

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
XALQ TA'LIMI VAZIRLIGI**

A.A Axmedov, Sh.O.Toshpo'latova

Optika va atom yadro fizikasi

Navoiy-2008

Mualliflar:

f-m.f.n Axmedov A.A

O'q. Toshpulatova Sh.O

Ushbu ma'ruza matni Davlat Pedagogika Institutining 2008-yil «2»sentyabr № 1-sonli ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilib, ma'qullandi.

SO'Z BOSHI

E'tiboringizga havola etilayotgan mazkur ma'ruza matni ta'lim to'g'risida»gi qonun «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» da ko'zda tutilgan vazifalar asosida ta'lim sohasida amalga oshirilayotgan islohotlarni e'tiborga olib hamda «Optika va atom yadro fizikasi» fanidan Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan o'quv dasturiga asosan yozilgan. Ma'ruza matnida o'quv materiallarining ketma-ketligi, hajmi, bayon etilishi, nazariy jihatdan chuqurligi va amaliy tomondan talabalar tanlagan mutaxassisliklari doirasida egallashlari lozim bo'lgan bilim va ko'nikmalar hisobga olingan.

Talabalarning tushunishlari, o'zlashtirishlari oson bo'lishi va ma'ruza matnning samaradorligi yuqori bo'lishi uchun jadvallar, ko'plab tasviriy vositalar (sxemalar, rasmlar) ga keng o'rin berilgan. Ma'ruza matni to'qqiz bobdan iborat bo'lib, ayni paytgacha mavjud bo'lgan turdosh darsliklardan farqli ravishda har bir bobdan keyin mavzularga doir masalalar yechish namunalari keltirilgan hamda fanlararo va Oliy ta'limning umumiy o'rta, o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limlari orasidagi bog'lanishga ham yetarlicha e'tibor qaratilgan.

Ma'ruza matni, asosan Oliy ta'limning «Fizika-astronomiya» va «Matematika-informatika» yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, texnik va tabiiy yo'nalish talabalari uchun ham muhimdir.

I. TO'LQIN OPTIKASI

1.1. Yorug'lik interferensiyasi. Yorug'lik to'lqinlari. Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin gipotezalari. Yung tajribasi. Yorug'lik to'lqinlarining kogerentligi. Kogerentlik vaqti va uzunligi. Ikki kogerent manbalardan tarqalayotgan yorug'lik interferensiyasi manzarasini hisoblash. Ekrandagi interferensiyasi manzaraning maksimum va minimum shartlari. Yupqa pardalardagi yorug'lik interferensiyasi. Nyuton halqalari. Interferometrlar. Ko'p to'lqinli interferensiyasi.

1.2. Yorug'lik difraksiyasi. Gyuygens-Frenel prinsipi. Frenel zonalar usuli. Yorug'likning tug'ri chiziq buylab tarqalishi. Doiraviy tirqish va disk tufayli vujudga keladigan Frenel Difraksiyasi. Bitta tirqish tufayli hosil bo'ladigan Fraungofer difraksiyasi. Difraksion panjaradagi difraksiya. Vulf-Bregg tenglamasi. Rentgenostrukturaviy analiz haqida tushuncha. Galografiya. Gologrammani hosil qilish va gologrammadan foydalanib buyum tasvirini tiklash.

1.3. Elektromagnit nurlanishning modda bilan ta'sirlashishi. Normal va anomal dispersiya sohalari. Dispersiyaning elektron nazariyasi. Buger qonuni. Doppler effekti. Vavilov-Cherenkov nurlanishi va uning vujudga kelish mexanizmi.

1.4 Yorug'likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Yorug'likning qaytishdagi qutblanishi. Bryuster qonuni. Izotrop va anizotrop muhitlar. Yorug'likning ikkiga ajralib sinishidagi qutblanishi. Polyarizatorlar. Malyus qonuni. Sun'iy optik anizotropiyani hosil qilish usullari.

II. NURLANISHNING KVANT TABIATI

2.1. Issiqlik nurlanishi. Nurlanish va jism orasidagi O'zaro munosabat xarakteristikalarini. Absolyut qora jism. Kirxgof qonuni. Stefan-Bolsman qonuni. Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati nurlanishning to'lqin uzunligiga bog'liqligi. Vinning siljish qonuni. "Ultrabinafsha haloqat". Kvant gipotezasi va Plank formulasi. Plank formulasidan Stefan-Bolsman va Vin qonunlarini keltirib chiqarish. Optik pirometriya.

2.2. Yorug'likning kvant xossalari. Tashqi fotoeffekt va uning qonunlari. Eynshteyn tenglamasi. Fotoeffektning qizil chegarasi. Foton. Foton massasi va impulsi. Yorug'likning foton xususiyatlarini tasdiqlovchi tajribalar. Yorug'lik bosimini to'lqin va kvant xossalari asosida tushuntirish. Kompton effekti. Elektromagnit nurlanishining korpuskulyar va to'lqin xossalarini dialektik birligi.

III. KVANT MEXANIKASINING ELEMENTLARI

Moddaning korpuskulyar-to'lqin dualizmi. De-Broyl formulasi. De-Broyl gipotezasini tasdiqlovchi tajribalar. Shredinger tenglamasini bir o'lchovli tug'ri burchakli "potensial ura"dagi

zarraga qullanilishi, zarra energiyasining kvantlanishi. Borning moslik prinsipi. Zarraning potensial to'siqdan utishi. Kvant mexanikasida chiziqli garmonik ossilyator.

IV. ATOM FIZIKASI ELEMENTLARI

Vodorod atomi. Kvant sonlari. Aynigan holatlar. Energetik sathning aynish karraligi. Shtern va Gerlax tajribasi. Elektron spini. Spin kvant soni. Pauli prinsipi. Elementlarning davriy sathlari. Yorug'likning kombinatsion sochilishi. Paramagnit rezonans. Majburiy nurlanish. Lazerlar va ularning kullanishi.

QATTIQ JISMLAR FIZIKASI ELEMENTLARI

Statistik fizikaning asosiy tushunchalari. Boze-Eynshteyn va Fermi-Dirak taksimotlari haqida tushuncha. Fononlar. Kristall panjaraning Issiqlik sig'imi. O'ta oquvchanlik hodisasi. Metallardagi elektronlarning kvant statistikasi. Aynigan gaz. Aynish temperaturasi. Metallardagi elektron gazining issiqlik sig'imi. Metallar elektr o'tkazuvchanligining kvant nazariyasi haqida tushuncha. O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi. Jozefson effektlari. Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi.

Kristallarda energetik zonalar. Energetik zonalarini elektron bilan to'ldirishi. Kattik jismlarning o'tkazgichlar, dielektriklar va yarim o'tkazgichlarga bo'linishi. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi. Yarim o'tkazgichlarning aralashmali elektr o'tkazuvchanligi. Kontakt hodisalar. p - n - o'tish va uning volt-amper xarakteristikasi. Yarim o'tkazgichli diod triodlar. Lyuminession nurlanish. Suyuq kristallar va ularning qo'llanilishi.

VI. ATOM YADROSI VA ELEMENTLARI

ZARRALAR HAQIDA MA'LUMOT

Atom yadrosining tarkibi va asosiy xarakteristikalarini. Yadro kuchlarining asosiy xossalari va tabiati haqida tushuncha. Massa defekti yadro massasi va bog'lanish energiyasi.

Radioaktivlik. Radioaktiv izotopning yarim yemirilish davri. Alfa va betta yemirilish. Yadroviy nurlanishlar va ularni qayd qilish usullari. Zaryadlangan zarralar va gamma nurlarining moddalarda yutilishi. Yadroviy reaksiyalarning asosiy qonuniyatlari. Yadroviy reaksiyaning effektiv kesimi. Neytronlarning moddalardan o'tishi. Yadroviy bo'linishi reaksiyalari. Zanjir reaksiya. Reaktorlar. Termoyadroviy reaksiyalar. Yadro fizikasining yutuklaridan tinchlik maksadlarida foydalanish. Yadroviy urush xavfini yuqotish-zaruratidir. Elementar zarralar va ularning klassifikatsiyasi. Hozirgi zamon fizikasining asosiy muammolari haqida tushuncha.

Yorug'lik interferensiyasi Yorug'likning korpuskulyar gipotezalari. Yorug'lik to'lqinlarining kogerentligi. Yupqa plastinkalarda interferensiya. Nyuton halqalari. Interferometrlar

Reja:

[Optika nimani o'rganadi.](#)

[Yorug'likni tabiati to'g'risidagi tasavvurlarning rivojlanish tarixi.](#)

[Yorug'lik interferensiyasi. Yung metodi. Frenel ko'zgulari, Frenel biprizmasi.](#)

[Interferensiyani hisoblash.](#)

[Yupqa plastinka va ponalarda interferensiya.](#)

[Nyuton halqalari.](#)

[Maykelson interferometri.](#)

1.1. Optika - grekcha (optiks) - ko'rish degan ma'noni bildiradi. Optika fizikaning yorug'lik tabiati, uning qonuniyatlari modda bilan ta'siri protsesslarini o'rganadigan bo'limidir.

2.XVII asrda yorug'lik tabiati haqida 2 ta prinsipial karama-karshi nazariya yuzaga keldi. Nyuton yaratgan korpuskulyar nazariya. Bunga ko'ra yorug'ik manbadan katta tezlikda otilib chiquvchi zarralar oqimidan iborat. Gyugens yaratgan to'lqin nazariyasi. Yorug'lik olamni to'ldirib turuvchi "Efir"da tarqaluvchi to'lqindir.

XVIII asr oxirigacha Nyuton nazariyasi ustun bo'lib keldi. XIX asr boshlarida ingliz fizigi Yung (1801) Frenel (1815) kabi olimlarning tadqiqotlari tufayli Gyuygens prinsipi ancha rivojlandi. Gyuygens-Frenel prinsipi yuzaga keldi va bu prinsip yorug'lik tabiatdagi interferensiya, difraksiya, kutublanish hodisalarini tushuntirib berdi. Lekin bunda "Dunyo efiri" tushunchasi shubhali bo'lib koldi.

XIX asr 60-yilda Maksvellning Elektromagnit to'lqin nazariyasi "Dunyo efiri" tushunchasini butunlay rad etdi. Bu nazariyani Fizo, Maykelson, Fuko tajribalari tasdiqladi. Lebedev Yorug'lik bosimini o'lchadi. XX asr boshlariga kelib bir talay tajribalar toplanib tushuntirish kiyin edi. Masalan fotoeffekt, Issiqlik nurlanishi kabilar. Plank 1900 yilda, Enshteyn 1905 yilda, Shredinger (1925) Bor 1913 y. Yorug'lik tabiatini rivojlantirdilar va quyidagicha xulosa kilindi.

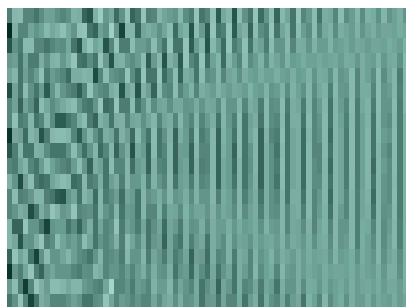
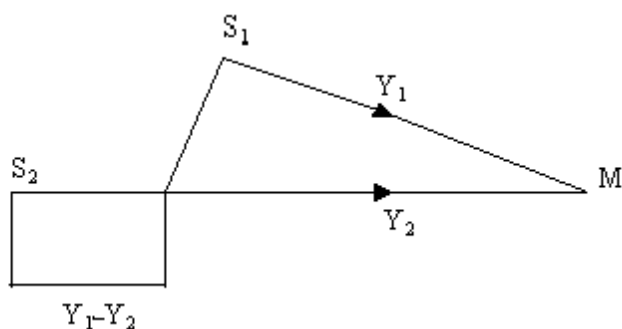
3.Yorug'lik ham, to'lqin korpuskulyar xossalariga ega murakkab protsessdir! To'lkin interferensiyasini esga olaylik

Soddalik uchun 2 ta manbadan tarkalayotgan to'lqin agar kogerent bo'lsa iterferensiya yuz beradi.(1-rasm)

S_1 va S_2 - Yorug'lik manbalari

u_1, u_2 - mos yo'llari

M nuqtada interferensiya yuz beradi. Agar to'lqin kogerent bo'lib quyidagi shartlar bajarilsa, bir-birini ko'chaytiradi yoki susaytiradi



1-rasm

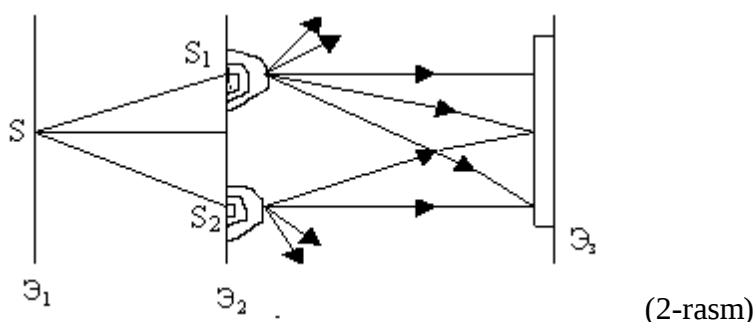
Fazalar farqi o'zgarmas, chastotalari teng bo'lsin.

$u_1 - u_2 = 2m(\mu \lambda \delta / 2)$ maks. Kuchaytiradi (shart bajarilsa)

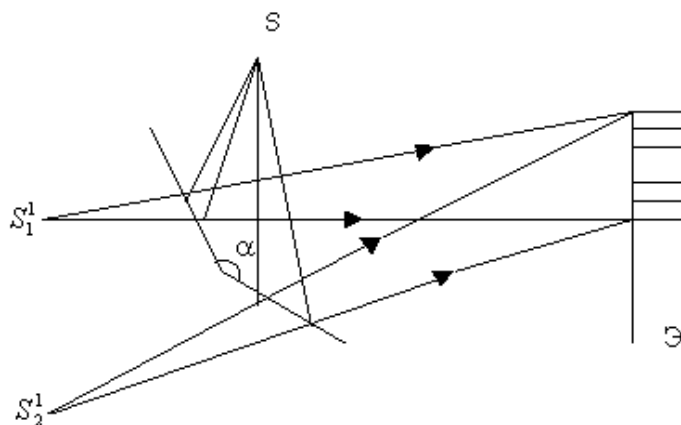
$u_1 - u_2 = (2m+1) \lambda / 2$ min. Kamaytiradi (shart bajarilsa)

Xuddi shunday hodisa Yorug'likda ham ro'y beradi. Lekin har qanday 2 ta manba kogerent to'lqin chiqarmaydi. Bu yerda Gyugens-Frenel prinsipidan foydalanib (ikkilamchi manbalardan foydalanib) kogerent manba hosil qilish mumkin. Yorug'likni to'lqin uzunligi kichik bo'lganligi tufayli, hamda Yorug'lik atomlarda hosil bo'lganligi uchun kogerent to'lqinlar hosil qilish kiyin. Shuning uchun Tomas Yung, Frenel taklif qilgan metodlari bilan Yorug'lik interferensiyasini hosil qilishga erishishdi.

1. Yung metodi.(2-rasm)



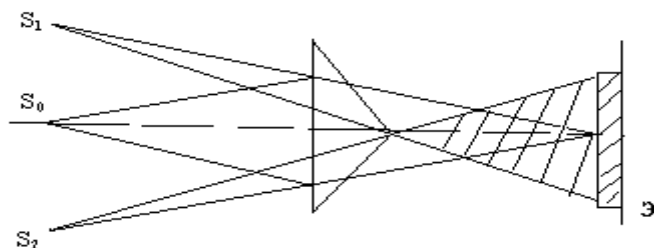
Bu metodda S manbadan Yorug'lik tarqalyapti. E_1 - ekranda 1 ta tirqish, E_2 - da 2 ta tirqish. S_1 , S_2 tirqishlarni ulchami ma'lum qiymatdan keyin S dan kelayotgan to'lqinlar Gyugens prinsipiga asosan S_1 va S_2 dan ayrim (ikkilamchi) manba bo'lib, tarqala boshlaydi va ular kogerent bo'ladi. E_3 - da interferension manzara olish mumkin.



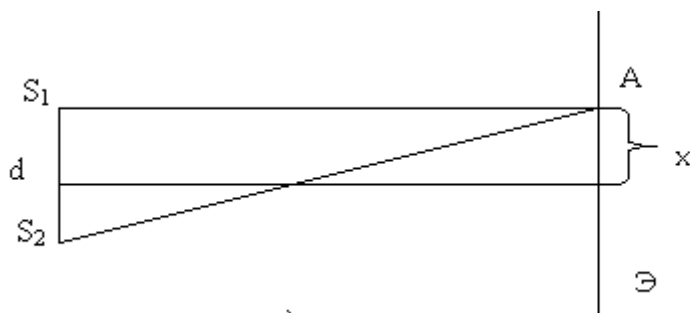
3-rasm

2. Frenel kuzgulari. (3-rasm) Frenel kuzgulari yordamida S manbadan kelayotgan nur sinib guyo S_1 va S_2 manbadan kelganday bo'ladi va E da interferension manzara hosil qiladi.

2. Frenel biprizmasi. (4-rasm)



4-rasmda Frenel biprizmasi ko'rsatilgan unda ham S -manbadan tarqalgan yorug'lik guyo S_1 va S_2 dan tarkalayotganday ko'shilib interferensiyon manzara hosil qiladi.



4.5-rasmda S_1, S_2 manbalardan

5-rasm

chiqqan nurlar ekranda interferensiyalangan. 6-rasmda OA - oralikda qancha yorug' va korong'u yo'llar O nuqta markazidan qanday masofada yetishini hisoblasa bo'ladi. L - manbadan ekrangacha masofa.

$$\Delta l = m \lambda = 2n \frac{\lambda}{2} \text{ maksimum sharti}$$

$$\Delta l = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \text{ minimum sharti}$$

$$m=0,1,2,3. \quad x = 6 \cdot \Delta l / d \text{ bo'lsa,}$$

$$x = n \frac{\lambda L}{d} \text{ maksimum masofasi.}$$

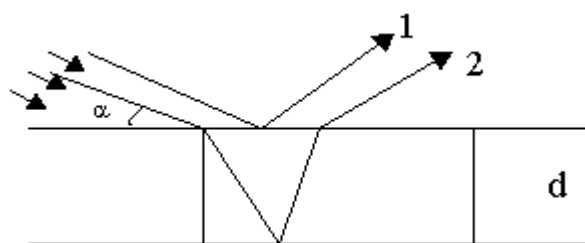
$$x = (2n + 1) \frac{\lambda L}{2d} \text{ minimum masofa.}$$



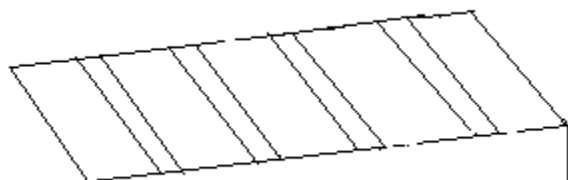
6-rasm $d-s_1$ va s_2 orasidagi masofa.

2.5. Interferensiya hodisasi tabiatda yoki texnikada ko'plab uchraydi. Masalan shaffof plenkada yoki ponada oq yorug'likni turli xil ranglarda tovlanishini ko'rish mumkin. Bir necha misollarni ko'ramiz:

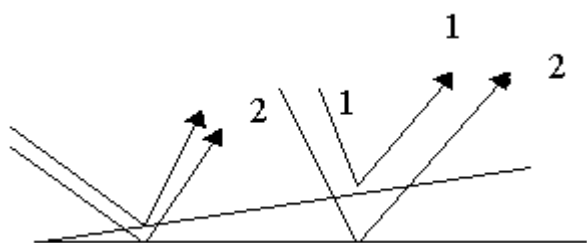
oq yorug'lik



7-rasm. Plyonkadan qaytgan 1 va 2 nurlar interferensiyalanadi.



pona



pona

8-rasm

1. d - qalinlikda yupka plyonka monoxrmatik nur bilan yoritilganda 1 va 2 nur plyonka ustki va ostki sirtidan qaytib n tufayli (sindirish ko'rsatgichi) yo'l farqi paydo bo'ladi va interferensiya bo'lib, bu farq n ga teng bo'lsa plyonka oq bo'lib ko'rinadi, $n/2$ ga teng bo'lsa qora bo'lib ko'rinadi. (7-rasm) agar oq yorug'lik tarkibidagi biror to'lqin uchun n_i ga teng bo'lsa,

plyonka shu rangda bo'lib ko'rinadi. Masalan sovun pufagi har xil rangda tovlanadi. $d = \lambda / 4n$ qalinlikdagi $\square$ - katta bo'lmasa minimum bo'lib nur plyonkadan qaytmaydi. Masalan fotoapparat, binoql, teleskop ob'ektivlariga $d = \lambda / 4n$ qalinlikda plyonka so'riladi. Fotoob'ektlarni ravshanligi shunday usul bilan oshiriladi. Ya'ni ob'ektivdan qaytuvchi yorug'likni kamaytiriladi.

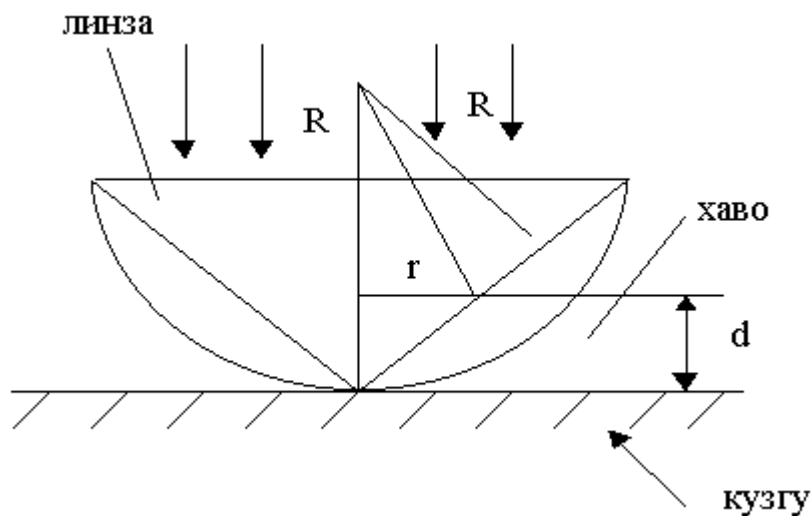
2. d - uzgaruvchan (pona shakli) plyonkada navbatlanuvchi interferension manzara ham bo'ladi. Oq yorug'likda esa turli ranglar jilovlanadi. 8-rasmda

3. Nyuton halkalari. 9-rasm

6.R radiusli bir tamoni tekis linza va havo oralig'i bo'lgan shishadan yasalgan sistemada interferension halkalar kuzatish mumkin. Ularni radiuslari quyidagi ifodalar bilan topiladi:

$$r_m = \sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) R \lambda} \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad \text{max}$$

$$r_m = \sqrt{m R \lambda} \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad \text{min}$$

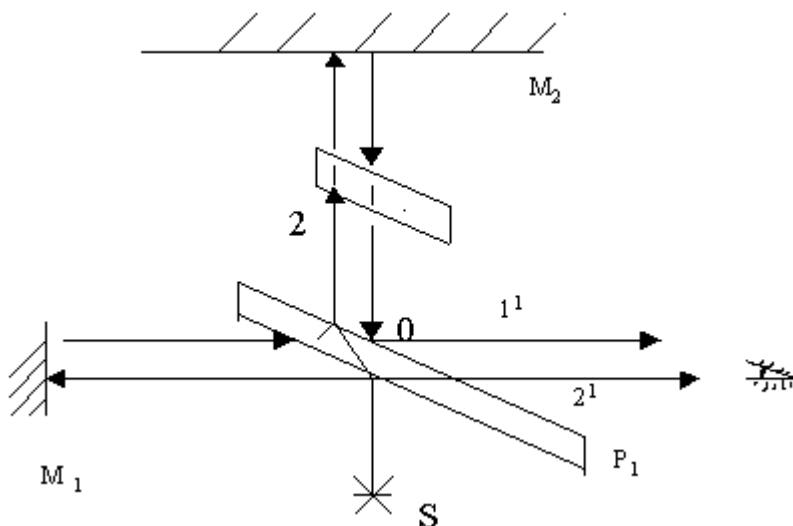


9-rasm

Bu optik asboblarni qanchalik tekis yoki to'g'ri olinganligini tekshirishda ishlatiladi. Halkalarning to'g'ri aylanaligi, ko'zguning tekisligi yoki linzaning sirtini sharsimonligiga bog'liq. Sirtini sifatini shunday usul bilan aniq baholash mumkin.

7.INTERFEROMETR

Maykelson interferometri.



Yorug'lik interferensiyasiga asoslanib ishlaydigan asbob. Uning tuzilishi va ishlashi quyidagicha. S-manbadan Yorug'lik keladi. P_1 -shaffof shisha plastinka nurini 1,2 ga ajratadi. M_1 va M_2 ko'zgular to'la qaytaradi.

Natija O nuqtada $1'$, $2'$ nur uchrashib Interferensiya manzara hosil bo'ladi. M_2 – ko'zgu o'rnida sirt olinadi, masalan biror uzoqlikda. Ayniqsa yorug'lik tezligini, “Efir” shamolini tezligini o'lchaganda, nisbiylik nazariyasini yaratilishida bu interferometrni ahamiyati katta. Yorug'lik tezligini hamma yunalishda bir xil ekanligi shu interferometr bilan o'lchaganlar. “Efir” muhiti yo'k ekanligi isbot kilindi. Biz yuqorida interferensiyani tabiatda, texnika, turmushda uchrashiga misollar keltirdik.

Mavzu: Yorug'lik difraksiyasi Gyugens-Frenel prinsipi.

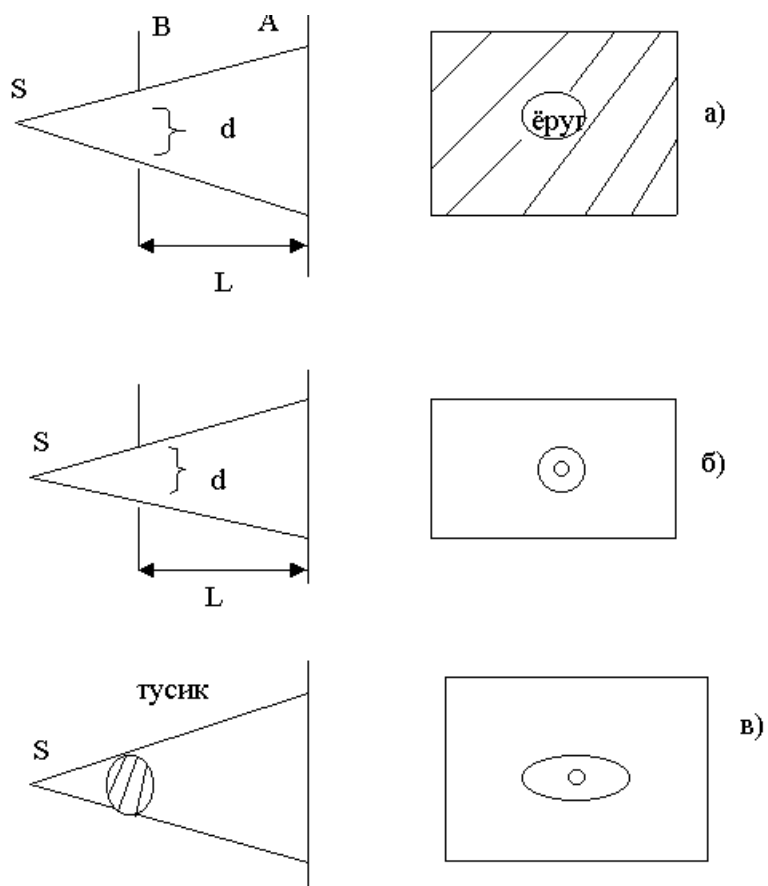
Frenel zonalari. Doiraviy tirqish va to'siqdagi difraksiya.

Reja:

1. [Difraksiya hodisasi.](#)
2. [Yorug'lik Difraksiyasini kuzatish usullari.](#)
3. [Gyuygens prinsipi.](#)
4. [Gyuygens-Frenel prinsiplari.](#)
5. [Frenel zonalari.](#)
6. [1-frenel zonasi radiusini hisoblash.](#)

1.Yorug'likni to'siqlardan o'tishda geometrik optika qonunlaridan og'ishi (t/ch yunalishdan) Difraksiya deyiladi. Masalan to'siqni orqasida aniq soya hosil bo'lsa,(geometrik) bu Difraksiya emas. Soyani urnida yorug yo'l hosil bo'ladi, Yorug'lik geometrik optika qonunlaridan og'adi (chetlashadi).

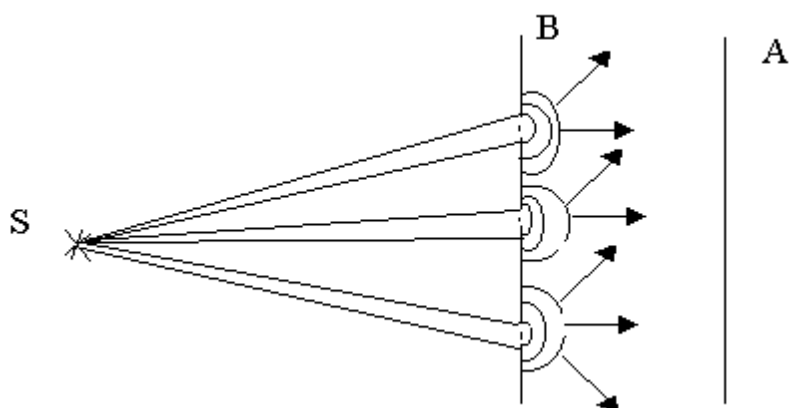
2.Masalan: B ekranda d tirqish katta bo'lsa A ekranda aniq soya, doira hosil bo'ladi. 1,a-rasm. Agar $d \ll L$ shart bajarilsa A ekranda navbatlashib keluvchi yorug' va korong'u halkalar soyalar hosil bo'ladi. 1,b-rasm. Ya'ni S manbadan Yorug'lik to'g'ri chiziqli emas. Hatto dumaloq to'siq orasida markazda oq doira hosil bo'ladi 1,v-rasm.



1-rasm

3. Bu hodisalar Gyuygens-Frenel prinsipi asosida tushuntiriladi.(2-rasm). Bu hodisalarga yorug'lik Difraksiyasi deyiladi.

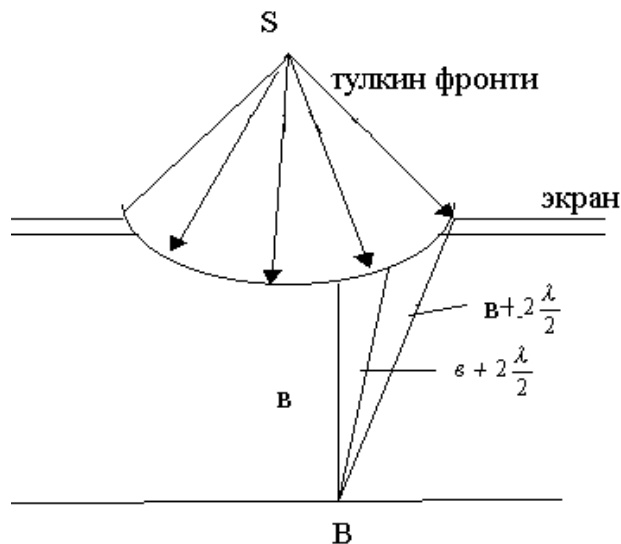
Gyuygens prinsipiga ko'ra S -manbadan to'liqin yetib kelgan har bir nuqta o'zidan keyingi to'liqin uchun manba hisoblanadi. Masalan S - manbadan B ekranni nuqtalariga to'liqin yetib keldi. A ekranga ikkilamchi manbalardan tarqalgan to'liqinlar yetib boradi. (2-rasm)



2-rasm

4. Mana shu prinsipga ko'ra yorug'lik tirqish va to'siq orqasida diffraksiyon manzara hosil qiladi. Ikkilamchi to'liqinlar kogerent va interferensiyalanadi.

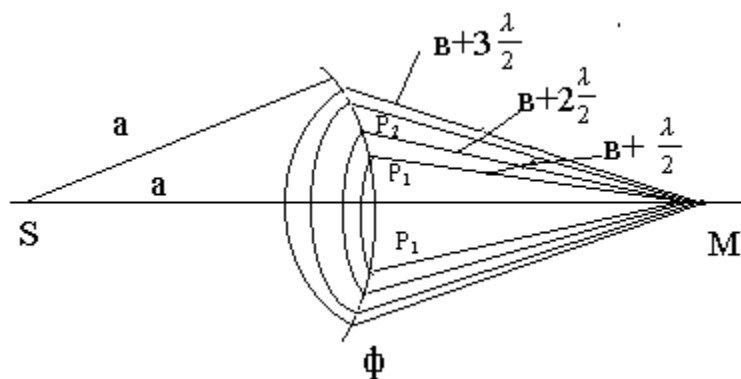
Frenel to'liqin frontini zonalarga bo'ladi. Mos ravishda har zonada yorug'lik to'liqin amplitudasini $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ deb belgilanadi. Bunday holda tirqishga qancha frenel zonasi sig'ishiga bogliq (3-rasm). B nuqtadagi intensivlik $A=A_1/2+A_m/2$ formula bilan topiladi. Agar tirqishga toq sondagi frenel zonasi sig'sa intensivlik katta bo'ladi. Agar m - juft bo'lsa intensivlik odatdagidan kam bo'ladi. A – to'liqin amplitudasi yoki A^2 - energiyani bildiradi.



3-rasm

5. Gyuygens prinsipini tuldrib Frenel to'liqin frontini zonalarga bo'ladi. (4-rasm). S manbani o'rab olgan sferaning kichik elementlari ikkilamchi manbalar bo'lishi mumkin.

S-manbadan tarqalgan yorug'lik F-sfera sirtidagi bir nuqtaga yetib kelib ikkilamchi manba hosil qiladi.



4-rasm

Bu F-sferani sektorlarga bo'lamiz. Sektor chetlaridan o'tgan $P_1M=b+\square/2$ $P_2M=b+2\square/2$ yorug'lik yo'llari ma'lum shartlarini bajarsa M nuqtada bir-birini kuchaytiradi yoki susaytiradi. Bu sferalarni chetlari $P_1M-P_0M=\square/2=P_2M-P_1M$ shartni bajarishi kerak.

6. Mana shu shartlarni bajargan sektorlar Frenel zonalari deyiladi. Bu zonalardan kelgan yorug'lik to'liqin M nuqtada natijaviy tebranishlar amplitudasini hosil qiladi va u quyidagicha topiladi.

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 + \dots + A_n$$

A - natijaviy to'liqin amplitudasi

$A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ lar 1,2,3,...,n - zonalarga mos holdagi amplitudalar.

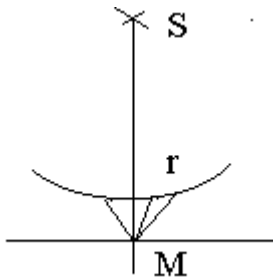
Agar $a=10 \text{ sm} = \nu \lambda = 0.5 \text{ mkm}$. To'liqin uzunligi uchun

$N=8 \cdot 10^5$ ta zona hosil bo'ladi. $r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+m}} m, \lambda$ dan $r_1=0.158 \text{ mm}$. bo'ladi. Birinchi zona radiusi. Bunda r_m-m - chi zonani tashqi radiusi.

Hisoblashlar ($A=A_1/2$ bo'ladi) M nuqtada yorug'lik faqat 1-zona kengligi $r_1=0.158 \text{ mm}$. kichik nozik yorug'lik nuri katta rol o'ynashini kursatadi. Shuning uchun ham yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarkaladi. Bu nazariyaga ko'ra to'sik orqasidagi diffraksiya natijasida quyidagi manzara hosil bo'ladi.

Agar to'siq ulchami r_1 ga teng bo'lib 1-frenelzonasini yopsa (5-rasm) Natijada

$A = \frac{A_{m+1}}{2}$ amplituda ortiqcha intensivlik hosil qilib, M nuqtada yorug' dog' hosil bo'ladi. Ya'ni to'siq orqasida soya emas uni markazida oq dog' hosil bo'ladi.



5-rasm

(1-v rasmdagiday) ko'pgina tajribalar bu nazariyani amalda tasdikladi. O'z navbatida Frenelning zonalar nazariyasi yorug'likni interfensiya, Diffraksiya hodisalariga oid qirralarini tushintirishga yordam berdi.

**Fraunhofer Difraksiyasi. Difraksion panjara. Optik apparatlarni ajrata olish qobiliyati.
Fazoviy difraksion panjaralar. Vulf-Bregg tenglamasi. Rentgenostrukturaviy analiz haqida
tushuncha**

Reja:

1. [Fraunhofer Difraksiyasi.](#)
2. [Difraksion panjarani tuzilishi.](#)
3. [Optik asboblarni ajrata olish qobiliyati.](#)
4. [Fazoviy panjaralarda Difraksiya.](#)
5. [Vulf-Breg tenglamasi.](#)

1. Fraunhofer nemis fizigi paralel nurlarda Difraksiyani ko'rgan. Buning uchun manba cheksiz uzoqda bo'lishi kerak yoki linzani fokus masofasida bo'lishi kerak. (1-rasm).

Agar MN tirqishni eni to'liq (Δ) uzunligidan kichik bo'lsa cheksiz tirqish deb aytiladi. MS va ND nurlar orasidagi yo'l farq Δ -burchakda

$$\Delta = NF = a \sin \varphi \quad (1)$$

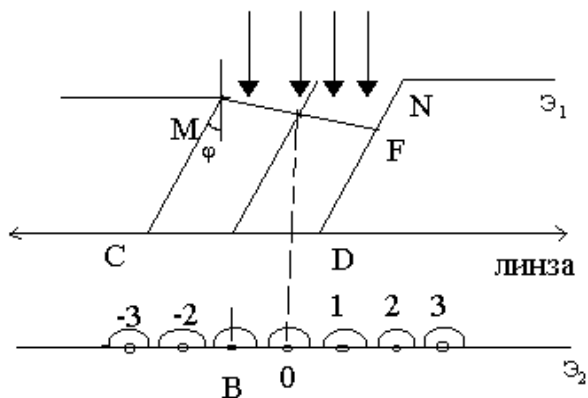
1. ifoda bilan aniqlanadi.

$$a \sin \varphi = 2m\lambda / 2$$

$$(m=1,2,3,\dots) \quad (2)$$

MN - tirqishni frenel zonalariga ajratib yozamiz. Har bir zona (2) shartni bajarish V nuqtada

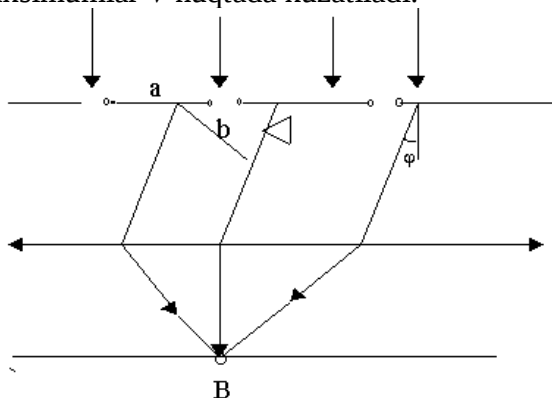
$a \sin \varphi = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$ shartda ($m=1,2,3,\dots$) bajarilsa max kuzatiladi. $\square\square\square\square$ da min , agar $\square\square\square\square$ da markaziy max uning ikkita tamonida $-1,-2,-3,\dots$ $1,2,3$, maksimumlar bo'ladi.



(1-rasm).

2. Fraunhofer Difraksiyasi ayniqsa difraksion panjarada ahamiyati katta va amaliy qullaniladi. Oldingi bitta tirqish emas bir necha tirqich ya'ni ketma-ket keluvchi shaffof va shaffofmas tirqishlardan o'tgan nurlar Difraksiyalanadi interferensiyalanadi (2-rasm).

Panjara N-ta tirqishdan iborat bo'lsa unda yo'l farqi quyidagi ifoda bilan $\Delta = (a + b) \sin \varphi$ ifodalandi. $d = a + b$ - difraksion panjara doimiysi deyiladi. Agar $\Delta = d \sin \varphi = 0\lambda, 2\lambda$, shart bajarilsa (3) $d \sin \varphi = \pm m\lambda$ ($m=1,2,3,\dots$) shart bajariladi maksimumlar V nuqtada kuzatiladi.

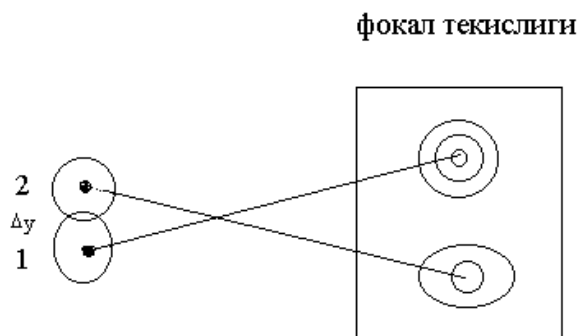


2-rasm

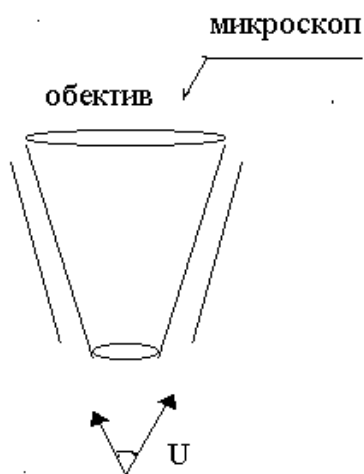
Agar oq yorug'lik yuborilsa spektrga ajraladi chunki (3) da $\square \square \square$ ga bogliq.

3. Masalan tabiiy va tayorlangan difraksion panjara qushni pati, kristallar, difraksion panjaralarda aniq spektrni ko'rish mumkin. Ajrata olish qobiliyati: Buyumlardan kelayotgan nurlar ustma-ust tushadi. Optika asboblari ularni Difraksiya tufayli ajratish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak. (Mikroskop misolida ko'ramiz).

$$\Delta y = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \frac{\alpha}{2}} \text{ uapm.}$$



3-rasm



4-rasm

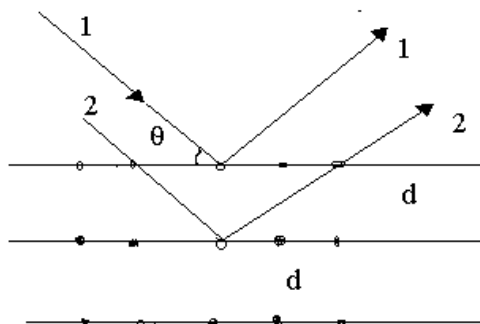
mana shu shart bajarilganda 1,2 nuqtalar ayrim holatda ko'riladi. $\frac{1}{\Delta y}$ kattalik ajrata olish qobiliyati deyiladi. Masalan mikroskop uchun 0.3 mk. ya'ni $3 \cdot 10^{-5}$ sm.dan kichik buyumni mikroskopda ko'rib bo'lmaydi. Bunda Δy - 1,2 nuqtalar orasidagi masofa. λ - yorug'lik to'lqin uzunligi, n - muhitni sindirish koeffitsienti u – ko'rinish burchagi.

4.Fazoviy panjaralarda Difraksiya.

Faqat ikki ulchovli difraksion panjara emas balki uch ulchamli fazoviy panjaralar ham mavjud. Bu yerda kristall panjaralar (ya'ni uchta ulchov buyicha aniq takrorlanuvchi atom, molekulalar) kristall panjarada ham Difraksiya ruy beradi.

Masalan: Kristall uchun $d=10^{-10}$ m. Atom, molekulalar orasidagi masofa $d=\lambda$ bo'lib, rentgen nurlari uchun to'lqin uzunlik $\lambda =10^{-10} \dots 10^{-8}$ m ga teng. Bu Difraksiya nazariyasini Vulf va Breglar aniqlaganlar (5-rasm).

5. Ularning fikricha tushayotgan 1,2 manohramatik nur kristall atomlaridan qaytib θ -burchak ostidagilari quyidagi shartni bajaradi.
 $2d\sin\theta = n\lambda$ bu Vulf-Breg tenglamasi deyiladi.



5-rasm

Interferensiyalanib bir-birini kuchaytiradi va interferensiya manzara bo'ladi. Qaytuvchi nurlar uchun. Bu metod bilan 1) Rentgen to'lqin uzunligi λ ma'lum bo'lsa panjarani d - davrini topish, ya'ni kristalini urganish mumkin. Rentgenostrukturaviy analiz shunga asoslangan ya'ni kristalni hossalari rentgen nurlari Difraksiyasiga asoslanib urganiladi. 2) Teskarisi. Agar d -ma'lum bo'lsa λ ni topish kerak bo'lsa rentgeno spektroskopiya deyiladi.

Yorug'lik dispersiyasi. Dispersiyaning elektron nazariyasi.

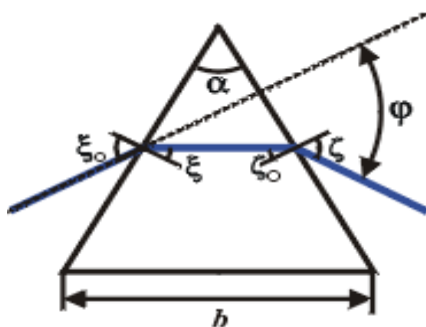
Buger qonuni. Doppler effekti

Reja:

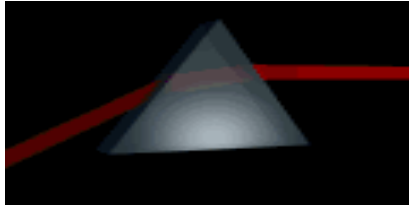
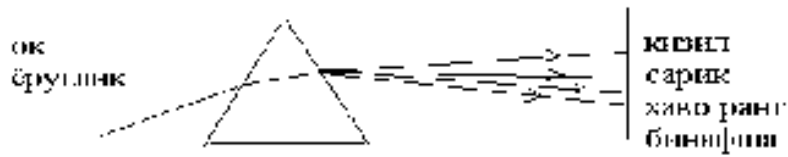
1. [Dispersiya haqida.](#)
2. [Dispersion spektr.](#)
3. [Dispersiyaning elektr nazariyasi.](#)
4. [Buger qonuni.](#)
5. [Doppler effekti.](#)

1. n - sindirish koeffitsientining λ - yorug'lik chastotasiga yoki λ to'lqin uzunligiga bogliqligiga yorug'lik dispersiyasi deyiladi. $n=f(\lambda)$ (1) Nyutonning klassik tajribasi 1672- yil oq yorug'likni spektrlarga prizma orqali ajratadi (2-rasm). Prizmada dispersiyalanuvchi nurni ko'rib chiqaylik (1-rasm).

2.



1-rasm



2-rasm

Nur prizmaga α_1 burchak bilan tushib sinadi. Ikkinchi nuqtada ham sinadi (1-rasmda).

$$\alpha = (\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2) = \alpha_1 + \alpha_2 - A \quad (2). \text{ Bunda } A = \beta_1 + \beta_2$$

Boshqacha tamondan burchaklarni

$$\beta_1 + \beta_2 = A;$$

$$\alpha_2 = \beta_1 n = n (A - \beta_2) = n (A - \alpha_1 / n) = nA - \alpha_1 \quad (3)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = nA$$

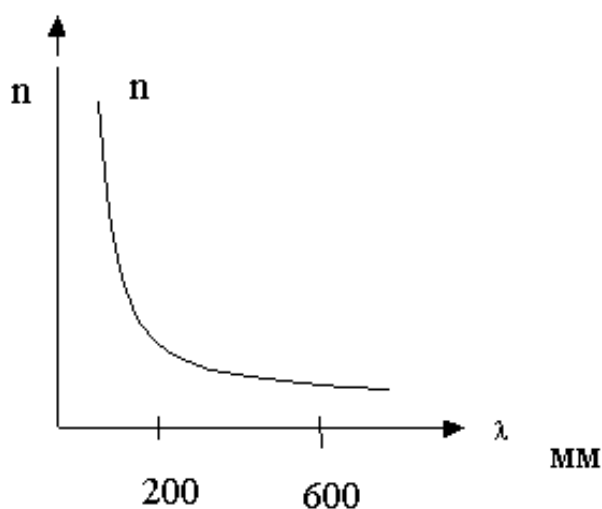
(2) bilan (3)ni solishtirib $\alpha = A(n-1)$ ekanligini ko'rish mumkin.

Oldingi yunalishdan α burchakka og'adi. (2) bilan (3) solishtirilib, $\alpha = A(n-1)$ (4). Bundan ko'rinadiki A qancha katta bo'lsa, α lar ham katta bo'lar ekan va $(n-1)$ ga bog'liq. $n \sim f(\alpha)$ ekanligini hisobga olsak, oq yorug'likdagi har xil to'lqin uzunlik har xil burchakka α_i og'adi. Difraksion spektr bilan dispersion spektr farq qiladi. Difraksion spektrda binafsha kam, qizil ko'p sinadi. Dispersiyada ularni urni almashadi.

$$D = \frac{dn}{d\lambda} \quad (5)$$

muhit dispersiyasi deb aytiladi.

α kichraysa, n - oshadi (3-rasmda). Bunday dispersiya normal dispersiya. Agar teskari kuchaysa, n - kamayadi.



3-rasm

3. Elektron nazariyasi.

Maksvel nazariyasiga ko'ra $n = \sqrt{\epsilon}$ (6) ifoda ma'lum. n - absolyut sindirish kursatkichi

$\epsilon \gg 1$ deb $n = \sqrt{\epsilon}$ kurinishda yozish mumkin. ϵ - dielektrik singdiruvchanlik. Bu yerda n - uzgarmas bo'lishi kerak. Reallikda n - chastotaga qarab uzgaradi. n - ni atom elektronlari bilan elektromagnit to'lqin ω -chastotasi bilan bog'lab tushuntirish, elektron nazariya deyiladi.

Lorens nazariyasiga ko'ra elektromagnit to'lqin muhit jismlari atomi elektronlari bilan ta'sirlashib, ularni harakatga keltirish kerak. Shu elektronlar chastotalari (ω_0) xususiy chastotasiga qarab n - uzgarishi kerak. Buni ko'rib chiqamiz.

Nazariyalarga ko'ra

$$\epsilon = 1 + \chi = 1 + \frac{\vec{P}}{\epsilon_0 E} \quad (7)$$

P-elektronning qutb vektori.

$$n^2 = 1 + \frac{\vec{P}}{\epsilon_0 E} \quad (8)$$

Ye-tashqi elektromagnit to'lqin elektr vektori.

Elektronning qutblanish vektori tashqi elektromagnit to'lqin vektori Ye- ta'sirida majburiy qutblanadi. Yadro bilan kam bog'langan tashqi optik elektronlar rol o'ynaydi. Bitta Elektron uchun

$\vec{P} = n_0 \vec{p} = n_0 e \vec{x}$ buni (7) ga quyib, $X = A \cos \omega t$ bunda

$$A = \frac{eE_0}{m(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

ye – zaryad, x – siljish

ifodalar bilan matematik o'zgarishlardan keyin

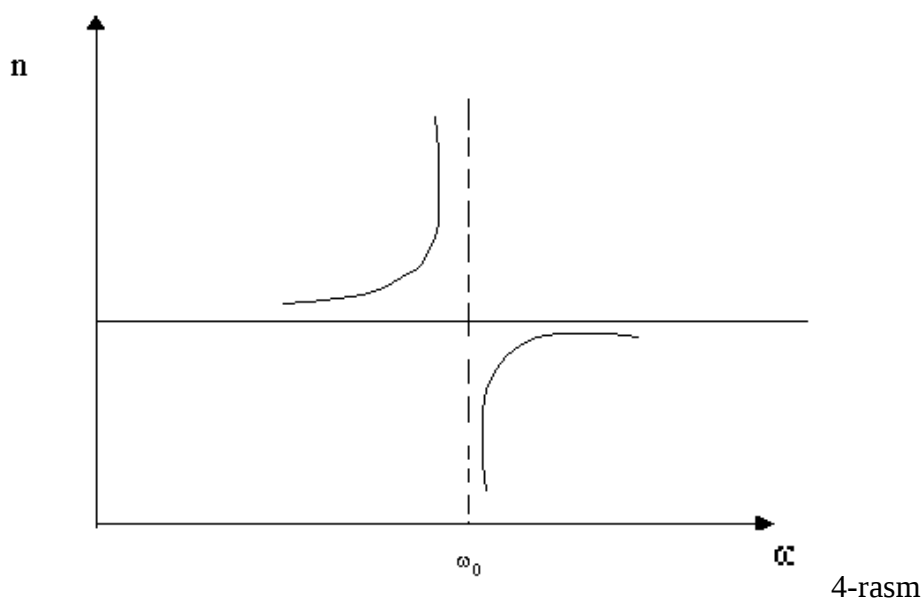
$$n^2 = 1 + \frac{n_0 e^2}{\epsilon_0 m} \cdot \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)} \quad (9)$$

n_0 -atom konsentratsiyasi, Ye -dielektrik doimiysi, ye -Elektr zaryadi, ω_0 -xususiy chastota, ω - tashqi chastota (yorug'lik)

Buni grafik asosida tasvirlash mumkin. (9) formuladan n - tashqi maydon ω -chastotasiga bog'liq ekan. Normal dispersiya grafigi 4-rasmda ko'rsatilgan.

4.Muhit bilan bunday ta'sirlashgan yorug'lik intensivligi yutiladi va yutilish spektrlarini hosil qiladi.Quyidagi qonun asosida ruy beradi. Muhitga I_0 intensivlik

tushayotgan bo'lsin. $I = I_0 e^{-\alpha x}$ (10).



4-rasm

Bu ifoda Buger qonuni deyiladi. I - chiquvchi, I_0 - kiruvchi intensivlik α yutilish koeffitsenti, x -qalinlik (muhitniki). (Yutilish koeffitsiyenti α) spektrlar λ ga bog'liq. Chiziq -chiziq, spektral polasa, tutash spektr hosil qiladi.

5.Dopler effekti: Elektromagnit to'lqin (yorug'lik) chastotasi manba tezligiga bogliq. Bunga Dopler effekti deyiladi va quyidagicha ifodalanadi.

Bunda

$$\nu' = \frac{\nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}}{1 + \beta \cos \varphi}; \quad \beta = \frac{v}{c} \quad \nu - \text{chastota}$$

ν_0 - tinchlikdagi chastota

β - manba tezligi

φ - ν yunalish bilan kuzatish yunalishi orasidagi burchak

Demak qabul qiluvchiga nisbatan manba ν tezlik bilan harakat qilsa uni chastotasi ν_0 dan ν ga uzgaradi. Bu hodisa ko'p tajribalarda tasdiqlangan va fan, t

Mavzu: Vavilov-Cherenkov nurlanishi haqida. Yorug'likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Yorug'likning qaytishi va sinishida qutblanishi. Bryuster qonuni.

[Vavilov-Cherenkov nurlanishi haqida. Tabiiy yorug'lik. Qutblangan yorug'lik.](#)

[Turmlin kristal bilan o'tkazilgan tajriba. Molyus qonuni.](#)

1. Zaryadlangan zarrachalar faqat tezlanish bilan harakat qilsa, elektromagnit maydon hosil qilinadi degan nazariya bor edi. Vavilov rahbarligida Cherenkov lyumenesensiya hodisasini

tekshirayotganda agar zaryadli zarra muhitda yorug'lik tezligidan katta ν (fazoviy tezligi $v = \frac{c}{n}$) tezlik bilan harakat qilsa elektromagnit nurlanish chiqaradi.

Bu nurlanish lyumenesensiya nurlanishi emas Vavilov-Cherenkov effekti,

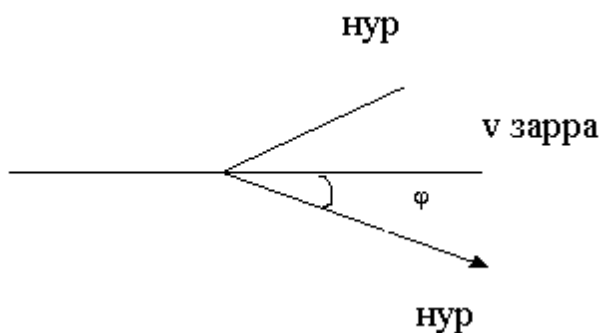
($\nu > c/n$ shart bajarilishi kerak) nurlanish nomini oldi (n-muhit sindirish koeffitsienti s-yorug'lik tezligi)

Shaffof muhitdan erkin elektronlar utganidan chaqnashlar ruy beradi. Bu hodisani keyinchalik Tamm, Frank 1937 yilda nazariy tasdiqlaydi. Tarqalish burchagi φ quyidagicha aniqlanadi.

Nur yunalishi uki va zarra tezligi yunalishi

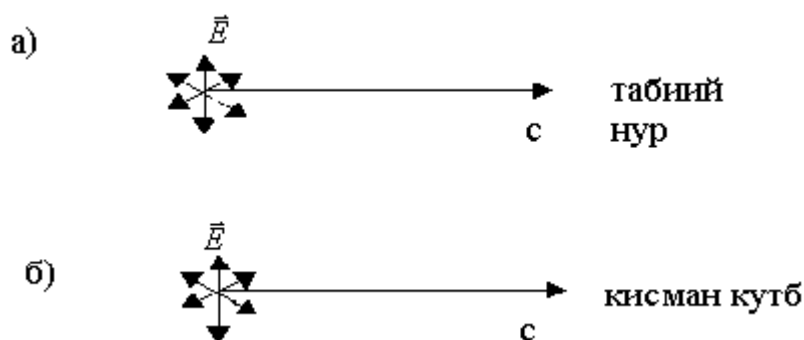
$$\cos \varphi = \frac{c/n}{v} \quad \text{bir xil bo'lib qisqa konus hosil qiladi.}$$

Keyinchalik bu nur Cherenkov schetchiqlarida ishlatiladi.



1-rasm

2.Qutblanish. Tabiiy yorug'lik (elektromagnit to'lqin) tarkibi N va Ye vektordan iborat. Bo'lar perpendikulyar tekislikda tebranadilar. Yorug'lik jismdagi hamma yunalishlarda bir xilda Ye-vektori ko'rinishida tebranadi. Bunday yorug'lik tabiiy yorug'lik deyiladi, (2-rasm a). Yorug'likni ta'siri Ye vektor bilan aniqlanadi.



3. Agar Yorug'lik Ye-vektori biror yunalishda tartiblangan bo'lsa, bunday yorug'lik qutblangan yorug'lik deyiladi. Qutblanish darajasi qisman (2,b-rasm), to'la (2,v-rasm) bo'lishi mumkin.

qutblanish darajasi

Ifoda bilan

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \text{ kursatiladi.}$$



2-rasm

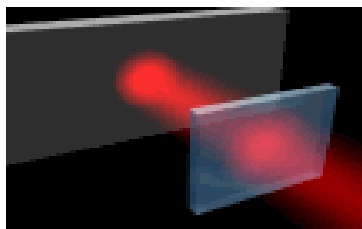
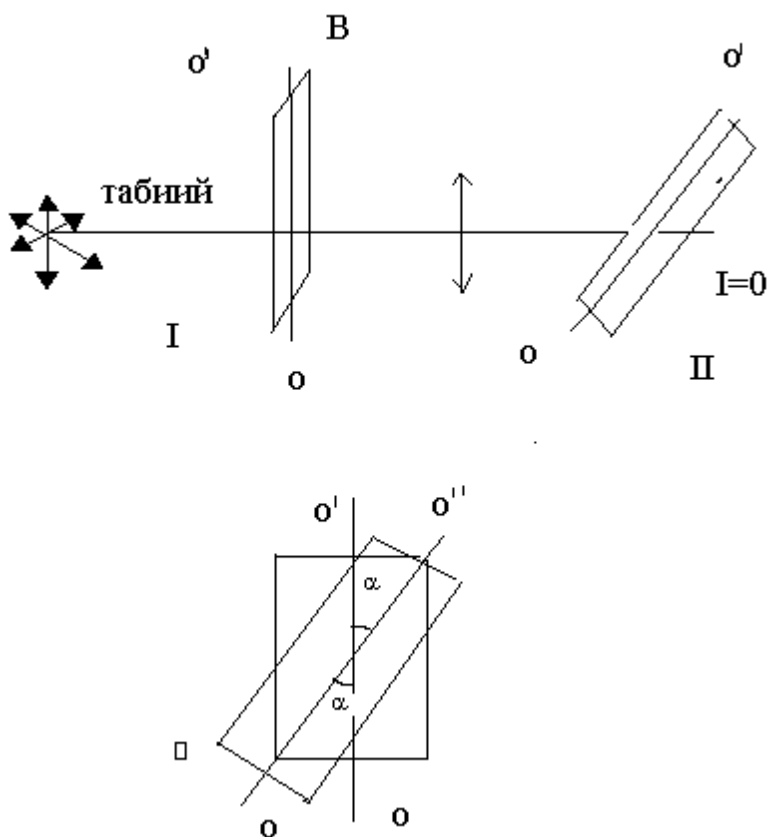
Bunda $I_{\max}$, $I_{\min}$ - qutblangan nurlanish intensivligi. O'zaro perpendikulyar holatlar uchun.

Tabiiy nurlanish uchun $I_{max}=I_{min}$ $P=0$ bo'ladi. Ya'ni qutblanish darajasi RO bo'ladi.

Qutblangan nurlanish uchun $I_{min}=0$ $R=1$ bo'ladi.

4. Ba'zi bir shaffof moddalar Yorug'likni Ye-vektorini O'zaro perpendikulyar tekisliklarda tebranishlarni ma'lum yunalishlarda o'tkazadi.

Masalan: (turmalin) kristalini ko'rib chiqamiz.

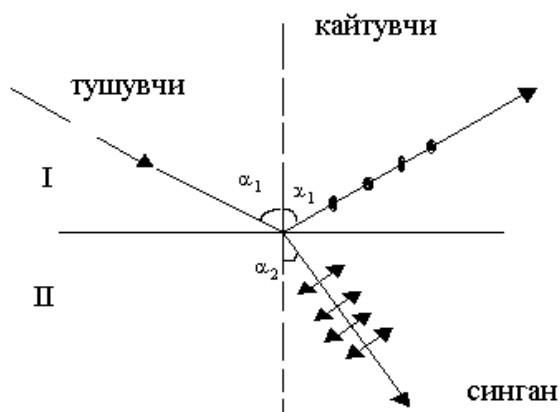


3-rasm

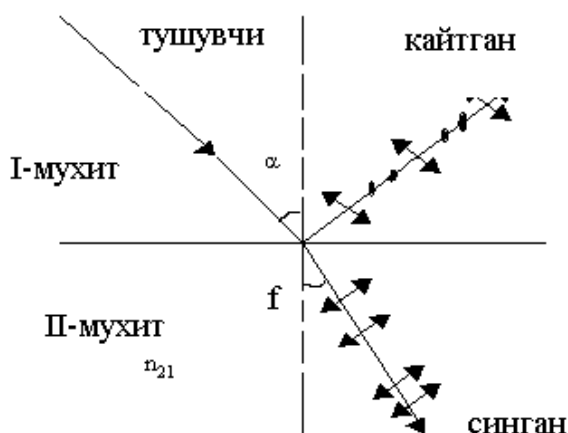
5.3-rasmda turmalin faqat OO' o'q buylab tebranishni o'tkazadi. I-turmalin qutblagich. II-turmalin aniqlagich O'O' $\perp$ O'O' da yorug'lik o'tmay qoladi. Yorug'lik intensivligi Molyus qonuni bilan tushintiriladi.

6. $I = I_0 \cos^2 \alpha$ $\alpha = 90^\circ$ da $I=0$ bo'ladi. II-turmalindan o'tgan I I va II o'qlar orasidagi burchakga bogliq ekan $E=E_0 \cos \alpha$ Ye-Elektr vektori Muhitda qaytgan va singan nurlar

ham qutblanadi (5-rasm). Qaytgan nur to'la qutblanadi, agar $\alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$ shart bajarilsa (6-rasm) yoki $\tan \alpha_1 = n_{21}$. Bunga Bryuster qonuni deyiladi. Bunda α_1 - tushish burchagi (Bryuster), α_2 - sinish burchagi.



5-rasm



6-rasm

Bu holatda qaytgan va singan nurlar qisman qutblangan. Bunda •• -belgi qog'oz tekisligiga $\perp$ qutblanishni bildiradi belgi tekisligida qutblanishni bildiradi, Ye-vektorni yunalishini ko'rsatadi.

$$\alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$$

Bu rasmda shart bajarilganda singan va qaytgan nurlar to'la qutblangan $\perp$ tekislikda qaytgan nurlar, qog'oz tekisligida esa singan nurlar ko'rsatilgan. texnikada ishlatiladi

Mavzu: Issiqlik nurlanish. Absolyut qora jism va uning nurlanishi. Stefan-Bolsman qonuni. Vinni siljish qonuni.

Reja:

1. [Issiqlik nurlanishi haqida.](#)
2. [Nurlanishning spektral energetik zichligi.](#)
3. [Energetik nurlanish qobiliyati.](#)
4. [Yutilish va spektral yutilish qobiliyati](#)
5. [Absolyut qora jism haqida.](#)
6. [Kirxgof qonuni.](#)
7. [Stefin-Bolsman qonuni.](#)
8. [Vinni siljish qonuni.](#)

1.Nurlanish absolyut noldan farqli barcha temperaturadagi jismlarda kuzatiladi va temperaturaga kuchli bogliq bo'ladi. Yorug'lik qizigan jismdan hosil bo'lib, atom yoki molekulalar ichki energiyasi hisobiga nurlanadi.

O° k dan yuqori tempiraturada hamma jism uzluksiz nurlanadi. Past tempiraturada infra qizil, yuqori tempiraturada ultrabinafsha issiqlik nurlanishi "Muvozanat"li bo'ladi. Atom energiya yuqotadi va yana tuldirdi. Agar yutilganda chiqarayotgan katta bo'lsa temperatura pasayadi va aks holda temperatura kutariladi. Yorug'lik uzliksiz chiqayotganda "Muvozanat"ga keladi, ya'ni energiya yutadi va chiqariladi

2.Nurlarning spektral energetik zichligi.

Ifoda bilan ifodalanadi. $R_{\nu} = \frac{dW_{\nu\nu} + d\nu}{d\nu}$ (1) spektorda chiqayetgan energiya

$dW_{\nu\nu} + d\nu$ - vaqt birligida sirt

yuzi birligidan

$d\nu$ -chastota kengligida chiqqan energiya

Bundan quyidagi ifoda $[R_{\nu, I}] = \frac{\pi^2 c^2}{15 h^3}$ - yoki to'lqin orqali chiqqan energiya hosil bo'ladi.

$$dW_{\nu,\nu} + d\nu = R_{\nu,T} dV = R_{\lambda,T} d\lambda \quad (2)$$

$C = \lambda \nu$ ekanligidan

$$\frac{d\lambda}{d\nu} = -\frac{c}{\nu^2} = -\frac{\lambda^2}{c} \quad (-) \text{ ishora usish yoki kamayishni kursatadi uni tashlab yuborish mumkin.}$$

$$R_{\nu,T} = R_{\lambda,T} \frac{\lambda^2}{c} \quad (3)$$

3.

$$R_T = \int_0^\infty R_{\nu,T} d\nu$$

4.

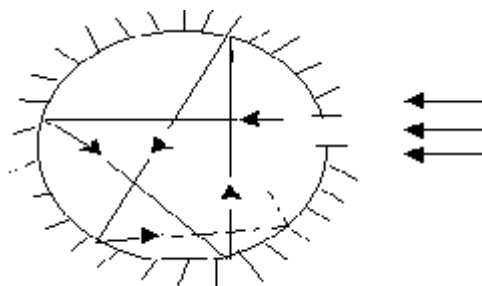
energetik nurlanish qobiliyati (3) dan $R_{\nu,T}$ dan $R_{\lambda,T}$ - ga utish mumkin.

$$A_{\nu,T} = \frac{W_{\nu,\nu} + d\nu}{dW_{\nu,\nu} + d\nu} \quad \begin{matrix} \text{yutilgan} \\ \text{tutilgan} \end{matrix}$$

yutilgan va spektral yutish qobiliyati bunda $dW_{\nu,\nu} + d\nu$ tushayotgan $d\nu$ kenglikdagi nur energiyasi $dW_{\nu,\nu} + d\nu$ $d\nu$ spektrda yutilgan energiya miqdori.

5.

Agar har qandan T da yutadigan jism qora jism deyiladi, ya'ni ($A_{\nu,T}=1$) bo'lsa, absolyut qora jism deyiladi. Tabiatda bunday jism yo'q. Lyokin unga o'xshash jism bo'ladi. Masalan tor tirqishi bo'lgan, ichi qora qurumga buyalgan sharcha, absolyut qora jismga misol bo'ladi. Uni tirqishidan kirgan nur, uni ichida bir necha qaytish natijasida butunlay yutiladi. (1-rasm)



1-rasm

6.Kirxgof qonuni. Hamma jismlar uchun ularni tabiatga bogliq bo'lmagan holda, quyidagi

$$\frac{R_{\nu,T}}{A_{\nu,T}} = r_{\nu,T}$$

nisbat faqat ν, T ning funksiyasidir. $A_{\nu T}=1$ absolyut qora jism uchun $R_{\nu T}= r_{\nu T}$ boshqa jism uchun $A_{\nu T}<1$ va $R_{\nu T}<r_{\nu T}$ bo'ladi yoki nurlanish qobiliyati

$$R_T = A_T \cdot \int_0^{\infty} r_{\nu,T} d\nu = A_T \cdot R_e$$

bo'lib chiqadi.

7.

$$R_e = \int_0^{\infty} r_{\nu,T} d\nu$$

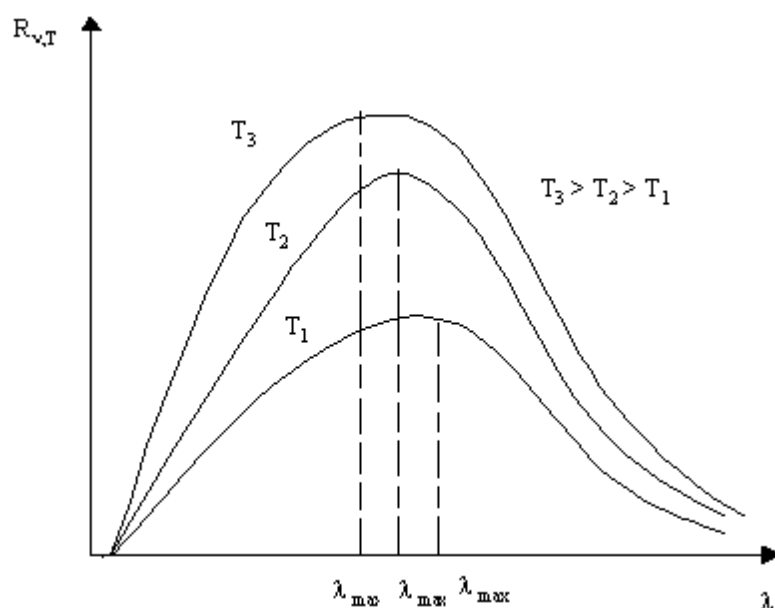
Absolyut qora jism uchun nurlanish qobiliyati deyiladi. Avctriyalik fizik Stefan va Bolsman R_e - ni T ga bog'lagan, $R_e = \sigma T^4$ qonunni aniqlagan.

Absolyut qora jism uchun Bunda σ Stefan Bolsman doimiysi

8. $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ em/m}^2 \text{K}^4$. Nemis fiziki Vin $R_{\lambda,T} \sim \lambda$ bog'lanishni topgan,

$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ bu yerda $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m,K}$, (2-rasmda) grafik ravishda ko'rsatilgan. Ya'ni $r_{\nu,T}$ - maksimum qiymati T -oshgan sari. $\lambda_{\max}$ - qisqa to'lqinlar sohasiga siljiydi.

$T_1 < T_2 < T_3$ shuning uchun bu ifodani $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ Vinni siljish qonuni deyiladi. Bu ifoda ayniqsa uzoq astronomik jismlarni temperaturasini aniqlashda xizmat qiladi.



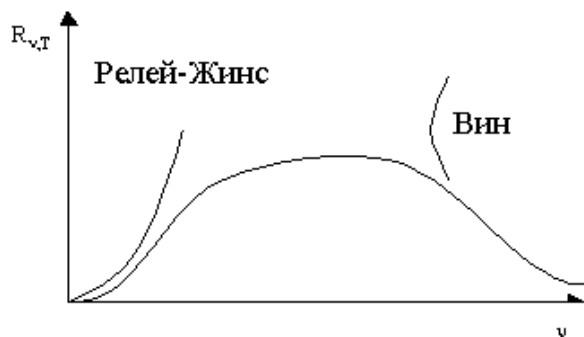
2-rasm

Mavzu: Kvant gipotezasi va Plank formulasi. Fotoeffekt va uning qonunlari. Fotoeffekt qizil chegarasi.

Reja:

1. [Vin siljish qonuni.](#)
2. [Reley-Jins qonuni.](#)
3. [Plank gipotezalari va formulasi.](#)
4. [Kvant fizikasini yuzaga kelishi.](#)
5. [Fotoeffekt hodisasi.](#)
6. [Fotoeffekt qonunlari.](#)
7. [Foton.](#)

1..2.Jismlarni issiqlik nurlanishdagi $R_e = \sigma T^4$ Stefan-Bolsman $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ va Vinnining siljish qonuni hamma chastotalar va temperaturalar uchun to'g'ri kelmaydi. (1-rasmda Vinni siljish qonuni va Reley-Jins qonuni buyicha nazariy va eksperimental grafik berilgan)



1-rasm.

Nazariy hisoblash natijalari eksperimental natijalarga to'g'ri kelmaydi. Vinni siljish qonuni qisqa to'lqin va yuqori chastota uchun to'g'ri bo'ladi va kichik chastota uchun Reley-Jins ifodasi to'g'ri keladi (tubanda)

$$r_{\nu,T} = \frac{r_{\nu}^1}{e^2}, \quad \bar{\varepsilon} = \frac{2\pi^2}{c^2} kT \quad (1)$$

$r_{\nu,T}$ – nurlanishning spektral zichligi

k – asitilyatorni o'rtacha energiyasi

Past chastotalar uchun Reley-Jins formulasi to'g'ri bo'ladi. Yuqori chastotalar uchun esa Vin formulasi to'g'ri bo'ladi. Reley-Jins buyicha hisoblaganda $\nu=0, \infty$ chastotalar uchun

$$R_e = \int_0^{\infty} r_{\nu T} d\nu = \frac{2 \pi^5 k^4 T^4}{15 c^2} \int_0^{\infty} \nu^3 d\nu = \infty \quad (2)$$

3. Bu ifoda bilan hisoblangan Re- spektral zichlik qiymati eksperimental natijalarga to'g'ri kelmaydi ya'ni uni qiymati cheksiz bo'lib ketadi. Aslida bunday bo'lishi mumkin emas. Bu holatga yuqori chastotalar uchun "Ultra-binafsha" holat deyiladi. Bunday kelishmovchiliklardan qutilish yo'lini izlash kerak edi. 1900 yil Nemis fizigi Plank klassik tasavurlardan voz kechib ya'ni atom (assilyator) uzliksiz yorug'lik to'liq chiqarmay balki porsiya, uzlikli energiya chiqaradi, chastotasi uzlukli bo'ladi, Diskret degan gipotezani o'rtaga tashladi. Nurlanish $h\nu$ kvant ko'rinishda chiqadi. Astilyator $E_o=h\nu$ - ga karrali energiyaga ega bo'lgan foton $E_o=h\nu=hc/\lambda$ (3) chiqaradi. $E_o=n h\nu=(n=0,1,2,3)$ bo'lishi mumkin.

Bunda $h=1.625 \cdot 10^{-34}$ Js Plank doimiysi deyiladi.

$$\bar{\epsilon} = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (4)$$

o'rtacha enersiya ko'rinishi

4..5. Bu formula (1) dan farq qiladi va spektral zichlik uchun quyidagi ifoda kelib chiqadi.

$$r_{\nu T} = \frac{2 \pi^5 \nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (5)$$

Bu (5) formula eksperimental natijalar bilan to'g'ri keladi. 14 dekabr 1900 yil nemis fiziklar jamiyatida Plank bu fikrini bayen qildi va shu kun kvant fizikasini tug'ilgan kuni hisoblanadi.

Bu formulani past chastotalarda $h\nu \ll kT$ Reley-Jine ifodasini bo'ladi.

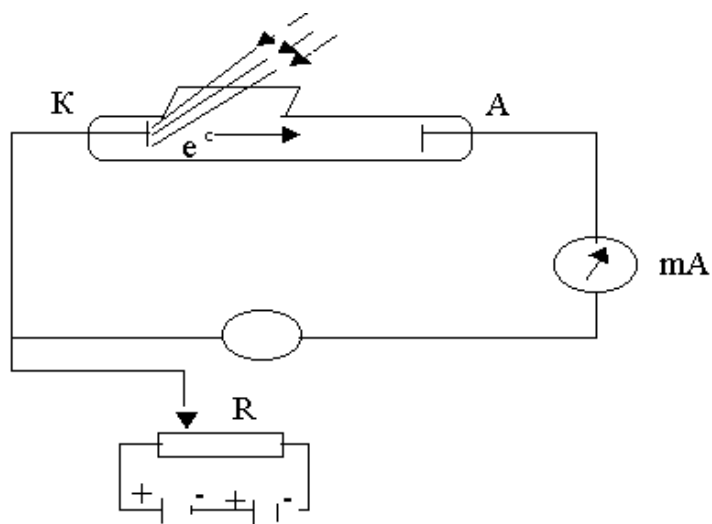
$$r_{\nu T} = \frac{2 \pi^5 \nu^3}{c^2} kT$$

yuqori chastotalar uchun esa

$R_e = \sigma T^4$ ni olish mumkin. Bu Stefan-Bolsman qonunini beradi.

Yuqoridagi formulalar spektorlaridan foydalanib yorug'lik chiqaruvchi jismning temperaturasi aniqlash mumkin. Bunday asboblarga pirometrlar deyiladi.

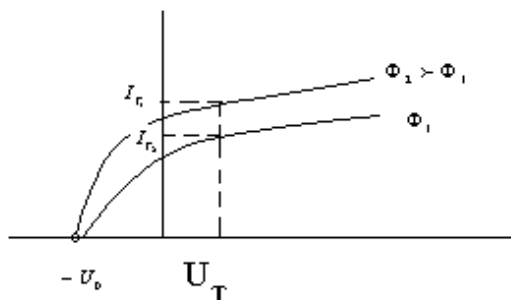
Plank gipotezasini fotoeffekt hodisasi tasdiqlaydi. Tashqi fotoeffekt Stoletov urganib tajribada kursatib berdi (2-rasm). Bunda xavosi surib olingan balonda K-katoddan yorug'lik ta'siridan Elektronlar chiqadi. A-anod setka yerdamida elektron tormozlanadi. 2-rasmdagi sxema orqali tormoz potensialini boshqarib (mA) dagi toqni ulchashi mumkin. Yorug'lik har xil chastotali bo'lishi mumkin.



2-rasm

6. Bunda har xil monoxrmatik yorug'lik bilan yoritib quyidagi qonuniyatni aniqladi.

1. Ultrabinafsha to'liqida fotoeffekt kuchli bo'ladi.
2. Faqat manfiy zaryad chiqadi.
3. I_T - toq yorug'lik intensivligiga bogliq.



3-rasm

Tomson 1898 yil chiqayotgan zaryad Elektron ekanligini aniqladi va har xil tajribalar ko'rsatishicha kuchlanish oshgan sari I toq tuyinishga erishadi. (3-rasm)

Yoritilganlik Y_{es} oshsa I_T ham ko'tariladi.

$I_T = ne$ ko'rinishda elektronlar soniga bogliq ekan.

$$\frac{mv_{max}^2}{2} = eU_{tuxm}$$

tormozlovchi U_{tuxt} yordamida v_{max} - Elektron tezligi aniqlandi va 3 ta qonun ochildi.

1. Aniq biror chastotada tuyinish toqi E_s yorug'lik intensivligiga bogliq.
2. v_{max} faqat chastotaga bogliq.
3. Har bir elektron chiqargan jism, metall uchun ν chegara mavjud va λ_{max} qizil chegara deyiladi.

7.Xulosa: Bitta foton ($h\nu$) bitta elektron chiqaradi. Demak yorug'lik kvant bo'lib yutiladi. Bu esa kvant gipotezani va Plank formulasini to'g'ri ekanligini amalda tasdiqlaydi.

Mavzu: Kompton effekt. Yorug'likni korpuskulyar- to'lqin dualizmi. De-Broyl formulasi.

Reja:

1. [Kompton effekti kelib chiqishi.](#)
2. [Kompton effekt mohiyati.](#)
3. [Kompton effekti yorug'likni zarracha tabiatidan kelib chiqadi.](#)
4. [Korpuskulyar to'lqin dualizmi.](#)
5. [De-Bril gipotezasi.](#)

1. Yorug'likni korpuskulyar xossasi Kompton effektida ayniqsa yaqqol ko'rinadi. Amerika fizigi Kompton 1923 yil rentgen nurlarini yangil atomlardan sochilishini urgangan. Sochilayotgan nurlar o'rtasida λ to'lqin uzunligi bilan tushayotgan to'lqindan ancha farq qiladigan to'lqinlar bor

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

ekanligini kuzatgan. Tulqin farqi (1) ifoda bilan hisoblanadi. Δ

2. λ sochilish burchagi θ ga bogliq bo'lib, bunda λ' sochilgan to'lqin uzunligi λ tushayotgan to'lqin uzunligi λ_s Kompton to'lqin uzunligi elektron uchun $\lambda_s = 2,426 \text{ pm} = 2,426 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ ekanligi hisoblangan.

Tulqin nazariya buni tushuntira olmaydi. Elektron xususiy chastota bilan tebranib qanday to'lqin tushsa shunday to'lqin sochilishi kerak edi.

Agar yorug'lik faton zarralari oqimi desak qaralsa va tuqnashish elastik deb qaralsa unda faton uzining impulsini bir qismini elektronga beradi va chastotasini uzgartiradi. Masalan: (1-rasmda)

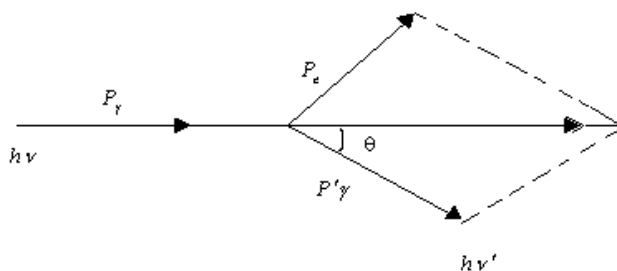
$$P_\gamma = \frac{h\nu}{c} \text{ foton impuls}$$

(γ -nurlar uchun)

$E_\gamma = h\nu$ - energiyasi

m - elektron massasi va

$W_0 = mc^2$ energiyasi



1-rasm

$$P'_\gamma = \frac{h\nu'}{c}$$

Foton tinch elektronga elastik to'qnashib uzini bir qism energiyasini beradi va

E'_γ energiyaga ega bo'ladi.

Oldin tinch turgan elektron esa $P_e = mv$ impulsiga va $W = mc^2$ energiyaga ega bo'ladi. Bunday to'qnashuvda energiya va impulsni saqlanishi urinlidir.

$$W_0 + E_\gamma = W + E' \quad (2)$$

$$P = Pe + P' \quad (3)$$

yoki yuqoridagilardan

$$m_0c^2 + hv = mc^2 + hv' \quad (4)$$

$$(mv)^2 = \frac{(hv)^2}{c^2} + \frac{(hv')^2}{c^2} - \frac{2h^2}{c^2} vv' \cos \theta \quad (5)$$

ekani kelib chiqadi.

Nisbiylik nazariyasiga ko'ra elektron massasi

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (6)$$

bo'lsa (4) ni kvadratga ko'tarib (5) ni ayirib (6) ni urniga qo'yib quyidagini hosil qilamiz.

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos \theta) = \frac{2h}{m_0c} \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (7)$$

$$\lambda_t = \frac{h}{m_0c}$$

ya'ni bunda λ_t Kompton uzunlik deb olinadi.

3. Fotoeffekt hodisasida foton, bog'langan elektronga yutilib o'z energiyasini sarf qiladi. Kompton effektida esa erkin elektron bilan foton to'qnashib sochiladi. Energiyani saqlanish qonuniga ko'ra butunlay yutilishi mumkin emas. Bu ikkala hodisada yorug'lik faqat korpuskulyar xossani namoyon qiladi. Kompton effekt faqat elektronda emas balki protonda ham ruy beradi. Biz oldingi ma'ruzalarda absolyut qora jism nurlanishi fotoeffekt Kompton effektlarida yorug'likni fotonar oqimidan iborat ekanligini shu bilan yorug'likni to'la korpuskulyar xossasini kuchayganligini ko'ramiz. Ayni paytda yorug'likni interferensiya, Difraksiya, qutblanishi to'lqin xossalarini namoyon qiladi.

4. Yorug'likni bosimi, sinishi uni ikkala xossasini bildiradi. Shunday qilib yorug'lik alohida xossaga ega. Uzliksiz to'lqin va diskret foton bir-birini tuldirdi. Uni energiyasida va impulsida albatta chastota ν va λ to'lqin uzunlik bor.

$$E_f = h\nu, \quad P = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

5. Yorug'lik tarqalayotganda to'lqin xossaga ega jism bilan ta'sirlanganda diskret xossaga egadir. Kvant zarralarga statistik yondashib amplitudani kvadrati esa (A^2) fotonni fazoni nuqtalarida bo'lish ehtimoli kursatadi. Keyinchalik ayon bo'ldiki bunday dualizm xususiyat faqat fotondagina bo'lib qolmay boshqa mikro zarralarda ham bo'lar ekan. Fransiya olimi Lui De-Broyl 1923 umumiy korpuskulyar to'lqin dualizmi gipotezasini ilgari surdi! Faqat fotondan emas Elektron, proton va

boshqa mikro zarralar ham to'liq va zarra dualizm xossaga egadir. Har qanday zarra E -energiya, R -impulsga va ν -chastota, λ -to'liq uzunlikka ega.

$E = h\nu$ $p = \frac{h}{\lambda}$ foton uchun yozilgan bo'lib formulani m_0 massaga ega zarralar uchun ham yozish mumkin. $\lambda = h/p$ De-Broyl to'liq uzunligi tezda bu gipoteza Amerikalik fiziklar Devisson va Jermer tomonidan 1917 yil elektronlar dastasi Nikel atomlaridan (tabiiy difraksion panjara) sochilganda difraksion manzara kuzatildi.

Keyinchalik metall folgadan utgandagi Difraksiya Tartakovskiy tamonidan kuzatildi. Bu Difraksiyalar ilgari to'liqda kurilgan va Vulf Breg formulasiga buysunadi ($2d \sin \varphi = k \lambda$). Bu esa xuddi to'liq kabi zarralar ham Difraksiya hodisasida qatnashar ekan degan xulosani tasdiqlaydi. Bunday dualizm xususiyati hamma materiya turlariga mansub bo'lishi.

**Mavzu: Atom tuzilishi haqida klassik tasavvurlarini rivojlanishi. Rezerford tajribasi.
Geyzenberg noaniqlik munosabatlari.**

Reja:

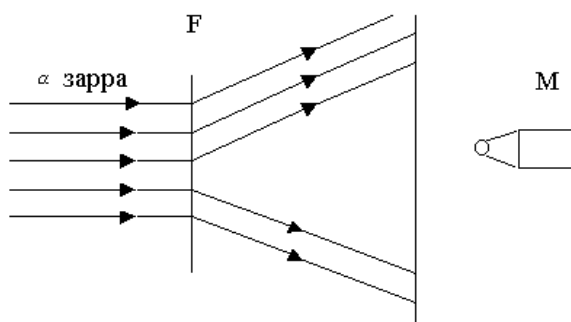
1. [Tomson modeli.](#)
2. [Rezerford tajribalari.](#)
3. [Atomni Planetar modeli.](#)
4. [Vodorod atomi uchun seriyalar.](#)
5. [N. Bor posto'latlari.](#)
6. [Geyzenberg noaniqliklari.](#)

1. Qadimdan atom bo'linmas degan nazariya, Demokrit, Epikur zamondan ma'lum.

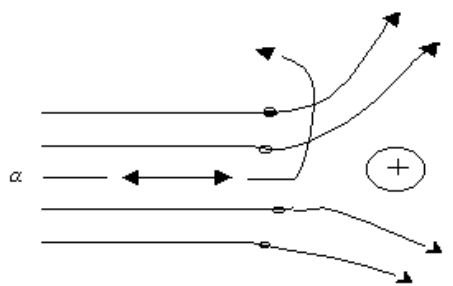
Lyokin XVIII asr boshlarida Lomonosov, Dalton, Lavuaze Atomni real ekanligini tajribalarda urgandilar. Hali atomni ichki tuzilishi haqida hech narsa ma'lum emas edi. XIX asrni 2-chi yarmidan keyin elektron borligi, uning hamma moddalar tarkibida bo'lishi atomni ichki tuzilishi to'g'risida bosh qotirishga olib keldi. Ko'pgina tajribalarga tayanib 1903 yil Tomson atom modelini

tahlil qildi. Uning modeli buyicha $R \sim 10^{-10}$ m. radiusli sharda (+) zaryadlar tyokis taksimlangan va uning markazida elektron tebranib, muvozanatlashib turadi. Musbat zaryadning summasi manfiy zaryadning summasiga teng bo'ladi

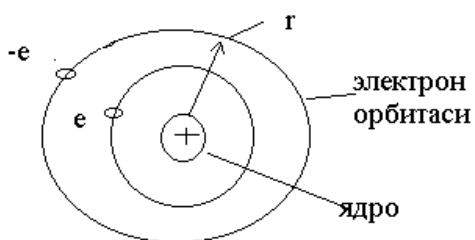
2.3. Keyinchalik atomda (+) zaryadni taqsimlanishi noto'g'ri ekanligi ma'lum bo'ldi. 1911 yillardan Rezerford olib borgan tajriba katta ahamiyatga ega bo'ldi. Radioaktiv elementlar chiqaradigan alfa zarralarni qalinligi 1 mkm. bo'lgan oltin folgadan o'tkazdi. Shunda har 20 ming dona alfa zarradan bittasi orqaga (180°) qaytgan. Alfa zarrani zaryadi $+2e$ ga teng. Tezligi 10^7 m/s., m-massa 7350 me ga teng.



2-rasm



3-rasm



4-rasm

Rezerford tajribalarini sxemasi 2-3-rasmda berilgan. Alfa zarralar F-folgadan utib E-ekran (lyuminessinsiyalanuvchi ekran) M-mikroskopdan kuzatiladi. Faqat kamdan-kam zarralar katta burchakga ogadi. Faqat (+) katta massali yadro bilan to'qnashgandagina shunday bo'lishi mumkin. Bu tajribalarga tayanib Rezerford atomni yadroviy planetar modelini taklif qildi (4-rasm). Unga ko'ra Ze musbat zaryadga ega yadro atrofida ($R = 10^{-15} - 10^{-14}$ m. yadroni massasi deyarli atom massasiga teng) elektron qobiq hosil bo'ladi. Xuddi planetaga uxshab, Z-atomni Mendeleev jadvalidagi tartib nomeri. Rezerford hisobi ham kursatib berdi, elektron yadro atrofida r-radius buylab harakat qilsin, bunda kulon kuchi va markazdan qochma kuch rol uynaydi.

$$\frac{Ze \cdot e}{4 \pi \epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \quad (1) \text{ Z - yadro dagi protonlar}$$

sonini bildiradi.

m_e - Elektron massa v - tezligi r - orbita radiusi

Bu tenglamada r va v no'malum. Shuning uchun ularga juda ko'p qiymatlar to'g'ri keladi. Huddi shunday energiya ham ko'p qiymatli r , v , E uzluksiz ko'p. Atom spektri uzluksiz bo'lishi kerak. Agar uzluksiz bo'lsa (taxminan $r=10^{-10}\text{m}$, $v=10^6\text{m/s}$, $v^2/r=10^{22}\text{m/s}^2$ tezlanish) elektrodinamikada bunday tezlanishdan uzluksiz yorug'lik spektri chiqadi. Tajribalar esa atomdan chiziqli spektr chiqishini kursatadi. Agar uzluksiz yorug'lik nurlansa elektron yadroga qulay tushishi kerak. Rezerford modeli klassik nuqtaiy nazarda tushintira olmadi. Yangi kvant holatlarni kiritish kerak bo'ldi.

4. Ayniqsa ayrim atom spektrlarini urganishda.

Masalan: Balmer tajribadan topgan vodorod uchun

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)_{n=3,4,5,\dots} \text{ Bunda } R=1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Ridberg doimiysi

yoki

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)_{n=3,4,5,\dots} R=3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \text{ Bolmer seriyasi}$$

deyiladi

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)_{n=2,3,4,\dots} \text{ Layman seriyasi.}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)_{n=4,5,\dots} \text{ Pashen seriyasi}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ umumiy formula bunda } n > m \text{ shart bajarilishi kerak.}$$

5. Ushbu ziddiyatlarga barham berish maqsadida 1913 yil Nils Bor klassik fizikaga zid bo'lgan farazlarni ilgari surdi. Bo'lar Bor posto'latlari nomi bilan mashxurdir.

Birinchi posto'lat (turgun holatlar posto'lati)ning mohiyati quyidagidan iborat:

Atomning yetarlicha uzoq vaqt barqaror bo'ladigan ma'lum turgun holatlari mavjudki: bu holatlardagi atom energiyasining qiymatlari $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ diskret qatorni tashkil etadi. Atom

ana shu turgun holatlarga turgun orbitalar mos keladi. Turgun orbitalar buyicha harakatlanayotgan elektronlar normal tezlanishga ega bo'lsa ham elektromagnit to'lqin nurlantirmaydi.

Ikkinchi posto'lat (orbitalarni kvantlash qoidasi)ga asosan, turgun holatdagi atomda aylanma orbita buylab harakatlanayotgan elektronning impuls momenti

$$L_n = m_e v r_n = n h \quad (7.4)$$

Shartni qanoatlantiruvchi qiymatlarga ega bo'lishi lozim. Bunda m_e - elektronning massasi, v - elektronning orbita buylab harakatidagi chiziqli tezlik, r_n – orbita radiusi, $h = h/2\pi = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Uchinchi posto'lat (chastotalar qoidasi) ning ta'kidlashicha, atom energiya W_n bo'lgan bir turgun holatdan energiyasi W_m bo'lgan ikkinchi turgun holatga utganda energiyaning bitta kvanti chiqariladi yoki yutiladi. Bu kvantning chastotasi quyidagi

$$\omega = \frac{W_n - W_m}{h} \quad (7.5)$$

munosabat aniqlanadi. $W_m < W_n$ shart bajarilsa, kvant nurlantiriladi, $W_m > W_n$ bo'lganda esa kvant yutiladi.

Vodorod atom uchun $n=1$ $Z=1$

$$r_1 = \frac{h^2 4 \pi \epsilon_0}{m_e e^2} = 0.528 \cdot 10^{-10} \text{ m} = a$$

Bu birinchi Bor radiusi deyiladi.

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8 h^2 \epsilon_0^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Energiya ruxsat etilgan qiymatlar uchun

Bundan esa yuqoridagi seriyalarni tushuntirsa bo'ladi.

6. Geyzenberg noaniqligi.

Mikro zarralarni korpuskulyar va to'lqin xossalarni aniq biror tamoni tasvirlash qiyin. Klassik mexanikaga ko'ra mikrozarra kordinatasini (troyektoriyasi) biror vaktida aniq qayerda bo'lishini aniqlash mumkin. To'lqin xossasini hisobga olsak endi mikrozarra klassik emas kvant zarra, uni aniq koordinatasi yoki impuls to'g'risida bir vaqtni o'zida gapirish qiyin. Kvant zarraning aniq troyektoriyasi bo'lmaydi uni bo'lish extimoli bo'ladi. Agar aniq impuls bo'lsa koordinatasi no'malum bo'ladi. Agar koordinatasi aniq bo'lsa impuls no'aniq bo'ladi. Geyzenberg 1927 yil mikrozarralarni bir vaqtda impulsini va koordinatasini aniq ulchab bo'lmaydi deb gipoteza qildi va quyidagi munosabatni berdi.

$$\Delta x \Delta P_x \geq h \quad \Delta y \Delta P_y \geq h \quad \Delta z \Delta P_z \geq h$$

Bunda P_x, P_y, P_z impulsni X, Y, Z o'qlaridagi proyeksiyalari

Koordinata ortirmasini impuls ortirmasiga kupaytmasi h dan kichik emas.

$\Delta X=0$ da $\Delta P_x \sim \infty$ bo'ldi

$\Delta R_x=0$ da $\Delta X = \infty$ bo'ldi

$R = m v$ hisobga olib $X R_x \geq h \rightarrow X v_x \geq h/m$ kurinishda yezish mumkin.

Bu ifodada m-qancha katta bo'lsa $\Delta X \Delta v_x$ kupaytma shuncha kichik ya'ni aniqlik to'g'ri keladi. m-qancha kichik bo'lsa $\Delta X v_x$ noaniqlik shuncha katta bo'ladi. Bu noaniqlik munosabati Kvant mexanikasini asosiy ifodalaridan bo'lib, Geyzenberg Noaniqlik munosabatlari nomi bilan yuritiladi.

Mavzu:Shredinger tenglamasi to'liqin funksiya va uning statistik ma'nosi. Vodorod atomi kvant sonlari.

Reja:

1. [Kvant fizikasidagi y -funksiyasini kiritiliish va uning fizik manosi.](#)
2. [Shiredinger tenglamasi.](#)
3. [Loplas operatori.](#)
4. [Statsionar holat uchun Shiredinger tenglamasi.](#)
5. [Chukur potensial yashikdagi zarra masalasini yechimi.](#)
6. [Atomdagi Elektron uchun energetik satxlar tushunchasi.](#)
7. [Kvant sonlari haqida.](#)

1.De-Broyil to'liqinini statistik muloxazalari ya'ni kup sondagi mikrozarralarning Difraksiyalanishi. Ularni biror yunalishda kup, maksimum bo'lishi yoki shu qismda De-Broyil to'liqinning intensivligi katta ekanligini bildiradi. Zarralarning biror joyda bo'lishi extimolliigi katta axamiyatga ega.

Kvant mexanikasida extimollik tushunchasi kup masalalarni yechib beradi. Buning uchun to'liqin funksiya kiritiladi. Ψ funksiya to'liqin funksiyasi va uning kvadrati $W=\Psi |(X,Y,Z)|^2$ (1) kattalik zarrani t-momentda $x \div x+dx, y \div y+dy, z \div z+dz$; koordinatada bo'lish extimolini bildiradi.

$|\Psi|^2 = \Psi^* \Psi$ kurinishda bo'lishi mumkin, Ψ^* kompleks kurinishida bo'ladi.

$$dW=|\Psi|^2 (2)$$

dv xajmda bo'lish extimolliigi.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dV = 1 \quad (3)$$

extimollikni normirovka sharti deb ataladi. Bu mikrozarra shu makonda bo'lish ehtimoli 100% yoki 1ga teng degan ma'noni bildiradi. ψ funksiya superpozitsiya qonuniga bo'yinsunadi ya'ni

$$\psi = \sum_n C_n \psi_n$$

sistema biror $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_n$ holatda bo'lsa albatta ψ_n holatlar kombinatsiyasida xam bo'ladi. 1926 yil avstriyalik fizik Shredinger umumiy tenglamani yaratdi.

$$-\frac{\hbar^2 \Delta \psi}{2m} + U(x, y, z) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} \quad (4)$$

2. Bu tenglama mexanikada Nyuton, Elektrodinamikada Maksvell tenglamasi qanday rol uynasa kvant fizikasida shunday rol uynaydi.

Bunda $U(X, Y, Z, t)$ zarra harakat qilayotgan maydonni harakteriga bogliq m - zarra masasi.

3.

$$\Delta \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}; \quad \text{Bunda} \quad i = \sqrt{-1}$$

Δ - laplas operatori (x, y, z, t) to'liq funksiya.

Bu tenglama $\square \ll s$ holat uchun to'g'ri. Erkin zarra uchun

$$-\frac{\hbar^2 \Delta \psi}{2m} = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} \quad (5)$$

Agar zarra U - potensial maydonda harakat qilib E to'la energiyaga ega bo'lsa

4.

$$\Delta \psi = \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0 \quad (6)$$

kurinishda xam bo'lishi mumkin.

Bunga stotsionar holatlar uchun Shredinger tenglamasi deyiladi. Bu tenglamani yechimi kup bo'ladi. Xar bir funksiyaga E ni qiymat to'g'ri keladi. Tenglamani yechimi zarraning E ni energetik holatini energiya qiymatlarini topishga yordam beradi.

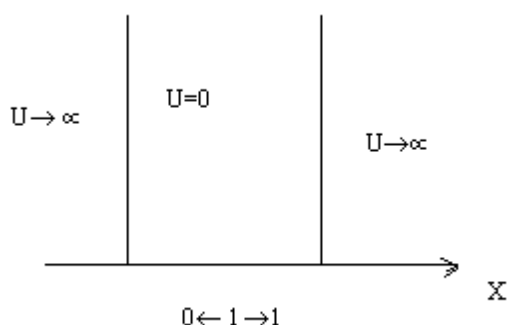
5. Masalan: Potensial yashikdagi zarra (1-rasm) uchun bu tenglama yechilgan

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ \infty, & 0 \leq x \leq e \\ \infty, & x > e \end{cases} \quad \text{Boshlangich shart kiritamiz.}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0 \quad \text{ushbu tenglamani yechimi } \psi = A \sin kx \quad (7)$$

kurinishda bo'lib ($n=1,2,3,\dots$)

$$k = \frac{n \pi}{l} \quad \text{kvant soni.}$$



1-rasm.

$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ml^2} \quad (7)$$

ψ - funksiya garmonik funksiya bo'lib E_n - energiya diskret (uzlikli qiymat) ga ega.

Cheksiz chuqur potensial yashikda zarra diskret energiyaga ega bo'ladi. ψ - ham diskret qiymatlar

kabo'l qiladi ψ_n ($n=1,2,3,\dots,n$) buni kvant sonlari deyiladi. $A = \sqrt{\frac{2}{l}}$ ga teng. Buni narmerovka shartidan topamiz. Bu yechimni vodorod atomiga kullaymiz. Vodorod atomida boglangan Elektron yadro atrofida, yadro maydonidan chika olmaydi va chukurga tushgan zarraga uxshaydi. Elektron va yadro uchun kulon maydoni, potensial maydon energiyasini

$$U(r) = -\frac{Z \cdot e^2}{4 \pi \epsilon_0 r} \quad \text{kurinishda yozish mumkin.}$$

yadro atrofida Elektr maydon kulon qonuniga buysunadi. Bu holatda uchun Shredinger tenglamasi

$$\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Z \cdot e^2}{4 \pi \epsilon_0 r} \right) \psi = 0 \quad (9)$$

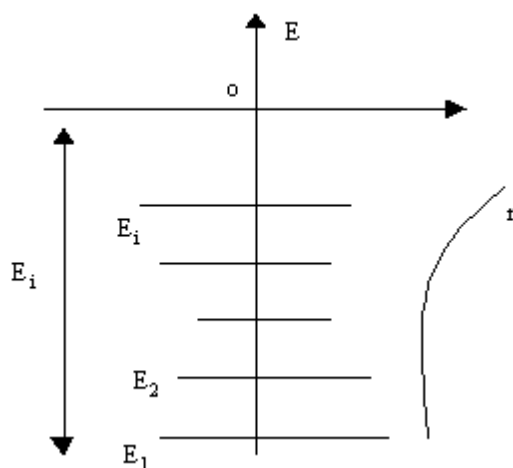
Bu tenglamani yechimi

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8 \cdot \hbar^2 \epsilon_0^2} \quad (10)$$

kurinishda bo'ladi.

Uni grafikda 2-rasmdagiday

Tasvirlash mumkin.



2-rasm

7. Energetik satxlar (2-rasmda) rasmdagiday kurinishini oladi. Elektron giperbolik yashik ichida joylashgan Ye_1 minimal ($n=1$) eng asosiy satx deb ataladi. $n=2,3,4,\dots$ mos $Ye_2, Ye_3, Ye_4,\dots$ aynigan holatlar deyiladi. $Ye < 0$ holat boglangan holat $Ye > 0$ da erkin holat deyiladi. Bu qismda uzliksiz spektr bo'lib ionlashgan atom uchun to'g'ri bo'ladi. Elektronlar erkin bo'lib, vodorodsimon atomdagi Elektron uchun yuqoridagi masala yechimi, to'g'ri keladi.

Kvant mexanikasida kvant sonlari $n=1,2,3,4,\dots,n$ larga bosh kvant soni deyiladi. Elektronni orbital impulsi momenti L_e xam kvantlanadi.

$L_e = \hbar \sqrt{l(l+1)}$ bunda $l=0,1,2,3,\dots, (n-1)$ l ga orbital kvant soni deyiladi. Tashki magnit maydonidan L_e , Z - ukida kvantlanadi.

$L_{ez}=hm_e$, m_e - magnit kvant soni $m_e=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \pm l$ son kabo'l kila oladi, berilgan n – uchun

$$\sum_{l=0}^{n-1} (2l+1) = n^2$$

. Kvant holat to'g'ri keladi. Ya'ni Elektron n^2 holatda bo'ladi va unga n^2 ta Y_{en} to'g'ri keladi. Vodorod, Litiy, Neon, Geliy atomlari yuqoridagi muloxozalar yordamida

Mavzu: Rentgen spektrlari. Molekulalar va ularning energetik satxlari. Majburiy nurlanish. Lazerlar.

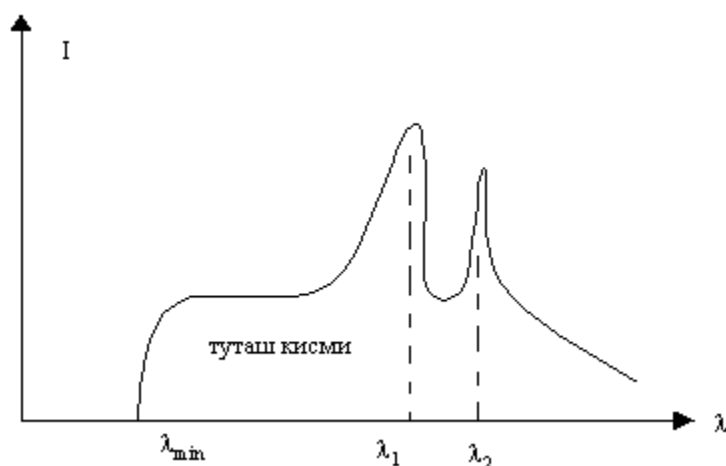
Reja:

1. [Rentgen nurlari haqida.](#)
2. [Rentgen nurlari spektri.](#)
3. [Rentgen nurlaridagi tutash spekrlarni fizik tushuntirish.](#)
4. [Molekulyar spektrlari.](#)
5. [Majburiy nurlanish.](#)
6. [Lazer nurlari hosil qilish.](#)
7. [Lazer kurulmasi.](#)
8. **Lazer nurlarining xususiyatlari.**

1.1895 yil nemis fizigi Rentgen tamonidan "Rentgen nurlari" deb ataluvchi $\lambda = 10^{-12} \text{ } 10^{-8} \text{ m}$ Elektromagnit to'liqinni hosil bo'lishi, natijasida atom va molekulalarni tuzilishi haqida yanada yaqqol tasavvurlarga ega bo'lindi.

Bu nur rentgen trubkasida kuchli Elektr maydoni ta'sirida tezlashgan va Volfram anodda tormozlangan Elektronlar harakatidan yuzaga keladi. Uning spektri 1-rasmda kursatilgan.

2.Pastki qismida tutash qismi bor uni qisqa to'liqin tamonida λ_{min} -chegarasi bor va λ_1 ; λ_2 chiziqli spektri xam bor. Tutash qismi anod materialiga bogliq emas. Elektronlar eNerg)yasiga bogliq.



1-rasm 3. Tutash qismi shuning uchun tormoz spektri deyiladi. Tormozlovchi potensial energiyasi kvant energiyaga to'g'ri keladi.

$$Ye_{max} = h\nu_{max} = eU \quad (1)$$

U - Elektron olgan potensial farqi.

Ye_{max}, ν_{max} - tutash spektor chegarasi uchun foton energiyasi chastotasi.

$$\nu_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}}$$

Bundan po'lqin

$$\lambda_{min} = h/\nu_{max} = hc/eU = hc/E_{max} \quad (2)$$

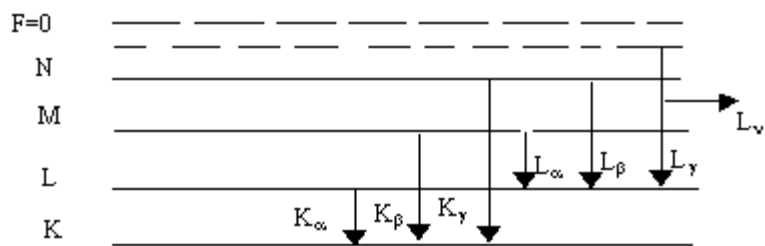
Bu Formula eksperimental natijalar bilan to'g'ri keladi.

Masalan: (2) formula bo'yicha λ_{min} - ulchab h - ni topilsa bosh1a usul bilan topilgan qiymatlar bilan teng bo'lib chiqadi. Bu esa (2) natijani formulani to'g'ri ek'nligini kursatamiz. Ba'xan katta energiyali Elektronlard'n chiziqli spektorlar paydo bo'ladi. Bu spektrlarni anod materialiga bogliq hosil bo'lishi aniqlangan. Anod materialining tashqil qilgan atomlarning holati ifodalovchi energetik sathlar bilan bogliq ekan.

Bu chiziqli spektrlar K, L, M, N, O sathlarga to'g'ri kelib seriya hosil qiladi. Har bir seriya ujjiga yarasha $\alpha, \beta, \gamma, K\alpha, K\beta, K\gamma, \dots, L\alpha, L\beta, L\gamma$) yigindan iborat.

U chiziq seriyalar anod materialini qanday ik sostavidan tashqil topganiga bogliq. L, M, N kvantlarni hosil bo'lish mexanizmini ko'rib chiqaylik. Masalan: tashqi katta energiyali elektron qoki foton K-qobiqdan bitta Elektronni chikarib yuboradi. Shu Elektron erniga yadrodan uzoqda turgan L, M, N qobiqdan Elektron tushadi (2-rasm) va $h\nu$ - foton

chiqadi.



2-rasm.

Btndaq utish rentgen jeri chikishi hisobiga bo'ladi.45

Qqyidagicha simvolik belgilash mumkin.

$K^{\alpha} (L \rightarrow K)$; $K^{\beta} (M \rightarrow K)$; $K^{\gamma} (N \rightarrow K)$; $K_L \rightarrow K^{\beta} \rightarrow K^{\gamma}$ yqnalishda chartota oshib oradi. Bunday spektorlarfi hosil bo'lishi q/nuniyatini 1911 yil ingliz fizigi Moz,i topgan.

$$\nu = R \cdot (z - \sigma)^2 \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (3)$$

Bunda ν – chiri1li spektb chastotasi, R - Ridberg doi)iysi

σ - ekranlovchi doamiy* $m=1,2,3,4,5$; $j=m+1$ dan bos`lab Son kabm`l kilin!\$. (3) afodaga Mnzlh qontni de9)d`di.

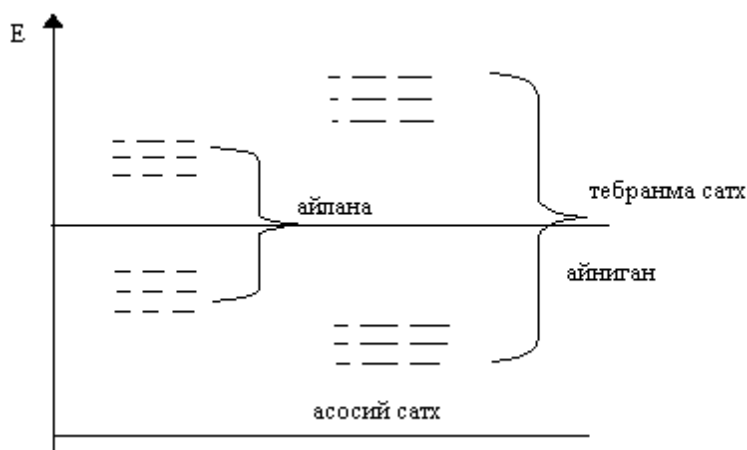
4.Molek5l`lar ximik va fizik 8ossalarini Namoyen kilutchh modda, bir Ta bir nEcha atomdan tashqiL topishi mumkin. @tomlar ximik boglanadilar.

Ion va kovalent boglanish.

Ion boglanish`a (NaCl, KBr) ijki aTomdan bitpasica Elektronlar almashhb turadi. ATomlar ion kuchlari hiskbiga boglanadi. Kovalend bng,anishda ik+ita atom uchun Elektronlar umumiy bo'ladi. N2,O2,So da molekula kvant sistema hisoblanadi. Uni Shredinger tenglamasi bilan yechish mumkin. Masalan yakka molekulani energiyasi tubandagicha aniqlanadi:

$$Ye \sim Ye_{el} + Ye_{teb} + Ye_{ayl} \quad (4)$$

Bunda Ye_{el} - Elektronni yadro atrofidagi energiyasi, Ye_{teb} - yadroni tebranma energiyasi, Ye_{ayl} - yadroni aylanma harakat energiyasi.



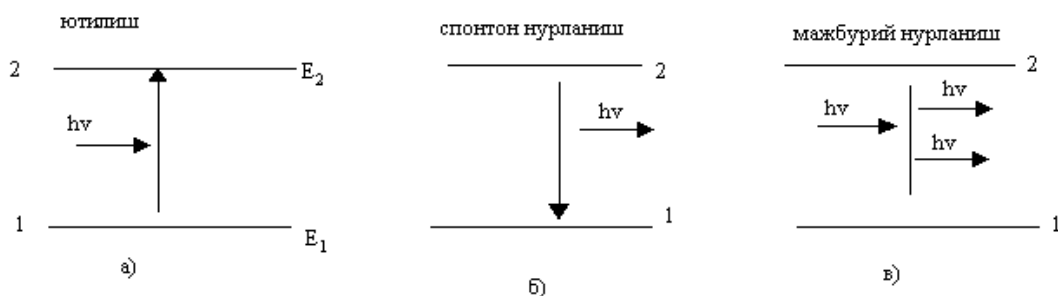
3-rasm.

Demak yadro atrofidagi Elektronni 2 ta holati uchun masalan (asosiy va aynigan holati uchun) ularni yenida aylanma va tebranma energetik, kushimcha satxlar bo'ladi. Bu molekuladagi atomlari uchun urinli (3-rasm). Agar atom soni kup bo'lsa satxlar kushilib ketadi. Masalan kattik jismlarda yutilishda va nurlanishda bu spektrlarni ko'rish mumkin (chiziq-chiziq, kushoyoq spektrlar).

1928 yil Landsberg, Mandelshtam, Raman Yorug'likni kombinatsion sochilishini topgan. Moddaga monoxramatik nur tushadi va sochiladi. Sochilishda boshqacha nurlar bor ekanligini sezganlar. Sochilayetgan nur ν_0 chastotasi tushayetgan nur chastotatsi ν bilan sochilayetgan jism aylanma chastotasi ν_i ning yigindisiga yoki ayirmasiga teng ya'ni $\nu = \nu - \nu_i$ kurinishda ifodalanadi. Bunga kombinatsion sochilish deb nom berildi.

5.Lazer nurlari haqida.

Atom Ye_1 va Ye_2 kvant holatda bo'lsa 3-rasmda Atom tashqi $h\nu$ fotonni yutib uygongan holatga utadi a) ma'lum vaktdan keyin uz-uzidan 2 holatdan 1 holatga utadi va $h\nu$ foton chiqaradi. b) rasmda yutilish spontan nurlanish majburiy nurlanish.



3-rasm.

a) $Ye_1 \rightarrow Ye_2$ tashqi $h\nu$ nur tushgan va yutilgan.

b) $Ye_2 \rightarrow Ye_1$ aynigan holatda asosiy holatga uz-uzidan tushgan. Bunga spontan nurlanish deyiladi.

v) 1916 yil Eynshteyn posto'lat qilgan. Agar atom 2 holatda (Y_{e2}) bo'lsa, unga tashqi kuch ta'sir etsa ($h\nu = Y_{e1} - Y_{e2}$) tashqi chastota shartni bajarsa, unda majburiy utish (indukirlangan) nurlanish ruy beradi degan.

6. Bunda $Y_{e1} - Y_{e2} = h\nu$ foton tushadi atom 2-holatdan 1-holatga utadi. ($Y_{e1} - Y_{e2} = h\nu$) aynan teng bir xil ikkita foton va bir vaktda chiqadi. Ya'ni 1 ta fotondan 2 ta foton hosil bo'ldi.

Agar bitta atomda shunday ikkita foton hosil bo'lsa, shunday aynigan atomlarni kup sonda hosil kilinsa va yo'lida har bir $h\nu$ - foton 2 taga aylansa, bunda jalasimon bir xildagi (monoxramatik) kogerent, (ularni yunalishlari xam bir xil) fotonlar oqimi hosil bo'lishi nazariy aytilgan edi. Bunday kvant kuchaytirgich 1951 yil Fabrikant tomonidan kashf kilindi va "XX asr ajoyiboti" - degan nom oldi.

Optik diapazonda, nurlar bilan atomda invers holat tashqil qilish optik generatorlar yordamida amalga oshiriladi. Paydo bo'lgan nurlar jalasi lazer deb yuritila boshlandi.

7. Lazer kurilmasi asosan 3 ta qismdan iborat bo'ladi.

1. Aktiv muhit - invers holat hosil kilingan (aktivlashgan atomlar yoki aynigan atomlar muhiti).
2. Sistema nakachki (invers holat hosil qilish asbobi).
3. Optik rezanator (foton dastasini hosil qiladi va uni yo'llaydi).

8. 1960 yil AKShda Rubin lazeri (rubin kristali), amalda yaratildi. Unda, invers holat Rubin kristallida hosil kilinadi, uni to'lqin uzunligi $\lambda = 0,6943 \text{ mkm}$ ga teng. Lazer nuri quyidagi xossaga ega:

1. Kogerent 10^{-3} s. vakt kogerent $l = 105 \text{ m}$.
2. Monoxromatik $\Delta \lambda < 10^{-11} \text{ m}$
3. Katta energiya zichligi oqimi.

$$\Phi = \frac{20}{10^{-3}} \cdot \frac{\mathcal{K}}{c} = 2 \cdot 10^4 \text{ vt}$$

Shu energiya $S = 1 \text{ mm}^2$ da tarkatadi.

$$\frac{\Phi}{S} = \frac{2 \cdot 10^4}{10^6 \mathcal{M}} = 2 \cdot 10^{10} \frac{\text{BT}}{\mathcal{M}^2}$$

4. Juda kichik tarkalmaslik xususiyatiga ega. Masalan: yer oy o'rtasida diametr 3 km. dan oshmaydi.

**Mavzu: Uta o'tkazuvchanlik hodisasi. Kristallarda energetik
zonalar. Yarim o'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi
va aralashmali o'tkazuvchanligi.**

Reja:

1. [Uta o'tkazuvchanlik hodisasi.](#)
2. [Kattik jismlar tuzilishi.](#)
3. [Elektr o'tkazuvchanlikni zonalar nazariyasi.](#)
4. [Metal, yarim o'tkazgich diElektriklar uchun zonalar nazariyasi.](#)
5. [Yarim o'tkazgichlarni xususiy o'tkazuvchanligi.](#)
6. [Fermi satxi. Yarim utkazuvgichlarni o'tkazuvchanligini haroratga bogliqligi.](#)
7. [Aralashmali yarim o'tkazgichlar.](#)
8. [R-tip, n- tip yarim o'tkazgichlarni hosil bo'lishi.](#)

1.Ma'lumki metallarda Elektr toqini Elektronlar hosil qiladi. Uta o'tkazuvchanlik hodisasi kattik jismlarda yuz berishini va uni kvant nazariyasi asosida tushuntirilishini ko'rib chikamiz.

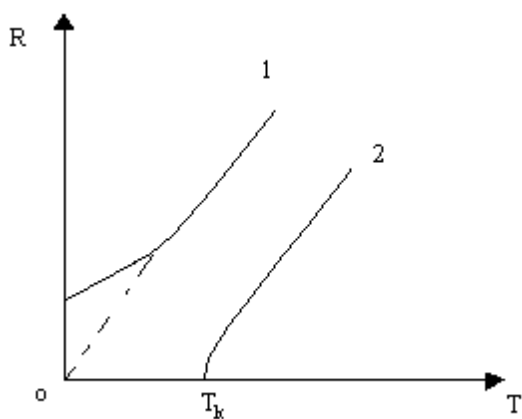
Uta o'tkazuvchanlik hodisasi nima?

Metallarning Elektr toqiga karshiligi temperaturaga juda bogliq.

$$R = \alpha R_0 T \quad (1)$$

Bunda α - temperatura koeffitsiyenti

R, R_0 - sunggi va boshlangich karshilik.



1-rasm.

Karshilikni T - ga boglanishi (1-rasmda 1) da kursatilgan. Lyokin ba'zi bir metallar, masalan (*Al*, *Pb*, *Zn*) larni karshiligini (1-rasm 2) da kursatilgan ($T=0,14 \div 20K$) temperaturada karshilik birdan sakrab nolga tushib keladi. Bunga uta o'tkazuvchanlik deyiladi.

Buni 1911 yil Kamerling Onnes simobda kuzatgan. Bunday materiallar EXMlarda ularni xotirasi uchun ishlatiladi. Xozirgi vaktida keramik uta o'tkazgichlar $100^0 K$ dan yuqori temperaturada topilmoqda. Uta o'tkazgich materiallarni xona temperaturasida ishlaydiganini topish ustida ish olib borilmoqda. Uta o'tkazuvchanlik hodisasi kvant tushunchalar asosida 1957 yil Landau nazariyasi asosida ya'ni geliyni uta oquvchanlik xossasiga uxshatilib tushuntirildi.

Amerikalik D.Bardin, Kuper, Shredingerlar tushuntirdi. Metall panjaralar bilan Elektronni tasirlashishi zarralanadi. (Elektron-foton) ta'sir. "Kuper para"larini hosil qiladi. Bu paralarni ulchami kup marta atomlar orasidan katta, ya'ni "para"lar orasida odatdagi Elektronlar joylashgan. Parani buzish uchun energiya talab kilinadi, bu energiyani fononlar berishi mumkin. Bu, parada Elektronlar karama-karshi spinlar bilan joylashgan bo'ladi va Elektronlar soni kup bo'lib bunday ansamblga bozonlar deyiladi. Bozonlarga pauli prinsipini kullab bo'lmaydi ya'ni bir energetik holatga (2 ta, emas) kup Elektronlar to'g'ri keladi. Past tempiraturalarda bozonlar asosiy holatga utib oladilar, ularni uygongan holatga utkazish kiyin va ularni sistemasini buzish juda kiyin. Bozon zarra, kuper paralari tashqi maydon ta'sirida o'tkazgichni karshiligisiz harakat qiladi. Bu esa o'tkazgich holatga olib keladi.

2..3.Kattik jismlar zonalar nazariyasi to'g'risida tushincha.

Norelyativistik kvant mexanikasi dinamikasining asosiy tenglamasi Shredinger tenglamasidan foydalanib, kristall to'g'risidagi masalani umuman xal qilish mumkin. Masalan: uning mumkin bo'lgan energiya qiymatlarini; unga mos bo'lgan energetik holatlarini aniqlash mumkin, Ammo klassik fizikadagi kabi kvant mexanikasida xam kup zarrachali sistema uchun dinamik masalani aniq xal qilish uslublari yo'q. Shuning uchun bu masala takriban, kup zarrachalar masalasini, 1 Elektronli masalaga keltirib xal kilinadi. Aniqrogi berilgan tashqi maydonda harakatlanuvchi Elektron masalasiga keltiriladi. Bunday yo'l kattik jismlar zonalar nazariyasiga olib keladi.

Zonalar nazariyasida kvantovo-mexaniq sistema ogir va yengil zarrachalarga-yadro va Elektronlarga ajratiladi. Bu zarrachalarni massa va tezliklari keskin farq qiladigan Elektronlar kuzgalmas yadrolar maydonida harakatlanadi va syokin harakatlanuvchan yadrolar esa, barcha Elektronlarni o'rtacha maydonida harakatlanadi deb karaladi. Shuning uchun elktron yadro va Elektronlarning doimo davriy uzgaruvchi maydonida harakatlanadi deb hisoblanadi.

Shunday qilib, zonalar nazariyasida kup elektronli masala yadro va Elektronlarning o'rtachalashgan va muvofiklashtirilgan-davriy uzgaruvchi tashqi maydonida harakatlanuvchi 1 Elektronli masalaga keltiriladi.

Izolyatsiyalangan atomda Elektronni (valent elektronni) o'rtacha yashash davri 10^{-8} s bo'lsa, kristallga birikgan atomda 10^{-15} s bo'ladi. Izolyatsiyalangan atomda energetik satx kengligi

$$\Delta E \sim \frac{h}{\tau} \sim 10^{-7} \text{ эВ}$$

bo'lsa, kristaldagi Elektron uchun $\Delta E = 1 \div 10 \text{ eV}$ bo'ladi. Tashqi Elektronlar b-rasmdagi shtrixlangan oblastga (soxaga) ta'lukli energiya qiymatlarini kabo'l qilishi mumkin va bu soxaga ruxsat berilgan (kiligan) energetik zona deyiladi. Bu zonadagi energetik satxlar soni kristaldagi atomlar soniga teng bo'ladi. kristaldagi atomlar soni kup bo'lsa energetik satxlar shuncha jips joylashadi va kushni energetik satxlar orasi $\sim 10^{-22} \text{ eV}$ ga teng bo'ladi.

U inobatga olmasa xam bo'ladigan darajada kichik bo'lganidan zonalarini amalda uzluksiz deb hisoblash mumkin, biroq zonadagi satxlar soni muxim rol uynab u Elektronlarni holatlar buyicha taksimot harakterini belgilaydi.

Ruxsat kiligan energetik zonalar energiya ta'kiklangan qiymatli zonolari bilan ajralgan bo'ladi va unga ta'kiklangan energetik zonalar deyiladi. Takiklangan energetik zonada Elektron bo'lishi mumkin emas. Ruxsat kilingan va takiklangan zonalar kengligi kristalning ulchamiga bogliq bo'lmaydi. Valent Elektronlarni yadrolar bilan boglanishi qancha sust bo'lsa ruxsat kilingan zonalar shuncha keng bo'ladi.

4.Zonalar nazariyasiga ko'ra metallar, diElektriklar

va yarimo'tkazgichlar.

Kattik jismlar zonalar nazariyasi bir xil nuqtai nazardan metall, yarim o'tkazgich va diElektriklarni mavjudligini, ularni Elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlarini turli xilligi, avvalambor; ularni ruxsat kilingan zonalarining Elektronlar bilan bir xil tuldirilmasligi va kolaversa takiklangan zonaning kengligi turlichaligi bilan tushintiriladi.

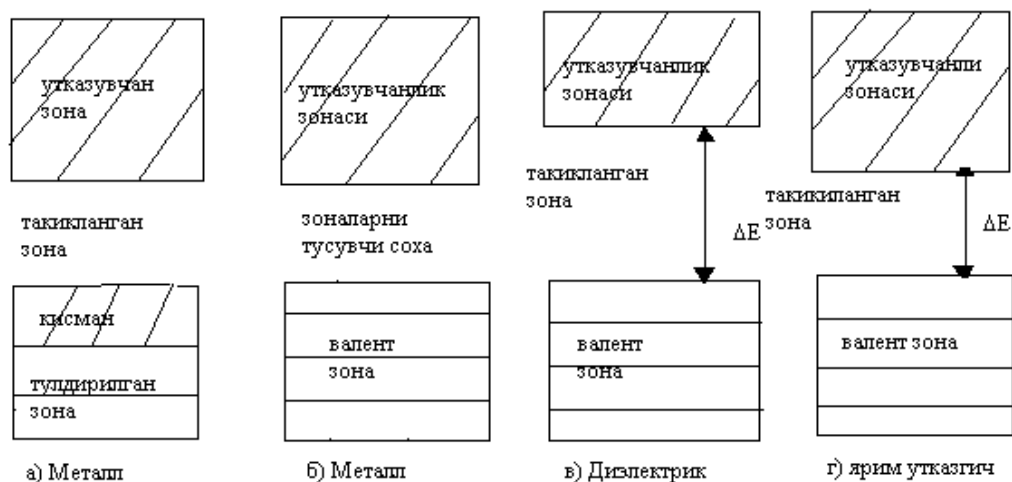
Zonadagi energetik satxlarni Elektronlar bilan tuldirilish darajasi atom Elektron kobigini tuldirilishi bilan belgilanadi. Masalan: Atomning biror kobigi Pauli prinsipi asosida Elektronlar bilan tulik egallangan bo'lsin, u holda undan hosil bo'lgan zona xam Elektronlar bilan to'la egallangan bo'ladi. Elektronlar bilan egallanmagan satxlardan qisman egallangan energetik satxlar hosil bo'ladi. Umumiy holda elektronlar bilan to'la tuldirilgan valent zona va elektronlardan holi yoki Elektronlar bilan qisman tuldirilgan o'tkazuvchanlik (erkin zona) zonasi

haqida gapirish mumkin. Valent zona erkin atomni ichki kobigiga tegishli

energetik satxlar Elektronlaridan, o'tkazuvchanlik zonasi esa, atomni

tashqi kobigiga tegishli energetik satxlar "kollektivlashgan" Elektronlardan tashqil topgan bo'ladi.

Zonalarni Elektronlar bilan tuldirlilish darajasiga va takiklangan zona kengligiga qarab 4 ta hol beradi.



Ular rasmda keltirilgan. a-rasmda biror moddani Elektronlar bilan qisman tuldirlilgan zonasi kursatilgan bo'lib, unda vakant satxlar mavjud. Bunday holda Elektron juda xam kichik "kushimcha" energiya (Issiqlik harakati, Elektr maydon va boshqalar hisobiga) olib shu zonaning ancha yuqoriroq energetik satxiga utishi mumkin, ya'ni erkin bo'lishi va o'tkazuvchanlikda ishtiroq qilishi mumkin. Zonalar ichida Elektronlarni yuqoriroq satxga utishi yoki aksincha bo'lishi energetik nuqtai nazardan amalga oshishi oson. Chunki 1k haroratga to'g'ri keluvchi Issiqlik harakat energiyasi $kT=10^{-4}$ eV. Zonadagi kushni satxlar energiyalari farq (10^{-22} eV)dan nixoyatda katta. Demak agar kattik jismda Elektronlar bilan qisman tuldirlilgan zona mavjud bo'lsa, bu modda Elektr toqi utkazuvchi bo'ladi (Metallarni bir guruxida xuddi shunday bo'ladi).

Agar, valent zona o'tkazuvchanlik zonasi (erkin zona)dan qisman tusilgan soxa bilan ajralgan bo'lganda (b-rasm) xam kattik jism Elektr toqini utkazuvchi bo'ladi. Bunday hol Mendeleev davriy sistemasini ikkinchi gurux elementlari bo'lgan *Be, Mg, Ca,...* ishkoriy yer elementlarida urinli bo'ladi.

Elektronlarni zonalar buyicha shunday taksimoti xam bo'lishi mumkinki, bunday holda 2 ta qisman tuldirlilgan zonalar urniga kristalda bitta to'la tuldirlilgan (valent) zona va bitta erkin zona (o'tkazuvchanlik zonasi) ular orasida ta'kiklangan zona bo'lishi mumkin. (v-g-rasm). Ta'kiklangan zonaning kengligi ΔE ga qarab, Elektron holatlarini energetik spektori faqat valent zona va o'tkazuvchanlik zonasidan iborat kattik jismlar diElektrik yoki yarim o'tkazgich bo'ladi. (v-g-rasm).

Agar kristalni ta'kiklangan zonasi kengligi ingichka ($\Delta E < 1$ eV) bo'lsa, Issiqlik energiyasi yoki boshqa biror turtki Elektronlarni valent zonada o'tkazuvchanlik zonasiga oson utkazishi mumkin bo'ladigan kristallar yarim o'tkazgichlar hisoblanadi. (g-rasm). Agar, kristalni ta'kiklangan zona kengligi bir necha eV bo'lsa, Elektronlarni valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga utkazish mushkul bo'ladi, unday kristallar diElektriklar deyiladi.(v-rasm).

Zonalar nazariyasiga ko'ra metallar bilan diElektriklar orasidagi farq shundan iboratki, $0^{\text{о}}$ haroratda metalni o'tkazuvchanlik zonasida Elektronlar mavjud bo'lsa, diElektrikni o'tkazuvchanlik

zonasida Elektron mavjud bo'lmaydi. DiElektrik bilan yarim o'tkazgich orasidagi farq ta'kiklangan zona kengligi ΔE bilan belgilanadi holos. 0°C haroratda yarim o'tkazgich uzini Elektr xususiyati jixatidan diElektrik kabi tutadi, chunki bunda Elektron valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga hech xam uta olmaydi.

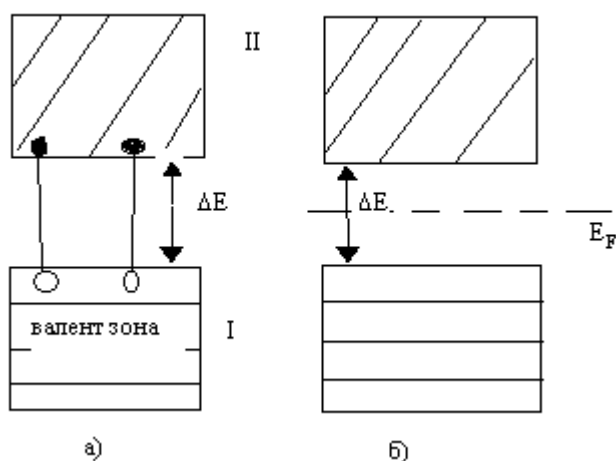
5. Yarim o'tkazgichlarni xususiy o'tkazuvchanligi

Zonalar nazariyasiga ko'ra $T=0^{\circ}\text{C}$ haroratda valent zonasi Elektronlar bilan butkul tulgan va u o'tkazuvchanlik zonasidan kengligi 1 eV dan kam ta'kiklangan zonaga ega moddalar yarim o'tkazgichlar hisoblanadi. Ularning Elektr o'tkazuvchanligi metall bilan diElektriklar oraligini egallaganidan yarim o'tkazgichlar nomi olgan.

Mendeleev davriy sistemasidagi IV, V va VI gurux elementlari *Si, Ge, As, Se, Ti* va xakazolar, tabiatda tarqalgan yarim o'tkazgichlar hisoblanadi. Shu kabi turli gurux elementlarini oqsidlari, sulfitlari, selenidlari va kotishmalari yarimo'tkazgichlar sanaladi. Yarim o'tkazgichlar 2 xil bo'ladi: xususiy va aralashmali. Ximiyaviy yarim o'tkazgichlar xususiy yarim o'tkazgichlar ularning utkazuvchanligi xususiy o'tkazuvchanlik deyiladi. Xususiy yarim o'tkazgichlarni tipik vakili sifatida *Ge, Se, Si...* sof yarim o'tkazgichlarni va *CdS, InSb, GaAs* va boshqa kupgina ximiyaviy birikmalarni kursatish mumkin.

6. Xususiy yarim o'tkazgich Issiqlikni yoki boshqa tashqi ta'sirlar natijasida I - valent zonaning yuqori satxlaridagi Elektronlari II - o'tkazuvchanlik zonasining past satxlariga utkazilishi mumkin. (a-rasm). Natijada Valent zonada teshiklar va o'tkazuvchanlik zonasida Elektron hosil bo'ladi.

Yarim o'tkazgichda Elektr maydoni hosil kilinsa Elektronlar maydon yunalishiga karama-karshi tamonga teshiklar maydon yunalishida harakat qilib toq hosil bo'ladi. Shunday qilib xususiy yarim o'tkazgichda Elektr toqini Elektron va teshiklar hosil kilar ekan. Teshiklar bu valent zonada urni bush kolgan Elektronlar urni bo'lib, zaryadli Elektron zaryadiga teng bo'lgan musbat zaryadli effektiv zarrachalardir.



Shunday qilib, xususiy yarim o'tkazgichda Elektron sababchi bo'lgan o'tkazuvchanlikka Elektron o'tkazuvchanlik yoki n - tip o'tkazuvchanlik deyiladi. Teshiklar sababchi bo'lgan o'tkazuvchanlikka teshikli o'tkazuvchanlik yoki p - tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Demak barcha yarim o'tkazgichlarda o'tkazuvchanlikning 2 la mexanizmi xam kuzatilib, ular Elektron va teshik, n - tip va p - tip o'tkazuvchanlikdir. Sof yarim o'tkazgichning o'tkazuvchanlik zonasidagi Elektronlar konsentratsiyasi valent zonadagi teshiklar konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

Chunki o'tkazuvchanlik zonasidagi Elektronlar tashqi faktor ta'sirida valent zonasidan utkaziladi, shuning uchun $n_e = n_r$ bunda n_e -Elektronlar konsentratsiyasi, n_r -teshiklar konsentratsiyasi.

Xususiy yarim o'tkazgichda Fermi satxi ta'kiklangan zonaning roppa-rosa o'rtasida joylashgan bo'ladi. (b-rasm) Xakikatan, Elektronni valent zonasining yuqorigi satxidan o'tkazuvchanlik zonasining pastki satxiga utkazish uchun aktivlash energiyasi sarflanib, u ta'kiklangan zona kengligi ΔE ga teng. o'tkazuvchanlik zonasida Elektron paydo bo'lganda, valent zonada teshik hosil bo'ladi. U vaktda toq tashuvchilar juftini hosil qilish uchun sarflangan energiyani teng 2 ga bo'lish kerak. Chunki bu energiyaning yarmi Elektronni o'tkazuvchanlik zonasiga utkazishga kolgan yarmi esa teshik hosil bo'lishga sarflanadi. Shuning uchun bu jarayenning har biri uchun hisob boshini ta'kiklangan zona o'rtasida olish shart. Sof yarim o'tkazgichdagi Fermi energiyasi Elektron va teshiklarni uygonishi boshlanadigan energiyasini bildiradi. Absolyut nol kelvinda xam Elektron va teshik bu energiyaga ega bo'la oladi. (energiyasi nol bo'lmaydi).

Xarorat oshishi bilan o'tkazuvchanlikni oshishini zonalar nazariyasi quyidagicha tushuntiradi: harorat kutarilishi bilan valent zonadagi Elektronlarning Issiqlik energiyasi oshib, o'tkazuvchanlik zonasiga utgan Elektronlar soni kupayadi va ular Elektr o'tkazuvchanlikda ishtiroq qiladilar. Shuning uchun harorat kutarilganda sof yarim o'tkazgichni o'tkazuvchanligi oshadi.

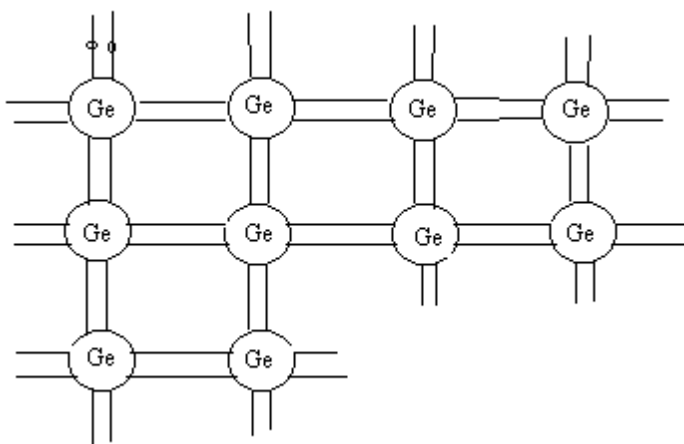
Tajriba natijalariga ko'ra xona haroratidagi sof kremniydagi Elektronlar konsentratsiyasi $\sim 10^{17} \text{m}^{-3}$ solishtirma karshiligi esa 10^3 Om m teng bo'lsa, 700°S haroratda Elektronlar konsentratsiyasi 10^{24}m^{-3} va solishtirma karshiligi 0.001 Om m gacha kamayadi. Demak, o'tkazuvchanlik million marta oshar ekan.

Yetarlicha keng tarqalgan yarim o'tkazgich Ge (germaniy) elementi hisoblanadi. Mendeleev davriy sistemasida germaniyning tartib nomeri $Z=32$ bo'lib, atom yadrosi zaryadi $k_2 = +32e$ ga teng. Demak neytral germaniy atomida 32 ta Elektron mavjud. Ammo, shulardan 4 tasi yadrosi bilan sust boglangan. Shu sust boglangan 4 ta Elektron valent Elektron hisoblanadi va ximiyaviy reaksiyalarda ishtiroq qiladi. Kolgan 28 ta Elektron yadrosi bilan birgalikda $+32e - 28e = +4e$ zaryad bilan atom skletini tashqil qiladi. Sklet atrofida 4 ta valent Elektron doimiy harakatda bo'lib, manfiy zaryadlangan "bo'lut"ni hosil qiladi. Germaniy almaz tipidagi kristall panjaraga ega.

Uning panjarasidagi har bir atom uz yaqinidagi 4 ta kushnisi bilan uralgan bo'ladi. Xar bir atom 4 ta kushni atom bilan Elektron-juftlar bilan yoki kovalent boglanishga ega.

2-rasmda juda past haroratdagi sof germaniyni yassi strukturaviy tuzilish kursatilgan. Rasmdagi qora nuqtalar Elektronlardir. Rasmdan kurinib turibdiki bu holda barcha Elektronlar atomlar orasidagi boglanishda ishtiroq qiladilar. Shuning uchun Elektr o'tkazuvchan-likda ishtiroq kilmaydilar. Zonalar nazariyasiga ko'ra bu hol barcha Elektronlarni valent zonasida mujassamlashgan holatiga

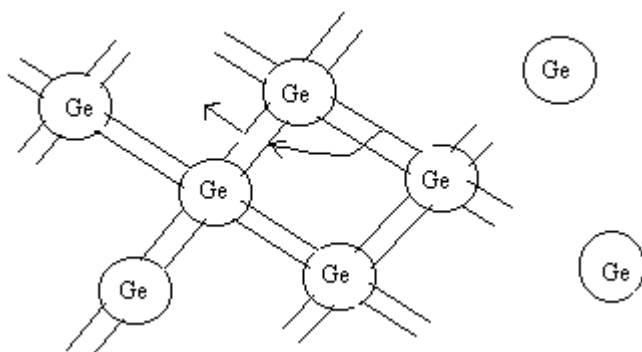
uxshatish mumkin.



2-rasm.

Kristall harorati osha borishi bilan panjaralarni Issiqlik tebranma harakati tufayli yuzaga kelgan fanonlarni energiyasi yetarlilari valent boglanishlari ba'zilarini uzadilar. Oqibatda valent boglanishda ishtiroq kiluvchi ba'zi Elektronlar ajralib, kristall xajmi buylab erkin harakatlanadilar va o'tkazuvchanlikda ishtiroq qiladilar.(3-rasm).

Bu holni zonalar nazariyasida valent zonadagi Elektronlarni o'tkazuvchanlik zonasiga utishiga uxshatish mumkin. Valent boglanishda ishtiroq qilib borgan uzilgan Elektronlar urnida vakant urin bushlik hosil bo'ladi. Boglovchi Elektronlar urnida hosil bo'lgan (3-rasm).



3 – rasm.

Bush urinlarga "teshik"lar deb nom berilgan. Bu teshik urnini boshqa Elektron egallashi mumkin. (-rasm).

Natijada bu yerda normal boglanish karar topadi. Lyokin keyingi Elektron urnida teshik paydo bo'ladi va xakazo.

Bu jarayen zonalar nazariyasida valent zonada teshik hosil bo'lishiga ekvivalentdir.

Demak absolyut nol haroratdan boshqa haroratda kristalda Elektron va teshiklarning xattik harakati mavjud bo'ladi. Agar bunday kristalda Elektr maydon hosil kilinsa, Elektr toqini utkazishda Elektronlardan tashkari teshiklar xam ishtiroq qiladilar (aslida boglanish Elektronlari maydon yunalishida harakat qiladilar. Bu harakatni maydonga karama-karshi yunalishda harakatlanuvchi teshik deb kabo'li kilingan).

7.Yarim o'tkazgichlarning aralashmali o'tkazuvchanligi

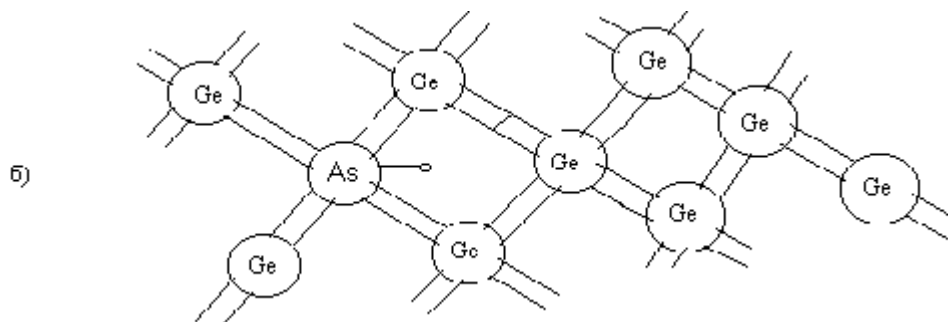
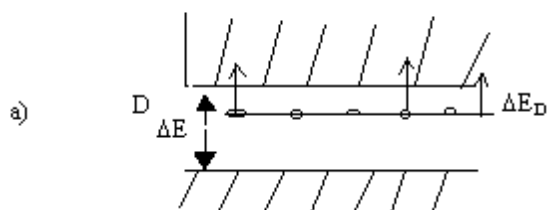
Sof yarim o'tkazgichga boshqa element atomlari kiritilishi yoki sof yarim o'tkazgich kristali ustirilayotganda shu elementni ortiqcha atomi yoki kam atomi hosil bo'lishi yoki mexanik ta'sirlar natijasida darzlar yoki dislokatsiyalarni yuzaga kelishi aralashmali yarimo'tkazgichni yuzaga keltiradi. Aralashmalar sabab bo'lgan yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligiga aralashmali o'tkazuvchanlik deyiladi.

Aralashmali yarim o'tkazgichning Elektr utkazvchanligi keskin uzgaradi. Masalan: kremniyga 0.001 atom foiz fosfor kiritilsa, xona temperaturasidagi karshiligi sof kremniynikidan 100.000 marta kam bo'ladi. Shunga uxshash agar, kremniyga 0,001 atom % bor kiritilsa uning o'tkazuvchanligi sof kremniynikiga nisbatan 1000 marta oshadi.

Yarim o'tkazgichlarning aralashmali o'tkazuvchanligini ular atomlarining kovalent boglanishi va zonalar nazariyasi asosida qarab chikamiz.

Sof yarim o'tkazgichga boshqa element atomlari kiritilib hosil kilingan aralashmali yarim o'tkazgichlarnigina urganamiz. Aytaylik 4 valentli Ge atomi 5 valentli As atomi bilan almashtirilgan bo'lsin. (Sof Ge kristaliga juda oz miqdorda As atomlari kiritilgan bo'lsin) (b-rasm).

Bunda mishyak atomi (As) 4 ta kushni Ge atomi bilan kovalent boglanishda ishtiroq etib 1 ta Elektroni kovalent bogda ishtiroq kila olmay, ortiqcha bo'lib koladi va kristall panjarani Issiqlik tebranishlarida juda oson ajraladi va kristall ichida xaotik harakatlanuvchi erkin Elektronga aylanadi. (a-rasm). Bunda atomlar orasidagi kovalent boglanish buzilmaydi, demak teshik hosil bo'lmaydi.



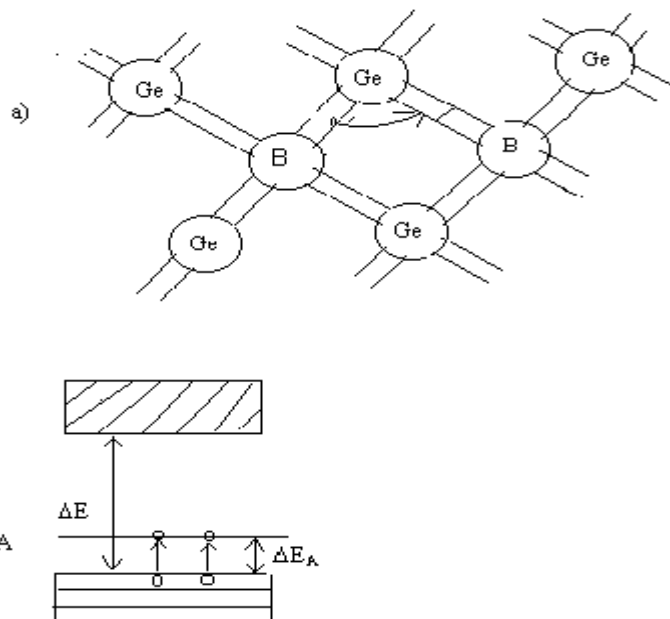
Aralashmali atom - As atomi yaqinidagi hosil bo'lgan musbat zaryad myshyak atomiga boglangan bo'ladi va panjara buylab kucha olmaydi.

8. Endi bu jarayenni zonalar nazariyasi nuqtai nazaridan qarab chikamiz. Sof yarim o'tkazgichga kiritilgan begona atom panjara maydonini sezilarli uzgartiradi, ya'ni ta'kiklangan zonada myshyakni valet Elektronlari D energetik satx paydo bo'ladi (a-rasm). U satxga aralashmali satx deyiladi. Bizning misolda aralashmali satx o'tkazuvchanlik zonasi tubidan $E=0.015$ eV pastda joylashadi. Aralashmali satx kengligi ta'kiklangan zona kengligidan juda (100 marta) kichik $\Delta E_D \ll \Delta E$ ekanligidan odatdagi haroratlarda panjarani Issiqlik harakat energiyasi aralashmali satxdagi Elektronlarni osonlikcha o'tkazuvchanlik zonasida irtitadi. Xosil bo'lgan teshiklar tugunda joylashgan myshyak atomi yaqinida maxalliyashadi va o'tkazuvchanlikda ishtiroq kilmaydi.

Shunday qilib 4 valentli atomdan tashqil topgan kristalga 5 valentli atom kiritilib hosil kilingan aralashmali yarim o'tkazgichda toq tashuvchilar Elektronlar bo'lib, unga Elektronli aralashmali o'tkazuvchanlik yoki n - tip o'tkazuvchanlik deyiladi. Elektronlar manbai bo'lgan aralashma (bizni misolda As) ga donor deyiladi. Aralashma hosil kilgan energetik satxga donor satx deyiladi. Elektronli o'tkazuvchanlikka ega aralashmali yarim o'tkazgichga Elektronli yoki n - tip yarim o'tkazgich deyiladi.

Endi 4 valentli Ge atomi 3 valentli V (bor) atomi bilan almashtirilgan holni ko'rib chikamiz. (Sof Ge kristaliga juda oz miqdorda V atomlari kiritilgan bo'lsin) (5-rasm).

Bor atomi yaqinidagi 4 ta kushni Ge atomi bilan kavolent boglanishi uchun bitta Elektroni yetishmaydi, Bir bog bush koladi va asosiy element atomini bir Elektronini tortib oladi. Bu Elektronni urnida teshik teshik hosil bo'ladi. Bu teshik urnini boshqa Elektron egallashi mumkin.



5 – rasm.

Yarim o'tkazgichdagi Elektronni harakati kristall buylab, teshikni harakatiga teng kuchli (ekvivalent) bo'ladi. Demak, bunda teshik maxalliyashmaydi, balki germaniy panjarasi buylab erkin musbat zaryadli zar-rachalar kabi kuchib yuradi. Bor atomi (aralashma atomi) yaqinida paydo bo'lgan manfiy zaryad aralashma (bor) atomi bilan boglangan bo'ladi. U panjaradan kucha olmaydi, demak, toq tashishda ishtiroq kilmaydi.

Endi bu jarayenni zonalar nazariyasi nuqtai nazaridan qarab chikamiz. Germaniy panjarasiga 3 valentli aralashma kiritilganda ta'kiklangan zonada Elektronlar bilan egallangan A - aralashmali energetik satx hosil bo'ladi b-rasm. Germaniyga bor kiritilgan holda bu satx valent zona ustida, aniqrogi valent zonaning ustki chegarasidan taxminan 0.1 eV yuqorida joylashadi.

Bu A aralashmali satx valent zonaga juda yaqin joylashganidan kristalni nisbatan past haroratlarda xam valent zonadagi Elektronlar aralashmali satxga oson utadilar va bor atomi bilan boglanib

germaniyni panjarasi buylab kuchishda ishtiroq kilmaydilar, toq tashishda xam ishtiroq kilmaydilar. Demak, toq tashishda valent zonada hosil bo'lgan teshiklarga ishtiroq qiladilar.

Shunday qilib 4 valentli atomdan tashqil topgan kristalga 3 valentli atom kiritilib hosil kilingan aralashmali yarim o'tkazgichda toq tashuvchilar teshiklar bo'lib, unga teshikli aralashmali o'tkazuvchanlik yoki r - tip o'tkazuvchanlik deyiladi. Bunday o'tkazuvchanlikka ega yarim o'tkazgichga teshikli yoki r - tip yarim o'tkazgich deyiladi. Yarim o'tkazgichni Valent zonasidan Elektronlar tortib oluvchi aralashmaga akseptorlar, ularni energetik satxiga akseptor satxlar deyiladi. (A)

Shunday qilib, xususiy yarim o'tkazgichlarda Elektr toqini Elektron va teshiklar tashisalar, aralashmali yarim o'tkazgichlarda Elektronlar (n - tip yarim o'tkazgichlarda) yoki teshiklar (r - tip yarim o'tkazgichlarda) tashiydilar. Bu toq tashuvchilar asosiy toq tashuvchilar deyiladi. Aralashmali yarim o'tkazgichlarda asosiy toq tashuvchilardan tashkari asosiy bo'lmagan toq tashuvchilar xam bo'ladi. Ya'ni n - tip yarim o'tkazuvchilarda teshiklar va R -tip yarim o'tkazgichlarda Elektronlar xam asosiy toq tashuvchi zarracha hisoblanadi. Teshik va Elektronlar bir xilda ishtiroq kiluvchi o'tkazuvchanlik

Mavzu: Elektronli va teshikli yarimo'tkazgichlar

kontakti (R - n utish).

Reja:

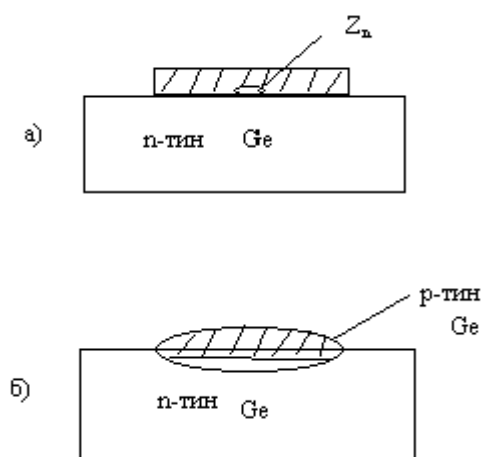
1. [R-tip va n-tip yarim o'tkazgichlarni kontakti yoki \$r\$ - \$n\$ utish.](#)
2. [P-n- utish mexanizmi.](#)
3. [P-n-utish soxada potentsial to'siq hosil bo'lishi. Berkituvchi katlam](#)
4. [P-n- utish xususiyatlari.](#)
5. [Yarim o'tkazgichli triod.](#)
6. [Yarim o'tkazgichli triodlarni kuchaytirgich koeffitsenti.](#)

1. Elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlarni jips tegizilgan chegarasiga Elektronli-teshikli utish yoki r - n utish deyiladi. Bu utish juda katta amaliy ahamiyatga ega, chunki juda kup yarim o'tkazgichli kurilmalar (diodlar, tranzistorlar) shu utishga asoslanib ishlaydilar.

p-n utish qanday hosil kilinadi?

p-n utish kristallar ustirilaytganda yoki kristallarga maxsus ishlov berish yo'li bilan hosil kilinadi. Ikkinchi uslub bilan p-n utish quyidagicha hosil kilinishi mumkin:

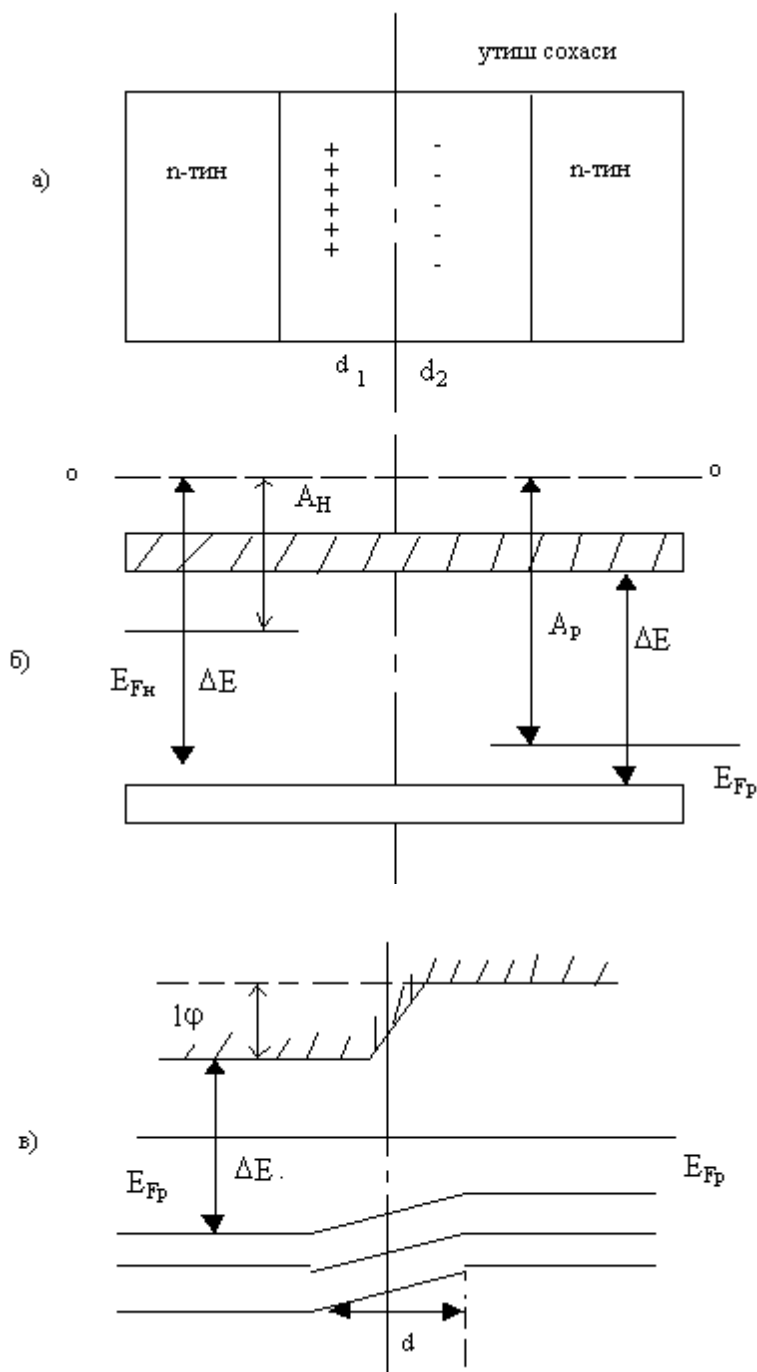
n -tipli germaniy kristali ustiga indiy "Tabletkasi" kuyiladi (a-rasm). Ular birgalikda vakumda 500oS haro-ratda qizdiriladi. Bunda indiy atomlari germaniyni chukurroq katlam-lariga singadi. Kotishma sungra syokin-asta sovutiladi. Natijada kristal-lashgan teshikli o'tkazuvchanlikli Kotishma bilan n -tip o'tkazuvchanlikka ega germaniy kristali chegarasida p - n utish hosil bo'ladi (b-rasm). p - n utish chegarasida sodir bo'luvchi fizik jarayenlar mexanizmi va chegara katlam xususiyatlari bilan tanishamiz.



1 – rasm.

2..3.Faraz kilaylik Elektronni chikish ishi A_n va Fermi satxi $Y_{E_{Fn}}$ bo'lgan donor (n - tip) yarim o'tkazgich chikish ishi A_n va Fermi satxi $Y_{E_{Fn}}$ bo'lgan akseptor (r -tip) yarim o'tkazgich bilan kontaktga keltirilgan bo'lsin (a-rasm). Elektronlar konsentratsiyasi yuqori bo'lgan n - tip yarim o'tkazgichdan konsentratsiyasi kam bo'lgan r - tip yarim o'tkazgichga diffuziyalanadi. p - tip yarim o'tkazgichdan n - tipiga teshiklar diffuziyalanadi. Buning oqibatida n - tip yarim o'tkazgichdan ketgan Elektronlar urnida, chegara yakinida harakatsiz ionlashgan donor atomlarining kompensatsiyalashmagan musbat xajmiy zaryadi hosil bo'ladi. r -tip yarim o'tkazgichdi teshiklar ketishi oqibatida chegara yakinida harakatsiz ionlashgan akseptor atomlarining kompesatsiyalashmagan manfiy xajmiy zaryadi hosil bo'ladi.(a-rasm)

Bu xajmiy zaryadlar chegarada ikkilanma Elektr katlam hosil qiladi. Bu Elektr maydon n - soxadan r - ga qarab Elektronlarni kuchishiga va r - dan n - ga teshiklarni kuchishiga tuskinlik qiladi. Agar n va r tipdagi yarim o'tkazgichlardagi Elektron va teshiklar konsentratsiyasi teng bo'lsa musbat va manfiy zaryadlar joylashgan d_1 va d_2 katlam qalinliklari xam teng bo'ladi. p - n utishning chegara katlamining muayyan kalinligida muvozanatli holat karor topadi. Bunda n va r - tip yarim o'tkazgichlar Fermi satxlari tenglashadi. (v-rasm). r - n utish chegarasida energetik zonalar egrilanadilar, natijada Elektron va teshiklar uchun potensial to'siq paydo bo'ladi. Bu to'siq balandligi ye ikkala yarim o'tkazgich Fermi satxlari dastlabki holatlari farqi bilan aniqlanadi.

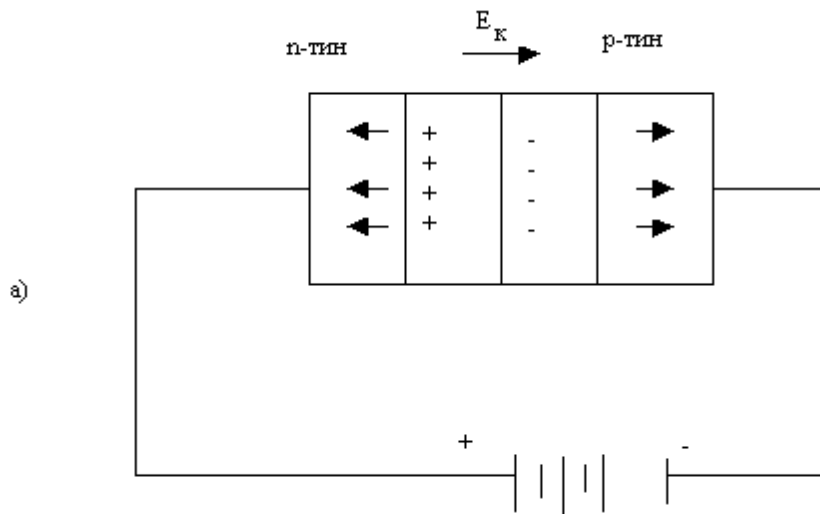


rasm.

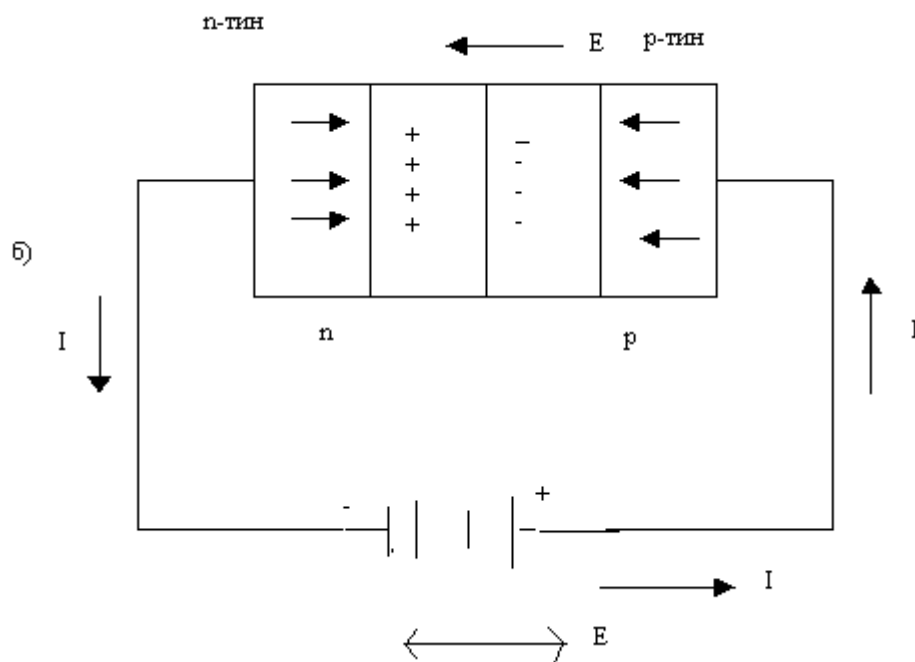
Ya'ni $A_r - A_n = \Delta E$ va rasmdan r - tip yarim o'tkazgichni barcha energetik satxlari n - tip yarim o'tkazgich energetik satxlaridan ΔE ga teng qiymatga kutarilgan. Kutarilish ikkilanma katlam kalinligi d - da sodir bo'ladi. Bu katlam kalinligi 10^{-5} - 10^{-7} m. bo'lib, kontakt potentsiallar farqi voltning undan bir ulushlariga teng bo'ladi. Demak, xona haroratidan bu katlam karshiligi katta bo'lib berkituvchi katlam hisoblanadi.

Tashqi Elektr maydon ta'sirida bu berkituvchi katlam uz karshiligini uzgartirishi mumkin. Aytaylik r - n utishga berilgan tashqi maydon n -tip yarim o'tkazgichdan r - tipga qarab yunalgan bo'lsin a-rasm. Bu holda ΔE ning yunalishi kontakt katlami Elektr maydoni E_k bilan mos bo'ladi. Bu maydon n -tip yarim o'tkazgichda Elektronlarni r - tip yarim o'tkazgichda teshiklarni chegara (katlam)dan karama-karshi tamonga harakatini yuzaga keltiradi.

4.Oqibatda berkituvchi katlam kengligi oshadi va uning karshiligi ortadi. Berkituvchi katlamni kengay-tiruvchi tashqi maydon kuchlanishiga berkituvchi kuchlanish deyiladi. Bu yunalishda r - n utish orqali amalda toq utmaydi. (a-rasm).



Agar r - n utishga berilgan tashqi Elektr maydon yunalishi Ye_k ning yunalishiga karama-karshi bo'lsa, (b-rasm), bu maydon n -tip yarim o'tkazgichda Elektronlarni va r -tip yarim o'tkazgichda teshiklarni chegara (katlam) ga tamon harakatini yuzaga keltirib teshik bilan Elektronni rekombinatsiyasi sodir bo'ladi. Oqi-batda kontakt katlam kalinligi yup-kalashadi (ingichkalashadi, ensizla-shadi), karshiligi kamayadi.



-rasm

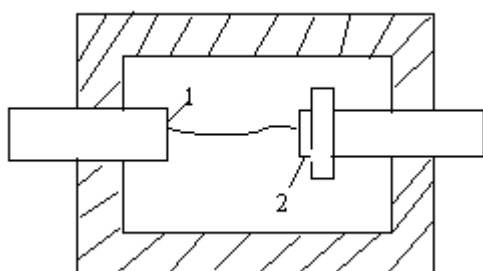
Bu holda r - n utish orqali toq r -tip yarim o'tkazgichdan n -tipga qarab utadi. Bu maydon yunalishiga (toq yunalishiga) ruxsat kilingan yunalish deyiladi.

5.Shunday qilib, r - n utish xam Elektr toqini bir tamonlama utkazish xususiyatiga ega ekan.

Yarim o'tkazgichli diodlar va triodlar.

r - n utish Elektr toqini bir tamonlama utkazish xususiyatiga ega ekanligidan uzgaruvchan toqlarni to'g'rilashda foydalaniladi. (Vakumli diodga uxshash). Shuning uchun 1 ta r - n utishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli kurilmaga yarim o'tkazgichli diod deyiladi. Misol tarikasida nuqtaviy germaniy diodini qarab chikamiz. (1-rasm)

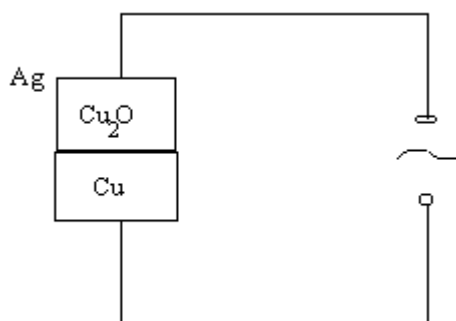
Yarim o'tkazgichli diodlar konstruksion tuzilishiga qarab nuqtaviy va yassi bo'ladilar. Bu diodda Volframdan yasalgan nozik o'tkazgich n -tipli germaniyni alyuminiy bilan koplagan uchiga takalgan. Agar diod orqali to'g'ri yunalishda qisqa muddatli toq impulsi yuborilsa Ge da Al ni konsentratsiyasi keskin oshadi. Natijada Al bilan boyigan r -o'tkazuvchanlikka ega Ge katlami hosil bo'ladi.



1-rasm.

Bu katlam chegarasida juda yuqori to'g'rilash koefitsentiga ega, r - n utish paydo bo'ladi. Kontakt katlam sigimining kichikligidan nuqtaviy diodlar yuqori chastotali tebranishlardan to santimetrli to'lqin uzunlikni diapazonigacha to'lqinlarni to'g'rilovchi sifatiga ishlatiladi.

2-rasmda yassi mis ikki oqsidli (Cu_2O) yarim o'tkazgichli diodning sxemasi tasvirlangan. Mis plastinkaga ximiyaviy ishlov berish yo'li bilan mis ikki oqsid Cu_2O ustirilgan bo'lib oxirgi kumush katlami bilan koplangan. Mis plastinkaga tegib turgan va mis bilan boyitilgan Cu_2O katlam Elektron o'tkazuvchanlikka, tayerlash jarayenida kislorod bilan boyitilgan misga yepishib turgan katlam esa, teshik o'tkazuvchanlikka ega.



2-rasm.

Shunday qilib, Cu_2O katlamida r - n utish paydo bo'ladi. Uning berkituvchi katlami toqni faqat Cu_2O dan Si yunalishida utkazadi xalos.

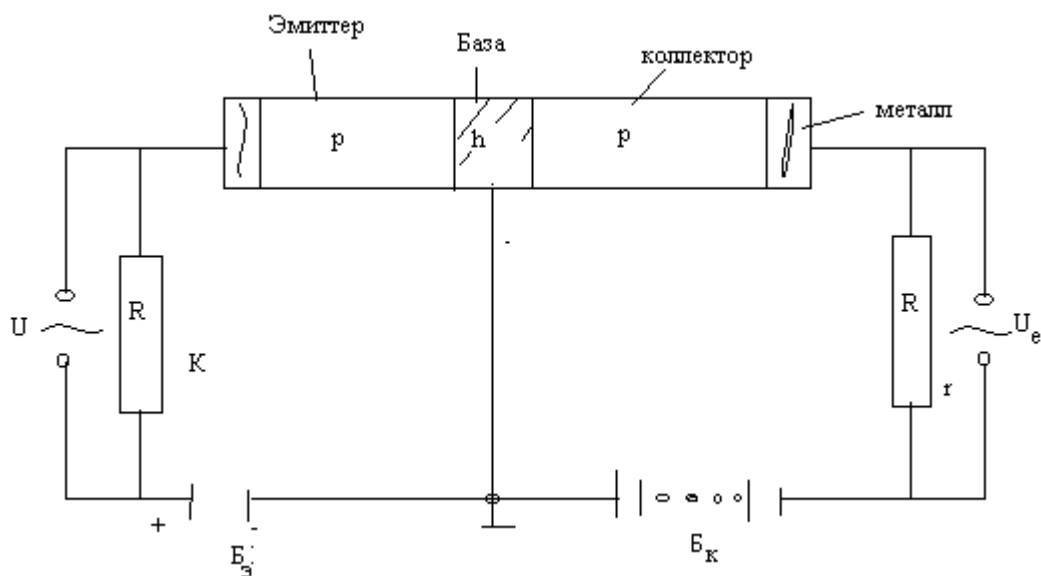
Yarim o'tkazgichli diodning turlari nixoyatda kup bo'lib, ular va kuumli dioddan kator ustunliklarga ega: gabarit ulchamlarining kichikligi, F.I.K.ning yuqoriligi, xizmat muddatining uzunligi, ishga doimiy tayerligi va shularga uxshashlar. Lyokin ular kamchilikdan xam holi emaslar. Masalan: haroratga juda segirligi, shuning uchun ularning ish haroratlari chegaralangan (-70°S dan 120°S) gacha bo'ladi.

r - n utishlardan uzgaruvchan toqni to'g'rilashdan tashkari Elektr tebranishlarini kuchaytirishda, sxemaga teskari boglanish kiritilsa, Elektr signallarni generatsiyalash (hosil qilishda)da keng foydalaniladi. Bu vazifalarni bajaruvchi yarim o'tkazgichli kurilmaga triod yoki tranzistor deyiladi. Triodlar uzida 2 ta r - n utishni mujassamlashtirgan bo'lib, ular xuddi vakuumli triodlar kabi ishlaydilar. Tranzistorni birinchi bo'lib amerikalik olimlar D.Bardin, U.Shoqli va U.Bratteynlar 1949 yilda buned kildilar. Bu kashfiyetlari uchun ular 1956 yil Nobel mukoffoti lauriyati bo'lganlar.

6.Tranzistorlar tayerlashda asosan germaniy va kremniy yarim o'tkazgichlaridan foydalaniladi. Bunga sabab ularni ximiyaviy barkarorligi, toq tashuvchi zarrachalarining harakatchanligining yuqoriligi va katta mexaniq mustaxkamlikka ega ekanligidir. Yarim o'tkazgichli triodlar xam konstruksion tuzulishiga qarab diodlar kabi nuqtaviy va yassi bo'ladilar. Nuqtaviy triodlar kuchlanishni sezilarli kuchaytirgani bilan qizish xavfli bo'lganidan kam kuvvatlidir. Masalan: germaniyli nuqtaviy triodning ishchi haroratining yuqorigi chegarasi 80°S dan oshmaydi.

Yuqori kuvvatga ega bo'lgan yassi triodlar utkazish soxalarining navbatlashishiga qarab r - n - r yoki n - r - n tipida yasaladi. Biz n -tipi yarim o'tkazgich asosida tayerlangan triodni, ya'ni r - n - r tipida tayerlangan yassi triodni ishlash prinsipi bilan tanishamiz. (3-rasm)

Yarim o'tkazgichli triodda Elektrodlar vazifasini emitter, baza va kollektorlar bajariladi. Baza tranzistorni o'rta qismi bo'lib n -o'tkazuvchanlikka ega. Uning chap va ung tamonlariga r -tip o'tkazuvchanlikka ega emmitter va kollektro yepishib turadi. Tranzistor Elektr sxemaga to'g'rilashda va kuchaytirishda ishtiroq kilmaydigan metall o'tkazgichlar yerdamida ulanadi. Emmitter va baza oraligiga to'g'ri yunalishda doimiy siljish kuchlanishi beriladi.



3 – rasm.

Kollektor va baza oraligiga esa, teskari yunalishdagi doimiy siljish kuchlanishi beriladi. Kuchaytirilmoqchi bo'lgan uzgaruvchan kuchlanish kirish karshiligiga kondensator orqali beriladi. Nixoyat kuchaytirilgan kuchlanish chikish karshiligidan olinadi.

Emitter zanjirida toqni skishini asosan asosiy toq tashuvchilar (emitter r -tip o'tkazuvchanlikka ega ekanidan) teshiklarni harakati taminlidi va teshiklarni baza soxasiga (shimilishi), "purkalishi" injeksiyalanishi sodir bo'ladi. Bazaga kirib olgan teshiklar kollektor yunalishida diffuziyalanadi (singib aralashadi). Agar, baza kalinligi uncha katta bo'lmasa bazaga shimilgan-injektsiyalangan teshiklarni sezilarli qismi kollektroga yetib boradi. Bu teshiklar utish chegarasida ta'sir kiluvchi maydon tamonidan ushlab olinadilar, ya'ni manfiy zaryadlangan kollektorga tortiladilar va oqibatda kolektor toqini uzgartiradilar. Demak, emitter zanjiridagi toqning har qanday uzgarishi kollektor zanjirida toqning uzgarishini yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi.

7.Yarim o'tkazgichli triodning kuchaytirish koeffitsenti r - n utishlarning xususiyatlariga, kollektor batariyasi kuchlanishiga va boshqalarga bogliq bo'ladi. Bunday triodlarni kuchaytirish koeffitsenti

$$K = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = 10.000$$

gacha yetishi mumkin.

Chikish karshiligida ajraladigan uzgaruvchan toq kuvvati, emitter zanjirida sarflanadigan kuvvatdan katta bo'lishi mumkin. Shuning uchun tranzistor kuvvatni xam kuchaytiradi. Bu kuvvatning kuchayishi kollektor zanjiriga ulangan toq manbai energiyasi hisobiga yuzaga keladi.

n - r - n tipidagi tranzistorning ishlash prinsipi r - n - r tip tranzistornikiga uxshaydi, ammo teshiklar vazifasini Elektronlar bajaradi.

Yarim o'tkazgichli triodni vakuumli triod bilan takkoslaylik. Bu ikkala triod yerdamida kuchlanishni va kuvvatni kuchaytirish mumkin. Vakuum triodda anod toqi qiymati tur kuchlanishi bilan boshqarilsa, tranzistorda lampani anod toqiga mos kollektor toqi, emitter kuchlanishi bilan boshqariladi. Shunday qilib, tranzistorda anod vazifasini-kollektor, katod va tur vazifasini emitter bajaradi desa bo'ladi.

Tranzistorlar vakuumli triodlarga nisbatan kator afalliklariga xam ega: 1 gabarit ulchamlarining kichikligi, F.I.K.ning yuqoriligi, xizmat muddatining uzun ekanligi, qizishi lozim bo'lgan noqalning yo'qligi, vakuum hosil qilishga muxtojmasligi, lampa urnatiladigan uyaning kerak

emasligi va x.k. va shunga uxshashlar.

Ammo, tranzistorlarning kamchiligi xam bor bo'lib, ulardan eng asosiy kamchiligi ularning haroratga uta sezgiriligidadir. Xozirgi kunda bu kamchiliklardan holi yarim o'tkazgichlar tayerlash ustida ish olib borilmoqda. Dunedagi boshqa rivojlangan Davlatlar katori Uzbyokistonda xam yarim o'tkazgichlar fizikasi eng yo'qsak rivojlangan hisoblanadi.

Tranzistor-aloqani Elektron vositalari soxasida tub uzgarishni amalga oshirdi va katta xajmli xotiraga ega, hisoblash tezligi yuqori bo'lgan zamonaviy Elektr hisoblash mashinalarini yuzaga kelishini ta'minladi.

Mavzu: Atom yadrosi tarkibi va asosiy xarakteristikasi.

Yadroviy kuchlar. Yadro massasi. Boglanish energiyasi.

Reja:

1. [Yadro tuzilishi.](#)
2. [Massa deffekti.](#)
3. [Boglanish energiyasi.](#)
4. [Solishtirma boglanish energiyasi.](#)
5. [Yadro kuchlarni tavsifi.](#)

1. Rezerford tajribalaridan keyin atom markazida (+) zaryadli yadro bo'lib uning ulchami 10^{-14} – 10^{-15} m ga teng ekanini aniqlandi. 1904 y Ivanenko yadroni (proton-neytron) modelini berdi. Unga ko'ra yadro tarkibida protonlar va neytronlar bo'lib nuklonlar deyiladi.

Proton va neytronni zaryadi va massasi quyidagicha:

R-proton (+) zaryadli, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg 1836 m_e

n-neytron (0) zaryad $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg 1839 m_e

Yadro tarkibida A - nuklonlar soni, Ze - zaryadi, e - proton zaryadi, Z - son elementlar jadvalidagi tartib nomeri.

Xozir jadvalda Z=1 dan Z=107 tagacha elementlar yadrosi ma'lum.

${}^Z_A X$ -yadro simvoli kurinishidir.

Yadroni zaryadi atomni xossalari yuzaga keltiradi. Masalan: Elektronni joylashishi, boglanishi va xakozo. Ximiyaviy xossalari (Z) ti bir xil A si har xil moddalar izotoplar deyiladi. 2000 dan ortik yadro protoni mavjud. Yadro radiusi quyidagicha ifodalanadi:

$$R = R_0 A^{1/3} \quad (1)$$

$$R_0 = (1,3 \div 1,7) \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

uni ulchami nuklonlar soniga bogliq – zichligi esa $\rho = 10^{17}$ kg/m³ ga teng.

3. Yadro boglanishga ega.

Mass spektrometrlar bilan ulchangan qiymatlar shuni kursatadiki yadro massasi mya uni tashqil qilgan nuklonlar massasi yigindisidan kichik ekan. Nuklonda yadroga birlashganda uni bir qismi energiyaga aylangan. Ya'ni yadroni nuklonlarga ajratib yuborish uchun energiya kerak ekan. Bu energiyaga boglanish energisi deyiladi va quyidagicha ifodalanadi.

$$E = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_{ya}]c^2 \quad (2)$$

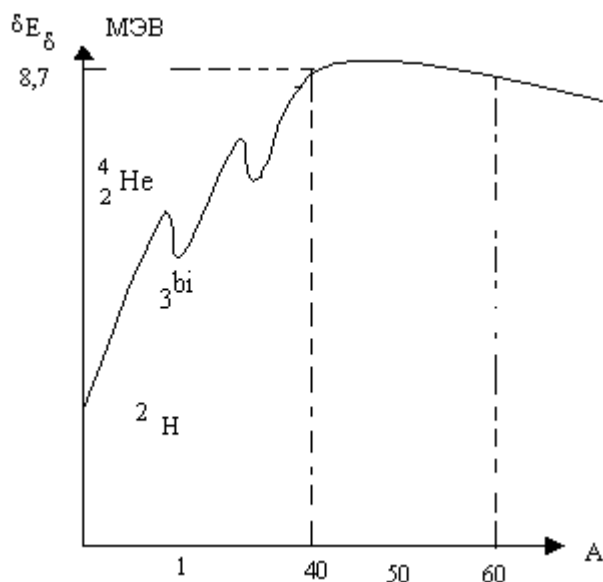
Bunda m_p , m_n , m_{ya} - proton, neytron, yadro massasi. 2. Kupincha m_{ya} urnida m-atom massa ishlatiladi. m_p urnida esa vodorod atom massasi (m_n) ishlatiladi. Unda $E = [Zm_n + (A-Z)m_n - m]c^2$ kurinishda yozish mumkin.

$\Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_{ya}]$ massa diffekti deyiladi.

4. Ye urnida kupincha solishtirma boglanish energiyasi ishlatiladi. ($\delta Ye \delta$) – yadroda har bir nuklonga to'g'ri kelgan energiyadir. A<12 yengil yadrolar uchun $\delta Ye = 6 \div 7$ mev ni tashqil qiladi.

Bu element yadrolari uchun har xil, sakrab uzgaradi (1-rasm). 50-60=A elementlarida esa eng yuqori qiymatga erishadi. A>60 element yadrolarida asta kamayib boradi.

Bunga sabab A oshgan sari yadroda protonlar soni oshadi natijada itarishish Kulon kuchi oshadi. Yadro kam mustaxkam holatiga uta boradi. Z-U magiya sonlariga to'g'ri kelgan 2, 820.88, 50, 82*126 yadrolar (protonlari shu sonlariga teng) stabil yadrolar deyiladi. ${}^2_1\text{He}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{40}_{20}\text{Ca}$, ${}^{82}_{48}\text{Ca}$, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ –rasm elementlar yadrolari beradi.



1-rasm.

Umuman ogir shu element yadrolari bo'linishga, yengil element yadrolari birlashishga esa moyildir. Ikkala holda xam katta energiya chiqadi.

5.Yadro kuchlari kuchli ta'sirga kiradi, gravitatsiya, Elektr, magnit kuchlardan katta bo'ladi. Yadro kuchlari to'g'risida xarakteristika:

1. Yadro kuchi, tortishish kuchi
2. Kam masofadan ta'sirlashadi $10^{-15} m$
1. Zaryadga bogliq emas, Neytron+proton, proton-proton bo'lishi mumkin.
4. Tuyinish darajasiga ega (Masalan: bog'langan energiya oshmaydi)
5. Nuklonlar spiniga bogliq
6. Markaziy kuch emas.

Tomchi modeli. 1936 yili Bor I.Frenkel yadroni tomchi modelini taklif kilgan. Suyo'qlik tomchisiga uxshatiladi. Suyo'qlik molekulalari o'rtasidagi ta'sir kuchlar, yadro nuklonlari ta'siriga uxshatildi. Tomchida massa, molekulalar oshgan sari uni zichligi uzgarmaydi. Yadroda xam nuklonlar soni oshgan sari boglanish energiyasi uzgarmay koladi. Bu model boglanish energiyani tushintiradi. Bo'linish yadro reaksiyani tushintiradi. Lyokin magiya yadrolarning stabilligini tushintira olmadi. 1949-50 yillar AKSh olimlari Geppert-Mayer, Nemis olimi Iensen yadroni qobiqli modelini taklif qiladi.

Ya'ni yadroda nuklonlar diskret energiyasi qobiqlarda turadi. Unda Pauli prinsipini asosida nuklon qobiqlari tulgan yadrolar stabil bo'ladi deb magiya yadrolarini tushuntirdilar. Yadro spini magnit momenti va xakozo xarakteristikallari kiritildi. Keyinchalik atom yadrolarining umumlashgan modeli ishlatiladi.

Mavzu: Radioaktivlik. Yadroviy nurlanishlar va ularni

qayd qilish usullari.

Reja:

1. [Radiativlikni ochilishi.](#)
2. [a ,b ,g -nurlanishlarni xossalari.](#)
3. [Radiativ yemirilish qonuni.](#)
4. [Siljish koidasi.](#)
5. [Radiativlikni qayd qilish metodlari.](#)

1. Fransuz fizigi A. Bekkerel 1896 yil lyumenessensiya hodisasini uron tuzlarida kuzatish uchun tajriba kilayetganda no'malum nurlarni kuzatgan.

Bu nurlar metaldan utadi, xavoni ionlashtiradi, fotoplastinkaga ta'sir qiladi. Keyinchalik bu nurlarga qizikkan Mariya, Per Kyuriylar boshqa ogir elementlar xam, uron kabi Bekkerel topgan nurlar chiqarishini aniqladilar.

Masalan: Toriy, aktiniy, Poloniy va radiy elementlari urganildi. Shundan keyin bu nurlanishlarga **radiativlik**, **radioaktiv** nurlar nomi berildi. Bu nurlarga tashqi ta'sirlar, bosim, ximiyaviy birikishlar, temperatura ta'sir etmas ekan ya'ni radioaktivlik atomni Elektron kobigi bilan bogliq emas balki atom yadrosi bilan bogliq-degan xulosa kilinadi.

Xozirgi davrda atom yadrolar uz-uzidan (spantom) ravishda uzidan radioaktiv nurlar chikarib boshqa yadrolarga aylanar ekan. Bunga tabiiy radioaktivlik deyiladi. Ba'zi bir izotoplarda sun'iy radioaktivlik hosil kilinadi. Ularni o'rtasida katta farq yo'q. Radioaktiv nurlar 3 ta turga bo'linadi.

α ; β ; γ - nurlar. Ularni xossalari tubandagicha.

□ □

α -nurlanish: Elektr va magnit maydonida ogadi. Yuqori ionlashtiruvchi, kam singivchanlik xususiyatiga ega. Masalan: 0,05 mm alminiy qalinlikda butunlay yutiladi. α -nur - geliy yadrosini oqimi deb karaladi. Zaryadi +2e ga teng massasi 2^4He -geliy yadrosi massasiga teng.

β -nurlanish: Elektr, magnit maydonida ogadi uning ionlashtiruvchi xususiyati β -nurnikidan kamroq, singuvchanlik xususiyati esa katta. 2 mm alyuminiy qalinlikka kirib boradi. β -nurlanish tez Elektronlar dastasi deb karalidi. Elektronlarni oqimi singuvchanligi. $N=N_0e^{-\alpha x}$ qonunga buy sunadi. Bunda katlamga N_0 - kiruvchi N - chiquvchi Elektronlar soni M -yutilish koeffitsenti x – qalinlik.

γ -nurlanish: Elektr va magnit maydonida ogmaydi. Ionizatsiya qobiliyati kam. Sinuvchan, utuvchan qobiliyati kuchli. γ - nurlar juda qisqa $\gamma < 10^{-10}\text{m}$ to'lqin uzunlikka ega. Elektr magnit to'lqin ekanligi, yoki kvant fotonlari ekanligi isbot kilingan.

3. Radioaktiv yemirilish qonuni: Radioaktiv yemirilish deganda yadro radioaktiv nurlanib boshqa yadroga aylanadi. Radioaktiv nur chikargan yadro “ona yadro”, yangi esa “qiz yadro” deb ataladi. Radioaktivlik statistika qonunlariga buysunadi. dN -yemirilayotgan yadro soni bo'lib dt vaktida N -boshlangich yadrolar soniga va dt ga to'g'ri proporsional

$$dN = -\lambda N dt \quad (1)$$

α - yemirilayotgan modda uchun radioaktivlik doimiysi deyiladi. (-) yadro soni kamayishini bildiradi.

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \qquad \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \qquad \text{ёки} \qquad N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (2)$$

hosil bo'ladi. N_0 boshlangich $t=0$ dagi yadrolar soni. $N(t=t)$ dagi yemirilmagan yadrolar soni (2) formula radioaktivlik qonuni ifodasidir. Radioaktiv yemirilish intensivligi 2 ta kattalik bilan harakterlanadi. T_{y2} -yarim yemirilish davr t - o'rtacha yashash vakt. Bo'lardan (2) ni quyidagiga yezish mumkin.

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{y2}} \qquad \text{бундан} \qquad T_{y2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda} \quad (3)$$

kelib chiqadi. T -sekundni milliondan bir bo'lagidan, tortib million yilgacha bo'lishi mumkin. Xisoblar shuni kursatadiki $\tau = 1/T$ - yadroni o'rtacha yashash vahti radioaktiv yemirilish doimiysiga teskari kattalik ekan.

A – aktivligi:

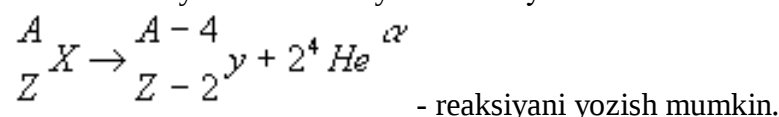
$$A = |dN/dt| = \Delta N \quad (4)$$

bilan aniqlanadi.

A – 1 sekunda yemirilgan yadrolar soniga teng. SI da birligi Bekkerel (Bk) $1 Bk = 1 \text{ akt}/1 \text{ sek}$ 1 sekunda 1 aktivlik.

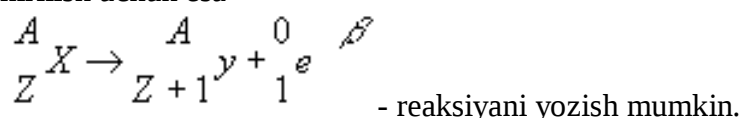
4. Radioaktivlik natijasida siljish koidasi bajariladi.

Masalan: α - yemirilishda X yadrodan u yadro hosil bo'ladi.



Bunda Z -tartib nomer 2 taga kamayadi.

β - yemirilish uchun esa



Bunda Z -tartib nomer 1 taga oshadi.

X - ona yadro Y - qiz yadro ${}^4_2\text{He}$ - geliy yadrosi ${}^0_{-1}e$ - Elektron

α - yemirilishda yadro elementlar davriy sistemasini chap tamoniga, oldiga siljiydi.

β - yemirilishda ung tamonga, element davriy sistemani oxiriga siljiydi.

Xozirgi davrda 200 dan ortik yadro α - yemirilishga, ayniqsa ($A > 200$ $Z > 82$) ogir elementlar yadrolari β - yemirilishga ega.

${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$ reaksiyani α - yemirilishga eng tipik misol qilib olsa bo'ladi, bu texnikada ishlatiladigan uran bo'linish reaksiyasidir.

Bu yemirilishda β - zarralar tezligi $(1.4 \div 2) \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

Energiyasi $E_\alpha = (4,8 \div 8) \text{ MEV}$ ni tashqil qiladi. α - zarralar ingichka spektor hosil qiladi. Xar bir ingichka spektrga α - zarralar gruppasi to'g'ri keladi. Bu esa yadroda xam energetik satxlar bor degan xulosaga olib keladi. (Atomda eletronlar uchun energetik satxlarga uxshash).

γ - yemirilishni tushuntirish ustida kup kiyinchiliklar bo'ldi. Chunki yadroda Elektron yo'q edi. Bu soxada shu davrni nazariyetchilari N.Bor, Pauli, E.Fermi shunday xulosaga keldilar. Yadroda neytron, proton va Elektronga ajraladi va antineytrino chiqadi ya'ni yadroda Elektron "tutiladi"

${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + {}^0_0\nu_e$ reaksiya to'g'ri bo'ladi. 1_0n - neytron, 1_1p - proton, ${}^0_{-1}e$ - Elektron, ${}^0_0\nu_e$ - antineytrino. Bu nazariya 1950 yillar tajribada tasdiklandi ya'ni erkin neytrondan yuqoridagi zarralar paydo bo'ladi va γ - nurlanish ruy beradi.

γ - yemirilish uzi mustakil emas.

α ; β - yemirilish vaktida γ - fotonlar paydo bo'ladi.

5. Radioaktiv zarralarni quyidagi metodlar bilan qayd kilinadi.

1. Ssintillyatsiya schetchigi fluaressyalanuvchi ekranga tez zarralar tushganda chaknash hosil qiladi. (kristallofosfor)dan foydalanish mumkin. Xamma turdagi zarralarni 10^{-10}S ajratish qobiliyati bilan sanash mumkin.

2. Impulsli ionizatsiya kamerasi. Tez zarralar kameradagi gazni ionzatsiya qiladi. Unda kondensator ionlar zaryadini yigadi. Shu prinsipda ishlaydi.

3. Gaz razryadli schetchik. Geyter-Myuller schetchigi.

4. Vilson kamerasi.

5. Pufakli kamera
6. Diffuziya kamerasi.
7. Yarim o'tkazgichli schetchik.

Mundarija

1. Yorug'lik interferensiyasi. Yorug'likning korpuskulyar gipotezalari. Yorug'lik to'lqinlarining kogrentligi. Yupka plastinkalarda interferensiya. Nyuton halqalari. Interferometrlar.
2. Yorug'lik Difraksiyasi Gyugens-Frenel prinsipi. Frenel zonalari. Doiraviy tirqish va to'siqdagi Difraksiya.
3. Fraungofer Difraksiyasi. Difraksion panjara. Optik apparatlarni ajrata olish qobiliyati. Fazoviy difraksion panjaralar. Vulf-Breg tenglamasi. Rentgenostrukturaviy analiz haqida tushuncha.
4. **Yorug'lik dispersiyasi. Dispersiyaning Elektron nazariyasi. Buger qonuni. Dopler effekti.**
5. Vavilov-Cherenkov nurlanishi haqida. Yorug'likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan Yorug'lik. Yorug'likning qaytishi va sinishida qutblanishi. Bryustdo qonuni.
6. Issiqlik nurlanish. Absolyut qora jism va uning nurlanishi. Stefan-Bolsman qonuni. Vinni siljish qonuni.
7. Kvant gipotezasi va Plank formulasi. Fotoeffekt va uning qonunlari. Fotoeffekt qizil chegarasi.
8. Fotoeffekt nazariyasi. Enshteyn ten Foton glamasi. va uning harkteristikasi, tajribalarda tasdiklanishi.
9. Kompton effekt. Yorug'likni korpuskulyar- to'lqin dualizmi. De-Broyl formulasi.

10. [: Atom tuzilishi haqida klassik tasavvurlarini rivojlanishi. Rezford tajribasi. Geyzenberg noaniqlik munosabatlari.](#)
11. [Shredinger tenglamasi to'liq funksiya va uning statistik ma'nosi. Vodorod atomi kvant sonlari.](#)
12. [Rentgen spektrlari. Molekulalar va ularning energetik satxlari. Majburiy nurlanish. Lazerlar.](#)
13. [Uta o'tkazuvchanlik hodisasi. Kristallarda energetik zonalar. Yarim o'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi va aralashmali o'tkazuvchanligi.](#)
14. [Elektronli va teshikli yarimo'tkazgichlar kontakti \(R-n utish\).](#)
15. **Atom yadrosi tarkibi va asosiy xarakteristikasi. Yadroviy kuchlar. Yadro massasi. Boglanish energiyasi.**
16. [Radioaktivlik. Yadroviy nurlanishlar va ularni qayd qilish usullari](#)
17. [Sinov savollari](#)
18. [Adabiyotlar](#)
19. [Tayanch suzlar](#)

Nazorat savollari

1. Optika bo'limi haqida nimlar bilasiz?
2. Yorug'lik interfrensiyasi, Yung-Frenel metodlari.
3. Yupka plastinkalarda interfrensiya.
4. Interfrensiyani tabiat va texnikada ishlatilishi.
5. Nyuton halqalari.
6. Interferometrlar.
7. Yorug'lik Difraksiyalari.
8. Gyuygens-Frenel prinsipi.
9. Doiraviy tirqish va to'siqda Difraksiya.
10. Frangofer Difraksiyasi.
11. Difraksion panjara.
12. Optik asboblarni ajrata olish qobiliyati.
13. Fazoviy panjaralarda Difraksiya, Vulf-Vreg formulasi.
14. Yorug'lik to'liqlarining kogrentlik sharti.
15. Yorug'likning korpuskulyar va to'liq gipotezalari.
16. Rentgenospektroskopiya.
17. Yorug'lik dispersiyasi.
18. Normal dispersiya grafigi.
19. Dispersiyani Elektron nazariyasi asosida tushuntirish.
20. Dopler effekti.
21. Vovilov-Cherenkov effekti.
22. Molyus qonuni.
23. Yorug'likni ikki muhit chegarasida sinishi va qaytishida qutblanish.
24. Turmalin bilan utkazilgan tajribani tushuntirish.
25. Bryuster burchagi.

26. Yorug'likni ikkiga ajralib sinishi va unda qutblanish.
27. Qutblagichlar (polyaroidlar)
28. Moddalardan qutblangan nur utganda qutblanish tekisligini burilishi.
29. Issiqlik nurlanishida muvozanat holat.
30. Nurlanishni spektral zichligi nima.
31. Spektral yutilish qobiliyati.
32. Absolyut qora jism.
33. Kirxgof qonuni.
34. Stefan – Volsman qonuni.
35. Vinni siljish qonuni.
36. Plank gipotezasi.
37. Ultra – binafshaviy holat.
38. Reley-Jins formulasi.
39. Plank formulasi.
40. Fotoeffekt nima?
41. Fotoeffekt qonunlari.
42. Fotoeffekt qonunlari bilan yorug'lik kvanti orasidagi boglanish.
43. Plank formulasidan Vinni siljish qonuni kelib chikishi.
44. Kompton effekti mazmuni.
45. Kompton to'liq uzunligi.
46. Kompton effekt yorug'likni kaysi xossasini nomayon qiladi.
47. De-Broil gipotezasi.
48. De-Vroil gipotezasini tasdigi.
49. Vulf-Vreg formulasi.
50. Atom tuzilishi haqida Tomson modeli.
51. Rezerford tajribasini tushuntiring, natijalar.
52. Atomni planetar modeli.
53. Vodorod atomidan olingan spektral seryalar (Balmer, Poshen, Brekt)
54. Nils Bor posto'latlari.
55. Vodorod atomi uchun Bor taklif etgan model (orbitalar).
56. Geyzenberg noyeniklik munosabatlari.
57. To'liq funksiyasining ($\square$) statistik mohiyati.
58. Shredinger umumiy tenglamasi.
59. Erkin zarra uchun Shredinger tenglamasi.
60. Bor potensial maydondagi zarracha uchun Shredinger tenglamasi.
61. Cheksiz chuqur potensial yashikdagi zarra uchun Shredinger tenglamasini yechimi.
62. Shredinger tenglamasi yechimidan Ye energiyani diskretlik grafigi.
63. Kvant sonlari.
64. Rentgen spektrolari hosil bo'lishi.
65. Mozle qonuni (Rentgen spektri)
66. Molekulalar ularning energetik satxlari kombinatsion sochilishi.
67. Sponton nurlanish.
68. Majburiy (indutsirlangan) nurlanish.
69. Lazerlarni paydo bo'lishi.
70. Lazer nurlarining tavsiflari.
71. Lazer nurlarining ishlatilishi.
72. Uta o'tkazuvchanlik hodisasi.
73. Kristallarda energetik zonalar hosil bo'lishi.
74. Yarim o'tkazgichlar.
75. Yarim o'tkazgichlarni xususiy o'tkazuvchanligi.
76. Yarim o'tkazgichlarning aralashmali o'tkazuvchanligi.
77. Yarim o'tkazgich moddalar haqida.

78. Yarim o'tkazgichlarni fan va texnikada ishlatilishi.
79. Yarim o'tkazgichli diod.
80. Yarim o'tkazgichli diod tugirlagichni ishlashi.
81. Yarim o'tkazgichli triod.
82. Yarim o'tkazgichli triod kuchaytirgich.

Adabiyotlar.

1. "Optika" – G.S. Landsberg – Toshkent. 1981 yil.
2. "Kurs fizika" - Trafimova. Moskva.
3. "Fizika kursi" O. Axmadjonov. Toshkent. "Ukituvchi".
4. Е.М.Гершензон и др. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. М., "Просвещение", 1997.
5. М.Исмоилов, П.Хабибуллаев, М.Халиулин. Физика курси. Тошкент, Ўзбекистон, 2000й.
6. Р.В.Поль. «Оптика и атомная физика» М: "Наука" 1996.
7. А.Н. Матвеев. «Оптика» М: "Высшая школа" 1995.
8. Е.И. Бутиков. «Оптика» М: "Высшая школа" 1996.
9. А.М.Саржевский. «Оптика» I,II том. Минск. 1994.
10. Н.М.Годжаев. «Оптика» М: "Высшая школа" 1997.
11. Б. М. Яворский, А.А.Детлаф. «Курс физики» I-III том. М: "Высшая школа" 1994.
12. М.Ўлмасова ва бошқалар. "Физика" (Электр, оптика, атом ва ядро физикаси) Т: "Ўқитувчи" 1995.
13. «Физический практикум. Электричество, оптика». под. ред. И.В.Ивереновой. М: "Наука" 1998.