

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA

MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

**QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT
INSTITUTI**

FIZIKA KAFEDRASI

Tuzuvchi: TO'XLIYEV M.M.

**FIZIKADAN
MA'RUZALAR MATNI**

Mexanika, molekulyar fizika, elektromagnetizm va atom fizikasi

QARSHI-2018

SO'Z BOSHI

“Kadrlar tayyorlash milliy dasturi”ni bekamu-ko’st ro’yobga chiqarishning birinchi bosqichida amalga oshirish zarur bo’lgan vazifalardan birisifatida yangi o’quv, uslubiy qo’llanmalarni yaratish belgilangan.

Fizika fanini mukammal egallashda talabalar o’quv materiallarini asosiy qismini ma’ruza tinglash va masalalar yechish orqali o’zlashtiradilar. **Ma’ruza matni** Qarshi muhandislik – iqtisodiyot institutida “Fizika” fanidan ta’lim olayotgan talabalarni bilimlarini oshirishga imkon beradi.

Mualliflar.

Ushbu amaliy ishlarni bajarishga doir uslubiy ko’rsatmasi “Fizika” kafedrasida (bayon № ____ « ____ » _____ yil), «Energetika» fakulteti uslubiy komissiyasi tomonidan (bayon № ____ « ____ » _____ yil) va institut Uslubiy kengashi (bayon № ____ « ____ » _____ yil) da ko’rib chiqilgan. Qarshi muhandislik – iqtisodiyot institutida “Fizika” fanidan ta’lim olayotgan bakalavr ta’lim yo‘nalishlari uchun o’quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

dots. Tursunov Q.SH.

dots. Uzoqova G.S.

KIRISH

Fizika – tabiat to'g'risidagi fanlaridan biri bo'lib, u tabiat hodisalarini ya'ni materiyaning xossalarini, shu o'zgarishlarni ifodalay oladigan qonun va qoidalarni o'rganadi. Bizlarni o'rab turgan borliq Yer, osmon, yulduzlar va ongimizga ta'sir etib sezgi uyg'otadigan barcha narsalar materiya bo'lib xisoblanadi. Tabiatdagi jismlar va bu jismlar tarkibidagi moddalar moddiy borliq bo'lib, sezgilarimizga har xil ta'sirlar ko'rsatib o'zini borligini namoyon etadi. Materiya har doim o'zgarib turib o'z xususiyatlarini namoyon etib turadi, moddiy dunyoda yuz berayotgan materiyaning xilma-xil o'zgarishlari tabiat hodisalari deb ataladi.

Fizika fanining boshqa fanlardan farqi shuki, u tabiat qonunlarini jismlar harakatini o'rganish usuli bilan tavsiflab beradi. Fizika tabiat hodisalarini o'rganishda, moddiy olamni idrok etishda asosan matematika, ximiya, biologiya, astronomiya fanlarining qonunlaridan foydalanadi.

Tabiat qonunlarining ko'p qismi, moddiy olamni idrok qilish mumkin bo'lmagan tabiat hodisalarining qator qismi hali ochilmagan. Moddiy olamni bilishga boshqa fanlar bilan bog'langan ravishda intilish fizika fanining asosiy xususiyatidir.

Fizika fanini o'rganish insoniyat madaniyatining muhim bir qismi bo'lib hisoblanadi. Fizika qonunlarini bilish kelajakni oldindan bilishgina emas, balki o'tmishda bo'lib o'tgan tabiat hodisalarining sabablarini ochib berishga ham imkon beradi. Fizika fani ma'lumotlariga asoslanib tabiatda sodir bo'ladigan har bir jarayonning sabablari tahlil etiladi. Hozirgi zamon texnikasining yaratilishi, zamonaviy texnologik mashinalarning ishlash karakteristikalarini fizika faning qonunlariga asoslanib oldindan loyihalashtirilgan.

Moddiy olamni idrok etish, Dunyo manzarasini tasavvur eta bilish, tabiat hodisalaridan foydalana bilish uchun fizika qonunlarini chuqur bilmoq kerak.

Moddiy olam bo'linmas bir butun bo'lib, undagi hamma narsa bir-biriga bog'liq. Fizika kursini o'rganishda uni alohida qismlarga ajratib har bir qismga tegishli hodisa va qonunlarni sinflarga ajratib o'zlashtirish qulay bo'ladi. Bunday hodisalardan biri bu mexanik harakatdir. Fizikaning mexanika bo'limida mexanik harakatlarning umumiy tavsiflari va ularning sodir bo'lish sabablari o'rganiladi va harakatdagi jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlash masalasi o'rganiladi.

Fizika hozirgi zamon jamiyati hayotida juda muhim o'rinni egallaydi. Sanoatda, transportda, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, maishiy xizmatda, madaniyatda u inson hayotining iqtisodiy va ijtimoiy sharoitini tubdan o'zgarishiga ko'maklashmoqda va yangi sanoat ishlab chiqarishining, kelajak texnikasining asosi hisoblanadi.

Mavzu. Kirish. Fizika–fan sifatida uning predmeti va tadqiqot metodlari.

Reja

- 1.Fizika fani va uning tadqiqot uslublari.
- 2.Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi.
- 3.Fizikaning boshqa tabiiy fanlar bog‘lanishi.
- 4.Fizika fani yutuqlaridan qishloq xo‘jaligida foydalanish.
- 5.Fizik kattaliklar va o‘lchov birliklari haqida ma’lumotlar.

Fizika materiya harakatining eng oddiy va umumiy mexanik, issiqlik, elektromagnit va hokozalarni hamda ularning o‘zaro bir-biriga aylanishlarini o‘rganadi. Fizika yunoncha so‘z bo‘lib, “**physis**”- tabiat degan ma’noni anglatadi. Fizika fanini birinchi bo‘lib, qadimgi yunon mutafakkiri Aristotel (eramizdan avalgi 384-322 yil) o‘zining kitoblarida bayon etgan. Usha davrda fizikaning tarkibiga hozirgi ximiya, astronomiya, biologiya, geologiya deb nom olgan bir qator tabiiy fanlar kirgan. Keyinchalik, ular mustaqil fanlar bo‘lib ajralib chiqqan, masalan fiziklar tomonidan mikroskopning ixtiro qilinishi ximiya, biologiya, zoologiya, meditsina fanlarining rivojlanishiga sabab bo‘ldi. Teliskopning ixtiro qilinishi astronomiya fanini rivojlanishiga olib keldi. Faradiyning elektromagnit induksiya hodisasini kashf qilinishi natijasida elektrotexnika fani A.S.Papovning radioning ixtiro etilishi esa radiotexnika faninig vujudga kelishiga sabab bo‘ldi. lekin ular o‘rtasida keskin chegara yuq, ular doimo bir-birlarini to‘ldirib hamisha aloqada bo‘ladilar. Shuning uchun, fizika barcha tabiiy va amaliy fanlarning poydevoridir deyish mumkin.

Bizning atrofimizni o‘rab olgan moddiy dunyo doimo uzluksiz xarakatda bo‘lgan materiyadan iboratdir. Materiya ikki ko‘rinishda namoyon bo‘ladi:

- 1) Modda ko‘rinishda, masalan, qattiq, suyuq, gazsimon va plazma holatidagi jismlar;
- 2) Maydon ko‘rinishida, masalan, gravitasion maydon, elektromagnit maydon, yadroviy kuchlar maydoni va boshqalar.

Fizika tabiat hodisalarining eng sodda va shu bilan birga eng umumiy qonunlarini, materiyaning xossalari, tuzilishi va uning harakat qonunlarini o‘rganadigan fandır.

Tabiat qonunlarini chuqur o‘rganish bizni o‘rab turgan dunyo materiyaligini, ya’ni bizning ongimizdan tashqarida ham mavjudligini ko‘rsatadi. Bizni o‘rab turgan barcha mavjudot va bizning o‘zimiz ham, jumladan, fizikada ko‘pfoydalaniladigan modda va maydon ham materiyaning ajralmas qismlaridir. Materiya doimo harakatda bo‘ladi, ya’ni vaqt o‘tishi bilan ularning o‘zaro joylashuvi, shakli, o‘lchamlari, agregat holati, fizik va kimyoviy xossalari o‘zgarib turadi. Harakat materiyaning ajralmas xossasi va mavjudlik shartidir. Materiya makon (fazo) va zamonda (vaqtda) mavjuddir. Tabiatdagi barcha jarayonlar ma’lum ketma-ketlikda va ma’lum vaqtda davom etadi. Vaqt tabiat hodi salarining ketma-ketligi ni va chekli davom etishini ko‘rsatsa, fazo jismlarning bir-biriga nisbatan joylashuvini ko‘rsatib, ular orasidagi masofani aniqlaydi. O‘z vaqtida fazo va vaqtning xususiyatlari tabiatdagi jarayonlarni ma’lum qoliõda saqlab turuvchi saqlanish qonunlariga

tayanch bo'lib xizmat qiladi. Bularning hammasi fizikaning falsafa bilan naqadar chuqur bog'lanib ketganligining nishonasidir.

Fizika tajribaviy fan bo'lib, uning qonunlari tajriba natijalariga asoslanadi. Tajriba ma'lum qonunlarni tekshirish va yangi natijalarni aniqlash uchun o'tkaziladi. Nazariya esa topilgan natijalarga tayanib tabiat qonunlarini shakllantiradi, ma'lum hodisalarni tushuntiradi va ba'zan yangi hodisalarni bashorat qiladi. O'rganilayotgan obyektlarning turiga qarab fizika yadro fizikasi, elementar zarralar fizikasi, atom va molekular fizikasi, qattiq jismlar fizikasi, plazma fizikasi va hokazolarga bo'linadi.

Fizika o'rganilayotgan jarayonlar va materiya harakatining shakliga qarab: moddiy nuqta va qattiq jism mexanikasi, yaxlit muhit mexanikasi, termodinamika va statistik mexanika, elektrodinamika, tortishish nazariyasi, kvant mexanikasi, kvant maydon nazariyasi kabi bo'limlarga bo'linadi. Texnika fanga asoslangan va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga yordam beruvchi, inson tomonidan yaratilgan barcha qurilmalar va vositalar to'plamidir.

Fizika texnika bilan ham chambarchas bog'langan. Fizika va texnikaning bog'lanishi quyida ikki tomonlama namoyon bo'ladi:

Fizika — odamlarning turmush ehtiyoji sifatida vujudga keladi.

Qadimda mexikaning rivojlanishiga qurilish va harbiy ehtiyojlar turtki bo'lgan. Shuningdek, rus injeneri 1. Polzunov (1728—1766) tomonidan uzluksiz ishlovchi bug' mashinasining loyiha qilinishi, ingliz ixtirochisi J. Uatt tomonidan (1736—1819) universal bug' dvigatelinin yasaliishi bug' mashinalari foydali ish ko'effitsiyentini oshirish yo'llarini izlashni taqozo etgan. Natijada termodinamika jadal sur'atda rivojlangan. Fizikaning rivojlanishi ishlab chiqarishning texnikaviy darajasiga ta'sir ko'rsatadi. Fizikada kashfiyotlar amalga oshirilgandan so'ng, ularni ishlab chiqarishga tatbiq etish bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar maydonga chiqadilar va fizika bilan chambarchas bog'langan yangi fanlar paydo bo'ladi.

XIX asrning oxiri va XX asrning boshida elektromagnit hodisalarga bog'liq ko'plab jarayonlar kashf etildi.

Fizika rivojining keyingi bosqichi J. Maksvell (1831—1879) tomonidan (1860—1865- yillarda) elektromagnit maydon nazariyasining yaratilishi bo'ldi. 1888- yilda G. Gers (1857—1894) elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini tajribada isbotladi. Keyingi muhim voqealar 1895- yilda V. Rentgen (1846—1923) tomonidan o'z nomi bilan ataluvchi nurlarning, 1896-yilda A. Bekkerel (1822 — 1908) tomonidan tabiiy radioaktivlikning kashf qilinishidir. 1905- yilda A. Eynshteyn (1879—1955) maxsus nisbiylik nazariyasini e'lon qildi. Shu yili u fotoeffekt uchun o'z formulasini yozdi. 1911-yilda E. Rezerford (1871—1937) va 1913- yilda N. Bor (1885—1962) atomning planetar modelini yaratdilar. Yuqoridagi kashfiyotlar kvant fizikasiga asos bo'ldi. Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi yaratildi. Shuni qayd etish kerakki, olamning hozirgi fizikaviy manzarasi ma'lum bo'lishiga qadar juda ko'plab dadil g'oyalar olg'a surildi va kashfiyotlar qilindi. Fizika sohasidagi bilimlarini chuqurlashtirishni xohlovchilar,

albatta, ular bilan tanishadilar. Endi esa tabiatni o'rganish ilmiga buyuk bobolarimiz, Sharq allomalarining qo'shgan hissalariga to'xtalib o'taylik. Sharq allomalarining tabiatni o'rganish ilmiga qo'shgan hissalarini O'zbekiston — ilm-fan va madaniyat qadimdan taraqqiy topgan mamlakatlardan biri. Unda, ayniqsa, astronomiya, matematika, tibbiyot, kimyo, to'qimachilik, me'morchilik, madaniylik, kulolchilik, falsafa, musiqa, tilshunoslik, adabiyotshunoslik yaxshi rivojlangan.

Fizik kattalik deb, miqdor jihatdan har bir fizik obyekt uchun xususiy, lekin sifat jihatdan ko'plab obyektlar uchun umumiy bo'lgan va ularning biror xossasini ifodalovchi kattalikka aytiladi. Fizik kattalikni ham miqdor, ham sifat jihatdan to'la ifodalaydigan kattalikka uning haqiqiy qiymati deyiladi. Fizik kattaliklarning qiymatlari doimo takomillashtirilib boriladigan tajribalar yordamida aniqlanadi va ularni solishtirish kelishilgan birliklarni (birlik sistemasini) kiritilishini taqozo etadi. Fizik kattaliklar sistemasi asosiy va hosilaviy kattaliklardan iboratdir. Asosiy fizik kattaliklar yettita bo'lib, ularning uchta moddiy dunyoning asosiy xossalarini ifodalovchi: uzunlik, massa, vaqtdir. Qolgan to'rttasi: tok kuchi, termodinamik harorat, modda miqdori va yorug'lik kuchi fizikaning biror bo'limidan olingan. Fizik kattalikning son qiymati uning kattaligini ko'rsatadi va u tanlangan birlikka bog'liq. Fizik kattalikning birligi deb, har bir fizik kattalikni miqdoriy ifodalash uchun qo'llaniladigan, shartli ravishda son qiymati birga teng deb belgilangan o'lchamli fizik kattalikka aytiladi. Odatda, birlik kattalikning belgisi yordamida quyidagicha ko'rsatiladi: $[s] = 1 \text{ m}$; $[m] = 1 \text{ kg}$ va hokazo. Fizik kattaliklarning asosiy va hosilaviy birliklarining to'plami birliklar sistemasini tashkil qiladi.

Fizik kattaliklarning Xalqaro birliklar sistemasini (SI — sistema *internatio*nal) 1960-yil da o'lchov va tarozilar bo'yicha bosh konferensiyada qabul qilingan bo'lib, yettita asosiy birlik — **metr, kilogramm, sekund, amper, kelvin, mol, kandela** va ikkita qo'shimcha birlik — **radian** va **steradian**lardan tuzilgan: **m e t r (m)** — yorug'likning bo'shliqda $1/299792458$ s da o'tadigan yo'lining uzunligi; **k i l o g r a m m (kg)** — kilogrammning xalqaro timsolining massasiga teng massa (Parij yaqinidagi Sevr shahrida o'lchov va tarozilar xalqaro byurosida saqlanayotgan platina-iridiy qotishmasining massasi); **s e k u n d (s)** — seziiy-133 atomi asosiy holatining ikkita o'ta nozik sathlari orasidagi o'tishga mos keluvchi nurlanish davrining 9192631770 tasiga teng bo'lgan vaqt; **k e l v i n (K)** — suv uchlamchi nuqtasi termodinamik haroratining $273,15$ dan bir qismiga teng harorat birligi;

A m p e r (A) — bo'shliqda bir-biridan 1 m masofada parallel joylashgan, ingichka, cheksiz uzun o'tkazgichlardan o'tganida shu o'tkazgichlarning orasida ular uzunligining har bir metriga $2 \cdot 10^{-7} \text{ H}$ o'zaro ta'sir kuchi vujudga keltiradigan o'zgarmas tok kuchidir; **m o l (mol)** — tarkibiy elementlari, $0,012 \text{ kg}$ massali ^{12}C nuklidida mavjud bo'lgan tarkibiy elementlarga teng sistemaning modda miqdori;

$k a n d e 1 a (kd)$ — $540 \cdot 10^{12}$ Hz chastotali monoxromatik nurlanish chiqaradigan manbaning, energetik kuchi $1/683$ W/sr bo'lgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchi; **$r a d i a n (rad)$** — ikki radius orasida joylashgan va qarshisidagi yoyning uzunligi aylana radiusiga teng bo'lgan burchak; **$s t e r a d i a n (sr)$** — sfera sirtidan tomoni sfera radiusidek bo'lgan kvadratning yuzasiga teng yuzani ajratuvchi, uchi sfera markazida bo'lgan fazoviy burchak. Hosilaviy birliklar fizik qonunlarga asosan aniqlanadi.

Mavzu. Kinematika asoslari

Reja

1. Harakatning asosiy xarakteristikalar.
2. Mexanik harakat. Harakat turlari.
3. Moddiy nuqta. Sanoq sistemasi.
4. Tezlik. Tezlanish.
5. Klassik mexanikada fazo va vaqt tushunchasi

Fizika materiya harakatining eng oddiy va umumiy mexanik, issiqlik, elektromagnit va hokozalarni hamda ularning o'zaro bir-biriga aylanishlarini o'rganadi. Fizika yunoncha so'z bo'lib, “**physis**”- tabiat degan ma'noni anglatadi. Fizika fanini birinchi bo'lib, qadimgi yunon mutafakkiri Aristotel (eramizdan avalgi 384-322 yil) o'zining kitoblarida bayon etgan. Usha davrda fizikaning tarkibiga hozirgi ximiya, astronomiya, biologiya, geologiya deb nom olgan bir qator tabiiy fanlar kirgan. Keyinchalik, ular mustaqil fanlar bo'lib ajralib chiqqan, masalan fiziklar tomonidan mikroskopning ixtiro qilinishi ximiya, biologiya, zoologiya, meditsina fanlarining rivojlanishiga sabab bo'ldi. Teliskopning ixtiro qilinishi astronomiya fanini rivojlanishiga olib keldi. Faradiyning elektromagnit induksiya hodisasini kashf qilinishi natijasida elektrotexnika fani A.S.Papovning radioning ixtiro etilishi esa radiotexnika faninig vujudga kelishiga sabab bo'ldi. lekin ular o'rtasida keskin chegara yuq, ular doimo bir-birlarini to'ldirib hamisha aloqada bo'ladilar. Shuning uchun, fizika barcha tabiiy va amaliy fanlarning poydevoridir deyish mumkin.

Bizning atrofimizni o'rab olgan moddiy dunyo doimo uzluksiz xarakatda bo'lgan materiyadan iboratdir. Materiya ikki ko'rinishda namoyon bo'ladi:

- 1) Modda ko'rinishda, masalan, qattiq, suyuq, gazsimon va plazma holatidagi jismlar;
- 2) Maydon ko'rinishida, masalan, gravitasion maydon, elektromagnit maydon, yadroviy kuchlar maydoni va boshqalar.

Harakat deganda, materiyaning tabiatda bo'ladigan barcha o'zgarishlari, bir turdan ikkinchi turga aylanishlari, barcha jarayonlar tushiniladi.

Mexanika — bu, jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi va harakati haqidagi fandir. «Mexanika» so'zi grekcha ***mechanike*** so'zidan olingan bo'lib, mashinalar qurish haqidagi ta'limot degan ma'noni bildiradi.

Harakatlar ichida eng oddiysi mexanik harakat hisoblanadi. ***Jismning boshqa biror jismga nisbatan fazoda o'z vaziyatini o'zgartirishi mexanik harakat deb aytiladi.***

Mexanika – o'rganilayotgan jismlarning o'lchamlari va tezliklariga qarab klassik, relativistik va kvant mexanikalariga ajraladi.

Klassik mexanika

Tezliklari yorug'likning boshlang'ich tezligidan juda kichik bo'lgan mikrojismlarning harakat qonunlarini o'rganadi. Klassik mexanikaning asosiy qonunlari italiyalik fizik va astronom G.Galiley tomonidan aniqlangan bo'lib, ingliz olimi I.Nyuton tomonidan mukammal tavsiflangandir.

Relativistik mexanika

Yorug'lik tezligiga yaqin bo'lgan tezliklar bilan harakatlanuvchi jismlarning harakat qonunlarini o'rganadi. Relativistik mexanika A.Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasi asosida yaratilgan mexanikadir.

Kvant mexanikasi

Kvant mexanikasida mikrojismlarning (atomlar va elementar zarralarning) harakat qonunlari o'rganiladi.

Mexanika uch qismga bo'linadi: ***knematika, dinamika, statika.***

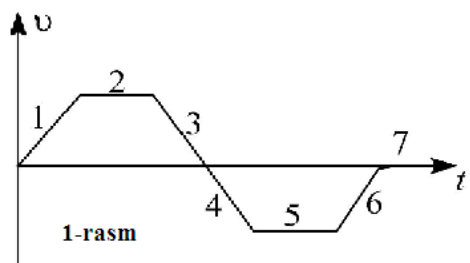
Kinematika - jismlar harakatini uni vujudga keltirgan sabablarga qarab emas, balki ularni harakat davomida qoldirgan izlariga (traektoriyasiga) qarab o'rganadi.

Dinamika jismlarning harakat qonunlarini uni vujudga keltirgan sabablarga qarab, ya'ni kuch ta'sirida jismlar harakatini o'rganadi.

Statika jismlar sistemasining muvozanatlik qonunlarini o'rganadi. Agar jismlar harakat qonunlari ma'lum bo'lsa, ulardan muvozzantlik qonunlarini ham aniqlash mumkin

Kinematikada mexanik harakatlarni qarab chiqish uchun ***traektoriya, yo'l, ko'chish*** kabi tushunchalardan foydalaniladi. Moddiy nuqta harakati davomida chizgan chiziqqa ***traektoriya*** deyiladi. Agar traektoriya tug'ri chiziqdan iborat bo'lsa, harakat ***to'g'ri chiziqli harakat*** deb ataladi. Traektoriya egri chiziqdan iborat bo'lsa, bunday harakat ***egri chiziqli harakat*** bo'ladi. Traektoriya aylanadan ham iborat bo'lishi mumkin. Bunday holda moddiy nuqta ***aylana bo'ylab harakat*** sodir etyapti deyish mumkin.

Moddiy nuqta deb, tekshirilayotgan masofaga nisbatan o'lchamlari juda kichik va shakli hisobga olinmasa ham bo'ladigan jismlarga aytiladi.



Moddiy nuqtaning traektoriya bo'ylab harakati davomida bosib o'tgan masofaga ***yo'l*** deyiladi. Yo'l yo'nalishi bilan xarakterlanmaydi. Fizikada bunday kattaliklarni ***skalyar kattaliklar*** deyiladi. Yo'l — skalyar kattalik. Agar moddiy nuqta bir nuqtadan

ikkinchi nuqtaga qarab harakat qilsa, shu nuqtalarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziqqa ***ko'chish*** deyiladi.

Endi kinematikada ko'riladigan ikki asosiy fizik kattaliklar — **tezlik va tezlanishni** ko'rib chiqamiz.

Moddiy nuqtaning teng vaqtlar oralig'ida o'tgan masofasiga qarab harakatlar tekis va notekis harakatlarga ajraladi. Tekis harakat deb teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. Notekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi.

$$V = \frac{S}{t}, \quad (1) \quad \text{bunda, } S - \text{bosib o'tilgan yo'l, } t - \text{vaqt.}$$

Demak, tezlik deb vaqt birligi ichida o'tilgan yo'lga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Bu harakatda $\vec{V} = \text{const}$ To'g'ri chiziqli tekis harakatning asosiy teglamasi quyidagicha bo'ladi. $S = Vt$ (2)

Demak to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l (argument) vaqtning chiziqli funksiyasidir. Tekis harakatning tezlik va yo'l grafigi quyidagicha (1-rasm)

- 1-tekis tezlanuvchan harakat.
- 2-tekis harakat
- 3-tekis sekinlanuvchan harakat
- 4-tekis tezlanuvchan harakat
- 5-tekis harakat
- 6-tekis sekinlanuvchan harakat
- 7-tinch turibdi.

To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'llarni qo'shish quyidagicha $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2 + \dots + \vec{S}_n$

$$|\vec{S}|^2 = |\vec{S}_1 + \vec{S}_2|^2$$

To'g'ri chiziqli harakatda tezliklarni qo'shish quyidagicha

$$V = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad V^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2V_1 \cdot V_2 \cos \alpha$$

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \dots + \vec{V}_n$$

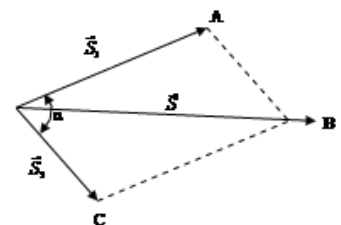
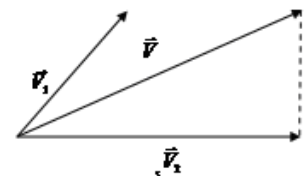
$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$

Har qanday o'zgaruvchan harakat o'rtacha oniy tezliklar bilan karakterlanadi. O'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi deb, ma'lum vaqtda o'tilgan yo'lni shu vaqt ichida tekis harakat bilan bosib o'tilgan harakat tezligiga aytiladi.

$$\text{Bunda: } t_1 = t_2 = \dots t_n = \frac{t}{n}; \quad V_{OR} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n};$$

$$S = V_{OR} \cdot t \quad (3) \text{ bo'ladi.}$$

O'zgaruvchan harakatning oniy tezligi deb, harakatning ma'lum bir paytiga yoki troektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat va troektoriyasining aniq bir nuqtasiga mos kelgan tezlikka aytiladi, ya'ni



(2-rasm)

$$V_{ONIY} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (4)$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat deb, traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat va teng vaqtlar oralig'ida oniy tezliga bir xil o'zgaradigan harakatga aytiladi.

Harakat tezligining o'zgarishi tezlanish deb ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi. To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat **tezlanishi** deb vaqt birligi ichida tezlikning miqdor jihatdan o'zgarishiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi,

ya'ni; $\alpha = \frac{V_t - V_0}{t} \quad V_t = V_0 \pm \alpha t \quad (5)$

Bunda:

$\alpha > 0$ bo'lsa, tekis tezlanuvchan harakat,

$\alpha < 0$ bo'lsa tekis sekinlanuvchan harakat bo'ladi.

O'zgaruvchan harakat tezlanuvchan, se-kinlanuvchan, shuningdek tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakatlardan iborat bo'lishi mumkin. **Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati ortib boradigan harakat tezlanuvchan harakat deyiladi. Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati kamayib boradigan harakat sekinlanuvchan harakat deyiladi.** Vaqt o'tishi bilan jism harakat tezligi vektorining son qiymati bo'yicha, hamda yo'nalishi bo'yicha qanday jadallik bilan o'zgarishini ifodalash uchun **tezlanish** deb ataluvchi vektor kattalik kiritiladi.

Birlik vaqt ichida jism tezli-gining o'zgarishiga teng bo'lgan vektor kattalikka tezlanish deyiladi:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (6)$$

Tezlanish vektorining yo'nalishi tezlik vektori o'zgarishiga mos keluvchi $-\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ vektorining yo'nalishi bilan bir xilda bo'ladi. XBS da tezlanishning birligi qilib $[a]=1 \text{ m/s}^2$ qabul qilingan. $1 \text{ m/s}^2 - 1\text{s}$ ichida tezligi 1 m/s ga o'zgaradigan harakatning tezlanishidir. (3) ifodani skalyar ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (7)$$

bu yerda v_0 jismning boshlang'ich tezligi, v esa uning t vaqtdan keyingi tezligi.

Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati bir xilda oshib boradigan harakatga tekis tezlanuvchan harakat deyiladi. a a tezlanish bilan harakat qilayotgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$v = v_0 + a \cdot t. \quad (8)$$

Jismnig t vaqt ichida bosib o'tgan yo'li

Shuni qayd qilish kerakki, tezlanish tezlikdan farq qilgan xolda trayektoriyaga nisbatan istalgan yo'nalishda bo'lishi mumkin. Shunday bo'lsa ham tezlanishni ikki vektor yig'indisi sifatida ifodalash mumkin. Ulardan biri tezlik yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, ikkinchisi tezlik yo'nalishga tik bo'ladi. Birinchisini ya'ni trayektoriyaga urinma tezlanishni tangensial (a_τ), ikkinchisini markazga intilma tezlanish (a_n) yoki

normal tezlanish deyiladi. Shunday qilib, $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \quad (9)$

Ta'rifga asosan tangensial tezlanish quyidagicha bo'ladi: $|\vec{a}_\tau| = \frac{dv}{dt}$ (10)

Gorizontga qiya otilgan jism harakati

Gorizontga nisbatan qiya otilgan jism harakati murakkab harakatdan iborat bo'lib, u vertikal o'q bo'ylab maksimal balandlikka ko'tarilguncha tekis sekinlanuvchan, so'ngra tekis tezlanuvchan harakat qiladi

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat traektoriyasi paraboladan iborat bo'ladi.

Gorizont o'q bo'ylab esa jism tekis harakatlanadi. v_0 boshlang'ich tezlik bilan gorizontga α burchak ostida otilgan jism tezligining X va Y o'qlardagi proeksiyalarini yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} v_{0x} &= v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0y} &= v_0 \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y &= v_{0y} - gt = v_0 \cdot \sin \alpha - gt \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Traektoriyaning eng yuqori nuqtasida $v_y=0$, shuning uchun $v_0 \sin \alpha - gt=0$, bundan jism traektoriyasining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilishga ketgan vaqt

$$t_k = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (13)$$

kelib chiqadi. Jismning maksimal ko'tarilish balandligi

$$h_{max} = v_{0y} \cdot t_k - \frac{gt_k^2}{2} = v_0 t_k \cdot \sin \alpha - \frac{gt_k^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (14)$$

ga teng bo'ladi. Jismning pastga qarab harakatlanish (tushish) vaqti, uning yuqoriga ko'tarilish vaqtiga teng, ya'ni

$$t_t = t_k = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (15)$$

Demak, jismning to'la uchish vaqti:

$$t_{uchish} = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (16)$$

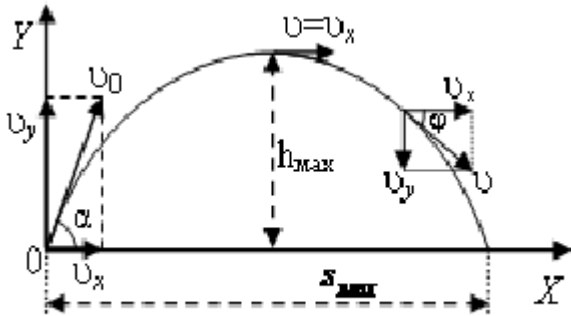
Jismning uchish uzoqligini hisoblash uchun t ning bu qiymatini $s = v_x t$ ifodaga qo'yamiz

$$s = v_x \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad (17)$$

Tushish nuqtasida jismning tezligi

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_0, \quad (18)$$

ya'ni tushish nuqtasidagi tezlikning son qiymati boshlang'ich tezlikning son qiymatiga teng bo'ladi.



3-rasm

Gorizontga nisbatan α burchak ostida v_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning istalgan vaqt momentidagi tezligining gorizont bilan tashkil qilgan burchak (α) tangensi quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha - gt}{v_0 \cdot \cos \alpha} \quad \text{Ko'tarilish balandligi}$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2g} \quad \text{bundan} \quad v_0 \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gh} \quad (19)$$

3.Fizikaviy kattaliklar va ularning o'lchov birligi. Fizikaviy birliklarning xalqaro sistemasi. 1961 yilning 24 avgustida oldingi ittifoqda «Sistema internatsionalnaya» so'zlarining bosh xarflari bo'yicha SI.

Asosiy birliklar:

- 1.Uzunlik, metr (m). 2.Massa, kilogramm (kg). 3.Vaqt, sekund (s).
- 4.Elektir tokining kuchi, amper (A). 5.Termodinamik temperatura, Kelvin (K).
- 6.Modda miqdori, Molg' (Molg'). 7.Yorug'lik kuchi, kandela (kd).

Qo'shimcha birliklar:

1.Yassi burchak, radian (rad). Aylanada uzunligi radiusga teng bo'lgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 radian deb qabul qilinadi.

2.Fazoviy burchak, steradian (sr). Uchi sfera markazida joylashgan va shu sfera sirtidan radius kvadratiga teng yuzli sirtini ajratuvchi fazoviy burchak 1 steradian deb qabul qilingan.

Mavzu. Inersial sanoq sistemalarda Nyuton qonunlari

Reja

- 1.Nyuton qonunlari. Massa va kuch.
- 2.Ta'sirlashuv kuchlari.
- 3.Kosmik tezliklar.
- 4.Elastik kuchlar.
- 5.Ishqalanish kuchlari.

Qonunning kashf etilishiga tasodifan daraxtdan uzilgan olma sabab bo'lganligi ham sizga ma'lum. Nima sababdan olma hech qayoqqa og'masdan to'ppa-to'g'ri yerga tushadi, deb o'yladi olimlardan biri. U yoshlik yillaridayoq bu masala ustida o'ylay boshlagan, lekin uning javobini yigirma yildan keyingina e'lon qilgan. Bu olim buyuk ingiliz fizigi va matematigi, klassik mexanika asoschisi Isaak Nyuton edi. U Grantem (Angliya) shahri yaqinidagi Vulstorn qishlog'ida fermer oilasida tug'ildi. 12 yoshida Grantem maktabida o'qiy boshladi, 1661-yilda Kembrij universiteti kollejlardan biriga kirib, uni tugallaganidan so'ng bakalavr ilmiy darajasini oldi. 1668-yilda Nyutonga magistr unvoni berildi, 1672-yilda u London Qirollik jamiyati a'zosi etib saylandi, Grek olimi **Aristotel** jism unga boshqa jismlar doimiy ta'sir qilgandagina to'g'ri chiziqli tekis harakat qila oladi deb aytgan edi.

Italiya olimi **Galileo Galiliy** buni aksini isbot qildi ; har bir jism unga boshqa jismlar ta'sir qilmaganidagina o'zining harakat holatini saqlaydi 1632- yilda **Galileo** inersiya hodisasini matbuotda e'lon qildi.

Tashqi ta'sirlar bo'lmaganda jismlarning o'z harakat tezligini saqlash hodisasi **inersiya** deb ataladi.

Mexanikaning jismlarning harakatini shu harakatni vujudga keltirgan sabab bilan birga o'rganadigan bo'limini **dinamika** deyiladi. Dinamikaning asosini 3 ta qonun tashkil etadi. Bu qonunlarni ingliz olimi **I.Nyuton** aniqlagan. Shu sababli ularni **Nyuton** qonunlari deb ham ataladi.

Jismlarning inertsiasini ularning massalariga proporsional bog'liq bo'ladi. Jismning massasi qancha katta bo'lsa, uning inertlik qobiliyati shuncha ortadi. Shunga ko'ra ya'ni, inersiya qonuniga asosanib jism massasiga ta'rif beramiz.

Jismning inertlik qobiliyatini miqdor jihatdan harakterlaydigan kattalikka **massa** deb aytiladi.

Nyutonning birinchi qonuni : *Agar jismga boshqa jismlar ta'sir etmasa jism o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.*

Nyutonning ikkinchi qonuni ; *Jism biror kuch ta'siri ostida olgan tezlanish jismga quyilgan kuchga to'g'ri proporsional uning massasiga esa teskari proporsional*

Nyutonni 2- qonunini shunday yozish mumkin: $F = ma$ (1)

bunda F - kuch, m - jism massasi, a - tezlanish. Massa birligi XBS da **kilogramm** deb ataladi. Kuch birligi (1) formula asosida aniqlanadi va **Nyuton** deb ataladi. Kuch birligi qilib shunday kuch olinadi-ki, u **1kg** massali jismga **1m/s²** tezlanish beradi, ya'ni **1N = 1kg · 1m/s²**.

Kuch - deb, jismlarga tezlanish bera oladigan yoki ularni deformatsiyalaydigan fizik kattalikka aytiladi.

Jismning massasi deb uning inertlik o'lchovidan iborat bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Nyutonning uchunchi qonuni; *Jismlar o'zaro moduli jihatidan teng, ammo yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi.*

$$F_1 = -F_2 \quad (2)$$

Xozirgi zamon fizikasida 4 xil ta'sirlashuv ko'riladi.

Bular: 1) **Gravitasion ta'sirlashuv**; 2) **elektromagnit ta'sirlashuv**; 3) **kuchli yoki yadroviy ta'sirlashuv**; 4) **kuchsiz ta'sirlashuv**.

Klassik mexanikada asosan 3 ta kuch ko'riladi. Bular: 1) **gravitasion yoki tortishish kuchlari**; 2) **elastiklik kuchlari**; 3) **ishqalanish kuchlari**. Bu uchta kuchdan ikkitasi – elastiklik va ishqalanish kuchlarini vujudga kelishi elektromagnit xarakterga ega.

1.Gravitatsion o'zaro tasir. Uning ta'sir radiusi chegaralanmagan, ta'sir kuchi kuchli ta'sirining 10^{-39} qismini tashkil etadi, ya'ni gravitatsion o'zaro ta'sir undan 10^{39} marta sustdir. Shuning uchun bu ta'sir mikroduyo jarayonlarida ko'rinarli rol o'ynamasa ham, eng universal ta'sir hisoblanadi.

Agar faqat makroskopik masshtablarni qaraydigan bo'lsak, biz ikki xil elektromagnit va gravitatsion o'zaro ta'sir bilan ish ko'ramiz.

2.Elektromagnit o'zaro ta'sir. Uning ta'sir doirasi cheklanmagan, yoki boshqacha aytganda, uning o'zaro ta'sir radiusi cheksizlikka intiladi: $r \rightarrow \infty$. Agar kuchli o'zaro ta'sirni bir birlik deb olsak, elektromagnit o'zaro ta'sir undan 137 marta kichikdir.

3.Kuchli o'zaro ta'sir. Mavjud to'rt xil o'zaro ta'sirlar ichida eng kuchlisi bo'lsa ham, uning ta'sir radiusi juda kichik $r=10^{-10}m$, yadro o'lchami bilan chegaralangan. Kuchli o'zaro ta'sir yadrodagi protonlar va neytronlar orasidagi ta'sirni ta'minlaydi.

4.Kuchsiz o'zaro ta'sir. Bu ta'sir ham kuchli o'zaro ta'sirga o'xshab qisqa masofaga ta'sir ko'rsatadi. Lekin, u kuchli o'zaro ta'sirning 10^{-14} qismiga tengdir, ya'ni kuchsiz o'zaro ta'sir kuchli o'zaro ta'sirdan 10^{14} marta sustdir. Bu o'zaro ta'sir yadrolar β -yemirilishining hamma turlariga, hamda neytrino deb ataladigan elementar zarra ta'sirining hamma jarayonlariga javobgardir. Neytrinoning moddalar bilan o'zaro ta'siri shunchalik kuchsizki, u Yer sharidan birorta to'qnashmasdan (ta'sirsiz) o'tib ketadi.

Shunga diqqatni qaratish kerakki, kuch ta'sirida emas, balki faqat o'zaro ta'sir to'g'risida gapirmoqdamiz, bu muhim farqdir. Kvant mexanikasi qonunlariga amal qilinadigan mikrodunyoda kuch tushunchasini qo'llash qiyinroqdir, chunki kuch – vektor kattalik bo'lib, uning qo'yilgan nuqtasini aniqlash kerak bo'ladi. Bu esa Geyzenbergning noaniqlik prinsipi asosida mumkin emas. Shu sababga ko'ra mikrodunyoda harakat trayektoriyasi tushunchasini qo'llab bo'lmaydi. Masalan, atomda elektron aylanadi deyiladi, lekin qanday trayektoriya bo'yicha – noma'lum.

Klassik mexanikada harakatdagi jismning hamma vaqt x koordinatasi va v tezligini bir vaqtda va aniq aniqlash va demak, uning trayektoriyasini topish mumkin. Mikrozarralar uchun esa faqat taxminiyligina aniqlash mumkin ekanligi ma'lum bo'ldi. Shu bilan birga koordinata va tezlikni bir vaqtda aniqlashda Δx va Δv aniqsizliklari (noaniqliklari) ning ko'paytmasi $\frac{h}{2\pi m}$ kattalikdan kichik bo'la olmas ekan, ya'ni:

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{2\pi m} \quad (3) \quad \text{bu yerda: } m - \text{zarraning massasi;}$$

$$h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad \text{Plank doimiysi.}$$

Bu qoida noaniqlar munosabati yoki **Geyzenberg** prinsipi deyiladi.

Noaniqliklar munosabatiga ko'ra, zarraning koordinatasini qancha aniq aniqlasak, ayni vaqtda uning tezligini aniqlash aniqligi shunchalik kam bo'ladi va aksincha, tezlikni aniqlash aniqligining ortishi ayni vaqtda koordinataning aniqligini kamaytiradi.

2.Gravitatsiya kuchlari. I.Nyuton osmon jismlari harakatini va yer sharoitida jismlarning tushishini o'rganib, butun olam tortishish qonunini quyidagicha ta'rifladi: **har qanday ikkita m_1 va m_2 massali jismlar (moddiy nuqtalar) orasida tortishish kuchi mavjud bo'lib, uning kattaligi, shu jismlarning massalarini ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proportsional bo'lib, ularni**

birlashtiruvchi to'g'ri chiziq buyicha yunalgan bo'ladi. Bu ta'rif matematik jihatdan qo'yidagicha ifodalanadi:

$$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (4), \quad \text{bu yerda } \gamma - \text{gravitatsiya koeffitsienti, uning son qiymati } \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$$

N m²/kg² ga teng bo'lib, massalari 1 kg dan bo'lgan va bir-biridan r=1m masofada joylashgan ikki nuqtaviy massa orasidagi tortishish kuchiga tengdir. Bu hollarda jismlar gravitatsion maydon (tortishish kuchlari maydoni) vositasida o'zaro ta'sirlashadi. 2 ta m₁ va m₂ massali jismlarning o'zaro gravitatsion

Bu yerda r masofa ikkala jismlarning massalari markazi orasidagi masofa.

Gravitatsion maydon materiyaning aloxida turi bo'lib, uni gravitatsiya kuchlari mavjud bo'lgan fazo deb qarash mumkin.

3. Og'irlik kuchi. Jismning yerga tortilish kuchi og'irlik kuchi deyiladi. Ogirlik kuchi gravitatsion kuchning ko'rinishlaridan biridir. Agar Yerning massasini M bilan, jism massasini esa m bilan belgilasak, butun olam tortishish qonuniga asosan jismga yer

tomonidan ta'sir etuvchi kuch: $F = \gamma \frac{M \cdot m}{R^2} \quad (5)$ ga teng bo'ladi, bu yerda R- erning radiusi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, $g = \frac{F}{m} = \gamma \cdot \frac{M}{R^2} \quad (6)$ ekanligidan g- erkin tushish tezlanishi hamma jismlar uchun bir xil ekanligini ko'rish mumkin. Bu holda esa og'irlik kuchini: $P = mg \quad (7)$ shaklida ifodalash mumkin.

Jismlarning og'irligi Yerga nisbatan qo'zg'almas bo'lgan va bo'shliqda turgan jismning yerga tortilishi tufayli gorizonta tayanchga bo'lgan bosim kuchiga teng. Shu sababli og'irlik kuchi va jism og'irligi teng deyish mumkin. Lekin og'irlik kuchi bilan jism og'irligi bir xil tushunchalar emasligini unutmaslik kerak. Og'irlik kuchi jismning o'ziga, og'irlik esa tayanch yoki osmaga qo'yilgan bo'ladi, shu sababli og'irlik jism tayanchga tekkandagina namoyon bo'ladi.

KOSMIK TEZLIKLAR

Kosmik parvozlarni amalga oshirishni Rossiyada K.E.Siolkovskiy, Evropada nemis olimi G.Obert va Amerikada R.Goddard birinchi bo'lib kurib chiqqanlar. Bu olimlarning xisoblashlariga ko'ra Yerdan kosmosga uchirilgan jismlarning xarakati uch xil tezlikka bog'lik, ularni *kosmik tezliklar* deyiladi. Birinchi kosmik tezlik $v_{K_1} \approx 7,93 \text{ km/s} \approx 8 \text{ km/s}$

$$v_I = \sqrt{G \frac{M}{R}} \quad (8) \quad v_I = \sqrt{gR} \quad \text{birinchi kosmik tezlik (asosiysi),}$$

ga teng bo'lib, sun'iy yulduz bunday tezlikka ega bo'lganda u Yer atrofida doira bo'ylab xarakatlanadi. Ikkinchi kosmik tezlik

$v_{K_2} \approx 11,2 \text{ km/s}$ $v_{II} = \sqrt{2gR} \quad (9)$ ga teng bo'lib, kosmik jism v_{K_1} dan katta, ammo v_{K_2} dan kichik tezlikka ega bo'lsa, uning xarakati ellips buyicha amalga oshadi. Jism

tezligi v_{K_2} ga teng bo'lsa, u parabola bo'yicha xarakatlanadi. Jism v_{K_2} dan katta tezlik bilan xarakatlanganda uning orbitasi giperboladan iborat bo'ladi. Yana uchinchi tezlik xam mavjud, u quyidagiga teng $v_{K_3} \approx 16,7 \text{ km/s}$.

4-kosmek tezlik. Bunday tezlikda yerdan uchib chiqarilgan jism Gallaktikaning tortishishini yengib koinotga ketib qolishi kerak. 4-kosmek tezlikni hisoblash qiyin $\mathcal{G} = 290 \text{ km/sek}$ yulduzlarning tezligi $\mathcal{G} = 285 \text{ km/sek}$ Quyoshning tezligi $\mathcal{G} = 220 \text{ km/sek}$

Jism bu tezlikda xarakatlanganda quyosh sistemasidan butunlay chiqib ketadi. Birinchi sun'iy yuldosh 1957 yil oktyabrda SSSR da uchirilgan, 1961 yil 12 aprelda esa SSSR da kosmik fazoga Yu.Gagarin uchirilgan.

Yerning tortishi tufayli jismning tayanchga yoki osmaga ta'sir etayotgan kuchi **jismning og'irligi** deb ataladi.

Og'irlik vektor kattalik bo'lib, u tayanch yoki og'madan pastga qarab yo'nalgan bo'ladi. **"Jismning vazni (og'irligi) va og'irlik kuchi bir narsadir"**, – degan gap noto'g'ridir, chunki vazn (og'irlik) va og'irlik kuchi boshqa-boshqa jismlarga qo'yilgan. Ular miqdoran teng bo'lishi ham, teng bo'lmasligi ham mumkin.

Tayanch yoki osmaga ega bo'lgan jism tinch turganda, jismning og'irligi og'irlik kuchiga teng bo'ladi.

Jism og'irligining uning tashkil etuvchi moddaning turiga bog'liqligi **solishtirma og'irlik** deb ataluvchi fizik kattalik bilan tavsiflanadi.

Og'irlik yo'qoladigan holat **vaznsizlik** deb ataladi.

Agar jismga faqat og'irlik kuchi ta'sir etsa, u vaznsizlik holatida bo'ladi.

Havoning qarshiligi bo'lmaganida, gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jism harakat trayektoriyasining butun harakati davomida vaznsizlik holatida bo'ladi.

Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik.

Jismning og'irligi tinch holatdagiga nisbatan necha marta ortib ketganligini ko'rsatadigan fizik kattalik **yuklanish** deb ataladi.

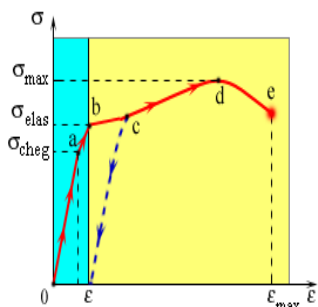
Yer o'z o'qi atrofida 17-18 marta tezroq aylansa, ekvatorida jismlar vaznsiz holatda bo'ladi.

Elastiklik kuchlari. Kuch jismni harakatlantirmasdan, balki deformatsiya, ya'ni uning zarralarini bir-biriga nisbatan siljitishi mumkin. Bunda deformatsiyalangan jismning ichida kattaligi deformatsiyalovchi kuchga teng bo'lgan aks ta'sir kuchi paydo bo'ladi, bu kuch elastiklik kuchi deyiladi. Elastiklik kuchlari jism zarralari (atomlar yoki molekulalar) orasidagi o'zaro ta'sirdan yuzaga keladi.

Jismlarning shaklini o'zgarishiga nisbatan ko'ra deformatsiyaning bir necha turlari mavjud:

1. Siqilish, 2. Egilish, 3. Bukilish, 4. Cho'zilish, 5. Siljish va boshqalar. Bu kabi deformatsiyalarning har biri o'ziga xos elastiklik kuchini hosil qiladi. Tajribalarning ko'rsatishicha har qanday deformatsiyada yuzaga keladigan F elastiklik kuchi deformatsiya kattaligi Δx ga proporsional bo'ladi:

$F = -k\Delta x$ (10). Bu yerda k - proporsionallik koeffitsienti, minus ishora esa elastiklik kuchi bilan Δx – siljishning qarama-qarshi yunalishda ekanligini bildiradi (1-rasm). k - xalqaro birliklar tizimida $k = N/m$ birliklarda o'lchanadi. Qattiq jismlar deformatsiyasining eng sodda turlaridan biri jismning cho'zilish deformatsiyasi hisoblanadi. Cho'zilish deformatsiyasi tashqi deformatsiyalovchi kuch ta'sirida vujudga keladigan Δl absolyut uzayish bilan xarakterlanadi. Tashqi deformatsiyalovchi kuch va absolyut uzayish orasidagi bog'lanish faqat jismning mexanik xossalariga bog'liq bo'lmasdan, balki jismning qalinligi, uzunligi kabi geometrik o'lchamlariga ham bog'liq.



1-rasmsa cbsmn

Absolyut uzayishning jismning boshlang'ich uzunligiga nisbati nisbiy uzayish yoki nisbiy deformatsiya deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi: $\frac{\Delta l}{l} = \varepsilon$ (11). Nisbiy uzayish cho'zilish deformatsiyasida $\varepsilon > 0$ musbat, siqilish deformatsiyasida esa $\varepsilon < 0$ manfiy bo'ladi. Deformatsiyalovchi F tashqi kuch modulini jismning ko'ndalang kesim S yuzasiga nisbatiga σ mexanik kuchlanish deb ataladi. Mexanik kuchlanish quyidagi formula yordamida

aniqlanadi: $\sigma = \frac{F}{S}$ (12). Nisbiy uzayish va mexanik kuchlanish orasidagi bog'lanishni ifodalovchi cho'zilish digrammasi 3-rasmda keltirilgan.

Bog'lanish grafigidan ko'rinib turibdiki, kichik deformatsiyalarda (1% dan kam) mexanik kuchlanish va nisbiy uzayish orasidagi bog'lanish to'g'ri chiziqli bo'ladi (0-a soxa). Bu soxada vujudga keluvchi deformatsiyada tashqi kuch ta'siri olib tashlansa, deformatsiya yo'qoladi va jism boshlang'ich holatini tiklaydi. Bunday deformatsiyaga elastik deformatsiya deb ataladi. Mexanik kuchlanishning aniq bir $\sigma = \sigma_{cheg}$ qiymatigacha to'g'ri chiziqli bog'lanish saqlanadi, ya'ni Guk qonuni bajariladi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi: $\varepsilon = \frac{1}{E}\sigma$ (13) bu yerda E – koeffitsient **Yung moduli** deb ataladi.

Mexanik kuchlanish orttirib borilsa, rasmdan ko'rinib turganidek mexanik kuchlanish va nisbiy uzayish orasidagi bog'lanish nochoziqli bo'ladi (a-b soxa), ammo mexanik kuchlanish olib tashlansa, deformatsiya butunlay yo'qoladi va jism boshlang'ich shakliga qaytadi. Bu soxaga mos keluvchi mexanik kuchlanishning maksimal qiymatiga σ_{elast} elastiklik chegarasi deyiladi. Agarda mexanik kuchlanish $\sigma > \sigma_{elast}$, ya'ni elastiklik chegarasiga mos keluvchi chegaraviy qiymatidan oshirilsa, jism mexanik kuchlanish olib tashlangandan so'ng o'zining boshlang'ich shaklini tiklay olmaydi, chunki jismda qoldiq deformatsiya saqlanib qoladi. Bunday deformatsiya plastik deformatsiya deb ataladi (b-c, c-d va d-e soxalar). Rasmdan ko'rinib turganidek b-c soxada deformatsiya deyarli mexanik kuchlanishning ortishisiz sodir bo'ladi. Bu

hodisaga oquvchanlik deb ataladi. Rasmda tasvirlangan d nuqtaga mos keluvchi mexanik kuchlanishda deformatsiyalanuvchi jismni uzilishsiz tutib turish mumkin. Mexanik kuchlanishning bu qiymatiga materialning mustahkamlik chegarasi deyiladi. Kuchlanishning e nuqtaga mos keluvchi qiymatida esa material uziladi.

Ishqalanish kuchlari.

Bir-biriga tegib turgan jismlarning bir-biriga nisbatan sirpanishiga to'sqinlik qiluvchi kuch **ishqalanish kuchi** deyiladi. Bu kuch jismlarning tegib turuvchi sirtlariga urinma buylab yunalgan bo'lib, shu jismning sirpanish tezligi yunalishiga qarama-qarshidir.

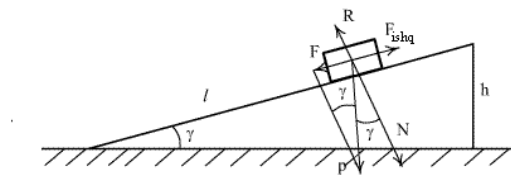
Umumiy holda o'zaro tegib turgan sirtlarning g'adir-budurliklari o'zaro tegishib turgani uchun ishqalanish paydo bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, ishqalanish kuchi F_{ishq} bir-biriga tegib turgan jismlarni siqib turgan P kuchga (ya'ni normal bosim kuchiga) proporsionaldir: $F_{\text{ishq}} = \mu P$ (14),

bu yerda μ - ishqalanish koeffitsienti.

Bu koeffitsient moddaninng turiga va ishqalanuvchi sirtlarning sifatiga bog'liq bo'lib o'lchamsiz kattalikdir. Ishqalanishning turiga qarab, ishqalanish kuchi turli xil bo'ladi. Shu sababli bir necha xollardagi ishqalanishni ko'rib o'taylik.

Agar ishqalanish bitta jismga birlashmagan turli jismlar orasiga sodir bo'lsa, (masalan, qiya tekislik bilan uning sirtidagi sirpanib tushayotgan taxtachaga orasidagi ishqalanish) u tashqi ishqalanish deyiladi (2- rasm). Agar ishqalanish ayni bir jismning turli qismlarida, masalan tezliklari bir qatlamdan ikkinchisiga qarab o'zgaruvchi suyuqlik yoki gaz qatlamlari orasida sodir bo'lsa, u ichki ishqalanish deyiladi.

Bir-biriga tegib turgan ikkita jism sirtlari orasida suyuqlik (moy) yoki gaz qatlami bo'lmasa, u holda quruq ishqalanish sodir bo'ladi. Bu xolda harakatlanayotgan sirtlar orasida paydo bo'lgan ishqalanish sirpanish va dumalanish ishqalanishlariga ajratiladi.



2-rasm

Ishqalanish kuchlari o'zaro tegib turgan jismlarning bir-birlariga nisbatan harakatlarida emas, balki bir-biriga nisbatan tinch turganlarida ham ta'sir qilishi mumkin (tinch holatdagi ishqalanish).

Masalan, ogir taxtachani gorizontol stol sirtiga qo'yaylik. Tinch holatda turgan holda, uning P og'irligi stol tomonidan taxtachaga ta'sir qilayotgan F – normal bosim kuchi bilan muvozanatda ($P = F$) bo'ladi. So'ng taxtachaga uning massalar markazida M dan o'tuvchi F kuch qo'yamiz. Tajribalarning ko'rsatishicha F kuch biror aniq F qiymatidan oshmasa, ya'ni $F < F$ holda taxtachaga harakatga kelmaydi. Bundan taxtachaga stol tomonidan F kuchni muvozanatlovchi kattalik jihatdan unga teng va qarama-qarshi yunalgan F_{ishq} kuchi ta'sir qiladi degan xulosa chiqadi. Bu kuch- tinch holatdagi ishqalanish kuchi bo'lib, qo'yidagiga teng:

$F_{\text{ishq}} = \mu F$ (15). Bu yerda μ – tinchlikdagi ishqalanish koeffitsienti.

Texnikada ayrim hollarda ishqalanuvchi sirtlar yemirilib ketmasligi uchun ishqalanuvchi sirtlarni yog'lash yuli bilan ishqalanish kamaytiriladi, ba'zi xollarda esa sirpanish ishqalanishi, dumalanish ishqalanishi bilan almashtiriladi. Dumalanish ishqalanish deganda, masalan sharsimon yoki tsilindrik jismlar yassi yoki egrilangan sirtida sirpanishsiz dumalashi natijasida paydo bo'luvchi ishqalanish tushuniladi. Biroq dumalashdagi ishqalanish koeffitsienti, sirpanish ishqalanish koeffitsientidan ancha kichik.

Jism impuls va uning saqlanish qonuni

Jism massasining tezlikka ko'paytmasiga jism impuls deb aytiladi. Uning formulasi quyidagicha yoziladi: $P = m\mathcal{Q}$ (16) Impulsning CH sistemasidagi o'lchov birligi kg. m/s bo'ladi. Nyutonning 2-qonunining matematik ifodasini $F = ma$ ekanligini bilgan holda. $a = d\mathcal{Q}/dt$ ekanligini hisobga olsak, quyidagini hosil qilish mumkin.

$$F = \frac{md\mathcal{Q}}{dt} = \frac{d(m\mathcal{Q})}{dt} \quad (17) \quad \text{yoki} \quad F = \frac{dP}{dt} = 0$$

Mavzu. Ish va energiya

Reja

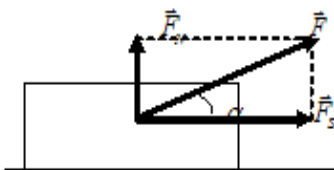
1. Reaktiv harakat
2. Mexanik ish. Quvvat
3. Energiya.energiyaning saqlanish va aylanish qononu.
4. Kinetik va potensial energiya
5. Maykelson tajriba.lari.

Birinchi reaktiv uchuvchi apparat–raketaning loyihasini 1881 yili revolyutsioner–narodnik N.I.Kibal'chik tavsiya kilgan. Planetalararo fazo–kosmosda uchish nazariyasini yaratishda K.E.Siolkovskiyning (1857–1935 y) ishlari katta ahamiyatga ega bo'ldi. Suyuq yonilgi ilan ishlaydigan birinchi raketa–planeri 1940 yilda erkin uchirildi.

Reaktiv harakat deb jismning biror qismi undan qandaydir tezlik bilan otilib chiqqanda jismning olgan qarama–qarshi yo'nalgan harakatiga aytiladi. Reaktiv harakatni hosil qiluvchi kuchga orqaga itarish kuchi yoki reaktiv kuch deyiladi.

Mexanik ish. Quvvat. Kuchning bosib o'tilgan yo'l davomidagi ta'siri *mexanik ish deb* ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi. Mexanik ish bajarilishi uchun birinchidan jismga ta'sir qilish va ikkinchidan jism siljishi shart.

Mexanik ish bajarilish protsessda materiya harakatining bir ko'rinishi ikkinchi ko'rinishga o'tishi kuzatiladi. Masalan, elektrovoz, trolleybus va tramvaylarning ish bajarish protsessida materiya harakatining elektr ko'rinishi mexanik ko'rishiga aylanadi. Avtomobil' dvigateli, bug turbinalari va issiqlik mashinalarining ishlash protsessida esa materiya harakatining issiqlik shakli mexanik shaklga aylanadi.



Mexanik ish skalyar kattalik bo`lib, kuch bilan kuch ta'siri yo`nalishida jism bosib o'tgan yo`lning ko`paytmasiga teng, ya'ni: $A = F \cdot s$, bunda A bajarilgan ish, F – jismga ta'sir qiluvchi o'zgarmas kuch, s – o'tilgan yo`l.

Agar ta'sir qiluvchi kuch ko`chish yo`nalishi bilan α burchak tashkil qilsa, bu kuchni ikkita tashkil etuvchiga ajratish mumkin: bulardan biri kuchish bo'yicha yo`nalgan  $\vec{F}_a$  va ikkinchisi ko`chishga normal ravishda yo`nalgan  $\vec{F}_n$  kuchlardan iborat bo`ladi. U vaqtda, ishning ta'rifi binoan, $\vec{F}$ kuchning faqat $\vec{F}_s$ tashkil etuvchisi ish bajaradi, ya'ni: $A = F_s \cdot s$ (1) 1–rasmdagi chizmadan $\vec{F}_s = \vec{F} \cos \alpha$ bo`ladi ishni

hisoblash formulasi: $A = \sum_{i=1}^n F_i \Delta S_i \cos \alpha_i$ (2) ΔS nolga intilganda (2) dan limit olsak,

$$A = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \left(\sum_{i=1}^n F_i \cdot \Delta S_i \right) = \int_S F_\tau dS \quad (3) \quad A = F \cdot s \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

O'zgarmas kuchning bajargan ishi kuchni jism bosib o'tgan yo`liga kuch bilan harakat yo`nalishi orasidagi burchak qosinusi ko`paytmasiga teng.

(4) formuladagi α burchakning har hil qiymatlariga mos kelgan hususiy hollarda bajarilgan ishlarni qarab chiqaylik:

1) Agar $\alpha = 0$ bo`lsa,  $\cos \alpha > 0$  bo`lib, o'zgarmas kuchning bajargan ishi maksimal va kuchning yo`lga ko`paytmasiga teng bo`ladi: $A_{maks} = Fs$

2) Agar $\alpha < \frac{\pi}{2}$ bo`lsa,  $\cos \alpha > 0$  bo`lib, o'zgarmas kuchning bajargan ishi musbat bo`ladi. Bu holda jismni harakatlantiruvchi kuch ish bajaradi;

3) Agar $\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo`lsa,  $\cos \alpha = 0$  bo`lib, o'zgarmas kuchning bajargan ishi nol bo`ladi. Masalan, jismning aylana bo`ylab harakatida jism boglangan ipning taranglik kuchi (markazga intilma kuch) ish bajarmaydi;

4) Agar $\alpha = \pi$ bo`lsa,  $\cos \alpha = -1$  bo`lib, kuch siljishiga qarama–qarshi yo`nalgan va kuchning bajargan ishi manfiy bo`ladi.

Amalda faqat bajarilgan ishning o`zigina emas, shu bilan birga bu ish qancha vaqtda bajarilganligi katta ahamiyatga ega, Shuning uchun ham turli mashinalarning ish unumdorligi dvigatklning ish bajarish sur'atidan iborat bo`lgan quvvat deb ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi.

Dvigatelning quvvati deb, vaqt birligi ichida bajarilgan ishga miqdor jihatdan teng bo`lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni: $N = \frac{A}{t}$ (5) bu erda A –

bajarilgan ish, t – shu ishni bajarish uchun ketgan vaqt. Agar jismning tekis siljishida harakatlantiruvchi kuch ish bajarayotgan bo`lsa, quvvatni harakat tezligi orqali ifodalash

mumkin $N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = Fg$ (6) bunda F –harakatlantiruvchi kuch, g –tekis harakat tezligi.

Tekis harakatda quvvat harakatlantiruvchi kuchning tezlikka ko'paytmasiga teng.

O'zgaruvchan harakatda quvvat vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi. Shuning uchun ham bir payt uchun N_t oniy quvvat tushunchasi kiritiladi. Agar (6) dagi $\mathcal{G}$ tezlik $\mathcal{G}_t$ oniy tezlik bilan almashtirilsa, oniy quvvat kelib chiqadi:

$$N_t = F \cdot \mathcal{G}_t \quad (7)$$

O'zgaruvchan harakatda quvvat o'rtacha qiymati bilan harakterlanadi. Agar (7) formuladagi $\mathcal{G}$ tezlikni yo'lning berilgan qismidagi $\mathcal{G}_{o'rt}$ o'rtacha tezlik bilan almashtirsak, o'rtacha quvvatning ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$N_{o'rt} = F \cdot \mathcal{G}_{o'rt} \quad (8)$$

Energiya.energiyaning saqlanish va aylanish qononu.

Tashqi kuchlar yoki jismlar sistemasi ish bajarsa, ularning harakati. ya'ni energiyasi o'zgaradi.

Jism va jismlar sistemasining energiyasi deb, ularning ish bajara olish qobiliyatini harakterlovchi fizik kattalikka aytiladi.

Mexanikada harakatlanuvchi, Yer yuziga nisbatan balandda turgan, deformatsiyalangan va hokazo jismlarning ish bajara olish qobiliyati, ya'ni energiyasi kinetik va potentsial energiyalarga ajraladi.

Jismning kinetik energiyasi deb, uning mexanik harakat energiyasiga aytiladi.

Harakatlanayotgan har qanday jism kinetik energiyaga ega bo'lib, uning energiyasi massasi bilan tezligiga bogliqdir. Tekis harakatlanayotgan jismning tezligi o'zgarmaganligi uchun kinetik energiyasi ham o'zgarmaydi. Kuch ta'sirida jism kinetik energiyasining o'zgarishi, shu kuchning bajargan ishiga teng:

$$W_{kin} = A = F_{ishq} \cdot S \quad (9) \quad W_{kin} = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} \quad (10)$$

Jismning kinetik energiyasi massa bilan tezlik kvadrati ko'paytmasining yarmiga teng.

Mexanik sistemaning kinetik energiyasi sistemani tashkil qilgan jismlarning kinetik energiyalarining yig'indisiga teng:

$$W_{kin} = W_{kin1} + W_{kin2} + \dots + W_{kini} = \sum_{i=1}^n W_{kini} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i \mathcal{G}_i^2}{2} \quad (11) \quad \text{bunda } m_i \text{ -- sistemadagi } i \text{ --}$$

jismning (yoki moddiy nuqtaning) massasi, $\mathcal{G}_i$ -- uning tezligi.

Potentsial energiya deb, o'zaro ta'sir qilayotgan jismlar yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan paydo bo'lgan va ular bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda bajarilishi mumkin bo'lgan ish bilan o'lchanadigan fizik kattalikka aytiladi.

Shunday qilib, potentsial energiya jismlarning yoki jism qismlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan energiyadir. Potentsial energiyaga jism bilan Yer va siqilgan yoki chuzilgan prujinalarning o'zaro ta'sir energiyalari misol bo'la oladi. Ta'rifga binoan h balandlikdagi jismning Erga nisbatan potentsial energiyasi, jismning bu balandlikdan tushishida ogirlik kuchining bajargan ishi $A = P \cdot h$ ga teng bo'ladi.

Agar potentsial energiya W_n bilan belgilansa, $W_n = Ph = mgh \quad (12)$

bu erda P –jismning ogirligi, m –uning massasi, g –erkin tushish tezlanishi, h –tushish balandligi.

Yer sirtidan balandlikka ko'tarilgan jismlardan tashqari deformatsiyalangan elastik jismlar ham potentsial energiyaga ega bo'ladi. Masalan, chuzilgan elastik jismning potentsial energiyasi, uning siqilishidagi elastik kuchning bajargan ishiga teng: $W_n = A$ Ma'lumki, Guk qonuniga binoan elastiklik kuchi jismning absolyut deformatsiyasi Δl ga proporsional bo'lganligi sababli tekis o'zgaruvchan kattalikdir. Bu kuchning bajargan ishini, uning o'rtacha qiymati, ya'ni $F_{o'rt} = \frac{F_{el}}{2}$ ni o'tilgan yo'l Δl ga

ko'paytib topish mumkin: $A = F_{o'rt} \cdot \Delta l = \frac{F_{el} \cdot \Delta l}{2}$ (13) Buni qo'ysak, deformatsiyalangan

elastik jism potentsial energiyasi kelib chiqadi: $W_n = \frac{F_{el} \cdot \Delta l}{2}$ Guk qonuniga binoan

elastik kuchning absolyut qiymati $F_{el} = k\Delta l$ $W_n = \frac{k\Delta l^2}{2}$ (14) ga ega bo'lamiz. Bunda

k –jismning kattiklik bikrlilik koeffitsienti Δl –absolyut deformatsiya.

Deformatsiyalangan elastik jismning potentsial energiya kattiklik koeffitsientini absolyut deformatsiyaning kvadratiga ko'paytmasining yarmiga teng.

Energiyaning salanish onuni.

Vatning bir jinsliligi, fazoning bir jinsliligi va izotropiligini bilib olganimizdan sng mexanikada energiya salanish onuni isbot ilishga kirishamiz. Malumki, mexanik sistema ustida bajarilgan ish kinetik energiyaning orttirmasiga teng yaoni $A_{12} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = E_2 - E_1$

Navbatdagi mulo'aza faat bitta moddiy nutaga tegishli blib, moddiy nutalar tizimi uchun 'am shunday yl tri bladi. Potensial funkstiya u ning zi koordinatagagina emas, balki vatga 'am boli $u=u(x,y,z,t)$. Potensial maydonda moddiy nutani kchirishda bajarilgan

ish uyidagi integral krinishda ifodalanadi: $A_{12} = -\int \left(\frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy + \frac{\partial u}{\partial z} dz \right)$ bunga $\frac{\partial u}{\partial t} dt$ ni shib

va ayirib bajarilgan ishni topamiz: $A_{12} = -\int u + \int \frac{\partial u}{\partial t} dt$ Integrallashtan so'ng

$A_{12} = u_1 - u_2 + \int \frac{\partial u}{\partial t} dt$ (15) ifodani 'osil qilamiz. $E_2 - E_1 = u_1 - u_2 + \int \frac{\partial u}{\partial t} dt$ yoki

$(E_2 + u_2) - (E_1 + u_1) = \int \frac{\partial u}{\partial t} dt$ (16) Bu tenglama mexanikada energiya salanish onunini fodalaydi.

Mavzu. Aylanma harakat dinamikasi

Raja

1. Absolyut qattiq jismning aylanma harakati.
2. Jismning qo'zg'almas o'q atrofidan aylanma harakat
3. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini
4. Jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti
5. Juft kuchlar

Moddiy nuqtaning egri chiziqli harakatlarining eng ko'p tarqalgan va sodda turlaridan biri aylana bo'ylab harakatdir Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis

harakati deb, barobar vaqtlarda teng yoylarni bosib o'tgan harakatga aytiladi. Moddiy nuqtaning aylanish davri deb bir marta to'liq aylanishga aytiladi

Tekis aylanma harakatning chastotasi deb, jismning vaqt birligi ichidagi to'liq aylanishlar soniga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi $\nu = \frac{N}{t}$ (1) Moddiy

nuqtaning aylana buylab harakat traektoriyasiga urinma bo'ylab yunalgan tezligiga chiziqli tezlik deyiladi. $\vartheta = \frac{2\pi R}{T}$ (2) Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatining chiziqli tezlik vektori miqdor jihatidan o'zgarmas $v = const$ bo'lib, bu harakat davomida esa o'z yunalishini o'zgartirib turadi.

Mexanikada ko'p foydalaniladigan modellardan yana biri absolyut qattiq jism tushunchasidir. **Absolyut qattiq jism** deb, har qanday kuch ta'sirida ham deformatsiyalanmaydigan jismga aytiladi. Shuni nazarda tutish kerakki, tabiatda absolyut qattiq, ya'ni mutlaqo deformatsiyalanmaydigan jismlar yo'q.

Qattiq jismning har qanday harakatini ikkita asosiy harakat turiga – **ilgarilanma** va **aylanma** harakatlarga ajratish mumkin.

Qattiq jismni tashkil qiluvchi hamma elementar qismlarining harakat tezliklari son qiymati bo'yicha, ham yunalishi bo'yicha bir xil bo'lsa, bunday harakat **ilgarilanma harakat** deb ataladi. **Aylanma harakat** – bu shunday harakatki, bunda qattiq jismning hamma nuqtalari markazlari bir to'g'ri chiziqli yotadigan aylanalarni chizadi. Bu to'g'ri chiziqli aylanish o'qi bo'ladi

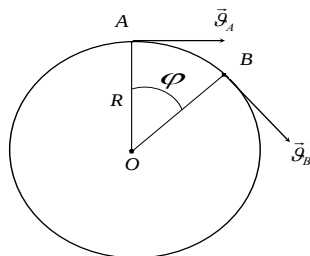
Umumiy holda qattiq jism ayni bir vaqtda ham ilgarilanma, ham aylanma harakatda bo'lishi mumkin.

Qattiq jismni ilgarilanma harakati to'g'ri chiziqli va egri chiziqli, tekis va notekis bo'lishi mumkin.

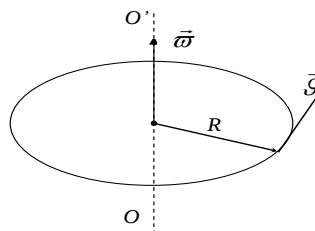
Ilgarilanma harakatning kinematik kattaliklarini quyidagi fizik kattaliklar tashkil etadilar: S yo'l, $\vec{r}$ ko'chish, $\vec{\vartheta}$ tezlik, $\vec{a}$ chiziqli tezlanish.

Qattiq jismning aylanma harakati tekis va notekis bo'ladi.

Biz bilamizki, moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakat trayektoriyasiga urinma bo'ylab yo'nalgan tezligi **chiziqli tezlik** deb ataladi.



1-rasm.



2-rasm.

Vaqt birligi ichida burilish burchagiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalik tekis aylanma harakatning **burchak tezligi** deb aytiladi (2-rasm), ya'ni $\varpi = \frac{\varphi}{t}$. (3)

Hamma birliklar sistemasida burchak tezlikning o'lchov birligi bir xil bo'lib, u

quyidagiga teng $[\omega] = \frac{[\varphi]}{[t]} = 1 \frac{pa\partial}{c} = \frac{1}{c}$. (4) (3) formuladan φ ni topamiz, ya'ni

$\varphi = \omega \cdot t$. (5) bu formula **tekis aylanma harakatning tenglamasi** deyiladi. Burchak tezlik ham vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi aylanish o'qi bo'ylab yo'nalgan (-rasm).

Har qanday tekis aylanma harakatining asosiy sharti: burchak tezlik vektorining miqdor va yo'nalish jihatidan o'zgarmas qolishidir, ya'ni

$\vec{\omega} = const$. Aylanayotgan jismning har bir nuqtasi aylana bo'ylab harakat qilib, normal tezlanishga ega bo'ladi, ya'ni $a_n = \frac{g^2}{R}$, (6) bu yerda g - nuqtaning chiziqli tezligi;

R - shu nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

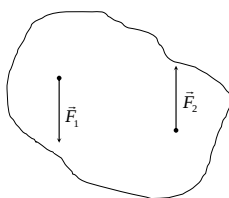
Qattiq jism aylanma harakatini dinamika nuqtai nazaridan tekshirilganda kuch tushunchasi bilan bir qatorda kuch momenti tushunchasi massa tushunchasi bilan bir qatorda inersiya momenti tushunchasi kiritiladi.

Kuch ta'sirida jismlar faqat aylanma harakat qilayotgan bo'lsin. Masalan, auditoriya eshigi, charx toshi va shu kabilar kuch ta'sirida aylanma harakat qilishlarini biz kuzatishlardan bilamiz. Aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa masofa **kuch yelkasi** deb ataladi.

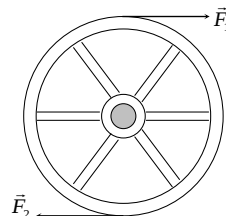
Kuchning uning yelkasiga ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalik **aylantiruvchi momenti** yoki **kuch momenti** deb ataladi, ya'ni $\vec{M} = F \cdot l$. (7)

Juft kuchlar deb bir to'g'ri chiziqli ta'sir qilmayotgan ikkita bir-biriga teng va parallel, qarama-qarshi yo'nalgan kuchlarga aytiladi.

3-rasmda $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ juft kuchlar tasvirlangan.



3-rasm.



4 -rasm.

Juft kuchlarni bir kuch bilan almashtirib bo'lmaydi, ya'ni ularning teng ta'sir etuvchisi bo'lmaydi. Shuning uchun juft kuchlar jismga ilgarilanma harakat bera olmaydi, juft kuchlar jismni aylantiradi. 4-rasmda aylanish o'qidan chiqarib olingan g'ildirak juft kuchlar ta'sirida aylanma harakat qilishi ko'rsatilgan.

Aylanma harakat bilan chiziqli tezliklari orasidagi bog'lanish. Aylana bo'ylab harakatlana-yotgan moddiy nuqtaning vaqt birligida burilish burchagiga burchak tezlik deyiladi.

Matematika kursidan ma'lumki Δs yoyning uzunligi burilish burchagi $\Delta\varphi$ va radiusi R ning ko'paytmasiga teng, ya'ni $\Delta s = R \cdot \Delta\varphi$

Unda chiziqli tezlikning aniqlanish ta'rifi asosan

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R \Delta \varphi}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = R \frac{d\varphi}{dt} = R\omega \quad (8)$$

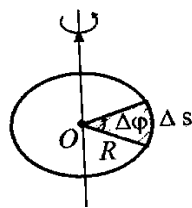
Burchak tezlikning vaqt birligida o'zgarishiga burchak tezlanish deyiladi.

Burchak tezlanishining o'rtacha qiymati.

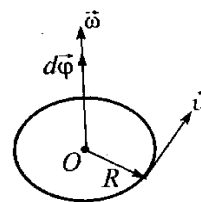
$$\varepsilon_{or} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} \quad (9)$$

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\varepsilon \quad (10)$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(R\omega)^2}{R} = \frac{R^2 \omega^2}{R} = \omega^2 R \quad (11)$$



5-rasm



Tezlanishning tangensial tashkil etuvchisi

Tezlanishning normal tashkil etuvchisi.

Ilgarilanma harakatni harakterlovchi har bir fizik kattalikka aylanma harakatni harakterlovchi bir fizik kattalik mos keladi. Masalan, chiziqli tezlikka burchak tezlik o'xshash, kuchga kuch momenti, massaga inersiya momenti va shunga o'xshash. Bu o'xshash kattaliklarni ko'gazmali bo'lishi uchun jadvalga yozaylik:

Ilgarilanma harakat		Aylanma harakat	
Vaqt	t	Vaqt	t
Chiziqli yo'l	s	Burchakli yo'l	φ
Chiziqli tezlik	$\mathcal{V}$	Burchakli tezlik	ω
Chiziqli tezlanish	α	Burchakli tezlanish	β
Kuch	F	Kuch momenti	M
Massa	m	Inersiya momenti	J
Kuch impul'si	Ft	Kuch momentining impul'si	Mt
Harakat miqdori	$m \mathcal{V}$	Harakat miqdori momenti	J ω

Aylanma harakatning hamma qonunlari orasida ilgarilanma harakat qonunlarida qanday o'xshashlik bo'lsa, shunday o'xshashlik bor. Bundan foydalanib, jadval yordamida aylanma harakat uchun harakat miqdorining saqlanish qonuniga o'xshash qonunni yozamiz:

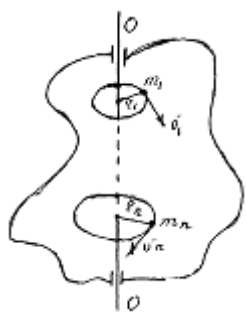
$J_1 \omega_1 + J_2 \omega_2 + J_3 \omega_3 + \dots + J_i \omega_i = \text{const} \quad (12)$ bu erda J_i va ω_i —izolyasiyalangan sistemani tashkil qiluvchi jismning inersiya momenti va burchagi tezligi. (12) formula harakat miqdori momentining saqlanish qonunini ifodalaidi:

Izolyasiyalangan sistemada barcha jismlarning harakat miqdori momentlari yigindisi o'zgarmas kattalikdir.

Qattiq jism qo'zg'almas o'q atrofida aylanganda uning harakati uchun Nyutonning **2-qonunini** tadbiq etish mumkin. Buning uchun qattiq jismning aylanma harakatini xarakterlaydigan ikki fizik kattalik—**kuch momenti M** va **inersiya momenti I** kiritiladi.

Jismning aylanish o'qiga nisbatan **inersiya momenti** deb jism har bir moddiy nuqtasi massasining aylanish o'qigacha bo'lgan masofa kvadratiga ko'paytmalarining yig'indisiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi $J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$ (13) Inersiya

momentining birligi XBS da $1\text{kg} \cdot \text{m}^2$ Endi **aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini** shunday yozish mumkin: $M = J \frac{d\omega}{dt} = J \beta$, (14) Notekis aylanma



harakatning umumiy holda berilgan paytdagi burchak tezlanishi, quyidagicha bo'ladi: $\vec{\beta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varpi}{\Delta t} = \frac{d\varpi}{dt}$. (15)

Aylanma harakatda kinetik energiya

OZ o'q atrofida aylanma harakat qilayotgan qattiq jisimning biror bo'lagining kinetik energiyasi $W_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$ (16) bo'ladi.

Bunda m va ϑ – mos ravishda jism bo'lakchasining massasi va chiziqli tezligi. Bu formulani burchak tezlik orqali ifodalasak

quyidagi ko'rinishni oladi: $W_k = \frac{mR^2\omega^2}{2} = \frac{I\omega^2}{2}$ (17)

Aylanuvchi kattik jismning kinetik energiyasi

OZ uk atrofida xarakat qilayotgan kattik jismning biror i -bulakchasining kinetik energiyasi $E_i = \frac{\Delta m_i v_i^2}{2}$ (18) bo'ladi. Bunda Δm_i va v_i -mos ravishda i -elementar bulakchanning massasi va chizikli tezligi. Chizikli tezlik urniga uning ω orqali

ifodalangan qiymatini ($v_i = R_i \cdot \omega$) quyaylik: $E_i = \frac{\Delta m_i R_i^2}{2} \omega^2$ (19) Aylanayotgan

kattik jismning kinetik energiyasi shu jismdagi barcha elementar bulakchalar kinetik energiyalarning yigindisiga teng: $E = \sum_{i=1}^n E_i = \frac{\omega^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$ (20) Agar jismning

inersiya momenti tushunchasidan $\left(J_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2 \right)$ foydalansak, kinetik energiya ifodasi

kuyidagi kurinishga keladi: $E = \frac{J_z \omega^2}{2}$. (21) Demak, qo'zg'almas uk atrofida

aylanuvchi kattik jism kinetik energiyasi jismning aylanish ukiga nisbatan inersiya momenti burchak tezlik kvadrati kupaytmasining yarmiga teng.

Ko'zg'almas 00 o'qi atrofida aylanayotgan absolyut qattiq jismni ko'raylik

Tekshirilayotgan qattiq jism n ta moddiy nuqtalardan iborat bo'lsin. Moddiy nuqta massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$ ta'sir etuvchi tashqi kuchlar $F_1, F_2, \dots, F_n$ chiziqli tezliklari $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n$ va burchak tezligi ω bo'lsin.

Jismning aylanishdagi kinetik energiyasini topish uchun har bir moddiy nuqtaning kinetik energiyasini topib, so'ngra ularni yig'indisini olamiz.

$$\begin{aligned}\frac{m_1 g_1^2}{2} &= \frac{m_1}{2} (\omega \cdot r_1)^2 = m_1 r_1^2 \frac{\omega^2}{2} \\ \frac{m_2 g_2^2}{2} &= \frac{m_2}{2} (\omega \cdot r_2)^2 = m_2 r_2^2 \frac{\omega^2}{2} \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{m_n g_n^2}{2} &= \frac{m_n}{2} (\omega \cdot r_n)^2 = m_n r_n^2 \frac{\omega^2}{2}\end{aligned}\quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i g_i^2}{2} = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 \frac{\omega^2}{2}$$

(22) - tenglikdan $\sum_i \frac{m_i g_i^2}{2} = Z$ va $\sum_i m_i r_i^2 = J$ (23) Endi formulani shunday yozish

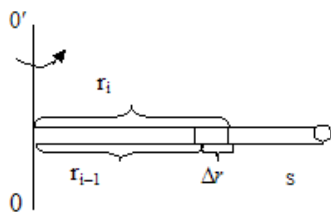
mumkin: $M = J\beta$ (24) formula aylanish dinamikasining asosiy qonunini (aylanma harakat uchun N`yutonning ikkinchi qonunini) ifodalaydi:

–jismga qo`yilgan aylantiruvchi kuchning momenti jismning inersiya momentning burchak tezlanishiga ko`paytmasiga teng;

–formuladan jismga aylantiruvchi moment tomondan beriladigan burchak tezlanish jismga inersiya momentiga bogliq bo`lishi ko`rinib turibdi: inersiya momenti qancha katta bo`lsa, burchak tezlanish shuncha kichik bo`ladi.

Binobarin, massa jismning ilgariylanma harakatidagi inertlik hossalari ifodalaganidek, inersiya momenti jismning aylanma harakatdagi inertlik hossalari ifodalari ekan. Biroq jismning inersiya momenti jism massasidan farq qilib, mumkin bo`lgan aylanish o`qlariga bogliq holda ko`p qiymatlarga ega bo`lishi mumkin. Shuning uchun, mazkur qattiq jismning inersiya momenti haqida gapirar ekanmiz, bu inersiya momentining qaysi o`qqa nisbatan hisoblanganligini ko`rsatish zarur. Amalda ko`pincha jismning simmetriya o`qiga nisbatan hisoblangan inersiya momentlari bilan ish ko`riladi. Tashqi radiusi  $R$ , ichki radiusi  $r$  bo`lgan halqaning inersiya momenti:

$$J = \frac{1}{2} m(R^2 + r^2) \quad (25) \quad 4. \text{ Radiusi } \bar{R} \text{ bo`lgan yupqa devorli}$$



halqaning (chambarakning) inersiya momenti: $J = m\bar{R}^2$

(26) formulada $r = R = \bar{R}$ deb olib, (26) formulani chiqarish oson. R radiusli disk (silindr) ning inersiya momenti:

$$J = \frac{1}{2} mR^2 \quad (27) \text{ formulada deb olib, (26) formulani}$$

chikarish oson. 6. R radiusli sharning inersiya momenti: $J = \frac{2}{5} mR^2$ (28) Agar jismning aylanish o`qi  $OO^1$  simmetriya o`qiga parallel, lekin simmetriya o`qidan  $d$  masofaga siljigan bo`lsa, parallel siljigan o`qqa nisbatan inersiya momenti  $J^1$  **Shtayner teoremasi** deb atalgan munosabat bilan ifodalanadi:  $J' = J + md^2$  (29) bu erda  $J$  – jismning simmetriya o`qiga nisbatan inersiya momenti.

Ilgarilanma harakatni harakterlovchi har bir fizik kattalikka aylanma harakatni harakterlovchi bir fizik kattalik mos keladi. Masalan, chiziqli tezlikka burchak tezlik o`hshash, kuchga kuch momenti, massaga inersiya momenti va shunga o`hshash. Bu o`hshash kattaliklarni ko`zgazmali bo`lishi uchun jadvalga yozaylik:

Aylanma harakatning hamma qonunlari orasida ilgarilanma harakat qonunlarida qanday o`hshashlik bo`lsa, shunday o`hshashlik bor. Bundan foydalanib, jadval yordamida aylanma harakat uchun harakat miqdorining saqlanish qonuniga o`hshash qonunni yozamiz: $J_1\omega_1 + J_2\omega_2 + J_3\omega_3 + \dots + J_i\omega_i = const$ (30) bu erda J_i va ω_i – izolyasiyalangan sistemani tashkil qiluvchi jismning inersiya momenti va burchagi tezligi. (30) formula harakat miqdori momentining saqlanish qonunini ifodaladi:

Aylanish kinetik energiyasi hisobiga jism ish bajarishi mumkin. Bu ish aylanish kinetik energiyasining o`zgarishi (kamayishiga) teng bo`lishi ravshan: $A = \frac{J\omega_0^2}{2} - \frac{J\omega^2}{2}$

(31) Bu erda ω^0 va ω – boshlangich va ohirgi burchak tezliklari. Tehnikada mashinalar (thaktorlar, kemalar, prokat stanlari va shunga o`hshashlar) ning bir tekis yurishini ta`minlash uchun mahovikning kinetik energiyasidan foydalaniladi: nagruzka (yuklanish) to`satdan ortganda mashina to`htab qolmaydi, balki mahovikning aylanishi tufayli yigilgan kinetik energiya hisobiga ish bajaradi.

Agar jism bir vaqtda ham ilgarilanma harakatda, ham aylanma harakatda bo`lsa, uning kinetik energiyasi ilgarilanma harakatdagi kinetik eyergiyasi bilan aylanishdagi kinetik energiyasi yigindisiga teng bo`ladi: $W_k = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$ (32) bu erda m va J – jismning massasi va inersiya momenti, ϑ va ω – uning chiziqli va burchak tezliklari. Ko`p amaliy masalalarni echishda bu qoidani nazarga olish kerak.

Mavzu. Mexanik tebranishlar va to'lqinlar

Reja

1. Matematik va fizik mayatnik.
2. So'nuvchi va majburiy tebranishlar.
3. Ko`ndalangn va bo`ylama to`lqinlar.
4. Yugurma to'lqin tenglamasi.
5. Yassi to`lqin tenglamasi.
6. To'lqin fronti.

Takrorlanayotgan jismlarnning fizik tabiatiga qarab tebranishlar mexanik, elektromexanik, elektromagnit va boshqalarga ajraladi. Biz mexanik tebranishlarni ko`ramiz. Tebranishlar *erkin* tebranishlar, *majburiy* tebranishlar, *avtotebranishlarga* bo`linadi.

Tebranma harakat yoki tebranish deb, davriy ravishda takrorlanadigan harakatga aytiladi.

Tebranish amplitudasi A deb tebranayotgan moddiy nuqtaning muvozanatdan chetga maksimal siljish kattaligiga aytiladi.

Amplitudasi A ning vaqt bo'yicha o'zgarishiga qarab tebranishlar ikki xil: **sunmas** va **sunuvchi** tebranishlarga bo'linadi.

Vaqt o'tishi bilan amplitudasining moduli o'zgarmay qoladigan tebranishga sunmas tebranish deyiladi, vaqt o'tishi bilan kamayib boruvchi tebranishga esa sunuvchi tebranish deyiladi.

Muvozanat holatidan chiqarilganidan so'ng, o'zicha tebranadigan sistemadagi tebranishlarga **erkin** tebranish deyiladi. Masalan, matematik mayatnikning tebranishi erkin tebranishlarga misol bo'ladi. ***Bir marta turtki berilgandan yoki muvozanat vaziyatidan chiqarilgandan s'ong ichki kuchlar tasirida yuzaga keladigan tebranishlar erkin tebranishlar deyiladi.***

Bunga misol qilib ipga osib qo'yilgan sharcha (mayatnik) ning tebranishini olish mumkin. Tebranishlar vujudga kelishi uchun sharchani turtib yuborish yoki uni muvozanat holatidan chetga chiqarib qo'yib yuborish kifoya.

Tebranish chastotasining birligi **1 Gers**.

Tebranishlar sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha sodir bo'lsa, bunday tebranishlarga **garmonik tebranishlar** deyiladi.

Garmonik tebranishga misol qilib kichik burchak ostida tebranayotgan matematik mayatnikning tebranishini olish mumkin. Garmonik tebranma harakat quyidagi

tenglama bilan ifodalanadi: $X = X_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$, (1) Garmonik tebranishlar tenglamasi

shunday yoziladi: $X = A \cos(\omega t + \varphi)$, (2) bu yerda A - amplituda, φ - tebranish fazasi, ω -

doiraviy yoki siklik chastota. $\omega = \frac{2\pi}{T}$. (3) **Tebranish fazasining** fizik ma'nosi shundan iboratki, u vaqtning istalgan paytidagi siljishni, ya'ni tebranayotgan sistemaning holatini belgilaydi.

(3) Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning $\mathcal{G}$ tezligi (2) ifodadan vaqt bo'yicha olingan hosilaga teng. $\mathcal{G} = x' = -A \sin(\omega t + \varphi)$ (4)

Agar (4) dan yana vaqt bo'yicha hosila olsak, tebranayotgan nuqtaning tezlanishini topamiz: $W = x'' = A \cos(\omega t + \varphi)$ (5)

Garmonik tebranayotgan m massali moddiy nuqta $\mathcal{G}$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa o'nga $F = 2kx$ (bunda $k = m\omega^2$ **kvazielastik** kuch koeffitsienti) kuch ta'sir qiladi shuning uchun u W_k kinetik va W_n potentsial energiyalarga ega

bo'ladi. $W_k = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} = \frac{mA\omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0)$ (6) $W_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{mA\omega^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0)$ (7) Garmonik

tebranayotgan moddiy nuqtaning to'liq energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$W_T = W_k + W_n = \frac{mA\omega^2}{2}$ (8) Demak, energiya saqlanish qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

“Yopiq sistemada garmonik tebranma harakatda to'liq energiya potentsial va kinetik energiyalar yig'indisiga teng bo'lib, ularning yig'indisi o'zgarmaydi, ular faqat bir turdan ikkinchi turga aylanib turadi”.

Majburiy tebranishlar. Erkin tebranishlardan amalda kamdan-kam foydalaniladi. Istalgancha uzoq vaqt davom eta oladigan soʻnmas tebranishlar esa katta amaliy ahamiyatga ega. Soʻnmas tebranishlarni hosil qilish uchun tebranuvchi sistema energiyasining kamayishini chetdan toʻldirib turish lozim. Buning eng qulay usuli sistemaga davriy oʻzgarib turuvchi kuch bilan tasir etib turishdir. Bunga ichki yonuv dvigateli stilindridagi porshenning tebranishlari, misol boʻla oladi.

Davriy oʻzgarib turuvchi tashqi kuch tasirida boʻladigan tebranishlarni majburiy tebranishlar deb ataladi, bu kuchni majburiy etuvchi kuch, **tebranuvchi sistemani esa majburiy sistema deyiladi.**

Odatda, majbur etuvchi kuch sifatida vaqt buyicha sinus yoki kosinus qonuni bilan oʻzgaradigan kuchdan foydalaniladi. Bunday kuchning ifodasi $F = F_0 \sin \omega t$ (9) koʻrinishda boʻladi, bu erda F_0 –kuchning amplituda (maksimal) qiymati, ω –kuch tebranishlarining doyraviy chastotasi.

Sistemaning majburiy tebranishlari chastotasi hususiy tebranishlari chastotasiga yaqinlashganda tebranishlar amplitudasining keskin ortib ketish hodisasi rezonans deb ataladi. Rezonans roʻy beradigan chastota rezonans chastota deb ataladi.

Rezonans hodisasi har qanday tabiatli tebranishlarda kuzatiladi. Bu hodisadan, masalan, akustikada tovushni kuchaitirishda, radiotexnikada elektr tebranishlarni kuchaitirishda keng foydalaniladi.

Tebranayotgan sistemalarga misol sifatida **matematik** va **fizik mayatniklarni** koʻrsatish mumkin.

Matematik mayatnik deb vaznsiz va choʻzilmaydigan uzun ipga osilgan va ogirlik kuchi tasirida tebranma harakat qila oladigan moddiy nuqtaga aytiladi.

Matematik mayatnik uchun tebranish davri shunday koʻrinishga ega: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, (10)

bu yerda l - matematik mayatnikning uzunligi, g - erkin tushishi tezlanishi. **Fizik mayatnik.** - **Fizik mayatnik deb inertsia markazidan oʻtmaydigan qoʻzgʻalmas aylanish oʻqi atrofida ogʻirlik kuchi taʼsirida harakatlana oladigan qattiq jism tushuniladi.**

Fizik mayatnikning tebranish davri quyidagicha boʻladi: $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgL}}$ (11) Bu yerda J – inertsia momenti, m –jism massasi, R –fizik mayatnikning osilish oʻqidan inertsia markazigacha boʻlgan masofa, g –erkin tushish tezlanishi.

Prujinali mayatnik-bir uchi maxkamlangan prujina va unga osilgan m massali yukdan iborat sistemani prujinali mayatnik deyiladi

Uning tebranish davri ifodasi quyidagi koʻrinishda boʻladi: $T_n = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (12)

Bu yerda k –prujina materialining bikrligi, m –yukning massasi.

Tebranishlarning fazoda tarqalishiga **toʻlqin** deb ataladi. Toʻlqinlar ikki xil boʻladi: **kundalang** va **buylama toʻlqinlar**. muhitning zarralari toʻlqin tarqalayotgan yoʻnalishga

perpendikulyar yo'nalish bo'ylab tebranadigan to'lqinlarga **ko'ndalang to'lqinlar** deyiladi.

Buylama to'lqinlar. Muhit zarralari tebranish bo'lib tarqaladigan to'lqinlar buylama to'lqin bo'lib hisoblanadi. Bunga bir uchidan ushlab tebratilgan ipni misol keltirsa bo'ladi.

Bo'ylama to'lqinlar elastik hajmga ega bo'lgan muhitlarda, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon jismlardagina tarqala oladi.

Ko'ndalang to'lqinlar. Muhit zarralari tebranishiga ko'ndalang tarkalsa bunday tebranish ko'ndalang to'lqin deyiladi. Bunga otilgan toshdan keyin suv to'lqinlarining tarqalishini misol qilsa bo'ladi.

Zarralarning to'lqinning tarqalish yo'nalishiga tik (perpendikulyar) bo'lgan to'lqin ko'ndalang to'lqin deb ataladi.

To'lqin uzunligi λ , to'lqin tezligi ϑ , tebranish davri T va chastotasi N orasida quyidagi bog'lanish bor: $\vartheta = \lambda N$. (13)

Ko'ndalang to'lqinlar faqat qattiq jismlarda va ikkita muhit chegarasida tarqaladi, chunki bu muhitlar siljish deformatsiyasiga ega.

Bo'ylama to'lqinlarga tovush to'lqinlari misol bo'ladi, ko'ndalang to'lqinlarga esa suyuqlik sirtida, arqon, rezina shnur, tor va shu kabilar misol bo'ladi. To'lqinlarning shakli to'lqin sirti va to'lqin fronti bilan harakterlanadi.

Elastik to'lqinlar. Har qanday (qattiq, suyuq va gazsimon) jismning zarralari orasida o'zaro tutinish kuchlari mavjud bo'lib, zarralar bir-biriga nisbatan siljiganda elastiklik kuchlari yuzaga keladi. Shu sababli qattiq, suyuq va gaz holatdagi muhit **elastik muhit** deb ataladi.

Agar elastik muhitning biror joyidagi zarra tebranma harakatga keltirilsa, u holda elastiklik kuchlari tufayli zarraning tebranishlari muhitning qo'shni zarralariga uzatiladi. Biror vaqtdan so'ng tebranishlar butun muhitga tarqaladi. Mexanik tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni **mexanik to'lqin** deb ataladi.

Mexanik tebranishlarning elastik muhitda tarqalish jarayoniga mexanik to'lqin deyiladi.

To'lqin sirti deb bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik urniga aytiladi.

Yassi to'lqin tenglamasi. Muhitning to'lqin jarayonda ishtirok etayotgan zarralarining vaqtning istalgan paytidagi siljishi bilan bu zarralarning tebranishlar markazidan uzoqligi orasidagi boglanishni ifodalaydigan munosabat **to'lqin tenglamasi** bo'ladi.

Bu tenglama vaqtning ixtiyoriy paytida to'lqinning ixtiyoriy nuqtasining siljishini aniqlashga imkon beradi, uni yo'nalish bo'yicha tarqalayotgan yassi to'lqin

tenglama deyiladi. (13) tenglamaga $\vartheta = \frac{\lambda}{T}$ ifodani qo'yib va $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ (14)

ekanligini nazarga olib, to'lqin tenglamasining boshqa ko'rinishlarini hosil qilish mumkin:

$$\begin{aligned}
x &= x_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{y}{\lambda} \right), \\
x &= x_0 \sin 2\pi \left(\nu t - \frac{y}{\lambda} \right), \quad (15) \\
x &= x_0 \sin \left(\omega t - 2\pi \frac{y}{\lambda} \right)
\end{aligned}$$

Gyugens prinsipiga ko'ra, muhitning to'lqin etib borgan har bir nuqtasining o'zi, ikkilamchi to'lqinlarning manbai bo'lib qoladi, yani bu nuqtadan huddi markazdan tarqalgandek, yangi sferik to'lqin tarqala boshlaydi. Ikkilamchi to'lqinlar dastlabki front harakatlanayotgan yo'nalishlardan boshqa barcha yo'nalishlarda o'zaro so'nadi, yani bir-birini so'ndiradi.

To'lqinlarning elastik muhitda tarqalishi. *Elastik to'lqinlar deb*, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon muhitda tarqaladigan mexanik g'alayonlanishlarga aytiladi. Elastik to'lqinlar **boylanma** va **ko'ndalang** bo'lishi mumkin. Bo'ylanma to'lqinlarda muhit zarralari to'lqin tarqalish yo'nalishida tebranadi. Ko'ndalang to'lqinlarda esa tarqalish yo'nalishiga perpendikular tekislikda tebranadi. Suyuqliklarda va gazlarda faqat bo'ylanma to'lqinlar vujudga keladi. Qattiq jismlarda esa ham bo'ylanma, ham ko'ndalang to'lqinlar vujudga kelishi mumkin.

Maksvell nazariyasiga asosan, elektromagnit to'lqinning biror muhitda tarqalish tezligi shu muhitning elektr va magnit xususiyatlariga nuqta bo'lib, uning qiymati quyidagi

munosabat orqali aniqlanadi.
$$g = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \sqrt{\mu \varepsilon}} \quad (16)$$
 Vakuumda muhit magnit

singdiruvchanligi μ va dielektrik singliruvchanligi ε biriga teng. Shuning uchun

vakuumda elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi
$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} \quad (17)$$
 Munosabat

bilan ifodalanadi. Bu ifodadan foydalanib $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$ ni quyidagi bo'libda yozish

mumkin:
$$\nu = \frac{1}{\sqrt{\mu \varepsilon}} \quad (18)$$
 Demak, elektromagnit to'lqinning muhitda tarqalish tezligi

vakuumdagi tezligidan $\sqrt{\mu \varepsilon}$ marta kichik. Elektromagnit maydon enegiyasining

zichligini
$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$$
 ifoda bilan aniqlanuvchi elektromagnit to'lqinning tezligiga

ko'paytirsak, birlik vaqtda
$$c = 1 / \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \quad (19)$$

Mexanik to'lqin deb, mexanik tebranishlarning elastik muhitda tarqalish jarayoniga aytiladi. To'lqinlar tebranishi va tarqalish yo'nalishining o'zaro munosabatiga qarab ikki turga bo'linadi: bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar.

Bo'ylama to'lqin deb, muhit zarralari harakati tebranish tarqalishi bo'ylab bo'ladigan to'lqinga aytiladi.

Ko'ndalang to'lqin deb, muhit zarralari harakati tebranish tarqalish yo'nalishiga ko'ndalang bo'lib tarqaladigan to'lqinga aytiladi.

To'lqinlarning shakli to'lqin sirti, to'lqin fronti bilan xarakterlanadi.

To'lqin sirti deb, bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi.

To'lqin fronti deb, to'lqin etib kelgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi.

To'lqin uzunligi deb ataluvchi kattalik – muhitning xususiyatiga va tebranish chastotasiga bog'liq ravishda to'lqin sirtining, ya'ni to'lqin fazasining bir davr ichidagi siljishini xarakterlaydi. To'lqin uzunligi λ deb, bitta nurda yotgan bir xil fazada tebranayotgan qo'shni nuqtalar orasidagi masofaga aytiladi va quyidagi formula bilan

hisoblanadi: $\lambda = \vartheta \cdot T = \frac{\vartheta}{\nu}$, (20) bunda: $\vartheta = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$ (21) to'lqin tezligi; $\nu = \frac{\vartheta}{\lambda}$ (22) to'lqin tarqalish chastotasidir.

Tebranishlarning fazalar farqi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlar **kogerent to'lqinlar** deb ataladi.

Ikkita kogerent to'lqinlarning qo'shilish hodisasiga **to'lqin interferensiyasi** deb ataladi.

Mavzu. Akustika

Reja

- 1.Akustikaning fizikaviy asoslari.
- 2.Tovush manbalari
- 3.Ultratovush va infratovush
- 4.Tovushning balandligi

Tovush hodisalari o'rganiladigan fizika bo'limiga **akustika** deyiladi. Tovush to'lqinlarining vujudga kelishi va tarqalishi bilan bog'liq hodisalar esa **akustik hidisalar** deyiladi. **qulogimiz tovush sifatida qabul qila oladigan tebranishlarni akustik tebranishlar deb yuritiladi.**

Har qanday tebranuvchi jism tovush manbay bo'lishi mumkin. Masalan, kamertonga bolgacha bilan ursak, kamerton tovush chiqara boshlaydi. Agar kamertonni qo'l bilan ushlasak, uning tebranishlari to'xtaydi, tovush eshitilmay qoladi..

Elastik muhitda tarqalayotgan to'lqinlar chastotasi 16 Gs dan 20000 Gs gacha bo'lsa, bunday to'lqinlarni inson eshitish organi – qulog'i orqali sezadi. Shuning uchun chastotasi 16 Gs dan 20000 Gs gacha bo'lgan bo'ylama mexanik to'lqinlar **tovush to'lqinlari** yoki **tovush** deb aytiladi.

Agar to'lqin chastotasi 16 Gs dan kichik bo'lsa buni inson sezmaydi va bunday tovushlarni **infratovushlar** deyiladi. Chastotasi 20000 Gs dan katta tovushlarni **ultratovushlar**, chastotasi 10^9 dan 10^{13} Gs gacha bo'lgan tovushlarni **gipertovushlar** deyiladi. Ularni ham inson tovush sifatida sezmaydi.

Amalda tovushning ta'sirini baholash uchun tovushning **kuchi** yoki **intensivligi** degan tushunchalar kiritiladi.

Tovushning **intensivligi deb**, tovush to'lqinlarining yo'nalishiga **perpendikulyar** bo'lgan bir birlik yuza orqali vaqt birligi ichida o'tgan tovush energiyasiga miqdor jihatdan

teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi: $I = \frac{W}{St}$ (1) bunda, W – tovush to'liqining energiyasi; S – to'liqin o'tgan yuza; t – to'liqinning o'tish vaqti. $\frac{\mathcal{K}}{M^2 C} = \frac{B\Gamma}{M^2}$

Insonning qulog'i juda sezgir bo'lganligi sababli, u ancha keng diapazonli tovush intensivligini qabul qila oladi. Insonning qulog'i chastotasi 1000 ÷ 3000 Gs orasida bo'lgan tebranishlarga nisbatan juda sezgir bo'lib, bu chastota oralig'ida **eshitish bo'sag'asi** intensivligi $I_0 = 10^{-12} \text{ Vt/m}^2$ ga tengdir.

Tovushning intensivligini haddan tashqari katta bo'lganda ham quloq uning tebranishlarini tovush sifatida qabul qilmaydi. Bu tebranishlar quloqda og'riq tuyg'usini uyg'otadi. Tovushning bu maksimal intensivligi I_m ga **og'riq sezish bo'sag'asi** deb ataladi.

Tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, og'riq sezish bo'sag'asi hamma chastotalarda taxminan bir xil bo'lib, u $I_m = 10 \text{ Vt/m}^2$ ga teng.

I_0 va I_m intensivliklar juda keng intervalda o'zgarganligi uchun ularni taqqoslash o'rniga logarifmlarni taqqoslash qulaydir. Tovushning bunday sub'ektiv taassurot bahosi **qattqlik** bo'lib, u **eshitish sezgisi** darajasini harakterlaydi.

Tovushning qattqligi matematik nuqtai nazardan tovush intensivligining logarifmiga proporsional. Tovushning **qattqlik darajasi** quyidagi qonun asosida aniqlanadi:

$L = k \lg \frac{I}{I_0}$ (2) bunda k – proporsionallik koeffitsiyenti. Agar $k=1$ deb olinsa, tovushning

qattqligi **bel** (B) deb ataluvchi birlikda o'lchanadi, ya'ni $L = \lg \frac{I}{I_0}$ (3) $[L] = 1\text{B}$ **Bel**

bilan bir qatorda undan 10 marta kichik bo'lgan desibel (**dB**) larda ham o'lchanadi. Bu holda: $L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ $[L] = 1\text{dB}$. Muhitdagi tovush tebranishlari garmonik bo'lgandagina

eshitish orqali baholangan tovushning balandligi ob'ektiv ravishda tebranish chastotasiga mos keladi. Agar muhitdagi tovush tebranishlari garmonik bo'lmasa, ya'ni **angarmonik** bo'lsa, bu tebranishni chastotasi karrali bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisi sifatida tasavvur qilish mumkin. Bu holda garmonik tebranishning eng kichik chastotasi ν_0 bilan harakterlanadigan tashkil etuvchisiga asosiy **ton** deyilib va qolgan tashkil etuvchilariga esa **obertonlar** deyiladi.

Tovush asosiy toniga mos keluvchi chastotaga ν_0 ni quloq tovushning balandligi sifatida qabul qilinadi.

Tovush asosiy **tonining chastotasi** qancha katta bo'lsa, tovushning **balandligi** ham shuncha yuqori bo'ladi.

Tovushning qattqligi va balandligidan tashqari odam ajrata oladigan yana bir sifat belgisi uning **tembridir**.

Inson tovushning tembriga qarab tovush manbalarini bir-biridan ajrata oladi. Masalan, tovush tembriga qarab kim gapirayotganini, kim kuylayotganini yoki qanday cholg'u asbobida chalinayotganligini aniqlash mumkin.

Tebranish chastotalari 20000 Gs dan katta bo'lgan mexanik tebranishlarni inson qulog'i tovush sifatida qabul qilmaydi. Ularga **ultratovushlar** deyiladi. Ultratovush chastotalarining yuqori chegaralari shartli ravishda 10^8 Gs deb qabul qilingan.

Ultratovushni hosil qilish (generatsiyalash) va qabul qilish uchun ultratovush nurlatgich va **priyomnik** deb ataluvchi asboblari ishlatiladi. Ultratovush nurlatgichlardan eng ko'p tarqalgan elektrotexnik nurlatgichlar bo'lib, ularning ishlash prinsipi teskari p'ezoelektrik hodisasiga asoslangan.

Texnika va amaliyotda ultratovushlar ko'p qo'llaniladilar. Ultratovush defektoskopi yordamida metall buyumlarning nuqsonlarini, jismlarning chiziqli o'lchamlarini aniqlashda muvaffaqiyatli qo'llanishi mumkin, bu ayniqsa, atrofdagi o'lchov asboblari bilan o'lchash mumkin bo'lmagan joylarda, masalan, qozonlarning devorlarini tekshirishda va shu kabilarda juda qo'l keladi.

Ultratovushlar biologik va fiziologik ta'sirga ega. Masalan, ba'zi o'simliklarning, paxta, no'xat, kartoshka va shunga o'xshash urug'lariga ultratovush ta'sir ettirilganda ular tez o'nadi va hosildorligi ortadi, qizil qon tanachalari yemiriladi, ultratovush ta'sir etganda itbaliq, baliqchalar bir minut davomida o'ladi, ultratovushning mikroorganizmlarni o'ldirishi ulardan sterilizatsiyada foydalanish imkonini beradi.

Tebranish chastotasi 20 Gs dan kichik bo'lgan mexanik to'lqinlarga **infratovush to'lqinlar** yoki infratovush deb ataladi. Ular insonda tovush sezgisini uyg'otmaydi. Infratovush to'lqinlar dovul va zilzilalar vaqtida, dengiz va Yer qobig'ida hosil bo'ladi.

Inson yaratilgan quyidagi ob'ektlar infratovush manbalari sifatida xizmat ko'rsatishlari mumkin: turbinalar, ichki yonish dvigatellari, po'lat eritish o'chog'i va hokazolar.

Quritish, pasterizatsiya va boshqa texnologik jarayonlarida infraqizil nurlanishdan foydalanish mumkin.

Tovush deb, insonning eshitish organida tovush sezgisini uyg'otuvchi bo'ylama mexanik to'lqinlarga aytiladi.

Quyidagi to'rtta shart bajarilganda inson tovushni eshitadi:

- 1) *Tovush manbai mavjud bo'lishi;*
- 2) *Tovush manbai va quloq orasida elastik muhitning bo'lishi;*
- 3) *Tovush manbaining tebranish chastotasi 20 Gs bilan 20 kGs orasida bo'lishi;*
- 4) *Tovush to'lqinlarining quvvati eshitish organida tovush sezgisini hosil qilishga etarli bo'lishi kerak.*

Har qanday moddada tovush ma'lum tezlik bilan tarqaladi, uning tarqalish tezligi $v = \frac{s}{t}$ formula bilan aniqlanadi, bu erda s tovushning t vaqt oraligida o'tgan masofasi.

Tovushning tarqalish tezligi muhitning hossalriga va temperaturaga bogliq bo'ladi: muhitning elastikligi va zichligi qancha katta bo'lsa, tovushning tarqalish tezligi shuncha katta bo'ladi. **Bunday moddalarning tovush o'tkazuvchanligi katta bo'ladi. (moddaning tovushni o'tkazish qobiliyati tovush o'tkazuvchanligi deb ataladi)**

Tovush to'lqinlari ham barcha to'lqinlar singari har qanday moddada cheklangan tezlik bilan tarqaladi. Masalan: 0^0 temperaturada havoda $v_T = 332 \text{ m/s}$, uy temperaturasida $v_T = 340 \text{ m/s}$, suvda $v_T = 1480 \text{ m/s}$, shishada $v_T = 5600 \text{ m/s}$, po'latda

$\vartheta_T = 5000 \text{ m/s}$, kislorodda $\vartheta_T = 1263 \text{ m/s}$, karbonat angedridda $\vartheta_T = 258 \text{ m/s}$. **(dB) Desibel** to'g'risida yana ham aniqroq tasavvur hosil qilish mumkin: qattiqlikning odam qulog'i seza oladigan minimal o'zgarishi 1 desibelga teng ekan.

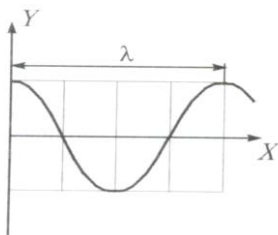
Tovush tebranishlari elastik muhit orqali uzatiladi. Bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagicha tajriba o'tkazish mumkin. Havo nasosi qalpogi ostiga elektr qo'ngirogini o'rnatib, uni harakatga keltiraylik. Qalpoq ostida havo bo'lganda qo'ngiroqdan chiqayotgan tovush aniq eshitiladi. Qalpoq ostidagi havoni asta-sekin so'rib olingan sari tovush zaiflashadi va havo batamom siyraklashganda (vakuum bo'lganda) garchi qo'ngiroq ishlab tursa ham, hech qanday tovush eshitilmai qoladi. Bundan tovush to'lqinlari muhitda tarqaladi, vakuumda esa tarqalmaydi, degan hulosaga kelamiz.

Tovushning balandligi, qattiqligi va tembri. Barcha tovushlar musiqiy tovushlarga va shovqinlarga bo'linadi. Masalan, musika asboblari chiqaradigan *tovushlar*, *ashula musiqiy* tovush hisoblanadi. Avtomobil yurganda, portlashda, suv sharsharasidan **shovqin** hosil bo'ladi.

Har qanday real tovush oddiy garmonik tebranish emas, balki malum chastotalar to'plamiga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yigindisidan iborat bo'ladi. *tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushning akustik spektri deb ataladi. Agar tovushda v_1 dan v_2 gacha oraliqdagi barcha chastotaga ega bo'lgan tebranishlar ishtirok etsa, u holda spektr tutash spektr deyiladi. Masalan, shovqin tutash akustik spektrga ega. Agar tovush v_1, v_2, v_3 va hokazo, uzlukli, yani bir-biridan chekli intervallar bilan ajralgan chastotali tebranishlardan tashkil topgan bo'lsa, chiziqli akustik spektr deyiladi.* Masalan, musiqiy tovushlar (ularni **ohangdor** tovushlar deb ham ataladi) chiziqli spektrga ega.

Tayinli bir chastotali tovush musiqiy ton (musiqiy ohang) yoki to'gridan-to'g'ri **ton** ataladi. Garmonik tebranayotgan jismning chiqarayotgan tovushi **musiqiy ton** bo'ladi. Musiqiy tovushlar bir-biridan **qattiqligi** va **balandligi** bilan farq qiladi.

Tovushning **qattiqligi** tebranish amplitudasiga bogliq bo'ladi: tebranish amplitudasi qancha katta bo'lsa, tovush shuncha qattiq bo'ladi. Masalan, kamerton



shohisha bolgacha bilan qanchalik kuchli zarba berilsa, kamerton shunchalik qattiq ovoz chiqarganini eshitamiz, chunki kuchli zarba tasirida katta amplitudali tebranishlar yuzaga keladi.



2-rasm

Tovushning **balandligi** tebranish chastotasiga bogliq;

tebranish **chastotasi** qanchalik yuqori bo'lsa, tovush shunchalik baland hisoblanadi. Masalan, torning tarangligini orttirib (bunda torning erkin tebranishlari chastotasi ortadi), uning tovush balandligini oshirish mumkin.

Ultratovush to'lqinlari inson faoliyatining turli-tuman sohalarida keng ishlatiladi. Masalan, ultratovush to'lqinlari ilmiy-tadqiqot ishlarida modda (ayniqsa, suyuqlik) ning

hossalarini o'rganish maqsadida; suvda lokasiya ishlari olib borishda, yani buyumlarni topish va ulargacha bo'lgan masofani aniqlashda (lokatorlar); chuqurlikni o'lchash va dengiz tubining relefini aniqlash ishlarida (eholotlar); ultratovush defektoskopiya, yani metall buyumlarning nuqson (defekt) larini topish, ularning o'lchamlarini va qaerda joylashganliklarini aniqlashda (defektoskop) va boshqa ko'p maqsadlarda keng qo'llaniladi. Ultratovush to'lqinlari manbadan tarqalib, o'z yo'lida to'siqqa uchraganda undan qaytadi. Qaytgan tovushlarni qayd qilib va ultratovush impulsini yuborish va qayd qilish orasidagi vaqtni bo'lgan holda qaytaruvchi buyumning qaerda va qanday masofada turganini aniqlash mumkin.

To'lqinlar. *Tebranishlarning muhitda tarkalish jarayoniga to'lqinli jarayon yoki to'lqin deyiladi.* To'lqinlar tarkalganda muhitning zarralari to'lqin bilan birgalikda harakatlanmaydi, balki muvozanat vaziyati atrofida tebranadi. Zarradan-zarraga tebranma harakat holati va to'lqin energiyasigina uzatiladi. SHuning uchun ham moddaning emas balki energiyaning ko'chirilishi barcha to'lqinlarga xos xususiyatdir. **To'lqinlar asosan:** suyuqlik sirtidagi to'lqinlar, elastik to'lqinlar va elektromagnit to'lqinlarga, ajratiladi *Elastik to'lqinlar deb elastik, ya'ni kattik, suyuq va gazsimon muhitda tarkaladigan mexanik g'alayonlanishlarga aytiladi.* Elastik to'lqinlar bo'ylanma va ko'ndalang bo'lishi mumkin.

Bo'ylanma to'lqinlarda muhit zarralari to'lqin tarkalish yo'nalishida tebranadi Ko'ndalang to'lqinlarda esa tarkalish yo'nalishiga perpendikulyar tekislikda tebranadi. Suyukliklarda va gazlarda fakat bo'ylanma to'lqinlar vujudga keladi. Kattik jismlarda esa ham bo'ylanma, ham ko'ndalang to'lqinlar vujudga kelishi mumkin.

To'lqin xarakteristikalari.

Bir xil fazada tebranayotgan ikkita eng yaqin zarralar orasidagi masofaga to'lqin uzunligi deyiladi va λ harfi bilan belgilanadi. (2-rasm) $\lambda = gT$ (4) bu erda

g -to'lqinning tarkalishtezligi; T -davri. Agar $T = \frac{1}{\nu}$ ekanligini e'tiborga olsak. $g = \lambda \cdot \nu$ (5) bu erda ν chastota.

Yassi to'lqinlar. Agar to'lqinning tarkalish jarayonini chukurrok o'rgansak na fakat x o'ki bo'ylab yo'nalgan zarralar balki ma'lum hajmdagi zarralar majmui ham tebranadi. Boshkacha aytganda tebranish manbaidan tarkalayotgan to'lqinlar fazoning yangi-yangi sohalarini egallab boradi. *t vaqtda tebranish etib borgan nuqtalarning geometrik o'rniga to'lqin fronti deyiladi. Bir xil fazada tebranadigan nuqtalarning geometrik o'rniga esa to'lqin sirti deyiladi.*

To'lqinning qaytish printsipi: *Tushayotgan va qaytayotgan nurlar va tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotishadi. Qaytish burchagi γ tushish burchagi α ga teng.* (2-rasm) **To'lqinning sinishi.** Ikki muhit chegarasida to'lqin yo'nalishining o'zgarishiga to'lqinning sinishi deyiladi. (1-rasm) *Tushayotgan nur, singan nur va nur tushgan nuqtaga ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi.* Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbatan har ikkala muhit uchun ham o'zgarmas kattalikdir.

Tovush to'liqlari. To'liqlar odam kulog'iga etib borganda kulok pardasini majburiy tebrantiradi va odam tovushni eshitadi. Odanda tovush sezgisini o'yg'otuvchi elastik to'liqlarga tovush to'liqlari deyiladi. Tovush to'liqlarining chastotasi 16-20.000 Gs oralig'ida bo'ladi. $\nu < 16$ Gs va $\nu > 20.000$ Gs chastotali to'liqlar insonning eshitish organlari tomonidan kabul kilinmaydi. $\nu < 16$ Gs chastotali to'liqlarga infratovush va $\nu > 200000$ Gs chastotali to'liqlarga ultratovush to'liqlari deyiladi. Bundan tashkari tovush to'liqlarining kuvvati odamda sezgi o'yg'otish uchun etarli bo'lishi kerak. Tovush to'liqlari ham barcha to'liqlar kabi muhitda tarkaladi va bo'shlikda tarkala olmaydi. SHuning uchun ham vakuumdan tovush uzatilmaydi. Tovush to'liqlari kanday to'liqlar? Gazlarda va suyuqliklarda tovush to'liqlari fakatgina bo'ylanma bo'lishi mumkin. CHunki bu muhitlar fakatgina sikilish (cho'zilish) deformatsiyasiga nisbatangina elastiklik kobiliyatiga ega. Kattik jismlar esa ham sikilish (cho'zilish) ham siljish deformatsiyalariga nisbatan elastik bo'lganliklari uchun ularda tovush to'liqlari ham bo'ylanma ham ko'ndalang bo'lishi mumkin. Tovushning tezligi.

Bahorda avval chakmok chaknashini keyin esa momakaldirok tovushini eshitamiz. Bu hodisa tovushning tezligi yorug'likning tezligidan juda kichik ekanini ko'rsatadi. Tovushning $T=273K$ da havodagi tezligi $V = 331$ m/s ga teng. To'liqlarning tarkalish tezligi muhitga va haroratga bog'lik. Bu xususiyat tovushning tarkalish tezligiga ham xosdir. Masalan tovushning suvdagi tarkalish tezligi $\vartheta_s = 1450$ m/s po'latda esa $\vartheta_p = 5000$ m/s Tovushning intensivligi (tovushning kuchi).

Tovushning intensivligi deb tovush to'liqlarining, tarkalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan olib o'tadigan energiyasi bilan

aniklanadigan kattalikka aytiladi.

$$I = \frac{W}{St} \quad [I] = \frac{[W]}{[S][t]} = \frac{1\mathcal{K}}{1m^2 1c} = 1 \frac{\mathcal{K}}{m^2 \cdot c} = 1 \frac{Bm}{m^2}$$

Tovush intensivligining SI dagi birligi. To'liqin energiyasi to'liqin amplitudasi va chastotasining kvadratlariga to'g'ri proportsional. SHuning uchun ham to'liqin intensivligi to'liqin amplitudasi, chastotalarining kvadratiga to'g'ri proportsional deyiladi. SHuni kayd etish kerakki inson kulog'ining sezuvchanligi turli chastotalar uchun turlichadir. Kishida tovush tuyg'usini o'yg'otish uchun har bir chastotaga mos ma'lum minimal intensivlik mavjud. Agar intensivlik o'sha chegaradan oshib ketsa tovush eshitilmaydi va kulokda og'rik ko'zg'atadi. SHunday kilib har bir to'liqin chastotasi uchun eng kichik (eshitish bo'sag'asi) va eng katta (og'rik sezish bo'sag'asi) tovush intensivligi mavjuddir. Eshitish va og'rik sezish bo'sag'alarining tovush chastotasiga bog'likligi ko'rsatilgan. Ular orasida eshitish sohasi joylashgan. **Ultratovushlarning qo'llanilishi.**

CHastotasi $\nu > 20000$ Gs bo'lgan elastik to'liqlarga ultratovushlar deyiladi. Uning chastotasi katta, to'liqin uzunligi kichik va shuning uchun kat'iy yo'nalgan nur sifatida hosil kilish mumkin.

Texnikada ultratovush ikki xil usulda hosil kilinadi: 1) Mexanik havo va suyuqlik xushtaklari, sirenalar yordamida; 2) elektromexanik-elektr tebranishlarni mexanik tebranishlarga aylantirish natijasida.

Lekin ultratovushlarning qo'llanilish sohasi juda katta. Agar ultratovush tekshiriladigan detaldan o'tkazilsa, sochilgan nur va ultratovush soyasiga karab undagi defektlar aniklanishi mumkin. SHu printsipga asoslanib ultratovush defektoskopiyasi sohasi vujudga kelgan. Ultratovush shuningdek modda almashuvlarini yaxshilashda, moddalarning fizik xossalarini o'rganishda, jismlarga mexanik ishlov berishda, meditsina va boshqa sohalarda ishlatiladi

Mavzu. Yaxlit muhitlar mexanikasining elementlari

Reja

- 1.Moddaning agregat holatlari.
- 2.Suyuqlik va gazlar bosimi..
- 3.Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi
- 4.Puazeyl formulasi. Laminar va turbulent oqim,
- 5.Reynolds soni, Stoks formulasi

Kundalik turmushda moddalar uch holatda uchraydi : **qattiq ; suyuq** va **gazsimon**. Uni moddaning uch agregat holati deyiladi.

Suyuqlik va gazlar o'zlarining xususiyatlari bo'yicha qattiq jismlardan tubdan farq qiladi. Suyuqlik o'ziga xos shaklga ega emas, u o'zi turgan idish shaklini egallaydi

Gazning shakli va hajmi o'zi egallab turgan idish shaklini butun hajmini egallaydi.

Gazlarning suyuqliklardan yana bir farqi shundan iboratki, gazlar osongina siqiladi suyuqlik deyarli siqilmaydi.

Juda kichik miqdordagi kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jismlar **suyuqliklar** deb ataladi. Ular qattiq jismlardan o'z zarrachalarining juda harakatchanligi bilan ajralib turadi va **oquvchanlik xususiyatiga** ega bo'ladi. Shuning uchun ular qaysi idishga quyilsa, o'shaning shaklini oladi.

Gidravlikada suyuqliqlar ikki gruppaga: **tomchilanuvchi suyuqliklar** va **gazsimon suyuqliklarga** bo'linadi. Suyuqlik deganda tomchilanuvchi suyuqlikni tushunishga odatlanilgan bo'lsa, ular suv, spirt, neft, simob, turli moylar va tabiatda hamda texnikada ham uchrab turuvchi boshqa har xil suyuqliklardir.

Tomchilanuvchi suyuqliklar bir qancha xususiyatlarga ega:

1. hajmi bosim ta'sirida juda kam o'zgaradi va siqilishga qarshiligi juda katta;
2. xarorat o'zgarishi bilan hajmi o'z miqdorda o'zgaradi;
3. chuzuvchi kuchlarga deyarli qarshilik ko'rsatmaydi;
4. sirtida molekulalar aro o'zaro qovushqoqlik kuchi yuzaga keladi va u sirt taranglik kuchini yuzaga keltiradi.

Gazlar tomchilanuvchi suyuqliklardagiga nisbatan ham tezrok harakatlanuvchi zarrachalardan tashkil topgan bo'lib, ular bosim va xarorat ta'sirida o'z hajmini tezrok

o'zgartiradi. Ulardan chuzuvchi kuchga qarshilik va qovushqoqlik kuchi tomchilanuvchi suyuqliklarga nisbatan juda ham kam. Gazlar bilan gaz dinamikasi, termodinamika va aeyrodinamika fanlari shug'ullanadi.

Gidravlika kursi asosan tomchilanuvchi suyuqliqlar bilan shug'ullanadi. Shuning uchun buni bundan buyon tug'ridan – tug'ri **suyuqlik** deb atayveramiz.

Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar quyilish usuliga karab **ichki** va **tashqi** kuchlarga ajraladi:

ichki kuchlar – suyuqliq zarrachalarining o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi;

tashqi kuchlar – suyuqliqqa boshqa jismlarning ta'sirini ifodalaydi (masalan, suyuqlik solingan idish devorlarining ta'siri, ochiq yuzaga ta'sir qilayotgan havo bosimi va x.k)

Ichki kuchlar siljituvchi kuchlarga qarshilik kursatadi va **ichki ishqalanish kuchi** deyliadi. Tashqi kuchlarni yuza va hajm bo'yicha ta'sir qiluvchi kuchlar sifatida qarash mumkin. Shuning uchun suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar yuza yoki hajm bo'yicha ta'sir qilinishiga qarab yuzaki va massa kuchlariga bo'linadi.

Yuzaki kuchlar – qaralayotgan suyuqlik hajmining sirtlariga ta'sir qiluvchi kuchlardir. Ularga bosim kuchi, sirt taranglik kuchi, suyuqlik solingan idish devorining reaksiya kuchlari, ichki ishqalanish kuchi kiradi. Ichki ishqalanish kuchlari suyuqlik harakat qilgan vaqtda yuzaga keladi va qovushqoqlik xususiyatini yuzaga keltiradi.

Massa kuchlari – qaralayotgan suyuqlik xajmining har bir zarrasiga ta'sir qiladi va uning massasiga proporsional bo'ladi. Ularga og'irlik va inersiya kuchlari kiradi.

Suyuqlik va gazlar mexanikasi

Kuchning suyuqlik va gazlarga ta'siri **bosim** deb ataluvchi fizik kattalik bilan aniqlanadi.

Bosim deb, sirtning birlik yuzasiga perpendikulyar ravishda ta'sir qiluvchi kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. $P = \frac{F}{S}$ (1) **Blez Paskal** qonuni

Suyuqlik yoki gazga berilgan tashqi bosim ularning hamma tomonlariga teng ta'sir qiladi $P = \frac{F}{S}$ Bosim birligi **Pa** qabul qilingan. Bosimni xalqaro birliklar tizimi "SI"

dagi o'lchov birligi sifatida 1 m² yuzaga tik ravishda ta'sir etayotgan 1 N kuchning bosimi qabul qilinib, unga Paskal (Pa) deb nom berilgan

Suyuqlik va gazlarda tashqi bosimdan tashqari **gidro** va **aerostatik** bosim ham mavjud. Grekcha **gidro**-suv, **aero**-havo **statos**-tinch degan ma'noni bildiradi.

Gidrostatik yoki aerostatik bosim deb suyuqlik yoki gazlar ustunining og'irlik kuchi hosil qilgan bosimga aytiladi. $P = \rho gh$ (2)

Suyuqliklar siqiluvchanlik va ichki ishqalanish xossalari ega. Suyuqlik harakatini o'rganish chog'ida bu xossalarning barchasini hisobga olmoqchi bo'lsak masala ancha murakkablashadi. Shu sababli suyuqlik oqimining umumiy manzarasini tekishirayotganda ideal suyuqlik modelidan foydalanish ancha qulaylik tug'diradi.

Ideal suyuqlik deganda yopishqoqlikka ega bo'lmagan siqilmas suyuqlik tushuniladi. Ideal suyuqlik uchun hosil qilingan xulosalarni siqiluvchanligi va yopishqoqligi kuchsiz namoyon bo'ladigan real suyuqliklarga ham qo'llash mumkin.

Suyuqlikning bosimni **manometr** bilan o'lchanadi.

Bernulli tenglamasi.

Suyuqlik trubaning tor qismidan keng qismiga o'tganida go'yo tusiqqa duch kelgandek o'z harakatini tormozlaydi, shuning uchun uning siqilish darajasi ortadi. Aksincha, suyuqlik keng qismdan tor qismga o'tganida tezlik ortadi va siqilish kamayadi. Trubadan oqayotgan suyuqlikning tezligi qayerda katta bo'lsa, o'sha yerda uning bosimi kichik bo'ladi. Suyuqlikning tezligi bilan bosimi orasidagi bu boglanish **Bernulli qonuni deb ataladi.**

Trubaning kesimi uning biror joyida toraysa, u joyda suyuqlikning oqish tezligi ortadi, binobarin, bosim kamayadi. Ideal suyuqlikning oqim tezligi va bosimi orasidagi bog'lanish
$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + p = \text{const} \quad (3)$$
 Bu ifodani Bernulli tenglamasi deb ataladi.

1. $\frac{\rho g^2}{2}$ - **dinamik bosim** U suyuqlik ichidagi bosim suyuqlikning harakatlanishi tufayli qandaydir miqdorga kamayishini harakterlaydi.
2. $\rho g h$ - **gidravlik bosim.** U oqim nayi h balandlikka ko'tarilgan taqdirda statik bosimning qanchagacha kamayishini ifodalaydi.
3. p -harakatlanuvchi suyuqlik ichidagi bosim, **statik bosim**

Bernulli tenglamasining mohiyatini quyidagicha ta'riflash mumkin: ideal suyuqlikning statsionar oqimdagi to'liq bosim - **dinamik, gidravlik va statik bosimlarning** yig'indisidan iborat bo'lib, uning qiymati oqim nayining barcha kesimlari uchun birday bo'ladi.

Suyuqlikning bir-biriga nisbatan harakatlanayotgan qatlamlari orasida vujudga kelayotgan bu kuchni ichki ishqalanish kuchi deb yuritiladi, ichki ishqalanish kuchi bilan bog'liq bo'lgan suyuqlik xossasi esa **yopishqoqlik** deb ataladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, suyuqlikning ikki qatlami orasidagi ichki ishqalanish kuchi (F) ning qiymati qatlamlarning bir-biriga tegish sohasining yuzi (S)

ga va tezlik gradiyenti deb ataladigan $\frac{\Delta g}{\Delta x}$ kattalikka to'g'ri proporsional: $F = \eta S \frac{\Delta g}{\Delta x}$

(4) Bu ifoda **Nyuton formulasi** deb ataladi. Undagi tezlik gradiyenti suyuqlik qatlamlari tezliklarining bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tganda (OX yo'nalishida) o'zgarish jadalligini harakterlaydi. (4) dagi η - suyuqlikning tabiatiga bog'liq bo'lib, u suyuqlikning (dinamik) **yopishqoqlik** koeffitsenti deb yuritiladi.

Yopishqoqlik koeffitsiyentining o'lchov birligi sifatida shunday suyuqlikning yopishqoqligi qabul qilinishi kerakki, tezlik gradiyenti $\frac{\Delta g}{\Delta x} = 1 c^{-1}$ bo'lgan holda mazkur

suyuqlikning ikki bir-biriga tegib turgan qatlami orasidagi $S=1m^2$ sirtida $1N$ ga teng ichki ishqalanish kuchi vujudga keladi. Bu birlik paskal - sekund ($Pa \cdot s$) deb ataladi.

Adabiyotlarda yopishqoqlikning **Puaz (P)** deb ataladigan lekin foydalanilmaydigan o'lchov birligi ham uchraydi: $1Puaz=0,1Pa \cdot s$

Suyuqliklarning yopishqoqligi temperaturaga teskari proporsional ravishda o'zgaradi. Buning sababi - temperatura ortishi bilan suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro ta'sirning susayishidir.

Laminar oqim deb - suyuqlik oqimi qatlamlarda aralashmay, bir qatlamning ikkinchiga nisbatan siljishiga aytiladi

Tezlik ortishi bilan suyuqlik qatlamlarining aralashshib oqishi vujudga keladi. Bunday oqim **turbulent** oqim deyiladi.

Ingichka kapilyar quvrlardagi suyuqlikning laminar oqishini fransuz fizik va fiziolog olimi J. Puazeyl tekshirgan. R - radiusli va ℓ uzunlikdagi kapilyar kuvrni olamiz. Suyuqlik ichida qalinligi dr va r radius bilan chegaralangan qatlamni fikran ajratib olamiz. Bu qatlamga ichki tomondan ichki ishqalanish kuchi ta'sir e'tadi.

Bundan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsenti $\eta = \frac{\pi R^4 \Delta P t}{8 g \ell}$ (5) ifoda bilan xarakterlanadi.

Suvning naydagi oqish tezligini oshirib borsak, tezlikning biror qiymatidan (kritik qiymat) boshlab rangli suyuqlik sharrasi nay kesimi bo'ylab yoyila boshlaydi. *Oqimning qatlamsimonligi buzilib, suyuqlikning aralashishi sodir bo'ladi. Suyuqlikning bunday xarakatlanishini **turbulent oqish** deb ataladi.*

Turbulent oqimni tekshirishda Puazeyl formulasidan foydalanib bo'lmaydi. Yopishqoqlikni aniqlash uchun ishlatiladigan asboblari **viskazoimetrlar** deyiladi.

Turbulent oqishi jarayonida suyuqlik zarralarining tezliklari xaotik ravishda o'zgarib turadi. Shuning uchun nay kesimining u yoki bu nuqtasidagi suyuqlik zarrasining o'rtacha tezligi haqida mulohaza yuritish mumkin. *Nay orqali oqayotgan suyuqlik tezligining biror kritik qiymatidan boshlab oqish turbulentlik xarakteriga ega bo'la boshlaydi. Tekshirishlar natijasida suyuqlik oqishining xarakteri Reynoldsoni (Re)*

deb ataladigan $Re = \frac{\rho g \ell}{\eta}$ (6) o'lchamsiz kattalikka bog'liqligi aniqlangan.

ρ - suyuqlik zichligi,

g - nay kesimi bo'yicha suyuqlik oqishining o'rtacha tezligi,

η - suyuqlikning yopishqoqligi,

ℓ - nay kesimining o'lchami.

η va ρ larning nisbatini kinematik yopishqoqlik deb ataladigan $\nu = \eta/\rho$ kattalik bilan almashtirsak, quyidagi ko'rinishga keladi:

$Re = \frac{g \cdot \ell}{\nu}$ (7) Kinematik yopishqoqlik (m^2/c) birligi bilan o'lchanadi. $1 m^2/c$ - zichligi $1kg/m^3$ va dinamik yopishqoqligi $1Pa \cdot s$ bo'lgan suyuqlikning kinematik

yopishqoqligidir. Tajribalarning ko'rsatishicha, oddiy sharoitlarda silindrsimon naylar orqali suyuqlikning oqimi laminar xarakterga ega bo'lishi uchun $Re < 2300$, turbulent oqim namoyon bo'lishi uchun esa $Re > 2300$ bo'lishi lozim.

Qattiq jism suyuqlikda harakatlanish jarayonida qarshilikka uchraydi. Suyuqlik tomonidan jismga ta'sir etuvchi kuch ikki kuchning yig'indisidan iborat

1) Harakatga qarshilik ko'rsatuvchi kuch suyuqlik oqishi bo'ylab yo'nalgan, uni ro'baro' qarshilik kuchi (F_p) deb ataladi.

2) Suyuqlikning oqimga perpendikulyar ravishda ta'sir etadigan kuch, uni ko'taruvchi kuch (F_k) deb ataladi.

Bu kuchlar qattiq jismga tegib turgan suyuqlik qatlami (chegaraviy qatlam) da yuzaga keladi. Chegaraviy qatlam deganda suyuqlikning shunday qatlami tushuniladiki, undagi suyuqlik zarralarining tezligi noldan suyuqlik oqish tezligiga teng bo'lgan qiymatigacha o'zgaradi. Binobarin, chegaraviy qatlamda suyuqlikning yopishqoqligi

tufayli tezlik gradiyenti mavjud. Chegaraviy qatlam qalinligi taqriban $\delta = \frac{\ell}{\sqrt{Re}}$ (8)

(8) ifoda yordamida aniqlanishi mumkin. ℓ - jismning harakterli o'lchami. Re - Reynoldsoni.

Suyuqlik va jismning, bir-biriga nisbatan tezligi unchalik katta bo'lmagan xollarda harakatga ko'rsatiladigan qarshilik kuchi suyuqlikning yopishqoqligi bilan bog'liq.

Reynoldsonining qiymati birga yaqin bo'lganda chegaraviy qatlam qalinligi jism o'lchami bilan taqqoslanadigan darajada, $Re < 1$ da esa chegaraviy qatlam oqimning deyarli barcha sohasini egallaydi.

Yopishqoqlik tufaili suyuqlikda harakatlanayotgan jism suyuqlikka tegib turgan qatlamlarini o'ziga ergashtiradi va shuning uchun suyuqlik tomonidan qarshilikka (ishqalanishga) duch keladi. Ingliz fizigi va matematigi Stoksning aniqlashicha, **uncha katta bo'lmagan tezlik bilan harakatlanayotgan shar shaklidagi jismlar uchun suyuqlikning F qarshilik kuchi harakatning v tezligiga, shar radiusi r ga va suyuqlikning yopishqoqlik koeffisienti η ga proporsional ekan** $F = 6\pi\eta r v$ (9) formula **Stoks qonuni** deyiladi va sharsimon jismlarning gazdagi harakatiga, masalan, yomgir tomchilarining atmosferada tushishiga ham qo'llash mumkin.

Bunda toza va bo'yalgan suyuqliklar orasidagi keskin chegara yo'qolib, nayning (quvurning) hamma joylarida tartibsiz uyurmaviy harakatlar yuzaga keladi.

Laminar oqim turubulent oqimga aylanish paytidagi tezlik kritik tezlik deyiladi. Ingliz olimi Peypolde suyuqliklar oqimini quyidagicha xarakterladi.

$Re = \frac{\rho v l}{\tau}$ (10) ρ -suyuqlik zichligi, v -oqimning o'rtacha tezligi, l - nayning ko'ndalang kesimi xarakterlovchi kattalik (radius yoki diametr) τ -suyuqlik qovushoqligi, Re – Heypoldi soni. Silindrsimon naylarda $Re < 2300$ bo'lsa, oqim laminar va $Re > 2300$ bo'lganda turbulent oqim vujudga keladi.

ichki ishqalanish koeffisientining η kg/(m·sek) hisobida o'lchanishi ko'rinib turibdi.

Yopishqoqlik tufayli suyuqlikning trubadan (yoki boshqa uzandan) oqishi qiyinlashadi, uning tezligi kamayadi.
$$\eta = \frac{2(\rho_{\text{III}} - \rho_c)gr^2}{9g} \quad (11)$$
 bu yerda ρ_{III} - sharchaning zichligi, ρ_c – suyuqlik zichligi. (10) tenglamaga Stoks formulasi deyiladi. Stoks tenglamasi istalgan suyuqlikning qovushoqlik koeffitsientini tajribada aniqlash imkoniyatini yaratadi.

Mavzu. Suyuqliklarning xossalari

Reja.

1. Suyuqlikning tuzilishi.
2. Sirt tarangligi. Laplas formulasi.
3. Ho‘llash va kapillyarlik hodisalari.
4. Jyuren formulasi
5. Qattiq jismlar. Amorf va kristall jismlar.

Moddalar uch agregat (gaz, suyuq, qattiq) holatda bo‘lib, ularning fizik xususiyatlari holat parametrlari o‘zgarishi bilan bir-biriga o‘xshash bo‘lishi ham yoki tubdan farq qilishi ham mumkin.

Moddaning suyuq holati uning gazsimon hamda qattiq holatlari orasidagi oraliq holat bo‘lib, u ikkala holat bilan ma’lum o‘xshashliklarga ega bo‘ladi.

Suyuqliklarning boshqa agregat holatlardan farq qiluvchi eng muhim xususiyatlari quyidagilardir:

1. gaz molekulalari orasidagi masofa ularning o‘lchamlariga nisbatan juda katta bo‘lib, zichligi kichik va siqiluvchan bo‘ladi, ya’ni gaz molekulalari orasidagi o‘zaro tortishish kuchi juda kichik bo‘lganligidan u o‘zi solingan idish hajmini to‘la egallaydi.



Suyuqlik molekulalari bir-biriga juda yaqin joylashgan bo‘lib, ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi gaz molekulalari orasidagi o‘zaro ta’sir kuchidan bir

necha yuz marta katta bo‘ladi. Suyuqliklarning zichligi gazlar zichligidan ancha katta, binobarin, ular juda kam siqiluvchandir. Suyuqliklarning molekulasi $1,5 \cdot 10^{-7}$ sm da tortishish kuchlari ta’sir qiladi

2. Suyuqliklarning yopishqoqligi gazlarnikiga nisbatan juda katta bo‘ladi va temperatura ortishi bilan kamayadi. Har xil suyuqliklar uchun yopishqoqlik koeffitsiyenti bir-biridan katta farq qiladi.

Suyuqlik ichidagi molekula boshqa molekulalar bilan o‘zaro ta’sirda bo‘ladi. Suyuqlik molekulalari bir-biriga shunchalik yaqin joylashganki, ular orasidagi ta’sir kuchlari, ancha miqdorda bo‘ladi. Biroq molekulalar orasidagi masofa ortib borishi bilan ta’sir kuchlari kamayib boradi va ma’lum masofadan keyin nolga teng bo‘lib qoladi. *Suyuqlikning sirtini chegaralovchi konturga ta’sir qiluvchi tortishish kuchlarining yig’indisiga **sirt taranglik kuchi** deyiladi.*

Sirt taranglik ko'effitsiyenti suyuqlikning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi. Temperatura ortishi bilan suyuqlikning molekularlari orasidagi o'rtacha masofa ortgani uchun sirt taranglik ko'effitsiyenti kamayadi, chunki kritik nuqtada suyuq va gazsimon holatlar orasidagi farq yo'qotadi.

$F = \alpha l$, (1) bu yerda α - suyuqlikning sirt taranglik ko'effitsiyenti.

bajarilgan ΔA ish quyidagi formula bilan ifodalanadi: $\Delta A = F \cdot S$ (2) Lekin (1) asosan $F = \alpha l$, shuning uchun:

bu yerda: $l S$ ko'paytma parda yuzining ΔS kattalashishiga teng bo'ladi,

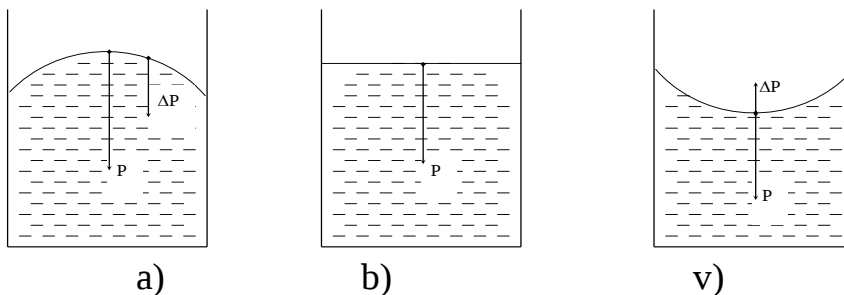
shuning uchun: $\Delta A = \alpha \Delta S$. (3) Bu ish parda energiyasining ΔW qadar oshishi uchun sarflanadi, shuning uchun: $\Delta W = \alpha \Delta S$, (4) yoki $\alpha = \frac{\Delta W}{\Delta S}$. (5)

Sida sirt taranglik ko'effitsiyenti $\frac{N}{m}$ va $\frac{J}{m^2}$ hisobida o'lchanadi. Yani **suyuqlik sirtining erkin energiyasi sirt taranglik ko'effitsiyentining shu sirt maydoniga ko'paytmasiga teng.**

W energiya parda ichki energiyasining izotermik jarayonda ishga aylana oladigan qismidir. Energiyaning bu qismi termodinamikada **erkin energiya** deyiladi.

Sirt taranglik moddaning suyuq holati uchun harakterli bo'lgan juda ko'p hodisalarni tushuntiradi. Masalan, suyuqlik kichik teshikchadan oqib chiqayotganda tomchilarning hosil bo'lishi, ko'pikning hosil bo'lishi va boshqalar. Suyuqlikning sirt tarangligiga suyuqlik tarkibidagi aralashmalar katta ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, suvda eritilgan sovun suvning sirt taranglik ko'effitsiyentini 0,075dan 0,045N/m ga kamaytirish mumkin. **Suyuqlikning sirt tarangligini zaiflashtiruvchi modda sirtqi –aktiv modda deyiladi.** Neft, spirt, efir, sovun va boshqa suyuq va qattiq moddalar suvga nisbatan sirtqi –aktiv moddalardir. (5) formulaga qaytib shuni aytish mumkin: suyuqlik sirti erkin energiyasini ikki yo'l bilan- birinchidan, suyuqlik sirtini qisqartirish, ikkinchidan, sirtqi-aktiv moddalar yordamida sirt tarangligini zaiflashtirish yo'li bilan kamaytirish mumkin.

Suyuqlikning egrilangan sirti ostida ichki bosimdan tashqari yana qo'shimcha bosim ham vujudga keladi. Bu qo'shimcha bosim sirtni egriligiga bog'liq bo'ladi.



Bu idishlardan birida uning sirti qavariq shaklda (1a-rasm), ikkinchisida yassi (1b-rasm) va uchinchisida botiq shaklda bo'lsin (1v-rasm). Suyuqlikning sirtqi qatlami tarang pardaga o'xshagani uchun qavariq sirt qisqarib yassi shaklga kelishga intiladi va suyuqlikka ichki P bosim yo'nalishida qo'shimcha ΔP bosim beradi. Xuddi shunday

sababga ko'ra botiq sirt ostida ichki bosimga qarama-qarshi yo'nalgan qo'shimcha bosim vujudga keladi. Yassi sirt ostida qo'shimcha bosim bo'lmaydi.

Qo'shimcha bosimning kattaligi suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti α va sirtning egrilik radiusi R ga bog'liq.

Ixtiyoriy shakldagi suyuq egri sirt ostidagi qo'shimcha bosim uchun aniq ifodani 1805 yilda fransuz fizigi **Laplas** nazariy ravishda chiqardi:

$$\Delta P = \pm \alpha \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \quad (6) \quad \text{Bu ifoda Laplas formulasi deyiladi. Plyus ishora qavariq sirtga,}$$

minus ishora botiq sirtga mos keladi.

Suyuqlikning sirti sferik bo'lgan holda $R_1 = R_2 = R$, qo'shimcha bosim quyidagiga teng

$$\text{bo'ladi: } \Delta P = \pm \frac{2\alpha}{R}. \quad (7) \quad \text{Sirt silindrik bo'lgan holda } R_1 = R \text{ va } R_2 = \infty, \text{ qo'shimcha}$$

$$\text{bosim quyidagiga teng bo'ladi: } \Delta P = \pm \frac{\alpha}{R}. \quad (8) \quad \text{Nihoyat, sirt yassi bo'lganda}$$

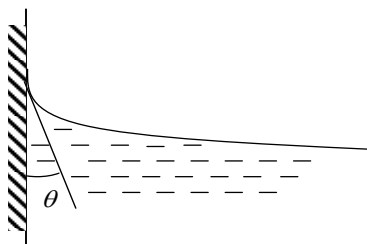
$$R_1 = R_2 = \infty, \text{ u paytda: } \Delta P = \pm \alpha \left(\frac{1}{\infty} + \frac{1}{\infty} \right) = 0 \quad (9)$$

Qo'shimcha bosim kapillyar hodisalar deb ataladigan hodisalarda katta rol o'ynaydi.

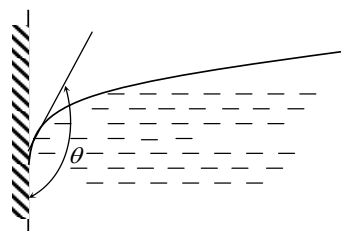
Ayrim suyuqliklar qattiq jismni ho'llasa, boshqalarni ho'llamaydi. Idishga quyilgan suyuqlik molekulalari o'zaro ta'sirlashishdan tashqari, suyuqlik bilan hamda idish (qattiq jism) molekulalari bilan ta'sirlashadi.

Qattiq jism sirti bilan suyuqlik sirtiga o'tkazilgan urinma orasidagi θ burchak **chegaraviy burchak** deyiladi. Ho'llovchi suyuqliklarda bu burchak $\frac{\pi}{2}$ dan kichik

bo'ladi, ya'ni $\theta < \frac{\pi}{2}$ (2a - rasm). Idish devorlari yaqinida suyuqlik sirti egrilanadi - botiq egri sirtdan iborat bo'ladi.



a)



b)

Agarda suyuqlik molekulalarining o'zaro tortishish kuchlari qattiq jism molekulalari orasidagi tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, bunday suyuqliklar qattiq jismni **ho'llamovchi suyuqliklar** deyiladi. Ho'llamovchi suyuqliklarda chegaraviy burchak

$\theta > \frac{\pi}{2}$ bo'ladi (2b-rasm). Idish devorlari yaqinida suyuqlik sirti qavariq egri sirtdan iborat bo'ladi. Ho'llovchi va ho'llamovchi suyuqliklar tushunchalari nisbiydir. Masalan, simob ko'pchilik moddalar uchun ho'llamovchi, miss va platina uchun ho'llovchidir yoki suv parafinni ho'llamaydi, lekin toza shishani ho'llaydi. Agar $\theta = 0$ bo'lsa, mutlaq

ho'llovchi suyuqlik, $\theta=180^\circ$ bo'lsa, mutlaq xo'llamovchi suyuqlik deyiladi. Ammo tabiatda bunday suyuqliklar deyarli yo'qdir.

Kapillyar hodisalar deb, suyuqliklarning ingichka naychalarida ko'tarilish yoki pastga tushish xususiyatlarga aytiladi.

Kapillyar so'zi lotincha **capillaris**- **soch tolasi**, degan ma'noni bildiradi.

Kapillyardagi suyuqlik muvozanatda bo'lganda, ya'ni gidrostatik bosim qo'shimcha bosimga teng bo'lgan holati, suyuqlikni muvozanati deyiladi, ya'ni

$$\rho gh = \frac{2\alpha}{R}, \quad (10) \text{ bu yerda: } P = \rho gh - \text{ suyuqlik ustunini gidrostatik bosimi; } \Delta P = \frac{2\alpha}{R} -$$

suyuqlikni egrilangan sirti ostidagi qo'shimcha bosimi.

(10) formuladan kapillyarda suyuqlikning ko'tarilish balandligi quyidagiga teng bo'lar

$$\text{ekan: } h = \frac{2\alpha}{\rho g R}, \quad (11) \text{ bu yerda } \rho - \text{ suyuqlikning zichligi; } R - \text{ suyuqlik sirtining egrilik}$$

radiusi. Agar r kapillyar radiusi bilan R sferik sirt radiusi orasidagi bog'lanishni, ya'ni $r = R \cdot \cos \theta$ (12) nazarga olsak, u paytda (12) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$h = \frac{2\alpha}{\rho g R} \cos \theta. \quad (13) \text{ munosabatni } \textbf{Jyuren} \text{ formulasi deyiladi. } \textbf{Kapilyarda ho'llovchi}$$

suyuqlikning balandligi kapillyar radiusiga teskari proporsional bo'ladi. (13)

formulani 1718 yilda ingliz olimi **Jyuren** chiqargan.

Kapillyar hodisalar tabiatda va texnikada katta rol o'ynaydi. Masalan, kapillyarlik asosida yerdagi suyuqlik – ozuqa moddalar o'simlikning tanasi bo'yicha tarqaladi.

Qattiq jismlar bir-biridan o'zlarining fizik xossalari bilan keskin farqlanadigan ikki turga, ya'ni kristal va Amorf jismlarga ajraladilar. Fizik xossalari barcha yunalishlarda bir xil bo'lgan jismlar **amorf** jismlar deyiladi. Misol; shishadan yasalgan buyumlar.

Atom va molekulalari tartibli joylashgan hamma davriy takrorlanuvchi ichki strukturaga ega bo'lgan qattiq jismlar **kristallar** deyiladi. Kristal jismlarning fizik xossalari turli yunalishlarda bir xil bo'lmaydi, kristallarning bu xossasi **anizotrop** deyiladi.

Anizotropiya deb, bir jinsli jism xossalarining turli yunalishlarda turlicha bo'lishiga aytiladi.

Mavzu. Molekulyar fizikaning mazmuni va statistik usullar

Reja.

1. Modda tuzulishi haqidagi tasavvurlarning rivojlanishi.
2. Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy qoidalari.
3. Loshmidt soni
4. Broun harakati
5. Binimal taqsimot. Puasson taqsimoti.

Fizika fanining alohida bo'limi – **molekulyar fizika** jismlarning agregat holatlari va hossalari ularning tuzilishiga, jismlarni tashkil qilgan zarralar orasidagi o'zaro ta'sirga va zarralarning harakat xarakteriga bog'lanishi o'rganadi.

Har qanday modda juda mayda bo'linmas zarrachalardan –atomlardan tashkil topganligi haqidagi farazlarni taxminan 2500 ming yil ilgari qadimgi grek faylasuflari

Levkip va Demokrit aytgan edilar. Ularning fikricha hamma jismlar atomlarning birlashishi natijasida tashkil topgan 18-asrning o'rtalarida buyuk rus olimi " Lomonosov barcha moddalar qandaydir miqdordagi "elementlarni" o'z ichiga olgan "korpuskulalardan" tashkil topgan deb hisobladi. Yuz yil o'tgandan keyin bu atamalarni molekula va atom deb tushunish kerakligi ma'lum bo'ldi. Lomonosov molekulyar – kinetik tasavvurning rivojlanishiga katta hasa qushdi. U gazning hamma molekulalari betartib, xaotik harakatlanadi va urilganda bir-birlaridan itariladi deb faraz qilib gazning asosiy xossalarini tushuntirdi. Lomonosov issiqlikning tabiatini molekulalarning tartibsiz xarakati deb birinchi marta aytgan.

Ingliz olimi D.Dal'ton tabiat hodisalarining ko'pgina qonunlarini atom va molekulalar haqidagi tasavvurlardan foydalanib tushuntirish mumkinligini ko'rsatdi.

Barcha moddalar molekulalardan (lotincha **moles**-massa, „**kula**“–kichraytiruvchi) tashkil topgan Moddaning uning kimyoviy xususiyatini saqlash va mustaqil yashash qobiliyatiga ega bo'lgan eng kichik zarrasi **molekula** deyiladi.

Molekula atomlardan grek "**atomos**"- bo'linmas degan ma'noni bildiradi.

Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy qoidalari.

1. Barcha ko'rinishdagi moddalar molekulalardan tuzilgan bo'lib, ular molekulalararo oraliqqa ega.
2. Har qanday modda molekulalari uzluksiz va xaotik (tartibsiz) harakatda bo'ladi.
3. Molekulalar (atomlar) orasidagi uncha katta bo'lmagan masofada tortishish kuchlari ham, itarishish kuchlari ham, ta'sir etadi, bu kuchlar elektromagnit tabiatiga ega. Itarishish va tortishish kuchlari molekulalar orasidagi masofaning darajasi n ga teskari proporsional $F = \frac{1}{r^n}$ (1) n - kuchning tabiatiga bog'liq bo'lib tortishish kuchlari uchun $n=7$ itarishish uchun $n=9, 15$ bo'ladi.

Moddalarning fizik xossalarini va ulardagi fizik hodisalarni o'rganishning ikki xil metodi mavjud; biri **termodinamik** metod bo'lsa, ikkinchisi – **statistik** metoddir. Termodinamik metod molekulyar hodisalarga e'tibor bermaydi va moddalardagi hamma fizik hodisalar energetik nuqtai nazardan o'rganiladi va moddaning holati makroskopik parametrlar yordamida ifodalanadi.

Masalan gazlarning holatlari holat parametrlari deb atalovchi kattaliklar bilan ifodalanadi, bu parametrlarga **hajm, bosim temperatura**.

Juda ko'p sonli atom va molekulalardan tashkil topgan sistema - **makroskopik sistema** deb ataladi. Makroskopik sistema holatini to'la ravishda aniqlay oladigan fizik kattaliklar **makroskopik parametrlar** deb ataladi.

Modda miqdori. Modda miqdorini o'lchash uchun asosiy birlik sifatida Mol qabul qilingan. Moddaning bir molining massasiga uning **molyar massasi** deyiladi. **Uglerod - 12 ning 0,012 kg massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element (masalan, atom, molekula) lardan tashkil topgan moddaning miqdori bir mol(μ) deb ataladi.** Molyar massa kg/mol da o'lchanadi va μ harfi bilan belgilanadi. $N_A = 6,0222 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ teng bo'ladi.

Molekulalarining soni N ga teng bo'lgan modda miqdorida necha mol borligini aniqlash uchun quyidagi Masalan, kislorod (O_2) ning molyar massasi $\mu=0,032 \text{ kg/mol}$, vodorod (H_2) uchun $\mu=0,02 \text{ kg/mol}$, azot (N_2) uchun $\mu=0,028 \text{ kg/mol}$, 1 mol moddadagi molekulalar soni moddaning turiga bog'liq bo'lmagan o'zgarmas kattalik bo'lib

Avagadro soni ifodadan foydalanamiz: $\nu = \frac{N}{N_A}$, $\nu = \frac{m}{\mu}$ (2)

Bitta gaz molekulaning massasi m_m kg bo'lsa, bir mol gazning massasi, ya'ni molyar massasi $\mu = m_m \cdot N_A \text{ kg/mol}$ (3)

teng bo'ladi. N ta molekulalardan tashkil topgan gazning massasi: $M = m_m N$. Bu ikki massaning nisbatidan foydalanib biror V hajmdagi molekulalarning sonini aniqlaylik:

$N = \frac{M}{\mu \cdot N_A}$ (4) Demak, N ta gaz molekulasini egallagan hajm ma'lum bo'lsa, birlik hajmdagi molekulalar soni, ya'ni **molekulalar konsentratsiyasini** aniqlash mumkin.

$n = \frac{N}{V}$ (5) Normal sharoitda 1 kilomol gazning egallagan hajmi $V_v = 22,4 \text{ m}^3$ ekanligini e'tiborga olib, 1 m^3 hajmdagi molekulalar soni $n_0 = N_A/V_m = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ga teng ekanligi aniqlanadi. Bu esa **Loshmidt soni** deb ataladi.

Molekulalar massa $\sim 10^{-26} \text{ kg}$ juda kichik bo'lganligi sababli, odatda, atom va molekulalarning massalarini massaning atom birligi (m.a.b) da ifodalanadi. M.a.b. qiymat jihatdan uglerod - 12 atomi massasining 1/12 ulishiga teng qilib olinadi:

$$1 \text{ m.a.b.} = \frac{1}{12} m_c = 1,6607 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (6)$$

Broun harakati deb- suyuqlik va gazlarda muallaq holatdagi qattiq va erimaydigan zarrachalarning uzluksiz xaotik harakatiga aytiladi.

Broun harakati quyidagi qonunlarga buysunadi

1. Broun harakati tashqi ta'sirlarga bog'liq bo'lmasdan, to'xtovsiz sodir bo'lib turadi.
2. Broun harakati zarrachalarning o'lchami 1 nm (10^{-9} m) gacha bo'lganda kuzatiladi
3. Suyuqlik temperaturasi ko'tarilishi bilan harakatining intensivligi ortadi.

Broun harakati suyuqlik va gazlarda molekulalar issiqlik harakatining namoyon bo'lishidir. Shunday qilib, Broun harakati muallaq zarralarning suyuqlik va gaz molekulalarining xaotik harakati sababli yuzaga kelgan harakatdan iborat.

Broun harakatining molekulyar – kinetik nazariyasini 1905-yilda nemis fizigi A.Eynshteyn yaratdi

Molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari bo'lib, bu kuchlarning katta-kichikligiga qarab aynan bir moddani o'zi qattiq, suyuq va gaz holatlarida bo'lishi mumkin. Moddalarning xususiyatlarini va xossalarini molekulalarning harakati va o'zaro ta'sir asosida o'rganuvchi nazariyaga **molekulyar - kinetik nazariya** deb ataladi.

Moddaning issiqlik holati uning molekulalarining **issiqlik** (xaotik) **harakati** intensivligi bilan xarakterlanadi. Issiqlik harakat intensivligi o'zgarganda jismning ichki energiyasi va issiqlik holati o'zgaradi.

Issiqlik holatlari har xil bo'lgan ikki modda olaylik. Birinchi modda molekulalarining issiqlik harakati ikkinchisidan intensivroq bo'lsin. Bu moddalarni bir-biriga tekklizsak, birinchi moddaning molekulalari moddalarning tegishish chegarasida ikkinchi modda molekulalariga urilib, ularning issiqlik harakati intensivligini oshiradi. Natijada, moddalarning issiqlik holatlari o'zagaradi: birinchi moddaning ichki energiyasi kamayadi, ikkinchisidiki esa ortadi. Aslida, moddaning issiqlik holatini harorat belgilaydi. Harorat o'z navbatida modda molekulalari issiqlik harakati intensivligini miqdoriy jihatdan xarakterlovchi fizik kattalikdir.

Demak, modda molekulalarining issiqlik harakati qanchalik intensiv bo'lsa, uning harorati shunchalik yuqori bo'ladi.

Modda miqdori. Modda miqdorining o'lchov birligi sifatida mol kabul qilingan. Modda miqdori modda tarkibidagi atom, molekulalar miqdorini ifodalaydi. **1 mol moddadagi molekulalar miqdorini Avagadro soni deb ataladi.** $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{моль}$

Shunday qilib, jism tarkibidagi modda miqdorini quyidagi formula bilan ifodalaymiz:
$$\nu = \frac{N_A}{N} = \frac{m}{\mu} \quad (7)$$
 Bu yerda N jismdagi molekulalar soni, m –jismda mujassamlashgan molekulaning kilogrammlardagi massasi, μ moddaning molyar massasi.

Mavzu: Issiqlik kinetik nazariyasi

Reja.

1. Ideal gazning ichki energiyasi.
2. Ichki energiyaning erkinlik darajalari
3. Termodinamikaning birinchi qonuni.
4. Ideal gazlarning issiqlik sig'imi.
5. Ideal gazlarning issiqlik sig'imini kvant nazariyasi to'g'risida tushuncha.

Ideal gaz molekulalari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaganligi sababli, gaz molekulalarining **to'liq energiyasi** ilgarilanma va aylanma harakat kinetik energiyasidan iborat. To'liq energiyaning hisoblash uchun erkinlik darajasi tushunchasi kiritiladi. Jismning fazodagi vaziyatini to'la ravishda ifodalash uchun zarur bo'lgan erkli koordinatalar soniga shu jismning **erkinlik darajasi** deyiladi

Berilgan ideal gazning **ichki energiyasi** deganda, shu gazni tashkil etuvchi barcha molekulalarning betartib tarzdagi ilgarilanma va aylanma harakat kinetik energiyalari bilan molekulalardagi atomlarning betartib tarzdagi tebranma harakat kinetik va potentsial energiyalarning yig'indisi tushuniladi.

Bir atomli molekulaning harakati faqat ilgarilanma harakatdan iborat bo'ladi. Lekin ikki va undan ortiq atomlardan tashkil topgan molekulalar ilgarilanma harakatdan tashkari aylanma harakatda ham ishtirok etishlari mumkin, shuningdek ular tarkibidagi atomlar esa yana tebranma harakatda ham ishtirok etishlari mumkin.

Gaz molekulasiining **erkinlik darajasi** deganda, shu gaz holatini to'la aniqlovchi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan **koordinatalar soni** tushuniladi. Agar molekula bir

to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa, uning vaziyati bitta koordinata bilan aniqlanadi, demak ($i=1$) erkinlik darajalar soni birga teng. Molekula tekislikda harakatlanayotgan bo'lsa, uning holatini ikkita koordinata bilan aniqlash mumkin, demak $i=2$. Fazoda molekula vaziyati uchta koordinata bilan aniqlanadi, $i=3$ ga teng. Gaz ikki atomli bo'lgan holda molekulaning erkinlik darajasi ortadi ($i=5$). Molekulalar 3 va undan ortiq atomlardan iborat bo'lsa, $i=6$ bo'ladi. Umumiy erkinlik darajasi nechaga teng bo'lishidan qat'iy nazar, uning uchasi ilgarilama harakatga mos keladi.

Klassik nazariyaga asosan molekulaning to'la mexanik energiyasi erkinlik darajalari bo'yicha bir tekis taqsimlanadi va bitta erkinlik darajasiga to'g'ri kelgan energiya $\frac{1}{2}kT$ ga teng. Molekulalari bitta, ikkita va ko'p atomdan iborat bo'lgan ideal gazning o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imi (C_v) va o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi (C_p) uchun quyidagi hisoblashlarni bajaraylik $i=3$ bir atomli gaz molekulasi uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R = \frac{3}{2}8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} = 12,47 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \quad (1)$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2}8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} = 20,78 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \quad (2)$$

$i=5$ ikki atomli gaz molekulasi uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R = 20,78 \text{ J/mol}\cdot\text{K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{7}{2}R = 29,09 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \quad (3)$$

$i=6$ uch va undan ortiq atomlardan tashkil topgan molekulalar uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{6}{2}R = 24,94 \text{ J/mol}\cdot\text{K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{8}{2}R = 33,25 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \quad (4)$$

Shunday qilib, gaz issiqlik sig'imini tushuntirishdagi ba'zi qiyinchiliklar klassik nazariyaning chegaralanganligini ko'rsatadi. Bu esa molekulalarning harakati kvant mexanikasidagina to'la tushuntirilish mumkinligini ifodalaydi.

Biror moddaning bir butun energiyasi deganda shu moddaning kinetik energiyasi bilan moddaning tashqi kuchlar maydonidagi potensial energiyasi hamda shu moddani tashkil etgan mikrozarrachalar energiyasi, ya'ni moddaning ichki energiyalarining yig'indisi tushuniladi. $W = W_K + W_p + U$ (5) U - ichki energiya tushunchasi molekulalar issiqlik harakatining kinetik energiyasini, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasini va molekulalar ichidagi boshqa energiyalar (atomning molekulalardagi tebranma harakat energiyasi, atom va ionlarning elektron sathlari energiyasi va boshqalar) ni o'z ichiga oladi.

$$U = W_K N = \frac{i}{2}kT \frac{m}{\mu} N_A = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT \quad (6)$$

Bir mol gaz uchun ushbu ifoda $U = \frac{i}{2}RT$ (7)

Bu ifodada i - erkinlik darajalari soni. Bir atomli gaz uchun $i=3$ ga ikki atomli gaz uchun $i=5$ ga uch yoki ko'p atomli bo'lsa, $i=6$ ga teng. (7) munosabat ixtiyoriy ***m*** ***massali ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi.***

Issiqlik, ish va energiya orasidagi munosabatni issiqlikning mexanik harakatga va ishga aylanish jarayoniga bog'lab o'rganadigan fizikaning bo'limiga ***termodinamika*** deyiladi. Demak, tabiat hodisalariga energiya saqlanish va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonuni asosida qarash termodinamikaning mazmuminini tashkil qiladi.

Sistemaga bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgarishiga va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishning yig'indisiga teng.

$Q = \Delta U + A$ (8) Bu qonunni 19-asr o'rtasida ingliz olimi **Joul'**, nemis olimi **Gel'mgol's** ixtiro qilgan Bundan o'zi olgan energiyadan ko'proq ish bajara oladigan davriy harakatlanuvchi sistema (***birinchi tur abadiy dvigatel***) yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi. Bu xulosalardan foydalanib, termodinamikaning birinchi bosh qonunini yana shunday ta'riflash mumkin: ***birinchi tur abadiy dvigatel qurish mumkin emas.***

Endi termodinamika birinchi bosh qonuni ideal gazdagi izojarayonlarga tadbiq qilaylik.

Izoxorik jarayon ($V=const$) hajm o'zgarmaganligi uchun izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, ya'ni, $A=0$. Natijada termodinamikaning birinchi bosh qonunining ifodasi izoxorik jarayon uchun $Q = \Delta U$ (9) ko'rinishda yoziladi.

Izobarik jarayon ($P = const$)

Izobarik jarayonning (P, V) diagrammadagi grafigi abssissa o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

Bu jarayonda hajm V_1 dan V_2 gacha izobarik kengayganda bajarilgan ishning qiymati $A = P (V_2 - V_1)$ to'g'ri to'rt burchakning yuziga teng bo'ladi. Elementar hajmlarda bajarilgan ish esa $dA = PdV$ shaklida yoziladi.

Bundan foydalanib, 1 mol gaz uchun termodinamikaning birinchi bosh qonunini quyidagicha yozishimiz mumkin: $dQ = C_v dT + PdV$ (10) $C_p = C_v + R$ (11)

Bu ifoda **Robert - Mayer** tenglamasi deyiladi va C_p ning C_v bilan farqi R ga teng ekanligini ko'rsatadi. Demak, gaz doimiysi R son jihatdan bosim o'zgaras bo'lgan sharoitda 1 mol ideal gazning haroratini bir gradusga ko'tarishda gazning tashqi kuchlarga qarshi bajargan ishiga teng ekan.

Izotermik jarayon ($T=const$). Ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi.

$U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT$ (12) munosabatni hosil qilamiz. Berilgan issiqlik miqdori ish

bajarishga sarf bo'ladi. $Q = \Delta U$

4. Adiabatik jarayon ($dQ=0$). Gaz tashqaridan hech qanday issiqlik miqdori olmaydi va uni tashqariga bermaydi.

Gazlarda adiabatik jarayon juda tez o'tadi, shuning uchun issiqlik almashinuvi deyarli amalga oshmaydi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni quyidagi ko'rinishda yoziladi: $dA = -dU$ (13)

Demak, adiabatik jarayon tashqi jismlar ustida bajarilgan ish ichki energiyaning kamayishi hisobiga bajariladi. Yoki Bu tenglikni $PV_M^\gamma = \text{const}$ (14) shaklida ham yozish mumkin. (14) tenglama Puasson tenglamasi deb ataladi.

Bunda $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ adiabat ko'rsatkichi bo'lib, adiabatik jarayon uchun $\gamma > 1$, izobarik jarayon uchun esa $\gamma = 1$.

Issiqlikni ichki energiyaning sifat belgilarini anglatuvchi kattalik deyish mumkin, chunki issiqlik orqali berilgan moddaning harorati yuqori yoki past ekanligi to'g'risida ma'lumot olamiz. Issiqlikni kontakt yoki nurlanish tufayli uzatish mumkin. Birinchidan, haroratlar har xil bo'lgan moddalar o'zaro bir-biriga tekizilsa, ma'lum vaqtdan keyin har ikki moddaning haroratlari sekin-asta bir xil qiymatga o'zgarishini kuzatish mumkin. Ikkinchidan, Quyosh nurlari ta'sirida atrof-muhit isiydi.

Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemaga berilgan yoki undan olingan energiya **issiqlik miqdori** deyiladi.

Issiqlik miqdori **Joul**da o'lchanadi. Moddaning **issiqlik sig'imi**, modda haroratini bir Kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi. Gazlarning issilik sig'imini o'rganishda **solishtirma issiqlik sig'im** va **molyar issiqlik sig'im** tushunchalaridan foydalanamiz.

a) **1 kg** gaz haroratini **1K** ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **solishtirma issiqlik sig'imi** deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig'imi kichik c harfi bilan belgilanadi va $J/kg \cdot K$ da o'lchanadi.

b) **1 mol** gaz haroratini **1K** ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **molyar issiqlik sig'im** deb ataladi. Molyar issiqlik sig'im katta S harfi bilan belgilanadi va $J/mol \cdot K$ da o'lchanadi. Bu ikki issiqlik sig'imlar orasida quyidagicha bog'lanish bor. Molyar massa μ kg/mol ekanligini eslasak

$$C = \mu c \quad \text{yoki} \quad c = \frac{1}{\mu} C \quad (15) \quad \text{munosabat hosil bo'ladi. Ixtiyoriy m massali}$$

gazning issiqlik sig'imi esa $mc = \frac{m}{\mu} C$ ga teng bo'ladi. **O'zgarmas hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi** deganda **1 mol** ideal gaz haroratining **1 K** ga o'zgarishiga mos keladigan ichki energiya o'zgarishi tushuniladi.

Mavzu: Ko'chish jarayonlarining elementar kinetik nazariyasi

Reja.

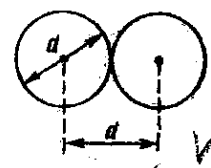
1. Molekulalarning erkin yugurish yo'li.
2. Gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi,
3. Gazlarning ichki ishqalanishi. Fure qonuni.
4. Dyulong va Pti qonuni.

Molekula ketma – ket to'qnashish orasidagi vaqt ichida biror l yo'l bosib o'tadi, bu yo'l erkin yugurish yo'lining uzunligi deb ataladi.

Agar molekula bir sekund ichida o'rta hisobda n marta to'qnashsa, u holda erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi quydagicha bo'lai.

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}nd^2n} \quad (1)$$

Termodinamik muvozanat holatining qaror topishida ko'chish hodisalari muhim rol o'ynaydi. Ko'chish hodisalariga mansub bo'lgan hodisalardan biri diffuziyadir. **Diffuziya deb.**



Bir-biriga chegaradosh bo'lgan gazlar molekulalarining issiqlik harakat tufayli o'zaro aralashib ketish protsessi diffuziya deb ataladi.

Masalan biror hajmning ikki qismida turli gazlar joylashgan bo'lsa, issiqlik harakati tufayli biror vaqtdan so'ng hajmning barcha sohalaridagi molekulalar kontsentratsiyasi tenglashib qoladi. (kontsentratsiya - hajm birligidagi molekulalar soni).

Tajribalarning ko'rsatishicha, gaz zichligining o'zgarish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda joylashtirilgan ΔS yuzli sirt orqali diffuziya hodisasi tufayli $\Delta \tau$ vaqt davomida ko'chadigan gaz massasi:

$$\Delta m = -D \frac{d\rho}{dx} \Delta S \Delta \tau \quad (2)$$

ifoda bilan aniqlanishi mumkin. Bundagi minus ishora gaz massasi zichlik kamroq bo'lgan tomonga ko'chishini ko'rsatadi. $d\rho/dx$ -zichlik gradienti deb ataladi, u gaz zichligining biror yo'nalish bo'yicha o'zgarish jadalligini xarakterlaydi va kg/m^4 larda o'lchanadi. D -difuziya koeffyenti, u gazlar xossasiga va diffuziya amalga oshayotgan sharoitga bog'liq.

$$D = \frac{\Delta m}{\frac{\Delta S \Delta \tau}{\left| \frac{d\rho}{dx} \right|}}, \quad (3)$$

Diffuziya koeffitsienti deb zichlik gradienti 1 birlikka teng bo'lgan holda birlik yuz orqali birlik vaqtda ko'chadigan gaz massasiga miqdoran teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

(3) munosabatdan foydalanib diffuziya koeffitsientining o'lchov birligi

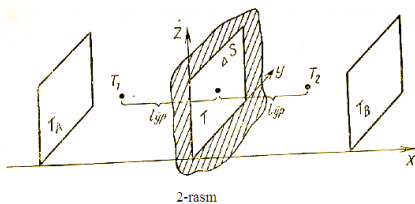
$$\frac{\kappa \mathcal{E}}{M^2 \cdot c} \cdot \frac{M^4}{\kappa \mathcal{E}} = \frac{M^2}{c} = M^2 \cdot c^{-1}$$

degan xulosaga kelamiz.

SHunday qilib diffuziya koeffitsienti molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi va o'rtacha yugurish masofasiga bog'liq ekan.

Gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi. Fure qonuni

Gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi deb temperatura gradienti mavjud bo'lgan holda gaz molekulalarining xaotik harakati tufayli issiqlik miqdorining uzatilishiga aytiladi.



$\Delta\tau$ vaqt davomida uzatilayotgan issiqlik miqdori Fure qonuni deb ataladigan qo'yidagi munosabat bilan

aniqlanadi: $Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta S \Delta\tau$ (4) bundagi minus

ishora issiqlik miqdorining temperatura pastroq bo'lgan tomonga uzatilayotganligini ko'rsatadi. χ esa **issiqlik**

o'tkazuvchanlik koeffitsienti. (4) ifodaga asosan qo'yidagicha bo'ladi:

$$\chi = \frac{Q}{\left| \frac{dT}{dx} \right| \Delta S \Delta\tau} \quad (5)$$

Gazning issiqlik o'tkazuvchanligi koeffitsienti deb temperatura gradienti 1 birlikka teng bo'lgan holda birlik yuz orqali birlik vaqtda uzatiladigan issiqlik miqdori bilan xarakterlanuvchi kattalikka aytiladi.

U $J/(m \cdot s \cdot K)$ hisobida o'lchanadi. χ ning gaz xossalari bog'liqligini ifodalovchi munosabatni keltirib chiqarish uchun molekulyar-kinetik nazariyaga murojat etamiz.

Gazning birlik hajimdagi molekulalar sonini n deb belgilasak, uning energiyasi

$U = n \frac{i}{2} kT$ (6) Gaz molekulalarining harakati xaotik bo'lganligi tufayli barcha

molekulalarning $1/6$ qismi OX yo'nalishida yana $1/6$ qismi OX ga teskari yo'nalishda harakatlanadi, deb hisoblash mumkin. U holda ΔS yuz orqali $\Delta\tau$ vaqt davomida chapdan o'ngga va o'ngdan chapga uzatilgan issiqlik miqdorlari mos ravishda

$$Q_1 = \frac{1}{6} n \frac{i}{2} k g_{yp.} \left(T + \frac{dT}{dx} l_{yp.} \right) \Delta S \Delta\tau \quad (7)$$

Demak, diffuziya koeffitsienti (D) dan farqli ravishda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti gazning zichligi (ρ) ga ham, bosimi (p) ga ham bog'liq emas.

Qattiq jismlarda issiqlik o'tkazuvchanlik jismni tashkil qilgan tebranuvchi zarralarning o'zaro ta'siri tufayli ro'y beradi. Bundan tashqari, metallarda ularning ichida harakatlanadigan erkin elektronlar bo'ladi, shu tufayli issiqlik o'tkazuvchanlik ancha ortadi, erkin elektronlar o'zlarining kinetik energiyalarini yuqori temperaturali sohalardan past temperaturali sohalarga bevosita o'tkazadilar.

Gazlarda qovushqoqlik

Gazlardagi ichki ishqalanish hodisasi (yoki qovushqoqlik) - gazning turlicha tezliklar bilan harakatlanayotgan ikki o'zaro parallel qo'shni qatlamlari orasida vujudga keladigan ishqalanish kuchlari tarzida namoyon bo'ladi, Tezroq harakatlanayotgan qatlam tomonidan sekinroq harakatlanayotgan qatlama tezlatuvchi kuch ta'sir etadi. Aksincha, sekinroq harakatlanayotgan qatlam tezroq harakatlanayotgan qatlama tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi. Vujudga keladigan ishqalanish kuchlari ishqalanuvchi qatlamlar sirtiga urinma ravishda yo'nalgan bo'ladi..

Tajribalar asosida gaz qatlamining ΔS yuzli sirtiga ta'sir etadigan ichki ishqalanish

kuchi $F = -\eta \frac{d\vartheta}{dx} \Delta S$ (8) formula bilan ifodalanishi aniqlanadi. Mazkur ifoda Nyuton formulasi deb, undagi η -**ichki ishqalanish koeffsienti** yoki **qovushqoqlik koeffitsienti** deb ataladi. (8) ga asosan η qo'yidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{F}{\left| \frac{d\vartheta}{dx} \right| \Delta S} \quad (9) \text{ Demak, gazning qovushqoqlik koeffitsienti-tezlik gradienti 1}$$

birlikka teng bo'lgan holda qatlam sirtining birlik yuziga ta'sir etadigan ichki ishqalanish kuchining miqdori bilan xarakterlanuvchi kattalikdir.

Qovushqoqlik koeffitsient $N/(s^{-1}m^2) = Pa \cdot s$ hisobida o'lchanadi.

Demak, gazlarning ichki ishqalanish koeffitsienti gazning tabiatiga, bosimi va zichligiga bog'liq, lekin birlik hajmdagi molekulalar soni (n) ga bog'liq bo'lmaydi.

Temperatura ko'tarilishi bilan zichlikning kamayishi tufayli pastidan qizdirilayotgan suyuqlikda (gazda) konveksiya yuzaga keladi. Suyuqlikning (gazning) zichligi kamroq bo'lgan pastki qatlamlari yuqoriga ko'tarila boshlaydi, yuqori qatlamlari pastga tushadi, bu bilan hajmning isishi ancha tezlashadi. Konveksiya atmosfera va suv havzalarida issiqlik almashinishida muhim rol o'ynaydi.

Binobarin, barcha ximiyaviy jihatdan oddiy bo'lgan kristall qattiq jismlarning atom issiqlik sig'imi yetarlicha yuqori temperaturada 6kal/grad·mol ga tengdir.

Bu xulosa molekulyar-kinetik nazariya asosida fransuz olimlari 1819 yilda **Dyulong** va **Pti** tomonidan tajriba yo'li bilan chiqarilgan edi. U Dyulong va Pti qonuni nomini olgan. Klassik nazariyaga ko'ra qattiq jismlarning ato issiqlik sig'imi 3R ga teng.

Shuni nazarda tutish kerakki, issiqlik sig'imining temperaturaga bog'liq emasligi faqat yetarlicha yuqori temperaturalar uchun o'rinlidir. Past temperaturada issiqlik sig'imi temperaturaga bog'liq, temperatura pasayganda issiqlik sig'imi kamayib, nolga intiluvchi absolyut temperaturada qattiq jismlarning issiqlik sig'imi nolga intiladi. Qattiq jism issiqlik sig'imining juda past temperaturadagi o'zgarishlari faqat kvant mexanikasi asosidagina tushuntirilishi mumkin. Absolyut nol' yaqinida barcha jismlarning issiqlik sig'imi nolga intiladi. (termodinamikaning uchunchi qonuni) Har bir atom uchta tebranma erkinlik darajasiga ega va shuning uchun unga $3^k T$ o'rtacha energiya to'g'ri keladi. Bu kattalikni Avogadro soni N ga ko'paytirib, qattiq jism

molining ichki energiyasini topamiz $U = N \cdot 3kT = 3RT$ bundan qattiq jismning molyar issiqlik sig'imi uchun $C_v = \frac{dU}{dT} = 3R = 24,9 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} = 6\text{kal/(K} \cdot \text{mol)}$ Dyulong va Pti qonuniga muvofiq ***qattiq holatdagi ximiyaviy elementning solishtirma issiqlik sig'imining atom massasiga ko'paytmasi hamma elementlar uchun taxminan birday va $6\text{kal/(K} \cdot \text{mol)}$ ni tashkil qiladi***

Xulosa shuki; Dyulong va Pti qoidasida gap doimiy hajmdagi molyar issiqlik sig'imi ustida ketadi Qattiq birikmaning molyar issiqlik sig'imlarining yig'indisiga taxmenan teng degan Dyulong va Pti.

Molekulyar–kinetik nazariya asosida barcha ko'chish hodisalari uchun umumiy bo'lgan ko'chish tenglamasini keltirib chiqaramiz. Buning uchun avval Δt vaqt ichida ΔS yuzadan o'tgan molekulalar sonini aniqlaymiz. ΔS yuza orqali Δt vaqt davomida bir yunalishda o'tgan molekulalar soni n qo'yidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n = \frac{1}{6} n_0 \bar{g} \Delta S \cdot \Delta t \quad (10)$$

Bir ***Jaul'*** deb, 0,00024 kg massali disterlangn suvni 292,5 K dan 293,5 K gacha isitishda zarur energiya – issiqlik miqdoriga aytiladi

1kal deb, 1g disterlangan suvni 19,5⁰ C dan 20,5⁰ C gacha isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Mavzu: Ideal gazlarning kinetik nazariyasi **Reja.**

1. Ideal gaz.
2. Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.
3. Ideal gaz qonunlari.
4. Bolsman taqsimoti.
5. Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimoti.

Gazlar bilan bog'liq bo'lgan hodisalarni o'rganishni soddalashtirish maqsadida ***ideal gaz*** tushunchasi kiritiladi. Ideal gaz qo'yidagi modullarga bo'ysunadi.

- 1) gaz molekulalarining o'lchami idishning hajmiga qaraganda hisobga olmasa bo'ladigan darajasida kichik.
- 2) gaz molekulalari orasida o'zaro ta'sirlashish kuchlari mavjud emas.
- 3) gaz molekulalarining o'zaro to'qnashishlari elastik sharlarning to'qnashuvidek sodir bo'ladi.

Siyraklashtirilgan real gazlarning xossalari ideal gazga yaqin bo'ladi. Masalan, atmosfera bosimida vodorod va geliy gazlari ideal gazga juda yaqin bo'ladi. Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi. Gazning bosimi bilan uning molekulalari o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi munosabatdan topiladi Massasi m_0 bo'lgan har bir molekula devorga o'rilganda unga $m_0 \bar{g}_x$ impuls beradi va sirpanib orqaga

devorga $m_0 g_x$ impuls beradi. To'qnashish vaqti davomida molekula devorga $2m_0 g_x$ impuls beradi.

Ko'p molekularlar bir sekund ichida ular $2m_0 g_x z$ impuls beradi z - hamma molekularlarning bir vaqt ichidagi to'qnashishlar soni z - molekularlarning konsentratsiyasiga $n = \frac{N}{V}$, molekularlarning tezligiga devorning yuzasiga to'g'ri proporsional bo'ladi $z \sim n g_x S$ (1) Ya'ni shuni hisobga olisg kerakki molekularlarning hammasi devorga o'rilmaydi yarmi o'riladi $z = \frac{1}{2} n g_0 S$ (2)

(2) formulani ikkala tomonini $m_0 g_x$ ga ko'paytiramiz. $2m_0 g_x z = n g_0^2 m_0 S$ (3) bu formula 1sekund ichidagi devorga beriladigan to'liq impulsni ifodalaydi.

$F = 2m_0 g_x z$ (4) kuchni ifodalaydi. $\overline{g_x^2} = \overline{g_y^2} = \overline{g_z^2} = \frac{1}{3} \overline{g^2}$ (5) ni hisobga olsak (5)

formulani (4) formulaga quysak $F = \frac{1}{3} g^2 m_0 n S$ (6) hosil bo'ladi, $P = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} g^2 m_0 n$ (7)

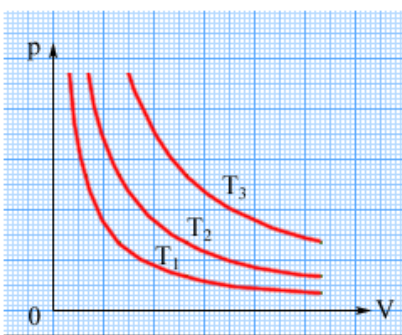
$P = \frac{1}{3} m n \overline{g^2} = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m \overline{g^2}}{2} = \frac{2}{3} n \overline{W_k}$ (8) bu formula molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi deyiladi.

Gaz bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda parametrlari o'zgaradi. O'zgarmas m massali gaz holatini o'zgarishida parametrlar (bosim P , hajm V va harorat T) dan bir o'zgarmasdan saqlanib qolgan ikkitasi o'zgarishi mumkin.

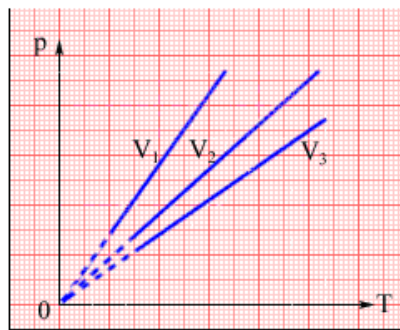
Izotermik jarayon ($T = \text{const}$) da gaz holatining o'zgarishi $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$ (9) Boyle-

Mariot qonuni bilan aniqlanadi. $PV = \text{const}$

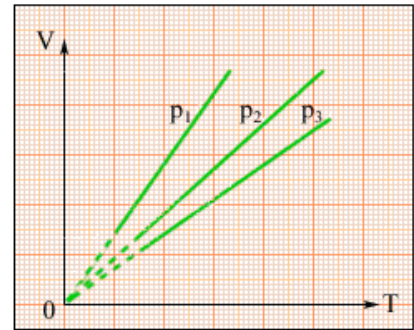
Boyle-Mariot qonuni. Gazlarda o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan jarayonlarni tadqiq etib, 1662 yilda ingliz fizigi Boyle va frantsuz



Izotermik jarayon. $T_3 > T_2 > T_1$



Izoxorik jarayon. $V_3 > V_2 > V_1$



Izobarik jarayon. $p_3 > p_2 > p_1$

Izoxorik jarayon. $V_3 > V_2 > V_1$ fizigi Mariot bir-biridan mustaqil holda quyidagi qonuniyatni kashf etdi. Ma'lum bir massali gazning bosimi o'zgarmas temperaturadagi gaz hajmiga teskari proportsional o'zgaradi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

Izobarik jarayon ($P = \text{sonst}$) Gey - Lyussak qonuniga bo'ysunadi.

Gey-Lyussak qonuni. Gazlarda o'zgarmas bosimda sodir bo'ladigan jarayonlarni tadqiq etib, 1802 yilda frantsuz fizigi Gey-Lyussak quyidagi qonuniyatni kashf etdi. Ma'lum bir massali gazning hajmi o'zgarmas bosimda gaz temperaturasiga proportsional ravishda chiziqli o'zgaradi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\text{Bundan } \frac{V}{T} = \text{const} \quad V = V_0(1 + \alpha_v t) \quad (9)$$

hosil qilamiz (1-rasm). Bu yerda α_v - gazning hajm kengayish termik koeffitsienti,

$$\alpha_v = \frac{1}{273,15} K^{-1}$$

3) Izoxorik jarayon ($V=\text{const}$) da amalga oshadi va Sharl qonuni bo'yicha aniqlanadi

Sharl qonuni. Gazlarda o'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan jarayonlarni tadqiq etib, Sharl quyidagi qonuniyatni kashf etdi.

Ma'lum bir massali gazning bosimi o'zgarmas hajmda gaz temperaturasiga proportsional ravishda chiziqli o'zgaradi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$(3\text{-rasm}). \quad \frac{P}{T} = \text{const} \quad P = P_0(1 + \alpha_p t) \quad (10)$$

Bu yerda ideal gaz uchun $\alpha_v = \alpha_r$. α_r - bosimning termik koeffitsientidir.

Klapeyron - Mendelev tenglamasi. Bu yerda μ - molyar massa, m - ixtiyoriy olingan gaz massasi. $PV = \left(\frac{m}{\mu}\right)RT \quad (11) \quad V_M = 22,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} \quad 1 \text{ mol} \quad R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot K$ ideal gazning hajmidir.

Gaz molekularining ilgarilanma harakatining o'rtacha kvadrat tezligi molekular harakatining faqat statistik, ya'ni ko'p molekularning turli qiymatli tezliklarining o'rtachasini olish yo'li bilan hosil qilingan karakteristikasidir. Haqiqatda esa molekular biror berilgan T temperaturada ham turli g tezliklar bilan harakatlanadi. Tezliklarning butun diapazonini tezlikning juda kichik Δg ga teng intervallarga bo'lamiz. Bunda har bir tezliklar intervaliga biror Δn molekular soni (tezliklari shu interval orasida bo'lgan) to'g'ri keladi. Ravshanki, $\frac{\Delta n}{\Delta g}$ nisbat tezlikning har bir birlik intervaliga qancha molekula to'g'ri kelishini, boshqacha aytganda, molekularning tezliklar bo'yicha taqsimotini bildiradi; $\frac{\Delta n}{\Delta g}$ nisbat tezlikka bog'liq va molekular sonining tezliklar bo'yicha taqsimot funksiyasi deyiladi. Bu taqsimot funksiyasini birinchi bo'lib ingliz fizigi Maksvell nazariy yo'l bilan, ya'ni ehtimolliklar nazariyasi asosida aniqlangan edi. Maksvellcha taqsimot funksiyasi Maksvell qonuni deb atalgan quyidagi formula bilan ifodalanadi:

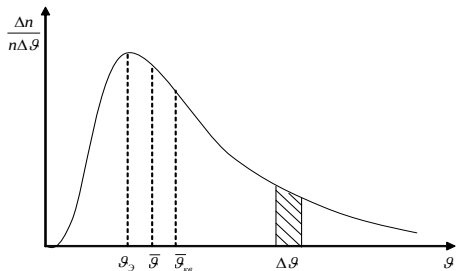
$$\Delta n = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n u^2 e^{-u^2} \Delta u, \quad (12)$$

bu yerda n - gaz molekulalarining umumiy soni;
 u - molekulalarni nisbiy tezligi;
 e - natural logarifmlar asosi.

Maksvell taqsimoti asosida eng ehtimollik telik deb shunday tezlikka aytiladiki, uning yaqinida birlik intervalga eng ko‘p molekulalar soni to‘g‘ri keladi. Bu tezlik

quyidagi formula bilan hisoblanadi: $\vartheta_3 = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ (13)

Maksvell qonunini (13) tahlil qilishdan ko‘rinib turibdiki, bu qonun grafik ravishda koordinatalar boshidan chiqib, $\vartheta = \vartheta_3$ da maksimumga erishuvchi va so‘ng absissalar o‘qiga asimptotik yaqinlashuvchi egri chiziq ekan (4-rasm). Grafikdan kichik tezlikli va katta tezlikli molekulalar soni kam ekanligi hamda ko‘pchilik molekulalarning tezligi eng ehtimol tezlikka yaqin ekanligi ayon ko‘rinib turibdi.



Maksvell konuniga kura gaz xolati uch xil tezlik bilan tavsiflanadi:

1. Eng katta extimolli tezlik $\vartheta_3 = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} \approx 1,41 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}$ (14)

2. O‘rtacha arifmetik tezlik $\vartheta = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \approx 1,6 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}$ (15)

3. O‘rtacha kvadratik tezlik: $\vartheta_{kg} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \approx 1,73 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}$ (16)

4-rasmda shtrixlangan ustunchaning yuzi berilgan Δg intervaldagi tezliklarga ega bo‘lgan molekulalarning nisbiy sonini tasvirlaydi.

Gaz molekulasining ilgarilanma harakati o‘rtacha kinetik energiyasini quyidagi

formula bilan ifodalanadi: $W = \frac{m\bar{g}^2}{2}$. (17)

Molekulaning tezligi gaz temperaturasiga bog‘liq bo‘lgani uchun molekulaning o‘rtacha energiyasi ham temperaturaga bog‘liq bo‘lishi kerak. Energiyaning temperatura orqali ifodalangan ifodasini topish juda muhim, chunki gazning temperaturasini o‘lchash juda oson, o‘rtacha kvadratik tezligini esa hech o‘lchab bo‘lmaydi. Shuning uchun asosiy tenglama (16) ning ikkala qismini gazning bir mol hajmi V_μ ga ko‘paytiramiz:

Molekulalar sonining tezliklar buyicha taksimoti (Maksvell taksimoti)

Urtacha kvadratik tezlik molekulalar xarakatining faqat statistik tavsifidir. Xakikatda esa molekulalar tezligi, uning yunalishi va kattaligi molekulyar- kinetik nazariyaga asosan uzluksizlik uzgarib turadi. Shu sababli aynan bir vaktida molekulaning anik tezligini topib bulmaydi. Shu tezliklar intervali diapazonini juda

kichik Δv -ga teng intervalchalarga bo'lamiz. Bu xolda har-bir tezlikning Δv -intervaliga biror Δn -molekulalar soni yoki $\Delta n/n$ ulushi tugri keladi.

$F(v) = \frac{\Delta n}{n \Delta v}$ (18) nisbat molekularning tezliklari buyicha taksimot funksiyasi deyiladi. Bu taksimot funksiyasini ingliz fizigi Maksvell extimollar nazariyasiga asoslanib topgan edi. Maksvell taksimotiga asosan $v, v+dv$ -oralikdagi tezlikka ega bulgan molekulalar soni:

$$dn = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n_0 v_0^2 e^{-v_0^2} dv_0 \quad (19)$$

bunda n - ideal gaz molekulalari soni: $v_0 = v/v_E$ nisbiy tezlik: v - oniy tezlik, v_E - eng katta extimolli tezlik bo'lib, kupchilik molekulalar tezligiga tug'ri keladigan tezlikdir.

Mavzu: Termodinamika elementlari

Reja.

1. Issiqlik mashinalari va ularning foydali ish koeffitsenti.
2. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
3. Karno sikli va uning F.I.K. Karno teoremasi.
4. Termodinamikaning ikkinchi qonunining turli ta'riflari
5. Entropiya.

Zamonaviy texnikada issiqlik dvigatellari asosiy o'rinlardan birini egallaydi.

Issiqlik dvigatellari deb, yoqilg'i ichki energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilmaga aytiladi.

Birinchi bug' dvigatellarining loyihasi, rus olimi Polzunov tomonidan 1765-yilda yaratildi. Ingliz olimi Uatt 1784-yilda bug' dvigatelini ixtiro qildi. Fransuz injeneri Sadi Karno issiqlik mashinalarini takomillashtirish yo'lida ish olib bordi.

Issiqlik dvigatellari tuzilish va ishlash prinsipiga qarab bug' mashinasi, ichki yonuv dvigateli, bug' va gaz turbinalari, reaktiv dvigatellariga bo'linadi. Bu dvigatellarning hammasida yoqilg'i energiyasi gaz yoki benzin, neft maxsulotlari mexanik energiyaga aylanib, ish bajariladi.

Har qanday issiqlik dvigatellari uch qisimdan iborat 1-isitkich, 2-sovitkich, 3-ishchi modda Ichki yonuv dvigatellarida sovitish sifatida uni o'rab turgan muxit – havo xizmat qiladi Energiyaning saqlanish qonuniga binoan divigatel bajarayotgan ishi

$A' = |Q_1| - |Q_2|$ (1) bo'ladi, bu yerda Q_1 isitkichdan olingan issiqlik miqdori, Q_2 sovitkichga berilgan issiqlik miqdori.

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti deb dvigatel bajarayotgan A' ishning isitkichdan olingan Q_1 issiqlik miqdoriga nisbatiga aytidadi:

$\eta = \frac{A'}{|Q_1|} = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$ (2) Hamma dvigatellarda ma'lum miqdor issiqlik sovitkichga

berilgani uchun hamma hollarda $\eta < 1$ bo'ladi.

Ishchi jismning (gazning) boshlang'ich haroratini T_1 bilan belgilaymiz.

Ichki yonuv dvigatellari yoki gaz turbinalarida harorat yoqilg'i bevosita dvigatelning ichida yonganda ko'tariladi. T_1 harorat isitkichning harorati deb ataladi.

Yoqilgi yonganda dvigatelning ishchi jismi Q_1 issiqlik miqdorini oladi. A' ish bajaradi va sovitkichga $Q_1 - Q_2$ issiqlik miqdori beradi.

Issiqlik dvigatellarida ichki energiya ishga to'liq aylanmay qolishiga tabiatdagi jarayonlarning qaytmas jarayon ekanligi sabab bo'ladi.

Agar issiqlik sovitkichdan isitkichga o'z-o'zidan qaytadigan bo'lganda edi, u holda ichki energiya har qanday issiqlik dvigateli yordamida ishga to'liq aylantira olinar edi.

Termodinamika qonunlari isitkichining harorati T_1 va sovitkichining harorati T_2 bo'lgan issiqlik dvigatelining bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta FIK ni xisoblab chiqarishga imkon beradi. Buni birinchi bo'lib frantsuz injeneri Sadi Karno xisoblab topdi.

Karno ishchi jism sifatida ideal gaz qo'llaniladigan ideal issiqlik mashinasini o'ylab topdi. Karnoning hisobi bo'yicha bu mashinaning FIK qiymati quyidagicha bo'ladi:

$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ (3) Bu formulaning asosiy ahamiyati shundaki, T_1 haroratli isitkich va

T_2 haroratli sovitkich bilan ishlaydigan har qanday real issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti ideal issiqlik mashinasining FIK dan ortiq bo'la olmaydi. Bu formula issiqlik dvigatellari FIK ning maksimal qiymatining nazariy chegarasini ko'rsatib beradi. Isitkichning harorati qanchalik yuqori va sovitkichning harorati qanchalik past bo'lsa, issiqlik dvigateli shunchalik samarali bo'lar ekan. Sovitkichning harorati absolyut nolga teng bo'lgan holdagina $\eta = 1$ bo'ladi. Biroq amalda sovitkichning harorati atrofdagi

havoning haroratidan past bo'la olmaydi. $\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \approx 0,62$

Energiyaning turli xil isroflari tufayli bu koeffitsientning haqiqiy qiymati $\eta_{\max} = 40\%$ bo'ladi. Maksimal FIK 44 % ga yaqin bo'lib, dizel dvigatellari shunday FIK ga ega.

Tsikl. Jismni 1 holatdan 2 holatga o'tkazib so'ng uni boshqa oraliq holatlardan yana dastlabki holatga qaytarilganda tsiklik tsikl amalga oshirilgan bo'ladi. $1 \rightarrow 2$ va $2 \rightarrow 1$ (pV) Tsikl ikki xil bo'ladi:

1) to'g'ri tsikl yoki isitkich mashina tsikli;

2) teskari tsikl yoki sovitkich mashina tsikli.

To'g'ri tsikl. To'g'ri tsikl amalga oshayotganda ishchi jism tashqaridagi temperaturasi yuqoriroq bo'lgan isitkichdan Q_1 issiqlik miqdori oladi.

Temperaturasi yuqoriroq bo'lgan ishchi jismga Q issiqlik miqdori berayotgan jismga isitkich deb ataladi.

Bu Q_1 issiqlik miqdori ta'sirida ishchi jism kengayadi. Kengayish protsessida bajarilgan ishning qiymati $Q_1 = U_2 - U_1 + A_1$. (4)

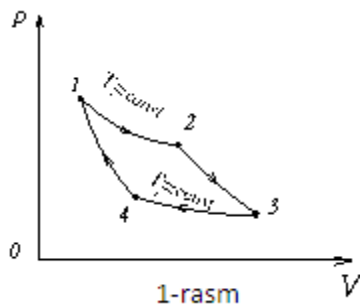
Demak ishchi jismdan, ya'ni isitkichdan Q_2 issiqlik miqdori olayotgan jismga sovitkich deb ataladi.

Issiqlik mashinaning foydali ish koeffitsienti tsikl davomida bajarilshi foydali ishning isitkichdan olingan issiqlik miqdoriga nisbati tarzida aniqlanadi,

$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ (5) Sovitkich mashina tsiklida ishchi jism sovitkichdan issiqlik miqdori olib isitkichga issiqlik miqdori beradi. Binobarin, isitkich — temperaturasi yuqoriroq bo'lgan tashqi jism, sovitkich esa temperaturasi pastroq bo'lgan tashqi jism deb tushunmoq lozim.

Karno tsikli va uning foydali ish koeffitsienti

Karno tsikli ikki izoterma va ikki adiabatadan iborat. Karno tsikli ideal issiqlik mashinada, ya'ni, ishqalanish yoki nur chiqarish vositasida energiyani atrof muhitga tarqatishda qaytmaydigan tarzda energiya sarflash sodir bo'lmaydigan mashinada amalga oshadi. Ishchi jism sifatida 1 mol ideal gazdan foydalanib amalga oshirilgan



Karno tsiklining ($p \cdot V$) diagrammadagi grafigi 1-rasmda tasvirlangan.

Demak, **ideal gaz bilan Karno tsikli bo'yicha ishlaydigan issiqlik mashinaning foydali ish koeffitsienti, faqat isitkich va sovitkich temperaturalarining qiymatlari bilan aniqlanadi**, Umuman, Karno tsiklining foydali ish koeffitsienti ishchi jismning turiga bog'liq bo'lmaydi.

Odatda, real mashinalarda energiyaning bir qismi qaytmaydigan tarzda sarflanadi. Demak, **real mashinaning foydali ish koeffitsienti ideal mashinaning foydali ish koeffitsientidan kichiroq bo'ladi**.

Karno teoremasi

Karno tsikli bo'yicha ishlaydigan ideal mashinaning foydali ish koeffitsienti mashinada qo'llanilgan ishchi jism tabiatiga bog'liq emas.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni turli olimlar turlicha ta'riflaganlar

Asosiy; **Temperaturasi kamroq qizdirilgan jismdan temperaturasi yuqori bo'lgan jismga issiqlik, o'tkazib bo'lmaydi.**

Klauzius ta'rif: **Birdan bir oxirgi natejasi kamroq isitilgan jismdan ko'proq isitilgan jismga issiqlik miqdori uzatilishdan iborat bo'lgan jarayonlar amalga oshmaydi.**

Tomson ta'rif; **Sistema tarkibidagi eng sovuq jism issiqligini ishga aylantiruvchi issiqlik mashinasini qurish mumkin emas.**

Ostval'd ta'rif; **bitta issiqlik manbaining sovishi hisobiga ish bajaradigan mashinani yaratish mumkin emas. (ikkinchi tur abadiy dvigatel yasab bo'lmaydi).**

Issiqlik faqat issiq jismlardan sovuq jismlarga o'z-o'zidan o'ta oladi. Sovitkich qurilmalarda issiqlik sovuq jismdan issiqroq jismga uzatiladi, lekin issiqlikning bunday uzatilishi «atrof jismlardagi to'liq o'zgarishlarga» bog'liq, ya'ni bunda sovish ishi bajarilishi kerak.

Agar biror hollarda issiqlik sovuq jismlardan issiq jismlarga o'z-o'zidan o'tsa edi, u holda to'liq jarayonlarni ham qaytadigan jarayonga aylantirish mumkin bo'lar edi.

Entropiya – bu 1K temperaturaga to'g'ri keluvchi issiqlik miqdori bo'lib, holat funksiyasidir. Yopiq sistema uchun har qanday prosesda yoki oshib boradi yoki o'zgarmas boladi. Ya'ni $dS \geq 0$ Entropiyaning o'zgarishi qaytar proseslarda nolga teng, qaytmas proseslarda noldan katta **Entropiya so'zining lug'aviy ma'nosi – mohiyati**

jihatdan aylanish, kelgusida yana aylanishda qodir bo'lmagan oxirgi aylanishdir.

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (6)$$

SHunday qilib, entropiya sistema holatining shunday funktsiyasi ekanki, jismning har bir holatiga entropiyaning bita qiymati mos keladi.

Bu tenlamaga termodinamikaning birinchi qonunini qo'llasak quyidagini yozamiz:

Qaytuvchan Karno tsikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashina uchun foydali ish koeffitsientini xarakterlaydigan tenglamani

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{quyidagi ko'rinishda yozamiz:} \quad \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0 \quad (7)$$

Berk sistemadagi har qanday qaytuvchan prosessda sistema entropiyasi o'zgarishsiz qoladi

Berk (ya'ni adiabatik izolyasiyalangan) sistemaning entropiyasi qaytmasprosessda ortar ekan

Entropiyaning ortishi, umuman, issiqlikning mexanikaviy ishga aylantirishning qiyinroq bolib borayotganini bildiradi.

Entropiyaning ortishi issiqlikni ishga aylanish imkonini kamaytiradi

Mavzu. Real gazlar

Reja.

1. Molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari.
2. Real gazning holat tenglamasi.
3. Van-der-Vaals izotermalari.
4. Gazlarni suyultirish.
5. Gazning bo'shliqqa kengayishi. Joule-Tomson effekti.

Molekulyar-kinetik nazariyani o'rganganimizda ideal gazlar bilan ish ko'rdik. Bunda molekularlar bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan va ularning o'lchamlari hamda hajmlari hisobga olmaslik darajada kichik deb soddalashtirilgan edi.

Real gazlar bilan ish ko'rganda esa molekularlarning xususiy hajmlarini hisobga olishga to'g'ri keladi. Bir dona molekulaning hajmi $V' = \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 4 \cdot 10^{-30} m^3$.

Bu ancha kichik hajm, lekin bosim bir necha ming marta oshganda molekularlarni xususiy hajmi gaz egallagan hajmi bilan taqqoslanarli darajada bo'ladi. Bunday hollarda molekularlarning xususiy hajmini hisobga olmaslik katta xatolarga olib keladi.

Ideal gazdagi ikkinchi soddalashtirish molekularlar orasida o'zaro ta'sir kuchlari yo'q deb faraz qilingan edi. Real gazlarda molekularlar orasida o'zaro tortishish va itarishish kuchlari mavjud.

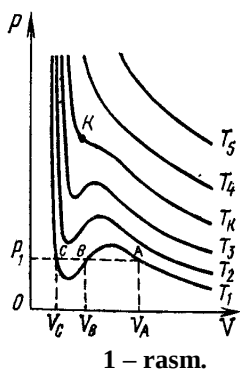
Molekularlari orasida o'zaro ta'sirlar mavjud bo'lgan gazlarga real gazlar deb ataladi.

Bu kuchlarning qiymatlari molekularlar orasidagi masofaga bog'liq.

Real gazning holatini ifodalash uchun golland fizigi Van - der - Vaals 1873 yilda Mendeleyev - Klapayron tenglamasiga molekularlarning hajmini va ular o'rtasidagi

itarishish va tortishish kuchlarini e'tiborga oluvchi tuzatmalarni kiritdi. Bir mol gaz uchun u quyidagicha ko'rinishga ega: $\left(P + \frac{a}{V_\mu^2}\right) \cdot (V_\mu - b) = RT$ (1) Bu yerda $\frac{a}{V_\mu^2}$ -

ichki bosim uchun kiritilgan tuzatish bo'lib molekulalarning orasidagi o'zaro tortishish kuchlarini ifodalaydi, a - konstanta, b - 1 mol molekulalarning hajmlari, yig'indisi, bunda molekulalar o'rtasidagi tirqishlar ham kiradi va molekulalarning o'zaro itarishish kuchini bildiradi. V_μ - molekulalar harakat qilayotgan hajm yoki gaz joylashgan idish hajmi.



1 - rasm.

Istalgan massa uchun Van - der - Vaals tenglamasi bunday: $\left(P + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2}\right) \left(V - \frac{m}{\mu} b\right) = \frac{m}{\mu} RT$ (2) μ - 1 mol gazning

massasi. Bu munosabat **Van-der-Vals tenglamasi** deb ataladi, a va b lar esa muayyan gaz molekulalarini xarakterlovchi doimiylar bo'lib, ularni **Van-der-Vals tuzatmalari** deb yuritiladi. (1) tenglama V_M ga nisbatan uchinchi darajali bo'lgani uchun u uchta ildizga ega bo'ladi, ya'ni bitta bosimga uchta hajm to'g'ri keladi (1-rasm). Bu grafiklarni **Van-der-Vals izotermalari** deb ataladi. Past haroratlarda Van-der-

Vals tenglamasining uchala ildizi haqiqiy, lekin turli qiymatlarga ega bo'ladi. Yuqoriroq haroratdagi T_k ga mos izotermada uchala nuqta ustma-ust tushadi (1-rasmda K deb belgilangan). Ko'pincha, T_k **kritik harorat** deb, unga mos bo'lgan izotermani esa **kritik izoterma** deb ataladi.

Kritik temperatura shunday temperaturaki, - bu temperatura bir oz uzgarsa bo'g' suyuqlikka suyuqlik bo'g'ga aylanishi mumkin. Masalan, suv uchun 673K Geliy uchun 5K ga teng **Kritik temperatura**-tushunchasi 1861-yilda D.I.Mendeleyev tomonidan fanga kiritilgan. **Kritik temperaturada suyuqliklarning sirt tarangligi nolga teng bo'lib suyuqlik va to'yingan bo'g' orasidagi farq yuqoladi.**

Demak, **real gazning ichki energiyasi haroratga ham, hajmga ham bog'liq.**

Amalda Van - der - Vaals izotermalarining bunday ko'rinishini qanday tekshirib ko'rishi mumkin? Bunday tekshirishni 1869 yilda Van - der - Vaals o'z tenglamasini chiqarmasdan avval, Endryus degan olim bajargan. Porshen tagiga 1 mol CO_2 gazi kiritiladi. Gazning bosmi va hajmi monometr M va N shkala yordamida o'lchanadi. Germetik ravishda yopilgan shisha deraza D orqali silindr ichidagi gaz kuzatilishi mumkin. Silindr termostatga o'rnatiladi. Agar gazni 31°S dan yuqori temperaturada siqilsa porshen tagiga ko'zga ko'rinadigan hech qanday voqea yuz bermaydi. Agar siqish $+31^\circ\text{C}$ dan past temperaturada amalga oshirilsa, u holda hajm ma'lum qiymatga erishganda porshen tagida suyuqlik tomchilari (tuman) paydo bo'ladi, va silindrning devoriga o'tiraboshlaydi. Kritik harorat mavjudligi tufayli har qanday gazni dastlab kritik haroratdan past haroratgacha sovutib, siqish yo'li bilan suyuqlikka aylantirish mumkin

Umuman, gazlarni suyultirishning asosan, ikkita usuli mavjud.

1. Musbat Joule-Tomson effektiga asoslangan usul (Dyuar-Linde usuli);
2. Tashqi bosim kuchlariga qarshi ish bajarib adiabatik kengaytirish usuli (Klod usuli).

Texnikada gazlarni suyultirish uchun Linde mashinasi keng ishlatiladi. Uning ishlash prinsipini quyidagicha talqin qilish mumkin. Gaz, masalan, havo kompressorda 200 atm.ga yaqin bosimgacha siqiladi va sovutkichda oqar suv bilan sovutiladi, chunki ko'pchilik gazlar siqilganda qiziydi.

Endryus tajribasi shuni ko'rsatadiki, har qanday gaz suyuqlikka faqat shu gazga hos bo'lgan ma'lum temperatura T_k dan past temperaturada aylantirishi mumkin. Agar gaz temperaturasi T_k dan yuqori bo'lsa, uni hech qanday bosim ostida ham suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi. Bu T_k temperaturani kritik temperatura deb ataladi. Rasmda K nuqta kritik nuqta deb ataladi, bu nuqtada tegishli holat, hajim kritik hajm va bosim kritik bosim deb ataladi.

Misol:

Modda	Kritik temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Kritik bosim (atm)
Suv	+374	218
Uglekislota (CO_2)	+31	73
Kislород	- 119	50
Azot	- 147	34
Vodorod	- 240	13
Geliy	- 268	2,3

Real gazlarning ichki energiyasi. Joule-Tomson effekti. Texnikada gazlarni suyultirish uchun musbat Joule - Tomson effektiga asoslangan Linde mashinasi ishlatiladi. Joule - Tomson effektining 2 hili bor:

1. Boshlang'ich past temperaturada hamma gazlar kengayganda soviydilar (musbat Joule - Tomson effekti).
2. Boshlang'ich yuqori temperaturada hamma gazlar kengayganda isiydilar (manfiy Joule - Tomson effekti).

Bu effektini real gaz ichki energiyasi nuqtai nazaridan tahlil qilamiz. Real gazlar ichki energiyasi molekulalarning kinetik va potentsial energiyalari yig'indisidan iborat: Agar gaz tashqi ish bajarmasdan kengaysa va tashqi muhit bilan issiqlik almashmasa, uning ichki energiyasi o'zgarmay qolish kerak.

$$W = W_k + W_{II} = \text{const} \quad (3)$$

Joule -Tomson hodisasi. Gazlarni suyultirish. Joule – Tomson tajribasi devorlari issiqlikni juda yomon o'tkazadigan trubka ichida gazning barqaror (vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan) oqimi hosil qilinadi. Gaz ichki energiyasining orttirmasi gaz ustida bajarilgan ishga teng bo'lishi kerak:

Gazning suyuqlik holatiga o'tishiga **gazning suyulishi** deyiladi. Gazlarni suyultirishni birinchi marta D.I.Mendeleyev tushuntirgan. Gazning temperaturasi kritik

temperaturadan past, bosim esa kritik bosimdan yuqori bo'lsagina uni suyultirish mumkin.

Gazlarni suyultirish uchun ularning temperaturasi pasaytirish ikki xil usulda amalgam oshirilishi mumkin.

1) Agar gazning temperaturasi inersiya va kritik temperaturadan past bo'lsa, unda kengayishda molekulalar orasidagi tortishi kuchlariga ish bajarish natijasidagazning temperaturasi pasayadi;

2) adiabatik kengayishda tashqi kuchlarga qarshi ish bajarish natijasida, gazning temperaturasi pasayadi.

Suyultirilga gaz xossalari. Suyultirilgan fazlar temperaturasida turli qattiq holatga o'tishi mumkin. Masalan, simobga suyuq havo quyib qattiq simob olish mumkin. Suyultirilgan havo spirtli idishga solinsa, qattiq spirt hosil bo'ladi.

Gazlarning suyulish temperaturasida juda ko'p moddalarning xossalari keskin o'zgaradi. Misol uchun, simob va rux bolg'alanuvchi, plastik metall – qo'rg'oshin esa xuddi po'latdek elastik bo'lib qoladi.

Suyulgan gazlar juda tez bug'lanadi. Ularni saqlash uchun **Dyuar** maxsus idish yasadi. U orasidagi havosi so'rib olingan ikkita ichma-ich joylashgan shisha idishdan iborat bo'lib, idish ichidagi moddaning tashqi muhit issiqlik almashinuvi mumkin qadar kamaytirilgan. Tushayotgan nur qizdirmasligi uchun idish devorlari oynadan qilinadi. Dyuar idishi kundalik hayotimizda mahsulotni qaynoq saqlash uchun foydalaniladigan termosning o'zginasidir.

Demak, ***real gazning ichki energiyasi, ideal gazdan farqli temperaturaga ham, hajmga ham bog'liq.***

Joul-Tomson effekti. Tajribalarda gaz bir idishdan ikkinchi idishga g'ovakli jismdan tayyorlangan to'siq orqali o'tganda idishlardagi gaz bosimlari ga farqlanganligi tufayli gaz to'siqning g'ovaklari orqali sekin oqib o'ta boshlaydi. Mazkur kengayishda real gaz temperaturasining o'zgarishi qayd qilindi. Bu hodisa ***Joul—Tomson effekti*** deb nom oldi. Gazning temperaturasi pasayganda ($\Delta T < 0$) musbat Joul-Tomson effekti, aksincha, temperatura ortgan hollarda manfiy Joul - Tomson effekti sodir bo'ladi. Xona temperaturasidagi ko'pchilik gazlar uchun musbat Joul-Tomson effekti kuzatildi.

Bunday hollarda gaz kengayishi tufayli molekulalarning potentsial energiyasi kamayadi. Lekin, gazning kengayishi issiqlik almashinmay va tashqi ish bajarilmay sodir bo'layotganligi uchun ichki energiya

o'zgarmasligi lozim. Shu sababli kengayish jaraenida real gaz molekulalarining kinetik energiyasi ortadi, ya'ni gaz isiydi.

Umuman, Joul-Tomson effektining ishorasi gazning tabiatiga, temperatura va bosimiga bog'liq. Joul-Tomson effekti ishorasini o'zgartirishi lozim. Temperaturaning bu qiymati ***inversiya temperaturasi*** deb ataladi. Inversiya temperaturasidagi gaz kengayganda uning isishi ham, sovishi ham kuzatilmaydn.

Mavzu: Elektrostatika asoslari. Elektr maydoni

Reja.

1. Kirish. Nuqtaviy zaryad.
2. Kulon qonuni.
3. Ostrogradskiy–Gauss teoremasi.
4. Zaryadlarning ko‘chishida maydon kuchlarining bajargan ishi
5. Elektr toki.

Qadimgi grek olimlari qahraboni yumshoq materiallarga - ipak, charm, mo‘ynaga ishqalaganda turli yengil buyumlarni o‘ziga tortishini payqaganlar. Shunga o‘xshash tajribalar asosida ingliz fizigi **Jelbert** bu hodisani **elektrlanish** deb atadi. Keyinchalik bu bunday jismlarda elektr zaryadlar mavjud, jismlarning o‘zini esa **zaryadlangan jismlar** deb ataldi. Grek tilida qahrabo **elektron** degan ma‘noni anglatadi. “Elektr” degan so‘z shundan kelib chiqqan. Tabiatdagi jismlar tarkibida turli ishorali zaryadlarga ega bo‘lgan zarralar miqdori teng bo‘ladi. Bunday jismlarning har biri elektr nuqtai nazaridan **neytral** bo‘ladi.

Demak, har qanday izolyatsiyalangan sistemada elektr zaryadlarining algebraik yig‘indisi o‘zgarmaydi. $\sum q_e = \text{const}$ (1) bu munosabat **elektr zaryadining saqlanish qonunini** ifodalaydi. bunda q_e – sistema tarkibidagi ayrim jismlar elektr zaryadlarining miqdori.

Elektrodinamika zarralarni bir-biriga ta‘sir ettiradigan va materiyaning maxsus turi bo‘lgan elektromagnet maydonning fizik tabiatini haqidagi fandir.

Elektrodinamikaning tinch holatidagi elektr zaryadlarini o‘rganuvchi bo‘limi **elektrostatika** deb ataladi.

Elektrostatikada ikki tur elektr zaryadlar — **musbat va manfiy zaryadlar** ko‘riladi. Bir xil ishorali elektr zaryad bilan zaryadlangan jismlar bir-birlaridan itariladilar, turli ishorali elektr zaryad bilan zaryadlangan jismlar bir-birlariga tortiladilar.

Jismlarning elektrlangan yoki elektrlanmaganligini aniqlovchi asbobga **elektroskop** deyiladi. **Elektron** eng kichik zaryadga ega bo‘lgan zarracha bo‘lib, elektron zaryadining qiymatini birinchi bo‘lib amerikalik olim **D.Milliken** aniqlagan.

Elektronning zaryadi manfiy bo‘lib, uning qiymati $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, massasi esa $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ga teng.

SI da zaryad birligi sifatida Kulon (Kl) qabul qilingan

Nuqtaviy zaryad deb, tekshirilayotgan masofaga nisbatan o‘lchamlari juda kichik bo‘lgan zaryadli jismlarga aytiladi.

1785 yo‘lda fransuz fizigi Sharl Kulon (1736–1806) buralma tarozi yordamida eksperimental aniqlagan elektr zaryadlarining o‘zaro tasir qonuni quyidagicha tariflanadi:

Vakuumdagi ikki nuqtaviy elektr zaryadlarining o‘zaro tasir kuchi zaryadlar ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari

proporsional: $F = \kappa \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (2) bu yerda κ - proporsionallik koeffitsienti bo‘lib, u SI sistemasida quyidagiga teng bo‘ladi:

bu yerda $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Kl}^2/\text{Nm}^2 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$. **Elektr doimiysi deb ataladi.**

Agar zaryadlarning o‘zaro ta’siri bir jinsli bo‘lsa, **Kulon** qonuning ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi: $F = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (3) bu yerda ε - birliksiz kattalik bo‘lib, **muhitning dielektrik singdiruvchanligi** deb yuritiladi.

Kulon qonuniga asosan, bir-biridan ma’lum masofada turgan zaryadlar **fazo orqali** o‘zaro ta’sirlashadi. **Elektr zaryad atrofidagi elektr kuchlar ta’siri seziladigan fazo sohasi bu zaryadning elektr maydoni deb ataladi.**

Elektr maydonning xususiyatlarini o‘rganish uchun “**sinov zaryadi**” tushunchasi kiritiladi. “**Sinov zaryadining**” miqdori mumkin qadar kichik bo‘lishi kerak, chunki u o‘z maydoni bilan tekshirilayotgan maydonning xususiyatlarini o‘zgartira olmasin $\vec{E} = \frac{F}{q_c}$ (4) bu munosabatdagi $\vec{E}$ vektor kattalik **elektr maydonning kuchlanganligi** deb ataladi.

Demak, **elektr maydonning ixtiyoriy nuqtasidagi maydon kuchlanganligi deganda shu nuqtaga olib kirilgan birlik zaryadga ta’sir etuvchi kuch bilan xarakterlanuvchi fizik kattalik tushuniladi.**

SI da elektr maydon kuchlanganligining birligi Nyuton taqsim kulon (N/Kl) yoki volt taqsim metr (V/m) deb qabul qilingan.

Agar elektr maydonini bir necha zaryad vujudga keltirayotgan bo‘lsa, natijaviy maydonning kuchlanganligi alohida zarralar hosil qilgan elektr maydon kuchlanganliklarining vektor yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni: $E = E_1 + E_2 + \dots E_n \sum_{i=1}^n E_e$ (5) bu ifoda **maydonlar supperpozitsiyasi (qo‘shish) prinsipini** ifodalaydi.

GAUSS TEOREMASI.

Elektr maydonni grafik usulda tasvirlash uchun **kuchlanganlik chiziqlari** kattaligi kiritiladi. Elektr maydon kuch chiziqlarining boshi va oxiri mavjud bo‘lib, ular musbat zaryaddan boshlanib manfiy zaryadda tugaydi.

Agar elektr maydonining hamma nuqtalarida E kuchlanganlik bir xil bo‘lsa, elektr maydoni **bir jinsli** deyiladi.

Maydonlarning supperpozitsiya prinsipiga muvofiq (5) ga asosan: $E_n = E_{n1} + E_{n2} + \dots E_{nk} \sum_{i=1}^k E_{ne}$ (6) Bundan foydalanib, potensialni quyidagicha ta’riflash mumkin: **elektr maydon ixtiyoriy nuqtasining potentsiali deganda shu nuqtadan birlik musbat zaryadni cheksizlikka ko‘chirish uchun lozim bo‘ladigan ish bilan xarakterlanuvchi kattalik tushuniladi.**

Elektrlangan jism atrofida fazoda **elektr maydon** mavjud bo‘ladi. Elektr maydon materiyaning moddadan farqli bo‘lgan bir turidir. Elektr maydonga kiritilgan zaryadga

shu elektr maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch **elektr kuchi** deb ataladi, Elektr maydonning asosiy xossalari —elektr zaryadga bu maydonning biror kuch bilan ta'sir qilishidir. Zaryadga ko'rsatilgan ta'sirga qarab maydonning borligini, uning fazodagi taqsimoti aniqlanadi. Qo'zg'almas zaryadning elektr maydoni **elektrostatik** maydon deb ataladi. Elektrostatik maydonni faqat elektr zaryadlari hosil qiladi.

Maydonning tayinli bir nuqtasiga qoyilgan zaryadga ta'sir etuvchi kuchning bu zaryadga nisbati maydonning har bir nuqtasida zaryadga bog'liq emas va maydon xarakteristikasi deb hisoblanishi mumkin. Bu xarakteristika **maydon kuchlanganligi** deyiladi:

Ostrogradskiy $q_1, q_2, \dots, q_n$ zaryadlar sistemasi uchun umumlashtirgan va natijada umumiy hol uchun **Ostrogradskiy-Gauss teoremasi** kuchga ega. Bu teoreмага asosan ixtiyoriy formadagi yopiq yuzdan chiqayotgan kuchlanganlik vektorining to'la oqimi shu yuz ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisining absolyut dielektrik

singdiruvchiga nisbatiga teng, ya'ni:
$$N_E = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon} \sum_{i=1}^N q_i. \quad (7)$$

Elektr maydonda zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish. Har qanday elektr maydonga q_0 zaryad kiritilsa, elektr kuchi tasirida zaryad siljib ish bajariladi. bajarilgan ish quyidagiga teng: $\Delta A = F \Delta l \cos \alpha$ (8) bunda F —maydonga kiritilgan q_0 zaryadga tasir qiluvchi kuch bo'lib, u quyidagiga teng edi:

$$F = q_0 E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r^2} \Delta r. \quad \Delta l \text{ elementar masofaning } F \text{ kuch yo'nalishiga}$$

proeksiyasi Δr bo'lib, u $\Delta r = \Delta l \cos \alpha$ (9) ga teng. Natijada ifodani quyidagi ko'rinishda

yozish mumkin:
$$\Delta A = q_0 E \Delta r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \Delta r \quad (10)$$

Bu ifodadan ko'rinadiki, elektr maydonda zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish yo'lning shakliga bogliq bo'lmasdan zaryadning boshlangich va ohirgi holatiga bogliqdir.

Kuchining bajargan ishi yo'lning shakliga bogliq bo'lmagan maydonga potensial maydon deyiladi.

Binobarin, elektr zaryadlari hosil qilgan elektr maydon potensial maydondir.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n = \sum_{i=1}^n \varphi_i \quad (11) \text{ Bu maydonlar superpozitsiyasi prinsipining natijasidir.}$$

Elektr toki deb, elektr zaryadlarining tartibli harakatiga yoki zaryadlarning ko'chishi bilan bogliq bo'lgan elektr maydonning tarqalishiga aytiladi.

Tokning yo'nalishi uchun shartli ravishda musbat zaryadlarning harakat yo'nalishi qabul qilingandir. O'tkazgichdagi tokning mavjudligini uning tasiri yoki u hosil qilgan hodisalariga qarab quyidagicha aniqlash mumkin:

1. Tok o'tayotganda o'tkazgich qiziydi (isitkich asboblari, chuglanma lampalar,).
2. Tokning magnit tasiri (tokli o'tkazgich atrofida magnit strelkaning ogishi elektromagnitlar, telegraf–telefon).
3. Elektr toki o'tganda himiyaviy tarkib o'zgarishi (kislota, ishqor va tuzlar eritmasi – elektrolitlarda moddalarning ajralishi).

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

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

Tok kuchi. Tokning tabiatidan qat'iy nazar uni harakterlovchi asosiy kattaliklardan biri tok kuchidir:

Tokning kuchi deb, o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryadiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, yani:

$$I = \frac{q}{t} \quad (12) \quad \text{Bunda } I \text{ -- tokning kuchi, } q \text{ -- elektr zaryadi, } t \text{ -- elektr zaryadi o'tishi}$$

uchun ketgan vaqt. Tok kuchi elektr zaryadi kabi skalyar kattalikdir. Tok kuchi ampermetr bilan o'lchanadi tok kuchining zichligi ("J") harfi bilan belgilanadi.

Tok kuchining zichligi deb, o'tkazgichning bir birlik ko'ndalang kesimi yuzidan o'tgan tokning kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, yani:

$$J = \frac{I}{S} \quad (13) \quad \text{Bundagi tok kuchining o'rniga (12) dagi ifodasi qo'yilsa: } J = \frac{q}{St} \quad (14)$$

Zaryadlarning o'tkazgich bo'ylab ko'chishida o'tkazgichdagi elektr maydon kuchlari ish bajaradi.

O'tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish deb, bir birlik musbat zarjadni o'tkazgich bo'ylab kuchirishda o'tkazgichdagi elektr maydon kuchining bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, yani:

$$U = \frac{A}{q_0} \quad (15) \quad \text{Demak, berilgan o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish bilan o'tkazgichdagi}$$

elektr toki kuchi orasida boglanish mavjud bo'lishi kerak SI da o'tkazuvchanlik birligi qilib simens (Sm) qabul qilingan.

1 simens (Sm) deb, uchlarida 1 V kuchldanish bo'lganda 1 A tok o'tadigan o'tkazgichning o'tkazuvchanligiga aytiladi.

Odatda, amaliy hisoblashlarda o'tkazuvchanlikning teskari ifodasi bo'lgan kattalikdan foydalaniladi va unga o'tkazgichning qarshiligi deyiladi:

$$R = \frac{1}{J} \quad (16) \quad \text{Turli hil o'tkazgichlar zanjirdan o'tayotgan tokni turlicha cheklaydi yoki}$$

tokka turlicha qarshilik ko'rsatadi.

O'tkazgichning zanjiridagi tokni cheklash hossasiga o'tkazgichning qarshiligi deyiladi.

Mavzu. Turli muhitlarda elektr toki.

Reja.

1. Tokning ta'sirlari
2. Kirxgof qoidalari Joul–Lens qonunini
3. Gazlarda elektr toki Videman-Frants qonuni
4. Lengmyur-Bog'uslavskiy formulasi
5. Richardson va Deshmanlar formulasi

Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati **elektr toki** deb ataladi. “Tok” – “**oqim**” degan ma'noni bildiradi. Elektr tokini metallarda **erkin elektronlarning** harakati, elektrolitlarda **ionlarning** gazlarda esa **ionlar bilan elektronlarning** harakati hosil qiladi. Tokning yo'nalishi uchun shartli ravishda **musbat zaryadlarning harakat yo'nalishi** qabul qilingan. tokning mavjudligini uning ta'siriga qarab quyidagicha aniqlash mumkin:

1. Tok o'ta'sir qiladi.
 3. Elektr toki o'tganda moddaning kimyoviy tarkibini o'zgartiradi.
- O'tkazgichning kesim tayotganda o'tkazgich qiziydi.

2. Tok magnit asboblarga yuzidan dt vaqt davomida dq zaryad miqdori o'tayotgan bo'lsa, bunday tokning kuchi: $I = \frac{dq}{dt}$ (1) ga teng bo'ladi. Uni quyidagicha ta'riflash mumkin: o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryadiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka **tok kuchi** deb ataladi. Vaqt o'tishi bilan miqdori va yo'nalishi o'zgarmaydigan tokka **o'zgarmas tok** deb ataladi. Yuza birligidan o'tayotgan tok kuchiga **tok zichligi** deb yuritiladi.

$j = \frac{I}{S}$ (2) Agar elektr toki ikki xil ishorali zaryadlarning tartibli harakati tufayli vujudga kelayotgan bo'lsa, tok zichligining ifodasini quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin: $j = q^+ n^+ u^+ + q^- n^- u^-$ (3) bunda q^+ va q^- mos ravishda musbat va manfiy tok tashuvchilarning zaryad miqdorlari, n^+ va n^- ularning konsentratsiyasi (ya'ni bir-birlik hajmdagi soni), u^+ va u^- esa ularning tartibli harakatidagi o'rtacha tezliklari.

SI da tok kuchining o'lchov birligi– amper (A) bo'lib, u asosiy birlik sifatida qabul qilingan. Tok zichligi birligi – amper taqsim metr kvadrat (A/m^2).

Ma'lumki, o'tkazgichdan tok o'tganda hamma vaqt mazkur o'tkazgich qiziydi. Uning qizishga sabab shuki, o'tkazgich bo'ylab harakatlanayotgan elektronlarning kinetik energiyasi elektronni o'tkazgich kristall panjarasining ioni bilan har bir to'qnashishida issiqlikka aylanadi. **Joul** va **Lens** mustaqil ravishda o'z tajribalarida o'tkazgichdan tok o'tishi natijasida undan ajralib chiqqan issiqlik miqdori o'tkazgichning qarshiligiga, tok kuchining kvadratiga va tokning vaqtiga proporsional

ekanligini topdilar: $dQ = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt$ (4) Bu munosabat **Joul–Lens qonunini** ifodalaydi.

Materiallar tarkibidagi zaryadlar tashuvchi zarrachalarning konsentratsiyasiga qarab 3 ga ajratiladi.

a) o'tkazuvchilar: bularga materiallar elektrolitlarni misol keltirish mumkin. Materiallarda zaryad tashuvchi zarrachalar ularning tarkibidagi erkin elektron bo'lib ularning konsentratsiyasi taxminan $10^{22} - 10^{23} \text{ sm}^{-3}$ ga tengdir.

b) yarim o'tkazgichlar: (misol qilib *Gc, Mn, Si, In*) bu konsentratsiya oddiy sharoitda $10^{12}, - 10^{13} \text{ sm}^{-3}$ ni tashkil etadi.

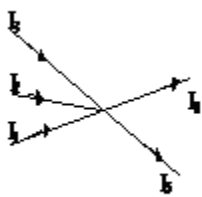
c) dielektrlarda (izomerlar: bularga chinni, shisha, slyuda, rezinani misol keltirish mumkin) erkin holatda zaryad tashuvchi zarrachalar bo'lmaydi.

zaryadlangan zarralarning tartibli harakatiga elektr toki deb ataladi.

Agar biz o'tkazgichdan uzoq vaqt tok o'tib turishini istasak, bu quyidagi uchta asosiy shart bajarilishi kerak:

1. O'tkazgich bo'lishi kerak.
2. Shu o'tkazgichning uchlarida potentsiallar farqi bo'lishi kerak.
3. Elektr tokining manbai mavjud bo'lishi kerak.

Kirxgof qoidalari



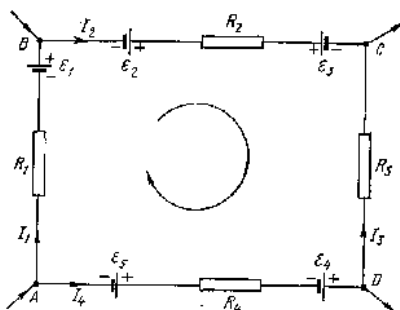
1-rasm

Tarmoqlangan elektr zanjiri ancha murakkab bo'ladi. Kirxgof qoidalari tarmoqlangan murakab zanjir qismlarini hisoblashda qo'llaniladi. Tarmoqlanmagan zanjir berk konturning alohida qismlarida tok kuchlari kattalik va yo'nalish jihatdan turlicha bo'lishi mumkin.

Elektr zanjirining kamida uchta o'tkazgich tutashgan nuqtasi **tugun** deyiladi. Tugunga kelayotgan toklarni **musbat** ishora bilan, tugundan ketayotgan toklarni esa manfiy ishora bilan olinadi. Kirxgofning birinchi qoidasiga asosan; **tugunda uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng**,

ya'ni 1-rasmdagi elektr tugun uchun: $\sum_{i=1}^n I_i = I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$



2-rasm

Kirxgofning ikkinchi qoidasi tarmoqlanmagan zanjirning berk konturiga tegishli. Biror murakkab tarmoqlanmagan elektr zanjiridan ixtiyoriy AVSDA berk konturni ajratib olaylik (2-rasm) zanjirning har bir qismidagi qarshilik (*R*) deganda shu qismdagi barcha tashqi va ichki qarshiliklar yig'indisi tushuniladi;

2) Zanjirning ayrim qismlari-dagi tokning yo'nalishi konturni aylanish yo'nalishi bilan mos tushsa, bunday tokni musbat, aks holda manfiy deb hisoblanadi;

3) Zanjirdagi tok manbalarining manfiy qutbidan musbat qutbi tomon yurish konturni aylanish yo'nalishi bilan mos tushsa, manbaning E.Y.K musbat ishora bilan aks holda manfiy ishora bilan olinadi.

Bu munosabat Kirxgof ikkinchi qoidasining matematik ifodasidir, u quyidagicha ta'riflanadi: ***Yopiq elektr zanjiri konturida har bir tarmoq tok va qarshiliklar ko'paytmalarining algebraik yig'indisi, shu konturdagi elektr yurituvchi kuchlarning algebraik yig'indisiga teng.***

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i + \sum_{i=1}^n I_i r_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

Gazlarda elektr toki

Elektr tokning gazlar orqali o'tishiga ***gaz razryadi*** deyiladi. Gazlar esa normal holda izolyator hisoblanadi, ularda tok tashuvchilar bo'lmaydi. Gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirishning ikki usulidan foydalanamiz:

a) gazlarda zaryad tashuvchilar tashqi ta'sirlar natijasida hosil qilinsa, bunday holda kuzatiladigan elektr tokni ***nomustaqil gaz razryadi*** deyiladi;

b) agar zaryad tashuvchilar elektr maydon ta'sirida vujudga kelsa, shu hodisa tufayli kuzatiladigan elektr tokni ***mustaqil gaz razryadi*** deyiladi.

Plazma

Yuqori darajada ionlashgan kichik hajmda elektroneytral bo'lgan gaz ***plazma*** deb ataladi. Plazma moddaning alohida holatidir. Bir necha o'n million gradus haroratga ega bo'lgan Quyosh va boshqa yulduzlarni tashkil qilgan moddalar plazma holatda bo'ladi.

Plazma zarralari, oddiy gaz molekulalariga o'xshash tartibsiz harakatda bo'ladi.

Metallarda tok tashuvchanlik vazifasini ***erkin elektronlar*** bajaradi. Bu tassavur **Mandel'shtam** va **Papaleksi** (1912) va amerikalik fizik **Styuart** va **Tolmen** (1916) tajribalarida to'la tasdiqlangan. Metallarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi metall tarkibidagi elektronlarning soniga va bu elektronlarning kristall panjara tugunlarida joylashgan ionlar bilan ikki ketma-ket to'qnashuvi orasidagi bosib o'tgan masofasi l ga

proportsional bo'ladi: $\sigma = \frac{e^2 n l}{2 m g} E$ (5) Bu yerda e - elektron zaryadi, n - elektron soni,

l - kristall tugunlarida joylashgan ionlar orasidagi borib kelish masofasi.

Videman-Frants 1853 yilda o'z tajribalari bilan metallarning solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligi χ ni ularning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi σ ga nisbati bir xil temperaturada o'zgarishsiz qoladi. Demak metallarda issiqlik o'tkazuvchanlik erkin

elektronlar hisobiga sodir bo'ladi. $\frac{\chi}{\sigma} = 3 \left(\frac{k}{e} \right)^2 T$ (6) $\frac{\chi}{\sigma} = 2,23 \cdot 10^{-8} T$

Elektronning metallardan chiqish ishi. metallardan tashqariga chiqayotgan elektronlarga sirt qatlam tomonidan tortish kuchi ta'sir qiladi. Bu kuch metall ichkarisiga yo'nalgan bo'lib, elektronning metallardan chiqishiga to'siq rolini o'ynaydi. Elektron bu to'siqni yengib metallni tark etishi uchun ma'lum miqdorda ish bajarishi lozim. Ana Shu ish miqdoriga chiqish ishi deb aytiladi.

Kuchlanish ortishi bilan anod toki ortib boradi va kuchlanishning ma'lum qiymatida To'yinish toki hosil bo'ladi va kuchlanishning keyingi qiymatlarida anod toki bir xil qolaveradi. To'yinish toki va unga mos kelgan anod kuchlanishining qiymati katodning temperaturasiga bog'liq orta boradi. Anod tokining kuchlanishga bog'lanishi Lengmyur-

Bog'uslavskiy formulasi orqali xarakterlanadi. Buni 3/2 qonun deb ham yuritiladi.

$I_a = BU_a^{\frac{3}{2}}$ (7) B -elektrodning o'lchami, shakli va qanday joylashuviga bog'liq koeffitsient.

To'yinish toki zichligining katod temperaturasi bog'liqligi Richardson formulasi

orqali xarakterlanadi. $J_t = CST^2 e^{\frac{A_t}{kT}}$ (8)

Bu yerda $C = 6,02 \cdot 10^5 \text{ A/m}^2 \cdot \text{grad}^2$ - emissiya doimiysi barcha metallar uchun bir xil. S- katodning yuzasi, T- katodning absolyut temperaturasi, e -natural logarifm asosi, k - Boltsman doimiysi.

Diodning VAX si Rossiyalik fizik S.A. Boguslavskiy va amerikalik fizik I.Lengmyurlar tomonidan atroflicha o'rganilgan.

Kvant statistikasi qonunlariga asoslanib Richardson va Deshmanlar to'yinish tokining zichligi quyidagi ko'rinishga ega ekanligini nazariy aniqlaganlar:

$$j = Ce^{-A/kT} \quad (9)$$

Bu yerda A- elektronning katoddan chiqish ishi, T- termodinamik temperatura, $C = 1,2 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ metallar uchun bir xil doimiy koeffitsiyent. k- Bolsman doimiysi.

(9) dan ko'rinib turibdiki A ning kamaytirish orqali j ni kuchaytirish mumkin. Shuning uchun ham katod chiqish ishi kichik bo'lgan metall oksidlari bilan qoplanadi.

Yarimo'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi.

Yarimo'tkazgichlar metallardan elektr o'tkazuvchanligi bilan farq qiladi, shu bilan birga yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi metallar elektr o'tkazuvchanligidan

farqli ravishda harorat ortishi bilan quyidagi qonunga muvofiq ortib boradi: $\sigma = \sigma_0 e^{\frac{b}{T}}$ (10) bunda T – absolyut harorat, b – turli yarimo'tkazgichlar uchun turlicha bo'lgan doimiy.

Dialektriklar, o'tkazgichlar va yarimo'tkazgichlarning xossalari turlicha ekanligi ruxsat etilgan energetik sathlarning yoki, zonalarining bir-birlariga nisbatan turlicha joylanishi bilan tushuntiriladi. Bunda ruxsat etilgan energetik sathlarni bir-biridan “man” qilingan zonalar ajratib turadi. Yarimo'tkazgichlarda ikki xil o'tkazuvchanlik mavjud:

Kovakli (teshikli) o'tkazuvchanlik. Bunda yetarli darajada yuqori haroratda elektronlarning bir qismi yuqoridagi zonaga o'tadi. Pastki zonada bo'shagan joylar – kovaklar qoladi. Yuqoridagi zonada yana ko'p egallanmagan joylar qolganligi uchun elektronlar o'z harakat holatini o'zgartirishi, ya'ni tashqi maydon ta'sirida tezlik olishi va demak, elektr o'tkazuvchanlik yuzaga chiqarishi mumkin. Shuning uchun yarimo'tkazgichlarda energetik holatlarning yuqorigi zonasi o'tkazuvchanlik zonasi deb

ataladi. O'tkazuvchan zonaga o'tgan elektronlar soni $n' = ae^{-\frac{b}{2kT}}$ (11) bunda a va b – doimiy kattaliklar. Ana shunga mos ravishda elektr o'tkazuvchanlikning haroratga

qarab o'zgarishi quyidagicha bo'ladi: $\sigma = \sigma_0 e^{\frac{b}{2kT}}$ (12) Elektronlarning tashqi maydon ta'sirida ko'chishi natijasida "kovak" ham elektronlarning harakat yo'nalishiga teskari yo'nalishda siljiydi. Bunday "kovak"ning ko'chishi musbat zaryadning ko'chishiga ekvivalent bo'ladi. Demak, elektr o'tkazuvchanligi kovaklar hisobiga yuz beradigan yarimo'tkazgichlar *p* – tip yarimo'tkazgichlar deyiladi.

2). Teshikli o'tkazuvchanlik. Yarimo'tkazgichlarda asosan elektronlar hisobiga yuzaga keladigan o'tkazuvchanlik – elektron o'tkazuvchanlik deyiladi. Bunday yarim o'tkazgichlar elektron yoki *n*-tip yarim o'tkazgichlar deyiladi. Elektron yarimo'tkazgichlarda $p \ll n$ bo'lgani uchun $\sigma_n = en\mu_n$ (13) deb yoza olamiz.

Mavzu: Vakuumda magnit maydoni

Reja.

1. Elektr tokining magnit maydoni.
2. Bio–Savar–Laplas qonuni.
3. Toklarning o'zaro ta'sirlashuvi.
4. Amper qonuni va Lorens kuchi.
5. Solenoidning magnit maydoni

Qo'zg'almas elektr zaryadlar o'zining atrofida elektr maydon hosil qiladi. Harakatlanuvchi zaryadlar undan tashqari, magnit maydon ham hosil qiladi. Tajribalar ko'rsatadiki, magnit strelkasi tokli o'tkazgichga yaqinlashtirilsa, magnit strelkasi o'z o'qi atrofida aylanishi kuzatilgan. Har qanday o'tkazgich atrofida magnit maydon hosil bo'ladi, bu maydon o'zgarmas magnit maydoni bilan ta'sirlashadi.

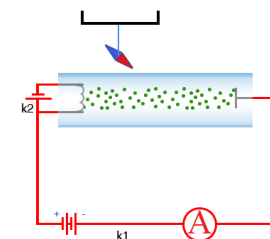
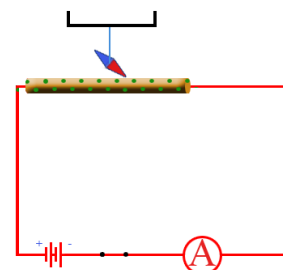
Elektr toki zaryadlangan zarrachalarning tartibli harakati bo'lganligi uchun, zaryadlangan zarrachalar oqimi oldiga magnit strelkasi joylashtirilganda, uning o'z o'qi atrofida burilishini birinchi bo'lib, tajriba yo'li bilan **Ioffe** kuzatdi.

Har qanday harakatlanuvchi zaryadlangan zarrachalar atrofida magnit maydon hosil bo'ladi, bu maydon doimiy magnit maydoni bilan ta'sirlashadi. Bu ta'sirlanishning kattaligi va yo'nalishi quyidagicha aniqlanadi:

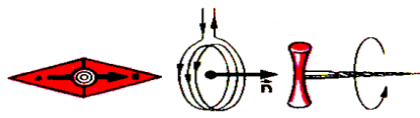
Tokli o'tkazgich yaqinida magnit strelkasi yaqinlashtirilganda strelka tomonidan ta'sirning sezilishi ma'lum maydon hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

Toklar har doim maydon orqali ta'sirlashadi bu maydon **magnit maydon** deb ataladi. Magnit maydonni xossalari quyidagilar

1. Magnit maydonni elektr toki (harakatlanayotgan zarralar hosil qiladi)
2. Magnit maydon tokka (harakatlanayotgan zarralarga) ko'rsatadigan ta'siriga qarab bilinadi.



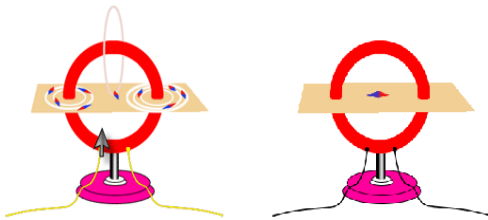
Magnit maydonni xarakterlaydigan kattaliklar bu magnit maydon induktsiyasi B va magnit maydon kuchlanganligi H bo'lib hisoblanadi.



Magnit maydon harakatsiz zaryadga ta'sir qilmaydi elektr maydon esa ta'sir qiladi. Agar zaryad magnit maydonda biror q tezlik bilan harakatlansa magnit maydonning ta'sir kuchi hosil bo'ladi.

Vakuumdagi magnit maydoni va uning kuch chiziqlari. Magnit maydonni xarakterlovchi parametr bu magnit maydon kuch chiziqlari hisoblanadi. Kuch chiziqlarining zichligi magnit maydon induksiya vektoriga to'g'ri proporsional bo'ladi va bu kuch chiziqlarining yonalishi parma qoidasiga asosan aniqlanadi.

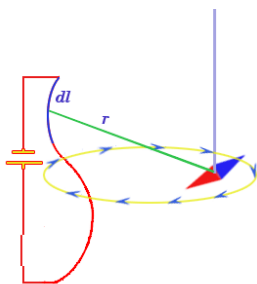
Har qanday ko'rinishdagi o'tkazgichlardan elektr toki o'tganda, uning atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon yo'nalishini aniqlash uchun quyidagi tajribalarni amalga oshiramiz



Bio-Savar-Laplas qonuni va uning qo'llanilishi.

Ixtiyoriy shakldagi o'tkazgichdan tok o'tganda uning atrofida hosil bo'ladigan magnit maydonini Bio – Savar – Laplas qonuniga asosan hisoblash mumkin.

Tokli o'tkazgichdan r masofada joylashgan biror nuqtaning magnit induksiya o'tkazgichdagi tok kuchi I ga to'g'ri proporsional bo'lib, tokli o'tkazgich elementidan magnit maydon induksiya radius vektorining kvadratiga teskari proporsional bo'ladi



Magnit induksiya vektorining qiymati
$$dB = k \frac{Idl \cdot \sin \alpha}{r^2} \quad (1)$$
 bu yerda α - dl va r vektorlar orasidagi burchak. SI sistemasida

$k = \frac{\mu_0}{4\pi}$ (2) ga teng, bu yerda μ_0 – magnit doimiysi.

Keyinchalik Laplas har bir tok elementi vujudga keltirayotgan magnit maydon induktsiyasining

formulani taklif etdi:
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2} \quad (3)$$

1 Toklarning o'zaro ta'sirlashuvi. Frantsuz fizigi **Amper** tokli ikki o'tkazgichning o'zaro magnit ta'sirini aniqladi va tekshirdi. Tokli o'tkazgichlar atrofida magnit maydoni mavjud bo'ladi. ***Tok va magnit maydoni kuch chiziqlarining yo'nalishi parma qoidasiga asoslanib aniqlanadi. Parmaning ilgarilanma harakati tokning yo'nalishini parma dastasining aylanma harakati magnit maydon kuch chiziqlarining harakatini bildiradi***

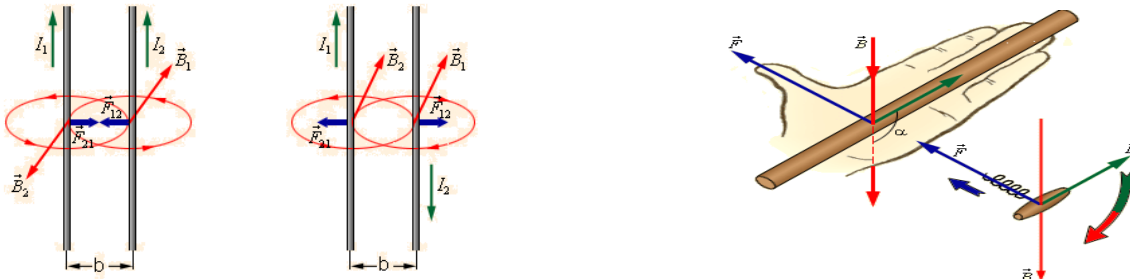
Elektromagnitizmni o'rganishda asosan uchta usuldan foydalanamiz:

1. Maydonning doimiy magnitga ta'siri;
2. Maydonning tokli berk konturga ta'siri;
3. Toklarning o'zaro magnit ta'siri;

Ana Shu uchinchi usuldan elektromagnitizmning asosiy qonunlari, Bio-Savar-Laplas, Amper qonunlari kelib chiqadi.

Amper qonuni. Amper maxsus qurulma yordamida toklarning o'zaro ta'sir qonunini kashf etdi. Ikkita paralel o'tkazgichdan bir tomonga tok o'tayotgan bo'lsa, ular o'zaro tortishadi, tok qarama-qarshi tomonga oqayotgan bo'lsa, ular o'zaro itarishadi Amper qonuniga ko'ra magnit maydoniga kiritilgan tok elementiga ta'sir etuvchi kuch quyidagicha bo'ladi: $F = BIdl \sin \alpha$ (4)

Tokli o'tkazgichga ta'sir qilayotgan magnit maydon induktsiyasining yo'nalishini chap qo'l qoidasi orqali tushuntirish ma'qul. Bunda panjalar tokning yo'nalishini ko'rsatsa



kaftga tik yo'nalgan chiziqlar B ning yo'nalishini, bosh barmoq esa tokli o'tkazgichga ta'sir etayotgan kuchning yo'nalishini ifodalaydi.

Agar o'tkazgichlar orasidagi masofa b bo'lsa, ikki tokli o'tkazgich o'zaro ta'siri quyidagicha bo'ladi: $F = \frac{4\pi b}{\mu_0 2I_1 I_2}$ (5) Agar o'tkazgichlar juda uzun va bir-biridan b

masofada joylashgan, ulardan I_1 va I_2 tok o'tayotgan bo'lsa, o'tkazgichning ℓ uzunlikdagi bo'lagiga ta'sir etuvchi kuchni Xalqaro birliklar tizimida (XBT) quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2 \ell}{b}$ (6), bu yerda μ_0 – magnit doimiysidir. Tok kuchi XBT da Amperda

o'lchanadi. **Amper**, miqdor jihatidan vakuumda bir-biridan 1 metr masofada joylashgan, ikkita paralel tokli o'tkazgichlar orasida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyutonga teng o'zaro ta'sir kuchi hosil qiluvchi tok kuchiga tengdir. Ikkinchi tarafdin, tok kuchi 1 Amper bo'lganda, 1 sekund ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasidan o'tayotgan zaryadlar miqdori 1 Kulonga teng bo'ladi. Agar $I_1 = I_2 = 1A$, $l = b = 1m$ bo'lsa, u holda, (6) ifodadan magnit

doimiysini hisoblash mumkin $\mu_0 = \frac{4\pi b \cdot F}{2I_1 I_2 \ell} = \frac{12,56 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \frac{N}{A^2} = 12,56 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$,

Magnit maydon induktsiyasining fizik ma'nosi. Agar Amper formulasi $F = BIdl \sin \alpha$ ni hisobga olsak bundan $B = F/Idl \sin \alpha$ (7) deb yozish mumkin $\alpha = 90$

gradus bo'lsa, $B = \frac{F}{Idl}$ (8)

Bundan magnit maydoni induktsiyasining fizik ma'nosi kelib chiqadi.

O'tkazgichning bir birlik uzunligidan 1A tok o'tayotganda Shu o'tkazgichga ta'sir etayotgan kuch miqdor jihatdan magnit maydon induktsiyasi B ni bildiradi.

Magnit maydon induktsiyasi o'tkazgichning shakliga, qanday joylashuviga, o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchining qiymatiga va induktsiyasi aniqlanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofaga bog'liq bo'lar ekan.

Lorens kuchi

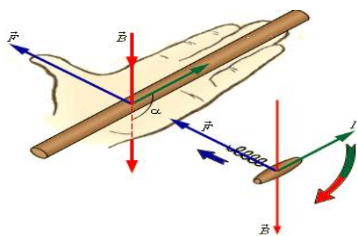
Tok o'tayotgan o'tkazgich toksiz o'tkazgichdan shu bilan farqlanadiki, unda zaryad tashuvchilarning tartibli harakati sodir bo'ladi. *Harakatlanayotgan zaryadli zarraga magnit maydoni tomonidan ta'sir etadigan kuch Lorens kuchi* deyiladi. Lorens kuchi: $F = q\mathcal{G}B\sin\alpha$ (9) ifoda bilan aniqlanadi. Bu formulada $\mathcal{G}$ - zaryadning magnit maydonidagi chiziqli tezligi, α - zaryad tezligi va magnit induksiya vektorlari orasidagi burchak. Harakatlanuvchi zaryad bilan magnit maydon orasidagi o'zaro ta'sir **G.Lorens formulasi** deyiladi.

Lorens kuchi tezlikka tik yo'nalgan bo'lib, tezlik vektorining yo'nalishini o'zgartiradi va bu kuch ish bajarmaydi. Lorens kuchining bajargan ishi nolga teng, ya'ni zaryadning kinetik energiyasini o'zgartirmaydi. Agar zaryad bir vaqtning o'zida magnit va elektr maydonda harakat qilsa, natijaviy ta'sir etuvchi kuch: $\vec{F} = q\left[\mathcal{G}\vec{B}\right] + q\vec{E}$ (10) ko'rinishga

ega bo'ladi. Agar magnit maydonda harakatlanuvchi zarrachaning tezligi yo'nalishi $\vec{B}$ ga perpendikulyar bo'lsa, uning traektoriyasi aylanadan iborat, shu sababli Lorens kuchidan zaryadlangan zarachalarni tezlashtiruvchi asboblari (siklotron, fazatron, betatron va h.k.) yasashda keng foydalaniladi. Bundan tashqari Lorens kuchidan ossillograf, televizor va radiolokatsiya asboblari elektron nur trubkalarini yaratishda keng foydalaniladi.

Lorens kuchining yo'nalishi chap qo'l qoidasi yoki parma qoidasi bilan aniqlanadi

Magnit maydon induktsiyasi $\vec{B}$ chap qo'lning kaftiga tik yo'nalgan, zaryadning harakat yo'nalishi ko'rsatkich barmoq yo'nalishida bo'lsa, zaryadga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi bosh barmoq yo'nalishida bo'ladi.



Chap qo'l qoidasi

Shu sababli ham berk sirt bo'yicha magnit induksiya oqimi

doimo nolga tengdir: $\oint_{(S)} B_n dS = 0$, (11) Bu magnit maydon induktsiyasi uchun **Gauss teoremasidir**. Magnit induktsiyasi oqimi XB tizimida Veberlarda o'lchanadi:

$$1\text{Vb}=1\text{Tl.m}^2=1\text{N.m/A.}$$

Solenoidning magnit maydoni. Uzunligi diametridan katta bo'lgan solenoid induktivligini hisoblab ko'ramiz. I tok oqayotganda, solenoid ichida induktsiyasi $B = \mu_0\mu_n I$ (12) ga teng bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Solenoid bo'yicha to'la magnit oqim tutilishi.

$\psi = \mu_0\mu_n^2 \ell \cdot S \cdot I$ (13) ga teng bo'ladi. Bu yerda ℓ - solenoid uzunligi, S - uning ko'ndalang kesimi yuzasi, n - birlik uzunlikdagi o'ramlar soni. Solenoidning

umumiy o'ramlar soni $N = n\ell$ (14) dan iborat bo'lganda, uzun solenoid induktivligi ifodasini keltirib chiqarish mumkin: $L = \mu_0 \mu n^2 \ell \cdot S = \mu_0 \mu n^2 \cdot V$ (15) bu yerda $V = \ell \cdot S$ - solenoid hajmi. Bu ifodadan μ_0 ning o'lchov birligini topishimiz mumkin:

$$\mu_0 = \frac{L}{n^2 \cdot V}, \quad \frac{\text{генри}}{\text{метр}} \left(\frac{\text{Гн}}{\text{м}} \right) \quad (16)$$

Toroidning magnit maydoni. Agar solenoidni egib aylana xalqa shakliga olib kylnsa hosil bo'lgan g'altakni taroid dyb aytiladi. Taroidning magnit maydon induksiyasi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$B = \frac{\mu_0 n I}{l} = \frac{\mu_0 n I}{2\pi r} \quad (17)$$

Bu yrd r -xalqa markazi bilan o'ramlar markazigacha bo'lgan masofa, $l = 2\pi r$ (18) taroidning uzunligi. Colenoid va taroidlar elektrotexnika va radiotexnikada turli xil induktivlikka ega bo'lgan Amper o'ramli g'altaklar sifatida juda keng foydalaniladi. Colenoid magnit oqimi $\Phi_s = BS$ (19) SI sistymasida o'lchov birligi $\text{Vb} = \text{Tl} \cdot \text{m}$.

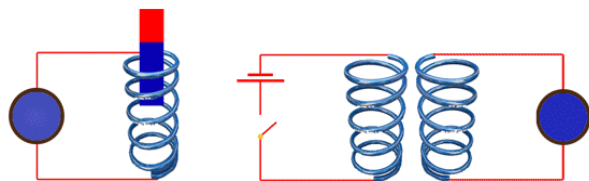
o'tkazgich hosil qiladigan magnit induksiyasi $B = \mu \mu_0 H = \mu \mu_0 \frac{B_0}{\mu_0} = \mu B_0$. (20)

Mavzu: Elektromagnit induksiya

Reja.

1. Faradey tajribalari.
2. Lens qoidasi.
3. Elektr yurituvchi kuchi.
4. O'zaro induksiya.
5. Transformatorlar. Fuko toklari.

Ersted elektr tok magnit maydonni vujudga keltirishini aniqlangandan so'ng, ko'pchilik olimlar teskari effektini izlay boshlashdi, ya'ni magnit maydon elektr tokni vujudga keltirmasmikan, degan savolga javob qidira boshlashdi.



1-rasm

ingliz fizigi **Faradey** ko'p yillik tadqiqotlar natijasida elektromagnit induksiya hodisasini ochish sharafiga muyassar bo'ldi. O' magnit maydonda bajarilgan mexanik ish hisobiga elektr tokini olish mumkinligini isbotlab,

hozirgi zamon elektrotexnikasiga asos soldi. 1831 yilda elektromagnit induksiya hodisasini **Faradey** kashf qilgan. Hodisa shundan iboratki, Galvanometr ga ulangan A solenoidning bir uchiga o'zgarmas magnitni yaqinlashtirsak, solenoidda elektr toki paydo bo'ladi. S - solenoidni k - kalit orqali B tok manbaga ulasak, A solenoidda qisqa muddatli tok paydo bo'ladi.

Faradey tajribasi. Faradeyning elektromagnit induksiya hodisasiga bag'ishlangan tajribalarini ko'rib chiqamiz.

1. Agar magnit berk kontur g'altagi ichiga kiritilsa yoki chiqarilsa (1-rasm), shu magnit kiritilayotgan va chiqarilayotgan paytida berk konturda tok hosil bo'ladi, bu tok induksion tok deyiladi. Agar magnitni g'altakka kiritib boshlasak – galvanometr strelkasi bir tomonga, agar magnitni g'altakdan chiqarib boshlasak, strelka boshqa tomonga og'adi. Binobarin, induksion tok yo'nalishi magnit harakatining yo'nalishiga qarab o'zgaradi.

2. Agar izolyatsiyalangan simdan qilingan ikki g'altak yonma-yon qo'yib, ulardan biriga galvanometr ulab, birinchi g'altakdagi tok kuchini reostat bilan o'zgartirsak, tokning o'zgarishi protsessida ikkinchi g'altakda induksion tok hosil bo'ladi. Birinchi g'altakdagi tokning kamayishi va ortishi bilan ikkinchisida induksion tok paydo bo'ladi, ammo induksion tokning yo'nalishi o'zgaradi.

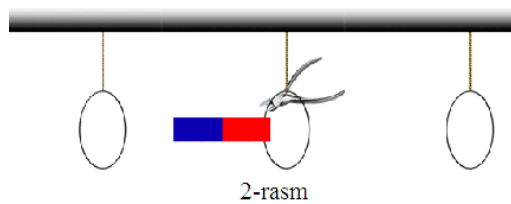
Faradey qonuni: *Bu hodisa elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi. Hosil bo'lgan tok esa induksion tok deb ataladi.* Elektromagnit induksiya holatida energiya bir turdan boshqa turga o'tadi ya'ni konturga nisbatan mexanik harakatga keltirilgan magnitning mexanik energiyasi elektr energiya va konturdan ajralib chiqayotgan issiqlik energiyasiga aylanadi.

Biror berk konturda induksion tokning paydo bo'lishi Shu konturda induksiya elektr yurituvchi kuchining hosil bo'lishiga olib keladi. $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ (1)

Shu ifoda elektroinduksiya hodisasini ifodalovchi qonun yoki Faradey –Maksvell qonuni deb nomlanadi. Bu ifodadagi minus ishorasi Lens qoidasini bildiradi. Peterburg universitetining professori [Lens](#) induksion tokning yo'nalishi uchun quyidagi qoidani topdi: **Lens qoidasi**. Lens induksion tokning yo'nalishini ifodalaydigan qoidani 1833 yilda aniqladi.

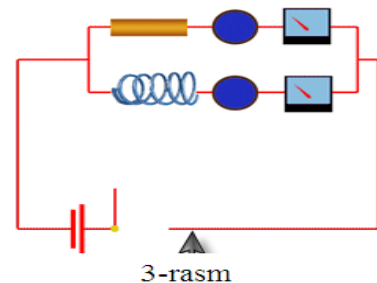
Induksiyalangan tok Shunday yo'nalishda bo'ladiki, uning xususiy magnit maydoni bu tokni yuzaga keltirayotgan magnit induksiya oqimining o'zgarishiga to'sqinlik qiladi.

Induksion toklarning yo'nalishini aniqlash qoidasini 1831 yilda italiyalik fizik [Nobili Leopardo](#) taklif qildi. Nemis fizigi [Neyman](#) esa 1846 yilda induksiya qonunini matematik tenglamasini berdi. Birinchi tajribada solenoidga magnitning shimoliy qutbini yaqinlashtirganimizda soleniodda soat strelkasiga teskari yo'nalgan tok paydo bo'ladi. Bu holda magnit hosil qilayotgan induksiya oqimi soleniodning ichiga qarab yo'nalgan bo'lib, magnit yaqinlashgan sari ortaboradi. Solenoiddagi induksion tokning magnit maydoni tashqi magnit maydonni o'sishini kompensatsiyalaydi. Magnitning shimoliy qutbi uzoq-lashtirilganda soleniodda soat strelkasi yo'nalishidagi tok paydo bo'ladi.



O'zinduksiya va induktivlik.
Elektromagnit induksiya hodisasining asosiy

qonuniga asosan, kontur yuzi orqali o'tayotgan magnit



oqimi o'zgarayotgan barcha hollarda induksiya E.YU.K. si hosil bo'ladi. *Shuning uchun konturdan oqayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida xuddi shu konturning o'zida induksion E.YU.K. ni hosil qiladi.* Bu hodisani o'zinduksiya hodisasi deyiladi.

Kalit K ulanganda, g'altakdan o'tayotgan tok o'zining to'liq qiymatiga birdaniga erishmaydi. Binobarin, g'altak atrofida hosil bo'layotgan magnit oqimi ham o'zining to'liq qiymatiga birdaniga erishmaydi. Lens qoidasiga binoan, hosil bo'layotgan induksion tok induksiya oqimini hosil qiladi, bu oqim dastlabki magnit oqimini ortishiga qarshilik qiladi. Hosil bo'lgan induksion tok ulanayotgan tokka teskari yo'nalgan bo'ladi **Induktivlik**. Bio – Savar – Laplas qonuniga binoan, berk kontur bo'ylab oqadigan elektr toki hosil qiladigan magnit oqimi tok kuchiga proporsional bo'ladi, ya'ni: .

$\Phi = L \cdot I$ (2) bu yerda L - konturning induktivligi bo'lib SI tizimda Genrida o'lchanadi. Demak, 1 Gn shunday elektr zanjirining induktivligiki, zanjirdan 1 A o'zgaras tok o'tkanda vujudga keladigan magnit oqim. Bu yerda L – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, konturning induktivligi deyiladi.

Induktivlik deganda, konturdan bir birlik tok oqib o'tganda yuzaga keladigan magnit oqimi tushuniladi va u konturning shakli, o'lchamlari va kontur joylashgan muhitning magnit singdirvchanligiga bog'liq.

O'zaro induksiya. O'zaro induksiya hodisasi shundan iboratki, biror konturdagi tokning kuchi o'zgarganda bu tokning o'zgaruvchan magnit maydoni qo'shni konturlarda E.YU.K. ni hosil qiladi.

Elektromagnit induksiyaning bu xossasi texnikada yaxlit detallarning chidamliligini oshirish maqsadida ularga termik ishlov berishda keng ishlatiladi. Induksion pechlarning ishlash prinsipi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Elektromagnit induksiya hodisasining salbiy tomonlari ham bor. Solenoidning yoki toroidning tarkibidagi o'zaklar **Fuko** toki tufayli qiziydi. Agar shu hodisa e'tiborga olinmasa, magnit zanjirdagi sim o'ramlarining izolyatsiyasi kuyib, qisqa tutushuv sodir bo'lishi mumkin.

O'zinduksiya va o'zaroinduksiya hodisalari elektromagnit induksiya hodisasining xususiy hollaridir. Elektr zanjirida tok kuchining o'zgarishi bilan zanjirning o'zida induksiya elektr yurituvchi kuchning hosil bo'lishi o'zinduksiya hodisasi deyiladi.

Solenoidning har bir o'rami orqali o'tayotgan magnit oqim $\varphi = B \cdot S$ (3) bo'lganligi uchun solenoidning barcha N o'rama orqali o'tuvchi to'la oqim quyidagiga teng bo'ladi, ya'ni: $\Phi_c = N\Phi = N\mu_0\mu I \frac{N}{l} S$ (4) yoki

Bu ifodani (3) bilan taqqoslash natijasida solenoidning induktivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi: $L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S$ (5)

Transformator deb, o'zinduksiyaga asoslangan, o'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgartirib bera oladigan va uzoq masofalarga elektr energiyani uzatiladigan qurilmaga aytiladi.

Har ikki cho'lg'amni o'zgarish tezligi bir xil bo'lgan magnit oqim kesib o'tganligidan, kuchlanishlarning o'zaro nisbati o'ramlar sonining nisbatiga teng bo'ladi,

ya'ni: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K$ (6) Bundagi $K = \frac{N_2}{N_1}$ nisbatga transformatsiya koeffitsiyenti deyiladi.

Transformatsiya koeffitsiyenti deb, transformatorning ikkinchi cho'lg'ami ochiq bo'lganda, ya'ni salt ishlash rejimida ikkilamchi cho'lg'amdagi kuchlanish birlamchi cho'lg'amdagi kuchlanishdan necha marta o'zgarishini ifodalovchi kattalikka aytiladi.

Hozirgi zamon transformatorlarida isrof 2% dan oshmaganligi uchun birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlarida ajraladigan quvvatlarni bir-biriga teng deb hisoblash mumkin, ya'ni: $I_1 U_1 = I_2 U_2$ (16) yoki $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$ (7)

U paytda yozamiz: $K = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$ (8) Agar $K = \frac{N_2}{N_1} > 1$ bo'lsa, $\frac{U_2}{U_1} > 1$ bo'lib, unday transformatorlarga kuchaytiruvchi

deyilib, $K = \frac{N_2}{N_1} < 1$ bo'lganda, $\frac{U_2}{U_1} < 1$ yoki $\frac{I_1}{I_2} > 1$ bo'lib, bunday transformatorlarga pasaytiruvchi yoki tok transformatori deyiladi.

Mavzu: Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.

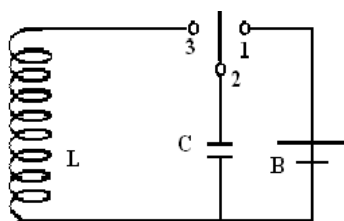
Reja.

1. Tebranish konturi.
2. Tomson formulasi
3. Maksvell nazariyasi.
4. Umov – Poynting vektori, Gers vibratori
5. Radioning kashf bo'lishi

Davriy ravishda takrorlanib turadigan harakat **tebranma harakat** deyilishi ma'lum. Agar tebranishlar sinus va cosinus qonuniga bo'ysunsa bunday tebranishlarga **garmonik tebranish** deb ataladi, uning harakat tenglamasi quyidagicha: $X = A \sin(\omega t + \varphi)$ (1) bu Garmonik tebranma harakat tenglamasidagi $\omega t + \varphi$ ifoda tebranish fazasi, esa boshlang'ich faza deyiladi.

Elektromagnit tebranishlarni kuzatish uchun elektr maydoni magnit maydonga va aksincha, magnit maydoni elektr maydoniga aylanadigan qurilmadan foydalanamiz.

Elektr sig'imi C bo'lgan kondensator va induktivligi L bo'lgan solenoiddan iborat zanjir i tebranish konturi deb ataladi.



1-rasm

Konturda elektr tebranishlar hosil qilish uchun dastlab kondensatorni zaryadlaymiz, kondensatordagi zaryadlar g'altak tomonga oqib kondensator zaryadsizlana boshlaydi. Kondensator zaryadsizlangan sari uning elektr maydoni zaiflashadi, g'altakning magnit maydoni kuchaya boradi. Magnit maydonning o'sishi kondensator to'liq

zaryadsizlangunga davom etib, g'altakda o'zinduksiya E.Y.K hosil bo'lishga sababchi bo'ladi.

Demak: Elektromagnit tebranishlarni kuzatish uchun shunday qurilmadan foydalanish lozimki, bunda elektr maydon energiyasi magnit maydon energiyasiga va aksincha magnit maydon energiyasi elektr maydon energiyasiga aylanishi kerak O'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi g'altak orqali oqayotgan tokning o'sihsiga qarshilik ko'rsatadi, lekin uni to'xtata olmaydi. Bu momentda konturdagi energiya zapasi faqat g'altakning magnit maydon energiyasi sifatida namoyon bo'ladi va uning qiymati quyidagicha aniqlanadi: $W_m = \frac{1}{2} LI_m^2$ (2) Konturning tebranish davri uchun

quyidagi ifodani olamiz: $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (3) Bu formula 1853 yili nazariy yo'l bilan birinchi marotaba **Tomson** tomonidan olingan va shuning uchun **Tomson formulasi** deyiladi. Kondensator qayta zaryadlanganda magnit maydon energiyasining bir qismigina elektr maydon energiyasiga aylanadi, qolgan qismi issiqlik energiyasiga aylanib ketadi. Bundan shunday xulosa qilish mumkin: real konturda yuzaga kelgan erkin tebranishlar vaqt o'tishi bilan so'nib boradi va so'nuvchi tebranishlar deb ataladi. Elektromagnit to'lqinni uning tarqalish yo'nalishida ikkita o'zaro perpendikulyar tekisliklarda yotgan ikkita sinusoida orqali ifodalash mumkin. Bu sinusoidalardan biri elektr kuchlanganlik vektori E ning, ikkinchisi esa magnit kuchlanganlik vektori H ning tebranishlarini tasvirlaydi.

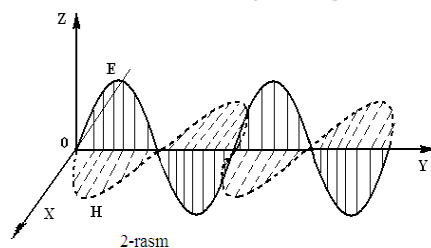
Maksvell nazariyasi.

Ingliz olimi Maksvell elektr va magnit hodisalarining yagona nazariyasini yaratdi. Bu nazariya o'sha vaqtlarda ma'lum bo'lgan tajriba natijalaridan kelib chiqqan bo'lib Maksvellning elektromagnitmaydon nazariyasi deb ataladi

- 1.Vaqt davomida o'zgaruvchi elektr maydoni o'zgaruvchan magnit maydonini yuzaga keltiradi
- 2.Vaqt davomida o'zgaruvchan magnit maydoni esa, o'zgaruvchan elektr maydonini yuzaga keltiradi.

Maksvell nazariyasiga muvofiq, o'zgaruvchan elektromagnit maydon o'zaro tik joylashgan elektr va magnit maydonlarning to'plamidan iborat. Ular fazoda

$u = 1/\sqrt{\epsilon_0 \epsilon \mu_0 \mu}$ (4) tezlik bilan harakatlanadi. Bu yerda ϵ va μ muhitning nisbiy dielektrik va nisbiy magnit singdiruvchanligi.



Elektromagnit to'lqinning differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} + \frac{1}{u^2} = \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} + \frac{1}{u^2} = \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} \quad (6)$$

Bu yerda u -elektromagnit to'lqinning fazaviy tezligi.

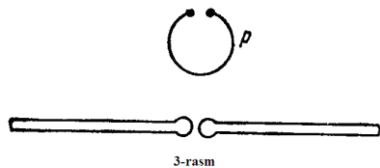
Elektromagnit maydon faza jihatdan mos kelgan ikki to'lqindan iborat ko'ndalang elektromagnit to'lqinelektir (E) va magnit (H) to'lqinlar ko'rinishida tarqaladi

Elektromagnit toʻlqin uzunligi (λ), chastotasi (ν) va tezligi u quyidagicha bogʻlangan: $\lambda = uT = \frac{u}{\nu}$ (7) Bu yerda λ -elektromagnit toʻlqin uzunligi, u -tezligi, T -davri va ν -chastotasi. Elektromagnit toʻlqinlarni hosil qilish uchun Gers 1889-yilda ochiq konturidan, yaʼni **Gers vibratoridan** foydalandi. Kondensatorning plastinkalarini bir biridan uzoqlashtira borib ayni bir vaqtda ularning oʻlchamlarini va gʻaltakning oʻramlari sonini kamaytirsak, yopiq kontur oʻrniga ochiq tebranish konturi hosil boʻladi. Ochiq tebranish konturida zaryadlar oʻtkazgichlarning uchlarida toʻplangan emas, balki oʻtkazgich boylab taqsimlangan. Elektromagnit toʻlqinlar tarqalganda fazoning har bir nuqtasida davriy ravishda takrorlanuvchi, elektr va magnit maydonlarning oʻzgarishi sodir boʻladi. Elektromagnit toʻlqinlar koʻndalang toʻlqinlardir.

Gers tajribasiga koʻra elektromagnit toʻlqinlarni quyidagi xossalari aniqlangan.

1. Xuddi yorugʻlik toʻlqinlari singari elektromagnit toʻlqinlar moddalarda yutiladi va sochiladi.
2. Elektromagnit toʻlqin metal sirtida qanday burchak ostida tushsa, shunday burchak ostida qaytadi.
3. Elektromagnit toʻlqin ikki muhit chegarasiga tushsa, xuddi yorugʻlik nuri singari sinib oʻtadi.
4. Elektromagnit toʻlqinlarda ham yorugʻlik toʻlqinlari singari interferensiya, difraksiya va dispersiya hodisalari koʻzatiladi.

Umov – Poyting



Tebranish konturida elektromagnit toʻlqinlar hosil qilish va unda elektr hamda magnit maydon energiyalarining bir-biriga aylanishlarini oʻrganib chiqdik. Bu hodisa kontur atrofidagi fazoda energiyaning juda oz qismi elektromagnit toʻlqin sifatida tarqalishi mumkinligini koʻrsatadi.

Tebranish konturining davri qanchalik kichik boʻlsa, kontur energiyasining shunchalik koʻproq qismi elektromagnit toʻlqin sifatida tarqaladi. Tomson formulasiga ($T = 2\pi\sqrt{LC}$) asosan tebranish davrini kichraytirish uchun tebranish konturidagi induktivlik va sigʻim qiymatlarini kamaytirish lozim yoki tebranish chastotasini oʻrttirish kerak.

Vibratorning ikkala qismi dastlab oʻzgaruvchan tok manbaidan yuqoriroq potentsiallar farqi vujudga kelguncha zaryadlanadi. Potentsiallar farqi yetarlicha yuqori boʻlganda vibratorning ikkala qismi oraligʻida uchqun yuz berib zanjirning ikkala qismini ulaydi. Keyin vibrator yangitdan zaryadlanadi va jarayon takrorlanaveradi. Elektromagnit toʻlqin bilan birgalikda elektromagnit maydonni xarakterlovchi yana bir fizik kattalik – energiya ham tarqaladi. Elektromagnit maydon energiyasi, elektr va magnit maydon

energiyalarining zichligi yigʻindisidan iborat: $W = W_e + W_m = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} + \frac{\mu_0 \mu H^2}{2}$ (8)

Birlik hajmdagi elektromagnit maydon energiyasi zichligi quyidagi munosabat yordamida aniqlanadi: $W = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu} EH$ (9) natijani olamiz. Energiya

oqimining zichligini S bilan belgilasak, $S = Wu = EH \quad S = [EH] \quad (10)$

Elektromagnit to'liqlar ko'ndalang to'liqlar. Ular vakuumda, yorug'likning vakuumdagi tezligiga teng $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ tezlik bilan haratalanadi. Elektromagnit to'liqlarning tezligi, to'liq uzunligi muhitining xususiyatlariga bog'liq.

S vektorni **Umov – Poyting vektori** deb ataladi.

Radiotexnika – sanoat chastotasi 50 Gs ga teng bo'lgan chastotadagi o'zgaruvchan tok energiyasini yuqori chastotali yuz ming, million va bir necha o'n million Gers o'zgaruvchan tok energiyasiga aylantirib berish, elektromagnit tebranishlari va to'liqlarini hosil qilish, ularni tarqatish va qabul qilish, shuningdek biror axborotni radioto'liqlar orqali uzatish va qabul qilish masalalarini o'rganadi.

Maksvill nazariyasining to'g'riligini birinchi marta nemis olimi Genrix Gers elektromagnit to'liqlari mavjud ekanini tasdiqlaydigan tajribalarini 30 yosh atrofida 1886-89 yillari amalga oshiradi.

Radio ixtirosida muhim o'ringa ega bo'lgan muhandis rus olimi. Aleksandr Stepanovich Papov, 1859 yil 16 martda Turyain koni posyolkasida tug'ilgan. Olimning ilmiy ishlari elektrotexnika va radiotexnika masalalariga bag'ishlangan.

Papov Kronshtadda minalar buyicha ofisserlar tayyorlaydigan sinfning o'qituvchisi edi. Papov 1895 yil 7 may Rossiya fizika-ximiya jamiyatining yig'ilishida "Metal kukunlarining elektr tebranishlarga munosabati" degan mavzuda doklad qilib, o'zining yashin qayd qilgich asbobini namoyish qilib ko'rsatdi. Shu bilan uning radioni ixtiro qilganligi ayon bo'ldi. Shu boisdan 7-mayni radio kuni sifatida nishonlanib kelmoqda.

A.S.Papov elektromagnit to'liqlarni bevosita sezuvchi indikator sifatida kogererdan foydalangan. Kogerer Papov radio piriyomnigining eng asosiy qo'rilmasi bo'lib hisoblanadi. A.S.Papov 1896 yil 24 mart kuni esa shu jamiyatning yig'ilishida simsiz telegraf uchun tayyorlangan o'z asbobi yordamida "Genrix Gers" so'zlaridan iborat radiogrammani uzatishga muvaffaq bo'ladi.

Radioning kashf bo'lishi Maksvell nazariyasining haqqoniyligini amaliyotda yana bir bor tasdiqladi. Toshkentda muntazam radio eshittirishlari boshlanganiga 80 yil bo'ldi. O'zbekistonda ilk bor radionuqtalarini o'rnatish va eshittirishlar tayyorlash 1927 yildan boshlangan.

Mavzu: Yorug'likning tabiati.

Reja.

1. Yorug'lik manbalari.
2. Yoruglikning sinish va qaytish qonunlari.
3. Yorug'likni tavsiflovchi kattaliklar.
4. Optik asboblari

Optika fizikaning muhim qismlaridan biri bo'lib, u yorug'lik hodisalarini, ularning xususiyatlarini, yorug'likning muhit bilan o'zaro tasirini o'rgatadi. (Optika grekcha so'z bo'lib, «**Opticos**» - ko'raman degan ma'noni anglatadi). Predmetlardan yorug'liq qaytib kuzimizga tushgandagina biz ularni ko'ramiz. Bazi jismlar o'zidan yorug'liq sochganligi uchun yorug'lik manbalaridan iborat bo'lib, ular to'gridan-to'g'ri ko'rinadi. **Yorug'lik manbalari deb**, molekullari va atomlari ko'rinadigan nurlanish hosil qiladigan barcha

jismlarga aytiladi. Yorug'lik manbalari ikki gruppaga: **tabiiy** va **suniy** manbalarga bo'linadi. Tabiiy yorug'lik manbalariga Quyoshni, yulduzlarni va ba'zi nurlanuvchi tirik organizmlar (baliqlar, hasharotlar, ayrim mikroblar) ni misol qilib ko'rsatish mumkin.

XVII asrning oxirida yorug'likning tabiati haqida ikkita o'zaro qarama-qarshi nazariya maydonga keldi: bulardan birinchisi, **Nyuton** yaratgan **korpuskulyar nazariya** va ikkinchisi, **Gyuygensning to'liq nazariyasidir**. Yorug'likning korpuskulyar nazariyasiga binoan, yorug'lik juda katta tezlik bilan tarqaluvchi juda kichik moddiy zarrachalar (korpuskulalar) oqimidan iboratdir. Yorug'likning **rang** ta'siri **korpuskulalarning o'lchami** bilan tushuntirilgan: eng yirik korpuskulalar qizil rangli nurni, eng maydalari esa binafsha rangli nurni hosil qiladi.

Yorug'likning to'liq nazariyasiga muvofiq yorug'lik elastik muhitdan iborat bo'lgan fazoda katta tezlik bilan tarqaluvchi **to'liqindan** iborat. Yorug'likning **rangi** uning **to'liq uzunligiga** bog'liq. Qizil rangli nurning to'liq uzunligi ($\lambda_q = 76 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) eng katta bo'lib, binafsha nurniki esa ($\lambda_b = 38 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) eng kichik. Yorug'likning interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishi singari hodisalarni bu nazariyalar tushuntira olmadi. XVIII asrning oxirigacha ko'pchilik fiziklar Nyutonning korpuskulyar nazariyasini afzal ko'rib keldilar. XIX asrning boshlarida ingliz fizigi Yung va Frenelning tadqiqotlari tufayli to'liq nazariya ancha rivojlandi. Gyuygens – Yung - Frenel to'liq nazariyasi o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha yorug'lik hodisalari, shu jumladan, yorug'likning interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishini ham muvaffaqiyatli tushuntirib berdi. 1873 yilda ingliz olimi Maksvell yorug'lik bo'shliqda $s = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'liqindan iborat ekanligini nazariy asoslab berdi. Shunday qilib, yorug'likning elektromagnit to'liq nazariyasi yaratildi. Bu nazariya G.Gers tajribalarida tasdiqlandi. Yorug'likning tabiati haqidagi **to'liq nazariya** rivojlanib, **yorug'likning elektromagnit nazariyasiga** aylandi.

Biroq XIX asrning oxiriga kelib, to'liq nazariya bilan tushuntirib bo'lmaydigan tadqiqotlar – fotoeffekt, **Kompton effekti**, absolyut qora jismlarning issiqlik nurlanishi va boshqa hodisalar paydo bo'ldi. Ularni 1905 yilda **Eynshteyn tomonidan** yaratilgan **yorug'likning kvant nazariyasi** tushuntirib berdi. Shunday qilib, yorug'likning tabiati haqida yangi nazariya – **kvant nazariyasi** maydonga keldi.

Yorug'lik shaffof muhit orasidagi chegarani kesib o'tganda tushuvchi nur ikkita nurga qaytgan va singan nurlarga ajratiladi. Bu nurlarning yo'nalishi yorug'likning qaytish va sinish qonunlaridan aniqlanadi.

Yoruglikning sinish qonuni

Tushuvchi va singan nurlar ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasi orqali o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotib, tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir, yani

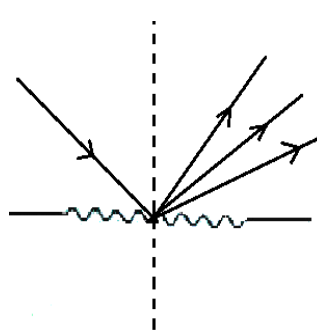
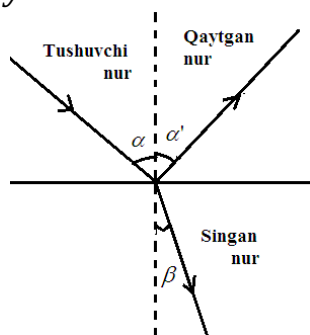
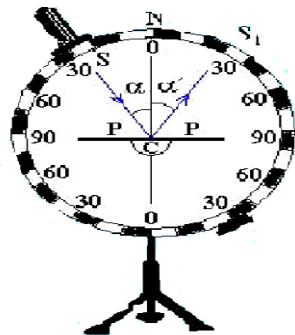
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \qquad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad (1) \text{ bunda } n\text{--muhitning nisbiy sindirish}$$

ko'rsatkichi yoki ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Yorug'likning qaytishi qonuni

Tushuvchi nur va nurning tushish nuqtasida qaytaruvchi sirtga o'tkazilgan perpendikulyar qaysi tekislikda yotsa, qaytgan nur ham shu tekislikda yotadi. Qaytish burchagi $\alpha' = \alpha$. tushish burchagiga teng

Biror muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi uning absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.



Yorug'lik sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan (masalan shishadan, suvdan) sindirish ko'rsatkichi kichikroq muhitga (masalan, havoga) o'tganda to'la ichki kaytish hodisasi kuzatilishi mumkin. Masalan, havoga nisbatan olganda, suv uchun $\alpha_0 = 48^{\circ}35'$ shisha uchun $\alpha_0 = 41^{\circ}50'$, olmos uchun $\alpha_0 = 24^{\circ}40'$.

Yorug'lik manbaining **nurlanish oqimi** Φ deb, vaqt birligi ichida hamma yunalishida nurlanayotgan yorug'lik energiyasiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni $\Phi = \frac{W}{t}$ (2) $\alpha \quad \beta \quad \alpha'$

Fazoviy burchak deb, fazoning konus sirti bilan chegaralangan qismiga aytiladi $\Omega = \frac{S}{r^2}$

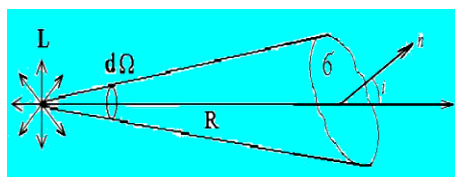
(3) birligi (steradian) 1- steradian deb, shar sirtidan radiusining kvadratiga teng yuzini chegaralovchi konusning fazoviy burchagiga aytiladi. Sharning to'liq sirti bo'lgani uchun nuqta atrofidagi butun fazoni qamrab oluvchi Ω to'liq fazoviy burchak

quyidagicha ifodalanadi: $\Omega = \frac{S}{R^2} = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi$ (4)

Yorug'lik kuchi deb bir birlik fazoviy burchak ostida chiqayotgan yorug'lik oqimiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni; $I = \frac{\Phi}{\Omega}$ (5)

Ravshanlik: Yorug'lik manbaining ravshanligi deb manba sirtining yuza birligiga perpendikulyar yunalishida chiqayotgan yorug'lik kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan

fizik kattalikka aytiladi $B = \frac{I}{S}$ (6) birligi $1 \text{ kd}/\text{m}^2$



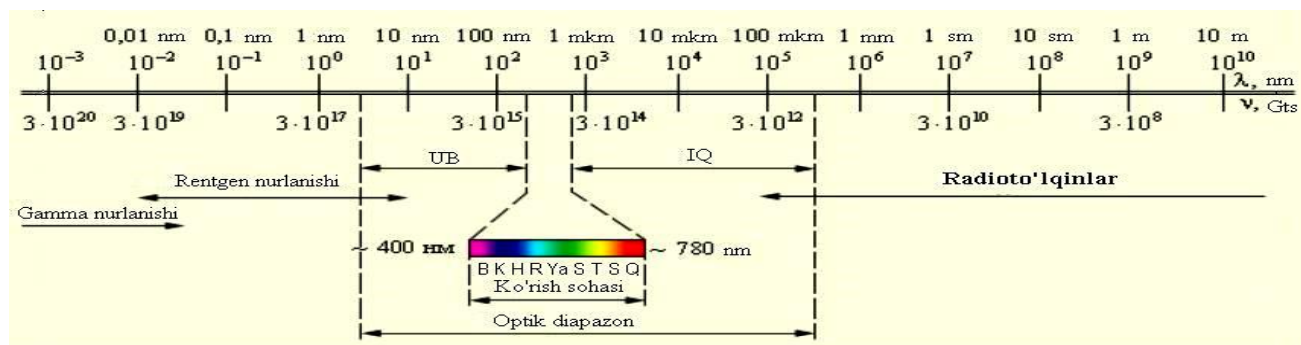
Yorug'lik kuchi I. Fazoviy burchak birligiga to'g'ri kelgan oqim kattaligiga yorug'lik kuchi deyiladi. Agar oqim Φ , manbadan barcha yo'nalishlar bo'yicha

bir tekis yuborilayotgan bo'lsa, $I = \frac{\Phi}{4\pi}$ (7) bo'ladi. Bu

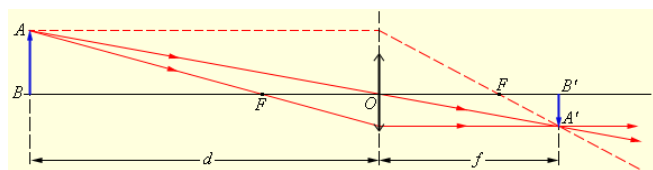
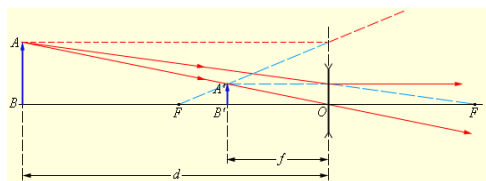
har qanday yo'nalish uchun bir xil bo'ladi. **Yoritilganlik E.** Yoritilganlik deb, sirt

birlikiga to'g'ri kelgan oqim kattaligiga aytiladi. σ yuzning yoritilganligi $E = \frac{d\Phi}{\sigma}$ (8)

bo'ladi, $E = \frac{d\Phi}{\sigma} = \frac{Id\Omega}{\sigma} = \frac{I \cos i}{R^2}$ (9) bo'ladi. () dan ko'rinadiki nuqtaviy manba hosil qilgan yoritilganlik manbadan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsional va yorug'lik oqimi yo'nalishi bilan yoritilgan sirtga o'tkazilgan normal orasidagi burchak kosinusiga to'g'ri proporsional bo'ladi.



Sochuvchi linza tasvir hosil qilish. Linzalarning fokus masofalari quyidagicha bo'ladi, yig'uvchi linza uchun $F > 0$, Sochuvchi linza uchun $F < 0$, d va f kattaliklar ham ma'lum qonuniyatlarga bo'ysunadi:



$d > 0$ va $f > 0$ - haqiqiy buyum va tasvir uchun (agar yorug'lik manbai haqiqiy);

$d < 0$ va $f < 0$ - mavhum manba va tasvir uchun.

-rasm uchun: $F > 0$ (yig'uvchi linza), $d = 3F > 0$ (haqiqiy buyum).

Yupqa linza formulasidan: $f = \frac{3}{2}F > 0$ (10) bundan ko'rinadiki tasvir haqiqiy.

$F < 0$ (sochuvchi linza), $d = 2|F| > 0$ (haqiqiy buyum), $F = -\frac{2}{3F} < 0$ (11)

bundan ko'rinadiki tasvir mavhum.

Linzalarning optik kuchlari sferik sirtlarning egrilik raduslari R_1 va R_2 ga hamda linza tayyorlangan materialning sindirish ko'rsatkichi n ga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun

quyidagi formulani yozish mumkin: $D = \frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ (12)

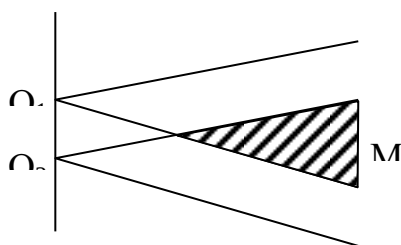
Mavzu: Yorug'lik interfrensiyasi

Reja.

1. Kogerent to'lqinlar.

2. Interferensiyaning maksimum va minimum shartlari
3. Yung tajribasi.
4. Nyuton xalqalari
5. Interfometrlar.

Interferensiya - yorug'likni to'liqin tabiatini namoyon bo'lishining bir isbotidir. Interferensiya so'zi lotin tilida interfere – **“xalaqit bermoq”** degan ma'noni anglatadi. Yorug'lik interferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug'lik dastasi bo'lishi kerak.



1 – rasm

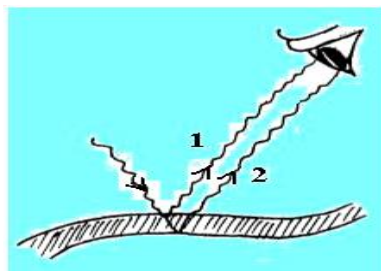
Ikki yoki undan ortiq to'liqlarning tebranish chastotasi bir xil va faza farqlari doimiy bo'lsa, bunday to'liqlar **kogerent to'liqlar** deb ataladi. Ikki yoki bir nechta kogerent yorug'lik to'liqlari ustma-ust tushganda, fazoda yorug'lik oqimlarining qayta taqsimlanishi ro'y beradi va natijada intensivlikning bir joyda maksimumi, boshqa joyda minimumi kuzatiladi. **Yorug'likning**

interferensiyasi deb, o'zaro kogerent to'liqlarning qo'shilishi natijasida yorug'lik to'liqlarining fazoni turli nuqtalarida kuchayishi yoki susayishi hodisasiga aytiladi.

Ikki yorug'lik to'liqini qo'shib, bir-birini kuchaytiradi yoki susaytiradi. Bular interferension maksimum va minimum deb yuritiladi. Masalan, suv betiga to'kilgan neft maxsulotlarining har xil rangda tovlanishi, kapalaklar qanotining tovlanishi, «Havoga uchirilgan sovun pufagi atrofdagi narsalarga xos bo'lgan barcha ranglar bilan tovlanadi.

Tomas Yung yupqa pardalarning har xil rangda tovlanish sababini biri pardaning tashqi yuzasidan, ikkinchisi esa ichki yuzasidan qaytuvchi 1 va 2 to'liqlarning qo'shilishidan deb tushuntirish mumkin, degan fikrni maydonga tashladi.

Bunda yorug'lik to'liqlarining interferensiyasi sodir bo'ladi - ikki to'liq* qo'shiladi, buning oqibatida natijaviy (yig'indi) yorug'lik tebranishlari fazoning turli nuqtalarida kuchayadigan yoki zaiflashadigan vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan manzara ko'zatiladi.



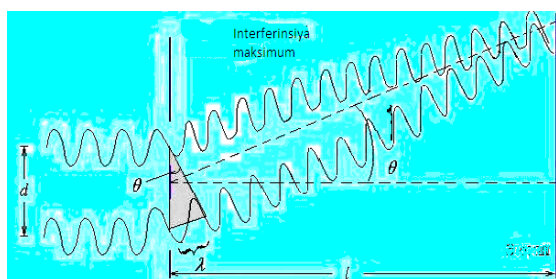
2-rasm

Agar singan ikkinchi to'liq qaytgan birinchi to'liqidan to'liqlar $\Delta = \pm m\lambda_0$ ($m = 0, 1, 2, \dots$) uzunligining butun soni qadar kechiksa, yorug'lik **kuchayadi** (3-rasm). Agar ikkinchi to'liq birinchi to'liqidan to'liq uzunligining yarim to'liqlarining toq soni qadar kechiksa, yorug'lik

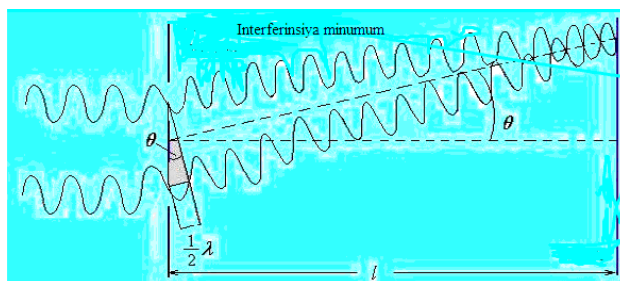
$$\Delta = \pm (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (1) \text{ zaiflashadi (2-rasm).}$$

Interferension manzara hosil bo'lishi tuchun to'liqlar kogerent bo'lishi, ya'ni ularning to'liqin uzunliklari bir xil va fazalari farqi o'zgarmas bo'lishi kerak

Pardaning tashqi va ichki yuzalaridan qaytgan to'liqlarning kogerent bo'lishiga sabab shuki, bu to'liqlarning ikkalasi ham bitta yorug'lik dastasining qismlaridir.



3-rasm



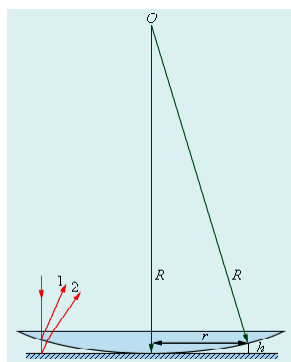
4-rasm

Ikkita odatdagi mustaqil manbadan chiqadigan to‘lqinlarga kelsak ular interferensiyon manzara hosil qilmaydi, chunki bunday manbalardan chiqadigan ikki to‘lqinning fazalari farqi doimiy emas.

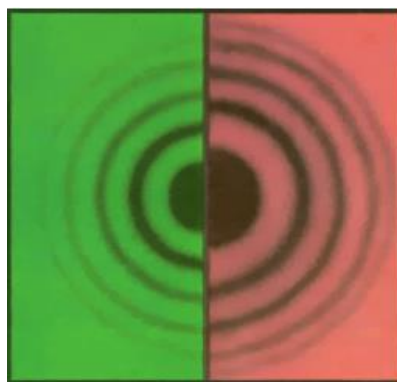
Yung rangdagi farq to‘lqin uzunligidagi (yorug‘lik to‘lqinlarning chastotasidagi) farqda ekanligini ham tushundi.

Nyuton xalqalari. Yung tajribasi

Interferensiya hodisasini birinchi marta kuzatishga Nyuton muvoffaq bo‘ldi. Linza bilan o‘zaro tegib turgan shisha plastinkadan yorug‘likning qaytishi natijasida konsentrik halqalar vujudga keladi. Bu halqalar fanda Nyuton halqalari deb nom olgan (4-rasm). Birinchi nur linzadan o‘tib, shisha plastinkadan qaytib (havo qatlamining ichki va tashqi chegarasidan) linzaning chegarasidan qaytgan ikkinchi nur bilan qo‘shilib interferensiyon manzarani hosil qiladi

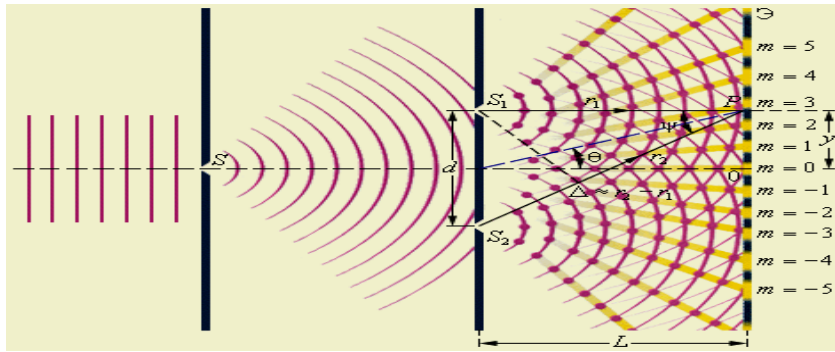


5-rasm



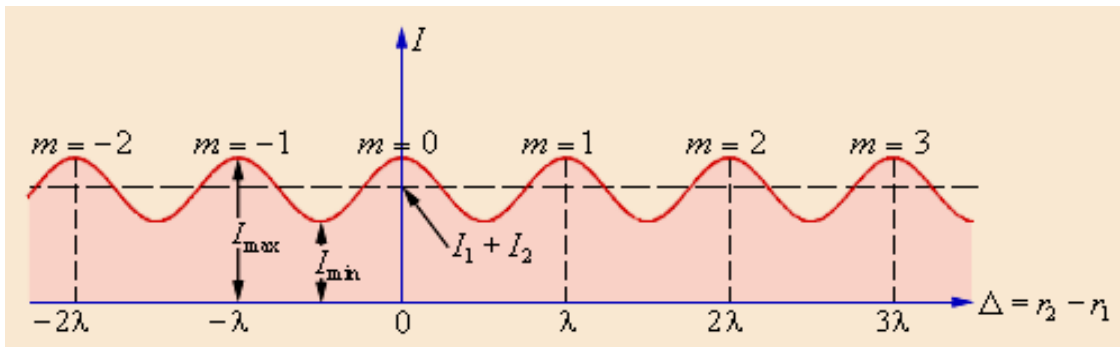
6-rasm

Nyuton interferensiyon halqalarni hosil bo‘lishini korpuskulyar nazaridan tushuntira olmadi, lekin Nyuton yorug‘likda qandaydir davriylik borligini tushunardi. Tarixda birinchi marta interferensiya hodisasi Yung tajribasida (1802 yil) to‘lqin nuqtai nazaridan kelib chiqib tushuntirildi. 5-rasmda Yung tajribasini chizmasi keltirilgan. Yorug‘lik dastasi S tirqishdan o‘tib S_1 va S_2 tirqishlarga tushadi, S_1 va S_2 tirqishlardan o‘tgan yorug‘lik dastalari E ekranda interferensiyon maksimum va minimumdan iborat interferensiyon manzarani hosil qiladi.



7-rasm. Yung tajribasining chizmasi.

Ikkita bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan manbalardan chiqqan yorug‘lik dastalari qo‘shilgani bilan turg‘un interferensiyon manzara hosil bo‘lmasligini Yung birinchi bo‘lib tushundi. Shuning uchun ham uning tajribasida S_1 va S_2 tirqishlarni Gyuygens prinsipidagidek ikkilamchi to‘lqin manbai deb hisoblash mumkin. S_1 va S_2 manbalardan chiqqan yorug‘lik R nuqtaga yetguncha r_1 va r_2 masofalarni bosib o‘tadi va natijada yo‘llar farqi bo‘lgani uchun ular R nuqtaga har xil fazada yetib keladi. Yorug‘ va qorong‘i interferensiyon halqalarning hosil bo‘lishi o‘zgarmas fazalar farqida, kuzatish nuqtasida superpozitsiya prinsipiga asosan amalga oshadi. Fazalar farqi o‘zgarmas yoki bir xil bo‘lgan to‘lqinlar kogerent to‘lqinlar deyiladi. Kogerent to‘lqinlar bir manbadan olinadi. Interferensiyon maksimum (yorug‘ halqa) $\Delta = m\lambda$ $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ shart bajarilganda kuzatiladi. Quyidagi 7-rasmda Δ yo‘llar farqidan bog‘liq bo‘lgan interferensiyon manzarada yorug‘lik intensivligining taqsimlanishi keltirilgan.



8-rasm. Interferensiyon manzarada intensivlikning taqsimlanishi m ning butun qiymatlari interferensiyon maksimumga to‘g‘ri keladi.

yo‘llar farqi uchun quyidagini yozish mumkin:

$$\Delta \approx d \cdot \theta \approx \frac{d \cdot y}{L} \quad (2)$$

Koordinata – u o‘qining masofaga siljishi **interferension yo‘l kengligiga** Δl teng, ya’ni qo‘shni maksimumlar yoki minimumlar orasidagi masofa. Bu vaqtda Δ yo‘llar farqi bir λ to‘lqin uzunligiga o‘zgaradi. Ya’ni $\frac{d \cdot \Delta l}{L} = \lambda$ (3)

ψ - burchak $\Delta l = \frac{L \cdot \lambda}{d} \approx \frac{\lambda}{\psi}$ (4) R kuzatish nuqtasida S_1 va S_2 manbalardan kelayotgan nurlarning ajralish burchagi.

Miqdoriy baholash o‘tkazamiz. Faraz qilamizki, tirqishlar orasidagi masofa $d=1$ mm, ekran bilan tirqish orasidagi masofa $L=1$ m, bunda $\psi=d/L=0,001$ rad bo‘ladi. Yashil nur uchun ($\lambda=500$ nm) quyidagiga ega bo‘lamiz: $\Delta l = \lambda / \psi = 5 \cdot 10^5 \text{ nm} = 0,5 \text{ mm}$. Qizil nur uchun ($\lambda=600$ nm) $\Delta l=0,6 \text{ mm}$ bo‘ladi. Shunday qilib, Yung birinchi marta aniqligi uncha yuqori bo‘lmasada, yorug‘lik to‘lqin uzunligini o‘lchadi.

Shuni aytish kerakki, **geometrik optikadan farqli, to‘lqin optikasida nur tushunchasi fizik ma’nosini yo‘qotadi. “Nur” tushunchasi to‘lqin yo‘nalishini belgilash uchun qisqa ma’noda ishlatiladi.** Kelgusida nur termini qo‘shirnoqsiz ishlatiladi.

Nyuton tajribasida yassi sirtga nur perpendikulyar tushganda yo‘llar farqi $2h$ ga teng bo‘ladi, h – havo qatlami qalinligi. Agar $R \gg h$ deb hisoblasak quyidagiga ega bo‘lamiz $h \approx \frac{r^2}{2R}$ (5) r – simmetriya o‘qiga nisbatan siljishi. Yo‘llar farqi uchun yozadigan bo‘lsak 1 va 2 nurlarning har xil sharoitlarda qaytishini hisobga olish kerak. Birinchi nur shisha-havo chegarasidan qaytadi, ikkinchisi havo-shisha chegarasidan qaytadi. Birinchi holda qaytgan nur fazasi π ga o‘zgaradi, bu vaqtda yo‘llar farqi $\lambda/2$ ga

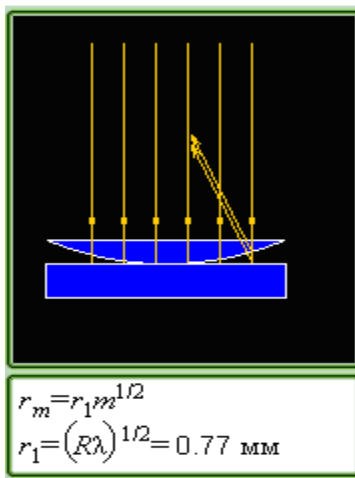
ko‘payadi. Shuning uchun $\Delta = 2h + \frac{\lambda}{2} \approx \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}$ (6)

$r=0$ ya’ni markazda $\Delta=\lambda/2$; shuning uchun ham Nyuton halqalari markazida interferension minimum - qorong‘i dog‘ kuzatiladi. Nyuton qorong‘i halqalarining radiusi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: $r_m = \sqrt{m\lambda R}$ (7)

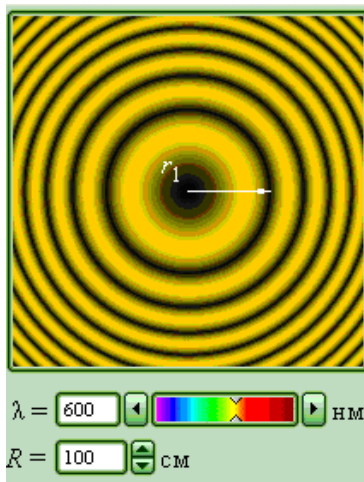
Bu ifoda orqali agar linzaning egrilik radiusi R aniq bo‘lsa λ to‘lqin uzunligini tajriba orqali aniqlash mumkin.

3. Interferension had tushunchasi va kogerentlik muammosi

Yung nazariyasi ikkita bir xil chastotali monoxromatik to‘lqinlarning qo‘shilishi tufayli hosil bo‘ladigan interferensiya hodisasini tushuntirish imkoniyatini beradi. Biroq har kunlik tajribaning ko‘rsatishicha interferensiya hodisasini kuzatish oson emas ekan.

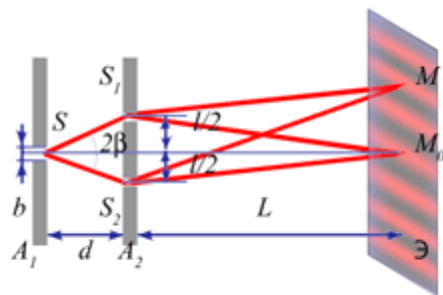


9-rasm



10-rasm

O`zaro kogerent nurlar tarqatuvchi manbalarga kogerent manbalar deyiladi. Tajribalar shuni ko`rsatdiki, hatto bir–birining aniq nuqtasi bo`lgan ikki yorug`lik manbai ham o`zaro kogerent manbalar bo`laolmas ekan. Fransuz olimi Jan Frenel birinchi marta kogerent nurlarni olish metodini ishlab chiqdi. Bu metodga asosan, bitta yorug`lik manбайдan chiqayotgan nurlar o`zaro kogerent nurlardan iborat bo`lar ekan. Shuning uchun



11-rasm

kogerent nurlar suniy yo`l bilan, masalan, bir manbadan chiqayotgan yorug`likni ikkiga ajratib, hosil qilinadi. Frenel tavsiya qilgan interferension manzarani hosil qilishning ayrim usullarini qarab chiqamiz.

Mavzu: Yorug`lik difraksiyasi

Reja.

1. Gyuygens–Frenel prinsipi.
2. Frenel tipidagi difraksiyalar.
3. Fraungofer tipidagi difraksiyalar.
4. Difraksion panjara
5. Sore plastinkasi

Yorug`lik to`lqin posess ekan, yorug`lik interferensiyasidan tashqari, yorug`lik difraksiyasi ham bo`ladi. Difraksiya so`zi (lot **diffractus**) – singan, yonalishini o`zgartirgan, degan ma`noni anglatadi. To`lqinlar difraksiyasi deganda ularning to`siqni aylanib o`tishi nazarda tutiladi Yorug`lik difraksiyasini kuzatish kuzatish oson emas. Yorug`lik to`lqinlarining uzunligiga yaqin bo`lgan to`siqlarigina sizilarli darajada aylanib o`tadi. Yorug`lik to`lqinining uzunligi juda kichik.

1. Agar to'siqlarning o'lchami l to'liqlarning to'liq uzunligidan λ dan juda katta ya'ni $l \gg \lambda$ bo'lsa, to'siqlarning tiniq soyasi hosil bo'ladi.

2. Agar to'siqlarning o'lchami l to'siqlarning to'liq uzunligi λ ga yaqin ya'ni $l \approx \lambda$ bo'lsa, to'siqlarning geometrik soya tomoniga tarqaladi. Bunda difraksiya hodisasi sodir bo'ladi.

3. Agar to'siqlarning o'lchami l to'liqlarning uzunligi λ dan kichik, ya'ni $l \ll \lambda$ bo'lsa, to'liq to'siqni butunlay o'rab oladi va guyo hech qanday to'siq bo'lmaganday tarqaladi. Shunday qilib, difraksiya hodisasi kuzatiladigan to'siq yoki tirqishga difraksion to'siq yoki difraksion tirqish deyiladi. Tovushning pana joyda eshitilishi ham tovush to'liqlari difraksiyasining natijasidir.

Difraksiya hodisasi yorug'likning to'liq tabiatiga ega ekanligini ko'rsatuvchi jarayonlardan biri hisoblanadi.

Yorug'lik to'liqlarining to'siqni aylanib o'tishi va geometrik soya tomonga og'ishi yotug'lik difraksiyasi deyiladi.

Yorug'likni fazoda tarqalishini kuzatib yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi degan xulosaga kelamiz. Haqiqatdan ham, biror teshikdan yorug'lik o'tsa, u uzun nur konusini hosil qiladi. Agar shu teshikni yana kichraytirsak, u holda yorug'lik teshikdan sfera bo'ylab tarqaluvchan bo'ladi. Bu hodisani birinchi bo'lib italyan olimi **Grimaldi** kuzatgan va uni **yorug'lik difraksiyasi** deb atagan. Umuman, yorug'lik **difraksiyasi deb** yorug'likni to'siq chetidan o'tganda to'g'ri chiziqli tarqalishining buzilishiga aytiladi. Gyuygens prinsipni ma'nosi shunday: *yorug'lik to'liqni kelib tebratgan har bir nuqta o'z navbatida manba bo'lib elementar yorug'lik to'liqlarini tarqatadi. elementar to'liqlar interferensiya natijasida bir-biri bilan qo'shilishib ketgan fazoning qismida qorong'ulik kuzatiladi.*

Frenel yorug'lik difraksiyasini tushuntirish uchun o'tayotgan to'liq frontini elementar to'liqlar manbai bo'lgan zonalarga ajratdi va ularning biror nuqtadagi ta'sirini ko'rib chiqdi. Optikada bu zonalarni Frenel zonalari deb ataladi. Frenel shu usul bilan yorug'likni to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini ham tushuntirdi. Difraksion hodisalar o'z xarakteriga qarab ikki sinfga bo'linadi. Birinchi sinfga kuzatuvchi nuqta ekran (to'siq) dan ma'lum masofada joylashgan holdagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalar birinchi marta Frenel tomonidan o'rganilgan bo'lgani uchun Frenel difraksiyasi deyiladi. Ikkinchi sinfga ekran (to'siq) kuzatuvchi nuqtadan cheksiz masofada bo'lgan hol, ya'ni parallel nurlardagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalarni birinchi marta Fraunhofer o'rgangan. Shu sababli bunday difraksiyalarni Fraunhofer difraksiyasi deyiladi.

Frenel difraksiyasini doiraviy teshikdan yorug'lik o'tganda ko'ramiz.

Difraksiya hodisasiga asoslanib maxsus asboblari yasalgan. Shunday qurilmalardan birini difraksion panjara deyiladi. Difraksion panjara deb, bir-biridan teng masofalarda turgan ko'p tirqishlardan tuzilgan asbobga aytiladi. Difraksion panjaradagi parallel joylashgan tirqishlardan yorug'lik o'tganda Fraunhofer difraksiyasi kuzatiladi. Difraksion panjaradagi bitta tirqishning eni b bo'lsa, ikki tirqish orasidagi to'siq eni a

bo'lsa, ularning yig'indisiga difraksion panjara doimiysi yoki davri d deyiladi. Tirqishlar soni N va panjara doimiysi d o'zaro shunday bog'langan: $d = \frac{1}{N} = a + b$ (1) Ikki qo'shni

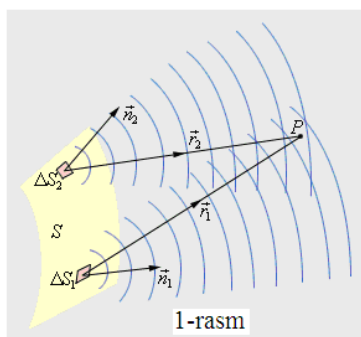
tirqishdan o'tgan yorug'lik to'lqinlarining o'zaro yo'l farqi $\Delta = d \sin \varphi$ (2) ga teng bo'lib, bu yerda φ - difraksiya burchagi. Difraksion panjara uchun yorug'likning kuchayishi, ya'ni maksimum sharti quyidagicha bo'ladi: $\Delta = d \sin \varphi = k\lambda$, ($k = 0, 1, 2, \dots$)

(3) Difraksion panjara uchun minimumlar sharti: $\Delta = d \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$)

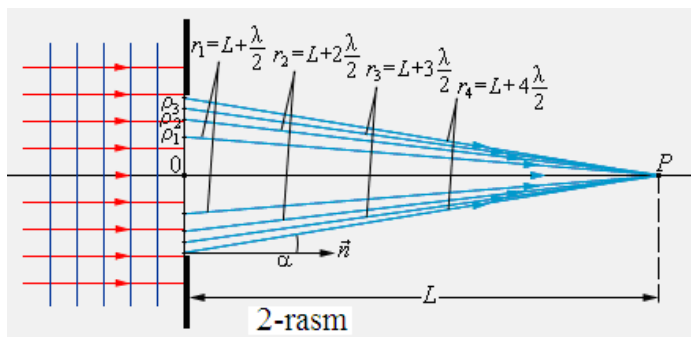
(4), (3) va (4) ifodalardagi k lar mos ravishda maksimum va minimumlar tartibi.

Difraksion panjara hosil qilgan manzarada yana qo'shimcha minimumlar va ular orasida ikkilamchi maksimumlar ham kuzatiladi.

Yorug'lik difraksiyasi Tajribalarning ko'rsatishicha ma'lum sharoitlarda yorug'lik soya sohasiga o'tadi. Tirqishning diametri qancha kichik bo'lsa difraksion manzara shuncha yaqqolroq kuzatiladi, ya'ni tirqish diametriga bog'liq bo'ladi. Birinchi marta difraksiya hodisasini T.Yung muvoffaq bo'ldi. T.Yungga bog'liq, bo'lmagan holda fransuz fizigi O.Frenel (1818 yil) difraksiya hodisasi nazariyasini miqdoriy rivojlantirdi. Gyuygens prinsipiga ko'ra: To'lqin borib yetgan har bir nuqtani yangi to'lqin manbai deb hisoblash mumkin. Quyidagi 1-rasmda Gyuygens-Frenel prinsipi tasvirlangan.



1-rasm



2-rasm

Frenel difraksiyasi

Monoxromatik yorug'lik nuri manbadan chiqib R radiusli diametri kichik bo'lgan dumaloq tirqishdan o'tib uzoqdagi no-shaffof ekranga tushsin (2-rasm). Kuzatish nuqtasi P simmetriya o'qiga nisbatan ekrandan L masofada joylashgan bo'lsin. Masalani soddalashtirish uchun Frenel to'lqin sirtini maxsus zonalarga bo'lishni taklif etdi,

(Frenel zonalari). Bu zonalar bir manbadan chiqayotgan yorug'lik bo'lganligi uchun kogerent va bir-biridan $\lambda/2$ ga farq

qiladi: $r_1 = L + \frac{\lambda}{2}$, $r_2 = L + 2 \frac{\lambda}{2}$, $r_3 = L + 3 \frac{\lambda}{2}$ (5)

Agar P nuqtadan to'lqin sirtiga qaralganda Frenel zonalarining chegarasi konsentrik halqalardan iborat bo'ladi (2-rasm).



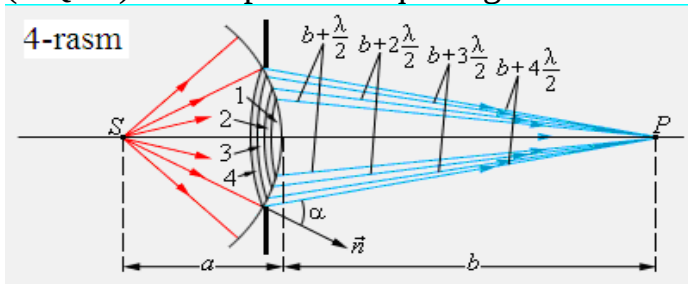
3-rasm

3.-rasm. Zonali plastinka 1875 yil **Sore** birinchi bo'lib, zonali

plastinka tayyorlagan. Undan kerakli o'lchamli fotonusxa olishda foydalanish mumkin. Agar zonali plastinkaga yassi to'lqin frontiga ega bo'lgan nur tushayotgan bo'lsa, u zonali plastinkadan o'tib r_0 masofada A nuqtada to'planadi. $r_0 = F$ masofani zonali plastinkaning keyingi fokusi deb olsak,

$$\text{yoki } \frac{1}{F} = -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{m\lambda}{\rho_m^2} = \frac{1}{r_0} \quad (6)$$

Bundan ko'rinadiki, zonali plastinka yig'uvchi linza vazifasini bajaradi. Agar ikkilamchi to'lqinlar fazasini π ga o'zgartirsak, bosh fokusda yorug'lik intensivligini zonali plastinkaga nisbatan yana 4 marta oshirish mumkin. Shunday zonali plastinkani **Vud** (AQSH) shisha plastinka qalinligini $(m-1)\lambda/2$ ga o'zgartirib yasadi.

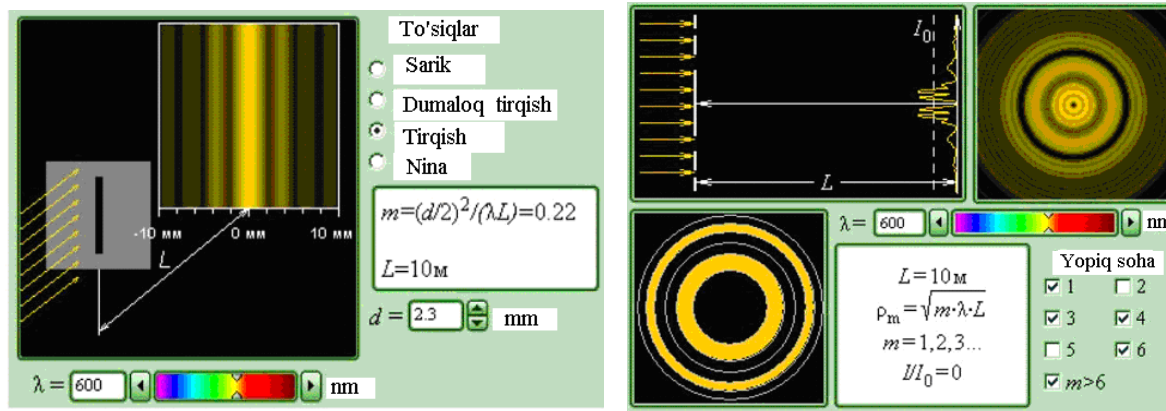


Yuqorida biz to'lqin fronti yassi bo'lgan nurlar difraksiyasini qaradik. Agar to'lqin fronti sferik bo'lgan nurlar difraksiyasini qarasaq masala ancha murakkablashadi (3-rasm)

4- rasm. To'lqin fronti sferik bo'lgan nurlarda Frenel zonarlari.

To'lqin fronti sferik bo'lgan nurlar difraksiyasida hisoblashlar bo'yicha Frenelning ρ_m

zonasining radiusi quyidagiga teng bo'ladi: $\rho_m = \sqrt{m \frac{ab}{a+b} L} \quad (7)$



Yuqorida aytilgan Frenelning nazariy xulosalari bu holda ham o'rinlidir. Shuni aytish kerakki, yorug'lik to'lqini difraksiyasi (va interferensiyasi) nazariyasi boshqa fizik tabiatli to'lqinlar uchun ham o'rinlidir. Umumiy to'lqiniy xususiyatlar namoyon bo'ladi. XIX asrning boshlarida T.Yung va O.Frenel va boshqa olimlar yorug'likning to'lqin xossalarini rivojlantirganda yorug'likning fizik tabiati hali aniq emas edi.

Foydalanishiga qarab zamonaviy difraksion panjaralarda shtrixlar soni 1mm da 6000 dan 0,25 ta gacha bo'lishi mumkin. Bunday panjaralar yordamida spektrning

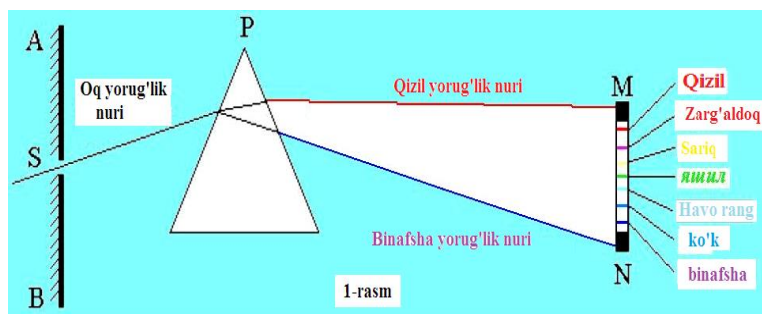
ultrabinafsha qismidan infraqizil qismigacha bo'lgan soha o'rganiladi. Frenel zonalari modeli.

Mavzu: Yorug'likning qutblanishi.

Reja

1. Tabiiy va qutblangan yorug'lik manbaalari.
2. Yorug'likning qaytishi va sinishida qutblanishi. bryuster qonuni.
3. Malyus qonuni.
4. Kerr effekti.
5. Kotton – Muton effekti

Yorug'lik dispersiyasi deb, moddaning sindirish ko'rsatkichini yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligidan yuz beradigan hodisalarga aytiladi.



Yorug'lik dispersiyasini birinchi marta 1672 yilda ingliz olimi I.Nyuton kuzatgan. U shisha prizmadan oq yorug'lik o'tganda rangli spektr hosil bo'lishini aniqlagan.

Dispersiya sababli oq yorug'lik sindiruvchi muhitdan

o'tganda turli to'lqin uzunlikli monoxromatik nurlarga ajraladi. Odatda, optik spektrlar maxsus asboblarda - spektrometr va spektrograflarda hosil qilinadi.

Dispersiya o'zi lotincha bo'lib, **dispergo - sochaman** degan ma'noni beradi.

Qizil rangli nurning to'lqin uzunligi ($\lambda_q = 76 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) eng katta bo'lib, binafsha nurniki esa ($\lambda_b = 38 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) eng kichik. Nyuton bu yo'lni **spektr** deb atadi. Bunday spektrda birin-ketin bir-biriga o'tuvchi yettita asosiy rang: **qizil, zarg'aldoq, sariq, yashil, havo rang, ko'k va binafsha** ranglar bor edi. Bularning har biri spektrning har xil o'lchamdagi qismlarini egallaydi. Spektrni eng ko'p qismni binafsha, eng oz qismini esa qizil yo'l tashkil etadi.

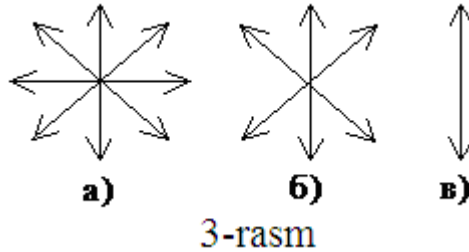
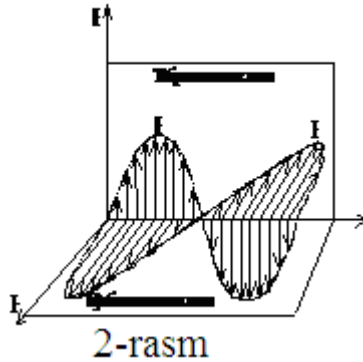
Nyuton prizmadan chiqqan rangli nurlar dastasini linza yordami bilan yig'ib, ekranda rangli yo'l o'rniga teshikning oq tasvirini hosil qildi.

Nyuton ana shu tajribalardan quyidagi xulosalarni chiqardi:

- **oq yorug'lik murakkab yorug'likdir. Oq yorug'lik prizmadan o'tishida juda ko'p rangli nurlarga bo'linib ketadi;**
- **muayyan bir modda uchun turli rangdagi nurlarning singdirish ko'rsatkichi turlicha bo'ladi; buning natijasida, prizma moddasi oq yorug'lik dastasini burganda yorug'lik dastasi spektrga ajraladi;**
- **spektrning rangdor nurlari qo'shilsa, yana oq yorug'lik hosil bo'ladi.**

Yorug'lik dispersiyasi yorug'lik prizmaning shishasidan o'tgandagina ro'y bermay, balki yorug'lik sinishining boshqa ko'pgina hollarida ham ro'y beradi. Masalan, quyosh

nuri atmosferada hosil bo'ladigan suv tomchilarida singanda rangdor nurlarga ajraladi; kamalak paydo bo'lishining sababi ham ana shudir.



Interferentsiya va difraktsiya hodisalari ham ko'ngdalang, ham bo'ylama to'lqinlar uchun kuzatiladi. Shu bilan birga shunday hodisalar borki, ular uchun yorug'to'likning ko'ngdalang to'lqin ekanligi muhim ahamiyatga egadir. Bunday hodisalar qatoriga yorug'likning qutblanishi ham kiradi. ***Yorug'lik to'lqinning vektori aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan sharoitlarni o'zida mujassamlashtirgan qurilmalar*** polyarizatorlar ***deyiladi, yoki boshqacha aytganda tabiiy yorug'likni qutublantirib beradigan qurilmalar qutublantirgichlar*** deyiladi. Qutublangan yorug'lik tabiiy yorug'likdan farq qilib, faqat intensivligi va rangi bilan emas tebranishlar tekisligining vaziyati bilan ham xarakterlanadi.

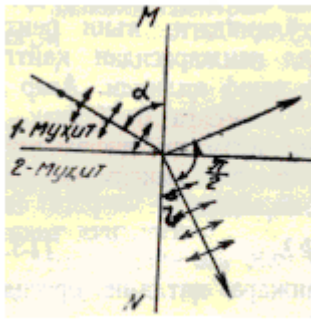
Elektr va magnit vektorlari xar xil yunalishlar buyicha yunalgan yorugliklar tabiiy yoki qutblanmagan yoruglik deyiladi. Bitta atomdan nurlanayotgan (agar atom nurlanish qobilyatiga ega bo'lsa) yoruglik kutblangan bop'ladi.

$\vec{E}$ - vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda sodir bo'ladigan yorug'lik yassi (chiziqli) qutblangan yorug'lik deyiladi. Kunduzgi yorug'likni qutblanmagan, tabiiy yorug'lik desa bo'ladi. Elektr lampochkasi 15-20% gacha, simob lampasi 5-8% gacha qutblangan nur bo'ladi. Demak, yorug'likning su'niy manbalari qisman yoki to'la qutblangan nur beradi.

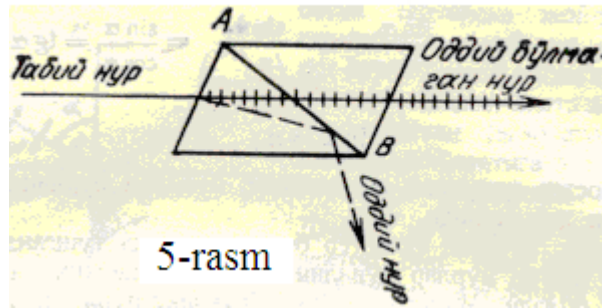
Yorug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi. Bryuster qonuni

Tabiiy yorug'lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo'lsin (masalan, havodan shishaga). Bunda nurning bir qismi qaytadi, bir qismi sinadi. Tajribalar qaytgan va singan nurlar qisman qutblanganligini ko'rsatadi. Qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishlar ko'proq ekanligiga, singan nurda tushish tekisligiga parallel tebranishlar ko'pligi aniqlandi.

Qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Shotlandiyalik olim **Bryusterning** aniqlagan. Masalan, shisha uchun ($n=1,53$) Bryuster burchagi 56° ga yaqin. Demak, tabiiy yorug'lik nuri shisha plastinkaga 56° burchak hosil qilib tushirilsa, qaytgan nur tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishda to'la qutblangan bo'ladi.



4-rasm



5-rasm

Yorug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendikulyar bo'ladi. Singan nurning qutblanish darajasini har safar Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin. Bryuster konuni yelektr tokini utkazuvchi metallardan yoruglik nuri kaytganda bajarilmaydi. Bu konun yoruglik diyelektriklardan kaytgandagina bajariladi.

Yoruglikning ikkiga ajralib sinishida kutblanishi.

Agar tabiiy nur anizotrop muxitga, masalan, island shpati kristaliga tushsa, nur ikkiga ajralib sinadi, demak, nur ikkiga bulinadi.

Oddiy va oddiy bulmagan nurlarni bir-biridan ajratish uchun Nikol prizmasidan foydalaniladi. Nikol prizmasi «Kanada balzami» yoki glitserin bilan birlashtirilgan (AV chizik buyicha) island shpatining ikki bulagidan iborat.

Tabiiy nur Nikol prizmasiga kirib oddiy bulmagan nurlarga ajralib ketadi. Oddiy nur kanada balzami bilan yopishtirilgan chegaraga borganda, tula ichki kaytish shartlari amalga oshadigan xollarda, tula kaytadi, oddiy bulmagan nur yesa utib ketadi.

Malyus qonuni

1. Agar polyarizator va analizatorning quyublanish tekisliklari bir biriga paralil bo'lsa ya'ni orasidagi bo'rchak $\varphi = 0$ bo'lsa nurlarning yutilishi bo'lmagan taqdirda qutublangan nur analizator orqali hech zaiflashmasdan, otadi. Agar analizator polyarizatorga nisbatan $\alpha = 90^\circ$ ga teng bo'lsa, u holda analizator polyarizatoridan kelayotgan qutublangan nurni umuman o'tkazmay qo'yadi.

Demak analizatoridan o'tgan qutublangan yorug'likning intensivligi polyarizator va analizator qutublantiruvchi tekisliklar orasidagi burchakning kosinusining kvadratiga bog'liq, Bu qonunni Malyus topgan

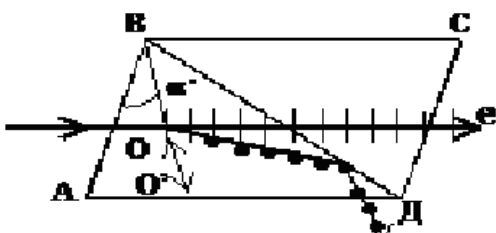
$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

I – polyarizator va analizator orqali o'tgan yorug'likning intensivligi I_0

polyarizatoridan o'tgan yorug'likning intensivligi. Bu qonunga asosan hamma polyarizasion asboblarda yorug'lik nuri intensivligini hisoblash mumkin.

Odatda yorug'lik polyarizator va analizatoridan o'tganda qytish, yutilish hisobiga ma'lum miqdorda isrof bo'ladi. Shu analizatoridagi isrofni hisobga olib

Malyus qonunini $I = \sigma I_0 \cos^2 \varphi \quad (2)$ Bu formulada $\sigma = 1 \cdot k$ analizator polyarizatorlarni tiniqlik koeffisienti



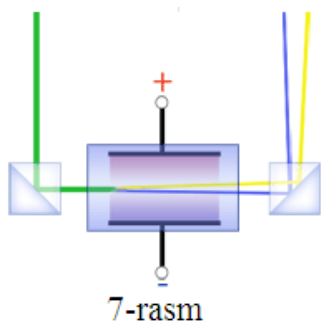
6-rasm

va k – yutilish koefitsienti. Qutblovchi prizmalar to‘la ichki qaytish hodisasiga asoslanib ishlaydi. Qutblagich sifatida polyaroidlar keng qo‘llaniladi. **Agar bir turmalin plastinkasi orqasiga ikkinchi turmalin plastikasi joylashtirilsa, birinchisi qutblagich, ikkinchisi tahlilchi (analizator) deyiladi.**

Demak, yoruglik intensivligi yutilish va sochilish xisobiga kamayadi. Yoruglikning sochilishi xisobiga muxit nur chikara boshlaydi.

1. Agar muxitda yoruglik tulkin uzunligiga nisbatan katta ulchamli molekulalar bulsa, yoruglik geometrik optika konuniga asosan xar xil burchak ostida kaytadi.

2. Agar muxitdagi molekulalar ulchami yoruglik tulkin uzunligiga kariyb teng bulsa, u xolda yoruglik bu molekulalar bilan uzaro ta’sir kilib, difraksion sochilish xodisasi yuz beradi.



3. Ayrim xollarda muxitdagi molekulalar ulchami yoruglikning tulkin uzunligidan kichik bulishi mumkin. U xolda yoruglik tulkini molekulalar dipol momentlari bilan uzaro ta’sir kilib, yoruglik sochilishi mumkin.

Reley sochilayotgan yoruglik intensivligi bilan uning chastotasi (tulkin uzunligi) urtasida kuyidagi boglanish

mavjudligini kursatdi: $I \sim \gamma^4 \sim \frac{1}{\lambda^4}$ (3) Bu formula

Reley konunining matematik ifodasidir, bu konundan kurinib turibdiki, tulkin uzunligi katta bulgan yoruglik nurlari kuchsizrok sochiladi. Yoruglikning sochilish xodisasi optik shaffof muxitlarda xam kuzatilib, bu xodisaga **molekulyar sochilish** deyiladi.

Yorug‘likning ikkiga ajralib sinishida qutblanishi.

Fizik xususiyatlari yo‘nalishlarga bog‘liq bo‘lmagan muhit **izotrop muhit** , yo‘nalishlarga bog‘liq bo‘lgan muhit esa **anizotrop muhit** deyiladi. Izotrop muhit (masalan shisha plastinka) da yorug‘likning sinishi Snelliysning Agar island shpatiga yorug‘lik tushsa, kristalldan ikki bir-biriga va tushayotgan nurga parallel nur chiqadi. Agar tushayotgan nur kristallga perpendikulyar bo‘lsa ham singan nur ikkiga bo‘linadi.

Bu nurlardan birining elektr tebranishlari kristallning optik o‘qiga perpendikulyar bo‘ladi va Snelliysning sinish qonuniga bo‘ysunadi: bu nur **oddiy nur** deb ataladi. Ikkinchi nurning elektr tebranishlari esa bosh optik o‘qqa parallel bo‘ladi va Snelliysning sinish qonuniga bo‘ysunmaydi : bu nur **oddiy bo‘lmagan nur** deyiladi.

Kerr effekti. Elektr maydoni yordamida izotrop jismlarda anizotroplik xossasini hosil qilish mumkin ekan. Elektr maydoni yordamida suyuqliklarda anizotroplik xossasini hosil qilish qurilmasi berilgan. **Bu hodisa Kerr effekti deyiladi.** Elektr maydon yo‘qligida sistemadan yorug‘lik o‘tmaydi.

Kuchli magnit maydon ta’sirida ba’zi izotrop jismlarda (suyuqlik, shishalar, kolloidlar)larda optik anizotropiya iujudga keladi. Bu hodisani E.Kotton va X.Mutonlar tekshirgani uchun **Kotton – Muton effekti** deyiladi. bo‘ladi. Bunda S- Kotton – Muton doimiysi. Uning qiymati to‘lqin uzunlik va temperaturaga bog‘liq bo'ladi. Bu hollarda tashqi ta'sir natijasida modda zarralarining (elektr) qutblanish darajasi o'zgaradi va uning optik xususiyatlariga ta'sir qiladi.

Mavzu. Yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri. yorug'lik dispersiyasi

Reja:

1. Yorug'likning sochilishi.
2. Yorug'likning yutilishi. Buger qonuni
3. Vavilov - Cherenkov nurlanishi.
4. Normal va anomal dispersiyalar.
5. Dispersiyaning elektron nazariyasi

Agar yorug'lik optik bir jinsli bo'lmagan muhitda tarqalsa, u albatta sochiladi. Bu hodisa **yorug'likning sochilishi** deb ataladi. Yorug'likning elektromagnit to'lqin nazariyasi nuqtai nazaridan yorug'lik to'lqini anizotropik muhit atomlari bilan o'zaro ta'sir etib, ularda majburiy tebranish uygotadi. Ana shu majburiy tebranish to'lqinlari muhitda tarqalganda atrofga sochiladi.

Tiniq bo'lmagan muhitlarda, ya'ni optik jihatdan bir jinslimas bo'lgan muhitda ham yorug'lik difraksiyasi kuzatiladi. Bunday muhitlarga bo'lut, tutun, tuman va hokazolar kiradi, ya'ni mayda zarrachalar suzib yurgan muhitlar kiradi. Yorug'lik bunday muhitdan o'tayotib tartibsiz joylashgan bir jinsli bo'lmagan joylardan, zarralardan difraksiyalanadi va hamma yo'nalishda bir xil intensivlik beradi, bunda aniq bir difraksion manzara hosil bo'lmaydi. Bu hodisa tiniq bo'lmagan (xira) muhitda **yorug'likning sochilishi deb** ataladi. Misol uchun quyosh nurining ingichka dastasi changli havodan o'tayotib, sochiladi va ko'rinadigan bo'lib qoladi.

Yorug'likning sochilishi begona zarralari bo'lmagan toza muhitlarda ham kuzatilishi mumkin. L.I.Mandelstam bu hodisani muhitning sindirish ko'rsatkichining doimiy emasligi bilan, ya'ni nuqtadan nuqtaga o'tganda o'zgarishi bilan tushuntiradi. Keyinchalik M. Smoluxovskiy bunga sabab molekulalar xaotik issiqlik harakati tufayli yuzaga keladigan zichlikning fluktuatsiyalari bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi. Bunday sochilishlar **molekulyar sochilish** deb ataladi. Osmon rangining ko'kligi molekulyar sochilishi bilan tushuntiriladi.

Yorug'likning yutilishi. Buger qonuni.

Yorug'likning yutilishi deb; yorug'lik dastasi biror muhitdan o'tayotganda shu muhit qatlamida yutilishiga, ya'ni ular intensivligining kamayishiga aytiladi. Yorug'lik har bir moddadan o'tganda odatda ozmi-ko'pmi yutiladi. Yutilish odatda **selektivlik xarakteri** bilan sifatlanadi, ya'ni turli to'lqin uzunligiga oid yorug'lik turlicha yutiladi. Yorug'likning rangi uning to'lqin uzunligi bilan aniqlanadi, demak umuman aytganda, turli tusdagi nurlar berilgan bir moddaning o'zida turlicha yutiladi.

Yorug'likning yutilgandagi energiyasi muhitning isishiga, atom yoki molekulalarni uyg'otishga sarf bo'ladi. Elektronlar nazariyasi nuqtai nazaridan qaraganda, yorug'likning yutilish sababi o'tuvchi yorug'lik to'lqinlarining elektronlarda majburiy tebranishlar qo'zg'atishidadir. Elektronlarni tebrantirib turishga energiya sarf bo'lib u energiya borib-borib boshqa xil energiyaga aylanib ketadi. Agar atomlarning o'zaro to'qnashishlari natijasida elektronlar tebranishlarining energiyasi betartib molekulalar harakati energiyasiga aylansa, unda jism qiziydi.

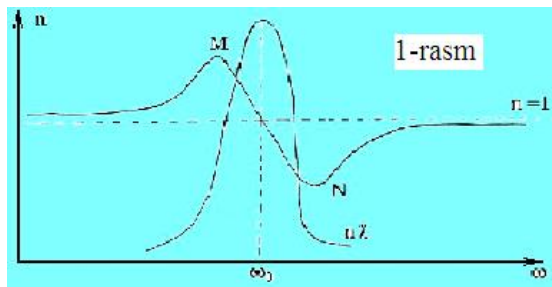
Yorug'lik yutilganda uning intensivligining kamayishi qoyidagi qonuniyat bilan ifodalanadi. Modddan o'tuvchi yorug'lik intensivligi $I = I_0 e^{-\chi d}$, (1)

I_0 — tushuvchi yorug'lik intensivligi, d - qalinlik, $d = 1/\chi$ bo'lsa, $I = I_0/e$ jismdan o'tayotgan yorug'lik intensivligini e marta kamaytiradigan qatlamning qalinligiga teskari bo'lgan kattalik yutilish koeffitsiyentidir: $\chi = 1/d$. (2)

Yutilish koeffitsiyenti modda xarakteristikasi bo'lib, u to'lqin uzunligi, temperatura kabi faktorlarga bog'liq.

Agar yutuvchi muhit uncha zich bo'lmagan eritma bo'lsa bu eritma uchun Ber qonuni, ya'ni $k=A$ s kuchga ega. Bunda A — erigan moddaning xossalariga va yorug'lik chastotasiga bog'liq bo'lgan doimiylik, s — erigan modda konsentratsiyasi.

Agar eritma yukori konsentratsiyali bo'lsa, bu eritmalar uchun Ber qonuni bajarilmaydi, chunki eritmadagi ionlar o'zaro ta'sir qila boshlasa, A - eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib qoladi.

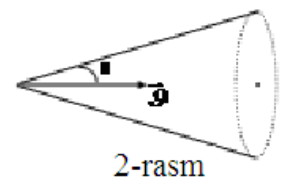


Ber qonunini xisobga olsak, yorug'likning yutilish qonuni $I = I_0 e^{-As}$ (3) kurinishda bo'lib, **Buger-Lambert-Ber qonuni** deyiladi

Yorug'likning yutilish xodisasidan moddalar tuzilishini urganishda, geliotexnikada va ximiya sanoatida, fototexnikada, optoelektronikada keng foydalaniladi.

Leru (1862 y) yod bug'i to'ldirilgan prizmada yorug'lik sinishini kuzatib, qizil nurlarga qaraganda ko'k nurlar kamroq sinishini topdi (boshqa nurlarni yod yutadi va ular ko'rinmay koladi). **Leru bu xususiyatni anomal dispersiya deb atadi.** Spektarning biror sohasida anomal dispersiyaga ega bo'lgan barcha moddalar bu sohada yorug'likni ko'p yutadi. Rasmda MN soha a nomal dispersiya sohasi, shu sohada yutilish chizig'i mavjud.

Vavilov - Cherenkov nurlanishi Gamma nurlar suyuqlik orqali o'tganda havorang tUSDagi kuchsizgina nurlanish kuzatiladi (Cherenkov). Gamma nurlar suyuqlik atomlaridan urib chiqaradigan tez harakatlanuvchi elektronlar bu nurlanishni vujudga keltirishi aniqlandi.

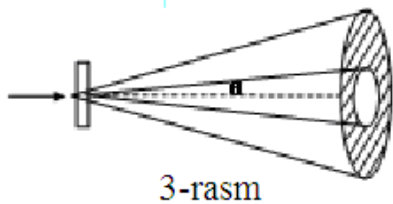


Lekin bu tormozlanish natijasida emas. Vavilov-Cherenkov nurlanishi ro'y berganda elektron tezligi yorug'likning shu muhitdagi tezligidan katta ekanligi ma'lum bo'ldi: $I = c/n$, $n > 1$, $\vartheta < c$. Agar $c > \vartheta > c/n$ shart bajarilsa, Vavilov-Cherenkov effekti kuzatilishi mumkin.

Masalan: Suvda yorug'likning tarqalish tezligi $0,75c$. Shuning uchun suvda Vavilov - Cherenkov effekti o'qi elektronning harakat yo'nalishi bilan mos tushgan konusning yasovchilari bo'ylab kuzatiladi. Nurlanish burchagi : $\cos \theta = c/n\vartheta$ (4)

Ma'nosi. Zaryadli zarracha o'tgach, kuchsiz bog'langan elektronlar siljib, dipol avvalgi holatiga qaytganda elektromagnit to'lqin nurlantiradi. Bu to'lqin kogerent bo'lib interferensiyalanadi va yuqoridagi munosabat aniqlaydigan yo'nalishdan boshqa yo'nalishlarda nurlanish so'nadi. **Doppler effekti**

Doppler effekti deb manba yoki kuzatuvchining bir-biriga nisbatan harakati natijasida kuzatuvchi qabo'l qilayotgan signal chastotasining o'zgarishiga aytiladi.



3-rasm

Agar nurlanish chastotasi ν_0 , kuzatuvchi qabo'l qilayotgan signal chastotasi ν bo'lsa, nisbiylik nazariyasi Doppler effekti uchun

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c} \cos \theta} \quad (5) \text{ ifodani beradi. Bu yerda } \nu \text{ kuzatuvchiga}$$

nisbatan manba tezligi, θ — kuzatish yo'nalishi va tezlik orasidagi burchak. tezlik kuzatuvchi va manba bir-biridan uzoqlashsa musbat, yaqinlashsa manfiy olinadi. $\theta = 0$ uchun $\nu = \nu_0$ Bu kuzatuvchi manba tomonga ularni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq yo'nalishida harakatlanganda kuzatiladigan Dopplerning bo'ylama effekti.

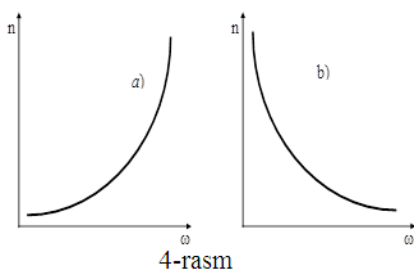
$$\nu \ll \nu_0 \text{ holida. } \nu = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right) \quad (6)$$

Demak, manba va kuzatuvchi bir-biridan uzoqlashganda (nisbiy tezlik musbat) uzun to'lqinlar sohasiga siljish ro'y beradi ($\nu < \nu_0$, $\lambda > \lambda_0$). Bu qizil siljish deb ataladi. Manba va kuzatuvchi bir-biriga yaqinlashganda (nisbiy tezlik manfiy) qisqa to'lqinlar sohasiga siljish ro'y beradi ($\nu > \nu_0$, $\lambda < \lambda_0$) - binafshaviy siljish. Agar $\theta = \frac{\pi}{2}$ bo'lsa

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (5) \text{ Bu kuzatuvchi uni manba bilan birlashtiruvchi chiziqqa}$$

perpendikulyar yo'nalishda harakatlanayotganda ro'y beruvchi Dopplerning ko'ndalang effekti. Ko'ndalang Doppler effekti $\frac{v^2}{c^2}$ ga bog'liq; kichkina $\frac{v}{c}$ larda bo'ylama effektaga ($\sim \frac{v}{c}$) nisbatan ikkinchi darajali effektdir. Shuning uchun bu effektni kuzatish juda qiyin; bu effekt akustikada kuzatilmaganligi, ya'ni relyativistik effekt bo'lganligi uchun prinsipial ahamiyatga ega. Bu effekt eksperimental ravishda 1938 yili amerikalik fizik G.Ayvs tomonidan kuzatildi.

Bo'ylama Doppler effekti laboratoriya sharoitida A. Belopolskiy tomonidan kuzatildi.



4-rasm

Bu effekt yordamida chastotalarning siljishi, kengayishiga qarab nurlanuvchi zarralar va jismlarning harakati o'rganiladi. Doppler effekti radiotexnika va radiolokasiyada keng ishlatiladi.

Normal dispersiya - chastota ortishi bilan absolyut sindirish ko'rsatkichi ortib borsa, bunday dispersiya normal dispersiya deyiladi (2 - rasm).

Anomal dispersiya - chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi kamaysa (3- rasm), u holda $\Delta n / \Delta \omega < 0$ va bunday dispersiya anomal dispersiya deyiladi. Yorug'lik dispersiyasini sindirish ko'rsatkichni aniqlaydigan har qanday usul bilan kuzatish mumkin. Masalan, prizmalardan yorug'lik o'tganda, to'la ichki qaytish hodisasi ro'y berganda va interferensiyalar asboblari yordamida. Umumiy holda, yorug'lik dispersiyasi ro'y berganda to'lqin uzunligini kamayishi bilan sindirish ko'rsatkichi ortib boradi. Bunga **normal dispersiya** deyiladi. Lekin shunday hollar ham kuzatiladiki, bunda to'lqin uzunligini kamayishi bilan sindirish ko'rsatkichi ham kamayadi. Bunday dispersiyaga **anomal dispersiya** deyiladi. Odatda anomal dispersiya yorug'likni yutilish sohasida kuzatiladi.

Dispersiya sababli oq yorug'lik sindiruvchi muhitdan o'tganda turli to'lqin uzunlikli monoxromatik nurlarga ajraladi. Agarda bu hodisani ekranda kuzatsak, turli rangdagi yo'llar - ya'ni dispersiya spektrini yoki optik spektrni ko'ramiz. Odatda, optik spektrlar maxsus asboblari - spektrometr va spektrograflarda hosil kilinadi. Spektrlarning tashqi ko'rinishi yorug'lik manbaining xossalari bog'liq bo'ladi.

Optik spektrlar 3 turga bo'linadi: **1. Tutash spektrlari; 2. Chiziqli spektrlari; 3. Yo'l-yo'l spektrlari.** Yorug'lik manbai cho'g'langan qattiq va suyuq jismlar, siqilgan gazlardan iborat bo'lsa, kuzatiladigan spektr tutash spektrdan iborat bo'ladi. Chiziqli spektrlarni uyg'ongan alohida atomlar, yo'l-yo'l spektrlarni uyg'ongan alohida molekullar chiqaradi. Optik spektrlar yordamida moddalarni analiz qilish, atom va molekullarni tuzilishini o'rganish va boshqa ko'p ilmiy ishlar qilish mumkin. Bu sohaga spektral analiz deyiladi.

Dispersiyaning elektron nazariyasi

Dispersiyaning elektron nazariyasi atomlarning xususiy tebranishlari tushunchasidan foydalanib, tebranuvchi zarralar (elektronlar va ionlar) tabiatini aniqladi, modda va yorug'lik to'g'risidagi tasavvurimizni chuqurlashtirdi.

Yuqorida aytganimizdek, yorug'lik bilan moddaning o'zaro ta'siri mohiyati tushayotgan to'lqin maydoni ta'sirida modda elektronlari (va ionlari)ning tebranishlari natijasida paydo bo'lgan ikkilamchi to'lqinlar bilan birlamchi to'lqinlarning interferensiyalanishidan iborat. Demak, sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunlikka bog'lanishini keltirib chiqarish uchun dielektrik sindiruvchanlikning o'zgaruvchan elektr maydon chastotasiga qanday bog'langanligini topamiz, so'ngra $n = \sqrt{\epsilon}$ (6) munosabatga asoslanib n ni topamiz.

Reley sochilayotgan yorug'lik intensivligi bilan uning chastotasi (to'lqin uzunligi) o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjudligini ko'rsatdi: $I \sim \nu^4 \sim \frac{1}{\lambda^4}$ (7)

Bu formula **Reley qonunining** matematik ifodasidir, bu qonundan kurinib turibdiki, to'lqin uzunligi katta bo'lgan yorug'lik nurlari kuchsizroq sochiladi. Yorug'likning sochilish xodisasi optik shaffof muhitlarda xam kuzatilib, bu xodisaga **molekulyar sochilish** deyiladi.

Mavzu: Issiqlik nurlanish

Reja.

1. Jismlarning nur chiqarish va yutish qobiliyati.
2. Issiqlik nurlanish qonunlari;
3. Kirxgof, Stefan–Bolsman va Vinning siljish qonunlari.
4. Plank formulasi
5. Issiqlik nurlanish qonunlarining tadbiqi, optik pirometrlar.

Nurlanishlar turli xil bo'ladi. Masalan, oksidlanayotgan fosforning nurlanishi, gazlardan elektr toki o'tish jarayonida vujudga keladigan nurlanish qattiq jismlarni elektronlar bilan bombardimon qilish natijasida vujudga keladigan nurlanish, qizdirilgan jismlarning nurlanishi, ya'ni issiqlik nurlanish va hakoza. Bu nurlanishlar bir – biridan o'zlarining vujudga kelishining tabiati bilan ajralib turadi. Har qanday nurlanish jarayonida ham energiyaning biror turi nurlanish energiyasiga aylanadi. Xususan issiqlik nurlanishda jism zarralarining xaotik issiqlik harakat energiyasining bir qismi elektromagnit to'lqin tarzida nurlanadi. Bu nurlanish absolyut noldan farqli barcha temperaturalaridagi jismlarda kuzatiladi va temperaturaga kuchli bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ba'zan issiqlik nurlanishni **temperaturaviy nurlanish** deb ham ataladi.

Turli nurlanishlar bir – biridan spektrining uzlukli yoxud uzluksizligi, spektrlarining kengligi va spektrning ayrim qismlariga mos keluvchi nurlanish oqimi bilan farqlanadi.

Tabiatda elektromagnit nurlanishning eng keng tarqalgan turi issiqlik nurlanishi, u temperaturasi 0 Kelvindan farq qiladigan har qanday jismga xos bo'lib moddaning ichki energiyasi hisobiga bajariladi va shuning uchun nurlanayotgan jismning ichki energiyasi kamayadi natijada jism soviydi. Har qanday jism o'zi nurlanishi bilan birga boshqa, atrofdagi jismlar chiqarayotgan nur energiyasining bir qismini yutadi; bu jarayonni **nur yutish** deb ataladi. Nur yutish jarayoni muayyan jismning isishiga olib keladi. **Jismning nurlanishi** R_e deb, jism chiqarayotgan Φ_e nurlanish oqimining jism sirtining S yuzasiga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikka aytiladi. $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$ (1)

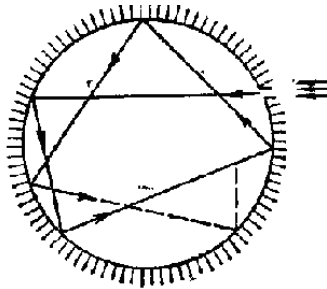
jism nur chiqarish yo'li bilan energiyasini yo'qota boradi, nur yutish hisobiga energiya olishini muvozanatlaydi. Demak, nurlanishning hamma turlaridan faqat issiqlik nurlanishi muvozanat bo'lishi mumkin. Nurlanish energiyasini uning o'tish vaqtiga bo'lgan nisbati **nurlanish oqimi** deb ataladi, ya'ni: $\Phi_e = \frac{W}{t}$ (2) Umumiy holda jismning chiqargan (yutgan) nuri energiyasining miqdori turli xil to'lqin uzunliklar uchun turlicha bo'ladi. Shuning uchun ham spektral nur chiqarish (nur yutish) qobiliyati degan tushuncha kiritiladi.

Jismning yutish koeffitsiyenti – jismning yutgan nuri energiyasini shu jismga tushayotgan hamma nurlar energiyasini nisbatidan iborat, ya'ni: $\alpha = \frac{\Phi_e^1}{\Phi_e}$ (3)

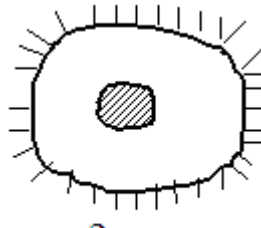
Yutish koeffitsiyenti jismning temperaturasiga bog'liq.

Issiqlikning nurlanishida energiya taqsimoti haroratga bog'liq: past haroratda issiqlik nurlanishi, asosan, infraqizil nurlanishidan, yuqori haroratlarda ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanishdan iborat.

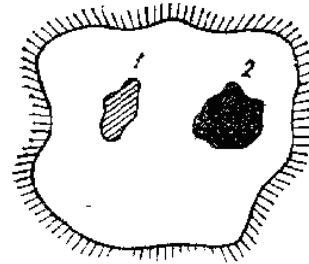
Tabiatda absolyut oq jism ham, absolyut qora jism ham bo'lmaydi. Har qanday jism tushayotgan nurlanishning bir qismini yutsa, qolgan qismini qaytaradi. Farqi shundaki, ba'zi jismlar ko'proq qismini yutib ozrog'ini qaytarsa, boshqa jismlar aksincha ko'prog'ini qaytarib, ozrog'ini yutadi. ***Nur yutish qobiliyati hamma to'lqin uzunliklar uchun bir xil va birdan kichik bo'lgan jism kulrang jism deb ataladi.***



1-rasm



2-rasm



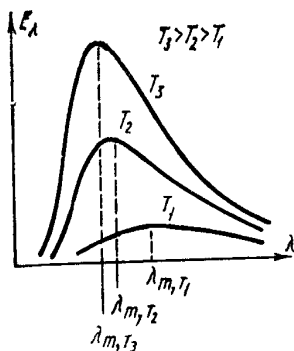
3-rasm

Odatda, o'zining xussiyatlari bilan absolyut qora jismdan kam farq qiladigan Mixelson taklif etgan modeldan foydalaniladi (1-rasm). Bunday model juda kichik teshigi bo'lgan berk kovak idishdan iborat. Ixtiyoriy to'lqin uzunlikdagi nur teshik orqali kovakka kirib qolgach, uning ichki devoridan ko'p marta qaytib, nur energiyasining bir qismi yutiladi, natijada nur energiyasining juda kichik ulushigina kovakdan qaytib chiqishi mumkin. Shuning uchun bunday modelning nur yutish qobiliyati 1 ga juda yaqin bo'ladi.

Issiqlik nurlanishi boshqa turdagi nurlanishlardan o'zining bir xususiyati bilan farq qiladi. T haroratdagi jism issiqlik o'tkazmaydigan qobiq bilan o'ralgan deb faraz qilaylik (2-rasm). Jism chiqargan nurlanish qobiqqa tushib undan bir yoki bir necha marta qaytadi va yana jismga tushadi. Jism bu nurlanishni qisman yoki to'la yutadi. Qisman yutsa, qolgan qismini yana qobiqqa qaytaradi. Shuning uchun jism vaqt birligi ichida qancha energiya chiqarsa, shuncha energiya yutadi va jismning harorati o'zgarmaydi. Bu holat ***muvozanatli holat*** deyiladi.

Kirxgof qoidasi

Absolyut qora jismning nurlanish qonunlari ; O'ziga tushuvchi hamma nur energiyasini har qanday temperaturada butunlay yutadigan jismni absolyut qora jism deb ataladi va bunday jism uchun $\alpha_\lambda = 1$, $\alpha_\lambda < 1$ bo'lgan jismlar kulrang jismlar deb ataladi.



Tabiatda absolyut qora jismlar mavjud emas. Qurum yoki platina qorasi o'z xususiyatlari bilan absolyut qora jisimga yaqin.

Jism qanday to'lqin uzunlikli elektromagnit to'lqinlarni chiqarsa, shunday to'lqin uzunlikli elektromagnit to'lqinlarni yutadi.

Stefan – Bolsman qonuni

Absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyati

haroratning 4 darajasiga proporsionaldir $E_T = \sigma T^4$ (4) bunda σ – Stefan – Bolsman doimiysi ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2\text{K}^4$) (4) ifoda **Stefan – Bolsman qonuni deb ataladi.**

Energetik yorituvchanligining temperaturaga bog‘liqligi Stefan-Bolsman qonunida tavsiflanadi:

To‘lqin uzunligining temperaturaga bog‘liqligi **Vin** qonuni bilan ifodalanadi:

Absolyut qora jismning maksimum nurlanishiga to‘g‘ri kelgan to‘lqin uzunlik

absolyut temperaturasi teskari proporsionaldir, ya’ni: $\lambda_m = \frac{b}{T}$ (5) bu yerda b – Vin

doimiysi; $b = 0,28979 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$ Stefan-Bolsman va Vin qonunlari absolyut qora jism nurlanishining xususiy qonunlaridir.

1. Har bir haroratga oid bo‘lgan nurlanishning energetika taqsimotini ifodalovchi egri chiziqda aniq maksimum bo‘lib, u harorat oshgan sari qisqa to‘lqin sohasiga siljishi ko‘rinib turibdi.

Vinning siljish qonuni deb ataladigan qonun ana shu maksimumlar asosida ta’riflanadi: **absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining maksimumga mos keluvchi λ_m to‘lqin uzunligining temperaturaga ko‘paytmasi o‘zgarmas kattalikdir:**

$\lambda_m T = b$ (6) bunda b – Vin doimiysi, $b = 2,898 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{K}$ (110) dan ko‘rinadiki, T qancha yuqori bo‘lsa, λ_m shuncha kichikroq qiymatga ega bo‘ladi, ya’ni harorat oshgan sari absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining maksimumi qisqa to‘lqin uzunliklar sohasiga siljiydi.

14–rasmda grafikni tushuntirish uchun ko‘p urinishlar bo‘lgan. Bulardan Vin

termodinamik mulohazalar asosida $E_{\lambda, T} = \frac{\alpha}{\lambda^5} e^{-\frac{\beta}{\lambda T}}$ (7) ifodani hosil qiladi. Bunda α va

β – tajribalardan foydalanib tanlanadigan doimiylardir. Vin taklif etgan (7) ifoda qisqa to‘lqin uzunliklar sohasida yaxshi mos keladi. Lekin katta to‘lqin uzunliklar sohasida Vin formulasi $E_{\lambda, T}$ uchun tajribadagidan kichikroq qiymatlarni beradi.

Fotoeffekt va uning qonunlari

Yorug‘lik ta’sirida jismdan elektronlarning ajralib chiqish hodisasiga fotoeffekt deb ataladi. Bu hodisani birinchi bo‘lib, 1887 yilda G.Gers kuzatgan. Biroq, uning xossalari har tomonlama chuqur o‘rgangan va qonunlar yaratgan olim, rus fizigi A.G.Stoletovdir. 1898 yilda Lenard va Tomsonlar fotoeffekt natijasida katoddan ajralib chiquvchi zarralar elektronlardan iborat ekanligini zarralarning magnit maydonida og‘ishga asoslanib aniqladilar. **Stoletov qonunlari.**

Fotoeffektning 4 ta asosiy qonuni bor:

1. To‘yinish fototokining kuchi katodga tushayotgan yorug‘lik oqimiga proporsional. $I_t = \kappa \cdot \Phi_e$ (8) ya’ni yorug‘lik oqimi qancha katta bo‘lsa fototok ham shuncha katta bo‘ladi. Bu yerda κ - katod materialining yorug‘likni sezishini xarakterlovchi koeffitsiyent

2. Fotoelektronlarning kinetik energiyasi tushayotgan yorug'likning chastotasiga to'g'ri proporsional va yorug'likning oqimiga bog'lik emas. Yorug'likning to'lqin uzunligi o'zgarsa fotoelektronlarning maksimal tezliklari ham o'zgaradi.

3. Tushayotgan yorug'lik intensivligi qanday bo'lishidan qati nazar fotoeffekt bma'lm chastotadan (to'lqin uzunligidan) boshlab ro'y bera boshlaydi va chastota katodning qanday materialdan yasalganiga bog'liq.

Eynshteyn tenglamasi Stoletov qonunlari haqida chuqur mulohaza yuritgan.

A. Eynshteyn fotoeffekt hodisasini quyidagicha ta'kidladi;

Yorug'lik nafaqat chiqarilganda, balki fazoda tarqalganda ham boshqa moddalar tomonidan yutilganida ham o'zini fotonlar oqimidek tutadi degan fikrni berdi.

Katodga tushayotgan foton o'zining $h\nu$ energiyasini elektronga beradi. Agar bu energiya elektronning chiqish ishi A dan katta bo'lsa elektron katoddan ajralib chiqadi.

Lekin u anodga eyetib borishi uchun $m\varrho^2/2$ kinetik energiyaga ham ega bo'lmog'i kerak. Aks holda u yana qaytadan katod moddasiga yutilishi mumkin. Shunday qilib

fotoeffekt hodisasi ro'y berishi uchun fotonning energiyasi elektronning moddadan ajralib chiqishiga va unga kinetik energiya berishga yetarli bo'lmog'i kerak,

ya'ni $h\nu = A + \frac{m \cdot \varrho^2}{2}$ (9) Ushbu ifoda tashqi fotoeffekt

uchun Eynshteyn tenglamasi deyiladi

Yorug'lik bosimini birinchi bo'lib, 1900 yilda

P.N. Lebedev tajribada aniqladi:

Yorug'lik bosimini kvant tasavvurlar asosida ham

tushuntirish mumkin.

Plank gipotezasiga ko'ra elektromagnit energiya butunlay aniq alohida porsiyalarda yoki kvantlarda chiqishi va tarqalishi mumkin. Kvant energiyasining miqdori nurlanish

chastotasiga to'g'ri proporsional: $\varepsilon = h\nu$ (10) bu yerda $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

– Plank doimiysi yoki kvant ta'siri.

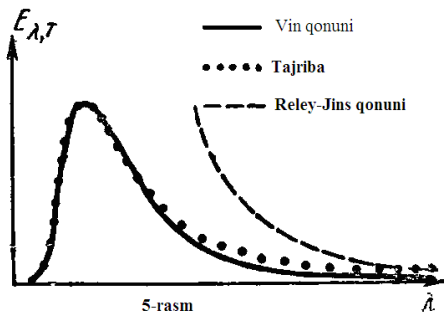
Reley va **Jins** issiqlik nurlanishiga statistik fizika uslublaridan foydalanib

absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati uchun $E_{\lambda,T} = \frac{2\pi ckT}{\lambda^4}$ (11)

ifodani topdi. Bu ifoda katta to'lqin uzunliklar sohasida tajriba bilan mos keladi.

Reley–Jins ifodasi klassik fizika qonunlariga qat'iy amal qilgan holda chiqarilgan bo'lib, u muhim tajribalar natijalarini tushuntirishga qodir emasligini ko'rsatadi. Shunda Maks Plank (1900)– bu yerda klassik fizika asosida kamchiliklar bor degan xulosaga keladi va o'z gipotezasini ilgari surdi: ya'ni **jismlarning nurlanishi uzluksiz emas, balki alohida kvantlar sifatida chiqariladi**. Har bir nurlanish kvantining energiyasi:

$\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ (12) ga teng. Bunda $\nu = \frac{c}{\lambda}$ nurlanishning chastotasi h – Plank doimiysi ($h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$). (12) ga asosan $\lambda \rightarrow 0$ da kvant energiyasi shu darajada ortib ketadiki,



natijada jism issiqlik harakatining energiyasi, hatto, bittagina kvant chiqarishga ham yetmaydi va $E_{\lambda,T}$ ning qiymati keskin kamayib ketadi.

Plank nazariyasi asosida Eynshteyn 1905 yilda yorug'lik kvant nazariyasini yaratdi.

Tashqi fotoeffekt hodisasi

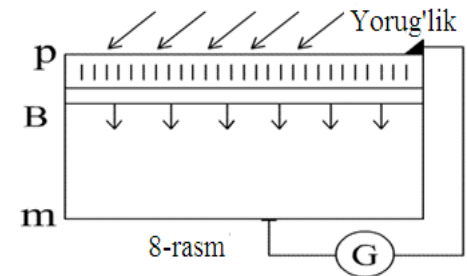
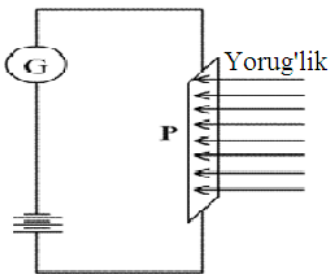
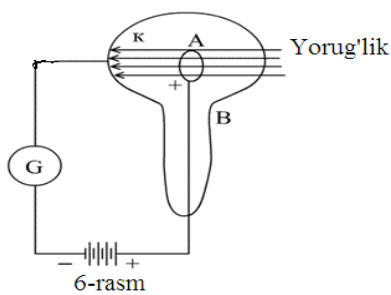
Ko'rinadigan, infraqizil, ultrabinafsha yorug'lik ta'sirida elektronlarning moddaning atomlari va molekulalari bilan bog'lanishdan ozod bo'lishiga fotoeffekt deb ataladi.

Agar elektron yoritilayotgan modda tashqarisiga chiqsa tashqi fotoeffekt deb ataladi

Agar elektronlar faqat «O'z atomlari va molekulalari bilan bog'lanishni yo'kotsa-yu,

lekin yoritilayotgan moddaning ichida «erkin elektron»lar sifatida qolsa va shu bilan

barcha moddaning elektr o'tkazuvchanligini oshira borsa, u vaqtda bunday fotoeffektni fotoeffekt ichki deb ataladi.



Vakuum hosil qilingan

7-rasm

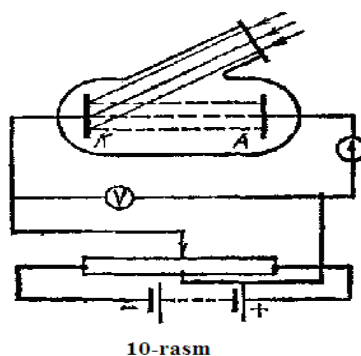
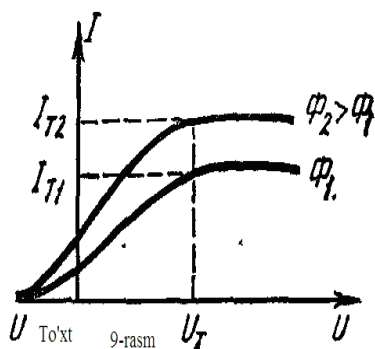
shisha ballonning ichki devoriga

surkalgan metall qatlami vakuum fotoelementning K katodi bo'lib xizmat qiladi (6-rasm), anod A metall halqa tarzida yasalgan bo'lib, ballonning markaziy qismiga joylashtirilgan. Katodni yoritganda fotoelement zanjirida elektr toqi paydo bo'ladi. Bu toqning kuchi yorug'lik oqimi kattaligiga proporsionaldir.

Ba'zi xollarda fotoelementning sezgirlikni oshirish uchun uni 10^{-2} mm sim. ust. bosimida argon bilan to'ldiriladi. Ichki fotoeffekt yarim o'tkazichlarda va kamdan-kam dielektrlarda ham kuzatiladi. Ichki fotoeffektni kuzatish sxemasi 8-rasmga ko'rsatilgan. ***Ichki fotoeffektga asoslangan fotoelementlarni yarim o'tkazgichli fotoelementlar deb ataladi.***

Bu Kirxgofning integral qonunidir: har qanday jismning muayyan haroratdagi to'la nur chiqarish va nur yutish qobiliyatining nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, u ayni haroratdagi absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyatigateng.

Kompton effekti. Yorug'likning korpuskulyar xossalari Kompton effektida yorqin namoyon bo'ladi. 1923 yilda Amerikalik fizik Kompton yengil



atomlimodlarda

monoxromatik rentgen nurlarining sochilishini o'rganayotib sochilgan nurlanish tarkibida birlamchi to'lqin uzunlikli nurlanish bilan birga kattaroq to'lqin uzunlikli nurlanish borligini aniqladi. Tajribalar $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ farq tashuvchi nurlanishning to'lqin uzunligi λ , sochuvchi jismga bog'liq bo'lmay, faqat sochilish burchagi θ ga bog'liqligini ko'rsatadi:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2K \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (13) \text{ bundagi } K - \text{kompton doimiysi deb ataladi va}$$

$k = 2,41 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ teng. 9-rasmda ko'rsatilgan D_1, D_2 diofragmalardan o'tgan ingichka rentgen nurlari K_r kristallga tushadi. Sochilgan nurlanishni S_n spektrograf yordamida tekshirish mumkin. Nurlanish yo'nalishida ($\theta=0$) λ o'zgarmaydi, boshqa yo'nalishlarda $\Delta\lambda \sim \sin^2 \theta/2$. Shunday qilib, Kompton effekti deb nurlanish (rentgen, γ -nurlanish) moddaning erkin elektronlarida sochilishi natijasida to'lqin uzunligining ortishiga aytiladi.

To'lqin nazariya nuqtai nazaridan bu hodisani tushuntirib bo'lmaydi. Elektron yorug'lik to'lqinni ta'sirida shu chastotasiga teng chastota bilan tebranishi va shu chastotaga teng to'lqin nurlantirishi kerak.

Mavzu: Fotoeffekt va uning qonunlari

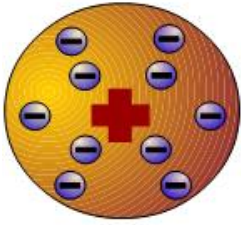
Reja.

1. Atom tuzilishi haqidagi tasavvurlarni rivojlanishi.
2. Rezerford tajribasi
3. Bor posulotlari.
4. Rentgen nurlari.
5. Lui-de-Broyl gipotezasi.

Barcha moddalar ko'p sonli bo'linmas zarralardan atomlardan tashkil topgan degan fikirlar juda qadim zamonlarda yunon olimlari Demokrid va Epikir tomonidan aytilgan Atom so'zi, yunon tilidagi « $\alpha\tau\omicron\mu\omicron\varsigma$ » —«bo'linmas» degan ma'noni bildiradi

Tomson modeli: 1897 yilda ingliz fizigi Tomson zaryadi $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ ga teng manfiy zaryadlangan va massasi $m_0 = 9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ teng elektronni kashf qildi Tomson 1903 yilda atomning tuzilishi haqidagi o'z modelini taklif qildi Tomson modeliga muvofiq, atom — massasi tekis taqsimlangan 10^{-10} m kattalikdagi musbat

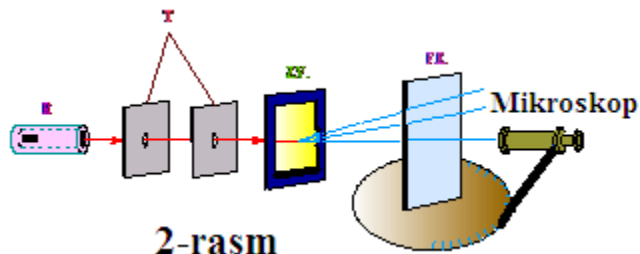
zaryadlardan iborat shar sifatida tasavvur qilinadi uning ichida musbat va manfiy zaryadlarni yig'indisi o'zaro teng.



1-rasm

Rezerford tajribasi

1911 yilda E.Rezerford atomning Dj.Tomson modelini tekshirish maqsadida radioaktiv moddadan chiquvchi musbat zaryad bilan atomni bombardimon qildi. Ekranga α -zarra urilganda, undan yorug'lik nuri chiqadi. Yorug'lik nurini mikroskop yordamida kuzatiladi.



2-rasm

Rezerford tajribasi

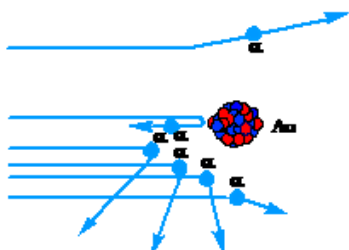
R- Qo'rg'oshin g'ilofda joylashtirilgan radiativ modda
T-aniq zarralar yo'nalishini hosil qilishda tirqishlar turkumi

Tajriba natijasidan shu narsa aniqlandiki, α -zarralar oltin zarvaraقدan o'tganda har xil burchaklarga sochilishi va uning juda kichik qismi undan qaytadi. Bunga sabab α -zarra hajmi juda kichik lekin massasi katta bo'lgan musbat yadro bilan to'qnashadi.

Rezerford tajribalari natijasi atomning Tomson modelini tasdiqlamadi.

1911 yilda Rezerford atomning yangi modelini tavsiya qildi.

Atom markazida yadro joylashgan (uning o'lchami 10^{-14} m). Atomning o'lchami 10^{-10} m. Atomning qolgan hamma hajmida elektronlar harakat qiladi (2 -rasm). Yadro ichida elektronlar yo'q. Yadro musbat zaryadlangan protonlar va zaryadga ega bo'lmagan neytronlardan iborat (3-rasm). Ko'k rangda-protonlar, qora rangda-neytronlar.



3-rasm

Rezerford tajribasida α - zarraning oltin zarvaraقدan qaytish yo'llari

Au - oltin yadrosi

α -alfa zarralari, uning Au- yadrosi bilan to'qnashuv ehtimolligi juda kichik.

Atomdagi elektronlar soni yadrodagi protonlar soniga teng. Bu sonlar kimyoviy elementlarning tartib raqamini belgilaydi. Elektron massasi proton yoki neytron

massasidan 1800 marta kichik, shuning uchun atomning hamma massasi yadroga to'plangan. Rezerford elektronlar yadro atrofida orbita boylab harakat qiladi deb faraz qiladi. Shu sababdan uning modeli planetar model ham deyildi.

Atomning planetar modelining kamchiliklari:

1. Nyuton mexanikasiga asosan elektron aylana boylab tezlanish bilan harakatlanganda o'zidan yorug'lik tarqatadi. Lekin normal sharoitda atomlar nur tarqatmaydi.

2. Maksvell nazariyasiga asosan elektron nurlanganda energiyasini yo'qotib yadroga tushishi kerak, lekin bu hodisa roy bermaydi. Bu kamchiliklar asosida shunday xulosa chiqarish mumkin: atomlar makroskopik jismlarning harakatini boshqaruvchi qonunlarga mutlaqo o'xshamaydigan qonunlarga boysunadi.

Rezerford tajribalaridan yadro atomning asosiy massasini o'zida mujassamlashtirgan musbat zaryadli zarra ekanligi aniqlandi. 1919-yilda **Rezerford** elektrondan keyingi elementar zarracha - **protonni** kashf etdi.

1920-yili **Rezerford** massasi proton massasiga teng bo'lgan **neytral** zarracha mavjudligini taxmin qildi va u 1932-yilda ingliz fizigi D. **Chedvik** tomonidan aniqlandi. Bu zarrachani **neytron** deb ataldi. Keyinroq sovet fizigi Ivanenko va nemis fizigi Geyzenberg **atom yadrosi proton va neytronlardan** tuzilgan degan gipotezani o'rta tashladi va ularni birgalikda **nuklonlar** deb nomlandi.

Yadrodagi nuklonlar soni A yadroning massa soni bo'lib, neytronlar soni $N = A - Z$ (1) dan topiladi, bunda Z - protonlar soni.

Yadroni belgilash uchun ${}_Z X^A$ belgilash ishlatiladi.

Yadrodagi protonlar soni o'zgarmaydigan yadrolar guruhiga **izotoplar** deyiladi. Masalan: ${}_1H^1, {}_1H^2, {}_1H^3$

Yadrodagi neytronlar soni o'zgarmaydigan yadrolar guruhiga **izotonlar** deyiladi. Masalan: ${}_1H^3, {}_2He^4, {}_3Li^7, {}_4Be^8$

Massa soni o'zgarishsiz qoladigan yadrolar guruhiga **izobarlar** deyiladi. Masalan: ${}_1H^3, {}_2He^3, {}_{18}Ar^{40}, {}_{20}Ca^{40}$

Bor postulatlar

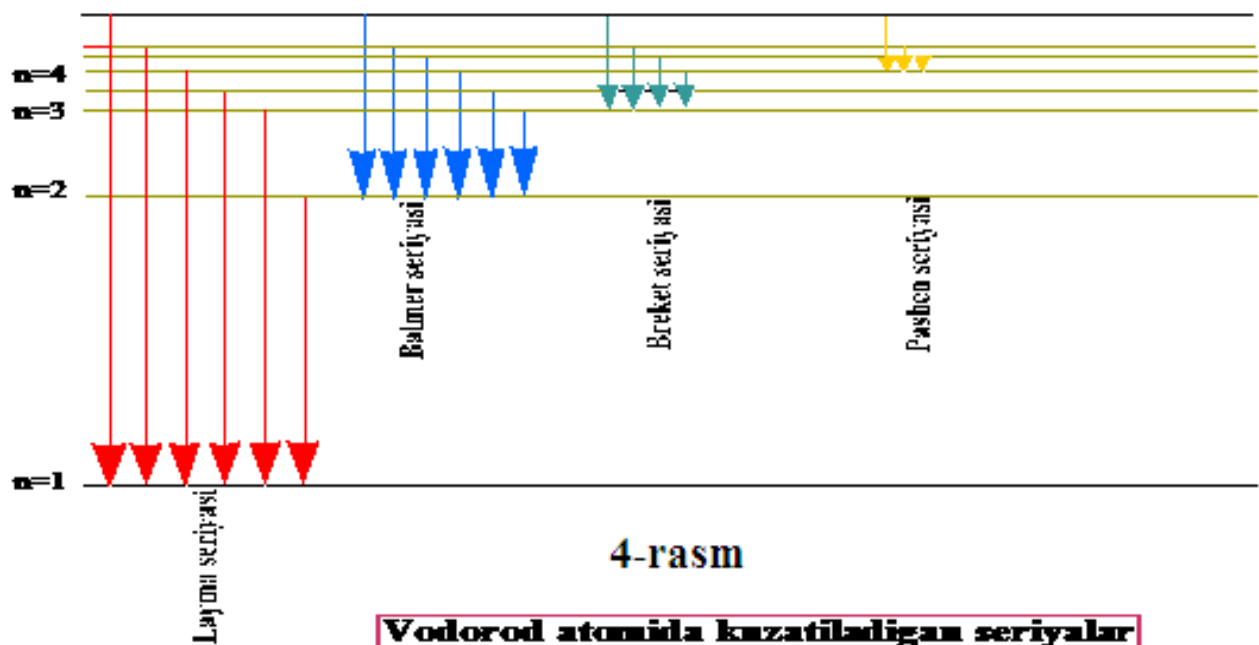
Atomning planetar modeli duch kelgan qiyinchilikni 1913 yili N.Bor atomning yangi modeli bilan bartaraf qildi. Borning 1-postuloti.

1. Atom sistemasi faqat maxsus statsionar holatda bo'lishi mumkin, Bu holatning har birida aniq bir E_n energiyaga mos keladi. Atom statsionar holatda nurlanmaydi va nur yutmaydi. *Borning 2-postuloti*

2. Atom bir barqaror holatdan ikkinchisiga o'tganda elektromagnit energiya kvantini yutadi yoki chiqaradi. Yutilgan yoki chiqarilgan energiya $h\eta = E_n - E_m$ ga teng. Atom kichik energiyali holatdan katta energiyali holatga o'tganda atom energiyasini yutadi.

Bu nurlanish spektrining (diskretligini) tushuntiradi. Vodorod atomning spektrlari - rasmda keltirilgan. Ushbu rasmda Layman (n = 1), Bal`mer (n = 2), Breket (n = 3) va Pashen (n = 4) seriyalari keltirilgan. Balmer seiyasida n = 2 orbitaga undan yuqori joylashgan orbitalardan elektronlar o'tganda Bal`mer seriyasi hosil bo'ladi. Agarda elektron n = 3 orbitadan n = 4 orbitaga o'tsa, chastotasi $\nu = \frac{E_4 - E_3}{h}$ (2) bo'lgan fotonni yutadi . Bunda yutulish spektri hosil bo'ladi. Ko'zga ko'rinadigan nurlarning chiziqli spektri Bal`mer seriyasi deb ataladi

Ultrabinafsha nurlar spektri Layman seriyasi deb ataladi. Infraqizil nurlar spektri **Pashen seriyasi** deb ataladi.

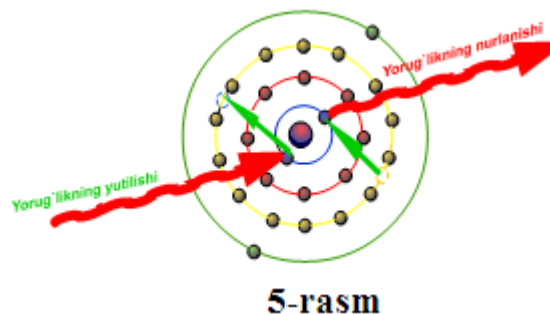


Borning birinchi postulati asosida vodorod atomining to'la energiyasini aniqlash mumkin. Yadro atrofida elektron aylana boylab harakat qilganligi tufayli, unga bir vaqtning o'zida ikkita kuch ta'sir etadi (4-rasm).

$$\frac{mv^2}{r} = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (3)$$

Vodorod atomi uchun $Z = 1$.

r - elektron orbitasining radiusi.



$v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 rm}$ aniqlab, uni elektronning kinetik energiya qiymatiga qoyamiz.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 rm} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \quad (4)$$

Vodorod atomining potensial energiyasi

$$E_n = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \quad (5)$$

e^- elektron uchinchi orbitadan to'rtinchi orbitaga yorug'lik yutish tufayli chiqadi, $\nu = \frac{E_1 - E_3}{h}$ chastotali nur yutadi.

e^- elektron to'rtinchi orbitadan uchinchi orbitaga o'tganda simob atomi nur chiqaradi, uning chastotasi $\nu = \frac{E_3 - E_1}{h}$

“-” ishora elektron va proton orasida tortishish kuchi borligini bildiradi.

Sistemaning to'la energiyasi potensial va kinetik energiyalar yig'indisiga teng.

$$E = E_n + E_k = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} + \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} = -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \quad (6)$$

Bor radiusi deyiladi. Uning ifodasi $r_1 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{me^2} \quad (7)$

$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} F/m$ -elektr doimiysi,

$e = 1,602 \cdot 10^{-19} Kl$ -elektron zaryadi,

$m_0 = 9,1095 \cdot 10^{-31} kg$ - elektronning tinchlikdagi massasi,

$\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} J \cdot s$, bu kattaliklarni (7) ifodaga qoying, u holda

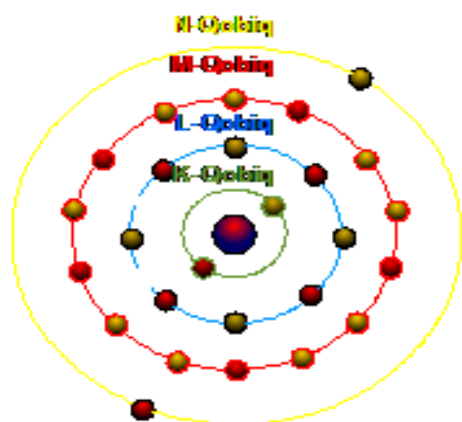
$r_1 = 0,53 \cdot 10^{-8} m = 0,53 A^0$ bo'ladi.

Bu boshqa usullar bilan olingan natijalarga mos keladi.

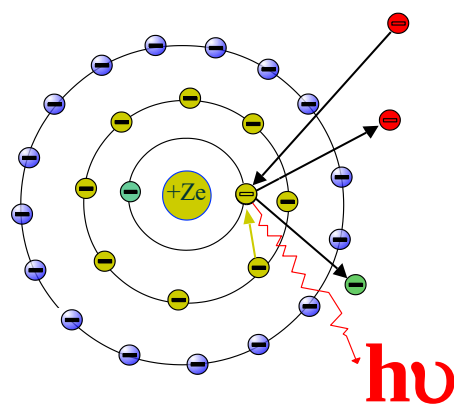
(8) ifodani (7) ifodaga qoysak,

$E_1 = -\frac{me^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2}$ (8) ifoda hosil bo'ladi. “-“ ishora bog'langan sistema ekanligidan dalolat beradi. Kattaliklarning son qiymatlarini (8) ifodaga qoyib hisoblasak $n = 1$ bo'lganda, ya'ni atomning asosiy holatidagi energiya qiymati topiladi u $E_1 = -13,6 eV$. Energiya atom fizikasida elektronovolt da (eV) hisoblanadi **energiyaning kamayishi, yorug'lik nurlanishda namoyon bo'ladi. Uning ifodasi quyidagicha:**

$h\nu = E_{k_1} - E_{k_2}$ (9) h -Plank doimiysi, ν -yorug'likning nurlanish chastotasi



6-rasm

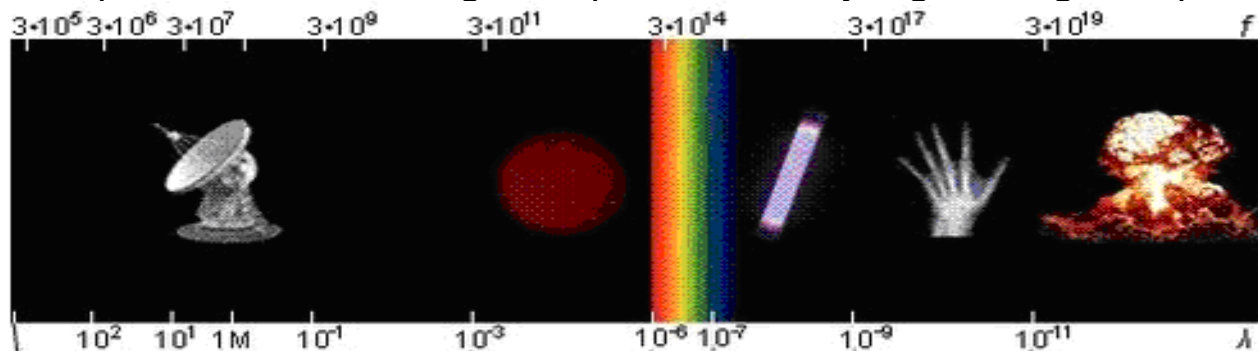


Temir atomida elektronlarning qobiqlar bo'yicha taxsimoti

K, L, M, N – qobiqlarning tartib bo'yicha joylashishi.

Elektromagnit nurlanishlar spektri

Elektromagnit nurlanishlarning radioto'lqinlardan boshlanib, gamma-nurlanishlar bilan yakunlanuvchi turli xillari mavjud bo'lib, ular bir-biridan faqat to'lqin uzunligiga ko'ra farqlanadi xolos. Elektromagnit to'lqinlar vakuumda yorug'lik tezligida tarqaladi.



7-rasm

Rentgen nurlari.

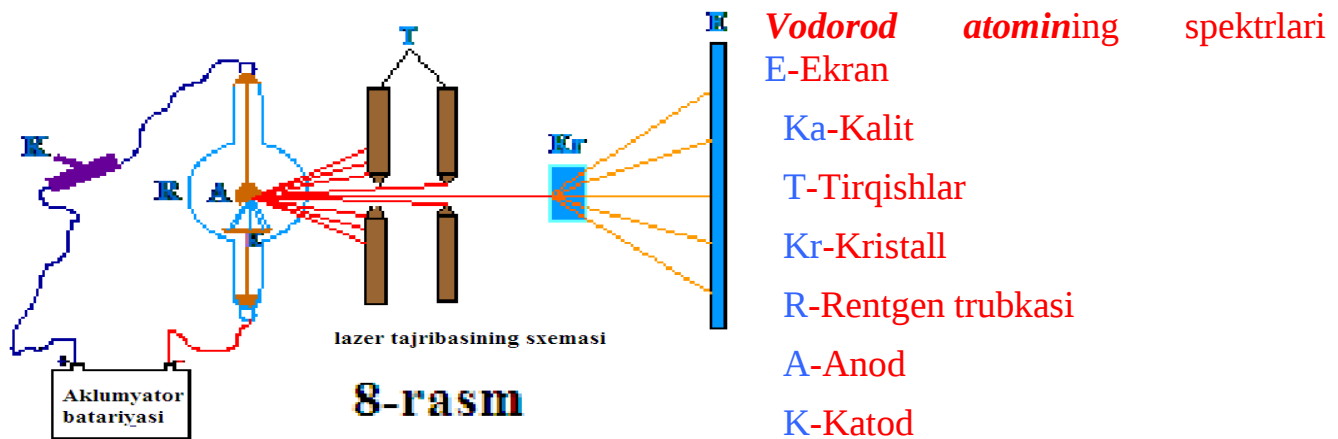
Bir necha atom diametrlaridan boshlab, bir necha yuz atom yadrosi diametrlariga teng to'lqin uzunliklaridagi elektromagnit nurlanishlarni **Rentgen nurlanishlari** deb ataymiz. Rentgen nurlari organizmning yumshoq to'qimalari orqali to'siqsiz o'tib bora oladi va tananing qattiq qismlari – suyaklardagina akslanadi. Shu sababli ham rentgen nurlarning tibbiy tashxis uchun ahamiyati beqiyosdir. Huddi radioto'lqinlar singari, rentgen nurlarining ham kashf etilish, hamda, ularning insonga amaliy ko'mak berishga o'tishi orasidagi vaqt tafovuti juda qisqa muddatni tashkil qiladi. Rentgen nurlarini 1895 yilda olmon olimi Vilgelm Konrad Rentgen (1845-1923) kashf qilgan

Rentgen tajribasi

1895 yili Germaniya olimi Rentgen katod nurlarini o'rganish jarayonida qiziq hodisani kuzatdi. Tajriba o'tkazishda foydalangan uskuna sxemasi 7-rasmda keltirilgan.

Rentgen nurlari, termoelektronlar katta tezlik bilan harakatlanib anod bilan to'qnashganda hosil bo'lgan qisqa to'lqinli elektromagnit to'lqinlaridir. Shu sababdan hosil bo'lgan spektr tormozlanuvchi spektr deyiladi. Anodda tormozlanuvchi elektronlarning tezliklari har xil bo'lganligi uchun ular atom yadrosiga bir xil yaqinlasha olmaydi. Termoelektronlar va yadro atrofidagi elektronlar orasida Kulon kuchlari mavjud. Natijada atom yadrosi atrofida elektronlarning taqsimotini aniqlash mumkin. 7-rasmda natriy atomida elektronlarning joylashishi keltirilgan. Termoelektronning kinetik energiyasi qancha katta bo'lsa, u shuncha yadroga yaqinlashib boradi (8-rasm).

Tormozlanuvchi nurlanishni elektromagnit nazariya asosida tushuntirish mumkin. Elektronning kinetik energiyasi anodda tormozlanish natijasida K_1 dan K_2 qiymatga



To'lqin-zarra dualizmi. Lui-de-Broyl gipotezasi. Kvant mexanikasi haqida tushuncha

1924-yilda fransuz fizigi L.de-Broyl yorug'lik kabi barcha mikrozarralar korpuskulyar xususiyatga ega bo'lishi bilan birgalikda, to'lqin xususiyatga ham ega bo'ladi, degan farazni ilgari surgan. Uning g'oyasiga ko'ra, yorug'lik tezligidan ancha kichik bo'lgan tezliklar bilan harakatlanadigan zarrachalar to'lqin uzunligi

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_{\text{кин}}}} \quad (10) \quad \text{bilan aniqlanadi, agar zarra yorug'lik tezligiga yaqin tezlik}$$

bilan harakatlansa, uning to'lqin uzunligi $\lambda = \frac{hc}{\sqrt{T(2m_0c^2 + E_{\text{кин}})}}$ (11) bilan aniqlanadi.

Diskret holatlarning mavjudligini kvant mexanikasining asosiy tenglamasi – Shredinger tenglamasini yechib hosil qilish mumkin. Shredinger tenglamasining yechimi bo'lgan Ψ (psi) - to'lqin funksiya yordamida mikrozarralarning harakati haqida ma'lumotlarni olish mumkin. U mikrodunyodagi zarralarning holat funksiyasi hisoblanib, zarralarning kvant holatlari bo'yicha taqsimotini aks ettiradi.

Mavzu. Radioaktivlik. Tabiiy va sun'iy radioaktivlik

Reja

1. Alfa–nurlar, Beta–nurlar, Gamma–nurlar
2. Radioaktiv yemirilish qonuni
3. Yadroviy reaksiyalar
4. Rentgen nurlarining xossalari:

1919 yilda Rezerford azot yadrosini alfa zarralar bilan bombardimon qilganda ulardan vodorod yadrolari ajralib chiqishini kuzatgan. Rezerford bu zarralarni **proton** (grekcha «birinchi» degan soʻzdan olingan) deb atadi. 1932 yilda Rezerfordning shogirdi Chedvik yadro tarkibiga kiruvchi yana bir zarra – **neytronni** aniqladi. 1932 yilda Chedvik kashfiyotidan keyin sovet fizigi D.D. Ivanenko va nemis fizigi V. Geyzenberglar bir–biridan mustaqil ravishda **atom yadrosi protonlar va neytronlardan tashkil topgan** degan fikrni ilgari surdilar. Shu tariqa atom yadrosining proton va neytronli modeli yaratildi. Proton va neytronni yagona nom bilan **nuklon** deb ataladi.

Y.I.Frenkel nazariyasiga koʻra atom yadrosini **suyuqlik tomchisiga** oʻxshatish mumkin. Suyuqlik tomchisidagi molekulalar oʻzaro molekulyar tutinish kuchlari bilan bogʻlangani singari yadroni tashkil qiluvchi nuklonlar ham oʻzaro alohida tortilish kuchlari – **yadro kuchlari** bilan bogʻlangan. Koʻpgina elementlar atom yadrolarining barqarorligi yadro kuchlarining nihoyatda ulkan ekanligini koʻrsatadi.

Yadro kuchlari faqat juda kichik masofalardagina (10^{-13} sm tartibida) namoyon boʻladi. Nuklonlar orasidagi masofa biroz ortganda yadro kuchlari nolgacha kamayadi va kulon kuchlari protonlarni ajratib yuboradi (yadroni parchalaydi). Yadro kuchlari gravitatsion va elektr kuchlari boʻlmay, alohida turdagi kuchlardir. Ularning tabiati va xossalari hali toʻliq oʻrganilmagan. Bir xil sondagi protonlar va neytronlardan tashkil topgan yengil kimyoviy elementlarning yadrolari, ayniqsa, barqaror boʻladi. Yadrolari koʻp sonli nuklonlardan tashkil topgan eng ogʻir kimyoviy elementlarda (davriy sistemada qoʻrgʻoshindan keyin joylashgan) yadro kuchlari yadroning barqarorligini taʼminlay olmaydi. Bunday yadrolar oʻz– oʻzidan parchalanib ancha yengil elementlarning yadrolariga aylanadi. Bu hodisa tabiiy **radioaktivlik** deb ataladi.

RADIOAKTIVLIK

Tabiiy radioaktivlikni 1896 yilda fransuz fizigi Bekkeral kashf qildi. Uni fikricha, uran tuzining oʻz–oʻzidan chiqargan nurlari noshaffof moddalar qatlamidan oʻta oladigan, gazlarni ionlashtira oladigan, fotoplastinkani qoraytiradigan xususiyatlari bordir. **P.Kyuri** hamda **M.Kyuri Skladovskaya** va boshqalar tomonidan keyinchalik oʻtkazilgan tadqiqotlar koʻrsatadiki, tabiiy radioaktivlik faqat uran tuzlarigagina xos boʻlib qolmay, balki ogʻir kimyoviy elementlarning koʻpchiligiga, jumladan, aktiniy, toriy, poloniy va radiyga ham xosdir. Poloniy va radiyni 1898 yilda **Per va Mariya Kyurilar** kashf etgan. Bu elementlarning hammasini **radioaktiv elementlar**, ularning chiqarayotgan nurlarini – **radioaktiv nurlar** deb ataladi. Radioaktiv nurlanishga **alfa–nurlar, beta nurlar va gamma–nurlar** deb atalgan uch xil nur kiradi.

1. **Alfa–nurlar** elektr va magnit maydonlarida ogʻadi; bu nurlar geliy ${}^4_2\text{He}$ atomi

yadrolari oqimidan iborat. Har bir α – zarracha ikkita elementar musbat zaryad $+2e$ ga ega va massa soni 4 ga teng. α – zarrachalar $14000 \div 20000$ km/s tezlikka ega bo‘lib, $4 \div 9$ Mev kinetik energiyaga ega bo‘ladilar. α – zarracha o‘z energiyasini atomlarni ionlashga sarflab to‘xtaydi; bunda u moddada mavjud bo‘lgan erkin elektronlardan ikkitasini o‘ziga qo‘shib oladi va geliy atomiga aylanadi.

α – zarrachani havoda o‘tgan yo‘li 3–9 sm ni tashkil qiladi, ularning ionlashtirish qobiliyati esa 100000–250000 juft ionga teng. Shunday qilib, α – zarrachaning ionlashtirish qobiliyati yuqori, lekin o‘tuvchanlik qobiliyati uncha katta emas.

α – zarracha qalinligi 0,06 mm bo‘lgan alyuminiy qatlamida yoki qalinligi 0,12 mm bo‘lgan biologik to‘qima qalinligidagi qatlamda butunlay yutiladi.

2. Beta–nurlar elektr va magnit maydonlarida og‘adi; ular **tez elektronlar** oqimidan iborat bo‘lib, β –zarrachalar deb ataladi. β –zarrachaning o‘rtacha tezligi 160000 km/s ga teng.

β –nurlanish α –nurlanishdan farq qilib, **tutash energetik spektrga** ega. β –zarracha havoda 40 m gacha, alyuminiyda – 2 sm gacha, biologik to‘qimada – 6 sm gacha yuguradi.

3. Gamma–nurlar – chastotasi juda katta 10^{20} Hz, to‘lqin uzunligi esa juda qisqa 10^{-12} m bo‘lgan fotonlar oqimidan iborat. γ –fotonlar energiyasi 1Mev chamasida bo‘ladi.

γ –nurlar eng qattiq elektromagnit nurlar bo‘lib, ko‘p jihatdan rentgent nurlariga o‘xshaydi ular elektr va magnit maydonida og‘maydi, yorug‘lik tezligi bilan tarqaladi, kristalldan o‘tishida difraksiya ro‘y beradi.

γ –nurlarning ionlashtirish qobiliyati katta emas, u havoda 100 juft ionga ega yo‘lni bosadi.

γ –nurlar eng o‘tuvchi nurlardir. Eng qattiq γ –nurlar qalinligi 5 sm bo‘lgan qo‘rg‘oshin qatlamidan yoki qalinligi bir necha yuz metr bo‘lgan havo qatlamidan o‘tadi; kishi tanasidan bimalol o‘tib ketadi.

γ –nurga magnit va elektr maydonlari ta‘sir etmaydi 1-rasm. Magnit va elektr maydonlari α va β –nurlariga ta‘sir etadi. Ta‘sir natijasiga qarab α –nurlar musbat va β –nurlar manfiy zaryadlarga ega ekanligini bilish mumkin. Haqiqatdan ham α –nurlar ionlashgan geliy atomlari, β –nurlari elektronlardan iborat. γ –nurlar eng qisqa to‘lqin uzunlikka ega bo‘lgan katta energiyali elektromagnit to‘lqinlardir. 1903 yili E.Rezerford va F.Soddi radioaktivlik jarayonda birorta kimyoviy element boshqa kimyoviy elementga o‘tishini aniqlaganlar. Masalan, radiyning radonga o‘tishi. Radioaktivlik jarayonda energiya ajralib chiqadi. Masalan 1g radiydan nurlanish jarayonida 600 J energiya ajralib chiqadi. **α –yemirilishida** radioaktiv element davriy sistemasida massa sonini 4 ga kamaytirib, chapga ikki raqamga siljiydi:

$${}_Z^AX^A \rightarrow {}_{Z-2}X^{A-4} + {}_2^4He^4 \quad (1) \quad \text{Masalan,} \quad {}_{84}^{210}Po \rightarrow {}_{82}^{206}Pb + {}_2^4He^4$$

β –yemirilishida radioaktiv element davriy sistemada massa sonini

o'zgartirmasdan o'ngga bir nomerga siljiydi: ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z+1} X^A + \beta^-$ (2)

Masalan, ${}_{83}\text{Bi}^{210} \rightarrow {}_{84}\text{Po}^{210} + \beta^-$

Radioaktiv yemirilish radioaktiv element atomlarining asta-sekin kamayishiga olib keladi. dt vaqt ichida yemiriladigan atomlar soni dN , vaqtga va radioaktiv element atomlarining umumiy soni N ga proporsionaldir: $dN = -\lambda N dt$, (3)

bunda λ – berilgan elementning **yemirilish doimiysi** deb ataladigan proporsionallik koeffitsienti. Minus ishorasi vaqt o'tishi bilan radioaktiv element atomlar sonining

kamayishini ko'rsatadi. (3) dan $\lambda = -\frac{dN}{N dt}$ (4)

kelib chiqadi, ya'ni yemirilish doimiysi vaqt birligidagi atomlar sonining nisbiy kamayishiga teng. (3) tenglikning $t=0$ dan t gacha vaqt oralig'ida integrallab, quyidagini olamiz: $N = N_0 e^{-\lambda t}$. (5)

(5) munosabatni **radioaktiv yemirilish qonuni** deb ataladi. (5) ifodadagi N_0 – boshlang'ich (ya'ni $t=0$) vaqtdagi radioaktiv moddada mavjud bo'lgan yadrolar soni, N – biror t –vaqtdan so'ng yemirilmay qolgan yadrolar soni, λ **esa yemirilish doimiysi deb ataluvchi** kattalik,

Radioaktiv manbalar aktivligi birlik vaqtda sodir bo'ladigan yemirilishlar sonini ifodalaydi. Uning **SI dagi birligi bekkerel (Bk) 1 sekunda 1 yemirilish sodir bo'ladigan radioaktiv manbaning aktivligi 1 Bekkerel bo'ladi.**

YADROVIY REAKSIYALAR

Ikki yadro yoki yadro va zarra bir-biri bilan 10^{-15} m lar chamasiga yaqinlashganda yadroviy kuchlarning ta'siri tufayli o'zaro intensiv ta'sirlashadi, natijada yadroviy o'zgarishlar vujudga keladi. Bu jarayonlarni **yadroviy reaksiya** deb ataladi, yadroviy reaksiyani quyidagicha yozish mumkin: $X + a \rightarrow Y + e$ yoki $X(a; e)Y$ (6)

bunda X –boshlang'ich yadro, a –reaksiyaga kirishuvchi zarra, e –yadroviy reaksiyada ajralib chiquvchi zarra, Y –yadroviy reaksiyada vujudga kelgan yadro, a va e zarralar – neytron, proton, alfa–zarra, gamma – kvant, yengil yadrolar yoki boshqa elementar zarralar bo'lishi mumkin.

Birinchi yadroviy reaksiya Rezerford tomonidan azotni α –zarralar bilan bombardimon qilish jarayonida kislorod va proton hosil qilib, amalga oshirilgan, ya'ni ${}_7\text{N}^{14} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_8\text{O}^{17} + {}_1\text{H}^1$ (7)

Barcha yadro reaksiyalarida biror elementar zarracha (masalan, γ –foton) chiqadi. Ko'pchilik yadro reaksiyalarining mahsulotlari ham radioaktivdir, ular **sun'iy radioaktiv izotoplari** deb ataladi. Sun'iy radioaktivlik hodisasini 1934 yilda fransuz fiziklari **Frederik** va **Iren Jolio Kyurilar** kashf qilishgan.

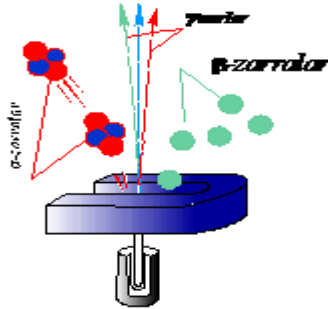
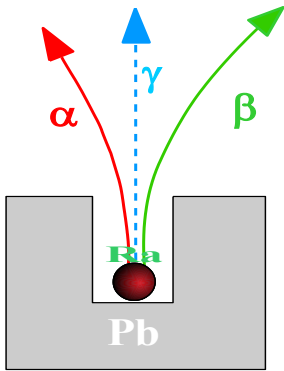
Fosfor ${}_{15}\text{P}^{31}$ ning neytronlarni qo'shib olish reaksiyasi radioaktiv izotoplarni olishga misol bo'ladi. Unday qo'shib olishda γ –foton chiqadi va fosforning radioaktiv izotopi ${}_{15}\text{P}^{32}$ hosil bo'ladi: ${}_{15}\text{P}^{31} + n \rightarrow {}_{15}\text{P}^{32} + \gamma$ (8)

Fosfor izotopining yarim yemirilish davri $T_{1/2} = 14,3$ kunga teng

Yadroviy reaksiyalarda saqlanish qonunlarining bajarilishini ko'raylik.

1.Yadroviy reaksiyaga kirishuvchi zarralarning umumiy zaryadi reaksiyada vujudga kelgan zarralarning umumiy zaryadiga teng.

2.Yadroviy reaksiyaga kirishayotgan zarralardagi nuklonlarning to'liq soni reaksiyadan keyin ham saqlanadi, ya'ni reaksiyada hosil bo'lgan zarralar nuklonlarining



Pb- Qo'rg'oshin g'ilof ichida Ra radiy radioaktiv moddasi joylashtirilgan. U parchalanish jarayonida o'zidan α , γ , β -nurlar chiqaradi. Nurlarni alohida ko'rish uchun elektr yoki

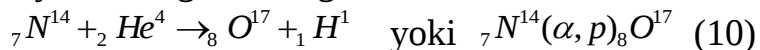
to'liq soniga teng bo'ladi.

Yadro reaksiyalari. suniy radioaktivlik. Yadro reaksiyasi deb, ikki zarracha yoki yadro yoki yadro va zarrachalar o'zaro tasirlanish natijasida ular ichki holatlarining o'zgarishi yoki boshqa yadrolarga aylanishiga aytiladi.

Agar a zarracha A yadro bilan to'qnashish reaksiyasi natijasida V yadro va b zarracha hosil bo'lsa, u holda yadro reaksiyasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:



1919 yldva E.Rezerford tomonidan α -zarrachaning azot yadrosi ${}^7\text{N}^{14}$ bilan to'qnashuvi natijasida kislorod izotopining yadrosi ${}^8\text{O}^{17}$ va proton ${}^1\text{H}^1$ hosil bo'lgan birinchi yadro reaksiyasi amalga oshirilgan.

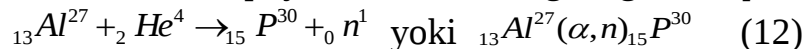


Himiyaviy reaksiyalardagi kabi yadro reaksiyalarida ham malum miqdorda energiya ajralib chiqishi yoki yutilishi mumkin. **Bu Q energiyaga yadro reaksiyasining energiyasi deyilib, u reaksiyaning boshlangich va natijaviy juftlarining energiya farqiga teng bo'ladi:**

$$Q = [(m_A + m_a) - (m_B + m_b)]c^2 \quad (11)$$

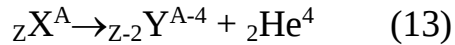
bunda m_A, m_a, m_B, m_b lar reaksiyadan oldingi va keyingi zarrachalarining massalari, c – yorug'lik tezligi.

Ko'pchilik yadro reaksiyalarining mahsulotlari ham radioaktiv bo'lib, ular suniy radioaktiv izotoplar deyiladi. Suniy radioaktivlik hodisasini 1934 yilda atoqli fransuz fiziklari Irena va Fridrih Jolio–Kyurilar kashf qilishgan. Ular ${}_{13}\text{Al}^{27}$ yadrosini α -zarrachalar bilan bombardimon qilganda, yadrodan neytron ${}_0\text{n}^1$ chiqib, fosforning ${}_{15}\text{P}^{30}$ radioaktiv izotopi yadrosi hosil bo'lganligini aniqlashdi, yani:

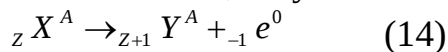


Ciljish koidasi Radioaktiv elementlardan α -, β - nurlar chikishi radioaktiv yemirilishi yoki α -, β - yemirilishi yoki. α -, β - nurlar chikishi yadroning zaryadini

uzgartiradi, shu sababli radioaktiv elementning kimyoviy tabiati xam uzgaradi. α -zarracha, biz yukorida aytganimizdek, geliy atomi yadrosi bulib, ikki proton va neytrondan tashkil topgan, shu sababli ${}_Z\text{Nea} = {}_2\text{Ne}^4$ simvoli bilan yoziladi. Agar shu zarracha radioaktiv atomdan chikib ketsa, atomning zaryad soni 2 ga, massa soni 4 ga kamayadi. Bu yadro siljish reaksiyasi kuyidagicha yoziladi:

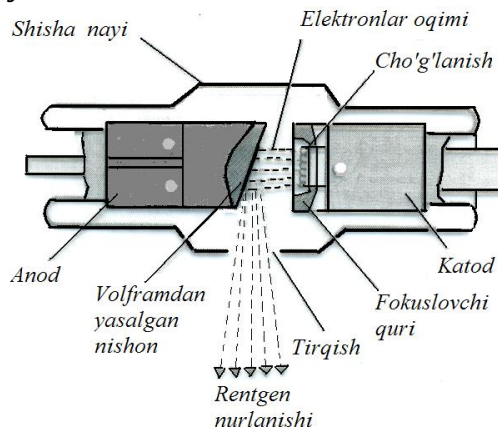


Bu yemirilishida, ${}_Z\text{X}^A$ — radioaktiv element, ${}_{Z-2}\text{Y}^{A-4}$ — yemirilishdan sung xosil bulgan element. Yadro fizikasida α -zarrachani chikaruvchi yadro (${}_Z\text{X}^A$) ni «ona» yadro, yemirilishdan sung xosil bulgan ${}_{Z-2}\text{X}^{A-4}$ yadroni «bola» yadro deyiladi. Endi β -yemirilishini karasak, bu yemirilish kuyidagicha yoziladi:



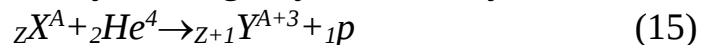
Demak, β -yemirilishda xosil bulgan element zaryadi ortadi, lekin massa soni uzgarmaydi.

Radioaktiv elementlarning davriy sistemadagi siljishini aniklaydigan (2) va koidalar siljish koidalari deb ataladi. Bu koidalarni 1913 yilda nemis fizik-ximigi Fayans va



undan mustakil ravishda ingliz radioximigi F. Soddi ta'riflab bergan. Radioaktiv yemirilish natijasida paydo bulgan yangi yadrolar uz navbatida radioaktiv bulishlari mumkin

Yadro reaksiyasi natijasida xosil buladigan zarracha elektr zaryad va massa sonining saklanish konunidan aniklanadi. Umumiy xolda α -zarrachalar ta'sirida ruy beradigan yadro reaksiyasi sxemasi:

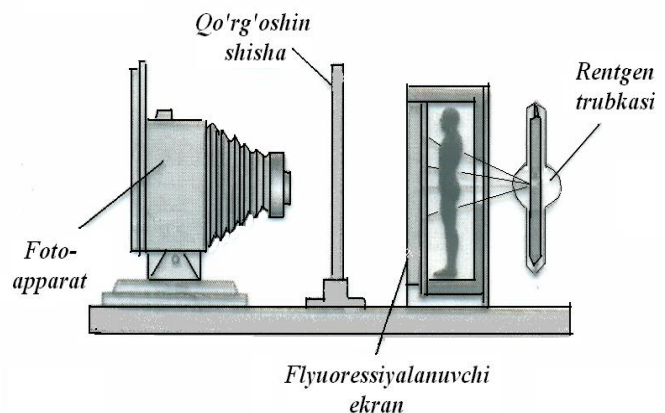


Birinci marta neytron zarrachasi (${}_0\text{n}^1$), α -zarrachalari katnashgan yadro reaksiyalari jarayonida kashf etilgan. Masalan, ${}_4\text{Ve}^9 + {}_2\text{Ne}^4 \rightarrow {}_8\text{S}^{12} + {}_0\text{n}^1$;

Bu formulada ${}_4\text{Ve}^9$ — berilliy elementi, ${}_8\text{S}^{12}$ — uglerod. Neytronlar zaryadga ega bulmagan, massasi proton massasiga teng bulgan zarrachalardir, shu sababli moddalar bilan uzaro tasir etganda shu moddaning bagriga oson kirib boradi.

Rentgen nurlari va ularning xossalari. Rentgen nurlarini 1895-yilda nemis fizigi Vilgelm Rentgen (1845-1923) kashf etgan. U bu kashfiyoti uchun 1901-yilda birinchi bo'lib Nobel mukofotini olishga sazavor bo'lgan. V.Rentgen o'zi kashf etgan nurlarni dastlab X-nurlar deb atagan,

Tibbiyot



keyinchalik bu nurlar uning nomi bilan ataladigan bo'ldi. V.Rentgen bu kashfiyotini katod nurlarini o'rganish vaqtida tasodifan topdi. U tajribalaridan birida katod nayini qora kardon qog'oz bilan yaxshilab o'radi. Xonani qorong'i qilib, katod nayida razryad hosil qilganda xonaning boshqa tomonida qandaydir nurlanishni ko'rdi. Ma'lumki, katod nurlari (elektronlar oqimi) havoda bir necha santimetr masofagacha tarqalishi mumkin xolos. Tajribani takrorlaganda ham, yana bu hol takrorlandi. Xonani yoritib qarasa, nurlanayotgan narsa, qurilma yaqinidagi flyuoressensiyalanuvchi ekran ekan. Shunda rentgen yangi nurlanish turiga duch kelganini tushundi. Keyinchalik ma'lum bo'ldiki, ***rentgen nurlanishi katta tezlikdagi elektronlarning keskin tormozla-nishi natijasida hosil bo'lar ekan.***

Rentgen nurlari sxemasi tasvir-langan rentgen trubkasida hosil qilinadi.

Maxsus transformatorga ula-nadigan volfram sim katod (K) vazifasini o'taydi. Katod va anod (A) orasida hosil qilinadigan elektr maydon katoddan uchib chiqayotgan termoelektronlarning tezligini orttiradi Yetarlicha katta kinetik energiyaga erishgan elektronlar volfram yoki platinadan qilingan anod nishonning ichiga kirib borish vaqtida keskin tormozlanishi natijasida rentgen nurlari hosil bo'ladi. Bu nurlar to'lqin uzunligi 10^{-12} – 10^{-8} m oralig'ida bo'lgan elektromagnit to'lqinlardan iborat. Rentgen nurlarining elektromagnit to'lqin tabiati ularning kristallardan o'tishdagi difraksiyasi orqali isbotlangan.

Rentgen nurlarining xossalari: *To'lqin uzunligi - λ - 10^{-11} m, Chastotasi V - $3 \cdot 10^{19}$ Gs, Kvant massasi - $2,2 \cdot 10^{-31}$ kg, Kvant energiyasi - $2 \cdot 10^{-14}$ J.*

Rentgen nurlari – juda qisqa to'lqin uzunligiga ega bo'lgan elektromagnit to'lqin.

Mavzu: Suyuq kristallar va ularning qo'llanilishi

Reja

1. Suyuq kristallar haqida tushuncha.
2. Suyuq kristall turlari.
3. Suyuq kristallar taraqqiyoti.
4. Suyuq kristallarning qullanilishi

Suyuq kristall iborasi bilan texnika asrida tez-tez uchratyapmiz. Biz barchamiz ular bilan yuzlanamiz, va ularning hayotimizda ahamiyati kam emas ko'pgina samonaviy uskuna va qurilmalar bu moddalar yordamida ishlaydi. Masalan soatlar, termometrlar displeylar, monetorlar va boshqa qurilmalar. Xo'sh nima ekan bu suyuq kristallar handa nega ularning ahamiyati qiziqish hosil qilyapdi?

Hozirgi kunda ilm ishlab chiqaruvchi kuchga aylandi va shuning uchun u yoki bu ob'yekt va hodisaga bo'lgan yuqori ilmiy qiziqishimiz va ob'yekt yoki hodisa xomashyo ishlab chiqarish uchun qiziqish uyg'otishini anglatadi. Bundan suyuq kristallar ham mustasno emas. Ularga bo'lgan qiziqishimiz shundan iboratki, ularni ishlab chiqarish

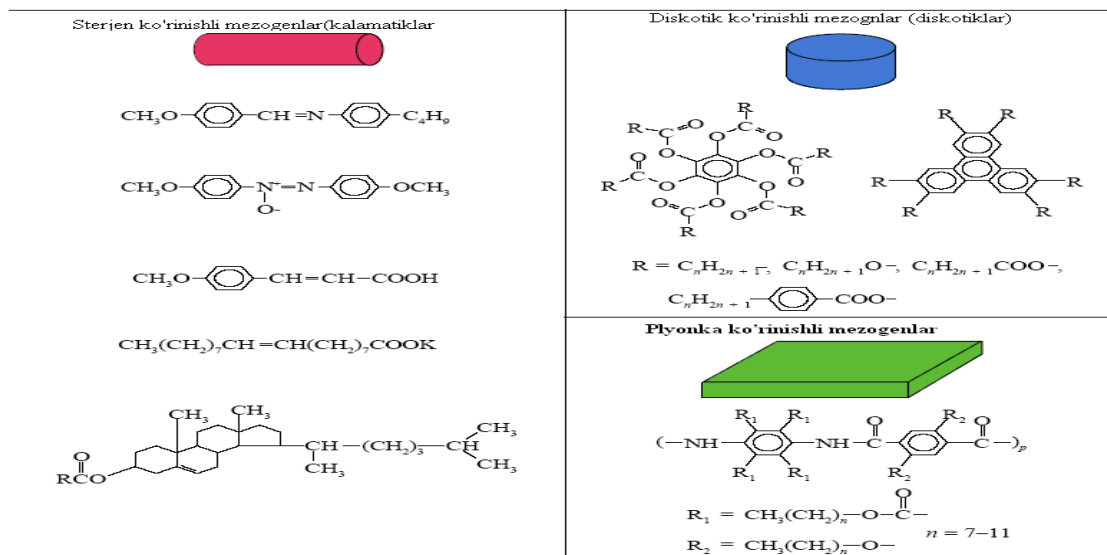
ishlari sohasida samarali qo'llash imkoniyatiga egamiz. Suyuq kristallarni qo'llanilishi iqtisodiy samara, oddiylilik, qulaylikni anglatadi.

Suyuq kristall - bu moddaning spetsifik agregat holati bo'lib, bir vaqtning o'zida ham kristall, ham suyuqlik xossalari nomoyon bo'ladi. Hamma narsalar ham suyuq kristall holatida bo'la olmaydi. Ko'pchilik moddalar 3 xil, barchamizga ma'lum bo'lgan agregat holatida bo'ladi. Qattiq yoki kristall, suyuq yoki gaz holatida bo'ladi, lekin ba'zi murakkab molekulalarga ega bo'lgan organik moddalar aytib o'tilgan uch holatdan tashqari to'rtinchi agregat holatini suyuq kristall holatini hosil qilishi mumkin. Bu holat ba'zi bir moddalarning kristallarini eritish orqali sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan suyuq kristall fazasi oddiy suyuqlikdan farq qiladi. Bu faza kristallning erish temperaturasidan yuqori temperaturagacha bo'lgan oraliqda mavjuddir. Suyuq kristall erish holatida oddiy suyuqlikka aylanadi.

Xo'sh suyuq kristall suyuqlikdan va oddiy kristalldan nimasi bilan farq qiladi. va animasi bilan o'xshydi?

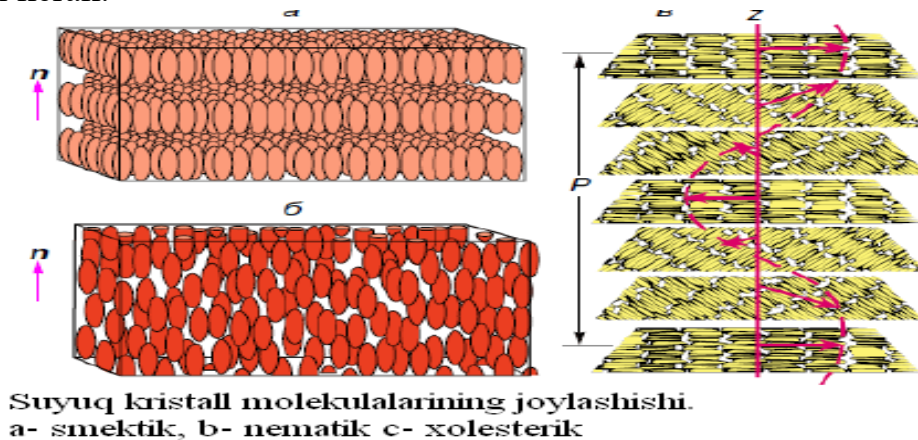
Suyuq kristallarning strukturasi.

Oddiy suyuqlikdan suyuq kristall farqli ularoq oquvchan va o'zi joylashgan qolip shaklini hosil qiladi va shu jihati bilan kristallardan farq qiladi. Suyuqlik bilan birlashtiruvchi bu xossasiga qaramasdan u kristallarga xos bo'lgan xususiyatga ega. Bu molekulalar fazosidagi tartibni kristall hosil qiladi. To'g'risi bu oddiy kristallardagi kabi to'la tartibda emas lekin bu suyuq kristallar xossalriga ta'sir qiladi. Va shunisi bilan oddiy suyuqlikdan farq qiladi.



Suyuq kristall hosil qiluvchi molekulalarning to'la bo'lmagan fazoviy tartibi shunday namoyon bo'ladiki, suyuq kristallarda molekulalarning og'irlik markazining fazoviy joylashishi qisman tartibli bo'lsa ham, to'la tartibli emas. Bu ularning qattiq kristall panjarasi yo'qligini anglatadi. Shu sababli suyuq kristallar oddiy suyuqlikka o'xshash oquvchanlik xossasiga ega. Suyuq kristall arning oddiy kristallar bilan yaqinlashtiradigan muhim xossasi bu molekulalarning fazoviy joylashuvda tartibning to'liqligidir. Bu tartib joylashuvda namoyon bo'ladi, masalan molekulalarning barcha

uzun o'qi suyuq kristall namunasida bir xil joylashgan Bu molekulalar cho'ziq shaklda bo'lishi kerak.



Suyuq kristall molekularining joylashishi.
a- smektik, b- nematik c- xolesterik

Fizikada suyuq kristallar va ularning qullanilishi hozirgi kunda rivollangan mamlakatlarning barchasida keng ko'lamda kuztuvlar olib borilmoqda. Akademiya va ilmiy izlanish muassasalari oldingi izlanishlarga asoslangan va qadimiy udumlarga ega. 30-yillarda Leningraddagi Frederiksning Svetkovada balarilgan ishlari katta mashhurlik olib keldi va tan olindi. Oxirgi yillarda suyuq kristallarni o'rganishga bo'lgan qiziqish ortganligi sabab izlanuvchilar suyuq kristallarni o'rganish rivojiga hamda qisman suyuq kristallar optikasi rivojiga katta hissa qo'shdi.

Suyuq kristallarning mavjudligini 1888 yil Abstryalik botanik Fridrix Reynitser suyuq kristallarning xolesterik turini kashf qilgan U yangi sintezlangan xolesterikbenzoat moddasini kuzatib, 145°C temperaturada bu moddaning kristali erib, suyuqliklarning xira yorug'lik hosil qilishin aniqladi. Issiqlik miqdori 179°C ga borganda suyuqlik yorqinlashadi, ya'ni o'zini optik munosabatda ko'rsata boshladi, xuddi oddiy suyuqlik kabi, masalan suvdek, xolesterilbenzoatning kutilmagan xossalari aniqlashtirgan xira fazada polyarizatsion mikraskop ostida bu fazani ko'zlash juda qiziqarli edi. Reynitser aniqladiki, u ikkiyoqlama sinadi. Bu yorug'lik sinishini ko'rsatkichi, ya'ni yorug'lik tezligi bu fazada faza bog'lik ekan.

Suyuq kristallar buyicha Respublikamizda ham juda ko'p ilmiy ishlar qilingan, masalan Samarqand Davlat universiteti "Fizika fakul'teti" ga qarashli "Kvant optikasi va radioelektronikasi" kafedrasida bo'lib, bu yerda bugungi kunda prof. L.M. Sobirov rahbarligida suyuq kristallar buyicha ilmiy ishlar olib borilmoqda. Masalan shu kafedra a'zosi, hozirda kafedraning eng yosh(35 yosh) dotsenti D.I. Semyonov "Suyuq kristallarda ul'tratovush dispersiyasining turli chastota va temperaturalarda relaksatsiya vaqtini hisoblash " boyicha doktorlik hiyoyasi arafasida. Bizda bu sohada laboratoruya jihozlari yo'qligi sababli bu ishni biz sizga avtomatik usulini tavsiya etamiz

Suyuq kristallarning qullanilishi

Suyuq kristallar hayotimizda ko'pgina samonaviy uskuna va qurilmalar bu moddalar yordamida ishlaydi. Masalan soatlar, termometrlar displeylar, monetorlar va boshqa qurilmalar. Xo'sh nima ekan bu suyuq kristallar hamda nega ularning ahamiyati

qiziqish hosil qilyapdi? Hozirgi kunda ilm ishlab chiqaruvchi kuchga aylandi va shuning uchun u yoki bu ob'yekt va hodisaga bo'lgan yuqori ilmiy qiziqishimiz va ob'yekt yoki hodisa xomashyo ishlab chiqarish uchun qiziqish uyg'otishini anglatadi. Bundan suyuq kristallar ham mustasno emas Ularga bo'lgan qiziqishimiz shundan iboratki, ularni ishlab chiqarish ishlari sohasida samarali qo'llash imkoniyatiga egamiz. Suyuq kristallarni qo'llanilishi iqtisodiy samara, oddiyliv qulaylikni anglatadi. Buning eng keng qullanilga yunalishi –**termografiya** bo'lib, suyuq kristall moddaning tarkibini yig'ib, har xil temperatura va har xil ko'rinishda indikatorlar yaratiladi.

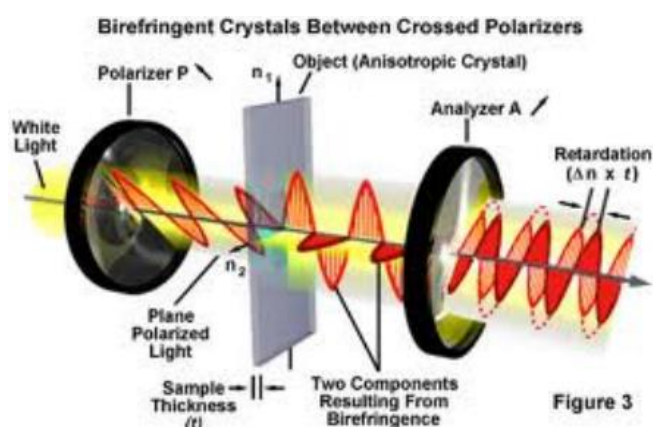
Suyuq kristallardan medesinada inson organizmi uchun o'ta xafli bo'lgan, gamma va ul'trabinafcha nurlarni aniqlash mumkin, hattoki suyuq kristal indikator yordamida ko'rinmaydigan kasallik(**опухоль**) tashhizlarini amalga oshirish mumkin. Suyuq kristallar asosida ul'tratovush detektorlari va bosimni o'lchovchi asboblari yaratilgan. Bu moddaning eng keng qullanilgan tarmog'i bu –informatsion texnika bo'lib, masalan soatlar, termometrlar displeylar, monetolar, rangli televizor ekranlari.

Yuqori intensivligdagi nurlanishdan ximoyalanish masalasi ko'rib chiqilgan.

Ikkinchi gorizontali tebranishda qutblovchi qutblagichdan (polyarizatoridan) o'tayotgan vaqt o'zining intensivligini Malyus qonuniga asosan malum qiymatga kamayadi.

Shu yerda muammo yuzaga keladi. Demak suyuq kristalli ko'zoynak displeyning 1-tashkil etuvchi qatlami gorizontali qutblovchi qutblagich (polyarizator) bo'lsa unda ko'zoynakda qutblangan yorug'lik oqimi bilan bog'liq muammo yuzaga kelmaydimi?

Albatta shunday bo'ladi, chunki birinchi qatlam qutblagichdan (polyarizatoridan) tashkil topganlini sabab, siz ushbu ko'zoynakdan foydalanayotganingizda sizga nisbatan qutblanib kelayotgan yorug'lik oqimidan iborat informatsiya sizning ko'zingizga tushish-tushmasligi uning qutblanish tekisligiga bog'liq bo'lib qoladi. Yani ular orasidagi burchak $\alpha = 0^\circ$ bo'lganda ko'rinadi, $\alpha = 90^\circ$ bo'lganda esa ko'rinmaydi.



Qutblangan yorug'lik oqimiga nimalarni misol qilib ko'rsatish mumkin? Ular: sun'iy qutblangan yorug'lik oqimiga LCD va LED monitorlaridan va qutblagichdan (polyarizatoridan) chiqayotgan yorug'likni misol qilib ko'rsatish mumkin. Tabiiy qutblangan yorug'lik oqimiga esa quyoshli kunda polyarizator orqali moviy osmonga qaralsa, u xolda polyarizatorni aylantirib osmonda qorong'u yo'llar (polosalar)

paydo bo'lishini sezish mumkin. Bu tajriba quyosh yorug'ligining atmosferadan o'tayotgan vaqt qutblanishidan dalolat beradi.

Tabiatning o'zida shu kabi va boshqa tabiiy yorug'lik qutblanishlari uchraydi. Shunday ekan ushbu ko'zoynaklarda yorug'lik bilan bog'liq muammo mavjud degan xulosaga kelish mumkin. Biz ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida yuqorida aytib o'tilgan

suyuq kiristalli ko'zoynak displeyining modeliga qushimcha sifatida ko'zoynakga qutblangan yorug'lik oqimini qutbsiz qilib berishi uchun, suyuq kiristalli ko'zoynak displeyining old qismiga yordamchi vakuumda shishaga $4.8 \text{ } \mu \text{ m}$ SiO₂ purkalgan ikki shisha orasiga kontaktlangan suyuq kiristalli panel qo'shish loyihasini ishlab chiqdik.

Bu panel o'zidan chiqqan kontaktlar orqali suyuq kiristalli ko'zoynakning yon tomoniga joylashgan mikroprossessor bilan bog'langan bo'lsin. Prossessorga shunday dastur qushimcha sifatida kiritilgan, u panelga 500 Hz chastotada kuchlanish berib turadi. Siz suyuq kiristalli ko'zoynak bilan qutblangan yorug'lik oqimi chiqayotgan jismga qaraganingizda siz u jismni 500 Hz chastota bilan ko'rasiz. Agar ko'zning informatsiyani saqlab qolish vaqtini $1/8$ sekund deb olsak ushbu jarayon umuman sezilmaydi. Aslini olganda bizning suyuq kiristalli ko'zoynakga kiritgan ilmiy texnologik yangilikka ega taklifli loyihamiz ayni shu yordamchi **suyuq kristalli paneldir**. Inson o'zi qabul qiladigan informatsiyaning 90% ko'zlari orqali qabul qiladi. Garchi bu bizga sezilmasada yorug'lik borasida ozmi ko'pmi har bir insonda muammo mavjud. Shunday ekan bunday suyuq kristalli ko'zoynaklarga aksaryat insonlarning ehtiyoj mavjud.

Mavzu. Nanotolalar

Reja

1. Nanotexnologiya sohasiga kirish
2. Nanotolali naychali tranzistorlar
3. Nanotolani stvolu

Yaponiyalik Noryo Taniguti 1974 yilda alohida atomlar bilan manipulyasiya aniqlanishini kashf qilish yordamida yangi ob'ekt va materiallarning joylashish jarayonini tahlili uchun «Nanotexnologiya» terminini taklif qildi. Nanometr – metrning milliarddan bir qismidir. Atomning o'lchami bir necha nanometrdir. Barcha oldingi ilmiy – texnikaviy revolyusiyalar shunga olib keldiki, inson barcha ongli ravishda bilgan holda tabiat yaratgan mexanizm va materiallarni nusxalab o'rgandi. Nanotexnologiya sohasiga kirish esa, umuman boshqa ishdir. Inson birinchi marta tabiatda noma'lum va o'rganib bo'lmaydigan yangi materiani yaratdi. Daliliy ravishda fan o'z – o'zidan tashkillanish va o'z – o'zini boshqarishga asoslangan tirik materiyani yaratish prinsipini modellashtirishga yaqinlashdi. Avvalambor o'zlashtirilgan kvant nuqtalari yordamida strukturalarni yaratish metodi bu esa o'z – o'zidan tashkillanishdir. Bionik asbob – uskunalarni (priborlarni) yaratilishi – sivilizasiyaning tubdan o'zgarishiga sabab bo'ldi.

Hozircha nano – texnologiya tushunchasi uchun to'liq yakunlaydigan ma'lumotlar etarli emas, ammo hozirgi mikro – texnologiyaning analogiyasi nano – texnologiya bu shunday texnologiyaki nanometr tartibi kattaligicha hisoblanadi. Bu shunday kattalikki juda ham kichik atom o'lchami bilan va ko'rinma yorug'lik nuri to'lqin uzunligidan yuz marotoba kichik kattalikdir. Shuning uchun «mikro»dan «nano»ga o'tish, bu hozirgi vaktida sonli emas, sifatli o'tish bo'lib, moddalarning monipulyasiyasidan bu alohida atomlarni monipulyasiyasiga sakrashdir.

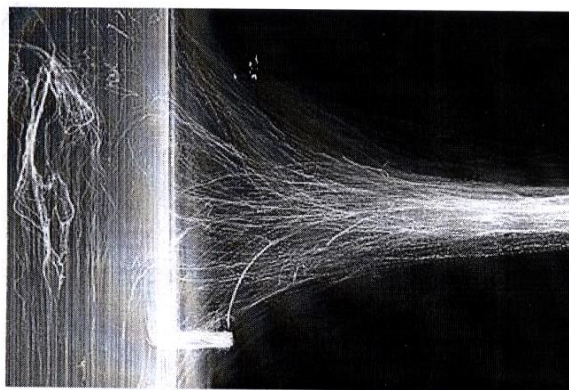
Birinchi nomlanish pristavkalar 1793-1795 yillarda Fransiya bo'ylab o'lchovni metr sistemasi kiritilgan edi. Qisqa o'lchovlar uchun grekcha tildan, yiriklari uchun lotincha so'zdan olingan. O'sha yillar quyidagi pristavka kilo – (grekchadan olingan bo'lib, chilioi – 1000 degandir), gekto – (grekcha hekaton – yuz (100) deka – (grekcha bo'lib deka –o'n), desi – (lotincha desem –o'n), santi – (lotincha centum–yuz), milli – (lotincha mille –ming). Oxirgi yillarda karrali va yirik birliklar soni ortdi; ayrimlarning nomlanishi boshqa tillarda ham olindi. Quyidagi qo'shichalar paydo bo'ldi: mega... (grekchadan so'z bo'lib megas–katta), giga... (grekcha bo'lib gigas, gigantos – yirik), tera...(grekcha bo'lib teras, teratos–yirik, mo'jizaviy), mikro... (grekcha mikros –kichik kichkina), nano... (grekcha bo'lib nanos –karlik, mitti), piko... (italyancha bo'lib pikolo–katta bo'lmagan mayda), femto... (danyacha bo'lib femten –o'n besh), ammo... (danyacha bo'lib atten –o'n sakkiz). Oxirgi ikkita qo'shimcha nemma... va eksa... 1975 yilda qabul qilingan edi: “nema”... (grekcha so'z bo'lib. Peta –besh, bu bo'yicha besh razryadga mos keladi), “eksa”...(grekcha bo'lib. Hex–olti bu bo'yicha oltinchi razryadga mos keladi). Zepto-(zepto) – ni belgilaydigan metrik qo'shimchadir. Yokto-(yokto) – u ni belgilaydigan metrik qo'shimchadir. Buni ko'rgazmali quyidagi tablisada berilishi mumkin:

Qo'shimcha	Qo'shimchalarni belgilanishi		Ko'paytmasi	Ko'paytmasini nomlanishi
	ruscha	xalqaro		
eksa	Э	E	$10^{18}=1000000000000000000$	kvintillion
peta	П	P	$10^{15}=1000000000000000$	kvadrillion
tera	Т	T	$10^{12}=1000000000000$	trillion
giga	Г	G	$10^9=1000000000$	milliard
mega	М	M	$10^6=1000000$	million
kilo	К	κ	$10^3=1000$	ming
gekto	г	h	$10^2=100$	Yuz
deka	Да	da	$10^1=10$	O'n
-	-	-	$10^0=1$	Birlik
desi	Д	d	$10^{-1}=0,1$	O'ndan bir
santi	с	c	$10^{-2}=0,01$	Yuzdan bir
milli	м	m	$10^{-3}=0,001$	Mingdan bir
mikro	мк	m	$10^{-6}=0,000001$	Milliondan bir
nano	н	n	$10^{-9}=0,000000001$	Milliarddan bir
piko	п	P	$10^{-12}=0,000000000001$	Trilliondan bir
femto	ф	f	$10^{-15}=0,000000000000001$	Kvadrilliondan bir
atto	a	a	$10^{-18}=0,000000000000000001$	Kvintilliondan bir

Xatto hozir bizning ixtiyorimizga alohida atomlar bilan monipulyasiya qilish mabasiga ega bo'lsakda, ammo «to'g'ridan to'g'riga» amaliy biror narsani yig'ish kerakligida: Vaholanki faqat atomlar soni tufayli «montaj» qilishga to'g'ri keladi. Ammo bir necha molekulardan oddiygina mexanizmlarni yaratish, qaysiki boshqarish signallaridan tashqi (akustik, elektromagnitli va boshqalar) holatiga asoslanib boshqa molekulalar bilan monipulasiya qila oladigan va o'ziga mos moslamalarni yoki ancha murakkab mexanizmlarni yaratish imkoniyatiga ega bo'lgan mavjud texnologiya etarlicha tayyorlandi.

Nanotolali naychali tranzistorlar

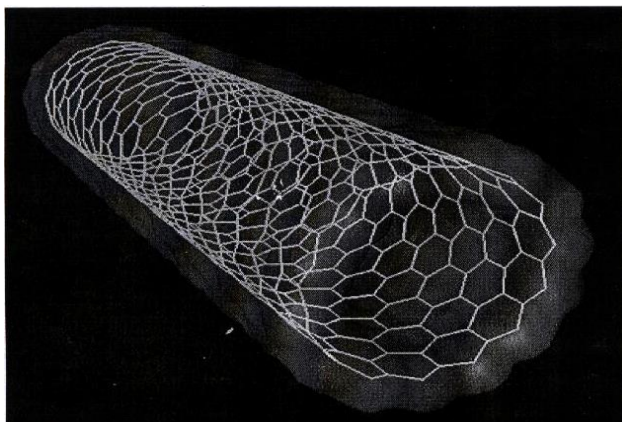
UNT yordamida ananaviy dala tranzistorlarni ishlashiga ya'ni harakat ta'sir prinsipi bo'yicha to'lig'icha ekvivalent bo'lgan tranzistorlarini yaratish mumkin. Faqat bunda farq qiladigan tomoni zaryadlarni tashuvchi o'tkazuvchi kanallar uglerod nanotola hisoblanadi. Bunday tranzistorlarni oddiy sxemasini tasvirlanishi quyidagi rasmda berilgan.



100

Olimlarni aytishicha, nanotolala 1TGs chastotada ishlashi mumkin, bu hozirgi zamon kompyuterlarining tezligidan barobar tezroqdir. Hozirgi vaqtda allaqachon 30 GGs chastotagacha ishlaydigan nanotola asosida shunday moslama yaratildiki, eng yaxshi zamonaviy prosessor taktli chastotasidan bir tartibda ko'proq. Bu elektronlarning pan otrubkasida yuqori harakatchanligi hisobida (kremneyda bu parametr $1400 \text{ sm}^2/\text{V} - \text{s}$ ni tashkil etsa, nanotola esa $100\,000 \text{ sm}^2/\text{V} - \text{s}$ ga yaqin) amalga oshadi. Ikkinchidan nazariy chegarasini miniatyurizatsiya uchun kremniy elementida 12 nm tashkil etadi. UNT uchun bunday chegara yo'q, uning asosida elementlarning o'lchami molekula o'lchamiga etishi mumkin. Allaqachon UNT o'lchami $18 \times 1 \text{ nm}$ li tranzistorlar yaratilgan bo'lib, ularni tayyorlashni optimal texnologiyasiga qaramay, ko'p ishlash parametrlari bo'yicha, o'lchami bo'yicha katta bo'lgan kremniy tranzistoridan ustunroq ishlaydi. Hali bu miniatyurizatsiya chegara emas. Uchinchidan, UNT asosida yaratilgan tranzistorlar ishlab chiqarish jarayoni kremniyli elementlarni ishlab chiqarishdan deyarli ancha oddiydir. Bu imkoniyatni NEC kompaniyasi ishlab chiqarayotgan uglerod nanotoladan tarkib topgan tranzistorlarni kraskalash – texnologiyasini amalga oshirdi. Hozirgi momentda tranzistorlarni qoliplash elektrolarni, izolatsiya qatlamini va UNT li kanatlarini qo'shgan xolda yaratish imkoniyati paydo bo'ldi. Shubxasiz yaratilayotgan texnologiyani ustunligi atrof muhitdan kelayotgan zararli moddalarni keskin sonini keskin kamayishi masalan, uglekisliyingizni 90% ga kamayishi misol bo'la oladi. Bundan tashqari V-simon (obraznx) nanotola naychani sintezi bo'lishi mumkinmi, qaysiki ular xech qanday qo'shimcha elementlarsiz o'zidan o'zi tranzistor funksiyasini bajarishi mumkin. PEM – fotosurati va o'xshash tranzistorlar sxemasi 3-rasmda keltirilgan.

Bunday strukturani yaratish uchun tayyor UNTning nano zarrachasiga katalik (katalicheski) aktiv titan qoplanadi. Bunda allaqachon shakllangan tola (naycha) (trubka) sirtiga qoplangan titan ikkinchi tarmoq «vetvi» o'sish nuqtasi vazifasini ya'ni rolini bajaradi. Nanotolani «stvolu» giga kuchlanish berganda elektronlarni oqishi bir tarmoqdan boshqasiga o'tishi to'xtaydi. Qachonki nanotranzistorning



«o'zagining» «stvola» no'linchi potentsiali tiklanish bilan, «tarmoq» orqali tokni oqishi tiklanadi. Shunday qilib shunga o'xshash struktura kundalik ishlatilayotgan tranzistoriga analogik o'xshash holatda ishlaydi. Shuning uchun nanotolani kurtak otgan (tarqalgan) tarmog'idan kompyuterlar uchun ChIP yaratish mumkin. ular yuqori kompaktiligi va yuqori katta tezlikda ishlashi bilan farq qiladi. Kelajakda ham shunday bo'lishi mumkinmi, biz hisoblash va телекоммуникация texnologiyasi sohasini eng muxim va keng tarmoqli zamonaviy texnik revolyusiyasini bo'sag'asida turibmiz.

MUNDARIJA.

1. Kirish. Fizika–fan sifatida uning predmeti va tadqiqot metodlari	4
2. Kinematika asoslari	7
3. Inersial sanoq sistemalarda Nyuton qonunlari	12
4. Ish va energiya	19
5. Aylanma harakat dinamikasi	22
6. Mexanik tebranishlar va to'lqinlar	28
7. Akustika	33
8. Yaxlit muhitlar mexanikasining elementlari.....	39
9. Suyuqliklarning xossalari.....	44
10. Molekulyar fizikaning mazmuni va statistik usullar.....	47
11. Issiqlik kinetik nazariyasi.....	50
12. Ko'chish jarayonlarining elementar kinetik nazariyasi.....	53
13. Ideal gazlarning kinetik nazariyasi.....	57
14. Termodinamika elementlari.....	61
15. Real gazlar.....	64
16. Elektrostatika asoslari. Elektr maydoni.....	68
17. Turli muhitlarda elektr toki.....	71
18. Vakuumda magnit maydoni.....	76
19. Elektromagnit induksiya.....	80
20. Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.....	83
21. Yorug'likning tabiati.....	86
22. Yorug'lik interfrensiyasi.....	90
23. Yorug'lik ifraksiyasi.....	94
24. Yorug'likning qutblanishi.....	98
25. Yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri. yorug'lik dispersiyasi.....	101
26. Issiqlik nurlanish.....	106
27. Fotoeffekt va uning qonunlari.....	111
28. Radioaktivlik. Tabiiy va sun'iy radioaktivlik.....	118
29. Suyuq kristallar va ularning qo'llanilishi.....	123
30. Nanotolalar.....	127

Adabiyotlar

1. I.V. Savelev. Umumiy fizika kursi. T. «O'qituvchi» 1-3 tomlar.
2. D.V. Sivuxin. Obshiy kurs fiziki. M.«Nauka»1977–1990 g.
3. Kalashnikov S.G. Elektr. Toshkent «O'qituvchi»
5. Axmadjonov O.I.Fizika kursi1-3 tom.«O'qituvchi»1988-89y.
6. Safarov A.S. Umumiy fizika kursi. «O'qituvchi» 1992 y.
7. Grabovskiy R.I. Fizika kursi.Toshkent «O'qituvchi»1973y.
8. Ismoilov M., Habibullaev P., Xaliulin M. Fizika kursi
9. A.B. Sa'dullaev Fizika fanidan ma'ruzalar matni 1-qism. Qarshi 2005 y.