vorikin 30-yillarda birinchi uzatuvchi televizion trubka ikonoskopni ishlab chiqdi. Tasvirlarni elementlar bo‘yicha ketma-ket uzatish g‘oyasi bir vaqtda portugaliyalik olim De Payva va rus olimi P.I.Vaxmetevlar tomonidan taklif etilgan.Birinchi marta Toshkentda 1928 yilda V.K. Zvorikin va o‘zining shogirdi bilan tasvir uzatildi. Shuning uchun Toshkent teleko‘rsatuvlar vatani deb aytishimiz mumkin.

Televizion uzatkichning blok-sxemasi.

Tasvirlarni uzoq masofalarga uzatish jarayoni asosiy jihatdan radio telefoniyaga o'xshaydi. U optik tasvirni elektr signallarga aylantirishdan boshlanadi. Bu uzatuvchi televizion kamerada amalga oshiriladi. Olingan elektr signali kuchaytirilgandan so'ng eltuvchi yuqori chastotali tebranishlarni modulyatsiyalaydi. Modulyatsiyalangan tebranishlar kuchaytiriladi va uzatuvchi antennaga beriladi. Antenna atrofida tazoda elektromagnit to'liq ko'rinishida tarqaladigan o'zgaruvchi elektromagnit maydon hosil qilinadi. Qator sabablarga ko'ra televizion signallarni uzatish uchun faqat metr va detsimetr diapazonidagi juda qisqa elektromagnit to'lqinlarga yaroqli boladi.

Televizion priyomnikda qabul qilib olingan elektromagnit tebranishlar kuchaytiriladi, detektorlanadi, yana kuchaytiriladi va qabul qiluvchi televizion trubkaning bosqaruvchi elektroda beriladi, trubka elektr signalini ko'rinadigan tasvirga aylantiradi.

Radiolokatsiya.

Radioto'liqlar yordamida turli ob'ektlarni axtarib topish VA ularning o'rnini aniqlash radiolokatsiya deb yuritiladi. Radiolokatsiya nurlantirilgan ob'ektlardan radioto'lqinlarning qaytish hodisasiga asoslangan. Ob'yektning chiziqli o'lchamlar radiolokator ishlaydigan to'lqin uzunligidan katta bo'lgan hollarda radioto'liqlarning qaytishi kuchli bo'ladi.

Shuning uchun radiolokatsion stansiyalar detsimetr, santimetr va hatto, millimetrlil to'liqlar diapazonida ishlaydi.

Radiolokatsiya flot, aviatsiya va kosmonavtikada keng qo'llaniladi. Radiolokatsion qurilmalar kemalarning harakatini, har qanday ob-havo sharoitida va sutkaning har qanday vaqtida, hatto ko'rinish butunlay bo'lmaganda ham, xavfsiz bo'lishini ta'minlaydi. Radiolokatsiya

yordamida kemalarning bir-biri bilan va boshqa harakatlanuvchi va qo'zg'almas ob'ektlar bilan to'qnashuvining oldi olinadi. Radiolokatsion, qurilmalarning aerodromlarda qo'llanishi har qanday sharoitda ham samolyotning xavfsiz uchishmi vaqo'nishini ta'minlaydi. Radiolokatsiyaning harbiy ishdagi ahamiyati beqiyosdir.

Havo hujumiga qarshi mudofaa qo'shinlari samolyot yoki raketalarni o'z vaqtida topa oladigan uzoqdan ko'rish radiolokatsion stansiyalariga ega. Radiolokatsion stansiyalar havodagi holati uzoqdan turib kuzata oladigan doiraviy ko'rish imkoniyatiga ega.

Radiolokatsiya astronomik tekshirishlarda ham muvaffaqiyat bilan qollanilmoqda. Radiolokatsion usul bilan 1946 yildayoq Oygacha bo'lgan masofa o'lchangan edi. Keyinchalik Venera, Mars, Merkuriy va Yupiter planetalarigacha bo'lgan masofalar ham o'lchangan. Kosmik uchishlarda ham radiolokatsiya juda muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy radiolokatsion stansiya murakkab radiotexnik qurilmadan iborat.

Radiolokatsion stansiya ishlashining eng umumiy jihatlari rasmda tasvirlangan blok-sxema asosida tushuntirilishi mumkin.

Sxemadagi 1 uzalkichda o'ta yuqori chastotali tebranishlar hosil qilinadi, ular qisqa impulslar ko'rinishida yo'nalish bo'yicha ta'sir etuvchi 2 antennaga keladi. Antenna uzluksiz ravishda aylanib, ob'ektni axtaradi. Ob'ekt topilgandan keyin u uzluksiz ravishda kuzatib, boriladi: Agar ob'ekt fazoda ko'chsa, uning ketidan radiolokatsion stansiyaning nuri ham ko'chadi. Bunga antenning avtomatik ravishda burilishi bilan erishiladi.

OPTIKA

28-Mavzu: Yorug‘likning elektromagnit nazariyasi haqida tushuncha. Yorug‘likning turli muhitlarda tarqalish tezligi.

Reja:

- 1. Yorug‘likning elektromagnit nazariyasi.**
- 2. Yorug‘likning vakuumda tarqalish tezligi.**

Yorug‘likning elektromagnit nazariyasiga ko‘ra har qanday yorug‘lik nurlanishi elektromagnit tolqinlar boladi. Ammo hamma elektromagnit to‘lqinlar ham yorug‘lik tolqinlari bolavermay faqat odamda ko‘rish sezgisini uyg‘otganlarigina yorusg‘rik to‘lqinlari bo‘ladi. Tebranish chastotasi $4 \cdot 10^{14}$ dan $7,5 \cdot 10^{14}$ Gs gacha bo‘lgan to‘lqinlar yonig‘lik nurlanishiga tegishli bo‘ladi. Bu intervalda har qaysi chastotaga o‘z nurtanisbiga rangi mos keladi. Masalan, $5,4 \cdot 10^{14}$ Gs ga yashil rang mos keladi. Nurlanish chastotasiga ko‘ra uning vakuumdagi tolqim uzunligi nimaga teig bolishini topish mumkin.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1)$$

Hisoblash shuni ko‘rsatadiki, vakuumda yorug‘lik nurlanishi 400 nm (binafsha rang) dan 760 nm (qizil rang) gacha tolqin uzunlikka ega boladi. Yorug‘lik nurlanishi bir muhitdan boshqa muhitga o‘tganda uning chastotasi saqlangani uchun rangi ham saqlanishini, yorug‘likning tarqalish tezligi o‘zgarishi oqibatida to‘lqin uzunligi ozgarishini qayd qilib o‘tamiz. Amalda nurlanish rangini to‘lqin uzunligi bilan xarakterlaganda to‘lqin uzunligi vakuum uchun ko‘rsatiladi.

Yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi.

Yorug'likning tarqalish tezligi juda katta bo'lgani sababli yorug'lik juda katta masofalarni o'tishi uchun sezilarli vaqt sarf bo'ladi, masalan, yorug'lik quyoshdan yergacha 8 minutda keladi

Elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi muhitning turiga bogliqligi va ushbu ko'rinishda ifodalanishi:

$$g = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{n} \quad (2)$$

Yorug'lik nurlanishi tarqala olishi mumkin bo'lgan hamma moddalar, yani yorug'lik uchun shaffof moddalar uchun nisbiy magnit singdiruvchanlik birdan kam farq qiladi: binobarin, muhitda yorug'likning tarqalish tezligi ularning dielektrik singdiruvchanligi bilan aniqlanadi,

Yorug'lik tarqalish tezligining muhitning turiga bog'liqligini xarakterlovchi kattalik muhitning optik zichligi deyiladi. U muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi n ning son qiymati bilan olchanadi.

$$n = \frac{c}{g} \quad (3)$$

Ma'lumki, vakuumning optik zichligi birga teng.

Havo uchun sindirish ko'rsatkichi 1,003 ga teng bo'lgani uchun havoda yorug'lik tezligini kopincha c deb qabul qilinadi.

J.Fuko birinchi bo'lib, yorug'likning suvda tarqalish tezligini o'lchadi. U havodagi tezlikdan $4/3$ marta kichik, ya'ni $n=1,33$ bo'lib chiqdi.

Yorug'likning tarqalish tezligining o'zgarishiga sabab yorug'likning sinishi, ya'ni u bir shaffof muhitdan boshqa shaffof muhitga o'tishidatarqalish yo'nalishining o'zgarishidir.

c tabiatda signallarning tarqalish tezligi bo'lgani sababli va ko'pgina formulalarda uchragani uchun uning qiymati eng muhim fizik konstantalardan biri hisoblanadi. Ko'pincha tekshirishlardan keyin

$$c=299792,5 \pm 0,5 \text{ km/s}$$

ekani aniqlangan edi.

29-Mavzu: Yonig'likning qaytish va sinish qonunlari.

Linzalar va yupqa linza formulasi.

Reja:

- 1. Yonig'likning qaytish va sinish qonunlari.**
- 2. Yorug'likning sinish qoninlari. Sindirish ko'rsatkichi.**
- 3. Yiguvchi va sochuvchi linzalar. Linza formulasi.**

Ikki muhit chegarasiga yorug'lik tushganda umumiy holda AB yorug'lik nurining bir qismi BS qaytadi, qolgan BD qismi esa sinib ikkinchi muhitga o'tadi. Bunda tushuvchi AB nur bilan muhit sirtiga tushirilgan N perpendikulyar orasidagi burchak α tushish burchagi deyiladi. Shunga o'xshash qaytgan BS nur bilan N orasidagi burchak γ qaytish burchagi, singan BD nur bilan N orasidagi burchak β esa sinish burchagi deyiladi. Bordini ikkinchi muhitning sirti to'la qaytaruvchi bo'lsa, tushgan yorug'likning hammasi qaytadi. Yorug'likning qaytishi quyidagi qonunga asosan sodir bo'ladi:

Tushuvchi nur, qaytgan nur va ikki muhit chegarasidagi nurning tushish nuqtasidan chiqarilgan N bir tekislikda yotib, nurning qaytish burchagi tushish burchagiga teng boladi, yani $\alpha=\gamma$.

Ikki muhit chegarasidagi sirtning xossalriga qarab nurlarning qaytish xarakterlari har xil bo'ladi. Agar ikki muhit chegarasidagi sirtning notekisliklar o'lchamlari yorug'lik to'lqinining uzunligidan kichik bolsa, bunday sirtga ko'zgustmon sirt deytladi. Agar ikki muhit chegarasidagi sirtning notekisliklari o'lchamlari yorug'lik to'lqinining uzunligidan

kattabo'lsa, sirtidan qaytgan parallel nurlar dastasi sochilib, ixtiyoriy yo'nalishda tarqalib ketadi. Bunday qaytishga sochilib yoki diffuzion qaytish deyiladi.

Ko'zgusimon sirtlarga silliq oynaning sirti, yaxshilab jilolangan metallar sirti, simob sirlari misol bo'la oladi

Yorug'likni yaxshi qaytaruvchi ideal sirtga ko'zgu deyiladi. Agar ko'zgu sirti yassi bo'lsa, unga yassi ko'zgu deyiladi. Parallel nurlar dastasi yassi ko'zgudan qaytgandan keyin yana parallelligicha qolib, o'z tarqalish yo'nalishini o'zgartiradi.

Buyumning yassi ko'zgudagi tasvirini nuqtalar to'plami sifatida yasash mumkin. Buning uchun buyumning har bir nuqtasining ko'zguga simmetrik bo'lgan tasvir nuqtalarini topish kerak.

Buyumning yassi ko'zgudagi tasviri hamma vaqt mavhum, to'g'ri, buyumga teng va ko'zgu tekisligiga simmetrik bo'ladi.

Yorug'likning sinish qoninlari. Sindirish ko'rsatkichi.

Yorug'likning bir muhitdan ikkinchi muhitga, masalan suvdan havoga o'tganda sinishini biz tabiatda ko'p uchratamiz. Tiniq suvga botirilgan tayoqchanning qismi go'yo sinib qolgandek ko'rinishi, suv ostida yotgan buyumning haqiqiy o'rnidan siljigan holda ko'rinishi va boshqalarni eslaylik. Bularga yorug'likning muhitdan muhitga o'tishida sinishi hodisasi sababchidir.

Yorug'likning sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi;

Tushuvchi va singan nurlar ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasi orqali o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotib, tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir, ya'ni

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (1)$$

Bunda n - muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi yoki ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Endi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi haqida to'xtab o'taylik. Biror muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi uning absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Muhitlarning ana shu n_1 va n_2 absolyut ko'rsatkichlari, yorug'likning tushishi α va sinish β buichaklari sinuslari₅ yorug'likning shu muhitlardagi tezliklari ϑ_1 va ϑ_2 hamda muhitlarning nisbiy sindirish ko'rsatkichlari orasida quyidagi munosabat o'rinli.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \quad (2)$$

Yorug'lik sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan (masalan shishadan, suvdan) sindirish ko'rsatkichi kichikroq muhitga (masalan havoga) o'tganda to'la ichki qaytish hodisasi kuzatilishi mumkin. Masalan, yorug'lik havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichi n ga teng bo'lgan shishadan havoga o'tayotgan bolsin. Bu holda shisha birinchi havo esa ikkinchi muhit bolib xizmat qiladi.

U vaqtda sinish qonunini quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n} \quad (3)$$

Bundan $n \cdot \sin \alpha = \sin \beta$ Bu yerda $n > 1$ bo'lganligidan $\alpha > \beta$ ya'ni sinish burchagi tushish burchagidan katta demak, α tushish burchagini orttirgan sari, masalan chegaraviy 900 qiymatga sinish burchagi tezroq erishar ekan. Bu sharoitda singan nur ikki muhit chegarasi bo'ylab tarqaladi. Endi tushish burchagini yanada orttira borsak, singan nur yo'qolib, tushgan yorug'lik batamom birinchi muhitga qaytganini ko'ramiz. Bu hodisa tola ichki qaytish deyiladi.

Tushish burchagining sinish burchagi 90^0 ga teng bo'lgandagi qiymati α_0 tola qaytish chegaraviy burchagi deyiladi:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n} \quad (4)$$

Ravshanki, chegaraviy burchak turli materiallar uchun turli qiymatlarga ega. Masalan, havoga nisbatan olganda, suv uchun $\alpha_0=48035'$, shisha uchun $\alpha_0=41050'$, olmos uchun $\alpha_0=24040'$.

To'la ichki qaytish hodisasi hozirgi vaqtda texnikada ayniqsa, tola optikasi sohasida keng qo'llanilmoqda. Buning uchun yorug'likni kam yutuvchi va egiluvchan maxsus moddadan, chunonchi kvars shishasidan yasalgan ingichka silindrsimon tolalar yasaliib uning sirtiga sindirish ko'rsatkichi kichikroq bolgani shaffof material qatlami qoplanadi.

Ana shunday tola bo'ylab turli qonuniyatlar bilan o'zgaruvchi yorug'lik signallarini uzoq joylarga uzatish mumkin. Masalan, bu signallar telefon gaplaridan, televidenie ma'lumotlaridan iborat bo'lishi mumkin va hokazo.

Yiguvchi va sochuvchi linzalar. Linza formulasi.

Ikkita sferik sirt bilan chegaradosh shaffof jism (masalan, shisha, kvars) linza deb ataladi.

Sferik sirtlarning O_1 va O_2 markazlari orqali o'tuvchi $O_1 O_2$ to'g'ri chiziq linzaning bosh optik o'qi deyiladi. Linzaning o'rta qismiga joylashgan nuqta O ga uning optik markazi deyiladi.

Linza orqali o'tuvchi nurlarga beriladigan yo'nalishiga qarab linzalar yig'uvchi va sochuvchi linzalarga bo'linadi.

O'rta qismlari chekkalariga nisbatan qalinroq bo'lgan linzalarga yig'uvchi, o'rta qismi chekkalariga nisbatan yupqaroq bo'lgan linzalarga esa sochuvchi linzalar boladi.

Endi linzalar o'qidan o'tuvchi yorug'likka qanday yo'nalish berishini ko'raylik. Agar yig'uvchi linza orqali uning bosh optik o'qiga parallel yo'nalgan nurlar o'tkazsak, bu nurlar optik o'q ustida yotgan bir muqtada kesishishini ko'ramiz. Ana shu yig'uvchi nuqta linzaning bosh fokusi deyiladi. Sochuvchi o'tgan nurlarni teskari tomonga davomi optik o'qda yotgan bir nuqtada kesishadi. Ana shu nuqta linzaning mavhun fokusi deyiladi. Linzalar ikkita fokusga ega bolib, bir jinsli muhitda bu fokuslar linzaning ikki tomonida uning markazidan bir xil masofada yotadi.

Optik markazidan fokusigacha bo'lgan masofa linzaning fokus masofasi deyiladi. Ana shu fokus orqali optik o'qqa perpendikulyar o'tgali tekislik linzaning fokal tekisligi deyiladi. Fokus masofasiga teskari kattalik D linzaning optik kuchi deyiladi:

$$D = \frac{1}{F} \quad (5)$$

Optik kuchining HB sistemasidagi birligi dioptriya deyilib, fokus masofasi 1 m bo'lgan linzaning optik kuchidir:

$$1 \text{ dptr} = 1/\text{m}$$

Yig'uvchi linzalarda optik kuchi musbat, sochuvchi linzalarda esa manfiy boladi.

Ma'lumki, linza sirtlarini maxsus radius qiymatiga ega bo'lgan sharlarning bir qismi deb hisoblash inumkin. U holda linzaning fokus masofasini uning sirtlarining R_1 , R_2 egrilik radiuslari va linza moddasining absolyut sindirish ko'rsatkichi n yordamida ifodalash mumkin.

$$F = \frac{1}{(n-1)} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (6)$$

Bunda havoning sindirish ko'rsatkichi 1 ga teng deb qabul qilingan.

30-Mavzu: To‘la ichki qaytish. Yorug‘lik interferentsiyasi va uning texnikada qo‘llanishi. GyugensFrenel prinsipi.

Reja:

- 1. Yung tajribasi.**
- 2. Yupqa pardalardagi interferensiya.**
- 3. Gyugens prinsipi. Yorug‘lik nurlari.**

Ingliz fizigi T. Yung 1802 yili miln yorug‘lik interferensiyasini tajribada kuzatdi. Tajriba yaxshi qorong‘ilatilgan xonada o‘tkazildi. Tajribaning sxemasi ushbu rasmda keltirildi. Quyosh yorug‘ligi A tirqishli 1 pardaga tushadi. Yoritilgan A tirqishdan yorug‘lik ikkita, V va S tirqishlari bo‘lgan 2 pardaga tushadi. V va S tirqishlar A tirqishga nisbatan simmetrik joylashgani sababli, ularga A tirqishdagi yorug‘lik bir vaqtda yetib keladi. Ulardan yorug‘lik E ekranga tushadi. Ekranda quyidagi manzara kuzatiladi: ekranning chetlari kuchsiz yoritiladi, uning V va S tirqishlardan keluvchi yorug‘liklar ustma-ust tushuvchi o‘rtasida esa bir nechta yorug‘ (kamalak kabi rang-barang tovlanuvchi) va qorong‘u yo‘llar kuzatiladi, bu yoruglik interferensiyasi yuz berganligini ko‘rsatar edi.

Masala shundaki, odatdagi manbalardan nurlanuvchi to‘lqinlari o‘zaro moslashmagan (nokogerent) bo‘ladi. Ularning boshlang‘ich, fazalari tartibsiz (xaotik) o‘zgaradi. Shuning uchun fazoning har biri nuqtasida natijaviy to‘lqin amplitudasi ham tartibsiz va tez o‘zgarib turadt. Insonning ko‘zi ma‘lum inertlikka, egaligi sababli, u amplitudalarining o‘rtacha qiymatini sezadi, shu bois, bu holda interferension manzara kuzatilmaydi. Frenel bitta yorug‘lik manbaidan ikkita kogerent yorug‘lik to‘lqinlari olishning ajoyib usulini taklif etdi.

Frenel taklif etgan usulning mohiyati shundaki, bunda yorug'lik to'qlini ikkita kogerent toiqinlaiga ajratiladi. Bu to'qlinlar ustma-ust tushganda Frenel ularning iuterfereasiyasini kuzatadi.

Frenel o'z tajribalaridan birida S manbadan keluvchi yorug'lik to'qlinini asoslari bir-biriga yelimlab yopishtirilgan ikkita yupqa shisha prizmalar yordamida ikkiga ajratgan Bunday prizma Frenel biprizmasi deb yuritiladi Biprizmaning asosi - ravshan yoritilgan tirqishga parallel joylashtirilgan. Yung tajribasidagi kabi E ekranda interferensiyon manzara kuzatilgan. Bu hol quydagi rasmda tasvirlangan.

Yupqa pardalardagi interferensiya.

Sim qolipda sovun pardalari hosil qilib, unga proeksion apparatdan yorug'lik dastasini yonaltiramiz. Pardada kamalak rangini ko'ramiz.

Agar Yorug'lik dastasi yoliga qizil yorug'lik filtri qo'yilsa, kamalak rangli yo'llar o'rniga qorong'i yo'llar bilan bir-biridan ajratilgan bir xil qizil rangli yollar ko'rinadi.

Interferensiya hodisasi zamonaviy texnikada keng qo'llaniladi. Bunday qo'llanishlardan biri «yorug'lanish» optikasining yaratilishidir. Silliqlangan shisha sirti o'ziga tushgan Yorug'likning 4 foizini qaytaradi, Zamonaviy optik asboblarda ko'p sonli shishada qilingan qismlarga ega. Har bir qismdan o'tishda Yorug'lik 4 foiz zaiflashadi. Fotoapparat ob'ektividagi umumiy yo'qotish 25 foizini, prizmalı durbin va mikroskopda esa 50 foizini tashkil etadi.

Yorug'lik yo'qotilishini kamaytirish uchun optik asboblarda yorug'lik o'tuvchi barcha shisha qismlari sindirish ko'rsatkich shishaning sindirish ko'rsatkichidan kichik bo'lgan parda bilan qoplanadi. Pardaning qalinligi chorak to'qlin uzunligiga teng.

Interferensiya hodisasidan ishlangan sirtlarning sifatini tekshirishda

ham foydalanishadi. Buning uchun ishlangan sirt ustiga katta aniqlik bilan tayorlangan yassi etalon juda ehtiyotlik bilan (changlardan tozalanib, temperahiralar tenglashtirilib) qo'yiladi. Bu rasmda yassi va silliq sirtga ega bo'lishi kerak

bo'lgan D detal ustiga yassi etalonni qo'yish sxemasi va talab etilgan aniqlik bilan bo'lganda hamda zarur aniqlikka erishilganda kuzatiladigan interferension manzaralar keltirildi.

Zarur aniqlikka erishilganda etalon ostidagi butun sirt bir xil rangga ega boladi. Agar ishlangan sirtda nuqsonlar oz bo'lsa, interferension yo'llar keng bo'ladi, sirtning nuqsonlari ko'p bo'lganda esa interferension yo'llar tor va ularning shaklidan qaysi qismlarning berilgan shakldan farqlanishi oson ko'rinadi. Tekshirishning bunday usuli berilgan shakldan farqlanishlarni 0,01 mkm aniqlikkacha ko'rish imkonini beradi.

Gyugens prinsipi. Yorug'lik nurlari.

Fazoda to'lqin frontining ko'chishini to'lqin nazariyasi yordamida qanday tushuntirilishini qarab chiqamiz.

Rasmda ko'rsatilganidek 0 nuqtadan tarqalayotgan sferik to'lqin vaqtning biror momentida I vaziyatni olsin. Biror vaqt oraltg'idan keyin u I vaziyatni oladi. Fazoda to'lqin frontining ko'chishini Gyugens prinsipi yordamida tushuntiriladi. to'lqin frontining elementar to'lqinlar tarqatayotgan barcha nuqtalari vibratoridir; barcha bu elementar to'lqinlarning o'rovchisi to'lqin frontining yangi vaziyatini beradi (I sirt). (To'lqinlarning o'rovchisi barcha elementar to'lqinlarga o'tkazilgan urinma sirtdan iborat)

Bu yerda 0 nuqta tomonga kelayotgan tolqinlarning qo'shilishida tebranishlarning o'zaro susayishi ro'y berib mana shu yo'nalishda tolqinlar bir-birini so'ndirishini hisobga olish kerak. To'lqin frontining

ko'chish yo'nalishi rasmda VA strelka bilan ko'rsatilgan.

31-Mavzu: Yorug'lik difraksiyasi. Difraksion panjara.

Reja:

- 1. Yorug'lik difraksiyasi.**
- 2. Difraksion panjara va difraksion spektr.**

Yorug'lik tolqinining uzunligi juda kichik bo'lgandan, bir jinsli bo'lmagan muhitda, yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishidan chetlanish burchagi ham juda kichik bo'ladi. Shu sababli yopiqlikning difraksion manzarasini aniq kuzatish uchun to'siq bilan ekran orasidagi masofa juda katta yoki to'siqning o'lchami yorug'lik tolqin uzunligiga yaqin bo'ltishi kerak.

Yorug'lik difraksiyasi deb, yorug'lik to'lqinlarining kichik tirqish yoki to'siqqa tushganda uning geometrik soya tomoniga tarqalish hodisasiga aytiladi.

Yorug'likning difraksiyasini to'lqin frontiga qarab sferik to'lqin frontli yorug'likning difraksiyasi (Frenel difraksiyasi) ga va yassi to'lqin frontli yorug'likning difraksiyasi (Fraunhofer difraksiyasi) ga ajratish mumkin.

Ushbu rasmda har xil to'siqlardan: a) ingichka simdan, b) doiraviy teshiklardan hosil bolgan difraksion manzara tasvirlangan.

Ko'ndalik hayotda yorug'likning difraksion manzarasini kuzatish mumkin.

Masalan, tuman yoki terlagan deraza oynasi orqali ko'chadagi fonarga qaraib, juda kichik m tomchilari atrofida hosil bo'lgan katnalak xalqalardan iborat difraksion manzarasini ko'rasiz. C)q yorug'lik manbaiga qirov bosgan shisha, tutun va chang orqali qaraganda

ham bunday hodisani kuzatish mumkin.

Agar quyoshga ko'zni biroz qisib qaralsa, har tomonga tarqalayotgan rangli yo'hami ko'ramiz. Bu hodisa kipriklarimizdayorug'lik to'lqinlarining difraksiyalanishi sababli hosil bo'ladi.

Difraksion panjara va difraksion spektr.

Difraksiya hodisasini kuzatish uchun qo'llaniladigan qurollardan biri difraksion paiyaradir. Difraksion panjara bir xil ko'rinishdagi bir-biridan bir xil uzoqlikda joylashgan juda ko'p o'zaro parallel tirqishlardan iborat bolgan optik asbob. Yaxshi difraksion panjara shisha plastinkaga maxsus mashina yordamida olmos kedcich bilan zich joylashgan ingichka chiziq chizib tayyorlanadi. Quyidagi rasmda bunday difraksion panjaraning kesimi (a) va uning shartli belgisi (v) tasvirlangan.

Agar tirqishning kengligini n bilan, to'siqning kengligini b bilan belgilasa, ularning $d=a+b$ yig'indisiga difraksion panjara doimiysi yoki davri deyiladi.

Faraz qilaylik, difraksion panjaraga to'lqin uzunligi bo'lgan monoxromatik parallel nurlar tushayotgan bolsin. Difraksion panjaraning ikki qo'shni tirqishidan φ burchak ostida og'ayotgan 1 va 2 nurlarining hosil qilgan difraksiyasini qarab chiqaylik. Bu ikki nur o'zaro kogerent bo'lib, chizmadan ularning yoi farqi quyidagiga teng:

$$\Delta l = (a+b)\sin\gamma = d\sin\gamma \quad (1)$$

Ikkinchi tomondan kogerent nurlarning kuchayish shartiga binoan bu yerda $m=0,1,2,3\dots$ bosh difraksion maksimumlar tartibi (1) va (2) ga asosan quyidagi munosabatni yozamiz:

$$d\sin\gamma = m\lambda \quad (2)$$

Bu formulaga difraksion panjaraning asosiy tenglamasi deyiladi va undagi m son bosh maksimumning tartibini ko'rsatadi. Nolinchi ($m=0$)

tartibli markaziy maksimum faqat bitta bo'lib, birinchi, ikkinchi va hokazodan iborat bo'lgan bosh maksimumlar esa ikkitadan bo'ladi.

32-Mavzu: Yorug'lik dispersiyasi. Chiqarish va yutilish spektri.

Reja:

- 1. Yorug'lik dispersiyasi.**
- 2. Chiqarish va yutilish spektri.**

Yuqorida yorug'lik prizma orqali o'tganda sinib o'z yo'nalishidan og'ishini ko'rgan edik. Tajribalar yorug'lik nurining prizmada sinishi, ya'ni og'ishi o'ziga xos qonuniyatga bo'ysunishini ko'rsatadi. Bu qonuniyatni birinchi bo'lib Nyuton kashf qilgan. U oq (quyosh) nurini prizma orqali o'tkazib, oq yorug'lik binafsha, ko'k, havorang, yashil, sariq, zarg'aldoq va qizil nurlardan iborat ekanligini va bunda qizil nur eng kam va binafsha nur esa eng katta og'ishini aniqladi. Ana shu yetti xil nurlardan tashkil topgan tasvirni Nyuton spektr deb atadi. Bunday hodisaga, ya'ni yorug'lik sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lishiga, dispersiya hodisasi sababchidir.

Haqiqatan ham, yorug'lik vakuumdan muhitga o'tayotganda sindirish ko'rsatkichi bunda s -yorug'likning vakuumdagi, u esa muhitdagi tezligi. Yorug'likning ana shu muhitdagi tezligi u , to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lganligidan sindirish ko'rsatkichi n ham to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi.

Chiqarish va yutilish spektrlari.

Har xil moddalar doimo, ayniqsa, qizdirilgan vaqtda o'zidan nur chiqarib turadi. Bunga sabab shuki, moddaning atomlari yoki molekulalari to'xtovsiz (issiqlik) harakat qilib turadi. Bunday harakat davomida ular

o‘zaro to‘qnashib bir-birini uyg‘otadi.

Natijada bunday atomlar nur chiqarib, yana asosiy holatiga qaytib o‘tadi.

Bu chiqarilgan yorug‘lik to‘lqinlarining energiyasi (to‘lqin uzunligi) myayyan tarzda taqsimlangan bo‘ladi.

Yorug‘lik oqimi yo‘liga biror modda qo‘yib spektroskop orqali qaralsa, ma’lum to‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan yorug‘lik yutilgani koriladi. Masalan, qizil shisham olsak, u qizil yorug‘likka tegishli to‘lqinlarni o‘tkazib yuboradi, boshqa hamma to‘lqinlarni esa yutadi. Agar yorug‘lik chiqarmay turgan sovuq *gaz* orqali oq yorug‘lik o‘tkazilsa, manba yorug‘ligining uzluksiz spektri yuzida qora chiziqlar paydo bo‘ladi, bu rasmda keltirilgan.

Bunda *gaz* kuchli darajada qizigan holatda qanday uzunlikdagi to‘lqinlar chiqarsa, sovuq holatda shunday uzunlikdagi to‘lqinlardan iborat yorug‘likni yutadi.

Ana shu uzluksiz spektr yuzida qora chiziqlar yutilish chiziqlari bo‘lib, ularning yutilish spektrini hosil qiliadi.

Umuman, spektrlar ko‘rinishiga qarab tutash, chiziq-chiziq va yo‘l-yo‘l spektrlarga bo‘linadi.

Ma'lumki, qattiq yoki suyuq holatdagi moddalargina tutash spektr beradi. Tutash spektr'larga o‘ta qizitilgan metallarni, quyoshning nurlanishini misol qilib ko‘rsatish mumkin. Masalan, gazlar tutash spektr bermaydi.

Bunda misol qilib, vodorod, geliy gazlarining spektrlarini keltirish mumkin.

Tajribalar chiziq-chiziq spektrlarni molekular holdagi emas, balki atomlar holdagi barcha gazsimon moddalar hosil qilishini ko‘rsatadi. Ya'ni chiziq-chiziq spektrlar bir-biriga ta'sir etmaydigan atomlardan chiqadi.

Odatda, chiziq-chiziq spektrlarni alanga kiritilgan modda bug'ida, gaz bilan to'ldirilgan naydagi gaz razryadining sho'lasida kuzatish mumkin.

33-Mavzu: Spektral tahlil. Spektroskop. Yorug'likning qutiblanishi. Golografiya.

Reja:

- 1. Spektral tahlil.**
- 2. Spektroskop.**
- 3. Yorug'likning qutiblanishi.**

Biz yuqorida gapirib o'tgan chiziq-chiziq spektrlarning to'liq uzunliklari shu atomlarning xossalriga bog'liq ekan. Har bir atom o'ziga xos chiziq-chiziq spektrga ega

Shuning uchun ana shu spektrlarning xususiyatiga qarab turib uni chiqargan atomni, ya'ni «egasini» topib olish va hatto uning miqdorini ham ancha katta sezgirlik bilan (uning miqdori 10-10 g dan katta bo'lmagan hollarda ham) aniqlash mumkin.

Ana shunday, moddaning kimyoviy tarkibini uning spektriga qarab aniqlash usuli spektral tahlil deyiladi.

Spektral analiz usulining ochilishi juda ko'p kashfiyotlarga olib keldi. Masalan, quyoshning va yulduzlarning tarkibi ham spektral analiz yordamida o'rganilgan. Geliy elementi dastlab quyoshning tarkibida topilgan. Yer tarkibidagi rubidiy, seziy elementlari ham spektral analiz usuli yordamida aniqlangan.

Hozirgi vaqtda barcha atomlarning spektrlari aniqlangan bo'lib, ularning maxsus jadvallari tuzilgan.

Spektroskop.

Spektrlarni kuzatish uchun maxsus asbob spektroskoplar qo'llaniladi. Spektroskopning tuzilishi. Ushbu rasmda tasvirlangan.

S-yorug'lik manbai, L-linza, tirqish fokusda turadigan qilib joylashtirilgan K kollimatordan yorug'lik parallel dasta sifatida P' prizмага tushadi. Prizmada yorug'lik spektrga ajralib, L₃ linzaga tushadi. L₂ linza tegishli rangdagi nurlarni fokuslab kameraning ko'rish trubkasining fokal tekisligiga tushiradi.

Yorug'likning qutblanishi.

Turmalin kristalidan ma'lum tarzda kesilgan ikkita plastinkani bir-birining orqasiga qo'yamiz va ularning tasvirini ekranga tushiramiz. Kristallardan birini o'z o'qi atrofida aylantirib, ekranning kristallar tasvirlari kesishgan joydagi yoritilganligi o'zgarishini va aylantiriluvchi kristallning aniq bir holatida ekran butunlay qorong'u bo'lib qolishini ko'ramiz. Bu quyidagi rasmda tasvirlangan.

Bu natijani quyidagicha tushuntirish mumkin. Cho'g'lanma lampadan chiquvchi yorug'lik qutblanmagan. Turmalin kristalining birinchisidan o'tishidan yassi qutblangan bo'lib qoladi.

Bu turmalin kristali polyarizator (qutblovchi) bo'ladi. Turmalinning, ikkinchi kristali analizator vazifasini o'taydi: u qutblanish tekisligiga nisbatan aniq bir orientatsiyada bo'lganda o'zidan qutblangan yorug'likni deyarli to'liq o'tkazadi. Agar analizator 90° ga burilsa, u qutblangan yorug'likni deyarli o'tkazmay qo'yadi.

Turmalindan tashqari kristalldan ma'lum bir tarzda kesib tayyorlangan kvars plastinkalar ham ana shunday xususiyatlarga ega bo'ladi. Polyarizator va analizator vazifasini bajara oluvchi shaffof pardalar polyaroidlar deb nomlangan.

Biz bildikki, qutblanish faqat ko'ndalang to'lqinlarga xos xususiyat. Agar to'lqinlar qutblansa, ular ko'ndalang to'lqinlar bo'ladi. Yorug'likning qutblanish hodisasi yorug'lik to'lqinlarining ko'ndalang

to'liqlar ekanligiga guvohlik beradi. **Qutblangan yorug'likning qo'llanishi.**

Qutblangan yorug'lik ilmiy tekshirishlarda va texnikada keng qo'llaniladi. Qutblangan yorug'likning ayrim o'ziga xos qollanishlarini qarab chiqamiz.

Ko'p hollarda u yoki bu ob'ektning yoritilganligini bir tekis o'zgartirishga to'g'ri keladi. Yorug'lik manbai qarshisiga polarizator va analizatorni qoyib, analizatorni sekin aylantirish bilan ob'ektning yoritilganligini maksimaldan to'liq qorong'ilikkacha bir tekis o'zgartirish mumkin.

Polyaroidlardan turli rasmlarni, shisha va chinni buyumlarni fotosuratga olishda ulardan qaytgann sho'lalarni so'ndirishda ham foydalaniladi. Qaytgan yorug'lik qisman qutblangan. Keraksiz yorug'lik sho'lalarini yo'qotish uchun fotoob'ektivga qutblovchi filtr kiygiziladi.

Qurilish va mashinasozlik texnikasida qutblanish hodisasi inshoot va mashinalarning ayrim uzellarida yuzaga keluvchi kuchlanishlarni o'rganishda foydalaniladi. Fotoelastik usul deb nomlangan. Bu usulning tub mohiyati. quyidagicha, shaffof materialdan kuchlanishi tekshiriluvchi detalning. aniq yassi nusxasi tayyorlanadi.

So'ngra bu model rasmda ko'rsatilganidek A analizator bilan P polarizator orasiga qo'yiladi, yoritiladi va ekranga tasviri tushiriladi. Organik shishaning deformatsiyalanmagan plastinkasi optik jihatdan bir jinsli bo'lgani sababli ekranda faqat uning tarxlari ko'rinadi. Model deformatsiyalanmaganda organik shishaning bir jinsliliigi buziladi va ekranda detalning turli qismlarida yuzaga keluvchi kuchlanishlarning rangli rasmi paydo bo'ladi.

Qutblanishdan dekorativ maqsadlarda (masalan, vitrinalar qurishda, teatr sahnalarida va h.k.) geologiyada va fan-texnikaning boshqa qator

sohalarida foydalaniladi.

34-Mavzu: Rentgen nurlari va ularning tatbiqi. Elektromagnit to‘lqinlar shkalasi.

Reja:

- 1. Rentgen nurlari va ularning tatbiqi.**
- 2. Qo‘llanishlari.**
- 3. Elektromagnit to‘lqinlar shkalasi.**
- 4. Fotometriya.**

1895 yilda nemis fizigi V. Rentgen ichida katod nurlari hosil bo‘ladigan trubkadan shisha, havo, shuningdek, oddiy yorug‘lik uchun shaffof bo‘lmagan juda ko‘p jismlar orqali o‘tib ketadigan noma‘lum nurlar ham chiqishini payqadi. Keyinchalik bu nurlar rentgen nurlari deb ataldi

Rentgen nurlari ko‘zga ko‘rinmaydigan bo‘lib, ko‘pgina moddalarni sho‘lalandiradi va fotosezgir materiallarga kuchli ta'sir qiladi. Shuning uchun ularni tekshirishda rentgen nurlari ta'sir qilganda sho‘lalanadigan maxsus ekranlardan foydalaniladi.

Rentgen nurlari tez uchib borayotgan elektronlarni tormozlashda hosil bo‘ladi. Elektr toki elektronlar harakatidan iborat bo‘lgani uchun uchib borayotgan elektronlar atrofida elektr maydon mavjud. Elektron to‘siqqa urilishi momentida keskin tormozlanganda elektronning magnit maydoni tez o‘zgaradi va fazoga elektromagnit to‘lqinlar tarqaladi. Elektronning to‘siqqa urilgunga qadar tezligi qanchalik katta bo‘lsa, bu to‘lqinning uzunligi shunchalik qisqa bo‘ladi.

Rentgen nurlari rasmda ko‘rsatilganidek, maxsus ikki elektrodli lampalar yordamida olinadi. Bu lampalarga 50 - 200 kV tartibida yuqori kuchlanish beriladi.

Rentgen trubkasining qizigan katodi chiqarayotgan elektronlar anod va katod orasidagi fazoda kuchli elektr maydoni bilan tezlashtiriladi va katta tezlik bilan anodga uriladi. Bunda rentgen nurlari anod sirtidan chiqadi, u nurlar trubka shishasidan o'tib tashqariga chiqadi.

Rentgen nurlarini ularning qattiqligiga qarab farq qilish qabul qilingan: rentgen nurlarining to'liq uzunligi qanchalik qisqa bo'lsa, u shunchalik qattiq bo'ladi. Og'ir atomlar eng qattiq rentgen nurlari chiqaradi.

Rentgen nurlarining muhim xususiyati ko'rinadigan yorug'lik uchun shaffof bo'lmagan ko'pgina moddalarga nisbatan ularning o'tish qobiliyatining yuqoriligidir.

Rentgen nurlari qanchalik qattiq bo'lsa, ular shunchalik kuchsiz yutiladi va ularning o'tish qobiliyati shunchalik yuqori bo'ladi. Moddada rentgen nurlarining yutilishi uning atom tarkibiga bog'liq: har qanday kimyoviy moddalar tarkibiga og'ir elementlarning atomlari kirgan bo'lsa, ular rentgen nurlarini kuchli yutadi. Har qanday elektromagnit to'liqlar kabi rentgen nurlar ham elektr va magnit maydonlarda og'maydi. Rentgen nurlarining sindirish ko'rsatkichi birdan juda kam farq qiladi va ular bir muhitdan boshqa muhitga o'tishida sinmaydi. Rentgen nurlarining bu xususiyati bilan ularning o'tish qobiliyatining yuqoriligi amalda keng qo'llaniladi.

Agar rentgen nurlari manbai bilan ularning ta'sirida sho'lalanuvchi ekran orasiga biror jism joylashtirilsa, ekranda jismning qora tasviri hosil bo'ladi. Agar bir jinsli jismning ichida bo'shliq bo'lsa, unda ekranda ana shu tegishli joy yorug'roq bo'lib ko'rinadi. Bu hodisada mashulotlar ichidagi defektlarni topishda (defektoskopiya) foydalaniladi.

Difraksion manzaralarni o'rganish rentgen nurlanishining to'liq uzunligini aniqlash imkonini berdi. U 10^{-14} dan 10^{-7} m gasha bo'lgan intervalda yotadi.

Tekshirishlarning ko'rsatishicha, rentgen nurlanishi katoddan

chiqarilgan va elektr maydon bilan tezlashtirilgan tez harakatlanuvchi elektronlarning anod moddasida tormozlanishi tufayli hosil boʻladi. Elektronlar tormozlanishida ularning kinetik energiyasi nurlanish energiyasiga aylanadi. Bunday nurlanish tormozlanish rentgen nurlanishi deb yuritiladi.

Qoʻllanishlari.

Rentgen nurlanishining qoʻllanishlari haddan tashqari keng. Rentgen nurlanishining kasallik manbalarini aniqlash maqsadida insonning turli a'zolari rasmini olish uchun foydalanilishi (rentgenodiagnostika) hammaga ma'lum. Rentgen nurlari xavfli oʻsmalarni davolashda ham (rentgenoterapiya) qollaniladi.

Texnikada mashina detallari, ularda boʻlishi ehtimol tutilgan defekt (kamchilik)larni aniqlash maqsadida rentgen nurlari bilan yoritib koʻriladi. Ayniqsa, kristallar tuzilishini oʻrganishda rentgen nurlanishining ahamiyati beqiyos. Chunonchi, rentgen nurlari kristallardan oʻtganda hosil boʻladigan difraksion manzara, ularning tuzilishi haqidagi eng toʻliq ma'lumotni oʻzida saqlaydi. Difraksion manzara boʻyicha kristall panjaralarning doimiylari aniqlangan.

1971 yili rentgen diapazonidagi elektromagnit nurlanishi beruvchi yulduz topildi. Hozirgi vaqtda Koinotdagi 500 dan ortiq rentgen nurlanishi manbalari aniqlangan.

Bundan tashqari Erga osmonning barcha qismlaridan keluvchi fon (tag) rentgen nurlanishi deb yuritiluvchi nurlanish ham aniqlangan. Kosmosdan keluvchi rentgen nurlari unda yuz beruvchi jarayonlar haqidagi yangi va qiziqarli ma'lumotlarni olib keladi. Astronomiyaning yangi boʻlimi –rentgen astronomiyasi paydo boʻldi.

Elektromagnit to‘lqinlar shkalasi.

J.Maksvell elektromagnit hodisalar nazariyasini ishlab chiqdi va tabiatda elektromagnit to‘lqinlar mavjudligini ko‘rsatdi. G. Gers esa ularni hosil qilib, eksperimental ravishda tekshirdi.

Gers, Popov, Lebedov tadqiqotlari Maksvell nazariyasini tasdiqladi va bu tadqiqotlar tebranish konturi yordamida to‘lqin uzunligi bir necha kilometrdan 6 mm gacha bo‘lgan elektromagnit to‘lqinlar olish mumkinligini ko‘rsatdi. Maksvell nazariyasidan, yorug‘lik nurlanishi tabiiy vibratorlar - atomlar va molekulalar hosil (qiluvchi juda qisqa elektromagnit to‘lqinlardan iborat ekanligi kelib chiqadi.

Shunday qilib, o‘tgan asraing oxirlarida to‘lqin uzunligi bir necha kilometrdan 6 mm gacha va 0,3 mm

(infraqizil nurlanish) dan 0,1 mkm (ultrabinafsha) elektromagnit to‘lqinlar ma’lum edi. Keyinroq rentgen nurlari kashf qilindi. Bu nurlar juda qisqa elektromagnit to‘lqinlar edi.

Radioaktiv hodisalarni o‘rganish to‘lqin uzunligi rentgen nurlarining to‘lqin uzunligidan ham qisqa bo‘lgan elektromagnit nurlanishlarni qayd qilishga imkon berdi. Bu nurlanishni gamma-nurlanish deb ataldi.

Yana ham keyinroq eksperimental ravishda elektromagnit to‘lqinlar olindi, ular elektromagnit to‘lqinlar spektridagi bo‘sh joylarni to‘ldirdi.

Ma'lum elektromagnit to‘lqinlar shkalasi quyidagi rasmda tasvirlangan. Elektromagnit to‘lqinlar ularning uyg‘otilish usullariga qarab tiplarga taqsimlangan. Shkalada turli tipdagi to‘lqinlar diapazonining ustma-ust tushishi bunday uzunlikdagi to‘lqinlarni ikki xil usulda olish mumkinligini ko‘rsatdi. Masalan, 0,1 mm uzunlikdagi to‘lqinni sun'iy vibrator yordamida va issiqlik nurlanishida olish mumkin. Bu to‘lqinlarning fizik xoasalari butunlay bir xil, chunki ular to‘lqinlarni uyg‘otish usuli bilan emas, to‘lqin uzunligi bilan aniqlanadi.

Ushbu rasmda ko‘rinadigan yorug‘lik diapazoni elektromagnit to‘lqinlar spektrining juda kichik qismini tashkil etishi ko‘rinib turibdi.

Fotometriya.

Yorug‘lik manbalarining xarakteristikasini, yorug‘likning xususiyatlarini va predmetlarning yoritilganligini o‘rgatuvchi bir bo‘limi fotometriya deyiladi.

Elektromagnit to‘lqining yorug‘lik sezgilarini uyg‘otuvchi qismi yorug‘lik nurlanishi deb, ataladi. Har qanday yorug‘lik nurlanishi yorug‘lik energiyasi bilan xarakterlanadi. Yorug‘lik energiyasi yorug‘lik oqimi, ravshanlik, yorqinlik, yorug‘lik kuchi va yoritilganlik deb ataluvchi fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

O‘lchami tekshirayotgan masofaga nisbatan juda kichik bo‘lgan yorug‘lik manbaiga nuqtaviy manba deb ataladi.

35-Mavzu: Yorug‘lik oqimi. Yorug‘likning kuchi.

Yoritilganlik. Ravshanlik.

Reja:

- 1. Yorug‘lik oqimi.**
- 2. Yorug‘lik kuchi. Yoritilganlik.**
- 3. Yoritilganlik qonuni. Ravshanlik.**

Yorug‘lik manbaining nurlanish oqimi F deb, vaqt birligi ichida hamma yo‘nalishda nurlanayotgan yorug‘lik energiyasiga miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik kattalikga aytiladi, ya'ni:

$$\Phi = \frac{W}{t} \quad (1)$$

Biror sirtga tushyotgan nurlanish oqimi shu sirtning S yuzi uning fazodagi vaziyatiga va nurlanish manbaigacha bo'lgan masofaga bog'liq.

Amalda fazoning chegaralangan qismida, ya'ni fazoviy burchagi ostida tarqalayotgan nurlanish oqimi bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.

Fazoviy burchak W deb, fazoning konus sirti bilan chegaralangan qismiga aytiladi,

Uchi sharning markazida yotgan konusning shar sirtidagi S yuzini shar radiusining kvadrati r^2 ga nisbati konus bilan chegaralangan fazoviy burchak W ga teng, ya'ni,

$$W = \frac{S}{r^2} \quad (2)$$

Fazoviy burchakning HB sistemasidagi o'lchov birligi.

sr (steradian).

1 steradian deb, shar sirtidan radiusining kvadratiga teng yuzini chegaralovchi konusning fazoviy burchagiga aytiladi.

$$|\Omega|_{CN} = \frac{|S|_{CN}}{|r^2|_{CN}} = \frac{1M^2}{1M^2} = 1$$

Butun sfera yuzi $S = 4\pi r^2$ ni qamrab olgan to'liq Ω fazoviy burchak quyidagiga teng bo'ladi

$$\Omega_T = \frac{S}{r^2} = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \quad (3)$$

Yorug'lik kuchi.

Manbaning yorug'lik kuchi 1 deb, bir birlik fazoviy burchak ostida chiqayotgan yorug'lik oqimiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni:

$$I = \frac{\Phi_T}{\Omega} \quad (4)$$

Nuqtaviy yorug'lik manbaining yorug'lik kuchi barcha yo'nalishlarda

bir xil bo'ladi.

HB sistemasida yorug'lik kuchining birligi kandela (lotincha «kandela»-sham) bo'lib, oltinchi asosiy birlik bo'lib hisoblanadi.

Yorug'lik kuchi yo'nalishga bog'liq bo'lgan yorug'lik manbalari uchun ba'zan yorug'likning o'rtacha sferik kuchidan foydalaniladi. U quyidagi ifodadan topiladi:

$$I = \frac{\Phi_T}{4\pi} \quad (5)$$

Bunda F_T lampaning to'liq yorug'lik oqimi.

Yorug'lik oqimining HB sistemadagi o'lchov birligini keltirib chiqaramiz:

$$F_T = \text{lkd lsr} = \text{lm (lyumen)}$$

1 lyumen deb, yorug'lik kuchi 1 kd ga teng bo'gan nuqtaviy yorug'lik manбайдan 1 sr fazoviy burchak ostida nurlanayotgan yorug'lik oqimiga aytiladi.

Yoritilganlik.

Yorug'lik oqimi faqat nurlanayotgan jismning mustaqil yorug'lik chiqarishi emas, shu bilan birga, tashqi manbadan tushayotgani yorug'likning sochilishidan va qaytishidan ham hosil bo'ladi. Shuning uchun ham yoritilayotgan sirtga tushayotgan yorug'lik oqimini xarakterlovchi fizik kattalik yoritilganlik tushunchasi kiritiladi.

Yoritilganlik E deb, yoritilayotgan sirtning bir birlik yuzasiga mos kelgan yorug'lik oqimiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (6)$$

Yoritilganlikning HB sistemasidagi o'lchov birligini keltirib chiqamiz:

$$|E| = \frac{|\Phi|}{|S|} = \frac{1B\phi}{1m^2} = \text{lk (luks)}.$$

1 Luks deb, har bir kvadrat metriga 1 lyumen yorug'lik oqimi tekis tushgan sirtining yoritilganligiga aytiladi.

Yoritilganiik qonuni.

Nuqtaviy yorug'lik manbai hosil qilayotgan sirtining yoritilganligi E yorug'lik kuchi I ga va manbadan sirtigacha bo'lgan masofa r ra bog'liq bo'ladi. Agar nuqtaviy yorug'lik manbai sferaning markazida bo'lsa, bu sferaning $S=4\pi r^2$ yuziga teng bo'lgan ichki sirtining yoritilganligi E quyidagiga teng:

$$E = \frac{F}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2} \quad (7)$$

Bu munosabat yoritilganlikning birinchi qonuning matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi:

Nurlar perpendikulyar tushayotganda, sirtning yoritilganligi E manbaning yonjg'lik kuchi I ga to'g'ri proporsional va manbadan yoritilayotgan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadrati r^2 ga teskari proporsional bo'ladi.

Agar sirtga parallel nurlar i burchak ostidan tushayotgan bo'lsa, sirtning yoritilganligi E nurlari perpendikulyar joylashgan sirtning yoritilganligi E_0 bilan quyidagi bog'lanishga ega

$$E = E_0 \cos i \quad (8)$$

bu munosabat yoritilganlik ikkinchi qonunning matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi:

Parallel nurlar bilan yoritilgan sirtning yoritilganligi shu sirtga tushayotgan nurning tushish burchagi kosinusi proporsional bo'ladi.

Nuqtaviy yorug‘lik manbai uchun (8) formuladagi E_0 ni uning (7) dagi qiymati bilan almashtirilsa, quyidagi formula kelib chiqadi:

$$E = I/r^2 \cos i \quad (9)$$

ya'ni sirtning yoritilganligi yorug‘lik tushish burchagi kosinusiga proporsionaldir.

Ravshanlik.

Yorug‘lik manbalari nuqtaviy bo‘lmaganda, ya'ni nurlanish sirtiga ega bo‘lganda, sirt ravshanligi (yoki soddarog‘i ravshanlik) deb ataluvchi fizik kattalik tushunchasi kiritiladi.

Yorug‘lik manbaining ravshanligi B deb, manba sirtining yuza birligiga perpendikulyar yo‘nalishida chiqayotgan yorug‘lik kuchiga miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni;

$$B = I/S \quad (10)$$

Ravshanlikning HB sistemasidagi birligini keltirib chiqamiz:

$$|B| = \frac{|I|}{|S|} = \frac{1kd}{1m^2}$$

Inson ko‘zi qayd qiladigan eng kam ravshanlik 10^{-6} kd/m² ga yaqin ravshanlik 10^5 kd/m² dan ortiq bo‘lsa, ko‘zda og‘riq seziladi va ko‘rish organlari zararlanishi mumkin.

36-Mavzu: Nisbiylik nazariyasi asoslari. Eynshteynning nisbiylik nazariyasi postulatları. Tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonuni.

Reja:

- 1. Nisbiylik nazariyasi elementlari.**
- 2. Eynshteynning nisbiylik prinsipi.**
- 3. Tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonuni.**
- 4. Eynshteynning tezliklarni qo‘shish nazariyasi.**

A.Eynshteyn tomonidan XX asr boshlarida yaratilgan nisbiylik nazariyasi fizika tarixida alohida o‘rin tutadi. Bir tomondan u XIX asr klassik fizikasini tugalladi, ikkinchi tomondan, zamonaviy fizikani boshlab berdi va uning asoslaridan biri bo‘lib qoldi.

Nisbiylik nazariyasining boshlanishi.

G. Galiley tomonidan aniqlangan klassik mexanikaning nisbiylik prinsipi quyidagicha: mexanikada barcha inersial sanoq sistemalari teng huquqli yoki mexanika qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida bir xil shaklga ega.

Shuning uchuri sanoq sistemasining to‘g‘ri chiziqli tekis harakati bu sistemada yuz beruvchi mexanik jarayonlarga hech qanday ta'sir etmaydi.

Uzoq vaqt (deyarli XX asr boshigacha) fiziklar bu prinsip mexanikada o‘rinli, elektrodinamikada esa, o‘rinli emas deb hisoblashgan. Nisbiylik prinsipining bunday talqin qilinishi elektromagnit hodisalarini noto‘g‘ri tushunish bilan bog‘liq edi. Elektromagnit to‘lqinlar (shu jumladan yorug‘lik ham) bu butun fazoni egallovchi maxsus muhit - efirda tarqaluvchi to‘lqinlardir, deb hisoblanar edi.

Shuning uchun elektromanit hodisalar efirga nisbatan qo‘zg‘almas bo‘lgan sanoq sistemasida. unga nisbatan to‘g‘ri chiziqli tekis harakat

qiluvchi sistemadagiga qaraganda boshqacharoq yuz berishi kerak.

Ammo efirning mavjudligini tasdiqlovchi hodisalarni topish yoʻlidagi barcha urinishlar muvaffaqiyatsiz tugadi.

Elektromagnit toʻlqinlarga efirning mavjudligini inkor etuvchi yangicha, zamonaviy qarash 1905 yili A. Eynshteyn tomonidan ilgari surildi.

Eynshteynning nisbiylik prinsipi.

Eynshteyn oʻzining, «Harakatlanuvchi jismlar elektrodinamikasiga oid» nomli birinchi va asos qilib olinuvchi ishida postulat tarzida Galileyning nisbiylik prinsipi faqat mexanikadagina emas, balki elektrodinamikada ham oʻrinlidir, degan fikrni aytgan edi. Keyinchalik bu postulat Eynshteynning nisbiylik prinsipi nomini oldi. Uni quyidagicha taʼriflash mumkin: fizika qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida bir xil shaklga ega boʻladi. Yoki har qanday fizik hodisalar bir xil boshlangʻich shartlarda barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz beradi.

Eynshteynning nisbiylik prinsipi - zamonaviy fizikaning fundamental qonunlaridan biri, Olamni tushunishning zamonaviy asosidir. A. Eynshteyn nisbiylik prinsipini, quyidagi postulat bilan toʻldirdi: yorugʻlikning vakuumdagi tezligi chegaraviydir, yaʼni tabiatda uchraydigan tezliklarning eng kattasidir va manbaning harakat tezligiga ham, kuzatuvchining harakat tezligiga ham bogʻliq emas. Odatda bu postulat quyidagicha taʼriflanadi: yorugʻlikning vakuumdagi tezligi barcha inersial sanoq sistemalarida chegaraviy tezlik boʻladi manba va kuzatuvchining harakat tezligiga bogʻliq emas.

Tezliklarni qoʻshishning relyativistik qonuni.

Nisbiylik nazariyasining yorugʻlik tezligining chegaraviy xarakteri

haqidagi prinsipi tezliklarni qo'shish qonunini qayta ko'rib chiqishni talab etadi. Aytaylik, M moddiy nuqta K' inersial sanoq sistemasiga nisbatan X' o'q yo'nalishida tezlik bilan bir tekis harakatlansin, K' sistema o'z navbatida K qo'zg'almas sistemaga nisbatan doimiy tezlik bilan harakatlansin rasmda tasvirlanganidek.

Bu formulaning to'g'riligi undan kelib chiqadigan barcha natijalarning tajribaga mos kelish bilan tasdiqlanadi.

Harakat tezliklari yorug'lik tezligidan ancha kichik ($u \ll c$, $v \ll c$) bo'lganda, $u, v/c \ll 1$ bo'ladi va relyativistik formula bo'yicha hisoblangan natijaviy tezlik, amalda, klassik fizikaning tezliklarni qo'shish formulasi bo'yicha hisoblangan tezlik bilan bir xil bo'ladi. Ammo katta tezliklar qo'shilganda natija boshqacha bo'ladi.

Aytaylik, ikki jism bir-biriga qarab, $u' = 200\,000$ km/s Va $v = 200\,000$ km/s tezlik bilan harakatlansin. Tezliklarni qo'shishning klassik formulasiga ko'ra ularning nisbiy tezligi $u = 200\,000$ km/s + $200\,000$ km/s = $400\,000$ km/s bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, Nyuton mexanikasi qonunlariga ko'ra yorug'lik tezligidan katta tezlikdagi harakatlar ham bo'lishi mumkin. Ammo tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni bunga yo'l qo'ymaydi;

Harakatlanuvchi K' sistemaga mahkamlangan manbadan yorug'lik X' o'q yo'nalishida (vakuumda) s tezlik bilan tarqalsin.

Manba K' sistema bilan birga nur yo'nalishida K sistemaga nisbatan tezlik bilan harakatlanadi Yorug'likning K sistemaga nisbatan (nisbiy) tezligi klassik formulaga ko'ra

$$U = C + V \quad (3)$$

ga, relyativistik formulaga ko'ra

Ko'ramizki, yorug'likning vakuumdagi tezligi manba tezligiga

bog'liq emas va bir vaqtda ham doimiy, ham chegaraviy kattalikga e'ga bo'ladi: hech narsa yorug'likning vakuumdagi tezligidan ko'ra tezroq harakatlana olmaydi.

Eynshteynning tezliklarni qo'shish nazariyasi.

Lorens almashtirishlarining yana bir muhim natijalaridan biri klassik mexanikaga qiyosan tezliklarni qo'shish teoremasining o'zgarishidir.

S sanoq sistemasida v tezlik bilan harakatlanayotgan vagon ichida moddiy nuqta vagonning harakat yo'nalishi bo'yicha (vagonga nisbatan) u' tezlik bilan harakat qilsin.

Eynshteynning tezliklarini qo'shish teoremasiga binoan nuqtaning S sanoq sistemasidagi tezligi

v va u' tezliklar yorug'lik tezligi s ga nisbatan juda kichik bo'lsa, (5) ning maxrajini birga teng deb qabul qilish mumkin, u holda klassik mexanikaning tezliklarni qo'shish formulasi hosil bo'ladi: $i=i'+v$.

Endi boshqa chekli holni qarab chiqamiz. S' sistemada X^1 o'q bo'yicha yo'nalayotgan yorug'lik nuri bilan ish ko'rayotgan bo'laylik. Unda $i'=s$ bo'ladi, bu yorug'lik nurining S sistemada tarqalish tezligi uchun dan quyidagini olamiz:

Bu natija Eynshteynning birinchi postulati, ya'ni yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi bilan mos keladi. Hatto sistemalarning nisbiy harakatlanish tezligining o'zi s ga yaqin bo'lsa (ya'ni $v=c$), i ning s ga teng bo'lishini qayd qilib o'tamiz. Bu dalil nisbiylik nazariyasida har qanday tezliklarni qo'shganda ham natija vakuumda yorug'likning tarqalish tezligi s dan ortmasligini tasdiqlaydi.

Shuni qayd qilib o'tish lozimki, vakuumda yorug'likning tarqalish tezligi chegaraviy tezlik bo'lib. undan oshirish mumkin emas.

Yorug'likning biror muhitdagi s/n ga teng bo'lgan tezligi (bunda n shu

muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi) chegaraviy kattalik bo'lmaydi, elektronlarning suvda harakatlanish tezligi yorug'likning suvda tarqalish tezligidan katta bo'lishi mumkin.

37-Mavzu: Vaqt oralig'ining, jism massasi va o'lchamlarining tezlikka bog'liqligi. Massa va energiyaning o'zaro bog'lanish qonuni.

Reja:

- 1. Uzunlik va vaqt oralig'i tushunchalarining nisbiyligi.**
- 2. Jism massasi va o'lchamlarining tezlikka bog'liqligi.**
- 3. Massa va energiyaning o'zaro bog'lanish qonuni.**

Sanoq sistemasida tinch turgan va harakatlanayotgan sterjen uzunligini o'lchash to'g'risidagi masalani qarab chiqamiz.

Agar sterjen kuzatuvchiga nisbatan harakatsiz bo'lsa, unda sterjenning uchi va oxiriga masshtabni qo'yib, uning uzunligini o'lchash mumkin. Shu tarzda o'lchangan uzunlikni sterjenning xususiy uzunligi deb ataladi va l_0 bilan belgilanadi. Bu tajribada jismning biror chiziqli o'lchamini oddiy o'lchashlarda o'lchangan uzunligidir.

Kuzatuvchi qo'zg'almas bo'lib, S inersial sistemada turgan bo'lsin, sterjen esa bu sistemaning X o'qiga parallel bo'lib, o'q bo'yicha tezlik bilan harakatlansin. Bunday kuzatuvchi harakatlanayotgan sterjenning uzunligini l qanday o'lchash mumkin?

Ravshanki, bu yerda oddiy usulda o'lchash to'g'ri kelmaydi. Bunda quyidagicha ish tutish mumkin: rasmda ko'rsatilganidek, tinch turgan kuzatuvchi o'zi turgan S sanoq sistemasidagi soatga ko'ra biror momentda sterjenning uchi va oxirining vaziyatlarini belgilaydi, shunda bu

belgilar orasidagi masofa 1 ni olchaydi, bu qo'zg'almas sanoq sistemasida harakatlanayotgan sterjenning uzunligi bo'ladi. Nisbiylik nazariyasiga muvofiq

Shunday qilib, sterjen uzunligini o'lchash natijalari nisbiy bo'lib, sanoq sistemasiga nisbatan uning harakatlanish tezligi u ga bog'liq ekanligiga ishonch hosil qildik; uzunlik uning xususiy uzunligi 10 dan doim kichik chiqadi (ko'paytuvchi birdan kichik), biror sanoq sistemasiga nisbatan sterjenning harakatlanish tezligi qanchalik katta bo'lsa, shu sistemada sterjenning o'lchangan uzunligi shunchalik kichik bo'ladi.

Agar sterjenni 90^0 ga bursak, ya'ni X o'qqa vaharakat yo'nalishiga perpendikulyar qilib qo'ysak, unda sterjenning uzunligi 10 ga nisbatan o'zgarmaydi. Shunday qilib, harakatlanayotgan jismning o'lchamlarini o'lchashda uning harakat yo'nalishi bo'yicha o'lchangan o'lchamlarigina qisqargan bo'ladi.

Bu effekt nisbiy ekanligini ham qayd qilib o'tamiz. Masalan, agar S inersial sistemada bitta bir metrli lineyka (chizg'ich) qo'zg'almas, boshqa shunday lineyka esa S' sistemada qo'zg'almas bo'lib, bu inersial sistemalar bir-biriga nisbatan tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, unda biri S sistema bilan ikkinchisi S' sistema bilan bog'langan ikki kuzatuvchining har qaysisi uchun o'ziga nisbatan harakatlanayotgan lineyka qisqaroq bo'lib tuyuladi.

Endi vaqt oraliqlarining nisbiyligi to'g'risidagi masalani qarab chiqamiz. Bir-biriga nisbatan harakatlanayotgan ikkita inersial sanoq sistemada bir xil ideal soatlar sinxron yurmasligiga ishonch hosil qilgan edik.

Bir kuzatuvchi harakatlanayotgan vagonda turgan bo'lsin va vagonga nisbatan qo'zg'almas soatga ega bo'lsin. Vagon bilan bog'langan sanoq

sistemasini S' deb ataymiz. Boshqa kuzatuvchi va uning soati Yerga nisbatan qo'zg'almas bo'lib, poezd tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. Yer bilan bog'langan sanoq sistemasini S bilan belgilaymiz.

Vaqtning t'_1 momentida (a rasmda tasvirlanganidek) vagonda lampochka yonsin (aniq bir voqea ro'y berdi), vaqtning t'_2 momentida (rasmda ko'rsatilganidek) lampochka o'chdi (yangi voqea ro'y berdi). Vagonda turgan kuzatuvchi uchun bu ikki voqea fazoning (vagonning) bir nuqtasida, lekin vaqtning t'_1 va t'_2 momentlarida ro'y berdi.

Ikkala voqea ham fazoning bir nuqtasida sodir bo'lgan sanoq sistemasi uchun shu ikki voqea orasidagi vaqt intervali xususiy vaqt intervali deb ataladi va T_0 bilan belgilanadi. Shunday qilib, vagondagi kuzatuvchi uchun

$$t'_2 - t'_1 = T_0$$

Yerdagi kuzatuvchi uchun bu ikkala voqea fazoning turli nuqtalarida va uning soatiga ko'ra vaqtning turli momentlari t'_1 va t'_2 da sodir bo'ladi. Haqiqatan ham, lampochka bir joyida yonib, boshqa joyda o'chdi, chunki u yonib turgan vaqt davomida vagon yerga nisbatan biror masofa o'tdi. Yerdagi kuzatuvchi uchun bu voqealar orasidagi vaqt intervali quyidagicha bo'ladi:

$$t_1 - t_2 = T$$

Nisbiylik nazariyasiga ko'ra

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

(2) dan $T_0 < T$ ekani, ya'ni xususiy vaqt intervali kichik ekani ko'rinib turibdi. Shunday qilib, kuzatuvchilarning turli sistemalarda turib bajargan o'lchashlariga ko'ra voqealar fazoning bir nuqtasida sodir bo'lgan inersial sistemada soat sekinroq yuradi.

Massa va energiyaning o‘zaro bog‘lanish qonuni.

Massa va energiyaning o‘zaro bog‘liqlik qonuni. Klassik fizikada tanlab olingan sanoq sistemasida tinch holatda turuvchi jismning massasi va energiyasi o‘zaro bog‘lanmagan. Nisbiylik nazariyasida bu kattaliklarning o‘zaro bog‘langanligi aniqlangan.

Quyida A. Eynshteyn tomonidan taklif etilgan massa bilan energiya orasidagi bog‘lanishni keltirib chiqarish usullaridan biri keltiriladi.

Rasmda ko‘rsatilganidek V jism K sanoq sistemasiga nisbatan tinch holatda bo‘lsin jismga o‘ng va chap tomondan bir xil qisqa muddatli yorug‘lik impulsleri tushsin. Har bir impuls energiyasini $\frac{\Delta E}{2}$ bilan belgilasak, ikkala impulsning to‘liq energiyasi E ga teng bo‘ladi. V jism har ikkala impuls energiyasini to‘liq yutadi deylik. Yorug‘lik jismga o‘ng va chap tomondan bir xil sharoitda ta’sir etgani sababli, V jism K sistemaga nisbatan tinch holatda qoladi.

Ana shu hodisaning o‘zini K sistemaga nisbatan vertikal ravishda pastga tomon tezlik bilan harakatlanuvchi K' sistemada qarab chiqamiz. By sistemada V jism vertikal ravishda yuqoriga tezlik bilan harakatlanadi.

Aytaylik, jismning yorug‘likni yutgungacha bo‘lgan massasi m bo‘lsin. U holda jismning K¹ sistemadagi yorug‘lik yutgungacha bo‘lgan impulsi mu ga teng bo‘ladi. Jismga yutilgan bitta yorug‘lik impulsini

$$\Delta P_1 = \frac{\Delta E}{2c} \quad (3)$$

ko‘rinishda, uning U o‘q bo‘yicha proeksiyasini

$$\Delta P_{1y} = \frac{\Delta E}{2c \sin \alpha} \quad (4)$$

shaklida yozish mumkin. Rasmdan ko‘rinadiki, $\sin \alpha = 0$ ga teng.

U holda har ikkala tomondan tushgan yorug‘likning jismga bergan

to'liq impulsining Y o'qdagi proeksiyasi

$$\Delta P_y = 2\Delta P_{1y} = 2\Delta E / 2c \sin \alpha = \frac{2\Delta E}{2c} \cdot \frac{g}{c} = \frac{\Delta E_g}{c^2} \quad (5)$$

ra teng bo'ladi. Jism va ikkita yorug'lik impulsidan iborat sistemaning yorug'lik yutilgungacha bo'lgan yig'indi impuls

$$P_y = m g + \frac{\Delta E_g}{c^2} \quad (6)$$

ga teng.

Aytaylik, V jism har ikkala yorug'lik impulsini to'liq yutgan bo'lsin. Buning natijasida uning massasi ortadi va m' bo'lib qoladi. Sistemaning V jism yorug'lik impulsini yutgandan keyingi impuls (uning Y o'qdagi proeksiyasi)

$$r_u^1 = m_u^1$$

formula bilan aniqlanadi.

$$\text{Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra } r_u^1 = r_u \text{ yoki } m'_u = m g + \frac{\Delta E_g}{c^2} -$$

bo'ladi, bundan

$$m^1 - m = \frac{\Delta E}{c^2} \quad (7)$$

topiladi.

Bu munosabat massa va energiyaning o'zaro bog'liqlik qonunini ifodalaydi.

Jism energiyasining E ga ko'payishi uning massasini $m' - m = \Delta m$ ga ko'payishi bilan bog'liq;

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \quad (8)$$

olingan formula massa va energiyaning o'zaro bog'liqligini, ko'rsatadi. B_y - massa va energiyaning o'zaro bog'liqlik qonunidir.

Massa va energiyaning o'zaro bog'liqlik qonuni - fizikaning fundamental qonunlaridan biri. U ilgari bir biriga bog'liq emasdek tuyulgan

ikkita fizik kattaliklarni o‘zaro bog‘laydi. Bu qonundan ko‘rinadiki, tinch holatdagi har qanday m massali jism, bu massaga proporsional bo‘lgan E energiyaga ega bo‘ladi, va aksincha, E energiyaga ega bo‘lgan har qanday jism bu energiyaga proporsional bo‘lgan m massaga ega bo‘ladi:

$$E=ms^2 \quad (9)$$

qonunning ma'nosi shundan iboratki, energiya va massa bu, har qanday fizik ob'ektning ikkita, bir-biriga bog‘liq, bo‘lgan xarakteristikalaridir.

38-Mavzu: Kvant fizikasining paydo bo‘lish tarixi. Istalgan jismning nurlanishi. Plank gipotezasi.

Reja:

- 1. Kvant fizikasining paydo bo‘lish tarixi.**
- 2. Isitilgan jismning nurlanishi.**

Kvant fizikasining paydo bo‘lishi nemis fizigi M.Plank nomi bilan bog‘liq. Uning ilmiy teksirtrishlari isitilgan jisnmi o‘rganishga bag‘ishlangan. Bu tekshirishlarning eng muhim natijalari M. Plank tomonidan 1900 yili chop etilgan edi. Binobarin, kvant fizikasi XIX va XX asrlar chegarasida paydo bo‘lgan.

Isitilgan jismning nurlanishi.

Metal1 spiralni sozlanuvchi kuchlanish manbaiga ulaymiz. Spiralning temperaturasi o‘lchash uchun unga termometr qo‘yamiz. Spiral ozgina isiydi va yorug‘lik sochmaydi.

Agar spiral yaqiniga sezgir galvanometrqa ulangan termopara qo‘yilsa, asbob ko‘zga ko‘rinmaydigan nurlanish borligini qayd qiladi.

Spiralga qo‘yilgan kuchlanishni oshirib borib, shuni payqash mumkinki, spiralning temperaturasi ortishi bilan uning nurlanishi ham

ortadi. Temperatura 500° Sga yetganda spiral qizg'ish rangli yorug'lik chiqara boshlaydi.

Spiral temperaturasining keyingi ortishda nurlanish intensivligi yana ortadi, nurlanuvchi yorug'lik rangi esa, avval zarg'ajdoq, keyin sariq va nihoyat, odatdagi oq yorug'lik bo'ladi.

Agar yuqorida bayon etilgan tajribada spiraldan chiquvchi yorug'lik spektroskop yordamida kuzatilsa, boshida faqat spektrning qizil chekkasi ko'rinadi.

Ammo keyin unga ketma-ket ravishda zarg'aldoq, sariq, yashil, ko'k va nihoyat, binafsha rangli sohalar ham qo'shiladi. Shunday qilib, temperatura ortishi bilan issiqlik nurlanishining intensivligi ortadi va unda tobora yuqori chastotali nurlanish paydo bo'ladi.

Bir necha ming gradus temperaturagacha qizitilgan jism, ko'zga ko'rinmaydigan infraqizil nurlanishdan kuzga ko'rinmaydigan ultrabinafsha nurlanishgacha bo'lgan sohani egallovchi yoppa nurlanish spektriga ega bo'ladi.

Ushbu rasmda ko'mir spiralning har xil temperamradagi nurlanish spektrida E energiya taqsimotining tajribada topilgan grafiklari keltirildi.

Ordinata o'qi bo'yicha berilgan to'lqin uzunligiga to'g'ri keluvchi energiya, abssissa o'q bo'yicha to'lqin uzunligi qo'yilgan.

Plank gipotezasi

Plank gipotezasi,eksperimental topilgan nurlanish spektridagi energiya taqsimoti nazariy talqinga muhtoj edi. Ravshan ediki, barcha jismlar atomlardan iborarlighi sababli, issiqlik, ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsna nurlanishlar atomlar tomonidan chiqariladi. Ammo qanday? Maksvellning klassik elektrodinamikasida, tajribaga to'liq mos holda, tebranuvchi zaryad elektromagnit to'lqinlar nurlantiradi va o'z energiyasini

uzluksiz ravishda yo‘qotadi; deb hisoblanadi.

Ko‘pchilik yirik fiziklarning nurlanish mexanizmini klassik fizika pozitsiyasida turib tushuntirishga urinishlari behuda bo‘lib chiqdi.

O‘z tekshirishlarining dastlabki bosqichlarida Plank ham muvaffaqiyatsizlikdan qochib qutula olmadi. U o‘zining muvaffaqiyatsizligi sababini tahlil qilar ekan, Maksvellning elektromagnetizm nazariyasiga asoslangan, klassik fizikaning elektromagnit to‘lqinlar nurlanish qonunlari atomlar uchun yaroqsiz degan xulosaga keldi.

Plank, atomlarning nurlanishi uzluksiz emas, balki uzlukli, energiyasi tebranishlar chastotasiga proporsional bo‘lgan porsiyalar kvantlar tarzida bo‘ladi degan, taxminni ilgari surdi va har bir kvant energiyasi uchun

$$E=h\nu \quad (1)$$

ifodani taklif etdi, bu yerda E - kvant energiyasi, h doimiy kattalik bo‘lib, keyinchalik Plank doimiysi deb nomlangan- $h=6,6260755 \cdot 10^{-34}$ J. s

Isitilgan jism nurlanishining uzlukli xarakteri haqidagi Plank gipotezasi tajribada topilgan nurlanishning temperaturaga bog‘liqligini tasdiqladi. Ammo bu bog‘lanish klassik fizikaga zid edi.

Plankning zamondoshlari, boshida Plankning o‘zi ham nurlanishning uzluksiz xarakteri haqidagi gipotezani faqat issiqlik nurlanishi qonuniyatlarini tushuntirishga imkon beruvchi ajoyib usul deb qabul qilishdi. Ammo Plank gipotezasining ahamiyati beqiyos katta bo‘lib chiqdi: u yangi fizika- mikroduyo fizikasining yaratilishidan darak berar edi.

39-Mavzu: Fotoeffekt va uning qonunlari. Yorug‘likning kvantlari.

Fotoeffekt tenglamasi.

Reja:

- 1. Fotoeffekt va uning qonunlari. Stoletov tajribasi.**
- 2. Tashqi fotoeffekt qonunlari. Yorug‘likning kimyoviy ta'siri.**
- 3. Ichki fotoeffektli fotoelementlar.**
- 4. Fan va texnikada fotoelementlardan foydalanish.**

1887 yilda G. Gers yuqori kuchlanish ostida turgan uchqun oraliqni ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilganda havo orqali razryad osonlashuvini. ya'ni oraliq nurlantirilmaganda elektrodlar orasidagi masofa shunday bo‘lganda ham razryad ruy bermasligini payqagan edi. Nurlanishning elektr hodisalarga ta'sirini fotoelektrik effekt yoki qisqacha, fotoeffekt deb ataladigan bo‘lindi.

Fotoeffektni quyidagi tajribada kuzatish mumkin.

Agar sharchasi rux plastinka, bilan almashtirilgan elektroskop manfiy zaryadlansa, u holda elektroskop ultrabinaisha nurlar bilan nurlantirilganda tez razryadlanadi. Agar elektroskop musbat zaryadlangan bo‘lsa, uni nurlantirilganda zaryadi o‘zgarmaydi. Zaryadlanmagan elektroskop plastinkasini nurlantirib, plastinkada uncha ko‘p bo‘lmagan musbat zaryad hosil qilinadi.

Mana shunga o‘xshash tajribalar asosida, nurlanish ta'siri ostida metallardan manfiy zaryadlar uchib chiqadi. Bunday fotoeffektni tashqi fotoeffekt deb ataladigan bo‘lindi.

Keyinroq esa metallardan uchib chiqayotgan zaryadlar elektronlardan iboratligi va faqat metallarni emas, balki boshqa qattiq jismlar, shuningdek, suyuqliklar va gazlarni ham nurlantirilganda, fotoeffekt kuzatishi aniqlandi. Demak, moddaga tushayotgan nurlanishlar ta'siri

ostida undan elektronlarning uchib chiqish hodisasi tashqi fotoeffekt deyiladi.

Fotoeffekt qonunlarini tekshirishda rus olimi A. G. Stoletovning xizmatlari katta, 1888 yilda u G Gers tajribalarini takrorladi va fotoeffekt uchun yuqori kuchlanish muhim emasligini qayd qildi, chunki fotoeffekt elektrodlar orasidagi kuchlanish, uncha katta boʻmaganda ham roʻy beradi.

Stoletov tashqi fotoeffekt yordamida elektr toki (fototok) olishga va tokning nurlanish intensivligiga hamda toʻlqin uzunligiga bogʻliqligini tekshirishga imkon beradigan qurilma yaratdi. Stoletov tajribasining ei, e sxemasi rasmda tasyirlangan. Elektr yoyidan kelayotgan nurlanishlar musbat toʻr elektrod orqali bimalol otib manfiy zaryadlangan rux plastinkaga (manfiy elektrodga) tushib undan elektronlarni urib chiqaradi. Bu elektronlar toʻr tomon harakatlanib, fototok hosil qiladi. Fototok sezgir galvamometr bilan oʻlchanadi.

Stoletov fotoeffektni ultrabinafsha nurlar hosil qilishini, fototok esa bu nurlar oqimining intensivligiga toʻgʻri proporsional ravishda ozgarishini aniqladi.

Tashqi fotoeffekt qonunlari.

Tashqi fotoeffektni oʻrganishda aniq naliolar olish uchun kimiiyoviy jihatdan toza boʻlgan materiallardan qilingan elektrodlardan foydalanish lozim. Havoning fototokka ta'sirini yoʻqotish uchun bu elektrodلarni yuqori vakuumga joylashtirish va monoxromatik nurlanishdan foydalanish lozim. Bunday qurilmaning sxemasi quydagi rasmda tasvirlangan.

Elektrodlardagi kuchlanish V voltmetr bilan oʻlchanadi va D sirpanuvchi kontakni siljitib rostlanadi manfiy zaryadlangan A elektrodga monoxromatik yorugʻlik yoʻnaltirib, hosil boʻladigan

fototok G galvanometr bilan o'lchanadi.

Grafikada ko'rsatilganidek, agar F yorug'lik oqimini o'zgartirmagan holda kuchlanishni asta-sekin oshirsak, dastlab fototok ortadi, so'ngra o'zgarmay qoladi, ya'ni fototok kuchlanishga bog'liq bo'lmay qoladi. Yorug'lik oqimi o'zgarmaganda hosil bo'ladigan eng katta fototok to'yinish fototoki deyiladi. Ravshanki, yorug'lik oqimi ta'sirida A elektroddan uchib chiqqan elektronlarning hammasi V elektrodgacha yetib bongandagi kuchlanishlarda to'yinish fototoki bosil bo'ladi. Binobaiin, to'yinish fototoki fotoeffektning miqdoriy olchovi bolib xizmat qilishi mumkin. A elektrodga tushayotgan yorug'lik oqimini asta-sekin oshira borib va to'yinish fototokini o'lchab, tashqi fotoeffektning birinchi qonunini aniqlash mumkin: to'yinish fototoki elektrodga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional.

Agar yorug'lik oqimini o'zgartirmagan holda kuchlanish kamaytirilsa, kuchlanishning yetarlicha kichik qiymatlarida fototok kamya boshlaydi, ammo kuchlanish hatto nolga teng bo'lib qolganda ham zanjirda tok yo'qolmaydi. Bu degan so'z elektrodga tushayotgan nurlar undan elektronlarni urib chiqarib. Ularga kinetik energiya beradi. demakdir.

Bu energiya kattaligini quyidagicha topish mumkin. V batareya qutblarining joylarini almashtiramiz. Bunda A va B elektrodlar orasidagi elektr maydon elektronlarning A dan B ra harakatlanishini tormozlaydi. Tormozlovchi maydonni asta-sekin kuchaytirib, fototokni butunlay yo'q qilish mumkin

Bu holda hatto maksimal tezlik bilan uchib chiqqan elektronlar elektr maydonning tormozlovchi ta'sirini yenga olmaydi va B elektrodga uchib yetib bora olmaydi. Agar fototok bo'lmagandagi tormozlovchi (to'xtatuvchi) eng kichik kuchlanishni U_t orqali, urib chiqarilgan elektronlarning maksimal tezligini ϑ orqali, elektron zaryadi va massasini

mos ravishda e va t orqali belgilasak,

$$\frac{m\mathcal{G}^2}{2} = eU_T \quad (1)$$

ni yozish mumkin, chunki bu holda elektronlarning eng katta kinetik energiyasi A elektroddan B elektrodga borish yoʻlida elektr maydon kuchini yengishda bajarilgan ishga teng boʻlishi kerak.

Binobarin, fototok yoʻqoladigan U_t tomoslovchi kuchlanishni oʻlchab, nurlanish bilan urib chiqarilayotgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasini aniqlash mumkin.

Bu oʻlchashlar tashqi fotoeffektning ikkinchi qonunini aniqlashga imkon beradi: urib chiqarilayotgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi nurlanish intensivligiga bogʻliq boʻlmay, balki uning chastotasiga (yoki 1 toʻlqin uzunligiga) va elektrodning materialiga bogʻliq.

Agar elektrodga navbat bilan turli monoxromatik nurlar yoʻnaltirilsa, u holda quyidagini payqash mumkin: nurlanishning toʻlqin uzunligi ortishi bilan urib chiqarilgan elektronlarning kinetik energiyasi kamayadi, toʻlqin uzunligi yetarlicha katta boʻlganda fototok yoʻqoladi. Fotoeffektni kuzatish mumkin boʻlgan eng katta toʻlqin uzunlikni mazkur material uchun fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi.

Turli materiallardan yasalgan elektrodlar bilan oʻtkazilgan tajribalar tashqi fotoeffektning uchinchi qonunini aniqlash imkonini berdi: fotoeffektning qizil chegarasi elektrod materialiga bogʻliq va nurlanish intensivligiga esa bogʻliq boʻlmaydi.

A. Eynshteyn 1905 yilda fotoeffekt qonunlarini vaqt nazariyasi yordamida tushuntirish mumkinligini koʻrsatdi, Metallga tushayotgan monoxromatik nurlar $h\nu$ energiyali fotonlardan iborat boʻlsin. Metalldagi uning sirtidan uncha uzoqda boʻlmagan elektronlar metallga kirayotgan fotonlarni yutib, ularning energiyasini oʻzlashtirib oladi. Bu holda

nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’sirlashishi juda ko‘p elementar protsesslar to‘plamidan iborat bo‘lib, protsesslarning har birida bir elektron yaxlit bitta kvantni yutadi. Agar kvantlarning miqdori chiqishidan katta bo‘lsa, elektronlar metall dan uchib chiqa oladi. Bunda yutilgan kvant energiyasining bir qismi chiqish ishini bajarishga sarf bo‘ladi, qolgan qismi esa elektronning kinetik energiyasini tashkil qiladi.

Ravshanki, kvantlarni yutgai metal1 sirtiga yaqin bo‘lgan elektronlarning kinetik energiyasi eng ko‘p bo‘ladi va metallning boshqa zarrachalari bilan to‘qnashganda energiyasini yo‘qotib ulgurmay undan uchib chiqadi. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi matematik tarzda quyidagicha ifodalanadi.

$$h\nu = A_{\gamma} + \frac{m\mathcal{G}^2}{2} \quad (2)$$

$$h\nu \frac{h\nu}{2} = A_{\gamma} + \frac{m\mathcal{G}_m^2}{2} \quad (2a)$$

Kvant nazariyasi fotoeffekt qonunlarini quyidagicha tushuntiradi. Monoxromatik nurlanish intensivligi ortganda metall yutgan kvantlar soni ham ortadi, binobarin, undan uchib chiqayotgan elektronlar ham ortadi, shuning uchun fototok nurlanish intensivligiga to‘g‘ri proporsional (birinchi qonun).

(2) munosabatlardan, uchib chiqayotgan elektronlarning kinetik energiyasi faqat metallning turiga bog‘liq (A) va, ν chastotaga (yoki nurlanishning to‘lqin uzunligiga), ya’ni kvantlarning miqdoriga bog‘liq, nurlanish intensivligiga bog‘liq emas (ikkinchi qonun).

Agar kvantlarning miqdori chiqish ishidan kam bo‘lsa, unda nurlanish intensivligi istalgancha bo‘lganda ham elektronlar metall dan uchib chiqmaydi (uchinchi qonun). Biror metall uchun fotoeffektning

qizil chegarasiga mos keluvchi to'liq uzunlikni elektronlarning kinetik energiyasi nolga teng deb, (2) formuladan topish mumkin:

$$hc/\lambda_q = A_{ch} \quad \text{yoki} \quad \lambda_q = hc/A_{ch} \quad (3)$$

Fotoeffektning qizil chegarasiga to'g'ri keluvchi (3) formula bo'yicha hisoblangan hamda tajribada o'lchangan to'liq uzunliklar bir-biriga mos keladi. Shuningdek, elektronlarning kinetik energiyasi nurlanish chastotasi ortishi bilan Eynshteyn tenglamasi (2) ga to'liq mos kelgan holda orta borishini tajriba tasdiqladi. Nurlanishning kvant nazariyasi, faqat yorug'lik bilan emas, balki rentgen nurlari va gamma nurlar bilan fotoeffektga doir o'tkazilgan tajribalarda ham ajoyib ravishda tasdiqlandi.

Yorug'likning kimyoviy ta'siri.

Nurlanish ta'siri ostida bo'ladigan kimyoviy protseslar tabiatda, fanda va texnikada katta ahamiyatga ega. Tabiatdagi eng muhim fotokimyoviy protsesselardan bin yorug'lik ta'siri ostida o'simliklarning havodan karbonat angidrid gazini o'zlashtirishidir. Buni fotosintez deb ataladi. O'simlik barglari xlorofill yordamida (barglarga yashil rang beradi) yorug'likka ta'siri ostida karbonat angidrid gazini yutib kislorod chiqaradi. Bu reaksiya tabiatda uglerod va kislorodning aylanishini ta'minlaydi; hayvonlar nafas olganda kislorod yutib, karbonat angidrid gazi chiqaradi, o'simlik barglarida esa yorug'lik ta'sirida teskari protsess bo'ladi.

Ko'pgina kimyoviy moddalar yorug'lik ta'siri ostida ajraladi. Bunday turdagi reaksiya odam va hayvonlarda ko'rish sezgisini uyg'otishda juda katta ahamiyatga ega. Ko'z to'rida 120 mln ga yaqin yorug'lik sezgir hujayralar (to'r) bo'lib ularni «tayoqchalar» deb ataladi. By to'rni to'ldiruvchi modda yorug'lik ta'sirida parchalanadi va uning parchalanish mashulotlari nerv uchlarini ta'sirlaydi va ko'rish sezgisini uyg'otadi. Ko'z

to'rt pardasida tayoqchalardan tashqari 6 mln. ga yaqin «kolbachalar» ham bor. Ular asosiy ranglar - qizil, yashil va ko'k ranglardan biriga sezgir bo'lgan uch turdagi yorug'lik sezgir hujayralardan iborat. Bu hujayralarning nerv uchlaridan kelayotgan ko'rish sezgilari qo'shilib, ranglarni bir-biridan farq qilish imkonini beradi.

Ichki fotoeffektli fotoelementlar.

Ichki fotoeffekt nurlanish energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda r-n-o'tishli yarim o'tkazgichli fotoelementlar qo'llaniladi. Kremniyli fotoelementlar keng tarqalgan bo'lib, quyosh nurlanish energiyasini elektr energiyaga aylantirishda foydalaniladi. Bu fotoelementlar quyosh batareyalari degan nom oldi.

Quyosh batareyalari o'ziga tushayotgan quyosh nurlanish energiyasining 12 yoki 16 % ga yaqinini elektr energiyaga aylantiradi. Bu esa o'simlik barglarida fotosintez vaqtida quyosh nurlanishidan foydalanish koeffitsientidan kattaroq.

Quyosh batareyasi rasmda ta'rvirlanganidek element n- tip kremniy plastinkadan iborat bo'lib, qalinligi bir mikronga yaqin bo'lgan p- tip kremniy bilan qoplangan va tashqi zanjirga ulanadigan kontaktlari bor. Bunda kompensatsiyalanmagan barcha zaryadlar p-n - o'tishda to'planishini, n-soha singari r- soha ham elektr jihatdan neytral bo'ladi eslaylik. Element sirti, yoritilganda p- tip tashqi yupqa qatlamda «elektron-teshik» juftlari hosil bo'ladi. qatlam yupqa bo'lgani tufayli ularning ko'pchiligi rekombinatsiyalanib ulgurmay, p-n- o'tishga tushib qoladi. p - n o'tishda zaryadlarning ajralishi ro'y beradi: maydon ta'siri ostida elektronlar n- sohaga, teshiklar esa p-sohaga ko'chadi. Bu degan so'z, yoritilganda elektrodlar orasida kattaligi 0,5 V ga yetadigan EYuK hosil bo'ladi, demakdir.

Elektrodlar o'zaro ulanganda elementning yoritilayotgan har bir kvadrat santimetr sirtidan 25 mA.(25 10^{-3} A) gacha iok olish mumkin.

Kremniyli fotoelementlarning eng katta sezgirligi yashil nurlarga, ya'ni quyosh nurlanishining maksimum energiyasi to'g'ri keladigan to'lqin uzunliklarga mos keladi, jumladan, ularning f i. k. ancha katta bo'lishi ham shu bilan tushuntiriladi. Yerning sun'iy yo'ldoshlari va kosmik kemalarga o'rnatilayotgan quyosh batareyalari bortdagi apparatlarning ishlashlari uchun zarur bo'lgan elektr energiyalarni beradi.

Fan va texnikada fotoelementlardan foydalanish.

Texnikada fotoelementlar kinolentaga «tovush yo'li» ko'rinishida yozilgan tovushni qayta eshittirishda ovozli kinoda keng qo'llaniladi. Lentaga kino kadrlar tushirish bilan bir vaqtda turli yo'g'onliklarda yarim shaffof yoki qoraytirilgan yo'llar ko'rinishida tovush «yozib» olinadi.

Optik tovush yozib olish qurilmalaridan birining sxemasi ushbu rasmda ko'rsatilgan. M mikrofon tebranishlarini elektr tokka aylantirib beradi, bu tok U kuchaytirgich bilan kuchaytirilgandan keyin N «optik pichoq» orqali o'tadi.

«Optik pichoq» magnit qutblari orasida bir-biriga juda yaqin joylashgan ikkita metall plastinkalardan iborat. Uzgaruvchan Amper kuchi plastinkalarni harakatga keltiradi, bunda ular orasidagi tirqish kattalashadi, goh kichiklashadi, ya'ni kinolenta yo'liga goh ko'p, goh kam yorug'lik o'tkazib, tovushni optik usulda yozadi.

Tovushni qayta eshitirishda keyingi rasmda ko'rsatitganidak, tovush yo'li orqali F fotoelementga ingichka yorug'lik dastasi yuboriladi. Tovush yo'lidagi qorong'uliklar yorug'lik oqimining bir qislini yutadi. Kinolenta harakatlanayotganda tovush yo'li o'tkazayotgan yorug'lik oqimining

kattaligi uzluksiz ravishda o'zgarib turadi, shuning uchun fotoelement (yoki fotorezistor) zanjirida tok ham o'zgaradi. U elektron kuchaytirgich bilan kuchaytirilgan tok tebranishlari G karnayga yo'naltiriladi. Karnayda bu toklar tovush tebranishlariga aylanadi.

Turli ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik boshqarishda ko'pincha fotorele ishfatilisini rasmda ko'rsatilgan.

Fotorele juda ko'p joylarda ishlatiladi. Fotorele mayoqlarni, ko'chalardagi yoritish tarmoqlarini ulaydi va uzadi, Fotoelementning yoritilganligi normadan kam bo'lsa, fotorele yoritish tarmog'ini avtomatik tarzda ulaydi, quyosh yorug'ligi yetarlicha yorttganda uni uzadi. Qog'oz fabrikasida yoki bosmaxonada qog'oz lenta yirtilganda fotorele mashinani to'xtatadi, ishchini baxtsiz hodisalardan saqlaydi, konveerdagi detallarni sanaydi, detallarning o'lchamlarini nazorat qiladi va shunga o'xshash ishlarni bajaradi.

Fanda fotoelementlar yorug'lik kuchini, ravshanligini, yoritilganlikni o'lchashda fotometrlar va luksmetrlarda qollaniladi, ko'zga ko'rinmaydigan nurlanishlarni qayd qilishda ishlatiladi. Harbiy ishda fotoelementlar o'z-o'zidan to'g'rilab o'qqa tutish snaryadlarida, ko'zga ko'rinmaydigan nurlar bilan signal berishda va ularni lokatsiyalashda qo'llaniladi. Aloqa texnikasida fotoelementlar fototelegrafda harakatlanayotgan tasvirlarni uzatishda, infraqizil nurlar simsiz ishlaydigan fototelefonda va boshqa hollarda ishlatiladi.

40-Mavzu: Fotonlar. Korpuskulyar to‘lqin dyalizmi. O‘zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish va uning rivojlanish istiqbollari.

Reja:

1. Fotonlar.

2. Korpuskulyar to‘lqin dyalizmi.

Fotonning asosiy xossalari bilan tanishamiz. Foton elektromagnit maydon zarrachasi bo‘lib, yorug‘lik tezligi bilan harakatlanadi. U faqat harakat holatidagina mavjud bo‘la oladi. Fotonni to‘xtatish mumkiu emas, u c_0 yorug‘lik tezligi bilan harakatlanadi, yoki mavjud bo‘lmaydi. Foton $E = h\nu$ energiyaga ega bolgani sababli, massa va energiyaning proporsionallik qonuniga ko‘ra massaga ham ega bo‘lishi kerak

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} \quad (1)$$

Foton faqat yorug‘lik tezligidagi harakatda mavjud bo‘lganligi sababli, uning tinchlikdagi massasi yo‘q.

Fotonning oddiy modda zarrachalaridan farqi ham ana shunda Foton harakatlangani sababli. U impulsgaham ega:

$$P = mc = \frac{h\nu}{c} \quad (2)$$

Fotonning impulsi borligi yorug‘lik bosimining mavjudligi bilan tasdiqlanadi.

Nurlanishning tabiati haqida.

Ammo difraksiya, interferensiya, dispersiya qutblanish hodisalarini o‘rganishda biz nurlanishning to‘lqin xarakterga ega ekanligiga ishonch hosil qilgan edik.

Qator hollarda (bosim, qaytish, sinish) elektromagnit nurlanishning xususiyatlari ham to‘lqin, ham kvant tasavvurlar asosida bir xilda yaxshi tushunilishi va tushuntirilishi mumkin.

Beixtiyor savol tug‘iladi: nurlanish o‘zi nima? Uning haqiqiy tabiati qanday? Nima bu fotonlar oqimini yoki to‘lqinlarmi?

Savolning bunday qo‘yilishi asosli, ammo noto‘gridir. Gap shundaki, elektromagnit nurlanish bir vaqt ham kvant, ham to‘lqin xususiyatlarga ega. Nurlanishning to‘lqin va kvant xususiyatlarining birligi kvant nazariyaning asosiy formulalarida ham o‘z aksini topgan:

$$E = Ph \quad (3)$$

Bu formuladagi E energiya, p impuls va h Plank doimiysi yorug‘likni fotonlar oqimi sifatida xarakterlaydi, ν chastota esa, yorug‘likni to‘lqin sifatida talqin etadi.

Bundan, har bir alohida foton bir vaqtda ham kvant, ham to‘lqin xususiyatlariga ega ekanligi kelib chiqadi. Yorug‘likning kvant va to‘lqin xususiyatlari bir-birini inkor etmaydi, balki bir-birini to‘ldiradi.

Miqdoriy o‘zgarishlarning sifat o‘zgarishlarga o‘tishi.

Elektromagnit nurlanishning, bir qarashda ziddiyatlilik tuyulgan ikki yoqlamalik xususiyatini namoyon bo‘lishida nihoyatda qiziq va muhim qonuniyat bor: to‘lqin uzunligi qancha qisqa bo‘lsa, kvant qonuniyatlar shuncha yaxshi bajariladi va aksincha, to‘lqin uzunroq bo‘lgan sari nurlanishning to‘lqin xususiyatlari shuncha yaxshiroq namoyon bo‘ladi.

Tabiatning eng umumiy qonuni miqdor o‘zgarishlarining sifat o‘zgarishlariga o‘tish qonuni ana shunda namoyon bo‘ladi.

ATOM VA ATOM YADROSI.

41-Mavzu: Atomning tuzilishi. Rezerford tajribalari. Atomning yadroviy modeli. Borning kvant postulatlari. Energetik sathlar.

Reja:

- 1. Atomning tuzilishi. Rezerford tajribalari. Atomning yadroviy modeli.**
- 2. Borning kvant postulatlari.**
- 3. Monotan va induksiylangan nurlanish. Lazerlar.**

XX asrning boshlariga kelib, J.Perrenning Broun harakatiga bag'ishlangan tajribalaridan so'ng moddalarning atom tuzilishi to'liq tasdiqlandi. Ikkinchi tomondan, elektroliz, gazlarning ionlanishi, katod nurlari, fotoeffekt va radioaktivlikni tadqiq qilish atomlar ichida elektronlar mavjudligini bihobarin, atomning tuzilishi murakkab ekanligini isbotlab, atomning bo'linmas deyilgan asriy tushunchaga chek qoydi. Shu davrgacha faqat atomning o'lchami 10^{-10} m ekanligi va elektronning massasi vodorod atomi massasidan 1836 marta kichikligi ma'lum edi xolos.

Atomdagi zaryad va massa taqsimotini ingliz olimi E.Rezerford tekshirishiga muvaffaq bo'ldi. Buning uchun u og'ir elementlarning, xususan oltin, mis va boshqa modda atomlarini α -zarrachalar bilan bombardimon qildi. α - zarracha nima? U butunlay ionlashgan geliy atomidan, massasi elektron massasidan 8000 marta katta bo'lib, zaryadi musbat va absolyut qiymatiga elektron zaryadidan ikki marta katta, ya'ni $q_2 = 2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Kl teng, tezligi esa juda katta bo'lib, 2107m/s ga teng.

Rezerford tajribasining sxemasi ushbu rasmda tasvirlangan. α -zarracha manbai radioaktiv preparat radiy (Ra) iugichka kanal ochilgan qo'rg'oshin silindrga joylashtiriladi. α -zarracha oqimi D diafragmadan

o'tib, tekshirilayotgan material (oltin, mis va hokazo) dan yasalgan yupqa plastinkalarga tushadi va undan sochilgan zarrachalar rux sulfid bilan qoplangan ekranga tushadi. Har bir zarracha ekranga kelib urilganda yorug'lik chaqnaydi sintillyatsiyalanadi va bu chaqnash mikroskop M da kuzatiladi. Qurilma havosi so'rib olingan idishga joylashtiriladi.

Tajribaning ko'rsatishicha α -zarrachalar yupqa plastinkadan bimalol o'tgan, ba'zilari esa ma'lum bir burchakka og'ib o'tgan. Lekin kamdan-kam zarachalar 900 dan katta burchakka hatto 1800 ga og'ganligi aniqlangan. Quyidagi rasmda yadrodan turli masofada uchib o'tgan α -zarrachaning traektoriyasi tasvirlangan.

Yupqa plastinkadan α -zarrachaning o'z yo'nalishini deyarli o'zgartirmasdan o'ttshi oltin atomlari ichida bo'shliq fazo mavjud ekanligini tasdiqlaydi. α -zarrachaning orqaga qaytishi esa atomning musbat zaryadi va massasi fazoning juda kichik sohasiga mujassamlashganligini ifodalaydi. Shuning uchun ham v tezlik bilan uchib kelayotgyn α -zarracha R masofagacha yaqin kelib, orqaga qaytadi. Binobarin, α -zarrachaning kinetik energiyasi atomning musbat zaryadi bilan α -zarracha zaryadi q ning o'zaro potensial energiyasiga teng, ya'ni;

$$m\alpha v^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_\alpha}{R}$$

Bunda R - atom o'lchamiga nisbatan juda kichik bo'lgan masofa, ϵ_0 - elektr doimiysi.

Rezerford turli burchak ostida sochilgan α -zarrachalarni sanab, atom yadrosi haqidagi g'oyani ilgari surdi. Bu g'oyaga binoan, atomning massasi va zaryadi atomning markazida joylashgan juda kichik o'lchamli yadroda mujassamlashgan.

Rezerfordning hisoblashicha, yadroning o'lchami (diametri) 10^{-13} sm tartibda ekan. Bu atomga yadro 10 - 100 ming marta kichik.

Keyinchalik yadroning zaryadi ham aniqladi. Yadroning zaryadi $q = Ze$ bo'lib, bunda e - elementar zaryad (ya'ni elektron zaryadi) ning absolyut qiymati Z -mazkur kimyoviy elementning Mendeleev davriy sistemasidagi tartib nomeri.

Atomning planetar modeli va uning kamchilgi.

1911 yili Rezerford ko'pgina tajriba natijalarini tahlil qilib, atomning planetar modelini yaratdi. Bu modelga muvofiq atomning markazida butun massasi yig'ilgan musbat zaryadli yadro joylashgan bo'lib, uning atrofida elektronlar xuddi quyosh planetalari singari aniq orbitalar bo'ylab harakatlanadi. Butunicha olib qaraganda atom neytral bo'lgani uchun atom ichidagi elektronlar soni, yadro zaryadi singari Mendeleev davriy sistemasidagi tartib nomerga teng bo'ladi.

Masalan, vodorod atomi ($1H_1$) ning yadrosi atrofida 1 elektron, geliy atomi (2Ne_4) ning yadrost atrofida elektron. natriy atomi ($11Na_{23}$) ning yadrosi atrofida ikki elektron, uran atom ($^{92}U_{235}$) ning atrofida 92 elektron aylanadi. Bu model atom tuzilishini o'rganishda muhim qadam bo'ldi.

Rezerfordning atom planetar modeli atomning barqarorligini va uning atomi chiziqli spektr nurlanish qonuniyatini tushuntirishga ojizlik qildi. Bunday atom nurlanishi bilan atomning planetar tulilishi o'rtasidagi ziddiyatdan iborat myammoni birinchi bo'lib daniyalik buyuk fizik Nils Bor yechishga muvaffaq bo'ldi.

Borning kvant postulatleri.

Nils Bor 1913 yilda atomning barqarorligiga va yutish hamda chiqarish spektral chiziqlarining mavjudligiga asoslanib, yadro atrofida elektronning dinamik harakatini diskret statsionar holatda yuz beradi deb faraz qildi. Bu nurlanishning diskretligi, kvantlar - fotonlar g'oyasi bilan Rezerfordning atom tuzilishi modelining uyg'unlashuvi edi.

Nils Bor atomning planetar tuzilishining kvantlar nazariyasi asosiga o'zining uchta postulatlarini kiritdi. Qizig'i shundaki, Bor o'z postulatlarini bilan klassik fizika qonunlarini batamom yo'qqa chiqarmadi, faqat ular ko'radigan harakatlarga ba'zi bir cheklashlar kiritdi.

Shunday qilib, Bor postulatlarini ta'riflaymiz. Elektronlar atom yadrosi atrofida, faqat mumkin bo'lgan myayyan W_n energiyali statsionar holatlaridan biriga mos kelgan orbitalar bo'ylab harakatlanishi mumkin. Elektron statsionar orbitada harakatlanayotganda impuls momenti ($m_e g_n r_n = n$) qirrali () ra karrali bo'lib, kvantlashgan boladi, ya'ni

$$m_e g_n r_n = n \quad (1)$$

Bunda n - orbita tartib nomerini ifodalaydi, m_e elektronning massasi, g_n uning tezligi, r_n orbitaning radiusi.

Shunday qilib, Bor klassik fizika qonunlarmi atomga tatbiq qilishni rad etmadi, faqat ularga cheklanishlar kiritdi.

Bu cheklanishlar orbitani kvantlash va atomning barqarorligidan iboratdir. Elektron bir statsionar orbitadan boshqasiga o'tganda, atom o'zidan yorug'lik kvanti-fotonning energiyasi $h\nu_{mn}$ ni chiqaradi yoki yutadi.

Bor postulatlarini atom bir statsionar holatidan boshqasiga o'tishda chiqarayotgan yoki yutayotgan yorug'lik kvantining $h\nu_{mn}$ energiyasi atomning bu ikki holatdagi energiyalarining farqi tengdir:

$$h\nu_{mn} = W_m - W_n \quad (2)$$

Bundan nurlanish yoki nur yutish chastotasi:

$$\nu_{mn} = W_m - W_n / h = W_m / h - W_n / h \quad (3)$$

(3) ni to'liq uzunligi orqali kam ifodalash mumkin.

$$1/\lambda = 1/hc(W_m - W_n) \quad (3a)$$

(3 a) dan ko‘rinadiki, atomning nurlanish chastotasi hamma vaqt ikki hadning ayirmasiga teng. Shunday qilib. Vor postulatlari Rezerfordning atom planetar modelini kamchiliklardan xoli qildi.

Monotan va induksiyalangan nurlanish. Lazerlar.

Kvant sistema (masalan, atom yoki molekula)ning foton chiqarishi bilan bog‘liq bo‘lgan kvant o‘tishni yuzaga keltiruvchi sababga ko‘ra ikki tur nurlanishga ajratiladi. Agar bu sabab ichki bo‘lsa va uyg‘otilgan energetik sath W dagi atom yoki molekulaning normal yoki quyiroq energetik sath W_1 ga otishi tashqi ta'sirsiz, ya'ni o‘z-ozidan sodir bo‘ladigan nurlanishga spontan nurlanish deb ataladi. Ushbu rasmda tasvirlangan.

Odatdagi yorug‘lik manbalari asosan spontan nurlanish chiqaradi va bu nurlanish nokogerent nurlanishdan iborat bo‘ladi.

Kvant sistema (atom va molekula) uyg‘otilgan energetik sath W_2 dan quyiroq energetik sath W_1 ga tashqi ta'sir sababli majburiy o‘tishda vujudga keladigan nurlanishga majburiy nurlanish yoki induksiyalangan nurlanish deyiladi. Navbatdagi rasmga qaralsin

Ko‘pincha induksiyalangan nurlanish yorug‘lik kvanti $h\nu$ ta'sirida sodir bo‘ladi. Masalan, ushbu rasmda $h\nu$ kvant energiya yutgan uyg‘otilgan W_2 sathdagi atom yoki molekula quyiroqdagi W_1 sathga o‘tganda ikkita bir xil, bir tomonga yo‘nalgan $2h\nu$ kvant energiyali induksiyalangan nurlanish chiqara boshlaydi.

Induksiyalangan nurlanish uni majbur etuvchi birlamchi nurlanish bilan o‘zaro kogerent, chastotalari, fazalari, tarqalish yo‘nalishi va qutblanish tekisligi aynan bir xil bo‘ladi. Bu xossalar jismdan o‘tayotgan nurlanishni kuchaytirishga sababchi bo‘ladi.

1954 yilda rus olimlari N. G. Basov va A. M. Proxorov, shuningdek

amerikalik Ch. Tauns bir-birlaridan mustasno holda induksiyalangan nurlanishdan foydalanib birinchi bo‘lib, O‘YuCh diapazonidagi $\lambda=1,27$ sm to‘lqin uzunlikli elektromagnit nurlanish beradigan mazer deb ataluvchi generatorni yaratdilar. 1963 yilda bu ishlar uchun Basov, Proxorov va Taunsga Nobel mukofoti berildi.

Bu qurilmasining ishlashi ammiak molekulalarining induksiyalangan nurlanishiga asoslanganligi uchun molekular generator deb nom berildi,

1960 yilda Amerikada ishchi moddasi yoqutdan iborat bo‘lgan, spektrning ko‘rinadigan dipazonida ishlovchi lazer deb ataluvchi qurilma yaratildi. Bu optik kvant generatori (OKG) to‘lqin uzunli $\lambda= 694,3$ nm va impuls quvvati 106 Vt bo‘lgan impulsli kuchlanish hosil qiladi. Yoqut, aluminiy oksidi Al_2O_3 kristalining 0,005% li xrom (Gr) aralashmasidan iborat, och qizil rangli nur chiqaradigan OKG ning. ishlashi uchun yuqorida qarab chiqilgan ikki energetik sath yetarli emas.

Yoqut kristalidagi xrom ionlarining energetik sathlari induksiyalangan nurlarni chiqarish xususiyatiga egadir.

Yoqutli lazerlarining ishlashida ushbu rasmda tasvirlangan uchta energetik sathlardan foydalanildi. Lampaning kuchli chaqnashidan xrom ioni 3 - energetik sathga o‘tib, 10^{-8} s vaqtdan keyin nur chiqarmasdan o‘z-o‘zidan 2 - metastabil sathga o‘tadi. Tashqi elektromagnit to‘lqin ta'sirida xrom ioni 2 - energetik sathdan 1 energetik sathga o‘tishida induksiyalangan nurlanish-lazer nurlari hosil bo‘ladi.

Yoqutli lazerning tuzilishi sxematik ko‘rinishda quydagi rasmda tasvirlangan. Lazerning aktiv moddasi silindr shakldagi yoqut kristali bo‘lib, uning asoslari nihoyat darajada silliqqlangan. Yoqut silindrning bir uchi to‘liq ko‘zgu, ikkinchi uchi esa yarim shaffof bo‘ladi.

Silindrsimon yoqut kristalini spiral shakli gaz zaryad lampasi bilan o‘ralgan. Bu lampalarning kuchli ko‘kimsir yashil yorug‘ligi xrom ionlarini

1-energetik sathdan 3-energetik sathga ko'taradi va ozgina vaqt o'tishi bilan 2-energetik sathni uyg'otilgan xrom ionlari «o'ta egallab» oladi.

Uyg'otilgan xrom ionlari 2- energetik sathda 1-energetik sathga o'tganda har xil yo'nalishda hosil bo'lgan induksiyalangan nurlanishlarning faqat kristali oqi boulab yo'nalgani uning uchlaridan ko'p marta qaytadi va kuchli lazer nuri ko'rinishida yoqutning shaffof tomonidan tashqariga chiqib ketadi

Impulsli rejimda ishlaydigan yoqutli lazer dan tashqari, uzluksiz ishlaydigan gazli, yarim o'tkazgichli lazerlar ham mavjuddir. .

Gazli lazerlarda ishchi modda gaz (yoki gaz aralashmasi) bo'ladi. Keyingi rasmda geliy - neonli lazerda ishchi modda geliy va neon aralashmalaridan iboratdir. Gaz aralashmasi elektr zaryadi bilan aktivlashgan holda keltiriladi. Optik rezonatoridagi ko'zgular nay o'qi bo'yicha yo'nalgan kogerent yorug'likning generatsiyalanishiga sharoit yaratadi. Natijada yarim shaffof ko'zgu orqali hosil bo'lgan lazer nuri chiqadi.

Gazli lazer spektrning ko'zga ko'rinadigan och qizil nuri (to'lqin uzunligi $\lambda = 633\text{nm}$) ni, infraqizil ($\lambda = 1150\text{nm}$) nurini generatsiyalaydi,

Yarim o'tkazgichli lazerlarda ishchi modda yarim o'tkazgichlardir. Yarimo'ticazgichlarda ishchi modda optik tezlik va elektronlar oqimi yordamida aktiv holatga keltirilishi mumkin.

Bunda yarim o'tkazgichli diod qalinligi 0,1 mm va yuzi bir necha mm^2 bo'lgan kristall plastinkadan iboratdir. Plastinkaning ikki tomoniga elektrodlar ulanadi. To'lqin uzunligining keng diapazonida, ya'ni ultrabinafshadan infraqizilgacha oraliqda ishlovchi yarim o'tkazgichli lazerlarni yaratish mumkin. Bunday lazerlarning tuzilishi sodda, o'lchami kichik va: uzoq vaqt ishlay oladi.

42-Mavzu: Atom yadrosining tarkibi. Izotoplar. Atom yadrosining bog‘lanish energiyasi. Yadro reaksiyalari. Energetik sathlar.

Radioaktivlik α , β , γ nurlanishlar.

Reja:

- 1. Atom yadrosini o‘rganish tarixi.**
- 2. Bog‘lanish energiyasi.**
- 3. Yadro reaksiyalarida energiya ajralishi va yutilishi.**
- 4. Radioaktivlik. Alfa (α) yemirilish. Betta (β) yemirilish.**

Yadrolarning gamma (γ)-nurlanishi.

Atom yadrosining kashf etilish va o‘rganilish tarixi nihoyatda ibratli va qiziqarlidir. Yadro haqidagi zamonaviy tasavvurlar sekin-asta, eksperimental dalillar to‘planishiga qarab shakllangan. Bu shakllanishning muhim bosqichlariga to‘xtalib o‘tamiz

Atom yadrosining kashf etilishi.

Rezerford tajribalari (1911 y.) atom ichida musbat yadro borligiga shubha qoldirmaydi. Bu tajribalarning natijalari α -zarralar yadroga yaqinlashgan eng qisqa x masofani baholash imkonini berdi

Bu masofada α -zarraning kinetik energiyasi

$$W_p = \frac{q_{Ya}q_\alpha}{4\pi\epsilon_0 x} \quad (1)$$

formula bilan hisoblash mumkin bo‘lgan elektrostatik itarishish potensial energiyasiga to‘liq aylanadi.

Ravshanki, $q_{Ya}=Ze$, $q_\alpha=2e$, $W_p=W_K$. U holda

$$W_K = \frac{2Ze^2}{4\pi\epsilon_0 x} \quad (2)$$

bo'ladi, bundan

$$x = \frac{Ze^2}{2\pi\epsilon_0 W_K} \quad (3)$$

topiladi. Agar α -zarraning kinetik energiyasini $W_K = 5 \cdot 10^6$ eB deb qabul qilsak va oltin uchun $Z=79$ ekanini e'tiborga olsak, $x=10^{-14}$ m bo'ladi. Bundan, α - zarra va atom yadrosi radiuslarining yig'indisi 10^{-14} m dan kichik ekani kelib chiqadi.

Demak, atom yadrosining diametri 10^{-14} m dan bo'lishi kerak ekan. Zamonaviy dalillar buyicha yadrolarning o'lchamlari 10^{-14} yo 10^{-15} tartibida.

Rezerford tajribasida - zarralar atom yadrolari bilan to'qnashganda ularning parchalanib ketmaganligi atom yadrolarining mustahkamligini ko'rsatadi.

Atom yadrosining tarkibi.

1932 yil neytron kashf etilgandan biroz keyinroq (1932 y.) mashhur fizik D. D. Ivanenko, keyinroq nemis flzigi V. Geyzenberg atom yadrosi proton va neytronlardan tuzilgan, degan fikrni aytishdi. Bu zarralar nuklonlar deb nomlandi. Yadro tarkibiga kiruvchi protonlar soni Z uning zaryadini aniqtaydi, u Ze ga teng.

Z soni kimyoviy elementning Mendeleev davriy jadvalidagi tartib nomerini aniqlaydi va atom nomeri yoki yadroning zaryad soni deb yuritiladi

Yadrodag. nuklonlar, ya'ni proton va neytronlarning yig'indi soni A yadroning massa soni deyiladi. Yadrodagi neytronlar soni $N=A-Z$ ra teng.

Yadrolarni belgilash uchun ${}_Z^AX$ belgidan foydalaniladi, bu yerda X elementning kimyoviy belgisi, yuqoriga uning - A massa soni, pastga- Z atom nomeri qo'yilgan.

Bog‘lanish energiyasi.

Yadrodan proton yoki neytronni chiqarib yuborish uchun yaqindan ta'sir yadroviy kuchlarni yengib, ish bajarish zarur.

Natijada «qolgan yadro chiqarilgan - nuklon» sistemasining energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga teng bo‘lgan E-ga ortadi.

Yadroni alohida proton va neytronlarga to‘liq ajratish uchun zarur bo‘lgan energiya yadroning bog‘lanish energiyasi deyiladi.

Massa va energiyaning o‘zaro bog‘liqlik qonuniga ko‘ra bunda zarralarning massasi ham

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \quad (4)$$

ga ortadi. Demak, yadroning massasi hamma vaqt uni tashkil etuvchi zarralarning alohida olingan holdagi massalari yig‘indisidan kichik bo‘ladi. Bu yerdagi m massa defekti deb yuritiladi.

Yadro fizikasida zarralarning massasi- atom birligi (m.a.b.)da ifodalanadi. Massaning atom birligi uglerod 12 izotopi atomi massasining 1/12 qismiga teng:

$$1 \text{ m.a.b.} = 1,660565510^{-27} \text{ kg.}$$

quyidagi jadvalda ayrim turg‘un yadrolar va elementlar zarralarning massalari keltirildi.

Quyidagi rasmda bitta nuklonga to‘g‘ri keladigan (solishtirma) bog‘lanish energiyasining A massa soniga bog‘liqlik grafigi keltirildi. Bu grafik tahlili quyidagi xulosalarni qilishga imkon beradi:

a) solishtirma bog‘lanish energiyasi har xil elementlarning yadrolari uchun har xil bo‘ladi;

b) eng katta solishtirma bog‘lanish energiyasi massa sonlari 40 dan 100 gacha bo‘lgan yadrolarga to‘g‘ri keladi;

v) yengil yadrolarda solishtirma bog‘lanish energiyasi yadrodagi

nuklonlar sonining: kupayishi bilan kamayadi, og'ir yadrolarda esa u yadroning massa soni ortishi bilan kamayadi.

Yadro reaksiyalari. Yadro reaksiyalarida energiya ajralishi va yutilishi. Natias atom yadrolarining qayta tuzilishidan iborat bo'lgan jarayonlar Yadro reaksiyalari deyiladi.

Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari. Yadro reaksiyalari saqlanish qonunlariga mos holda o'tadi.

Xususan, elektr zaryadining, energiyaning, impulsning, nuklonlar sonining, massa sonining saqlanish qonunlari amal qiladi. Misol tariqasida Rezerford tomonidan 1919 yili amalga oshirilgan:



birinchi sun'iy yadro reaksiyasini qarab chiqamiz. Bu reaksiyada zarrachalarning

massa soni reaksiyadan oldin va reaksiyadan keyin ham 18 ga teng. Zarralarning zaryadi reaksiyadan oldin 9 e ga, reaksiyadan keyin ham 9 e ga teng.

Yadro reaksiyalarida energiya ajralishi va yutilishi.

Energiyaning saqlanib qonuni va massa energiyaning o'zaro bog'liqlik qonuni yadro reaksiyalarida ajralgan va yutilgan energiyalarni hisoblab topish imkonini beradi. Buning uchun quyidagilarni aniqlash kerak:

- a) yadro va zarralarning reaksiyagacha bo'lgan massasi m_1 ni;
- b) yadro va zarralarning reaksiyadan keyingi massasi m_2 ni;
- v) massaning o'zgarishi $\Delta m = m_1 + m_2$ ni;
- g) energiyaning o'zganshi $\Delta E = mc^2$ ni

Radioaktivlik.

A.Bekkerel tomonidan 1896 yili kashf etilgan Radioaktivlik hodisasi

o'sha zahoti ko'p olimlarni qiziqtirib qoldi. M.Skladovskaya Kyuri o'zining umr yo'ldoshi P. Kyurining maslahati bilan 1897 yili Radioaktivlik hodisasini o'rganish bilan shug'ullandi. Tez orada bu myammo bilan P.Kyurining o'zi ham shug'ullana boshladi. 1898 yili ular ikkita yangi radioaktiv elementni kashf etishdi va ularga poloniy va radiy deb nom qo'yishdi. Bu elementlarning radioaktiv nurlanishi uran tuzlarining nurlanishidan ancha intensiv edi.

Bizga ma'lumki, Rezerford 1899 yili radioaktiv nurlanishning ionlashtirish qobiliyatini o'rganar ekan, uning bir jinsli emasligini, ikki qismdan iboratligini aniqlagan va ularga α - va β -nurlar deb nom bergan. U α -nurlar geliy atomlari yadrolarining oqimidan iboratligini isbotlashga erishdi. O'sha yili A.Bekkerel β -nurlar elektronlar oqimidan iboratligini isbotladi.

Fransuz fizigi P.Vilard 1900 yili radioaktiv nurlanish taikibida uchinchi tashkil etuvchi ham borligini aniqladi va uni γ -nurlar deb atadi. γ -nurlarni o'rganish shuni ko'rsatadiki, ular to'liq uzunligi rentgen mirlarining to'liq uzunligidan kichik bo'lgan elektromagnit to'liqlar ekan.

Shunday qilib, radioaktiv nurlanish α, β, γ -nurlardan iboratligi aniqlandi. Ushbu rasmda bu nurlarning magnit maydondagi hatti-harakati aks ettirildi.

E. Rezerford va uning xodimi F.Soddi 1903 yili radioaktivlik hodisasi bir kimyoviy elementning boshqa elementga, masalan, radiyning rodonga aylanishi bilan birgalikda uuz berishini ko'rsatishgan edi

Radioaktivlik hodisasi hamma vaqt energiya ajralishi bilan birga bo'ladi. Ma'lum bo'lishicha, 1 g radiydan 600 J energiya ajraladi, u α , β - va γ -nurlar tomonidan olib chiqiladi.

Radioaktivlik hodisasini boshida tushuntirib bo'linadi. Ayniqsa,

bunda ajraluvchi energiyaning manbaini tushunib bo'lmay edi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, Radioaktivlik hodisasiga atomning elektrou qobig'ini o'zgartirishi mumkin bo'lgan tashqi ta'sirlar (qizitish, elektr va magnit maydonlar, kimyoviy birikma, agregat holat, bosim va h.k.) o'z ta'sirini o'tkaza olmaydi. Binobarin, radioaktivlik hodisasiga faqat atom yadrosining ichki tuzilishi sabab bo'lishi mumkin. Ainqalanishicha radioaktivlik ayrim atom yadrolarining o'zidan zarralar chiqarish bilan o'z-o'zidan boshqa yadrolarga aylana olish xususiyati ekan.

Radioaktiv yemirilishni xarakterlovchi kattaliklar.

Radioaktiv yemirilish asosan statistik hodisalar. U yoki bu yadroning qachon yemirilishini hech qachon aniqlab bo'lmaydi. Yadrolar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda radioaktiv o'zgarishlarni boshdan kechiradi. Radioaktiv yadrolar N boshlangich' sonining yarmi yemirilishi uchun ketgan vaqt yarim yemirilish davri deyiladi va $T_{1/2}$ bilan belgilanadi.

Vaqt birligi ichidagi radioaktiv yemirilishlar soni radioaktiv manba (modda) ning aktivligi deyiladi va A bilan belgilanadi:

$$A = \frac{dN}{dt} \quad (1)$$

bu yerdagi dN kichik dt vaqt ichidagi yemirilishlar soni.

Xalqaro birliklar sistemasida aktivlik birligi uchun 1 s. da 1 ta yemirilish bo'ladigan moddaning aktivligi olinadi. Bu birlikni bekkerel (1 Bk) deb atashadi:

1 Bk=1 yemir./s.

Aktivlikning sistemadan tashqari birligi kyuri (Ki):

1 Ki=3,7 · 10¹⁰ yemir./s.

Alfa (α) yemirilish.

α -yemirilish hodisasi shundan iboratki, ayrim elementlarning

radioaktiv yadrolari o'z-o'zidan α -zarralar chiqaradi. Tajribalarda α -yemirilish bilan bog'liq quyidagi dalillar aniqlangan:

- a) Alfa-yemirilish faqat og'ir yadrolar uchun o'rinli;
- b) α -aktiv yadrolarning yarim emirilish davri 10^{-6} s dan 10^{17} yilgacha,
- v) Bir moddaning yadrolaridan uchib chiquvchi α -zarralarning hammasi bir xil energiyali (2 MeV dan 9MeV gacha) bo'ladi;
- g) Yarim yemirilish davri uchib chiquvchi α -zarralar energiyasiga bog'liq. α -zarralar energiyasi qancha kichik bo'lsa, yarim yemirilish davri shuncha katta bo'ladi.

Nima sababdan atomlarning yadrolari α -zarralar chiqarib yemirilishini tushuntirish uchun α -zarralar faqat ko'p sonli proton va neytronlar (nuklonlar) ga ega bo'lgan og'ir yadrolar tomonidan chiqarilishiga etiborni qaratamiz.

Ma'lumki, yadro dagi nuklonlar orasidagi tortishish kuchlari yaqindan ta'sir qiluvchi, elektrostatik itarishish kuchlari esa, uzoqdan ta'sir qiluvchi kuchlardir. Barcha kimyoviy elementlarda yadro moddasining zichligi deyarli bir xil bo'lgani sababli, og'ir yadrolarning o'lchamlari yengil yadrolarga qaraganda katta bo'ladi (ularda nuklonlar soni ko'p). Shuning uchun og'ir yadrolarning yadroviiy tortishish kuchlari tufayli hosil bo'lgan mustahkamligi kichik bo'ladi. Og'ir yadro ichida yuz beruvchi jarayonlar natijasida uning α -zarralar chiqarish bilan yemirilishiga qulay sharoit yuzaga keladi. α -yemirilishdan yadro katta mustahkamlikka ega bo'lib qoladi.

Ammo nima sababdan og'ir yadrolar proton yoki neytron chiqarmasdan α -zarra chiqaradi? Yadrodan chiqib ketishi uchun nuklon yadrovoy tortishish kuchlarini yengishi kerak, buning uchun esa u yetarli energiyaga ega bo'lishi zarur. Bundan energiyaning manbai yadro nuklonlarining -

zarraga birikishida ajraluvchi energiya bo‘lishi mumkin..

Misol uchun, radiy yadrosining yemirilish reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:



Betta (β) yemirilish.

β -yemirilish hodisasi shundan iboratki, ayrim elementlarning yadrolari o‘z-o‘zidan elektronlar va juda kichik massali neytral zarra antineytrina chiqaradi. Qizig‘i shundaki, radioaktiv yemirilish jarayonida yadrolar o‘zida bo‘lmagan elektronlarni chiqaradi (yadrolar proton va neytronlardan tuzilgan). Bu juda oson tushuntiriladi. Aniq sharoitlarda yadroda neytronning proton va elektronga aylanishi yuz beradi. Paydo bo‘lgan elektron yadrodan uchib chiqadi. Yadro neytronning proton va elektronga aylanish jarayoni neytronlari ko‘p bo‘lgan yadrolarda kuzatitadi. Yadrodan uchib chiquvchi elektron m massalar farqiga ekvivalent bo‘lgan ΔE kinetik energiyaga ega bo‘ladi.

Keyinchalik β -yemirilishda ishtirok etuvchi ikki xil neytrino mayjudligi aniqlangan: neytrino n bilan belgilanadi va antineytrino $\bar{n}$ bilan belgilanadi.

β -yemirilish natijasida massa soni oldingidek, ammo atom nomeri (zaryad soni) birga ortik, bo‘lgan yangi yadro hosil bo‘ladi:



Masalan, ushbu reaksiya bo‘lishi mumkin:



Yadrolardan β -yemirilish jarayonida chiquvchi elektronlar energiyasi n dan berilgan yadro uchun mumkin bo‘lgan maksimal qiymatgacha uzluksiz ravishda o‘zgarib turishi tajribalarda aniqlangan.

Ammo faqat ahyon-ahyondagina maksimal energiyali elektronlar

nurlanadi.

Yadrolarning gamma (γ)-nurlanishi.

Yadro, xuddi atom singari. eng kichik energiyali holatda va qo'zg'algan holatda bo'lishi mumkin. Yadroning eng kichik energiyali holatdan qo'zg'algan holatga o'tishi uni zarralar yoki fotonlar bilan bombardimon qilish orqali amalga oshiriladi. Misol uchun, element yadrosi n chastotasi fotonlar bilan bombardimon qilinganda u $()^*$ qo'zg'algan holatga o'tishi mumkin:



O'zining asosiy holatiga qaytib, yadro γ -kvantlar chiqaradi:



Shunday qilib, γ -kvantning chiqishi atomning buzilishi bilan bog'liq emas, ular atomlar tomonidan emas, balki yadrolar, tomonidan nurlanadi. γ -nurlanish radioaktiv yemirilish bilan birgalikda yuz beradi, masalan, natriyning radioaktiv yemirilishi β - va γ -nurlanish bilan birgalikda sodir bo'ladi:



γ -nurlanishning asosiy xossalari bilan tanishaylik. Eng avvalo uning nihoyatda yuqori chastotali ekanini ta'kidlash kerak. Shuning uchun uning to'liq xossalari zaif bo'lib, birinchi o'ringa korpuskulyar xossalari chiqadi.

γ -nurlanish, fotonlari elektr zaryadiga va tinchlikdagi massaga ega emas.

Shuning uchun moddadan o'tishda g-kvantlar yadro va elektronlar bilan juda kam to'qnashadi. Ammo onda-sonda to'qnashishlar natijasida ular o'zlarining dastlabki yo'nalishidan keskin og'adi. Bunda γ -kvantlar energiyasi deyarli o'zgarmaydi, ammo γ -kvantlarning bir qismi moddada yutiladi. γ -nurlanishning katta o'tuvchanlik qobiliyati ularni inson

uchun xavfli qilib qo'yadi.

43-Mavzu: Radioaktiv yemirilish qonuni. Elementar zarralar va ularning xossalari.

Reja:

- 1. Radioaktiv yemirilish qonuni.**
- 2. Elementar zarralar va ularning xossalari.**

Aytaylik, ixtiyoriy t_0 vaqt momentida N_0 ta yemirilmagan atomlari bo'lgan radioaktiv modda berilgan bo'lsin. Chekli t vaqt o'tgandan keyin moddada qolgan radioaktiv yadrolar sonini topaylik

Ravshanki, t vaqt momentidagi yemirilgan atomlar soni dN shu momentdagi yemirilmagan atomlar soni N ga proporsional bo'ladi. Radioaktiv atomlarning umumiy N soni qancha ko'p bo'lsa, yemirilganlarining soni ham shuncha ko'p bo'ladi:

$$dN \sim N \quad (8)$$

Radioaktiv atomlarning yemirilishi o'z-o'zidan va xaotik bo'lgani sababli, t dan $t+dt$ gacha bo'lgan vaqt intervalida yemirilgan atomlar soni dt vaqt oralig'iga proporsional bo'ladi deb hisoblash mumkin:

$$dN = -\lambda N dt \quad (9)$$

Shunday qilib, $dN = -\lambda N dt$ yoki

$$dN = -\lambda N dt \quad (10)$$

bo'ladi, bu yerdagi λ -proporsionallik koeffitsienti bo'lib, radioaktiv yemirilish doimiysi deyiladi. Uning qiymati har xil moddalar uchun har xil. Tenglikning o'ng tomonidagi « - » ishora yemirilmagan atomlar soni N kamayishi sababli, dN manfiy kattalik bo'lishini ko'rsatadi.

Yemirilmagan atomlar sonini topish uchun yuqoridagi tenglikni

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad (11)$$

ko‘inishda yozib, so‘ngra integrallaymiz:

$$\int_0^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \quad (12)$$

Bundan

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \quad (13)$$

yoki

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (14)$$

natija topiladi.

Bu formula radioaktiv yemirilish qonunining matematik ifodadir: yemirilmagan radioaktiv yadrolar soni vaqt o‘tishi bilan eksponensial ravishda kamayadi.

quyidagi rasmda bu bog‘lanishning grfigi keltiriladi. Grafikdan, radioaktiv yemirilish aktivligi o‘zgarishining umumiy xarakteri va vaqtga bog‘liq bo‘lmagan holda, yarim yemirilish vaqti ichida moddaning aktivligi ikki barobar kamayishi ko‘rinib turibdi.

Elementar zarralar va ularning xossalari.

Hozirgi vaqtda stabil (barqaror) bo‘lgan va o‘rtacha yashash vaqti 10^{-17} sekunddan kam bo‘lmagan qiyosan stabil bo‘lgan 35 ta elementar zarracha mavjud. Bulardan tashqari, o‘rtacha yashash vaqti 10^{-22} yoki 10^{-23} sekund bo‘lgan rezonanslar deb ataladigan 100 dan ortiq zarralar ham mavjud.

Barcha elementar zarralar tinch holatdagi massasi, elektr zaryadi, o‘tacha yashash vaqti va boshqa ba’zi fizik kattaliklari bilan xarakterlanadi.

Elementar zarralarni ularning tinch holatdagi m_0 massalariga ko‘ra quyidagi 4 sinfga ajratish mumkin:

Fotonlar ($m_0 = 0$);

leptonlar yoki yengil zarralar ($0 < m_0 < m_e$);

mezonlari yoki oʻrta ogʻirlikdagi zarralar ($m_e < m_0 < m_p$);

barionlar yoki ogʻir zarralar ($m_e < m_p < m_d$).

Bu yerda m_e , m_p va m_d mos ravishda elektron, proton va neytron (ogʻir vodorod yadrosi) ning tinch holatdagi massalari.

Barionlar oʻz navbatida yana nuklonlar va gipertonlarga boʻlinadi.

Quyidagi jadvalda barcha maʼlum zarralar keltirilgan va ularning baʼzi xarakteristikalarini berilgan. zarralarining massasi elektronning tinch holatdagi massasida, elektr zaryadi elementar zaryadlarda ifodalangan.

Jadvaldan koʻrinadiki, elementar zarraning zaryadi yo + 1 ga, yo - 1 ga yoki 0 ga teng; ikki va koʻp zaryadli zarralar yoʻq. Elementar zarralarning koʻpchiligi barqaror emas yoki undan . koʻp oʻrtacha yashash vaqti juda qisqa. Elementar zarralarning xarakterli xususiyati yana shundaki, ular ikki xil koʻrinishda zarra va antizarra korinishda namoyon boʻladi. Zarra va antizarraning massasi, elektr zaryadining kattaligi bir xil, ammo zaryad ishorasi bilan farq qiladi.

Masalan, p - proton va $\bar{p}$ - antiproton, $-e_0$ elektron va $+e$ pozitron, n - neytron va $\bar{n}$ - antineytronlar antizarrachaga misol boʻladi..

Elementar zarralardan faqat uchta elektron, proton va neytronlar asosiydir, atomlar va nihoyat, bizni oʻrab olgan butun moddiy olam shu zarralardan tashkil topgan.

Hozirgi vaqtda yadro neytronlaridan birining protonga aylanishi natijasida elekttonlar sochilishi aniqlangan:

$${}^0_1n = {}^1_1p + {}^{-1}_0e + n$$

Bunda yana e_0 elektron va n antineytrino hosil boʻladi (neytrino va antineytrinoning tinchlikdagi massasi $m_n=0$, zaryadi $q_n=0$)..

Ikkinchi tomondan, atom yadrosidagi proton pozitron va neytrino chiqarib, neytronga aylanishi mumkin:

$$M = {}^0_1n + 4 e^- (HiL) \quad (1a)$$

Zarracha antizarracha bilan to‘qnashishda boshqa elementar zarrachalarga aylanishini ham eksperimental kashf etilgan. Bunda ularning ikkalasi ham avvalgi holdagi mavjudligini yo‘qotadi, bu protsess juftlar annigilyatsiyasi deb yuritiladi.

Masalan, juftlar annigilyatsiyasiga proton va antiprotonning pinol mezonga aylanishi quyidagichadir:

$$1r_1 + 1r_2 = 2p \quad (2)$$

**44-Mavzu: Pozitronlarning kashf etilishi. Zarralar va antizarralar.
Zarralar va elektromagnit nurlanish kvantlarining o‘zaro aylanishi.**

Reja:

- 1. Elektron va pozitronning fotonlarga aylanishi.**
- 2. Antizarrachalar.**
- 3. Yadroning bo‘linishi. Zanjir reaksiya.**

$$1e_0^- + 1e_0^+ = 2\gamma \quad (3)$$

misol bo‘la oladi. Annigilyatsiyaga teskari protsesslar ham uchraydi, bunday protsesslar natijasida zarralar va ularga mos antizarralar paydo bo‘ladi. Bu protsess juftlarning hosil bo‘lishi deb ataladi. Juftlarning hosil bo‘lishiga fotonning elektron va pozitronga aylanishi misol bo‘la oladi:

Shunday qilib, bir-biriga aylana olish elementar zarralarning eng xarakterli belgisidir. Elementar zarralar bo‘linmaydi, lekin ular bir-biriga aylanish xususiyatiga ega.

Pozitronning kashf qilinishi.

1928 yilda ingliz olimi P. Dirak o‘zi rivojlantirgan relyativistik kvant nazariyasi asosida elektronga o‘xshagan, lekin musbat zaryadlangan zarracha mavjud ekanligini aytdi, bu zarracha keyinchlik pozitron deb

ataldi.

1912 yilda K. Anderson kosmik nurlarni o'rganish vaqtida pozitronlar izini payqadi. U Vilson kamerasida kuchli magnit maydondan foydalanib, izlarning bir oz egrilanishini payqadi. Bu izlar yuqori energiyali musbat zaryadlangan nomalum zarrachaning izi edi.

Bn taxminni tekshirib ko'rish uchun zarrachaning harakat yo'nalishini aniq belgilab olish lozim edi, chunki faqat mana shunday qilingandagina, magnit maydonda bu zarrachaning og'ishiga qarab uning zaryadi ishorasini aniqlash mumkin bolardi. Anderson kamerani qo'rgoshin plastinka bilan to'sdi: zarracha bu plastinkadan o'tib, o'z tezligini kamaytirishi va ko'proq egrilangan traektoriya bo'yicha harakatlanishi lozim. U fotosuratlardan birida yana shu zarracha izini payqadi. Ushbu rasmda shu jarayonning davom etilishi keltirilgan. Zarracha harakatining yo'nalishi va uning zaryadi musbat ishorali ekani endi shubha tug'dirmaydi.

Hisoblashlar yangi zarrachaning massasi va zaryadining absolyut kattaligi xuddi elektronniki singari ekanini ko'rsatdi. Keyingi tekshirtshlar pozitron o'z xossalariga ko'ra elektronga o'xshashligini, undan zaryadining ishorasi bilan farq qilishini tasdiqladi. Yadro reaksiyalarida pozitron $+e_0$, β^+ yoki e^+ bilan belgilanadi.

β^+ - parchalanishda Yadro zaryadi birga kamayadi va element Mendeleev jadvalida chapga bir o'ringa siljiydi.

Antizarrachalar.

Retyativistik kvant nazariyasidan quyidagi kelib chiqadi: har bir zarracha uchun antizarracha mavjud bo'lishi kerak, ya'ni massasi, spini, yashash vaqti o'shanday bo'lib, undan zaryadming ishorasi, magnit momenti va spin vektorining o'zaro joylashishi bilan farq qiladigan zarracha bo'lishi kerak.

Tajribada payqalgan birinchi antizarracha «musbat elektron» pozitron edi. Bunday zarracha antizarracha juftiga manfiy va musbat myuonlar, musbat va manfiy pionlar va kaonlar misol bo‘la oladi. Boshqa antizarrachalar nomlarini olishda tegishli zarrachaning nomi oldiga «anti» old qo‘shimcha qo‘yish lozim.

Ularni belgilashda esa o‘sha simvollarning ozi, ishlatiladi, faqat simvol ustiga chiziqcha qo‘yiladi. Futon, neytral pion va etamezonlarning antizarrachasi yo‘q (bu hollar da zarracha va antizarracha mos keladi deyish mumkin). Mos zarrachalar sifatida antiproton, pozitron va antineytrino stabil, boshqa antizarrachalar esa nostabildir Ushbu jadvalda zarrachalar uchun parchalanish usulari keltirilgan. Antizarrachalar tegishli antizarrachalarga parchalanadi.

Yadroning bo‘linishi. Zanjir reaksiya.

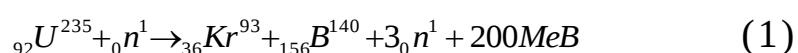
Yadro reaksiyalarini o‘rganish va shu maqsadda o‘tkazilgan juda ko‘p tajribalar fan uchun g‘oyat qimmatli natijalar berdi. Shulardan biri, og‘ir atom yadrolarini, masalan, uran $^{92}\text{U}_{35}$ yadrosini neytronlar bilan bombardimon qilganda, neytronlarning yutilishi, neytronlarning uchib chiqishi bilan yangi yadrolarning hosil bo‘lish reaksiyalari katta ahamiyatga ega

Daniyalik fiziklar L. Maer va O. Frish bu yangi element yadrolarining hosil bo‘lishini uran yadrolarining taxminan teng ikki qismga bo‘linishi deb tushundilar. Bu hodisani yadroning bo‘linishi deb hosil bo‘lgan yadroni esa bo‘linish parchalari deb atadilar. Yadro bo‘linishi reaksiyasining bo‘lish ehtimolligi neytronlarning energiyasiga bog‘liqdir.

Neytronlarning energiyasi (0-10) MeV oraliqda yotadi, ularning ko‘pchiligi (1-2) MeV enetgiyaga ega bo‘ladi. Energiyasi 1,5MeV dan

katta bo'lgan neytronlarga tez neytronlar, energiyasi 1,5MeV dan kichik bo'lgan neytronlarga sekin neytronlar va energiyasi 0,025MeV bo'lgan neytronlarga esa issiq neytronlar deyiladi.

Misol uchun uran yadrosining bo'linish reaksiyasini korib chiqaylik. Uran $^{92}\text{U}_{235}$ yadrosi sekin neytron bilan bombardimon qilinganda, yadrosidan uchta neytron chiqib, kripton $^{36}\text{Kr}_{93}$ va bariy $^{56}\text{Ba}_{140}$ izotoplarining yadrolari hosil bo'ladi va 200 MeV energiya ajralib chiqadi, ya'ni:



Tekshirishlardan malum bo'ldiki, uran $^{92}\text{U}^{235}$ izotopi faqat sekin neytron bilan bo'linishi, og'irroq $^{92}\text{U}^{238}$ izotopi esa neytronni yutib qolishini va bo'linmasligi aniqlandi.

$^{92}\text{U}^{238}$ yadrolari ham bo'linar ekan, buning uchun neytronning energiya 1,5 MeV dan katta bo'lgan, tez neytronlar kerak ekan. Yadroning bo'linish reaksiyasida ikki yoki uch neytron uchib chiqqan hol muhim ahamiyatga ega, chunki bu neytronlar uran massasida o'z-o'zidan davom etadigan reaksiyani amalga oshirishga imkoniyat yaratib beradi.

Haqiqatan ham, uran $^{92}\text{U}_{235}$ yadrosining bo'linishidan ajralib chiqqan 2 - 3 ta neytronlarning har biri uranning yadrosini parchalaydi, bunda har bir parchalanishdan yana 2 - 3 ta neytron ajralib chiqadi, bu neytronlar ham yadroning bo'linishiga va yangi neytronlarning ajralib chiqishiga sababchi bo'ladi va hokazo. Shu tariqa bo'linayotgan yadrolar va buning natijasida vujudga keladigan neytronlar soni geometrik progreseiya bo'yicha o'sa boradi. Binobarin, yadrolarning o'z-o'zidan rivojlantiruvchi bo'lintirish reaksiyasiga zanjir reaksiya deyiladi. Uran $^{92}\text{U}_{235}$ yadrosida zanjir reaksiyaning bo'lishi ushbu rasmda tasvirlangan.

Yadroning zanjir reaksiyasida aktiv ishtirok qiluvchi neytronlar

sonini kamaytiruvchi real sabablar ham mavjuddir.

Zanjir reaksiyaning borishi yoki kuchayishi neytronlarning ko'payish koeffitsienti K bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsient reaksiyaning birorta bosqichida yadroning bo'linishidan hosil bo'lgan neytronlar soni N_t ning bundan oldingi bosqichdagi neytronlar soni N_{t-1} ga nisbati bilan o'lchanadi:

$$K = \frac{N_t}{N_{t-1}} \quad (2)$$

Agar $K < 1$ bo'lsa, ikkilamchi neytronlar soni birlamchi neytronlar sonidan kamayib boradi, tashqi neytronlar manbaisiz bo'linish reaksiyasi tez so'nib qoladi.

Agar $K > 1$ bo'lsa, bo'linish reaksiyasi bir xil darajada saqlanadi. Zanjir reaksiyasi o'z-o'zidan quvvatlanuvchi, bunday rejimga kritik rejim deb ataladi. Kritik rejim yadro reaktorida hosil qilinadi.

Agar $K > 1$ bo'lsa, zanjir reaksiya boshqarib bo'lmaydigan darajada avj oladi va portlash ro'y beradi, Portlashda juda ko'p miqdorda energiya ajraladi va atrof-muhitning temperaturasi o'n million gradusgacha ko'tariladi. Atom bomba portlaganda shunday zanjir reaksiya sodir bo'ladi.

Bitta ${}_{92}\text{U}^{235}$ uran yadrosi bo'linganda 200 MeV energiya ajralsa, u holda $m=1$ r urandagi $2,1 \cdot 10^{21}$ ta yadro bo'linganda $8,31 \cdot 10^{10}$ J ta yaqin energiya ajraladi, bu esa 3 tonna toshko'mir yoqqanda ajraladigan energiyaga tengdir.

Bolinish zanjir reaksiyasini amalga oshirish mumkin bo'lgan moddalarga yadro yoqilg'i yoki portlovchi materiallar deb ataladi. ${}_{92}\text{U}^{235}$, ${}_{92}\text{U}^{233}$, ${}_{92}\text{U}^{239}$ izotoplar yadro yoqilg'ilardir.

Parchalanuvchi materiallardan faqat ${}_{92}\text{U}^{235}$ gina tabiatda mavjud bo'lib, boshqa ikkitasi ${}_{92}\text{U}^{233}$ va ${}_{92}\text{U}^{239}$ esa sun'iy ravishda olinadi.

Neytronlarning ko‘payish koeffitsienti bo‘linayotgan moddaning tabiatiga va massasiga hamda egallagan hajmining geometrik shakligabog‘liqdir.

Har qaysi yadro yoqilg‘i uchun $K = 1$ bo‘lgandagi bo‘linish zanjir reaksiyasi sodir bo‘ladigan modda massasiga kritik massa deyiladi.

Quyidagi jadvalga shar shaklidagi yadro yoqilg‘ilarining kritik massalari va kritik o‘lchami (radiusi) keltirilgan.

Yadro yoqilg‘ining kritik massasi va kritik o‘lchami.

Kritik massaning kattaligi ko‘pgina faktorlarga, jumladan, shakliga bog‘liq: shar shaklidagi yadro yoqilg‘ining sirti eng kichik bo‘lib, sirdan sochiladigan neytronlar soni ham eng kam bo‘ladi. Bunda neytronlarni qaytaruvchi qobiqlardan foydalanish mumkin. Bunday vositalar yordamida uran $^{92}\text{U}233$ ning kritik massasi mkr 0,25 kg gacha kamaytirish mumkin.

YADRO ENERGETIKASI

45-Mavzu: Uran yadrosining bo‘linishi. Zanjirli reaksiya. Yadro reaktori.

Atom elektrostansiyasi.

Reja:

1. Yadro reaktori. Zanjirli reaksiya.

2. Atom elektr stantsiyasi.

Sanoat uchun yadro energiyasini olishda bo‘linish zanjir reaksiyasini amalga oshirishi va uni boshqarish zarur.

Yadroning reaktori (qozoni) deb, yadroning bo‘linish zanjir reaksiyasi boshqariladigan qurilmaga aytiladi.

Zamonaviy reaktorlarda bo‘linuvchi modda sifatida ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotop, bilan boyitilgan urandan foydalaniladi. Bo‘linish reaksiyasidan vujudga kelgan tez neytronlarni sekinlashtirish, yo‘li bilan isaiqlik neytronlariga aylantirildi. Odatda reaktordagi 3 sekinlashtirgichlar grafit yoki og‘ir suv (D_2O) dan, ba'zan esa oddiy suv H_2O dan foydalaniladi.

Reaktorning asosiy qismi aktiv zonasidagi yadro yoqilg‘isida bo‘linishi zanjirli reaksiyasi bo‘lib, bunda energiya ajraladi. Neytronlarning sochilishini kamavtirish uchun aktiv zona neytron qaytargich bilan o‘ralgan.

Kadmiy yoki bor elementidan yasalgan boshqaruvchi sterjenlar yordamida reaksiya boshqariladi Chunki kadmiy yoki bor elementlari neytronlarni intensiv yutish xususiyatiga ega.

Atom reaktorlari turli-tuman ilmiy tadqiqot maqsadlarida, shuningdek atom elektr stansiyalarida energiya manbalari sifatida ishlatiladi. .

Quvvati $N = 5000 \text{ kVt}$ bo‘lgan jahonda birinchi atom elektr

stantsiyasi (AES) SSSRda 1954 yildan ishga tushirilgan. Hozirgi kunda jahonda juda ko'p AES ishlab turibdi. Xuddi shuningdek Rossiyada jahonda birinchi «Lenin» nomli atom muzeyi qurilgan.

Yadro reaktorlari yordamida ko'p miqdorda energiya olish bilan bir qatorda tibbiyotda, qishloq xo'jaligida, biologiyada, sanoatda hamda ilmiy tadqiqot ishlarida keng qollaniladigan turli-tarixli izotoplar olinadi. Yaqin kunlarda yadro energiyasi sanoat va xalq xo'jaligining rivojlanishida yetakchi bo'lishiga shubha yo'qdir.

Atom elektr stantsiyasi.

Yadro reaksiyalarini o'rganish jarayonida biz yadrosining Bo'linish reaksiyasi energiya ajralishi bilan yuz berishini ko'rdik. Bu reaksiyalarda reaksiyaga kirishuvchi moddaning massa birligi hisobiga ajraladigan energiya kimyoviy reaksiyalardagiga qaraganda millionlab marta katta.

Shuning uchun XX asr o'rtalarida fan va texnikaning barcha kuchlari yadro energiyasini egallashga, uni ajratib olish va qo'llashni o'rganishga yo'naltirildi.

Zanjir reaksiya

Yadro energiyasining ajralishi uchun uran yadrosining bo'linishida yangi neytronlarning chiqishi prinsipial ahamiyatga ega. Aniqlanishicha, aniq shart sharoitlarda uranda yadrolar bo'linishining zanjir reaksiyasi yuz berishi mumkin ekan.

Quyidagi rasmda tasvirlanganidek, ${}_{92}\text{U}^{235}$ uran izotopining yetarli katta bo'lagida bitta neytron ta'siri'da yadrolardan birining bo'linishini reaksiyasi yuz bersin va buning natijasida ikkita neytron ajralsin.

Bu neytronlar yana ikkita yadroning bo'linishiga sabab bo'ladi va bunda to'rtta neytron ajraladi, ular yana to'rtta yadroni bo'linishiga sabab bo'ladi va h. k. Bunday reaksiya bo'linishining zanjir reaksiyasi deb

yuritiladi. Uran-235 bo‘linishining zanjir reaksiyasi nazariyasini 1938 yili Ya B. Zeldovich va Yu. B. Xaritonlar ishlab chiqishgan.

Amalda yadrolar bo‘linishida chiquvchi barcha neytronlar yangi yadrolar tomonidan biriktirib olinmaydi. Neytronlarning bir qismi uran bo‘lagidan chiqib ketadi, bir qismi esa aralashmalarning atomlariga tushadi va uran yadrolarining bo‘linishlarini yuzaga keltirmaydi. Shuning uchun uran yadrolar bo‘linishning zanjir reaksiyasi hamma vaqt ham sodir bo‘lavermaydi.

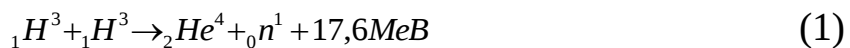
Zanjir reaksiya yuz berishi uchun birinchidan izotopining bo‘lagi yetarli katta bo‘lishi kerak. Uran bo‘lagining o‘lchamlari yetarli katta bo‘lganda bo‘linish reaksiyasi davomida ajraluvchi neytronlarning ko‘p qismi uran bo‘lagining chekkasiga yetguncha reaksiyaga kirishib ulguradi. Uran bo‘lagini neytronlarni qaytaruvchi maxsus g‘ilofga joylashtirish ham zanjir reaksiyaning amalga oshirishiga yordam beradi.

Termoyadro reaksiyalari. Quyosh va yulduzlar energiyasi. Radioaktiv nurlanishlarning biologik ta’siri.

Ancha yengil bo‘lgan yadrolar qo‘shilishi natijasida o‘rtacha yoki yengil yadro hosil bo‘lganda energiya ajralishi lozim, chunki yangi yadroda nuklonlar dastlabki yadrolardagiga qaraganda kuchliroq bog‘langan bo‘ladi.

Yengil yadrolar sintez qilinishida energiya ajralishi ancha yuqori bo‘lishi lozim, chunki A ning kichik qiymatlarida Yeb/A kattalik juda tez ortadi.

Masalan, deyteriy va tritiy yadrolaridagi geliy yadrosi hosil bo‘lishida



quyidagi energiya ajraladi: $28,3 - (8,5 + 2,2) = 17,6 \text{ MeV}$. Reaksiyada qatnashayotgan bitta nuklonga to‘g‘ri keladigan energiyani hisoblaganda kelib chiqadi, bu uran yadrolarining bo‘linish reaksiyasidagiga qaraganda

4 marta ko‘p. Shunday qilib, 1 kg deyteriy va trettiy aralashmasi geliyga toliq aylanganda 1 kg uran to‘tiq parchalanganda ajraladigan energiyaga qaraganda 4 marta ko‘p energiya ajraladi.

Yadrolai raaksiyaga kirishish uchun yetarli bolgan masofaga yaqmlashishi uchun ular juda katta kinetik energiyaga ega bo‘lishi lozim, chunki bir xil ismli zaryadlangan yadrolarning bir-biriga yaqinlashishida elektrostatik itarishish kuchlari qarshilik ko‘rsatadi.

Reaksiyaga kirishuvchi yadrolar aralaghamasini yuqori haroratlargacha qizdirilganda yadrolar kinetik energiyasining issiqlik harakati yadroviy sintez reaksiyalarini amaiga oshirish uchun yetadigan darajada yuqori bo‘lib qoladi. Bunday reaksiyalar termoyadro reaksiyalari deb nom oldi. Bunday sharoitlar quyoshda va boshqa yulduzlarda mavjud, quyosh markazida harorat taxminan 13 mln. Gradusga yetadi.

Bimday haroratda atomlar tola ionlangan bo‘ladi va modda «yalang‘och» yadrolar (elekhonsiz qpbiq) hamda elektronlardan tashkil topgan plazmadan iborat quyosh zaminida tennoyadro reaksiyalari sikli ro‘y beradi, buning natijasida vodorod yadrolari geliy yadrosiga aylanadi:



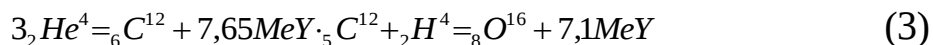
Bu siklda $_2Ne^4$ yadrorimng bog‘lanish energiyasiga deyarli teng bolgan energiya ajraladi (bu energiya E_b energiyada bir oz kamroq, chunki ikkita protonning neytronlar va pozitronlarga aylanishida energiya sarfbo‘ladi).

Quyoshning taxminiy tarkibi quyidagicha: 70% ga yaqin H vodorod, 29% geliy va 1 % dan ortiqroq og‘ir neytronlar. Quyosh massasi $2 \cdot 10^{30}$ kg.

Quyosh bundan keyin ham xuddi hozirgidek har sekunda $4 \cdot 10^{11}$ J energiya nurlansa, vodorod 10^{11} yilga yetishini hisoblab chiqish mumkin. Tarkibi va fizik xossalariga ko‘ra quyosh tipik o‘rtacha yulduzga o‘xshaydi, vodorodning geliyga aylanishida tennoyadro reaksiyalar

sikli ko'pgira yulduzlarning asosiy energiya manbaidir.

Yulduzlar bag'nda boshqa sintez reaksiyalar ham bo'lib o'tishi mumkin. Vodorodning «yonishiga» qarab yulduz markazida geliy yadrosi hosil boladi Unda 100 ruin, gradusga yaqin haroratda quyidagi



va boshqa termoyadro reaksiyalar hosil bo'lishi mumkin.

46-Mavzu: Termoyadro reaksiyalari. Quyosh va yulduzlar energiyasi.

Reja:

- 1.Termoyadro reaksiyalari.**
- 2.Nurlanishning biologik tasirini xarakterlovchi kattalik.**
- 3.Quyosh va yulduzlar energiyasi.**
- 4.Ehtiyot choralari va himoyalanish**

Yadro nurlanishlari barcha tirik. Organizmlarga kuchli shikastlantiruvchi ta'sir o'tkazadi. Bu ta'sirning qanday bo'lishi yutilgan nurlanish dozasi va uning turiga bogliq. Nurlanish olib o'tgan energiyaga va uning lonlashtirish qobiliyahga qarab, yutilgan nurlanish dozasi haqida hukm chiqarish mumkin. Shuning uchun ikkita kattalik kiritilgan: yutilgan nurlanish dozasi va nurlanishning ekspozitsion dozasi. Yutilgan nurlanish dozasi deb, nurlantirilayotgan jism tomonidan yutilgan ΔW nurlanish energiyasining jism massasiga nisbati bilan olchanadigan kattalikga aytiladi va D harfi bilan belgilanadi:

$$D = \frac{\Delta W}{m} \quad (4)$$

Xalqaro birliklar sistemasida yutilgan nurlanish dozasining birligi sifatida grey (1 Gr) qabul qilingan:

$$1 \text{ Gr} = 1 \text{ J /kg} = \text{J/kg}$$

Nurlanishning ekspozitsion dozasi deb, havoning qandaydir hajmida nurlanish tomonidan hosil qilingan bir xil ishorali ionlar yig'indi zaryadining shu hajmdagi havo massasiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikga aytiladi va NED bilan belgilanadi:

$$\text{NED} = Q/m \quad (5)$$

Nurlanishning ekspozitsion dozasi birligi uchun shunday nurlanish intensivligi olinadiki, u 1 kg quruq havoda yig'indi zaryadi 2 Kl bo'lgan bir xil ishorali ionlar hosil qiladi.

$$1 \text{ NED} = 1 \text{ Kl / kg}$$

Amalda tez-tez sistemadan tashqari birlik - rentgen va uning ulushlari ishlatiladi:

$$\text{IR} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Kl/kg}$$

Tirik organizmlar, xususan odam nurlantirilganda, nurlanishning shikastlantiruvchi ta'siri, yutilish dozasi bir xil bo'lganda, nurlanish turiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun hamma turdagi nurlanishlarning biologik ta'sirlari rentgen va -nurlanishning biologik ta'siri bilan solishtirish qabul qilingan.

Berilgan turdagi nurlanishning shikastlantiruvchi ta'siri yutilgan nurlanish dozasi bir xil bo'lganida, rentgen nurlanishinikiga qaraganda necha marta yukori ekanligini ko'rsatuvchi kattalik nisbiy biologik ekvivalentlik koefitsienti (NBEK) yoki nurlanishning sitat koefitsienti.(HC-K) deb yuritiladi. quyidagi jadvalda nurlanishining asosiy turlari uchun NBEK ning qiymatlari keltirildi.

Shuning uchun nurlanishning tirik organizmga tasirini baholash uchun maxsus kattalik ekvivalent doza kiritilgan.

Yutilgan nurlanish dozasi (D) bilan nisbiy biologik ekvivalentlik koeffitsienti (NBEK) ning ko'paytmasiga teng bolgan kattalik yutilgan nurlanishning ekvivalent dozasi deyiladi va D_{EKV} bilan beigilanadi.

$$D_{EKV}=D \cdot NBEK. \quad (6)$$

Radioaktiv nurlanishning insonga ta'siri. Inson uzliksiz ravishda radioaktiv nurlanish ta'siriga uchrab turadi. Bu nurlanish manbalari. Kosmik jismlar: radioaktiv moddasi bo'lgan Yer bag'ri: biz yashayotgan binolar (granitda, g'ishtlarda va. temirbetonda- radioaktiv moddalar bor), rentgen apparatlari; televizorlar; hatto bizning tanamizda ham 0,01 g radioaktiv kaliy mavjud, u sekundiga 4000 bo'linish tezlik bilan emiriladi.

Yil davomida har bir kishi o'rtacha 400 - 500 mrbe ga yaqin nurlanish dozasini oladi, bu do'za quyidagicha taqsimlanadi

Kosmos va yer nurlanishi taxminan 150 mrbe: rentgenoskopiya vaqtida olinadigan nurlanish 140 mrbe televizion eshittirishlarni tomosha qilish vaqtida olinadigan nurlanish 100 mrbe; Nurlanishning boshqa turlari 80 mrbe ga yaqin. Bular yil davomida yutiladigan o'rtacha dozalar. Ammo bunday doza insoniyat salomatligiga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Chunki inson biologik o'bekt sifatida uzluksiz ravishdagi ana shunday nurlanish sharoitida shakllangan va uning organizm bunday dozalariga o'rganib qolgan. Radiobiologik himoyaga bo'yicha xalqaro komissiyaning ma'lumotiga ko'ra yiliga 35 rbe dan yuqori bo'lgan dozalar xavfli hisoblanadi.

Ehtiyot choralari va himoyalanish.

Yadro nurlanishlari yana shunisi bilan xavfliki ulaming hatto yuqori dozalarini ham inson sezgi organlari sezmaydi. Shuning uchun radioaktiv moddalar bilan tshlaganda ehtiyot bo'lish va *xamma* instr

uksiyalarda yozilgan uo'l -yo'riqlariga qat'iy rioya qilish zarur.

Radioaktiv nurlanishga yo'liqmaslik uchun, undan himoyalaniish zarur. Hech qanday holatda ham radioaktiv moddani qo'lga olish mumkin emasligini, buning uchun uzun dastali maxsus qisqichlardan foydalanish zarurligini esdan chiqarmaslik zarur.

Radioaktiv yadrolardan uchib chiquvchi α -zarralardan himoyalaniish ancha oson, chunki ular havoda bir necha santimetr masofagacha ucha oladi va kiyim-bosh tomonidan ushlab qolinadi. β -nurlanish yesa havoda 5 m cacha masofani o'ta oladi, shuning uchun indan himoyalaniish ancha murakkab. Shuning uchun β -aktiv moddalarni albatta maxsus zavod saqlagichlarida saqlash zarur. β -nurlanish bir metr qalinlikdagi suvdan va 6 sm qaliniikdagi qo'rg'oshin listidan bemalol o'tib ketadi, shuning uchun undan himoyalaniish, ancha murakkab. γ -nurlanishdan saqlanish uchun radioaktiv moddani maxsus qo'rg'oshin -konteynerlardan chiqarmaslik kerak, konteyneming qopqog'ini ochganda esa, γ -nurlanish to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini esda tutish kerak.

Neyfronlar chiqaruvchi moddalar bilan ishlashda nihoyatda ehtiyot bo'lish zarur: tez harakatlanuvchi neytronlar har qanday moddada juda kuchsiz yutiladi. Radioaktiv moddalar bilan ishlanadigan hamma hollarda nurlanish devordan va laboratoriya asboblaridan qaytishi mumkinligi ko'zda tutish zarur.

Radioaktiv moddalar bilan ishlashda nihoyatda batartib bo'lish, ish joyi va laboratoriyani radioaktiv ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Masalan, radioaktiv moddalarni kanalizatsiyaga yuvib yuborish, radioaktiv changni havoga uchirib yuborish mumkin emas. Bundan sizning birga ishlaydigan o'rtoqlaringiz ham va siz ishlayotgan laboratoriyadan uzoqda bo'lgan mutlaqo notanish kishilar ham zararlanishi mumkinligini

esdan chiqarmaslik zarur.

47-Mavzu: O‘zbekistonda yadro fizikasi sohasidagi tadqiqotlar va ularning natijalaridan xalq xo‘jaligida foydalanish.

Reja:

- 1. O‘zbekistonda yadro fizikasi sohasidagi tadqiqotlar.**
- 2. Ularning natijalaridan xalq xo‘jaligida foydalanish.**
- 3. «Tokamak» tipidagi qurilma**

Kuchli energetika bazasi mamlakat iqtisodiyotini har tomonlama rivojlantirishning. ishlab chiqarish texnikasi va texnologiyasining barcha tarmoqlarini takomillashtirishning va xalq farovonligini og‘ishmay oshirishning asosi hisoblanadi. Shuning uchun energetikani, va ayniqsa elektr energetikasini rivojlantirishga alohida e'tibor beriladi. Ammo elektr stansiyalarida faqat yoqilg‘i, gidro, va yadro energiyalari elektr energiyasiga aylantiriladi.

Mamfakatimiz yoqilg‘i va yadro yoqilg‘isining energetika ehtiyojlarini uzoq yillar davomida qanoatlantiradigan darajadagi katta va boy zahiraga ega. Ammo *bu* zahira ham abadiy emas va qayta tiklanmaydi. Energiyaning gidro manbalari qayta tiklanadi, ammo ular chegaralangan. XX asr o‘rtalariga kelib yangi energiya manbalarini axtarib topish myammosi paydo bo‘ldi.

Olimlarning e'tiborini atom yadrolarining sintezi reaksiyasi o‘ziga qaratdi. Uran-235 yadrosining bo‘linish reaksiyasida 208 MeV energiya ajralish, vodorod yadrolaridan geliy yadrosining sintezi reaksiyasida esa, 26 MeV energiya ajralishi bizga ma'lum. Birinchi holda bitta niklonga MeV energiya, ikkinchi holda esa MeV/energiya to‘g‘ri keladi. Shunday qilib, energetika nuqtai nazaridan yadrolar sintezi reaksiyasi og‘ir yadrolarning bo‘linish reaksiyasiga qaraganda foydaliroq ekan.

«Tokamak» tipidagi qurilma.

Birinchi marta sobiq ittifoqda yaratilgan «Tokamak» tipidagi qurilmada plazmani qiizitish uchun kuchli elektr razryadidan, uni ushlab turish uchun esa, magnit u maydonidan foydalaniladi. «Tokamak»da plazma I toroidal kamerada hosil qilinadi. Kamera past bosimli deyteriy () bilan to'ldiriladi. Toroidal kamera impuls transformatorining ikkilamchi o'rami bo'ladi, uning birlamchi o'rami juda katta sig'imli kondensatorlar batareyasiga ulanadi.

Kondensatorlar batareyasi transformatorning birlamchi o'rami orqali zaryadsizlanganda toroidal kamerada uyurmaviy elektr maydon yuzaga keladi, u ishchi gazni ionlashtiradi va unda kuchli tok impulsini hosil qiladi. Elektr toki ishchi gazni qattiq qizitadi. Bir necha o'n million kelvingacha temperaturali plazma hosil boladi..

Bundan tashqari, toroidal kamerada hosil qilingan elektr toki ikkinchi muhim funksiyani bajaradi, uning magnit maydoni elektron va ionlarni plazma ustunida ushlab turadi va bu bilan ularning kamera devorlariga to'g'ridan-to'g'ri tegishiga to'sqinlik qiladi.

Plazma shnurining egilishlarga va boshqa mumkin bo'lgan shakl o'zgarishlariga nisbatan turg'um bo'lishi uchun «Tokamak»da, induksiya chiziqlari plazmadagi tok yo'nalishiga parallel bo'lgan kuchli magnit maydon hosil qilinadi. Bu stabilizatsiyalovchi toroidal magnit maydonni toroidal kameraning tashqarisidan o'ralgan o'ramlar hosil qiladi. «Tokamak-10» qurilmasining umumiy ko'rinishi quyidagi rasmda berildi. Unda transformatorning magnitoprovodi, toroidal magnit maydonining o'ramlari va vakuum kamerasining detallari ko'rinadi. Elektr ta'minot, vakuum hosil qilieh, boshqarish sistemalari va o'lchov diagnostika kompleksi boshqa xonalarga joylashgan.

«Tokamak-10», da yuqori temperaturali plasma 0,06 s gacha ushlab

turiladi, bundan bir oz kam vaqt davomida toroidal kamerada geliy sintezi termoyadro reaksiyasi yuz beradi.

Shuni ta'kidlash lozimki, ajraladigan termoyadro energiyasi, hozircha plazma hosil qilish uchun sarflangan energiyaga nisbatan juda kichik ammo termoyadro reaksiyalari natijasida hosil bo'ladigan neytronlar oqimi «Tokamak»da intensiv termoyadro, reaksiyasi borayotganligidan dalolat beradi.

Termoyadro reaksiyasining mavjud bo'lish vaqtini ko'paytirish yo'llari qurilmaining o'ichamlaiifii kattalashtirish bilan bog'liq.

Shming uchun hozir bunday tipdagi katta«Tokamak-20» qurilmasi ko'rilmogda.

48-Mavzu: Olamning mexanik va elektromagnit manzaralari.

Materiya. Fizika va fan texnika taraqqiyoti.

Reja:

- 1. Olamning mexanik va elektromagnit manzaralari.**
- 2. Materiya. Fizika va fan texnika taraqqiyoti.**
- 3. Termoyadro reaksiyasi uchun lazer qurilmasi.**

Lazer qurilmasining tuziliyhi va ishlash prinsipi bilan tanishaylik. Muzlatilgan deyteriy va tritiy aralashmasidan yoki ularning kimyoviy birikmalaridan qilingan, millimetrdan kamroq o'lchamli, hamma tomonidan lazer nuri bilan bir tekis yoritiladigan sharchani ko'z oldingizga keltiring. Lazer nurlanishi sharcha sirtidagi moddani qizitadi va bug'lantiradi, bunda bosim o'nlab milliard atmosferagacha ortadi. Bu bosim ta'sirida sharchaning markaziy qismi qisiladi va qiziydi.

Modda zichligining ortishi termoyadro reaksiyasining boshlanishiga olib keladi. Lazerli termoyadro reaksiyalari bo'yicha tekshirishlarning

birinchi davrida (1961-1968 yy.) termoyadro sintezi uchun lazerdan foydalanish g'oyasi asoslandi, kerakli asboblarni yaratildi, dastlabki tekshirishlar o'tkazildi va yadro sintezi mumkinligini isbotlovchi birinchi neytronlar olindi. Lazer nurlanishi bilan qizitilgan plazmadan neytron impulsi birinchi marta 1968 yili P. N. Lebedev nomidagi fizika instituti (FIAN)da olingan.

Tekshirishlarning ikkinchi davri energetika masalalarini hal qilish uchun komplekslar qurishdan boshlandi. 1970 yili FIANda birinchi qurilma ishga tushirildi.

U nishonni sferik (har tomondan) yoritish uchun mo'ljallangan, 1,3 kJ energiyali va impuls vaqti $0,1 \cdot 10^{-6}$ s bo'lgan to'qqiz kanalli lazerni, shuningdek, diagnostika apparatlarining katta kompleksini o'z ichiga oladi. Bu qurilma 1012 Vt quvvatga ega. Shunga o'xshash qurilmalar 1972 - 73 yillarda Fransiya va AQSh da ishlay boshladi.

Hozirgi kunda dunyoning turli laboratoriyalarida - AQSh, Fransiya va Yaponiyada - o'n yoki hatto yuz ming joul energiyali kuchli lazer qurilmalariga katta e'tibor berilmoqda.

Hisoblashlarning ko'rsatishicha energiya ajraladigan termoyadro sintezini amalga oshirish uchun 100 kJ dan katta energiyali va impuls vaqti sekundning o'n milliarddan biriga yaqin bo'lgan lazerlar kerak bo'lar ekan.

Hozirgi vaqtda lazerli termoyadro sintezi ilmiy-tekshirish laboratoriyalaridan tashqariga chiqqani yoq. Ammo eng muhimi bu flzik nuqtai nazarida asoslangan myammo ekanligi, lazerli termoyadro sintezi istiqbollarini baholashda buni hisobga olish zarur. Boshqariluvchi termoyadro reaksiyasining amalga oshirilishi insoniyatga deyarli tuganmas energiya manbaini beradi, chunki deyteriyning okean suvlaridagi zapasi juda katta, uni ajratib olish esa, oddiy va arzon.

ADABIYOTLAR

1. Савельев И.В. Умумий физика курси. Т.: , «Ўқитувчи», 1973. т. 1
2. Савельев И.В. Умумий физика курси. Т.: , «Ўқитувчи», 1973. т. 2
3. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 1
4. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 2
5. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1985
6. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989
7. Исмоилов М., Хабибуллаев П.К., Халиуллин М. Физика курси Тошкент «Ўзбекистон», 2000
8. Раҳматуллаев М. «Умумий физика курси». Механика, Ўқитувчи, 1995
9. Аҳмаджонов О. Физика курси. Т.: «Ўқитувчи», 1987. т. 1,2,3-қисмлар