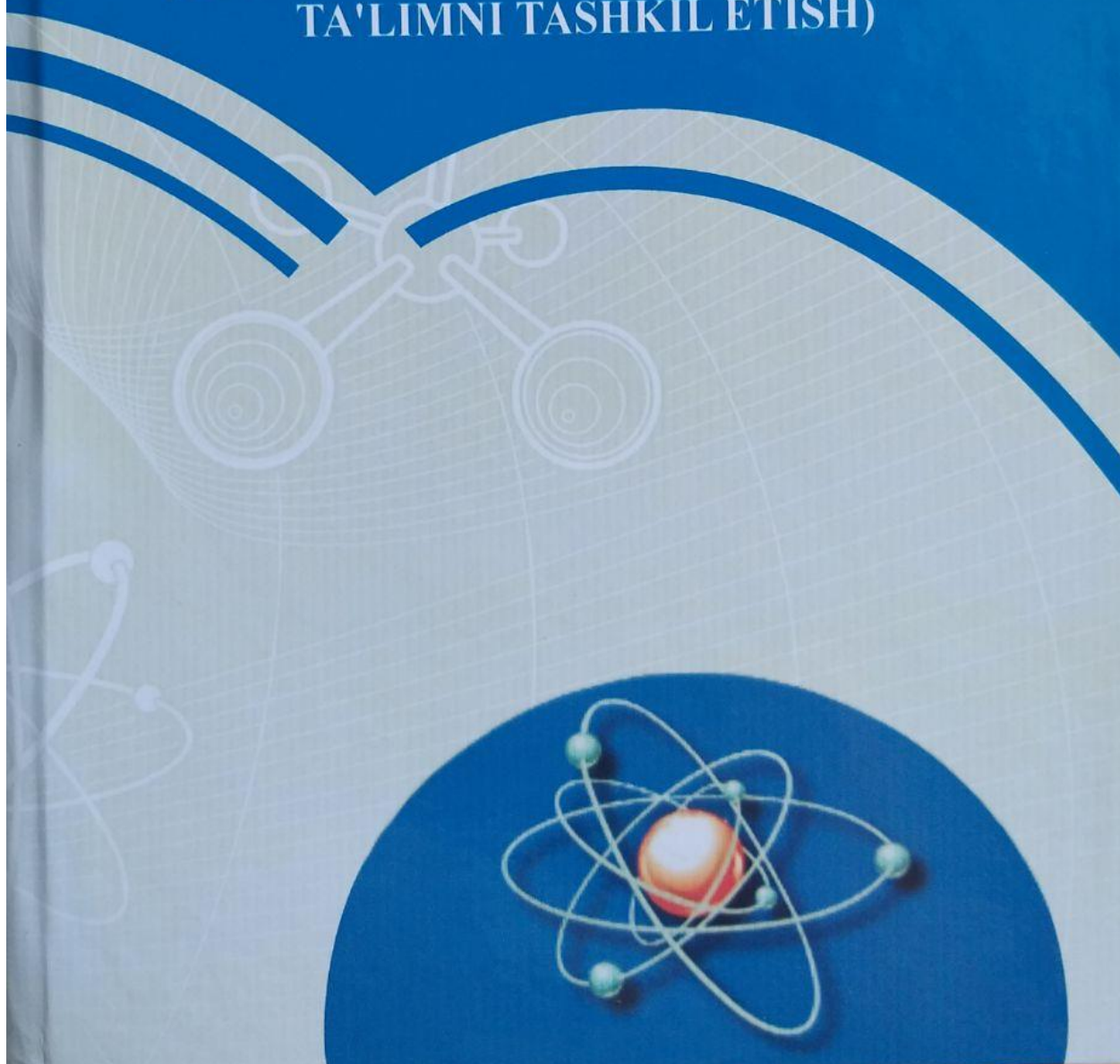


S.Q.QAHHOROV, SH.F.TO'RAYEV

UMUMIY FIZIKA

(KREDIT-MODUL TIZIMIDA MUSTAQIL
TA'LIMNI TASHKIL ETISH)



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA‘LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI**

S.Q.QAHHOROV, SH.F.TO‘RAYEV

UMUMIY FIZIKA

**(KREDIT-MODUL TIZIMIDA MUSTAQIL
TA‘LIMNI TASHKIL ETISH)**

**“Durdona” nashriyoti
Buxoro – 2023**

UO'K 531.01(075.8)

22.383ya73

Q 35

Qahhorov, S.Q.

Umumiy fizika (Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limni tashkil etish) [Matn]
: o'quv qo'llanma / S.Q. Qahhorov, Sh.F. To'rayev .-Buxoro: "Sadridin
Salim Buxoriy" Durдона, 2023. -212 b.

KBK 22.383ya73

Mazkur o'quv qo'llanmada talabalar kredit-modul tizimida mustaqil ta'limdan samarali foydalanishi va oliy ta'lim mussasasi professor o'qituvchilari kredit-modul tizimida innovatsion texnologiyalar orqali mustaqil ta'limni tashkil etish bilan ta'lim sifatini yaxshilashi, shu bilan birga ma'ruza, amaliy mashg'ulot va laboratoriya darslarida ham barcha zamonaviy pedagogik texnologiyalardan samarali foydalangan holda talabalarda o'qitilayotgan kurslar bo'yicha chuqur bilim berish va bu bilimlardan amaliyotda foydalana olish ko'nikma va malakasini shakllantirish, xususan, "*Mexanika va matematik modellashtirish*", "*Matematika*" yo'nalishi talabalarini umumiy fizika fanidan mustaqil ta'lim mavzulari bo'yicha tizimli, to'liq ma'lumotlar bilan ta'minlash ko'zda tutilgan.

O'quv qo'llanma Oliy va o'rta ta'lim vazirligi Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti qarori bilan 2020-yil 30-iyunda tasdiqlangan "Umumiy fizika fan dasturi" doirasida ishlab chiqilgan bo'lib, pedagog xodimlar, ilmiy izlanuvchilar, aniq va tabiiy fanlar va shu bilan birga barcha yo'nalish talabalari, umuman ta'lim sohasi bilan qiziquvchi barcha kitobxonlarga mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

Jo'rayev H.O., BuxDU "Fizika-matematika" fakulteti dekani, p.f.d.,
prof.

Daminov M.I., Buxoro davlat pedagogika instituti rektori, p.f.n.,
dotsent.

O'quv qo'llanma Buxoro davlat universitetining 2023-yil 23-martdagi 112-U sonli buyrug'iga asosan nashr etishga tavsiya etilgan. 112-U sonli buyrug'i 1-ilovasida 48-raqam bilan qayd etilgan.

ISBN 978-9943-9330-5-7

KIRISH

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev 2020 yil 30 oktyabrdagi videoselektor yig‘ilishida “Maktabda o‘qitish metodikasi o‘zgarmasa, ta'lim sifati ham, mazmuni ham, muhit ham o‘zgarmaydi” – deb ta'kidlab o‘tdilar. 2022 yil 28 yanvardagi “Xalq ta'limi tizimini yanada rivojlantirishda vazirlik va mahalliy hokimliklarning mas'uliyatini oshirish bo‘yicha 2022 yilda amalga oshiriladigan ustuvor vazifalar”ga bag‘ishlangan videoselektor yig‘ilishida “O‘quvchilar bilimni baholash, darsliklardagi vazifalarni bajarish, u yoki bu formulani yod olish darajasi bilan chegaralanmasligi kerak. O‘quvchining dunyoqarashi, mantiqiy va ijodiy fikrlashi, berilgan masala bo‘yicha o‘quv dasturi bilan cheklangan qoidalardan tashqari, nostandart yechimlar berishini ham inobatga olish zarur” deb ta'kidladi.

Jahonda amalga oshayotgan fan-texnika taraqqiyoti zamonaviy texnikalar rivojlanishida aniq fanlar muhim o‘rin tutishini ko‘rsatadi. Fizik-matematik bilimlar, nafaqat butun jamiyatning, balki har bir shaxs zamonaviy madaniyatining muhim tarkibiy qismi, ayniqsa, bu insonning keyingi kasbiy faoliyati ilm-fan, texnika va ishlab chiqarish texnologiyasi bilan bog‘liq. Jumladan, Inchxon deklaratsiyasi va “Ta'lim-2030” halqaro ta'limni rivojlantirish harakat dasturida keltirilgan aniq va tabiiy fanlar tendentsiyasida fizika-matematikadan mustaqil ta'limda olib borilgan faoliyat davomida orttirilgan shaxsiy tajriba hamda aniq fanlarni o‘rganishda o‘quvchilarning olgan ko‘nikma va malakalari ularning shaxs sifatida shakllanishida muhim o‘rin tutadi. Texnik ko‘nikmalarni o‘zida rivojlantirish faqat ushbu soha vakillarigina uchun emas, balki o‘z kasbiy faoliyatini zamonaviy texnika va texnologiya bilan bog‘lashni nazarda tutmagan o‘quvchilar uchun ham kerak, negaki bunday ko‘nikmalarning bo‘lishi kundalik hayotda foydalaniladigan zamonaviy vositalar bilan bog‘liq muammolarni hal etish uchun muhim ahamiyatga ega.

Dunyoda o‘quv jarayonini musatqil ta'lim orqali tashkil qilish (Simulations), masofaviy ta'lim (Moodle, Ilias, Dokeos va h.k.) shakllarini keng tatbiq etish, axborot-ta'lim muhiti (e-learning) sharoitida ta'limning uzluksizligi va amaliy yo‘nalganligi, ta'lim oluvchilarning kreativ qobiliyatlarini rivojlantirish, kasbiy

faoliyatga innovatsion tayyorlash jarayonini rivojlantirishda, dasturiy ta'lim vositalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. YuNESKO tomonidan qabul qilingan ta'limning xalqaro standart tasniflagichi (MSKO) darajalari bilan uyg'unlashtirish; o'quv jarayoniga Milliy kvalifikatsiya tizimini to'laqonli joriy etish; tayyorlanayotgan kadrlarning mehnat bozorida munosib o'rin egallashlari uchun ta'lim mazmunini innovatsion loyihalash; kasbiy kompetensiyalarni tarkibiy qismlarga ajratish; ta'limning yangi metodik modellarini yaratish va ularni muayyan ta'lim amaliyotida qo'llashga alohida e'tibor berilmoqda.

O'zbekiston Respublikasining 2035 yilgacha rivojlanish strategiyasining kontsepsiyasi, "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish kontsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-sonli, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi PF-4947-sonli, 2017 yil 30 iyundagi "Respublikada axborot texnologiyalari sohasini rivojlantirish uchun shart-sharoitlarni tubdan yaxshilash chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5099-sonli Farmonlari, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 apreldagi "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-2909-sonli, 2017 yil 27 iyuldagi "Oliy ma'lumotli mutaxassislar tayyorlash sifatini oshirishda iqtisodiyot sohalari va tarmoqlarining ishtirokini yanada kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3151-sonli qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu qo'llanma muayyan darajada xizmat qiladi.

Mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish muammosi maxsus tadqiq qilinmaganligi mazkur o'quv qo'llanmaning zaruratini belgilaydi. Shuningdek, "*Mexanika va matematik modellashtirish*", "*Matematika*" yo'nalishi talabalarini *umumiy fizika* fanidan mustaqil ta'lim mavzulari bo'yicha tizimli, to'liq ma'lumotlar bilan ta'minlash masalasi qo'llanmada ijobiy hal qilingan.

O'quv qo'llanmada dars mashg'ulotlarida "Veb-kvest", "creative technology", "brainstorming" kabi innovatsion ta'lim metodlari va kompetentsiyalarni shakllantirishga yo'naltirilgan raqamli ta'lim resurslarini ishlab chiqish asosida talabalarning mustaqil fikrlash layoqatini rivojlantirish metodikasi takomillashtirilgan hamda talabalarning texnik ijodkorligi (texnik kuzatuvchanligi, texnik fikrlash, layoqat, fazoviy tasavvuri,) bilan talabalarning texnik savodxonligini oshirish orqali texnik ijodkorlik qobiliyatning tizimli komponentlari (motivatsion-kognitiv, texnologik va kreativ) tizimi aniqlashtirilgan va yozma, grafik va amaliy xarakterdagi mustaqil topshiriqlar (loyihalash, konstruktsiyalash, modellashtirish) ni ishlab chiqish vositasida talabalarning savodxonligini oshirish orqali o'quv jarayonida mustaqil fikrlash tufayli ijodkorlikni rivojlanganlik darajalarini baholash mezonlari takomillatirilgan.

Mazkur qo'llanmada dars va darsdan tashqari mashg'ulotlarda mustaqil ta'limni innovatsion pedagogik texnologiyalar vositasida qo'llash orqali talabalarning aniq va tabiiy fanlarni o'zlashtirish samaradorligini oshirish bilan aniq va tabiiy fanlardan malaka talabalarini integratsiyalash asosida texnik ijodkorlik qobiliyatning tizimli komponentlari (motivatsion-kognitiv, texnologik va kreativ) tizimi hamda fizikadan to'garak mashg'ulotlarida "Web-kvest", "creative technology", "brainstorming" kabi innovatsion ta'lim metodlari va kompetentsiyalarni shakllantirishga yo'naltirilgan raqamli ta'lim resurslarini ishlab chiqish asosida o'quvchilarning ijodkorligini rivojlantirish metodikasi oid tavsiyalar ham berib o'tilgan.

I BOB. KREDIT-MODUL TIZIMIDA MUSTAQIL TA'LIMNI TASHKIL ETISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

1.1-§. Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanishning imkoniyatlari

Insoniyat tarixida amalga oshirilgan har qanday buyuk hodisalar zamirida bevosita ilm-fan, texnika va ishlab chiqarish texnologiyasi bilan uyg'unligi mujassamdir. Bunda aniq fanlarning tutgan o'rni beqiyos bo'lib, oliy o'quv yurtida tahsil olish jarayonida mustaqil ta'limdan samarali foydalanish fanlarni chuqur o'rganishda muhim jarayon hisoblanadi. O'qituvchi talabalarga aniq fanlarni o'rgatish jarayonida o'z faoliyati davomida orttirgan pedagogik tajribasi hamda talabalarning olgan bilimi, ko'nikma va malakalari aynan ularning barkamol shaxs bo'lib yetishishlarida katta ahamiyatga ega.

Fanni o'zlashtirishda qo'yilgan muammo va vazifalar bo'yicha ma'lum yechimga kelish hamda uning optimal variantini tanlash uchun kerakli bo'lgan mustaqil fikrlash ko'nikmasi mustaqil ijodiy ishlash jarayonida shakllanadi va mustahkamlanib boradi. Yetuk kadr-o'qituvchi tayyorlashning asosiy omillaridan biri - bu ta'lim sifati va samaradorligini oshirishdir. O'qitishning zamonaviy usullari, shakl va vositalari, o'yin texnologiyalari, muammoli o'qitish, xususan, kurs ishi va mustaqil ishning noan'anaviy metodlari ta'lim sifati va samaradorligini oshirishda ham muhim o'rin egallaydi. Zamonaviy ta'lim jarayoni bu talabalarga faqat bilim berish, ularda fikrlash qobiliyatini rivojlantirish, olingan bilimlardan foydalanish bo'yicha o'quv ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat bo'lmay, balki ularga mustaqil ravishda kerakli axborotlarni qidirib topish, o'zlashtirish shakllari, usullari, vositalarini o'rgatishdan iborat. Bakalavriat bosqichidagi talabalarda mustaqil bilimlarini zamon talabiga moslashtirib borish, ma'lumotlar oqimi ichidan kerakligini ajratib olish va ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish qobiliyatlarini shakllantirish ularning keyingi bosqichdagi faoliyatlarini amalga oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Talabaning mustaqil fikrlashi uning har qanday faoliyat jarayonida namoyon bo'ladi: masalalarni yechishda o'ziga xos metoddan foydalanish, ijodiy insholarni yozish, rasm darslarida turli ijodiy yondashuvli rasmlarni chizish, tajriba ishlarini bajarish, talab qilingan holatlarda turli buyumlarni yasash, labortaoriya jihozlarini yaratishda konstruktiv yondashuv va shu kabi barcha jarayonlar talabaning mustaqil fikrlashini talab qiladi va bu qobiliyatning qaydarajada rivojlanganini yaqqol ko'rsatadi.

Talablarga yuqori darajadagi bilimni o'quv auditoriyasidagi mashg'ulotlar to'liq bera olmaydi. Buni amalga oshirishda mustaqil o'quv faoliyati to'ldiruvchi rivojlantiruvchi vazifasini bajaradi.

Mustaqil ta'lim - olingan bilim, ko'nikma va malakalarni mustahkamlash, qo'shimcha ma'lumot yoki materialni mustaqil o'rganish maqsadidagi o'quv shakli hisoblanadi.

Mustaqil faoliyat muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan hamda talaba tomonidan o'zlashtirilishi lozim bo'lgan bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishni amalga oshirishga xizmat qiladi, o'qituvchi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriya yoki auditoriyadan tashqarida bajariladi.

Fanning xususiyatidan kelib chiqib, mustaqil ish turlari bo'yicha topshiriqlar ishlab chiqiladi.

Tajribalardan kelib chiqqan holda shartli ravishda kelib chiqib, mustaqil ishlarni quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1. Yozma ravishda berilgan topshiriqlarni mustaqil bajarish: masala yechish jarayonidagi hisoblashlarni bajarish, dars davomida o'tilgan formulalardan foydalanib ishchi formulani keltirib chiqarig, umumlashtiruvchi va takrorlanuvchi jadvallarni to'ldirish, o'tiladigan darsning texnologik xaritalarni ishlab chiqish, laboratoriya, amaliy ishlar to'g'risida hisobotlar tuzish, turli organayzerlar asosida talabalar faoliyatini tashkil etish va boshqalar.

2. Grafik mustaqil topshiriqlarga quyidagilarni kiritish mumkin: kattaliklarning bog'liqligini ko'rsatuvchi grafiklar chizmalarini chizish, turli loyihalarni tayyorlash, chizmachilik ishlarini eskizlashtirish, elektr zanjirlari sxemalarini chizish, kesmalar va kesishmalarni tasvirlash (ayrim detal va tugunlarni chizib ko'rsatish va hokazo), sxemalar, grafiklar, diagrammalarni tuzish, laboratoriya ishlarining kuzatish natijalarini tasvirlash va shunga o'xshash vazifalarni o'z ichiga oladi.

3. Amaliy xarakterdagi mustaqil topshiriqlarga quyidagi vazifalarni kiritish mumkin: o'qituvchining topshirig'i asosida talabalar mustaqil ishni bajarish jarayonida laboratoriya ishi va fizikaviy eksperimentlar va demonstratsiyalar uchun fizikaviy asboblarni yasash, ta'mirlash, andaza olish, ishlov berish, molekulalar va kristall panjaralar maketlarini tayyorlash, jihoz va asbob-uskunalarni ta'mirlash, mahsulotga ishlov berish, hisoblash, yangi moslamalarni loyihalash, maket va modellar, namunalar tayyorlash kabi ishlarni amalga oshiradilar.

Mustaqil ishlar individual-didaktik maqsadlarni amalga oshirish nuqtai nazaridan ham 4 guruhga bo'linadi:

- Bilimlarni dastlabki shakllanishiga, idrok qilishga undaydigan vazifalar Bunda talabalar maqsadga erishishi uchun nima talab qilinishini bilishi lozim. Vazifalar - axborotlar, ma'lumotlarni o'zlashtirishga qaratilgan bo'ladi.

- O'zlashtirishga axborot, ma'lumotlarni xotirada saqlash va qayta jonlantirish, qayta ishlashga qaratilgan topshiriqlar. Bunda avval egallangan bilimlarni to'g'ri jalb qilish, faollashtirish asosida bajariladigan hamda aniq sharoitda tatbiq etish talab qilinadigan vazifalar beriladi.

- Avval o'zlashtirilgan, qolipga tushgan, tajriba to'planishi natijasidagi bilim, malaka, ko'nikmalarga yangicha nuqtai nazardan yondashishni talab qiluvchi topshiriqlar. Ularda masalaning mohiyatini izlash, yangicha yechimlar topish, yangicha g'oya, fikrlar bilan ifodalashni talab etadigan vazifalar beriladi.

- Ijodiy faoliyatga undovchi topshiriqlar. Bunda yangi yoki oldindan ma'lum bo'lsada, ungacha boshqacha nuqtai nazardan qaralgan g'oya, fikrlarni tadqiq qilish,

ya'ni axborotlar to'plash, ular ustida ishlash, o'z fikrini bildirishga undaydigan topshiriqlar, vazifalar beriladi.

Bugungi kunda malakali mutaxassis tayyorlash jarayonini mustaqil ishlarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Chunki aynan mustaqil ishlarni bajarish jarayonida o'quvchilarda tanqidiy, ijodiy fikrlash reflekslari rivojlantiriladi. Ammo mustaqil ishlarni tashkil etish jarayonida ma'lum qiyinchiliklar va muammolar ham mavjud:

- tarqatma materiallarni tayyorlash masalasi. Pedagog tomonidan tayyorlangan tarqatma materiallar har bir talaba uchun ko'paytirilishi lozim. Talabalar soni o'rtacha 20 nafar bo'lsa, har bir tarqatma materialni 20 tadan ko'paytirish uchun ma'lum mablag' talab etiladi. Pedagog har gal o'z hisobidan mablag' ajratish imkoniga ega emas;
- dars jarayonida tashkil etiluvchi mustaqil ishlarni ba'zan kichik guruhlarda hamkorlikda o'qitish usulidan foydalangan holda o'tkazish talab etiladi. Buning uchun kichik guruhlarda ishlashga qulay auditoriyalar talab etiladi, ammo bunday imkoniyatlar ko'pgina oliygohlarda hozircha cheklangan;
- ko'pchilik pedagoglarda mustaqil ishlarni tashkil etish mahorati yetarli emas;
- mustaqil ishlarni bajarish uchun talabalar talab etiluvchi bilimlar bilan yaxshi qurollangan, mavzuni kerakli o'zlashtirgan bo'lishlari lozim. Agar ma'ruza darsida talaba yetarli tushunchaga ega bo'lmagan bo'lsa, u topshiriqni ijobiy hal etish imkoniga ega bo'lmaydi. Shuning uchun mustaqil ishlarni tashkil etishda avvalambor bilimlarni faollashtirish, eslash, korrektirovka qilish va yagona xulosaga kelish maqsadga muvofiq.

1-jadval. Didaktik materiallar turlari

Didaktik materiallar	Qiziqarli savollar
	Muammoli vaziyatlar
	Anketa so'rovlari
	Loyihalar
	Ijodiy topshiriqlar
	O'yinli topshiriqlar
	Krossvordlar

Auditoriyadan tashqarida bajariladigan mustaqil ishlar loyiha va keysstadi usulidan foydalangan holda o'tkazilishi talabalarda ijodiy ko'nikmalarning rivojlanishiga turtki bo'ladi.

Mustaqil faoliyatni tashkil etish jarayonida o'qituvchi ko'proq didaktik materiallardan foydalanadi.

Didaktik materiallarga o'quvchilarning mustaqil va ijodiy ishlash hamda fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga yo'naltirilgan muammoli, qiziqarli savollar, ijodiy topshiriqlar, loyihalar o'yinlar, krossvordlar kabi materiallar kiradi (1-jadval). Didaktik topshiriqlar va materiallarni ishlab chiqishda quyidagilarga e'tibor berishni mutaxassilar tavsiya qilishgan:

1. Muammolarni hal qilishga yo'naltirish.
2. Tadqiqotlar olib borishga yo'naltirish.
3. Turli vaziyatlar va holatlar tahliliga qaratish.
4. Tajribalar va mashqlar o'tkazishga mo'ljallash.

5. Yangiliklarni izlash va topishga yo'naltirish.

Mustaqil ishlarni tashkil etishda «oddiydan-murakkabga» hamda «umumiydan-xususiya», «mavhumdan-aniqlikka» qarab harakatlanishni ta'minlash lozim. Auditoriyada mustaqil faoliyatni tashkil etishga oid yuqoridagi talablar tizimi bilan tanishib chiqqach, o'qituvchi auditoriyada olib borish mumkin bo'lgan didaktik o'yinlar bilan talabalarni tanishtiradi (organayzerlar, interfaol metodlar, mustaqil topshiriqlar orqali).

Talabalarni bir necha guruhga bo'ladi va har bir guruhga alohida vazifa topshiradi. Har bir guruh o'ziga topshirilgan vazifa bo'yicha taqdimot tayyorlaydi.

Talabalar faoliyati individual holda tashkil etilib, ularning o'zlariga o'tilayotgan kurs bo'yicha auditoriyadan tashqarida mustaqil faoliyatni tashkil etish jadvalini to'ldirish taklif etiladi (2-jadval).

Ushbu faoliyat natijalarini tahlil etish uchun ekspertlar guruhi tayinlanadi. Ta'lim muassasalarida talabalarning mustaqil ta'lim olishiga alohida e'tibor qaratilishi, ta'lim oluvchilarda mustaqil fikr va ijodiy fikrni rivojlantirish masalasi ta'limning dolzarb vazifalaridan biridir. Talabalarning mustaqil tahsili ularni o'z bilimlarini kengaytirish, chuqurlashtirish, mavjud malaka va ko'nikmalarni takomillashtirish hamda ularning yangilarini o'zlashtirishga bo'lgan intilishidir. Mustaqil tahsilning asosiy maqsadi o'quvchilarning shaxsiy va kasbiy sifatlarini shakllantirishda o'z ustida ishlash ustunligidir. Mustaqil tahsilning asosiy metodi adabiyotlar ustida individual ishlashdir. Bu metod axborotlar oqimida eng zarur axborotni topish, unga baho berish, ushbu axborotdan o'zining kasbiy faoliyatida foydalanish malakasini shakllantiradi.

2-jadval. Auditoriyadan tashqari mustaqil ish to'g'risida ma'lumotlar.

T. r.	Fan bo'yicha mavzularning nomlari	Mavzuga ajratilgan soatlar miqdori	Mavzuga mos bo'lgan auditoriyadan tashqarida bajariladigan faoliyat turi	Mustaqil faoliyatga ajratilgan vaqt	Tanlangan mustaqil faoliyatdan kutilayotgan natijaga izoh

Talabalar mustaqil ishini tashkil etishda muayyan fanning xususiyatlari, shuningdek, har bir talabaning akademik o'zlashtirish darajasi va qobiliyatini hisobga olgan holda quyidagi mexanizimlardan foydalaniladi:

- ayrim nazariy mavzularni o'quv adabiyotlari yordamida mustaqil o'zlashtirish;
- siyosiy-madaniy ijtimoiy va iqtisodiy masalalarni tadqiq qilishga bag'ishlangan ilmiy adabiyotlarni konspekt qilish;
- seminar va amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish;
- berilgan mavzular bo'yicha referat, axborot tayyorlash;
- o'rganilayotgan fanning eng dolzarb muammolarini qamrab oluvchi referatlar yozish;

- muammoli vaziyatlarning yechimini topish;
- keys stadi asosida mustaqil faoliyatni tashkil etish;
- kasbga oid bo‘lgan loyihalarni tayyorlash.

O‘quv dasturidagi ayrim mavzularni mustaqil holda o‘zlashtirish, uyga berilgan vazifalarni bajarish, amaliy va laboratoriya ishlariga tayyorgarlik ko‘rib kelish, ijodiy va ilmiy-tadqiqot xarakteridagi ishlar auditoriyadan tashqarida amalga oshirilgan mustaqil ishlar qatoriga kiradi.

Birinchi turdagi ishlar - talabalarning nazariy va amaliy bilimlarini o‘zlashtirib borish darajasi, amaliy mashg‘ulotlarga (amaliyot, laboratoriya, seminar darslari) tayyorgarlik saviyasi va uy vazifalarining bajarilish sifatini tekshirish maqsadida, odatda, nazorat ishlari olish, savol-javob, suhbat, munozara, amaliy topshiriqlarni bajartirib ko‘rish va hokazo.

Ikkinchi turdagi ishlar fanning ishchi o‘quv dasturida auditoriyadan tashqarida o‘zlashtirilishi belgilangan mavzu bo‘yicha ma‘lumot va axborotlarni mustaqil ravishda izlab topish, tahlil qilish, konspektlashtirish (yoki referat tarzida rasmiylashtirish) va o‘zlashtirish, ijodiy yondashishni talab qiladigan amaliy topshiriqlarni bajarish ko‘rinishida amalga oshiriladi. Bu turdagi ishlarni bajarish jarayoni va o‘zlashtirish sifatining nazorati darsdan tashqari paytlarda, maxsus belgilangan konsultatsiya soatlarida amalga oshiriladi. Kurs ishi va loyihasi hamda bitiruv ishlarini tashkil qilish bo‘yicha olib boriladigan faoliyat ham auditoriyadan tashqarida olib boriladigan mustaqil ishlar qatoriga kiradi.

Mustaqil ishlar joriy o‘quv jarayoni bilan birgalikda va uzviy bog‘liqlikda olib boriladi. Mustaqil ravishda bilish doirasini kengaytirish hamda qo‘shimcha nazariy va amaliy materialni egallash talaba egallayotgan kasbiy malaka va ishlab chiqarishda mustaqil ishlay bilish ko‘nikmasini orttirish bilan chambarchas bog‘langan.

Adabiyotlar bilan mustaqil ishlash uni o‘qib chiqib tushunish, eslab qolish nuqtai nazaridan emas, balki ma‘lum bir o‘quv masalalarini (masalan, masala yechishni, kurs loyihasi va bitiruv ishi loyihalarini) hal etish uchun zarur bo‘lgan materiallarni topish va ularni tizimlashtirish, tahlil etishni o‘zlashtirish nuqtai nazaridan qarash kerak. Referat, kurs ishi va bitiruv ishlarining vazifasi maxsus fanlardan olingan nazariy bilimlarni mustaqil bilim orttirish yo‘li bilan amaliy mustahkamlashdan iboratdir. Talabalar kurs ishi yoki bitiruv ishi bajarishar ekan, ular albatta, chizish, hisoblash, tahlil ishlari bilan birga (bir vaqtning o‘zida) bajariladigan ishlar bo‘lib, izlanishlar va prognozlashning ilg‘or usullari asosida mustaqil ravishda olib boriladi. Talabalarda kurs ishini bajarish malakasini shakllantirish hamda talabalarning iqtisodiy muammoni yechishdagi ijodiy izlanishlari quyidagi usullarda olib borilishi mumkin: muammoni atroflicha o‘rganish, uning nazariy jihatdan chuqur tahlil etish va amaliy holatdagi chetga chiqishlarni aniqlash, hatolar va ularni yo‘qotish yo‘llarini izlash. Mazkur faoliyatning yutug‘i shundaki, u talabalarni ijodiy izlanishlar, mulohazalar yuritish, yangi yechimlarni ishlab chiqishga undaydi.

1.2-§. Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limning o'ziga xos jihatlari

Dunyoning qayerida bo‘lmaylik, barcha joyda muayyan yo‘nalish bo‘yicha mustaqil izlanish va o‘rganish uchun doimo ehtiyoj mavjud ekanligiga amin bo‘lamiz. Ayniqsa, aniq va tabiiy fanlar borasida mustaqil o‘rganishning ahamiyati kun sayin ortib bormokda. Jaxonning rivojlangan mamlakatlarida mustaqil o‘rganish keng targ‘ib qilinadi va bilim olishning bunday usuli ish jaraeni va kasbiy maxoratning muntazam ravishda takomillashuviga olib keladi. Umuman olganda mustaqil o‘rganishning ahamiyati juda katta bo‘lib, u iqtisodiy ravnaq topishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi va mamlakatning jaxon bozorida yanada raqobatbardosh bo‘lishiga xizmat qiladi. Talabalarning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishda fan eki mavzuning mazmuni birinchi o‘rinda turadi. Shuningdek, o‘quv materialining tuzilishi va uni bayon etish uslubi ham katta ahamiyatga ega.

Biz talabalarni faqatgina yangi ma'lumotlar bilan tanishtirmoqchi bo‘lsak, tayyor nazariy xulosalarni berishning o‘zi kifoya qiladi [11]. Ularni faqatgina xabardor qilish emas, balki o‘qitish jarayonida talabalar ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish masalasi qo‘yiladigan bo‘lsa, u holda o‘rganilayotgan jarayonlar qanday omillar asosida yuzaga kelganini hamda nazariyaning to‘g‘riligini qanday kuzatishlar va tajribalar yordamida tasdiqlanganligini ularga tushuntirish kerak bo‘ladi. Ma'lumki, hozirgi zamon talabalariga javob beradigan mutaxassis kadrlar tayyorlash oliy ta'lim muassasalari oldida turgan dolzarb masalalardan hisoblanadi. Yoshlarga ta'lim va tarbiya berishning murakkab vazifalarini hal etish o‘qituvchilarning g‘oyaviy e‘tiqodiga, kasb mahoratiga, iste‘dodi va madaniyatiga, hozirgi zamon pedagogik va axborot texnologiyalarni qo‘llashiga, talabalarni o‘zaro faollikka olib kelishiga bog‘liqdir. Talabani o‘zlashtirishida mustaqil o‘quv faoliyati asosiy rol o‘ynaydi. Talaba o‘zining mustaqil o‘quv faoliyatida ma‘ruza va amaliy (laboratoriya) mashg‘ulotlaridan olgan bilimlarini mustahkamlaydi, kengaytiradi, chuqurlashtiradi, tushunchalar yoki ularning xossalarini umumlashtiradi yoki xususilashtiradi, olingan bilimlarini amaliyotga – masala yoki muammolarni yechishda qo‘llaydi, qo‘yilgan muammoni hal qilish yo‘llarini mustaqil izlaydi va yechish usullaridan eng maqbulini, samaralisini tanlaydi, kelgusi ma‘ruza, amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlariga tayyorgarlik ko‘radi [12]. Bunday topshiriqlar shunday tuzilishi kerakki, u talabani faoliyat turlarini to‘laqonli va sifatli amalga oshirishlari uchun asos bo‘lib xizmat qilsin. Mustaqil ishlar didaktik maqsadi, vazifasi, murakkablik darajasi va kinga mo‘ljallanganligiga qarab bir-biridan farq qiladi. Tanlangan mavzularning ilmiyligi, tizimliliigi, o‘quv materiallarining qiziqarliligi, amaliyot bilan bog‘liqligi, fanlararo aloqadorligi, shuningdek, beriladigan mustaqil ishlar va topshiriqlarning ijodiy xarakterga egaligi juda muximdir [12]. Mustaqil ishlar va topshiriqlarni tuzishda auditoriyaning holatini, ya‘ni talabalarning qaysi ta'lim yo‘nalishida tahsil olayotganliklarini, ulardagi mavjud bilimlar majmuasini hamda talabalarinng o‘rtacha o‘zlashtirish ko‘rsatkichlarini hisobga olish zarur. Talabalardagi mavjud bilimlar majmui mustaqil o‘quv faoliyati uchun tuzilgan topshiriqlarni bajarishga yetarli bo‘lishi kerak, ya‘ni o‘qituvchi dars turlarida topshiriqlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan ma'lumotlar manbalari bilan talabalarni ta'minlagan bo‘lishi kerak.

Mustaqil ish va topshiriqlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- mavzuning maqsad va vazifalari bo'yicha ma'ruzada berilgan barcha ma'lumotlar (tushunchalar va g'oyalar)ni o'z ichiga to'la qamrab olishi va undagi uslublarni qo'llashni taqazo etishi;
- mavzuning nazariy va amaliy qismi bo'yicha tayanch tushunchalar hamda asosiy g'oyani ochib berish uchun xizmat qiluvchi xossalalar va usullarni qo'llashga bag'ishlangan bo'lishi;
- mavzudagi tushuncha, g'oya uslub va natijalarni avval o'rganilgan mavzulardagi (avvalgi ta'lim tizimlaridagi) tushuncha, g'oya, uslub va natijalar bilan bog'lanishini ta'minlashi;
- topshiriqlar saviyasi jihatidan har xil imkoniyatli talabalar uchun yetarli miqdorda bo'lishi.

Ta'limning asosiy maqsadi - guruhda talabalarning 100% o'zlashtirishiga erishish. Fanning ayrim bo'limlari yoki mavzulari bo'yicha o'tkazilgan nazorat turlarining umumiy natijasiga ko'ra yig'ishi mumkin bo'lgan maksimal ballning 56%-100% qismini to'plagan talabalar fanning shu bo'lim yoki mavzulari bo'yicha o'zlashtirgan hisoblanadilar [12]. Mustaqil ishlar va topshiriqlarni tuzishda talabalarning ana shu turli xil imkoniyatlariga ega ekanliklarini hisobga olish talabalarning mustaqil faoliyatlarini samarali shakllantirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Shuning uchun mavzular bo'yicha topshiriqlar bir necha murakkablikda tuzilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Quyida umumiy elektrotexnika fanidan uch xil murakkablikda mustaqil ish topshiriqlarini tuzish bo'yicha tavsiyalar keltirilgan:

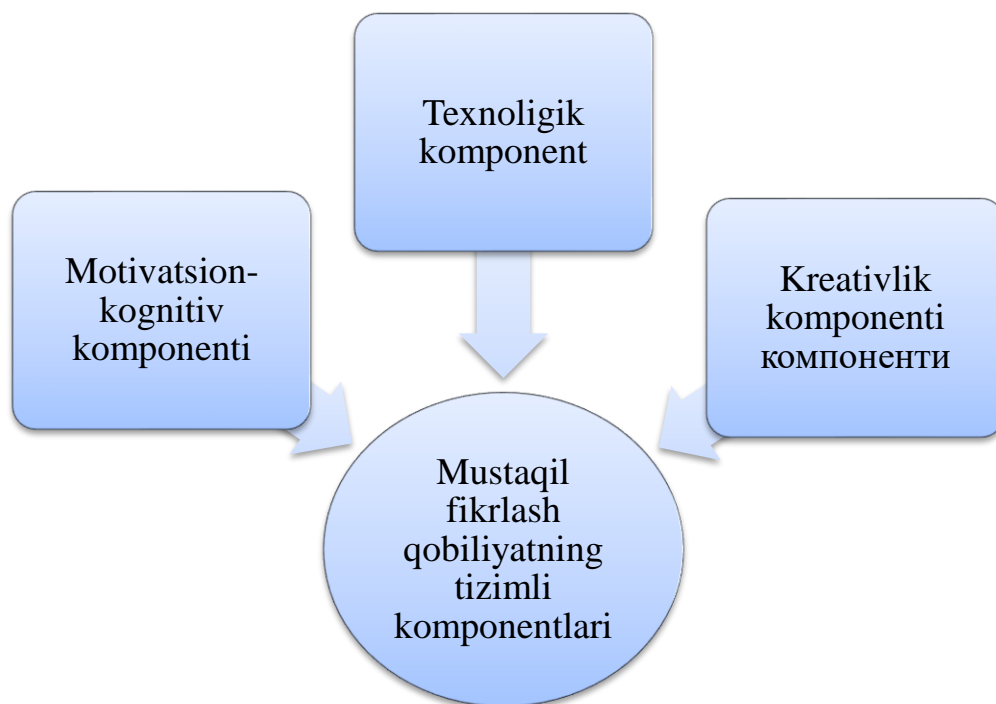
1-tur topshiriqlari darslarda berilgan ta'rif va xossalardan bevosita foydalangan holda bajariladigan bo'lishi lozim. Bunday topshiriqlar eng sodda, elementar topshiriqlarni namunalar asosida bajarishni taqazo qiladi. Masalan: Soddaroq elektr zanjirni noma'lum kattaliklarini amaliy mashg'ulotlar vaqtida o'rgangan usullar yordamida aniqlash.

2-tur topshiriqlari ma'lum bir mavzuni yoritishda kerak bo'lgan g'oyalar va usullardan foydalana bilishiga asoslangan bo'lishi kerak. Bunday topshiriqlar masala yoki muammoni yechishda ulardan amaliy foydalanishni talab qiladi. Masalan, murakkabroq elektr zanjirni ixtiyoriy usulda hisoblash. Bunday zanjirlarni hisoblashda amaliy va ma'ruza mashg'ulotlarida olingan bilimlarga tayangan holda olib borish tavsiya etiladi.

3-tur topshiriqlarni bajarishda talaba masalani hal qilish yo'llarini mustaqil izlaydi. Bunday masalalarni hal qilishda talaba qo'shimcha adabiyotlardan va internet tarmoqlaridan foydalanadi. Masalan, nisbatan murakkab bo'lgan elektr zanjirni ixtiyoriy usulda hisoblash. Bunday zanjirlarni hisoblashda amaliy va ma'ruza mashg'ulotlarida olingan bilimlar kamlik qilgani sababli, talabalarga qo'shimcha adabiyotlardan va internet tarmog'idan foydalanish tavsiya etiladi. Mustaqil o'quv faoliyatida talaba butunlay erkin bo'lishi lozim. U o'zining qiziqishidan, imkoniyatlaridan, hoxishidan kelib chiqib mustaqil ishlarni bajarish vaqtini, shaklini, usulini vositalarini va topshiriqlarning turlarini o'zi tanlaydi. Masalan, 1-tur topshiriqlarni guruhdagi barcha talabalar bajara olishi kerak. 3-tur topshiriqlarni esa hamma bajarishi shart emas, bu bosqich topshiriqlarni bajara

oladigan talabalar guruhdagi eng qobiliyatli, bilimli talabalar bo'ladi [3]. Bunday topshiriqlar o'rgatuvchi-baholovchi topshiriqlar bo'ladi va ularning bajarilishi har bir talabaning mavzu materiallari bo'yicha o'zlashtirish darajasini o'zi hamda o'qituvchi tomonidan baholash imkoniyatini beradi: Faqat 1-tur topshiriqlarigina bajargan talaba "qoniqarli" bahoga loyiq 55-70 ball oladilar. 1 va 2-tur topshiriqlarigina bajargan talabalar "yaxshi" bahoga loyiq 71-85 ball oladilar. Har uchta bosqich topshiriqlarni to'la bajargan talabalar "a'lo" bahoga loyiq 86-100 ball oladilar. Yuqoridagi barcha tur topshiriqlaridan tashqari, 3-tur topshiriqlarini bajara oladigan talabalar nafaqat "a'lo" bahoga loyiq bo'ladilar, balki ular guruhning iqtidorli talabalari hisoblanib, o'qituvchi kelgusida bu talabalarning qobiliyatini, iqtidorini bir maqsadga yo'naltirib, bilimlarini takomillashtirish, chuqurlashtirish chora-tadbirlarini ishlab chiqishi kerak [13]. Bundan tashqari, xar xil murakkablikdagi topshiriqlar o'rgatuvchi bo'lgani bois har bir topshiriqlar murakkablik darajasi bo'yicha qat'iy tartiblangan, ya'ni soddadan murakkablik darajasi bo'yicha qat'iy tartiblangan, ya'ni soddadan murakkabga tomon tuzilgan bo'lishi lozim. Bunday topshiriqlarni tuzish o'qituvchidan ko'proq vaqt, qunt, sabr-toqat, hafsala, yetarlicha bilim, tajriba, malaka, bir so'z bilan aytganda yuksak pedagogik mahorat talab qiladi. Agar bilim mustaqil anglangan, his etilgan, qiyinchiliklarga duch kelib o'rganilgan bo'lsa, unda bu bilim to'la va chuqur o'zlashtirilgan bo'ladi. Bularning bari o'rganilayotgan fanga ma'suliyatli, o'quv faoliyatiga ko'nikma, ish faoliyatini rejalashtirishda vaqtdan unumli foydalanishga, o'z-o'zini nazorat qilishga, xatolarni tuzatishga va hokazolarga ham bog'liq bo'ladi.

Talaba tomonidan doimiy aqliy faoliyat bilan shug'ullanish-aqliy faoliyatga ehtiyojni rivojlantiradi va talabalarni vaqtni tejab-saralab ishlatishga o'rgatadi. Bu bilan bo'lajak mutaxassislarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish, o'quv va ilmiy ishlarning mushtarakligini ta'minlash, talabalarni ilmiy-tadqiqot ishlariga jalb qilish, shular asosida yetuk mutaxassis tayyorlash sifatini oshirishga erishish mumkin bo'ladi [14]. Yuqorida aytilganlarni umumlashtirib, aniq va tabiiy fanlarni o'qitish jarayonida har bir talabada "mustaqil fikrlash" darajasida, qobiliyatlarning tarkibiy qismlarini ajratib olish mumkin bo'ladi (1.1-rasmga qarang):



1.1-rasm. Mustaqil fikrlash qobiliyatning tizimli komponentlari.

I. Motivatsion-kognitiv komponenti, o‘z ichiga quyidagilarni oladi:

- aniq fanni o‘rganish qiziqishini;
- texnika mashg‘ulotlariga qiziqish va moyillik;
- texnika bilan bog‘liq sohalarda kasbiy maqsadlar.

II. Texnologik komponent

- texnik fikrlash;
- fazoviy tasavvur;
- texnik kuzatuvchanlik.

III. Kreativlik komponenti

- texnik bilim va ko‘nikmasi;
- aqliy hujum.

O‘quv materiallarining talabalar tomonidan mustaqil o‘zlashtirilishini takomillashtirishmasdan zamonaviy ta‘lim oldiga qo‘yilgan vazifalarni talab darajasida bajarishning imkoni yo‘q.

- Mustaqil bilim olish nazariyasi va texnologiyada ham pedagogic tamoyillar asosiy rol ni o‘ynaydi. Mustaqil bilim olayotgan sub'ektni ta'lim jarayonida hech kim o‘qishga majbur etmasligi muhimdir. Zero “Yuzta o‘qituvchi yolla, lekin o‘zing o‘zingni majburlay olmasang, o‘zingdan o‘zing talab qila bilmasang, ularning hech biri senga yordam bera olmaydi” - degan edi ukrain pedagogi Vasiliy Suxomlinskiy.
- Mustaqil bilim olish sabablarining rivojlanishi sub'ektni ijodiy faoliyatini tashkil etishga undaydi va shu bilan uning oldiga mustaqil bilim olish qanday bo‘lishi kerak degan savolni qo‘yadi.
- Mustaqil bilim olish texnologiyasi va mustaqil bilim olish sabablari bir-biri bilan bog‘likdir: aniq natijaga erisha olishiga ishonmaslik ta'lim oluvchini mustaqil

bilim olishdan har qanday boshqa sabablardan ko'ra ko'proq cho'chitadi va mustaqil ishlanishiga to'sqinlik qiladi.

- Mustaqil bilim olish texnologiyasini yaratish bir necha alohida muammolarni hal etishni ko'zda tutadi. Ular orasida muntazam bilim olishning maqsadini qo'yish muammosi alohida ajralib turadi. Agarda ta'lim olish umumiy rivojlanishni ta'minlashga xizmat qilsa, mustaqil bilim olishning maqsadi esa kasbiy shakllanish yoki kasbiy mahoratni o'stirishga xizmat qilish bo'lib hisoblanadi.

Mustaqil bilim olishni ta'minlashga imkon beradigan topshiriqlar, o'zlashtirishi past va qoniqarsiz bo'lgan talabalar uchun qulay sharoitni yaratishni ko'zda tutadi. Birgina muvaffaqiyatni his etish ham talabani mustaqil bilim olishga undovchi psixologik holatni yuzaga keltiradi.

- Talabaning mustaqil ishi uning auditoriyada va undan tashqarida, o'qituvchi rahbarligida yoki o'qituvchi ishtirokisiz amalga oshiriladigan mustaqil ish majmuini anglatadi. Lekin, hamma talabalar ham o'qituvchi ishtirokisiz mustaqil izlanadi va kerakli natijaga erisha oladi deb ayta olmaymiz.

- Chunki talabalarning aksariyatida fanni o'zlashtirish yuzasidan o'ziga bo'lgan ishonchning pastligi ularning mustaqil bilim olishlariga to'sqinlik qiladi. Shunday ekan, talabalarning o'ziga bo'lgan ishonchini, oshirish uchun mustaqil ta'limni bajarishda mutaqil ishni bajaruvchini dastlab fan asoslari bo'yicha bilimlarini boyitish, har bir bilim hayotning har bir jabhasida kerakligini aniq misollar yordamida izlanuvchiga yetkazish zarur.

- Mustaqil ta'limni innovatsion texnologiyalar orqali tashkil qilish hozirda talabalar orasida mustaqil ta'limni tashkil etishdagi mavjud muammolarni hal qilishga yordam beradi. Hozirda ta'lim oluvchilar orasida mustaqil ta'limni tashkil etishdagi muammolar quyidagilar:

- vazifalarni hamma talabalarning bajaraolmasligi yoki bajarmasligi;
- ayrim talabalarda o'ziga bo'lgan ishonchning pastligi;
- ayrim talabalar nutq madaniyatining yaxshi rivojlanmagani;
- talabalarni baholashda pedagogda yetarlicha vaqtning mavjud emasligi;

Mustaqillik - shaxsning alohida xususiyati, layoqati, faolligi diqqatini jamlash qobiliyati, qo'yilgan maqsadga erishish yo'lida bor kuchini sarf etish kabi xususiyatlar birligidir. Shu nuqtai nazardan aytganda, mamlakatimizda o'tgan davr mobaynida ta'lim tizimini rivojlantirishga davlat siyosati darajasida e'tibor qaratilib, o'g'il-qizlarimizning jahon andozalariga mos sharoitlarda bilim olishi, jismoniy va ma'naviy jihatdan yetuk insonlar bo'lib ulg'ayishini ta'minlash, qobiliyati hamda iqtidor, intellektual salohiyatini yuzaga chiqarish borasida keng ko'lamli ishlar amalga oshirildi. Yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Talabalarga yuqori darajadagi bilimni o'quv auditoriyasidagi mashg'ulotlar to'liq bera olmaydi. Buni amalga oshirishda mustaqil o'quv faoliyati to'ldiruvchi, rivojlantiruvchi vazifasini bajaradi.

Talabalar o'qituvchining bevosita ishtirokisiz yoki bilvosita boshqaruvida, u bergan vazifa, darslik asosida individual bajaradigan ishi mustaqil ish hisoblanadi. Talabalarning mustaqil ishi o'quv jarayonining ajralmas qismidir.

Mustaqil faoliyat muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan hamda talaba tomonidan o'zlashtirilishi lozim bo'lgan bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishni amalga oshirishga xizmat qiladi hamda o'qituvchi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriyada yoki auditoriyadan tashqarida bajariladi. Fanning xususiyatidan kelib chiqib, o'qituvchilar tomonidan mustaqil ish turlari bo'yicha topshiriqlar ishlab chiqiladi.

O'zbekiston Respublikasida Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talabiga muvofiq talabalarining mustaqil ishini tashkil etishga katta e'tibor berib kelinmoqda. Bu borada O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2005 yil 21 fevraldagi «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish to'g'risida»gi 34-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish, nazorat qilish va baholash tartibi to'g'risida»gi Namunaviy nizomda quyidagilar belgilangan:

- talabalar mustaqil ishining maqsad va vazifalari;
- talaba mustaqil ishining tashkiliy shakllari;
- talaba mustaqil ishining axborot ta'minoti;
- talaba mustaqil ishini nazorat qilish va baholash.

Mazkur nizomda talabalar mustaqil ishining maqsad va vazifalari, shakllari, axborot ta'minoti, nazorat qilish turlari va baholash mezonlari ko'rsatib berilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2009 yil 14 av-gustdagi 286-sonli buyrug'ining 1-ilovasida «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha yo'riqnoma»da talabalar mustaqil ishini samarali olib borish uchun yanada kengroq va chuqurroq ma'lumot berilgan.

Talabalarining mustaqil ta'limidan asosiy maqsadlar quyidagilardan iboratdir:

- yangi bilim olish usullarini egallash, jarayonlarni mustaqil tahlil qila olish;
- auditoriyadagi mashg'ulotlarda olgan bilimlarini mustahkamlash, chuqurlashtirish, kengaytirish va tartibga solish;
- me'yoriy-huquqiy aktlar, ma'lumotlar va maxsus adabiyotlar bilan ishlashni o'rganish;
- o'quv materiallarini mustaqil o'rganish;
- faolligi, bilim orttirishi, ijodiy tashabbusi, mas'uliyati va tartibligini rivojlantirish;
- olgan bilimlarini amaliyotda qo'llay olishni shakllantirish;

Talabalar mustaqil ta'limining asosiy vazifasi mustaqil ravishda ma'lumotlar topish usuli bilan bilim olishni rivojlantirish, o'quv jarayoniga ijodiy yondashishga faol qiziqishni shakllantirishdan iborat. Talabalar mustaqil ravishda kurs ishlari, kurs loyihasi, bitiruv malakaviy ishi va magistrlik dissertatsiyalarini tayyorlayotganlarida qo'yilgan muammolarni chuqur tahlil qilib, o'zlarining mustaqil asoslangan fikr va xulosalarini chiqarishlari kerak.

Zamonaviy pedagogik texnologiyaga ko'ra, ta'lim oluvchilar o'qish jarayonida iloji boricha mustaqil o'rganishlari kerak, pedagog esa bu mustaqil mehnatni boshqarish, talabalarga kerakli materiallarni berib borishi lozim. Mustaqil ta'limni to'g'ri tashkil etish bilim berish va tarbiyada juda katta ahamiyatga ega. Pedagogning asosiy vazifasi har bir talabaning hayotda o'z o'rnini topishga yordam berishidir. Bunga erishish uchun mustaqil ta'limni rivojlantirish – zamonaviy

innovatsion texnologiyalar orqali tashkil etish zarur. Mustaqil ta'limga topshiriq berilayotganda quyidagilarga katta e'tibor berish kerak:

- talabning oldiga aniq maqsad qo'yish;
- bajariladigan ishning algoritmini taklif qilish;
- adabiyotlarni tavsiya qilish; ishni bajarish shakli va muddatlari belgilash;
- ishni tashkil qilishda beriladigan maslahat;
- muddatlari belgilanishi va baholash mezonlarini aniqlash.

O'qish jarayonida mustaqil ta'limni quyidagi ikki guruhga bo'lish mumkin: auditoriyadagi mustaqil ta'lim va auditoriyadan tashqarida bajariladigan mustaqil ta'lim.

Auditoriyadan tashqarida bajariladigan mustaqil ta'limda talabalar pedagoglar tomonidan berilgan topshiriqlarni o'qituvchining ishtirokisiz bajaradilar. Pedagog birinchi darsning o'zidayoq talabalarga fan uchun ajratilgan soat, mustaqil ishning turlari, nazoratning usul va shakllari hamda muddati, natijalarni baholash mezonlari, mustaqil ishning ahamiyati va zarurligini tushuntiradi.

Mustaqil ta'lim auditoriyada pedagog rahbarligida olib borilganda, mustaqil faoliyatni olib borish uchun talaba bevosita pedagogdan topshiriqlar va tavsiyalar oladi. Pedagog esa nazorat qiladi va noto'g'ri bajarilgan vazifalarni to'g'rilab, boshqaruvchi funktsiyasini bajaradi. Auditoriyada olib boriladigan turli xil mashg'ulotlarda talaba bevosita pedagogning rahbarligi yoki uning ishtirokida mustaqil ishni bajaradi. Mustaqil ta'limda talaba faqatgina pedagogdan bilim olmay, o'zaro bir-biridan ham o'rganadi.

Auditoriyadan tashqarida bajariladigan mustaqil ishlar quyidagi turlarda amalga oshiriladi:

- ma'ruza, amaliy mashg'ulotlar, seminar va laboratoriyalarga tayyorgarlik;
- o'quv rejadagi fanlarning ma'ruza mashg'ulotlarida o'rganilmaydigan mavzularini mustaqil o'rganish;
- internet tarmoqlari orqali kerakli ma'lumotlarni izlab topish;
- kurs ishlari, kurs loyihalari, bitiruv malakaviy ishlar va magistrlik dissertatsiyalarni tayyorlash;
- axborot-resurs markazi katalogi orqali mustaqil ravishda adabiyotlarni izlash;
- o'quv audioyozuvlarini eshitish, video-materiallarni ko'rish;
- o'rganilayotgan mavzu bo'yicha darslik, o'quv qo'llanmalarini o'rganish;
- nazorat ishlarini bajarish;
- mavzular bo'yicha konspektlar, referatlar va esselar yozish;
- seminar va konferentsiyalarda ma'ruza qilishga tayyorgarlik qilish;
- amaliy mashg'ulotlarda berilgan masala va misollarni yechish;
- o'quv materiallarini tizimli o'rganish maqsadida albom, jadval, sxema, rebus, testlar va krossvordlar tuzish;
- o'rganilayotgan mavzular bo'yicha alohida talaba yoki bir guruh talabalar uchun ko'rgazmali qo'llanmalar tayyorlash;
- mustaqil o'rganilayotgan savollarni konspektlash;
- ma'ruzada olingan bilimlarni mustahkamlash maqsadida testlar yechish;
- ijodiy va ilmiy ishlarni bajarish;

- talabalarning ilmiy jamiyatlar va to‘garaklarda ishtirok etishi;
- tanlovlar va olimpiadalarda qatnashish;
- o‘tgan amaliyot bo‘yicha hisobotlar, talabalar konferentsiyalariga ilmiy ma‘ruzalar tayyorlash;
- hisob-kitob va grafik ishlarni bajarish;
- joriy, oraliq va yakuniy nazoratlarga tayyorgarlik ko‘rish;
- monografiyalarni konspektlash.

Mustaqil ta'lim samaradorligini oshirish uchun avvalambor mustaqil ta'limga ajratilgan soat ulushini ko‘paytirish kerak. Pedagog talabalarni mustaqil ishlarni bajarishga yo‘naltirishi uchun malakasini oshirish lozim, chunki, pedagoglar mustaqil ta'limni samarali tashkil etishi va talabalarni mustaqil ishlarni bajarishga psixologik tayyorlashi kerak.

Ma'lumki, ilg‘or xorijiy davlatlar tajribasida ta'lim kredit soatlar asosida olib boriladi. Talabalarning mustaqil ishi rasmiy ravishda kredit soatlarga kiritilmaydi va nazorat qilinmaydi, chunki texnik jihatdan nazoratni amalga oshirish juda murakkabdir.

1.3-§. Mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish

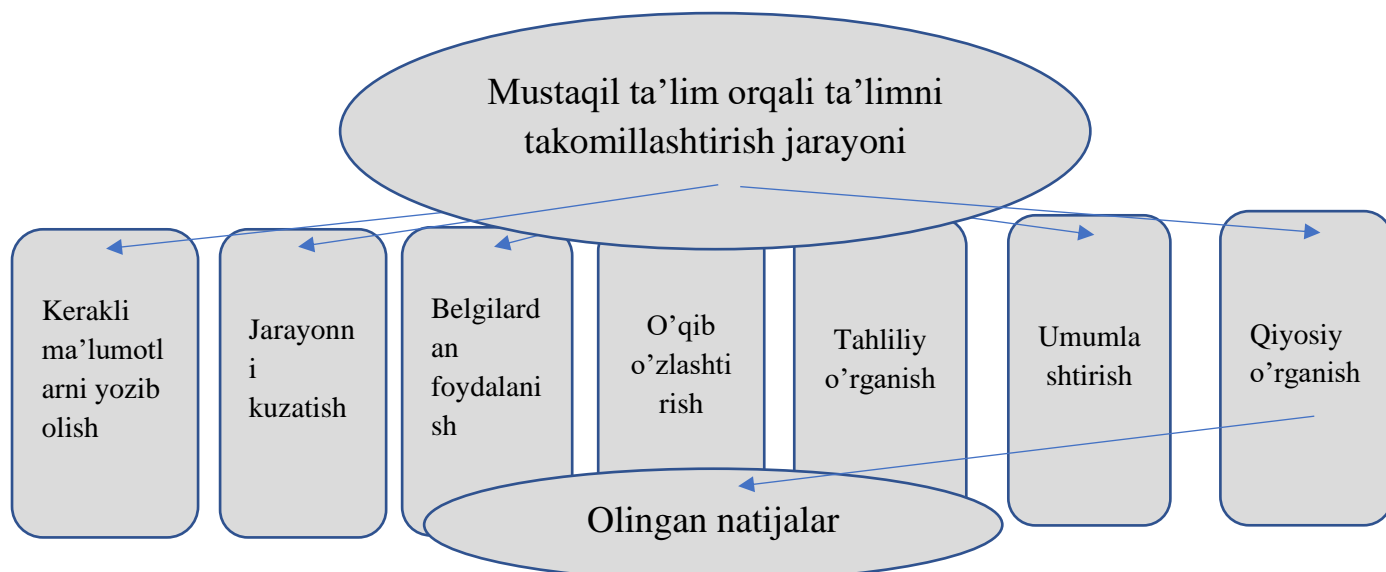
“Talabalarning mustaqil ishlari oliy ta'limda ilm olish jarayonining asosiy va muhim tashkil etuvchisi hisoblanadi. Ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda bunga umumiy ta'lim vaqtining yarmidan ko‘pini ajratiladi. Fan bo‘yicha o‘quv maqsadlariga erishish uchun bu ulkan zahira hisoblanadi. Afsuski, amalda undan to‘la foydalanilmaydi, ba'zan o‘qituvchining e'tiboridan chetda qolib ketadi. Bu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida mustaqil ishni tashkil qilishning juda ko‘p usullari ishlab chiqilgan” [11].

Talabalarning mustaqil ta'limi – talabaning o‘quv predmetiga aylantiradigan bilish faoliyati, kasbiy rivojlanishda o‘z-o‘zini boshqarish mexanizmi shakllanadi, o‘qituvchi tomonidan bilvosita nazorat qilinib, kasbiy bilim va ko‘nikmalarni takomillashtirishga hamda bo‘lajak mutaxassisning kasbiy sifatlarini rivojlantirishga qaratilgan. Ushbu ta'rifda biz uchun quyidagi xususiyatlar muhim ahamiyatga ega:

- talabalarning bilish faoliyati;
- o‘qituvchi tomonidan bilvosita rahbarlik;
- talabalar o‘z-o‘zini boshqarish mexanizmini shakllantirish;
- kasbiy bilim va ko‘nikmalarni takomillashtirish;
- mutaxassisning kasbiy mahoratini rivojlantirish;
- mustaqil fikrlash va qaror qabul qilish kompetentsiyalari shakllantirish.

Talabalar mustaqil ta'limini faollashtirish – talabalar mustaqil ta'limining har bir bo‘g‘inini qamrab oluvchi chora-tadbirlar tizimi: talabalarning ijodiy bilish faoliyati, rahbariyat tomonidan mustaqil ta'limlarni takomillashtirish, mustaqil ta'limlarning faol shakl va usullaridan foydalanish va mutaxassis shaxsining kasbiy sifatlarini takomillashtirishdir. Yuqoridagi fikrlarga tayanib, mustaqil ta'limni

tashkil etish jarayonlarini quyidagi bosqichlarda amalga oshirish mumkin (1.2-rasm).



1.2-rasm. Mustaqil ishni tashkil qilish bosqichlari

Talabalarning mustaqil ta'limini tashkil etish va uni faollashtirish psixologlar, pedagoglar, hamda uslubshunoslar tomonidan pedagogik muammo sifatida muhokama qilinayotgan holatlar ham juda ko'p. Bunday tadqiqotlar ta'lim oluvchilarning o'quv jarayonidagi mustaqil ta'limning didaktik maqsadlarini umumiy ko'rinishda shakllantirishga imkon yaratadi.

Olib borilgan izlanishlar natijasida ishlab chiqilgan o'quv-uslubiy qo'llanmalar va elektron ta'lim resurslari asosida bo'lajak kasb ta'limi o'qituvchilarini tayyorlashda mustaqil ta'limni faollashtirish uchun didaktik ta'minoti boyitiladi. Bunda talabalarning mustaqil ishlash qobiliyatlarini rivojlantirish imkoniyatlari (motivatsiya, yo'naltirish, jalb etish va tajribalarni boyitish) kengaytiriladi.

Talabalarda mustaqil ishlash metodik kompetentlikni shakllantirishning maqsadi kasbiy va shaxsiy rivojlanish jarayonida talabani o'z-o'zini anglash, baholash va boshqarish kabi tarkibiy qismlarni rivojlantirish va turli ta'lim muassasalarida ishlashga tayyorlash sanalsada, umumkasbiy va ixtisoslik fanlari asoslarini o'rganish vazifalari quyidagilardan iborat bo'lishi lozim:

- aniq pedagogik hamda ishlab chiqarish muammoli vaziyatlarda masalani ajratib olish va ularni hal qilish usuli sifatida pedagogik va texnik-texnologik tafakkurni rivojlantirish;
- bo'lajak kasb ta'limi o'qituvchisining pedagogik-shaxsiy faoliyati asosi sifatida pedagogik, umumkasbiy va ixtisoslikka oid bilimlarni o'zlashtirishga nisbatan ijobiy munosabatda bo'lishga erishish;
- bo'lajak kasbiy faoliyat individual metodining asosi sifatida, o'quv-pedagogik va ishlab chiqarish harakatlarining reproduktiv va ijodiy usullarini shakllantirish;

- muhim kasbiy-pedagogik sifatlarini rivojlantirish (hamdardlik, bolalarni sevish va boshqalar), kasbiy va shaxsiy o'z-o'zini rivojlantirish ehtiyojini yuzaga keltirish hisoblanadi.

Ilmiy manbalarda pedagogik kadrlarni tayyorlash va malakasini oshirishning ta'limiy qadriyatlarini guruhida o'z-o'zini takomillashtirishning omillari - o'z-o'zini takomillashtirishga yangicha yondashuv, mustaqil ta'lim olish, mustaqil bilim olish, shaxsiy qobiliyatlarni namoyon eta olish, ijtimoiy-kasbiy mustaqillik, mustaqil bilim olish strategiyasi, rejalashtirish va o'zini boshqarish, o'zini tarbiyalash, o'zini o'zi kasbiy-shaxsiy jihatdan takomillashtirish, mustaqil bilim olish manbalari, shakli, metod, usul va vositalari, ularning turli-tumanligi, ulardan samarali foydalanish va xokazolar hisoblanadi.

Ta'lim jarayonida fan o'qituvchilari mustaqil ta'limni tashkil etishda o'zi uchun vazifalarni belgilab olishi lozim va talabalar quyidagi natijalarga erishishiga e'tibor qaratishi zarur:

- mustaqil ta'lim olish
- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o'zlashtirish ko'nikmalariga ega bo'lish;
 - kerakli ma'lumotlarni izlab topish, qulay usul va vositalarni aniqlash;
 - axborot manbalari va manzillaridan samarali foydalanish;
 - an'anaviy o'quv va ilmiy adabiyotlar, me'yoriy hujjatlar bilan ishlash;
 - elektron o'quv adabiyotlar va ma'lumotlar banki bilan ishlash;
 - internet tarmog'idan maqsadli foydalanish;
 - mobil texnologiyalar asosida mustaqil ta'limni tashkil etish
 - o'z faoliyatini innovatsion yondashuv asosida tashkil qilish ko'nikmasini egallash;
 - umumiy va xususiy kompetentsiyalarni egallashga yo'naltirilganlik.

O'quv jarayonida mustaqil ta'limni tashkil etishda talabalarning nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish mumkin:

- fanning ayrim mavzularini o'quv adabiyotlari yordamida mustaqil o'zlashtirish, o'quv manbalari bilan ishlash;
- (bitiruv) malakaviy ishi uchun materiallar to'plash; amaliyotdagi mavjud muammoning yechimini topish, test, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash;
- ilmiy maqola, tezis va ma'ruza tayyorlash;
- tavsiya qilingan adabiyotlarni o'rganish va tahlil etish;
- fanni o'qitishdagi innovatsiyalar, pedagogik texnologiyalar hamda ilg'or xorijiy tajribalarni o'rganish va boshqalar.

Talabalarida mustaqil ta'limni samarali tashkil etishda:

- tizimli yondashish;
- barcha bosqichlarini muvofiqlashtirish va uzviylashtirish;
- tashkil etish va nazorat qilish mexanizmlarini takomillashtirib borish zarur.

Talabalarining mustaqil ta'lim jarayoni innovatsion yondashuvga ko'ra takomillashtirib borilgan axborot-uslubiy ta'minotga asoslanishi lozim. Talabalarining mustaqil ta'limlash natijasida-me'yoriy hujjatlarni o'rganish va ular

asosida ta'limtarbiya jarayonini tashkil etish, pedagogik jarayonlarning o'zaro bog'liqligini ta'minlash, sifat va samaradorligini oshirishga tizimli yondashuvni joriy etish, talabalarning o'quv faoliyatini takomillashtirish, talabalar uchun zarur va qulay bo'lgan ta'lim muhitini vujudga keltiruvchi axborotlarni to'plash, ta'limtarbiya jarayonini tashkil etishning innovatsion modellarini ishlab chiqish kabi samarali natijalarga erishiladi.

Pedagogik tamoyillarning vazifalari turlicha. V.S Bezrukova funksiyalarni quyidagi pedagogik tamoyillarga taqsimladi:

- birinchidan, ularning batafsil va informatsion maqsadlari bilan odatda ixcham, shaklda ifodalanadi;
- ikkinchidan, pedagogik jarayonni qurish uchun qo'llaniladigan tamoyillar, ya'ni mazmun, metod, vosita, shakl va ular o'rtasidagi munosabatlarni tanlash;
- uchinchidan, printsiplardan ta'lim munosabatlarining samaradorligi mezonlari sifatida foydalaniladi, ularning ishtirokchilari rivojlanishini ta'minlaydi;
- to'rtinchidan, ulardan pedagogik jarayonning o'zini rivojlantirishda qonuniyat sifatida foydalaniladi " [16, 20-bet].

Tamoyillarini tanlashda, quyidagi omillarga tayanamiz:

- ob'ektivlik – har bir tamoyil ob'ektiv mavjud pedagogik voqelik asosida shakllantirilishi lozim;
- yo'naltirish-tamoyilning muayyan sinf pedagogik ziddiyatlarni hal etishga yo'naltirilishi, pedagogik vazifalarni hal etish, pedagogik faoliyatning umumiy strategiyasini shakllantirish;
- tizim - har bir tamoyil pedagogik tizimning barcha tarkibiy qismlariga (uning maqsadlari, mazmuni, vositalari, o'qitish usullari va shakllariga nisbatan ancha aniq talablar qo'yishi kerak);
- aspekt - yangi shakllantirilgan tamoyil yangi yondashuvlarni, o'quv jarayonini takomillashtirishning yangi imkoniyatlarini ochib berishi kerak;
- har bir tamoyilning amalga oshirilishi umuman ta'lim tizimi samaradorligini sezilarli darajada oshirishi lozim.

Umumiy fizika kursini o'rganishda talabalarning mustaqil ta'limlarini faollashtirish modellashtirish tamoyillari sifatida uzviylik, rivojlanish va kasbiy kompetentlikning quyidagi jihatlarini aniqlandi, uzluksizlik tamoyili oliy kasbiy ta'lim tizimining yetakchi tamoyillaridan biridir. Bizning alohida hollar uchun-mustaqil ta'limlashni faollashtirish uchun kontseptual modellar qurish, uzluksiz ta'limning turli bosqichlarida ta'lim muammolarni hal kilish, maqsadlarni belgilash orqali o'qitish usul va shakllarini o'z o'rniga qo'yish orqali amalga oshirish mustaqil ta'limlarni tashkil etishda muhim ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda ilmiy texnik taraqqiyotning innovatsion rivojlanishi, bilimlarning tezlik bilan yangilanishi bo'lajak mutaxassislarning zamonaviy sharoitlarga tez moslashishi hamda o'quv-bilish motivlarini egallashlariga intilishini talab etadi. Bu esa talabalarning mustaqil izlanishga, kasbiy muammolarni mustaqil yechish, unga ijodiy yondoshishga o'rgatish zaruriyatini tug'diradi. Shuning uchun ham, bugungi kunda ijodkor, kreativ fikrlovchi mutaxassislarni tayyorlash jarayoni uzluksiz ta'lim tizimining eng asosiy vazifalaridan bo'lib, bunda kompetentsiyaviy

yondashuv asosida talabalarning ijodiy faoliyatini takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Davlat ta'lim standartlarida oliy ta'lim tizimida professional ta'lim soha yo'nalishi talabalarining kasbiy-pedagogik faoliyatida o'qituvchilik, tarbiyachilik, o'quv-metodik, ishlab chiqarish, ilmiy-tadqiqot vazifalarini amalga oshirilishi ko'zda tutilgan. Talabalarda tayanch, umumkasbiy va maxsus-kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish va kasbiy-pedagogik ijodkorlik faoliyatini rivojlantirishda ta'lim mazmuni, o'quv reja, fan dasturlari, ta'lim shakli, metod, vositalari, elektron axborot ta'lim resurslari hamda boshqa didaktik materiallar, o'quv-metodik qo'llanmalar va darsliklar, laboratoriya jihozlari, ta'lim texnologiyalari va boshqalardan foydalanish asosida aniqlanadi. Natijada yetuk, malakali kadrlarning mustaqil va rejali asosda o'z ustida ishlashi, kasbiy va ijodiy faoliyat kompetensiyalarini izchil rivojlantirib borishini ta'minlashga erishiladi.

Mustaqil ta'lim olishning natijalari sifatida tadqiqotlar tahlili ijodkorlik faoliyatini nazarda tutush mumkin. Ijodiy faoliyat - bu yangi g'oya va yechimlarni pedagogik hamkorlikda amalga oshirish va ommalashtirishga yo'naltirilgan tadqiqot faoliyati bo'lib, tanlab olingan g'oyalarni axborot-kommunikatsion texnologiyalari asosida sifat jihatidan yangi elementlarga, tashkil etuvchi omillarga to'liq pedagogik tizim sifatida qabul qilish va amalda sinab ko'rish va natijalarni taqqoslash, yechimlardagi nomutanosiblik va ziddiyatlarni bartaraf etishga yo'naltirilgan faoliyatdir. Bu berilgan ta'rif yuzasidan ijodiy faoliyat kompetensiyasi – talabalarda erkin-ijodiy muhitning yaratilishi, o'qituvchi va talabalarning birgalikdagi munosabatlari va o'zaro hamkorlikdagi mustaqil harakatiga asoslangan integratsiyalashgan o'qitish jarayonini yo'lga qo'yishdan iborat tushunchasiga ham alohida ta'rifimiz keltirib o'tildi.

Mustaqil ish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining o'zaro aloqasi axborot tarmoqlaridir. Kutubxonalar va ma'lumotlar bazalaridan izlash, keyin esa ularni qayta ishlash, mustaqil ishni muvofiq shaklga keltirish, mavjud muammolarni kasbiy hamjamiyatlarda muhokama qilish va materiallar bilan almashish zarurligi bilan izohlanadi. Auditoriya ishining kamayib, mustaqil tayyorgarlikning ortishi ta'lim maqsadlari o'zgarishlariga bog'liq – bilimlarni passiv qabul qilish o'rniga talaba ularga mustaqil "erishishi" kerak, bu unga kasbda mobil bo'lish, ijodiy faoliyatini rivojlantirish va umri davomida mustaqil ta'lim olish imkonini beradi.

Talabalar mustaqil ishlashi hajmining ortishiga ta'lim muassasalarining texnologik modernizatsiyasi (texnologiyalarni mustaqil o'zlashtirish), kasbiy tayyorgarlikning uzluksizligi, ta'lim muassasalari tarmoqli o'zaro aloqasi va virtual akademik mobillik (fanlarni mustaqil o'rganish), mintaqaviy ta'lim (mehnat bozori talablarini mustaqil aniqlash, ta'lim trayektoriyasini qurish va kasbda o'zini namoyon etish)ga xizmat qiladi. Bu esa talabalarning mustaqil ijodiy faoliyatini: o'z shaxsiy faoliyatini tashkil qilish, kasbiy masalalarni yechish usullarini belgilash, ularning samaradorligi va sifatiga baho berish; tavakkalchilikka baho berish va nostandart vaziyatlarda qaror qabul qilish; kasbiy masalalarni o'z oldiga qo'yish va ularni hal qilish, kasbiy va shaxsiy rivojlanish uchun zarur axborotni izlab topish, tahlil qilish va baho berishni amalga oshirish; kasbiy va shaxsiy rivojlanish

masalalarini mustaqil ravishda belgilash, mustaqil ta'lim bilan shug'ullanish, ongli ravishda malaka oshirishni rejalashtirishni taqozo etadi. Talabalarning mustaqil ishlashi va ijodiy faoliyatini olib borish sifati o'qituvchi tomonidan uning tashkil etish metodikasini ishlab chiqilishi, tayyorlanishi va amalga oshirilishi va talabalar tomonidan uning bajarilishi sifati bilan ta'minlanadi.

Tadqiqot davomida ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida talabanning o'z qobiliyatlari va axborot-tadqiqot faoliyatini amalga oshirish imkoniyatlarini samarali qo'llash maqsadlarida talabanning mustaqil boshqaruvni va o'ziga ongli ravishda ta'sir ko'rsatishni o'z qo'liga olishi talabada quyidagi kompetentsiya va ko'nikmalar shakllanishi zarurati to'g'risida xulosa qilish imkonini berdi:

o'zini-o'zi motivatsiyalash (maqsadlarga erishishga va shaxsiy qobiliyatlarni faollashtirish uchun);

ishlarni mustaqil tashkil etish (ishlarni rejalashtirish, shaxsiy vaqt va makonni tashkil etish, vazifalarni hal qilish texnologiyalari va usullarini tanlash uchun);

o'zini o'zi nazorat qilish (ish borishi va uning oraliq natijalarini monitoring qilish, vaziyatlarga adekvat munosabat bildirish, o'zini chegaralash va bemahsul harakatlardan voz kechish uchun);

o'zini-o'zi baholash (ish natijalarini baholash).

Mustaqil faoliyatni kompetentsiyaviy yondashuvlar asosida tashkil etishda bevosita "kompetentsiya" tushunchasining mazmun mohiyatini, insonning ijtimoiy va kasbiy hayot faoliyatining muhim bilimga asoslangan, intellektual va shaxsiy shartli tajribasi sifatida talqin qilinadi. Bu borada bo'lajak professional ta'lim o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini shakllantirib borish bilan birga ularda mustaqil ijodiy faoliyatlarini olib borishga imkon beruvchi zaruriy kompetensiyalarni ham egallashiga undaydi. Ma'lumki, professional ta'lim pedagogining kasbiy kompetentligi boshqa fan pedagoglaridan farq qiladi. Chunki ixtisoslik fani o'qituvchisi tegishli soha bo'yicha mutaxassis bo'lishi bilan birga talabalarni kasbiy ijodiy faoliyatga o'rgatuvchi pedagog bo'lishi lozim.

Talabalarning axborot-ta'lim muhitida mustaqil ishlashida amaliyotga yo'naltirilgan kontseptsiyasini ishlab chiqish biz tomonimizdan ta'lim maqsadlari va tadqiqot vazifalariga moslashtirilgan Davlat ta'lim standartlari va malaka talablari; mustaqil axborot ta'lim muhitida talabalarni mustaqil ish jarayonini tashkil etish sifatini ta'minlash; jarayonli va tizimli yondashuvlar; axborot ta'lim muhitining doimiy yaxshilab borilishi; ishonchli axborot asosida qarorlar qabul qilish orqali amalga oshiriladi. Talabanning o'zini o'zi boshqarishi uning o'quv jarayonini birgalikda boshqarish va ochiq muhitdagi tarmoqli o'zaro aloqa muammolarini hal qilishga yo'naltirilgan pedagog va talabanning birgalikdagi boshqaruvi "pedagog-talaba" va ularning o'zaro aloqasi rivojlanishini talab qiladi. Pedagogning faoliyati axborot-ta'lim muhitida mustaqil ishni bajarish sifatini inobatga olgan holda tizimli amalga oshiriladi.

Mustaqil ijodiy faoliyat jarayoni axborot-ta'lim muhitida talabalarning mustaqil faoliyat sifatini boshqarish tizimining yordamchi jarayonlari talabalar va o'qituvchilarni unda ishlashga tayyorlashga yo'naltirilgan bo'lib, tizim asosiy jarayonlarining yanada samarali faoliyat ko'rsatishini ta'minlaydi. Tizim asosiy

jarayonlarini amalga oshirish natijasi talabalar mustaqil faoliyat sifatini yaxshilanishida ifodalanadi:

- o'zini o'zi boshqarish jarayoni talabaning ochiq muhitda va faoliyatning har qanday sohasida mustaqil faoliyatga tayyorligi ko'rsatkichi o'sishi bilan yakunlanadi;

- bilvosita pedagogik boshqarish jarayoni – talaba mustaqil faoliyatining sifatini baholash va rejalashtirilgan natijalarga erishilganlikka guvoh bo'lish bilan;

- birgalikda boshqarish jarayoni – talabalarning ta'lim xizmati o'laroq, mustaqil faoliyatini tashkil etilishidan qoniqishlari bilan yakunlanadi.

Pedagog tayyorligining kasbiy xarakteri quyidagilarda aks etadi:

- uslubiy (mustaqil faoliyatni rejalashtirish va uslubiy to'ldirishni ta'minlaydi);
- o'quv-tashkiliy (uning axborot muhitida texnologik tashkil etilishini ta'minlaydi);
- ekspert komponentlarida (natijalar nazoratiga yo'naltirilgan);
- tarmoqli hamkorlik komponentida (birgalikdagi faoliyatni muvofiqlashtirishni ta'minlaydi);
- axborot-texnologik komponent texnik, shu bilan birga, bazaviy xarakterga ega bo'lib, u o'qituvchini o'z kasbiy faoliyatida axborot texnologiyalarini qo'llash bilimlari va ko'nikmalari bilan ta'minlaydi.

Har qanday jarayonning samarali kechishi, faoliyatning muvaffaqiyatli tashkil etilishi unga ta'sir etadigan omillarga bog'liq. Shunga ko'ra tadqiqotni olib borish davrida talabalarning zaruriy kompetentsiyalarni egallashga qaratilgan mustaqil faoliyatini tashkil qilishda pedagoglar tomonidan muammoli topshiriqlar, loyihalar tuzish, kasbiy masalalarni yechish, shuningdek portfolioni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Axborot-ta'lim muhitida mustaqil ta'limni samarali tashkil qilish uchun ta'limning turli vositalaridan foydalanish mumkin. Jumladan, elektron kurslar, elektron ta'lim tizimlari, video ma'ruzalar, veb-seminarlar, elektron testlar va boshqalar. Bu vositalardan tashqari, hozirgi vaqtda zamonaviy va ixcham mobil texnologiyalar ham mavjud.

Metodologik yondashuv turlaridan asosan kompetentsiyaviy yondashuvning oliy ta'lim tizimida bo'lajak professional ta'limi pedagoglarini tayyorlash jarayoni ob'ekti sifatida qaralganligi sababli faoliyatli va kreativ yondashuvlarni o'rganishni taqozo etishi hamda o'zaro bir-birini to'ldirishi ilmiy tadqiq etish yo'lga qo'yilgan. Mustaqil ijodiy faoliyatni rivojlantirishning metodik asoslarida ta'lim mazmuni, shakl, metod va vositalari auditoriya va auditoriyadan tashqari vaqtlarda mustaqil faoliyat ko'rsatish bo'yicha mashg'ulotlarni tashkil etish bosqichlari va jarayonlari negizida tahlil qilindi.

Talabalarning mustaqil ijodiy faoliyatini faoliyatli va kreativ yondashuvlar asosida tashkil etishda: ma'ruza mashg'ulotlarida (masalan, oliy matematika fani bo'yicha) *Muammoli ta'lim* metodidan foydalanib o'tilayotgan mavzuning mazmunidan kelib chiqib, muammoni qo'yish va uning yechimini tahlil qilish asosida bitta yechimga kelish o'zining ijodiy fikriga asoslana olish ya'ni kreativlik kompetentsiyasi; amaliy mashg'ulotda *Loyihalash metodi* (Project Method)dan foydalanib (Fizika o'qitish metodikasi fani bo'yicha) ta'lim jarayonida talabalarning

kasbiy (mustaqil ijodiy) faoliyatga tayyorlashda zamonaviy axborot-kommunikatsion texnologiyalardan foydalanib, pedagogik dasturiy maxsulotlar, ilmiy loyihalar ishlab chiqishga o'rgatish orqali loyihalash kompetentsiyasi; laboratoriyamashg'ulotida "Illyustrativ" metoddan foydalanib, "Hidroleaders" to'garak mashg'ulotida talabalarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda namoyish tajribalaridan foydalanish, o'z-o'zini rivojlantirish hamda texnik jarayonlarni modellashtirish natijasida konstruktsiyalash orqali konstruktsiyalash kompetentligini shakllantirish seminar (Umumiy fizika fani) mashg'ulotida "Sindikata" metodidan foydalanib talabalarda mavzu (masala, muammo)ni ijodiy o'rganish, nazariy bilimlarni umumlashtirish, tizimlash asosida fikrni qisqa va aniq bayon qilish qobiliyatini tarbiyalashga kommunikativ kompetentligi; to'garak mashg'ulotida "Case Study" talabalarni o'z fikri va hatti-harakatlarni anglash hamda mustaqil fikrlash, tahlil qilish, baholash, qaror qabul qilish refleksivlik kompetentsiyasini shakllantiradi; mustaqil ta'lim mashg'ulotidatadqiqotchilik metodi (Fizika o'qitish metodikasi fani) ta'lim jarayonida bo'lajak mutaxassislarini kuzatish, tajriba, o'lchash, taxlil qilish, sintez qilish, modellashtirish, avtomatlashtirishga o'rgatish orqali tadqiqotchilik kompetentsiyalarini shakllantirishga va rivojlantirishga erishildi.

Mustaqil ijodiy faoliyatni kompetentsiyaviy yondashuv asosida takomillashtirish texnologiyalari tadqiqotimizning negizi hisoblanib, bunda innovatsion texnologiyalar ("Sindikata", Project Method, Case Study) ijodiy mashqlar, muammoli videotopshiriqlar asosida mustaqil ijodiy faoliyatni takomillashtirish jarayonini tashkil etish, boshqarish va natijalarni aniqlashga oid ta'lim texnologiyalari shakllantirildi hamda amaliyotda qo'llanildi. Ta'lim amaliyotiga tatbiq etilgan metodika va texnologiyalar asosida talabalarning mustaqil ijodiy faoliyatini takomillashtirish darajalarini aniqlovchi baholash mezonlari sifatida motivatsion-qadriyatli, kognitiv, faoliyatli va kreativ yuqori, o'rta va quyi darajalari ijodiy faoliyat natijalari tahlil qilindi. Natija sifatida kasbiy-pedagogik jarayonlarni boshqarishga tayyor kompetentli, ijodkor mutaxassislar shakllanishi hamda ijtimoiy ehtiyojlarni qondirishga tayyorligi, jamiyatimiz ravnaqida o'z hissalarini qo'shishlari ilmiy asoslanadi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, talabalarni pedagogik mustaqil bilim olishga tayyorlashning asosiy maqsadi - ularda ushbu ta'limda chuqur anglab etilgan qiziqish, talab va mahoratlarini, ko'nikma va qobiliyatlarni pedagogik madaniyatni takomillashtirishga yo'naltirish omili sifatida shakllantirishdan iboratdir.

II BOB. KREDIT-MODUL TIZIMIDA TALABALARNI MUSTAQIL TA'LIMGA TAYYORLASHDA O'QITUVCHINING VAZIFALARI VA AUDITORIYA MASHG'ULOTLARINING ROLI.

2.1-§. Umumiy fizika fanidan talabalarni mustaqil ta'limga zamonaviy imkoniyatlardan foydalanib tayyorlash

Endilikda, oliy ta'lim tizimi ham o'z oldiga faqat mutaxassisligi bo'yicha chuqur ilmga ega bo'lgan kadrlarni yetishtirib berish vazifasinigina qo'yolmas ekan, jamiyat har tomonlama rivojlanib yuksak maqsadlariga erishishi uchun zamonaviy kadrlardan talab qilinadigan qo'shimcha xususiyatlar ham bor ekan, "yetuk kadr" hatto "yetuk mutaxassis" tushunchalari ham o'z mohiyatini biroz o'zgartiradi, yangilaydi. Bu xususiyatlarning eng asosiylari esa zamonaviy mutaxassislar qabul qilingan axborotlarni o'zining rivojlangan tahliliy tafakkuri orqali mustaqil tahlil qilish, saralash va sara axborotlarni ilm-fan rivoji, yurt ravnaqi, xalq farovonligi uchun ishlata bilishidir. Bu maqsadga erishishning to'g'ridan to'g'ri va asosiy yo'llaridan biri esa ta'lim tizimidagi, ayniqsa oliy ta'lim tizimidagi har bir bo'g'inning mustaqil ta'limning ahamiyatini chuqur his qilishi va mustaqil ta'limni to'g'ri tashkil qilinishi uchun yuqori ma'suliyat bilan yondashishidir. Deyarli har bir sohada ko'plab o'quv va ilmiy adabiyotlar o'zbek yoki boshqa tillarda anchagina bo'lishi bilan birgalikda har bir sohada ma'lumotlar yanada ko'payib borayotgan hamda har bir talabada internet tizimidan foydalanish imkoni bo'lgan bir davrda mustaqil ta'lim butun boshli ta'lim jarayoning eng muhim qismiga aylanishi kerak.

Mustaqil ishlarning bajarilishi O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2010 yil 26 avgustda 1981-1-son bilan davlat ro'yxatidan o'tkazilgan O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2010 yil 25 avgustdagi 333-sonli buyrug'i bilan amalga kiritilgan "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risida Nizom" va O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2013 yil 13 dekabrda 470-sonli "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risidagi nizomga kiritilayotgan o'zgartirish va qo'shimchalar kiritish haqida"gi buyrug'iga asosan joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va ularga ajratilgan tegishli ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

Hozirda oliy ta'limda mustaqil ta'lim samaradorligiga erishish uchun birinchi navbatda:

- **Auditoriyadagi dars mashg'ulotlarida talabalarni ko'proq mustaqil fikrlashga majbur qiluvchi metodlar orqali ta'lim jarayonini tashkil qilish.** Fizik qonuniyatni talabaga doimo axborot ko'rinishida yetkazish shart emas, avval talabalarga savol ko'rinishida taqdim qilinsa, talabada mustaqil va kreativ fikrlash rivojlanadi. Masalan, kogerent yorug'lik dastalarining qo'shilishi natijasida vujudga keluvchi, fazoda kuchaygan va susaygan intensivliklarning muntazam almashinishi haqida o'qituvchi axborot berishi va talabalar mustaqil ravishda bu hodisaning qonuniyatini topishga kirishishi hamda ularning fikrlari eshitilgach o'qituvchi yakunlovchi bilimlarni yetkazishi ayni muddao. Ozigina ortiqcha vaqt sarflanish

hisobiga talabalar bu qonuniyatning mohiyatiga yetib borishadi va ular bu qonuniyatni fizikaning boshqa bo'limlarida ham qo'llash mumkinligini his qilishadi. Eng asosiysi "mustaqil fizikaviy fikrlashi" borgan sari rivojlanadi.

● **Auditoriyadagi dars mashg'ulotlarida talabalar o'zaro bahs yuritishiga imkon yaratish.** Mavzu yuzasidan muammoli savollar bilan auditoriyaga yuzlanib turish kerak. Masalan, yorug'lik ikki muhit chegarasida nima uchun sinadi? Yoki, aytaylik, qizil rangli shishaga yorug'lik tushyapdi. U qizil rangni qaytargani uchun qizil rangda ko'rinar ekan. Unda nima uchun yorug'lik manbaasining teskari tomonidan ham shu shisha qizil rangda ko'rinadi? Shu kabi savollar berib, talabalarni o'zaro bahslashishiga, erkin fikrlashiga ma'lum muddat ajratish kerak.

● **Mustaqil ta'limda o'zlashtirish kerak bo'lgan axborot hajmi va o'zlashtirilishi uchun berilgan muddat proporsionalligi qayta ko'rib chiqilishi kerak.**

● Kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, oliy ta'limda mustaqil ta'limga hali hamon auditoriya darslariga nisbatan e'tibor kam. **Talabalarning oraliq va yakuniy nazorat biletlarida mustaqil ta'lim mavzularidan ham yetarli savollar kiritilishi shart.**

● **Pedagoglarni bu sohada malakasini oshirish kerak.** O'qituvchi motivatsiya berishi kerak, qanday o'zlashtirishni o'rgatishi kerak, qisqasi talabaga mustaqil ta'lim olishida yordam bera olishi kerak.

Umuman olganda, o'quv faoliyatida unumdorlikka erishish uchun o'quv jarayonida barcha zamonaviy texnologiyalardan unumli foydalanish zarur.

Ta'lim texnologiyasi:

- o'quv mashg'ulotlarini aniq va samarali tashkil etishga ko'maklashuvchi usul va vositalar yig'indisi (pedagogik texnika);
- ta'lim jarayonida texnik vositalarni qo'llash, ularning imkoniyatlarini takomillashtirish, axborot sig'imini kengaytirish, axborotlarni uzatish xizmatini sifatli tashkil etish, tahsil oluvchi faoliyatini individuallashtirish;
- dasturiy ta'lim, ya'ni ta'lim maqsadlarining aniqlanishi, ta'lim jarayonini umumiy loyihalash, tahsil oluvchilar tomonidan nazariy bilimlarning o'zlashtirilishi ehtimolini oldindan tashhishlash, ta'lim jarayonining samaradorligini aniqlashdan iborat.

Ma'ruza o'qish, ma'ruzachining ijodiy tavsifdagi o'quv materialini muntazam, monolog tarzidagi bayoni; ta'lim usul va shaklining tarkibiy qismi hisoblanadi. Ma'ruza usuli texnologiyasi o'quvchilarga rejani habar qilish, konspektlashtirishning o'ziga xosligini ko'rsatish, takrorlash, ritorik savollar, tasviriy materiallarni ko'rsatish, savollarga javoblar, rezyume va adabiyotning qisqacha tahlilini o'z ichiga oladi. Ta'limning tashkiliy shakllaridan biri va ta'lim usullaridan biri sifatida o'quv rejasidagi ko'pchilik fanlar bo'yicha kurslar shakllanadigan asos sifatida oliy maktab uchun an'anaga aylanagan.

Ma'ruza – yetarli darajada akademik tayyorgarlikka ega bo'lgan shaxslarni o'qitishda foydalaniladigan mustaqil ishlarning bir turi. Analitik janr sifatida ma'ruza taklif etilayotgan mavzuni chuqur tushuntirishni, turli manbalardan

foydalana bilishni, shuningdek, materialni tahlil qila olishni talab etadi; ma'ruza tayyorlash tadqiqiy faoliyat uquvi va malakani shakllantiradi.

Amaliyot – olingan nazariy bilimlarni amalda turli misol va masalalar yordamida mustaxkamlash.

Seminar – o'quvchilarni mustaqil ta'lim olish va ijodiy mehnatga tayyorlash uchun mo'ljallangan, o'quvchilarning bilimlarini chuqurlashtirish, kengaytirish va muntazamlashtirishga qaratilgan masalalarni mustaqil oldindan ishlab chiqishlari va muhokama qilishlarini, idroklash o'quvini ishlab chiqish va ijodiy faoliyat tajribasini shakllantirishni ko'zda tutuvchi ta'limni tashkil etish shakli.

Mustaqil ta'lim olish jarayonida talabalarning tashkilotchilik qobiliyatlari rivojlanishi ta'lim samaradorligining asosiy shartlaridan biri sifatida qaralib, O'zbekiston Respublikasi "Ta'lim to'g'risida"gi Qonunining 2020-yil 23-sentyabrdagi yangi tahririda "Mustaqil ta'lim olish yakka tartibda amalga oshiriladi hamda ta'lim oluvchilarni kasbiy, intellektual, ma'naviy va madaniy rivojlantirishga xizmat qiladi" deb belgilab qo'yildi [1]. Chunki kredit-modul tizimida birgina auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limga butun boshli ta'limning 60 foizidan ko'prog'i ajratilgan [2]. Ha, albatta, deyarli barcha sohada ko'plab o'quv va ilmiy adabiyotlarning mavjudligi va zamonaviy imkoniyatlar tufayli bu adabiyotlarning talabalarga ortiqcha qiyinchiliksiz yetib kelishi, bu ko'rinishdagi ta'limga ko'proq vaqt ajratishga arziydi [3,4]. Biroq, tadqiqotimiz va o'tkazilgan tajriba-sinov ishlari davomida shuni tushunib yetdikki, auditoriyadagi ta'lim bilan auditoriyadan tashqaridagi ta'limning ajratib qo'yilishi, auditoriyadan tashqaridagi ta'limga e'tiborning kamayishiga hamda o'z-o'zidan mustaqil ta'limni ta'lim samaradorligiga ta'sirining minimallashtiruviga olib keladi va kelyapdi.

Oliy ta'lim dasturlari bo'yicha, matematika-fizika fanlari tarkibidagi yigirmadan ortiq fanlardan 2019-2021-yillarda tuzilgan hamda universitetlar "test markazi"ga topshirilgan talabalarning yakuniy nazorat test savollarini tahlil qilib chiqdik va savollarning 85 foizidan ortig'i auditoriyada o'tishga mo'ljallangan mavzular asosida tuzilgani ko'rinib qoldi, ba'zi fanlarda bu ko'rsatkich 100 foiz! Ma'lum bir guruhlarda bevosita o'tkazilgan anketa so'rovlari va qisqa nazoratlar orqali talabalar mustaqil ta'limga ajratilgan mavzularni o'zlashtirish ko'rsatkichi juda pastligi aniqlandi.

Xulosa shuki, auditoriyadagi va auditoriyadan tashqaridagi ta'limni ajratib qo'yish orqali talabalarni mustaqil ta'lim olishga bo'lgan qiziqishini kamaytirib qo'yamiz. Demak, kredit-modul tizimida auditoriyadagi ta'limning asosiy maqsadlaridan biri talabalarni auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limga tayyorlash bo'lsagina, mustaqil ta'lim - ta'lim samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omil bo'ladi. Buning uchun mustaqil ta'limga yangicha falsafiy talqinda qarashga va uni quyidagicha tarkibiy qismlarga ajratishga jazm etdik:

1. Auditoriya mashg'ulotlarida talabalarni faol mustaqil fikrlashga undovchi har qanday axborot, ma'lumot, savol yoki muammoli vaziyat - bu mustaqil ta'limning tarkibiy qismi va auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limga tayyorlashning birinchi bosqichi. Bu bosqichda talabada mazkur fan yuzasidan mustaqil fikrlashga va fikr bildirishga jur'at paydo bo'ladi.

2. Auditoriyada talabalarga beriladigan, qisqa fursatda bajarishga mo'ljallangan mustaqil vazifalar - mustaqil ta'limning tarkibiy qismi sifatida auditoriyadan tashqaridagi ta'limga tayyorlashning ikkinchi bosqichi. Bu bosqichda talaba mazkur fanning eng kichik muammolarini mustaqil yechishni o'rganadi.

3. Uzoq bo'lmagan muddatda o'zlashtirishga mo'ljallangan, talabalarga uyga vazifa shaklida beriladigan mustaqil ishlar – mustaqil ta'limning tarkibiy qismi hamda auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limga tayyorlashning uchinchi - oxirgi bosqichi.

4. Kredit-modul tizimida butun boshli ta'limning 60 foizidan ko'prog'i ajratilgan auditoriyadan tashqaridagi “tom ma'nodagi” mustaqil ta'lim – mustaqil ta'limning so'ngi va asosiy tarkibiy qismi, albatta.

Biz avvalo, mustaqil ta'limning birinchi uchta tarkibiy qismlarini rivojlantirsakkina, auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limda yutuqlarga erishishimiz va bu ta'lim samaradorligiga ijobiy ta'sir qilishi, olib borilgan tadqiqotimizda o'z isbotini topdi. Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, Navoiy davlat pedagogika instituti, Qarshi davlat pedagogika institutlaridan jami 841 nafar fizika yo'nalishi talabalari oldingi semestrlardagi o'zlashtirish ko'rsatkichlariga qarab, bilim saviyalari o'rtacha teng holatda ikki guruhga bo'lib tajriba-sinov ishlari olib borildi. Uslubiy ko'rsatmalarimiz va biz taklif etgan model bo'yicha darslar va mustaqil ta'lim tashkil etilgan nazorat guruhlarida tajriba guruhlariga nisbatan umumiy o'zlashtirish 9 foizga yuqori bo'ldi (jadvalga qarang):

Talabalarining tajriba-sinov yakunidagi natijalari jadvali.

Ta'lim muassasalari	Guruhlar	O'quvchilar soni	Baholar			
			“2”	“3”	“4”	“5”
Buxoro muhandislik-texnologiya instituti	Tajriba	152	14	21	89	28
	Nazorat	147	20	39	72	16
Navoiy davlat pedagogika instituti	Tajriba	145	12	21	90	22
	Nazorat	140	22	36	68	14
Qarshi davlat pedagogika instituti	Tajriba	125	10	19	75	21
	Nazorat	132	24	28	67	13
Jami	Tajriba	422	36	61	254	71
	Nazorat	419	66	103	207	43

Bu ijobiy ko'rsatkich talabalarda va pedagoglarda tajriba shakllanishi hisobiga yildan-yilga oshib borishi hamda talabalarda mustaqil ta'lim olish ko'nikmasining shakllanishi ularga butun mehnat faoliyatida ko'mak berishini

inobatga olsak, biz taklif qilgan uslubiy ko'rsatmalar yanada qimmatliroq bo'ladi deb hisoblash mumkin.

Shuningdek, amaliy ahamiyati kamroq bo'lgan mavzular emas, balki talabalarga mustaqil o'zlashtirish nisbatan qulayroq bo'lgan va iloji boricha umumiy mohiyatining ma'lum bir qismi auditoriyadagi mashg'ulotlarda ochib berilgan mavzular auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'lim uchun ajratilishi hamda yakuniy nazoratda, auditoriya va auditoriyadan tashqaridagi ta'lim mavzulari hajmiga proporsional ravishda savollar kiritilishi butunlay maqsadga muvofiq deb hisoblaymiz.

2.2-§. Umumiy fizika fanidan ma'ruza darslarini talabalarni mustaqil fikrlashga undovchi innovatsion texnologiyalardan foydalanib tashkil etish

Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyalarda akadem guruhlar oqimi uchun o'tiladi.

Umumiy fizika kursi bo'yicha o'tiladigan darslarda mustaqil faoliyatni amalga oshirishni metodik jihatdan quyidagicha tuzish mumkin. Mavzuni o'rganish bo'yicha mustaqil faoliyatni amalga oshirishlari uchun talabalarga dastur asosida ajratilgan mustaqil ishlar ro'yxati - mavzular beriladi va har bir talaba ko'rsatmalar va metodik tavsiyalar asosida mustaqil ishni bajarishlari kerak.

O'qituvchi esa, birinchi navbatda mustaqil ta'limni biz taklif qilgan tarkibiy qismlarda tushunib auditoriya mashg'ulotlarini tashkil qilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi. Demak, birinchidan, ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarda yangi mavzu bayonidan bevosita avval, o'tilayotgan yangi mavzu bo'yicha talabalarga savol berib ko'riladi. Bu talabalarni yangi o'tiladigan mavzuga oldindan ma'lum darajada tayyorlanib kelishga o'rgatib boradi. Natijada professor-o'qituvchilarda yuqoriroq saviyada mashg'ulot olib borishga imkoniyat paydo bo'ladi. Qolaversa, talabalarni o'zlashtirishi oson bo'lishidan, odatda ma'lum miqdorda vaqt ham tejab qolinadi. Bu tejalgan vaqt hisobiga o'qituvchi yangi o'tilgan mavzuga doir hamda muammoli vaziyat hosil qiladigan savollar berib, talabalarni mantiqiy fikrlashi va ijodiy qobiliyatini rivojlantirish asosida yangi mavzuni qiziqarli tarzda mustahkamlanishiga erishishi mumkin bo'ldi.

Ikkinchidan, ayniqsa amaliy mashg'ulotlarda talabalarga tez-tez mustaqil ish berib turish maqsadga muvofiq. Masalan, "navatdagi masala" mustaqil yechish uchun va uni hech kim doskada yechmaydi! Talabalar mustaqil yechadilar va oxirida eng mukammal yechish usuli doskada beriladi.

Uchinchidan, talabalar o'tilgan mavzuga aloqador, qiziqarli va ahamiyatli mavzularda mustaqil ravishda qo'shimcha o'qishga o'rgatib borilishi kerak. Shundagina talaba o'qitishning kredit-modul tizimidan yuqori darajada foydalana oladi va faoliyatida yaxshi natijalarga erishadi. O'qituvchi tushunishi kerakki, endilikda asosiy vazifa mavzu bo'yicha kerakli ma'lumotlarni to'plab, qulay usulda talabaga yetkazib berish emas. Chunki bu metod faqat auditoriyada o'tilgan mavzuni yaxshi o'zlashtirishga xizmat qiladi xolos. Zamonaviy imkoniyatlar tufayli biz joriy qilayotgan kredit-modul tizimida 60-70 foiz mashg'ulotlar auditoriyadan tashqaridagi mustaqil ta'limga qaratilgan. Bundan talabalarni unumli foydalanishini

tashkil qilish o'qituvchining asosiy vazifasi bo'lishi kerak. Na'muna sifatida fizika fanidan ma'ruza mashg'ulotlaridan birini ko'rib chiqamiz.

Mavzu: Tokli o'tkazgichning magnit maydonida ko'chirilishida bajarilgan ish. Bio-Savar-Laplas qonuni. Cheksiz to'g'ri parallel tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri. Cheksiz to'g'ri tokli o'tkazgich, aylana shaklidagi tokli o'tkazgich markazidagi va cheksiz uzun solenoidning magnit maydon induksiyalari.

Darsning maqsadlari.

Ta'limiy maqsad:

- Tokli o'tkazgichning magnit maydonida ko'chirilishida bajarilgan ish haqida bilish.
- Bio-Savar-Laplas qonunini o'rganish.
- Cheksiz to'g'ri tokli o'tkazgichni o'rganish.
- Aylana shaklidagi tokli o'tkazgich markazidagi magnit maydon induksiyasini o'rganish.
- cheksiz uzun solenoidning magnit maydon induksiyasini o'rganish.

Tarbiyaviy maqsad:

1. Milliy va umuminsoniy qadriyatlarni tarkib toptirish.
2. Mavzu orqali o'quvchilarning texnikaga bo'lgan qiziqishlarini oshirish.

Rivojlantiruvchi maqsad:

O'z-o'zini anglash salohiyatini shakllantirish.

Fanlararo bog'liqligi: matematika, tarix, biologiya, rus tili, ingliz tili, chizmachilik.

Ta'lim metodlari: sharhli ma'ruza, suhbat, interfaol usullar.

Ta'lim vositalari: slaydlar, ko'rgazmalar.

Dars tipi: yangi bilim beruvchi.

Dars shakli: yo'naltiruvchi savollardan foydalanish, binar, og'zaki so'rov, AKT dan foydalangan holda mustaqil ish, namoyish qilish.

Dars materiallari va jihozlari: temir kukunlarining magnit maydonida joylashuviga oid tajribaga kerakli asbob va jihozlar. fizika darsligi, multimediya darslik, masalalar yechish to'plami, kompyuter, CD disk, plakat, 3-5V li tok manbai, shtativ, taqasimon magnit, doimiy magnit, magnit strelka.

Asosiy tushuncha va atamalar: mexanik ish, tokli o'tkazgich, maydon, magnit maydon, induksiya vektori, to'g'ri o'tkazgich, aylanma tok, solenoid, toroid va boshqalar.

Darsning blok-chizmasi

№	Dars bosqichlari	Vaqt
1	Tashkiliy qism.	5 minut
2	Uyga vazifani so'rash va yangi mavzuga zamin tayyorlash.	15 minut
3	Yangi mavzuning bayoni; multimediya darslik bilan ishlash	35 minut
4	Yangi mavzu ustida ishlash, uni mustahkamlash.	25 minut
5	Uyga vazifa berish va darsni yakunlash.	5 minut

Darsning borishi

Tashkiliy qism. Talabalar bilan salomlashish, davomat olish va hemis platformasida rasmiylashtirish.

Uyga vazifani so‘rash va yangi mavzuga zamin tayyorlash. O‘tgan dars bo‘yicha berilgan vazifalar so‘raladi; masalalarning yechilganligi tekshiriladi, o‘quvchilar baholanadi. Quyidagi savollar orqali yangi mavzuga zamin tayyorlanadi (savol-javob guruhlar o‘rtasida musoabaqa sifatida uyushtiriladi):

- Ko‘chishga ta‘rif bering, ko‘chishni qaysi harf bilan belgilaymiz, birligi nima?
- Mexanik ish deganda nimani tushunamiz, mexanik ish bo‘lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
- Jismga kuch ta‘sir etgan holdayam ish bajarilmay qolishi mumkinmi?
- Ishni nima bajaradi?
- Ish nima hisobidan bajariladi?
- Og‘irlik kuchining bajargan ishi nimaga teng?
- Og‘irlik kuchi qanday maydonda ish bajaradi?
- Yopiq trayektoriya bo‘ylab bajarilgan ish nimaga teng?
- Elektr tokiga ta‘rif bering.
- O‘tkazgich nima?
- Magnit maydoniga ta‘rif bering, magnit maydon qayerda hosil bo‘ladi?
- Magnit maydon induksiyasi deb nimaga aytiladi, formulasini yozing.
- Bir jisli magnit maydon deb nimaga aytiladi?
- Bir jinsli magnit maydon qayerda hosil bo‘ladi?
- Maydonning bir jinsli ekanligini qanday xususiyatlaridan bilish mumkin?
- Amper kuchi deb nimaga aytiladi?
- Amper kuchi qayerda hosil bo‘ladi va nimaga ta‘sir etadi?
- Amper kuchining formulasini yozing, kattaliklari va birliklarini aytib bering.
- Magnit oqimi deganda qanday kattalikni tushunamiz, formulasini yozing.
- Amper qonunini aytib bering, formulasini yozing.

Savol-javoblarning nazorati o‘qituvchi tomonidan boshqarilib, javoblar to‘ldirib boriladi va o‘quvchilar baholanadi.

Yangi mavzuning bayoni.

Tokli o‘tkazgichning magnit maydonida ko‘chirilishida bajarilgan ish.

Yangi mavzuga zamin tayyorlash maqsadida o‘tkazilgan savol-javob orqali quyidagi bilimlar takrorlab olinadi:

- Agar jismga biror kuch ta‘sir etsa va kuch ta‘sirida jism ma‘lum masofaga ko‘chsa, jism ustida ish bajariladi. Ishni kuch bajaradi, io‘ energiya hisobidan bajariladi. Ishning qanday xarakterga egaligi qaysi kuch tomonidan va qanday turdagi energiya sarflanganiga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, og‘irlik kuchining bajargan ishi jism potensial energiyasining farqiga musbat yoki manfiy ishora bilan olingan qiymatiga teng, og‘irlik kuchi yer shari joylashgan gravitatsion maydonda jismni bir nuqtadan boshqasiga ko‘chirishda bajarilgan ishni ifodalaydi. Yopiq trayektoriya bo‘ylab bajarilgan ish nolga teng, chunki jism ko‘chmasa, ish bajarilmaydi.
- Zaryadlangan zarralarning tartibli yo‘nalgan harakatiga elektr toki deyiladi. Elektr toki bo‘lishi uchun elektr manbai va o‘tkazgich bo‘lishi shart.

- Bizning sezgi organlarimizga bog‘liq bo‘lmagan holda doimiy magnit yoki tokli o‘tkazgich atrofida mavjud bo‘ladigan maydon magnit maydon deyiladi, magnit maydon materiyaning bir turi bo‘lib, uning mavjudligi maydon ta‘siriga kiritilgan tokli ramka yoki zaryadlangan zarraga bo‘lgan ta‘siridan bilinadi.

- 1820 yilda Amper magnit maydonidagi tokli o‘tkazgichga ta‘sir kuchini aniqlovchi qonun asos soldi, qonun:

Induksiyasi V bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida joylashtirilgan tokli o‘tkazgichga, o‘tkazgich bo‘lagining uzunligiga, undan o‘tayotgan tok kuchiga va magnit maydon induksiyasiga proporsional kuch ta‘sir etadi.

$$F = BI\Delta l \sin \alpha \quad (1)$$

Bu yerda α - o‘tkazgichdagi tok I va \vec{B} vektorlar yo‘nalishlari orasidagi burchak.

-Mana shunday magnit maydoniga tokli o‘tkazgich kiritilgan bo‘lsa, unga magnit maydoni tomonidan kuch ta‘sir etadi va bu kuchga Amper kuchi deyiladi. Amper kuchining son qiymati magnit maydonni induksiya vektoriga, o‘tkazgich uzunligi va undan oqayotgan tok kattaligiga bog‘liq.

$$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

Bunda F_A – Amper kuchi, N

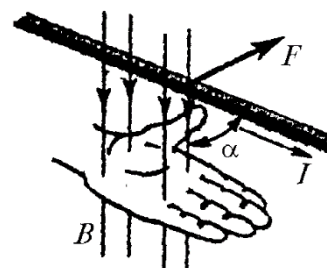
I – tok, A

l – o‘tkazgich uzunligi, m

α – tok yo‘nalishi va induksiya orasidagi burchak.

Amper kuchining yo‘nalishi chap qo‘l qoidasi bilan aniqlanadi, chap qo‘l qoidasini eslaymiz (o‘quvchilardan so‘raladi):

Ochilgan chap qo‘limizni kaftiga magnit maydon kuch chiziqlari (induksiya vektori) tik kiruvchi, o‘tkazgichdan oqayotgan tok birlashtirib ochilgan to‘rttala barmoq yo‘nalishida bo‘lganda, barmoqlarga perpendikulyar qilib ochilgan bosh barmoq Amper kuchi yo‘nalishini ko‘rsatadi (1-rasm).



Magnit maydondagi tokli o‘tkazgichga amper qonuni bilan aniqlanuvchi kuch ta‘sir qiladi.

Bu kuchning ishini hisoblash uchun 2-rasmdagidek zanjir tuzamiz va Amper kuchi ta‘sirida qo‘zg‘alishi mumkin bo‘lishi uchun bir tomonini mahkamlamay, ilgakcha orqali ulaymiz. Rasmdagi shtrixlangan yuza ga teng bo‘lib, uni perpendikulyar ravishda yo‘nalgan magnit induksiya chiziqlari kesib o‘tmoqda, rasmda ko‘rinishda berilgan, ya‘ni \vec{B} yo‘nalishi rasm tekisligida bizga qarab yo‘nalgan.

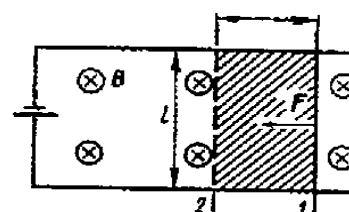
Agar o‘tkazgichni ushbu bir jinsli magnit maydonda joylashtirsak, o‘tkazgich harakatlana boshlaydi. $\alpha = \frac{\pi}{2}$ da $\sin \alpha = 1$

va Amper kuchi

$$F_A = I \cdot B \cdot l \quad (3)$$

ga teng bo‘ladi.

2-rasm.



O'tkazgich F kuch ta'sirida 1-holatdan 2-holatga Δx masofaga ko'chsa, bajariladigan mexanik ish quyidagilarga teng bo'ladi:

$$A = F \cdot \Delta x = B \cdot I \cdot l \cdot \Delta x \quad (4)$$

O'tkazgich harakatlanganda qamrab oladigan yuza

$$\Delta S = l \cdot \Delta x \quad (5)$$

ga teng.

(2) ni (3) ga keltirib qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

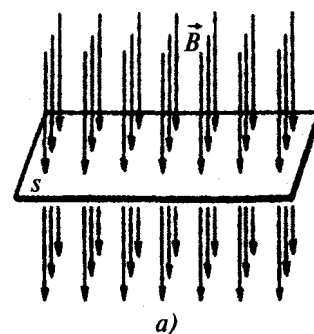
$$A = I \cdot B \cdot \Delta S = I \cdot \Delta \Phi \quad (6)$$

Bunda $\Delta \Phi$ - magnet oqimi, birligi Vb.

Demak, tokli o'tkazgichni magnet maydonda ko'chirishda Amper kuchlarining bajargan ishi, tok kuchining o'tkazgich harakatlanganda qamrab oladigan sirt orqali magnet oqimi ko'paytmasiga teng. Ta'rif:

ΔS sirt orqali magnet maydon induksiya vektorining oqimi (magnet oqimi) deb B_n ning (magnet induksiya vektorining sirt normaliga proyeksiyasining) sirt yuzasiga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalik aytiladi:

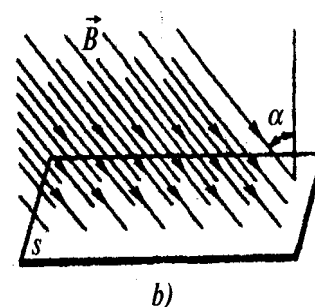
$$\Delta \Phi = B_n \cdot \Delta S \quad (7)$$



Agar magnet maydon induksiya chiziqlari sirtga burchak ostida tushsa, formula quyidagi ko'rinishni oladi (3-rasm b):

$$\Delta \Phi = B_n \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

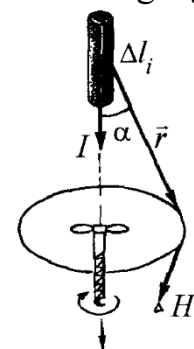
$\Delta \Phi$ o'tkazgich harakatlanganda kesib o'tadigan magnet induksiya chiziqlari sonini xarakterlovchi kattalik, shu sababli chiziqli o'tkazgich bir necha marta ko'chganda ishni hisoblash uchun o'tkazgich kesib o'tadigan magnet kuch chiziqlarining yig'indisi 3-rasm b.



olinadi. Bio-Savar-Laplas qonuni. Fransuz fiziklari J.Bio va F.Savarlar turli shakldagi o'zgarimas tokning magnet maydonlarini o'rgangan bo'lsalar, ularning vatandoshlari R.Laplas tajribalarni umumlashtirdi. Uchala olimning nomi bilan fan tarixida saqlanib qolgan bu qonunda I tok oqayotgan bu o'tkazgich Δl elementning biror A nuqtada hosil qiladigan magnet induksiyasi vektori aniqlanadi (4-rasm).

$$\Delta B = \frac{\mu_0 \mu I \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha}{4\pi r^2} \quad (9)$$

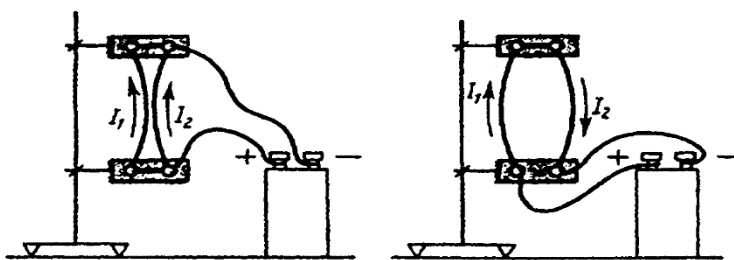
Bu yerda \vec{r} - o'tkazgichning Δl elementidan A nuqtagacha bo'lgan radius-vektor, r - uning moduli, α - tok yo'nalishi va \vec{r} orasidagi burchak bo'lib, (9) formula Bio-Savar-Laplas qonunini formulasini ifodalaydi. ning yo'nalishi o'ng parma qoidasi bilan aniqlanadi:



4-rasm

Agar parmaning ilgarilanma harakati tokning yo‘nalishi bilan mos kelsa, parma dastasining aylanma harakati magnit induksiya vektorining yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Cheksiz to‘g‘ri parallel tokli o‘tkazgichlarning o‘zaro ta’siri. Amper qonunini ikkita tokning o‘zaro ta’sir kuchini aniqlashda ham qo‘llash mumkin. Bir jinsli, izotrop, magnit



singdiruvchanligi μ bo‘lgan muhitda bir-biridan masofada ikkita parallel to‘g‘ri o‘tkazgichlardan bir xil yo‘nalishlarda I_1 va I_2 tok oqayotgan bo‘lsin (5-rasm). I_1 tok oqayotgan birinchi o‘tkazgich o‘z atrofida magnit maydoni hosil qiladi va bu magnit maydoni I_2 tok oqayotgan ikkinchi o‘tkazgichga ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni toklarning o‘zaro ta’siriga sabab, toklarning har biri o‘z atrofidagi fazoda magnit maydon hosil qiladi va bu maydon ikkinchi tokli o‘tkazgichga ta’sir ko‘rsatadi (5-rasm).

Parallel toklarning o‘zaro ta’sir kuchi o‘tkazgichlardan o‘tayotgan toklarning kuchlariga, o‘tkazgichning uzunligiga to‘g‘ri proporsional va ular 5-rasm orasidagi masofaga teskari proporsional, ya’ni:

$$F = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r_0} l. \quad (10)$$

Bu yerda μ - muhitning nisbiy magnit singdiruvchpnligi, - birliklar sistemasini tanlanishiga bog‘liq bo‘lgan magnit doimiysi bo‘lib, uning qiymati quyidagiga teng:

Parallel toklarning o‘zaro ta’sir kuchi ifodasi (10) asosida tok kuchining XB sistemasigi birligi amper (A) quyidagicha ta’riflanadi:

Ta’rif: 1 Amper (A) deb, vakuumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan bir metri uzunligiga $2 \cdot 10^{-7} N$ o‘zaro ta’sir kuchi hosil qiladigan o‘zgarmas tok kuchiga aytiladi.

Masala: 1. Ikki parallel cheksiz uzun to‘g‘ri o‘tkazgich vakuum $\mu = 1$ da $r_0 = 40 \text{ cm}$ masofada joylashgan. Agar ularning biridan $I_1 = 12 \text{ A}$ va ikkinchisidan $I_2 = 18 \text{ A}$ tok o‘tayotgan bo‘lsa, simlarning uzunlik birligiga ta’sir qiluvchi kuch F/l topilsin.

Berilgan:

$$I_1 = 12 \text{ A},$$

$$I_2 = 18 \text{ A},$$

$$r_0 = 40 \text{ sm},$$

$$\mu = 1,$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2.$$

Yechilishi. Parallel toklarning o‘zaro ta’sir kuchi - Amper kuchi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$F = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r_0} l. \text{ Bunda } I_1, I_2 \text{ o‘tkazgichlardan o‘tayotgan}$$

toklarning kuchi, l - o‘tkazgichlarning uzunligi,

r_0 - ular orasidagi masofa, μ - muhitning magnit

singdiruvchanligi va μ_0 - magnit doimiysi. Yuqori

Topish kerak:
 F/l ?

dagi formuladan izlanayotgan F/l kattalikni topib, uning qiymatini hisoblaymiz:

$$F/l = \mu_0 \mu \frac{I_1 I_2}{2\pi r_0} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 1 \cdot \frac{12A \cdot 18A}{2\pi \cdot 0,4m} = 1,08 \cdot 10^{-4} \frac{N}{m^2}.$$

Cheksiz to‘g‘ri tokli o‘tkazgich, aylana shaklidagi tokli o‘tkazgich markazidagi va cheksiz uzun solenoidning magnit maydon induksiylari.

Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanib, r radiusli, I tok oqayotgan aylanma o‘tkazgichning markazidagi (ya‘ni O nuqtadagi) magnit maydon induksiyasini topamiz (7-rasm). Buning uchun o‘tkazgichni ta qismchalarga bo‘lib chiqamiz. Δl - r dan juda kichik bo‘lishi kerak. Bio-Savar-Laplas qonuniga muvofiq Δl_1 ning O nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyasi

$$\Delta B_1 = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi} \frac{\sin \alpha}{r^2} \Delta l_1. \quad (12)$$

7-rasmdan ko‘rinadiki, radius-vektor \vec{r} va tok yo‘nalishi orasidagi burchak, $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Demak, $\sin \alpha = \sin \frac{\pi}{2} = 1$.

O nuqtadagi to‘la induksiyani topish uchun barcha tok elementlari (qismlari) hosil qilgan induksiylarning superpozitsiyasini topamiz:

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{I}{r^2} \Delta l_1 = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{I}{r^2} \sum_{i=1}^n \Delta l_1. \quad (13)$$

Agar barcha Δl_1 larni qo‘shib chiqsak, aylananing uzunligi kelib chiqadi:

$$\sum_{i=1}^n \Delta l_1 = 2\pi r \quad (14)$$

Magnit maydon induksiyasi kelib chiqadi:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2r} \quad (15)$$

Demak, aylanma tokning markazida hosil qiladigan magnit maydon induksiyasi o‘tkazgichdan oqadigan tok kuchiga to‘g‘ri proporsional, aylanma tok radiusiga esa teskari proporsional bo‘ladi.

Induksiya vektorining yo‘nalishi esa parma qoidasiga muvofiq aniqlanadi.

Agar parma dastasining harakati tok yo‘nalishi bilan mos kelsa, parma uchining ilgariylanma harakati induksiya vektorining yo‘nalishini ko‘rsatadi.

To‘g‘ri o‘tkazgichning magnit maydoni. Cheksiz uzun, ingichka o‘tkazgichdan tok oqqanda undan masofaga bo‘lgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R}. \quad (16)$$

Solenoid yoki toroidning magnit maydoni. Cheksiz uzun solenoid yoki toroiddan tok oqqanda uning ichidagi magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu_0 \mu I n \quad (17)$$

Bu yerda n - solenoid yoki toroidning birlik uzunligiga to'g'ri keluvchi o'ramlar soni.

Yangi mavzu ustida ishlash, uni mustahkamlash. O'tilgan tushunchalarni mustahkamlash maqsadida yechiladigan masalalar:

1-masala. (699K). B induksiyasi bilan I tok orasidagi α burchak: a) 90° ; b) 30° bo'lganda induksiyasi $B=1,3Tl$ bo'lgan magnit maydonning uzunligi $l = 0,2m$ bo'lgan va o'zidan $I = 10A$ tok o'tayotgan o'tkazgichga ta'sir etuvchi F kuchining yo'nalishi va miqdorini aniqlang.

Yechilishi. F kuchning yo'nalishi chap qo'l qoidasi bilan topamiz (7-rasm).

Kuch kattaligini Amper formulasi bilan aniqlaymiz: $F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$.

a) $\sin 90^\circ = 1$ bo'lganda $F_A = I \cdot B \cdot l$ bo'ladi, hisoblab $F_A \approx 2,6 \text{ N}$ ekanini topamiz.

b) $F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$. Bu formulaga B , I va l ning son qiymatlarini qo'yib va $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ekanini hisobga olib, $F_A \approx 1,3N$ ekanini topamiz.

2-masala. (700K). Havoda o'zidan $I = 20A$ tok o'tayotgan to'g'ri o'tkazgichdan $r = 0,1m$ masofada magnit maydoni induksiyasi nimaga teng bo'lishini aniqlang.

Yechilishi. Havo uchun $\mu_r = 1$ ga teng deb olamiz. B vektor yo'nalishini parma qoidasi (8 – rasm) bilan aniqlaymiz.

Induksiya kattaligini $B = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{I}{2\pi r}$ formuladan topamiz. Bu formulaga $\mu_0 = 12,6 \cdot$

$10^{-7} \frac{N}{A^2}$, $\mu_r = 1$, $I = 20A$ va $r = 0,1m$ qiymatlarni qo'yib, $B \approx 4 \cdot 10^{-5} Tl$ ekanini topamiz.

3-masala. (701K). Agar o'tkazgichlardagi tok $I = 100A$, ular orasidagi masofa $r = 2m$ bo'lsa ikki simli elektr uzatish liniyasining har bir metriga to'g'ri keladigan o'zaro ta'sir kuchini toping.

Yechilishi:

Elektr uzatish liniyasi havoda bo'ladi, demak, $\mu_r \approx 1$. Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi $F_{12} = \mu_0 \mu_r \frac{I_1 I_2 l}{2\pi r}$. Biroq toklar qarama-qarshi tomonga yo'nalgan.

Simlardan biriga oid \vec{B} ning yo'nalishini oldingi masaladagi kabi parma qoidasi bilan topamiz \vec{F} ning yo'nalishini chap qo'l qoidasi bilan aniqlaymiz. Bunday toklarning o'zaro ta'siri ularning bir-biridan itarilishiga olib keladi (9-rasm).

Kuchning kattaligi $F_{12} \approx 1 \cdot 10^{-3} N$.

4-masala. (702K). O'ramining ko'ndalang kesim yuzi $S = 200sm^2$, uzunligi $l = 40sm$ bo'lgan g'altakda $n = 4000$ o'ram bor. Agar g'altakdagi tok $I = 0,5A$ bo'lsa uning magnit maydon induksiyasi nimaga teng bo'ladi? G'altakning o'zagi bo'lmagan va g'altakka $\mu_r = 5500$ bo'lgan po'lat sterjen kiritilgan hollarni ko'rib chiqing. Bu hollarda magnit oqimi qanday bo'ladi?

Yechilishi. G'altak ichida magnit maydoni g'altakning o'qi bo'yicha yo'naladi. Bu maydonning \vec{B} vektori yo'nalishi parma qoidasi bilan aniqlanadi (agar parma dastasi g'altak o'ramlaridagi tok yo'nalishida aylantirilsa, parmaning ilgariylanma harakati \vec{B} ning yo'nalishini ko'rsatadi).

G'altak ichidagi maydonni ma'lum aniqlikda bir jinsli maydon deb hisoblash mumkin.

Magnit maydon induksiyasining $B = \mu_0 \mu_r N$ kattaligi formula bilan aniqlanadi, bunda N - g'altakning uzunlik birligiga mos keluvchi o'ramlar soni, $N = \frac{n}{L}$. Induksiya vektorining oqimi (Φ magnit oqimi) esa $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$ formula

bilan aniqlanadi. Bunda $\alpha = 0$ va $\cos\alpha = 1$. Shuning uchun magnit oqimining ifodasi $\Phi = B \cdot S$ ga teng bo'ladi.

G'altakdagi magnit o'zagi bo'lmagan birinchi holda B va Φ ning yuqorida ko'rsatilgan formulalariga quyidagi son qiymatlarini qo'yamiz: $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$, $\mu_r \approx 1$, $N = \frac{n}{L} = \frac{4000}{0,4\text{m}} = 10000 \frac{1}{\text{m}}$ $I=0,5\text{A}$, $S=0,5\text{m}^2$.

Hisoblab, $B_1 \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ Tl}$, $\Phi_1 \approx 12,56 \cdot 10^{-5} \text{ Vb}$ ekanini topamiz.

G'altakka nisbiy magnit singdiruvchanligi $\mu_r = 5500$ bo'lgan o'zak kiritilganda B induksiya va Φ magnit oqimi birinchi holdagiga qaraganda 5500 marta ortadi. G'altakda magnit o'zagi bo'lganda $B_2 \approx 43,6 \text{ Tl}$ ba $\Phi \approx 0,7 \text{ Vb}$ bo'ladi.

Uyga vazifa berish va darsni yakunlash.

Darsdagi ishtirogiga qarab o'quvchilar baholanadi va uyga vazifa beriladi:

Elektromagnit maydon uchun Maksvel nazariyasini o'rganish.

2.3-§. Kredit-modul tizimida umumiy fizika fanidan mustaqil ta'limni samarali tashkil etish texnologiyalari

Fanlar insoniyatning o'z davridagi real ehtiyojlari tufayli paydo bo'lsada, fanlarning evolyutsiyasi va insoniyatning yangi davr ehtiyojlari doim ham parallel rivojlanmaydi. Ta'lim tizimi taraqqiy etgan davlatlar tajribasi shuni ko'rsatdiki, eng ahamiyatli biz egallayotgan bilimlar, birinchi navbatda ayni davr uchun dolzarb bo'lib turgan masalalarga qaratilishidir. Demak, ta'lim tizimidagi o'zgarishlar, davlat ta'lim standartlari va o'quv dasturlarini zamonaviy ehtiyojlarga ko'ra qayta ko'rib chiqish, kerakli o'zgartirish bu tabiiy va o'ta ma'suliyatli jarayondir.

Umumiy o'rta ta'limda asosan fan asoslari o'rgatilishini nazarda tutsak, ayniqsa, oliy ta'limda bu o'zgarishlar zamonga mos, yangi ehtiyojlarga muvofiq tez-tez sodir bo'ladigan jarayon bo'lishi kerak. Bu o'zgarishlar, kerak bo'lsa, har bir mintaqa sharoitidan kelib chiqqan holda, har bir OTMda biroz o'zgacha bo'lishi mumkinligini ham istisno etmaslik kerak. Bu o'zgarishlarga tezroq moslashish uchun esa, har bir OTM eng avvalo, akademik mustaqil bo'lishi va o'qitishning kredit-modul tizimi tamoyillariga amal qilgan holda ta'limni tashkil qilishi kerakligi esa, allaqachon dunyo tajribasida isbotlangan.

Kredit-modul tizimi joriy etilish tarixiga nazar solsak, XIX asrning ikkinchi yarmida AQSH OTMlari fan dasturlarida, amaliyotda o'z ahamiyatini yo'qotgan (lotin tili va h.k.) ko'pgina fanlarning borligi natijasida talabalarning o'qishga qiziqishi sustlashib ketgani va OTMlarini "yaxshi" o'qib bitirgan talabalarning ham hali zamonaviy, "yaxshi mutaxassis" bo'lib shakllanmagani natijasida paydo bo'ldi. 1869-yil Garvard universitetiga Charles Elliot prezident etib saylanadi va ko'p o'tmay u universitetdagi qat'iy belgilab qo'yilgan o'quv dasturlarini bekor qiladi.

Natijada, universitet talabalarida taklif etilgan fanlar orasidan o'zlari xohlagan, qiziqqan fanlarni tanlab o'qish imkoniyati yaratiladi. Shunday qilib, 1872-yil Garvard universitetida ilk kredit-modul tizimi joriy etiladi. Bu islohot AQSH yoshlari orasida Garvard universitetiga bo'lgan qiziqishni oshirib yuboradi. ***Universitet o'quv dasturidagi fanlar ham tabiiy ravishda saralana boshlaydi*** [11]. O'z davrida amaliy ahamiyati yuqori bo'lgan, iqtisodiyot, mehnat bozori kabi fanlar o'quv dasturlardagi asosiy fanlarga aylanib boradi.

Nihoyat, 1989-yilga kelib, Evropada Amerika kredit tizimi va Niderlandiya oliy ta'lim tizimiga asoslangan holda yangi kredit-modul tizimi qoidalari ishlab chiqildi va u European Credit Transfer System (ECTS) deb nomlandi [11]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining oliy ta'lim muassasalarida ta'lim jarayonini tashkil etish bilan bog'liq tizimni takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi 2020-yil 31-dekabrda 824-son qarori 1-ilovasi, oliy ta'lim muassasalarida o'quv jarayoniga kredit-modul tizimini joriy etish tartibi to'g'risida NIZOMga ko'ra esa, "2020/2021 o'quv yilidan boshlab respublika oliy ta'lim muassasalarida o'quv jarayonini bosqichma-bosqich (ECTSga asoslangan) kredit-modul tizimiga o'tkazish tartibi joriy etiladi" [12].

Kredit-modul tizimiga o'tish, talabaga ko'plab imkoniyatlar, qulayliklar yaratib berish bilan birga, uning shaxsiy javobgarligini oshiradi. Buni kredit-modul tizimida, birgina mustaqil ta'lim soatlari to'liq ta'lim soatlarining bakalavriat bosqichida 60%, magistratura bosqichida esa 70% ligidan ham anglash mumkin. Demak, bu tizim talabalar mustaqil ta'limiga asosiy e'tiborni qaratuvchi tizim. Demak, bu tizimda to'g'ri tashkillashtirilgan mustaqil ta'lim ta'lim samaradorligini oshiradigan asosiy omil hisoblanadi.

Mustaqil ta'lim – muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan hamda talaba tomonidan o'zlashtirilishi lozim bo'lgan bilim va talabada shakllanishi kerak bo'lgan ko'nikma va malakaga qaratilgan ta'lim shakllaridan biri bo'lib, o'qituvchi maslahati va tavsiyalari asosida asosan auditoriyadan tashqarida bajariladi [13]. Talaba mustaqil ta'limi o'qituvchi rahbarligi ostida (kurs ishi, kurs loyihasi, konferensiyalarga tezis, maqola tayyorlash va h.k.larda) va o'qituvchi rahbarligisiz (asosan, ma'lum kursni belgilangan qismini talabaning o'zi mustaqil o'qib o'zlashtirish uchun) tashkil qilinadi.

O'qitishning kredit-modul tizimida talabalar mustaqil ta'limidan asosiy maqsadlar quyidagilardan iborat: talaba

- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o'zlashtirish ko'nikmasiga ega bo'lishi;
- kerakli ma'lumotlarni izlab topish, o'rganishning qulay usullari va vositalarini aniqlay olish ko'nikmasiga ega bo'lishi;
- axborot manbalari va manzillaridan samarali foydalanishi;
- o'quv va ilmiy adabiyotlar, me'yoriy hujjatlar bilan ishlashi;
- elektron o'quv adabiyotlar va ma'lumotlar banki bilan ishlashi;
- internet tarmog'idan samarali foydalanishi;
- ma'lumotlar bazasini tahlil etishi;
- berilgan topshiriqlarning ratsional yechimini belgilashi;

- topshiriqlarni bajarishda tizimli va ijodiy yondashishi;
- o'quv va ilmiy adabiyotlaridan mustaqil holda ilmiy axborotlarni o'qib bilishi;
- amaliy mashg'ulotlarda mustaqil bajarish uchun berilgan amaliy topshiriq (mustaqil ish)larni bajarishi va mustaqil ishlarni mas'ul o'qituvchi va guruh talabalari o'rtasida himoya qila bilishi kerak va h.k.

Aksariyat hollarda talabalar mustaqil ishlab, o'z-o'zini boshqarishga, nazorat qilishga va baholashga o'rganadi, bu ularga o'z faoliyatini anglash, bilim va ko'nikmalarga ega bo'lish darajasini o'zi aniqlash, xatolarini ko'rish va ularni bartaraf etish imkoniyatini beradi [14].

Mustaqil ta'limni tashkil etish tartibi va bu jarayonda ilmiy rahbarning asosiy vazifalari:

- mustaqil ta'limning mavzulari beriladi;
- ishni topshirish muddati (vaqt oralig'i) va topshirish shakllari haqida ma'lumot beriladi;
- mavzular bo'yicha egallanishi kerak bo'lgan bilim, ko'nikma va malakalar tavsiyalar shaklida beriladi;
- mavzuga oid adabiyotlar tavsiya qilinadi;
- zarurat tug'alganda mavzuning rejasini tuzishda talabaga yordam beriladi;
- mustaqil ish va rejalarning bajarilishi yuzasidan doimiy nazoratlar o'tkazib turiladi va tavsiyalar berib boriladi;
- belgilangan muddatda berilgan topshiriqlar ko'riladi;
- amaliy xarakterdagi topshiriqlarning yechimi ko'rsatiladi va o'xshash misollar yordamida tekshiriladi;
- topshiriq bajarilish, talaba tomonidan mavzuni o'zlashtirish darajasiga aniqlik kiritish kerak bo'lganda nazorat (test, savol-javob va h.k.) o'tkaziladi;

Mustaqil ishni bajarishda talabaning vazifalari.

- ishning mavzusini kafedraning talabalaridan kelib chiqqan holda tanlash;
- ilmiy rahbar bilan birgalikda tuzilgan reja asosida berilgan topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish;
- o'rnatilgan tartib bo'yicha mustaqil ish va hisobotini belgilangan muddatda kafedraga taqdim etish [15].

Talaba mustaqil ishidan qo'yilgan maqsadga erishganlik, mavzuni o'zlashtirganlik darajasiga aniqlik kiritish maqsadida yakunlovchi nazorat kafedrada ishlab chiqilgan jadval asosida professor-o'qituvchilar tomonidan amalga oshiriladi. Talabalar mustaqil ishlarini nazorat qilish turlari va ularni baholash mezonlari o'quv yili boshlanishida ishlab chiqiladi va fakultet ilmiy kengashida tasdiqlanadi.

To'g'ri, bugungi kundagi ta'lim tizimida olib borilayotgan islohotlar talabalarni mustaqil fikrlashini rivojlantirish, talabalarda kreativ fikrlash qobiliyatini o'sishiga va amaliy ko'nikmalarni shakllanishga to'siq bo'ladigan muammolarni bartaraf etishga qaratilgan, biroq talabalar mustaqil ta'limida o'qituvchining jarayonni to'g'ri tashkillashtirishi, bu jarayonda talabalarga berayotgan motivatsiyasi va ularning faoliyatini nazorat qilishi juda muhimligini yoddan chiqarmaslik kerak. Shunday ekan avvalo, har bir professor-o'qituvchi talabalar

mustaqil ta'limini fanning xususiyatidan kelib chiqib, innovatsion metodlar orqali tashkil qilish metodikasini yaxshi o'zlashtirishi va bu jarayonda talabaga yetarlicha yordam bera olishi kerak. Shu maqsadda, talabalar uchun eng asosiy bo'lgan **o'qituvchi rahbarligisiz talabaning mustaqil ta'limida** samaradorlikka erishish uchun, bugungi kunda o'qituvchi talabaga qanday aniq hujjatlarni, axbototlarni yetkazishi kerakligiga, ya'ni fanni mustaqil o'zlashtirmoqchi bo'lgan talaba qo'lida nimalar bo'lishi kerakligiga to'xtalsak.

— **Avvalo, talabaning qo'lida sillabus – fanning talaba uchun mo'ljallangan ishchi o'quv dasturi bo'lishi shart.** Chunki, talaba belgilangan fanni qachon, qancha muddatda, qanday adabiyotlardan foydalanib o'zlashtirishi mumkinligini bilish orqali fan haqida sirdan bo'lsada, umumiy tasavvurga ega bo'lishi kerak. Qolaversa, sillabusda bu kurs bo'yicha qachon, qanday nazoratlar bo'lishidan, o'qituvchidan qachon maslahatlar olsa bo'lishigacha, barcha-barchasi aks etgan bo'ladi.

— O'quv adabiyotlarning ro'yxati bilan birgalikda, hech bo'lmaganda asosiy adabiyotlarning elektron formati talabaga taqdim qilinishi kerak.

— Mazkur fanni o'zlashtirish uchun zarur bo'lgan, internet havolalar to'plami – dayjest ham o'qituvchi tomonidan talabalarga yetkazilishi kerak.

— Fan bo'yicha atamalarning qisqacha izohi – glossariylar o'qituvchi tomonidan tayyorlanib talabaga berilishi kerak. Shu bilan birga shu ko'rinishdagi ma'lumotnomalarning havolalari va kerak bo'lsa, ularning asosiylari elekton shaklda talabaga yetkazilishi maqsadga muvofiq.

— Topshiriqlar to'plami, ya'ni mashqlar (misol, masalalar) talabaning nazariy bilimini mustahkamlash bilan birga, bilimlarini amaliyotga joriy qilish ko'nikmasini shakllantirishi bilan juda muhim. Muammoli vaziyatlarga tegishli keyslar esa, bundan tashqari talabaning mustaqil va kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi.

— Fan ichidagi ma'lum bir mavzularga doir mantiqiy, sifatli animatsiyalarga ega bo'lgan prezentatsiyalar yoki video materillar talabaning fanga qiziqishini oshiradi.

Talabalar fan yuzasidan o'zaro fikr almashishi uchun yaxshi imkoniyatlardan biri bu forumlar. Hozirgi kunda talabalar telegram guruhlari orqali bir-biriga g'oyaviy va ma'lumotlar bilan yordam berishi orqali ham ma'lum bir kursni yaxshi o'zlashtirishlari uchun imkoniyatlar bor. Shu bilan birga hozirda jahonda keng tarqalgan mobil ilovalardan foydalanib talabalar mustaqil ta'limida yuqori samaradorlikka erishish mumkin va h.k.

Mustaqil ish uchun topshiriqlar semester boshida beriladi va ularning bajarish muddati belgilanadi. Mustaqil ish uchun topshiriqlar ikki qismdan iborat bo'lishi maqsadga muvofiq:

1. **Majburiy qism.** Ma'lum bir kursni o'rganayotgan talaba bilishi kerak bo'lgan bilimlar minimumi doirasidagi mavzular, kurs bo'limlaridan iborat bo'lishi kerak.

2. **Ixtiyoriy qism.** Asosan iqtidorli talabalar shu sohadagi bilimlarini mukammallashtirishi uchun, ularga mustaqil o'zlashtirishlari uchun qo'shimcha

topshiriqlar va materiallar taqdim qilinadi, albatta bular tavsiyaviy xarakterda bo'ladi.

O'qituvchi guruhdagi talabalar holatidan kelib chiqib, ularni alohida guruhchalarga bo'lgan holda talabalarga mavzular va materiallarni ma'lum tartib asosida tanlash imkonini berish orqali ham talabalarni fanning belgilangan qismini o'zlashtirishidagi muvaffaqiyatini ta'minlashi mumkin [16].

Mustaqil ish turlari bo'yicha talabaning taxminiy vaqt sarfi

Ma'ruzaga tayyorgarlik	1,5-2 soat
Laboratoriya (amaliy) darsga tayyorgarlik	1,5-2 soat
Seminarga tayyorgarlik	2-4 soat
Kollokviumga tayyorgarlik	4-6 soat
Nazorat ishiga tayyorgarlik	3-6 soat
Alohida mavzularni (savollarni) tavsiya etilgan adabiyotlardan mustaqil o'rganish	3-6 soat
Konspekt yozish	3 soat
Matnlardagi ma'lumotlarni tahlil qilish	1 soat
Insho tayyorlash, insho yozish	6-10 soat
Kurs ishini yozish	12 soat
Referat tayyorlash	5 soat
Konferensiya uchun ma'ruza tayyorlash	10 soat
Ilmiy tadqiqotlarda ishtirok etish	haftada 2 soat
Taqdimotlar tayyorlash	2 soat
Glossariylarni tahlil qilish, tuzish	3 soat
Muammoli vaziyatlarni tahlil qilish	2 soat
Ko'rgazmali qurollar tayyorlash, sxema va jadvallarni tuzish, hisobotga tayyorlanish, imtihonga tayyorgarlik	12 soat

2.3-jadval.

Mustaqil ta'lim soatlarining umumiy-to'liq ta'lim soatlariga nisbati ortib borar ekan, pedagoglar talabalarni to'laqonli nazorat qilishiga imkon bo'lmaydi. Ammo biz talabalarga o'zini o'zi nazorat qilishni o'rgatish bilan mustaqil ta'limning kamchiliklaridan biriga barham berish orqali ta'lim samaradorligini keskin oshishiga erishishimiz mumkin. Buning uchun talabalarda birinchi navbatda ilmiy asoslangan qat'iy kun tartibi hamda bu kun tartibi tarkibida sport-sog'lomlashtirish mashg'ulotlari bo'lishiga erishishimiz kerak. **Qaysi yo'nalish talabasi bo'lishdan qat'iy nazar, talabalarda mashg'ulotlar orasida dam olish, to'g'ri ovqatlanish madaniyati hamda faoliyatiga ijobiy ta'sir qiladigan darajada, me'yorda sport bilan shug'ullanish tushunchasi va xohishi bo'lishi shart.**

Har qanday holatda ham sog'lom turmush tarziga amal qiluvchi, me'yorda ma'lum bir sport turi bilan shug'ullanuvchi talabaning ruhiy holati ham anchagina turg'un bo'ladi va bu talabadagi o'ziga bo'lgan ishonch fanlarni o'zlatirishiga, qiyinchiliklarni yengib o'tishiga doim yoram berib keladi. Shu bilan birga talabalarining estetik dam olishlariga ham sharoit yaratib berish zarur.

Xulosa qilib aytganda zamon talabalariga javob beradigan, nafaqat zamonaviy bilimlarga ega bo'lgan, balki qabul qilingan axborotlarni o'zining rivojlangan

tahliliy-tanqidiy tafakkuri orqali mustaqil tahlil qilish, saralash va sara axborotlarni ilm-fan rivoji, yurt ravnaqi, xalq farovonligi uchun ishlata oladigan, mehnat bozorida raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashni reja qilgan ekanmiz, oliy ta'limda mustaqil ta'limni tashkillashtirishda ma'suliyat bilan yondashgan holda, bu jarayonda innovatsion texnologiyalardan foydalanmoq darkor. Shuningdek, mustaqil ta'lim zamona imkoniyati va ayrim vaqt zamona zaruriyati bo'lgan, o'qitishning juda qulay va samarali usullaridan biri - masofaviy ta'limning ham asosidir. Ha, "yaxshi o'qituvchi biror ilmni yetkazadi, tushuntiradi, o'rgatadi, zo'r o'qituvchi esa shu ilm mohiyatini ochib beradi, buyuk o'qituvchi esa shu ilmni egallashi uchun talabani ruhlantiradi, ularga motivatsiya beradi, yo'l ko'rsatadi" – degan gap, ayniqsa, hozirgi davrda yanada qimmatliroqdir. Talabalar esa, avvalo zamona – axborot asri, qolaversa, hukumatimiz yaratib bergan va berayotgan imkoniyatlardan unumli foydalanib, ustozlardan fan sirlarini o'rganib, ularning qimmatli maslahatlarini olib, o'z ustida ishlab, mehnat bozorida raqobatbardosh mutaxassislar bo'lib yetishishga astoydil harakat qilishlari kerak.

III BOB. UMUMIY FIZIKA FANIDAN MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI BO'YICHA TIZIMLI MA'LUMOTLAR VA DARS ISHLANMALARI

1. Tabiat va inson

Tabiat yer yuzidagi jamiki tirik mavjudot uchun muqaddas go'shadir. Tabiat ularni to'ydiradi, kiydiradi, issiq va sovuqdan asraydi. O'z navbatida tirik mavjudot ham tabiatga mehr qo'yadi. Bu mehr tabiatni asrash, uning boyliklarini ko'paytirish tuyg'usi bilan uyg'unlasha olsagina haqiqiy sanaladi. “Ekologiya” so'zi “eko” — uy, turar-joy, “logos” - fan so'zlaridan olingan bo'lib, u atfot-muhitning buzilishi va bunga sabab bo'lgan omillar, muhit halokatining oldini olish chora-tadbirlarini ishlab chiqish borasidagi bilimlarni targ'ib etish asoslarini o'rganadi.

Yangi asrning barkamol kishiisi o'zida ekologik madaniyat unsurlarini ham namoyon eta olishi zamon talabidir. Ekologik madaniyat — bu atrof-muhit to'g'risida chuqur bilimga, tabiatni asrash tuyg'usiga ega bo'lish, o'simliklar hamda hayvonlarga nisbatan g'amxo'rlik ko'rsatishga, tabiat zahiralardan oqilona foydalanish, ularni ko'paytirish borasida qayg'urishga qaratilgan amaliy faoliyatning yuksak ko'rsatkichidir.

Ana shu xislatlarni o'zida aks ettira olgan insonni ekologik madaniyat egasi, deb atash mumkin.

Iste'moldan ortiqcha suv jo'mraklardan oqishiga yo'l qo'yimaslik, suv havzalarini ifloslantirmaslik, axlatni duch kelgan joyga to'kmaslik, turar-joylarni ozoda saqlash, ko'chat va gullarni sindirmaslik hamda ularni ekish, hayvonlarga g'amxo'rlik qilish, qushlarni parvarishlash, xonadon va xiyobonlarni gulzorga aylantirish kabi harakatlarni amalga oshirish ekologik madaniyatlilikning eng oddiy ko'rinishlari sanaladi.

Hozirgi davrda inson va tabiat, fan-texnika taraqqiyoti va atrof-muhit, jamiyat va ekologiya o'rtasida nomutanosiblik vujudga kelayotir. Bularning barchasi ekologik madaniyatni yanada yuksaltirish masalasini ko'ndalang qo'yimoqda.

Ma'lumki, tabiatda hamma narsa bir-biriga uyg'unidir. Fan-texnika yutuqlaridan unumli foydalanayotgan inson esa ana shu uyg'unlikni buzmoqda, unga nisbatan

shafqatsizlarcha munosabatda bo'lmoqda. Tabiiy boyliklardan: suvdan, yerdan o'rinsiz foydalanish ekologiyani o'zgartirib yubordi. Qishloq xo'jaligi ekinlarini noto'g'ri rejalashtirish, kimyoviy o'g'itlarni haddan ziyod ko'p qo'llash yer unumdorligi va inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatyapti. Korxonalaridan oqib chiqayotgan zaharli oqavalar suv havzalarini ifloslantirishi birinchi navbatda hayvonot olami va o'simliklar dunyosiga ofat keltirmoqda. Transport vositalaridan chiqayotgan tutun-gaz havoning tozaligini buzyapti. Bularning barchasi insondan ekologik madaniyatni talab etmoqda.

Buni yodda fitting: 1992-yil 9-dekabrda O'zbekiston Respublikasining «Tabiatni muhofaza qilish to'g'risida»gi Qonuni qabul qilindi. Sog'lom avlod davlat dasturi va «Ekologik ta'lim-tarbiya konsepsiyasi» ishlab chiqildi, «Ekosan» jamg'armasi tuzildi, O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi tabiatni muhofaza etish va ekologiyaga oid zarur hujjatlar qabul qilib, ekologiya ishlarining huquqiy asosini yaratdi.

Aslida, ekologik madaniyat tabiatni barcha go'zalliklari bilan his qilishdan, sevishdan boshlanadi. Insonning tabiat kuchlari — sovuq va issiq, qurq'oqchilik, yong'inlar, turli ofatlar ustidan g'alabasi unga bo'lgan munosabatini o'zgartiradi. Bu ko'r-ko'ronalikdan asta-sekin ongli munosabatga aylana boradi. Tabiatga bo'lgan mehr tuyg'usi boyib, unga munosabat shaxs madaniyatining ajralmas bir bo'lagini tashkil etadi.

Har bir inson tabiatdan bahra oladi. Ammo bu hali tabiatga muhabbat degani emas. Tabiatga muhabbat uni tushunishdan, uning go'zalliklarini anglashdan, tabiat bilan munosabatga kirishishdan boshlanadi.

O'z navbatida, tabiat insonda kuzatuvchanlik, sezgirlik, nazokatlilik kabi tuyg'ularni tarbiyalaydi. Bu — insonda ikki ko'rinishda: tabiatga va o'ziga bo'lgan munosabatlarda namoyon bo'ladi.

Inson tabiatdan faqat zavqlanishni emas, balki uni yaxshi tushunishni ham o'rganadi. Natijada, o'zligini his qilib, tabiatdan unga inson bo'lish imkonini bergan «narsa»ni, ya'ni insonga xos madaniyat hislarini topishga intiladi. Demak, insoniy tuyg'ular tabiatga mehr bilan qarashdan oziq oladi.

Tabiat insonda vatan tuyg'usini uyg'otadi, uni mehnat va jasoratga undaydi, juda ko'p tuyg'ularni kamol toptiradi hamda ko'p narsalarni talab etadi. Madaniyatli, ma'naviy kamol topgan inson uchun o'z Vatani tabiatini muhofaza qilish hayoti va faoliyatining uzviy qismiga aylanib qoladi.

O'rta asrlarda yashab ijod etgan allomalar tabiat va undagi muvozanat, hayvonot olami va o'simliklar dunyosi, atrof-muhitni e'zozlash haqida qimmatli fikrlar aytganlar.

Muhammad Muso al-Xorazmiy risolalaridan birida odamlarni daryoga mehrli bo'lishga da'vat qiladi, agar daryoning ko'zlari yoshlansa, uning boshiga g'am kulfati tushgan bo'ladi, deydi. Ehtimol, buyuk bobomiz daryo suvini ortiqcha isrof qilmaslikni ham nazarda tutgandir?

Abu Rayhon Beroniy esa tabiatning davomiyligi haqida shunday fikr aytadi: «Ekin ekish va nasl qoldirish bilan dunyo to'lib boraveradi».

Zahiriddin Muhammad Bobur «Boburnoma» asarida ko'rgan-kechirganlari, borgan joylarining tabiati, boyligi, hayvonoti, o'simliklari va odamlari, xalqlarning urf-odatlarini tasvirlagan. Unda yer, suv, havo, turli tabiat hodisalariga tegishli ko'plab fikrlar bor. Bobur o'lkani bilgan kishilarni hurmat qilgan, qadrlagan va ular bilan hamisha maslahatlashgan. Ayniqsa, u gullar, manzarali hamda mevali daraxtlarni ko'paytirishga e'tibor bergan.

Madaniyatli kishi tabiat va jamiyat o'rtasidagi muvozanatni saqlaydi, bu borada boshqalarni ham to'g'ri faoliyat ko'rsatishga da'vat etadi, hech bo'lmaganda ko'chalarga axlat tashlanmasligiga, suv va havo ifloslanmasligiga hissa qo'shadi.

Ekologik madaniyat tarkibiga tabiatni muhofaza qilish madaniyati, tabiat boyliklaridan foydalanish madaniyati, ekologik tizimni qaytadan o'zgartirish madaniyati ham kiradi. Bular bir kishining yoki hududning vazifasi bo'la olmaydi. Umum insoniyat bunday vazifalarni yechishga birgalikda kirishsagina ekologik muammolar hal bo'ladi.

Masalan, birgina Orol muammosi bunga yaqqol dalil bo'la oladi.

Orol dengizining suvi kamayib ketishi haqida dastlabki xavotirlar bildirilganidan beri yarim asrdan ortiq vaqt o'tdi. O'zbekiston mustaqilligi e'lon qilinishidan oldingi

yillarda dengizning sathi keskin kamayib ketayotganligi baralla gapirilib, bu masalaga butun dunyo mamlakatlari va suvchi mutaxassislarining e'tibori tortildi.

Buni yodda fating: Orolning qurib ketishi faqatgina uning atrofida joylashgan O'zbekiston, Qozog'iston, Turkmaniston emas, butun dunyo iqlimiga salbiy ta'sir etadi. Shu-ning uchun Orolni saqlab qolish dunyo ahamiyatidagi muammodir.

Biz kelajak avlodlarga yaratgan ma'naviy va moddiy boyliklarimizni, bizgacha mavjud bolgan tabiatni va unga munosabatimizni, ya'ni ekologik madaniyatimizni ham meros qoldiramiz. Ekologik madaniyat, bu — faqat tabiatga zarar keltirmaslik emas, balki uning tiklanishi, yanada go'zallashuvi, gullab-yashnashiga hissa qo'shish, atrof-muhitni g'orat etuvchilarga qarshi beayov kurash olib borish degani hamdir.

2. Qonuniyatlar, modellarning yaratilishi

Nazariy modellar real ob'ektlarning tuzilishi, xususiyatlari va xatti-harakatlarini aks ettiradi, idrok etish mumkin bo'lmagan ob'ektlar va jarayonlarni (atom modeli, koinot) tasvirlash imkonini beradi. I. Lakatos ularning shakllanish jarayoni dasturlarga asoslanishini qayd etdilar:

1) Evklid (arzimas to'g'ri bayonotlarning cheklangan to'plamidan xulosa chiqarish mumkin, nazariya yuqorida, sezgi).

2) Empirist (ma'lum empirik tabiatning asosiy qoidalari, quyida nazariya, sezgi asosida qurilgan).

3) Induktiv (haqiqat asosiy pozitsiyalardan yuqoriga qarab oqadigan kanalni qurish va shu bilan haqiqatni etkazishning qo'shimcha mantiqiy tamoyilini o'rnatishga intilishning bir qismi sifatida paydo bo'lgan). Barcha 3 ta bilimlarni deduktiv tizim sifatida tashkil etishdan kelib chiqadi.

V.S.Stepina: «Nazariy sxemalarning asosiy xususiyati shundaki, ular tajribani sof deduktiv umumlashtirish natijasi emas». Ilg'or fanda nazariy sxemalar birinchi navbatda oldindan tuzilgan mavhum ob'ektlardan foydalangan holda faraziy modellar sifatida quriladi. Ilmiy tadqiqotning dastlabki bosqichlarida nazariy modellarning konstruksiyalari tajribani bevosita sxematiklashtirish orqali yaratiladi. Ammo keyin ular yangi nazariy modellarni qurish uchun ishlatiladi va bu usul

ustunlik qila boshlaydi. Tajriba fan hali nazariya yetarli vositalarni ishlab chiqmagan ob'ektlarga duch kelganda qo'llaniladi. Uning asosida zarur ideallashtirishlar asta-sekin yangi tadqiqot sohasida (elektr nazariyasining boshlanishi) birinchi nazariy modellarni qurish vositasi sifatida shakllanadi.

Nazariy tuzilmalar mavhum ob'ektlar paydo bo'ladi (ideal gaz, mutlaq qora tana, nuqta). Haqiqatda, izolyatsiya qilingan tizimlar mavjud emas, shuning uchun yopiq tizimlarga yo'naltirilgan barcha klassik mexanika nazariy konstruktsiyalar yordamida qurilgan. Kuzatilgan shart-sharoitlarni konstruktiv o'zgartirish, idealizatsiyani ilgari surish, tayyor shaklda bo'lmagan boshqa ilmiy ob'ektivlikni yaratish, ilgari bir-biriga bog'liq bo'lmagan "fanlar tutashgan" da printsiplarning integratsiyalashgan kesishishi - bular Birlamchi nazariy modellarni shakllantirish mantiqining xususiyatlari.

Fan qonuni tabiatdagi ob'ektiv mavjud o'zaro ta'sirlarni aks ettiradi. Ular tabiiy qonunlarni aks ettirishga qaratilgan va o'z fanining sun'iy tillaridan foydalangan holda tuzilgan. ajratish "Statistik" Ehtimoliy farazlarga asoslanib, va "Dinamik" Qonunlar, ya'ni umuminsoniy shartlar shaklida. Ular o'zgaruvchan va rad etilishi mumkin bo'lgan umumlashmalar bo'lib, qonunlarning tabiati haqida muammo tug'diradi. Kepler va Kopernik qonunlarni gipoteza sifatida tushungan. Kant: qonunlar tabiatdan kelib chiqmaydi, balki u tomonidan belgilanadi. A. Puankare : geometriya qonunlari haqida bayonotlar emas haqiqiy dunyo va "to'g'ri chiziq" va "nuqta" kabi atamalarni ishlatish bo'yicha o'zboshimchalik bilan tuzilgan konventsionalardir. Mach: qonunlar jismoniy sezgilarni tartibga solish uchun ruhiy ehtiyojni qondiradi.

Qonunlarning shakllanishi empirik asoslantirilgan faraziy model sxemaga aylanish qobiliyatiga ega bo'lib, dastlab faraziy konstruksiya sifatida kiritiladi, so'ngra ma'lum tajribalar majmuasiga moslashadi va bu jarayonda tajribani umumlashtirish sifatida oqlanadi. Bundan tashqari, uning turli xil narsalarga qo'llanilishi (sifat kengayishi). Keyin - miqdoriy matematik rasmiylashtirish bosqichi va qonunning paydo bo'lish bosqichi. Model - sxema - sifat / miqdoriy kengaytmalar - metamatizatsiya - qonunni shakllantirish. Turli sohalardagi ilmiy

tadqiqotlar nafaqat tajriba olamidagi hodisalarni umumlashtirishga, balki qonuniyatlarni aniqlashga, umumiy qonuniyatlarni o'rnatishga ham intiladi.

Ilmiy kashfiyot mantig'i - ijodkorlikning muammosiz ishlash qoidalarini ishlab chiqish amalga oshirib bo'lmaydigan vazifadir, stixiyali ijodiy jarayon uchun qilona asoslar berish mumkin emas. Jasur taxminlar, sezgi, kommutatsiya "namunalari", analog modellashtirish uchun juda ko'p joy beriladi. Evristik kashfiyot jarayoniga hamroh bo'ladi. Bu noaniqlik sharoitida izlash va topishning hayratlanarli sohasi sifatida qabul qilinadi. Evristik usullar va modellar notrivial stsenariylar, vositalar va usullardan foydalanishni taklif qiladi, ularga rasmiy-mantiqiy texnikalar qarshi turadi. Kashfiyotlar mantig'i printsiptial jihatdan rasmiylashtirishga qarshi. Usullarni qisqartirish, qarzga olish, gumanitar va texnika fanlari texnikasini birlashtirish, muayyan ilmiy ishlanmalarni amaliy amalga oshirishni tanlash, hal qiluvchi eksperimentning o'zi aniq yoki bilvosita evristik taxminlarga asoslanadi. Va metodologiya bo'limi sifatida evristika hali rasmiy tan olinmagan bo'lsa-da, u samarali echimlarni topish strategiyasi, ijodiy xavf o'lchovi sifatida baholanadi.

Kashfiyot mantig'ining o'ziga xos xususiyati uning asosiy fanlararoligidir. Ijodiy faoliyat oddiy sanab o'tish usullaridan va an'anaviy qabul qilingan va tasdiqlangan usullardan farq qiluvchi usullarga tayanadi. Qidiruv modellari sezilarli darajada individuallashtirilgan va bilish sub'ektining aqliy va motivatsion faoliyati bilan chambarchas bog'liq va tadqiqot parametrlariga qo'yilgan tashqi cheklovlarga etarlicha qarshilik ko'rsatadi.

Evristika tadqiqotchini turli xil nostandart usullar bilan boyitadi, jumladan, barcha turdagi tuzilmalarga taqlid qilishga asoslangan analogiya usuli; ilmiy amaliyotda mavjud bo'lgan holatlarni ko'rsatuvchi pretsedent usuli; reintegratsiya usuli (Ariadne ipi), oddiyroq tuzilmalardan murakkab tuzilmalarni yaratishga asoslangan; organizmga taqlid qilish usuli (Toynbining mahalliy sivilizatsiyalar nazariyasini qurish); psevdomorfizatsiya usuli, ya'ni o'ziga xos bo'lmagan shakldan foydalanish (soyabon ko'rinishidagi qurol).

Kashfiyotlar mantig'i qat'iy ketma-ketlikda joylashtirilgan va umumiy shaklda tuzilgan stereotiplar va qoidalar mavjudligini anglatmaydi. Bu hayratlanarli sohani

ifodalaydi, unda yangilik tadqiqot jarayonining o'zi, usullar va qidiruv usullarini tanlash va uning natijalari bilan birga keladi.

Nazariy model zamonaviy ilmiy bilimlarning universal vositasi bo'lib, u haqiqiy ob'ektlarning tuzilishi, xususiyatlari va xatti-harakatlarini ramziy shaklda takrorlash va mustahkamlashga xizmat qiladi. Nazariy modellar to'g'ridan-to'g'ri idrok etish uchun mavjud bo'lmagan ob'ektlar va jarayonlarni (masalan, atom modeli, koinot modeli, inson genomi modeli va boshqalar) mavjud bo'lmagan sharoitda vizual tarzda qayta yaratishga imkon beradi. haqiqatga to'g'ridan-to'g'ri kirish. Nazariy modellar tizimda harakat qiluvchi elementlarning o'zgarish munosabatlarini takrorlashga qaratilgan konstruktsiyalar va idealizatsiyalar bo'lib, ob'ektiv dunyoning o'ziga xos ko'rinishidir. Nazariy modellar voqelikni “kuzatuvchi tizimi” nuqtai nazaridan ko'rib chiqish imkonini beradi. Ilmiy hamjamiyat nazariy modellashtirishni muhim va zarur vosita va shu bilan birga tadqiqot jarayonining bosqichi deb hisoblaydi. Nazariy modellashtirish ilmiy bilish jarayonining qat'iyiligi, tartiblilik va ratsionalligidan dalolat beradi.

Birlamchi nazariy modellar empirik tarzda olingan ma'lumotlar bilan eng chambarchas bog'liq bo'lib, tushuntirish gipotezasini hisobga olgan holda ularni umumlashtirishni taklif qiladi. Aslini olganda, ular tadqiqotchilar e'tiboriga ma'lum bir artefakt (sun'iy ravishda yaratilgan ob'ekt)ni taklif qilishadi. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, birlamchi nazariy modellar jarayonning asosiy qonuniyatlari ishlashiga qulay va izchil taqlid qilishni nazarda tutadi.

Modellar ilmiy-nazariy bilimlarda muhim o'rin tutadi. Ular to'g'ridan-to'g'ri idrok etish uchun mavjud bo'lmagan ob'ektlar va jarayonlarni tasavvur qilish imkonini beradi: masalan, atom modeli, koinot modeli, inson genomi modeli va boshqalar. Nazariy modellar tuzilishi, xususiyatlari va xatti-harakatlarini aks ettiradi. haqiqiy ob'ektlar. Mashhur g'arb fan faylasufi Imre Lakatos birlamchi nazariy modellarni shakllantirish jarayoni uchta turdagi dasturlarga asoslanishi mumkinligini ta'kidlaydi, ularning har biri bilimlarni deduktiv tizim sifatida tashkil etishdan kelib chiqadi:

- 1) empirik dastur;

- 2) Induktiv dastur;
- 3) Evklid tizimi (Yevklid dasturi).

Evklid dasturi, har bir narsani faqat arziyas semantik yukga ega bo'lgan atamalardan tashkil topgan chekli arziyas to'g'ri bayonotlar to'plamidan chiqarish mumkin deb hisoblaydi, trivializatsiya dasturini chaqirish odatiy holdir. (*soddalashtirishlar*) bilim. Ushbu dasturda mutlaqo to'g'ri hukmlar mavjud, ammo u taxminlar yoki rad etishlar bilan ishlamaydi. Haqiqat sifatidagi bilim nazariyaning yuqori qismiga kiritiladi va hech qanday deformatsiyalarsiz ibtidoiy atamalardan belgilangan atamalarga "oqadi".

Evkliddan farqli o'laroq, **empirik dastur** taniqli empirik xususiyatga ega asosiy qoidalar asosida qurilgan. Empiristlar nazariyaning tubidan boshqa hech qanday ma'no kiritilishini tan olmaydilar. Agar bu pozitsiyalar noto'g'ri bo'lib chiqsa, unda bu baholash chegirma kanallariga kirib boradi va butun tizimni to'ldiradi. Binobarin, empirik nazariya taxminiy va soxtalashtiriladi. Va agar Evklid nazariyasi haqiqatni yuqoriga qo'yib, uni aqlning tabiiy nuri bilan yoritib tursa, empirik nazariya uni pastga qo'yib, tajriba nuri bilan yoritadi. Ammo ikkala dastur ham mantiqiy sezgiga tayanadi.

3. Zamon, makon va nisbiylik nazariyasi

Nisbiylik nazariyasi ochilgandan hozirgi kunga kelib bir qarashda aql o'yinidek ko'ringan holatidan tartibli, nazariy jihatdan puxta, amaliyotda esa to'liq o'z o'rnini topgan fizik nazariya bo'lib, olamni tushunishimiz asosi, olamning hozirgi zamon fizik manzarasini tushuntirishning bir qismidir. Tabiiyki, bu nazariya fizikani o'qitish jarayonida ham o'z o'rnini topishi kerak. Nisbiylik nazariya g'oyasi tushuntirishning asosiy qiyinchiligi uning qoidalarini g'ayri nisbiyligi ongli qarashga qarama-qarshidek tuyulishidir. Bunday psixologik to'siqdan sakrab o'tish, so'zsiz, ma'lum qiyinchilik bilan bog'liq. Bunga sabab nisbiylik nazariyasining o'zi emas, balki uni tushuntirish metodining qoniqarli emasligidir. Haqiqatan ham, nisbiylik nazariyasining u yoki bu qoidasi chuqur asoslanmay (ko'pincha mutlaqo asoslanmay), sof holda beriladi va bu qoida odatdagi qarashlarga zid keladi, natijada inson haqiqatan ham g'alati-"jumboq" holatga tushib qoladi.

Odatdagi qarashlarga suyanib, inson yangi qoidani tabiiy ko‘rinishda tushunishga harakat qiladi-yu bu o‘rinishlari bekor ketadi. Shuning uchun inson yangi qoidaning ma‘nosini tushunmay yodlab olishga intiladi. Misol tarikasida sanoq sistemasining harakat yo‘nalishiga parallel joylashtirilgan sterjen uzunligi haqidagi masalani keltiramiz. Odatda “harakatdagi sterjen uzunligi, tinch to‘rgan sterjen uzunligidan qisqa” va “Sterjen uzunligi uning harakat tezligiga bog‘liq” deb fikr yuritiladi. Agar “uzunlik” atamasiga kiritilayotgan ma‘noni tushuntirib berolmasak, o‘lchash bajarilganini tushuntirib bo‘lmasa, u holda uzunlikning qisqarishi haqidagi fikr faqat anglashilmovchilikka olib keladi.

Nisbiylik tamoyiliga asosan barcha inertsiyal sanoq sistemalari teng huquqli. Bas shunday ekan, harakatdagi sanoq sistemasi va undagi sterjen qanday tezlik bilan harakatlanmasin, oxirgisining xossasi o‘zgarmaydi-aks holda, sterjen holatini shu sistema ichida turib sanoq sistemasining harakatlanayotganini payqash mumkin. Bu esa, nisbiylik tamoyiliga zid. Bundan, sterjen qanday sanoq sistemasiga joylashtirmaylik, uning uzunligi o‘zgar-masligi kelib chiqadi. Demak, har ikki fikr-uzunlikning qisqarishi va uzunlikning o‘zgar-masligi sirtidan qaraganda bir-biriga qarama-qarshi fikrlar, har ikkisi ham absolyut haqiqatdir, ammo qoidani aniq, ravon ifodalanmaganligi natijasida anglashilmovchilik yuzaga keladi. Birinchi holda uzunlikning qisqarishi deyilganda relyati-vistik; uzunlik tushunilgan, ya‘ni harakatlanayotgan sterjenning qo‘zg‘almas chizg‘ich yordamida o‘lchangan uzunligi tushunilgan. Ikkinchi holda har qanday sanoq sistemasi ichida sterjen uzunligi o‘zgarmaydi, ya‘ni qanday bo‘lgan bo‘lsa, shundayligicha qoladi deganimizda, Biz uning xususiy uzunligini, ya‘ni sterjenga nisbatan tinch turgan chmzg‘ich yordamida o‘lchangan uzunligini tushuna-miz, bu uzunlik haqiqatda ham invariantdir.

Bu misoldan ko‘rinib turibdiki, relyativistik effekt haqida shoshma-shosharlik bilan o‘z-o‘zidan yuz berishi mumkin bo‘lgan hodisadek gapirib yurish o‘rinsiz ekan. Bularni o‘rganish juda aniq va bir xil ma‘noli muhokamani talab qiladi. Relyativistik qoidalarning g‘ayri tabiiyligini uqtirib o‘tirishning hojati yo‘q. Nisbiylik nazariyasida hech qanday g‘ayri tabiiylik yo‘q, uni nojiddiy mantiqan

noto'g'ri bayon etishda yuzaga keladi. Agar asosiy qoida aniq ifodalansa, asosiy tushunchalar aniqlansa, mantiqan to'g'ri, tushunarli xulosa chiqarilsa, u holda hech qanday g'ayri tabiiylik yuzaga kelmaydi.

Relyativistik kinematikani Lorents almashtirishlari asosida tushuntirish ham mumkin emas, vaholanki, mavzuni aynan shu usulda bayon etish eng to'g'ri va haqqoniy usul hisoblanadi. Ana shulardan, Lorents almashtirishlarining geometrik interpretatsiyasi-ga yoki fazo-vaqt intervali tushunchasiga asoslangan usulni qo'llaydigan imkoniyatni ko'rmayapmiz. O'quvchilar 2-3-soatlik dars davomida o'zlari uchun yangi hisoblangan metodning asosini yaxshi tushunib olmaydilar va amalda foydalanish malakasiga ega bo'lmaydilar.

Nisbiylik tamoyilining turli talqinlarini berishda bu talqinlarning teng ma'noli ekanligini ifodalash zarur. Inersial sanoq sistemasining o'zida turib uning harakatini aniqlash mumkin emasligiga e'tiborni qaratmoq kerak. Barcha inersial sanoq sistemalari teng huquqliligiga e'tiborni qaratmoq, ularning teng huquqligidan kelib chiqadiki, boshlang'ich shart bir xil bo'lganda mexanik hodisalarning hammasi bir xil kechadigan, shuning uchun bir xil qonun-Nyuton qonunlari bilan ifodalanadi. So'ngra tezliklarni qo'shishning klassik qonuni ko'rib chiqiladi. Nyuton mexanikasi bilan Maksvell elektrodinamikasi orasidagi qarama-qarshilik Enshteyn tomonidan nisbiylik nazariyasini yaratilishiga sabab bo'ldi. Bundan nisbiylik nazariyasining asosiy postulatlarini hisoblangan haqiqiy natijalar kelib chiqdi:

a) Eynshteynning nisbiylik tamoyili: barcha inersial sanoq sistemalarida tabiatdagi hodisalar bir xil kechadi va bir xil qonun bilan ifodalanadi;

b) yorug'lik tezligining invariantlik tamoyili: barcha inersial sanoq sistemalarida yorug'likning vakuumdagi tezligi bir xil.

A.Eynshteyn yuqorida qayd etilgan ikki postulatga asoslanib, yangi fizik nazariyani-nisbiylik nazariyasini yaratdi. Lekin, buning uchun u fazo va vaqt xossalari haqidagi mavjud tasavvurni qayta ko'rib chiqishga majbur bo'ldi va yangi relyativistik kinematika va relyativistik dinamikani yaratdi. Tezliklarni qo'shishning relyativistik qonunini keltirib chiqarmasdan, garchi uslubiy jihatdan juda to'g'ri bo'lmasada, quyidagicha yozish mumkin:

$$\omega = \frac{u + \mathcal{G}}{1 + \frac{u\mathcal{G}}{c^2}}$$

Asosiy postulatlar asosida oddiygina keltirib chiqarishni keltiramiz; Buni o'quvchilar uchun tushunarli ekanligi dars o'tish jarayonida sinab ko'rilgan. Tezliklarning qo'shish qonunini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\omega = \frac{u + \mathcal{G}}{A}$$

$$u = \frac{\omega - \mathcal{G}}{B}$$

Yuqoridagi A-ni o'rniga $A = 1 + \alpha u$ ni qo'yib, quyidagi natijani hosil qilamiz:

$\omega = \frac{u + \mathcal{G}}{1 + \alpha u}$ Endi yorug'lik tezligining invariantlik tamoyilidan foydalanamiz. Agar

elektromagnit to'lqin vagonida $u=c$ tezlik bilan tarqalayotgan bo'lsa, uning Yerga nisbatan tezligi ω ham c ga teng bo'ladi. Shuni e'tiborga olsak, oxirgi formula

quyidagi ko'rinishga keladi: $c = \frac{c + v}{1 + \alpha_0}$ bundan $\alpha = \frac{\mathcal{G}}{c^2}$. Shunday qilib, qo'yilgan faraz

isbotlanadi. Tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni klassik qonun bilan almashtirishda, o'tkazilgan nisbiy xatolikni topish mumkin.

$$\varepsilon = \frac{\omega_{klas} = \omega}{\omega} = \frac{\omega_{klas}}{\omega} - 1 = \frac{(u + \mathcal{G}) + \left(\frac{u\mathcal{G}}{c^2}\right)}{u + \mathcal{G}} - 1 = \frac{u\mathcal{G}}{c^2}$$

O'quvchilar mana bunday holdagi xatolikni hisoblasalar foydali, ya'ni ikkinchi kosmik tezlik ($\mathcal{G} \approx 12 \text{ km/s}$) bilan harakatlanayotgan raketa ichida, havodagi tezligi ($u \approx 300 \text{ m/s}$) bo'lgan tovush tarqalmoqda. Bunda xatolik $4 \cdot 10^{-9} \%$, ya'ni milliarddan to'rt foiz bo'ladi. Demak, bu holatda tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni amalda tezliklarni qo'shishning klassik nazariyasidek natija beradi.

Tezlik yorug'lik tezligiga nisbatan ko'p marta kichik bo'l-ganida klassik formula asosida hisoblash bajarilsa, xatolik e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'ladi. Shu misollar asosida fizik nazariyalar orasidagi moslik tamoyili muhokama qilinadi.

Nihoyat, tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonuniga asoslanib, biron jism (yoki zarra) ixtiyoriy inertsiyal sanoq sistemasi yorug‘likning vakuumdagi tezligiga niobatan birmuncha kichik tezlik bilan harakatlanayotgan bo‘lsa, uning ixtiyoriy boshqa bir ISS dagi tezligi ham yorug‘lik tezligidan kichik bo‘lishini ko‘rsatamiz. Demak, yorug‘likning vakuumdagi tezligi eng yuqori chegaraviy tezlik ekan. Bu xulosani sonli misol asosida isbotlash mumkin. Faraz qilaylik $u = g = 0,9s$ bo‘lsin, u holda Nyuton mexanikasi-dagi tezliklarni qo‘shish qonuni asosan quyidagiga ega bo‘ladi: $\omega_{kl} = 0,9s + 0,9s = 1,8c > s$. Tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonuni esa quyidagi natijani beradi:

$$\omega = \frac{0,9s + 0,9s}{1 + \frac{0,81s^2}{s^2}} = \frac{1,8s}{1,81} < s.$$

Olingan ifodani umumiy keltirib chiqarishga tegishli ma’lumotlarni, masalan, «Osnov fiziki» dan olish mumkin. Yuqorida qayd etilganlardan ko‘rinib turibdiki, tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonuni masalalarini o‘rganishga tavsiya etilgan metodikasi quyidagi muammolarni hal etish imkonini beradi:

-maxsus nisbiylik nazariyasining har ikki postulatini qo‘llanayotganini ko‘rsatish;

-misollar asosida tezliklarning qo‘shish qonunini.Nyuton mexanikasining qo‘llanish chegarasini ko‘rsatish;

-misollar asosida moslik tamoyilini ma’nosini va umumiy nazariyadan klassik chegaraviy holga o‘tish qoidasini tushuntirish;

-misol asosida bo‘lsa-da, yorug‘lik tezligining vakuumdagi tezligini chegaraviy ekanini asoslash.

Aynan shu tasavvurlar asosida tezliklarni qo‘shishning relyativistik qonunining kiritishni va uni maxsus nisbiylik nazariyasi postulatlarini asosida keltirib chiqarishni tavsiya qilamiz.

4. Sinergetika va uning qonunlarini tabiatda hamda jamiyatdagi ko'rinishi

Reja:

1. Sinergetika - dunyoga yangicha qarash
2. Sharq falsafasida sinergetika
3. Chiziqsizlik dunyoqarash ahamiyatiga ega

Sinergetika - bu dunyoga yangicha qarash bo'lib, fanlardagi yangiliklarni umumlashtirish, o'z-o'zini tashkil qilish, chiziqsiz tafakkur asosida evolyutsion jarayonni tashkil qiluvchi fanlararo ilmiy tadqiqot usuli sifatida asrimizning 70-yillarida paydo bo'ldi. Sinergetika yangi ta'limot sifatida o'z-o'zini boshqarishning umumiy qonunlari va tamoyillariini o'rganishni maqsad qilib qo'ydi. U o'zini-o'zi boshqarishi jarayonining fizik, ximik, biologik, texnikaviy va iqtisodiy, sotsial va boshqa sohalarda namoyon bo'lish prinsiplarini global evolyusion o'nalish sifatida o'rganadi. Sinergetikaga ko'ra, makon va zamon strukturasi makroskopik tartibga kelish jarayonida murakkab chiziqsiz tizim sifatida tushuniladi. Bu tizim muvozanatlik holatidan uzoqlashib, o'ziga xos tanglik nuqtasiga (bifurkatsiya nuqtasiga) yaqinlashadi va natijada tizimning qalqib shunday holatda tizim nuqtasi uncha ahamiyatli bo'lmagan ta'sir yoki fluktatsiya asosida o'z holatini keskin o'zgartirishi mumkin. Bu holat ko'pincha xaos (tartibsizlik)dan tartibga o'tish asosida boradi.

Shuning bilan bir qatorda sinergetika xaos konsepsiyasini qayta ko'rib chiqdi, uning dinamikasini o'rgandi. U ma'lum sharoitda yangi turg'un tartibga asoslangan tizimning vujudga kelishida konstruktiv rol o'ynashini ko'rsatib berdi. Sinergetika dunyoning klassik fanga asoslangan manzarasinigina emas, balki kvantli-relyativistik manzarasini ham, yangicha chiziqsiz tafakkur asosida XX asr ikkinchi yarmidagi yangi ilmiy manzarasini tushuntirib berdi. Sinergetika juda ko'p eski tushunchalarga barham berdi. Shu kunlargacha "xaos (tartibsizlik) salbiy tushuncha, uni tartibga kerak" deb qaralgan edi.

Sinergetika xaos dunyoni buzuvchigina bo'lib qolmay, qandaydir sharoitlarda ma'lum sabablarga ko'ra tuzuvchilik vazifasini bajarishi mumkinligini ham

ko'rsatdi va uning tuzuvchilik mexanizimini asoslab berdi. Tizim evolyusiyasi o'zini o'zi tashkil etish asosida o'zini o'zi yangilashi mumkinligini ko'rsatib berdi.

Turli darajadagi tashkil qiluvchilar xaos orqali o'zaro aloqada bo'ladilar. Notinchlik, turg'unmas holatida tizim kam kuchga ega bo'lgan ta'sir-fruktuatsiya makrotizimini o'zgartirib yuborishi mumkin. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, alohida olingan shaxslar faoliyati ham samarali bo'lar ekan. U hamma vaqt ham to'la namoyon bo'lavermaydi. Umumiy tendensiyalar bazida yutib yuboradi. Biroq, ayrim sharoitda alohida shaxs faoliyati hal qiluvchi rolni o'ynashi mumkin.

Bugungi kunda yurtboshimizning sa'i-harakati, aql-zakovati beqaror jamiyatni barqaror holatga keltirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu sinergetikaning tamoyillaridan kelib chiqadi. Shuningdek har bir shaxs dunyoda bo'layotgan jarayonlarga ongli munosabatda bo'lishga, sotsial tizimga mas'ullik bilan yondashib, uning taqdiriga befarq qaramaslikka olib keladi.

Ilgarigi ilmiy qarashlarda tasodifni tizimdan quvishgacha olib kelingan edi. Unda tasodif ikkinchi darajali, umumiy yo'nalishga ta'sir ko'rsatadigan asosiy kuch emas, deb qaralar edi. Sinergetika mikrofluktutsiya (tebranib turadigan holat) davrida alohida olingan tasodiflar tizimning o'zgarishiga hal qiluvchi ta'sir o'tkazishi mumkin ekanligini ko'rsatadi. Bundan, yuqorida aytganimizdek, tarixiy taraqqiyotda alohida shaxs rolining muhim ahamiyatga ega ekanligini, uning tarixni yaratishdagi betakror ishtiroki mavjudligini sinergetika ko'rsatib berdi, degan xulosaga kelish mumkin.

Ilgarigi qarashlarda rivojlanish pastdan yuqoriga boradigan bosqich, olg'a qarab ketadigan, muqobilsiz (alternativsiz) jarayon deb izohlangan. Rivojlanish orqaga qaytmaydigan faqat ilgarilab boradigan jarayon sifatida qaralgan. Muqobil rivojlanish esa, ikkinchi darajali, tasodifiy holat deb, magistral yo'ldan og'ish deb tushuntirilgan.

Rivojlanish ob'ektiv asosdagi universumga bo'ysunadi., tasodiflar ana shu umum tendensiyalarga ta'sir etolmaydi, deb qaralgan. Murakkab tizimning rivojlanishi bir tomonga yo'naltirilgan bo'lmay, balki turli vertikal va gorzontal

yoʻnalishda boʻlishi mumkinligini, bu yoʻnalishi bir necha alternativ yoʻllardan tashkil topishini sinergetika koʻrsatib berdi. Rivojlanish yoʻllari turlicha ekan, bu jarayon oʻziga xos, oʻziga mos yoʻlni tanlab olish imkoniyatini beradi. Bu yoʻl inson faoliyatini buzishga emas bunyodkorlikka, tabiat va jamiyatni ardoqlashga, ularga munosabatda ehtiyot boʻlishga chorlaydi.

Evolyusiyaning yoʻli koʻp boʻlsa-da, taraqqiyotning maʼlum davrdagi maqbul yzlini oldindan koʻrib, uning qonuniyatini, salbiy bogʻlanishini aniqlash mumkin. Mana shu jarayon detirmanizmni yangi bosqichga koʻtardi. Inson oʻzining ruhiyatida yashirinib yotgan holatlarni anglab yetadi va oʻz imkoniyatlarini ishga soladi.

Sinergetika murakkab sistema (tizim rivojlanishiga oldindan belgilab qoʻyilgan yoʻlni majbur qilib boʻlmaydi, deb koʻrsatadi. Sistema oʻz rivojlanishi uchun uni taraqqiyot tendensiyasiga, oʻziga xos yoʻlga yoʻnaltirish kerak boʻlarkan. Umumiy yoʻnalish sifatida insonlarning insonlar bilan, tabiatning inson bilan birgalikda yashashi (koevolyusiya)qonunlarini bilish kerak boʻladi. Rivojlanishni boshqarish masalasi oʻz-oʻzini boshqarish shakliga kirish muammosiga aylanishi kerak.

Sinergetika evolyusiya jarayonida super yoʻnalishning prinsiplarini ochib beradi. Bunda bir butun evolyusiya qismlardan, boʻlaklardan tashkil topgan murakkab rivojlanuvchi tizim sifatida oddiylardan tashkil topishini aniqlaydi. Bunda tizimni birlashtirish va bir butunga kelitirish oddiydan murakkabga qarab bormaydi, keltirish oddiydan murakkabga qarab bormaydi, balki ana shu tizimning lokallanishi “energiya nuqsoni” hisobiga qoplanib boradi, biroq butun qismlarning yigʻindisidan iborat boʻlmaydi umuman olganda butun qismlarning yigʻindisidan katta ham, kichik ham emas, balki sifatijihatdan boshqa sistema boʻladi. Butun bilan boʻlaklar (qismlar)oʻrtasida yangi muvofiqlik kelib chiqadi. Bular oʻzaro hamkorlikda boʻladilar.

Evolyusiya bir butunlikni tashkil qilish prinsiplarini tushuntirishning, murakkab sotsial giosiyosatni tashkil qilishning, jamiyatning turli viloyatlarini bir

maqsadga birlashtirishni tashkil qilish va dunyo hamkorligini vujudga keltirishga to'g'ri yondashishning ilmiy-falsafiy asosini beradi.

Sinergetika murakkab tizimni boshqarishda nimlarga suyanish kerakligini, uni samarali boshqarish yo'llarini ko'rsatib beradi. Murakkab tizimni tashkil qilishda eng muhimi kuch emas (uning ko'p qismi "suvgaoqib" ketadi), balki to'g'ri modeli arxitekturaviy ta'sirni tashkil etishdadir. Kichik, biroq to'g'ri tashkil etilgan rezonanslar murakkab tizimga ta'sir etishi qancha samara berishini ko'rsatadi.

Sharq falsafasida qadimdan shunday hollarni payqashgan.

Agar to'g'ri tashkil qilinsa, kuchsiz kuchlini yengadi, yumshoq qattiq ustidan, past baland ustidan g'alaba qiladi (Lao-szi).

Sinergetika ma'lum sharoitda tez "oqim" (lavina) shaklidagi jarayonlarning chiziqsiz holatini, o'z-o'zini rag'batlantiruvchi o'sish qonuniyatlarini ochib beradi.

Qanday qilib ochiq tizim chiziqsiz muhitda iqtisodni tashkil qilishning tashabbuskori bo'lishi mumkin?

Qanday talablar bunday sharoitda (ochiq, chiziqsiz tizimda) amal qiladi, uning qulab ketishining qanday ehtimollari bor va murakkab tizim qanday qilib rivojlanishni maksimal ta'minlashi mumkin?

Bu masalani tushunish muhim ahamiyatga ega. Sinergetika mana shu masalalarga javob beradi va uning qonunlarini ko'rsatib beradi.

Sinergetikaning asoschisi belgiyalik olim I.Prigojin o'zining bu to'g'ridagi ta'limotda o'z-o'zini tashkil qilish qonunlarini, xaosdan tartibga o'tish qonuniyatlarini ko'rsatib berdi.

Borliq beqarorlik va barqarorlikning o'zaro mushtarakligidan iboratdir. Shu sababli ularning birortasisiz dunyoni atroflicha o'rganib bo'lmaydi (I.Prigojin).

Sinergetika tamoyillariga ko'ra, muhit kelajak shaklini tashkil qilishning tashuvchisidir.

Ma'lum tizimning tashkil topishida muhitning roli qanday?

O'z-o'zini tashkail qilish ochiq va chiziqsiz muhitda amalga oshadi. Ko'pchilik hollarda tabiatdagi jarayonlarda o'z-o'zini tashkil qilishning spiralsimon to'lqin, girdob yoki olti qirrali katak shaklida namoyon bo'lishi kuzatilgan. Biroq

hech kim nima uchun tarqab ketish yo‘q ? nima uchun muhitda tizim tashkil topadi? Nima uchun paydo bo‘ladigan tizim o‘z shaklini saqlab qoladi? kabi savollar bermaydi. Garchi tarqalish jarayoni yuz bersa-da, tizim ma’lum muhitda tashkil topadi. Nega muhit ma’lum shakldagi tizimni vujudga keltiradi (spiralsimon yoki olti qirrali katak shaklida v.k.). tizimning evolyusiyasi va ichki mexanizimida ikki qarama-qarshi yo‘nalish o‘rtasida asosiy kurash yoki o‘yin ketadi. Buni tashkil etishda yoki qulab ketishida faol muhit hal qiluvchi rol o‘ynaydi.

Sinergetika murakkab tizim tashkil topishidan cho‘chish yoki qo‘rqish kabi ruhiy holatni olib tashlaydi. Matematik modellash natijasi shuni ko‘rsatadiki, chiziqsiz, ochiq sistemaga asoslangan oddiy matematik model ham tizimning murakkab holatini ifodalaydi. Murakkab tizim holatini chiziqsiz matematik model asosida qisqa tenglamalarda ifodalab, uning holatini to‘la bayon etish mumkin. O‘z-o‘zini tashkil etishda tizimni fazoviy makonda, ochiq chiziqsiz holatda tushunish hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tizimning shakllanishi uchun muhitning tashuvchi vazifasini oldindan bilish maqsadida quydagilarga ya’ni:

- a) Jarayonning “maqsadi”ga (yangi struktura jarayoniga);
- b) Bir butun tizimning keng yoyilish umumiy tendensiyasiga (muhitga);
- c) Kuzatadigan inson ideallariga e’tibor berish kerak;

Bu oddiy matematik model asosidagi muhim natijalar bo‘lib, sinergetik dunyoni anglashning asosini tashkil etadi.

Endi ochiq muhit tasavvuri nimaligini aniqlab olish kerak

O‘z-o‘zini tashkil etishga qodir tizim guruhi (sinfi) ochiq va chiziqsiz tizim deb ataladi. Atrof-muhitda o‘zining energiya manbaiga ega bo‘lgan, modda va energiya almashinuvini ta’minlaydigan tizim ochiq tizim deyiladi. Odatda “manba”i deganda lokallashgan manba tushuniladi. Irmoqlar suvni o‘z manbalaridan oladi, keyin daryolarga aylanadi. O‘z-o‘zini tashkil qilish tizimida har bir nuqta manba bo‘lib xizmat qilishi mumkin. O‘zaro almashinuv o‘z chegarasi orqaligina emas, balki ushbu muhitning har bir nuqtasi orqali amalga oshishi mumkin. Ochik tizim o‘z-o‘zini tashkil qilishning zaruriy sharti, biroq o‘z-o‘zini tashkil etish uchun ochik tizim ning o‘zi yetarli emas. Boshqacha qilib aytganda, har qanday o‘z-o‘zini

boshqarish ochiq tizimdir. Biroq har qanday ochiq tizim o‘z-o‘zini boshqarish emas. Hammasi ikki qarama-qarshi imkoniyatlarning “o‘yin”iga bog‘liq.

“Chiziqsizlik” yangi paradigmaning konseptual tugunidir. Yangi paradigmani chiziqsizlik paradigmasi deb atash ham mumkin. Shuning uchun chiziqsizlik tushunchasi yangi dunyoqarash ma’nosini ifodalaydi. Chiziqsizlik matematik ma’noda ma’lum matematik tenglamalar turi bo‘lib, uning qiymati muhitning holatiga qarab birdan katta yoki kichik bo‘lishi mumkin. Chiziqsiz tenglamada bir nechta (birdan ortiq) sifatli farq qiladigan yechimga ega. Bundan chiziqsizlikning fizik ma’nosi kelib chiqadi. Chiziqsiz tenglamani hal qilishning turli yechimi evolyusiyasi rivojlanishining turli-tuman yo‘lini ko‘rsatadi. Bunday holatni chiziqsiz tizim bilan izohlash mumkin. Har qanday yangi tizim muhit natijasida sifatli o‘zgarar ekan, o‘zining yangi evolyusiyasi yo‘liga ega bo‘ladi. Bu esa chiziqsizlik evolyusiyasi ko‘p variantli, muqobil ekanini ko‘rsatadi va o‘z navbatida imkoniyatlarni tanlab olish vaziyatini yaratadi.

Evolusiyaning sur’ati, rivojlanish darajasi (muhitda rivojlanish tezligi) g‘oyasi evolyusiyaning orqaga qaytmaslik tamoyilini, uning dunyoqarash ahamiyatini ko‘rsatadi. Chiziqsizlik ma’lum muhitda “kichkina”ning hal qiluvchi ahamiyatini ko‘rsatadi, muhitga, hodisalarga tez javob berish xarakterini oyachib beradi. Har bir hodisaning o‘ziga mos yo‘lini topish imkoniyatini ko‘rsatib beradi. Chiziqsizlik rivojlanish maydoni yo‘lida adashish ham mumkinligini aytadi. Biroq, sinergetika ma’lum guruhning rivojlanish ko‘lamini ham ko‘rsatib, uning detirminanlanganligini isbotlaydi.

Sinergetika “hamma narsa sabab - oqibat asosida boradi” degan eskicha detirminanizmning chizikli sistema uchun mos emasligini ko‘rsatib, chiziqsiz, ochiq tizimdagi evolyusiyaning yangi deteministik tizimini ishlab chiqdi, ratsionalizm va irratsionalizmning birligini, shuningdek, rivojlanishning alternativ, ko‘p yo‘lli ekanligini va bular o‘zining atrof-muhit bilan qonunlashuv jarayonining o‘ziga xos tomonini ko‘rsatadi. Shu bilan birga rivojlanishning gorizont va vertikal yo‘nalishining o‘ziga xosligi, ularning o‘zaro birligi haqidagi detirministik ta’limotni maydonga tashladi. Sinergetika lavina shaklidagi rivojlanish yoki qullash

jarayonini ham ko'rsatib berdi. Bularning hammasi chiziqsiz, ochiq tizim, kaosni tartibga solish, barqarorlik va beqarorlik, tebranib turishning qonuniyatlarini ko'rsatdiki, bu detirminizmning yangi tasavvurini berdi.

1. Yevropada ilmiy bilimlar tizimi bundan ikki ming besh yuz yil ilgari paydo bo'lgan (Pifagor, Fales, Aneksimandr). Aristotel aniq fanlar haqida fikr yuritib, fanlarning mantiqini yaratdi. Fanlarning mustaqil soha sifatida mavjud bo'lishiga asos soldi, hamma fanlarning usulini yaratdi. O'rta asrlarda fan Xudo yaratgan borliqni tartibga soladi, deb qaraldi. (Avgustin).

2. Farobiy har bir fanning o'rni va uning falsafaga munosabatini ko'rsatdi. Fanning tasnifini berdi. Mantiqni izohlashda har bir so'zni undagi beshta modda : xitoba- ritorika; qiyos-sillogizm; burxon- isbotlash; jadal munozara (dialektika); ibora- talqin qilish asosida tahlil qildi, ularni ishlatish yo'llarini ko'rsatib berdi va uni Xorazmiylar, Beruniylar yangi bosqichga ko'tardi.

3. Yangi davr Galiley fanni haqiqiy ifodalaydigan til- matematika tili ekanligini ta'kidlab, fanning matematik tabiatini ochib berdi; Bu nazariyani Dekart, N'yuton, Gyugenslar davom ettirdilar.

4. XX asrda fan falsafasi falsafaning asosiy tarmog'i sifatida shakllandi. Vena to'garagi fan falsafasi va uning mantiqini falsafaning bosh mavzusi deb e'lon qildi. Ilmiy bilimni standartlash tamoyili, ilmiylik va noilmiylik chegarasi ishlab chiqildi. Fanning rivojlanish konsepsyasi, jamiyatda fanning roli, ilmiy tekshirishning metodologik dasturi ishlab chiqildi.

Foydalangan adabiyotlar

1. Raximov I., O'tamurodaov A. Fanning falsafiy masalalari.T., 2002 y.
2. Falsafa. Ma'ruzalar matni.

5. Quyosh tizimining kelib chiqishi va evolyutsiyasi

Reja:

1. *Olam haqida umumiy tushuncha*
2. *Quyoshning Galaktikada tutgan o'rni*

3. *Quyosh tizimi va uning eng muhim xususiyatlari*
4. *Quyosh tizimining paydo bo'lishi haqidagi ilmiy gipotezalar*
5. *Quyosh tizimida Yer va Oyning tutgan o'rni*

Koinotdagi osmon jismlari - yulduzlar, sayyoralar, sayyoralarning yo'ldoshlari, asteroidlar, meteoritlar va tumanliklardan iboratdir. Bular doimiy holatda ichki qonuniy tizimga birlashganlar. Quyosh- yulduzlar deb ataladigan osmon jismlari qatoriga kiradi. Barcha yulduzlar kabi u uzidan nur tarkatadi. Quyosh sistemasi – 9ta sayyora, ularning 51ta yo'ldoshlari, minglab kichik sayyora-asteroid, millionlab kometa (grekcha- «kometos» -uzun sochli demak), meteor mahsulotlari, sayyoralar aro gazlardan iborat. Quyosh tizimi Galaktika markazidan 10000 ps., Galaktika teksligidan shimolda 25 ps. uzoqlikda joylashgan. Quyosh tizimdagi hamma jismlar massasining 99,866% ini tashkil etadi. Tizimdagi eng katta sayyora Yupiterning massasi Quyosh tizimi massasining 0,09% ga teng.

Quyoshning diametri-1391000 km., hajmi- Yer hajmidan 1300000 marta, massasi Yer massasidan 332000 marta katta. Quyosh tizimidagi sayyoralarning astronomik harakatlari bir-birlaridan farq qiladi. (jadval)

Quyosh tizimi, uning harakterli kattalıkları va hususiyatlari to'grisidagi ma'lumotlar juda qadimdan to'planib kelingan. Aristotel, Ptolomey, Muhammad al Horazmiy, Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino, Ulugbek, N.Kopernik, I.Kepler, G.Galiley, I.N'yuton, I.Kant, P.Laplas, O.Yu.Shmidt., V.G.Fesenkov, V.V.Ambartsumyan, A.P.Vinogradov Hoyl va boshqalar tomonidan Koinot-Olam-kosmos-Osmon jismlari, shu jumladan, Quyosh tizimining kelib chiqishi, harakatlari, hossa va hususiyatlari to'grisida yangidan-yangi ma'lumotlar to'plangan.

Quyosh tizimining eng muhim xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- hamma sayyoralar Quyosh atrofida orbita hosil qilib aylanadilar;
- hamma sayyoralar Quyosh atrofida bir tomonga qarab, ya'ni soat strelkasi harakatiga qarama-qarshi tomonga qarab harakatlanadilar;

- hamma sayyoralar (Urandan boshqa) va ularning yo'ldoshlaridan ko'pchiligi ham uzuklari atrofida soat strelkasi harakatiga qarama-qarshi tomonga aylanadi;
- hamma sayyoralarning orbitalari deyarli bitta tekislikda yotadi. (Merkuriyning -7 , Pluton (Ekliptikaga nisbatan 17 gradusga ogishgan holos).
- Sayyoralar: ichki (Merkuriy, Venera, Yer, Mars) va tashqi (Yupiter, Saturn, Uran, Neptun) sayyoralarga kiritiladi.
- Pluton sayyorasining orbitasini Quyosh tizimining chegarasi deyilsa, Quyosh tizimining diametri – 12 mlrd. km.ga teng.

Quyoshga yaqin turgan Merkuriy sayyorasi Yerga nisbatan 7 marta kuchli, Pluton esa $890-2450$ marta kuchsiz yoritiladi.

Quyosh 70% vodorod va 29% geliydan iborat. O'rtacha zichligi $1,41 \text{ g/cm}^3$. O'z o'qi atrofida o'rtacha $27,35$ Yer sutkasida bir marta aylanadi. Quyoshda termoyadro reaksiyasi ketishi natijasida yorug'lik, issiqlik va elektromagnit to'lqinlari dunyo bo'shligiga tarqaladi. Quyoshning har bir kv. sm dan 50000 ta halqaro birlikdagi shamdan chiqqan energiyaga teng issiqlik tarqatadi. Quyosh radiatsiyasining umumiy miqdoridan 2 mlrd. dan bir qisminigina Yer o'ziga oladi. Quyoshning markaziy qismida harorat 20000000 gradus, yuzasida esa 6000 gradusdir.

Quyosh tizimidagi asteroidlar - kichik sayyoralar Quyosh atrofida sayyoralar harakatlangan tomonga qarab harakat qiladilar va ular ma'lum shaklga ega bo'lmagan, qirrali, qattiq jismlardir. Hozirgi vaqtda Mars va Yupiter sayyoralari oraligidagi bo'shliqda 1600 ta asteroid joylashganligi ma'lum. Asteroidlarning hajmi katta emas. Masalan, Tserera – diametri- 768 km, Pallada- 489 km, Vesta- 385 km, Yunonan 193 km va boshqalar.

Kometalar-uzun «dumli» osmon jismi, to'la tarkib topgan kometalar qattiq osmon jismidir. Quyosh nurlari ta'sirida o'zlari ham nur tarqatadi. Ayrim kometalarning uzun sochi-«dumi»- 900000000 km.ga yetadi. Kometalarning

ba'zilar o'z orbitalarini 3 yilda (Enko kometasi) ba'zilar 80 yilda (Galley kometasi) aylanib chiqadilar. Quyosh tizimidagi sayyoralar juda murakkab tuzilishga ega bo'lib, yulduzlardan farqli o'laroq o'zlaridan yorug'lik chiqarmaydilar. Chunki ularning massalari termo-yadro reaksiyasi hosil qilish va u asosda energiya vujudga keltirishga qodir emas. Shunga qaramay ular suv, havoni ushlab turadilar (albatta hammasi bir xilda emas). Shuning uchun ham hayotiy jarayonlarning ketishi sayyoralargagina xosdir xolos. (izoh: sayyoralarning harakteristikasi jadval ma'lumotlarida berilgan). Quyosh tizimida hayotiy jarayonlar uning ma'lum qismida sodir bo'ladi. Karbonsuvlar birikmasi uchraydigan bu qatlamni-ekzosfera deyiladi. Ekzosferada harorat sayyoralarda 80 gradusdan ortmasligi- 70 gradusdan past bo'lmasligi kerak. Bu hayot qatlami Quyosh tizimida 92 mln. km uzoqlikdan toki 275 mln. km.gacha bo'lgan oraliqda deb hisoblanadi. Shunday qilib Quyosh ekzosferasiga Venera, Yer va Mars sayyoralar joylashgan bo'shliq kiradi. Yupiter, Saturn, Uran va Neptun oraliqlari bu jarayondan xalos, chunki, ular Quyoshdan uzoqda, shu sababi imkoniyatlar yo'q, atmosferasida amiak va metan ko'p, Quyosh issiqligidan kam bahra oladi. Shuning uchun ham ularda hayot yo'q. Pluton sayyorasi ham, asteroidlar ham hayotsizdir.

Quyosh tizimida meteor, mahsulotlari, meteoritlar, bolidlar - yirik meteoritlar ham mavjud bo'lib ularning kattaligi turlichadir. Masalan, Goba meteoriti- 60t. Tunguska meteoritin 2000t. deb tahmin qilinadi. Arizonadagi meteor tushgan va natijada hosil bo'lgan kraterining diametrini-1200, chuqurligini 200m deb hisoblangan, tushgan vaqti tahminan bundan 5000 yil oldin bo'lgan.

Sayyoralarning harakatlarini tushuntirishda dastlab, Yer quzgalmas va osmon yumaloq degan tasavvur bo'lgan. Aristotel har bir sayyora hrustal sferaga mahkamlangan deb qaragan. Sferalar bir-birlarining ichiga joylashgan va sharsimon er atrofida aylanadilar. Eng oxirgi va eng uzoqdagi sferaga yulduzlar mahkamlangan deb fikr yuritgan.

Ptolemey esa har bir sayyora aylana bo'ylab tekis harakatlanadi va bu aylana markazi qo'zgalmas Yer atrofida tekis aylandi deb tushuntirgan. Shu asosda,

markazda Yer joylashgan olam tizimini geotsentrik (grekcha-ge-or) sistema deyilgan va geotsentrik nazariya yaratilgan.

Polyak Nikolay Kopernik (1473-1543) o'z tadqiqotlari natijasida markazida Quyosh (grekcha gelioo-Quyosh demak) turuvchi olamning geliotsentrik nazariyasini ilgari surdi. Shu bilan birga Kopernik Yer Koinotning markazi bo'lmay, balki u Quyosh atrofida aylanayotgan sayyoralarning biri ekanligini e'tirof qildi. Bunday fikr-mulohazaga kelish va olamshumul tarixiy nazariya yaratish tasodifiy hol emas, chunki u shu davrgacha bo'lgan juda ko'plab manbalarni tahlil qilgan va ma'lumotlardan foydalangan.

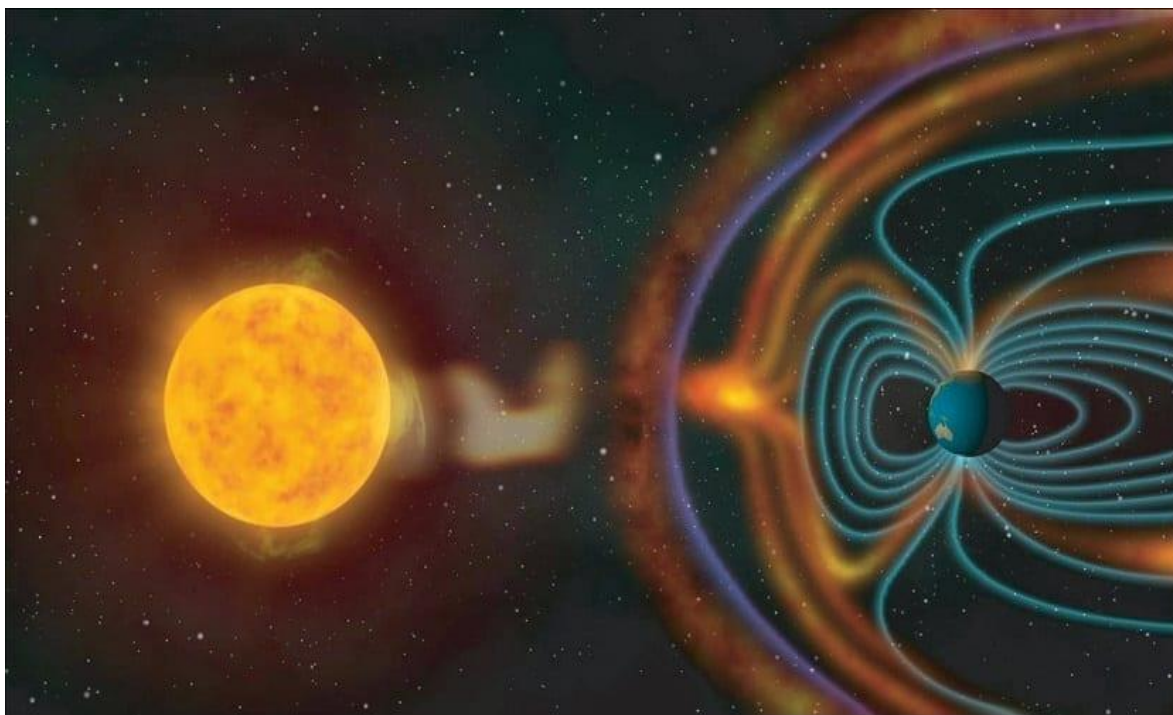
Italiyalik, Galiley Venera fazolarining almashishi, Venera Yer atrofida emas, balki faqat Quyosh atrofida harakatlengandagina ro'y berishi mumkinligini isbotladi. Galiley shuningdek, Yupiterning 4ta yo'ldoshini topdi. U Quyosh sirtida dog'larni topdi va ularning siljishlariga qarab Quyosh o'z atrofida aylanadi degan xulosaga keldi.

1755-yilda nemis filosofi I.Kant, 1796-yilda esa fransuz astronomi I.S.Laplas tomonidan Quyosh tizimidagi sayyoralarning paydo bo'lishi to'grisidagi gipoteza yaratildi. Ular birinchilar qatori diniy dunyoqarashlarga qarshi chiqib, tabiat doimo rivojlanishda va o'zaro bog'liq deb mexanik-qotma fikrlarni rad etdilar. Ikkala gipotezada ham asosan sayyoralarning gaz-chang tumanliklaridan paydo bo'lganliklari taxmin qilingan

Hozirgi vaqtda ancha isbotini topgan gipoteza akad. O.Yu.Shmidtning ilmiy g'oyaga boy gipotezasidir. U yuqoridagilarning g'oyalarini rivojlantira borib, Yer va boshqa sayyoralalar sovuq, qattiq zarralardan paydo bo'lgan dedi. Uningcha bundan 6-7 mlrd. yil oldin Quyosh o'z bulutlik bilan uchrashgan. Tortish kuchi natijasida ularni o'zi bilan olib harakatlangan. Shunday qilib gigant holdagi bu qattiq zarralardan iborat materiya Quyosh atrofida aylana boshlagan, biroq, bir butun holda emas, balki ma'lum bir umumiy yo'nalishdagi har bir zarra o'z orbitasiga ega bo'lgan. Natijada ko'p sonli zarralar Quyosh atrofida bir-birlariga halaqit bermasdan aylana hosil qilib harakatlanganlar. Sharsimon bulutlik sekinlik bilan quyushlashib

borgan va taqsimcha shaklini olaboshlagan. Zarralar orasidagi masofalar qisqarib borgan va ular bir-birlarini tortishgan. Ularning to'planishi davom etgan va dastlabki sayyoralar paydo bo'la boshlagan. Quyoshga yaqin masofada kichikroq, lekin ma'lum zichlikga ega bo'lgan sayyoralar (Merkuriy, Venera, Yer va Mars) paydo bo'lgan. Sayyoralar tizimi o'rtalarida yirik sayyoralar vujudga kela boshlagan (Yupiter, Saturn, Uran va Neptun)uning chekkasida, qaysiki kosmik bulutlik yo'q darajaga kelgan joyda, kichik sayyora-Pluton vujudga kelgan. Sayyoralarni tashkil etgan materiya asta-sekin kosmik chang va meteoritlar hisobiga quyushlashgan va kattalashib borgan. Hozirgi kungacha ham bu gipoteza g'oyasini barcha olimlar bir maqomda qabul qilishmaganlar. Jumladan akad. V.G.Fesenkovning fikricha, Quyosh gaz-chang bulutlarini o'zi bilan olib ketmagan; chunki uning yoruglik bosimi ta'sirida gaz-chang bulutlari tarqalib ketgan bo'lishligi mumkin. Uning fikricha, Quyoshning o'zi qizigan gaz-chang bulutlarining quyushlashishi natijasida paydo bo'lgan, sayyoralar esa shu bulutlardagi ikkilamchi quyushlashishdan vujudga kelgan deydi.

Hozirgi vaqtlarda Yer va Quyosh tizimidagi boshqa sayyoralarning paydo bo'lishi bilan juda ko'plab olimlar shug'ullanishmoqda. Bular orasida akad. V.V.Ambartsuyan, horijlik Hoyl va boshqalarning tadqiqotlari e'tiborga loyiq. A.N.Vinogradov esa Koinotdagi osmon jismlarining yoshini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borgan va u Galaktika bundan tahminan 10 mlrd, Quyosh tizimi esa 5 mlrd. yildan ortiq vaqt davomida paydo bo'lganligi to'grisida ma'lumot bergan. Shuningdek Yer 4,7 mlrd. yil oldin paydo bo'lgan ekan. Biroq boshqa manbalarda 5 mlrd. va hatto 6 mlrd.gacha kattalikda yil hisoblari ham berilgan.



Koinot va uning tarkibiy qismlari hamda ularning paydo bo'lishligi to'grisidagi fikr-mulohazalarning turli-tuman bo'lishligidan qa'tiy nazar bir narsaga e'tibor berish kerak, u ham bo'lsa turli tadqiqotchilar Olamning abadiyligi va cheksizligiga, uning bir-butun va aloqadorligiga, Yerimizning Koinot bilan bog'liqligiga juda to'g'ri yondashib keldilar va kelmoqdalar.

6. Zamonaviy fizikada nazariya va tajriba.

Fizika (grekcha: *φυσικός* — „tabiiy“, *φύσις* (*physis*) — „tabiat“) tabiiy borliq haqidagi fan bo'lib, tabiatning eng keng tarqalgan qonunlari, modda, uning tuzilishi, harakati va o'zgarish qoidalarini o'rganadi. Fizika bu tabiiy fandır, lekin undagi qonuiyatlar va hisob-kitoblar aniqlikka asoslangan. U quyidagi asosiy qismlardan iborat:

1. Klassik mexanika
2. Elektrodinamika va klassik maydon nazariyasi
3. Kvant mexanikasi
4. Statistik fizika va Termodinamika
5. Optika va Spektroskopiya
6. Molekulyar fizika

7. Atom fizikasi
8. Kvant maydonlar nazariyasi
9. Gravitatsiya va Kosmologiya
10. Kalibrlangan maydonlar va Supersimmetriya.

Fizika fani eksperimental va nazariy fizikaga bo'linadi. Eksperimental fizika tajribalar asosida yangi ma'lumotlar oladi va qabul qilingan qonunlarni tekshiradi. Nazariy fizika tabiat qonunlarini ta'riflaydi, o'rganiladigan hodisalarni tushuntiradi va yuz berishi mumkin bo'lgan hodisalarni oldindan aytib beradi.

O'rganilayotgan ob'yektlar va materiallarning harakat shakllariga qarab, fizika fani bir-biri bilan o'zaro chambarchas bog'langan elementar zarralar fizikasi, yadro fizikasi, atom va molekular fizikasi, gaz va suyuqliklar fizikasi, qattiq jismlar fizikasi, plazma fizikasi bo'limlaridan tashkil topgan. O'rganilayotgan jarayonlarga va materiyaning harakat shakllariga qarab, fizika moddiy nuqta va qattiq jism mexanikasi, termodinamika va statistik fizika, elektrodinamika, kvant mexanika, maydon kvant nazariyasini o'z ichiga oladi.

Fizikaning tarixiy rivojlanishi. Fizika tarixini 3 davrga bo'lib o'rganish mumkin:

- 1) qadimgi zamondan XVII asrgacha bo'lgan davr;
- 2) XVII asrdan XIX asr oxirigacha bo'lgan davr. Bu davrdagi fizika fani, odatda, klassik fizika nomi bilan yuritiladi;
- 3) XIX asr oxiridan hozirgi paytgacha bo'lgan davr. Hozirgi zamon fizikasi (yoki eng yangi fizika) shu davrga mansub.

Turli hodisalarni va ularning sababini o'rganish qad. zamon olimlarining bizgacha yetib kelgan asarlarida aks etgan. Miloddan avvalgi VI asrdan to milodiy II asrgacha bo'lgan davrda moddalarning atomlardan tashkil topganligi haqidagi tushunchalar va g'oyalar yaratildi (**Demokrit**, Epikur, Lukretsiy), dunyoning geosentrik tizimi ishlab chiqildi (Ptolemey), elektr va magnit hodisalari kuzatildi (Fales), statika (Pifagor) va gidrostatikaning rivojlanishiga asos solindi (Arximed), yorug'lik nurining to'g'ri chizikli tarqalishi va qaytish qonunlari ochildi, miloddan avvalgi IV-asrda Aristotel o'tmish avlodlar va zamondoshlarining ishlariga yakun yasadi. Aristotelning ijodi yutuqlar bilan birga kamchiliklardan ham holi emas. U

tajribalarning mohiyatini tan oldi, ammo uni bilimlarning ishonchli belgisi ekanini inkor etib, asosiy e'tiborni farosat bilan anglashda, deb bildi. Aristotel ijodining bu tomonlari cherkov namoyandalariga qo'l kelib, uzoq, davrlar fan taraqqiyotiga to'sqinlik ko'rsatdilar.

IX-XVI asrlarda ilmiy izlanishlar markazi Yaqin va O'rta Sharq mamlakatlariga siljidi. Bu davrga kelib, fan rivojiga, jumladan, fizikaning rivojiga O'rta Osiyo olimlari ulkan hissa qo'shdilar. Fizika, matematika, astronomiya va tabiatshunoslikka oid masalalar Xorazmiy, Ahmad al-Farg'oniy, Forobiy, Beruniy, Termiziy, Ibn Sino, Ulug'bek, Ali Qushchi va boshqa O'rta Osiyolik olimlarning ishlarida o'z aksini topgan. Bu olimlarning fizikaga oid ilmiy ishlari, mexanika, geometriya, osmon mexanikasi, optika va turli tabiat hodisalarini o'rganish bilan bog'liqdir.

Xorazmiy o'rta asrlarda, nazariy va amaliy tabiatshunoslik hali bo'lmagan davrda, dunyoviy fanlar, ilg'or ijtimoiy-falsafiy fikrlar ijodkori bo'lib chiqdi. U Sharqning dastlabki akademiyasi "Bayt ul Hikma" (Donolar uyi) ning shakllanishida faol ishtirok etgan. Bu yerda uning rahbarligida arablar va boshqa xalqlar vakillari bilan bir qatorda Ahmad al-Farg'oniy, Ahmad Abdulabbos Marvaziy kabi O'rta Osiyolik olimlar tadqiqotlar olib borganlar. "Algoritm" so'zi "Xorazmiy" so'zining lotincha transkripsiyasi bo'lib, bu so'zni algebra masalalarini yechishda birinchi marta qo'llagan edi. Ahmad al-Farg'oniyning "Osmon jismlari harakati" kitobi IX asrda bitilgan bo'lib, XII asrda lotin tiliga, XIII asrda Yevropaning boshqa tillariga tarjima qilinib keng tarqalgan edi. Ahmad al-Farg'oniy asarlari Yevropada Uyg'onish davri ilmiy tadqiqotchilarining asosini tashkil etgan asarlardan bo'ldi. U yorug'likning sinishi va qaytishini aniqlagan. Farg'oniy stereografik proyeksiya nazariyasining asoschisi sifatida fazo jismlari harakatining tekisliklardagi proyeksiyalari nisbatlari asosida ba'zi bir kattaliklarni o'lchash mumkinligini isbotladi. Bu fikr bugun ham astrofizika fanida o'z qiymatini yo'qotmagan.

Beruniy Yerning o'z o'qi atrofida aylanishini o'zi yasagan asboblardan yordamida isbotladi va Yer radiusi 6490 km ga yaqin ekanligini aniqladi. U dunyoning moddiyligi, harakatning turlari, atomning bo'linishi, atomdan keyingi

zarralarning o‘zaro ta’sir kuchlari, solishtirma og‘irlikni aniqlash usullari, jism inersiyasi, bo‘shliq, atmosfera bosimi, suyuqliklar gidrostatikasi, qor, yomg‘ir va do‘lning paydo bo‘lish sabablari, energiya aylanishi, jismlarning elektrlanishi, dengiz hamda ummon suvlarining ko‘tarilishi va pasayish sabablari, yorug‘likning korpuskulyar hamda to‘lqin xossasi, tovush va yorug‘lik tezligi, yorug‘likning qaytishi hamda sinishining sabablari, dispersiya hodisasi, Yer va boshqa sayyoralarning Quyosh atrofidagi harakatlari ellips shakliga yaqinligi, fazoviy jismlarning vaznsizligi to‘g‘risida fikrlar yuritdi.

Abu Nasr al-Forobiyning tovush tezligi, tovushning to‘lqin tabiati, tovush chastotasi, tovush to‘lqinining uzunligi haqidagi fikrlari va ularga asoslanib yaratilgan musiqa notasi hamda optikaga oid ko‘pgina ishlari fizika fanining rivojlanishiga qo‘shilgan katta hissa bo‘ldi.

Ibn Sino harakatning nisbiyligi, inersiya, kuch, massa va tezlanish orasidagi bog‘lanish, aylanma harakat, markazga intilma kuch, chizikli tezlik, bo‘shliq va atmosfera bosimi, konveksiya, issiqlikning tabiati, issiqlik uzatilishining turlari, yashin va yashinning turlari, momaqaldiroq hodisasi, tovush va yorug‘lik tezligi, yorug‘lik dispersiyasi, linza, atom tuzilishi va boshqa mavzularga tegishli mulohazalarining aksariyati hozirgi zamon tushunchalariga juda mos keladi.

Hakim Termiziy dunyoviy fanlarning ungacha bo‘lgan yutuqlarini qomusiy olim sifatida o‘rgandi, jumladan, tabiat hodisalari va jarayonlarini tahlil etuvchi “Solnoma”, “Haftanoma” kabi asarlari ma’lum.

Mirzo Ulug‘bek XV asrda jahonda yagona rasadxona qurdi. Uning “Ziji Ko‘ragoniy” asarida astronomiyaning nazariy asoslari yoritdi va 1018 ta yulduzning joylashish koordinatalarini juda katta aniqlikda berdi. Uning qiymatlari hozirgi qiymatlarga juda yaqin.

Fizik hodisalarni tushuntirishda O‘rta Osiyolik olimlarning mulohazalari qadimgi an’analar ta’sirida rivojlangan bo‘lsada, ular matematik usullarni keng joriy etib, tajribalardan foydalanib, fanga katta hissa qo‘shdilar.

Klassik fizikaning rivojlanishi. XVII asrga kelib G. Galiley mexanik harakatni tajriba yo‘li bilan o‘rganib, harakatni matematik formulalar asosida ifodalash

zarurligini aniqladi va bu fizika fanining keskin rivojiga turtki bo'ldi. U jismlarning o'zaro ta'siri natijasida tezlik o'zgarib, tezlanish hosil bo'lishini, ta'sir bo'lmaganda harakat holatining o'zgarmasligi, ya'ni tezlanishning nolga tengligini yoki tezlikning o'zgarmasdan saqlanishini qayd etib, Aristotelning shu masalaga qarashli fikrini, ya'ni ta'sir natijasida tezlik hosil bo'lishini inkor etadi. Keyinchalik Galiley aniqlagan qonun inersiya qonuni yoki Nyutonning mexanikaga oid birinchi qonuni degan nom oldi. 1600-yilda U. Gilbert elektr va magnit hodisalarni o'rganish bilan shuhrat qozondi hamda Yer tirik magnit ekanligini isbotladi. U kompas magnit milining burilishini Yerning katta magnitga o'xshashi orqali tushuntirdi, magnetizm va elektrning o'zaro bog'lanishini tekshirdi. Galiley mexanikadagi nisbiylik prinsipini ochdi va erkin tushayotgan jism tezlanishi uning tezligi va massasiga bog'liq emasligini isbotladi. E.Torrichelli yuqoridagi prinsipdan foydalanib, atmosfera bosimining mavjudligini aniqladi va birinchi barometrni yaratdi. R. Boyl va E. Mariott gazlarning elastikligini aniqladilar hamda gazlar uchun birinchi qonun - Boyl-Mariott qonunini yaratdilar. Gollandiyalik astronom va matematik V. Snellius (Snell) bilan R. Dekart yorug'lik nurining sinish qonunini ochdilar.

XVII asr Fizikasining eng katta yutuqlaridan biri klassik mexanikaning yaratilishi bo'ldi. I. Nyuton 1687-yilda Galiley va o'z zamondoshlarining g'oyalarini umumlashtirib, klassik mexanikaning asosiy qonunlarini ta'riflab berdi. Nyuton tomonidan jismlar holati tushunchasining kiritilishi barcha fizik royalar uchun muhim bo'ldi, jismlar tizimining holatini mexanikada ularning koordinatalari va impulslari orqali to'la aniqlash imkoniyati yaratildi. Agar jismning boshlang'ich vaqtdagi holati hamda harakat davomida unga ta'sir etuvchi kuchlarning tabiati ma'lum bo'lsa, Nyuton qonunlariga asoslangan holda shu jismning harakat tenglamasini tuzish mumkin. Bu harakat tenglamasidan foydalanib, ushbu jismning istalgan vaqtdagi fazodagi o'rnini, tezlik, tezlanish va fizik kattaliklarni aniqlash mumkin bo'ldi. Nyuton sayyoralari harakatlarini tushuntiruvchi Kepler qonunlari asosida butun olam tortishish qonunini ochdi va bu qonun orqali Oy, sayyoralari va kometalar harakatini isbotlab berdi. X. Poygens va G. Leybnis harakat miqdorining saqlanish qonunini ta'rifladilar.

XVII asrning 2-yarmida fizik optika asoslari yaratila boshlandi, teleskop va boshqa optik qurilmalar yaratildi. Fizik A. Grimaldi yorug‘lik difraksiyasini, I. Nyuton esa yorug‘lik dispersiyasini tadqiq qildi. 1676-yilda daniyalik astronom O. Ryomer yorug‘lik tezligini o‘lchadi. Shu davrdan yorug‘likning korpuskulyar va to‘lqin nazariyalari yuzaga keldi hamda rivoj topa boshladi. I. Nyuton yorug‘likni korpuskula (zarra)lar harakati orqali tushuntirsa, X. Gyuygens uni faraz qilinuvchi muhit — efir — tarqaladigan to‘lqinlar yordamida tushuntirdi.

Shunday qilib, XVII asrda klassik mexanika mustahkam o‘rin egalladi, akustika, optika, elektr va magnetizm, issiqlik hodisalarini o‘rganish sohalarida katta izlanishlar boshlandi. XVIII asrga kelib tajriba va nazariyadan keng foydalangan klassik mexanika va osmon mexanikasi yanada tez sur‘atlar bilan rivojlandi. Yer va Osmon hodisalarini mexanika qonunlari orqali tushuntirish asosiy maqsad hamda bosh ta’limot hisoblanar edi. Hatto, o‘rganilayotgan fizik hodisani mexanika qonunlari orqali tushuntirish mumkin bo‘lmasa, tanlangan tushuntirish yo‘li to‘liq emas yoki noto‘g‘ri deb yuritilar edi.

XVIII asrda zarralar va qattiq jismlar mexanikasi bilan birga gaz hamda suyuqliklar mexanikasi rivojlandi. D. Bernulli, L. Eyler, J. Lagranj va boshqalar ideal suyuqlik gidrodinamikasiga asos soldilar. Fransuz olimi Sh. Dyufe elektrning ikki turi mavjudligini aniqladi hamda ularning o‘zaro tortilish va itarilishini ko‘rsatdi. Amerikalik olim B. Franklin elektr zaryadining saqlanish qonunini aniqladi. T. Kavendish va undan mustasno Sh. Kulon qo‘zg‘almas elektr zaryadining o‘zaro ta’sir kuchini tajribada aniqladilar hamda matematik ifodasini topib, asosiy qonun - Kulon qonunini ochdilar.

Rus fiziklari G. Rixman, M.V. Lomonosov va amerikalik olim B. Franklin atmosferada hosil bo‘ladigan elektr, yashinning tabiatini tushuntirib berdilar. A. Galvani, A. Volta va keyinchalik rus fizigi hamda elektrotexnigi V. Petrovning kuzatishlari va tadqiqotlari elektrodinamikaning vujudga kelishi hamda tez sur‘atlar bilan rivojlanishiga sabab bo‘ldi. Optika sohasida P. Buger va I. Lambert ishlari tufayli fotometriyaga asos solindi. Infraqizil (ingliz optigi V. Gershel va ingliz kimyogari U. Vollston) va ultrabinafsha (ingliz kimyogari I. Ritter) nurlar

mavjudligi aniqlandi. Issiqlik hodisalari, issiqlik miqdori, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanlik va h.k.ni o'rganishda ham qator izlanishlar olib borildi. M. Lomonosov, R. Boyl, R. Guk, Bernullilar issiqlikning molekulyar-kinetik nazariyasiga asos soldilar.

XIX asr boshida T. Yung va O. Frenellarning to'liq nazariyasi asosida yorug'lik difraksiyasi va yorug'lik interferensiyasi yaratildi. Yorug'likni ko'ndalang to'liq sifatida elastik muhitda tarqaladi deb, Frenel singan va qaytgan yorug'lik to'liqlarining intensivligini belgilovchi miqdoriy qonunni aniqladi. Fransuz fizigi E. Malyus yorug'likning qutblanishi hodisasini kashf etdi, yorug'lik spektriga va difraksiyasiga tegishli izlanishlar olib bordi. Yorug'likning tabiati haqidagi korpuskulyar va to'liq nazariyalari orasidagi deyarli ikki asr davom etgan kurash to'liq nazariyasi foydasiga hal bo'ldi.

Italiyalik olimlar A. Galvani va A.Voltalarning elektr tokini kashf etishlari hamda dunyoda birinchi marta 1800-yilda galvanik elementning yasaliishi fizika fanining rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi. 1820-yilda daniyalik fizik X. Ersted tokli o'tkazgichning kompas mili bilan o'zaro ta'sirda bo'lishini elektr va magnit hodisalar orasida bog'lanish borligi bilan tushuntirdi. Shu yillarda A. Amper zaryadlangan zarralarning tartibli harakati tufayli paydo bo'luvchi elektr toki bilan barcha magnit hodisalari bog'liq ekanligi to'g'risida xulosaga keldi va tajriba asosida tokli o'tkazgichlar orasidagi vujudga keluvchi o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi qonunni ixtiro qildi (Amper qonuni). 1831-yilda M. Faradey elektromagnit induksiya hodisasini ochdi va elektromagnit maydon tushunchasi haqidagi ta'limotni yaratdi. Metallarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganish Om qonunining (1826), moddalarning issiqlik xususiyatlarini o'rganish — issiqlik sig'imi qonunining yaratilishiga olib keldi.

Tabiatning barcha hodisalarini bir butun qilib bog'lovchi energiyaning saqlanish va aylanish qonunining ochilishi tabiatshunoslikda, jumladan, fizikaning rivojlanishida katta ahamiyatga ega. XIX asr o'rtalariga kelib tajriba orqali issiqlik miqdori bilan bajarilgan ish miqdorining o'zaro qiyosiy tengligi isbotlandi va shu asosda issiqlik energiyaning maxsus turi ekanligi aniqlandi. Energiyaning saqlanish

va aylanish qonuni issiqlik hodisalari nazariyasining asosiy qonuni bo'lib, u termodinamikaning *birinchi bosh qonuni* deb ataladi. Bu qonunni Yu.R. Mayer ta'riflagan, nemis fizigi G. Gelmgols aniqroq shaklga keltirgan (1874). Termodinamikaning rivojlanishida S. Karno, R. Klauzius, U. Tomson, E. Klapeyron va D.I. Mendeleyevlarning xizmatlari katta bo'ldi. S. Karno issiqlikning mexanik harakatga aylanishini aniqladi, R. Klauzius, U. Tomson issiqlik nazariyasining asosiy qonuni - termodinamikaning *ikkinchi bosh qonunini* ta'rifladilar, R. Boyl, E. Mariott, J. Gey - Lyussak, B. Klapeyron ideal gazning holat tenglamasini aniqladilar. D.I. Mendeleyev uni barcha gazlar uchun umumlashtirdi va h.k. Termodinamika bilan birga issiqlikning molekulyar-kinetik nazariyasi rivojlanib bordi. A. Eynshteyn, polyak fizigi M. Smoluxovski va fransuz fizigi J. Perrenlar Broun harakati atom hamda molekulalarning issiqlik harakati ekanligini isbotlab, molekulyar-kinetik nazariya asoslari bo'lgan Broun harakatining miqdoriy nazariyasini yaratdilar. Bu esa, o'z navbatida, statistik mexanikaning to'la tan olinishiga olib keldi. J.K. Maksvell kiritgan ehtimollik xarakteriga ega bo'lgan statistik tushunchalar asosida gazlardagi molekulalar tezligi, erkin yugurish uzunligi, vaqt birligi ichidagi to'qnashuvlar soni va boshqa kattaliklarning o'rtacha qiymatlarini topishga yo'l ochildi, uning molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasiga bog'liqligi ko'rsatildi. Materiyaning kinetik nazariyasi taraqqiy etishi L. Bolsman tomonidan statistik mexanika - Bolsman statistikasi yaratilishiga olib keldi. XIX asrning 2-yarmida J.K. Maksvell elektromagnit hodisalarning elektromagnit maydon tushunchasiga asoslangan yangi nazariyasini va uni ifodalovchi tegishli tenglamalar tizimini yaratdi. U tabiatda elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini, ularning aniq, xususiyatlari — bosimi, difraksiyasi, interferensiyasi, tarqalish tezligi, qutblanishi va h.k. borligini aniqladi. Maksvell nazariyasining eng muhim natijasi elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi yorug'lik tezligiga teng bo'lgan qiymatga ega ekanligi to'g'risidagi xulosa hisoblandi. Maksvell nazariyasidan yorug'likning elektromagnit xususiyatiga ega ekanligi kelib chiqdi. G. Gersning elektromagnit to'lqinlarni aniqlash bo'yicha olib borgan tajribalari buni tasdiqladi. 1899-yil P. Lebedev yorug'likning bosimini

tajriba orqali aniqladi. 1895-yilda A.S. Popov Maksvell nazariyasidan foydalanib simsiz aloqani yaratdi. Yuqoridagi va boshqa tajribalar Maksvellning elektromagnit nazariyasi to'g'riligiga yakun yasadi.

Shunday qilib, XIX asr fizikasi 2 bo'limdan — jismlar fizikasi va maydon fizikasidan iborat bo'ldi. Jismlar fizikasi asosida molekulyar-kinetik nazariya qabul qilingan bo'lsa, maydon fizikasida elektromagnit maydon nazariyasi asosiy rol o'ynadi.

Klassik fizika modda, vaqt, fazo, massa, energiya va h.k. haqidagi maxsus tasavvurlar, tushunchalar, qonunlar, prinsiplardan tashkil topgan. U klassik mexanika, klassik statistika, klassik termodinamika, klassik elektrodinamika va boshqa bo'limlarga bo'linadi. Klassik mexanikada harakat qonunlari — Nyuton qonunlaridan iborat. Moddiy nuqta, mutlaq qattiq jism, tutash mux, itlar tushunchalari muhim rol o'ynaydi. Bularga moye tarzda moddiy nuqta mexanikasi, mutlaq qattiq jism mexanikasi, tutash muhit mexanikasi mavjud.

Ko'p amaliy hollarda qoniqarli natijalar beradigan klassik fizika katta tezliklar va mikroob'yektlar bilan bog'liq hodisalarni to'g'ri tushuntirishga ojizlik qildi. Shunday hodisalar qatoriga qattiq jismlarning issiqlik sig'imi, atom tizimlarining tuzilishi va ulardagi o'zgarishlar xarakteri, elementar zarralarning o'zaro ta'siri hamda bir-biriga aylanishi, mikrotizimlardagi energetik holatlarning uzlukli o'zgarishi, massaning tezlikka bog'liqligi va boshqa masalalar kiradi. Fizikaning yangi taraqqiyoti yuqoridagiga o'xshash hodisalarni ham to'g'ri tushuntirib bera oladigan yangi, noklassik tasavvurlarga olib keldi. Bunday tasavvurlarga asoslangan yangi fizika maydon kvant nazariyasi va nisbiylik nazariyasidan iborat.

Fizikaning klassik va noklassik fizikaga ajratilishi shartlidir. Galiley-Nyuton mexanikasi, Faradey-Maksvell elektrodinamikasi, Bolsman-Gibbs statistikasini, odatda, klassik fizikaga, maydon kvant nazariyasi va nisbiylik nazariyasini hozirgi zamon fizikasiga kiritishadi. Tarixiy jihatdan bu haqiqatan ham shunday. Ammo klassik fizika bilan hozirgi zamon fizikasini bir-biriga qarshi qo'yish asossizdir. Yangi texnika, kosmosni egallash kabi sohalarda klassik fizikadan keng foydalanib muhim yutuqlarga erishilmoqda. Maksvell tomonidan elektromagnit hodisalarni

o'rganish jarayonlari uning "Klassik elektrodinamika"si yaratishi bilan yakunlandi. 1897-yilda J. Tomsonning elektron zarrasining ochishi bilan fizika rivojida yangi davr boshlandi.

Hozirgi zamon fizikasi. XIX asr oxirida aniqlangan qator yangiliklar (elektronning ochilishi, elektron massasining tezlik o'zgarishi bilan o'zgarishi, harakatlanuvchi tizimlarda elektromagnit hodisalarining ro'y berishidagi qonuniyatlar va boshqalar) Nyutonning fazo va vaqt mutlaqligi to'g'risidagi tasavvurlarini tanqidiy tekshirib chiqish kerakligini ko'rsatdi. J.Puankare, X.A. Lorens kabi olimlar bu sohada tadqiqotlar olib borishdi. 1900-yilda M. Plank nur chiqarayotgan tizim — ossillyatorning nurlanish energiyasi uzluksiz qiymatlarga ega degan klassik fikrni rad etib, bu energiya faqat uzlukli qiymatlar (kvantlar)dangina iborat degan butunlay yangi farazni ilgari surdi. Shunga asoslanib nazariya bilan tajriba natijalarini taqqoslanganda ularning mos kelishini aniqladi. Plank gipotezasini A. Eynshteyn rivojlantirib, yorug'lik nurlanganda ham, tarqalganda ham kvantlar — maxsus zarralardan tashkil topadi degan fikrga keldi. Bu zarralar fotonlar deb ataldi. Foton iborasini 1905-yilda A.Eynshteyn fotoeffekt nazariyasini talqin etishda qo'llagan, bu ibora fizika fanida 1929-yildagina paydo bo'ldi. Shunday qilib, fotonlar nazariyasiga muvofiq yorug'lik to'lqin (interferensiya, difraksiya) va zarra (korpuskulyar) xususiyatga ega.

1905-yilda A. Eynshteyn Plank gipotezasini rivojlantirib, maxsus nisbiylik nazariyasini yaratdi. 1911-yilda E. Rezerfordning alfa zarralarning jismlarda sochilishini tekshirish tajribasi atomlar yadrosining mavjudligini isbotladi va u atomlarning planetar modelini yaratdi. 1913-yilda N. Bor nurlanishning kvant xarakteri asosida atomlardagi elektronlar ma'lum barqaror holatlargagina ega bo'lib, bu holatlarda energiya nurlanishi sodir bo'lmaydi, degan postulatni yaratdi. Nurlanish elektronlarning bir barqaror holatdan ikkinchi barqaror holatga "sakrab o'tishi"da, ya'ni diskret ravishda ro'y beradi. Bu postulat o'sha yili J. Frank va G. Gers o'tkazgan tajribalarda tasdiqlandi. Bor postulati atomning planetar modeli kvant xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi.

A. Eynshteyn butun olam tortishishi (gravitatsiya) masalasi bilan shug'ullanib, 1916-yilda fazo, vaqt va tortishishning yangi nazariyasi — Umumiy nisbiylik nazariyasi (UNN) ni yaratdi. Ilgaridan ma'lum va kuzatilgan, ammo to'g'ri hamda mukammal ilmiy tushuntirilmasdan kelayotgan qator hodisa va faktlar nisbiylik nazariyasi tufayli har tomonlama oydinlashdi. Bu nazariya o'ziga qadar fanga ma'lum bo'lmagan ko'plab yangi hodisalar qonunlarning borligini oldindan aytib berdi, eng yangi fan uchun g'oyat zarur bo'lgan natija va xulosalarga erishildi (massaning tezlik o'zgarishi bilan o'zgarishi, massa bilan energiyaning o'zaro bog'lanishi, yorug'lik nurlarining kosmosdagi jismlarning yaqin atrofidan chetlanib og'ishi va boshqalar). M. Laue kristallarda atomlarning tartibli joylashishini rentgen nurlari difraksiyasi yordamida birinchi bo'lib tushuntirib berdi. Rus fizigi G.V. Vulf va ingliz fizigi U.L. Bregg kristallarda atomlarning joylashishini, ular oralig'idagi masofalarni aniqlab, rentgen strukturalari taxliliga asos soldilar. P. Debai, M. Bornlar kristall panjaralari garmonik tebranib turadigan ossilyatorlar yig'indisidan iborat, deb tushuntirdilar.

XX asrning 20-yillariga kelib, kvant mexanikaga to'la asos solindi, mikrozarralar harakatining norelyativistik nazariyasi to'la isbotlandi. Buning asosini Plank - Eynshteyn - Borlarning kvantlashuv va L. Broylning materiyaning korpuskulyar-to'lqin xususiyati to'g'risidagi (1924) g'oyalari tashkil etdi. 1927-yilda tajribalarda kuzatilgan elektron difraksiyasi bu fikrni tasdiqladi. 1926-yilda avstriyalik fizik E. Shryodinger atomlarning uzlukli energiyaga ega ekanligini ifodalovchi kvant mexanikaning asosiy tenglamasini yaratdi.

Kvant mexanika bilan bir qatorda kvant statistika ham rivojlanib bordi. U ko'p mikrozarralardan tashkil topgan tizimlarning xossalari kvant mexanika qonunlari yordamida o'rganadi. 1924-yilda hindistonlik fizik Sh. Boze kvant statistikasi qonuniyatlarini fotonlarga (spinlari 1 ga teng) tatbiq etib, muvozanatli nurlanish spektrida energiyaning taqsimlanishi uchun Plank formulasini, Eynshteyn esa ideal gaz uchun energiyaning taqsimlanish formulasini keltirib chiqardi. 1925-yilda amerikalik fiziklar J. Ulenbek va S. Gausmit elektronning xususiy harakat miqdori momentini aniqladilar. Shu yili V. Pauli bir xil kvant holatda faqat bittagina elektron

bo'la olishini ko'rsatdi (Pauli prinsipi), shu asosda Mendeleyev davriy sistemasiga nazariy asos berildi.

1926-yilda E. Fermi va P. Dirak Pauli prinsipiga bo'ysunadigan, spinlari $1/2$ ga teng bo'lgan, bir xildagi zarralar tizimi uchun Fermi-Dirak statistikasini kashf qildilar.

1928-yilda Ya. Frenkel va V. Geyzenberg ferromagnetizm asosida kvantli almashinishdagi o'zaro ta'sirlar hal qiluvchi ekanligini ko'rsatdilar. 1932-1933-yillarda fransuz fizigi L. Neyel va Ya. Landaular antiferromagnetizm mavjud ekanligini oldindan bashorat qildilar. X. Kamerling Onnes tomonidan simob, qalay va ba'zi elementlarning o'ta o'tkazuvchanligining hamda Kapitsa tomonidan geliy II ning, o'ta oquvchanligi ochilishi kvant statistikasida yangi yo'nalishlarning vujudga kelishiga olib keldi. 1950-yilga kelib L. Landau va V. Ginzburg o'ta o'tkazuvchanlikning batafsil nazariyasini ishlab chiqdilar.

1916-yilda Albert Eynshteyn yaratgan majburiy nurlanishning kvant nazariyasi asosida 50-yillarga kelib yangi kvant elektronikasi rivoj topdi. N. Basov va A. Proxorov (ulardan mustaqil tarzda amerikalik olim U. Tauns) yaratgan mazerda elektromagnit to'lqinlarni hosil qilish va kuchaytirishni amalga oshirdilar. Bu 60-yillarda yorug'likning kvant generatori - lazerning yaratilishiga olib keldi.

XX asrning 2-choragida atom yadrolari tizimi sirlarini va mavjud bo'layotgan jarayonlarni o'rganish bilan elementar zarralar fizikasining yaratilishi fizikada inqilobiy o'zgarishlar bo'lishiga olib keldi.

A.E. Bekkerel P. Kyuri va M. Sklodovskaya Kyuri bilan hamkorlikda radioaktiv nurlanishni, keyinchalik E. Rezerford bu nurlanishning o'z-o'zidan parchalanishi nurlanish bilan birgalikda hosil bo'lishini ochdilar. 1932-yilda J.Chedvik neytron zarrani ochdi. Rus olimi D.D. Ivanenko va V. Geyzenberglar atom yadrosining proton va neytrondan iborat ekanligini aniqladilar. 1934-yilda I. Jolio va Kyurilar sun'iy radioaktivlik hodisasini ochdilar va h.k.

Hozir O'zbekiston Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi instituti, Fizika-texnika instituti, S.A. Azimov nomidagi "Fizika-Quyosh" IICHB, U. O. Orifov nomidagi Elektronika instituti kabi o'nlab ilmiy muassasalar, Toshkent milliy universiteti,

Samarqand davlat universiteti, Toshkent texnika universiteti va respublikadagi qariyb barcha oliy o‘quv yurtlarida ham fizika fanining turli muammolariga oid ishlar olib borilmoqda.^[1]

Adabiyotlar

1. Kudryavsev P.S, Kratkiy kurs istorii fiziki, Moskva, 1974
2. M.N.Rahmatov, Vatanimiz fiziklari, Toshkent, 1983
3. M.Ahadova, O‘rta Osiyolik mashhur olimlar va ularning matematikaga doyr ishlari, Toshkent, 1983.

7. Plazma haqida tushuncha

Plazma zaryadlangan zarralar (ham ionlar, ham elektronlar) va neytral (atomlar va molekulalar) gazidir, balki fotonlar hamdir. Keyinchalik o‘ziga xos bo‘lib, u to‘liq yoki qisman ionlashtiriladigan gaz sifatida xarakterlanishi mumkin, ya’ni butunlay elektr bilan neytral, ya’ni ijobiy va salbiy to‘lovlar soni bir xil. Odatda 4-modda sifatida qaraladi, chunki u gazga energiya etkazib berganda paydo bo‘ladi, ammo qattiqdan suyuqlikka va suyuqlikdan gazga o‘tish kabi keskin o‘zgarishlarsiz o‘tish mumkin. Plazma uchun muqobil nom, zarrachalarning dezeksifikasiyasi tufayli fotonlarning emissiyasi bilan plazmadagi xarakterli yorug‘lik tufayli yorqin oqim hisoblanadi.

Yerda plazma tabiiy hol sifatida paydo bo‘lmaydi, ammo chaqmoq chaqishi va alangadan tashqari, kosmosda plazma materiyaning eng keng tarqalgan shakli hisoblanadi. Sun‘iy ravishda ishlab chiqarilgan gaz plazmasida insoniyatga xizmat qilishda ko‘plab amaliy dasturlar mavjud. Plazma yorug‘lik manbalari, televizor ekranlarining yangi turlari, termoyadroviy tajribalar uchun reaktorlarda va hokazolarda turli xil ilovalarda mavjud.

Ehtimol, eng keng tarqalgan va eng iqtisodiy ahamiyatga ega, qattiq moddalarning materiallar bilan ishlov berishdagi plazma dasturlar, shuningdek, gazlar mavjud. Plazmasining plazmasidan farqli o‘laroq, bu plazmalar “sovuq”, ya’ni termodinamik muvozanatda emas, ya’ni gaz past haroratda bo‘lsa, elektronlar

esa gaz zarrachalarining bir qismini ionlash, qo'zg'atish, dissotsiatsiya qilish va hokazolar uchun etarlicha yuqori bo'lgan energiyaga (temperaturaga) ega.

Plazma ishlab chiqarish. Materiallarni qayta ishlovchi sanoat dasturlari uchun plazmalar turli plazma manbalari tomonidan ishlab chiqariladi. Plazma gazdagi ikki elektrod o'rtasida volt-tormozlash va gaz bosimiga qarab ma'lum bir voltajda va elektrodlar orasidagi masofa gazda buzilish sodir bo'ladi, shunday qilib, gazning ionlashtirilishi natijasida o'tkaziladi. Ionlashni elektronlar o'rtasida to'qnashuvlar, elektr maydonida ionlash energiyasiga tezlashtirilganligi va neytral zarrachalar, masalan, atomlar sabab bo'ladi. Bir erkin elektron hosil qiluvchi har qanday to'qnashuv yangi ionlashuvga olib kelishi mumkin, ammo birinchi elektron yana ham to'qnashishi mumkin, shuning uchun ionlash jarayoni qor ko'chkisi jarayoni sifatida namoyon bo'ladi. Oxir-oqibat bu jarayon nasli va zaryadlangan zarralarning yo'qotilishi o'rtasida barqaror holatga etadi.

Plazma hajmidan ionlar va elektronlarning yo'qotilishi plazma chegaralaridagi rekombinatsiya va diffuziya bilan sodir bo'lishi mumkin. Ionlashning boshlanishi, masalan, kosmik radiatsiya orqali ionlashtirilishi sababli har qanday neytral gazda doimo mavjud bo'lgan asosiy ionlar va elektronlar tomonidan ta'minlanadi. Atomni ionlash uchun etarli energiya bo'lmagan elektronlar elektron strukturasi o'zgartirishi va uni ekspluatatsiya qilishi mumkin va atomlar fotonni chiqarib yuborishi mumkin. Zararlangan zarrachalarni rekombinatsiya qilish va dezeksifikatsiya qilish plazma tizimlarining yorqin xususiyatiga yordam beradi.

Yorug'likdan tushadigan eng oddiy oqim turida qo'llaniladigan kuchlanish DC kuchlanishi va ikkita elektrod katod va anodani o'z ichiga oladi. Elektr maydoni yorug'lik yorug'ligidagi farqlarga olib keladigan elektrodlar orasidagi teng taqsimlanmaydi. Chiqindining eng qizg'in qismi – “salbiy nurlar”, ammo katoddan alohida. Bu yorug'lik va katod o'rtasidagi mintaqa “katod qorong'u bo'shliq” yoki “bo'shliqqa chidamli kichkina” joy bo'lib, potensial pasayadi. Bu mintaqada hech qanday yoki juda kam miqdorda to'qnashuvlar yuzaga kelganligi sababli, bu mintaqada foton emissiyasi qorong'u ko'rinadi. Ijobiy ionlar qobiqdan potensial

tomchilar tomonidan tezlashadi va katod yuzasi bilan to'qnashadi. Bu katoddan salbiy nurga aylanib ketadigan va u erda ionlanishni kuchaytiradigan ikkinchi elektronlarning emissiyasiga olib kelishi mumkin. Ionlar, shuningdek, katod materiallaridan atomlarni yutib yuborishi mumkin va bu effekt saqlash uchun ishlatiladigan materiallar manbai sifatida porlashda ishlatiladi. Agar katod va anote orasidagi masofa bo'shliqning kengligi bo'yicha yetarli bo'lsa, yana bir porlash hududi "musbat ustun" paydo bo'lishi mumkin. Anodda qorong'u joy bor, lekin juda nozik.

Agar katod o'tkazgich bo'lmagan materiallar bilan o'ralgan bo'lsa, elektrod sirtini zaryad qilish orqali plazma DC kuchlanish bilan barqaror bo'lmaydi. Bu holatda, elektrodni radio chastotasi (RF) kuchlanish bilan elektr quvvati hosil bo'lishiga imkon berish uchun kuchlantirish mumkin. RF-dischargiyalari odatda DC-deşarjlardan ko'ra ko'proq samarali ionlashuvga ega. Elektronlar juda kam massaga ega va ular ionlarning vaqt oralig'ini kuzatib borishi bilan ular chastotali vibratsiyaga osongina ergashishadi. Katod bilan ishlaydigan katod bo'lsa, katod va quvvat manbai o'rtasida blokirovka qiluvchi kondansatör katodda (aslida har ikkala elektrodda) salbiy DC bias hosil qilish uchun ishlatilishi mumkin va elektrodlar va plazma Bunda chuqurlikdan tashqarida oqimlar DC ning namunasida bo'lgani kabi, bu niqob orqali ionlar tezlashadi.

Oyoqli katodlar. Ichki qavat elektrod geometriyalaridagi niqoblar mavjudligi "qo'shimcha" oqimga olib kelishi mumkin - ichi bo'sh katod manbalarida qo'llaniladigan bo'shliq katodli oqim (HCD). Ichki salbiy elektrod (katod) va kattaroq elektrod (anote) bo'lgan ikki elektrod tizimida HCD katod ichidagi bo'shliqda katod bilan anote orasidagi "oddiy" oqim bilan bir vaqtning o'zida paydo bo'lishi mumkin, agar qarama-qarshi masofa bo'shliqdagi devorlar taxminan salbiy porlashning kengligi bilan tengdir. HCD ning kelib chiqishi, katod devoridan chiqadigan energetik elektronlar, niqobni teskari devorga qarab tezlashganda bo'shliq katod ichidagi elektronlarning ajralmas qismidir. Qarama-qarshi tomonda bir xil, bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan elektr maydoniga o'xshash niqobga kirganlarida ular orqaga qaytariladi. Elektronlar tuzoqqa tushib, oppoq niqoblar

orasidan salqinlashadi. Ushbu mexanizm "ichi bo'sh katodli effekt" deb ataladi. Ushbu tebranishlarda elektronlar gaz atomlari bilan inelastik to'qnashuvlarga duch kelishi va katod ichidagi juda zich plazma beruvchi ionlash ehtimoli oshirishi mumkin. Ushbu plazma gazni tortib, katoddan chiqarib tashlanadi. Ichki qavat katod, shuningdek, radio chastotasi bilan ta'minlanadi. Elektronlar bir chastotani siklida ko'p marta sal turishi mumkin, bu esa yuqori plazma zichligiga ega.

Ichki katodlar turli geometriyalarga ega bo'lishi mumkin: naychalar, quvurlar majmuasi yoki parallel plitalar (chiziqli ichi bo'sh katod).



8. Qora tuynuklar

Yigirmanchi asrda fazoviy jismlar va koinotdagi hodisalarga doir ko'plab kashfiyotlar qilindi. Ulardan biri qora tuynuklarning aniqlanishidir. O'zining butun energetik zaryadini sarflab bo'lgan yulduz o'z-o'zining ichiga qarab toraya boshlaydi. Mana shu siqilish natijasida yulduzning o'rnida zichligi cheksiz yuqori bo'lgan, massasi esa nolga yaqin qudratli gravitasion maydon hosil bo'ladi. Mana shu maydon astronomiyada «qora tuynuk», deb ataladi. Qora tuynuklarni eng qudratli teleskoplar bilan ham ko'rib bo'lmaydi. Chunki ular fotonlarni yutib yuboradi. Natijada inson ko'zi sezishi mumkin bo'lgan yorug'likni ham yo'qotib yuboradi va ularni mutlaqo akslantirmaydi. Qora tuynukning mavjudligini uning atrofida hosil bo'lgan g'oyatda kuchli magnit maydoniga qarab bilib olish mumkin.



Olimlar so'nggi to'rt asrdan beri koinotdagi shu g'ayrioddiy jism haqida fikr yuritib, bu borada ba'zi kashfiyotlarni ham qilganlar.

Ulkan massaga ega bo'lgan yulduzlar koinotda tortishish maydonlarini hosil qiladi. Qora tuynuklar o'zlariga yaqinlashgan barcha jism va moddalarni o'z qa'riga tortib ketadi va ularning hisobiga o'z zichligini uzluksiz ravishda orttirib boradi. Natijada ularning tortishish kuchi ham kuchayib boraveradi. Bu jihatdan qaraganda, so'ngan yulduzning o'rnida paydo bo'lgan va atrofidagi hamma narsani o'z domiga tortib ketadigan bunday qora nuqtalarni qora tuynukka o'xshatish mumkin. Shu sababdan falakiyot olimlari bunday yulduzlarni qora tuynuklar deb atashgan.

Bu ob'ektlarning o'ziga xosligi shundaki, ular ichida fizikaning barcha qonunlari amal qilishdan to'xtaydi, vaqt to'xtab qoladi, istalgan materiya va nur izziz yo'qoladi.

1790 yilda ingliz va fransuz olimlari samoda ko'rinmas yulduzlar borligi haqida fikr yuritishgan. 1915 yilda Eynshteyn o'zining "umumiy nisbiylik nazariyasi"da fazoda ulkan gravitاسiyaga ega bo'lgan jismlar borligi, ular zamon va makonga ta'sir etishi haqidagi qarashlarni ilgari suradi. 1967 yilda amerikalik olim Djon Archibald Uiler o'zining ma'ruzasida ilk bor "qora tuynuk" atamasini ishlatadi. 1994 yilda astrofizik olimlar Habb1 teleskopi vositasida M87 galaktikasi markazida ko'zga ko'rinmas ulkan jism borligini aniqlashdi.

Har qanday yulduz qora tuynukka aylanishi mumkinmi?

Olimlarning ta'kidlashicha, og'irligi Quyosh vaznidan 20 marta katta bo'lgan yulduzlar oxir-oqibat qora tuynukka aylanishi mumkin ekan. Bunga sabab ularning ulkan tortishish maydoni va yirik massaga ega ekanligidir. Lekin hajmi va massasi kichik bo'lgan yulduzlarning qora tuynukka aylanishi uchun yetarlicha bosim bo'lmagani sababli ular qora tuynukka aylana olmas ekan.

Nega ko'rinmaydi?

Biror jism moddaning gravitasiya maydonidan qutulish uchun u gravitasiya sur'atidan tezroq harakatlanishi kerak. Aks holda u bu maydondan qutulib keta olmaydi. Masalan, Yerning tortishish maydonini yengib o'tish uchun kosmik kema soniyasiga 11,2 kilometr tezlikda yuqoriga harakatlanishi lozim. Qora tuynukda esa jismlarning gravitasiya ta'siridan qochish tezligi nihoyatda ulkan bo'lishi kerak. Ammo hech bir jism bunday katta tezlikka erisha olmaydi. Hatto yorug'lik ham. Vaholanki, u soniyasiga 300 ming kilometr tezlikda harakatlanadi. Ammo qora tuynukning tortishish maydonidagi tezlik yorug'lik tezligidanda yuqori bo'lgani uchun u yorug'likni ham yutib yuboradi. Qora tuynuk yorug'likni qaytarmagani, balki yutib yuborgani uchun ko'rinmaydi, uni tasvirga olishning ham imkoni bo'lmaydi. Faqat unga yutilayotgan jismlarning taratayotgan nurlari orqaligina qora tuynukni tasvirga olish mumkin.

Olimlarning aytishicha, ko'rinmas jism bo'lgan qora tuynuk harakatlanadi va yo'lida uchragan barcha jismlarni o'z domiga tortib, yutib yuboradi. Boshqacha qilib aytganda, yo'lini tozalab, "supurib" o'tadi.

Ilk bor qora tuynukning surati olindi.

Kengligi 40 milliard kilometrga teng - Yer o'lchamidan 3 million marta katta bo'lgan, taxminan 50 million yorug'lik yili yoki 500 kvintillion (million milliard) kilometr olislikdagi Messiyer 87 galaktikada joylashgan qora tuynuk surati birinchi bor olindi. Bu surat turli qit'alarda joylashgan sakkizta teleskop tizimi orqali amalga oshirildi. Uning massasi Quyosh tizimi massasidan 6,5 milliard marta og'irroq, deb izohlaydi Niderlandiyadagi Neymegen universiteti professori Keyno Falke "Bi-bi-si" muxbiriga bergan intervyusida. «Bu mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng ulkan qora tuynuklardan biridir. Eng og'ir vazn bo'yicha koinot o'pqoni, haqiqiy maxluq»,

deb qo‘shimcha qiladi professor.

Bu dunyo ilm-fani uchun o‘ta muhim yangilik bo‘lganidan bir vaqtning o‘zida olti shaharda (Bryussel, Vashington, Santyago-de-Chili, Taypey, Tokio va Shanxay) matbuot konferensiyasi tashkil qilinib, surat haqida jurnalistlarga ma’lum qilingan. Shu vaqtlarga qadar qora tuynuklar to‘g‘risidagi bilimlarimiz faqat nazariy bo‘lib kelgan edi. Ularning mavjudligi mutlaq ilmiy gipoteza hisoblanib, ayrimlar bunga ishonqiramay qaragan ham.

Quyida biz “Bi-bi-si” axboorot agentligi jurnalistining professor Keyno Falke bilan qilgan suhbatini keltiramiz.

-Olimlar qora tuynuklar mavjudligini bilmagan edilarmi?

-Aniqroq aytganda, bunga olimlarning ishonchi komil bo‘lmagan. Shu paytgacha qora tuynuklarni insoniyat ixtiyorida mavjud imkoniyatlar bilan kuzatishning imkoni tug‘ilmagan. Buni chaqmoq va momaqaldiroq misoli bilan, jo‘nroq tushuntirish mumkin. Biz chaqmoqning zarba to‘lqini kuchli gumburlash hosil qilishini bilamiz va bu shovqinni momaqaldiroq sifatida qabul qilamiz. Biroq ikkala tabiat hodisasi bir-birisiz mavjud bo‘lisha olmaydi. Ammo chaqmoq quyuk bulutlar ichida yoki osmono‘par binolar ortida ham kechishi mumkin. Bunday holatda faqat gumburlashni eshitamiz va chaqmoqning o‘zini ko‘rmaymiz. Lekin qayerdadir chaqmoq sodir bo‘lganini ishonch bilan ayta olamiz. Chunki buni boshqacha izohlab bo‘lmaydi. Bugungi kungacha qora tuynuklar bilan ham o‘xshash vaziyat kuzatilgan. Ularning mavjudligi ilmiy nazariyalar orqali (ilk bor XVIII asrning oxirida) bashorat qilingan va bu ko‘p marta turli hisob-kitoblar orqali tasdiqlangan. Biroq olimlar qo‘lida ushbu farazni isbotlaydigan «ashyoviy dalillar» yo‘q edi. Endi esa bor.

-Bugunga qadar suratga olishga nima xalal berib kelayotgan edi?

-Gap shudaki, o‘z nomi bilan qora tuynukni qurollanmagan ko‘z va boshqa jihozlar bilan ko‘rishning imkoni yo‘q. Biz faqat yorug‘lik nurini qaytargan ob’ektlarnigina ko‘ra olamiz, xolos. Tasavvur qiling, zimiston xonadasiz. Bunday xonada nimani ko‘rish mumkin? Albatta, hech narsani. Hatto xona narsalar bilan to‘ldirilgan bo‘lsa ham siz ularni ko‘ra olmaysiz. Faqat paypaslab, his qilishingiz

mumkin. Qorong‘i xonada tungi ko‘rish asbobidan foydalanishingiz mumkin: u ko‘rinmas infraqizil nurlarni tutib, ularni ko‘zimizga moslab beradi. Biroq qora tuynukning tortish kuchi shu qadar ulkanki, uni qo‘limizda mavjud teleskoplarga mos hech qanday nurlanish yengib o‘ta olmaydi – na radioto‘lqinlar, na rentgen nurlari yoki gamma nuri.

- U holda qora tuynuk qanday qilib suratga olindi?

- Aniq qilib aytganda, suratda qora tuynukning o‘zi emas, balki uning «tashqi qobig‘i» aks etgan. U hodisalar ufqi, deb ham ataladi. Uning ichki qismida tortish kuchi hech qanday ma‘lumotning chiqib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi. Lekin tashqarida nurlarning tortish kuchidan xalos bo‘lish imkoni mavjud. Radioteleskoplarning murakkab tizimidan tashkil topgan Event Horizon teleskopi (EHT) loyihasi qora tuynuk tomonidan yutilmagan. Aynan hodisalar ufqi bo‘ylab yurgan nurlarni suratga olishga muvaffaq bo‘lgan.

Olimlar mazkur loyiha doirasida qora tuynukni «tutish»ga uzoq yillardan buyon urinib kelayotgan edi. Yig‘ilgan ma‘lumotlar shunchalik ko‘pligidan ularni internet orqali uzatishning imkoni bo‘lmagan va ma‘lumotlar saqlangan yuzlab qattiq disklar samolyotlarda tashilgan. Qora tuynuk Eynshteyn nazariyasining haqligini tasdiqladi.

- Suratda nimani ko‘rish mumkin?

- Qop-qora tuynukni o‘rab turgan «olovli halqa» aql bovar qilmaydigan darajada qizigan va qora tuynuk tomonidan yutilayotgan gazning hosilasidir. Gaz shu qadar nur taratganidan shu galaktika joylashgan milliardlab yulduzlarni to‘sib qo‘yadi. Hodisalar ufqi ichidagi qora bo‘shliqda bizga ma‘lum fizika qonunlari ishlamay qoladi.

9. Lazerlar

Reja:

1. *Lazerlar haqida umumiy ma'lumot*
2. *Muhitda tarqalayotgan nurlanishning yutilishi va kuchayishi*
3. *Lazerlarning ishlashi*
4. *Uzluksiz ishlovchi geliy-neon lazeri*

1. Lazerlar haqida umumiy ma'lumot

Spektrning optik qismida ishlatiladigan yorug'lik manbalarining nurlanishi kogerent bo'lmaydi, masalan, manbaning butun nurlanishi uning atomlari, molekulari, ionlari, erkin elektronlari kabi mikroskopik elementlari chiqarayotgan va o'zaro kogerent bo'lmagan oqimlardan tashkil topgan bo'ladi. Gaz razryadining yorug'lanishi, su'niy va tabiiy manbalarning issiqlik nurlanishi, turli usulda uyg'otilgan lyuminessensiya kogerent bo'lmagan nurlanishga misol bo'la oladi.

XX asrning 60 yillari boshida boshqa tipdagi yorug'lik manbalari yaratilgan bo'lib, ular *optik kvant generatorlari (OKG)* yoki *lazerlar* deb ataladi. Kogerent bo'lmagan manbalardagiga qarama-qarshi ravishda kvant generatorning bir-biridan mikroskopik masofalarda bo'lgan qismlaridan chiqayotgan elektromagnitik to'lqinlar o'zaro kogerent bo'ladi. Bu jihatdan kvant generatorlari kogerent radio to'lqinlari manbalariga o'xshash bo'ladi.

Nurlanishning kogerentligi optik kvant generatorlarining qariyb hamma xususiyatlarida ko'rinadi. Nurlanishning to'la energiyasi bundan istisno bo'ladi, chunki bu energiya kogerent bo'lmagan manbalardagi kabi dastavval uzatilayotgan energiyaga bog'liq bo'ladi. Lazerlarning nurlanishi kogerentligi bilan bog'langan ajoyib xususiyati shundan iboratki, energiya vaqt davomida, spektrda, fazoda tarqalish yo'nalishlari bo'yicha konsentratsiyalanadi. Ba'zi kvant generatorlarining nurlanishi yuqori darajada monoxromatik bo'ladi. Boshqa lazerlar davom etish vaqti 10^{-12} s ga teng bo'lgan juda qisqa impulslar chiqaradi; shuning uchun bunday nurlanishning oniy quvvati juda katta bo'lishi mumkin.

Lazerlarning yaratilishi insoniyat ilmiy-texnik taraqqiyotining o'lkan yutuqlaridan biri desa bo'ladi. Lazerlar yaratilishining boshlanishi 1916 yilga borib

taqaladi. Usha yili buyuk fizik olim A.Eynshteyn birinchi bo'lib, majburiy nurlanish tushunchasini kiritdi, va nazariy yo'l bilan majburiy nurlanish uni majburlovchi nurlanishga kogerentligini (mosligini) ko'rsatadi. 1930 yilda P.Dirak o'zi tomonidan yaratilgan nurlanishning kvantomexanik nazariyasi asosida majburiy nurlanish va uning kogerentlik xususiyatlarini chuqurroq va aniqroq taxlil qilib, tushuntirib berdi. Lekin bu lazerning yaratilishi uchun yetarli emas edi. 1930 yildan boshlab optik spektroskopiya sohasida ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari boshlanib ketdi. Bu izlanishlar natijasida atomlar, molekulalar, ionlarning energetik sathlari haqida ko'plab ma'lumotlar olindi va keyinchalik turli lazerlarning yaratilishida ishlatildi. Bu ishlarga S.E.Frish va V.A.Fabrikant kabi Rossiya olimlari ham o'z hissalarini qo'shishdi.

1939 yilda V.A.Fabrikant birinchi bo'lib, yorug'lik nurining majburiy nurlanish xisobiga kuchayishining imkoniyati borligini aytdi. 1951 yilning yozida, u o'zining xodimlari bilan majburiy nurlanish yordamida elektromagnit nurlanishni (ultrabinafsha, ko'rinuvchi, infraqizil va radioto'lqinlar sohasida) kuchaytirish uslubi uchun avtorlik guvoxnomasini olishga taklif berishgan. Bu takliflarida lazerlarning faol muhitini yaratishning asosiy g'oyalari bayon etilgan edi. Lekin optik kuchaytirish g'oyalaridan tashqari, uni amalda bajarish va nixoyat kogerent nurlarning xosil qilish uchun o'ziga xos teskari bog'lanishli optik rezonator bo'lishi kerak edi. Usha yillarda fanning optika bo'limida optik soha uchun rezonatorlar o'ylab topilmagan edi.

Kvant elektronikasi yoki lazerlar fizikasining rivojlanishida radiofizikaning bo'limi bo'lgan radiospektroskopiya muhim omil bo'ldi. Uning keskin rivojlanishi 1940 yillardan boshlanib, ilmiy izlanishlar yo'nalishi atom va molekula spektroskopiyasidan tashqari vaqt va chastotaning, ya'ni o'ta yuqori chastota (O'YUCH) standartlarini yaratilishga bag'ishlangan edi. Bu ilmiy izlanishlar natijasida 1950 yillarning boshlarida bir-birlaridan mustaqil ravishda N.G.Basov, A.M.Proxorov (FIAN, Rossiya) va Ch.Tauns (AQSH, Kolumbiya universiteti)

tomonidan majburiy nurlanish g'oyalaridan amalda foydalanib, ammiak molekulasida ishlovchi molekulyar kuchaytirgich va generator (Mazer) yaratildi .

Mazer (Maser - *microwave amplification by stimulated emission of radiation*) - ingliz so'zlaridagi bosh harflardan tashkil topgan va mazmuni mikroto'lqinni majburiy nurlanish hisobiga kuchaytirishdir. Shu ishlari uchun ular 1964 yili Nobel mukofotining sovrindori bo'lishdi.

Kvant elektronikasining rivojlanishi elektromagnit to'lqinning yangi, infraqizil va ko'zga ko'rinuvchi sohalarida kogerent nurlanish olishga yo'naltirildi. Dunyoning ko'p ilmiy laboratoriyalarida lazerlar yaratish ustida ish boshlab yuborildi. Bu ishlarning rivojlanishida A.M. Proxorovning kvant qurilmalarida ochiq optik rezanotor sifatida Fabri-Pero (etaloni) interferometrini qo'llash g'oyasi hal qiluvchi omil bo'ldi.

Birinchi gazli lazer (Laser – *light amplification by stimulated emission of radiation* – ya'ni yorug'likni majburiy nurlanish hisobiga kuchaytirish demakdir) 1961 yilda neon va geliy aralashmasida yaratildi. Uzluksiz ish holatida infraqizil sohada to'lqin uzunligi 1,15 mkm bo'lgan kogerent nurlanish berdi. 1962 yilda geliy-neon lazerlarida ko'zga ko'rinadigan sohada, 0,63 mkm to'lqin uzunlikli, qizil rangli kogerent nurlanish hosil qilindi. Shundan beri geliy–neon lazeri takomillashib kelinmoqda.

2. Muhitda tarqalayotgan nurlanishning yutilishi va kuchayishi

Muhit atomlarining qandaydir ikki holati energiyalarining Em-En ayirmasiga mos bo'lgan chastotali yassi to'lqin shu muhitda tarqalayotgan bo'lsin. Nurlanishning oqimi Buger qonuniga muvofiq o'zgaradi, bunda yutish koeffitsiyenti (1) munosabat bilan aniqlanadi:

$$\alpha_a(\omega) = \frac{1}{4} \lambda^2 a_{mn}(\omega) g_m [N_n g_n - N_m g_m] \quad (1)$$

bu erda $a_{mn}(\omega)$ - Eynshteyn koeffitsiyenti, g_m, g_n - va N_m, N_n lar - m, n holatlarning statistik og'irliklari va balandliklari. (1) dagi N_n/g_n va N_m/g_m hadlar mos

$n \rightarrow m$ va $m \rightarrow n$ o'tishlarning ulushlarini ko'rsatib, bu o'tishlarda fotonlar yutiladi va induksiyalangan ravishda chiqariladi.

Muhitning hajm birligida yutilgan quvvatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$q_a(\omega) d\omega = \alpha_a(\omega) d\omega = \alpha_a(\omega) cu(\omega) d\omega, \quad (2)$$

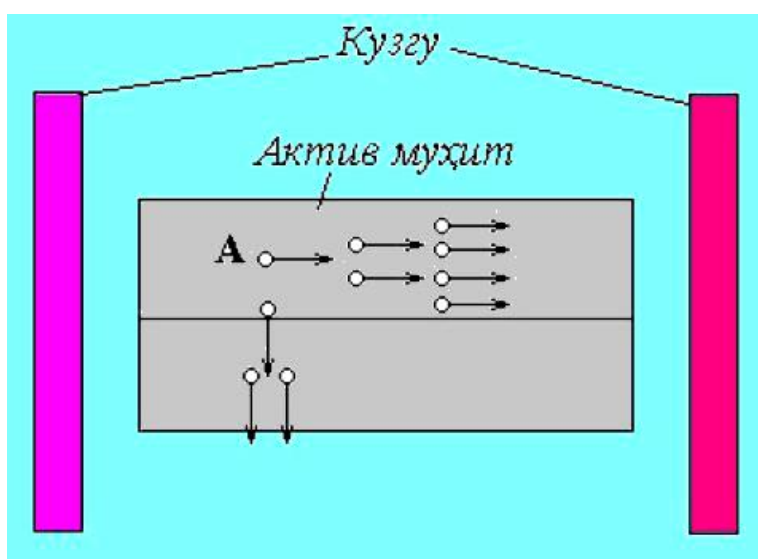
bu yerda $u(\omega)$ va $I(\omega)$ energiyaning va oqimning spektral zichliklari ($1 \text{ sm}^3 \text{ da}$).

Agar nurlanish tarqalayotgan muhit termodinamik muvozanatda bo'lsa, Bolsman prinsipiga muvofiq $N_m/g_m < N_n/g_n$ bo'ladi va demak, $\alpha_a(\omega > 0)$ bo'ladi. Bu hol nurlanishning yutilishiga mos keladi. Agar biror usul yordamida $N_m/g_m > N_n/g_n$ bo'ladigan sharoitlarni amalga oshirsak, $\alpha_a(\omega)$ koeffitsiyent o'z ishorasini o'zgartirib, manfiy kattalik bo'lib qoladi. Bu holda muhitda tarqalayotgan energiya oqimining zichligi termodinamik muvozanat holidagi kabi kamaymasdan, balki ortib boradi. Boshqacha aytganda, induksiyalangan nurlanish natijasida yorug'lik oqimiga qo'shilgan fotonlarning soni oqimdan teskari ($n \rightarrow m$) o'tishlarda atomlarning uygonish uchun olingan fotonlarning sonidan katta bo'ladi.

Atomlar konsentratsiyalarining $N_m/g_m > N_n/g_n$ tengsizlikka mos bo'lgan munosabati m, n energetik sathlarning invers bandligi deyiladi. Energetik sathlari invers bandlikka ega bo'lgan va o'zida tarqalayotgan nurlanishni kuchaytiradigan muhit aktiv muhit deb ataladi. Gaz razryadda sathlarning invers bandligini ba'zi ximiyaviy reaksiyalar, optik uyg'otish va hokazolar yordamida hosil qilish mumkin. Majburiy o'tishlar natijasida vujudga kelgan elektromagnitik to'lqinlar bu o'tishlarga sababchi bo'lgan to'lqin bilan kogerent bo'ladi. Xususan, atomlar bilan o'zaro ta'sirlashuvi maydon yassi monoxromatik to'lqin bo'lsa, u holda majburiy ravishda chiqarilgan fotonlar ham shunday chastota, qutblanish, faza va tarqalish yo'nalishiga ega bo'lgan yassi monoxromatik to'lqinni tashkil qiladi. Majburiy chiqarish (yutish kabi) natijasida faqat tushayotgan to'lqinning amplitudasi o'zgaradi.

Yuqorida aytilganlarni majburiy chiqarish nurlanishni uning boshqa xarakteristikalarini o'zgartirmay kuchaytiradi, majburiy yutish esa susaytiradi degan fikrning boshqacha shaklda aytilgani deb hisoblash mumkin. Lekin optik kvant

generatorlari nurlanishning xususiyatlarini tushunish uchun tushayotgan to‘lqin bilan majburiy o‘tishlar natijasida chiqarilayotgan ikkilamchi to‘lqinlarning kogerentligi to‘g‘risidagi tasavvurlarga asoslansak manbadan ma’lum bir yo‘nalishda tarqaluvchi quvvatli nurlanish olish uchun zarur bo‘lgan fazoviy sinfazlik shartini majburiy chiqarish jarayonida amalga oshirish mumkinligi ko‘rinadi. Haqiqatdan ham, fazoning har xil nuqtalarida joylashgan atomlar chiqarayotgan to‘lqinlarning boshlang‘ich fazalari mos yo‘l farqini kompensatsiyalaydigan bo‘lsa, bunday to‘lqinlar kuzatish nuqtasida sinfazali ravishda qo‘shiladi.



1-rasm. Optik kvant generatorining prinsipial chizmasi

Yuqorida muhokama qilingan va majburiy o‘tishlar bilan bog‘langan kogerent nur chiqarishdan tashqari, muhit atomlari spontan o‘tishlarda ham qatnashib, natijada bir-biri bilan hamda tashqi maydon bilan kogerent bo‘lmagan to‘lqinlar chiqarilishini yoddan chiqarmaslik kerak. Shunday qilib, aktiv muhitning nurlanishi har doim kogerent va kogerent bo‘lmagan qismlarning aralashmasidan iborat bo‘lib, ular o‘rtasidagi munosabat, xususan, tashqi maydonning intensivligiga bog‘liq bo‘ladi. Oxirgi holni tushuntirish oson, chunki majburiy chiqarish jarayonida qatnashgan atomlar uyg‘onish energiyasidan mahrum bo‘ladi va, demak, spontan ravishda nurlantira olmaydi. Yuqoridagini batafsil analiz qilish majburiy o‘tishlar

ta'sirida kogerent bo'lmagan spontan nurlanishning to'liq intensivligigina emas, balki uning spektral tarkibi ham o'zgarishini ko'rsatadi.

3. Lazerlarning ishlashi

Energetik sathlari invers ravishda bandlangan muhitning yorug'likni kogerent kuchaytirishi bunday muhitdan monoxromatik nurlanishning yo'naltirilgan oqimi hosil qilish uchun foydalanish imkoniyatini belgilab berdi.

Fabrin-Pero interferometrlarida qo'llaniladigan ko'zgularga o'xshash ikki ko'zgu o'rtasiga qo'yilgan aktiv muhit yorug'likni qanday nurlantirishini ko'raylik (1-rasm). Bunday sistemani aktiv optik rezonator deb aytish qabul qilingan. A nuqtadagi uyg'ongan atom invers balandlikka ega bo'lgan sathlar o'rtasidagi spontan o'tish natijasida to'lqin chiqargan bo'lsin.

To'lqin aktiv muhitda o'tadigan yo'l qancha katta bo'lsa, to'lqin shuncha kuchayadi. Rezonator o'qiga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishlarda kuchaytirish eng kam bo'ladi. Boshqa yo'alishlarga birmuncha ko'proq yo'l mos keladi va demak, birmuncha ko'proq kuchaytirish mos keladi (1-rasm). Bunday hol kuchaytirilayotgan yorug'lik oqimidagi strelkalarining sonini ko'paytirish bilan sxematik ravishda ko'rsatilgan. Kuzgudan qaytgandan keyin to'lqin yana aktiv muhitda tarqaladi va uning amplitudasi o'sib boradi. Keyin to'lqin qarama-qarshi turgan ko'zguga etadi, undan qaytadi va aktiv muhitda ko'chayishda davom etadi, shundan so'ng aytib o'tilgan sikldagi hamma bosqichlar takrorlanadi va rezonatoridagi to'lqinning energiyasi ortib boradi.

Aktiv muhit tomonidan kuchaytirilishdan tashqari, rezonator ichidagi to'lqinning amplitudasini kamaytiradigan qator faktorlar ham ta'sir qiladi. Rezonator ko'zgularining qaytarish koeffitsiyenti birga teng emas. Uning ustiga nurlanishni rezonatoridan chiqarish uchun ko'zgulardan hech bo'lmaganda bittasi qisman shaffof qilib yasaladi. Bundan tashqari, nurlanish rezonator o'qi bo'ylab tarqalayotganda nurlanish oqimining energiyasi oqimning difraksiyasiga, rezonatoridagi muhitda sochilishiga va hokozalarga ham sarflanadi. Energiyaning

bunday isroflarini ko'zgular uchun ularning haqiqiy r qaytarish koeffitsiyentidan kichik bo'lgan r_{eff} effektiv qaytarish koeffitsiyentini kiritib hisobga olish mumkin.

Agar to'lqinning L yo'ldagi kuchayishi uning ko'zgulardan qaytgandagi energiya isroflarining yig'indisidan katta bo'lsa, har bir yugurishdan so'ng to'lqinning amplitudasi borgan sari kattaroq bo'ladi. To'lqin energiyasining $u(\omega)$ zichligi kuchaytirish koeffitsiyentining kattaligi to'yinish effekti natijasida ancha kamayadigan bo'lguncha to'lqin kuchayaveradi. Statsionar holat muhitdagi kuchayishning energiya isroflari yig'indisi bilan raso kompensatsiyalanish shartiga mos keladi. Shunday qilib, lazerlardan nurlanishni generatsiya qilish masalasida to'yinish effekti prinsipial ahamiyatga ega.

Nurlanishning yo'naltirilgan oqimini generatsiyalash imkoniyatini belgilaydigan miqdoriy munosabatni quyidagi mulohazalar asosida topish mumkin. Aktiv muhitdagi biror A nuqtada vujudga kelgan va spektral zichligi I_0 bo'lgan nurlanish oqimi rezonator o'qi bo'ylab yo'nalib, o'ng tomondagi ko'zguga borayotib kuchayadi, undan qaytadi va chap ko'zgudan qaytgandan so'ng o'zining dastlabki yo'nalishida tarqalib, yana A nuqtadan o'tadi. Shunday qilib, nurlanish rezonatori tarqalishining bir siklida $2L$ ga teng yo'l bosib o'tadi. Agar energiya hech isrof bo'lmasa, oqim $I_0 \exp[2\alpha(\omega)L]$ ga teng kattalikkacha kuchayishi kerak, bu yerda $\alpha(\omega)$ - kuchaytirish koeffitsiyenti. Lekin ko'zgularning effektiv r_{eff} qaytarish koeffitsiyenti orqali hisobga olingan energiya isroflari natijasida energiya oqimining rezonatoridagi bir sikl tarqalishidan keyingi zichligi $I_0 r_{eff}^2 \exp[2\alpha(\omega)L]$ ifoda bilan aniqlanadi. Shuning uchun rezonatorida nurlanish generatsiya qilish imkoniyati to'g'risidagi masalaning

$$I_0 r_{\text{eff}}^2 \exp(2\alpha_0(\omega)L) > I_0$$

$$I_0 r_{\text{eff}}^2 \exp[2\alpha_0(\omega)L] > 1 \quad (3)$$

shartga keltiriladi. Bu yerda $\alpha_0(\omega)$ - kuchaytirish koeffitsiyentining intensivliklar kichik bo'lgandagi, ya'ni to'yinish effekti hisobga olinmagan holdagi

qiymati (to‘yinmagan kuchaytirish koeffitsiyenti). (3) munosabat tenglikka aylanganda generatsiyaning bo‘lag‘a shartlariga erishilgan bo‘ladi.

Yuqorida aytilganlarga mos ravishda generatsiyaning statsionar quvvati quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$I_0 r_{\phi\phi}^2 \exp[2\alpha(\omega)L] = 1 \quad (4)$$

bu munosabatni potensirlab,

$$\alpha(\omega)L = f, \quad f = \ln(1/r_{\phi\phi}) \quad (5)$$

shartlarni topamiz. (4) yoki (5) shartlar statsionar generatsiya shartlari deyiladi.

Yuqorida kiritilgan f kattalik *energiyaning nisbiy isroflari yoki qisqacha isroflar* deyiladi. Ba‘zan f kattalik o‘rniga rezonatorning aslligi deb ataladigan Q_r kattalikdan foydalaniladi. Tebranuvchi sistemaning aslligi deb, sistemada jamg‘arilgan energiyaning sistemadan tebranishning bir $2\pi/\omega$ davrida chiqayotgan energiyaga nisbatiga aytiladi. Optik rezonatorlarda yuqorida aytilgan cha ta‘riflangan asllik f isroflarga

$$Q_r = 2L\lambda f = q/f \quad (6)$$

munosabat orqali bog‘langan, bu yerda q – rezonatorning L uzunligida joylashgan yarim to‘lqinlar soni.

Spontan nurlanishning aktiv rezonatorda kuchaytirilishi va nihoyat, shu rezonatorning kogerent nurlari generatorlariga aylanishi avtotebranuvchi sistemalarda generatsiya o‘z-o‘zidan uyg‘ongan vaqtda rivojlanib boradigan jarayonlarga juda o‘xshashdir. Bunday sistemalarda tebranuvchi sistema bilan tebranishlarni ta‘minlab turgan energiya manbai o‘rtasidagi musbat teskari bog‘lanish muhim rol o‘ynaydi. Induktiv musbat teskari bog‘lanishning mohiyati qiyosan sodda bo‘lishini elektron lampali tebranish generatorida ko‘rishimiz mumkin.

Optik kvant generatorlarida ko‘zguli rezonator nurlanish maydoni bilan uning energiya manbai- aktiv muhit o‘rtasida musbat teskari bog‘lanish vujudga keltiradi. Rezonatorning ko‘zgulari tufayli yorug‘lik oqimi aktiv muhitda ko‘p marta tarqaladi

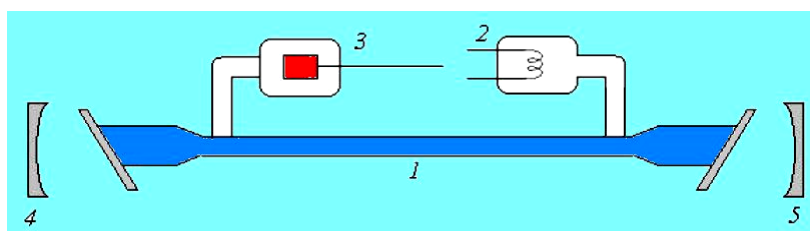
(shu bilan u kuchayadi). Bu hol generatsiyaning o'z-o'zidan uyg'onishi hamda uni davom ettirish uchun zarur. Lekin rezonatorning lazer ishidagi vazifasi maydon energiyasining zichligini aktiv muhitda ko'paytirishdangina iborat bo'lmaydi. Yuqorida ko'rsatib o'tilgan o'xshashlikka asosan, avtotebranuvchi rejimning vujudga kelishi uchun teskari bog'lanish musbat bo'lishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, sistemada bo'lgan hamda teskari bog'lanish kanali orqali kelayotgan tebranishlar o'rtasida qat'iy sinfazalik mavjud bo'lishi shart.

Bundan ko'rinadiki optik kvant generatorlari fizikaning turli sahalarida paydo bo'lgan uchta asosiy g'oyaga asoslangan. Birinchi g'oya Eynshteynga tegishli bo'lib, u kogerent bo'lmagan issiqlik nurlanishi nazariyasida majburiy chiqarish jarayoni mumkin ekanligini postulat qilib aytgan. Ikkinchi asosiy g'oya muvozanatda bo'lmagan termodinamik sistemalardan foydalanish bo'lib, bu sistemalarda elektromagnitik to'lqinlar yutilmasdan, balki kuchayishi mumkin (V.A.Fabrikant, 1940 yil). Nihoyat, radiofizika sohasiga tegishli bo'lgan uchinchi g'oya - kuchaytiradigan sistemani avtotebranuvchi sistemaga, ya'ni elektromagnitik kogerent to'lqinlar generatoriga aylantirish uchun musbat teskari bog'lanishdan foydalanishdan iborat.

4. Uzluksiz ishlovchi geliy-neon lazeri

Geliy-Neon lazerlari quvvati bir necha o'n millivattga teng monoxromatik yaxshi dasta nurlantiradi, impulsli va uzluksiz rejimlarda ishlaydi, tuzilishi sodda va ishlatilishi qiyosan bexatardir. Bunday lazerlar spektrning ham ko'rinuvchan, ham infraqizil sohalarida nurlanish hosil qiladi. Ular nurlanishning to'lqin uzunligi spektrning ko'rinuvchi sohasida uning qizil qismiga ($\lambda=632,8 \text{ nm}$) to'g'ri kelib, spektrning infraqizil sohasida esa to'lqin uzunligi 1150 va 3390 nm ga teng. Bunday turdagi asboblarda laboratoriyada qo'llaniladigan lazerning keng tarqalgan turi bo'lib qoldi, bunda nurlanishning parametrlariga qo'yilgan talablar yuqorida ko'rsatilgan shartlar bilan cheklanadi. Geliy-Neon lazerining prinsipial chizmasi (2-rasmda ko'rsatilgan). Bu erda 1-diametri bir necha millimetr va uzunligi bir necha o'n santimetrdan 1,5 m gacha va undan ortiq bo'lgan gaz razryad shisha trubkasi. Trubkaning ko'ndalang yoqlari trubka o'qiga Bryuster burchagi hosil qilib

joylashgan yassi parallel shisha yoki kvarts plastinkalar bilan yopilgan. Bu plastinkalarning trubka o‘qi bo‘yicha tarqalayotgan hamda plastinkalarda yorug‘lik tushish tekisligida qutblangan nurlanish uchun qaytarish koeffitsiyentlari nolga teng.

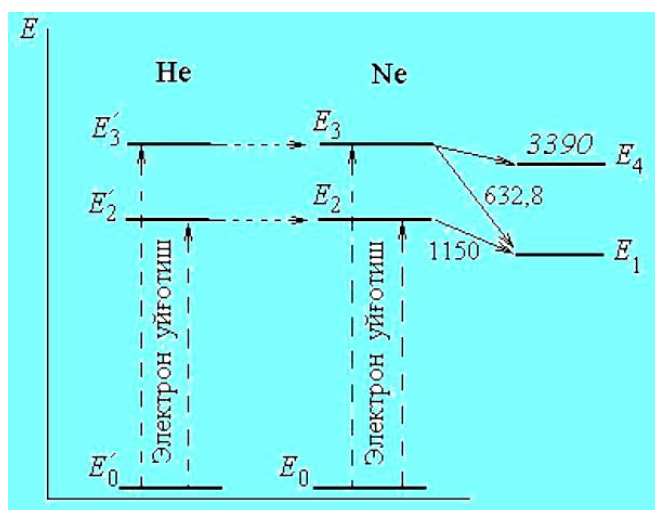


2-rasm. Geliy va neon lazerning prinsipial chizmasi

Geliyning trubkadagi bosimi taxminan 1 mm sim. ust. ga, neonning bosimi esa 0,1 mm sim. ust. ga teng. Trubkada past voltli manba yordamida qizdiriladigan 2 katod va silindrsimon bo‘sh 3 anod bor. Trubkadagi anod bilan katod o‘rtasiga 1-2,5 kV gacha kuchlanish ulanadi. Trubkaning razryad toki bir necha o‘n milliampermetrga teng. Geliy - noyen lazerining razryad trubkasi 4,5 ko‘zgular o‘rtasiga qo‘yiladi. Odatda sfera shaklida ishlangan bu kuzgular ko‘p qatlamli dielektrik qoplamali qilib yasalib, bu qoplamalarning qaytarish koeffitsiyenti katta qiymatlarga ega bo‘lib, yorug‘likni qariyb yutmaydi. Bir ko‘zguning o‘tkazishi odatda 2% ga teng, ikkinchisi esa 1% dan kam bo‘ladi. Neon sathlarining invers bandligini ta‘minlaydigan jarayonlarini qisqacha muhokama qilaylik. 3-rasmda neon atomining energetik sathlarining soddalashtirilgan chizmasi ko‘rsatilgan. (o‘ng tomonda). To‘lqin uzunligi 632,8 va 1150 nm ga teng bo‘lgan nurlanishga $E_3 \rightarrow E_1$ va $E_2 \rightarrow E_1$ o‘tishlar mos keladi.

Gaz-razryad plazmasining elektronlari bilan to‘qnashish natijasida atomlarning bir qismi uyg‘onadi, bu hol 3-rasmda vertikal uzun-uzun strelkalar bilan ko‘rsatilgan. Razryadning ma‘lum rejimlarida E_2 va E_1 sathlarning invers bandligi uchun bu jarayon etarli bo‘ladi. Lekin $\lambda=632,8$ ba $\lambda=3390$ nm to‘lqin uzunliklariga

mos keladigan o'tishlar bo'ladigan E_3, E_1 va E_3, E_4 sathlar invers ravishda bandlanmagan bo'ladi.



3-rasm. Geliy va neon atomlarining energetik sathlari.

Agar razryad trubkasiga geliy kiritilsak, ahvol butunlay o'zgaradi. Geliy 3-rasmning chap tomonida ko'rsatilgan uzoq yashovchi (metastabil) ikki E_3' , E_2' holatga ega, bu holatlar elektronlar bilan to'qnashish vaqtida uyg'onadi va ularning yashash vaqti katta bo'lgani sababli geliyning metastabil atomlarining razryaddagi konsentratsiyasi katta bo'ladi. Geliyning metastabil holatlarining E_3' , E_2' energiyalari neonning E_2 , E_3 energiyasiga yaqin, bu hol geliy bilan neon to'qnashganda uygonish energiyasining geliydan neonga uzatilishi uchun qulaydir. Bu jarayonlar gorizontallik strelkalar yordamida simvolik ravishda ko'rsatilgan. Natijada E_3 , E_2 sathlarda joylashgan neon atomlarining konsentratsiyasi keskin ortadi, E_2 va E_3 sathlar invers ravishda bandlanadi, E_2 va E_1 sathlarning bandliklar farqi esa bir necha marta ko'payadi. Demak, neonga geliyning (taxminan 5:1-10:1 munosabatda qo'shilishi Geliy-neon lazerlaridagi generatsiya uchun juda muhim.

Aniq miqdoriy tekshirishlar geliy-neon lazeri nurlanishining ($\lambda=632,8$ nm) fazoviy kogerentlik darajasi (12 birga yaqin ekanligini ko'rsatadi. Masalan, dastaning ko'ndalang kesimidagi intensivligi o'qdagi maksimal intensivlikning 0,1% ga teng bo'lgan nuqtalar uchun oqimning kogerent bo'lmagan $1-\gamma_{12}$ taxminan 10^{-3} ga teng bo'lib, o'qdagi nuqtalar uchun taxminan 10^{-5} ga teng Hisoblar lazer

nurlanishining kogerent bo‘lmagan qismining qiymatlari yuqorida ko‘rsatilganidek bo‘lishiga uning aktiv muhitdagi spontan chiqarish sababchi ekanligini ko‘rsatadi.

Geliy–neon lazeri yuqori darajada kogerent bo‘lgani tufayli turli xil interferensiya va difraksiya hodisalarini teshirishda qo‘llanilishi kerak bo‘lgan uzluksiz monoxromatik nurlanishning juda yaxshi manbai bo‘lib, bunday tekshirishlarni oddiy yorug‘lik manbalari bilan o‘tkazish uchun maxsus apparaturadan foydalanish zarur bo‘lar edi. Geliy-neon lazerlarining turli xildagi variantlari biologik tekshirishlarda, lazerli aloqa sistemalarida, golografiyada, mashinasozlikda, tabiiyot va texnikaning boshqa ko‘p sohalarida keng qo‘llaniladigan bo‘ldi.

10. Neft va gaz kimyosi maxsulotlarini tahlil qilishda optik usullar

Neft ([turkcha](#): *neft*; [forscha](#): نفت - *naft*), qoramoy — suyuq yonuvchi qazilma boylik, organik birikmalarning, asosan, uglevodorodlarning murakkab aralashmasidan iborat modda. Yer yuzasidan, asosan, 1,2—2,0 km chuqurlikdagi yer osti gumbazlarining g‘ovak yoki seryoriq tog‘ jinslari (qum, qumtosh, ohaktoshlar) da joylashgan. Chiqarilayotgan neft, asosan, burg‘ilangan quduqlardan olinadi.

Neft o‘ta muhim yonilg‘i-energiya manbai bo‘lib, [benzin](#), kerosin dizel yonilg‘isi, [mazut](#), moylash materiallari va bitumlar olishda asosiy xom ashyo sifatida ishlatiladi.

Neft Qora yoki qo‘ng‘ir, ba‘zan och malla rangli bo‘lib, o‘ziga xos hidi bor. Zichligi 750–970 kg/m³. Zichligi 20° da 850 kg/m³ dan past bo‘lgan Neftlar yengil, 851–885 kg/m³ — o‘rtacha og‘irlikdagi va 885 kg/m³ dan yuqorilari og‘ir Neft hisoblanadi. Qaynash temperaturasi 28° dan yuqori. Qotish temperaturasi — 60° dan —26° gacha, 50° dagi qovushoqligi 1,2—55 mm²/s, solishtirma issiqlik sig‘imi 1,7—2,1 kJ/(kg·K), yonish issikligi 43,7—46,2 MJ/kg ga teng. Chaqnash harorati 35—120°. Organik erituvchilarda eriydi, suvda erimaydi, lekin suv bilan turg‘un emulsiya hosil qiladi.

Neft tarkibida parafin, naften va aromatik uglevodorodlar bo‘ladi, uglerod

82—87%, vodorod —11,5—14,5%, oltingugurt 0,1—5,5%ni tashkil etadi. Bundan tashqari, vanadiy, nikel, kalsiy, magniy, temir, alyuminiy, kremniy, natriy kabi 20 dan ortiq elementlar, 5% gacha har xil aralashmalar — naften kislotalar, asfalt-smola moddalar, merkaptanlar, vodorod sulfid, tiofen va tiofanlar, disulfidlar, piridin, piperidin va boshqa mavjud. Neft tarkibidagi oltingugurt miqdoriga qarab kam oltingugurtli (0,6% gacha), oltingugurtli (0,6—1,8%) va ko‘p oltingugurtli (1,8%dan ortiq) sinflarga bo‘linadi.

Ba‘zi olimlar Neft ni tabiatdagi kimyoviy o‘zgarishlar natijasida hosil bo‘lgan deb hisoblaganlar. Bu haqda 2 qarama-qarshi fikr — anorganik va organik gipotezalar mavjud. Anorganik gipoteza asoschisi fransuz kimyogari M. Bertlo (1866) Neft yer qa‘rida karbonat kislotaning ishqoriy metallarga ta‘siri natijasida, shunga o‘xshash, [D. I. Mendeleev](#) (1877) yer qa‘riga sinish zonalari orqali tushgan suvning uglerodli metall (karbid) larga ta‘siri natijasida hosil bo‘lgan, degan fikrni bildirganlar.



20-asr boshlarida esa Neft hosil bo‘lishining organik gipotezasi rivojlantirildi va cho‘kindi jinslardagi sapropel (organik balchiq) bilan Neft uzviy aloqada deb topildi. Bu gipotezaga ko‘ra, Neft ko‘l va dengiz ostida cho‘kindi jinslar bilan birga cho‘kadigan har xil yirik hayvonlardan (qad. ixtiozavrlar, kitlar va hashalotlar) tortib planktonlargacha bo‘lgan jonivorlar va o‘simlik qoldiqlaridan hosil bo‘lgan. Dengiz va ko‘l tubida yig‘ilgan organik moddaning bir qismi dengiz jonivorlariga oziq bo‘lsa, bir qismi suvda erigan kislorod bilan oksidlanib yo‘qolgan va organik moddaning juda oz (2—3% gacha) miqdori dengiz tubida loyqaga aralashib, unga qoramtir tuye bergan. Loyka ichida organik modda kislorodsiz muhitda anaerob bakteriyalar ta‘sirida o‘zgargan. Cho‘kindi jinslar tarkibidagi sapropelning bir necha mln. yillar davomida o‘zgarib neft hosil bo‘lishi laboratoriya sinovlarida amaliy jihatdan o‘rganilgan. Bunda Yer po‘stining 1200–1500 m chuqurligidagi organik moddalarning murakkab molekulalari parchalanib,

gazeimon, suyuq va qattiq uglevodorodlar ajralib chiqishi mumkin. Undan ham chuqurroq (3000–4000 m) da jarayon yanada tezlashib, Neft hosil bo‘lishining bosh fazasini vujudga keltirgan va uglevodorodlar maksimal miqdorda ajralib chiqqan.



Neft zahiralari.

Neftli qatlamlar Yer po‘sti tarixining hamma davrlariga mansub qavatlarida uchraydi, ammo eng ko‘p zaxirasi devon, yura, bur va to‘rtlamchi davr yotqiziqlarida joylashgan. Neftli qatlamlar maydoni 1000 km², qalinligi 100 m gacha yetib, bir konda bir necha Neftli katlam mavjud bo‘lishi mumkin.

Neft juda qadimdan ishlatib kelingan. Yaqin Sharkda joylashgan qadimiy davlatlarda aholi Neft va bitumdan foydalanganligi haqida ma’lumotlar saqlanib qolgan. Jumladan, tarixiy manbalarda Suriya va Iroqsan oqib utadigan Furot daryosining sohillarida milloddan 4—6 ming yil avval, ikki daryo oralig‘ida joylashgan Shumer davlati (hozirgi Iroq) da, Bobilda, Qadimgi Misrda yunon va rimliklar idishlar yasashda, haykallarni bezashda, saroy va yo‘l qurilishlarida, jasadlarni balzamlash va mumiyolashda Neftdan ishlatganliklari qayd etilgan. Neft kuygan joyni, shish, revmatizm va teri kasalliklarini davolashda ishlatilgan. Yunon tabibi Gippokrat Neft bilan tayyorlangan dorilar tarkibini, italiyalik mashhur sayyoh Marko Polo (1254—1324) Kavkazda "yer moyi" borligini, undan yonilg‘i sifatida foydalanish va tuyalarni davolashda ishlatish mumkinligini yozib qoldirganlar. Qadimda sharqda Neftdan harbiy maqsadlarda ham foydalanganlar. Shuningdek, miloddan avvalgi 331 yil Neftdan Genuya (Italiya) ko‘chalarini yoritishda foydalanganliklari ma’lum.

Neft chiqarish qadim zamonlardan ma’lum. Miloddan avvalgi Kissiyada Neft quduqlardan chiqarilgan. Midiya, Bobil va Suriyada Neft ochiq suv havzalari

yuzidan yig'ib olingan. O'sha davrda yerni burg'ilamasdan yer yoki suv yuzasidagi, quduqlardagi tayyor Neftni yig'ib olganlar. 15-asrda Italiyada Neftli qumtosh va ohaktoshlarni qizdirib va siqib Neft olingan. 1868-yilda Qo'qon xonligida ko'ldan ariqlarda oqib chiqadigan suv yuzasidan Neft yig'ib olingan; buning uchun ariqlarga ostidan suv o'tadigan, yuzida esa Neft yig'iladigan to'siq qilingan. 17-asrda Bokuda quduqlardan Neft chiqarilgan. Bunday quduqlarning chuqurligi 27 m gacha bo'lib, devorlari toshlar yoki yog'ochlar bilan mustah-kamlangan.

O'zbekistonda Neft chiqarish 1876-yildan boshlangan. Farg'onaning Qamishboshi qishlog'ida tadbirkor D. P. Petrov tomonidan 19-asrning 80-yillari boshida 25 metr gacha burg'ilangan 2 ta quduqning har biridan kuniga 10 pud (160 kg) gacha Neft chiqarilgan.

19-asrning 60-yillaridan Neft burg'i quduqlari orqali chiqarila boshladi. 1865-yilda AQShda birinchi marta Neft mexanik usulda (nasos yordamida) chiqarilgan. Bu usul 1874—95 yillarda Gruzziya, Boku va Groz-niydagi konlarda ham joriy etilgan. Neftni burg'i quduqlari orqali chiqarish usuli, asosan, 20-asrning 30-yillariga kelib ancha takomillashdi.

Neftni chiqarish uchun neft atrofida joylashgan suv yoki gaz bosimini oshirish usuli bilan qatlam g'ovaklaridagi neft quduq zaboyiga yig'iladi. Suv bosimi, odatda, boshlang'ich neft zaxirasining 50—80% ini, gaz esa atigi 20— 50%ini siqib chiqaradi. Odatda, tashqaridan berilayotgan suv qazib chiqarilayotgan neftning o'rnini to'la egallay olmaganligidan bosim kamayib ketadi. Natijada neftning favvora bo'lib tabiiy otilishi tugaydi. Shundan keyin neft kompressor yordamida chikariladi.

Neftni kompressor bilan chiqarishda quduqqa neft gazi yoki havo haydaladi; ular neftga aralashib, zichligini kamaytiradi, natijada neft va gaz aralashmasining sathi quduq yuzasigacha ko'tarilib, neftning favvora bo'lib otilishi davom etadi. Neft quduqlardan neft nasosi yordamida ham chiqariladi.

Qatlam bosimining pasaya borishi natijasida quduq debitining tushishi neft chiqarishning iqtisodiy ko'rsatkichlarini yomonlashtiradi. Neft konlarini ishga tushirish nazariyasi, ayniqsa, yer osti gidrogazodinamikasining rivojlanishi

natijasida Neft chikarishning yangi usullari ishlab chiqildi. Bularda Neft qatlamlariga suv yoki gaz haydash yo‘li bilan qatlam bosimini butun ekspluatatsiya mobaynida deyarli birday ushlab turish mumkin.

Demak, neft — yonuvchan [moy](#); tarkibida [uglevodorod](#) bo‘lgan qizil-jigarrang, ba’zan qora [rangli](#), o‘ziga xos hidli [Yer](#) qobig‘ida mavjud bo‘lgan foydali qazilma boylik. Neftning tarkibida uglevodorodlardan tashqari, ba’zan kislarodli, oltingugurtli va azotli birikmalar ham bo‘ladi. Turli joydan chiqqan neftning tarkibi turlicha bo‘lib, uning solishtirma og‘irligi 0,74 bilan 0,97 g/sm³ orasidadir. Neftning tarkibiga qattiq, suyuq va gazholidagi uglevodorodlar kiradi. Gaz holidagi uglevodorodlar yer tagidan tabiiy gaz yoki yo‘ldosh gaz (neft qazib olishda chiqadigan gaz) holida chiqadi. Tarkibida, asosan, suyuq uglevodorodlar bo‘ladigan neft — parafin asosli, qattiq uglevodorodlar bo‘ladigan neft esa asfalt asosli neft deb ataladi.

Adabiyotlar

1. [O‘zME](#). Birinchi jild. Toshkent, 2000-yil
2. Akramxodjayev A. M., Genezis nefti i gaza, M., 1967; Geologiya i metodi izucheniya neftegazononosti drevnix delt: M., 1986.

11. Yoruglikni fotokimyoviy ta’siri

Fotokimyo — kimyoning yorug‘lik ta’sirida sodir bo‘ladigan reaksiyalarni o‘rganuvchi bo‘limi. Fotokimyo optika va optik nurlanish bilan chambarchas bog‘liq. Fotokimyoning ilk qonunlari 19-asrda paydo bo‘ldi (Grotgus qonuni, Bunzen qonuni). Fotokimyo 20-asrning 1-choragida Eynshteyn qonuni e’lon qilingandan keyingina mustaqil fan sifatida tashkil topdi. Modda molekulasi yorug‘lik kvantini yutganida asosiy holatdan uyg‘ongan holatga o‘tadi va kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Bu dastlabki reaksiya (fotokimyoviy reaksiya) mahsuloti ko‘pincha oxirgi mahsulotlarning hosil bo‘lishiga olib keluvchi turlicha ikkilamchi reaksiyalarda qatnashadi. Shu nuqtai nazardan Fotokimyoni yorug‘lik kvantlarini yutganda hosil bo‘ladigan uyg‘ongan molekular kimyosi deb ta’riflash mumkin. Uyg‘ongan molekularning talaygina yoki bir qismi ko‘pincha fotokimyoviy

reaksiyaga kirishmay, turlicha dezaktivatsion fotofizikaviy jarayonlar natijasida asosiy holatiga qaytadi. Ushbu jarayonlar ko'pchilik hollarda kvant yorug'lik chiqarish (fluorensensiya yoki fosforesensiya) bilan sodir bo'ladi.

Molekulalarning dissotsilanib atom va radikallar hosil qilishi gaz fazasidagi fotokimyoviy reaksiyaga yaqqol misol bo'la oladi. Masalan, kislorodga qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlar ta'sir etganida hosil bo'lgan uyg'ongan O_2 molekulalari erkin atomlarga dissotsilanadi: $O_2^* \rightarrow O + O$.

Bu atomlar O_2 bilan ikkilamchi reaksiyaga kirishib ozon hosil qiladi: $O + O_2 = O_3$. Bunday jarayonlar atmosferaning yuqori qatlamida quyosh nuri ta'sirida sodir bo'ladi (qarang Atmosfera ozoni).

Fotokimyoviy reaksiyalar mexanizmini o'rganish juda murakkab masala. Yorug'lik kvantining yutilishi va qo'zg'algan molekulaning paydo bo'lishi boryo'g'i 10~15 sekund ichida o'tadi.

Karrali bog'li va aromatik halqali organik molekulalarda 2 tipdagi, ya'ni singlet va triplet holati mavjuddir. Molekula yorug'lik kvanti yutganidagina bevosita singlet uyg'ongan holatga o'tadi. Molekula fotofizikaviy jarayon natijasida singlet holatdan triplet holatga o'tadi. Molekulaning singlet uyg'ongan holatda mavjud bo'lish davri 10^{-8} sek; triplet holatda mavjud bo'lish davri esa 10^{-5} — 10^{-4} sekunddan (suyuq muhit uchun) 20 sekundgacha (qattiq muhit, mas, qattiq polimerlar uchun). Shu bois ko'pchilik organik molekulalar triplet holatdagina kimyoviy reaksiyalarga kirishadi. Bu holatda molekulalarning konsentratsiyasi shunchalik katta bo'ladiki, ular nurlarni yutib yuqori uyg'ongan holatga o'tadi va ikki kvantli reaksiya deb ataluvchi reaksiyaga kirishadi. Uyg'ongan A^* molekula ko'pincha uyg'onmagan A molekula bilan yoki boshqa V molekula bilan kompleks xreil qiladi. Faqat uyg'ongan holatda bo'lgan bunday komplekslar eksimerlar $(AA)^*$ yoki eksiplekslar $(AV)^*$ deyiladi. Eksiplekslar birlamchi kimyoviy reaksiyalar asosi hisoblanadi. Fotokimyoviy reaksiyalarning birlamchi mahsulotlari — radikallar, ionlar, ionradikallar va elektronlar tezlik bn, odatda, 10^{-3} sekundgacha bo'lgan vaqt ichida qorong'i reaksiyaga kirishadi.

Fotokimyoviy reaksiyalar mexanizmini tekshirishning eng samarali usullaridan biri impuls fotolizdir. Bu usulning mohiyati reaksiya aralashmasiga qisqa muddatli, lekin kuchli yorug'lik nuri ta'sir ettirib yuqori konsentratsiyali uyg'ongan molekularlar hosil qilishdan iborat. Bunda hosil bo'lgan qisqa muddat mavjud bo'luvchi zarralar (aniqrog'i — uyg'ongan holatdagi molekularlar, yuqorida aytib o'tilganidek, fotokimyoviy reaksiyaning birlamchi mahsulotlari) "zondlovchi" nurni yutishga qarab aniqlanadi. Zarralarning nur yutishi va ularning vaqt bo'yicha o'zgarishi fotoko'paytirgich va ossillograf yordamida qayd qilinadi.

Fotokimyodan amalda keng foydalaniladi. Fotokimyoviy reaksiyaga asoslangan kimyoviy sintez usullari ishlab chiqilgan. Informatsiyalarni yozishda fotoxrom birikmalardan foydalaniladi. Fotokimyoviy jarayonlardan mikroelektronikada relyef tasvirlar, poligrafiyada, bosma formalar hosil qilishda foydalaniladi. Fotokimyoviy xlorlashda (asosan, to'yingan uglevodorodlarni) ham Fotokimyo muhim amaliy ahamiyatga ega. Masalan, fotokimyo fotofafiyada keng qo'llanadi.

12. Qattiq jismlar lyuminessensiyasi

Qattiq jism — moddaning shakli turg'un agregat holati. Bu holatda modda atomlarining issiqlik harakati ularning muvozanat vaziyatlari atrofida kichik tebranishlaridan iborat bo'ladi. Kristall va amorf qattiq jismlar mavjud. Kristallarda atomlarning muvozanat vaziyatlari fazoda davriy joylashadi. Amorf jismlarda atomlar tartibsiz joylashgan nuqtalar atrofida tebranadi. Qattiq jismning turg'un (eng kichik ichki energiyali) holati kristall holatdir. Termodinamik nuqtai nazardan amorf jism metaturg'un holatda bo'ladi va vaqt o'tishi bilan kristallanishi kerak.

Tabiatdagi barcha moddalar (suyuq geliydan tashqari) atm. bosimida va $T > 0$ K temperaturada qotadi. Qattiq jism xossalarini uning atommolekulyar tuzilishini va zarralari harakatini bilgan holda tushuntirish mumkin. Qattiq jismlarning makroskopik xususiyatlari haqidagi ma'lumotlarni to'plash va tartiblashtirish 17-asrdan boshlangan. Qattiq jismga mexanik kuch, yorug'lik, elektr va magnit maydon va h.k.ning ta'sirini ifodalovchi bir qator empirik qonunlar ochildi: Guk qonuni

(1660), Dyulong va Pti qonuni (1918), Om qonuni (1826), Videman — Frans qonuni (1835) va boshqalar qattiq jism atomlar, molekulalar va ionlardan tuziladi.

Qattiq jismning tuzilishi atomlar orasidagi ta'sir kuchiga bog'liq. Bir xil atomlarning o'zi turli strukturalarni hosil qilishi mumkin (kul rang va oq qalay, grafit va olmos va h.k.). Tashqi bosim yordamida atomlararo masofani o'zgartirib, Qattiq jismning kristall tuzilishini va xossalari tubdan o'zgartirish mumkin. Ko'pgina yarimo'tkazgichlar bosim ostida metall holatga o'tadi (oltingugurt 8 120000 atm. bosimi ostida metallga aylanadi). Tashqi bosim tufayli 1 atomga to'g'ri keladigan hajm atomning odatdagi hajmidan kichik bo'lib qolganda atomlar o'z indiviialligini yo'qotadi va modda o'ta siqilgan elektronyadroviy plazmaga aylanadi. Moddaning bunday holatini o'rganish, xususan, yulduzlarning strukturasini tushunish uchun juda muhim. Qattiq jismning tuzilishi va xossalari o'zgarishi (fazaviy o'tishlar), temperatura o'zgariganda, magnit maydon ta'sirida va boshqalar tashqi ta'sirlar natijasida ham yuz berishi mumkin.

Bog'lanishlarning turi bo'yicha qattiq jismlar bir-biridan elektronlarning fazoviy taqsimoti bilan farq qiladigan besh sinfga ajraladi: 1) ionli kristallarda (NaCl , KCl va boshqalar) ionlar orasida asosan elektrostatik tortishish kuchlari ta'sir etadi; 2) kovalent bog'lanishli kristallarda (olmos, va h.k.) qo'shni atomlarning valent elektronlari umumiy lashgan bo'ladi. Kristall ulkan molekulaga o'xshaydi; 3) ko'pchilik metallarda bog'lanish energiyasi harakatlanayotgan elektronlarning ion asos bilan o'zaro ta'siri tufayli hosil bo'ladi (metall bog'lanish); 4) molekulyar kristallarda molekulalar ularning dinamik qutblanishi tufayli paydo bo'ladigan zaif elektrostatik kuchlar (VanderVaals kuchlari) yordamida bog'lanadi; 5) vodorod bog'lanishli kristallarda vodorodning har bir atomi tortishish kuchlari yordamida bir vaqtning o'zida 2 ta boshqa atom bilan bog'lanadi. Bog'lanishlar turi bo'yicha tasnif shartli bo'lib, ko'pgina moddalarda turli bog'lanishlarning kombinatsiyasi kuzatiladi.

Qattiq jismdagi atomlar orasidagi ta'sir kuchlari turli tuman bo'lishiga qaramay, elektrostatik tortishish va itarishish ularning manbai bo'lib xizmat qiladi. Atom va molekulalardan turg'un qattiq jismning hosil bo'lishi tortishish kuchlari

~108sm masofalarda itarishish kuchlari bilan muvozanatlashishini ko'rsatadi. Ba'zi hollarda atomlarni qattiq sharchalar deb qarash va ularni atom radiuslari bilan ifodalash mumkin.

Barcha qattiq jism yetarlicha yuqori temperaturada eriydi yoki bug'lanadi. Bundan faqat qattiq geliy mustasno: u (bosim ostida) temperatura pasayganda eriydi. Erish jarayonida jismga berilgan issiqlik atomlararo bog'lanishlarni uzishga sarflanadi. Turli tabiatli qattiq jismlarning erish temperaturalari turlicha (mas, mol. vodorodniki — 259,1°, volframniki 3410±20°, grafitniki 4000° dan yuqori). Qattiq jismning mexanik xususiyatlari u tuzilgan zarralar orasidagi bog'lanish kuchlari bilan aniqlanadi. Bu kuchlarning turli-tuman bo'lishi mexanik xususiyatlarning ham turlicha bo'lishiga olib keladi: ba'zi bir qattiq jism plastik, boshqalari mo'rt. Odatda, metallar dielektrlarga nisbatan plastikroq bo'ladi. Temperatura ko'tarilishi bilan odatda plastiklik ortadi. Uncha katta bo'lmagan kuchlanishlarda barcha qattiq jismda elastik deformatsiya kuzatiladi. Kristallarning mustahkamligi atomlar orasidagi bog'lanish kuchlariga muvofiq kelmaydi.

1922-yilda A.F.Ioffe real kristallarning mustahkamligi pastligini ularning sirtidagi makroskopik defektlarning ta'siri deb tushuntirdi (Ioffe effekti). 1933-yilda J. Teylor, E. Orovan (AQSH) va M. Polyani (Buyuk Britaniya) dislokatsiyashr tushunchasini ta'rifladi. Katta mexanik kuchlanishlar ostida kristall o'zini qanday tutishi dislokatsiya va kristall panjaraning boshqa chiziqli defektlari bor-yo'qligiga bog'liq. Qattiq jismning plastikligi ko'p hollarda dislokatsiyalarga, mexanik xususiyatlari unga nuqsonlarni kirituvchi yoki yo'qotuvchi ishlov berishga bog'liq bo'ladi. 1926-yilda Ya.I. Frenkel real kristallda panjaraning nuqtaviy defektlari (vakansiyalar, tugunlararo atomlar) bo'lishiga e'tiborni jalb etdi va ularning qattiq jismdagi diffuziya jarayonlaridagi rolini ko'rsatdi.

1931-yilda ingliz fizigi A. Vilson turli elektr xossalarga ega bo'lgan qattiq jismlarning mavjud bo'lishi energetik zonalarning $T=0$ da elektronlar bilan to'lish xarakteriga bog'liq bo'lishini ko'rsatdi. Agar hamma zonalar elektronlar bilan to'lgan yoki bo'sh bo'lsa, bunday jismlar elektr tokini o'tkazmaydi, ya'ni dielektrik, elektronlarga qisman to'lgan zonalarga ega qattiq jism metall bo'ladi.

Yarimoʻtkazgichlar dielektrlardan shu bilan farq qiladiki, ularning oxirgi toʻlgan (valent) zonasi bilan birinchi boʻsh zonasi (oʻtkazuvchanlik zonasi) orasidagi taqiqlangan zonaning kengligi kichik boʻladi. Kristallarda defekt yoki aralashmaning boʻlishi taqiqlangan zonada qoʻshimcha energetik sathlarning paydo boʻlishiga olib keladi. Valent zonasi va oʻtkazuvchanlik zonasi juda kam tutashgan qattiq jism yarim metallar deb ataladi. Tirqishsiz yarimoʻtkazgichlar ham boʻladi; ularning oʻtkazuvchanlik zonasi valent zonaga tegib turadi.

Metallarda Fermi sathi taqiqlanmagan zonada, yarimoʻtkazgichlarda Fermi sathi taqiqlangan zonada joylashadi. Tirqishsiz yarimoʻtkazgichlarda Fermi sathi valent zonasini oʻtkazuvchanlik zonasidan ajratuvchi chegara bilan mos tushadi. Elektron oʻtkazuvchanlik zonasiga oʻtganda valent zonada boʻsh oʻrin — kovak hosil boʻladi. Oʻtkazuvchanlik elektronlari va kovaklar yarimoʻtkazgichlardagi zaryad tashuvchilardir.

13. Suyuqlik va gazlar mexanikasi

Reja:

1. *Gidrodinamikaning asosiy tenglamasi.*
2. *Suyuqlik kinematikasining asosiy tushunchasi. Suyuqlik bosimini oʻrganish uslubi.*
3. *Uzliksizlik tenglamasi. Eyler tenglamasi shaklidagi qovushqoq boʻlmagan suyuqliklar uchun harakat differentsial tenglamasi.*

Gidrodinamikaning asosiy tenglamasi. Hidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlari va ularning harakatlanayotgan yoki harakatsiz qattiq jismlar bilan oʻzaro taʼsirini oʻrganuvchi boʻlimi gidrodinamika deyiladi.

Harakatlanayotgan suyuqlik vaqt va koordinata boʻyicha oʻzgaruvchi turli parametrlarga ega boʻlgan harakatdagi moddiy nuqtalar toʻplamidan iborat. Odatda suyuqlikni oʻzi egallab turgan fazoni butunlay toʻldiruvchi tutash jism deb qaraladi. Bu degan soʻz tekshirilayotgan fazoning istalgan nuqtasini olsak, shu yerda suyuqlik zarrachasi mavjuddir. Hidrostatikada asosiy parametr bosim edi, gidrodinamikada esa bosim va tezlikdir.

Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning har bir nuqtasida shu nuqtaga tegishli tezlik va bosim mavjud bo`lib, fazoning boshqa nuqtasiga o`tsak, tezlik va bosim boshqa qiymatga ega bo`ladi, ya'ni tezlik va bosim koordinatalar x, y, z ga bog`liq. Nuqtadagi suyuq zarrachaga ta'sir qilayotgan bosim va tezlik vaqt o`tishi bilan o`zgarib borishini tabiatda kuzatish mumkin.

Tezlik va bosim maydonlari. Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning har bir nuqtasida hayolan tezlik va bosim vektorlarini ko`rib chiqsak, ko`rilayotgan harakatga mos keluvchi tezlik va bosim to`plamlarini ko`z oldimizga keltira olamiz. Ana shu usul bilan tuzilgan tezlik *to`plami tezlik maydoni* deyiladi. Shuningdek, bosim vektorlaridan iborat to`plam *bosim maydoni* deb ataladi. Tezlik va bosim maydonlari vaqt o`tishi bilan o`zgarib boradi. Hidrostatikadagi kabi gidrodinamikada ham gidrodinamik bosimni p bilan belgilaymiz va uni sodda qilib bosim deb ataymiz. Tezlikni esa u bilan belgilaymiz. U holda tezlikning koordinata o`qlaridagi proyeksiyalari u_x, u_y, u_z bo`ladi.

Yuqorida aytib o`tilganga asosan suyuqlik parametrlari funksiya ko`rinishida yoziladi

$$p = f_1(x, y, z, t)$$

$$u = f_2(x, y, z, t)$$

tezlik proyeksiyalari ham funksiyalardir;

$$u_x = f_3(x, y, z, t)$$

$$u_y = f_4(x, y, z, t)$$

$$u_z = f_5(x, y, z, t)$$

Bu keltirilgan funksiyalarni aniqlash va ular o`rtasidagi o`zaro bog`lanishni topish gidrodinamikaning asosiy masalasi hisoblanadi.

Harakat turlari. Harakat vaqtida suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt o`tishi bilan o`zgarib tursa, bunday harakat *beqaror harakat* deyiladi. Tabiatda daryo va kanallardagi suvning harakatlari, texnikada trubalardagi suyuqlikning harakati va mexanizmlar qismlaridagi harakatlar asosan boshlanganda va ko`p hollarda butun harakat davomida beqaror bo`ladi. Agar

suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt bo'yicha o'zgar-
may faqat koordinatalarga bog'liq, ya'ni

$$p = f_{11}(x, y, z)$$

$$u = f_{21}(x, y, z)$$

bo'lsa, u holda harakat *barqaror* deyiladi. Bu hol trubalarda va kanallarda suyuqlik ma'lum vaqt oqib turganidan keyin yuzaga kelishi mumkin. Barqaror harakat ikki tur bo'lishi mumkin: *tekis va notekis harakatlar*. Suyuqlik zarrachasi harakat yo'nalishi bo'yicha vaqt o'tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tganda tezligi o'zgarib borsa, qarakat notekis harakat bo'ladi. Notekis harakat vaqtida suyuqlik ichida bosim va boshqa gidravlik parametrlar o'zgarib boradi. Notekis harakatni kesimi o'zgarib borayotgan shisha trubada kuzatish juda qulaydir.

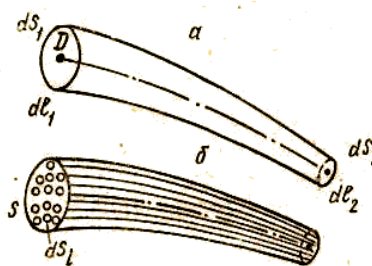
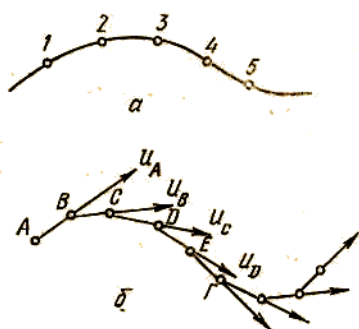
Bordiyu suyuqlik zarrachasi harakat yo'nalishi bo'yicha vaqt o'tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tganda tezligini o'zgartir-
masa, bunday harakat tekis harakat deyiladi. Tekis harakat vaqtida suyuqlikning gidravlik parametrlari o'zgarmaydi. Tekis harakatga kesimi o'zgarmaydigan trubalardagi suyuqlikning va qiyaligi bir xil kanallardagi suv oqimi misol bo'la
oladi.

Suyuqlik kinematikasining asosiy tushunchasi. Suyuqlik bosimini o'rganish uslubi. Odatda, biror voqea yoki hodisani tekshirishda uni butunligicha tekshirib bo'lmagani uchun biror soddalashtirilgan sxema qabul qilinadi va ana shu sxema tekshiriladi. Gidravlikada suyuqlik harakati qonuniyatlarining tabiatini eng yaxshi ifodalab beruvchi sxema suyuqlik oqimini elementar oqimchalardan iborat deb qarovchi sxema hisoblanadi. Buni gidravlikada "suyuqlik harakatining oqimchali modeli" deb ataladi. Bu model asosida oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha tushunchalari yotadi.

a) Oqim chizig'i – suyuqlik harakat qilayotgan fazoda suyuqlikning biror zarrachasining harakatini kuzatsak, uning vaqt o'tishi bilan fazoda oldinma-keyin olgan holatlarini 1, 2, 3... (1-rasm, a) nuqtalar bilan ifodalash mumkin va bu nuqtalarda harakatdagi zarracha (1) va (2) ga asosan har xil tezlik va bosimlarga ega

bo`ladi. Shu nuqtalarni o`zaro tutashtirsak, suyuqlik zarrachasiniig traektoriyasi hosil bo`ladi.

Endi, suyuqlik zarrachasining tezligini kuzatamiz. Zarrachaning A nuqtadagi tezlik vektori u_A ni ko`rilayotgan vaqt uchun quramiz. Shu vektorning davomida kichik dl_1 , masofadagi B nuqtada harakatdagi suyuqlik zarrachasiniig B nuqtaga tegishli tezlik vektori u_B ni quramiz. Hosil bo`lgan yangi vektorning davomida kichik dl_2 masofadagi C nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining vektori u_C ni quramiz. u_C vektorining davomida dl_2 masofadagi D nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining u_D vektorini quramiz va h. k. Natijada $ABCDE$ (2-rasm, b) siniq chiziqni hosil qilamiz. Agar dl_1, dl_2, dl_3 larni cheksiz kichraytirib borib, nolga intiltirsak, $ABCDE$ o`rnida biror egri chiziqni olamiz. Bu egri chiziq oqim chizig`i deb ataladi



1-rasm.

Oqim chizig`ini tushuntirishga oid chizma.

Oqim naychasi. Elementar oqimcha va oqim.

Demak, suyuqlik harakatlanayotgan fazoda olingan va berilgan vaqtda har bir nuqtasida unga o`tkazilgan urinma shu nuqtaga tegishli tezlik vektori yo`nalishiga mos keluvchi egri chiziq oqim chizig`i deb ataladi. Beqaror harakat vaqtida tezlik va uning yo`nalishi vaqt davomida o`zgarib turgani uchun traektoriya bilan oqim chizig`i bir xil bo`lmaydi, Barqaror harakat vaqtida esa tezlik vektorining nuqtalardagi holati vaqt o`tishi bilan o`zgarmagani uchun trayektoriya bilan oqim chizig`i ustma-ust tushadi.

Oqim naychasi va elementar oqimcha. Endi, suyuqlik harakatlanayotgan sohada, biror D nuqta olib, shu nuqta atrofida cheksiz kichik dl kontur olamiz va shu konturning har bir nuqtasidan oqim chizig'i o'tkazamiz. U holda oqim chiziqlari oqim naychasi, deb ataluvchi naycha hosil qiladi (1-rasm, a). Oqim naychasi ichida oqayotgan suyuqlik oqimi elementar oqimcha deb ataladi, Elementar oqimchalar barqaror harakat vaqtida quyidagi xususiyatlarga ega

1. Oqim chiziqlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmagani uchun ulardan tashkil topgan elementar oqimcha o'z shaklini o'zgartirmaydi.

2. Bir oqimchada oqayotgan suyuqlik zarrachasi boshqa yonma-yon oqimchalarga o'ta olmaydi. Shuning uchun elementar oqimchalarning yon sirti oqimcha ishidagi zarrachalar uchun ham, tashqaridagi zarrachalar uchun ham o'tkazmas sirt bo'ladi.

3. Elementar oqimcha ko'ndalang kesimi cheksiz kichik bo'lgani uchun bu kesimdagi barcha nuqtalarda suyuqlik zarrachalarining tezligi o'zgarmasdir.

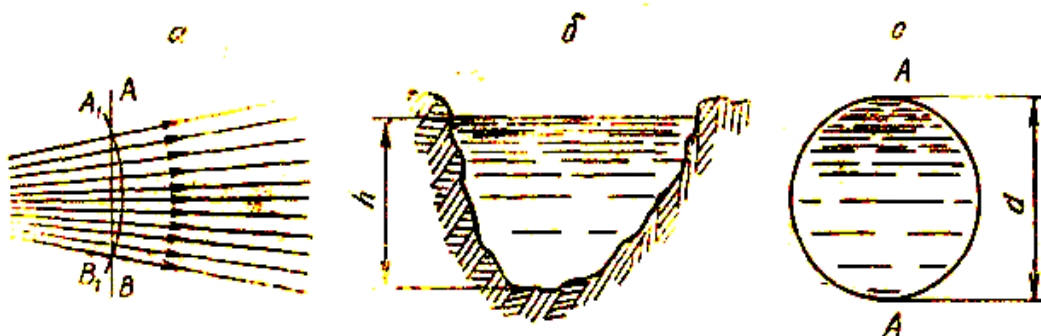
Endi biror S yuza olib, uni cheksiz ko'p dS_1, dS_2, dS_3 elementar yuzalarga ajratish mumkin (2-rasm, b). Shuning uchun yuzadan oqib o'tayotgan suyuqlik oqmasi cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topgan bo'ladi va har bir elementar oqimchada suyuqlik tezligi boshqa elementar oqimchalardagidan farq qiladi.

Suyuqlik oqimini tekshirishda oqish qonunlarini matematik ifodalash uchun uni gidravlik va geometrik nuqtai nazardan xarakterlovchi; 1) harakat kesimi; 2) suyuqlik sarfi; 3) o'rtacha tezlik; 4) ho'llangan perimetr; 5) gidravlik radius kabi tushunchalar kiritiladi.

Harakat kesimi deb shunday sirtga aytiladiki, uning har bir nuqtasida oqim chizig'i normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Umumiy holda harakat kesimi egri sirt bo'lib (3- rasm a), parallel oqimchali harakatlar uchun tekislikning bo'lagidan iborat (ya'ni tekis sirt) (3-rasm, b, s).

Masalan, radial tarqalayotgan suyuqlik oqimi uchun harakat kesimi sferik sirt bo'lsa (3-rasm, a) o'zanda va trubada harakat qilayotgan oqimning harakati kesimi tekis sirt (3- rasm, v, s). Shunga asosan parallel oqimchali harakatga ega bo'lgan

oqimlarning harakat kesimi uchun quyidagicha ta'rif berish mumkin: *oqimning umumiy oqim yo`nalishiga normal bo`lgan ko`ndalang kesimi harakat kesimi deb ataladi*. Oqim harakat kesimining yuzi ω harfi bilan belgilanadi.



2-rasm. Harakat kesimiga oid chizma.

Vaqt birligida oqimning berilgan harakat kesimi orqali oqib o`tayotgan suyuqlik miqdori **suyuqlik sarfi** deb ataladi. Sarf Q harfi bilan belgilanadi va l/s , m^3/s , sm^3/s larda o`lchanadi. Elementar yuza bo`yicha sarfni dq bilan, birlik yuza bo`yicha sarfni q bilan belgilanadi. 4-rasmda trubadagi (a) va kanaldagi (b) oqimlar uchun tezlik epyuralari keltirilgan. Tezlik suyuqlik oqayotgan idish devorlarida nolga teng bo`lib, devordan uzoqlashgan sari kattalashib borishi rasmdan ko`rinib turibdi. Trubada tezlikning eng katta qiymati uning o`rtasida bo`lsa, kanalda erkin sirtga yaqin yerda bo`ladi. Ixtiyoriy elementar oqimcha uchun elementar sarf $dQ = u d\omega$ ga teng. Oqim cheksiz ko`p elementar oqimchalardan tashkil topgani ushun elementar sarflarning yig`indisi, ya'ni butun oqimning sarfi integral ko`rinishda ifodalanadi:

$$Q = \int_{\omega} u d\omega,$$

bu yerda ω – harakat kesimi; $d\omega$ – harakat kesimining elementar oqimchaga tegishli bo`lagi.

Suyuqlik zarrachalarining hammasi bir xil tezlik bilan harakatlenganda bo`ladigan sarf, haqiqiy harakat vaqtidagi sarfga teng bo`ladigan tezlik o`rtacha tezlik deb ataladi. 4-rasm, a, b larda haqiqiy tezlik epyurasi punktir chiziq bilan chizilib, punktirli strelkalarining uchini birlashtiradi. O`rtacha tezlik epyurasi tutash

chiziqlar bilan chizilgan bo`lib, tutash strelkalar uchini birlashtiradi. O`rtacha tezlik v harfi bilan belgilanadi va sarfni harakat kesimiga bo`lish yo`li bilan topiladi:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int u d\omega}{\omega}.$$

Bunda suyuqlik sarfi o`rtacha tezlik orqali quyidagicha ifodalaniladi:

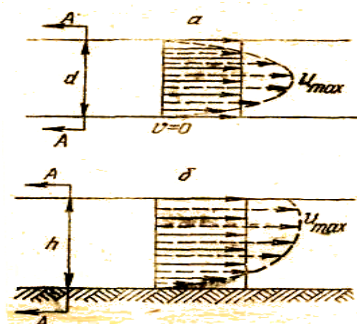
$$Q = v\omega.$$

Oqma ko`ndalang kesimini (erkin sirtini hisobga olmaganda) uni chegaralovchi devorlar bilan tutashtiruvchi chiziq perimetri ho`llangan perimetr deb ataladi. Oqim ko`ndalang kesimining ho`llanmagan qismi ho`llangan perimetrga kirmaydi va uni hisoblashda chiqarib tashlanadi. Ho`llangan perimetr χ harfi bilan belgilanadi.

Turli shakldagi nov (kanal) lar va trubalar uchun ho`llangan perimetr quyidagicha hisoblanadi:

to`g`ri to`rtburchak nov uchun:

$$\chi = 2h + b,$$



3-rasm.

Suyuqlik sarfi va o`rtacha tezlikka doir chizma.

bu yerda h – suyuqlik chuqurligi; b - nov (kanal)ning kengligi; trapesidal nov uchun (4-rasm, b).

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2},$$

bu yerda $m = \text{ctg}\alpha$ – qiyalik koeffitsiyenti;

uchburchak novlar uchun:

$$\chi = 2h\sqrt{1 + m^2}$$

silindrik trubalar uchun suyuqlik to`lib oqqanda

$$\chi = \pi d = 2\pi r;$$

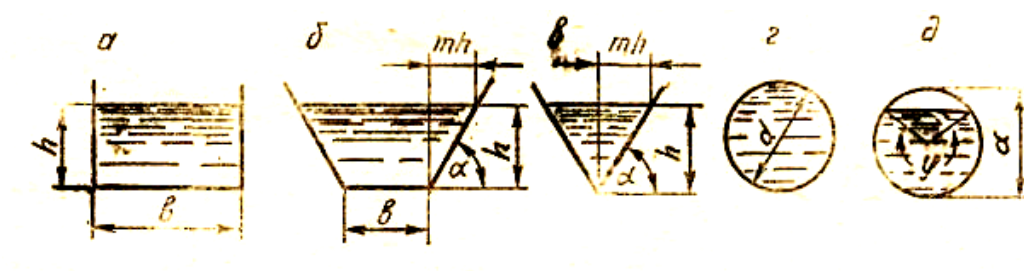
suyuqlik to'lmay oqqanda:

$$\chi = \frac{\varphi \pi d}{360},$$

bu yerda φ – markaziy burchak; d - trubaning ichki diametri; r - trubaning ichki radiusi.

Oqim harakat kesimi ω ning ho'llangan perimetri χ ga nisbati gidravlik radiusi deb ataladi va R bilan belgilanadi, ya'ni:

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$



4-rasm.

Ho'llangan perimetrga doir chizma.

To'g'ri to'rtburchak novlar uchun: $R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{hb}{2h+b};$

Trapezidal novlar uchun: $R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{h(mh+b)}{b+2h\sqrt{1+m^2}}.$

Uchburchak novlar uchun: $R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{mh^2}{2h\sqrt{1+m^2}} = \frac{mh}{2\sqrt{1+m^2}}.$

Silindrik trubalar uchun, suyuqlik to'lib oqqanda:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{r}{2},$$

suyuqlik to'lmay oqqanda:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\frac{d^2 \left(\frac{\varphi\pi}{180} - \sin\varphi \right)}{8}}{\frac{\varphi\pi d}{360}} = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{180\sin\gamma}{\varphi\pi} \right).$$

Yuqorida aytib o`tilganidek, gidravlikada suyuqliklar tutash muhitlar deb qaraladi (ya'ni harakat fazosining istalgan nuqtasida suyuqlik zarrachasini topish mumkin). Elementar oqimcha va oqim uchun uzilmaslik tenglamasi suyuqlikning tutash oqimi (ya'ni har bir harakatdagi zarrachaning oldida va ketida cheksiz yaqin masofada albatta yana biror zarracha mavjudligi) ning matematik ifodasi bo`lib xizmat qiladi. Suyuqlikning barqaror harakatini ko`ramiz.

14. Molekulalarning tezliklar va energiyalar bo'yicha taqsimot qonuni.

Shtern tajribasi. Barometrik formula

Reja:

1. *Barometrik formulasining mohiyati haqida tushuncha.*
2. *Bolsman taqsimoti (qonuni).*
3. *Molekulalarning tezlik komponentalari bo'yicha taqsimoti.*
4. *Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimoti. Maksivell taqsimoti.*
5. *Xulosa.*

Gaz molekulalarining tartibsiz harakati tufayli uning zarralari idishning butun hajmi bo`ylab tekis taqsimlanadi. Va har bir hajm birligida o`rtacha bir xil sondagi zarralar bo`ladi. Shuningdek tashqi kuchlar ta`sir etmaganda muvozanat holatda gazning bosimi va temperaturasi butun hajm bo'yicha birday bo`ladi. Agar tashqi kuchlar ta`sir esa, idishdagi gaz molekulalarining tabiatini o`zgarishiga olib keladi. Masalan, og`irlik kuchi ta`sirida bo`lgan gaz (havo)ni ko`rib o`taylik.

Agar molekulalarning issiqlik harakati bo`lmaganda edi, ularning hammasi og`irlik kuchi ta`sirida yerga «qulab» tushar va butun havo yer sirti yaqinida yupqa qatlam hosil qilib to`plangan bo`lar edi. Agar og`irlik kuchi mavjud bo`lmay, molekulyar harakat mavjud bo`lganda edi, molekulalar butun olam fazosi bo`ylab tarqalib ketgan bo`lar edi.

Atmosfera (yerning havo qobig`i o`zining hozirgi tarzida ayni bir vaqtda molekulalarning issiqlik harakati va yerga tortishish kuchi borligi tufayli mavjuddir. Molekulalarning balanlik bo`yicha taqsimlanishida, gaz bosimini balandlikka bog`liq holda o`zgarish qonuni amal qiladi. Bu qonunni mohiyatini qaraylik. Havoni yer sirtidagi $h=0$ bo`lgandagi bosimini P_0 ra, h balandlikda esa R ga teng deylik. Balanlik dh ga ortganda bosim dp ga o`zgaradi.

Ma`lumki, biror balandlikka havoning bosimi yuzi bir birlikka teng bo`lgan shunday balandlikdagi vertikal havo ustuni og`irligiga teng. Shuning uchun dp yuzi bir birlikka teng bo`lgan havo ustunining h va $h+dh$ balandliklardagi og`irliklari farqiga teng, ya`ni asos yuzi bir birlikka teng bo`lgan dh balandlikdagi havo ustuni og`irligiga teng:

$$dp = -\rho g dh$$

bu yerda ρ – havoning zichligi va g – og`irlik kuchining tezlanishi. Gazning (zichligi, molekula massasi m ni ularning hajm birligidagi soni n ga ko`paytirilganiga teng:

$$\rho = mn$$

Gazlar kinetik nazariyasidan ma`lumki, molekulalar soni $n = P/kT$ ga teng. Shunga asosan n ni o`rniga qo`ysak,

$$\rho = \frac{mp}{kT} \text{ ba } dp = -\frac{mg}{kT} p dh \quad (1)$$

ga teng bo`ladi. Bu tenglamani quyidagi ko`rinishda ifodalash mumkin:

$$dp = -\frac{mg}{kT} p dh \quad (2)$$

Agar temperatura hamma balandlikda birday deb hisoblasak, u holda (2) munosabatni integrallab, quyidagi tenglikni olamiz:

$$\ln p = -\frac{mg}{kT} h + \ln c \quad (3)$$

bu yerda C-integrallash doimiysi. Bundan

$$P = c e^{-\frac{mg \cdot h}{kT}} \quad (4)$$

C doimiy $h=0$ bo'lganda $P=P_0$ ekanlik shartidan aniqlanadi. (4) formulaga h va P ning bu qiymatlarini quyib yozsak: $C = P_0$

Demak biz qaraydigan havo bosimining yer sirtidan balandlikka bog'liqligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$P = P_0 e^{-\frac{mg \cdot h}{kT}} \quad (5)$$

$$\frac{k}{m} = \frac{R}{\mu}, \quad k\mu = mR \quad m = \frac{k\mu}{R}$$

yoki $m = \frac{\mu}{N_0}$ ekanligini nazarga olsak (bu yerda μ -molekulyar massa, ya'ni mol massasi, N_0 -Avagadro soni) quyidagi munosabatni hosil qilamiz:

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g \cdot h}{RT}} \quad (6)$$

Bosimning balandlik ortishi bilan kamayib borishini ko'rsatuvchi (6) tenglama Barometrik formula deyiladi. Tog' cho'qqilari, samolyotning uchish balandligini o'lchashga mo'ljallangan asboblarning shkalalari bevosita metrlarda darajalangan maxsus barometrdan iborat bo'ladi. Ammo biz bu tenglamani keltirib chiqarishda balandlikni barcha sohalarida temperatura o'zgarmaydi deb hisobladik, shuning uchun formulaga temperatura tuzatmasini kiritish lozim bo'ladi.

Bolsman taqsimoti (qonuni)

Bizga ma'lumki, gazlarning bosimi hajm birligidagi molekulalar soniga proporsional ya'ni $P = nkT$ bo'lgani uchun (6) formula balandlik ortishi bilan molekula zichligining kamayishi qonunini ham ifodalaydi:

$$n = n_0 e^{-\frac{mg \cdot h}{kT}} \quad (7)$$

6y erda n va n_0 -oralaridagi balandlik farqi h -ar teng bo`lgan nuqtalardagi hajm birligidagi molekulalar soni. (7) Formuladagi mgh kattalik molekulaning h -balandlikdagi potensial energiyasini bildiradi. Shuning uchun (7) formula bizga energiyasi $U=mgh$ bo`lgan zarralar soni n ni beradi deyish mumkin, bunda energiyasi nolga teng bo`lgan zarralar soni n nolga teng bo`lishi kerak. Agar gaz qandaydir kuch maydonida bo`lib, shu tufayli uning zarralari biror potensial energiyaga ega bo`lsa, u holda berilgan U energiyali zarralar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}} \quad (8)$$

Shuningdek, bu formulaga Bolsman (qonuni) formulasi deb ataladi. Bu formula issiqlik muvozanati sharoitida U energiyaga bo`lgan zarralar taqsimotini aniqlash imkonini beradi:

$$\frac{n}{n_0} = e^{-\frac{U}{kT}} \quad (9)$$

Bu formula yordamida berilgan U energiyali zarralar taqsimoti $\frac{n}{n_0}$ ning shu energiya kattaligidan tashqari, faqat temperaturaga bog`liq bo`lishini ko`rsatadi va zarralarning energiya bo`yicha qanday taqsimlanishiga bog`liq bo`lgan kattalik sifatida ifodalashiga imkon beradi.

Gazlar kinetik nazariyasiga ko`ra gaz molekulalari to`xtovsiz issiqlik xaotik harakatida o`zaro to`qnashib turadi. Ko`pgina to`qnashuvlardan keyin muvozanat yuzaga keladi. Ammo makroskopik muvozanat holatda ham mikroskopik jarayonlar, ya`ni ularning to`qnashuvlari davom etaveradi. Bu to`qnashuvlar tufayli molekulalarning tezliklari o`zgarib turadi. Lekin ular tezliklarining o`zgarishi ma`lum bir tezlik intervalida ro`y beradi va umumiy qonuniyat asosida bo`ladi.

Gaz molekulalri harakat tezliklarining bu qonuniyatlari ingliz olimi D. Maksvell tomonidan (1860- yilda) ochilganligi tufayli uning nomi bilan Maksvell taqsimoti deb yuritiladi. Maksvell taqsimotini qaraymiz.

Ma`lum V hajmdagi idishda N ta gaz molekulari bo`lsa, hajm birligidagi molekular soni $n = \frac{N}{V}$ ga teng bo`ladi. Anna shu n – sonidan dn tasi $\vartheta, \vartheta + d\vartheta$ tezliklar intervalida xarakterlansa, $f(\vartheta) = \frac{dn}{nd\vartheta}$ funksiyaga tezliklari $\vartheta, \vartheta + d\vartheta$ intervalida yotuvchi gaz molekularining tezliklari bo`yicha taqsimlanish funksiyasi deyiladi.

Bu ta`rifdan ko`rinadiki, taqsimot funksiyasi $f(\vartheta)$ hajm birligidagi n ta molekularning qancha qismi $(dn)\vartheta, \vartheta + d\vartheta$ tezlik intervalida xarakterlanish ehtimolligi bilan aniqlanadi. Bu funksiyaning normallashtirish sharti quyidagicha ifodalanadi.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(v_x) dv_x = c \int_{-\infty}^{\infty} \ell^{\frac{av_x^2}{2}} dv_x = 1 \quad (10)$$

ya`ni butun tezliklar intervalida xarakterlanayotgan molekularning yig`indisi hajm birligidagi molekular sonini beradi.

(10) formula x, y, z koordinatalar sistemasida qaraydigan bo`lsak, taqsimot funksiyasi:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(v_x) dv_x = c \int_{-\infty}^{\infty} \ell^{\frac{av_x^2}{2}} dv_x = 1 \quad (11)$$

ga teng bo`lishini hosil qilamiz.

Bunda, $\int_{-\infty}^{\infty} \ell^{\frac{av_x^2}{2}} dv_x$ integralni qiymatini jadval integral sifatida hisoblash mumkin.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \ell^{\frac{av_x^2}{2}} dv_x = \sqrt{\frac{2\pi}{a}} \quad (12)$$

U holda C doimiy $c = \sqrt{\frac{a}{2\pi}}$ ga teng bo`ladi. Taqsimot funksiyasini x, y, z o`qiga nisbatan proyeksiyalar uchun quyidagi ifodani olamiz.

$$f(v_x) = \sqrt{\frac{a}{2\pi}} \ell^{\frac{av_x^2}{2}}$$

$$f(v_y) = \sqrt{\frac{a}{2\pi}} \ell^{\frac{av_y^2}{2}} \quad (13)$$

$$f(v_z) = \sqrt{\frac{a}{2\pi}} \ell^{\frac{av_z^2}{2}}$$

bu formulaga o`zgartirishlar kiritishi bilan

$$\frac{dn}{n} = \left(\frac{a}{\pi}\right)^{3/2} \ell^{a/2(v_x^2+v_y^2+v_z^2)} dv_x dv_y dv_z \quad (14)$$

yoki

$$\frac{dn}{n} = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} \ell^{\frac{m}{2kt}(v_x^2+v_y^2+v_z^2)} dv_x dv_y dv_z \quad (15)$$

hosil bo`ladi.

Agar gaz molekulari sferik qatlamga to`planadi desak va ma`lum vaqtdan keyin tarqaladi desak:

$4\pi r^2 dr = 4\pi(v_i)^2 d(v_i)$ hosil bo`ladi. Bu yerda gaz molekularini sferik qatlamda to`planganligini e`tiborga olib, sferik qatlamni hajmi $4\pi v^2 dv$ ga teng deb $dv_x dv_y dv_z = 4\pi v^2 dv$. Hajmdagi gaz molekulari uchun (6) formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{dn}{n} = \left(\frac{m}{2\pi kt}\right)^{3/2} \ell^{\frac{mv^2}{2kt}} 4\pi v^2 dv = 4\sqrt{\pi} \left(\frac{m}{2kt}\right)^{3/2} \ell^{\frac{mv^2}{2kt}} v^2 dv \quad (16)$$

Bu formulaga Maksvell taqsimoti deyiladi.

Maksvell taqsimoti funksiya ko`rinishida ifodalanadi:

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kt}\right)^{3/2} \ell^{\frac{mv^2}{2kt}} v^2 \quad (17)$$

Gazlar uchun Maksvell taqsimoti funksiyasining qiymatini keltirib chiqarganda, gaz solingan idishning hamma nuqtalarida temperatura bir xil, ya`ni gaz muvozanat holatda deb hisoblandi. Agar gaz tashqi biror potensial maydon ta`sirida bo`lsa, bu maydon ta`sirida gaz molekulari qo`shimcha potensial

energiyaga ega bo`ladi va bunday gazning to`liq energiyasi kinetik va potensial energiyalar yig`indisidan iborat bo`ladi. Tashqi potensial maydon gaz molekulalarining tezliklar taqsimotiga ta`sir qilmasdan faqat gaz molekulalarining konsentratsion taqsimotiga ta`sir ko`rsatadi.

Gaz molekulalarining yer tortish kuchi maydoni ta`siridagi konsentratsion taqsimotini birinchi marta L. Bolsman aniqlaganligi uchun taqsimot uning nomi bilan Bolsman taqsimoti deb ataladi.

Agar borometrik formuladagi $E_n = mgh$ er sirtidan h balandlikdagi m massali gaz molekulalarining yer tortish kuchi maydondagi potensial energiyasi ekanligini hisobga olsak

$$n = n_0 \ell^{E_n/kt} \quad (18)$$

kelib chiqadi. Bu formulaga Bolsman taqsimoti deb ataladi. Bu formula faqatgina yer tortish kuchi maydonida o`rinli bo`lib qolmasdan, istalgan potensial maydondagi gaz konsentratsiyasining taqsimoti uchun o`rinlidir.

Gaz molekulalarining tezliklari bo`yicha taqsimoti Maksvell qonuniga, uning potensial maydondagi konsentratsion taqsimoti Bolsman qonuniga bo`ysinadi. Endi shu taqsimotlar orasidagi umumiy bog`lanishni ko`ramiz.

Nisbiy tezliklar orqali Maksvell taqsimoti

$$f(u) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \ell^{-u^2} u^2 \quad (19)$$

ko`rinishida ifodalanishini aytgan edik. Bu yerda ekanligini e`tiborga olsak,

$$dn = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n \ell^{-u^2} u^2 du \quad (20)$$

bo`ladi.

Bu ifodaga Bolsman taqsimotidagi U ning qiymatini qo`ysak,

$$dn = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n_0 \ell^{-(u^2 + \frac{E_n}{kt})} u^2 du \quad (21)$$

umumlashgan Maksvell-Bolsman taqsimoti hosil bo`ladi.

Shunday qilib, Maksvell taqsimoti muvozanat holatdagi, ya`ni doimiy temperaturadagi gaz molekulalarining tezliklar bo`yicha taqsimotini ifodalaydi va

tashqi potensial maydonga bog`liq emas. Bolsman taqsimoti esa doimiy temperaturadagi gaz molekularining tashqi potensial maydondagi konsentratsiyani taqsimotini ifodalab, gaz molekulari tezliklar taqsimotiga bog`liq emas. Maksvell taqsimotini tajribada nemis fizigi Otto Shtern 1920- yil tekshirdi. Keyinchalik 1947- yilda O. Shtefn, Isterman va Simpsonlar bilan birgalikda molekulyar dastalar usulidan foydalanib, Maksvell taqsimotining bajarilishini molekularning og`irlik kuchi maydonida erkin tushishida ham kuzatdi va Maksvell taqsimoti qonunini to`g`ri ekanligini isbotladi.

Bolsman taqsimotini: ya`ni molekularning konsentratsion taqsimoti Bolsman qonuniyatiga bo`ysunishini tajribada J. Perren aniqladi. Buning uchun u bir-biriga aralashmaydigan ikki suyuqlikdan emulsiya tayyorlab, bir emulsiyada ikkinchisini muallaq turadigan mayda tomchilarini hosil qiladi.

Juda sezgir mikroskop yordamida emulsi tomchilari sonining balandlikka qarab o`zgarishini kuzatadi. Bundan muallaq zarralarning balandlik bo`yicha taqsimoti Bolsman qonuniga bo`ysunishini isbotladi. Shu asosda Bolsman doimiysini

$$K = \frac{mg \left(L - \frac{P}{P} \right) (h_1 - h_2)}{T \ln \frac{n_1}{n_2}} \quad (22)$$

aniqlashga ham Perron erishdi. $K = 1,38062 \cdot 10^{-23} \frac{j}{K}$ ga teng ekan.

15. Termodinamik muvozanatda bo`lmagan sistemalarda ko`chish hodisalari

Reja:

1. Molekulyar harakatlar va ko`chish hodisalari
2. Effektiv kesim yuzi
3. Vaqt birligidagi o`rtacha to`qnashishlar soni va o`rtacha erkin yugurish yo`li
4. Erkin yugurish yo`li uzunligining bosimga va temperaturaga bog`liqligi
5. Xulosa

Bizga ma`lumki, gaz molekularining tezligini kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi

$$\frac{\overline{m\mathcal{G}^2}}{2} = \frac{3}{2} k_{\text{T}} \quad (1)$$

deb hisoblanganda molekulalarning tezliklari uchun juda katta son qiymat kelib chiqadi. Xona temperaturasida molekulalar tezligi havo molekulalari uchun 500 m/c va vodorod molekulalari uchun 1800 m/s ga teng bo`lib chiqadi va bu bevosita tajribada tasdiqlangan. Bu qiymatlar kutilmagan darajada katta bo`lib tuyuladi, chunki yuzaki qaraganda yaxshi ma`lum bo`lgan dalillarga zid keladi. Misollar yordamida tushuntiraylik:

a) Muvozanat holatida gazning temperaturasi u egallagan hajmning hamma yerida birday bo`ladi. Bu degan so`z, gazda zarralarning o`rtacha kinetik energiyasi hamma joyda bir xildir.

Agar biror tarzda gazning biror qismi isitilsa, shu bilan gazning muvozanati buzilgan bo`ladi. Biroq bundan keyin gaz o`z holicha qo`yilsa, birmuncha vaqt o`tgandan keyin gazning muvozanati tiklanadi, temperatura gazning hamma joyida qaytadan birday bo`lib qoladi. Temperaturaning bunday tenglashishi molekulalarning uzluksiz harakatlari tufayli bo`lishi ravshan. Faqat gazning energiya ko`p bo`lgan joyida energiya ko`chishi ro`y beradi. Bu jarayon issiqlik o`tkazuvchanlik deb ataladi. Gaz molekulalarining harakat tezliklari katta bo`lsada, issiqlik o`tkazuvchanlik gazlarda juda kichik bo`lishi tajribalarda ko`rilgan.

b) Agar biror hajmni egallagan gazga boshqa gazni qo`shsak va bunda butun hajmda bosim va temperatura birday bo`lgan holda aralashmaning konsentrasiyasi bir qismda qolgan boshqa qismlar dagidek ko`proq bo`lsa, biror vaqt o`tgandan keyin aralashmaning butun hajm bo`yicha tarqalishini va gazning bir jinsli bo`lib qolishini tajriba ko`rsatadi. Konsentrasiyalarning bunday tenglashishi aralashma molekulalarining bu molekulalar kam bo`lgan yo`nalishda harakati tufayli yuzaga keladi va diffuziya deb ataladi.

Bunday ko`chish ham molekulalarning harakati tufayli ro`y bergani va bu harakatlarning tezligi esa katta bo`lgani uchun diffuziya juda tez amalga oshishi va demak, konsentrasiya bir ondayoq tenglashishi kerak edi. Biroq tajriba shuni ko`rsatadiki, atmosfera bosimida diffuziya juda sekin jarayon va gaz agar

butunlayiga harakatlanmasa, uning aralashishi bir necha sutkaga cho`zilishi mumkin.

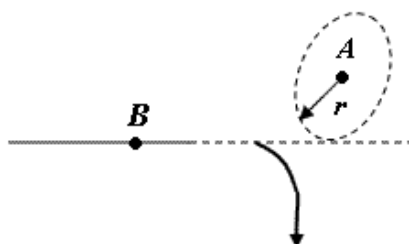
v) Gazning tez harakatlanayotgan qismlaridan sekin harakatlanayotgan qismlariga qo`shilishi natijasida impuls ko`chishi (harakat miqdorining ko`chishi) tufayli biror vaqt o`tgandan keyin gazning butunlay oqish tezligi ham uning hamma qismlarida birday bo`lib qoladi.

Bu hodisa ichki ishqalanish yoki qovushqoqlik deb ataladi. Demak bu jarayonlar molekulalarning tez harakatlanishi tufayli ro`y berishiga qaramay, ko`chish hodisalari shunday sekin amalga oshadi. Bunday nomuvofiqlikning sababi shundaki, muvozanat tiklanadigan bu hodisalarda faqat molekulalarning harakat tezliklari emas, shu bilan birga ularning o`zaro to`qnashuvlari ham muhim rol o`ynaydi. Bu to`qnashuvlar molekulalarning erkin harakatlanishiga to`sqinlik qilishi ravshan. Molekulalarning o`zaro ta`siri turli natijalarga olib kelishi mumkin.

Molekulalarning to`qnashuvi natijasida o`z harakat yo`nalishini o`zgartirish prosessiga molekulalarning sochilishi deyiladi. Molekulaning harakat yo`nalishi boshqa molekula ta`sirida sezilarli burchakka o`zgarishini molekulalarning to`qnashuvi deyiladi.

2. Fizikaning ko`p sohalarida zarralarning bir-biri bilan yoki yorug`lik kvantlarining modda zarralari, shuningdek atom yadrolari bilan o`zaro ta`sirini ko`rishga to`g`ri keladi. Bunday o`zaro ta`sir masalan: zarra (yoki yorug`lik kvanti (foton) elastik yoki noelastik sochilishi, yutilishi atomni ionlashi va hokozo keltirib chiqaradi.

Bu hollarning barchasida prosessni miqdoriy xarakterlash uchun bu prosessning effektiv kesim yuzi tushunchasi kiritiladi. To`g`ri chiziqli harakatlanayotgan V zarrani ko`z oldimizga keltiraylik.

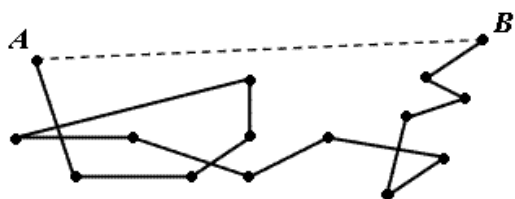


1-rasm.

Bu V zarra ro`parada turgan A zara bilan o`zaro ta`sirlashsin deylik. Ammo V zarra A zarraga yetarlicha yaqinlashib masalan, r masofadan katta bo`lmagan uchib o`tishi kerak deb faraz qilaylik. Agar zarra harakatlanib, r radiusli orbitaga yaqinlashib to`g`ri o`tishi bizga qiziqarli. Agar A zarra harakatlanadigan doira yuzasini $\delta = \pi r^2$ desak ayni shu prosesni kesimi deyiladi. 1-rasmda to`qnashish natijasida V-zarrani o`zining dastlabki harakat yo`nalishidan og`ish (sochilishi) holi ko`rsatilgan.

Molekulalarni sharlar deb to`qnashishini tasavvur qilsak, bu molekulalarning radiusi $r/2$ ga teng bo`ladi. Bunday sharlar ko`ndalang kesim yuzi, ya`ni uning katta doirasining yuzi $2r^2$ ga teng. Bu degan so`z, molekulalarning effektiv ko`ndalang kesimi σ molekulaning ko`ndalang kesimi yuzidan 4 marta kattadir.

3. Bizga ma`lumki molekulalar doimo uzluksiz va tartibsiz (Braun) harakatda bo`ladi to`qnashishgacha molekula to`g`ri chiziqli harakatlanib, to`qnashish natijasida molekula tezligini yo`nalishi o`zgaradi, shundan so`ng u yana to`g`ri chiziq bo`ylab harakatlanadi.



2-rasm

Molekulaning gazdagi yo`li, shunday qilib 2-rasmda tasvirlangandagiga o`xshab siniq chiziqdan iborat bo`ladi.

Trayektoriyadagi har bir sinish to`qnashish joyini bildiradi. Molekulaning ikki ketma-ket to`qnashishlar orasida o`tgan masofa molekulaning erkin yugarish yo`li deb ataladi. Ammo molekulalar ko`p sonli bo`lgani uchun biz o`rtacha erkin yugurish yo`lini aniqlashga harakat qilamiz.

S`huningdek gaz molekularining vaqt birligi ichidagi to`qnashishlar orasidagi ular biror λ yo`lni erkin bosib o`tadi. Ammo ikki to`qnashish orasidagi bu yo`lning uzunligi turlichadir. Molekulalar soni nihoyat darajada ko`p va ularning harakati tartibsiz bo`lgani tufayli molekularning erkin yo`lining o`rtacha uzunligi haqida fikr yuritish mumkin. Molekulalar erkin yo`lining mana shu o`rtacha uzunligi $\bar{\lambda}$ ni hisoblaymiz. ϑ – tezlik bilan harakatlanayotgan aniq bir molekulani olib qaraymiz; molekulani r radiusli sharga deb tasavvur qilamiz.

Molekula har bir to`qnashishdan so`ng ϑ tezligining yo`nalishini o`zgartiradi, biroq soddalik uchun, molekula to`qnashishigacha qanday yo`nalishda harakatlangan bo`lsa, to`qnashgandan so`ng ham o`sha yo`nalishda harakatlanadi deb faraz qilamiz. Bunday tashqari, soddalik uchun, biz tekshirilayotgan molekuladan boshqa barcha molekular harakasiz turibdi, deb faraz qilamiz. U holda molekula o`z yo`lida markazlari harakat to`g`ri chizig`idan $2r$ dan katta bo`lmagan masofaga yotuvchi molekularga tegib o`tadi. Demak, molekula vaqt birligida, radiusi $R=2r$ va ℓ uzunligi son jihatdan molekulaning (tezligiga teng bo`lgan silindr ichida markazlari joylashgan Z dona molekulaning barchasiga tegib o`tadi. Bundan silindrning ichida bo`ladigan molekularning soni Z quyidagiga teng:

$$Z = \pi R^2 \vartheta n_0 \quad (2)$$

bunda n_0 – birlik hajmdagi molekular soni. Bu formulaga $R=2r$ ni qo`shib va ϑ ni molekular harakatining o`rtacha $\bar{\vartheta}$ tezligi deb hisob, molekularning vaqt birligidagi o`rtacha to`qnashishlar soni \bar{Z} ni aniqlaymiz:

$$\bar{Z} = 4\pi r^2 \bar{\vartheta} n_0 \quad (3)$$

haqiqatda boshqa molekular ham harakatlangani uchun, to`qnashishlarning soni \bar{Z} (3) formuladan aniqlanadigan qiymatga qaraganda bir oz kattaroq qiymatga ega bo`ladi. Hisoblashlarning ko`rsatishiga \bar{Z} ning qiymati $\sqrt{2}$ marta katta bo`ladi:

$$\bar{Z} = 4\sqrt{2}\pi r^2 \bar{\vartheta} n_0 \quad (4)$$

Molekulalarning o'lchamlari $r \approx 10^{-10} \text{ m}$ tengdir. Normal sharoitda birlik hajmdagi molekulalarning soni $n_0 \cong 3 \cdot 10^{19}$ ta va molekulalarning tezligi $\bar{g} \cong 500 \text{ m/s}$ ekanligini bilgan holda gaz molekulalarining vaqt birligidagi to'qnashishlar soni:

$$\bar{Z} \cong 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,14 (10^{-10})^2 \cdot 5 \cdot 10^2 \cdot 3 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1} \cong 3 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$$

teng bo'lar ekan.

Demak, normal sharoitda molekulalar 1 sekundda bir necha milliard marta to'qnashadilar. Molekulalarning vaqt birligida bosib o'tgan o'rtacha yo'lini vaqt birligidagi to'qnashishlar soni \bar{Z} ga bo'lsak, molekula erkin yo'lining o'rtacha uzunligi ni topamiz. Vaqt birligida bosib o'tilgan yo'l son jihatdan \bar{g} tezlikka teng bo'lgani uchun, molekulalar erkin yo'lining o'rtacha uzunligi:

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{g}}{\bar{Z}} \quad (5)$$

bo'ladi. Bu formulaga (13.4) chi tenglikdagi Z ning qiymatini qo'yamiz:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{4\sqrt{2} \pi r^2 n_0} \quad (6)$$

yoki agar molekulaning radiusi o'rniga uning diametri $\sigma = 2r$ ni kritisak

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma^2 n_0} \quad (7)$$

bo'ladi. (13.6) va (13.7) formulalardan molekulalar erkin yo'lining o'rtacha uzunligi $\bar{\lambda}$ birlik hajmdagi molekulalar soni n_0 ga teskari proporsional ekanligi ko'rinib turibdi.

Temperatura o'zgarmas bo'lganda molekulalar o'rtacha erkin yo'lining uzunligi $\bar{\lambda}$ gazning P bosimiga teskari proporsionaldir. Shuningdek molekulalarning erkin yo'li o'rtacha uzunligining absolyut qiymati molekulalarning σ diametriga bog'liqdir.

Ko'ndalang kesimi 1 cm^2 va qalinligi ΔX bo'lgan gaz qatlamini qaraylik. Gaz kesimi σ bo'lgan molekulalardan iborat, molekulalarning zichligi (ularning hajm

birligidagi soni) n ga teng bo'lsin. Dastlab gaz molekulalarini tinch turibdi va qatlamga bittagina molekula yaqinlashib kelmoqda. Bu molekula qatlam orqali o'tganida to'qnashuvga duch kelishi mumkin deb faraz qilaylik. Molekulani qatlamdagi qaysi molekulalar bilan to'qnashishi tasodifiydir. Qatlamdagi barcha molekulalarning umumiy kesim yuzini:

$$\Delta S = n\sigma \Delta X \times 1 \text{ sm}^2$$

teng bo'ladi.

Umuman, qatlamdagi molekulalarning umumiy kesim yuzi, qatlam yuzining qancha katta qismini egallasa, molekulaning to'qnashuvga duch kelishi imkoni shuncha ko'p bo'ladi.

$n \sigma \Delta X$ kattalik molekulaning gazda (X yo'l davomida to'qnashuvga duch kelish ehtimolligidir. 1 sm ga teng yo'l davomida to'qnashish ehtimolligi $n\sigma$ ga teng bo'lishi, ya'ni hajm birligidagi molekulalar sonining molekulalar effektiv kesim yuziga ko'paytirilganga teng bo'ladi. Agar qatlamning qalinligi molekulaning erkin yugirish yo'li uzunligiga teng bo'lsa, u holda molekula albatta to'qnashuvga duch kelgan bo'lar edi va

$$n\sigma \lambda \times 1 = 1 \text{ cm}^2.$$

Demak molekulaning effektiv ko'ndalang kesimi σ molekulalarning to'qnashish ehtimolligiga bog'langan bo'lib, sof geometrik ma'noga ega emas ekan. Agar biz vaqt birligidagi o'rtacha to'qnashuvlar sonini (2) formulaga asosan

$$Z = n\sigma \bar{g} \quad (8)$$

ko'rinishida ifodalasak, u holda, molekula effektiv ko'ndalang kesimining ehtimollik ma'nosiga ega ekanligi tushinarli bo'ladi. Bu ifodadan Z/\bar{g} kattalikka teng yo'l uzunligida sodir bo'ladigan to'qnashuvlar soni Z' ni bildiradi:

$$n\sigma = Z/\bar{g} = Z'$$

bundan

$$\sigma = \frac{Z'}{n} \quad (9)$$

Bu ifodadan σ kattalikka ehtimollik ma'nosini berilishi kerak ekanligi kelib chiqadi. Shunga asosan molekulaning o'rtacha effektiv kesimi σ -ni

$$\sigma = \sigma_0 \left(1 + \frac{c}{T} \right) \quad (10)$$

ko'rinishidagi formuladan aniqlash mumkin.

Fizikada effektiv ko'ndalang kesim uchun maxsus birlik qabul qilingan. Bu birlik atom yadrosining o'lchamlari bilan bog'liq bo'lgan $1 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2$ yuzdir. Bu birlik barn deb ataladi.

16. Real gazlar

Reja:

1. *Real gazlar.*
2. *Van-der-Vaals tenglamasi.*
3. *Kritik holat.*
4. *Real gazlarning ichki energiyasi*
5. *Joul-Tomson effekti*

Mendeleyev - Klapeyron tenglamasi ideal gaz holatini ifodalaydi. Bunday gazning molekulalarini bir - biri bilan ta'sirlashmaydigan material nuqtalar deb qarash mumkin. Lekin real gazlarning molekulalari, kichik bo'lsada, ma'lum hajmga ega bo'ladilar va ular o'zaro kichik kuchlar bilan bog'langanlar. Kichik temperaturalarda yoki yuqori bosmlarda (molekulalar bir - biriga yaqin turganda) ularning hajmlari va ular orasidagi ta'sir kuchlari rol o'ynayboshlaydi. Bunda ideal gaz tenglamasi ishlamay qoladi. Real gazning holatini ifodalash uchun golland fizigi Van - der - Vaals 1873 yilda Mendeleyev - Klapeyron tenglamasiga molekulalarning hajmini va ular o'rtasidagi tortishish kuchlarini hisobga oladigan hadlarni kiritdi. Bir mol gaz uchun u quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\left(P + \frac{a}{V_{\mu}^2}\right) \cdot (V_{\mu} - b) = RT \quad (1)$$

Bu yerda $\frac{a}{V_{\mu}^2}$ - ichki bosimni bildiradi, a - konstanta, b - bir mol molekulalarning hajmlari, yig'indisi, bunda molekulalar o'rtasidagi tirqishlar ham kiradi V_{μ} - molekulalar harakat qilayotgan hajm yoki gaz joylashgan idish hagmi.

Istalgan massa uchun Van - der - Vaals tenglamasi bunday:

$$\left(P + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2}\right) \left(V - \frac{m}{\mu} b\right) = \frac{m}{\mu} RT \quad (2)$$

μ - 1 mol gazning massasi.

(2) formuladan P ideal gaz joylashgan idish devorlarining gazga berayotgan tashqi bosimni bildiradi. Molekulalarning o'zaro tortishish kuchlari esa gazni siquvchi qo'shimcha sabab bo'lib, ular ichki bosim P ning paydo bo'lishiga olib keladi. hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, hosil bo'ladigan qo'shimcha bosim gaz hajmining kvadratiga teskari proporsional ekan. Bir mol gaz uchun $P' = \frac{a}{V_{\mu}^2}$ bo'lsa

(a proporsionallik koeffitsiyenti), istalgan m massa uchun $P' = \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2}$ bo'ladi.

Natijaviy bosim esa shu ikkala bosim P va P' larning yig'indisiga teng bo'ladi.

(1) formuladagi V_{μ} bir kilomol gazning egallagan hajmdir, boshqacha aytganda, gaz joylashgan idishning hajmi. Real gazda shu hajmning b ga teng qismlarini molekulalarning o'zi egallaydi, shuning uchun ularning harakati uchun qoladigan hajm $V_{\mu} = b$ ga teng bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, agar molekulalarning hajmi b idish hajmi V_{μ} teng bo'lib qolsa, ular hech qanday harakat qilaolmagan bo'lar edilar.

Agar (1) formulani matematika nuqtai nazaridan normal ko'rinishga keltirsak, u quyidagicha yoziladi.

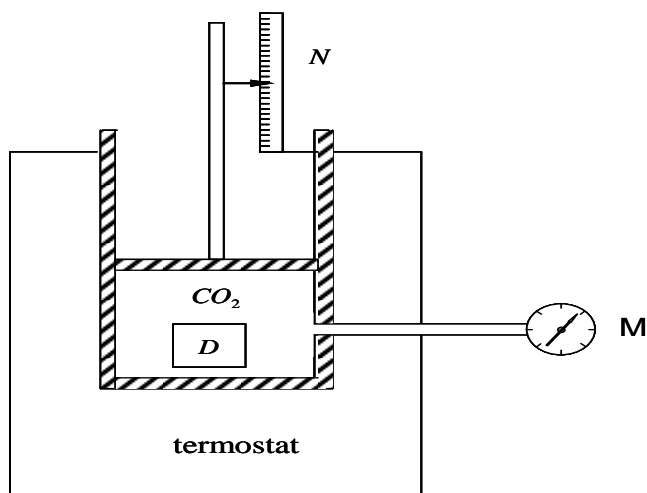
$$PV_{\mu}^3 - (Pb + RT)V_{\mu}^2 + aV_{\mu} - ab = 0 \quad (3)$$

Demak, Van - der - Vaals tenglamasi V_μ ga nisbatan uchunchi darajali tenglama ekan. Har xil temperaturalar uchun P ning V_μ ga bog'liqligi Van - der - Vaals izotermalari deyiladi va ular 1- rasmda ko'rsatilgan.

Ko'rinib turibdiki, $T < T_K$ larda grafik to'liqsimon (minimum va maksimumlari bor) sohaga ega. Bu sohada P ning bitta qiymati uchun hajmning uchta $V'_\mu, V''_\mu, V'''_\mu$ har xil qiymatga egalari to'g'ri keladi. $T > T_K$ uchun esa hajmning bitta qiymati uchun bosimning bitta qiymati to'g'ri keladi.

Ma'lumki, uchunchi darajali tenglamaning yoki uchta haqiqiy yechimi bo'ladi, yoki bitta haqiqiy va ikkita mavhum yechim bo'ladi. Ko'rinib turibdiki birinchi hol uchun bosimning bitta P_1 qiymati uchun hajmning $V'_\mu, V''_\mu, V'''_\mu$ qiymatlari to'g'ri keladi, ikkinchi hol uchun esa yuqori temperatura izotermasida bitta P qiymati uchun bitta V^x_μ qiymati to'g'ri keladi.

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. Tajriba sxemasi rasmda ko'rsatilgan. 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 31^0S 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. Provardida silindr butunlay suyuqlikka to'lib ketadi. Gazning suyuqlikka aylanishi o'zgarmas bosmda yuz beradi (rasmga qarang).

Demak, ekspremental izotermalarning gorizantal qismi («platasi») gazning suyuqlikka aylanishi jarayoning anglatadi. Platada suyuqlik va gaz birgalikda «yashaydi», V'_{μ} va V''_{μ} oralig'ida hajm V'_{μ} dan kichik bo'lganda CO_2 gazning hammasi suyuqlikka aylangan bo'ladi.

Ikkala ham nazariy, ham amaliy izotermalarni solishtirsak ular bir - biriga o'xshash ekanligini ko'rish mumkin, faqat bitta farqi shu yerdaki, gazning suyuqlikka aylanishi Endryus izotermasida platada yuz beradi, Van - der - Vaals izotermasida to'liqsimon uchastkada.

Endryus tajribasi shuni ko'rsatadiki, har qanday gaz suyuqlikka faqat shu gazga hos bulgan ma'lum temperatura T_k dan past temperaturada aylantirishi mumkin. Agar gaz temperaturasi T_k dan yuqori bo'lsa, uni hech qanday bosm 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 bosm (atm.)
Suv	+374	218
Uglekislota (CO_2)	+31	73
Kislorod	- 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 xili 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 molekullarning 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.

$$W = W_k + W_{\Pi} = const \quad (4)$$

1. Boshlang'ich kichik temperaturada molekullar o'rtasidagi o'rtacha masofa r tortishish kuchlari maksimal bo'ladigan masofa r_m dan kichik bo'ladi. Shuning uchun gaz kengayganda ular o'rtasidagi masofa oshadi, demak tortishish kuchlari r oshadi va potentsial energiyasi ham oshadi. (4) formulaga binoan W_{Π} oshsa W_k kamayish kerak, demak T kamayadi (yoki gaz soviydi).

2. Agar boshlang'ich temperaturasi yuqori bo'lsa $r > r_m$ bo'ladi, gaz kengaysa r yanada oshadi, tortishish kuchi kamayadi, demak potentsial energiya kamayadi, kinetik energiya W_{Π} oshadi, bu esa T oshganini bildiradi (gaz isiydi).

17. Moddaning agregat holati

Tayanch so'zlar: Agregat, molekula, plazma, bosim, harorat, sublimatsiya, kondensatsiya.

Moddalar uch agregat holatda gaz, suyuq va qattiq holatda bo'ladi. Gaz, suyuq va qattiq moddalarning bir-biridan farqi ularning orasidagi masofa va ulardagi molekullararo ta'sirining tabiati bilan kuchidadir.

Gazlarning molekullari orasidagi masofasi katta, molekullarning o'zaro ta'sir kuchi esa kichik bo'ladi. Shuning uchun gazlar katta hajmni egallashga

intiladi. Suyuqlik molekulari orasidagi masofa gazlarnikiga qaraganda ancha kichik, molekularning o'zaro ta'sir kuchi esa ancha kattadir. Shu sababli, suyuqliklarning shakli o'zgarsa ham hajmi o'zgarmaydi, chunki molekular orasidagi ta'sir kuchi shaklni saqlab turish uchun yetarli emas. O'zgarmas sharoitda qattiq moddalarning hajmi ham o'zgarmas bo'ladi, chunki ularning molekulari odatda bir-biriga nihoyatda yaqin joylashgan va ularning o'zaro ta'sir kuchi katta bo'ladi.

Demak, moddaning agregat holatini o'zgartirish molekular orasidagi masofani va ularning o'zaro ta'sir kuchini (bosim va harorat) o'zgartirish bilan amalga oshiriladi.

Bulardan tashqari moddalar plazma va o'ta qattiq holatda ham bo'ladi. Plazma - bu konsentrlangan gaz bo'lib, bunda bir qism atomlar bitta yoki bir necha elektronini yo'qotib, musbat ionlarga aylanadi. Demak, plazma shunday aralashmaki, erkin elektron musbat ion va neytron atom yoki molekuladan iborat.

Moddani bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tishiga ta'sir etuvchi omillar. Moddani bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tishiga ta'sir etuvchi omillar bu harorat va bosimdir. Masalan, suv 0°C dan past haroratda muz holatda (qattiq holat), 0°C - 100°C orasida suyuq holatda, 100°C dan yuqorida bug' holatda (gaz holatda) bo'ladi. Demak, harorat o'zgarishi bilan suvning agregat holati ham o'zgarar ekan.

Moddalarni agregat holatiga bosim ham katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, suv bug'i kuchli bosim bilan siqilsa, u suyuq holatga o'tadi. Ko'pchilik moddalar ma'lum bosimda va ma'lum haroratda bir vaqtning o'zida uchchala holatda ham bo'lishi mumkin. Masalan, 4,579 mm simob ustuni bosimida va $0,0075^{\circ}\text{C}$ haroratda suv gaz (bug') holatda ham, suyuqlik (suv) holatda ham, qattiq (muz) holatda ham bo'ladi.

Lekin ba'zi moddalar sharoit har qancha o'zgartirilsa ham uch agregat holatning biridagina bo'ladi. Masalan, kalsiy karbonat faqat qattiq holatda bo'ladi. Agar u qizdirilsa, hatto ancha yuqori haroratda ham suyuq, gaz holatiga o'tmaydi,

agar ancha yuqori haroratda qizdirilsa, parchalanib, kalsiy oksid (CaO) va karbonat anhidrid (CO₂) hosil qiladi.

Moddalarni qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi suyuqlanish, suyuq holatdan gaz holatga o'tishi bug'lanish deb ataladi. Ba'zi moddalar (masalan, yo'd) suyuq holatga o'tmay turib, qattiq holatdan to'g'ridan-to'g'ri gaz holatiga o'tadi. Bu hodisa sublimatsiya deyiladi.

Moddalarning gaz holatidan suyuq va qattiq holatga o'tishi kondensatsiya deyiladi. Shuning uchun moddaning suyuq va qattiq holati uning kondensatlangan holatlari deb ataladi. Moddalar bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tganda issiqlik yutiladi yoki chiqariladi. Masalan. 1 gr muzni 0°Cda 1 gr suvga aylantirish uchun 80 kal issiqlik kerak bo'ladi. Aksincha, 1 gr suv 0°C da muzga aylanganda 80 kal issiqlik chiqadi.

Moddalar suyuq holatdan gaz holatga o'tganda issiqlik yutiladi, gaz holatdan suyuq holatga o'tganda issiqlik chiqariladi. Moddalarning har qaysi holati o'z zarrachalarining bir-biriga nisbatan harakati va o'zaro ta'sir etish shakli bilan farq qiladi. Juda past haroratlarda gaz molekulalardan iborat bo'ladi. Harorat oshishi bilan ma'lum vaqtgacha molekulalar atomlarga dissotsiatsiyalanadi. Qizdirishni davom ettirsak, gaz ionlanishi hosil bo'lib, elektron atomdan uziladi, keyin ichki elektron qobig'lar uziladi. Ionlangan gaz darajasi,

$$\alpha = \frac{n_u}{N}$$

N - umumiy zarralar soni, n_u - ionlar soni

Ionlanish darajasi harorat oshishi bilan, bosim esa kamayishi bilan ortadi.

18. Moddaning suyuq holati

Tayanch iboralar: Kristall, amorf, geometrik qovushqoqlik, oquvchanlik, kapillyar, elektron gaz.

Moddalarning suyuq holati o'z tabiatiga ko'ra, gaz holat bilan qattiq holat o'rtasidagi oraliq o'rinni egallaydi. Suyuqliklarning ba'zi xossalari gazlarnikiga

ba'zi xossalari qattiq jismlarnikiga o'xshash bo'ladi. Suyuqliklarning hajmi, massasi (molyar hajmi), solishtirma og'irligiga ega.

$$V = \frac{M}{d}$$

M - molekulyar massasi

d - solishtirma og'irligi

V - molyar hajmi.

Suyuqliklarning eng muhim xususiyati ularning qovushqoqligi va oquvchanligidir. Suyuqlikning bir qism harakatiga uning ikkinchi qismi ko'rsatadigan qarshilik suyuqlikning qovushqoqligi yoki ichki ishqalanish deb ataladi. Masalan, glitserin, qiyom kabi suyuqliklar qovushqoq suyuqliklar. Efir, suv kabi suyuqliklarning qovushqoqligi kichik bo'ladi.

Suyuqlikning qovushqoqligini topish uchun ma'lum hajmdagi oqib chiqish vaqti o'lchanadi. Agar kapillyar radiusi r, uzunligi l, bosimi ρ bo'lsa, kapillyardan t sekunda oqib chiqqan suyuqlik hajmi.

$$V = \frac{\pi \rho r^4 t}{8 \eta l} \quad \text{bunda,} \quad \eta = \frac{\pi \rho r^4 t}{8 V l}$$

Qovushqoqlikka teskari qiymat $1/\eta$ suyuqlikning oquvchanligi deyiladi.

Moddalarning qattiq holati

Qattiq jismlar ikki holatda bo'ladi: kristall va amorf holatda. Amorf modda aniq bir haroratda suyuqlanmaydi. U qizdirganda asta-sekin yumshaydi va qattiq holatdan suyuq holatga o'tadi. Modda kristallik holatini asosiy belgisi 2 ta:

- 1) Kristall o'ziga xos aniq geometrik shaklga ega.
- 2) Kristall o'ziga xos aniq haroratda suyuq holatga o'tadi.

Kristall strukturaga ega bo'lmagan qattiq moddalar amorf moddalar deyiladi.

Kimyoviy elementlarning ko'pchiligini metallar tashkil etadi. Metallar bog'lanuvchanlik, yaltiroqlik, elektr toki va issiqlikni yaxshi o'tkazish kabi xususiyatlarga ega. Metallar elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Metallarning qarshiligi haroratga bog'liq bo'lib, harorat o'zgarishi bilan chiziqsimon o'zgaradi. Bu o'zgarish elektron harakatidan kelib chiqadi.

Metall kristall panjarasida, panjara uchlarida metall ionlari bo'lib, butun hajm bo'yicha atomdan ajralgan elektronlar harakat qilib yuradi. Metall kristallarini tashkil etuvchi zarralar asosan musbat ionlar bo'lib, ular bir-biri bilan o'z elektronlari orqali bo'glanadi, natijada metallarda elektron gazlar vujudga keladi. Elektronlarning yengil harakatchanligi metallarning ko'p xususiyatlarini belgilaydi. Metallarda elektr toki elektron harakati (elektron gaz) tufayli o'tadi. Har qanday metall parchasiga qo'yilgan elektr maydoni yo'nalishiga qarab, odatda elektron oqimi vujudga keladi va bu oqim kristall yacheykalarining ma'lum bir o'qi bo'yicha bo'ladi.

Ko'pgina metallar kub, geksogonal va hokazo shakldagi ancha zich va mustahkam kristallarni vujudga keltiradi. Metallarning kristallari, ya'ni metallarning kristall panjarasi neytral atomlardan tuzilmay, balki musbat zaryadli ionlardan tuziladi. Metallar asosan 3 xil panjarada kristallanadi: a) Be, Mg, Zn, Cd, Ti, Cr, Co va boshqa metallar zich geksagonal panjarada; b) Cu, Ag, Au, Al, γ -Fe, α -Co, Ni yoqlari markazlashgan kub shaklli panjarada, d) Na, α -Cr, α -Fe, Mo, W hajmiy markazlashgan shaklli panjarada kristallanadi.

Bir nechta metall kristallari birlashib (ma'lum tarkibda), metall qotishmalarini vujudga keltiradi. Bunday birikmalar, qattiq eritmalar deb yuritiladi.

Misol:

1. 2 ta silindr olamiz. Ularning biriga glitserin, ikkinchisiga suv solamiz. Ikkala suyuqlikning sathi bir xil. Ikkala silindrga bir vaqtning o'zida 2 ta chinni sharik tashlab, sekundomerni yoqamiz. Albatta, suvdagi sharik tez tushadi, glitserindagi sharik esa juda sekin. Bunga glitserin qovushqoqligining kattaligi sabab bo'ladi.

19. Qattiq jismlarning xususiyatlari

(O'qituvchilarga metodik ko'rsatmalar asosida)

Fizika kursida qattiq jismlarning tuzilishi va xossalarni o'rganish, qattiq jismlarni olish va ulardan amalda foydalanish masalalari bilan uzviy bog'liqdir. Zamonaviy ishlab chiqarishning ilmiy asoslari qattiq jismlarning texnikada

qo'llanilishining fizik asoslari haqidagi ma'lumotlarni ham o'z ichiga oladi. Binobarin, o'quv materialining mavzusi konstruksion va qurilish materiallari zamonaviy texnologiyasining asosida yotuvchi ma'lum fizik g'oyalarni aks ettirishi lozim. Bu talabalarga qattiq jismlarning mexanik xossalari va tuzilishini o'zgartirish haqidagi umumiy tushunchalarni olish imkonini beradi. Ideal va real kristallarning tuzilishini bilish maktabda metallar va yarim o'tkazgichlarning tuzilishi hamda ularning elektr o'tkazuvchanligi mexanizmini o'rganish uchun kerak bo'ladi.

Mexanik xossalari. Qattiq jismlar deformatsiyasi va ularning mexanik xossalarining xarakteristikalariga bog'liq masalalar kristall va amorf qattiq jismlarning tuzilishi va xossalarini o'rganishdan oldin ham qarab chiqilishi mumkin. Talabalarni mexanik xossalar bilan tanishtirayotganda elastik va plastik xossalar haqidagi birlamchi ma'lumotlarni talabalar o'rta umumiy ta'lim fizika kursi darslarida olishlarini, maktab ustaxonasida ishlash esa ularning eng ko'p qo'llanuvchi qattiq materiallarning mexanik xossalarining turlichaligi bilan amalda tanishtirishini yodda tutmoq lozim. Kasb-hunar kollej va litseylarida esa, mexanik xossalarning miqdoriy xarakteristikalari: elastiklik moduli, oquvchanlik chegarasi, mustahkamlik, plastiklik qarab chiqiladi.

Mexanik xossalar bilan talabalarni materiallar sinovi haqida hikoya qilib berish asosida tanishtirgan ma'qul. Bunday yondashuv birinchidan, talabalarni texnikada mexanik xossalar qanday aniqlanishi bilan tanishtirish, ikkinchidan, qattiq jismlarning barcha mexanik xossalarini yagona nuqtai nazardan qarab chiqish imkonini beradi. Tajribada materialni cho'zilishni tekshirish metodi eng keng tarqalgan. Bunday tekshirish natijasida odatda, tahlili mexanik xossalarning asosiy xarakteristikasini aniqlash imkonini beruvchi-cho'zilish diagrammasi chiziladi. Shuning uchun cho'zilish diagrammasi tevaragida talabalarning qattiq jismlarning mexanik xossalarining miqdoriy baholanishi bilan tanishtirish mumkin. Cho'zilishni tekshirishga imkon beruvchi asbob yordamida mazkur qismga tekshirilayotgan material nusxasiga qo'yilayotgan kuchlanish yo'qolgani hamono butkul yo'qoluvchi elastik deformatsiya mos kelishini ko'rsatish mumkin.

Talabalarga material tabiatidagi qanday o'zgarishlar oquvchanlik chegarasini o'zida aks ettirishini tushuntirib berish, ularni ba'zi qattiq materiallar (metallar, qotishmalar, plastmassalar) ning oquvchanlik chegarasi kattaliklari orasidagi farqlar bilan tanishtirish hamda texnikada turli materiallarning oquvchanlik chegarasini bilish qanday ahamiyatga ega ekanligi haqida so'zlab berish foydalidir. Kuchlanishning o'zgarishini kuzatib va cho'zilish diagrammasini tahlil qila borib, plastik deformatsiyalanish orta borgan sari namunaga borgan sari kattaroq kuchlanishlar qo'yishga to'g'ri kelishi, ya'ni materialning plastik deformatsiyalarga qarshiligi orta borishi haqida xulosa chiqarish mumkin. Ko'pgina metallarning bu ajoyib xossasi-plastik deformat-siyalanishi natijasida mustahkamlanish xususiyati ortishi (parchalanish) qaychi bilan qirqilgan tunukaning chetlari plastikligini yo'qotib, mo'rt bo'lib qolishi; bir necha marta buklangan mis simning plastik xususiyati kamayishi kabi tanish misollar bilan tushuntirib berilishi lozim. Darsda metallni qirqib yoki bosim bilan ishlov berishda uning mustahkamlanishi va metallardan detallar tayyorlashda mustahkamlanishning ham musbat, ham manfiy roli haqida so'zlab berish maqsadga muvofiqdir.

Qattiq materiallar mexanik xossalarning xarakteristikalarini bilish talabalarni mustahkamlikning eng sodda hisoblari asoslari bilan tanishtirish imkonini beradi. Buning eng yaxshisi cho'zilish deformatsiyasi misolda ko'rsatgan ma'qul. Chunki cho'zilishga mustahkamlikni hisoblash texnikada keng tarqalgan. Shu asosida hisoblanadigan formulalar esa yetarlicha sodda va talabalar uchun tushunarlidir. Darsda mustahkamlikni hisoblashlarning texnikadagi ahamiyati haqida so'zlab beriladi va mustahkamlik har qanday qattiq materialning asosiy xossasi ekanligi ta'kidlanadi.

Kristall va amorf qattiq jismlar. "Qattiq jismlarning xossalari" mavzusini muvaffaqiyatli o'tish uchun nafaqat o'quv materialini tanlash, balki uni o'qitishning ratsional izchilligini ta'minlash ham muhimdir. Bayon etishning eng qulay tartibini quyidagicha hisoblash mumkin: Kristall va amorf qattiq jismlarning asosiy xususiyatlari, kristallarning tuzilishi, qattiq jismlarning xossalari ularning tuzilishiga asoslanib tushuntirish, kristallarning tartibli tuzilishining sabablarini

aytish lozim. Bunday variantda talabalar eng avval qattiq jismlarning tuzilishi nazariyasini tushuntirib berishi lozim bo'lgan eksperimental ma'lumotlarni bilib oladilar. So'ngra ular kristallarning ichki tuzilishi tartibli ekanligining eksperimental isbotlari bilan tanishadilarki, bu kristallarning xossalari tushuntirib berish imkonini beradi. Nihoyat, talabalarga kristallar tuzilishining tartibli ekanligining sababi tushuntiriladi. qattiq jismlarning xossalari o'rganish shu bilan tugamaydi. qattiq jismlarning tuzilishi haqida egallangan bilimlardan kelgusi darslarda kristallar xossalari turlichaligi- sabablarini tushuntirish uchun, shuningdek, qattiq jismlardagi deformatsiyalar mexanizmini hamda mexanik xossalarni boshqarishning fizik asoslarini aniqlab olishda foydalaniladi.

Kristallar simmetriyasi, ya'ni ularning alohida to'xtalib o'tish lozim. Bu kristallarning nafaqat shaklida, balki tuzilishida ham, shuningdek, deyarli barcha xossalari namoyon bo'luvchi eng xarakterli xususiyatlaridan biri ekanligini ta'kidlab o'tish lozim. Talabalar geometriya darslarida kristallar simmetriyasining turli ko'rinishlari bilan tanishishlari tufayli buni oson tushunadilar. Ularning onglarida kristallning simmetrikligi, tashqi ko'rinishining muntazam ekanligi bilan bir xil taassurot tug'dirishi lozim. Talabalar o'z uylaridan topishlari mumkin bo'lgan moddalar kristallarning tashqi ko'rinishini chizishi foydalidir.

Amorf jismlarga qarshi o'laroq, kristallar anizotropdir. Turli moddalarda xossalarga nisbatan anizotropiya kuzatiladi. Darsda anizotropiya holatlaridan hech bo'lmaganda bittasini ko'rsatish lozim. Buning uchun eng yaxshisi mustahkamlik anizotropiyasini tanlagan ma'qul, chunki u deyarli barcha kristallarda namoyon bo'ladi. Maktab sharoitida mustahkamlik anizotropiyasini yetarlicha yirik osh tuzi kristallarini o'shatib yoki slyuda kristallarini yaproq-yaproq qilib ajratib ko'rsatish mumkin. Agar bu tajribalarni har bir talaba o'z stolida amalga oshirish imkoniga ega bo'lsa, nur ustiga a'lo nur bo'ladi. Tajribalardan quyidagi xulosa chiqariladi: turli yo'nalishlarda kristallarning mustahkamligi bir xil emas. Xuddi mana shu kristall xossalari anizotropiyasining namoyon bo'lishidir.

Talabalarni kristallarning xossalari bayon qilishda parallel ravishda amorf jismlarning xususiyatlari bilan ham tanishtirish maqsadga muvofiqdir. Amorf qattiq

jismlar kristall qattiq jismlardan farqli o'laroq, muntazam tashqi ko'rinishga ma'lum erish temperaturasiga hamda anizotropiyaga ega emasliklari tushuntiriladi. Mum, shisha, plastmassa va h.k. lar ham kristallardan tuzilgan bo'lmasalar-da, qattiq jismlar ekanligini ta'kidlash muhim.

Amorf jismlarning kristall jismlardan asosiy farqi shundaki, ular termodinamik beqarordir. Talabalarni kristall holat-qattiq jismlarning tabiiy va barqaror holati ekanligi bilan tanishtirish uchun ularga vaqt o'tishi bilan amorf jismlar o'z-o'zidan kristall holatga o'tishlari mumkin ekanligi haqida so'zlab berish lozim. Misol tariqasida obakidandonning durda bog'lab qolishi hamda eski shishaning xiralashib qolishi hollari bayon qilinadi. Talabalarning kristall va amorf jismlarning xususiyatlari haqidagi bilimlarini kristall va amorf jismlar o'rtasidagi, monokristallar va polikristall jismlar va amorf jismlar orasidagi o'xshashlik tomonlari hamda farqlarning xususiyatlari oydinlashtiriladigan suhbatlar chog'ida mustahkamlash maqsadga muvofiqdir.

Mexanik xossalarni boshqarish. 1. Zamonaviy texnik-mexanik xossalar elektr, magnit, optik va boshqa xossalar bilan turlicha ravishda muvofiqlashtirilgan pishiq hamda boqiy materiallarga muhtoj. Bunday materiallar yaratish va ularning xossalarni zarur bo'lgan yo'nalishda o'zgartirish uchun real qattiq jismlarda tashqi mexanik yuklanishlar ta'sirida nimalar ro'y berishini, ya'ni deformatsiyalar hamda buzilishlar mexanizmini bilish lozim.

Noelastik deformatsiyalar mexanizmi bilan tanishish monokristall deformatsiyasini qarab chiqishdan boshlanadi. Talabalar noelastik deformatsiyalar jism shakli o'zgarishi bilan birgalikda ro'y berishini biladilar. Binobarin, noelastik deformatsiyalarda zarralar o'zlarining muvozanat holatlaridan chiqishlariga to'g'ri keladi. Biroq jismning butunligining saqlanib qolishi noelastik deformatsiyalanishidan so'ng atomlar yana muvozanat holatida bo'lib qolishlaridan dalolat beradi. Agar kristallning atomli qatlamlari (tekisliklari) ning bir-biriga nisbatan siljish yuz bersa, shunday bo'lishi mumkinligini kristall modellari yordamida ko'rsatib berish lozim.

O‘zaro ta’sir kuchlari u qadar katta bo‘lmagan atom (qatlamlari) mavjud ekanligi haqidagi ma’lumotlarga suyanan holda monokristallardagi noelastik deformatsiya mexanizmi ma’lum kuchlanishga (oquvchanlik chegarasiga) yetganda siljish-o‘sha tekisliklar bo‘ylab sirpanish yuz berishdan iborat ekanligini tushuntirib berish lozim. Darsda noelastik deformatsiyada atomli kristallarning siljishi qanday yuz berishini tushunib olish foydalidir.

Atomli qatlamlarning barcha zarralari bir vaqtda siljishi uchun lozim bo‘lgan kuchlanish hisoblansa, u real jismlarda noelastik deformatsiya hosil qiladigan kuchlanishdan ko‘p marta katta ekan. Binobarin, sirpanuvchan atomli qatlamlar orasidagi bog‘liqlik siljishi vositasida yuz beradigan deformatsiyada ularning hammasi bir vaqtda qaytadan tuzila olmaydi.

2.Noelastik deformatsiya mexanizmi bilan tanishish natijasida talabalar, agar qattiq jismda dislokatsiyalar (maxsus siljuvchi difekt) bo‘lsa va bu dislokatsiyalar erkin siljiy olsa, materialning noelastik deformatsiyalanishga qarshiligi ko‘p marta kichik bo‘lishini tushunib oladilar. Bundan kelib chiqadiki, qattiq jismlarning qoldiq deformatsiya paydo bo‘lishga qarshiligini oshirish imkoniyatini beruvchi yo‘llardan biri dislokatsiyalarning siljishini qiyinlashtiruvchi, tormozlovchi har turli tuzilish (nuqsonlar) ni hosil qilishdir.

Kimyo darslarida moddalarning fizik xossalari kimyoviy bog‘lanish tabiatiga bog‘liq ekanligiga qarab chiqilgan. Fizika mashg‘ulotlarida talabalarga qattiq jismlarning mustahkamligi, plastikligi va ba’zi boshqa xossalari kristallarning nafaqat kimyoviy tarkibi va tuzilishiga, balki real qattiq jismlarda hamisha mavjud bo‘luvchi tuzilish deformatsiyalarining soniga ham bog‘liq bo‘lishi tushuntiriladi. Xuddi mana shuning uchun ham ishlov berish jarayonida kristalldagi nuqsonlarning turi hamda sonini, ya’ni materialning tuzilishini o‘zgartirish mumkin bo‘lmoqda. Noelastik deformatsiyalar mexanizmi haqidagi ma’lumotlarga asoslanib, talabalarni qattiq jismlarning xossalari o‘zgartirish imkonini beruvchi ba’zi metodlarning fizik asoslari bilan tanishtirish mumkin. Amalda ko‘pincha, metallning plastik deformatsiya-lanishlarga qarshiligini oshirish zarurati tug‘iladi. Masalan, sof mis elektr tokini yaxshi o‘tkazadi, ammo u juda yumshoq. Bu hol uni konstruksion

material sifatida ishlatishni qiyinlashtiradi. Talabalar oldiga savol qo'yiladi: qanday yo'l bilan misning noelastik deformatsiyalanishlarga qarshiligini oshirish mumkin?

Unga javob berish uchun kristallarning noelastik defor-matsiyalanishga qarshiligini oshirish uchun bu deformatsiyalarning paydo bo'lish va tarqalish imkoniyatlarini qiyinlashtirish lozim ekanligini eslash kerak. Bu materialning oquvchanlik chegaralari va mustahkamligining ortishiga olib keladi. Metallning fizik xususiyatlarini uning kimyoviy tarkibini o'zgartirish hisobiga o'zgartirishdan erigan holatdagi ma'lum elementlarni aralashtirib berilgan xususiyatlarga ega bo'lgan materiallar olishda, ya'ni qotishmalar hosil qilishda foydalaniladi. Talabalarni qotishmalarning mexanik xususiyatlari ularning kimyoviy tarkibiga bog'liqligini namoyish qiluvchi ba'zi miqdoriy ma'lumotlar bilan tanishtirish maqsadga muvofiqdir. Masalan, temirga 0,0001 % uglerod qo'shish uning oquvchanlik chegarasini ikki marta orttiradi.

3. Texnikada deyarli hamisha polikristall materiallar qo'llaniladi. Shuning uchun talabalarning qattiq jismlarning xossalari haqidagi bilimlarini shakllantirishdagi navbatdagi bosqichning vazifasi materiallar kristallardagi noelastik defor-matsiyalanishlarning o'ziga xos xususiyatlari bilan tanishtirishdir. Bu esa metallarga ishlov berishda ularning tuzilishini o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan ba'zi bir usullarning fizik asoslarini aniqlashga imkon beradi. Darsda bayon qilishni quyidagi savol bilan boshlash mumkin: Nima uchun ayni bir moddaning polikristallari odatda xuddi o'sha moddaning monokristallariga qaraganda kamroq noelastik bo'ladi? Misol tariqasida, hatto tugun solib bog'lash mumkin bo'lgan darajada noelastik bo'lgan qalay monokristallari hamda noelastikligi 40 % dan ortmaydigan polikristall qalay haqida so'zlab beriladi.

Polikristallardagi noelastik deformatsiyalar mexanizmini bilish metallning mustahkamlanish qobiliyati kabi muhim xususiyatining sababini tushinib olishga imkon beradi. Parchinlash, ya'ni metallni sovuq ishlov berib mustahkamlash bilan talabalar tanishlar. Fizika darslarida mustahkamlanishni noelastik deformatsiyalash jarayonida metalldagi dislokatsiyalar soni ortishi, kristall panjaraning buzilishi hamda metall zarralarining maydalanishi bilan tushuntirish mumkin. Buning

natijasida dislokatsiyalarning siljuvchanligi kamayadi va noelastik deformatsiyalanish qiyinlashadi. Darsda qattiq jismning mustahkamligini qarab chiqa turib, jismning buzilishi uchun unda kattaligi atomlararo o'zaro ta'sir kuchlari bilan aniqlanuvchi, chegaraviy mustahkamlikka mos keluvchi kuchlanish hosil qilinishi lozim ekanligini eslash foydalidir.

20. Dielektrlarda elektr maydoni. Dielektrik singdiruvchanlik va dielektrlarning qutblanishi

Reja:

1. O'tkazgichlar

2. Dielektrlar

3. Dielektrlar maydon kuchlanganligi

1. Tabiatdagi hamma jismlar elektr o'tkazuvchanligida qarab uch sinfga bo'linadi: 1) elektr tokini o'tkazuvchan jismlar-o'tkazgichlar: 2) elektr tokini o'tkazmaydigan jismlar-izolyator yoki dielektrlar: 3) Elektr tokini sust lekin tashqi fizik ta'sir ostida sezilarli darajada o'tkazuvchi jismlar - yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlarning solishtirma elektr qarshiligi. $\rho_{ya} = 10^3 : 10^{10}$ Om sm.

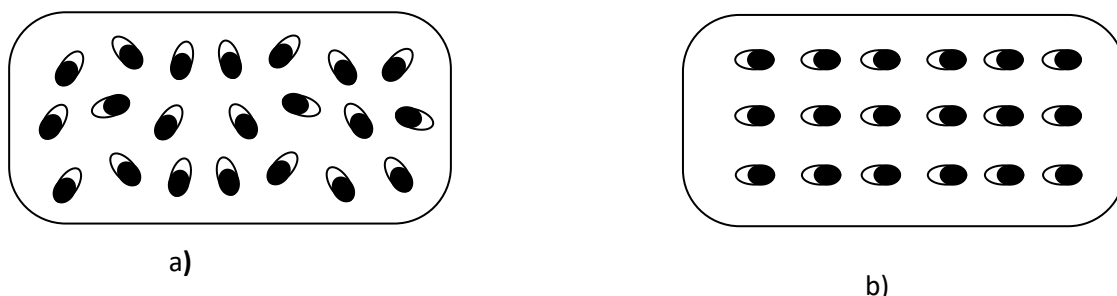
Metallarning solishtirma elektr qarshiligi. $\rho_m = 10^{-6} : 10^{-4}$ Om sm orasida yotadi,

$$\rho_d = 10^{+11} : 10^{+12} \text{ yoki } \rho_m \ll \rho_{ya} \ll \rho_d$$

O'tkazgichlar birinchi va ikkinchi turdagi o'tkazgichlarga bo'linadi. Birinchi turdagi o'tkazgichlarda tok tashuvchilar elektronlar bo'lib elektr toki o'tganda so'ng o'tkazgichlar hech qanday o'zgarish ro'y bermaydi. Ikkinchi turdagi o'tkazgichlarda elektr toki tashuvchilari asosan ionlar bo'lib, elektr toki o'tishi bilan o'tkazgichda ayrim kimyoviy o'zgaruvchanlar yuz bearadi chunki ionlar elektr tokini tashuvchi bo'lgani sababli o'tkazgichda massa ko'chish protsessi ro'y beradi.

2. Dielektrlar - molekuladan iborat bo'lib bu molekulalar dielektrik ichida erkin xarakat qila olmaydilar lekin tashqi elektr maydonitasirida o'zlarining orentatsiyalarini bir oz o'zgartirish. Dielektrik termini M Faradey tomonidan fanga kiritilgan. Agar dielektrik polyar (qutbli) molekulalardan iborat

bo'lsa, bu molekular tartibsiz joylashgan bo'lib, dielektrik neytral bo'ladi. Agar dielektrikka tashqi elektrostatik maydon bilan ta'sir etsak, molekular ma'lum yo'nalishga nisbatan tartiblashib joylashadi. Bu hodisaga dielektrik qutblanish deyiladi. Qutblanish dipol momenti bilan xarakterlanadi.



Zaryadlari o'zaro teng va qarama-qarshi bo'lgan o'zaro mustahkam bo'lgan sistemaga dipol deb ataladi. Dipol momenti $p=q \cdot l$ ga teng. Bu erda l -zaryadlar orasida masofa, q -zaryadlar miqdori. Yuqorida bayon qilingan qutblanishga dipol qutblanish deyiladi. Agar juda katta miqdordagi elektr maydon bilan ta'sir etsak dielektrikdagi molekular joylashishi buzilib ketib (dielektrikning teshilish hodisasi), dielektrik o'tkazgichga aylanib qoladi.

Ayrim dielektriklar yumshoq dipolli dielektriklar deyiladi. Bu dielektriklarda tashqi elektrostatik maydon ta'siri ostida qutbli molekular yo'nalishlari o'zgargandan qat'iy nazar o'zlarining dipol momentlari ham o'zgaradi. Qattiq dipolli dielektriklarda, molekularida molekular tashqi maydon ta'sir ostida o'z yo'nalishlarini o'zgartiradi, lekin molekularning o'z dipollari o'zgar olmaydi. Qutbsiz dielektriklar ham mavjud va bu dielektriklar molekularida dipol faqat tashqi maydon ta'siri ostida elektronlarni molekula markaziga nisbatan siljish hisobiga, yana elektron qutblanish hosil bo'lib, maydon ta'sir etmay qo'ysa, dipol ham qutblanish ham yo'qaladi.

Xulosa.

1. O'tkazgichlar birinchi va ikkinchi turdagi o'tkazgichga bo'linadi. Birinchi turdagi o'tkazgichlarga tok tashuvchilar elektronlar hisoblanadi. Ikkinchi turdagi o'tkazgichlarda tok tashuvchilarda asosan ionlardan iborat bo'ladi.

2. Zaryadlari o'zaro teng va qarama-qarshi bo'lgan va o'zaro mustahkam bog'langan sistemaga dipol deb ataladi.

3. Tashqi elektr maydon ta'siri ostida dielektrlarda qutblanish hodisasi ro'y beradi.

4. Tashqi elektrostatik maydonga kiritilgan dielektrik bog'langan zaryadlar o'zaro kuchlanganlik hosil qiladilar. Bu kuchlanganlik tashqi kuchlanganlikka qarshi yo'nalaga bo'ladi.

21. P'yezo elektriklar va segneto elektriklar to'g'risida tushuncha

P'ezo-yunoncha so'z bo'lib, siqish, siqilish ma'nosini beradi. P'ezoelektriklar deb, elektr maydoni bo'lmagan holda ham jismga mexanik kuchlanish berilganda elektr qutblanishi vujudga keladigan hodisaga aytiladi. Bu hodisa to'g'ri p'ezoeffekt deb yuritiladi. Tashqi mexanik kuchlar ostida elektr zaryadlarini elastik siljishi unga sabab bo'ladi. Shu bilan birga teskari p'ezoeffekt ham mavjud. Bu esa, p'ezoelektrikga elektr maydoni qo'yilishi natijasida mexanik deformatsiyani vujudga kelishidan iborat.

To'g'ri va teskar p'ezoeffektni vujudga kelishi turlicha bo'lishi mumkin, birinchisi, qutblanish bo'lmagan holda elektr maydon deformatsiyasida vujudga kelishi, ikkinchisi, deformatsiyalar mavjud bo'lmaganda elektr maydonni qo'yilishida elastik kuchlanishlarni vujudga kelishi. Umumiy holda gap mexanik va elektrik o'zgaruvchilar orasidagi chiziqli bog'lanish haqida boradi (birinchilar-deformatsiya va kuchlanish, ikkinchilari-qutblanish, elektr maydon, elektr induksiya) P'ezoeffekt bo'yicha birinchi tadqiqotlar 1880 yil J. va P. Kyuri tomonidan kvarts kristallarida (SiO_2) amalga oshirilgan.

P'ezoeffekt, dielektrik materiallarda mexanik va elektrik kattaliklarni o'zarota'siri bilan bog'liq bo'lgan turli elektromexanik effektlarni namoyon bo'lishi. Ixtiyoriy dielektrikni elektr maydoniga joylashtirsak erkin kristall deformatsiyalanadi, siqilgan kristalda esa deformatsiya yuzaga keladi.

P'ezoeffektni tabiatini tushunish uchun, elektrodlarni bir-biri bilan ulab, kristallarning qirralarida joylashtirish kerak. Elektrodlar tomonidan hosil qilingan

zanjirdagi qisqa muddatli siqish va cho'zishda qisqa elektr impulsini vujudga kelishini ko'rishimiz mumkin. Xuddi shuni o'zi, p'ezoeffektning elektr va fizik jihatlarini namoyon bo'lishidir. Agar kristall doimiy bosimga uchrasa, bu holda impul's paydo bo'lmaydi. Kristall materiallarning ushbu xususiyati aniq sezgirlikka ega bo'lgan asboblarni tayyorlashda ishlatiladi.

Segnetoelektriklar – tashqi elektr maydon bo'lmagan holda ham ma'lum bir temperaturalar intervalida o'z-o'zidan elektr qutblanish xususiyatiga, ya'ni elektr dipolga ega bo'lgan dielektriklar.

Segnetoelektriklar o'zining nomini segnet tuzi ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ning mineralini nomidan olgan. Segnet tuzining xususiyatlarini birinchi bo'lib I.V. Kurchatova va P. P. Kobeko batafsil o'rgangan.

Segnetoelektriklar boshqa dielektrlardan, qutblanishni maydon kuchlanganligidan chiziqli bo'lmagan bog'lanishi bilan farq qiladi. Bu esa, ularda elektr domenlarni mavjudligining natijasidir.

Domenlar – qutblanishning turli yo'nalishlarga ega bo'lgan sohalari.

Segnetoelektrlarda kichik xajmli sohalar bo'lib, ularda dipol' momentli molekulalar bir xil yo'nalishda “o'z-o'zidan” terilib qoladi. Bu mikroskopik hajmlardagi molekulalar elektr maydon ta'sirida hammasi birgalikda buriladi.

Shuning uchun, elektr maydon o'chirilganda oddiy xaotik xarakat molekulalarning yo'nalishini buza olmaydi. Bunga ko'proq energiya kerak bo'ladi. Bu ishni yuqori temperaturada bajarish mumkin.

Domenlarni hosil bo'lishining sababi, qo'shni atomlarga tegishli bo'lgan elektronlarni umumlashtirish natijasida yuzaga keladigan almashinuv kuchlari. Bu kuchlar atomlararo masofalarda ta'sir qiladi, ya'ni, yaqin ta'sir kuchlaridir. Domenlarni mavjudligi kristallni minimum energiyaga intilishi bilan tushuntiriladi. Segnetoelektrlarga misol: segnet tuzi ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) va bariy titanati (BaTiO_3). Segnetoelektriklar elektrotexnikada va elektronikada keng qo'llaniladi.

22. Metal, vakuum va gazlardagi elektr toki

Metallarda tok tashuvchilarning tabiatini aniqlash uchun qator tajribalar qilingan. Metallarda juda kichik potentsiallar farqi bilan ham tokni yuzaga keltirish mumkin. Bu hol, tok tashuvchilar – elektronlar metallar bo‘ylab erkin siljiy oladi deb aytishga asos bo‘ladi. Tajribalarning natijalari ham shu xulosaga olib keladi.

Erkin elektronlar mavjudligini shu bilan tushuntirish mumkinki, kristall panjaralar hosil bo‘lganida eng bo‘sh bog‘langan (valentli) elektronlar metall atomlaridan ajralib, metall bo‘lagining “kollektiv tashkil etuvchisi” bo‘lib qoladi. Agar har bir atomdan bittadan elektron ajralib qolsa, erkin elektronlarning konsentratsiyasi, ya’ni hajm birligidagi ularning soni, hajm birligidagi atomlar soniga teng bo‘ladi.

Erkin elektronlar haqidagi tasavvurdan foydalangan holda Drude, keyinchalik Lorens bu nazariyani mukammallashtirib, metallarning klassik nazariyasini ishlab chiqqan. Drude metallardagi o‘tkazuvchi elektronlar tabiati ideal gaz molekulalariga o‘xshagan bo‘ladi, deb faraz qilgan. To‘qnashish orasidagi vaqtlarda ular deyarli erkin harakatlanib, o‘rtacha λ yo‘lni bosib o‘tadi. Yugurish yo‘llari molekulalarning o‘zaro to‘qnashishi bilan belgilanuvchi gaz molekulalaridan farqli ravishda, elektronlar o‘zaro emas, balki ko‘proq metallarning kristall panjaralarini tashkil etuvchi ionlar bilan to‘qnashadi. Bu to‘qnashishlar elektron gaz bilan kristall panjara orasida issiqlik muvozanati o‘rnatilishga olib keladi.

Drudening hisobicha, elektronning kristall panjara ioni bilan navbatdagi to‘qnashuvdanoq elektronning tartibli harakat tezligi nolga teng bo‘ladi. Faraz qilaylik, maydon kuchlanganligi o‘zgarmas bo‘lsin. U holda maydon ta’siri ostida elektron $\frac{eE}{m}$ ga teng bo‘lgan o‘zgarmas tezlanishga ega bo‘lib, yugurishning oxirida tartibli harakat tezligi quyidagi o‘rtacha qiymatga ega bo‘ladi:

$$\bar{U}_{\max} = \frac{eE}{m} \tau \quad (1)$$

bu yerda τ - elektronning panjara ionlari bilan o‘zaro ikkita ketma-ket urilishdagi o‘rtacha vaqt.

Drude elektronlarning tezliklar bo'yicha taqsimotini hisobga olmasdan, barcha elektronlar bir xil qiymatli tezlik bilan harakat qiladi deb oldi. Bu taxminda

$$\tau = \frac{\lambda}{g} \quad (2)$$

bunda λ – erkin yugurish uzunligining o'rtacha qiymati;

g - elektronlarning issiqlik harakat tezligi.

τ ning bu qiymatini (1) formulaga qo'yamiz:

$$\bar{U}_{\max} = \frac{eE\lambda}{m g} \quad (3)$$

Yugurish vaqtida U tezlik bilan chiziqli o'zgaradi. Shuning uchun, uning o'rtacha qiymati (yugurish uchun) maksimal qiymatining yarmiga teng:

$$\bar{U} = \frac{1}{2} \bar{U}_{\max} = \frac{eE\lambda}{2m g} \quad (4)$$

Bu ifodani quyidagi formulaga qo'yamiz:

$$j = neu \quad (5)$$

bu yerda j – tok zichligi;

n – hajm birligidagi zaryad tashuvchilarni soni.

(5) va (4) formulalardan foydalanib, quyidagi formulani hosil qilamiz, ya'ni:

$$j = \frac{ne^2 \lambda}{2m g} E \quad (6)$$

Tok zichligi maydon kuchlanganligiga proporsional ekan, demak, biz Om qonunini hosil qildik. Tok zichligi va maydon kuchlanganligi orasidagi proporsionallik koeffitsiyenti o'tkazuvchanlikni ifodalaydi, ya'ni:

$$\delta = \frac{ne^2 \lambda}{2m g} \quad (7)$$

Agar elektronlar panjara ionlari bilan to'qnashmaganda edi, erkin yugurish yo'li va demak, o'tkazuvchanlik cheksiz katta bo'lar edi. Shunday qilib metallarning elektr qarshiliklari erkin elektronlarning metallning kristall panjara tugunlarida joylashgan ionlari bilan to'qnashishlari natijasida yuzaga keladi.

Erkin yugurishning oxirida elektron qo'shimcha kinetik energiyaga erishadi. Bu energiyaning o'rtacha qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta\bar{\varepsilon}_k = \frac{m\bar{U}_{\max}^2}{2} = \frac{e^2\lambda^2}{2m\vartheta^2} E^2 \quad (8)$$

Elektron ion bilan to‘qnashgach, farazimizga ko‘ra, yugurish vaqtida olgan tezligini to‘la yo‘qotadi, ya’ni (8) energiyani kristall panjaraga beradi. Bu energiya issiqlik sifatida namoyon bo‘lib, metallning ichki energiyasini orttiradi. Har bir elektron bir sekund davomida o‘rtacha $\frac{1}{\tau} = \frac{\vartheta}{\lambda}$ to‘qnashishga duch kelib, har gall panjaraga (8) ga teng energiya beradi. Demak, hajm birligidan birlik vaqtda issiqlik ajarlishi kerak, ya’ni:

$$\omega = n \frac{1}{\tau} \Delta\bar{\varepsilon}_k = \frac{ne^2\lambda^2}{2m\vartheta} E^2 \quad (9)$$

bu yerda ω – tokning solishtirma quvvati; n – birlik hajmdagi o‘tkazuvchan elektronlar soni. (9) formula Joul-Lens qonunini ifodalaydi.

Metallarning yuqori elektr o‘tkazuvchanliklari bilan birga, yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega ekanligi tajribadan ma’lum. Videman va Frans issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti χ ni elektr o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti δ ga nisbati barcha metallar uchun taxminan bir xil bo‘lib, absolyut temperaturaga proporsional o‘zgarishini ko‘rsatuvchi empirik qonunlarini aniqladilar.

Metall bo‘lmagan kristallar ham issiqlik o‘tkazish qobiliyatiga egadir. Biroq metallarning issiqlik o‘tkazuvchanligi dielektriklarning issiqlik o‘tkazuvchanligidan katta farq qiladi. Bundan, metallarda issiqlik o‘tkazuvchanlik asosan kristall panjaralar hisobiga emas, balki elektronlar hisobiga bo‘ladi deb xulosa qilish mumkin. Elektronlarni bir atomli gaz sifatida qarab, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti uchun gazlar kinetik nazariyasi ifodasidan foydalanish mumkin, ya’ni:

$$\chi = \frac{1}{3} nm\lambda\vartheta c_v \quad (10)$$

bu yerda nm – gaz zichligi; $\bar{\vartheta}$ o‘rniga ϑ olingan.

Bir atomli gazning solishtirma issiqlik sig‘imi

$$C_v = \frac{3R}{2\mu} = \frac{3K}{2m} \quad (11)$$

Bu qiymatni (10) formulaga qo‘yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\chi = \frac{1}{2} n K \mathcal{G} \lambda \quad (12)$$

χ ni δ uchun yozilgan (7) ifodaga bo‘lamiz, ya’ni:

$$\frac{\chi}{\delta} = \frac{K m \mathcal{G}^2}{e^2} \quad (13)$$

$\frac{m \mathcal{G}^2}{2} = \frac{3}{2} K T$ almashtirishdan foydalanib, Videman–Frans qonuni ifodalovchi munosabatga kelimiz, ya’ni:

$$\frac{\chi}{\delta} = 3 \left(\frac{K}{e} \right)^2 T \quad (14)$$

(14) formula Videman-Frans qonunini ifodalaydi. Shunday qilib, klassik nazariya Om va Joule-Lens qonunlarini tushintira oldi, shuningdek, Vidman-Frans qonunini ancha sifatli tushintirib berdi. Shu bilan birga bu nazariya jiddiy qiyinchiliklarga uchradi.

Klassik nazariyaning qator hodisalarni tushintira olmasligiga qaramay, o‘z ahamiyatini shu vaqtga qadar saqlab keldi, chunki erkin elektronlar konsentratsiyasi kichik bo‘lgan hollarda u qoniqarli natijalarni beradi. Shu bilan birga klassik nazariya kvant nazariyasiga qaraganda bir muncha sodda va ko‘rgazmalidir.

Metallar o‘z-o‘zidan musbat zaryadga ega bo‘lmaydi. Demak, metallni o‘z-o‘zidan tashlab ketuvchi o‘tkazgich elektronlar soni sezilarli darajada bo‘lmaydi. Bu hol metallarda elektronlar uchun potensial chuqurlik mavjudligi bilan tushuntiriladi. Metallni tashlab ketishga energiyasi sirtga yaqin bo‘lgan potensial chuqurlikni yengib o‘tish uchun yetarli bo‘lgan elektronlarga muvaffaq bo‘ladi. Bu barerni ifodalovchi kuch quyidagicha kelib chiqqan. Sirtqi qatlamdagi musbat ionlar panjarasidan elektronlarning tasodifan chiqib ketishi, elektron ketgan o‘rinda ortiqcha musbat zaryadning paydo bo‘lishiga olib keladi. Bu zaryad bilan bo‘lgan Kulon o‘zaro ta’sir kuchi tezligi uncha katta bo‘lmagan elektronni qaytishga majbur etadi. Shunday qilib, ayrim elektronlar hamma vaqt metall sirtidan chiqib ketadi, undan bir necha atomlararo masofalariga uzoqlashadi, so‘ngra yana qaytadi. Natijada metall yupqa elektronlar buluti bilan o‘ralgan bo‘ladi. Bu bulut tashqi ionlar qatlami bilan qo‘sh elektr qatlamni hosil qiladi. Bunday qatlamda elektronga

ta'sir etuvchi kuchlar metall ichiga yo'nalgandir. Elektronni metallning ichidan uning sirtiga ko'chirishdagi bu kuchlarga qarshi bajarilgan ish elektronning potensial energiyasini orttirishiga ketadi.

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

$$A = e\varphi \quad (15)$$

bu yerda φ – chiqish potentsiali.

Elektronni qattiq yoki suyuq jismdan vakuumga chiqarish uchun zarur bo'lgan eng kichik energiya chiqish ishi deb ataladi.

Yoki: Elektronni metalldan chiqib ketishi uchun bajarilishi zarur bo'lgan ishga elektronning metalldan chiqish ishi deyiladi.

Turli metallar uchun elektronning chiqish ishi turlicha bo'ladi. Chiqish ishining qiymati metall sirtining tozaligiga juda ham sezgidir.

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

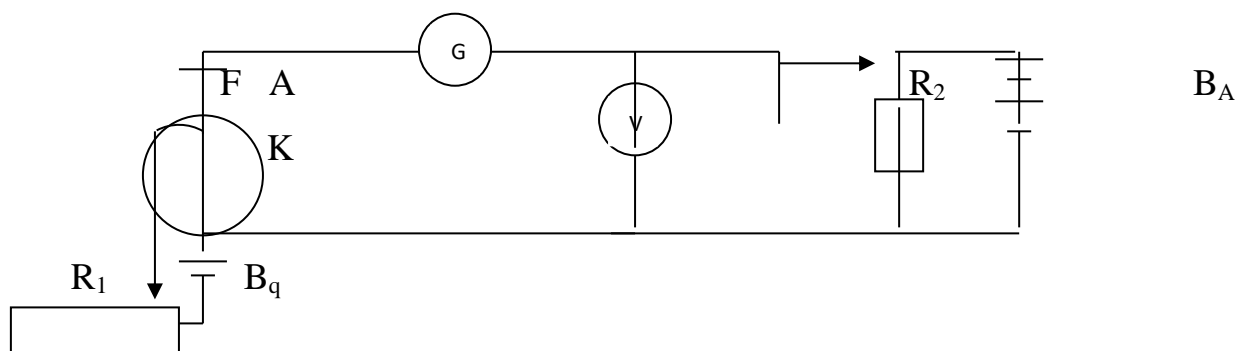
Metalldan elektronlarni uchib chiqish jarayoniga elektron emissiya deyiladi.

Elektronlarga turli usullar bilan ta'sir ko'rsatib elektronlar emissiyasini hosil qilish mumkin. Masalan, yorug'lik ta'sirida fotoelektron emissiyani, kuchli elektr maydon ta'sirida avtoelektron emissiyani, issiqlik ta'sirida esa termoelektron emissiyani hosil qilish mumkin.

Qizigan qattiq yoki suyuq jismlarning elektronlar chiqarishi termoelektron emissiya deb aytiladi.

Termoelektron emissiya hodisasi shu bilan tushintiriladiki, elektronlarning energiya bo'yicha taqsimlanishi natijasida metall chegarasida potensial to'siqni yengish uchun energiyasi yetarli bo'lgan ma'lum miqdor elektronlar mavjud bo'ladi. Temperatura ko'tarilganda bunday elektronlar miqdori keskin ortadi va sezilarli bo'lib qoladi.

Termoelektron emissiya hodisasini 1-rasmda tasvirlangan sxema yordamida amalga oshirish qulay.

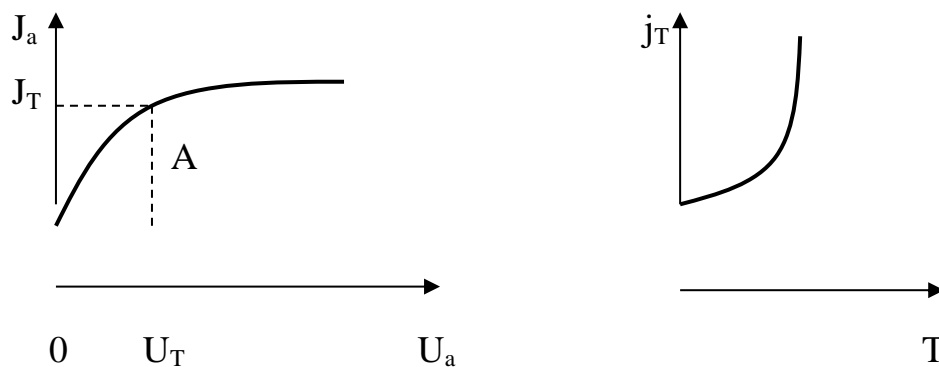


1-rasm.

Sxemaning asosiy elementi ikki elektrodli lampa hisoblanadi, uni odatda vakuumli diod deb ataladi. Lampani ichida katod va anoddan iborat ikkita elektrodi bo'lgan, havosi so'rib olingan metall yoki shisha ballondan iborat. Konstruksiyasi bo'yicha elektrodlar turli shaklda tayyorlangan bo'lishi mumkin. Oddiy holda, katod ingichka to'g'ri tola, anod esa katodga nisbatan koaksial silindr shaklida bo'ladi.

Katod, cho'g'lantiruvchi batareya B_q tomonidan hosil qilingan tok bilan qizdiriladi. Reostat R_1 yordami bilan cho'g'latish tok kuchini boshqarib, cho'g'lanish temperaturasi o'zgartirish mumkin. Elektrodarga B_A anod batareyasidan kuchlanish beriladi. Anod kuchlanishining kattaligini R_2 potensiometr yordamida o'zgartirish va V voltmetr yordamida o'lchash mumkin. Galvonometr G anod tok kuchini o'lchash uchun mo'ljallangan.

Agar katod cho'g'lanishini birday saqlagan holda, anod tok kuchining anod kuchlanishiga bog'liqligi olinsa, u holda 2a – rasmda tasvirlangan egri chiziq hosil bo'ladi. Ushbu egri chiziq volt-ampere harakteristikasi deb ataladi.



2-rasm.

$U_a = 0$ bo'lganda katoddan uchib chiqqan elektronlar uning atrofida manfiy fazoviy zaryadlar – elektron bulutni hosil qiladi. Manfiy zaryadlangan elektron bulut katoddan chiqayotgan elektronlarni orqaga qaytaradi. Elektron bulutni anodga tortish uchun anodni elektr manbaining musbat qutbiga ulash lozim. Katod bilan anod orasidagi elektr maydon ta'sirida elektronlarning kinetik energiyasi,

$$\frac{m_e v^2}{2} = eU_a \quad (16)$$

formulaga ko'ra oshib ular anodga yetib bora boshlaydi. Katoddan chiqayotgan elektronlarning taqsimoti ham Maksvell taqsimoti qonuniga bo'ysunadi. Anodning kichik kuchlanishida faqat kinetik energiyasi katta bo'lgan elektronlarga anodga yetib borishi mumkin. Bundan xulosa shuki, anod toki anod kuchlanishiga bog'liq ravishda oshib boradi (2-rasm). Uncha katta bo'lmagan anod kuchlanishlarida anod toki bilan U_a orasidagi bog'lanish Boguslavskiy-Lengmyur qonuni

$$J_a = \alpha U_a^{3/2} \quad (17)$$

orqali aniqlanadi. Anod toki kuchlanishining $3/2$ darajasiga proporsional bo'lganidan (17) ifoda $3/2$ qonuni deb ham yuritiladi. Tenglamadagi α – elektrodning shakliga va ularning o'zaro joylashishiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent.

Boguslavskiy-Lengmyur qonuni 2a-rasmda keltirilgan grafikning faqat OA qismi uchun o'rinlidir. Anod kuchlanishi U_T qiymatga erishganda, tokning keyingi o'sishi tamomila to'xtaydi. Bunda tok to'yinish toki qiymatiga erishadi.

Katoddan chiqayotgan hamma elektronlarning anodga yetib kelishi bilan aniqlanadigan tokning qiymati to'yinish toki deyiladi. 2a-rasmda to'yinish tokining grafigi anod kuchlanishining o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi.

Tajriba natijalarining ko'rsatishicha, to'yinish tok kuchi katod harakatining ortishi bilan unga mos ravishda o'sadi. To'yinish toki zichligining haroratga bog'liqligi Richardson-Deshmen formulasi orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$j_T = BT^2 \cdot e^{-\frac{A}{kT}} \quad (18)$$

Bunda V – katod materialiga va sirtiga bog'liq doimiy; A – chiqish ishi;

k – Bolsman doimiysi; T – katodning absolyut harorati.

Tok zichligining haroratga bog‘liq grafigi 2b-rasmda keltirilgan. Grafikdan ko‘rinadiki, to‘yinish toki bilan harorat orasidagi bog‘lanish nihoyatda tik. Temperatura oz miqdorda o‘zgarganda, to‘yinish toki juda katta qiymatga oshadi. Richardson-Deshmen formulasidan yana shu narsa aniqki, chiqish ishi biroz kamayganda ham to‘yinish tokining qiymati katta miqdorga oshadi. Shu boisdan katod chiqish ishi kichik bo‘lgan metallardan tayyorlangani ma’qul. Yana katod sirti ishqoriy yer metallari yoki toriy bilan qoplanganda ham elektronlarning chiqish ishi ancha kamayishi aniqlangan.

Ba‘zan, radiolampalar yoki kineskoplar katodlarining emissiyasi yomonlashganligi uchun yaroqsiz bo‘lib qoladi. Bu hollarda katod temperaturasini oshirish yo‘li bilan termoelektron emissiyani tiklash imkoniyati ham bor.

Termoelektron emissiya hodisasi hozirgi zamon elektrotexnikasi va radiotexnikasida katta ahamiyat o‘ynaydi. Kenotronlar, kuchaytirgich lampalar va shu kabilarning ishlashi termoelektron emissiya hodisasiga asoslangandir.

Termoelektron emissiya radioelektronika qurilmalarining eng asosiy elementlari bo‘lmish elektron lampalarda keng qo‘llaniladi. Elektron vakuum lampalar (bu lampalarda vakuum $10^{-6} \div 10^{-9}$ mm. sim. ust. ga teng)ning asosiy elektrodlaridan biri – katoddir.

Elektron lampalar quyidagi maqsadlar uchun qo‘llaniladi:

1) o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka aylantirish, ya’ni to‘g‘rilagich sifatida;

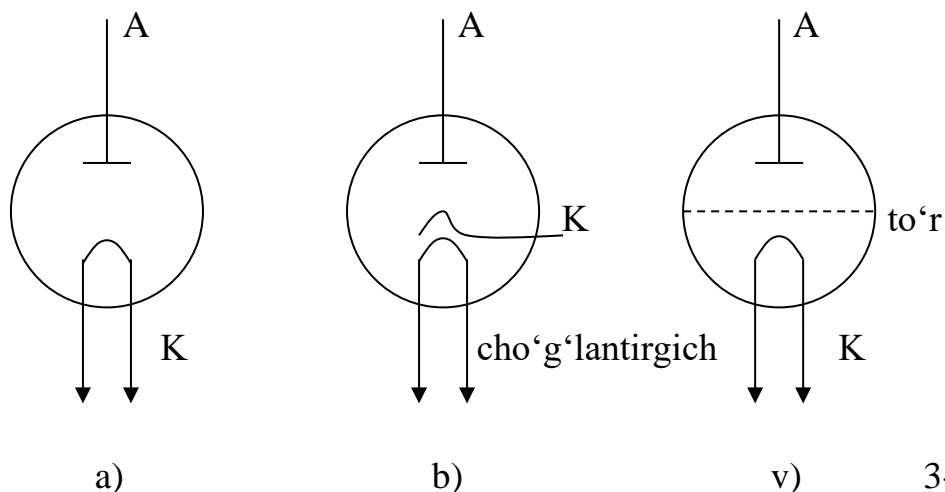
2) har xil chastotali elektr tebranishlarni kuchaytirish, ularni hosil qilishda.

Ikki elektrodli lampalar, uch elektrodli, to‘rt va besh elektrodli lampalar mos ravishda, triod, tetrod va pentod deyiladi.

O‘zgaruvchan tokni to‘g‘rilashda ishlatiladigan ikki elektrodli lampalarga kenotronlar deyiladi, ya’ni o‘zgaruvchan tok to‘g‘rilagichi sifatida ishlatilgan diod kenotron deb ataladi.

Diod ikki xil bo‘ladi: bevosita cho‘g‘lanuvchi katodli diod (3a-rasm), bilvosita cho‘g‘lanuvchi katodli diod (3b-rasm). Triodda katod bilan anod oralig‘ida

uchinchi elektrod – to‘r joylashtirilgan (3v-rasm). Shu elektrod yordamida anod tokini boshqarish mumkin. Shu sababli bu elektrod “boshqaruvchi” to‘r deyiladi. Bu to‘rda kuchlanishning ozgina o‘zgarishi, anod tokining keskin o‘zgarishiga olib keladi. Agar “boshqaruvchi” to‘rda kuchlanish nolga teng bo‘lsa, triod diodga aylanadi.

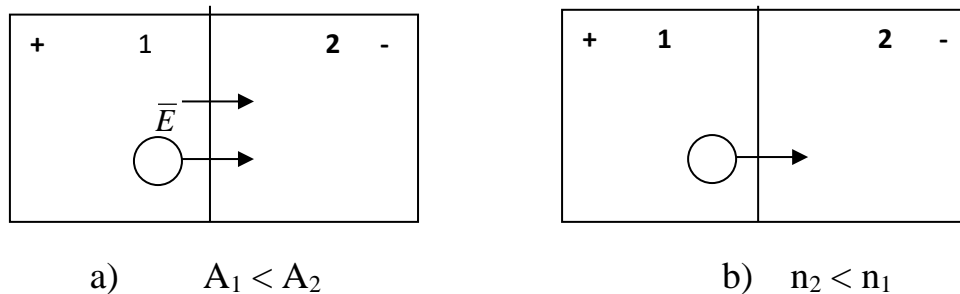


3-rasm.

Triod radiotexnikada va aloqa texnikasida elektr tebranishlarini kuchaytirish, so‘nmas tebranishlar olish uchun keng qo‘llaniladi. Oxirgi vaqtlarda elektron – vakuum lampalar o‘rnini yarim o‘tkazgichli diod, triodlar olmoqdalar. Bu asboblarning mustahkamligi, mittiligi va boshqa xususiyatlari bilan hozirgi zamon elektronikasida keng o‘rin olgan.

Radiolampalardan tashqari termoelektron emissiya elektron-nur trubkalar (kineskoplar)da va umuman, elektronlar oqimi hosil qilish lozim bo‘lgan qurilmalarda keng qo‘llaniladi.

Turli metallar (yoki yarim o‘tkazgichlar), metallar bilan yarim o‘tkazgich yoki dielektriklar bir-biriga tegishi yoki kontaktda bo‘lishi natijasida hosil bo‘lgan potentsiallar farqi potentsiallar ayirmasi deyiladi. Metallar orasida hosil bo‘lgan potentsiallar ayirmasini ko‘ramiz. Chiqish ishi A_1 va A_2 bo‘lgan ikki metallni kontaktda keltiraylik. Birinchi metallning chiqish ishi A_1 ikkinchi metallning chiqish ishi A_2 dan kichik bo‘lsin ($A_1 < A_2$) (4a-rasm).



4-rasm.

Metallarning bir-biriga tegishish sirti orqali erkin elekt-ronlarning birinchi metallardan ikkinchi metallga ko‘chishi sodir bo‘ladi, buning natijasida birinchi metall musbat, ikkinchi metall manfiy zaryadlanib qoladi. Bunda hosil bo‘ladigan potentsiallar ayirmasi U' quyidagiga teng bo‘ladi:

$$U' = \frac{A_2 - A_1}{e} \quad (19)$$

Endi erkin elektronlar konsentratsiyasi har xil bo‘lgan ($n_2 < n_1$) metallar kontaktini ko‘rib chiqaylik (4b-rasm). Agar $n_2 < n_1$ bo‘lsa, erkin elektronlarning birinchi metallardan ikkinchi metallga o‘tishi (diffuziya) boshlanadi. Natijada birinchi metall musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlanib, ular orasida U'' potentsiallar ayirmasi hosil bo‘ladi. Uning qiymati erkin elektronlar konsentratsiyasiga va temperaturaga bog‘liq bo‘lib, quyidagi shaklda yoziladi:

$$U'' = \frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (20)$$

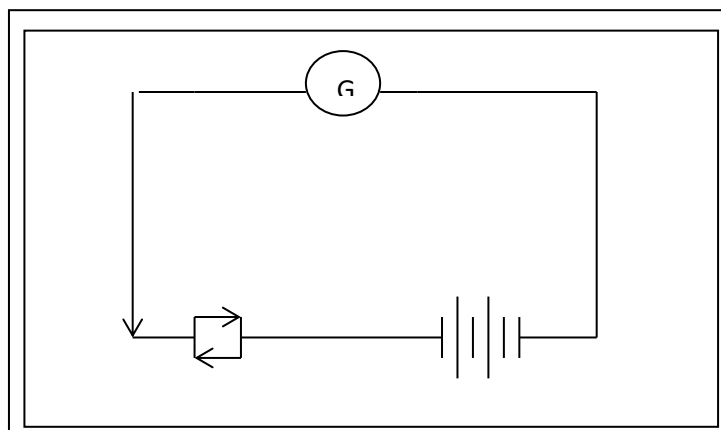
(19) va (20) formulalarni hisobga olib, erkin elektronlar konsentratsiyasi va chiqish ishlari har xil bo‘lgan metallarning to‘liq kontakt potentsiallari ayirmasi uchun quyidagi formulani yozamiz, ya’ni:

$$U = U' + U'' = \frac{A_2 - A_1}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (21)$$

Bu formuladan Voltaning birinchi qonuni kelib chiqadi. Bu qonunga asosan, kontakt potentsiallar farqi metallarning karakteristikalari – chiqish ishi, erkin elektronlar konsentratsiyasi va temperaturaga bog‘liq.

Gazlarda elektr toki. Gaz jumladan metal bug‘lari ham normal holatda elektr neytral atom va molekulalardan iborat bo‘lib, o‘zlaridan elektr tokini o‘tkazmaydi,

faqatgina ionlashgan gazlarda o'tkazgich bo'la oladi. Gazning bu xususiyatini quyidagi sxema orqali kuzatish mumkin.



5-rasm.

Tokni o'lchash uchun zanjirga har galgidek sezgirligi yuqori darajada bo'lgan gal'vonometr ulanadi. Kondensator qoplamalari orasidagi havo bo'shlig'ida zanjir uzuk bo'lganligi uchun gal'vonometr tok ko'rsatmaydi. Qoplamalar orasiga yonib turgan gugurt cho'pni kiritsak alanga ionizator vazifasini bajaradi. Havo molekulalarining ionlashishi natijasida harakatchan zaryad tashuvchilar paydo bo'ladi. Gaz molekulalarining ionlashishi ul'trabinafsha va roentgen nurlari, γ - 1

- kvantlarelelektron, proton va d- zarralar oqimi ta'sirida ham kuzatiladi. Ionlashgan gazda erkin elektronlar hamda musbat va manfiy ionlar harakatchan zaryadlar tashuvchi hisoblanadi. Kondensator qoplamalari orasidagi tashqi elektr maydon ta'sirida musbat ionlar manfiy zaryadli qoplama tomon manfiy ishorali ionlar va erkin elektronlar musbat zaryadli qoplama tomon harakatga keladi. Gazlardan elektr tokining o'tishi hodisasi gazlarning razryadlanishi deyiladi.

Kuchlanishi qiymatlarida tashqi ionizator ta'siri yo'qotilsa ham razryadning davom etishiga mustaqil razryad deyiladi. Mustaqil razryadlar 4 xil bo'ladi.

Yolqin, uchun, yoy va tok razryadlari. Yolqin razryadi siyraklashgan gazlarda kuzatiladi. Tok razryadi gazda faqat maydon kuchlanganligi juda yuqori bo'lgan elektrod uchliklari yaqinida sodir bo'ladi. Tok razryad gazlarni turli chang va iflos aralashmalardan tozalovchidir.

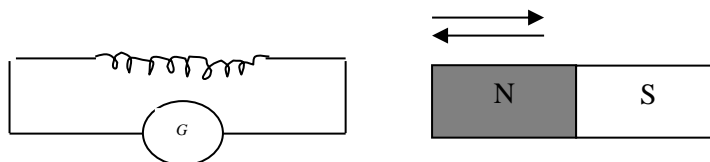
23. Elektromagnit induksiya

Ersted elektr tok magnit maydonni vujudga keltirishini aniqlangandan so'ng, ko'pchilik olimlar teskari effektini qidira boshlashdi, ya'ni magnit maydon elektr tokni vujudga keltirmaslik, degan savolga javob qidira boshlashdi.

1831 yilda ingliz fizigi Faradey ko'p yillik tadqiqotlar natijasida elektromagnit induksiya hodisasini ochish sharafiga muyassar bo'ldi. U magnit maydonda bajarilgan mexanik ish hisobiga elektr tokini olish mumkinligini isbotlab, hozirgi zamon elektrotexnikasiga asos soldi.

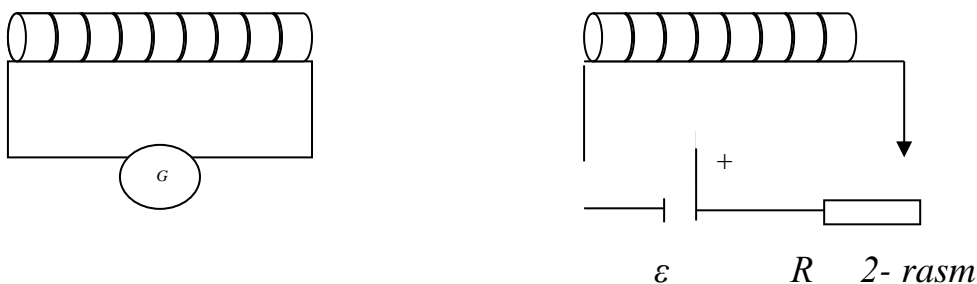
Faradeyning elektromagnit induksiya hodisasiga bag'ishlangan tajribalarini ko'rib chiqamiz.

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 kirita boshlasak – galvanometr strelkasi bir tomonga, agar magnitni g'altakdan chiqara boshlasak, strelka boshqa tomonga og'adi. Binobarin, induksion tok yo'nalishi magnit harakatining yo'nalishiga qarab o'zgaradi.



1-rasm

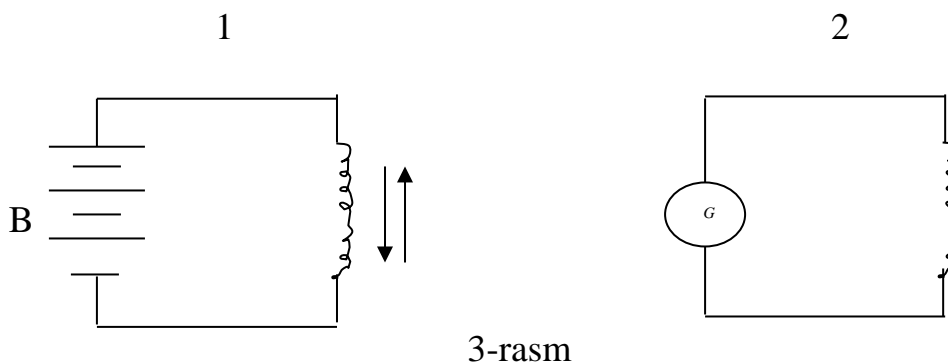
2. Agar izolyatsiyalangan simdan qilingan ikki g'altakni yonma-yon qo'yib, ulardan biriga galvonometr ulab, birinchi g'altakdagi tok kuchini reostat bilan o'zgartirsak, tokning o'zgarishi protsessida ikkinchi g'altakda induksion tok hosil bo'ladi. (2-rasm)



Birinchi g'altakdagi tokning kamayishi va ortishi bilan ikkinchisida induksion tok paydo bo'ladi, ammo induksion tokning yo'nalishi o'zgaradi.

Birinchi g'altakdagi tok kuchining o'zgarishi uning atrofida hosil bo'lgan magnit maydonni o'zgartiradi. Demak, ikkinchi g'altakni kesib o'tayotgan magnit oqimi o'zgaradi. Natijada, ikkinchi g'altakda tok induksiyalanadi.

3. Ikkita sim o'ramlardan tuzilgan g'altaklardan, birinchisi tok manbaiga ulangan, ikkinchisi esa galvonometrغا (3-rasm). Har ikki g'altak tinch holatda bo'lsin. Galvanometr strelkasi nolni ko'rsatadi. Lekin ulardan birini vertikal o'q bo'ylab yuqoriga va pastga qarab harakat qildirsak, galvanometr strelkasi nol holatiga nisbatan siljiydi.



Keltirilgan tajribalarga yakun yasab shuni aytish mumkinki, galvonometr ulangan zanjirda hosil bo'lgan tok magnit maydon manbaining tabiatiga bog'liq emas. Zanjirda hosil bo'lgan tok galvonometrli g'altak o'ramlarini kesib o'tgan magnit oqimining o'zgarish tezligiga proporsional. Ta'sir orqali hosil bo'lgan bu tok, induksiya toki deb nom olgan. Tok tavushchi zarralarni yopiq kontur bo'ylab harakatga keltirgan kuch induksiya elektr yurituvchi kuch deb ataladi. Shu kuchning vujudga kelishi bilan bog'liq fizik jarayon elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi. Yuqorida tavsifi berilgan hodisa bitta berk konturni qamrab olgan magnit oqimining o'zgarishi qiymati shu magnit oqimi o'zgarish tezligi bilan aniqlanadigan induksiya EYUKni uyg'otadi. Bu xulosa Faradey-Maksvell qonuni deb ataladi va quyidagicha ta'riflanadi:

Konruda hosil bo'lgan induksiya elektr yurituvchi kuchi shu kontur bilan chegaralangan yuza orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimining o'zgarish tezligiga proporsional bo'lib, qarama-qarshi yo'nalgan, ya'ni:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} \quad (1)$$

(1) formula Faradey-Maksvell qonunini ifodalaydi. Ifodadagi “ – “ ishora induksion tokning yo‘nalishi bilan bog‘liqdir. Induksion tokning yo‘nalishini tajribalar asosida Lens aniqlandi. Bu qoida uning sharafiga Lens qoidasi deb yuritiladi. Bu qoidaga ko‘ra induksion tok shunday yo‘nalishda bo‘ladiki, uning xususiy magnit induksiya oqimi bu tokni yuzaga keltiruvchi magnit induksiya oqimining o‘zgarishiga to‘sqinlik qiladi.

Agar yopiq kontur bita emas, ketma-ket ulangan N ta bir xil cho‘lg‘amlardan tashkil topgan bo‘lsa, unda (1) formulani N kontur uchun umumlashtiramiz, ya’ni:

$$\varepsilon_i = -N \frac{d\Phi_m}{dt} \quad (2)$$

Shuni alohida qayd etish kerakki, yuqorida keltirilgan tajribalarda kontur yoki g‘altak induksiya tokini sezuvchi qayd qilgich vazifasini o‘tamoqda. Darhaqiqat, o‘zgaruvchan magnit maydon mavjud bo‘lgan fazoga bir biri bilan bog‘liq bo‘lmagan har xil radiusli konturlarni kiritsak, ularning har birida induksion tok o‘yg‘otganligini aniqlaymiz. Bundan xulosa shuki, o‘zgaruvchan magnit maydon mavjud bo‘lgan fazoda uyurmaviy elektr maydon vujudga keladi.

Uyurmaviy elektr maydonga yaxlit o‘tkazgich kiritaylik. O‘tkazgichdagi erkin elektronlar uyurmaviy elektr maydon yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda tartibli harakat qiladilar. O‘tkazgich tartibida esa elektr maydon bo‘ylab yo‘nalgan uyurmaviy yoki Fuko toki deb ataluvchi induksion tok uyg‘onadi. Yaxlit o‘tkazgichning qarshiligi kichik bo‘lganligidan, Fuko toki yetarli darajada katta bo‘ladi. O‘tkazgich qizib, unda Joul issiqligi ajraladi. 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.

Masalan, konturni (g'altakni) o'zgarmas tok manbaiga ulash yoki uzish vaqtida shu konturning o'zida o'zinduksiya hodisasi kuzatiladi. O'zgaruvchan tok manbaiga ulangan konturda ham o'zinduksiya sodir bo'ladi.

Konturdan o'tayotgan tok tufayli vujudga kelayotgan magnit oqimi tok kuchiga proporsional, ya'ni:

$$\Phi = LJ \quad (3)$$

bu yerda L - konturning induktivligi, u konturning shakli va o'lchamlari, hamda muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq kattalik. Kontur joylashgan muhitning magnit singdiruvchanligi o'zgarmasa, ayni konturning induktivligi ham o'zgarmas kattalik bo'ladi. SI da induktivlikning birligi genri (Gn) deb ataladi:

$$[L] = \left[\frac{\Phi}{J} \right] = \frac{1 \text{B}\delta}{1 \text{A}} = 1 \text{Gn}$$

Demak, 1Gn shunday elektr zanjirning induktivligini, bu zanjirdan 1A o'zgarmas tok o'tganida vujudga keladigan magnit oqimi 1Vb bo'ladi.

Misol tariqasida, uzunligi ℓ , o'ramlar soni N bo'lgan solenoidning induktivligini hisoblaylik. Agar solenoid yetarlicha uzun bo'lsa, uning ichidagi magnit maydon induksiyasi quyidagiga teng, ya'ni:

$$B = \mu_0 \mu J \frac{N}{l} \quad (4)$$

Solenoidning har bir o'rami orqali o'tayotgan magnit oqim $\varphi = B \cdot S$ bo'lganligi uchun solenoidning barcha N o'rama orqali o'tuvchi to'la oqim quyidagiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\Phi_c = N\Phi = N\mu_0 \mu J \frac{N}{l} S \quad (5)$$

yoki

$$\Phi_c = \mu_0 \mu \frac{N^2}{l} * SJ \quad (6)$$

Bu ifodani (3) bilan taqqoslash natijasida solenoidning induktivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l} S = \mu \mu_0 n^2 v \quad (7)$$

bu yerda $n = \frac{N}{l} *$

O‘zinduksiya elektr yurituvchi kuchining formulasini hosil qilish uchun, Faradey-Maksvell qonuniga asosan, (3) dan vaqt bo‘yicha hosila olish kerak, ya’ni:

$$\varepsilon_{si} = - \frac{d}{dt} (LJ) \quad (8)$$

Agar konturning induktivligi o‘zgarmas bo‘lsa, ya’ni $L = const$ u paytda o‘zinduksiya eyuk quyidagi formula bilan ifodalanadi, ya’ni:

$$\varepsilon_{si} = -L \frac{dJ}{dt} \quad (9)$$

Agar ikkita kontur yonma-yon qo‘yilgan bo‘lsa va birinchi konturdagi tok o‘zgarsa, qo‘shni konturda tok induksiyalanadi va aksincha. Bu hodisaga o‘zaro induksiya hodisasi deyiladi.

Birinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dJ_1 ga o‘zgaruvi ikkinchi kontur yuzini kesib o‘tayotgan magnit oqimni o‘zgartiradi, ya’ni:

$$d\Phi_{21} = L_{21} * dJ_1 \quad (10)$$

Bu esa o‘z navbatida ikkinchi konturda induksiya elektr yurituvchi kuchini vujudga keltiradi, ya’ni:

$$\varepsilon_2 = - \frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dJ_1}{dt} \quad (11)$$

Xudi shuningdek, ikkinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_2 ga o‘zgarishi tufayli birinchi kontur yuzini kesib o‘tayotgan magnit oqim

$$d\Phi_{12} = L_{12} dJ_2 \quad (12)$$

ga o‘zgaradi. Natijada birinchi konturda

$$\varepsilon_1 = -\frac{d\Phi_{12}}{dt} = -L_{12} \frac{dJ_2}{dt} \quad (12)$$

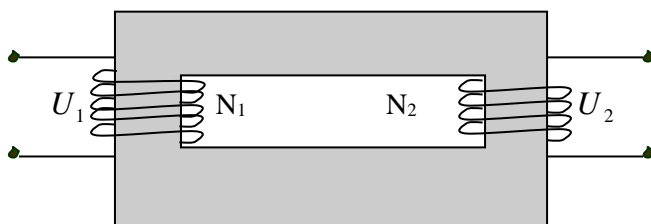
induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga keladi.

Mazkur hodisa, ya'ni konturlardan biri orqali o'tayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida ikkinchi konturda induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelishi o'zaro induksiya deb, L_{12} va L_{21} lar konturlarning o'zaro induktivligi deb ataladi ($L_{12} = L_{21}$) Konturning o'zaro induktivligi konturlarning geometrik shakli, o'lchamlari va ularning bir-biriga nisbatan vaziyatiga, hamda konturlarni o'rab turgan muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Elektrotexnikaning eng asosiy elementlaridan biri bo'lgan transformatorning ishlash prinsipi o'zinduksiya hodisasiga asoslangan. Yagona o'zakka bir-biri bilan bog'lanmagan ikki va undan ortiq cho'lg'amlar kiritilgan elektr zanjirga transformator deyiladi.

Transformator deb, o'zinduksiyaga asoslangan, o'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgartirib bera oladigan va uzoq masofalarga elektr energiyani uzatiladigan qurilmaga aytiladi.

Ikki cho'lg'amli transformatorning ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz. Eng soda, ya'ni ikki cho'lg'amli, transformatorning prinsipial sxemasi 4-rasmda tasvirlangan.



4-rasm

Birlamchi cho'lg'amning uchlari (kuchlanish kirishi) ta'minlovchi o'zgaruvchi tarmoqqa, ikkilamchi cho'lg'am uchlari (chiqishi) elektr energiya iste'molchilariga ulanadi. Ikkilamchi cho'lg'amda paydo bo'ladigan o'zinduksiya EYUK undagi o'ramlar soniga proporsional bo'lgani uchun o'ramlar sonini o'zgartirib, transformatorning chiqishidagi kuchlanish U_2 ni chegarada o'zgartirish mumkin.

Endi kirish kuchlanishi U_1 va chiqish kuchlanishi U_2 o‘zaro qanday bog‘langanini qarab chiqaylik.

Birlamchi cho‘lg‘am o‘zgaruvchan tok manbaiga ulanadi. Bu cho‘lg‘am hosil qilgan o‘zgaruvchan magnit oqim o‘zak orqali har ikki cho‘lg‘amni kesib o‘tadi. Birinchi cho‘lg‘amda induksiya hodisasi kuzatilsa, ikkinchi cho‘lg‘amda o‘zaro induksiya hodisasi sodir bo‘ladi. Binobarin, birinchi cho‘lg‘amning o‘zinduksiya EYUK manbaning kuchlanishiga teng, ya’ni $\varepsilon_1 = U_1$. Ikkinchi cho‘lg‘amda o‘zaroinduksiya EYUK iste’molchiga uzatiladigan kuchlanish bilan o‘lchanadi, ya’ni: $\varepsilon_2 = U_2$. Birinchi cho‘lg‘amdagi o‘ramlar soni N_1 ikkinchi cho‘lg‘amdagi o‘ramlar soni N_2 bo‘lsin. Elektromagnit induksiya hodisasining tenglamasiga ko‘ra,

$$U_1 = -N_1 \frac{d\Phi_m}{dt} \quad (13)$$

$$U_2 = -N_2 \frac{d\Phi_m}{dt} \quad (14)$$

(13), (14) formulalar yordamida aniqlanadi. 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:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K \quad (15)$$

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:

$$J_1 U_1 = J_2 U_2 \quad (16)$$

yoki

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{J_1}{J_2} \quad (17)$$

U paytda (15) ni quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$K = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{J_1}{J_2} \quad (18)$$

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 $\frac{J_1}{J_2} > 1$ bo‘lib, bunday

transformatorlarga pasaytiruvchi yoki tok transformatori deyiladi.

Transformatorning ishlash jarayonida energiyaning saqlanish qonuni buzilmaydi. Odatda cho‘lg‘amlarning OM qarshiligi e‘tiborga olmas darajada kichik qilib olinadi. Ulardan ajralgan Joul issiqligi ham nihoyatda kichik bo‘ladi. Shu boisdan har ikki cho‘lg‘amning quvvatlari o‘zgarmasdir, ya’ni:

$$J_1 U_1 = J_2 U_2 = \text{const} \quad (19)$$

Bundan xulosa shuki, kuchaytiruvchi transformatorning ikkinchi cho‘lg‘amida oqayotgan tok kuchi shu cho‘lg‘amdagi kuchlanishning oshishiga mos ravishda kamayadi. Pasaytiruvchi transformatorida ikkinchi cho‘lg‘amdagi kuchlanish kamayib, undan oqayotgan tok kuchi oshadi.

Transformatorida o‘zgaruvchi magnit oqimi nafaqat cho‘lg‘amlarni, balki bu cho‘lg‘amlar o‘rnatilgan o‘zakni ham kesib o‘tadi. O‘zakda esa induksion tabiatiga ega bo‘lgan Fuko toki yuzaga keladi. Agar o‘zak yaxlit o‘tkazgichdan tayyorlangan bo‘lsa, Fuko toki katta qiymatga erishib, o‘zakdan katta miqdorda Joul issiqligi ajralishi va o‘zakni qizdirishi mumkin. Transformatorning qizishini kamaytirish maqsadida o‘zak yaxlit holda emas, balki bir-biridan izolyatsiyalangan plastinkalardan yig‘iladi. Bunda Fuko tokining hosil bo‘lishi keskin kamayadi.

Fazoning biror qismida mavjud bo‘lgan magnit maydon energiyasini hisoblashdan oldin tok magnit maydonning energiyasini hisoblab chiqaylik. Tokli o‘tkazgich magnit maydonga kiritilsa, magnit maydon unga ta’sir ko‘rsatadi. Tokli o‘tkazgichni magnit maydonda ko‘chirishda bajarilgan ish quyidagi ifoda bilan aniqlanadi, ya’ni:

$$dA = I * d\Phi_m \quad (20)$$

Bunda dA -elementar ish, tok manbaining energiyasi hisobiga bajariladi; $d\Phi_m$ - tokli o'tkazgichning harakatga kelishidan hosil bo'lgan magnet oqimining o'zgarishi.

Magnet maydon energiyasi elementar ishga teng, ya'ni:

$$dW_m = Jd\Phi_m \quad (21)$$

Magnet maydon oqimini nafaqat tokli konturni harakatga keltirish, balki zanjirdan oqayotgan tokni o'zgartirish orqali ham o'zgartirish mumkin. Tokning o'zgarishiga mos bo'lgan magnet oqimining o'zgarishi:

$$d\Phi_m = LdJ \quad (22)$$

Ushbu ifodani (21) formulaga qo'ysak, tok o'zgarishiga mos bo'lgan magnet maydonning energiya o'zgarishini aniqlaymiz, ya'ni:

$$dW_m = LJdJ \quad (23)$$

Induktivligi L bo'lgan kontur kalit yordamida zanjirga ulansin. Bunda tokning qiymati O dan J gacha o'zgaradi. Zanjirda esa induksiya EYUK hosil bo'ladi. Bu EYUK da to'plangan magnet maydon energiyasini aniqlash maqsadida yuqoridagi, ya'ni (23) formulani shu chegerada integrallaymiz.

$$W_m = L \int_0^J JdJ = \frac{LJ^2}{2} \quad (24)$$

Demak, tok uyg'otgan magnet maydonning energiyasi uchun formulani hosil qildik, ya'ni (24) formulani.

(24) formulada ishtirok etgan induktivlik tok magnet maydonining energiyasini to'plovchi yoki jamlovchi bir qurilma vazifasini o'tamoqda. Bu xususiyati bilan induktivlik elektr energiyasini jamlovchi kondensatorga o'xshashdir.

Endi fazoning ixtiyoriy qismida mavjud bo'lgan magnet maydon energiyasini hisoblab chiqaylik. Bu masalani hal etish uchun induktivligi L bo'lgan solenoidni olamiz. Bu solenoidga magnet singdiruvchanligi

μ bo'lgan ferromagnetik o'zak joylashtiraylik. U holda solenoidni induktivligi quyidagiga teng:

$$L = \mu_0 \mu n^2 V \quad (25)$$

Solenoidni tok manbaiga ulasak, solenoidning V hajmida magnit maydon energiyasi hosil bo'ladi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$W_m = \frac{LJ^2}{2} = \frac{1}{2} \mu \mu_0 n^2 J^2 V \quad (26)$$

Bir birlik hajmda to'plangan magnit maydon energiyasini aniqlash uchun yuqoridagi formulani V hajmga bo'lamiz:

$$\omega_m = \frac{W_m}{V} = \frac{1}{2} \mu \mu_0 n^2 J^2 \quad (27)$$

(27) ifoda magnit maydon energiyasining zichligini formulasi deyiladi. Energiyaning zichligini magnit maydon kuchlanganligi va magnit maydon induksiyasi orqali ifodalash mumkin. (27) formulada:

$$H = nJ \quad (28)$$

$$B = \mu \mu_0 nJ \quad (29)$$

(28) va (29) formulalarni e'tiborga olsak, magnit maydon energiyasi zichligini quyidagi formulalar orqali aniqlash mumkin:

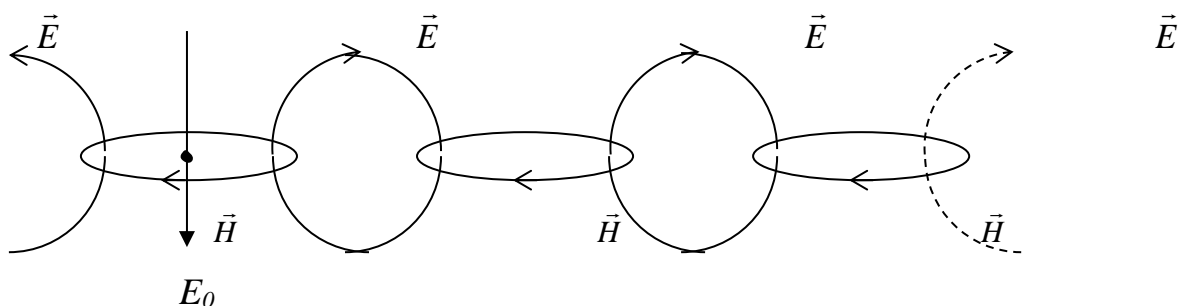
$$\omega_m \frac{1}{2} BH = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu \mu_0} = \frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2 \quad (30)$$

Keltirilgan ifodalardan ma'lumki, magnit maydon energiyasining zichligi magnit maydon manbaining tabiatiga va shakliga bog'liq emas. Bu energiya magnit maydon mavjud bo'lgan fazoda to'plangan va ma'lum sharoitda boshqa turdagi energiyaga aylanadi, masalan, elektr energiyasiga.

24. Elektromagnit maydon uchun Maksvel nazariyasining asoslari.

Maksvell elektromagnit maydon nazariyasini ishlab chiqdi, bu nazariyaga muvofiq, o'zgaruvchan elektr maydoni o'zgaruvchan magnit maydonini, o'zgaruvchan magnit maydoni esa, o'zgaruvchan elektr maydonini vujudga keltiradi. Bu ikkilamchi o'zgaruvchan maydonlar uyurma harakterida bo'ladi:

vujudga keltirayotgan maydonning kuch chiziqlari vujudga kelayotgan maydonning kuch chiziqlari bilan konsentrik o‘rab olingan. Natijada o‘zaro o‘ralgan elektr va magnit maydonlar sistemasi hosil bo‘ladi (1-rasm).



1-rasm.

Rasmda E_0 to‘g‘ri chiziq birlamchi o‘zgaruvchan elektr maydonini, H gorizontaal aylanalar ikkilamchi o‘zgaruvchan magnit madoynini, vertikal E aylanalar esa – ikkilamchi o‘zgaruvchan elektr maydonini tasvirlaydi. O‘zgarmas elektr va magnit maydonlar yagona elektromagnit maydonning xususiy holatidir.

Dastlab zaryadlar va toklar bilan bog‘langan o‘zgaruvchan elektr va magnit maydonlar so‘ngra zaryadlar va toklardan mustaqil holda mavjud bo‘lishi va bir-birini hosil qilib fazoda qo‘yidagi tezlik bilan harakatlanishi mumkin:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon \mu_0 \mu}} \quad (1)$$

(1) formulaga ϵ_0 va μ_0 larning son qiymatlari va o‘lchamlarini qo‘ysak, u paytda:

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu \cdot c}} \frac{M}{c} \quad (2)$$

bu yerda ϵ va μ – muhitning nisbiy dielektrik va magnit singdiruvchanliklari.

(2) formulaga muvofiq, vakuumda ($\epsilon=1$, $\mu=1$) elektromagnit maydonlar $v=3 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$ tezlik bilan tarqaladi.

Fazoda harakatlanib elektromagnit maydon o‘ziga tegishli elektro-magnit energiyani olib o‘tadi. Elektromagnit energiya oqimining zichligi ρ , ya’ni ko‘chish yo‘nalishiga perpendikulyar yuza birligidan vaqt birligida olib o‘tilgan energiya qo‘yidagi munosabat bilan ifodalanadi:

$$\rho = \omega_{\text{эм}} \cdot V \quad (3)$$

bu yerda $\omega_{\text{эм}}$ – elektromagnit maydoni energiyasining zichligi va u quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\omega_{\text{эм}} = \omega_{\text{э}} + \omega_{\text{м}} = \frac{1}{2}(\varepsilon_0 \varepsilon E^2 + \mu_0 \mu H^2) \quad (4)$$

Elektromagnit energiya oqimi o‘z yo‘lidagi to‘siqqa bosim bilan ta’sir qiladi. Bu bosim oqim zichligiga proporsional bo‘lib, qo‘yidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P = (1 + X) \cdot \omega_{\text{эм}} \quad (5)$$

bu yerda X – qaytarish koeffitsiyenti.

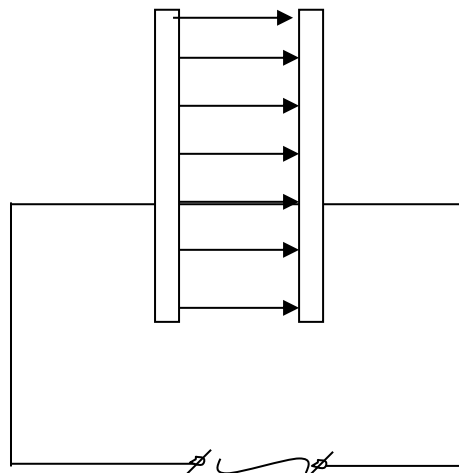
Agar to‘siq elektromagnit energiyasini to‘la qaytarsa, ya’ni $X=1$, u holda:

$$P = 2\omega_{\text{эм}} \quad (6)$$

Agar to‘siq uni to‘la yutsa, ya’ni $X=0$, u holda:

$$P = \omega_{\text{эм}} \quad (7)$$

Maksvell siljish toki tushunchasini kiritdi. Faraz qilaylik, yassi kondensator qoplamalariga o‘zgaruvchan e.yu.k. berligan bo‘lsin (2-rasm). U holda tok keltiruvchi simlarda elektronlarning harakatidan yuzaga kelgan o‘tkazuvchanlik toki oqadi, ya’ni:



2-rasm.

$$j_y - \frac{q}{S} = \frac{d}{dt} \left(\frac{q}{S} \right) = \delta \quad (8)$$

bu yerda S – qoplamaning yuzasi;

q – qoplamada taqsimlangan zrayad;

δ - zaryadning sirt zichligi.

Maksvell tashqi zanjirida oquvchi o'tkazuvchanlik toki kondensator ichida alohida tok-siljish toki bilan tutashadi deb faraz qildi. Siljish toki elektr maydon kuchlanganligining o'zgarish tezligiga proporsional va tashqi zanjirdagi o'tkazuvchanlik tokiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$J_c = \dot{D} \quad (9)$$

Vakuumdagi siljish toki elektr zaryadlarning siljishidan iborat bo'lmaydi, shuning uchun bu tok joul issiqligi ajratmaydi.

Shunday qilib, Maksvell nazariyasiga asosan, o'zgaruvchan elektr maydoni qamrab olgan fazoda siljish toki vujudga keladi. Berk bo'lmagan konturlarda mavjud bo'lgan o'zgaruvchan o'tkazuvchanlik toki hamma vaqt siljish toklari bilan berkiladi.

Siljish tokining kashf qilinishi Maksvellga elektr va magnit hodisalarining yagona nazariyasini yaratish imkonini beradi. Maksvell nazariyasining asosiy natijasi yorug'lik tezligida tarqaluvchi elektro-magnit to'lqinlar mavjudligining isbot qilinishi edi. Bu to'lqinlarning xossalarini nazariy tekshirish Maksvellni yorug'likning elektromagnit nazariyasini yaratishga olib keladi.

Nazariyaning asosini Maksvell tenglamalari tashkil qiladi. Mexani-kada Nyuton qonunlari, termodinamikada asosiy qonunlar qanday ahamiyatga ega bo'lsalar, elektromagnetizmni o'rganishda Maksvell tenglama-lari ham xuddi shunday ahamiyatga ega.

Maksvell tenglamalarining birinchi jufti quyidagicha bo'ladi:

$$\oint E_e d\ell = \int_S \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)_n dS \quad (10)$$

$$\oint_S B_n dS = 0 \quad (11)$$

Bu tenglamalarning birinchisi E ning qiymatlarini B vektorning vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan bog'laydi va elektromagnit induksiya qonunini ifodalaydi. Ikkinchi tenglama B vektorning kuch chiziqlari berk ekanligini aks ettiradi.

Maksvell tenglamalarining ikkinchi juftini quyidagi tenglamalar tashkil qiladi:

$$\oint H_e d\ell = \int_S j_n dS + \int_S \left(\frac{\partial D}{\partial t} \right)_n dS \quad (12)$$

$$\oint D_n dS = \int_V \rho dV \quad (13)$$

bu yerda j – o‘tkazuvchanlik tokining zichligi.

Birinchi tenglama o‘tkazuvchanlik toki bilan siljish toki va ular yuzaga keltirgan magnit maydoni orasidagi bog‘lanishni aniqlaydi. Ikkinchi tenglama D vektorining kuch chiziqlari zaryaddan boshlanib, zaryada tugashi mumkin ekanligini ko‘rsatadi.

(10)-(13) tenglamalar Maksvellning integral shakldagi tenglamalaridir. Ular E yoki B ning biror kontur bo‘icha olingan qiymatlari bilan B mos holda D ning sirtning konturga tegib turgan nuqtadagi qiymatlari orasidagi bog‘lanishni beradi. Vektorlar analizi teoremlaridan foydalanib integral shakldagi tenglamalaridan differensial shakldagi tenglamalarga o‘tish mumkin. Differensial shakldagi tenglamalar biror nuqtadagi E yoki B ning qiymati bilan fazoning shu nuqtasidagi B mos holda D ning qiymati orasidagi bog‘lanishni beradi.

(10) formulaning chap tomoni uchun Stoks teoremasini qo‘llaymiz. U holda (10) tenglama quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\int_S (\text{rot}E)_n dS = - \int_S \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)_n dS \quad (14)$$

Har ikkala integral ham bitta sirt bo‘yicha olinmoqda. Shuning uchun olingan tenglikni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\int_S \left(\text{rot}E + \frac{\partial B}{\partial t} \right)_n dS = 0 \quad (15)$$

Shunday qilib, fazoning har bir nuqtasida

$$\text{rot}E = - \frac{\partial B}{\partial t} \quad (16)$$

tenglik bajariladi.

(12) formulaga Stoks teoremasini qo‘llab, quyidagini topamiz:

$$\operatorname{rot}H = j + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (17)$$

(13) formulaning chap qismiga Ostrogradskiy-Gauss teoremasini qo‘llaymiz. Natijada quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\int_V \operatorname{div}D \cdot dV = \int_V \rho dV \quad (18)$$

Integral olinadigan hajm ixtiyoriy tanlangan bo‘lsa, yuqoridagi munosabat har ikkala qismdagi integral ostidagi ifodalar fazoning har bir nuqtasida birday qiymatga ega bo‘lgan holdagina bajariladi, ya’ni:

$$\operatorname{div}D = \rho \quad (19)$$

Ostrogradskiy-Gauss teoremasini (11) formulaga qo‘llasak, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\operatorname{div}B = 0 \quad (20)$$

Shunday qilib, Maksvell tenglamalari differensial shaklda quyidagicha yoziladi:

$$\operatorname{rot}B = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (21)$$

$$\operatorname{div}B = 0 \quad (22)$$

(21), (22) tenglamalarning birinchi jufti.

$$\operatorname{rot}H = j + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (23)$$

$$\operatorname{div}D = \rho \quad (24)$$

Bu tenglamalarni yechishda ularni tashkil qilgan kattaliklar orasida mavjud bo‘lgan quyidagi munosabatlardan ifodalanadi:

$$D = \varepsilon\varepsilon_0 E \quad (25)$$

$$B = \mu\mu_0 H \quad (26)$$

$$j = \delta E \quad (27)$$

(10)-(13) yoki (21)-(24) shaklda berilgan Maksvellning fundamental tenglamalari elektromagnit maydonni to‘liq tenglamalar sistemasini tashkil qilmaydi. Bu tenglamalarga muhitni xos xususiyatlarini harakter-laydigan kattaliklarini qo‘shish kerak. Muhitni xos xususiyatlarini harakterlaydigan

kattaliklarini bog‘lanishlari moddiy tenglamalar deyiladi. Moddiy tenglamalar quyidagiga teng:

$$D = \varepsilon\varepsilon_0 E \quad (25)$$

$$B = \mu\mu_0 H \quad (26)$$

$$j = \delta E \quad (27)$$

bu yerda ε , μ , δ - muhitning elektromagnit xususiyatlarini harakterlaydigan kattaliklar.

Yettita tenglamalar, ya’ni (21)-(27) ning jami tinch holatdagi muhit elektrodinamikasining asosini tashkil qiladi.

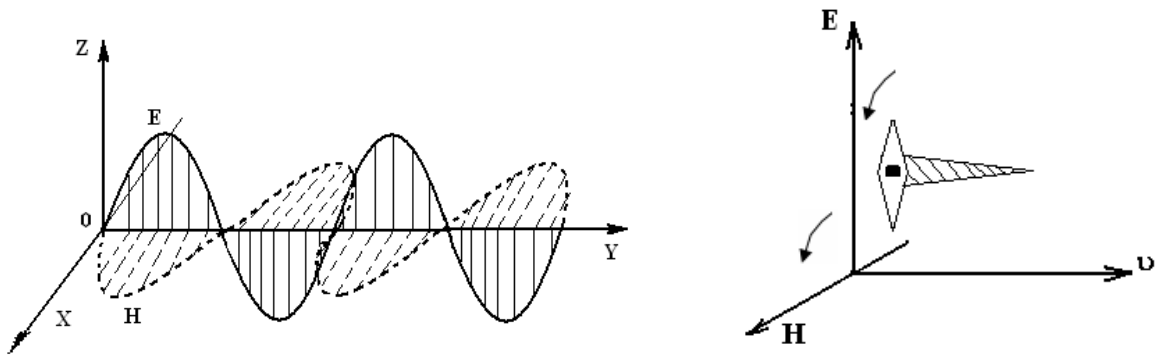
25. Elektromagnit to‘lqinlar va ularning xossalari.

Reja:

- 1. Elektromagnit to‘lqinlar haqida tushuncha.*
- 2. To‘lqinlarning tezligi va to‘lqinlarning uzunligi.*
- 3. Elektromagnit to‘lqinlarning tarqatish va qabul qilish.*
- 4. Elektromagnit to‘lqinlarni kompyuter texnikasi bilan bog‘liqligi. Uyali telefonlar.*

1. Elektromagnit to‘lqinlar. Elektromagnit maydonning davriy ravishda o‘zgarib turib tarqalishi elektromagnit to‘lqin deyiladi. 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. Bo‘shliqda ikkala vektorning tebranish amplitudalari miqdor jihatdan bir – biriga teng bo‘ladi; ikkala vektor bir xil fazada tebranadi.

To‘lqin tarqalayotgan yo‘nalishni parma qoidasidan foydalanib topish mumkin: agar parmaning dastasini E vektordan H vektorga qarab burasak, u holda parmaning ilgarilanma harakati yo‘nalishi to‘lqin tarqalayotgan yo‘nalishni ko‘rsatadi.



Elektromagnit to'liqin bilan birgalikda elektromagnit maydonni xarakterlovchi yana bir fizik kattalik – energiya ham tarqaladi. Birlik hajmdagi elektromagnit maydon energiyasi zichligi quyidagi munosabat yordamida aniqlanadi:

$$W = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu} E \cdot H$$

Elektromagnit to'liqlarning xossalari. Elektromagnit to'liqlar ko'ndalang to'liqlar ekanligini ta'kidlab o'tdik. Ular vakuumda, yorug'likning vakuumdagi tezligiga teng $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ tezlik bilan harakatalanadi. Elektromagnit to'liqlarning tezligi, to'liqin uzunligi muhitining xususiyatlariga bog'liq. Elektromagnit to'liqinning chastotasi esa barcha muhitlar uchun bir xil kattalikdir. Shuningdek, yorug'lik to'liqlari kabi to'siqdan qaytadi, muhitlar chegarasida sinadi, interferensiyasiga kirishadi. Boshqacha qilib aytganda, elektromagnit to'liqlarning barcha xossalari yorug'likning xossalariga o'xshab ketadi. Demak, bundan shunday xulosa kelib chiqadiki: yorug'lik nuri elektromagnit to'liqlardan iboratdir. Keyingi tajribalar shuni ko'rsatadiki, faqat yorug'lik nuri emas, balki unfaqizil, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlari ham elektromagnit tabiatga egadir.

2. To'liqlarning tezligi. Elektromagnit maydon energiyasi zichligini elektromagnit to'liqin tezligi $v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\mu \epsilon}}$ ga ko'paytirsak, birlik vaqtda birlik yuza orqali ko'chirilayotgan energiyani, ya'ni, energiya oqimining zichligini xarakterlovchi kattalikni vektor ko'rinishida topish mumkin bo'ladi:

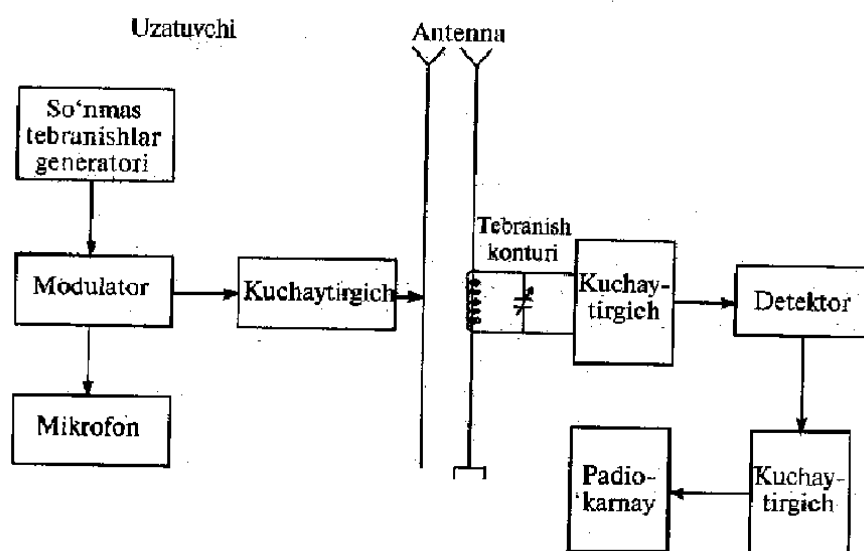
$$\vec{S} = [\vec{E} \vec{H}]$$

E va H lar o'zaro perpendikulyar bo'lganligi sababli, ularning vektor ko'paytmasi elektromagnit to'lqinning tarqalish yo'nalishidagi S vektordir va u *Umov – Poynting* vektori deb ataladi.

Maksvell nazariyasiga ko'ra, elektromagnit to'lqinlarning muhitda tarqalish tezligi shu muhitning elektr va magnit xususiyatlariga bog'liq bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\mu \epsilon}}$$

Bundan kelib chiqadiki, to'lqinning muhitda tarqalish tezligi vakuumdagidan $\sqrt{\mu \epsilon}$ marta kichik.



To'lqinlarning uzunligi.

Elektromagnit to'lqinning bir tebranish davriga teng vaqt davomidagi ko'chish masofasi to'lqin uzunligi deyiladi. Agar v –

elektromagnit to'lqinlarning bir jinsli muhitida tarqalish tezligi, T – uning davri, ν – chastotasi, λ – to'lqin uzunligi bo'lsa, unda $\lambda = \nu T$ yoki $\lambda = \nu / \nu_0$ vakuum uchun esa $\lambda_0 = cT$ yoki $\lambda_0 = c / \nu$ bo'ladi.

To'lqinning tarqalish tezligi muhitni xarakterlovchi kattaliklar ϵ va μ larga bo'liq bo'lganligi uchun ham, bir muhitdan ikkinchiga o'tganda v va λ o'zgaradi, to'lqin chastotasi esa o'zgarmay qoladi. Agar to'lqin vakuumdan dielektrik ϵ va magnit μ kirituvchanlikli muhitga o'tsa, uning to'lqin uzunligi kamayadi.

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

Bu erda λ_0 – vakuumda to'lqin uzunligi.

3. Elektromagnit to'liqlarni tarqatish va qabul qilish. Zamanoviy radiouzatgich va radiopriyomnikning ish sxemasi 3-rasmda keltirilgan.

So'nmas tebranishlar generatori yuqori chastotali tebranishlarni hosil qiladi. Ayni paytda tovush tebanishlari mikrofon yordamida elektr tebranishlariga aylanadi. Har ikkala tebranish ham modulatorga uzatiladi. Modulatorda amplituda yoki chastotaning modulatsiyasi amalga oshadi. Gapni va musiqani uzatish modulatsiya tovush chastotalari $(10 \div 13) \cdot 10^3$ Hz

Amalga oshiriladi. Modulatsiyalangan tebranishlar kuchaytirilib, elektromagnit to'liqlarni efirga tarqatuvchi ochiq tebranish konturi bo'lgan antennaga uzatiladi.

Qabul qiluvchining antenasiga yetib kelgan elektromagnit to'liqlar tebranish konturida elektromagnit tebranishlarni vujudga keltiradi. So'ngra bu tebranishlar kuchaytiriladi va detektorlanadi. Ajratilgan past chastotali tebranishlar yana kuchaytirilib, radiokarnayga uzatiladi.

4. Elektromagnit to'liqlarni kompyuter texnikasi bilan bog'liqligi. Uyali telefonlar. Kompyuter texnologiyasi sohasidagi yutuqlarni aloqa sohasidagi yutuqlar bilan bog'lash yangi elektron pochta va internet aloqa sistemalarining vujudga kelishiga olib keldi. Hozirgi paytda juda ko'p ma'lumotlar va hujjatlar kompyuterlar orqali modemlar vositasida uzatiladi yoki qabul qilinadi. Internet esa o'z navbatida ham butun jahon ma'lumot tarqatish, ham odamlarning komp'yuterlar yordamida muloqot va aloqa vositasiga aylanib qoldi.

1991-yilda O'zbekiston va AQSH ning "Interneyshnl – kommunikeyshn grupp" firmasi bilan tashkil etilgan "Uzdunrobita" qo'shma korxonasi 1995 - yilgacha Toshkent, Samarqand, Urganch, Qarshi Andijon, Buxoro shaharlarida xalqaro va shahar, shaharlararo telefon stansiyalarini ishga tushirdi. 1997-yildan boshlab bunday aloqa vositasi bilan xizmat ko'rsatadigan aloqalar ko'paydi.

26. Yung klassik tajribasi. Frenel ko'zgulari. Frenel biprizmasi

Ko'pchilik, momaqaldiraq paytida chaqmoq bilan momaqaldiraq sadosi o'rtasida kechikish borligiga e'tibor qaratdi. Chaqmoq, qoida tariqasida, bizga tezroq

yetib boradi. Bu shuni anglatadiki, u tovushdan yuqori tezlikka ega. Buning sababi nimada? Yorug'lik tezligi nima va u qanday o'lchanadi?

Ilk olimlar bu qiymatni o'lchashga harakat qilishdi. Turli xil usullar ishlatilgan. Antik davrda ilm-fan odamlari uni cheksiz deb hisoblashgan, shuning uchun uni o'lchash mumkin emas. Bu fikr uzoq vaqt, 16-17 asrga qadar saqlanib qoldi. O'sha kunlarda boshqa olimlar paydo bo'lishdi, ular nurning oxiri borligini va bu tezlikni o'lchash mumkinligini aytishdi.

Daniyalik taniqli astronom Olaf Ryomer yorug'lik tezligi haqidagi bilimlarni yangi darajaga olib chiqdi. U Yupiterning oy tutilishi kech bo'lganini payqadi. Ilgari, hech kim bunga e'tibor bermadi. Shunday qilib, u tezlikni hisoblashga qaror qildi.

Yorug'lik tezligi - yorug'lik vaqt birligiga ketadigan masofa. Ushbu qiymat yorug'likning qaysi moddada tarqalishiga bog'liq.

Vakuumda yorug'lik tezligi $299\,792\,458\text{ m/s}$ ni tashkil qiladi. Bu erishish mumkin bo'lgan eng yuqori tezlik. Maxsus aniqlikni talab qilmaydigan muammolarni hal qilishda bu qiymat $300\,000\,000\text{ m/s}$ ga teng bo'ladi. Vakuumda yorug'lik tezligida elektromagnit nurlanishning barcha turlari tarqaladi: radio to'lqinlar, infraqizil nurlanish, ko'rinadigan yorug'lik, ultrabinafsha nurlanish, rentgen nurlari, gamma nurlanish.

Yorug'lik tezligining aniqlash usullari

Qadimgi davrlarda olimlar yorug'lik tezligi cheksizdir deb ishonishgan. Keyincha ilmiy jamoalarda ushbu masala bo'yicha muhokamalar boshlandi. Kepler, Dekart va Fermat qadimgi olimlarning fikri bilan rozi. Ammo Galiley va Xuk, yorug'lik tezligi juda yuqori bo'lishiga qaramay, u hali ham cheklangan qiymatga ega ekanligiga ishonishdi.

Yorug'lik tezligini o'lchashga birinchilardan bo'lib Italyan olimi Galileo Galiley murojaat qildi. Tajriba paytida u va uning yordamchisi turli tepaliklarda bo'lishgan. Galiley lampani ochdi. O'sha paytda, yordamchi bu chiroqni ko'rganida, u o'zining chiroqchasi bilan xuddi shunday harakatlarni bajarishi kerak edi. Yorug'lik Galileydan yordamchiga va aksincha, uning yoniga o'tgan vaqt

shunchalik qisqa bo'lganki, Galiley yorug'lik tezligi juda yuqori ekanligini anglab yetdi va uni shu qadar qisqa masofada o'lchash mumkin emas, chunki yorug'lik deyarli bir zunda yuradi. Va u yozgan vaqt faqat odamning reaksiyasini ko'rsatadi.

Ilk bor yorug'lik tezligini 1676 -yilda daniyalik astronom Olaf Ryomer astronomik masofalardan foydalanib aniqlagan. Teleskop yordamida Yupiterning sun'iy yo'ldoshi tutilishini kuzatib, u Yer Yupiterdan uzoqlashganda, har bir tutilish hisoblanganidan keyinroq sodir bo'lishini aniqladi. Yer Quyoshdan narigi tomonga siljib, Yupiterdan Yer orbitasining diametriga teng masofada uzoqlashganda maksimal kechikish 22 soatni tashkil qiladi. O'sha paytda Yerning aniq diametri ma'lum emas edi, ammo olim uning taxminiy qiymatini 22 soatga ajratdi va soatiga taxminan 220.000 km qiymatga ega bo'ldi.

Hozirgi Yer orbitasining diametri 299 200 000 km ekanligi, yorug'lik bu masofani 16 min 37 s da bosib o'tishi ma'lum. Bu holda yorug'lik tezligining $3 \cdot 10^8$ m/s ga teng bo'lgan aniq qiymati kelib chiqadi.

Garchi yorug'lik tezligining Ryomer aniqlagan qiymati hozirgi zamondagi aniq qiymatidan katta farq qilsa-da, bu natija o'sha davrda juda katta yangilik edi. Ryomer bu bilan, birinchidan, yorug'lik cheklangan tezlikka ega ekanligini tajribada isbotladi. Ikkinchidan, yorug'lik tezligi nihoyatda katta ekanligini aniqladi.

Yorug'lik interferensiyasi. Interferometrlar

Yorug'lik nurlarining monoxromatikligi va kogerentligi. Yorug'lik interferensiyasini kuzatish usullari. Ikki manba beradigan interferension manzarani hisoblash. O'zgarmas chastotali (to'lqin uzunlikli) va o'zgarmas amplitudali to'lqin monoxromatik to'lqin deb ataladi. Ikki yoki undan ortiq to'lqinlarning tebranish chastotasi bir xil va faza farqlari doimiy bo'lsa, bunday to'lqinlar kogerent to'lqinlar deb ataladi. Yorug'lik to'lqinini tavsiflash uchun garmonik tebranishlarning $x = A \cos(\omega t + j)$ ko'rinishdagi teglamosidan foydalanamiz. Bu yerda x -deganda E, H tushiniladi. Aytaylik, ikki monoxromatik kogerent $x_1 = A_1 \cos(\omega t + j_1)$ va $x_2 = A_2 \cos(\omega t + j_2)$ to'lqinlar bir birining ustiga tushsin. Natijaviy tebranish amplitudasi

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(j_2 - j_1).$$

To'lqinlar kogerent bo'lganligi uchun $I \sim A^2$ va

$$I=I_1+I_2+2\sqrt{I_1I_2} \cos(j_2 - j_1).$$

Fazoning $\cos(j_2 - j_1) > 0$ shart bajariladigan nuqtalarida $I > I_1+I_2$ bo'ladi. $\cos(j_2 - j_1) < 0$ bo'lgan nuqtalarda $I < I_1+I_2$. Shunday qilib, 2 (yoki bir nechta) kogerent yorug'lik to'lqinlari ustma-ust tushganda, fazoda yorug'lik oqimlarining qayta taqsimlanishi ro'y beradi va natijada intensivlikning bir joyda maksimumi boshqa joyda minimumi kuzatiladi. Bu hodisa yorug'lik interferensiyasi deb ataladi.

Kogerent bo'lmagan to'lqinlar uchun $j_2 - j_1$ uzluksiz o'zgarib turadi va shuning uchun $\cos(j_2 - j_1)$ ning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati nolga teng va natijaviy to'lqinning intensivligi hamma yerda bir xil bo'ladi va $I_1=I_2$ bo'lganda $I=I_1$ bo'ladi (kogerent to'lqinlar uchun bu holda maksimumda $I=4 I_1$, minimumlarda $I=0$).

Kogerent yorug'lik to'lqinlari olish uchun 1 ta manba nurlantirayotgan to'lqinni 2 ga bo'lish usuli ishlatiladi. Bunda to'lqinlar turli optik yo'lni o'tganlaridan so'ng qo'shiladilar va interferension manzara kuzatiladi.

Aytaylik, 0 nuqtada to'lqin ikkita kogerent to'lqinga ajratilyapti. Interferension manzara kuzatilayotgan M nuqtaga borguncha n_1 sindirish ko'rsatkichli muhitda birinchi to'lqin S_1 yo'l o'tdi, ikkinchi to'lqin n_2 sindirish ko'rsatkichli muhitda S_2 yo'l o'tdi. Agar 0 nuqtada tebranish fazasi wt bo'lsa, M nuqtada birinchi to'lqin $A_1 \cos w(t - S_1/v_1)$, ikkinchi to'lqin $A_2 \cos w(t - S_2/v_2)$ ni vujudga keltiradi; bu yerda $v_1=s/n_1$, $v_2=s/n_2$ - birinchi va ikkinchi to'lqinlarning fazaviy tezliklari.

Ikki kogerent to'lqinlar uchun faza farqi:

$$d = w \left(\frac{S_2}{v_2} - \frac{S_1}{v_1} \right) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (S_2 n_2 - S_1 n_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta$$

(l_0 -vakuumdagi to'lqin uzunligi). Yo'lning geometrik uzunligi S ning muhit sindirish ko'rsatkichi n ga ko'paytmasi yo'lning optik uzunligi L, $D=L_2 - L_1$ esa yo'lning optik farqi deyiladi.

Agar yo'lning optik farqi vakuumdagi to'lqinning butun soniga

$$D = \pm m l_0 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

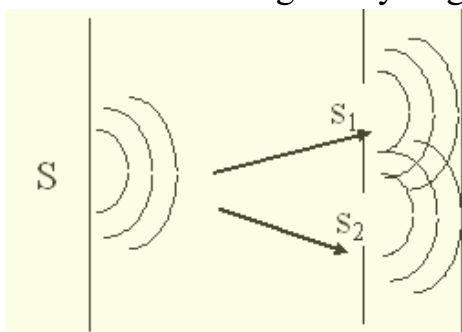
teng bo'lsa $d = \pm 2m\pi$ va M nuqtada qo'zg'alayotgan tebranishlar bir xil fazada bo'ladi interferension maksimum sharti deb ataladi.

Yo'lning optik farqi

$$d = (2m+1) \lambda \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

bo'lsa, $d = \pm(2m+1) \frac{\lambda}{2}$ bo'ladi va M nuqtadagi to'lqin fazalari qarama-qarshi bo'ladi; *intenferension minimum sharti* deyiladi.

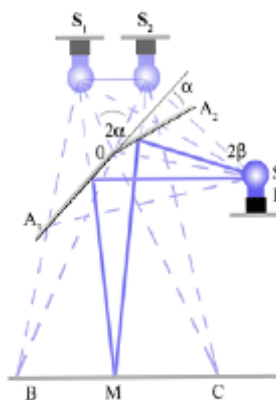
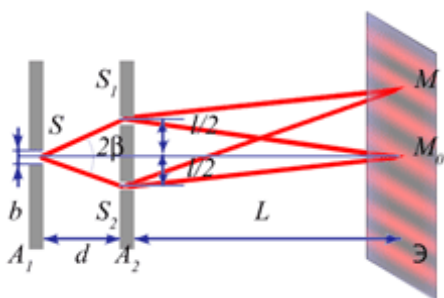
Yorug'lik intenferensiyasini kuzatish usullari. Yorug'lik intenferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug'lik dastasi bo'lishi kerak. Lazerlar ixtiro qilinishidan



oldin dasta bo'linar va so'ngra ular qo'shilib intenferension manzara olinar edi. Bunday ba'zi usullarni ko'rib o'taylik.

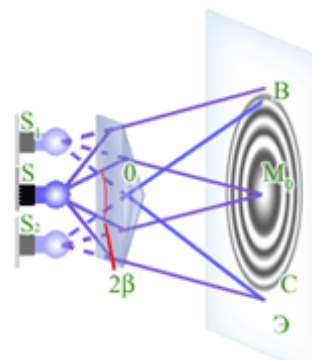
Yung usuli. Bunda ikkita kichik tirqishi bo'lgan ekran yordamida yorug'likni "ikkiga ajratish"

mumkin. S yorug'lik manbai ekranning tirqishlarida yorug'likning S_1 va S_2 ikkilamchi manbalarini hosil qiladi. Asosiy S manba nurlanayotgan to'lqinlarning fazalari ham shunga mos holda xuddi shunday o'zgaradi, ya'ni S_1 va S_2 manbalar nurlanayotgan to'lqinlarda fazalar ayirmasi hamma vaqt o'zgarishsiz qoladi-bu manbalar kogerent bo'ladi.



Frenel ko'zgulari. Kogerent manbalar hosil qilishning ikkinchi - usuli bir-biriga 180° ga yaqin burchak ostida o'rnatilgan 2 ta yassi ko'zgodan yorug'likning qaytishiga asoslangan. Bu tizimda yorug'likning S asosiy manbaining S_1 va S_2 tasvirlari kogerent manbalar bo'ladi.

Frenel biprizmasi ikkita bir xil sindirish burchaklari kichkina bo'lgan va asoslari birlashtirilgan prizmalardan



iborat. S manbaidan tarqalgan nur prizmalarda sinib, S_1 , S_2 manbalaridan chiqayotgan kogerent nurlardek tarqaladi. Ekranda bu kogerent nurlar qo'shilib interferensiya hosil bo'ladi.

Ikki manba beradigan interferension manzarani hisoblash. S_1 va S_2 kogerent manbalar hosil qilayotgan va P nuqtada qo'shilayotgan yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasini ko'raylik.

Agar nurlar yo'lining ayirmasi $l = S_1P - S_2P$ ga to'lqinlarning butun soni joylashsa, ya'ni

$$l = n \lambda = 2n \lambda / 2 \quad (n=0,1,2,3, \dots)$$

bo'lsa, P nuqtada yorug'likning maksimumi bo'ladi. Agar $l = (2n+1) \lambda / 2$

bo'lsa, P nuqtada yorug'likning minimumi bo'ladi.

Endi monoxromatik yorug'likning S_1 va S_2 kogerent manbalarining ekranda hosil qilgan interferensiya manzarasi qanday bo'lishini aniqlaylik. Bu manbalar orasidagi masofa d , manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa L bo'lsin, shu bilan birga $d \ll L$ bo'lsin.

S_1 va S_2 lardan barobar uzoqlikdagi O nuqtadan interferentsiya maksimumlari kuzatiladigan nuqtalargacha bo'lgan x masofani aniqlaylik.

PCS_1 va PBS_2 to'g'ri burchakli uchburchaklardan

$$PS_1^2 = L^2 + (X+d/2)^2,$$

$$PS_2^2 = L^2 + (X-d/2)^2,$$

bundan $PS_1^2 - PS_2^2 = 2xd$. Biroq $PS_1 - PS_2 = D$,

$PS_1 + PS_2 \gg 2L$, demak $D/2L = 2xd$ va

$x = LD / d$. Yorug'lik maksimumlari 0 nuqtada

$x = n\lambda L / d$ masofalarda hosil bo'lishini,

minimumlari esa $x = (2n+1) \lambda L / 2d$ masofada

hosil bo'lishini aniqlaymiz.

Bu maksimum va minimumlar mos

ravishda bir biriga parallel yorug' va qorong'i

yo'llar ko'rinishida bo'ladi. $n=0$ ga tegishli

bo'lgan markaziy maksimum 0 nuqtadan o'tadi.

Qo'shni maksimumlar (yoki minimumlar) orasidagi masofa $\Delta x = \lambda L/d$ ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, yorug'likning ikki kogerent manbalari ekranda hosil qilgan interferensiya manzarasi yorug' va qorong'i yo'llarning navbatlashib joylashishidan iborat bo'ladi. Bu manzara yorug'likning nuqtaviy manbalari o'rniga parallel joylashgan tor tirqishlardan foydalanilganda ayniqsa aniq hosil bo'ladi.

x masofa d ga teskari proporsional. S_1 va S_2 yorug'lik manbalari orasidagi masofa katta bo'lganda interferensiya yo'llari orasidagi masofa ajratib bo'lmaydigan darajada kichik bo'lishi mumkin. Shuning uchun aniq interferensiya manzarasi hosil qilish uchun bir-biridan mumkin qadar kichik masofada joylashgan yorug'lik manbalaridan foydalanish kerak ($d \ll L$). Yorug'lik to'lqinining uzunligini d , L va x kattalikning o'lchangan qiymatlariga ko'ra tajribada aniqlash mumkin. Monoxromatik bo'lmagan, masalan, oq yorug'likdan foydalanilganda interferensiya maksimumlari, har bir to'lqin uzundigi uchun bir-biriga nisbatan siljigan bo'ladi. Natijada hamma yorug'lik yo'llari kamalak rangiga ega bo'lib qoladi.

Unga parallel nurlar dastasi tushayotgan bo'lsin. Tushayotgan O nurning bo'linishidan hosil bo'lgan nurlardan ikkitasini: plastinkaning yuqorigi va pastki sirtlardan qaytgan 1 va 2 nurlarni qarab chiqamiz. Agar linza yordamida ularni P nuqtada uchrashtirsak, ular interferensiyalashadi. ν burchak juda kichik bo'lganda nurlarning yo'llar farqi yetarli darajada aniqlik bilan

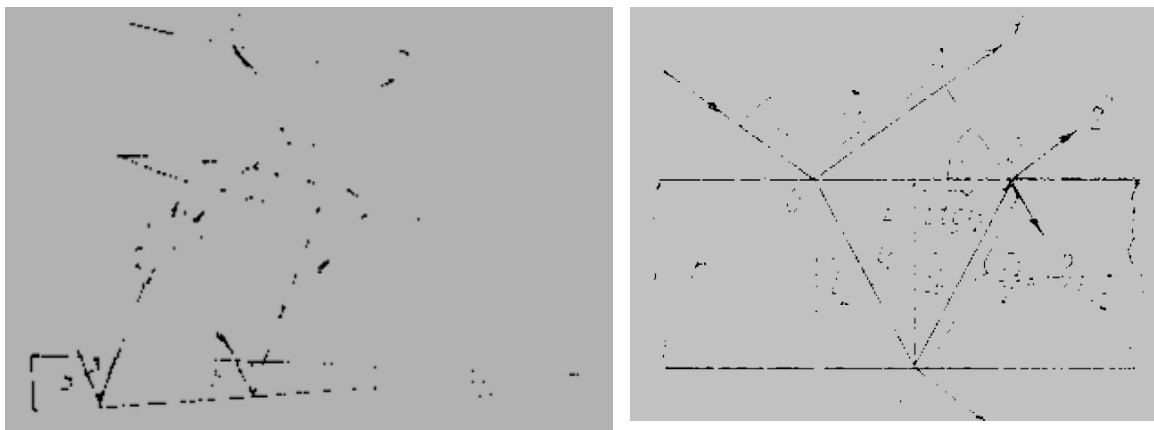
$$\Delta = 2b\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1} - \frac{\lambda_0}{2}$$

formula bo'yicha hisoblash mumkin.

Buning uchun b sifatida plastinkaning nur tushayotgan joyidagi qalindligini olish kerak. Plastinkaning boshqa nuqtasiga tushayotgan O' nurning bo'lishi hisobiga hosil bo'lgan $1'$ va $2'$ nurlarni linza P' nuqtada yig'di. Bu nurlarning yo'llar farqi b' qalinlik bilan aniqlanadi.

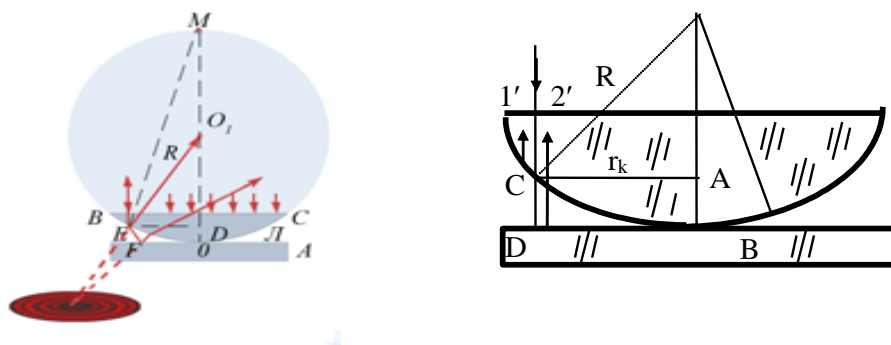
Agar ekranni Q, Q', \dots nuqtalardan o'tuvchi sirtga qo'shma bo'ladigan qilib joylashtirsak, unda yorug' va xira polosalar sistemasi paydo bo'ladi. Bu polosalarning har biri plastinkaning bir xil qalinlikdagi joylaridan yorug'likning

qaytishi hisobiga hosil bo'ladi. Shu sababli bu holda interferension polosalar *teng qalinlikdagi interfensiyalar* deb ataladi.



Yupqa plyonkada interferensiya hodisasi.

Teng qalinlikdagi interferensiya. Yupqa shaffof plastinkaga 1,2 nurlar tushayotgan bo'lsin.



Sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan muhitda yorug'lik to'lqini vakuumdagiga nisbatan n marta kichik tezlik bilan ($u = c/n$) tarqaladi. Shuning uchun vakuumda yorug'lik to'lqini biror chekli vaqt davomida muhitdagiga nisbatan n marta uzunroq yo'lni bosib o'ta oladi. **Bu yo'l uzunligini optik yo'l uzunligi deb atash odat bo'lgan.** Bundan tashqari, yorug'lik to'lqini optik zichligi kichikroq muhit bilan optik zichligi kattaroq muhit chegarasidan qaytganda uning fazasiga o'zgaradi. Plastinkaning ustki va ostki tekisliklaridan qaytgan nurlarningg interferentsiyalashishi natijasida yorug'lik intensivligining maksimumi, **Nyuton xalqalari.** Monoxromatik yorug'lik dastasi linzaning tekis sirtiga normal tushayotgan bo'lsin. Shu nurlardan biri - birinchi nur S nuqtaga yetib borgach, qisman qaytadi, qisman havo qatlami ichiga

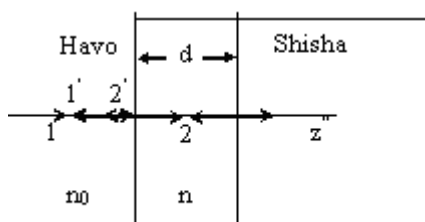
kirib boradi. Nurning bu ikkinchi qismi D nuqtadan qaytadi. 1 va 2 nurlar o'zaro kogerent, ular ustma-ust tushib, interferensiyalashadi. Natijada konsentrik halqalar kuzatiladi, bu halqalar N'yuton xalqalari deb ataladi. Yorug' xalqalarining radiuslari

$$(r_R)_{\max} = \sqrt{(k - 1/2)\lambda_0 R}$$

ifoda bilan, qorong'i xalqalarning radiuslari esa

$$(r_R)_{\min} = \sqrt{k\lambda_0 R}$$

Yorug'lik interferensiyasi optik asboblarning sifatini yaxshilash (optikani ravshanlantirish) va qaytaruvchi qatlamlar olish uchun ham qo'llaniladi. Hozirgi ob'yektivlarda ko'plab linzalar bo'ladi, shuning uchun ularda yorug'likning qaytishi va demak yorug'lik oqimining isrofi ko'p bo'ladi. Bularni yo'qotish uchun linza sirtiga sindirish ko'rsatkichi linza moddasining sindirish ko'rsatkichidan kichik bo'lgan yupqa qatlam o'tkaziladi.



Havo-qatlam va qatlam-shisha chegaralarida yorug'likning qaytishi tufayli 1 va 2 kogerent nurlarning interferensiyasi ro'y beradi. Qatlam qalinligi d sindirish ko'rsatkichi n va shisha sindirish

ko'rsatkichi n_s ni shunday tanlab olish mumkinki, interferensiyalanuvchi nurlar bir-birini so'ndiradi. Bunda ularning amplitudalari teng optik yo'l farqi $(2m+1)l_0/2$ ga teng bo'lishi kerak. Hisoblarning ko'rsatishicha $n = \sqrt{n_s}$ bo'lganda amplitudalar teng bo'lar ekan $n_s > n > n_0$ bo'lganligi uchun ikkala sirtida yarim to'lqin uzunligi yo'qotiladi va yorug'lik tik tushganda, $2nd = (2m+1)l_0$ bo'ladi. Bu yerda nd qatlamning optik qalinligi. Odatda $m=0$, $nd=l_0/4$. Shunday qilib $n = \sqrt{n_s}$ bo'lganda va qatlamning optik qalinligi $l_0/4$ ga teng bo'lganda, interferensiya natijasida qaytgan nurlarning so'nishi (o'chirilishi) va o'tgan nurlar intensivligining ortishi kuzatiladi.

Optik sistemaning ravshanlashuvi ana shundan iborat.

Plastinkaga parallel qilib musbat linza o'rnatamiz va uning fokal tekisligiga ekran joylashtirilgan tarqoq yorug'lik tarkibida har xil tomonlarga yo'nalgan nurlar bor. Tekisligiga parallel va plastinkaga i'_1 burchak ostida tushadigan nurlar plastinkaning ikkala sirtidan qaytgach P nuqtada yig'ilib, bu nuqtada shunday

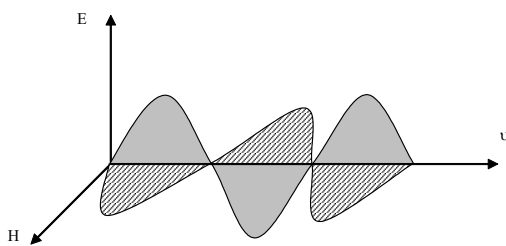
yoritilganlik hosil qiladiki, uning kattaligi optikaviy yo'llar farqiga bog'liq bo'ladi. Boshqa tekisliklar yotuvchi, lekin plastinkaga o'sha i_1 burchak ostida tushuvchi nurlar ekranning boshqa nuqtalarida yig'iladi va bu nuqtalar ekranning O markazidan P' nuqta bilan bir xil masofada bo'ladi. Bu nuqtalarning hammasida yoritilganlik bir xil bo'ladi. Shunday qilib, plastinkaga bir xil i_1 burchak ostida tushuvchi nurlar ekranda bir xil yoritilgan va O markazli aylanada joylashgan nuqtalar to'plamini hosil qiladi. Xuddi shunday, boshqa i_1 burchak ostida tushuvchi nurlar ekranda bir xil yoritilgan va boshqa radiusli aylanada joylashgan nuqtalar to'plamini hosil qiladi. Natijada ekranda birin – ketin joylashgan yorug' va xira doiraviy polosalar vujudga kelib, ularning umumiy markazi O nuqtada bo'ladi. Har bir polosani plastinkaga bir xil i_1 burchak ostida tushuvchi nurlar hosil qiladi. Shuning uchun ham mana shu yozilgan shart sharoitda hosil bo'ladigan interferension polosalar ***teng qiyalikdagi interferensiyalar*** deyiladi.

Interferometrlar. Interferensiya manzarasi interferensiyalanuvchi to'qinlarning yo'llari ayirmasiga juda sezgir bo'ladi: yo'llar ayirmasining kichik o'zgarishlarida uzunliklar va burchaklarni aniq o'lchash uchun, shuningdek, shaffof muhitlarning sindirish ko'rastkichlarini aniqlash uchun ishlatiladigan asboblarning tuzilishi shunga asoslangan. Sanoatda interferometrlar metall va boshqa silliqlangan sirtlarning sifatini (silliqligini) tekshirishda keng qo'llaniladi.

27. Yorug'likning qutublanishi va dispersiyasi

I. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Qutublovchi asboblari. Malyus qonuni.

Interferentsiya va difraktsiya hodisalari ham ko'ndalang, ham bo'ylama to'lqinlar uchun kuzatiladi. Shu bilan birga shunday hodisalar borki, ular uchun yorug'lik to'lqinining ko'ndalang to'lqin ekanligi printsipial ahamiyatga egadir. Bunday hodisalar qatoriga yorug'likning qutublanishi ham kiradi. Ixtiyoriy yorug'lik manbasi (quyosh, sham) dan tarqalayotgan yorug'lik nurlari deganda shu manbaning atomlaridan chiqayotgan yorug'lik to'lqinlarining aralashmasi tushuniladi.



1-rasm

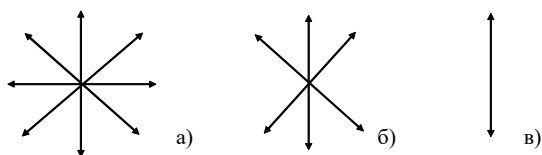
Soddalik uchun tebranayotgan elektr dipoli nurlanishini qarash uchun turli tomonga elektromagnit to'lqinlar chiqarishini — bunda elektromagnit nurlanish yo'nalishi \vec{r} ga perpendikulyar, dipol o'qi tekisligida \vec{E} kuchlanganlik vektorining tebranishini ko'ramiz. Magnit maydon kuchlanganlik vektori \vec{H}

nur va \vec{E} ga perpendikulyar tekislikda tebranadi. 1-rasmga ko'ra qutblanish hodisasini to'la yoritish uchun \vec{E} to'g'risida fikr yuritish etarlidir. Buning sababi, birinchidan, Maksvell nazariyasiga binoan \vec{E} tebranayotgan tekislikka perpendikulyar tekislikda albatta \vec{H} ham tebranadi, ikkinchidan moddalarga \vec{E} ning taosiri \vec{H} ta'siridan ko'ra ko'proq bo'lar ekan. \vec{E} — yorug'lik vektori deb ataladi.

Yorug'lik manbaining o'lchamlari qanchalik kichik bo'lmasin, undagi “nurlangichlar” soni nihoyat ko'p bo'ladi. Boshqacha aytganda, har onda manbadagi milliardlab atomlar to'lqin nurlatishni tugallasa, milliardlab atomlar to'lqin chiqarishni boshlaydi.

Demak, biror jism nurlatayotgan yorug'likda yorug'lik vektori turli yo'nalishlarda bir xil ehtimollikda tebranadi \vec{E} ning turli yo'nalishlarda bir xil taqsimlanganligi nurlanayotgan atomlar soning ko'pligidan, amplituda qiymatlarining tengligi har bir atom nurlanish intensivligini bir xilligidan kelib chiqadi.

Bunday yorug'lik tabiiy yorug'lik deyiladi (2-a-rasm). Tebranish



2-rasm

yo'nalishlari biror usul bilan tartibga keltirilgan yorug'lik qutblangan yorug'lik deyiladi.

Biror yo'nalisdagi tebranishlari boshqa yo'nalishlardagi tebranishlarga qaraganda ko'proq

bo'lsa, yorug'lik qisman qutblangan yorug'lik deyiladi (2, b-rasm).

\vec{E} vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda sodir bo'ladigan yorug'lik yassi (chiziqli) qutblangan yorug'lik deyiladi (2, v-rasm). Yuqorida ko'rib o'tilgan

davriy tebranayotgan dipoldan nurlanayotgan elektro magnit to'liqin yassi qutblangan yorug'likka misol bo'la oladi.

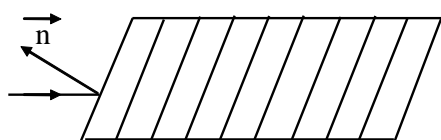
Qutblanish darajasi sifatida

$$P = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \quad (1)$$

qabul qilingan. I_1, I_2 — ikki bir-biriga perpendikulyar yo'nalishlardagi yorug'lik intensivligi. Tabiiy yorug'lik uchun $I_1 = I_2$ va $R = 0$; yassi qutblangan yorug'lik uchun $I_2 = 0$ va $R = 1$.

Yuqorida ko'rib o'tilgan nurlanayotgan atomni har doim dipolning tebranishiga keltirib bo'lmaydi. Dipol nurlanishidan tashqari kvadrupol va boshqa multipollikdagi nurlanishlar mavjud. Bu holda nurlanayotgan yorug'lik bitta tekislikda tebranayapti deb bo'lmaydi va uni endi perpendikulyar tekisliklarda qutblangan, faza jihatdan siljigan ikkita tebranish yig'indisi sifatida qarash mumkin. Eng oddiy holda bunday nur aylana, umumiy holda esa ellips bo'ylab qutblangan bo'ladi, ya'ni \vec{H} vektor aylana yoki ellips chizadi.

Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik olish uchun shunday sharoit



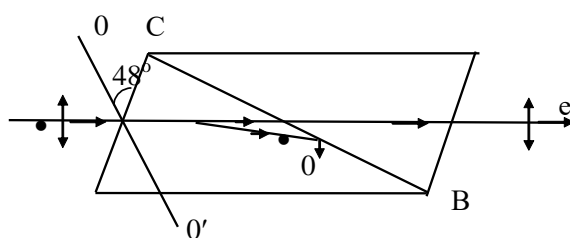
3-rasm

yaratish kerakki, bunda yorug'lik to'liqinining \vec{H} vektori muayyan aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlar qutblovchi prizmalarda mujassamlangandir. Prizmalar ikki turga bo'linadi:

- 1) faqat yassi qutblangan nur olinadigan;
- 2) bir-biriga perpendikulyar tekisliklarda qutblangan ikkita nur beradigan prizmalar.

Eng avvalo Bryuster qonunidan foydalanib ko'p qavatli kristallardan foydalanib qutblagich qurish mumkinligini taqidlash kerak (3-rasm).

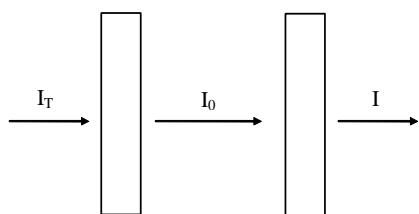
Qutblovchi prizmalar to'la ichki qaytish hodisasiga asoslanib ishlaydi. Bunday prizmalarning tipik misoli Nikol



4-rasm

prizmasidir. Nikol prizmasi ikki island shpatidan qilingan AV chiziq bo'ylab Kanada balzami ($n=1.55$) bilan birlashtirilgan qurilmadir (4-rasm). Tabiiy nur kristall ichida oddiy ($n_0=1.66$) va g'ayri oddiy ($n_c=1.51$) nurlarga bo'linadi. Oddiy nur Kanada balzamidanda to'la qaytadi va qoraytirilgan SV sirtida yutiladi. Kristaldan g'ayri oddiy nur chiqadi.

Anizotrop muhitlarda nur ikkiga bo'linishidan tashqari turlicha yutiladi. Dixroizm deb ataluvchi bu hodisa tufayli ikki nurdan biri to'la yutiladi. Masalan, turmalin kristallida oddiy nurning yutilish koeffitsienti g'ayri oddiylikidan bir necha marta katta. Qalinligi 1 mm bo'lgan turmalin plastinkasida oddiy nur yutilib, faqat g'ayrioddiy nur chiqadi. Bu esa dixroizimli kristallardan qutblagich sifatida foydalanish imkoniyatini beradi.



5-rasm

Qutblagich sifatida polyaroidlar keng qo'llaniladi. Polyaroid yupqa tselluloid plenkasidan iborat bo'lib, unga gerapatit ingichka kristallari kiritilgan bo'ladi. Gerapatitning 0,1 mm qalinlikdagi plastinkasi oddiy nurni to'la yutadi.

Agar bir turmalin plastinkasi orqasiga ikkinchi turmalin plastinkasi joylashtirilsa, birinchisi qutblagich, ikkinchisi taxlilchi deyiladi (5-rasm). Ikkinchi kristallga tushuvchi yorug'lik intensivligini I_0 , chiquvchi yorug'lik intensivligini I deb belgilab, ular orasida

$$I=I_0\cos^2\alpha \quad (2)$$

munosabat borligini Malyus aniqlagan. Malyus qonuni quyidagicha taoriflanadi: tahlilchidan o'tgan yorug'lik intensivligi I , qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi I_0 qutblagich va tahlilchi qutblash tekisliklari orasidagi burchak kosinusi kadratiga qo'paytmasiga teng. Agar tabiiy yorug'lik intensivligi I_1 bo'lsa, $I_0=I_1/2$ bo'ladi. α - kristallarning optik o'qlari orasidagi burchak.

Yorug'likni ikki dielektrik chegerasidan qaytishda va sinishda qutblanishi. Bryuster qonuni. Nurning ikkilanib sinishi. Kristallooptika elementlari.

Tabiiy yorug'lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo'lsin (masalan, havodan shishaga, 6-rasm). 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 ekanligi, singan nurda tushish tekisligiga paralel tebranishlar ko'pligi aniqlangan.

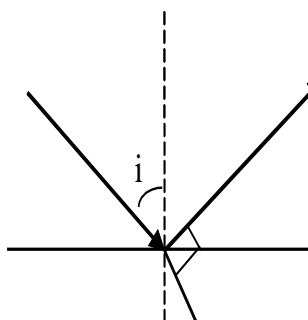
Qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Shatlandiyalik olim Bryusterning aniqlashicha

$$\operatorname{Tg} i_B = n_{21} \quad (3)$$

munosabatdan topiladigan i_B burchaklarda qaytgan nur to'la yassi, singan nur esa qisman qutblangan bo'lar ekan.

Yorug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendikulyar bo'ladi.

Singan nurning qutblanish darajasini har safar yorug'likni Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin.

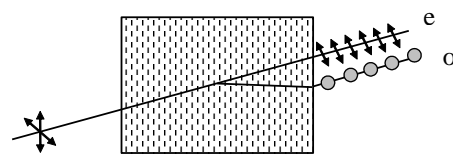


6-rasm.

Fizik xususiyatlari yo'nalishlarga bog'liq bo'lmagan

muhit izotrop muhit deb, yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan muhit esa anizotrop muhit deyiladi. Izotrop muhit (masalan shisha plastinka)da yorug'likning sinishi sinish qonuniga bo'ysunadi. Agar island shpatiga yorug'lik tushsa, kristalldan ikki bir-biriga va tushayotgan nurga paralel nur chiqadi. Agar tushayotgan nur kristallga perpendikulyar bo'lsa ham singan nur ikkiga bo'linadi. Bu nurlardan birining elektr tebranishlari kristalning bosh optik tekisligiga perpendikulyar bo'ladi; bu nur oddiy nur (o) deb ataladi. Ikkinchi nurning elektr tebranishlari esa bosh tekislikda bo'ladi; bu nur g'ayri oddiy nur (e) deyiladi (7-rasm).

Kubik sistemaga kiruvchi kristallardan boshqa hamma kristallar nurni ikkilantirib sindirish xossasiga ega. Bu hodisa birinchi bo'lib island shpatida Bartolini tomonidan aniqlangan. Bu hodisa yorug'likning anizotrop kristallarda turli yo'nalishda ϵ_x , ϵ_y dielektrik singdiruvchanliklar har xil bo'lishi mumkinligi



7-rasm

bilan bog'liq. Demak, sindirish ko'rsatkichlari ($n_x = \sqrt{\epsilon_x}$, $n_y = \sqrt{\epsilon_y}$) ham xar-xil. Shuning uchun nur kristallga tushganda turli burchak ostida sinadi.

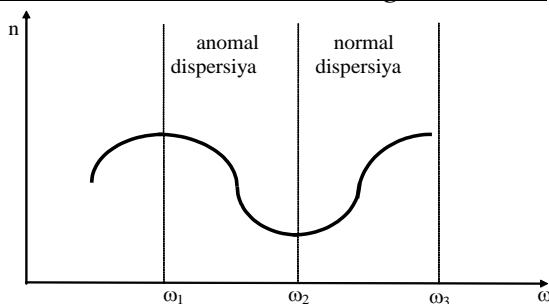
Kristallarda shunday yo'nalish borki, bu yo'nalish bo'yicha yorug'lik tarqalganda nurning ikkilanib sinishi kuzatilmaydi. Bu yo'nalish kristalning optik o'qi deyiladi. Agar kristall optik o'qqa perpendekulyar yo'nalishda qirqilsa shu qirraga normal tushayotgan nur bir hil tezlik bilan tarqaladi. Tabiiy nur optik o'q bo'ylab ketganda yorug'lik qutblanmaydi.

II. Yorug'likning dispersiyasi.

Anomal va normal dispersiya. Chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi ham ortsa, ya'ni, bu moddadagi yorug'likning dispersiyasi normal dispersiya deyiladi.

Agar chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi kamaysa, u

holda $\frac{\Delta n}{\Delta \omega} < 0$ va bunday dispersiya anomal dispersiya deyiladi.

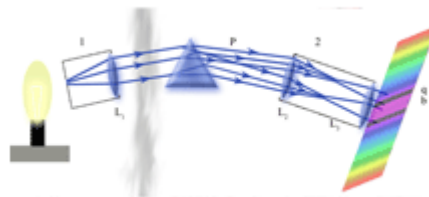


Ba'zi moddalarda ham normal, ham anomal dispersiyalar kuzatiladi.

Yorug'likning dispersiyasi. Moddalar sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin (chastotasiga) bog'liqligi dispersiya deb ataladi.

$$n=f(\lambda_0)$$

funksiya bilan xarakterlash mumkin. Bu yerda λ_0 – yorug'likning vakuumdagi to'lqin uzunligi. N'yuton 1972-yilda yorug'likning shisha prizmada sinishidan foydalanib, birinchi bo'lib, yorug'lik dispersiyasini eksperimental tekshirdi.



Yorug'likning moddada tarqalishi.

Vakuumda istalgan to'lqin uzunlikli elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi bir xil $c=3 \cdot 10^8$ m/s, moddalarda esa to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham oq yorug'lik tarkibiga kiradigan turli ranglarga mos keluvchi to'lqinlar uchun muhitning sindirish ko'rsatkichi ham farq qiladi. Natijada prizmadan o'tish paytida turli ranglar turlicha sindirish ko'rsatkichiga uchraydi, turlicha sinadi va bir – biridan ajraladi.

Dispersiyaning elektron nazariyasi. Yorug'likni elektromagnit to'lqin, modda tuzilishini esa elektron nazariya asosida tasavvur qilish yetarli. Elektron nazariyaga asosan jism elektronlar va ionlardan tashkil topgan. Ular yorug'lik ta'sirida tebranma harakatga keladi. Yorug'lik to'lqinlarning tebranishlari 1015 Gs chastotalarda sodir bo'ladi. Elektromagnit maydonning bunchalik tez o'zgarishini massalari yetarlicha kichik bo'lgan elektronlarga sezishga ulguradi. Shuning uchun yorug'lik to'lqinining jismga ta'sirini hisoblashda yorug'likning elektronga ta'sirini hisoblash bilan chegaralanilsa bo'ladi.

Elektromagnit to'lqin jismdan o'tayotganda-e zaryadli har bir elektronga elektr

kuch ($\vec{F}_e = -e\vec{E}$) va Lorens kuchi $\vec{F} \approx -e \left[\vec{g} \vec{B} \right]$ ta'sir qiladi:

$$\vec{F} = \vec{F}_e + F = -(e\vec{E} + e[\vec{g}\vec{B}])$$

$$\vec{F}_e = -e\vec{E} = -e\vec{E}_0 \cos \omega t$$

E_0 ning amplituda qiymati, ω - to'lqinning siklik chastotasi. Birinchi yaqinlashishda kuch faqat eng tashqi elektronlarni siljitadi deb hisoblash mumkin. Lekin bu elektron bilan atomning qolgan qismi orasida kvazielastik kuch mavjudki, u elektronni avvalgi vaziyatiga qaytarishga harakat qiladi. Bu kuch siljishga proporsionaldir:

$$\vec{F}_e = -k \vec{x}$$

U holda elektron harakati uchun Nyuton 2-qonunini quyidagicha yozsa bo'ladi:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - eE_0$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - eE_0 \cos \omega t$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x - \frac{e}{m}E_0 \cos \omega t$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega_0^2 x - \frac{e}{m}E_0 \cos \omega t, \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

Bu tenglamaning yechimi quyidagicha bo'ladi:

$$x_0 = \frac{\frac{e}{m}E_0}{\omega^2 - \omega_0^2} = -\frac{\frac{e}{m}E_0}{\omega_0^2 - \omega^2}.$$

Ikkinchidan, elektromagnit to'lqin ta'sirida elektronni siljishi tufayli hosil bo'lgan bunday sistemani elektr dipoli deb qarash mumkin. Bu dipolning yelkasi siljishga teng. Agar x_0 maksimal siljish bo'lsa, dipol momenti $\vec{p} = -ex_0$ ga teng.

Moddaning birlik hajmidagi atomlar sonini N deb belgilasak, qutblanish vektori \vec{P} ning qiymati

$$\vec{P} = N\vec{p}_0 = \frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

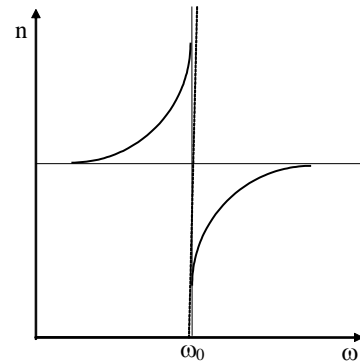
Kuchlanganligi E_0 bo'lgan maydondagi modda uchun R dielektrik singdiruvchanligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$P = (e - 1) \epsilon_0 E_0,$$

U holda

$$\frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\omega_0^2 - \omega^2} = (e - 1) \epsilon_0 E_0,$$

$$e = 1 + \frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\epsilon_0 (\omega_0^2 - \omega^2)}$$



kelib chiqadi.

Maksvell nazariyasiga binoan dielektrik singdiruvchanligi, magnit singdiruvchanligi bo'lgan muhitda elektromagnit to'lqinning tarqalish tezligi:

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

$$\text{Moddaning sindirish ko'rsatgichi esa } n = \frac{c}{g} = \sqrt{\epsilon \mu},$$

$$m = 1, \quad n = \sqrt{\epsilon}.$$

Demak,

$$n = \sqrt{1 + \frac{N}{\epsilon_0} \frac{\frac{e^2}{m}}{\omega_0^2 - \omega^2}}$$

28. Fotoeffekt. Lebedov tajribalari

1. Fotoeffekt qonuniyatlari. Fotoeffekt - yorug'lik ta'sirida jismdan elektron ajralib chiqishidir. Bu hodisani birinchi bo'lib, 1887-yilda G.Gerts kuzatgan va uni miqdoran A.Stoletov tekshirgan. 1898-yilda Lenard va Tomson fotoeffekt natijasida katoddan ajralib chiquvchi zarra elektron ekanligini zarralarning magnit maydonida oqishiga asoslanib aniqladi. Fotoeffekt hodisasini o'rganish uchun havosi so'rib olingan shisha idish, uning ichidagi katod va anod plastinkalari olinadi.

O'tkazilgan tajribalar natijasida rasmdagi volt – amper xarakteristikasi olingan.

Fotoeffektning 4 ta asosiy qonuni bor:

1. Muayyan fotokatodga tushayotgan yorug'likning spektral tarkibi o'zgar-mas bo'lsa, fototokning to'yinish qiymati yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional.

2. Muayyan fotokatoddan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar boshlang'ich tezliklarining maksimal qiymati yorug'lik intensivligiga bog'liq emas. Yorug'likning to'lqin uzunligi o'zgarsa, fotoelektronlarning maksimal tezliklari ham o'zgaradi.

3. Har bir fotokatod uchun biror "qizil chegara" mavjud bo'lib, undan kattaroq to'lqin uzunlikli yorug'lik ta'sirida fotoeffekt vujudga kelmaydi. λ_q ning qiymati yorug'lik intensivligiga mutlaqo bog'liq emas, u faqat fotokatod materialining ximiyaviy tabiatiga va sirtining holatiga bog'liq.

4. Yorug'lik fotokatodga tushishi va fotoelektronlarning hosil bo'lishi orasida sezilarli vaqt o'tmaydi.

2. Tashqi fotoeffekt. Yorug'lik ta'sirida elektronlarning moddalardan ajralib chiqish hodisasi *tashqi fotoeffekt* deyiladi. Bu hodisani 1887-yilda G.Gers kashf qilingan va u 1890 yilda rus fizigi Stoletov tomonidan o'rganilgan. Agar atom yoki molekuladan ajratib olingan elektron moddaning ichida erkin elektronlar sifatida qolsa, bunday hodisaga *ichki fotoeffekt* deyiladi.

3. A.G.Stoletov tajribalari va qonunlari. O'tkazgan juda ko'p nozik tajribalari asosida Stoletov fotoeffektning quyidagi qonunlarini aniqladi.

1. To'yinish fototokning kuchi katodga tushayotgan yorug'lik oqimiga proporsional:

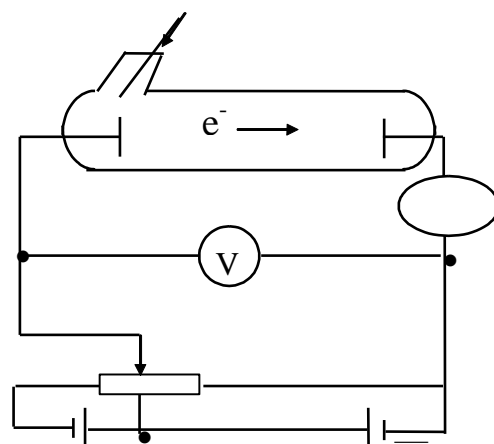
$$I_k = k \cdot \Phi_e$$

ya'ni yorug'lik oqimi qancha katta bo'lsa fototok ham shuncha katta bo'ladi. Bu yerda k – katod materialining yorug'likni sezishini xarakterlovchi koeffitsiyent.

2. Fotoelektronlarning kinetik energiyasi tushayotgan yorug'likning chastotasiga to'g'ri proporsional va yorug'lik oqimiga bog'liq emas.

3. Tushayotgan yorug'lik intensivligi qanday bo'lishidan qat'i nazar, fotoeffekt ma'lum chastotadan (to'lqin uzunligidan) boshlab ro'y bera boshlaydi va bu chastota katodning qanday materialdan yasalganiga bog'liq.

4. Eynshteyn tenglamasi. Yorug'likning to'lqin nazariyasi va fotoeffekt orasida yuqorida bayon qilingan mos kelmasliklar mavjud. Shuning uchun 1905-yilda A.Eynshteyn yorug'likni kvant nazariyasini taklif qildi. Eynshteyn Plank nazariyasini yorug'lika nisbatan qo'llab, yorug'lik kvantlar tariqasida nurlanibgina qolmay, balki yorug'lik energiyasining tarqalishi ham, yutilishi ham kvantlashgan bo'lishini ta'kidladi. Bunda yorug'lik fotonlar (yorug'lik zarralari) sifatida qaraladi. $h\nu$ energiyaga ega bo'lgan foton o'z energiyasini metallidagi elektronga beradi. Agar bu energiya yetarlicha katta bo'lsa, metallidan elektron ajralib chiqadi. Energiyaning



qolgan qismi esa metallardan tashqariga chiqib olgan elektronning maksimal kinetik energiyasi sifatida namoyon bo'ladi. Buni

$$h\nu = A_r + mv_{max}^2/2$$

ko'rinishda ifodalash mumkin. *Bu tenglama Eynshteyn tenglamasi deb ataladi.* Eynshteyn tenglamasi fotoeffektning barcha qonunlarini tushuntira oladi. Xususan qizil chegara uchun $h\nu = A_r$

5. P.N. Lebedev tajribasi. Yorug'likning bosimini birinchi bo'lib o'lchash 1899 – yilda rus fizigi Lebedev tomonidan nasib etgan, yorug'likning qattiq jismlarga ko'rsatadigan bosimini o'lchash uchun o'tkazgan tajribasining sxemasi ko'rsatilgan. Qurilma havosi so'rib olingan idishda o'rnatilgan bo'lib, ingichka ipga osib qo'yilgan va “qanotchalar” biriktirilgan yengil osmadan iborat. Qanotchalar qalinligi 0,01mm dan 0,1 mm gacha bo'lgan oq va qoraytirilgan disklar shaklida bo'ladi. Ular osma atrofida aylanadigan o'qqa nisbatan simmetrik qilib o'rnatilgan. Tushgan yorug'lik oq va qoraytirilgan diskarga turli xil bosim ko'rsatadi. Natijada osmani tutib turgan ingichka ip aylantiruvchi moment ta'sirida buraladi. Yorug'likning bosimi aynan shu ipning burilish burchagi yordamida aniqlanadi. O'z navbatida, bu burilish qanotchalariga tushayotgan yorug'likning bosimi mavjudligini, bu bosim jism sirtining qaytara olish qobiliyatiga va tushayotgan yorug'lik oqimiga bog'liqligini ko'rsatadi.

29. Fotolyuminessensiya. Fluoressensiya va fosforessensiya

Fluoressensiya (flyuorit va lot. escent — kuchsiz ta'sirni ifodalovchi suffiks), flyuoressensiya — qisqa vaqtda so'nadigan lyuminissensiya. Odatda, fluoressensiya atom va molekullarning spontan kvant o'tishlarida sodir bo'ladi, shuning uchun fluoressensiya davomiyligi atom va molekullarning uyg'ongan holatda yashash vaqti bilan aniqlanadi (man etilgan o'tishlar holida fluoressensiya davomiyligi anchagina katta bo'lishi mumkin). Fluoressensiya yordamida moddalar strukturasi va ularda yuz beradigan fizik jarayonlar o'rganiladi. Fluoressensiyadan lyuminessent analiz, chaqnovchi sanagichlar, defektoskopiya, mikrobiologiya, tibbiyot, biofizika va hokazolarda foydalaniladi.

Molekulalardagi fotojarayonlar. Molekulalarni elektron qo'zg'atish, ularni tashqi orbitalidagi elektronni asosiy holatdan qo'zg'algan holatga o'tkazishdan iborat. Bu holda elektronning demak, molekulaning energiyasi ortadi. Har bir elektron sathga yoki energetik holatga ma'lum aniq elektron konfiguratsiyaga mos keluvchi tebranish holatlarini ifodalovchi tebranish sathchalari joylashtiriladi. Bundan tashqari, tabiiyki molekulaning aylanish holatlari va ularga mos keluvchi aylanish sathchalari ham bor. Lekin, molekulaning umumiy energiyasiga aylanish harakatining energiyasi qo'shadigan ulush tebranish harakatinikiga qaraganda juda kam, shuning uchun uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Qo'zg'algan holatlarning yashash vaqti juda qisqa bo'ladi, chunki ular o'zining elektron energiyasini tez yo'qotadi. Juft sondagi elektronlarga ega bo'lgan molekullarning molekulyar orbitallari asosiy holatda elektron juftlari bilan to'lgan bo'ladi. Pauli qoidasiga ko'ra bitta orbitalda joylashgan elektronlar qarama-qarshi yo'nalgan spinlarga ega va

demak, molekulaning to'liq spini S nolga teng bo'ladi. Elektronlardan birini yuqori orbitalga o'tkazganda quyidagi ikki holatdan biri bo'lishi mumkin:

- 1) elektronlar antiparallel yo'nalishni saqlaydi,
- 2) parallel yo'nalishga ega bo'ladi.

Birinchi holda to'liq spin S nolga teng va $S, S - 1, \dots, -S$ qiymatlarni qabul qilishi mumkin bo'lgan spin kvant soni M_S ham nolga teng bo'ladi. Bunday holatga singlet holat deyiladi. Ikkinchi holda to'liq spin birga teng, M_S esa $+1, 0$ va -1 ga teng bo'lgan uchta qiymatni qabul qilishi mumkin. Bunday holatga triplet holat deyiladi. Holatlarning singlet yoki triplet ekanligini $J=2S+1$ kvant soni belgilaydi. Triplet holatlar, tegishli singlet holatlarga qaraganda kam energiyaga ega bo'ladi. Bu Gund qoidasi bilan tushuntiriladi. Gund qoidasiga ko'ra eng ko'p juftlashmagan elektronlarga ega bo'lgan elektron konfiguratsiya eng turg'un hisoblanadi. Singlet va triplet holatlar energiyani yutish orqali molekulani qo'zg'algan energetik holatlarga o'tishi juda tez sodir bo'ladi (10-15s). Bu holda molekula qo'zg'algan elektron holatning ixtiyoriy tebranish sathiga o'tishi mumkin. Molekula nur chiqarilmaydigan tebranish relaksatsiyasi orqali qo'zg'algan tebranish holatlaridan asosiy tebranish holatiga juda tez o'tadi. Agar ikkita elektron sathning energiyasi bir biriga yaqin bo'lsa, ichki konversiya hodisasi bo'lishi ($S_2 \rightarrow S_1$) va bu holda kam energiyali elektron holatning tebranish holatlari qo'zg'alishi mumkin. Qo'zg'algan elektron sathning yuqori tebranish holatlarigacha qo'zg'atilgan molekula shu elektron holatning eng kam energiyali tebranish sathidan asosiy elektron holatning ixtiyoriy tebranish sathiga o'tganda fluoressensiya jarayoni sodir bo'ladi va buning natijasida to'lqin uzunligi qo'zg'atuvchi nurlanishnikiga qaraganda katta bo'lgan nurlanish chiqadi. Qo'zg'algan zarrachalarning O_2 ga o'xshagan gaz molekullari bilan to'qnashuvi fluoressensiyaning so'nishiga olib kelishi mumkin. So'nishning sababi qo'zg'algan zarrachalar energiyasini boshqa molekullarga nur chiqarilmasdan o'tishidir (tashqi konversiya). Buning natijasida aniqlanayotgan birikma fluoressensiyasining intensivligi kamayadi. Qo'zg'atish va yemirilish jarayonlarida elektron spinining yo'nalishi saqlanadi. Ammo ba'zi hollarda interkombinatsiya konversiyasi orqali oddiy singlet holatlardan triplet holatlarga ko'chib o'tish bo'lishi mumkin.

Odatda sovutish yoki immobilizatsiya hisobiga tashqi konversiya ehtimoli kamaygan sharoitda fosforessensiya ro'y beradi. Fosforessensiya natijasida chiqadigan nurlanishning to'lqin uzunligi fluoressensiyadagiga qaraganda ham katta bo'ladi. Kuchli fluoressensiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan birikmalarda fosforessensiya kuzatilmaydi. Ba'zi pestisidlar, anion kislotalar fermentlar neftning uglevodorodlari fosforessensiya qobiliyatiga ega. Adsorbsiyalangan birikmalarda triplet holatning turg'unlashgani hisobiga xona temperaturasi sharoitida fosforessensiya hodisasini kuzatish mumkin. Ichki konversiya bu yuqori elektron holatning quyi tebranish sathidan shunday to'liq energiyaga (elektron va tebranish energiyalarining yig'indisi) ega bo'lgan quyi elektron holatning tebranish sathiga nur chiqarmasdan o'tishdir. Bunda ikkala elektron holat ham bir xil multipletlikka, ya'ni spin holatiga ega bo'lishi kerak. Nur chiqarmasdan bo'ladigan o'tishlar turli elektron holatlarning izoenergetik (yoki virojdenniy) tebranish sathlari orasida

bo'ladi. Bunday holda sistemaning to'liq energiyasi o'zgarmaydi shuning uchun ham, nur chiqarilmaydi. Bu qoida to'liq uzunligi har xil bo'lgan nurlar bilan qo'zg'atilganda hosil bo'ladigan lyuminessensiya (fluorensensiya, fosforessensiya) spektrlarining shakliga tegishli. Lyuminessensiya kvantlarining chiqishi doimo molekulaning eng quyi qo'zg'algan elektron holatidan asosiy holatiga o'tishlar natijasida sodir bo'lganligi uchun, elektron fotonni yutish natijasida qaysi energetik sathga o'tishidan qat'iy nazar lyuminessensiya spektri har doim bir xil bo'ladi. Bu esa o'z navbatida, lyuminessensiya spektrining shakli qo'zg'atuvchi nurlanishning to'liq uzunligiga bog'liq emasligini bildiradi.

Suyuq eritmalarda juftlashmagan elektronlarga ega bo'lgan kislorod molekulari bilan to'qnashish hisobiga triplet holatlar o'z aktivligini tezda yo'qotadi. Shuning uchun, suyuq eritmalarda intensivligi past bo'lgan fosforessensiya eritmadagi kislorodni yo'qotgandan so'ng kuzatiladi. Tadqiq qilinayotgan eritmani muzlatish yoki lyuminofor molekularini yutuvchi modda yuzasiga o'rnatish to'qnashish jarayonlari ehtimolini kamaytirishni samarali yo'li hisoblanadi.

30. Kvant mexanikasining elementlari

Reja:

1. Issiqlik nurlanishning kvant naziriyasi.
2. Kvant parametrlari.
3. Issiqlikdan nurlanish yutilish qobiliyati
4. Issiqlik nurlarining oqimi

1. Issiqlik nurlanishning kvant nazariyasi. Yorug'likning tabiati haqidagi masala fiziklar oldida turgan eng katta muammolardan biri edi. Bu muammo, ayniqsa, issiqlikda nurlanishni o'rganish jarayonida yaqqol namoyon bo'ldi. Uni yechish yo'lida dadil g'oyani ilgari surgan nemis fizigi M.Plank 1900-yilda "energiya faqat kichkina portsiyalar, ya'ni kvantlar ko'rinishida chiqariladi va yutiladi", degan fikrni bildirdi. 1905-yilda A.Eynshteyn fotoeffekt hodisasi uchun o'z formulasini yozib, Plank gipotezasini yanada rivojlantirdi.

Yorug'likning har ikkala tabiatini ham tasdiqlovchi hoddisalarning mavjudligi, u har ikkala xususiyatga ham ega emasmikan, degan fikrning tug'ilishiga sabab bo'ldi. Bu – yorug'likning korpuskular to'liq dualizimining paydo bo'lishiga olib keladi.

2. Kvant parametrlari. Plank gipotezasi yorug'lik kvanti haqidagi tushunchaning paydo bo'lishiga olib keladi va u **foton** deb nom oldi. Foton quyidagi xarakteristikalariga ega.

Fotonning energiyasi:	$E = h\nu = \frac{hs}{\lambda}$
Fotonning massasi:	$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda},$
Fotonning impulse:	$p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

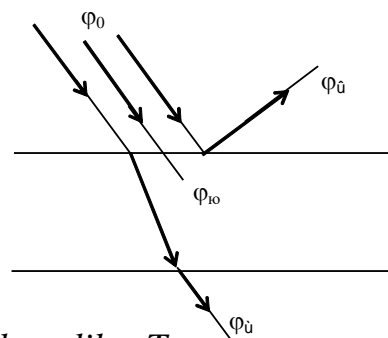
Yuqoridagi ifodalarda $v = \frac{c}{\lambda}$ ekanligi e'tiborga olingan. $c = 3 \cdot 10^8$ m/s – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi.

Foton yorug'lik tezligiga teng bo'lgan tezlik bilan harakatlanadi. Uni sekinlashtirib ham, tezlatib ham bo'lmaydi. Shuning uchun fotonning tinchlikdagi massasi to'g'risida gapirish ma'noga ega emas.

3. Issiqlikdan nurlanish yutilish qobiliyati. *Nur yutish qobiliyati hamma to'lqin uzunliklar uchun bir xil va birdan kichik bo'lgan jism kulrang jism deb ataladi.*

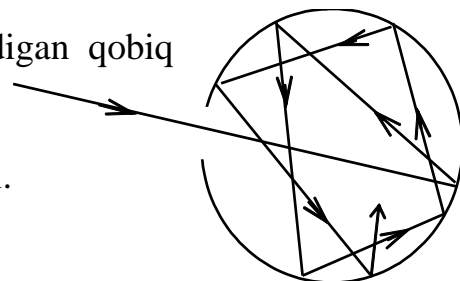
$$a_{l,T} = a_r = \text{ConSt} < 1.$$

Odatda o'zining xususiyatlari bilan absolyut qora jismdan kam farq qiladigan Maykelson taklif etgan modeldan foydalaniladi. *Bu modelda nur qaytarish va nur yutish qobiliyalaridan tashqari T temperaturadagi jismning birlik sirtidan birlik vaqtda nurlanayotgan elektromagnit to'lqinlarning energiyasini ifodalaydigan kattalik - T temperaturadagi jismning nur chiqarish qobiliyati yoki energetik yorqinligi (et orqali belgilanadi va Vt/m^2 (J/m^2s) bilan o'lchanadi) degan tushuncha kiritiladi.* Bundan tashqari l to'lqin uzunlikli, T teperaturadagi jism nur chiqarish qobiliyati e_{lr} dan foydalaniladi. Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati E_{lr} bilan belgilanadi.



Issiqlik nurlanishi boshqa turdagi nurlanishlardan bir xususiyati bilan farq qiladi.

T temperaturadagi jism issiqlik o'tkazmaydigan qobiq bilan o'ralgan deb faraz qilaylik. Jism chiqargan nurlanish qobiqqa tushib undan bir yoki bir necha marta qaytadi va yana jisimga tushadi. Jism bu nurlanishni qisman yoki to'la yutadi. Qisman yutsa, qolgan qismini qaytaradi. Shuning uchun jism vaqt birligi ichida qancha energiya chiqarsa, shuncha energiya yutadi va jismning temperaturasi o'zgarmaydi. Bu holat muvozanatli holat deyiladi.



4. Issiklik nurlarining oqimi. Nurlanish oqimi F biror plastinkaga tushayotgan bo'lsin. Bu oqim qisman qaytadi (F_q) qisman jismda yutiladi (F_{yu}), qolgani jismdan o'tadi (F_o), ya'ni

$$F_q + F_{yu} + F_o = F$$

$F_q/F = r$ - jismning nur qaytarish qobiliyati;

$F_{yu}/F = a$ - jismning nur yutish qobiliyati;

$F_o/F = D$ - jismning nur o'tkazish qobiliyati;

$$r + a + D = 1$$

Nisbatan qalinroq bo'lgan jismlar uchun $D=0$ va

$$r + a = 1,$$

Tajribalarning ko'rsatishicha r va a , l va T larning funksiyasidir

$$r_{l,T} + a_{l,T} = 1$$

Umuman $r_{l,T}$ va $a_{l,T}$ larning qiymatlari 0 dan 1 gacha o'zgaradi.

1) $r_{l,T} = 1$ $a_{l,T} = 0$ nur to'la qaytariladi (absolyut oq jism);

2) $r_{l,T} = 0$ $a_{l,T} = 1$ nur to'la yutiladi (absolyut qora jism).

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 ko'prog'ini qaytarib ozrog'ini yutadi. Masalan, qorakuya uchun $l = 0,40, 0,75$ mkm sohada $a_{l,T} = 0,99$.

31. Relyativistik mexanika elementlari

(metodik tavsiyalar asosida)

Relyativistik mexanika - fizika bo'limi bo'lib, tezliklari yorug'likning vakuumdagi tezligiga yaqin bo'lgan jismlar harakatini o'rganadi. Relyativistik mexanika yoki "katta tezliklar mexanikasi" 1905-yilda A.Eynshteyn yaratgan nisbiylikning maxsus nazariyasida fazo va vaqt tushunchalarini qayta ko'rib chiqilishi natijasida vujudga kelgan. Relyativistik mexanikada berilgan jism massasi uning harakat holatiga bog'liq bo'ladi.

Nisbiylik nazariyasi ochilgandan hozirgi kunga kelib bir qarashda aql o'yinidek ko'ringan holatidan tartibli, nazariy jihatdan puxta, amaliyotda esa to'liq o'z o'rnini topgan fizik nazariya bo'lib, olamni tushunishimiz asosi, olamning hozirgi zamon fizik manzarasini tushuntirishning bir qismidir. Tabiiyki, bu nazariya fizikani o'qitish jarayonida ham o'z o'rnini topishi kerak. Nisbiylik nazariya g'oyasi tushuntirishning asosiy qiyinchiligi uning qoidalarini g'ayri nisbiyligi ongli qarashga qarama-qarshidek tuyulishidir. Bunday psixologik to'siqdan sakrab o'tish, so'zsiz, ma'lum qiyinchilik bilan bog'liq. Bunga sabab nisbiylik nazariyasining o'zi emas, balki uni tushuntirish metodining qoniqarli emasligidir.

Haqiqatan ham, nisbiylik nazariyasining u yoki bu qoidasi chuqur asoslanmay (ko'pincha mutlaqo asoslanmay), sof holda beriladi va bu qoida odatdagi qarashlarga zid keladi, natijada inson haqiqatan ham g'alati-"jumboq" holatga tushib qoladi. Odatdagi qarashlarga suyanib, inson yangi qoidani tabiiy ko'rinishda tushunishga harakat qiladiyu bu o'rinishlari bekor ketadi. Shuning uchun inson yangi qoidaning ma'nosini tushunmay yodlab olishga intiladi. Misol tarikasida sanoq sistemasining harakat yo'nalishiga parallel joylashtirilgan sterjen uzunligi haqidagi masalani keltiramiz. Odatda "harakatdagi sterjen uzunligi, tinch to'rgan sterjen uzunligidan qisqa" va "Sterjen uzunligi uning harakat tezligiga bog'liq" deb fikr yuritiladi. Agar "uzunlik" atamasiga kiritilayotgan ma'noni tushuntirib berolmasak, o'lchash bajarilganini tushuntirib bo'lmasa, u holda uzunlikning qisqarishi haqidagi fikr faqat anglashilmov-chilikka olib keladi.

Nisbiylik tamoyiliga asosan barcha inertsial sanoq sistemalari teng huquqli. Bas shunday ekan, harakatdagi sanoq sistemasi va undagi sterjen qanday tezlik bilan harakatlanmasin, oxirgisining xossasi o'zgarmaydi-aks holda, sterjen holatini shu sistema ichida turib sanoq sistemasining harakatlanayotganini payqash mumkin. Bu esa, nisbiylik tamoyiliga zid. Bundan, sterjen qanday sanoq sistemasiga

joylashtirmaylik, uning uzunligi o'zgarmasligi kelib chiqadi. Demak, har ikki fikr-uzunlikning qisqarishi va uzunlikning o'zgarmasligi sirtdan qaraganda bir-biriga qarama-qarshi fikrlar, har ikkisi ham absolyut haqiqatdir, ammo qoidani aniq, ravon ifodalanmaganligi natijasida anglashilmovchilik yuzaga keladi. Birinchi holda uzunlikning qisqarishi deyilganda relyativistik; uzunlik tushunilgan, ya'ni harakatlanayotgan sterjenning qo'zg'almas chizg'ich yordamida o'lchangan uzunligi tushunilgan. Ikkinchi holda har qanday sanoq sistemasi ichida sterjen uzunligi o'zgarmaydi, ya'ni qanday bo'lgan bo'lsa, shundayligicha qoladi deganimizda, Biz uning xususiy uzunligini, ya'ni sterjenga nisbatan tinch turgan chmzg'ich yordamida o'lchangan uzunligini tushuna-miz, bu uzunlik haqiqatda ham invariantdir.

Bu misoldan ko'rinib turibdiki, relyativistik effekt haqida shoshma-shosharlik bilan o'z-o'zidan yuz berishi mumkin bo'lgan hodisadek gapirib yurish o'rinsiz ekan. Bularni o'rganish juda aniq va bir xil ma'noli muhokamani talab qiladi. Relyativistik qoidalarning g'ayri tabiiyligini uqtirib o'tirishning hojati yo'q. Nisbiylik nazariyasida hech qanday g'ayri tabiiylik yo'q, uni nojiddiy mantiqan noto'g'ri bayon etishda yuzaga keladi. Agar asosiy qoida aniq ifodalansa, asosiy tushunchalar aniqlansa, mantiqan to'g'ri, tushunarli xulosa chiqarilsa, u holda hech qanday g'ayri tabiiylik yuzaga kelmaydi.

Relyativistik kinematikani Lorents almashtirishlari asosida tushuntirish ham mumkin emas, vaholanki, mavzuni aynan shu usulda bayon etish eng to'g'ri va haqqoniy usul hisoblanadi. Ana shulardan, Lorents almashtirishlarining geometrik interpretatsiyasiga yoki fazo-vaqt intervali tushunchasiga asoslangan usulni qo'llaydigan imkoniyatni ko'rmayapmiz. Talabalar 2-soatlik dars davomida o'zlari uchun yangi hisoblangan metodning asosini yaxshi tushunib olmaydilar va amalda foydalanish malakasiga ega bo'lmaydilar.

Nisbiylik tamoyilining turli talqinlarini berishda bu talqinlarning teng ma'noli ekanligini ifodalash zarur. Inersial sanoq sistemasining o'zida turib uning harakatini aniqlash mumkin emasligiga e'tiborni qaratmoq kerak. Barcha inersial sanoq sistemalari teng huquqliligiga e'tiborni qaratmoq, ularning teng huquqliligidan kelib chiqadiki, boshlang'ich shart bir xil bo'lganda mexanik hodisalarning hammasi bir xil kechadigan, shuning uchun bir xil qonun-Nyuton qonunlari bilan ifodalanadi. So'ngra tezliklarni qo'shishning klassik qonuni ko'rib chiqiladi. Nyuton mexanikasi bilan Maksvell elektrodinamikasi orasidagi qarama-qarshilik Enshteyn tomonidan nisbiylik nazariyasini yaratilishiga sabab bo'ldi. Bundan nisbiylik nazariyasining asosiy postulatlarini hisoblangan haqiqiy natijalar kelib chiqdi:

a) Eynshteynning nisbiylik tamoyili: barcha inersial sanoq sistemalarida tabiatdagi hodisalar bir xil kechadi va bir xil qonun bilan ifodalanadi;

b) yorug'lik tezligining invariantlik tamoyili: barcha inersial sanoq sistemalarida yorug'likning vakuumdagi tezligi bir xil.

A.Eynshteyn yuqorida qayd etilgan ikki postulatga asoslanib, yangi fizik nazariyani-nisbiylik nazariyasini yaratdi. Lekin, buning uchun u fazo va vaqt xossalari haqidagi mavjud tasavvurni qayta ko'rib chiqishga majbur bo'ldi va yangi relyativistik kinematika va relyativistik dinamikani yaratdi. Tezliklarni qo'shishning

relyativistik qonunini keltirib chiqarmasdan, garchi uslubiy jihatdan juda to'g'ri bo'lmasada, quyidagicha yozish mumkin:

$$\omega = \frac{u + \vartheta}{1 + \frac{u\vartheta}{c^2}}$$

Asosiy postulatlar asosida oddiygina keltirib chiqarishni keltiramiz; Buni talabalar uchun tushunarli ekanligi dars o'tish jarayonida sinab ko'rilgan. Tezliklarning qo'shish qonunini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\omega = \frac{u + \vartheta}{A}$$

$$u = \frac{\omega - \vartheta}{B}$$

Yuqoridagi A-ni o'rniga $A = 1 + \alpha u$ ni qo'yib, quyidagi natijani hosil qilamiz:

$$\omega = \frac{u + \vartheta}{1 + \alpha u}$$

Endi yorug'lik tezligining invariantlik tamoyilidan foydalanamiz. Agar elektromagnit to'lqin vagonida $u=c$ tezlik bilan tarqalayotgan bo'lsa, uning Yerga nisbatan tezligi ω ham s ga teng bo'ladi. Shuni e'tiborga olsak, oxirgi formula quyidagi ko'rinishga keladi: $c = \frac{c + v}{1 + \alpha_0}$ bundan $\alpha = \frac{\vartheta}{c^2}$. Shunday qilib, qo'yilgan faraz isbotlanadi. Tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni klassik qonun bilan almashtirishda, o'tkazilgan nisbiy xatolikni topish mumkin.

$$\varepsilon = \frac{\omega_{klas} - \omega}{\omega} = \frac{\omega_{klas}}{\omega} - 1 = \frac{(u + \vartheta) + \left(\frac{u\vartheta}{c^2}\right)}{u + \vartheta} - 1 = \frac{u\vartheta}{c^2}$$

Talabalar mana bunday holdagi xatolikni hisoblasalar foydali, ya'ni ikkinchi kosmik tezlik ($\vartheta \approx 12 \text{ km}/c$) bilan harakatlanayotgan raketa ichida, havodagi tezligi ($u \approx 300 \text{ m}/s$) bo'lgan tovush tarqalmoqda. Bunda xatolik $4 \cdot 10^{-9} \%$, ya'ni milliarddan to'rt foiz bo'ladi. Demak, bu holatda tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni amalda tezliklarni qo'shishning klassik nazariyasidek natija beradi.

Tezlik yorug'lik tezligiga nisbatan ko'p marta kichik bo'l-ganida klassik formula asosida hisoblash bajarilsa, xatolik e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'ladi. Shu misollar asosida fizik nazariyalar orasidagi moslik tamoyili muhokama qilinadi.

Nihoyat, tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuniga asoslanib, biron jism (yoki zarra) ixtiyoriy inertsial sanoq sistemasi yorug'likning vakuumdagi tezligiga nisbatan birmuncha kichik tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, uning ixtiyoriy boshqa bir ISS dagi tezligi ham yorug'lik tezligidan kichik bo'lishini ko'rsatamiz. Demak, yorug'likning vakuumdagi tezligi eng yuqori chegaraviy tezlik ekan. Bu xulosani sonli misol asosida isbotlash mumkin. Faraz qilaylik $u = \vartheta = 0,9s$ bo'lsin, u holda Nyuton mexanikasi-dagi tezliklarni qo'shish qonuni asosan quyidagiga ega bo'ladi: $\omega_{kl} = 0,9s + 0,9s = 1,8c > s$. Tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni esa quyidagi natijani beradi:

$$\omega = \frac{0,9s + 0,9s}{1 + \frac{0,81s^2}{s^2}} = \frac{1,8s}{1,81} < s.$$

Olingan ifodani umumiy keltirib chiqarishga tegishli ma'lumotlarni, masalan, «Osnov fiziki» dan olish mumkin. Yuqorida qayd etilganlardan ko'rinib turibdiki, tezliklarni qo'shishning relyativistik qonuni masalalarini o'rganishga tavsiya etilgan metodikasi quyidagi muammolarni hal etish imkonini beradi:

-maxsus nisbiylik nazariyasining har ikki postulatini qo'llanayotganini ko'rsatish;

-misollar asosida tezliklarning qo'shish qonunini. Nyuton mexanikasining qo'llanish chegarasini ko'rsatish;

-misollar asosida moslik tamoyilini ma'nosini va umumiy nazariyadan klassik chegaraviy holga o'tish qoidasini tushuntirish;

-misol asosida bo'lsa-da, yorug'lik tezligining vakuumdagi tezligini chegaraviy ekanini asoslash.

Aynan shu tasavvurlar asosida tezliklarni qo'shishning relyativistik qonunining kiritishni va uni maxsus nisbiylik nazariyasi postulatlarini asosida keltirib chiqarishni tavsiya qilamiz.

XULOSA

O'qituvchi o'qitishning kredit-modul tizimida mustaqil ta'limni innovatsion texnologiyalar asosida tashkil etar ekan quyidagi asosiy omillarga e'tibor qaratish kerak:

- tanlangan mustaqil faoliyat turi mavzuning maqsadi va vazifalariga mos ekanligiga e'tibor qaratish;

- o'z sohasi bo'yicha mavzu tanlash;

- tanlangan mustaqil faoliyatga ajratilgan vaqt muddatini aniqlash;

- tanlangan mustaqil faoliyat erishish lozim bo'lgan natijani ta'minlashda optimal ekanini asoslash;

- mavzuga mos bo'lgan mustaqil faoliyatni tashkil etishning ikki optimal metodini tanlash;

- tanlangan metod asosida qanday ko'nikma va malakani shakllantirmoqchi ekaniga izoh berish;

- topshiriq natijalari bo'yicha taqdimot tayyorlash;

- topshiriqni baholash mezonlarini ishlab chiqish va erishiladigan natijaga izoh berish.

Xulosa qilib aytganda, zamon talablariga javob beradigan, nafaqat zamonaviy bilimlarga ega bo'lgan, balki qabul qilingan axborotlarni o'zining rivojlangan tahliliy-tanqidiy tafakkuri orqali mustaqil tahlil qilish, saralash va sara axborotlarni ilm-fan rivoji, yurt ravnaqi, xalq farovonligi uchun ishlata oladigan, mehnat bozorida raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashni reja qilgan ekanmiz, oliy ta'limda mustaqil ta'limni tashkillashtirishda ma'suliyat bilan yondashgan holda, bu jarayonda innovatsion texnologiyalardan foydalanmoq darkor. Shuningdek, mustaqil ta'lim zamona imkoniyati va ayrim vaqt zamona zaruriyati bo'lgan, o'qitishning juda qulay va samarali usullaridan biri - masofaviy ta'limning ham asosidir. Ha, "yaxshi o'qituvchi biror ilmni yetkazadi, tushuntiradi, o'rgatadi, zo'r o'qituvchi esa shu ilm mohiyatini ochib beradi, buyuk o'qituvchi esa shu ilmni egallashi uchun talabani ruhlantiradi, ularga motivatsiya beradi, yo'l ko'rsatadi" – degan gap, ayniqsa, hozirgi davrda yanada qimmatliroqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi. -T.: “O‘zbekiston”, 1992. -46 b.
2. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. – T.: O‘zbekiston, 2017. – 48 b.
2. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. – T.: O‘zbekiston, 2016. – 56 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori “Oliy ma’lumotli mutaxassislar tayyorlash sifatini oshirishda iqtisodiyot sohalari va tarmoqlarining ishtirokini yanada kengaytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 27.07.2017 y., PQ-3151, O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 30-son, 729-modda.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori “Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 20.04.2017 y., PQ-2909, O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 18-son, 313-modda, 19-son, 335-modda, 24-son, 490-modda.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoyishi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha xarakteristik strategiyasi to‘g‘risida” 07.02.2017 y., PF-4947, O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda, 20-son, 354-modda, 23-son 448-modda.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 5 iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarida ta’lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohatlarda faol ishtirokini ta’minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” 5.06.2018 y., PQ-3775 Qarori.
8. O‘zbekiston Respublikasi «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi»/ Barkamol avlod – O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. – T.: «Sharq», 1997. – 31-61 b.
9. “Boshlang‘ich sinf matematika darslarida innovatsion texnologiyalar” o‘quv-uslubiy majmua. S.Q.Qahhorov, U.H.Hayitov, 2022.
10. “O‘quv – uslubiy majmua” N.A.To‘rayeva, A.Sh.Rashidov. BuxDU 2019.
10. <https://mt.bimm.uz>. Kredit-modul tizimi asosida ta’lim jarayonlarini tashkil etish. Oliy ta’lim professor o‘qituvchilari uchun masofaviy kurslar.

11. Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 31-dekabrda 824-son qaroriga 1-ILOVA Oliy ta'lim muassasalarida o'quv jarayoniga kredit-modul tizimini joriy etish tartibi to'g'risida NIZOM.
12. Turaev Shukhratjon. The role of independent education in teaching physics. Society and innovations Special Issue -12(2021). 115-121.
13. G'. Dadamirzayev, S.Vahobova. Modulli ta'lim mustaqil ish uchun maqsadga erishish vositasi sifatida. International Scientific Journal <http://www.inter-nauka.com>.
14. D.U.Yakubova. Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishning zamonaviy shakllari pedagogic muammo sifatida. "SCIENCE AND EDUCATION" SCIENTIFIC JOURNAL /ISSN 2181-0842. DECEMBER 2021/VOLUME 2 ISSUE 12.
15. Балакирева Э.В., Богданова Р.У., Даутова О.Б., Даргевичене Л.И., Пискунова Е.В., Тряпицына А.П. Организация самостоятельной работы студентов по педагогическим дисциплинам: Учебно-методическое пособие для преподавателей высшей школы. Часть I. / Под редакцией профессора, члена-корреспондента РАО А.П.Тряпицыной. – СПб., 2008.
16. Девисиллов в. а. компетенции по безопасности жизнедеятельности в стандартах высшего образования // высшее образование в России. –2009. – №7. – с.178-180.
17. М.Н.О'лмасова. Физика 2-kitob. "O'qituvchi" nashriyot – matbaa ijodiy uyi. Toshkent – 2004.
18. Sharipov Sh. S., O'quvchilar kasbiy ijodkorligi uzviyligini ta'minlashning nazariyasi va amaliyoti: Ped. fan. dok. avtoref. T : 2012.-46 b.
19. S.Q.Qahhorov, Sh.F.To'rayev. Zamon talablariga javob beradigan mutaxassislarni tayyorlashda oliy ta'limda to'g'ri yo'lga qo'yilgan mustaqil ta'limning muhim hissasi// PEDAGOGIK MAHORAT JURNALI 2022 aprel, 2-son.
20. A.A. Karimov, A.A. Shokirov, A.A. Mukolyans "Gidravlika asoslari, naoslar va kompressorlar" O'quv qullanma. NOSHIR.; T. 2013.
21. A.A. SHokirov, A.A. Karimov. "Ixcham gidravlika" O'quv qullanma. T.; 2010.

22. Волцкий А.В., Сергеевская Е.С. Теория металлургических процессов. -М.: Металлургия, 1996.
23. Есин О.А., Гелд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. I часть. - Свердловск, 1992.
24. Филиппов С.И. Теория металлургических процессов. - М.: Металлургия, 2000.
25. Ленник Г.А., Пехсин П.О. Современная техника изотермического нанесения покрытий. - М.: Металлургия, 2000
26. Ё.Қ.Назаров “Умумий физика курси”. 2-жилд. Электр ва электромагнитизм. Т. – “Ўзбекистон” – 2002.
27. <https://arxiv.uz>
28. [http:// ziyonet.uz](http://ziyonet.uz)

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I bob. Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish	
1.1-§. Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanishning imkoniyatlari	6
1.2-§. Kredit-modul tizimida mustaqil ta'limning o'ziga xos jihatlari.....	13
1.3-§. Mustaqil ta'limni tashkil etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish.....	23
II bob. Kredit-modul tizimida talabalarni mustaqil ta'limga tayyorlashda o'qituvchining vazifalari va auditoriya mashg'ulotlarining roli	
2.1-§. Umumiy fizika fanidan talabalarni mustaqil ta'limga zamonaviy imkoniyatlardan foydalanib tayyorlash	35
2.2-§. Umumiy fizika fanidan ma'ruza darslarini talabalarni mustaqil fikrlashga undovchi innovatsion texnologiyalardan foydalanib tashkil etish	41
2.3-§. Kredit-modul tizimida umumiy fizika fanidan mustaqil ta'limni samarali tashkil etish texnologiyalari	53
III bob. Umumiy fizika fanidan mustaqil ta'lim mavzulari bo'yicha tizimli ma'lumotlar va dars ishlanmalari	
1. Tabiat va inson	61
2. Qonuniyatlar, modellarning yaratilishi.....	64
3. Zamon, makon va nisbiylik nazariyasi.....	68
4. Sinergetika va uning qonunlarini tabiatda hamda jamiyatdagi ko'rinishi.....	73
5. Quyosh tizimining kelib chiqishi va evolyutsiyasi.....	79
6. Zamonaviy fizikada nazariya va tajriba.....	85
7. Plazma haqida tushuncha.....	97
8. Qora tuynuklar.....	100
9. Lazerlar.....	105
10. Neft va gaz kimyosi maxsulotlarini tahlil qilishda optik usullar.....	116

11. Yoruglikni fotokimyoviy ta'siri.....	120
12. Qattiq jismlar lyuminessensiyasi.....	122
13. Suyuqlik va gazlar mexanikasi.....	125
14. Molekulalarning tezliklar va energiyalar bo'yicha taqsimot qonuni. Shtern tajribasi. Barometrik formula.....	133
15. Termodinamik muvozanatda bo'lmagan sistemalarda ko'chish hodisalari.....	140
16. Real gazlar.....	147
17. Moddaning agregat holati.....	151
18. Moddaning suyuq holati.....	153
19. Qattiq jismlarning xususiyatlari.....	155
20. Dielektrlarda elektr maydoni. Dielektrik singdiruvchanlik va dielektrlarning qutblanishi.....	162
21. P'yezo elektrklar va segneto elektrklar to'g'risida tushuncha.....	164
22. Metal vakuum va gazlardagi elektr toki.....	166
23. Elektromagnit induksiya.....	177
24. Elektromagnit maydon uchun Maksvel nazariyasining asoslari.....	186
25. Elektromagnit to'lqinlar va ularning xossalari.....	192
26. Yung klassik tajribasi. Frenel ko'zgulari. Frenel biprizmasi.....	195
27. Yorug'likning qutblanishi va dispersiyasi.....	204
28. Fotoeffekt. Lebedov tajribalari.....	212
29. Fotolyuminessensiya. Fluoresensiya va fosforessensiya.....	215
30. Kvant mexanikasining elementlari.....	218
31. Relyativistik mexanika elementlari.....	220
XULOSA.....	226
Foydalanilgan adabiyotlar.....	227

S.Q.QAHHOROV, SH.F.TO'RAYEV

UMUMIY FIZIKA

(KREDIT-MODUL TIZIMIDA MUSTAQIL TA'LIMNI TASHKIL ETISH)