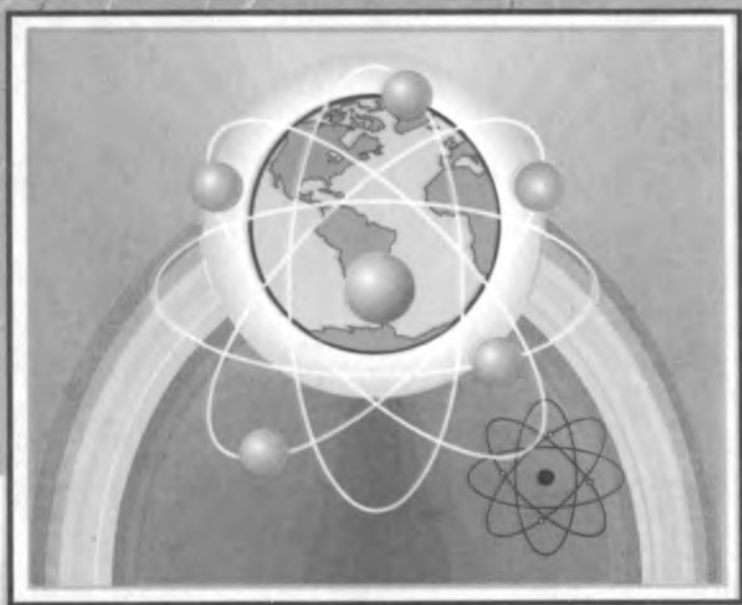


O'T. O'SAROV

TABIATSHUNOSLIK ASOSLARI





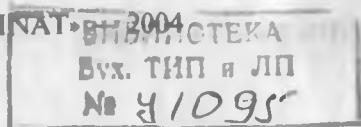
59
0-88

O. T. O'SAROV

TABIATSHUNOSLIK ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv
qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT — MEHNAT



O'quv qo'llanmada tabiiy fanlar konsepsiyasi, bugungi kunning global muammolari, hozirgi zamon texnologiyasi va energetikasining ilmiy asoslari bayon qilingan. Shuningdek, qo'llanmada mikrodunyo, makrodunyo va megadunyolarning masalalari, biosfera, zamonaviy texnologiyalar, ekologik halokatlarni bartaraf qilish yo'llari, tabiatshunoslikning fizik asoslari hamda atom va yadrolarning hozirgi zamon fizikasi elementlari, yadro energetikasi muammolariga oid mavzular yoritilgan.

O'quv qo'llanmadan iqtisodiyot, menejment va boshqa ijtimoiy-gumanitar ta'lim yo'nalishlari talabalari, o'qituvchilar va tabiatshunoslikning hozirgi zamon konsepsiyasi bilan qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **T.Sh.SHIRINQULOV** — O'zbekiston FA akademigi;
O.Q.QUVONDIQOV — pedagogika fanlari Xalqaro akademiyasi muxbir a'zosi, fizika-matematika fanlari doktori, professor; **M.OLLAYOROV** — falsafa fanlari nomzodi, dotsent; **A.BEKTEMIROV** — iqtisod fanlari nomzodi, dotsent.

O' 1601000000 — 52 e'lonsiz, 2004
M 359 (04) — 2004

ISBN 5—8244—1600—1

© «Mehnat» nashriyoti, 2004-y.

KIRISH

«Tabiatshunoslik asoslari» oliy ta'lim tizimidagi ijtimoiy-gumanitar ta'lim yo'nalishlari bo'yicha bakalavrlar tayyorlash o'quv jarayoni rejalariga Davlat ta'lim standartlari asosida kiritilgan yangi fandır. Fanni bayon qilishdan oldin: insonning aql-zakovati, bilimdonligi qanday bo'lishi kerak? U bizni o'rab turgan Olam to'g'risida qanday tasavvurlarga ega bo'lishi lozim kabi savollarga javob berishi darkor.

Hozirgi davrda tabiiy fanlarga qiziqishi bo'lmagan kishini keng dunyoqarashga ega deb bo'lmaydi. Negaki, birinchidan, madaniyatli bo'lish uchun shaxsda nisbiylik nazariyasi, biologiya, sinergetika, ekologiya va boshqa fanlar to'g'risida tushunchalar bo'lishi darkor. Ikkinchidan, bu eng muhimi, hozirgi hayotimizda ko'p narsalar ilmiy metodologiya asosida qurilmoqda. Uchinchidan, har qanday mutaxassisga kerak bo'lgan bilimlar u yoki bu darajada ilmiy dalillarga asoslangan. Fanning alohida bo'limlari: tabiiy, texnik, ijtimoiy va gumanitar sohalari bir-biridan ajralgan holda alohida-alohida bo'lib, tabiat, jamiyat va insonning to'liq manzarasini bera olmaydi. Falsafa tabiiy fanlarga murojaat qilmasdan bu vazifani bajarolmaydi. Dunyoqarashning falsafiy mushohadasi tabiat to'g'risidagi ilm-fanning o'ziga xos yutuqlari bilan bir butunga birlashgan, Olamning tabiiy-ilmiy manzarasi orqali aniq-ravshan bo'lishi kerak.

Tabiatni bilish insonni va jamiyatni bilish bilan chambarchas bog'liq. Shuni aytish joizki, tabiatni ilmiy bilishning metodologik va ilmiy falsafiy dunyoqarash muammolari tarkibida «Tabiatshunoslik asoslari» fani talabalarda ilmiy dunyoqarashni, nazariy fikrlashni shakllantiradi, tabiiy ilmiy bilimlarni jamiyatshunos, huquqshunos, iqtisodchi, menejer, filolog, tarixchi va boshqa ijtimoiy-gumanitar mutaxassislarning kasbiy faoliyatida qo'llash metodologiyasini o'rganadi.

«Tabiatshunoslik asoslari» to'rt bo'limdan iborat:

1. Hozirgi zamon tabiiy fanlar konsepsiyasi. Fan va madaniyat tizimida tabiatshunoslikning o'rni. Hozirgi zamon tabiatshunosligining umumiy panoramasi. Tabiat va inson.

2. Zamonamizning global-umumbashariy masalalari. Hozirgi zamon

tabiatshunosligi. Mikrodunyo, makrodunyo va megadunyolar. Ilmiy texnika taraqqiyotining global taraqqiyotning asosiy an'analariga ta'siri.

3. Tabiatshunoslikning fizikaviy asoslari. Olamning tabiiy-ilmiy manzarasi. Fizikaning asosiy qonunlari. Tabiatdagi jarayonlar rivojlanishining ilmiy asoslari.

4. Hozirgi zamon texnologiyasi va energetikasining ilmiy asoslari. Zamonaviy texnologiya va ekologik halokatlarni bartaraf qilish yo'llari.

Ilm-fan shiddat bilan taraqqiy etmoqda, ilmiy kashfiyotlar ko'z oldimizda sodir bo'lmokda. Albatta, ma'lum bir vaqt o'tgach, yangi-yangi nazariyalar, farazlar paydo bo'ladi, yangi qonuniyatlar ochiladi, shu bilan birga yechilishi lozim bo'lgan yangi-yangi muammolar vujudga keladi. Shuning uchun «Tabiatshunoslik asoslari» kursi Olamning hozirgi zamon tabiiy-ilmiy manzarasini o'zida mujassamlashtirgan fan va texnikaning yangi-yangi yutuqlari asosida, doimiy ravishda to'ldirilib va kengayib boradi.

Ushbu kitobning yaratilishida o'zining qimmatli fikrlarini bildirib, amaliy maslahatlar bergani uchun I.P.Kleynerga muallif o'z minnatdorchiligini bildiradi.

1 bob. HOZIRGI ZAMON TABIIY FANLAR KONSEPSIYASI

1-§. TABIATSHUNOSLIKNING PREDMETI VA VAZIFALARI

Fan va madaniyat tizimida tabiatshunoslik

Tabiatshunoslik, tabiiy fanlar deganda tabiat to'g'risidagi: fizika, kimyo, biologiya, geologiya, geografiya va boshqa fanlar tushuniladi. Tabiatshunoslikning o'zi nima? Tabiatshunoslik — bu tabiiy hodisalarni belgilovchi farazlarni tajribada tekshirish va shu orqali nazariya yoki empirik umumlashtirishlar yaratishga asoslangan fandır.

Tabiatshunoslik, tabiiy fanlarning predmeti—sezish organlarimiz orqali his etadigan jarayonlar va hodisalardir. Olimlarning vazifasi — bu jarayonlarni umumlashtirib, tabiat hodisalarini boshqaradigan qonunlarni o'z ichiga oladigan nazariy model yaratishdan iborat. Ilm-fanning qonunlarini shakllantiradigan tajriba natijalarini, empirik umumlashmalarini va nazariyalarni bir-biridan farqlash lozim. Masalan, Olamda o'zaro tortishish hodisasi bevosita tajribada kuzatiladi. Fanning qonuni, masalan, butun Olam tortishish qonuni — bu hodisani tushuntirishning bir varianti sanaladi. Fanda faktlar o'zining doimiyligini saqlaydi; qonunlar esa ilm-fan rivojlanishi bilan o'zgarishi mumkin. Masalan, fundamental qonun, butun Olam tortishish qonuniga nisbiylik nazariyasi yaratilgach o'zgartirishlar kiritildi.

Haqiqatni aniqlash jarayonida sezgi va tafakkurning ahamiyati mu-rakkab falsafiy masaladir. Tajribada tasdiqlangan holatlar fanda haqiqat deb tan olinadi. Shuning uchun tabiatshunoslikning asosi shundan iboratki, tabiat to'g'risidagi bilimlar empirik tekshirishdan o'tgan bo'lishi kerak. Tabiatshunoslik fanlari texnika fanlaridan, dunyoni bilishga qaratilganligi bilan, matematikadan esa belgilar tizimini emas, balki tabiat tizimlarini tadqiqot qilishi bilan farq qiladi.

Fizika — tabiat to'g'risidagi, uning umumiy qonuniyatlarini o'rganadigan fan. Shuning uchun tabiatshunoslik asosida fizika va uning qonunlari

yotadi. Fizikaning boshqa tabiiy fanlarga kirib borishi shunchalik ko'p qirraliki, ularning tutashgan joylarida yangi tabiiy fanlar paydo bo'ladi, masalan, biofizika, geofizika, astrofizika, fizik kimyo va hokazolar. Fizika insonning texnikaviy yutuqlari asosini aniqlab bersa ham, biz tabiat-shunoslik to'g'risidagi o'quv kursini biologiyasiz tasavvur qila olmaymiz. Biologiya tirik tabiat to'g'risidagi fandir. Fizika va biologiya fanlarining tabiiy ravishda bir-birini to'ldirishi olamning tabiiy-ilmiiy manzarasiga asos solishga imkon beradi

Fizika va boshqa tabiiy fanlarning rivojlanishi nimaga asoslangan? Eng avvalo, insoniyatning amaliy ehtiyojiga. Masalan, XIX asrda issiqlikni ishga aylantira olishga qodir bo'lgan issiqlik mashinalariga bo'lgan ehtiyojni qondirish uchun fanda yangi termodinamika yo'nalishi paydo bo'ldi.

Insoniyatning tarixi shundan dalolat beradiki, agarda jamiyatda muhim ehtiyoj tug'ilsa, u ilm-fanni bir necha universitetlarga nisbatan ham ko'proq o'lg'a suradi.

VIII—XV asrlarda Sharqda fan gurkirab rivojlandi. Ilk akademiyalar paydo bo'ldi. Bu yurt olimlarining ishlari butun dunyo ilm-fanining rivojlanishiga muhim turtki bo'ldi. Pirovardida XVII—XVIII asrlarda Evropada birinchi ilmiy jamiyatlar, akademiyalar paydo bo'lib, ilmiy jurnallar chop etila boshlandi. Ilm-fan ijtimoiy institut sifatida vujudga keldi. XX asrda ilm-fan keskin rivojlandi — yirik ilmiy-tadqiqot institutlari va laboratoriyalar tashkil topdi va zamonaviy texnika bilan jihozlandi.

Jumladan, mamlakatimizda amaliy va yadro fizikasi ilmiy-tekshirish institutlari, kimyo va biologiya institutlari, texnik va iqtisodiy universitetlar, shuningdek dunyoga mashhur ilmiy markazlar, laboratoriyalar tashkil etildi. Fan jamiyatning moddiy va ma'naviy jihatlarini, siyosiy va mafkuraviy hayoti bilan birlashib, bevosita ilmiy-texnika taraqqiyotining muhim qismi bo'lgan ishlab chiqarish kuchiga aylandi. Shuning uchun, o'z kelajagi to'g'risida qayg'urayotgan jamiyat ilm-fan, ta'lim sohasini rivojlantirishga ko'proq moliyaviy mablag' kiritishga harakat qiladi. Respublikamizda «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» asosida mamlakatimizning ta'lim tizimini isloh qilish uchun katta mablag' ajratilib kelmoqda.

Yangi asrda insoniyat oldida ilm-fan taraqqiyoti bilan bog'liq global muammo bormi? Ha, bor. Bu hozirgi zamon tamaddunini (sivilizatsiyasini) saqlab qolish muammosidir. Biz global inqirozlardan chiqish yo'llarini mukammal o'rganishimiz kerak. Eng murakkab va dolzarb

muammolarni tahlil qilishimiz lozim. Ko'pgina olimlar XXI asrda iqtisodda, ilm-fanda va texnikada global o'zgarishlar ro'y beradi, deb hisoblashadi. XXI asr qanday bo'ladi? Bu savol juda ko'p odamlarni tashvishga solmoqda. Olimlar turli fikr va mulohazalar bildirishmoqda. Ko'pgina faktlar va voqealarni bir-biri bilan taqqoslab, aniq, mantiqan tushuniladigan xulosalarga kelish mumkin. Bulardan biri butun dunyo mamlakatlarida kuzatilayotgan kompaniya va korporatsiyalarning birlashishidir. Ch. Darvinning «Kuchli kuchsizni o'z ta'siriga olib, g'alaba qiladi», degan qonuni ishlayotganga o'xshaydi. So'nggi yillarda katta-katta konsernlar, fabrika va korporatsiyalarning birlashishi kapitalning globallashuvidan darak bermoqda.

Masalan, AQSHda bank sohasida va sanoatda keyingi 10—12 yilda mamlakatning «katta biznes» yetakchilari birlashdilar, kattasi kichigini «yutib yubordi» — aviasozlik sanoatida: «Boing» va «MakDonnel-Duglas», «Lokxid» va «Martin-Marietta»; avtomobil sanoatida: Amerika konserni «Ford» va Shvetsiyadagi «Volvo»; bank sohasida: «Cheyz Manxettin» va «Kemikl Bank». G'arbiy Yevropada ham sanoatning raqobatbardoshligini oshirish maqsadida ularning qo'shilishi va bir-birini «yutishi» jarayoni faol davom etmoqda. Hozirga qadar bularning eng faollari Germaniya banklari va firmalaridir. Bular ichida xilma-xil aviakosmik, katta hajmda avtomobillar, ishlab chiqaruvchi «Daymler-Kraysler» korporatsiyalari ajralib turadi.

XXI asrda nimalar ro'y berishi kutilmoqda? Yetakchi kompaniyalarining yashash davri kelganga o'xshaydi, «Globallashtirish bosib kelmoqda», iborasi reallikka aylandi va «Transmilliy korporatsiya» tushunchalari kundalik hayotimizga kirib keldi. Shuni aytish kerakki, dunyo iqtisodiyotining globallashuvidan faqat taraqqiy etgan mamlakatlar hamda ayrim mamlakatlarning rivojlangan hududlarigina yutadi.

Dunyo iqtisodiyotida ro'y berayotgan bunday integratsiyalashuv jarayonlaridan chetda qolmaslik uchun mamlakatimiz ham o'z imkoniyatlarini to'liq ishga solishi lozim. O'zbekiston O'rta Osiyoning yetakchi mamlakati sifatida o'z iqtisodini qo'shni respublikalar, taraqqiy etgan davlatlar bilan sanoat integratsiyasi orqali yanada rivojlantirishi mumkin. Buning uchun hozirgi kunda rivojlangan davlatlar bilan qo'shma ilmiy loyihalar yaratilmoqda. Bunga, Orol dengizini saqlab qolish bo'yicha tuzilgan ilmiy loyihalar misol bo'la oladi.

2-§. ILMIY-TEXNIKA TARAQQIYOTINING GLOBAL RIVOJLANISH AN'ANALARIGA TA'SIRI. HOZIRGI ZAMON FAN VA TEXNIKA ALOQALARI

Biz hozir ilmiy-texnika inqilobi davrida yashamoqdamiz. Buni fan va texnikaning hayotimizga, uning taraqqiyotiga ta'sirida ko'ramiz. Shuni ta'kidlash kerakki, fan va texnikaning kurtaklari qadimda paydo bo'lgan, biroq ular bir-biridan alohida rivojlangan. Masalan, kishilik tarixining dastlabki davrlarida yunonlar madaniyatning rivojlanishiga asos solib, tabiatni bilishga intilishgan, lekin ular uchun og'ir ishlarni ilmiy taraqqiyot natijasida yaratilgan mashinalar emas, balki qullar bajarishgan. Faqatgina o'rta asrlarda g'arb madaniyatida insonning tabiatga munosabati kuzatuvchanlikdan amaliyotga aylandi. Endi tabiatning qanday ekanligi bilan qiziqishmadi, balki u bilan nima qilsa bo'ladi, deya savol bera boshlashdi. Buning natijasi o'laroq keyinchalik V.Geyzenberg iborasi bilan aytganda, «tabiatshunoslik» texnika bilan bir butun bo'lib birlashdi.

Texnika — bu faqatgina mashinalar emas, balki matematik apparat va har xil tajriba yo'li orqali obyektga tizimli, tartibli yondashishdir. Fan va texnika o'rtasidagi bog'liqlikni B.Rassel aniq bayon etgan. «Texnika dunyosi keng ma'noda ideal fan dunyosi kabi ratsional tarkibga egadir, deydi u, texnika fandan kelib chiqadi, fan esa texnika bilan boshqariladi». Demak, hozirgi zamon fani ikki asosiy funksiyaga ega: bilish va amaliy.

Inson tabiat sirlari va jumboqlarini yechish, shu bilan birga amaliy masalalarni hal qilish uchun fanni rivojlantiradi. XX asrning birinchi yarmida ilmiy-texnika inqilobi ro'y berdi. Bunda atom tarkibining murakkabligi va radioaktivlik hodisasining kashf etilishi, nisbiylik nazariyasi, kvant mexanikasi, genetika, kibernetika raketa va kosmik texnikaning yaratilishi, elektrning keng qo'llanilishi, atom yadrosining parchalanishi, ommaviy axborot vositalari va kommunikatsiyalarining rivojlanishi, ishlab chiqarishning mexanizasiyalashtirilishi va avtomatlashtirilishi katta ahamiyatga ega bo'ldi. Bizga oddiy bo'lib ko'rinadigan avtomobillar, samolyot, radio va televideniye — ilmiy-texnika taraqqiyotining mahsuli bo'lib, hozirgi zamon ilmiy-texnika inqilobiga asos bo'ldi.

Ilm-fan va ilmiy-texnika inqilobi kishilar dunyoqarashining shakllanishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga ilm-fan taraqqiyoti insoniyat uchun birdek xizmat qilayotgani yo'q. Masalan, asosan, g'arb mamlakatlari aholisining turmush darajasi ortib borish bilan bir vaqtning o'zida

dunyo bo'yicha millionlab kishilar ochlik tufayli hayotdan ko'z yummoqda.

Hozirgi zamon ilm-fani yutuqlarini amalda qo'llash natijasida butun global muammolar majmuyida, eng avvalo, jamiyat va tabiat orasidagi munosabatlarda ziddiyatlar kuchaydi. Ma'lumki, olimlar ancha vaqtdan buyon sayyoramizda ekologik holat yomonlashganligidan bong urmoqdalar. B. Kommoner: «Hech narsa o'z-o'zidan berilmaydi», — deb ekologik qonunlarning birini ta'rifini bergan edi. Atom energetikasining rivojlanishi ham katta xavf tug'dirmoqda. Chernobildagi AES halokatining oqibatlari hali ko'p o'n yilliklarga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Taniqli futurologlar E. Viner va G. Kan «2000 yil» kitobida: «amalda sanoatlashtirish boshlangandan buyon, deyarli hamma asosiy texnologik o'zgarishlar kutilmagan oqibatlarga olib keldi. Insonning tabiat ustidan hukmronligining o'zi bizning nazoratimizdan tashqarida hukmdorlik manbayiga aylanishi xavfi paydo bo'lmoqda», deb yozishgan.

Ilmiy-texnika inqilobi (ITI)ning umumbashariy xususiyati xalqaro ilmiy-texnik hamkorlikni talab qiladi, chunki global ilmiy-texnik loyihalar uchun katta-katta moliyaviy xarajatlar kerak bo'ladi. ITIning ko'pgina oqibatlari milliy chegaralar bilan cheklanib qolmaydi. Shunday xalqaro aloqalarga Orol dengizini saqlab qolish bo'yicha harakat dasturi misol bo'la oladi.

ITIning global o'sishning asosiy an'analariga ta'sirini ko'rib chiqaylik. Tarixda yangi texnologiyalarni rivojlantirishdagi sakrashlar aholi soni o'sishi va iqtisodiy o'sish yo'llarida bo'lgan jismoniy cheklanganlikning chegarasini surishga yordam berganligiga misollar ko'p. Shuning uchun yangi texnologiyalar ishlab chiqishdagi sakrashlar hamma muammolarni yechishga yordam beradi, degan fikr tug'iladi. Ilmiy-texnika taraqqiyotining imkoniyatlarini global kompyuter modellari yordamida baholash nimaga olib kelishini ko'zdan kechiraylik. Insoniyat energiya muammosini hal qildi, deb faraz qilaylik, bunga asosiy dalillar — atom reaktorlarini qurish, uranning ishlash vaqtini cho'zish hamda ehtimol boshqariladigan yadro sintezi muammosini hal qilish.

Faraz qilaylik, minerallar tarkibi kam bo'lgan rudalarni ishlov berish hisobidan resurslarimiz zaxirasi ikki marta oshsin; ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash natijasida birlamchi resurslarga bo'lgan ehtiyoj, to'rt dan birga kamaysin. Afsuski, bunday natijalarning kompyuter dunyo modeliga kiritilishi ham muhim o'zgarishlarga olib kelmas ekan. Baholash shuni ko'rsatadiki, bu holatlarda ham aholi soni va sanoatning o'sishi ta'minlanar ekan, lekin baribir bular cheklangan bo'ladi. Oxir-oqibatda,

atrof-muhitning halokatli ifloslanishi natijasida keskin kamayish ro'y berib, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish keskin kamayib ketadi, bu o'z navbatida oziq-ovqat yetishmasligiga olib keladi. Yuqorida keltirilganlarga qo'shimcha qilib, yerning har bir gektaridan hosildorlikning ikki marta oshishi, tibbiyotdagi muvaffaqiyatlar, inson tug'ilishini boshqara olishni modelga kiritamiz. Hisoblar shuni ko'rsatadiki, bunday qo'shimchalarning kiritilishi ham, afsuski, tizimning o'sishini 2100-yilda to'xtashini ko'rsatadi. Atrof-muhitning ifloslanishi dastlab kamayadi, so'ngra keskin oshib boradi, chunki, har qanday mukammal tozalash tizimi ham chiqindilarni to'liq yo'qota olmaydi. Ishlab chiqarilgan mahsulot birligiga to'g'ri keluvchi ifloslanish kamaysa ham ishlab chiqarishning oshib borishi atrof-muhitning buzilishiga olib keladi.

Shunday qilib, global kompyuter modellari bilan o'tkazilgan hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, ilmiy-texnika taraqqiyoti dunyo tizimi o'sishining cheklanganligini yo'q qila olmaydi. U faqat o'sish chegarasini kengaytirishi mumkin xolos. Yerning o'z cheklangan o'lchamiga ega bo'lganligi muhim holat bo'lib, u o'zgarmaydigan chegaradir. Kompyuter modellari bilan matematik hisoblashlar o'tkazgan bir qator mamlakatlarning olimlari shunday xulosaga kelishdi.

3-§. FAN — BILIMLARNING OLIY SHAKLI. ILMIY TADQIQOT USULIARI

Fan — bu tabiat va jamiyatning taraqqiyot qonuniyatlarini ochib beruvchi hamda atrofdagi muhitga ta'sir ko'rsatuvchi bilimlar tizimidir. Fanning asosiy vazifasi bilimlarni to'plash, ularni tekshirish, haqqoniyligini mantiqan va tajribada isbotlashdan iboratdir. Fan o'zi tadqiq qilayotgan voqea va hodisalarning obyektiv qonuniyatlarini ochib beradi.

Ilmiy bilimlarning asosiy xususiyati uning tizimli bo'lishi, ya'ni bir bilimning ikkinchisi orqali mantiqiy isbotlanishidir. Ma'nosi bo'yicha ilmiy bilimlar haqiqatga intilishligi, umumiy hodisalarni, butun olamni tadqiq etishga qaratilganligi bilan belgilanadi.

O'z maqsadiga yetish uchun har bir fan nazariy jihatdan tizimlashgan bilimlar yig'indisi sifatida tadqiqot jarayonida xilma-xil ilmiy usullardan foydalanadi. Fanning asosiy maqsadi shundan iboratki, haqiqatni yanglishishdan, obyektiv bilimni subyektiv fikrdan, aniqlikni mavhumlikdan ajratishdir. Bu maqsadga erishish fikrlash mantiqini rivojlantirishni,

atamalar va ramzlar kiritishni, aniq asboblari va tajriba qurilmalari yaratishni taqozo etadi.

Fanning asosiy funksiyasi obyektiv haqiqatni aniqlashdir. Shuning uchun fan insonning amaliy faoliyati uchun zaruratsdir.

Haqiqat haqiqiy va real borliqni kishi ongida to'g'ri aks ettiruvchi ishonchli bilim. U subyektiv va obyektiv bo'ladi.

Haqiqatning obyektivligi darajasi va chegarasi mutlaq va nisbiy haqiqat tushunchasi orqali ifodalanadi. Mutlaq haqiqat uning obyektivligi bilan to'liq mos keladi. Mutlaq haqiqat voqelikning aniq, to'liq in'ikosidir. U abadiy haqiqatsdir. Mutlaq haqiqatga alohida dalillargina (masalan, buyuk olim va davlat arbobi Mirzo Ulug'bek) emas, balki asoslangan ilmiy qonunlar, qoidalar ham misol bo'la oladi. Lekin, har qanday haqiqat obyektiv va mutlaq bo'lib, doimo nisbiydir. Shuning uchun har qanday obyekt yoki jarayonning tarkibiy xususiyati cheksiz murakkab bo'lganligi sababli, ularni hech qachon to'laligicha bilish mumkin emas. Bu bilishning cheksizligi, uning chegarasi yo'qligini bildiradi. Yangi nazariyalar eskilarini butunlay inkor etmaydi, balki ularning qo'llanish sohasini chegaralaydi. Bularga klassik mexanika (Galiley-Nyuton mexanikasi), relyativistik mexanika va kvant mexanikasi orasidagi munosabatlar misol bo'la oladi.

Ilmiy bilimlar shakliga ko'pincha muammolar, farazlar, nazariyalar, tamoyillar, kategoriyalar, qonunlar va dalillar kiritiladi. Lekin, shu narsa ma'lumki, ba'zan yangilish dalillar ham bo'ladi, masalan, ko'p asrlar davomida Quyosh Yer atrofida aylanadi, degan yangilish ta'limot hukmron bo'lgan (aslida esa teskarisi). Dalil deb haqiqiy hodisa emas, balki uning mavjudligi to'g'risida xabar beruvchi bilimlar tushuniladi. Shuning uchun ilmiy bilimlarning hamma shakllari va birinchi holda dalillarning haqiqiyligi qattiq tekshirishdan o'tishi kerak.

Ilmiy bilishda dalillarning ahamiyati to'g'risida fiziolog I.P.Pavlov shunday degan: «Fanda qora ishni qilishni o'rganing. Tadqiqot o'tkazing, taqqoslang, dalillar yig'ing. Dalillar — olim uchun havoday zarur. Ularsiz Siz hech qachon «ucha olmaysiz». Ularsiz nazariyangiz quruq chaqiriqdir».

Muammo — bu hal qilinishi lozim bo'lgan jiddiy masala, olimlar tomonidan tushunilgan, lekin unga javob berish uchun bor bilimlar yetishmaydigan savoldir. Ilmiy muammoni to'g'ri tanlash juda muhimdir.

Ilmiy gipoteza (faraz) — bu haqiqiyligi yoki noto'g'riligi hali isbotlanmagan bilimlardir. Faraz ilmiy tadqiqot jarayonini ma'lum

yo'nalishda yo'naltiradi, yangi-yangi dalillarni va ma'lumotlarni to'plashga yordam beradi.

Nazariya — haqiqatligi isbotlangan bilimlardir. Nazariyaning ilmiy farazdan asosiy farqi, uning tasdiqlanganligi, isbotlanganligidir. Nazariya muayyan shaklda rivojlangan obyektiv borliqning asosiy tomonlari munosabatlarini bilish jarayonida kelib chiqqan, boy, chuqur ma'nodagi bilimlar yig'indisidir. Nazariyaning asosiy elementi uning tamoyillari va qonunlaridir.

Tamoyillar — nazariyaning eng umumiy va asosiy holatidir.

Fanlar qonunlari — o'rganilayotgan hodisa, obyekt va jarayonlarning umumiy aloqalarini nazariy tasdiqlar shaklida qayd etadi.

Fanlar kategoriyalari — nazariyaning eng umumiy va muhim tushunchalari bo'lib, u nazariya obyektining va predmetining xususiyatlarini belgilaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, nazariya miqdor va sifat jihatidan o'zgarib tursa ham u ilmiy bilimlarning eng muvozanatli shakllaridan biridir. Ma'lumki, yangi-yangi faktlarning to'planishi nazariyani, uning tamoyillarini o'zgarishga olib keladi, yangi tamoyillarga o'tish esa o'z mohiyati bo'yicha yangi nazariyaga o'tish demakdir.

Umumiy nazariyalardagi o'zgarishlar nazariy bilimlar tizimida sifatiy o'zgarishlarga olib keladi, natijada, ilmiy inqilob ro'y beradi. Ilm-fandagi ilmiy inqiloblar N.Kopernik, I.Nyuton, A.Eynshteyn kabi buyuk olimlarning ismlari bilan bog'liq.

Quyida ilmiy tadqiqotlarning asosiy usullari haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

1. Kuzatish — predmet va hodisalarning muayyan maqsadga qaratilgan hissiy bilish usulidir. Ilmiy kuzatish dalillar yig'ish uchun o'tkaziladi. Lekin, kuzatishda kuzatuvchining kuzatilayotgan jarayon yoki hodisaga to'liq bog'liqligi saqlanadi. Tadqiqotchi kuzatuvni olib borishda obyektning o'zgarishiga olmaydi, uni boshqarolmaydi yoki nazorat qila olmaydi.

2. Eksperiment — kuzatishga qaraganda faol xususiyatga ega bo'lgan tadqiqot usulidir. Eksperiment kuzatishga nisbatan yuqoriroq darajadagi bilish usulidir. Eksperiment paytida o'lchashlar olib boriladi, o'rganilayotgan hodisalar obyektiv baholanadi. Ilmiy eksperiment hozirgi zamonda insoniyat amaliyotining muhim qismidir. Ilmiy tadqiqotlarning sohalariga qarab, tadqiqot qiluvchi predmetlarning tabiatiga qarab, eksperimentlar fikriy bo'lishi ham mumkin.

3. O'lchashlar — bilish jarayonida narsaning miqdor tavsifnomasini

aniqlash usulidir. O'ltov odatda, o'rganilayotgan predmetni aniq qayd etilgan xossa va belgilarga ega bo'lgan boshqa biron-bir predmet bilan nisbatlash yo'li orqali amalga oshiriladi.

4. Analogiya — (moslik, aynanlik, o'xshashlik) narsa va hodisalar biror xususiyatlarning o'xshashligini o'rganish usulidir. Bu usul yordamida ikki yoki bir necha predmetning o'xshash xususiyatlari o'rganiladi. Masalan, fizikada analogiyaga tebranish konturidagi, bir uchi mahkamlangan prujinaning, suv yuzida suzib yurgan jismning, mayatnikning va hokazolarning tebranishlari misol bo'la oladi. Analogiya usuli modellashtirish jarayonida ishlatiladi.

5. Modellashtirish — obyektning ayrim xususiyatlari va belgilarini uning o'zida emas, balki uning o'ltamlari kichiklashtirilgan, o'ziga aynan o'xshash nusxasida (modelida) ilmiy izlanishlar olib borish jarayonidir. Modellashtirish asosida tadqiq qilinayotgan obyekt bilan uning modeli o'rtasida o'xshashlik, muvofiqlik yotadi. Masalan, Borning atom modeli atomning murakkab xususiyatlarini aniqlashga imkon berdi.

Amaliy, texnika fanlarida, ko'pincha, ilmiy tadqiqotlar ham eksperimental, ham nazariy izlanishlarni o'z ichiga olgan bir butun holda olib boriladi.

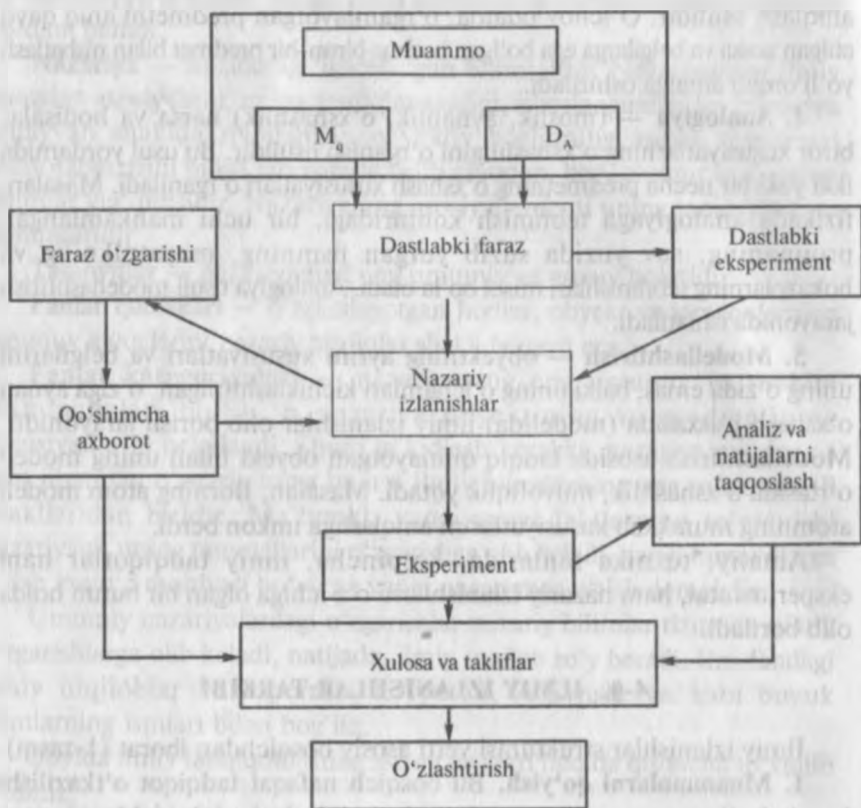
4-§. ILMIY IZLANISHLAR TARKIBI

Ilmiy izlanishlar strukturasi yetti asosiy bosqichdan iborat (1-rasm).

1. Muammolarni qo'yish. Bu bosqich nafaqat tadqiqot o'tkazilishi kerak bo'lgan muammoni izlashni, balki ilmiy izlanishlarni aniq shakllantirishni o'z ichiga oladi. Dastlabki axborotni to'plash, ular bilan ishlash bo'yicha o'tkaziladigan ishlar ham muammoni qo'yish bosqichiga kiradi.

2. Dastlabki gipotezani berish va uni asoslash. Aniq shakllangan tadqiqotlarning maqsadni va to'plangan dastlabki axborotlarni tanqidiy tahlil qilish asosida ishchi gipotezalar ishlab chiqiladi.

3. Nazariy izlanishlar. Nazariy izlanishlar bosqichi fundamental fanlarda olingan qonuniyatlarni analiz va sintez qilish, ularni tekshirilayotgan obyektga qo'llash asosida hamda matematika va boshqa fanlar yordamida yangi, hali noma'lum qonunlarni kashf etishlardan iborat bo'ladi (amaliy texnika tadqiqotlari uchun). Nazariy izlanishlarning maqsadi kuzatilayotgan hodisalardagi aloqalarni imkoni boricha to'liqroq umumlashtirish, qabul qilingan ishchi gipotezadan ko'proq natija olishdir.



1-rasm Ilmiy izlanishlar tarkibi: M_q — muammo qo'yish, D_A — dastlabki axborot.

4. Eksperimental tadqiqotlar. Eksperiment texnik jihatdan juda murakkab bo'lib, u ko'p mehnat talab qiladigan ilmiy tadqiqot bosqichi-dir. Eksperimentning maqsadi ilmiy izlanishlarning xususiyatiga va uni o'tkazishning izchilligiga bog'liq bo'ladi. Ba'zan eksperiment nazariy izlanishlardan oldin o'tkaziladi.

5. Analiz va natijalarni taqqoslash. Bu bosqich eksperimentda va nazariy izlanishlarda olingan natijalarni taqqoslash orqali olg'a surilgan gipotezani to'raligicha tasdiqlash va undan kelib chiqadigan xulosalarni shakllantirish yoki gipotezaga kerakli o'zgarishlar kiritishdir.

6. Yakuniy xulosalar. Bu bosqichda tadqiqotlarga xulosalar yasaladi, ya'ni qo'yilgan masalaga oid olingan natijalar aniq ifoda qilinadi. Nazariy

izlanishlar uchun bu bosqich yakuniy hisoblanadi. Texnika sohasidagi ko'pgina ishlar uchun esa yana bir bosqich mavjud.

7. Natijalarni o'zlashtirish. Bu bosqichda olingan natijalarni ishlab chiqarishda amalga oshirishga tayyorgarlik ko'riladi, uning texnologik va konstruktiv tamoyillari ishlab chiqiladi, qisqacha aytganda, ilmiy tadqiqotlar natijalarini ishlab chiqarishga tatbiq etish bosqichidir. Hozirgi zamon tabiatshunosligining o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, tadqiqotlar o'tkazish usullari natijalarga borgan sari ko'proq ta'sir ko'rsatmoqda (kvant mexanikasida «tanlash muammosi»).

5-§. TABIIY FANLARNING RIVOJLANISH TARIXI

Tabiatshunoslikning qadimgi va O'rta asrlardagi rivojlanish davrlari

Eramizdan avvalgi 585-yilda yunon naturfilosofi (naturfilosofiya — tabiat falsafasi) Fales Quyosh tutilishini oldindan aytib berganligi bilan mashhur bo'ldi. Bu vaqtda haqiqatan ham Yunonistonda Quyosh tutilishi kuzatilgan. Eramizdan oldin VI asrda yashagan yunon olimi Pifagor arifmetikada sonlar qatorining, geometriyada tekis shakllar xususiyatlarini tekshirdi va o'zining nomi bilan ataluvchi teoremani kashf etdi. Bu vaqtda tabib, fiziolog va faylasuf Empedokl Quyosh tutilishi hodisasini Quyosh bilan Yer orasidan Oynning o'tishi tufayli sodir bo'lishini tushuntirib berdi. U yorug'likning juda katta tezlik bilan tarqalishi sababli, biz uning tarqalish vaqtini sezmasligimizni tushunib yetdi. Qadimgi davr olimlari matematikada (Evklid, eramizdan oldingi III asrda yashagan), astronomiyada (Ptolomey, eramizdan oldingi II asrda yashagan) ma'lum yutuqlarga erishganlar.

O'rta asrlarda Yevropada fan tamoman din ta'limotiga bo'ysungan edi. Astrologiya, kimyo, sehrgarlik va boshqa sirli bilimlar to'g'risidagi ta'limotlar bu davrga xosdir. Lekin, bu davrda asta-sekin yangi-yangi ilmiy dalillar to'planib, nazariy fikrlash mantiqi o'tkirlasha bordi.

Eramizdan avval IV asrdan boshlab kimyogarlar maxsus duolar o'qilayotganida ro'y beradigan kimyoviy reaksiyalar yordamida shunday falsafiy toshni hosil qilmoqchi bo'lishganki, go'yoki bu tosh yordamida istalgan moddani oltinga aylantirish mumkin bo'ladi. Uzoq umr ko'rish eliksirini ham (suyuqligini) hosil qilishmoqchi bo'lishgan. Kimyogarlar

faoliyatining qo'shimcha mahsuli sifatida bo'yoqlar, shisha, dori-darmonlar, qotishmalar va boshqa kimyoviy moddalarni hosil qilish texnologiyalari yaratildi. Kimyogarlar amaliy kimyoni va qadimgi misrliklarning metallurgiya bo'yicha ishlarini davom ettirdilar. Ular ma'lum metallar soni, yorug'lik spektridagi ranglar soni, notalar soni sirli 7 raqami bilan mantiqiy bog'liqligini aniqladilar.

Eramizning birinchi yuz yilligida shunday ta'limotlar mavjud ediki, bunda oltinni Quyosh bilan, kumushni Oy, misni Venera, temirni Mars, qo'rg'oshinni Saturn, qalayni Yupiter, simobni Merkuriy bilan bog'liq deb qaralar edi.

X—XV asrlarda tabiatshunoslik fanining rivojlanishida aniq va asos fanlar sohasida ijod etgan Sharq mamlakatlari vakillarining alohida hissalarini bor. Bu o'rinda: Abu Abdullo Muhammad ibn Muso al-Xorazmiy (780—850), Abu Bakr ar-Roziy (865—925), Ahmad Farg'oniy (....—861), Abu Kasr Al Forobiy (873—950), Abu Rayhon Muhammad ibn Ahmad al-Beruniy (973—1050), Abu Ali Husayn ibn Sino (980—1037), Umar Xayyom (1048—1123), Mirzo Ulug'bek (1394—1449) va boshqalarni aytib o'tish joizdir.

O'rta asrlarda Sharqda ilm-fanda erishilgan yutuqlarning ayrimlarini ko'rib chiqaylik. Katta savdo-sotiq matematika masalalari uchun boy material bersa, uzoq yurtlarga sayohatlar esa astronomik va geografik bilimlarining rivojlanishini rag'batlantiradi, kasb-hunarning rivojlanishi esa amaliy san'atning taraqqiyotiga olib keladi. Shuning uchun amaliy masalalarni hal qilishga qulay bo'lgan yangi matematika Sharqda paydo bo'ldi. Xalifa al-Ma'mun podsholigi davrida yashab, ijod etgan Abu Abdullo Muhammad ibn Musa al-Xorazmiy «Arifmetika» va «Algebra bo'yicha traktat» asarining muallifidir. Yevropaliklar «Arifmetika» asari orqali arab sonlari, butun sonlar va kasrlar bilan o'tkaziladigan arifmetik amallar bilan tanishdilar. Al-Xorazmiyning arifmetik traktati matematikaning yangi yo'nalishi — algebra («al-Jabr») nomini berdi. Al-Xorazmiyning ishlarida birinchi marta chiziqli va kvadrat tenglamalar yechilgan.

Ahmad Farg'oniy (861-yilda vafot etgan) buyuk astronom, matematik va geograf. Uning astronomiya, geografiya va matematika sohasidagi asarlari bu fanlar taraqqiyotiga qo'shilgan salmoqli hissa bo'lgan va keyingi davrlarda o'tgan olimlar uchun amaliy qo'llanma bo'lib xizmat qilgan.

Arab xalifaligi davrida Xorun ar-Rashid (786—809) va uning o'g'li al-Ma'mun (813—833) davrida ilm-fanga bo'lgan qiziqish kuchaya

boshladi. Al-Ma'mun davrida ikki rasadxona: biri Bag'dodda Shammosiya degan joyda, ikkinchisi Damashqqa yaqin Kasiyun tog'ida qurildi. Al-Farg'oniy Bag'dod rasadxonasida ko'pgina kashfiyotlar qilgan. Jumladan, 812-yilgi Quyosh tutilishini oldindan bilgan va bu haqda ilmiy kuzatish olib borgan. Al-Farg'oniy Yerning dumaloqligini shunday dalillar bilan isbotlaydiki, ular o'z ilmiy qiymatini hali ham yo'qotgan emas. U Nil daryosining suvini o'lchaydigan yangi o'lchov asbobi («miqyos jadidni») yaratdi. Al-Farg'oniy asarlari XI asrdan boshlab Ispaniyada lotin tiliga tarjima qilina boshladi. Uning «Samoviy harakatlar va yulduzlar fanining majmuasi haqida kitob» asari arab tilida yozilgan dastlabki astronomiyaga oid asarlardan biri bo'lib, O'rta asrlarda Yevropada keng tarqalgan edi. Olim bu asarida astronomik asboblardan va quyosh soatlari haqida bayon qiladi. Bu kitobning 1493-yilda Ferrara shahrida (Italiya) nashr qilingan lotincha tarjimasi birinchi bosma kitoblardan hisoblanadi. Al-Farg'oniyni ko'pgina asarlari muallif yashagan davrdan boshlab Sharq olimlari tomonidan yuqori baholangan va ular o'z ilmiy ishlarida bu asarlardan foydalanganlar.

O'rta asr Sharqining buyuk olimlaridan biri Muhammad ibn Ahmad al-Beruniy metallar va boshqa moddalarning solishtirma og'irliklarini tajribada katta aniqlik bilan o'lchagan. Hozirgi zamonaviy usullarda aniqlangan metallarning solishtirma og'irliklarini taqqoslaganda Beruniy tomonidan aniqlangan qiymatlarning aniqlik darajasi ancha yuqori ekanligi ma'lum bo'ldi. Bundan tashqari, Beruniy aniq astronomik va geografik o'lchashlar ham o'tkazgan. U ekleptikaning ekvatorga og'ish burchagini va uning asriy o'zgarishini aniqlagan. Hozirgi zamonaviy asboblarda o'lchangan qiymatlardan Beruniy aniqlagan qiymatlar 40 sekundga farq qiladi, xolos. Hindistonga sayohati vaqtida Beruniy Yer radiusini o'lchashning usulini ishlab chiqdi. Uning o'lchashlari bo'yicha Yerning radiusi 1081,66 farsaxga, ya'ni 6490 km. ga teng. Beruniy Quyosh tutilishi vaqtida Quyosh tojini kuzatdi va uni tushuntirib berdi. U Yerning Quyosh atrofida aylanish to'g'risidagi fikrni aytish bilan geliosentrik nazariyasini ilgari surdi. Globusni ixtiro qildi. Beruniy qomusiy olim bo'lgan. Akademik I.Y. Krachkovskiy so'zi bilan aytganda, bu olim qiziqqan sohalarini sanab chiqishdan ko'ra, qiziqmagan sohalarini sanab chiqish osonroq. Afsuski, hozircha olimning 30 asarigina bizgacha yetib kelgan, xolos.

Beruniy davrining ko'zga ko'ringan fizik olimlaridan misrlik Abu Ali al-Hasan ibn al-Xaysan (965—1039), dunyodagi Al-xaysan nomi bilan

mashhurdir. Uning tadqiqotlari asosan optikaga bag'ishlangan bo'lib, u qurish nazariyasini ishlab chiqqan, ko'z tuzilishining ta'rifini bergan. Ilmiy tadqiqotlar uchun turli xil optik asboblarni yaratib, yorug'likning sinishi bo'yicha izlanishlar olib borgan. U sinish burchagini o'lchashning uslubini ishlab chiqqan va birinchi bo'lib sinish burchagining tushish burchagiga mutanosib emasligini ko'rsatgan. Alxazenga yassi-qavariq linzaning kattalashtirishi, ko'rish burchagi tushunchalari ma'lum bo'lgan. Olim atmosferani bir jinsli deb hisoblab uning balandligini aniqlagan. Uning «optika kitobi» asari XII asrda lotin tiliga tarjima qilingan.

Sharqning buyuk allomasi — astronom-olim, davlat arbobi Mirzo Ulug'bek Samarqandda o'sha davrda jahonda yagona hisoblangan observatoriyaning qurilishini boshlagan. Uning butun jahonda unga shuhrat keltirgan asosiy asari «Zij-i Ko'ragoniy»dir. Samarqand ilmiy maktabining shoh asari bo'lgan «Zij» o'rta asr astronomiyasi va matematikasini o'z ichiga olgan. XVI asrdan boshlab hozirgi kungacha Yevropada lotin va boshqa tillarga tarjima qilingan. Bu asar ilmiy nujum va matematikaga bag'ishlangan bo'lsa ham, unda fizikaga, xususan, optikaga bag'ishlangan ma'lumotlar ham uchraydi. «Zij»da keltirilgan jadvalning aniqligi va qo'llanilgan matematik usullariga ko'ra, u o'rta asrlarda yozilgan astronomik asarlarning eng mukammali bo'lgan.

Abu Ali ibn Sino o'zining ko'p tarmoqli mahsuldor ijodi bilan jahon madaniyati taraqqiyotiga katta hissa qo'shgan qomusiy olim: tabiatshunos, faylasuf, astronom, matematik va h. k. U fizikaviy hodisalar, xususan, mexanika, issiqlik, tovush va yorug'lik hodisalarini ham o'rganagan. Uning ijodida mexanik mashinalarni yasash g'oyasi ham o'z ifodasini topgan. Masalan, mexanika qonunlarini o'rganishda Ibn Sinoning «Donishnoma» kitobini keltirish mumkin. Ibn Sino bu asarida: «Agar kuch yo'qolsa, shu sabab vujudga keltirgan oqibat ham tura olmaydi, bir xil sharoitda nima kichik bo'lsa, tezroq harakat qilishi, nima katta bo'lsa, sekinroq harakat qilishi kerak», — deb ta'kidlab, massa inersiya o'lchovi degan fikrni bildiradi. Keyinchalik ingliz olimi I. Nyuton ham massaga shunday ta'rif bergan. Shu bilan birgalikda Ibn Sino Nyutonning inersiya qonuni hamda ikkinchi qonuniga mos keladigan mulohazalarni ham bergan.

Shunday qilib, Sharqning buyuk allomalari, tabiatshunos olimlari o'zlarining ilmiy ishlari bilan Yevropa, qolaversa jahon sivilizatsiyasining rivojlanishiga munosib hissa qo'shganlar.

XVI—XVII asrlarda tabiatshunoslikning qaror topishi

XVI—XVII asrlarda tabiatni naturfilosof va ko'p jihatdan sxolastik bilish, tajribalar asosidagi tizimli ilmiy bilishga, ya'ni hozirgi zamon tabiatshunosligiga aylandi. Bu vaqtda mexanikada inqilobiy o'zgarishlar ro'y berdiki, bunda asosan, G.Galiley va I.Nyutonlarning tutgan o'rni beqiyosdir.

Har qanday boshqa sohadagi kabi fanda ham inqilob — bu «tomiridan sindirishdir», ya'ni uning nazariy asosini va bilish usulini chuqur o'zgartirishdir. Agar Aristotel har qanday jism kuch ta'sirisiz tinch holatdan harakatga kelmaydi va har qanday harakat o'z-o'zidan to'xtaydi, deb hisoblagan bo'lsa, Galiley esa inersiya qonuni orqali jismning tinch holati bilan to'g'ri chiziqli tekis harakatining teng huquqli ekanligini ko'rsatib, har qanday jism o'z tezligining yo'nalishini va qiymatini kuch ta'sirisiz o'zgartirilmassligini isbot qildi. U o'zi kashf etgan inersiya qonunini ideal obyektlar bilan, masalan, ideal sirtida ishqalanishsiz harakat qilayotgan jism bilan o'tkazgan fikran tajribalar orqali aniqladi. Bu qonun nazariy yo'l bilan ochilgan. Galiley birinchi bo'lib mexanikani nazariy fan darajasiga olib chiqdi. Sog'lom fikrdan tajriba orqali ideallashtirishga, undan amaliyotda tekshirilishi mumkin bo'lgan nazariyaga — bu fizikaning jismlar harakatini ilmiy bilish yo'li.

Polyak astronomi N.Kopernik «Osmon sferasining aylanishi to'g'risida» (1543) nomli asarida Yer koinot markazida turadi, deb tushuntiruvchi Olam tuzilishining geosentrik modelidan voz kechdi. U Quyoshni koinotning markazi deb tan oluvchi geliosentrik modelni himoya qildi. Bu esa o'sha davrda tabiatshunoslikda haqiqiy inqilob edi. Bu vaqtda italiyalik olim J.Bruno koinotning markazi yo'qligini, u chegarasiz bo'lib, cheksiz yulduzlar tizimidan iborat ekanligini isbotlaydi. N.Kopernik nazariyasi va J. Bruno g'oyalarini G.Galiley o'zi yasagan teleskop orqali tasdiqladi. U Oydagi krater va tog' tizmalarini, Somon yo'lini tashkil qiluvchi yulduzlar to'plamini, Yupiterning yo'ldoshlarini, Quyoshdagi dog'larni ko'ra bildi. Nemis astronomi I.Kepler Quyosh tizimi sayyoralarining harakat qonunlarini kashf etdi. Bu kashfiyotlar Kopernik nazariyasini tasdiqladi. Natijada, bu g'oyalar xalq orasida tez tarqala boshladi. Rim cherkovi N.Kopernik asarlarini taqiqladi. 1633-yilda din aqidaparastlari G.Galiley ustidan sud jarayoni uyushtirib, uni o'z g'oyalaridan voz kechishga majbur qilishdi.

XVII asr oxirida matematikada inqilobiy o'zgarish sodir bo'ldi. Ingliz olimi I.Nyuton va undan bexabar holda nemis matematigi G.Leybnis

integral va differensial hisoblashlar tamoyillarini berishdi. Bu tadqiqotlar matematik analiz faniga asos bo'ldi va butun tabiatshunoslik fanlariga matematik baza hozirladi. XVII asr o'rtalarida R.Dekart va P.Ferma o'z ilmiy ishlari bilan analitik geometriya faniga asos solishdi.

Differensial hisoblashlar nafaqat jismlarning muvozanat holatlarini, balki harakatini ham matematik ifodalash imkoniyatini berdi. Ilm-fan taraqqiyoti ilmiy axborotning ham rivojlanishini taqozo etdi. Galiley davrida yashagan o'zining akustikadagi kashfiyotlari bilan tanilgan olim, rohib Marsenning (1588—1648) hayotidagi asosiy qilgan ishi olimlar orasida xat orqali o'zaro ilmiy axborotlarni almashishni yo'lga qo'yish bo'ldi. Uning o'zi aloqalar markazi sifatida xizmat qilib, davrining barcha yetuk olimlari orasida axborot almashishlarni tashkil etdi. Bundan so'ng ilmiy jurnallar chop etila boshladi. 1865-yildan London qirolligi jamiyati, Parij fanlar akademiyasining ijodiy ishlari ilmiy jurnallar tarzida chop etila boshlandi. 1882-yilda Leypsig shahrida «Acta Eruditorum» nomli ilmiy jurnal chiqa boshladi. Ilmiy maqolalarning chop etilishi hozir ham axborotlarning asosiy shakli hisoblanadi.

Keyingi yillarda zamonaviy axborot texnologiyalarining rivojlanishi natijasida «Internet» tizimi orqali dunyodagi istalgan Oliy o'quv yurtlari, ilmiy-tekshirish institutlari, kutubxonalarning ma'lumotlar bazasidan kerakli ilmiy va boshqa ma'lumotlarni olish imkoniyati paydo bo'ldi.

XVII asrda ilm-fan ijtimoiy ishlab chiqarishni rivojlantiradigan ijtimoiy kuch sifatida tan olindi. Bu asrda shunday ilmiy inqilob ro'y berganligi natijasida o'zining hozir biz bilgan bilish usullari va shakllariga ega klassik fizika (nafaqat fizika) paydo bo'lganligi to'g'risida gapirishimiz mumkin.

XVIII—XIX asrlarda tabiatshunoslikning rivojlanishi

XVIII asrning o'rtalarida tabiatshunoslikka tabiat hodisalarining evolutsiyon rivojlanish g'oyalari kirib kela boshladi. Bunda I.Kant, M.V.Lomonosov, P.S.Laplaslarning quyosh tizimining tabiiy paydo bo'lishi to'g'risidagi gipotezalar rivojlantirilgan ilmiy ishlari katta ahamiyatga ega. M.V. Lomonosov (1711—1765) moddalarning saqlanish qonunini tajribada aniqlab, nazariy jihatdan asosladi va harakatning saqlanish qonuni g'oyasini berdi. U issiqlikni molekulalarning (korporus-kular) aylanma harakati bilan tushuntirib, issiqlikning mexanik naza-

riyasini yaratdi. Bundan tashqari, N.V.Lomonosov gazlar kinetik nazariyasini, yorug'likning to'liq nazariyasini, elektr hodisalari (yashin hodisalarini) nazariyalarini ishlab chiqdi. U Venerada atmosfera borligini isbotladi hamda boshqa sayyoralarda ham hayot mavjud bo'lish mumkinligini faraz qildi.

Bir guruh olimlar — N.Karno, Y.R.Mayer, G.Gelmgols, R.Klauzius, U.Tomson, V.Nerst va boshqalarning ilmiy ishlari termodinamikaning asosiy qonunlari kashf etilishiga asos bo'ldi. Ulardan biri — energiyaning saqlanish qonuni umumiy ilmiy qonun sifatida qabul qilindi. M.Faradey va J.K.Maksvellar elektromagnit maydon to'g'risidagi ta'limotga asos soldilar. Biologiyada nazariy fikrlashni rivojlantirishga T.Shvann, M.Shleyden, Y.E.Purkinelarning hujayra nazariyasi, Ch.Darvinning evolutsion ta'limoti alohida ahamiyatga ega bo'ldi.

XIX asrning oxirigacha hamma tabiiy fanlar takomillashib, rivojlanib bordi. Bunda mexanikadan so'ng nazariy fanlar safidan kimyo, termodinamika, elektr to'g'risidagi ta'limotlar joy oldi.

1861-yilda A.M.Butlerov molekulalarning kimyoviy tuzilishi to'g'risidagi ta'limotni shakllantirdi, 1869-yilda D.M.Mendeleyev kimyoviy elementlar davriy tizimini kashf qildi va 70-yillarda atom juda kichik zarrachalardan iborat, degan gipotezani ilgari surdi. Lekin, shu bilan birga atomlarning bo'linishi to'g'risidagi dalillar to'plana boshlaganida D.M.Mendeleyevning o'zi bu g'oyaga qarshi bo'ldi. Mana shuning o'zi ilmiy fikrning noizchil, qarama-qarshi rivojlanishiga misol bo'la oladi. Organizmlarning hujayralardan tuzilganligi nazariyasini bergan P.F.Goryapinovning biologiyaning rivojlanishidagi xizmatlari buyukdir. Fiziologiyada I.M.Sechenov markaziy asab tizimi faoliyatini kashf qildi. Uning bosh miya faoliyati mexanizmi to'g'risidagi ta'limoti I.P.Pavlov ishlarida tasdiqlandi. I.M.Sechenov (1829—1905) ruhiy xastalik asosida fiziologik jarayonlar yotishini isbotladi. U birinchi bo'lib, bosh miya tomonidan boshqariladigan o'z-o'zidan sodir bo'ladigan harakatlarning reflektor xarakteri to'g'risidagi g'oyani berdi. I.P.Pavlov (1855—1935) tomonidan kashf etilgan shartli reflekslar bu g'oyaning davomi bo'ldi. I.M.Sechenov, bosh miya ayrim qismlarining ta'sirlanishi orqa miya markazi faoliyatining tormozlanishiga olib kelishini ko'rsatdi. I.M.Sechenov ilmiy ishlari natijasida bosh miya tajribaviy tadqiqotlar predmetiga aylandi, ruhiy hodisalar esa muayyan shaklda moddiylik asosida tushuntirila boshlandi.

nikasida ilmiy maktab yaratgan. O'zbekiston FA Samarqand bo'limi asoschisi.

T.Rashidov — akademik, ilmiy tadqiqotlari nazariy va amaliy mexanikaga bag'ishlangan. Inshootlar seysmik mustahkamligining muhim masalalari asosini o'z ichiga olgan model yaratgan.

Yuqorida sanab o'tilgan olimlar bilan bir qatorda jahon fani olamida tanilgan va tabiatshunoslik fanlari taraqqiyotiga salmoqli hissa qo'shgan mamlakatimiz olimlarini keltiramiz. Bular O'zbekiston FA akademiklari: T.T.Risqiyev, V.S.Yo'ldoshev, Q.G'.G'ulomov, E.A.Egamberdiyev, U.G'.G'ulomov, K.S.Ahmedov, G'.R.Rahimov, M.M.Nabiyev, R.B.Bekjonov, X.F.Fozilov; professorlar: O.Fayzullayev, V.A.Mo'minov, M.M.Mo'minov, T.M.Mo'minov, Sh.V.Vohidov, A.A.Abdurazzoqov, M.S.Saidov, O.Q.Quvondiqov va boshqalar.

Fundamental va nazariy tadqiqotlarni amaliyot, ishlab chiqarish bilan bog'laydigan yangi-yangi ilmiy muassasalar (yadro fizikasi, kimyo, issiqlik texnikasi institutlari va boshqa ko'plab akademik ilmiy-tekshirish institutlari) ochilmoqda.

6-§. OLAMNING HOZIRGI ZAMON MANZARASI

XIX asrning oxiridan boshlab «olamning ilmiy manzarasi» tushunchasi tabiatshunoslik va falsafada keng ishlatilib kelinmoqda. XX asrning 60-yillaridan boshlab doimiy ravishda uning ma'nosi maxsus tahlil qilina boshlandi. Alohida fanlar—fizika, biologiya, astronomiya nuqtayi nazaridan olam manzaralari hamda umumiy-ilmiy olam manzarasi mavjud. Olam manzarasi haqida har xil tasavvurlar, usullar, fikrlashlar nuqtai nazarlar ham mavjud: ehtimoliyatli, evolutsiyon, tizimli, informatsion-kibernetik, inergetik va hokazo.

Olam ilmiy manzarasining ayrim tushunchalari undagi insonning o'rnini aniqlab beradigan ilm-fanning yutuqlarini o'z ichiga oladi. Bunda ilmiy manzara umumiy bilimlarning yig'indisini emas, balki tabiatning umumiy holati va qonuniyatlari to'g'risidagi tasavvurlarning to'liq tizimini ko'rsatadi. U yetarli darajada ko'rgazmali tomonlariga ega bo'lib, modellar yordamida hosil qilinadigan mavhum nazariy bilimlar bilan belgilanadi. Shunday qilib, olamning ilmiy manzarasi turli ilmiy nazariyalarning sintezi va ularning sifatiy umumlashmasi bo'lib, o'ziga xos bilimlar tizimining alohida shaklidir.

Olamning fizik manzarasi to'g'risidagi ta'limotlarning tarixan o'zgarib borganligini ko'rib chiqaylik. XVI—XVII asrlarda olamning natur falsafiy manzarasi o'rniga mexanik manzarasi tasdiqlanadi, bunda olamdagi ro'y beradigan hodisalar tabiatning hamma qonunlari asosida yotuvchi Galiley-Nyutonning mexanika qonunlari bilan tushuntiriladi. XIV asrda olamning mexanik manzarasi ichida molekular-kinetik konsepsiya va ehtimollik statistik qonunlariga asoslangan olamning termodinamik manzarasi paydo bo'ldi.

M. Faradey va J. K. Maksvellar tomonidan XIX asrning ikkinchi yarmida ishlab chiqilgan elektromagnit maydon nazariyasi olamning mexanik manzarasini butunlay yemirilishga olib keldi. Bu nazariyaga asosan fizik real borliq turli xil uzluksiz maydonlardan iborat.

XX asrga kelib ilmiy bilishda fizika bilan birgalikda peshqadamlikka evolutsion ta'limotga, genetikaga hamda biosfera to'g'risida fanga aylangan ekologiya yo'nalishlariga ega bo'lgan biologiya ham da'vo qila boshladi.

Olamning biologik manzarasi tizimli tadqiqotlarga, kibernetikaga, axborot nazariyasiga asoslangan nazariyalar bilan yonma-yon turadi.

So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlarda murakkab tashkil etilgan evolutsion tizimlarni o'rganish bilan paydo bo'lgan fanning yangi yo'nalishi — sinergetika fani birinchi o'ringa ko'tarildi. Bu ta'limotni 70-yillarning boshlarida fiziklar: belgiyalik I. Prigojin va nemis G. Xakinlar asoslashgan. Sinergetika dastavval fizika, kimyoviy, biologik hodisalardagi keyinchalik esa iqtisodiy, texnikaviy, ijtimoiy jarayonlardagi o'z-o'zini tashkil qilish, o'z-o'zini boshqarish, xaos (tartibsizlik) kabi holatlarning yo'nalishini, qonuniyatlarini bilishga qaratilgan edi. Sinergetika bugungi sivilizatsiya rivojlanishiga xos tamoyil — uzluksiz (evolutsiya), bosqichma-bosqich rivojlanish, muvozanatsizlik, beqarorlikning barqaror sifat kashf etishi kabi qonuniyatlarni sharhlab berdiki, ular fan, ijtimoiy hayot rivojlanishida borgan sari o'z isbotini topmoqda. U taraqqiyot jarayonida beqaror holat bilan barqaror holat, muvozanatsizlik bilan muvozanat o'rtasidagi qonuniyatga tayanadi.

Shu vaqtga qadar beqaror holat olimlar nazaridan chetda bo'lib keldi. Ma'lumki, barqarorlik qonuniyat va sababiyat natijasidir. Uni oldindan bilish, boshqarish mumkin. Beqarorlik hodisasining mohiyatini tushunish uchun unga teran va sinchko'v nazar tashlash lozim bo'ladi. Uni «siyqa fikr tarzi bilan izohlab bo'lmaydi», — deydi Prigojin.

Sinergetika hozirgi vaqtda tabiat va jamiyat qonunlarini o'rganadigan fanlararo yo'nalishga aylandi.

To'lqin-korpuskular nazariyasiga ko'ra mikroduyo yaxlit bo'lganidek, borliq ham beqarorlik va barqarorlikning o'zaro mushtarakligidan iboratdir. Shu sababdan ulardan birortasiz dunyoni atrofligicha o'rganib bo'lmaydi.

7-§. HOZIRGI ZAMON TABIATSHUNOSLIGI PANORAMASI

Hozirgi zamon tabiatshunosligining panoramasini berishdan oldin, tabiiy fanlarning ilmiy-texnika inqilobi davrida rivojlanishi to'g'risida gapirish kerak bo'ladi. Ilmiy-texnika inqilobi (ITI) deb ilm-fanning ishlab chiqarish rivojlanishning yetakchi omiliga aylanishi asosida ishlab chiqarish kuchlarining sifat o'zgarishlari tushuniladi. ITI ning boshlanishi XX asrning 40-yillari o'rtalariga to'g'ri keladi. Bu vaqtda fan atom energiyasini qo'lga kiritishga, EHMLar va kompyuter texnikasini yaratish va undan keng foydalanishga, amaliy kosmonavtikani rivojlantirishga yaqinlashib qolgan edi.

ITI davrida fan bevosita ishlab chiqarish kuchiga aylanadi, uning ishlab chiqarish bilan aloqalari keskin kuchayadi, yangi ilmiy g'oyalarning ishlab chiqarishga qo'llanilishi tezlashadi. Shu bilan birga, ilm-fanning jamiyat va tabiatga ta'siri kuchayadi, natijada ilm-fan nafaqat taraqqiyot omili sifatida namoyon bo'ladi, balki bir qator yechilishi qiyin bo'lgan global muammolarning (masalan, ekologik) sababchisi ham bo'ladi.

Ilmiy bilimlarning differensiallashuvi, ya'ni tarmoqlar, yo'nalishlar bo'yicha ajralganligi ko'p asrlik tarixga ega. XIX asrgacha fanlar bir-biridan alohida holda rivojlangan. Lekin, moddiy tizimlar va ularning harakat shakllari bir-biriga aylanish jarayoni orqali bog'langandir. Shuning uchun ham ularni o'rganadigan fanlar bir-biri bilan «o'zaro bog'liq fanlardir». Masalan: elektrokimyo, biokimyo, biofizika va hokazolar. Bunday hollarda bilimlarning mutaxassisliklar bo'yicha ajralishi, darajalashuvi fanlar tizimida integratsiyalovchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Harakat shakllarining ko'p jihatlarini (boshqarish jarayoni, tizimlarning o'z-o'zini tashkil qilishi va hokazo) o'rganuvchi boshqa turdagi fanlar, masalan, termodinamika, kibernetika, sinergetika yoki bilimlarning har xil yo'nalishlarini birlashtiruvchi umumiy fanlar — matematika, falsafa ham integratsiyalovchi va sintezlovchi funksiyalarni bajaradi. Onkologiya kabi muammoli fanlar ham sintezlovchi rolni o'ynaydi.

Alohida fanlarning, umuman ilm-fanning moddiy ishlab chiqarish, ma'rifat, madaniyat, jamiyat hayotining hamma jihatlarini bilan aloqasi kuchaymoqda. Ilm-fan va ishlab chiqarishning birlashishi natijasida ilmiy-texnika faoliyatining kompleks bo'limlari vujudga keldi. Agronomika, tizim texnikasi, dizayn, biotexnologiya shular jumlasidandir.

Umumiy holda, fanlar tabiiy, texnik, jamiyatshunoslik va gumanitar fanlarga bo'linadi. Bunga qishloq xo'jaligi, tibbiyot, psixologiya, pedagogika fanlari ham kiritiladi. Tabiiy fanlarga shuningdek, koinot, uning tuzilishi va evolutsiyasi (astronomiya, kosmologiya, astrofizika va hokazo), Yer to'g'risidagi (geologiya, geofizika, geokimyo va hokazo) fanlarni kiritish mumkin.

Jamiyatshunoslik fanlariga jamiyatshunoslik, siyosatshunoslik hamda siyosiy va mafkuraviy fanlar guruhi, iqtisodiy, huquqshunoslik, boshqaruv kabi fanlar kiradi.

Gumanitar fanlar — bu insonni ijtimoiy tip, ya'ni shaxs sifatida o'rganuvchi, uning ma'naviyati, ichki dunyosi to'g'risidagi fanlardir. Bu turkumga ruhshunoslik (psixologiya), mantiq, adabiyotshunoslik, san'atshunoslik, tarix, til to'g'risidagi fanlar kiradi.

SINOV SAVOLLARI

1. Fan deb nimaga aytiladi? Tabiiy fanlarga izoh bering.
2. «Tabiatshunoslik asoslari» fani nimani o'rganadi?
3. Fan utopiyadan, dindan, mafkuradan qanday farq qiladi?
4. Tabiatshunoslikning rivojlanish bosqichlari.
5. Falsafiy ma'nodagi materiya fizik ma'nodagi materiyadan nim bilan farq qiladi?
6. Tabiatshunoslikning gumanitar, texnik bilimlardan va matematikadan farqi nimada?
7. Fanning rivojlanishida tashqi va ichki omillarning ta'siri qanday?
8. Ilmiy haqiqat absolyutmi yoki nisbiy?
9. Ilmiy texnika inqilobning (ITI) asosiy xususiyatlari nimadan iborat?
10. Tabiiy fanlarning hozirgi zamon konsepsiyasi nima? Nima uchun uni o'rganish lozim?
11. Astronomiya, kibernetika va boshqa fanlar qanday texnik yo'nalishga ega?
12. Fizika, biologiya, kimyo va psixologiya qonunlariga asoslangan qanday qurollar sizga ma'lum?
13. Hozirgi zamon fani va texnikasi o'rtasida qanday aloqalar bor? Bu aloqalar ibtidoiy davrda va o'rta asrlarda qanday bo'lgan?
14. ITI — ijtimoiy-siyosiy va ilmiy inqiloblardan nima bilan farq qiladi?

15. Ilmiy tadqiqotning qanday usul va metodlari mavjud?
16. Bilishning empirik va nazariy usuli nima?
17. Olamning tabiiy-ilmiy manzarasini tushuntiring.
18. Ilmiy bilishning usullari va uning dinamikasini tushuntiring.
19. Gipoteza, nazariya va nazariy modellarning farqlari nimada?
20. Ilmiy fakt nima?
21. Nima uchun fizika «fanlar onasi» deyiladi?
22. Olamning hozirgi zamon tabiiy-ilmiy manzarasi qanday tamoyillarga asoslangan?
23. Tabiiy fanlar rivojlanishida O'rta Osiyo hududida yashagan olimlarning qo'shgan hissalarini qanday?
24. O'rta asr Sharq olimlarining Yevropa va jahon sivilizatsiyasiga ko'rsatgan ta'sirini aytib bering.
25. Tabiatshunoslik taraqqiyotiga muhim hissa qo'shgan o'zbekistonlik olimlar, ularning ilmiy ishlari.
26. Hozirgi zamon tabiatshunosligi panoramasi qanday?
27. Qaysi fanlar tabiiy, ijtimoiy, gumanitar va texnika fanlariga kiradi?

II bob. HOZIRGI ZAMONNING GLOBAL MUAMMOLARI

8-§. ANALIZ VA SINTEZ. TABIATSHUNOSLIKNING MAQSADI

Nima uchun fizika, kimyo, biologiya kabi tabiiy fanlar mavjud? Bularning har biri yana bir necha yo'nalishlarga bo'linadi. Masalan, fizikada mexanika, termodinamika, elektrodinamika, optika, atom va yadro fizikasi, kvant mexanikasi va hokazo yo'nalishlar mavjud. Albatta, bunday fanlar va yo'nalishlarning ko'pligi bizni o'rab turgan Olamning obyektiv murakkabligi va ko'p qirraliligidan dalolatdir. Bunday hollarda fanda muammolarga quyidagi yondoshuv qabul qilingan: avval analiz (tahlil) qilish, so'ngra esa sintez (umumlashtirish). Amaliyotda o'rganilayotgan masala bir necha mayda bo'laklarga bo'linadi va ular o'rtasidagi bog'lanishlar, munosabat va ta'sirlar o'rganiladi. Tarkibiy qismlar analiz qilinadi. So'ngra qismlar yana qaytadan birlashtirilib, analiz natijalari o'rganiladi. Sintez analiz natijalariga tayanib, narsa va hodisalarni bir butun qilib o'rganadi. Analiz tadqiqot jarayonida bilishning tayyorgarlik bosqichi hisoblansa, sintez buni yakunlaydi.

Tabiatshunoslikning asosiy maqsadi nima? Butun olam yaxlit. Uning hamma qismlari birlikda mavjud. Shuning uchun asosiy maqsadimiz olamni faqat birlikda o'rganishdir. Olamni birlikda, yaxlit o'rganish uning o'zgarishini kuzatish va oldindan bashorat qilish imkoniyatini beradi. Fan oldindan bashorat qila olsagina fan bo'la oladi.

Shu nuqtayi nazardan, tabiatshunoslikning ko'p asrlik rivojlanish jarayonida analizga juda katta ahamiyat berilib, fanlarni birlashtiruvchi sintez jarayoni esa rivojlanmay qolgan. Natijada, insoniyat biosferaning yashashi bilan bog'liq bo'lgan murakkab muammoga duch keldi. Biosfera faoliyatiga inson katta ta'sir ko'rsatishi sababli sintezda nafaqat tabiiy fanlarni, balki rivojlanishga ta'sir ko'rsatadigan jamiyatshunoslik yoki ijtimoiy fanlarni va jarayonlarni ham hisobga olish kerak bo'ladi. O'z-o'zidan ma'lumki, iqtisodiy qonunlar va jarayonlarni ham hisobga olish lozim.

9-§. BIOSFERA VA UNI TADQIQ QILISH MUAMMOLARI

Biosfera — urning hayot mavjud bo'lgan qismidir. Akademik V.I. Vernadskiy nazariyasi bo'yicha biosferaning yuqori chegarasi yer sathidan taxminan 20 km yuqorida joylashgan Quyoshdan keluvchi, tirik organizmga qirg'in keltiruvchi ultrabinafsha nurlarning asosiy qismini ushlab qoluvchi ozon qatlami bilan chegaralanadi.

Biosferaning pastki chegarasi esa yer sathidan 3—3,5 km chuqurlikdan o'tadi. Bu chegara shunday harorat bilan aniqlanadiki, unda hayot bo'lishi mumkin emas. Vernadskiy bu haroratni $+ 100^{\circ}\text{C}$ deb qabul qilgan. Inson hayotiga muhim ta'sir ko'rsatganligi sabab biosfera tabiiy fanlar tadqiqotlari uchun murakkab obyekt hisoblanadi.

Biosferaning xususiyatlarini o'rganish, avvalo, inson tomonidan qilinayotgan ta'sirning natijasini o'rganishda, ko'plab tajribalar o'tkazish lozim bo'ladi. Bu esa mumkin emas. Biosfera bilan bevosita tajriba o'tkazish, uning benihoya qimmatligida emas, balki insoniyat hayoti uchun o'ta xavfliligidadir. Birorta muvaffaqiyatsiz o'tkazilgan tajriba odamzodning ham, biosferaning ham yo'q bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Bunday holatdan chiqishning yo'li — matematik modellashdir. Insonning o'tkazgan ta'siri natijasida biosfera holati to'g'risida axborot olishning yagona yo'li matematik modeldir.

10-§. FAKTLAR VA AN'ANALAR. FIKRIY MODELAR

So'nggi yillarda dunyo bo'yicha atrof-muhitning tobora ifloslanib borayotganligi to'g'risida turli axborotlar mavjud. Sanoati rivojlangan ayrim shaharlar havosi tarkibida zararli moddalarning xavfli konsentrat-siyasi qayd etilmoqda. Yer osti suvlarining ifloslanishi, ichimlik suvlari-ni yetishmasligi vujudga kelmoqda va hokazo. Bizning mintaqamizda Orol dengizi havzasi muammosi ko'ndalang bo'lib turibdi. Bularning hammasi inson salomatligiga katta salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Butun dunyo sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, asosan, 80 % kasalliklar ekologik omillarning ta'siridan kelib chiqar ekan. Atrof-muhit ifloslanishining inson salomatligiga eng xatarli ta'siri bu — inson genlarini buzadigan ta'sirning ortib borishidir. Atrof-muhit shunday omillar bilan to'yinkanki, ular hujayralarga kirib borib DNK molekulari faoliyatini izdan chiqaradi. Natijada, genlar tarkibi buziladi (ya'ni, mutatsiya ro'y beradi) va bu tug'ilayotgan bolalarda namoyon bo'lishi mumkin. Bunday omillar saraton kasalini chaqiruvchi kanserogenlardan

farqli o'laroq mutagenlar deyiladi. Bugun insoniyat oldida biologik evolutsiya natijasida olgan eng bebaho narsa, ya'ni o'z irsiyatini himoya qilishdagi murakkab vazifa turibdi.

Ekologiyaning ifloslanib borishi va u bilan bog'liq ravishda kishilar salomatligining yomonlashuvi, aynan insoniyat genofondining buzilishi, hozirgi zamon global muammolarini chuqur tabiiy-ilmiy tahlil qilish eng dolzarb masala ekanligiga shubha qoldirmaydi. Shuni qayd etish kerakki, tabiatshunos olimlar anchadan buyon ro'y berishi mumkin bo'lgan halokat to'g'risida ogohlantirib kelmoqdalar. Bir guruh tabiatshunos olimlar sayyoramiz aholisiga quyidagi murojaat bilan chiqqan edilar: «Bizning barchamizga ilgari mavjud bo'lmagan juda katta umumiy xavflilik mavjud. Buni uning tabiati va ko'lamiga binoan insoniyat oldida ilgari paydo bo'lgan biron-bir xavfga tenglashtirish mumkin emas. Biz aminmizki, real mavjud bo'lgan bu muammolar bir-biri bilan o'zaro bog'liqdir va o'z ko'лами bo'yicha ular globaldir. (•Kuryer YUNESKO», 1970-yil, iyul).

Olimlarning ta'kidlashicha, bunday murakkab vaziyatdan chiqishning yo'llari mavjud. Buning uchun, har xil modellardan foydalanib hozirgi zamon sivilizatsiyasining kelajagi uchun tug'ilgan real xavf-xatar bilan bog'liq bo'lgan biosferaning holati to'g'risida ma'lumotlarni olish kerak. Har bir kishi shaxsiy hayotida yoki ishlab chiqarish faoliyatida biron-bir xulosa qilishi uchun doimo fikriy modellardan foydalanadi. Biz qanchalik ko'p bilsak, shunchalik model to'liqroq bo'ladi. Bizni o'rab turgan dunyoning fikriy obrazi ham modeldir.

Faraz qilaylikki, bir yoki bir necha kishi o'z mamlakati to'g'risidagi hamma axborotlarni o'rganib chiqsin. Natijada, ularning har biri aniq va to'liq fikriy modelga ega bo'ladi. Shunday savol tug'iladi: bu guruh odamlar biror kun, hafta yoki oylab maslahat qilishsa, hamma muammolarni hal qilishning aniq dasturini ishlab chiqa oladilarmi? Bu savolga javob berish uchun inson aql-zakovatining va fikriy modellarning xususiyatlarini ko'rib chiqish kerak.

Fikriy modelni to'liq va aniq shakllantirib bo'lmaydi. Uning ayrimlari vaqt o'tishi bilan, masalan, suhbat vaqtida ham o'zgarishi mumkin. Fikriy model, o'zining tuzilishi va taxminlari bo'yicha to'g'ri bo'lishi mumkin, lekin inson aqli shundayki, u noto'g'ri xulosa ham chiqaradi. Masalan, biror guruh tuzilsa, u jamoaning eng yaxshi fikriy modelidan foydalansada, mamlakat rivojlanishining to'liq konsepsiyasini ishlab chiqa olmaydi.

Tabiiy savol tug'iladi: nima uchun? Gap shundaki, inson statik manzarani, u o'ta murakkab bo'lsa ham yaxshi o'rganishi va tasavvur qilishi mumkin. Lekin, u o'zining fikriy modellaridan foydalanib tizimning kelgusidagi faoliyatini bashorat qilmoqchi bo'lsa, katta qiyinchiliklarga duch keladi. Chunki, inson miyasi tizimi ko'p qismlarining o'zaro munosabatlarini baholay olmaydi. Bizning aql-zakovatimiz tizim qismlarining bir-biri bilan o'zaro ta'sirining dinamik natijalarini baholashga moslashgan emas. Buni haqiqatning asosiy mezon — tajriba ko'rsatadi.

Demak, insoniyat o'zini o'rab turgan dunyo to'g'risidagi fikriy modellar asosida o'zining rivojlanish rejasini xatoliklar (ko'pincha qilingan xatoliklardan kishilarning o'zi jabr ko'radi) va sinab ko'rishlarga asoslangan oddiy usuldan foydalanib tuzishga mahkum etilgan ekan-da? Yo'q. Ilm-fan bunday qiyin vaziyatdan chiqishning prinsipial yo'lini topdi, ya'ni bizni o'rab turgan dunyo to'g'risida fikriy modellardan emas, balki kompyuterli modellardan foydalanish lozimligini aniqladi.

11-§. GLOBAL KOMPYUTER MODELLARI. O'SISHNING CHEGARALARI

Kompyuter modellari inson aql-zakovatining kuchli tomonlarini hozirgi zamon hisoblash texnikasi quvvati bilan birlashtiradi. Kompyuterga to'g'ri modelni hamda o'zaro bog'liqliklar tizimini kiritib, biz inson tafakkurining eng katta kamchiligini, ya'ni murakkab tizimlarning dinamik xususiyatlarini baholay olmasligini bartaraf etamiz.

Kompyuter modellari yordamida nafaqat birorta mamlakatning, balki butun insoniyatning rivojlanish dinamikasini o'rganish mumkin. «MIR-1» va «MIR-2» nomli dunyo tizimining kompyuter modellarini yaratgan olim Jey Forrester ko'pincha axborotning yetishmasligidan emas, balki uning ko'pligidan ularni tanlash qiyinchiligini aytadi. Bunda har xil turdagi ma'lumot bir xil tizimga keltirilib, so'ngra modelga kiritiladi. Tizimning tarkibini aniqlashda, har qanday o'zgarishlar «teskari aloqalar halqasi» bilan aniqlanadi degan g'oya eng muhim axborotdir. Teskari aloqalar halqasi o'zaro ta'sirning berk zanjiri bo'lib, boshlang'ich harakatni natija bilan bog'laydi. Bunda sharoitning o'zgarishi o'z navbatida keyingi o'zgartirishlarni keltirib chiqaradigan «axborot» bo'ladi. Teskari aloqalarga misol tariqasida aholi soniga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni ko'rib chiqaylik. Umuman olganda, har yili tug'iladigan bolalar soni

aholi soniga mutanosibdir. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng tug'ilgan bolalar o'sib-ulg'ayib o'zlari ota-ona bo'lishgach, ulardan tug'ilgan bolalar hisobidan aholi soni yanada oshadi. Bu ijobiy teskari aloqa halqasiga misoldir. Bunday kontur aholi soni o'sishining tezlashishini beradi.

Biroq, kishilar o'limiga ta'sir qiluvchi ko'pgina omillar ham mavjud. Insonlarning tug'ilishiga ham, o'limiga ham aholi daromadlarining darajasi, sog'liqni saqlash va maorifning holati, aholi yoshining tarkibi va atrof-muhitning ifloslanganligi ta'sir ko'rsatadi. O'lgan kishilarning soni aholi umumiy sonining o'lim koeffitsiyenti (hududlar va odamlar yoshi guruhlar bo'yicha o'rtaqasi) ko'paytmasiga teng bo'ladi. Umuman olganda, aholi sonining oshishi kishilarda o'limning oshishiga olib keladi, bu esa aholi sonining kamayishini tezlashtiradi va salbiy teskari aloqaga misol bo'ladi. Agar tug'ilish o'limga nisbatan yuqori bo'lsa, aholi soni ekvapotensial bo'yicha oshadi.

Tizimli struktura tamoyillaridan, «Halqali teskari aloqalar» tizimiga ikki turdagi o'zgaruvchilar: sathlar va sur'atlar kiritilishi kerakligi kelib chiqadi. Sathlar — tizimning to'plovchisi, sur'atlar esa sathlarning o'zgarishini chiqaradigan oqimdir. Masalan, bank balansi — tizim sathidir, u «qandaydir ishga berilgan» va «qandaydir ishdan kelgan» pul oqimlari o'rtaqidagi «toza» farqlardan to'planib, vujudga keladi.

Sathlar hamma kichik tizimlarda, moliyaviy, fizik, biologik, ruhiy va iqtisodiyotlarda mavjud bo'ladi. Tug'ilish va o'lish sur'atlar orasidagi «toza» farqning jamg'armasi sifatida vujudga kelgan aholi, dunyo tizimining sathi sifatida qaralishi mumkin. Shunday qilib, vaqt bo'yicha o'zgaruvchi hamma tizimlar, faqatgina sathlar va sur'atlarning konstruksiyasi sifatida namoyon bo'lishi mumkin, ya'ni shu ikki turdagi o'zgaruvchilar (sath, sur'at) istalgan tizimni tasvirlash uchun kerakli va yetarlidir.

Hozirgi zamonning to'liq muammolari bilan birinchi marta shug'ullangan tashkilot — «italkonsult» firmasi boshlig'i Aurelyu Pechen tomonidan asoslangan Rim klubi bo'ldi. Bu tashkilotga butun dunyodan yuzga yaqin yirik olimlar va mutaxassislar o'z xohish-irodalari va g'oyalari asosida birlashdilar. Rim klubining maqsadi «insoniyatning qiyinchiliklari loyihalari» nomli ko'plab tadqiqotlar o'tkazish edi. Nihoyat, 1972-yilda Rim klubining «O'sishning chegaralari» nomli mashhur ma'ruzasi e'lon qilindi. Ko'p millatli olimlar guruhining ilmiy rahbarligini professor J. Forresterning shogirdi Dennis Medouz amalga oshirdi. U o'zining

tadqiqotlarida ancha to'liq va zamonaviy bo'lgan «MUP-3» modelidan foydalandi.

Medouz guruhi sayyoramizda bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'lgan besh asosiy tizimni o'rgandi:

1. Aholi.
2. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi.
3. Tabiiy resurslar.
4. Sanoat ishlab chiqarishi.
5. Atrof-muhit (uning ifloslanishi).

Kompyuterlarga bu tizimlar va ularning o'zaro ta'sirlari to'g'risida bor bo'lgan ma'lumotlar kiritilib, har xil variantlar va o'zgarishlar bilan ko'p sonli tajribalar o'tkazildi.

Ma'ruzaning asosiy xulosasi shundan iborat bo'ldiki, agar ko'rilyotgan beshta tizimda mavjud an'analar saqlanib qolsa, XXI asrda sayyoramizda o'sishning chegarasiga erishiladi. Eng ehtimolli natija shundan iborat bo'ldiki, bunda aholi soni va ishlab chiqarish quvvatlarning to'satdan kamayishi kuzatiladi. Faktlar shuni ko'rsatdiki, ko'rilyotgan tizimlar — aholi, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish, muhitning ifloslanishi va hayot darajasi sayyoramizning cheklanganligi eksponentani qachonlardir «uzishi» va shu bilan o'sishni «to'xtatishi» kerak. O'zaro ta'sirlarni e'tiborga olgan kompyuter hisoblarisiz buning qachon amalga oshishini isbot qilish qiyin. Faqatgina global kompyuter modellarigina hamma taxminlar va farazlarni e'tiborga olib, ularga javob berishi mumkin. Bu model quyidagi yangiliklarni berdi:

- 1) xulosalarning ishonchliligini;
- 2) global inqirozdan chiqishning prinsipial mumkin ekanligini o'rganish, chunki bu modelda har xil najotbaxsh variantlarni ishlab ko'rish mumkin;
- 3) halokatning taxminiy muddatlarini yuz yillarda emas, o'nlab yillarda aniqlikda aytib berishni.

Modelning mualliflari aniq raqamlar uchun emas, balki rivojlantirishning an'anasiga kafolat berishadi.

Sayyoramizning cheklanganligi bilan bog'liq bo'lgan o'sishni chegaralovchi asosiy omillarning ayrimlarini ko'rib chiqaylik. Eng avvalo bu: oziq-ovqat masalasi. Oziq-ovqat ishlab chiqaruvchi birinchi resurs bu — Yerdir. Ma'lumki, insoniyat 3,2 milliard gektar qishloq xo'jaligiga yaroqli yerga ega, shundan hozir 1,6 milliard gektari ishlatilmoqda.

Kishi ehtiyoji uchun 0,4 ga ishlatiladigan yer kerak bo'ladi. Masalan, dunyo aholisini oziq-ovqat bilan ta'minlash uchun AQSH standartlariga ko'ra, bir kishiga 0,9 ga yer to'g'ri kelishi kerak. Shuni ta'kidlash lozimki, aholi sonining oshishi tufayli, bu yerlarning shahar va sanoat qurilishlariga ishlatilishi urbanizatsiya natijasida qishloq xo'jaligiga yaroqli yerlar kamayib bormoqda.

XXI asr boshlarida dunyoda aholi jon boshiga o'rtacha to'g'ri keluvchi oziq-ovqatlar kamayishi sezilishi mumkin. Bu muammoni qishloq xo'jaligi hosildorligining keskin oshirilishi hal qila oladimi? Yo'q, hal qila olmaydi. Global modellar orqali baholash shuni ko'rsatdiki, hosildorlikning ikki marta oshirilishi bu muammoni 30—40 yillar keyinga sura olar ekan, xolos. Buning asosiy sababi aholi sonining eksponensial tarzda oshib bori-shidir. Sayyoramizda aholi sonining ko'payishi quyidagicha:

1650-yilda — 0,5 milliard kishi.

1820-yilda — 1,0 milliard kishi.

1930-yilda — 2,0 milliard kishi.

1959-yilda — 3,0 milliard kishi.

1977-yilda — 4,0 milliard kishi.

1987-yilda — 5,0 milliard kishi.

2000-yilda — 6,0 milliard kishi.

Ikkinchi cheklovchi omil — chuchuk suvlar zaxiralaridir. Uni iste'mol qilish ham eksponensial ravishda ortib bormoqda. Aniq dalillarga tayansak, hozirning o'zida dunyoda 2 milliard kishi ichimlik suvi yetishmasligidan aziyat chekmoqda. Suv bilan bog'liq kasallikka uchragan kishilar bir necha yuz millionlarni tashkil etadi.

O'sishning to'xtashini keyinga suruvchi sun'iy oziq-ovqat ishlab chiqarish hamda dengiz suvini chuchuklashtirish sanoatning o'sishini talab qiladi. U esa o'z navbatida qayta tiklanmaydigan resurslar — yoqilg'i va minerallarning mavjud bo'lishiga asoslanadi. Faktlar shuni ko'rsatadiki, ko'pgina minerallarning zaxiralari XXI asrda nihoyasiga yetadi. Masalan, neft zaxiralari taxminan 50 yilga yetadi, xolos.

Atrof-muhitning ifloslanishi eng faol cheklovchi omillardandir. Hozir ifloslanish eksponensial ravishda o'smoqda, uning yuqori chegarasi no'malumdir. Ifloslanishning ba'zi turlari global (butun olamga) tarqalish an'anasiga egadir. Masalan, karbonat angidridning (CO_2) atmosferadagi tarkibi doimiy ravishda oshib bermoqda. Ko'mir, neft, gazlarning yondirishidan atmosfera har yili 20 milliard tonna CO_2 ko'tarilmoqda. Buning natijasida atmosfera harorati oshib, iqlimning o'zgarishiga olib kelmoqda.

Global kompyuter modeli yordamida o'tkazilgan hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, hatto ilmiy-texnika taraqqiyoti ham dunyo tizimi o'sishining cheklanishini o'zgartira olmaydi. Ular faqat o'sish chegarasini keyinga surishi mumkin, xolos. Yerning o'lchami fundamental va o'zgartirib bo'lmaydigan cheklanganlikdir. Shuning uchun dunyo rivojlanishining mavjud an'anasini qayta ko'rib chiqish kerak bo'ladi.

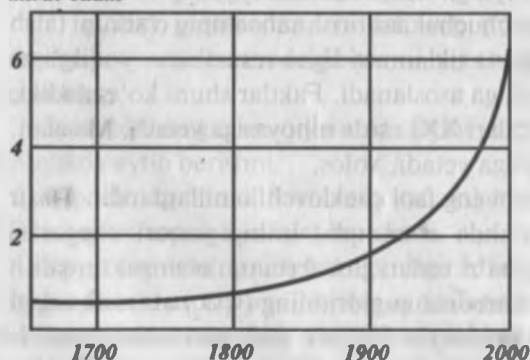
Ishlab chiqilgan kompyutor modellari yordamida istiqbolsiz sinab ko'rishlar va xatoliklar usulidan voz kechib, chuqur tahlillar asosida mavjud global muammolarni hal qilish uchun to'g'ri xulosalar qabul qilishning imkoniyatlari paydo bo'ldi.

12-§. BUGUNGI KUN AN'ANASI. HOZIRGI ZAMONNING GLOBAL BASHORATLARI

Global kompyuter modellari yordamida eng yangi dalillarni va an'analarni tahlil qilish shunday xulosaga olib keldiki, agar jamiyat hech qanday chora ko'rmasa va o'z faoliyatiga o'zgartirish kiritmasa, «hozirgi avlod yashash davrida ham kollaps (halokat) ro'y berishi mumkin», deb yozadi D. Medouz «O'sish chegarasidan tashqarida» (1994) nomli asarida.

Insoniyat 1972-yilda «O'sishning chegaralari» nomli asarda kelajakdagi mumkin bo'lgan halokatlar to'g'risida ogohlantirilganidan so'ng voqealar qanday rivojlanganligini ko'rib chiqaylik. 2 va 3-rasmlarda ikkita eksponenta — aholi sonining oshishi va yoqilg'ini yondirish tufayli atmosferada paydo bo'ladigan karbonat angidrid konsentratsiyasining o'sishi keltirilgan.

mlrd. odam



2-rasm. Dunyo aholisi soni.

Oxirgi muzlik davri tugagan vaqtda (12 ming yil oldin) karbonat angidrid (CO_2) konsentratsiyasi (havoning millionta molekulasiga to'g'ri keluvchi CO_2 molekulalari) 200 ga teng bo'lgan bo'lsa, bu ko'rsatkich sekinlik bilan oshib borib, o'tgan asr boshida 270 ta hajmiy ulushga yetdi. Oxirgi yuz yillik ichida esa bu ko'rsatkich keskin oshib

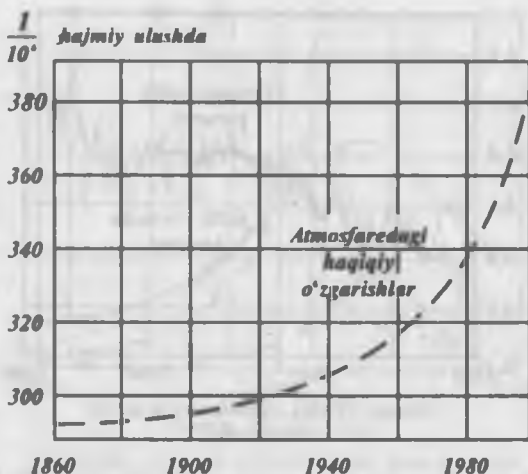
379 taga yetdi (3-rasmga qarang). Buni faqat uglevodorod yoqilg'ilarini yoqish natijasidan kelib chiqqan, deb tushuntirish mumkin, xolos.

E'tiborni shunga qaratmoqchimizki, 1972-yildan so'ng insoniyat o'z an'analarini hech o'zgartirmadi. Global modellar agar oldingi an'analar o'zgarmasa, uning oqibati qanday bo'lishligini ko'r-satgan edi (4-rasmga qarang).

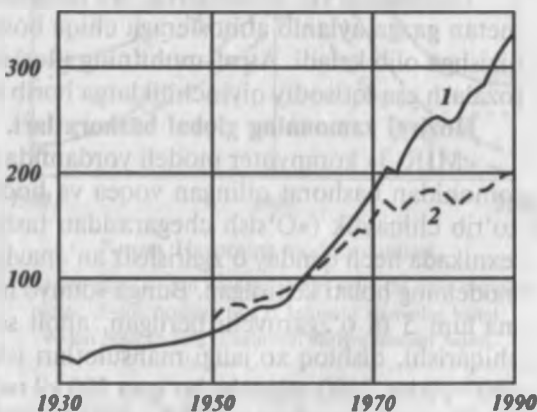
Dunyoda sanoat ishlab chiqarishining umumiy hajmi eksponenta bo'yicha oshsa ham (to'liq chiziq), jon boshiga to'g'ri keluvchi sanoat ishlab chiqarish hajmining o'sishi to'xtagan (punktir chiziq).

20 yil ichida qishloq xo'jaligiga yaroqli yerlar eroziya, sho'rlanish, cho'lga aylanishi, urbanizatsiya natijada kamayib ketdi. 5 yil (1985—1989) ichida dunyoning 94 mamlakatida aholi jon boshiga to'g'ri keladigan ishlab chiqariladigan oziq-ovqatlar hajmi kamaydi. Hozir dunyoda ochlikdan yoki sifatsiz oziq-ovqatdan har kuni ko'plab kishilar halok bo'lmoqda, ularning ko'pchiligi, ularning afsuski, bolalardir.

«Parnikli effekt» yoki atmosferaning qizishi global chegarasiga yaqinlashib qoldi. Ma'lumki, karbonat



3-rasm. Atmosferada karbonat angidrid konsentratsiyasi.



4-rasm. Sanoat ishlab chiqarishi:

1—sanoat ishlab chiqarish umumiy hajmi;
2—jon boshiga to'g'ri keluvchi sanoat ishlab chiqarish hajmi.



5-rasm. Global atmosferaning qizish dinamikasi.

bo'yicha oshib bormoqda. Natijada, hozirning o'zida iqlimning keskin qizishi kuzatilmoqda. 5-rasmda iqlimning global qizishining dinamikasi ko'rsatilgan.

Qalin chiziq bilan 5 yil ichida o'rtacha harorat o'zgarishi ko'rsatilgan. 100 yil ichida bu o'rtacha harorat $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$ ga oshgan. Iqlimning qizishi tufayli qor bilan qoplangan yer yuzalari kamayadi, yerning yuzasi quyosh energiyasini kamroq qaytara boshlaydi, bu esa qizishning yanada kuchayishiga olib keladi.

Tundradagi yer qatlamlari erishi natijasida katta hajmdagi muzlagan metan gazga aylanib atmosferaga chiqa boshlaydi, bu esa yana ko'proq qizishga olib keladi. Atrof-muhitning ifloslanishi tezlasha boradi, ularni tozalash esa iqtisodiy qiyinchiliklarga borib taqaladi.

Hozirgi zamonning global bashoratlari.

«MIR-3» kompyuter modeli yordamida professor D. Medouz guruhi tomonidan bashorat qilingan voqea va hodisalarning qisqacha tahlilini ko'rib chiqaylik («O'sish chegarasidan tashqarida», 1994-y). 6-rasmda texnikada hech qanday o'zgarishsiz an'anaviy rivojlanish bo'lganda «real» modelning holati keltirilgan. Bunga «dunyo holati» deyiladi. Rasmda bizga ma'lum 5 ta o'zgaruvchi berilgan: aholi soni, resurslar, sanoat ishlab chiqarishi, qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish va ifloslanish. 1900-yildan 2100-yilgacha bo'lgan 200 yil tadqiqot qilingan.

7-rasmda hayotning moddiy darajasi ko'rsatilgan. Rasmdagi chiziqlar: inson umri, sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish va jon boshiga to'g'ri keluvchi xizmatlar hajmi.

Bundan qutulish yo'llari bormi? Albatta bor. Ular juda ko'p, bu yo'l-

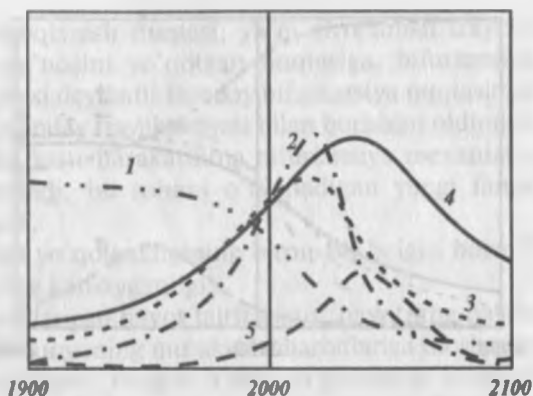
larni kompyuter modelida tekshirib chiqish mumkin. Bulardan bittasini ko'rib chiqaylik. Yuqorida biz, chegaradan chiqishning asosiy sababchisi sifatida aholi sonining o'sishini ko'rgan edik. Shuning uchun aholi o'sishini oldindan chegaralash orqali inqirozdan chiqish yo'llarini tahlil qilish mantiqan to'g'ri bo'ladi.

D. Medouz, «1995-yil-da aholi sonini mo'tadillashtirish dasturi qabul qilingan olam modeli» ssenariysi asosida tahlil o'tkazdi. Bu ssenariyga ko'ra, bolalar tug'ilishi 100 % nazorat qilinadi, jon boshiga sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish keraklicha oshiriladi va hamma joyda ilg'or texnologiyalar kiritiladi.

Masalan: 1) ma'lum texnologiyalar bo'yicha ishlab chiqilayotgan qishloq xo'jaligi mahsulotlari, genlar muhandisligidagi yangi kashfiyotlar asosida keskin oshirish.

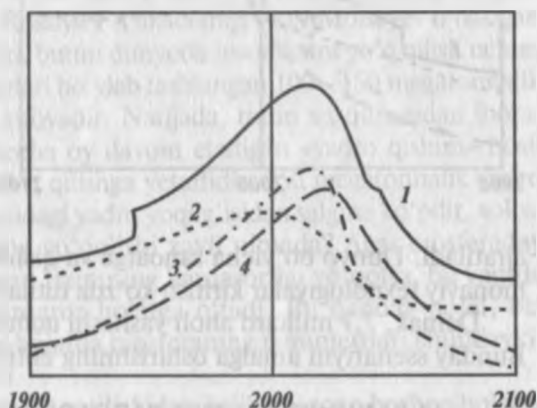
2) atrof-muhitning ifloslanishi 1975-yil darajasigacha pasaytiriladi va bu soha doimiy ravishda mablag' bilan ta'minlab turiladi,

3) atrof-muhitning ifloslanishini kamaytirishga qaratilgan yangi texnologiya ishlab chiqiladi va ishlab chiqarishga kiritiladi. Bunga mablag'lar



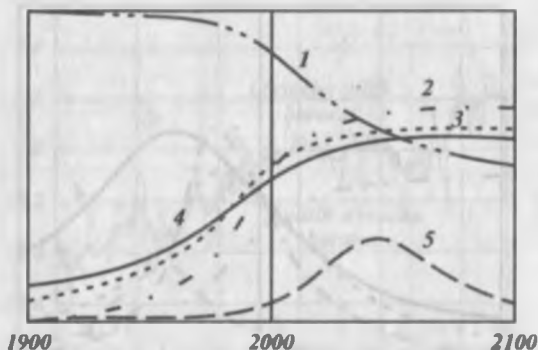
6-rasm. Dunyo holati:

1—resurslar; 2—sanoat mahsuloti ishlab chiqarish hajmi;
3—oziq-ovqat ishlab chiqarish hajmi; 4—aholi soni;
5—muhitning ifloslanish darajasi.



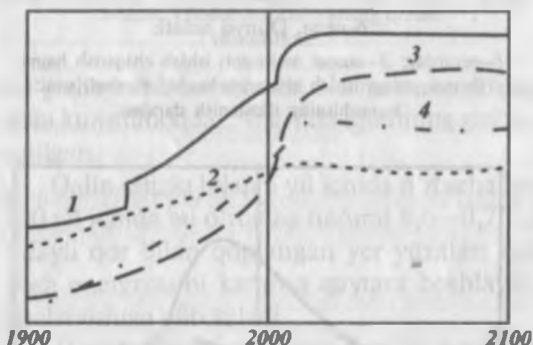
7-rasm. Hayotning moddiy darajasi:

1—inson umri; 2—jon boshiga to'g'ri keluvchi oziq-ovqatlar hajmi;
3—jon boshiga to'g'ri keluvchi xizmatlar hajmi;
4—jon boshiga to'g'ri keluvchi ehtiyoj mollari hajmi.



8-rasm. Dunyo holati:

1—resurslar; 2—sanoat ishlab chiqarish hajmi; 3—jon boshiga to'g'ri keluvchi ishlab chiqilgan oziq-ovqatlar hajmi; 4—aholi soni; 5—atrof-muhit ifloslanish darajasi



9-rasm. Hayotning moddiy darajasi:

1—inson umri; 2—jon boshiga ishlab chiqilgan oziq ovqatlar hajmi; 3—aholi jon boshiga to'g'ri keluvchi xizmatlar hajmi; 4—aholi jon boshiga to'g'ri keluvchi ishlab chiqilgan ehtiyoj mollari hajmi.

ajratiladi. Dunyo bo'yicha sanoatga va qishloq xo'jaligiga eng ilg'or zamonaviy texnologiyalar kiritish ko'zda tutiladi (8 va 9-rasmlar).

Demak, 7,7 milliard aholi yashashi uchun normal sharoit yaratilgan. Bunday ssenariyni amalga oshirishning ehtimoli mavjuddir.

13-§. BIOSFERANING BARQARORLIGI. BIFURKATSIYA

Yuqorida ko'rib chiqilgan global kompyuter modellari ham hamma narsalarni hisobga ololmaydi. Agar biosferaga tushadigan antropogen ta'sirlar (antropogen ta'sirlar — inson faoliyati tufayli tabiiy muhitga ta'sir qiluvchi omillar) e'tibordan chetda qolsa, inqiroz muddatdan oldin ham ro'y berishi mumkin.

Murakkab dinamik tizimlar nazariyasidan (bunga biosfera misol bo'la oladi) kelib chiqadiki, agar tizimga tushadigan ta'sir ma'lum chegaradan o'tsa, tizim barqarorligini yo'qotadi va u o'zini evolutsion rivojlanishning bir necha kanallarining kesishgan nuqtasida joylashgan kabi tutadi.

matematikada bunday tarmoqlanish nuqtasi, ya'ni rivojlanish trayektoriyasining bir qiymatli ma'nosini yo'qotgan nuqtasiga, bifurkatsiya (ajralish, tarmoqlanish) nuqtasi deyiladi. Bunday bifurkatsiya nuqtasidan keyin tizimning rivojlanishi qanday trayektoriyasi bilan borishini oldindan aytish mumkin emas. Tizim xatti-harakatining bifurkatsiya mexanizmi ko'p hollarda halokatli bo'ladi, bu sohani o'rganadigan yangi fanga halokatlar nazariyasi deyiladi.

Biosferaning barqarorligi yo'qolganligining biron-bir belgisi bormi? Bor. Masalan, gen turlarining kamayganligi.

Genlar xotirasi — bu kodlangan hayot tajribasidir, hayotning paydo bo'lishi va bizni o'rab turgan dunyoning murakkab sharoitlariga moslanish tarixi, u yoki bu qiyinchiliklarni yengib o'tish to'g'risidagi bilimlar kutubxonasidir. Genlar xilma-xilligi bu o'sha turning barqarorligi kafolatidir. Gen turlarining kamayishi bu barqarorlikning kamayishidir va oxirgi natija biosferaning buzilishidir.

Umuman olganda, Yer yuzida insoniyatni yo'q qilib yuborish oson bo'lib qoldi. Biosferaning «Geya» ismli (Geya — Yerning qadimgi xudosi) global kompyuter modelida Rossiya FA akademigi N.N.Moiseyev o'tkazgan hisoblashlari shuni ko'rsatdiki, butun dunyoda insoniyatni yo'q qilish uchun yadro urushida dunyo shaharlari bo'ylab tashlangan 100—150 megatonnalik yadro yoqilg'isini ishlatish kifoyadir. Natijada, tutun va qurumdan iborat bulut paydo bo'lib, u bir necha oy davom etadigan «yadro qishini» hosil qiladi. Bu esa insoniyatni yo'q qilishga yetarlidir. 150 megatonnalik yadro yoqilg'isi bitta suv osti kemasidagi yadro yoqilg'isidan salgina ko'pdir, xolos.

Biosfera barqarorligining yo'qolishi xavfi nimada? Agar biosferaday murakkab chiziqli bo'lmagan tizimning barqarorligi yo'qolsa, bu vaqtda u qandaydir yangi kvazibarqaror holatga o'tadi. Bu qanday holat, biz uni bilmaymiz. Balki yangi holatda biosferaning parametrlari shundayki, unda inson yashay olmaydi.

Mavjud muvozanatning yo'qotilishidan kelib chiqqan boshqa holatga o'tish eksponenta bo'yicha o'suvchi tezlik bilan amalga oshadi. Shuning uchun, biosferaning barqarorligi muammosi fundamental tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylanishi kerak.

Rus olimi V.I.Vernadskiy biosfera deb o'tmishda, hozirda va kelajakda hayot mavjud bo'lgan sayyoraning hududlarini tushungan. Ilmiy tafakkur va inson mehnati ta'sirida biosfera yangi holatga noosferaga (tafakkur sferasi) o'tadi. Agar insoniyat ham o'zining, ham biosferaning kelgusi evolutsiyasini tashkil qila olgan taqdirdagina biosfera noosferaga o'tishi mumkin. Shuni ta'kidlash kerakki, bifurkatsiya nuqtalarida global modellardan ham muhim bo'lgan tabiat qonunlari amal qiladi.

Tabiatning umumiy qonunlarini fizika fani o'rganadi. Shunday savol tug'iladi: hozirda sodir bo'layotgan inqirozli jarayonlarning mohiyati to'g'risida fizika fani nima ayta olishi mumkin? Bu haqda mexanika qonunlari, termodinamika va fizikaning boshqa bo'limlari javob bera oladi.

SINOV SAVOLLARI

1. Masala va muammolarning analiz va sintezi. Bu jarayonlar mohiyati nimada?
2. Biosfera nima? Akademik V.I. Vernadskiy biosferani qanday tushungan? Nima uchun u bu tushunchani o'zgartirgan? Uning biosfera to'g'risidagi ta'limotining asosiy xulosasi nimada?
3. Nima uchun biosfera bilan to'g'ridan-to'g'ri tajriba o'tkazish mumkin emas?
4. Ekologiya nimani o'rganadi?
5. Evolutsiya nazariyasi nima?
6. Ekotizimning rivojlanish qonunlari qanday?
7. Noosfera konsepsiyasi mazmuni nima? Bu konsepsiya ilmiy statusi nimadan iborat?
8. Nima uchun hozirgi zamon global muammolarini analiz qilish kerak? Yerdagi hayotga real xavf solayotgan global muammolar nimalar?
9. Bizni o'rab turgan dunyoning fikriy modellarining mohiyati.
10. J.Forresterning dunyo tizimi to'g'risida kompyuter modeli. Bunday modellarning xarakterli xususiyatlari nimada?
11. D.Medouzning dunyo tizimi to'g'risidagi kompyuter modelida qanday beshta o'zaro bog'liq tizim ishlatilgan.
12. Global kompyuter modeli qanday yengilliklarni berdi?
13. Dunyo tizimi modeliga qanday chegaralovchi omillar kiritilgan?
14. Global rivojlanish an'analarga ilmiy-texnika taraqqiyoti qanday ta'sir ko'rsatadi?
15. Nima uchun dunyo rivojlanishining mavjud an'analarni qaytadan ko'rib chiqish kerak va buning mohiyati nimada?
16. Kibernetika nimani o'rganadi?
17. Ijobiy va salbiy teskari aloqalarni tushuntirib bering.
18. Biosferaning barqarorligi nimada? Bifurkatsiya nuqtasi nima?
19. Hozirgi zamon global bashoratlari qanday?

III bob. TABIATSHUNOSLIKNING FIZIK ASOSLARI

14-§. MATERIYANING TARKIBIY TASHKIL TOPGANLIGI: MIKRODUNYO, MAKRODUNYO VA MEGADUNYO

Insoniyatga ma'lum bo'lgan obyektlar va ularning hodisalari sifat jihatdan uchta bo'limga bo'linadi: mikroduyo, makroduyo va megaduyo.

Akademik X.A.Raxmatulin taxmin qilgan gipodunyo (mikroduyo ichidagi mikroduyo) va giperduyo (o'tamegadunyo), tajribada tasdiqlangan emas.

Mikroduyo — atomlar va ko'p sonli elementar zarralar (ularga elektron, proton, neytron va boshqa zarrachalar kiradi, bugungi kunda ularning soni 400 ga yaqin) dunyosi. Fiziklar tomonidan real o'rganiladigan dunyoda 10^{-18} m o'lchamlar qayd etilgan; atomning o'lchami (10^{-10} m yadroniki) 10^{-14} 10^{-15} m.

Mikroduyoning tarkibi, fazo va vaqt bo'yicha hamda energetik tavsifi fizikaning kvant mexanikasiga asoslangan bo'limlarida, shu jumladan, mikroduyoning ham kvantlanganligini, ham nisbiyiligini hisobga oluvchi relyativistik bo'limida beriladi.

Yerda makroduyo katta bo'lmagan tezliklar va o'zaro ta'sir energiyalari bilan belgilanadi.

Makroduyo — bu klassik mexanikaning obyektlari bo'lib, unda yorug'lik tezligi $3 \cdot 10^8$ m/s — cheksiz katta qiymat hisoblanib, tizimlarning o'zaro ta'siri oniy (bir lahzada) deb olinadi.

Megaduyo — yer masshtablariga nisbatan gigant hisoblangan yulduzlar to'plamidir. Bu galaktika dunyosidir. Fan tomonidan aniqlangan eng katta obyekt bu galaktikalar majmuyidan iborat — metagalaktikadir. Uning o'lchamlari $\sim 10^{26}$ m tartiblidir. Bunday masofani yorug'lik 20 milliard yil davomida bosib o'tadi. Megaduyo — bu relyativistik mexanika obyektidir.

Megaduynoni tasvirlaganda relyativistik samaralarni, ya'ni obyektlar o'lchamining, jarayonlar davom etish vaqtining tezlikka bog'liqligini, fazo va vaqt egriligini hisobga olish kerak.

15-§. KOINOT. METAGALAKTIKA. YULDUZLAR. QUYOSH. YER

Koinot — bu vaqt va fazoda chegarasiz butun borliqdir. Koinotning astronomik qurilmalar yordamida tadqiqot qilinishi mumkin bo'lgan qismi Metagalaktika deyiladi. Metagalaktikada 100 million galaktika joylashgan XX asrning 30-yillarida Galaktikamizning o'lchamlari va tuzilishining asosiy qismlari aniqlandi. Quyosh ham bizning galaktikamizga kiradi. Galaktikaning ko'ndalang kesimi $3 \cdot 10^4$ Parsekka tengdir (1 Parsek [pk], 3,36 yorug'lik yiliga yoki $3,08 \cdot 10^{16}$ m. ga teng).

Galaktika tarkibiga 100 milliarddan ortiq yulduzlar kirib, ular qalinligi bir necha yuz Parsek bo'lgan disk qatlamida joylashgandir. Quyosh galaktika markazidan 10000 Parsek uzoqlikda uning diskida joylashgan. Galaktikaning o'rtacha yoshi taxminan 10 milliard yilga teng.

Koinot doimiy kengayishda. 1929-yilda amerikalik astronom E. Xabbl, galaktikalarning kengayish tezligi bizning galaktikamizgacha bo'lgan masofaga to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatdi. Galaktikalarning bir-biridan qochishi (ya'ni, ularning kengayishi) fizikadagi Dopler effekti natijasida ro'y beradigan «qizil siljish» hodisasida (Dopler effekti — manbalarning bir-biridan uzoqlashuvida chiqayotgan nurlarning to'lqin uzunligining oshib borishi) tasdiqlangan.

Bunda diqqatga sazovor narsa shuki, galaktikalarning qochishi nafaqat Yerga nisbatan bo'ladi, balki Koinotning istalgan nuqtasidan qaraganda uzoqdagi galaktikalar shu nuqtaga nisbatan uzoqlashayotgan bo'ladi. Kengayayotgan koinotni vaqt bo'yicha teskari tomonga ekstrapolyatsiya qilsak, hamma narsa 15 milliard yil oldin «katta portlashdan» boshlangan degan xulosa kelib chiqadi. Bu esa Koinotning, aniqrog'i Metagalaktikaning yoshi hisoblanadi. Kuzatiladigan manzaraning tahlili shunday xulosaga olib keladiki, boshlang'ich materiya $10^{12} - 10^{15}$ kg/sm³ li yadroviy zichlikka hamda juda yuqori haroratga ega bo'lgan.

Portlashdan keyin dunyo rivojlanishining boshlang'ich bir necha daqiqalarida oddiy atom yadrolari — vodorod, deyteriy, geliylar hosil bo'lgan. Bir necha million yil uzluksiz kengayish tufayli modda 4000 K haroratgacha sovigan. Bunda elektronlarning atom yadrolari bilan birlashishi natijasida birinchi neytral atomlar hosil bo'lgan. Gazning sovishi va inersiyasi tufayli harakati davom etgan. Gaz elementlarining bir-birlari bilan to'qnashishlari natijasida, to'plangan galaktikalar to'plamlari massalariga teng bo'lgan bo'laklar hosil bo'lgan. Bu bo'laklardan alohida galaktikalar vujudga kelgan.

Galaktikalarning asosiy qismini yulduzlar tashkil etadi. Yulduzlarda Koinotning ko'rinadigan moddasining 90 % mujassamlashgan. Yulduzlar massiv (juda katta) o'z-o'zidan yorug'lik chiqaruvchi gazlar birikmasi bo'lib, unda moddalar gravitatsiya kuchlari yordamida o'zaro bog'langandir. Bizga eng yaqin yulduz — Quyoshning massasi $M_k = 2 \cdot 10^{30}$ kg. ga, eng kichiginiki esa 0,03 M_k ga teng. Eng massiv yulduz massasi 10 M_k ga teng. Quyosh harorati 6000 K atrofida bo'lib, ko'pchilik yulduzlarniki esa 3000 K dan 5000 K gacha.

Ko'pchilik yulduzlar energiyasining asosiy manbai — elementlar sintezi termoyadro reaksiyasidir. Katta yulduzlar o'zlarining yadroviy «yoqilg'isini» million yillar davomida yoqib tugatsa, Quyosh uchun esa 10 milliard yil kerak bo'ladi. Shundan 5 milliard yili o'tgan, Quyoshning «umri» tugashiga yana 5 milliard yil qolgan. Astronomik nuqtayi nazardan Quyosh Galaktikaning boshqa yulduzlaridan farq qilmaydi. U gravitatsiya va gaz bosimi kuchlari muvozanatida bo'lgan, o'z-o'zidan nur chiqaruvchi gazdan iborat shar.

O'zidan optik diapazondagi nurlanish chiqaruvchi Quyoshning tashqi qatlamlari *fotosfera* deyiladi. Uning qalinligi taxminan 560 km, fotosferadagi gazning harorati 6000 K. Fotosfera Quyosh atmosferasining pastki qatlamini tashkil etadi. Uning tepasida qalinligi bir necha ming km bo'lgan, harorati 10000 K gacha oshib boruvchi xromosfera joylashgan. Xromosferadan keyin o'rtacha 1—2 mill. darajali haroratga ega bo'lgan toj joylashgan. Termoyadro reaksiyasi davom etayotgan Quyosh qa'rida harorat 10 000000 K dan yuqori emas. Energiya yuqori qatlamlariga asosan nurlanish orqali uzatiladi. Quyoshning turli qismlari har xil tezlik bilan aylanadi. Bunda uning tashqi qatlamlari ichki qatlamlariga nisbatan sekin aylanadi.

Quyosh tizimining bir qismi bo'lgan Yer kosmik jism sifatida quyidagilar bilan belgilanadi: hajmi 10^{11} km³, massasi $6 \cdot 10^{24}$ kg, ekvatoridagi radiusi 6378 km; qutbdagi radiusi undan 21 km. ga kam. Yerning umumiy yuzasi 510 mln. km². ga teng bo'lib, undan 361 mln. m² yuzasi Dunyo okeaniga va 149 mln. m² quruqlikka to'g'ri keladi. Yer Quyoshdan 150 mln. km uzoqlikda joylashgan bo'lib, Quyosh atrofida 30 km/s tezlik bilan aylanadi. Yer 4,5 milliard yil oldin, Quyosh atrofidagi fazoda sochilgan gaz-chang moddalardan gravitatsiya kondensatsiyasi natijasida hosil bo'lgan (gipotezalardan bittasi shunday).

Yer atrofidagi magnit maydoni *magnitosfera* deyiladi. Magnitosfera ichida «radiatsion kamarlar» mavjud bo'lib, Quyoshdan va Koinotdan keluvchi zaryadlangan zarralar bu kamarlarda to'planib, ularning ma'lum.

qismi yer yuziga o'tadi. Yerdagi tirik mavjudotlar bu radiatsion kamarlar bilan o'ta xafli bo'lgan kosmik nurlardan himoyalangandir. Yerni o'rab turgan sayyoralararo muhit turli o'lchamdagi qattiq jismlardan, changlardan, atomlar, molekulalar, kichik zarrachalardan hamda insonning o'zi fazoga chiqargan Yerning sun'iy yo'ldoshlari, kosmik stansiyalar va boshqalardan iboratdir.

Yer qa'rini tekshirish murakkab. Zilzilalar yoki portlashlar natijasida hosil bo'luvchi mexanik to'lqinlar — seysmik to'lqinlarni tahlil qilish Yer qa'rining tabiati to'g'risida muhim ma'lumotlarni beradi.

Yer qa'ri uchta asosiy bo'limlarga bo'linadi: yadro, mantiya va qobiq. Harorat, bosim va zichlik Yer qa'riga tomon oshib boradi. Yer markazida harorat 10 000 darajaga yetadi. Yer qobig'ining qalinligi kontinentlarda 65 km. ga yetadi, okean tagida esa — 8 km. Yerning eng baland cho'qqisi — Himolay tog'ida Jamolungma cho'qqisining balandligi 8848 m, eng chuqur joyi Tinch okeanidagi Mariinsk degan chuqurlik — 11092 m. Yer qobig'i tagida juda qattiq jismlardan tashkil topgan mantiya mavjud. U 2900 km chuqurlikkacha joylashgan bo'lib, Yer hajmining 80 %ni tashkil etadi. Yerning yadrosi juda kam o'rganilgan, u ikki qismdan. tashqisi — suyuq va ichkisi qattiq jismdan iborat deb hisoblanadi. Suyuq yadro elektr o'tkazuvchan bo'lib, Yer bilan birgalikda aylanadi. Radioaktiv yemirilish natijasida ajralib chiqqan energiya, yadroda konveksion harakatni vujudga keltiradi. Suyuq moddaning murakkab harakati tufayli Yerning magnit maydoni vujudga keladi.

Yer atmosferasi bilan biosferaga Quyosh va uning faolligi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Har 11—12 yil ichida Quyosh fotosferasida mash'alsimon yallig'lanishlar va dog'lar, xromosferada chaqmoqlar va tojda protuberanslarning ko'payishi Yerdagi biologik jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi. Quyoshdan kelayotgan energiyaning milliarddan bir qismi Yerga yetib kelsa ham, u bizning sayyoramizda hayotning mavjud bo'lishi uchun yetarlidir. Hozir ma'lumki, Quyosh faolligining siklik o'zgarishi Yerdagi magnit bo'ronlari, qutb yog'dusining paydo bo'lishida, ultrabinafsha radiatsiyasining o'zgarishlarida, atmosfera yuqori qatlamlarining ionizatsiyasining holati o'zgarishida va hokazolarda namoyon bo'ladi.

A.L.Chijevskiy Quyosh faolligi Yerdagi tarixiy jarayonlarga ham ta'sir ko'rsatadi, degan fikrni bildirgan. Bu fikr, albatta, bahslidir, lekin bunga qiziq dalillarni keltirish mumkin. XX asrga kelib olimlar ijtimoiy jarayonlar, inqiloblar, epidemiyalar va hokazolarning Quyosh faolligiga bog'liqligini e'tibor eta boshladilar. 1924-yilda A.L.Chijevskiy ogohlantirgan edi: «Hozir

Yer yuzida istiqomat qiluvchi ikki milliard kishilarga kosmik omillarning ta'sir qilishi bizning yodimizda bo'lishi kerak. U qanchalik nozik va aniqlanishi qiyin bo'lsa ham bu ta'sirni o'rganishni rad etmaslik kerak. 1927—29-yillarda Quyosh faolligining maksimumini kutish mumkin. Bu yillarda ijtimoiy-siyosiy omillar natijasida katta tarixiy voqealar sodir bo'lishning ehtimoliyati mavjud. Haqiqatdan ham, sobiq SSSRda 1929-yil «buyuk burilish yili» bo'ldi. Quyosh faolligining davrlari 1905-y. («birinchi» rus inqilobi), 1917-yil (Oktabr to'ntarishi), 1941-yil (II jahon urushi boshlanishi), 1991-y. (Avgust voqealari va SSSRning parchalanib ketishi) larga to'g'ri keladi.

Ayrim olimlarning ta'kidlashicha insonlarning, ayniqsa, nazariyachi fiziklar ijodining faollashuvi Quyosh faolligi bilan o'zaro bog'liqdir (korrelyatsiya beradi). Albatta, bunday muvofiqlikni mutlaq deb qarash mumkin emas, lekin bu haqda fikr yurgizish mumkin.

16-§. TABIATDAGI FUNDAMENTAL O'ZARO TA'SIRLAR

Bizni o'rab turgan Olamning kattaligi va xilma-xilligiga qaramasdan faqat to'rtta fundamental o'zaro ta'sir turlari mavjud.

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

2. **Elektromagnit o'zaro ta'sir.** Uning ta'sir doirasi cheklanmagan yoki boshqacha aytganda, uning ta'sir doirasi cheksizlikka intiladi: $r=H$. Agar kuchli o'zaro ta'sirni bir birlik deb olsak, elektromagnit o'zaro ta'sir undan ming marta kichikdir.

3. **Kuchsiz o'zaro ta'sir.** Bu ta'sir ham kuchli o'zaro ta'sirga o'xshab qisqa masofaga ta'sir ko'rsatadi. Lekin, u kuchli o'zaro ta'sirning 10^{-15} qismiga tengdir. Bu o'zaro ta'sir yadrolar β yemirilishining hamma turlariga hamda neytrino deb ataladigan elementar zarra ta'sirining barcha jarayonlariga javobgardir. Neytrinoning moddalar bilan o'zaro ta'siri shunchalik kuchsizki, u Yer sharidan birorta to'qnashuvsiz (ta'sirsiz) «o'tib ketadi».

4. **Gravitatsion o'zaro ta'sir.** Uning ta'sir doirasi chegaralanmagan, ta'sir kuchi kuchli ta'sirining 10^{-40} qismini tashkil etadi. Shuning uchun bu ta'sir mikrodunyo jarayonlarida muhim o'rin tutmasa ham eng universal ta'sir hisoblanadi. Agar faqat makroskopik masshtablarni qaraydigan bo'lsak, biz ikki xil; elektromagnit va gravitatsion o'zaro ta'sir bilan ish ko'ramiz.

Biz kuch to'g'risida emas, balki faqat o'zaro ta'sir to'g'risida so'z yuritmoqdamiz, bu muhim farqdir. Kuch tushunchasini har doim qo'llab bo'lmaydi, o'zaro ta'sir tushunchasini esa qo'llasa bo'ladi. Kvant mexanikasi qonunlariga amal qilinadigan mikrodunyoda kuch tushunchasini qo'llash qiyinroqdir, chunki kuch vektor kattalik bo'lib, uning qo'yilgan nuqtasini aniqlash kerak bo'ladi. Bu esa Geyzenbergning noaniqlik qonuni (buni keyin ko'rib chiqamiz) asosida mumkin emas. Shu sababga ko'ra, mikrodunyoda harakat trayektoriyasi tushunchasini qo'llab bo'lmaydi. Masalan, atomda elektron aylanadi — deyiladi, lekin qanday trayektoriya bo'yicha — noma'lum.

17-§. NYUTON QONUNLARI — KLASSIK MEKANIKANING ASOSIY QONUNLARI

Tabiatning eng umumiy qonunlari — fizika qonunlarini klassik mexanika qonunlarini o'rganishdan boshlash eng qulay yo'ldir. I.Nyutonning bu fanga qo'shgan buyuk xizmatlari uchun klassik mexanika Nyuton mexanikasi deb ham ataladi. 1687-yilda yozilgan mashhur «Natur filosofiyaning matematik boshlanishi» asarida I.Nyuton o'zining uchta asosiy qonunlarini berdi.

Klassik mexanika qonunlari nisbatan kichik tezliklar bilan harakatlanayotgan katta massali jismlarga qo'llaniladi. Nyutonning hamma qonunlari ko'plab tajribalarda olingan faktlarni umumlashtirish natijasida vujudga kelgan.

Nyutonning birinchi qonunining ta'rifi quyidagicha: Har qanday jismga boshqa jismlar yoki kuchlar ta'sir qilmasa, u o'zining nisbatan tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi. Bu ta'rifdan tezlanish nolga teng degan ma'no kelib chiqadi, shuning uchun jismga boshqa jismlar ta'sir qilib, o'zgartirmasa, uning tezligi o'zgarmaydi, xususiyl holda nolga teng bo'ladi.

Ta'sir bo'lmaganda, jismlarning o'z holatini saqlash xususiyatiga jismlar inersiyasi, qonunning o'zi esa inersiya qonuni deyiladi. Agar sanoq tizimida Nyutonning birinchi qonuni bajarilsa, bunga inersial sanoq tizimi deyiladi. Yerning o'z o'qi atrofida hamda Quyosh atrofida aylanganligi sababli Yer bilan bog'liq sanoq tizimi inersial bo'lmaydi. Ko'pgina masalalar uchun markazi Quyosh massa markazi bilan mos tushadigan geliosentrik sanoq tizimini inersial sanoq tizimi deb hisoblash mumkin. Inersial sanoq tizimiga nisbatan to'g'ri chiziqli va tekis harakat qilayotgan istalgan sanoq tizimi inersial bo'ladi. Demak, ko'p sonli inersial sanoq tizimlari mavjuddir.

Nyutonning ikkinchi qonuni. Klassik mexanikada $m = \text{const}$ deb hisoblanganda, Nyutonning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: moddiy nuqta impulsining o'zgarish tezligi unga ta'sir qiluvchi kuchga teng:

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F} \quad (1)$$

$$\vec{P} = m\vec{V}, \quad (2)$$

bu yerda, jism impulsi deyiladi, (2)-hisobga olib (1)ni quyidagicha yozamiz:

$$\frac{d}{dt}(m\vec{V}) = m \frac{d\vec{V}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F} \quad (3)$$

Nyutonning ikkinchi qonunining xususiy holini, $\vec{F} = 0$, ya'ni boshqa jismlar tomonidan o'zaro ta'siri bo'lmagan holni ko'raylik. Bunda, $a = 0$ nuqtaning tezlanishi nolga teng bo'ladi. Demak Nyutonning birinchi qonunini hosil qilamiz. Nyutonning birinchi qonuni ikkinchi qonunidan xususiy hol sifatida kelib chiqadi. (1) va (3) tenglamalar moddiy nuqta harakat tenglamalari deyiladi. Massa o'zgaruvchan bo'lganda ($m \neq \text{const}$) bu qonun to'g'ri emas.

Nyutonning uchinchi qonuni. Bir jismning ikkinchisiga ta'siri aks ta'sirni vujudga keltiradi, ya'ni kuchlar juft holda paydo bo'ladi. Nyutonning uchinchi qonuniga asosan, ikki jismning bir-biriga ta'sir kuchlari qiymat jihatdan bir-biriga teng, yo'nalishlari esa qarama-qarshi bo'lib, har xil jismlarga qo'yilgandir:

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}. \quad (4)$$

bu yerda, $\vec{F}_{1,2}$ — ikkinchi jismning birinchi jismga ta'sir kuchi; $\vec{F}_{2,1}$ — birinchi jismning ikkinchi jismga ta'sir kuchi.

Nyutonning uchinchi qonuni moddiy nuqta hisoblangan jismlarning bir-biri bilan kontakt o'zaro ta'sirda bo'lganida hamda bir-biridan uzoqlikda harakatsiz joylashganida ham bajariladi. Lekin bu qonun elektromagnit o'zaro ta'sir uchun to'g'ri emas.

Shuni ta'kidlash kerakki, $\vec{F}_{1,2}$ va $\vec{F}_{2,1}$ kuchlar har xil jismlarga qo'yilganliklari uchun bir-birini muvozanatlamaydilar.

Nyuton harakatning bu uchala qonuni inersial sanoq tizimlarida bajarilishini alohida ta'kidlagan.

Butun Olam tortishish qonuni Nyuton tomonidan 1678-yilda kashf etilgan bo'lib, adolat yuzasidan bu qonun Nyutonning to'rtinchi qonuni

deb atalsa ham bo'lar edi. Uning ta'rifi quyidagicha: ikki moddiy nuqta orasidagi o'zaro tortishish kuchlari bu nuqtalar massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (5)$$

bu yerda, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{H} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ gravitatsiya doimiysi deyiladi.

Qonun bunday ko'rinishda nafaqat moddiy nuqtalar uchun, balki bir jinsli sharlar va jismlar uchun ham to'g'ridir. Bu holda r — sharlar markazlari orasidagi masofa. O'zaro tortishish kuchlari moddiy nuqtalarni birlashtiruvchi chiziq bo'ylab yo'nalgan. Bu qonun eng universal bo'lgan gravitatsion o'zaro ta'sirni miqdor jihatdan tavsiflaydi.

Hozirgi zamon relyativistik tortishish nazariyasi A.Eynshteyn tomonidan ishlab chiqildi.

18-§. MEXANIKADA SAQLANISH QONUNLARI

Mexanik energiya saqlanish qonuni

Saqlanish qonunlari — tabiatning umumiy qonunlari qatoriga kiradi.

Tashqi kuchlar mavjud bo'lmagan jismlar tizimini berk yoki izolatsiyalangan deyiladi. Bunday tizimda unga kiruvchi jismlarning o'zaro ta'siridan kelib chiqadigan ichki kuchlarga mavjud bo'ladi.

Berk tizimning eng muhim xususiyatlari shundan iboratki, unda uchta fizik kattalik — **energiya, impuls va impuls momenti saqlanish qonunlari kuchga ega**. Bu kattaliklarning saqlanish qonunlari tabiatning fundamental qonunlaridir. Saqlanish qonunlari ta'sir etuvchi kuchlarning tabiatiga va xossasiga bog'liq emas. Hamma kuchlar ichida konservativ kuchlar alohida ajralib turadi. Bu shunday kuchlarki, ularning berk kontur bo'yicha bajargan ishlari nolga teng bo'lib, bajarilgan ish trayektoriyaga bog'liq bo'lmasdan, balki zarraning boshlang'ich va oxirgi joylariga bog'liq. Butun olam tortilish kuchlari, elektrostatik kuchlar konservativ kuchlardir. Konservativ bo'lmagan kuchlarga bajargan ishi harakat trayektoriyasiga bog'liq bo'lgan ishqalanish kuchlari kiradi.

Bunda trayektoriya bo'yicha o'tilgan yo'l qanchalik uzun bo'lsa, ishqalanish kuchlari tomonidan bajarilgan ish shunchalik katta bo'ladi va berk kontur bo'yicha nolga teng bo'lmaydi.

Moddiy nuqtalar tizimining to'liq mexanik energiyasi kinetik va potensial energiyalarining yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} \quad (1)$$

v - tezlik bilan harakat qilayotgan jismlar kinetik energiyaga egadir:

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Zarralar tizimining ta'sir potensial energiyasi bu zarralarning o'zaro bir-biriga nisbatan joylashganligiga, ya'ni tizim konfiguratsiyasiga bog'liq.

Yer yuzidan h balandlikka ko'tarilgan jismning potensial energiyasi quyidagicha:

$$E_{\text{pot}} = mgh = p h. \quad (3)$$

X -kattalikka siqilgan prujinaning potensial energiyasi:

$$E_{\text{pot}} = \frac{\kappa x^2}{2}, \quad (4)$$

bu yerda, K — jism materialining bikrlilik koeffitsiyenti.

Prujina potensial energiya olishi uchun potensial energiyaga teng bo'lgan ish bajarishi kerak.

Og'irlik kuchi maydonida to'liq mexanik energiya quyidagicha:

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh. \quad (5)$$

Kinetik va potensial energiyalar bir-biriga aylanib turishadi (masalan, yuqoriga tik otilgan jism).

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni quyidagicha: o'zaro faqat konservativ kuchlarigina ta'sir ko'rsatuvchi moddiy nuqtalar berk tizimining to'liq mexanik energiyasi o'zgarmas bo'ladi.

Agar tizimda konservativ bo'lmagan kuchlar ham mavjud bo'lsa, to'liq mexanik energiya saqlanmaydi. Masalan, ishqalanish mavjud bo'lsa, to'liq mexanik energiya asta-sekin kamayib jismning ichki energiyasiga o'ta boshlaydi, bu esa jismning qizishiga olib keladi.

Impuls saqlanish qonuni

Tizimning impulsi deb shu tizimni tashkil etuvchi zarralar impuls-larining yig'indisiga aytiladi.

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i \quad (6)$$

Vaqt o'tishi bilan berk tizimning to'liq impulsi kattaligi va yo'nalishi o'zgarmaydi:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i = \text{const} \quad (7)$$

Bu impuls saqlanish qonuni fazoning bir jinsliliigi, ya'ni fazoning har bir nuqtasining xususiyati bir xilligi bilan bog'liqdir.

Tizim impulsini nima o'zgartiradi? Faqat tashqi kuchlar o'zgartira oladi. Nyutonning uchinchi qonuniga asosan tizim jismlariga ta'sir qiluvchi ichki kuchlar yig'indisi hamma vaqt nolga teng, chunki ular juft-juft bo'lib paydo bo'ladi:

$$\frac{d}{dt} \vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{F} \quad (8)$$

Tizim yig'indi impulsidan vaqt bo'yicha olingan hosila tizim jismlariga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar yig'indisiga teng.

Shuni ta'kidlash kerakki, agar tashqi kuchlar yig'indisi nolga teng bo'lsa, berk bo'lmagan tizimlar uchun ham impuls o'zgarmay qoladi. Masalan, agar jism silliq gorizonta tekislik ustida harakatlanayotgan bo'lsa, bu jismga ta'sir qilayotgan tashqi kuchlar: **og'irlik va tayanch reaksiya kuchlari bir-biriga teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.**

Impuls momentining saqlanish qonuni

0-nuqtaga nisbatan kuch momenti deb, shu nuqtadan kuch qo'yilgan nuqtaga yo'naltirilgan radius-vektorining vektor yo'nalishiga aytiladi:

$$\vec{M} = [\vec{r} \cdot \vec{F}], \quad (9)$$

bu yerda $\vec{F}$ — kuch, $\vec{r}$ — radius vektor, koordinata boshidan ko'rilayotgan nuqtagacha o'tkazilgan to'g'ri chiziq. $\vec{M}$ -vektorning kattaligi har qanday vektor kabi vektor ko'paytmadan aniqlanadi:

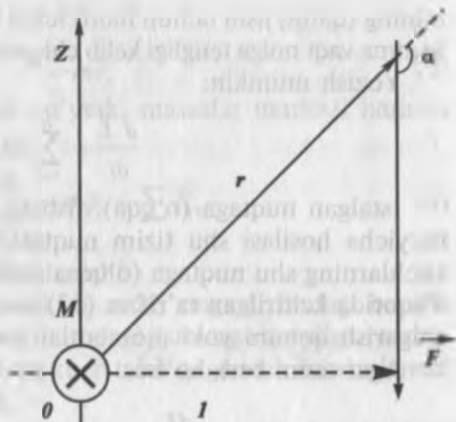
$$|\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \sin \alpha, \quad (10)$$

bu yerda, α — $\vec{r}$ va $\vec{F}$ vektorlar orasidagi burchak. Bu vektorlarni 10-rasmda ko'rsak, $\vec{r}$ va $\vec{F}$ vektorlar qog'oz yuzasida joylashgan, bu vaqtda

$\vec{M}$ - vektor bu yuzaga perpendikulyar yo'nalgan ($y, +$ belgi bilan ko'rsatilgan). Bu nuqtadan kuch yo'nalishiga o'tkazilgan perpendikular l — shu nuqtaga nisbatan kuch elkasi deyiladi. $l = r \sin \alpha$, $\vec{M}$ - vektorning z - o'qqa nisbatan proyeksiyasi nolga teng.

$\vec{M}_z = 0$, chunki bu vektor z — o'qqa nisbatan perpendikular yo'nalgan.

$\vec{M}$ - vektorning X -o'qqa proyeksiyasi quyidagicha:



10-rasm.

$$\vec{M}_x = \vec{F}l \quad (11)$$

Xuddi shunday bitta moddiy nuqtaning impuls momenti 0-nuqtaga nisbatan vektor kabi aniqlanadi.

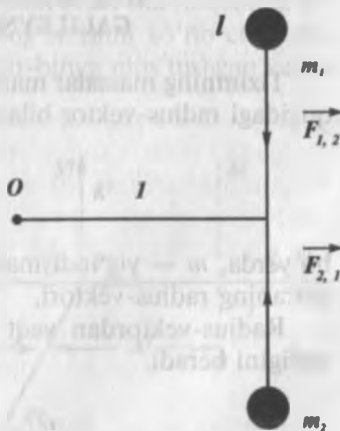
$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{P}] = [\vec{r}, m\vec{v}] \quad (12)$$

Har qanday nuqtaga yoki o'qqa nisbatan moddiy nuqtalar tizimining impuls momenti tizim hamma nuqtalarining shu nuqtaga (yoki o'qqa) nisbatan impuls momentlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n \vec{L}_i$$

Tizim impuls momentlarini faqat tashqi kuchlar momentlarigina o'zgartira oladi. Buning uchun tizimning ikki nuqtasini ko'raylik (11-rasm). Bular orasidagi ichki kuchlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan, shuning uchun istalgan 0-nuqtaga nisbatan ularning kuch momentlari qiymatlari bir-biriga teng va qarama-qarshi yo'nalgandir.

Demak, ichki kuchlar momentlari juft-juft bo'lib, bir-biri bilan muvozanatda bo'ladi. Bundan istalgan zarralar tizi-



11-rasm.

ining (qattiq jism uchun ham) ichki kuchlari momentlarining yig'indisi hamma vaqt nolga tengligi kelib chiqadi.

Yozish mumkin:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_{i=1}^n \vec{M}_{\text{tashqi}} \quad (13)$$

Istalgan nuqtaga (o'qqa) nisbatan tizim impuls momentining vaqt bo'yicha hosilasi shu tizim nuqtalariga ta'sir qiluvchi hamma tashqi kuchlarning shu nuqtaga (o'qqa) nisbatan momentlar yig'indisiga teng. Yuqorida keltirilgan ta'rif va (13) tenglama ko'pincha impuls momenti o'zgarish qonuni yoki momentlar tenglamasi deyiladi.

Agar tizim berk bo'lsa,

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0, \text{ u vaqtda; } \vec{L} = \text{const} \quad (14)$$

Ya'ni, berk tizimning impuls momentlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmas ekan. Bunga impuls momentining saqlanish qonuni deyiladi. Misol qilib, muzda o'z o'qi atrofida aylanma harakat qilayotgan figurachining qo'llarini yon tomonga ko'targanda yoki tushirganda aylanma harakat tezligining o'zgarishini keltirish mumkin.

Impuls momentining saqlanish qonuni fazoning izotropligidan, ya'ni fazoning hamma yo'nalishlari bo'yicha xususiyati bir xilligidan kelib chiqadi.

19-§. MASSALAR MARKAZI HARAKATI. GALILEYNING NISBIYLIK PRINSIPI

Tizimning massalar markazi yoki inersiya markazi deb fazodagi o'rni quyidagi radius-vektor bilan aniqlanadigan nuqtaga aytiladi.

$$\vec{R}_c = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^n m_i \vec{r}_i \quad (1)$$

bu yerda, m — yig'indi massa; m_i — bitta zarraning massasi r_i — i -chi zarraning radius-vektori.

Radius-vektordan vaqt bo'yicha olingan hosila massalar markazi tezligini beradi.

$$\vec{V}_c = \frac{1}{m} \sum_i m_i \vec{r}_i = \frac{1}{m} \sum_i \vec{p}_i = \frac{\vec{P}}{m} \quad (2)$$

$\vec{P}$ — tizim impulsi. Bundan:

$$\vec{P} = m\vec{v}, \quad (3)$$

(3) ni 18-§ dagi (8) formulaga qo'ysak, massalar markazi harakat tenglamasi kelib chiqadi:

$$\frac{d}{dt} (m\vec{v}_c) = m \frac{d\vec{v}_c}{dt} = m\vec{a}_c = \sum_i \vec{F}_i, \quad (4)$$

bu yerda, a_c — massalar markazi tezlanishi.

Bundan, tizimning massalar markazi xuddi unga tizimdagi barcha qismlar massasi mujassamlashgan va tizimdagi jismlarga qo'yilgan tashqi kuchlarning geometrik yig'indisiga teng kuch ta'sir qilgandek harakatlanadi degan muhim xulosa kelib chiqadi.

Demak, massalar markazi harakat qonuni hamma tashqi kuchlar qo'yilgan m massali moddiy nuqta (tizimning) harakat qonuni bilan mos kelar ekan.

Shuni ta'kidlash lozimki, bitta moddiy nuqta uchun Nyutonning ikkinchi qonunidagi $m\vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$, kuchlar yig'indisiga ham ichki, ham tashqi kuchlar kiradi. Berk tizim uchun $\vec{a}_c = 0$. Bu shundan dalolat beradiki, berk tizim massalar markazi harakatsiz yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Ularga ichki kuchlar ta'sir o'tkaza olmaydi.

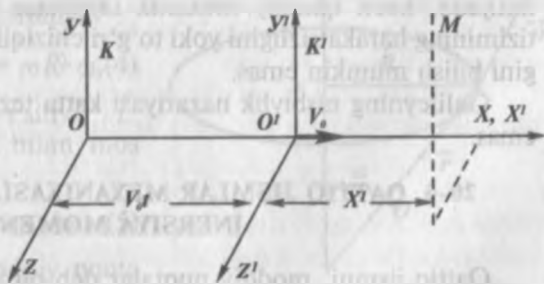
Ikkita inersial sanoq tizimni ko'rib chiqaylik (12-rasm). Bulardan biri qo'zg'almas (K), ikkinchisi — (K') birinchisiga nisbatan X -o'qi bo'yicha V_0 o'zgarmas tezlik bilan harakat qilmoqda.

K -tizimdagi M -nuqtaning XUZ koordinatalari bilan shu nuqtaning K' -tizimdagi $X' U' Z'$ -koordinatalari orasidagi bog'lanishni ko'rib chiqaylik. Ikkita sanoq tizimining koordinatalar boshi bir-biriga mos tushgan vaqtni vaqtning boshlanishi deb olamiz.

Bu yerda:

$$\left. \begin{aligned} X &= X' + v_0 t'; \\ Y &= Y'; \\ Z &= Z'; \\ t &= t'. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5) tengliklarni Galiley almashtirishlari deyiladi. Birinchi ($X=X'+v_0 t'$) va to'rtinchi ($t=t'$) tenglamalar faqat klassik me-



12-rasm.

xanikaga, ya'ni $v_0 \ll S$ ga tegishlidir. Agar, v_0 yorug'lik tezligiga yaqin bo'lsa, Galiley almashtirishlari umumiyroq bo'lgan Lorens almashtirishlari bilan almashtirilishi kerak.

Ikkita tizimda M -nuqtaning tezliklari orasidagi munosabatni topaylik. Buning uchun (5) tenglamalarni vaqt bo'yicha differensiallaymiz:

$$\dot{X} = \dot{X}' + v_0; \quad v_x = v_x' + v_0$$

$$\dot{Y} = \dot{Y}', \quad \text{ёки} \quad v_y = v_y'$$

$$\dot{Z} = \dot{Z}', \quad v_z = v_z'.$$

Bu uchta skalyar tengliklar bitta vektorga ekvivalentdir:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_0. \quad (6)$$

(6) tenglama klassik mexanikadagi tezliklarni qo'shish qoidasidir.

(6) tenglamani, $v_0 = \text{const}$ ekanligini hisobga olib, vaqt bo'yicha differensiallasak:

$$\vec{a} = \vec{a}' \quad \text{yoki} \quad \vec{a} = \vec{a}'$$

hosil bo'ladi, ya'ni hamma inersial sanoq tizimlarida jismning tezlanishi bir xil bo'ladi. Klassik mexanikada massa o'zgarmas bo'lganligi uchun tenglamaning ikkala tomonini m -ko'paytirib quyidagini hosil qilamiz:

$$m\vec{a} = m\vec{a}' \quad \text{yoki} \quad \vec{F} = \vec{F}'.$$

Ixtiyoriy tanlangan K va K' -sanoq tizimlarida olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, bir inersial sanoq tizimidan ikkinchisiga o'tganda mexanikaning tenglamalari o'zgarmaydi yoki boshqacha aytganda, ular Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantlidir. Bu narsa Galileyning nisbiylik prinsipi deyiladi. Yoki boshqacha aytganda, har xil inersial sanoq tizimlarida hamma mexanik hodisalar bir xil ro'y berar ekan, natijada, hech qanday mexanik tajribalar bilan qaralayotgan sanoq tizimining harakatsizligini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotganligini bilish mumkin emas.

Galileyning nisbiylik nazariyasi katta tezliklar ($v_0 \sim c$) uchun o'rinli emas.

20-§. QATTIQ JISMLAR MEXANIKASI. QATTIQ JISMNING INERSIYA MOMENTI

Qattiq jismni, moddiy nuqtalar deb olinishi mumkin bo'lgan ko'p sonli Δm kichik massalarning yig'indisi deb qarash mumkin. Bu

massalarning har biri ham ichki, ham tashqi kuchlar ta'sirida bo'ladi. Shuning uchun jismga moddiy nuqtalar tizimi uchun olingan natijalarni qo'llash o'rinlidir. Bunda: qattiq jismning massa markazi massasi jism massasiga teng bo'lgan, jismga qo'yilgan hamma tashqi kuchlar ta'sirida harakat qiluvchi moddiy nuqta harakati kabi bo'ladi.

Olamdagi hamma jismlarga (galaktikalar, yulduzlar, sayyoralar va h.k.) aylanma harakat xosdir. Ularning harakatini tushunish uchun aylanma harakat qonunlarini ko'rib chiqamiz.

Jismning o'z o'qi atrofida aylanishi burchak tezlik va burchak tezlanishi bilan belgilanadi. Burchak tezlik burilish burchagi φ dan vaqt bo'yicha olingan hosila kabi aniqlanadi.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi} \quad (1)$$

Burchak tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishi burchak tezlanishi vektori E bilan aniqlanadi.

$$E = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} \quad (2)$$

Burchak tezlik va chiziqli tezlik vektorlari bir-biri bilan quyidagicha bog'langan.

$$\vec{V} = [\vec{\omega}, \vec{r}] \quad (3)$$

Uchala vektorlar 13-rasmda ko'rsatilgan.

Bu yerda, $\vec{r}$ radius-vektor, u aylanish o'qida yotuvchi istalgan 0-nuqtadan o'tkazilishi mumkin. Aylana bo'ylab harakatlanuvchi moddiy nuqtaning impuls momentini topamiz. Ta'rif bo'yicha aylana bo'ylab harakat qiluvchi moddiy nuqtaning impuls momenti:

$$\vec{L} = [\vec{r}, m\vec{v}];$$

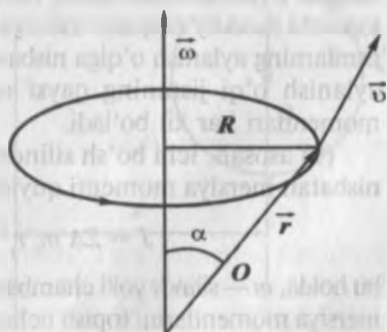
Demak, $\vec{L}$ vektor kattaligi:

$$L = mRv = mR\omega R = mR^2 \omega, (4)$$

13-rasmga asosan, $R = r \sin \alpha$; $\vec{L}$ yo'nalishi $\vec{\omega}$ yo'nalishi bilan mos keladi. Demak:

$$L = m R^2 \cdot \omega = J\omega \quad (5)$$

$J = mR^2$ kattalik moddiy nuqta inersiya momenti deyiladi:



13-rasm.

Undan vaqt bo'yicha olingan hosila:

$$\frac{dL}{dt} = \dot{J} \frac{d\omega}{dt} = JE \quad (6)$$

Impuls momenti saqlanish qonuniga (18-§ dagi (13) formulaga) asosan:

$$J\bar{E} = \sum \bar{M}_{nashqi} \quad (7)$$

(7) ifoda qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakat qiluvchi moddiy nuqta dinamikasining asosiy tenglamasi deyiladi.

Bu ifoda Nyutonning ikkinchi qonuniga juda o'xshashdir:

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}_i (*)$$

Bu ifodalarni ((7) va (*)) larni taqqoslashdan m massaning analogi (7) ifodadagi inersiya momenti — $\bar{J}$, $\bar{a}$ -chiziqli tezlanish analogi burchak tezlanish E va F -kuchning analogi kuch momenti M ekanligi kelib chiqadi. $L = J\omega$ ifodani impuls ifodasi $P = m\bar{v}$ bilan taqqoslaganda, aylanma harakatda impulsning analogi impuls momenti ekanligini ko'rish mumkin. Bundan, qattiq jism aylanma harakat kinetik energiyasi

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot J\omega^2 \quad (8)$$

kelib chiqadi.

Qattiq jismni ichki kuchlar bir-biriga nisbatan ma'lum masofada ushlab turadigan moddiy nuqtalar tizimidan iborat deb qarash mumkin. Bundayi

$$J = \sum \Delta m_i r_i^2 \quad (9)$$

olingan o'qqa nisbatan qattiq jism inersiya momenti deyiladi (ya'ni tizimga kiruvchi moddiy nuqtalar inersiya momentlari yig'indisiga aytiladi). Har xil jismlarning aylanish o'qiga nisbatan massalar taqsimlanishiga qarab, (ya'ni aylanish o'qi jismning qaysi nuqtasidan o'tganligiga qarab) inersiya momentlari har xil bo'ladi.

(9) asosan, ichi bo'sh silindr yoki chambarakning simmetriya o'qiga nisbatan inersiya momenti quyidagicha bo'ladi:

$$J = \sum \Delta m_i r_i^2 = R^2 \sum \Delta m_i = m R^2 \quad (10)$$

bu holda, m — silindr yoki chambarak massasi. Murakkab shakldagi jismlarning inersiya momentlarini topish uchun (9) ifodaning chegarasini, Δm -elementar massani nolga intiltirib topish kerak:

$$J = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \sum r_i^2 \Delta m_i,$$

natijada,

$$J = \int r^2 dm, \quad (11)$$

ni hosil qilamiz.

Integrallash jism bo'yicha o'tkazilishi kerak. To'liq silindr uchun simmetriya o'qiga nisbatan (11) integralni hisoblasak, quyidagi kelib chiqadi,

$$J = \frac{1}{2} m R^2 \quad (12)$$

Markazdan o'tuvchi o'qqa nisbatan bir jinsli sharning inersiya momenti:

$$J = \frac{2}{5} m R^2 \quad (13)$$

Jismning massa markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momentini bilgan holda, istalgan o'qqa nisbatan inersiya momentini Shteyner teoremasi bo'yicha hisoblash mumkin: Bu teorema quyidagicha: **istalgan o'qqa nisbatan qattiq jismning inersiya momenti J , jism massalar markazidan o'tuvchi parallel o'qqa nisbatan inersiya momenti va jism massasi bilan o'qlar orasidan masofa d ning kvadrati ko'paytmasi yig'indisiga teng** (14-rasm).

$$J = J_o + md^2 \quad (14)$$

Shteyner teoremasi parallel o'qlar to'g'risidagi teorema ham deyiladi.

21-§ TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

Hozirgi davrda tebranishlar va to'lqinlarning tushunchalari nihoyatda umumiy bo'lib, u fizika doirasidan chiqib sinergetika yoki chiziqli bo'lmagan jarayonlar uchun ham o'rinli ekanligi ko'rsatib berildi. Shu bois biz tebranishlar va to'lqinlar to'g'risida batafsil to'xtalamiz.

Tebranish deb shunday jarayonga aytiladiki, bunda biror fizik kattalik



14-rasm.

ketma-ket bir xil vaqt oralig'idan keyin bir xil qiymatni ko'p marta qabul qiladi. Agar tizim qandaydir yo'l bilan muvozanat holatdan chiqarilgan bo'lsa, tizimga boshqa ta'sir ko'rsatilmasa, unda erkin yoki xususiy deb ataluvchi tebranishlar ro'y beradi. Masalan, bir zarba bilan muvozanat holatdan chiqarilgan ko'priknig tebranishlari erkin tebranishlarga misol bo'la oladi.

Eng oddiy va shu bilan birga juda muhim tebranishlarga garmonik tebranishlar kiradi. Chunki, ko'p hollarda xilma-xil davriy jarayonlarni garmonik tebranishlar superpozitsiyasidan iborat deb qarash mumkin.

Garmonik tebranishlar deb sinuslar yoki kosinuslar qonunlari bo'yicha ro'y berayotgan tebranishlarga aytiladi, ya'ni $X(t)$ -fizik kattalikning o'zgarishi quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$\begin{aligned} X(t) &= A \sin(\omega t + \varphi) \\ X(t) &= A \cos(\omega t + \varphi), \end{aligned} \quad (1)$$

bu yerda, A —tebranishlar amplitudasi, ω — siklik (aylanma) chastota,

$$\omega = 2\pi\gamma = 2\pi/T, \quad (2)$$

γ — vaqt birligidagi tebranishlar soni yoki chiziqli chastota deyiladi. T —tebranishlar davri.

$$\gamma = 1/T \quad (3)$$

$(\omega t + \varphi)$ — tebranishlar fazasi, φ — tebranishning boshlang'ich fazasi, ya'ni $t = 0$ bo'lgandagi faza. Faza vaqtning qaralgan momentida X — kattalikning nol qiymatidan chetlanganligini tavsiflaydi.

Garmonik tebranma harakatda tezlik va tezlanish vaqt bo'yicha hosila orqali aniqlanadi:

$$V_x = \dot{X} = \omega A \cdot \cos(\omega t + \varphi); \quad (4)$$

$$\ddot{X} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 X \quad (5)$$

Hosil bo'lgan ifoda

$$\ddot{X} + \omega^2 X = 0, \quad (6)$$

garmonik tebranishning differensial tenglamasi bo'ladi. Istalgan garmonik tebranishla bunday tipdagi tenglama bilan ifodalanadi. Masalan, $F = -KX$ prujinaning elastiklik kuchi ta'sirida tebranayotgan m -massali jism Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$ma = -kx, \text{ ёки } m\ddot{x} = -kx$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{m} \cdot x = 0 \quad (7)$$

Bu ifoda garmonik tebranma harakat qilayotgan fizik mayatnikning differensial tenglamasidir. $K/m = \omega_0^2$, deb belgilasak,

$$\ddot{x} + \omega_0^2 \cdot x = 0 \quad (8)$$

hosil qilamiz. ω_0 — berilgan garmonik ossillyatorning xususiy chastotasi deyiladi.

Agar elastik muhitning (suyuq, kattiq, gazsimon) biror joyida zarralar tebranma harakatga keltirilsa, ular orasidagi mavjud bog'lanishlar tufayli muhitda tebranish tarqala boshlaydi. Tebranishning fazoda tarqalish jarayoniga **to'lqin** deyiladi. To'lqin tarqalayotgan muhitning zarralari to'lqin bilan birga ko'chmasdan, faqatgina o'z muvozanat holatlari atrofida tebranma harakat qiladi.

To'lqinlar ko'ndalang va bo'ylama bo'ladi. Bo'ylama to'lqinlarda muhitning zarralari to'lqin tarqalish yo'nalishi bo'yicha tebranadi. Ko'ndalang to'lqinlarda muhit zarralari to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikular yo'nalishda tebranadi. Suyuqliklar va gazlarda faqat bo'ylama to'lqinlar bo'ladi (lekin suyuqlik sirtida ko'ndalang to'lqinlar bo'lishi mumkin). Qattiq jismlarda ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar hosil bo'ladi.

Bir xil fazada tebranayotgan bir-biriga yaqin joylashgan ikkita zarrachalar orasidagi masofa — to'lqin uzunligi (λ) deyiladi, ya'ni to'lqin uzunligi bir davr ichida to'lqin tarqalgan masofadir.

$$\lambda = V \cdot T = \frac{V}{\gamma} \quad (9)$$

To'lqin tezligi:

$$V = \lambda \gamma \quad (10)$$

Tovush to'lqinlari

Tovush to'lqinlari yoki tovush deb har qanday muhitda tarqaluvchi chastotasi 16Hz. dan 20kHz. gacha bo'lgan elastik to'lqinlarga aytiladi. Chastotasi 16Hz. dan kichik to'lqinlar infratovush, 20kHz. dan katta to'lqinlar *ultratovush* deyiladi.

Har qanday real tovush oddiy garmonik tebranish bo'lmay, balki ma'lum chastotalardan iborat garmonik tebranishlar to'plamidan tashkil topadi. Bu narsa quyidagi Furiye teoremasiga asoslangan:

$\varphi(t)$ — funksiya bilan aniqlanadigan, ω — chastota bilan vaqt bo'yicha davriy o'zgarayotgan istalgan fizik jarayon, chastotalari diskret (uzlukli) ketma-ketlikni hosil qiluvchi cheksiz garmonik tebranishlarning superpozitsiyasidan iborat, deb qaralishi mumkin.

$$\varphi(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\omega t - \alpha_n) \quad (11)$$

Bunday Furiye qatorining eng kichik chastotasi davriy jarayon chastotasi ω ga teng. Bu chastota *tovush toni* deyiladi. Garmonik qatorning ω ga karrali (ya'ni, $n\omega$, n -butun sonlar) qolgan chastotalari *obertonlar* deyiladi. Garmonik tashkil etuvchilarga to'g'ri keluvchi amplitudalar C_n — ko'effitsiyentlar nol qiymatlarini ham qabul qiladi. Qaralayotgan tovushda mavjud bo'lgan tebranishlar chastotalari to'plami akustik spektr deyiladi. Hamma musiqa asboblarning tovushlari chiziqli akustik spektrga ega. Obertonlarning nisbiy intensivligi tovushning *tembrini* yoki uning *rangini* aniqlaydi. Tovush to'lqinining chastotasi tovushning *yuksakligini*, tebranishlar amplitudasi tovush to'lqinining *qattiqligini* aniqlaydi. Havoda, xona haroratida tovushning tarqalish tezligi: $V=340$ m/s. Harorat oshishi bilan tovush tezligi absolut haroratdan olingan kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'ladi. $V \sim \sqrt{T}$.

Eng muhimi shuki, tovush to'lqinlari bilan dispersiya hodisasi, ya'ni tovush tezliklarining chastotaga bog'liqligi ro'y bermaydi. Demak, turli xil chastotali tovushlar bir xil tezlik bilan tarqaladi. Bu narsa insonning musiqani eshitishiga, kishining nutqini har xil masofalardan tembr o'zgarmagan holda eshitish imkoniyatini beradi.

22-§. MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

Molekular fizika molekular-kinetik nazariya asosida moddalarning tuzilishi va xususiyatlarini o'rganadi. Bu nazariyaga asosan, moddalar atom va molekulalardan tuzilgan; molekularlar uzluksiz, tartibsiz (xaotik) harakat qiladi; ular bir-biri bilan o'zaro ta'sirdadir.

Molekular-kinetik nazariyaning (MKN) maqsadi: jismlarning kuzatiladigan xususiyatlarini (bosim, harorat va hokazo) molekularlar ta'sirlarining yig'indisi deb tushuntirishdir. Buni amalga oshirish uchun

MKN statistik metoddan foydalanadi, ya'ni alohida-alohida molekulalarning harakati bilan qiziqmasdan, balki juda ko'p sonli zarralarning harakatini tavsiflovchi o'rta qiymatlardan foydalanadi. Shuning uchun molekular-kinetik nazariya ba'zan statistik fizika deb ham yuritiladi.

Moddalar xossalarini o'rganishning boshqa yo'li — termodinamik usuldir. Termodinamika aynan molekulalar va atomlarni o'rganmaydi, jarayonlarni mikroskopik nuqtayi nazardan qaramaydi — uning asosini termodinamikaning boshlanishi deb ataluvchi fundamental qonunlar tashkil qiladi.

Termodinamikaning qonunlari (boshlanishlari) tajribalardan aniqlangan, ularga zid keluvchi biron-bir asoslar yo'q. Moddalarning holati o'zgarishini har xil tomonlardan o'rganish bo'yicha termodinamika va molekular-kinetik nazariya bir-birini to'ldirib, yagona birlikni tashkil etadi. Statistik fizika va termodinamikaning o'rganish predmeti bitta moddalarning xususiyatlari va ularda ro'y beradigan jarayonlar.

Termodinamika dastlab issiqlik mashinalari yordamida issiqlikning ishga aylanishi qonunlari to'g'risidagi fan sifatida paydo bo'ldi. Energiya bir turdan boshqa turga aylanish jarayonida, u ko'p xil shakllardan o'tishi mumkin, lekin bu o'tishlarning oxirgi natijasi, albatta, issiqlik energiyasi bo'ladi. Haqiqatdan ham, mexanik energiya (ishqalanish natijasida), elektr toki energiyasi, yorug'lik energiyasi, kimyoviy o'zgarish energiyasi va hatto yadro energiyasi ham issiqlikka o'tadi.

Agar tizimning holatini aniqlovchi makroskopik kattaliklar, masalan, bosim va harorat o'zgarmay qolsa, tizim termodinamik muvozanatda deyiladi. Tizimning bir holatdan boshqasiga har qanday o'tishi muvozanatning buzilishi bilan bog'liq. Biroq, o'tishlar juda sekin bo'lsa tizimning holati vaqtning har qanday momenti uchun muvozanatli bo'ladi. Masalan, porshen ostida gaz qisqa vaqt ichida tezlik bilan qisilsa, muvozanat buziladi, agar gaz asta-sekinlik bilan qisilsa, gaz vaqtning istalgan paytida ma'lum bosimga ega bo'ladi, bu bosim har xil nuqталarda o'zining o'rta qiymatidan kam farq qiladi. Uzlaksiz, ketma-ket muvozanatli holatlardan tashkil topgan jarayon **muvozanatli** yoki **kvazistatistik** deyiladi.

Ideal muvozanatli jarayon cheksiz sekin ro'y beradigan jarayondir. Muvozanatli jarayonlar shunday xususiyatlarga egaki, ularni teskari yo'nalishda ham o'tkazish mumkin, bunda tizim to'g'ri o'tish jarayonida o'tgan holatlardan teskari o'tish jarayoniga ham o'tadi.

Tizim bir necha o'zgarishlardan keyin dastlabki holatiga qaytib kelgan jarayon aylanma jarayon yoki davr (sikl) deyiladi.

Termodinamikaning qonunlari hozirgi kunda butun Olam qonunlariga aylandi. Bu qonunlar obyektii sifatida atom yadrosidan tortib to megagalaktikalargacha bo'lgan qaytar va qaytmas jarayonlarni o'z ichiga oladi. Shu maqsadda biz termodinamika qonunlariga batafsil to'xtalamiz.

23-§. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

Termodinamikaning birinchi qonuni — issiqlik harakati muhim rol o'ynaydigan tizimlar uchun energiyani saqlanish va aylanish qonunining tatbiqidir. Bu qonun tizimga berilgan issiqlik nimaga sarf bo'ladi, degan savolga javob beradi. Tizimga berilgan issiqlik miqdori (Q), tizim ichki energiyasining o'zgarishiga, (Δu) hamda uning tashqi jismlar ustida bajargan ishiga (A) sarf bo'ladi. Bunda issiqlik jarayonlarini hisobga olgan energiya saqlanish qonuni bajariladi.

$$Q = \Delta u + A \quad (1)$$

Bu ifodaga (1) termodinamikaning birinchi qonuni (boshlanishi) deyiladi.

Umumiy holda jismning ichki energiyasi deb, jism molekulalarining kinetik va potensial energiyalariga hamda ichki molekular energiyaga aytiladi. Ichki energiya shunday xususiyatga egaki, termodinamik formulalarga uning o'zi emas, balki uning o'zgarishi yoki birorta parametri bo'yicha hosilasi kiradi.

Ichki energiya tizim holat funksiyasidir. Holat funksiyasi — bu tizimning qaralayotgan holati oldin qanday bo'lganligidan qat'iy nazar, shu holatga xos qiymatga ega bo'ladi. Ichki energiya holat funksiyasi shuni bildiradiki, tizimning ichki energiya qiymatlarining farqi doimo oxirgi va dastlabki holatlar qiymatlarining farqlariga teng bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonuniga (boshlanishiga) boshqacha ta'rif ham berish mumkin:

1-jinsli abadiy dvigatel yaratish mumkin emas, ya'ni hech narsadan ishlovchi dvigatel yaratish mumkin emas.

Birinchi jinsli abadiy dvigatel deb, foydali ish ko'effitsiyenti (f.i.k.) 100 %dan katta bo'lgan dvigatellarga aytiladi ($\eta > 100\%$). Xususi holda, tizimga berilayotgan issiqlik nolga teng bo'lishi mumkin ($Q=0$), ya'ni jarayon tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan ro'y bermoqda. Bunday jarayon adiabatik deyiladi. Adiabatik jarayon tenglamasi izotermik jarayon tenglamasiga o'xshaydi.

Ideal gaz izotermasi tenglamasi:

$$PV = \text{const} \quad (2)$$

Ideal gaz adiabatada tenglamasi:

$$PV^\gamma = \text{const}, \quad (3)$$

bu yerda, $\gamma = C_p/C_v$; C_p va C_v — o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imi. Adiabatada ko'rsatkichi doimo birdan katta ($\gamma > 1$), ya'ni C_p doimo C_v dan katta, chunki $P = \text{const}$ bo'lganda, isitilayotgan jism kengayadi va berilayotgan issiqlikning bir qismi tashqi jismlar ustidan bajariladigan ishga sarflanadi.

24-§. IDEAL ISSIQLIK MASHINASI VA UNING FOYDALI ISH KOEFFITSIYENTI. KARNO SIKLI

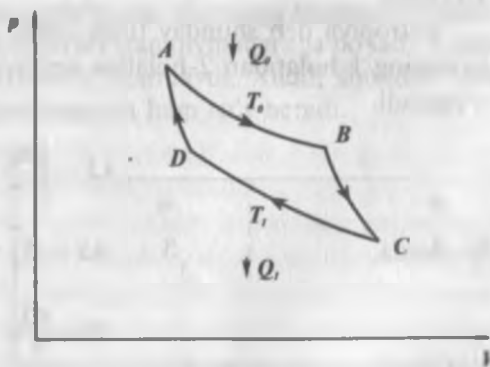
Barcha issiqlik mashinalari uchun, ularning konkret tuzilishidan qat'iy nazar, mumkin bo'lgan maksimal foydali ish ko'effitsiyenti masalasini hal qilish termodinamikaning muhim yutug'i bo'ldi. Issiqlik mashinalari uchun umumiy uchta qism bo'ladi: isitkich, sovitchik va ishchi jism.

S.Karnoning ko'rsatishicha, hamma issiqlik mashinalari uchun quyidagi ikki teorema xosdir. **Birinchi teorema:** isitkichning va sovitchikning berilgan haroratda (T_0 , T_1) da ishlovchi istalgan issiqlik mashinasining F. I. K. isitkich va sovitchikning shu haroratlarida teskari Karno sikli bo'yicha ishlovchi mashinalar F. I. K. dan katta bo'lmaydi.

Ikkinchi teorema: Karno siklining F. I. K. ishchi jism jinsiga bog'liq bo'lmay, faqat isitkich va sovitchik haroratiga bog'liq bo'ladi.

Karno sikli deb ikkita izoterma va ikkita adiabatadan iborat jarayonga aytiladi. U 15-rasmda ishchi jism sifatida ideal gaz olingan hol uchun ko'rsatilgan.

AB qismida (izotermada) ishchi jism T_0 haroratli isitkichdan Q_0 issiqlik oladi. CD qismida (ikkinchi izoterma) ishchi jism T_1 haroratli sovitchikga Q_1 issiqlik beradi. Ishchi jismning sikl



15-rasm.

davomida ichki energiyasining o'zgarishi nolga teng, chunki ishchi jism dastlabki holatga qaytib keladi. Natijada, jism olgan hamma issiqlik miqdori jismning ish bajarishiga sarf bo'ladi.

$$A = Q_0 - Q_1 \quad (4)$$

Issiqlik mashinasining F. I. K. quyidagicha bo'ladi:

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} \quad (5)$$

yoki

$$\eta = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \quad (6)$$

Karno siklining to'liq qaytuvchanligi uning muhim xususiyati hisoblanadi. Karno sikli bo'yicha ishlayotgan issiqlik mashinasi ideal issiqlik mashinasi bo'ladi. Chunki hech qanday usullar (6) ifoda bilan berilgan F.I.K. qiymatlaridan kattasini hosil qilishi mumkin emas.

Absolut nol haroratiga yetish mumkin emas (N.Ernst teoremasidan kelib chiqadi), chunki istalgan issiqlik mashinasining, shu jumladan, ideal issiqlik mashinasining ham F.I.K. doimo birdan kichik.

25-§. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI. ENTROPIYA

Entropiya so'zi yunonchada o'zgartirish, ma'nosini beradi. Bu so'z fizikaga termodinamika asoschilaridan biri R. Klauzius tomonidan kiritilgan.

Entropiya deb shunday tizim holati funksiyasiga aytiladiki, bunda tizimning 1-holatidan 2-holatiga qaytuvchan o'tishida ΔS quyidagicha o'zgaradi.

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}, \quad (1)$$

bu yerda,

$$\Delta S = S_2 - S_1,$$

$$ds = \frac{dQ}{T} \quad (2)$$

Termodinamikaning ikkinchi qonunida (boshlanishida), berilgan

issiqlikning hammasini foydali ishga aylantirish mumkin emas, chunki issiqlikning bir qismi sovitkichga, ya'ni tashqi muhitga o'tadi.

Bu qonunning birinchi ta'rifi oddiy: ikkinchi jinsli abadiy dvigatel yaratish mumkin emas. Ikkinchi jinsli abadiy dvigatel deb, F.I.K. 100 %ga teng bo'lgan dvigatellarga aytiladi. Ikkinchi ta'rifi juda muhimdir, shuning uchun bu ta'rifni keltiramiz: Izolatsiyalangan (berk) tizimning entropiyasi kamayishi mumkin emas:

$$ds \leq 0 \quad (3)$$

Izolatsiyalangan (berk) tizim deb tashqi muhit bilan energiya ham, modda ham almashmaydigan termodinamik tizimga aytiladi.

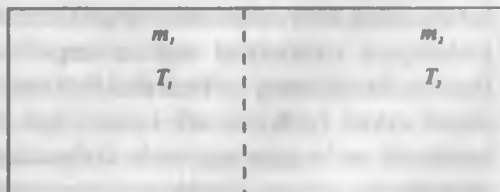
Entropiyaning muhim xususiyatini keltiramiz. (1) ifoda S-funksiyaning qandaydir holatga to'g'ri keluvchi absolut qiymatini emas, balki bir holatdan boshqasiga o'tganda uning o'zgarishini aniqlashga imkon beradi. Shuning uchun tizimning birorta holatiga $S=0$ qiymatini berib, bu holat bilan uning boshqa holatlarini taqqoslash mumkin. Istalgan qaytuvchan jarayon uchun berk tizim entropiyasining o'zgarmasligini ko'ramiz.

$$ds = 0 \quad (4)$$

$$\text{Qaytmas jarayonlar uchun } dS > 0 \quad (5)$$

Qaytmas jarayonlarga misol qilib, T_1 va T_2 — har xil haroratli suv massalarini bir-biri bilan aralashtiramiz. Aralashmada o'zaro aralashish jarayoni va yagona haroratning qaror topishi o'z-o'zidan bo'lishi mumkin, lekin unga teskari jarayon aralashgan massalar yana qaytib boshlang'ich holatga qaytib kelmaydi. Bunda qaytmas jarayonda entropiya biror muvozanat holatigacha uzluksiz oshib boradi. Entropiya muvozanat holatda shu berilgan tizim uchun maksimal bo'lgan qiymatga ega bo'ladi. Tashqi ta'sir bo'lmasa, entropiya qiymati o'zgarmaydi. Xuddi shunday holat har xil haroratli gazlarni aralashtirganda ham ro'y beradi.

m_1 va m_2 -massali ikki xil gazlarni o'rtasidan devorcha bilan ajratilgan idishga joylashtiramiz (16-rasm). So'ngra devorchani olib tashlaymiz. Bu holda gazlarning qaysi holatining ehtimoli kattaroq bo'ladi: molekullarning idishda o'z



16-rasm.

joylarida qolishimi yoki ularning idish bo'yicha bir tekisda tarqalib ketishimi? Albatta, ikkinchi holatning ehtimoli katta. Umuman olganda, o'z-o'ziga qo'yilgan istalgan tizimda jarayon shunday ro'y beradiki, bunda tizim ehtimoli kichik holatdan ehtimoli katta holatga o'tadi. Bu holatda entropiya maksimal bo'ladi. Bundan, entropiya va holatning termodinamik ehtimoli bir-biri bilan o'zaro bog'liq tushunchalar ekanligi kelib chiqadi.

Termodinamik ehtimol biz ko'pincha foydalanib keladigan ehtimoldan tubdan farq qiladi. Masalan, lotereyadan yutish ehtimoli X %, yuqoriga otilgan tanganing o'ng yoki teskari tomoni bilan yerga tushishi — 50 %, ya'ni bu hodisalarning ehtimolligi doimo birdan kichik yoki birga teng. Termodinamik ehtimollik esa doimo birdan katta.

Holatning termodinamik ehtimolligi (yoki statistik og'irligi) deb, shu holatni vujudga keltirishi mumkin bo'lgan usullarning soniga aytiladi. Statistik fizika va termodinamikada biz ko'p sonli zarrachalar bilan ish ko'ramiz, shuning uchun termodinamik ehtimollik ham juda katta sonlardir. Demak, muhim xulosaga kelish mumkin: entropiyasi o'sib boruvchi jarayon tizimning ehtimolligi kichik holatdan ehtimolligi katta holatga o'tishini tavsiflaydi. Bu esa entropiyaning fizik ma'nosini beradi.

Entropiyaning o'sishi tizimning katta tartibsizlikka o'tishini ko'rsatadi. Entropiya — tizim tartibsizligi o'lchamidir. Muvozanat holatda tartibsizlik maksimaldir. Bu narsani quyidagi misolda ko'rish mumkin. Biror quti olib chap tomoniga oq, o'ng tomoniga qora sharlarni joylashtiraylik. So'ng qutini silkita boshlaymiz. Ma'lum vaqtdan keyin sharlar aralashib, xao-tik joylashadi. Keyingi silkitishlarda ham doimo tartibsizlik saqlanib qoladi.

26-§. KOINOTNING «ISSIQLIK HALOKATI». BIOSFERA ENTROPIYASI

XIX asr o'rtalariga kelib Koinotning «issiqlik halokati» deb ataluvchi muammo paydo bo'ldi. Nemis fizigi R. Klauzius Koinotni berk tizim deb qarab, unga termodinamikaning ikkinchi qonunini qo'lladi. Natijada, Koinotning entropiyasi maksimumga intiladi, degan xulosaga kelindi. Bundan harakatning hamma shakllari issiqlik harakati ko'rinishiga o'tadi, degan xulosa kelib chiqadi. Issiqlik issiq jismlardan sovuq jismlarga o'ta boshlaydi va buning oqibatida koinotdagi hamma jismlarning harorati tenglashadi, natijada, to'liq issiqlik muvozanati vujudga kelib, koinotdagi hamma jarayonlar to'xtaydi — koinotning issiqlik halokati ro'y beradi.

Haqiqatda esa hech qanday issiqlik halokati bo'lishi mumkin emas, chunki koinotni chekli yoki berk tizim deb hisoblashga asos yo'q. Shuning uchun termodinamikaning ikkinchi qonunini koinotga qo'llash mumkin emas. Chunki koinot uzluksiz va monoton ravishda evolutsion rivojlanishda bo'lib, hech qachon termodinamik muvozanatga kelmaydi. Shunday savol tug'iladi: biosferaga termodinamikaning ikkinchi qonunini qo'llash mumkinmi? Biosfera — chekli tizim, unga issiqlik halokati xavfi bormi? Biosferaning baxti shundan iboratki, u berk tizim emas va unga biz ta'riflaganday termodinamikaning ikkinchi qonunini qo'llab bo'lmaydi.

Haqiqatdan ham, agar biosfera berk tizim bo'lganda edi, uning entropiyasi uzluksiz oshib borardi, tirik organizmlarga xos barcha murakkab tartibli strukturalar uzluksiz yemirilib borib biosfera halokatga yuz tutgan bo'lardi. Lekin, biosfera ochiq tizimdir va Quyosh energiyasi oqimi hisobidan uning entropiyasi kamayishi mumkin. Haqiqatdan ham, million yillar davomida biosferaning entropiyasi kamayib borishi natijasida biosferaning tashkiliyligi uzluksiz oshib borgan. Biosfera uchun Quyosh manfiy entropiya oqimi manbayi bo'lgan, deb aytish mumkin. Biosferada manfiy entropiyaning katta zaxiralari fotosintez faoliyati natijasida paydo bo'lib, ular organik yoqilg'ilarda saqlanadi. Bu yoqilg'i turg'un bo'lmagan muvozanat holatda bo'lgan tizimga misol bo'la oladi, ya'ni unda entropiya o'sishi amalda kuzatilmaydi. Haqiqatda tarixdan shuni ko'rish mumkinki, odamzod bu yoqilg'ini yoqib entropiyaning keskin oshish mexanizmi uchun faol katalizator sifatida namoyon bo'ldi. Manfiy entropiyaning zaxiralari millionlab yillar davomida yig'ilgan bo'lsa-da, uni yoqish tez sur'atlar bilan bormoqda, ayniqsa, so'nggi o'n yilliklarda. Chindan ham, yoqilg'ini yoqish, bu million yillar davomida tartiblangan tizimlarni yo'q qilish va biosferada har xil o'zga jinsli, keraksiz, zararli yonilg'i mahsulotlarining ko'plab sochilib ketganligi natijasida undagi xaos, ya'ni tartibsizlikning oshib borishidir. Buning oqibatida, biosfera entropiyasi o'sib bordi va buni biz global inqiroz sifatida kuzatmoqdamiz. Insoniyatning strategik muammolarini termodinamikaning qonunlarini hisobga olmasdan turib hal qilish mumkin emas. Paydo bo'lgan inqirozdan chiqishning prinsipial ehtimolligini termodinamika qonunlari ko'rsatadi. Avvalo, faqat inson tomonidan yuzaga keltirilgan entropiya o'sishini to'xtatish va biosferani entropiyasi doimiy kamayib boruvchi holatga qaytarish lozim. Bunda faoliyat kelgusida noosferani rivojlantirishga yo'naltirilgan bo'lishi kerak.

Noosfera — aqliy sferadir. Bunday vazifani bajarish mumkinmi? Quyosh energiyasidan foydalanish orqali, mumkin. Haqiqatdan ham, faqat quyosh energiyasi oqimi biosfera entropiyasining pasayishini ta'minlaydi. Quyosh energiyasidan foydalanishning F.I.K. doimo birdan kichik bo'lganligi sababli, inson hech qachon quyosh hisobidan entropiya pasayishidan moduli bo'yicha katta bo'lgan entropiya o'sishining qarama-qarshi oqimini hosil qila olmaydi. Demak, quyosh energiyasidan foydalanish entropiyaning pasayishini hamda biosferaning ilg'or evolutsiyasini kafolatlaydi. Quyosh energiyasidan foydalanish — bu faqatgina quyosh elektr stansiyalari emas. Bu — shamol elektr stansiyalari hamdir. Shamol ham Quyosh ta'sirida vujudga keladi. Gidroelektr stansiyalar ham quyosh energiyasidir. Bular, tamoman yangi ko'rinishdagi hali fan ishlab chiqmagan issiqlik mashinalari bo'lishi mumkin. Masalan, okean tubidagi sovuq suv massalari bilan Quyosh qizdirgan yuqori qatlamlari orasidagi haroratlar farqlaridan issiqlik mashinalarida foydalanish mumkin.

Ikki yo'nalishda maqsadli ish olib borish kerak: energiyadan foydalanishning samaradorligini oshirish hamda quyosh energiyasi asosida vujudga keladigan manbalardan foydalanish.

Respublikamizda keyingi yillarda bu yo'nalishda ancha ishlar qilinyapti. Issiqlik fizikasi instituti, Fizika-Quyosh, ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi yaratilgan bo'lib, ularda quyosh qurilmalari, har xil quyosh batareyalari, shamol energetik qurilmalari ishlab chiqarilmoqda va loyihalanmoqda.

SINOV SAVOLLARI

1. Mikro dunyo, makro dunyo va megadunyoga ta'rif bering.
2. Kengayayotgan Koinot modeli nimaga asoslanadi?
3. Koinotning bir jinsli va izotropligi nima?
4. Qanday qilib Koinot yo'q joydan hosil bo'lgan?
5. Metagalaktika nima?
6. Yulduzlar nima uchun nur sochadi?
7. Yulduzlar qa'rida qanday jarayonlar ro'y beradi?
8. Quyosh nima uchun nur sochadi?
9. Yer atmosferasi qanday tuzilgan?
10. Nima uchun kun, kechasi, yil fasllari ro'y beradi?
11. Yer qanday tuzilgan? Yerning massasi va o'lchami qanday?
12. Tabiatda nechta fundamental o'zaro ta'sirlar mavjud? Ularni tavsiflang.
13. Sanoq tizimi nima? Qanday harakatlar ilgarilanma, aylanma va tebranma harakatlar deyiladi?

14. Nyutonning uchta qonunini ta'riflang va ular orasidagi bog'lanishlarni ko'rsating.
15. Nima uchun Yer bilan bog'langan sanoq tizimi inersial emas?
16. Saqlanish qonunlari va ularning umumiyligi nimalardan iborat.
17. Moddiy nuqtalarning massa markazi nima?
18. Jismning inersiya, kuch va impuls momenti deb nimaga aytiladi?
19. Tadqiqotning termodinamik va statistik usullarining bir-biridan farqlari va bir-birini to'ldirishini tushuntiring.
20. Molekular-kinetik nazariyani tushuntiring.
21. Ideal gaz ichki energiyasi nima? U qanday parametrlar bilan aniqlanadi?
22. Qaytar va qaytmas jarayonlarni tushuntiring.
23. Termodinamikaning I va II qonuniga ta'rif bering. Ularning fizik ma'nosi nima?
24. Entropiyaga izoh bering.
25. Gazlarni adiabatik siqqanda uning harorati qanday o'zgaradi?
26. Koinotning «issiqlik halokati» sodir bo'lishi mumkinmi?
27. Biosferaga termodinamikaning II qonunini qo'llab bo'ladimi?

IV bob. TABIATSHUNOSLIK VA XX ASR FIZIKASI. ELEKTR HODISALARI

27-§. ELEKTR TA'SIRINING TABIATI TO'G'RIDA HOZIRGI ZAMON TASAVVURLARI

Elektr zaryadi. Kulon qonuni

Biz yashab turgan Olam zaryadlarning elektr ta'siri asosida tuzilgan: elektronlar musbat zaryadli yadroga tortiladi, biz har kungi foydalanadigan predmetlar mayda bo'lakchalarga bo'linib ketmaydi, chunki atom va molekulalar elektr kuchlari sababli ushlanib turiladi.

Bizga ma'lumki, moddalarning (atomlardan tirik hujayralargacha) fizik va kimyoviy xususiyatlarini elektr kuchlarini hisobga olmasdan tushuntirish mumkin emas. Elektr zaryadlari jismlarning atomlari tarkibiga kiradi. Atomlar manfiy zaryadlangan elektronlar va musbat zaryadlangan yadrodan tuzilgan. Yadro esa musbat zaryadlangan proton va zaryadsiz neytrondan tashkil topgan.

Qo'zg'almas elektr zaryadlarining fizikasini elektrostatika o'rganadi. Elektr haqidagi ilmiy tadqiqotlar fransuz fizigi Sh.Kulon ishlaridan boshlandi, desak mubolag'a bo'lmaydi. U elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirini o'lchadi.

Kulon qonuniga asosan, vakuumda joylashgan ikkita qo'zg'almas nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi zaryadlar kattaliklari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lib, zaryadlarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgandir:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \quad (1)$$

bu yerda, K — proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, tanlab olinadigan o'lchov birliklari tizimiga bog'liq. Xalqaro o'lchov birliklar tizimi (SI) da:

$$K = 1/4\pi\epsilon_0,$$

bu yerda, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m; elektr doimiysi deyiladi.

Agar zaryadlar bir nechta bo'lsa, ularning ikkitasi o'rtasidagi o'zaro ta'siri qolgan zaryadlarga bog'liq bo'lmaydi.

Elektr maydon kuchlanganligi

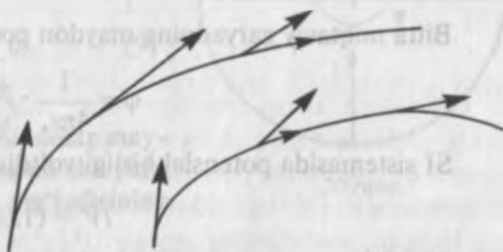
Nuqtaviy zaryad yoniga birorta sinov zaryadi kiritilsa, unga elektr kuchlari ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun, elektr zaryadlari atrofida elektr maydoni mavjud deyiladi. Qaralayotgan nuqta elektr maydonining o'lchami uning kuchlanganligi E -bilan aniqlanadi. U sinov zaryadiga ta'sir qiluvchi kuchning shu zaryad miqdoriga nisbatiga tengdir:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (2)$$

Zaryadlar tizimi hosil qilgan maydon kuchlanganligi har bir zaryad hosil qilgan maydon kuchlanganliklarining vektor yig'indisiga teng:

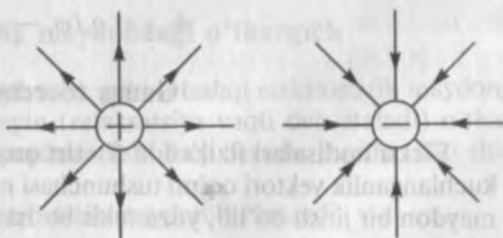
$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i \quad (3)$$

Bu tenglama elektr maydoni superpozitsiya prinsipini ifodalaydi. Elektr maydonini grafik ko'rinishda kuchlanganlik chiziqlari yordamida ifodalash mumkin. Bunda shunga kelishilganki, har bir nuqtada $\vec{E}$ vektorning yo'nalishi kuchlanganlik chiziqlariga urinma ko'rinishda bo'ladi, chiziqlar zichligi esa shunday olinadiki, perpendikular joylashgan birlik yuzani kesib o'tuvchi chiziqlar soni shu joydagi kuchlanishga mutanosib bo'ladi (17-rasm).



17-rasm.

18-rasmda qo'zg'almas musbat va manfiy nuqtaviy zaryadlarning elektr maydon grafik manzaralari keltirilgan.



18-rasm.

Kulon qonunidan shunday xulosa kelib chiqadiki,

elektr kuchlarining zaryadni ko'chirishda bajargan ishi zaryadning bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chish yo'liga bog'liq bo'lmay, balki bu nuqtalarning fazoda joylashishi bilan aniqlanadi.

Potensial. Potensiallar farqi

Agar maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ elektr maydonining vektor tavsifi bo'lsa, bu axborotni to'ldiruvchi skalyar ta'rifi ham mavjud. Bu φ -potensialdir.

φ -potensial son jihatdan maydon kuchlarining birlik musbat zaryadni maydonning ma'lum nuqtasidan cheksizlikka ko'chirishda bajargan ishiga teng.

Shunday qilib, potensial maydonning ish bajarish qobiliyatini tavsiflaydi. Agar cheksizlikka birlik zaryad emas, istalgan q -zaryad ko'chirilsa, bajarilgan ish:

$$A_{\text{L}} = q \varphi \quad (4)$$

Zaryadlar tizimi hosil qilgan maydon potentsiali zaryadlarning har biri alohida hosil qilgan potentsiallarning algebraik yig'indisiga teng (superpozitsiya prinsipi). $\varphi = \sum \varphi_i$

Bitta nuqtaviy zaryadning maydon potentsiali quyidagicha:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_0} \quad (5)$$

SI sistemasida potensial birligi voltdir (V).

$$1V = (1J/1Kl)$$

Maydonning bir nuqtasidan boshqasiga zaryadni ko'chirishda bajargan ishini potentsiallar farqi orqali quyidagicha ko'rsatish mumkin:

$$A_{1,2} = q (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (6)$$

Gauss teoremasi

Elektr hodisalari fizikasida S - sirt orqali o'tuvchi E - elektr maydon kuchlanganlik vektori oqimi tushunchasi muhim ahamiyatga egadir. Agar maydon bir jinsli bo'lib, yuza tekis bo'lsa E - vektor oqimi Φ bo'ladi:

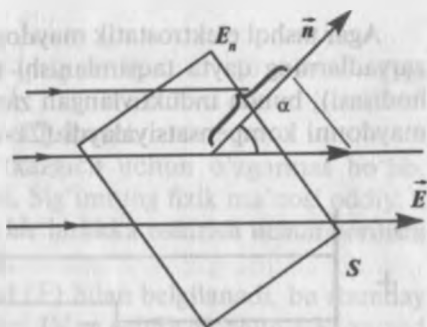
$$\Phi = ES \cos \alpha = E_n S \quad (7)$$

bu yerda, α - burchak $\vec{E}$ - va S - yuzaga tushirilgan $\vec{n}$ - normal orasidagi burchak (19-rasm).

Berk sirt orqali o'tuvchi to'liq oqim:

$$\Phi = \int_s E_n ds. \quad (8)$$

Misol uchun, q - nuqtaviy musbat zaryad atrofida R - radiusli sferik sirt orqali o'tuvchi E vektor oqimini topaylik (20-rasm):



19-rasm

$$\Phi = \oint E_n ds = \oint \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2} ds = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2} \oint ds = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot 4\pi R^2}{R^2} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Bundan ko'rinadiki, vektor oqimi yuza radiusiga bog'liq bo'lmaydi. Agar istalgan ko'rinishdagi yuza ichida bir-necha zaryadlar bo'lsa, unda qo'yidagi ifoda kuchga ega.

$$\Phi = \oint E_n ds = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum q_i. \quad (9)$$

Gauss teoremasi:

Berk yuza orqali o'tuvchi elektr maydon kuchlanganligi vektor oqimi shu yuza ichidagi zaryadlar algebraik yig'indisining ϵ_0 ga nisbatiga teng.

Bu teorema elektr maydonidan tashqari magnit maydoni xossasini tushuntirishda ham muhim ahamiyatga ega.



20-rasm

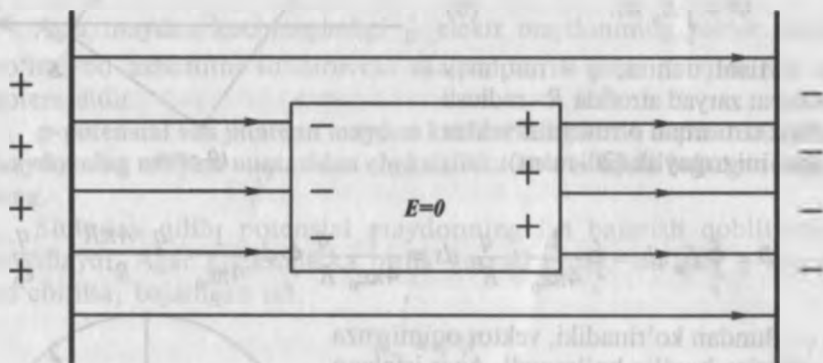
Elektrostatik maydondagi o'tkazgich

Agar o'tkazgichga zaryad berilsa yoki u tashqi elektrostatik maydonga kiritilsa, ma'lum vaqtdan keyin (relaksatsiya vaqti deb ataladi) o'tkazgichda zaryadlarning tekis taqsimlanishi ro'y beradi. Bunda ikki shart bajariladi:

1. O'tkazgich ichida elektrostatik maydon bo'lmaydi.

$$\vec{E} = 0. \quad (10)$$

Agar tashqi elektrostatik maydonga neytral o'tkazgich kiritilsa, unda zaryadlarning qayta taqsimlanishi ro'y beradi (elektrostatik induksiya hodisasi), bunda induktivlangan zaryadlar maydoni o'tkazgich ichidagi maydonni kompensatsiyalaydi (21-rasm).



21-rasm

2. O'tkazgich sirtida kuchlanganlik vektori bu sirtga perpendikular bo'ladi:

$$\vec{E} = \vec{E}_n. \quad (11)$$

O'tkazgich ichida maydon nolga teng bo'lganligi sababli zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish ham nolga teng bo'ladi. Demak, o'tkazgichning hamma nuqtalarining potentsiali bir xil bo'ladi. Xususan, o'tkazgich sirti ekvipotensial sirt bo'ladi. Ekvipotensial sirt deb bir xil qiymatli potentsialga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi. O'tkazgichdagi kompensatsiyalashmagan zaryadlar faqat uning yuzasida taqsimlanadi, o'tkazgich ichida esa musbat va manfiy zaryadlar o'zaro kompensatsiyalashgan bo'ladi. Zaryadlarning taqsimlanishi o'tkazgich shakliga bog'liq bo'ladi: uchliklarida zaryadlar zichligi maksimal bo'ladi, natijada, uchliklar yaqinida maydon kuchli, botiq joylarida esa kuchsiz bo'ladi.

Elektr sig'imi

Nazariya va tajribalar ko'rsatadiki, φ - potentsial q - o'tkazgich zaryadiga proporsionaldir:

$$\varphi = \frac{1}{C} \cdot q, \quad (12)$$

bu yerda, $1/S$ — proporsionallik koeffitsiyenti.

$S = q/\varphi$ - kattalik olingan o'tkazgich uchun o'zgarmas bo'lib, o'tkazgichning elektr sig'imi deyiladi. Sig'imning fizik ma'nosi oddiy: u son jihatdan o'tkazgich potentsialini bir birlikka oshirish uchun berilishi kerak bo'lgan zaryadga teng bo'ladi.

SI sistemasida sig'im birligi farad (F) bilan belgilanadi, bu shunday o'tkazgich sig'imiki, uning potentsialini 1V ga oshirish uchun 1 Kl zaryad berish kerak bo'ladi. Yakka o'tkazgichlarning elektr sig'imi yetarli darajada kichik bo'lganligi sababli katu zaryadlarni to'plash uchun texnikada qoplamalar deb ataluvchi bir-biriga yaqin joylashgan ikkita o'tkazgichdan tashkil topgan qurilmalarda foydalaniladi. Bunday qurilmalar kondensatorlar deyiladi. Masalan, kondensator ikkita yassi plastinkalar yoki ikkita konsentrik sferalar (birlarga yassi va sferik kondensatorlar deyiladi) dan tashkil topgan bo'ladi. Kondensator sig'imi deb birorta qoplamalardagi zaryad miqdorning qoplamalar orasidagi potentsiallar farqi nisbatiga aytiladi:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{u}, \quad (13)$$

bu yerda, $\varphi_1 - \varphi_2 = u$ qoplamalar orasidagi kuchlanish. Yassi kondensator uchun:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}, \quad (14)$$

bu yerda, S — qoplamalar yuzasi, d — qoplamalar orasidagi masofa, ϵ — moddaning dielektrik sig'diruvchanligi deb atalib, vakuumdagi elektr maydonining shu moddada elektr maydonidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi.

Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy sig'im sig'implar yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$C_{\text{umumiy}} = \sum_i C_i \quad (15)$$

Ketma-ket ulanganda esa:

$$\frac{1}{C_{\text{ketma}}} = \sum_i \frac{1}{C_i} \quad (16)$$

Zaryadlangan kondensator energiyasi quyidagiga teng:

$$W = \frac{Cv^2}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} \cdot qv. \quad (17)$$

Bu holda, elektr maydon energiyasi zichligi kondensator ichidagi maydon kuchlanganligi E bilan aniqlanadi:

$$\omega = \frac{w}{V} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2, \quad (18)$$

bu yerda, V — elektr maydon mujassamlangan kondensator hajmi.

28-§. O'ZGARMAS ELEKTR TOKI

Elektr toki deb elektr zaryadlarining tartibli harakatiga aytiladi. Biror sirt orqali vaqt birligi ichida o'tuvchi zaryadlarga tok kuchi deyiladi.

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

O'zgarmas tok vaqt birligi ichida qiymat jihatdan ham, yo'nalishi jihatdan ham o'zgarmaydi.

SI sistemasida tok kuchi birligi qilib amper (A) qabul qilingan.

Amper shunday o'zgarmas tok kuchiki, bunday tok ikkita bir-biridan 1 m uzoqlikda vakuumda parallel joylashgan cheksiz uzun va juda kichik kesim yuzasiga ega bo'lgan to'g'ri chiziqli o'tkazgichlardan o'tganda ular orasida har metr uzunlikda $2 \cdot 10^{-7}$ N qiymatli kuchni hosil qiladi.

O'tkazgich kesim yuzasida tokning taqsimlanishini ifodalash uchun zichlik vektori $\vec{j}$ kiritiladi.

$$\vec{j} = \frac{d\vec{I}}{ds}, \quad (2)$$

bu yerda, $d\vec{I}$ — zaryadlarning tartibli harakati yo'nalishiga perpendikular qo'yilgan ds — yuza orqali o'tuvchi tok kuchi. Bundan:

$$d\vec{I} = \vec{j}ds = jds\cos\alpha = j_n ds, \quad (4)$$

bu yerda, j_n — tok zichlik vektori $\vec{j}$ ning ds yuza normaliga proyeksiyasi.

$$\vec{I} = \int \vec{j} ds = \int j_n ds. \quad (5)$$

Bundan, tok kuchining berilgan yuza orqali o'tuvchi tok zichligi vektori oqimiga teng ekanligi kelib chiqadi. Shuni aytish kerakki, tok tashuvchilarning tartibli harakat tezligi uncha katta emas, masalan, eng yaxshi o'tkazgichlardan biri misda 1 mm/s dan katta emas.

O'tkazgichda tok mavjud bo'lishi va saqlanib turishi uchun elektrostatik kuchlardan tashqari elektr zanjirida elektrostatik bo'lmagan kuchlar ham bo'lishi kerak. Bu kuchlarga **tashqi kuchlar** deyiladi. Tashqi kuchlar o'zgarmas tok zanjirlarida tok manbayi (galvanik elementlar, akkumulatorlar) ichida ta'sir ko'rsatadi. Tashqi kuchlar, o'zgaruvchan magnit maydonlari hosil qiladigan elektrga mansub (elektrostatik emas) kuchlar bo'lishi mumkin. Ularning vazifasi — zaryadlarni ajratishdir. Tashqi kuchlar miqdorini tavsiflash uchun **elektr yurituvchi kuch** (E.Y.K.) deb ataluvchi skalyar fizik kattalik kiritiladi.

EYK son jihatdan tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni ko'chirishda bajargan ishiga teng:

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{tashqi}}}{q} \quad (6)$$

E_{tashqi} tashqi kuchlar maydon kuchlanganligi birlik musbat zaryadga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar kabi aniqlanadi.

$$\vec{E}_{\text{tashqi}} = \frac{\vec{F}_{\text{tashqi}}}{q} \quad (7)$$

Zanjirda q - zaryadga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchlar:

$$F = q(E + E_{\text{tashqi}}) \quad (8)$$

Elektrostatik va tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni ko'chirish uchun bajargan ishiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik, zanjirning berilgan qismi uchun kuchlanish tushishi yoki oddiy ravishda kuchlanish U deyiladi.

$$U_{1,2} = \varphi_1 - \varphi_2 + E_{1,2} \quad (9)$$

Agar zanjirning bu qismida tashqi kuchlar bo'lmasa:

$$v_{1,2} = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (10)$$

kuchlanish zanjirining uchlaridagi potentsiallar farqi bilan mos keladi. Zanjirning tashqi kuchlari bo'lmagan qismiga bir jinsli deyiladi.

Georg Om tajribada quyidagi qonunni kashf etdi: bir jinsli (tashqi kuchlar bo'lmagan) metall o'tkazgichda tok kuchi kuchlanishga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$I = \frac{v}{R} = \frac{1}{R}(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (11)$$

bu yerda, R — o'tkazgich elektr qarshiligi.

Qarshilik birligi sifatida (Om) qabul qilingan, bu shunday o'tkazgichning qarshiligi, bunda 1 V kuchlanish qo'yilganda zanjirdan kuchi 1 A bo'lgan tok oqib o'tadi.

Bir jinsli o'tkazgich uchun qarshilik:

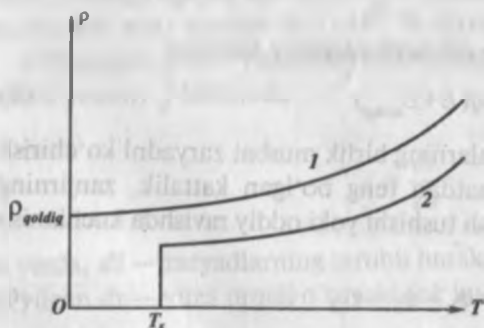
$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (12)$$

bu yerda, ρ — moddaning solishtirma elektr qarshiligi, l — o'tkazgichning uzunligi, S — o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzasi.

Tajribalardan ko'rish mumkinki, harorat oshishi bilan metall o'tkazgichning solishtirma qarshiligi ham oshib boradi. Bu quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t), \quad (13)$$

bu yerda, ρ_0 va ρ_t — mos ravishda 0°C va $t, ^\circ\text{C}$ haroratlardagi solishtirma qarshilik; α — qarshilikning harorat koeffitsiyenti. 22-rasmda oddiy metallar



22-rasm.

(1-egri chiziq) va o'ta o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan metallar (2-egri chiziq) solishtirma qarshiliklarining harorat bilan o'zgarishi keltirilgan.

Rasmdan ko'rinadiki (2-chiziq), kritik deb ataluvchi ma'lum haroratda (T_k) qarshilik sakrab nolgacha kamayadi. Bu hodisa o'ta o'tkazuvchanlik deb atalib, uni 1911-yilda gollandiyalik olim

Kamerling-Onnes kashf etgan. U simobning elektr qarshiligining 4,3 K haroratda nolga intilishini kuzatgan. Keyinchalik bu hodisa Al, Rb, Zn va boshqa metallarda juda past haroratlarda (0,14—20K) aniqlandi.

1986-yilgacha kritik harorati 25 K dan katta bo'lgan moddalarni olishning iloji bo'lmadi. Biroq 1986-yilning oxirida Bednors (GFR dan) va Myullerlar (shveysariyalik) tomonidan ayrim oksid birikmalarda yuqori harorati o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi kashf etildi. Natijada, tezda $T_k > 125K$ katta bo'lgan materiallar olindi.

Hozirgi davrda istiqboli porloq bo'lgan bu buyuk kashfiyotni amaliyotda qo'llash uchun ilmiy va texnologik tadqiqotlar o'tkazilmoqda.

Agar bir necha o'tkazgichlar ketma-ket ulansa, ularning umumiy qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (14)$$

O'tkazgichlar parallel ulansa:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n \quad (15)$$

Bir jinsli bo'lmagan berk elektr zanjiri r — ichki qarshilikka va ε — EYK ga ega bo'lgan elektr toki manbayidan, tutashtiruvchi simlardan va elektr iste'molchilaridan tuzilgan R - umumiy qarshilikli tashqi qismdan iborat bo'ladi. Bunda to'liq zanjir uchun:

$$A_{\text{tashqi}}/q = \varepsilon = I(R+r), \quad (16)$$

bundan:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}. \quad (17)$$

(17) ifoda berk zanjir uchun Om qonuni deyiladi.

Murakkab tarmoqlangan zanjirlarni hisoblash uchun Kirxgofning ikkita qonunidan foydalaniladi.

Birinchi qonuni: Elektr zanjiri tugunidagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

$$\sum I_k = 0 \quad (18)$$

Tugun deb, ikkitadan ortiq o'tkazgichlar ulangan nuqtaga aytiladi.

Tarmoq — bu zanjirning ikkita tugunlar orasidagi qismidir. Agar sxemada N -tugun bo'lsa, Kirxgofning birinchi qonuniga asosan $(N-1)$ ta tenglama tuziladi.

Ikkinchi qonuni. Istalgan berk kontur uchun kuchlanish tushishining algebraik yig'indisi shu konturda ta'sir ko'rsatayotgan EYK larning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\sum I_k R_k = \sum E_k \quad (19)$$

(19 tenglamaga kiruvchilarning yig'indisini tuzganda, konturda olinayotgan aylanish yo'nalishi tok kuchi va EYK ning yo'nalishi bilan mos kelsa, ularning ishorasi musbat, agar mos kelmasa manfiy bo'ladi.

O'tkazgichdan o'tayotgan tok ish bajaradi va o'tkazgichni qizishga olib keladi. Joul va undan mustaqil ravishda Lens (rus olimi) tajribada aniqlashdiki, o'tkazgichda ajralib chiqqan issiqlik miqdori qarshilikka, tok kuchi kvadratiga va o'tish vaqtiga to'g'ri proporsionaldir:

$$Q = R^2 I t. \quad (20)$$

Metall o'tkazgichlardagi tok tashuvchilarning tabiatini Tolmen va Styuart 1916-yilda tajribada aniqlashdi. Ular G.A.Lorensning, tez harakat qiluvchi metall o'tkazgichlar birdan to'xtatilsa, ulardagi tok tashuvchilar o'z inersiyalari bo'yicha harakatini davom ettirishlari kerak, degan g'oyasidan foydalanib, katta tezlik bilan aylanayotgan g'altakda bu g'oyani amalga oshirdilar va bu bilan metallarda tok tashuvchilar elektronlar ekanligini ko'rsatdilar.

Elektr maydonining tashqi zanjirda bajarayotgan ishi foydali ish bo'lib, u tashqi kuchlar bajarayotgan umumiy ishning bir qismidir, qolgan qismi esa o'tkazgich ichida elektron gazning ishqalanishini yengish uchun sarf bo'ladi. Zanjirning F.I.K. ni topamiz:

$$\eta = \frac{A}{A_{tashqi}} = \frac{\vartheta_q}{\varepsilon_q} = \frac{\vartheta}{\varepsilon} \quad (21)$$

Lekin, $U=IR$, $\varepsilon=I(R+r)$ larni hisobga olsak:

$$\eta = \frac{IR}{I(R+r)} = \frac{R}{R+r} \quad (22)$$

Shunday qilib, zanjirning F.I.K. tashqi va ichki qarshiliklarning nisbati bilan aniqlanar ekan.

Bunda, $R \gg r$ bo'lsa, η — qiymati birga yaqinlashadi.

$R = r$, bo'lsa, $\eta = 0,5$ yoki $\eta = 50 \%$;

$R \ll r$ bo'lsa, η — qiymati nolga intiladi.

Tashqi qarshilik o'zgarganda zanjir F.I.K. ning o'zgarishini tashqi kuchlar beradigan quvvat o'zgarishi bilan aralashtirmaslik kerak. Zanjir

F.I.K. ning kamayishi bilan tashqi kuchlar quvvati oshadi, chunki R ning kamayishi I - tok kuchining keskin oshishiga olib keladi va bunda elektron gazning sirkulatsiyasi tezligi oshadi.

29-§. MAGNIT TA'SIRI TO'G'RISIDAGI HOZIRGI ZAMON TASAVVURLARI

Magnit maydoni va uning tavsifi

Hozirgi zamon fizikasida magnetizm alohida bir bo'lim bo'lib, fizika fanining yetakchi bo'limlari bilan o'zaro bog'langan. U moddaning magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi. Magnit maydoni qayerda va qanday hosil bo'ladi? Tajribalar ko'rsatadiki, harakatlanayotgan ixtiyoriy zaryadlar o'zaro ta'sirda bo'ladilar. Masalan, ikkita parallel tokli o'tkazgichlardan o'tuvchi toklarning yo'nalishi bir xil bo'lsa, o'tkazgichlar bir-biriga tortiladi, agar yo'nalishi har xil bo'lsa bir-birini itaradi.

Toklarning o'zaro ta'siri magnit maydoni deb ataluvchi maydon orqali amalga oshiriladi. Magnit maydoni o'zida harakatlanayotgan zaryadga ta'sir kuchi orqali namoyon bo'ladi. Qo'zg'almas zaryadga magnit maydoni ta'sir ko'rsatmaydi. Harakatlanayotgan har qanday zaryad atrofida magnit maydoni vujudga keladi.

Har qanday atomning tarkibida harakatlanayotgan zaryadlar mavjud bo'lganligi uchun, xoh jonli, xoh jonsiz bo'lgan jismlar magnit xususiyatiga ega bo'ladilar. Shuning uchun magnetizmning tabiatini va uning asosiy qonunlarini bilmasdan turib bizni o'rab turgan olamni chuqur tushunib bo'lmaydi.

Magnit maydoni $\vec{B}$ — magnit induksiyasi vektori bilan tavsiflanadi. To'g'ri chiziqli tok o'tkazgich uchun magnit induksiyasi vektori quyidagicha aniqlanadi (23-rasm):

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{r}, \quad (1)$$

bu yerda, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ G}_m / \text{m}$ magnit doimiysi. $\vec{B}$ — yo'nalishi qog'oz yuzasiga perpendikular, ya'ni o'tkazgichga ham zaryad tezligi yo'nalishiga ham perpendikulardir (A-nuqtada). Magnit induksiyasi magnit maydonining asosiy xususiyati bo'lib, SI sistemasida uning o'lchov birligi tesla (Tl) bo'ladi.



23-rasm

Magnit maydonining yana bir xususiyati «magnit maydon kuchlanganligi ($\vec{H}$)» deb ataladi. Bu qo'shimcha ta'rif $\vec{H}$ ning kiritilganligi tabiatda ikkita bir-biridan tubdan farq qiluvchi erkin va bog'langan toklarning mavjudligidan kelib chiqqan.

Erkin toklar — erkin harakatlanuvchi zaryadlarning tokidir, bu tok asboblari (ampermetrlar) yordamida o'lchanadi. Bog'langan toklar — harakatlanayotgan zaryadlarning tokidir, bu toklarni asboblari yordamida o'lchash mumkin emas, masalan, ular atomda harakatlanuvchi elektronlar yoki atom yadrosidagi protonlar tokidir. Magnit maydoniga ikkala zaryad ham o'z ulushini qo'shadi. Erkin zaryadlarning harakatiga magnit maydon kuchlanganligi $\vec{H}$ to'g'ri keladi. Moddadagi magnit maydoni quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}, \quad (2)$$

bu yerda, μ — moddaning nisbiy magnit singdiruvchanligi deyiladi. SI sistemasida N ning o'lchov birligi (A/m).

30-§. MAGNETIZMNING ASOSIY QONUNLARI

Magnetizmda ikkita qonun: Bio-Savar-Laplas va Amper qonunlari muhim ahamiyatga ega. Ixtiyoriy tok hosil qiluvchi magnit maydonini hisoblash uchun tok elementi hosil qiluvchi maydonni bilish kerak. Tok elementi deb $\vec{l}$ — tok kuchi qiymatining $d\vec{l}$ ga ko'paytmasiga aytiladi: $\vec{l} \cdot d\vec{l}$, bu yerda $d\vec{l}$ tok bo'yicha yo'nalgan dl — uzunlikdagi boshlang'ich tok qismi bilan mos keluvchi vektor (24-rasm).

Bio-Savar va Laplas tajribada olingan natijalarni tahlil qilish asosida ixtiyoriy tok elementi $Id\vec{l}$ hosil qiluvchi magnit maydonini aniqlashdi:



24-rasm.

$$\left. \begin{aligned} d\vec{B} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\vec{l} [d\vec{l} \cdot \vec{r}]}{r^3} \\ dB &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \cdot \sin \alpha}{r^2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

(1) ifodalar Bio-Savar-Laplas qonuni deyiladi. Bu ifoda yordamida, ixtiyoriy tok fazoning istalgan nuqtasida hosil qiladigan magnit maydonini hisoblab topish mumkin. Buning uchun

superpozitsiya qonunidan foydalanib, tokning hamma elementlari hosil qiluvchi magnit maydonlarini vektor ravishda qo'shish kerak.

Faraz qilaylikki, Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha I -tokning A -nuqtada hosil qilayotgan magnit maydoni B bo'lsin (25-rasm).

Boshqa I_1 - tokli o'tkazgichga ta'sir etayotgan kuchni topish uchun I, dl_1 - tok elementiga ta'sir qilayotgan kuch ifodasini yozish kerak. Bu tajribada topilgan Amper qonuni orqali yoziladi:

$$d\vec{F} = I [d\vec{l} \cdot \vec{B}] \quad (2)$$

I - tokning o'tkazgichning hamma nuqtalarida hosil qiluvchi $\vec{B}$ - magnit maydonini bilgan holda, hamma boshlang'ich $d\vec{F}$ kuchlarning yig'indisini olib, magnit maydonidagi tokli o'tkazgichga ta'sir qilayotgan F kuchni topish mumkin. Shunday qilib, Bio-Savar-Laplas va Amper qonunlari har qanday tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirini hisoblash imkonini beradi. Biroq hamma vaqt ham murakkab shakldagi tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirini analitik ravishda (tahlil asosida) hisoblashning imkoni bo'lmaydi. Misol tariqasida L - uzunlikdagi I -tokli to'g'ri chiziqli o'tkazgichga bir jinsli B -magnit maydonida ta'sir qilayotgan kuchni topamiz (26-rasm).

$$\vec{F} = \int_1^2 d\vec{F} = I \left[\int_1^2 d\vec{l} \vec{B} \right] = I [\vec{L} \cdot \vec{B}],$$

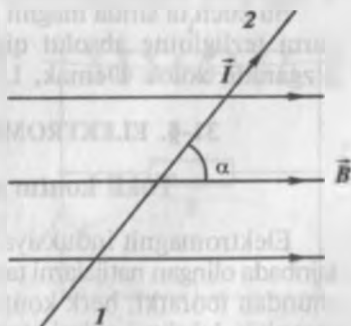
agar $\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo'lsa,

$$|\vec{F}| = ILB \text{ bo'ladi}$$

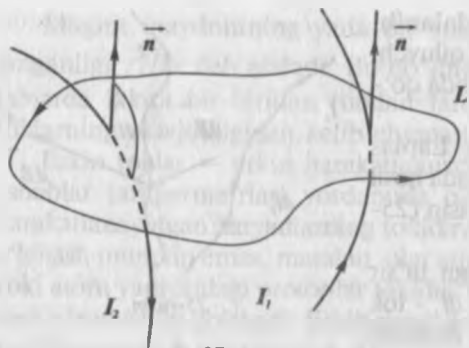
Elektr zaryadlaridan farqli ravishda tabiatda magnit zaryadlari mavjud emas, shuning uchun B magnit maydoni kuch chiziqlari boshlanishga ham, oxiriga ham ega emas. Ular yoki berk, yoki cheksizlikka yo'nalgan bo'ladi. Natijada, ixtiyoriy berk S -sirtidan o'tuvchi B -vektor oqimi olga tenglashadi:



25-rasm.



26-rasm.



27-rasm.

$$\Phi_u = \oint B ds = 0 \quad (4)$$

(4) ifoda $\vec{B}$ - vektor uchun Gauss teoremasi deyiladi. $\vec{B}$ vektor sirkulatsiyasi ($\oint \vec{B} d\vec{e}$) kontur bilan chegaralangan sirtini kesib o'tuvchi toklarning algebraik yig'indisi bilan aniqlanadi.

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum I_k \quad (5)$$

(5) ifoda $\vec{B}$ - magnit maydoni sirkulatsiyasi to'g'risidagi teoremani ifodalaydi (27-rasm).

Shuni ta'kidlash kerakki, agar kontur berk bo'lmasa, sirkulatsiya vektori $\int \vec{B} d\vec{l}$ 1 va 2-boshlang'ich va oxirgi nuqtalarning joylarigagina emas, chiziqning shakliga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun elektrostatik maydondan farqli, magnit maydoni **nopotensialdir**. Sirkulatsiyasi noldan farq qiluvchi maydon **uyurmali** deyiladi. Magnit maydoni uyurmali maydondir. Magnit maydonida $\vec{v}$ tezlik bilan harakatlanuvchi zaryadga ta'sir qiluvchi kuch **Lorens kuchi** deyiladi.

$$\vec{F}_A = q[\vec{v}\vec{B}]$$

$$\vec{F}_A = qvB \sin \alpha$$

Bu kuch ta'sirida magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadlangan zarra tezligining absolut qiymati o'zgarmaydi, faqat uning yo'nalishi o'zgaradi, xolos. Demak, Lorens kuchi ish bajarmaydi.

31-§. ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA HODISASI

Tokli kontur magnit maydoni energiyasi

Elektromagnit induksiya hodisasi 1831-yilda M. Faradey tomonidan tajribada olingan natijalarni tahlil qilish asosida kashf etildi. Uning mohiyati shundan iboratki, berk kontur bilan chegaralangan sirtini kesib o'tuvchi magnit induksiyasi oqimi o'zgarganda, shu konturda induksion tok vujudga keladi. Bunda konturda induksiya elektr yurituvchi kuchi E_i paydo bo'lib,

u magnit oqimini o'zgartirish usullariga bog'liq bo'lmay, faqat oqimning o'zgarish tezligi bilan aniqlanadi:

$$E_i = - df / dt. \quad (1)$$

(1) ifoda Faradey qonuni deyiladi. Bu ifodadagi «minus» ishorasi Lens qoidasi asosida paydo bo'ladi: induksion tok doimo o'zini vujudga keltirgan sababga qarama-qarshi yo'nalgandir.

Magnit induksiya oqimi birligi veber (Vb). 1Vb - magnit induksiyasi $1T_A$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida maydon yo'nalishiga perpendikular joylashgan $1 m^2$ yuzali yassi sirtidan o'tuvchi magnit oqimidir. Elektromagnit induksiyaning xususiy holi o'zinduksiyadir. Konturdan oqib o'tuvchi tokning o'zgarishi magnit oqimining o'zgarishiga olib keladi, buning natijasida, konturda EYK induktivlanadi.

Bu hodisa o'zinduksiya deyilib, o'zinduksiya EYK quyidagidan aniqlanadi:

$$E_{oz} = - L \cdot d I / dt, \quad (2)$$

bu yerda, proporsionallik koeffitsiyenti $\bar{L}$ kontur induktivligi deyiladi.

Bio-Savar-Laplas qonuniga asosan, $\bar{B}$ magnit maydoni o'zini vujudga keltirgan tokka proporsionaldir: $\bar{B} \sim \bar{I}$, magnit oqimi F esa magnit induksiyasiga proporsionaldir: $\Phi \sim \bar{B}$. Natijada, magnit oqimi o'zini vujudga keltirgan konturdagi tokka proporsional bo'ladi:

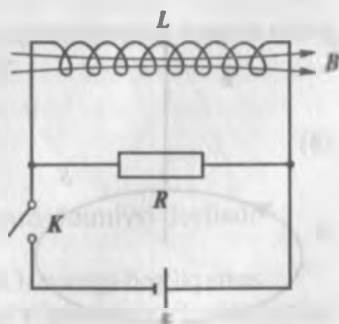
$$F = LI \quad (3)$$

L — induktivlik-konturning shakli va o'lchamiga, kontur joylashgan muhitning magnit xususiyatiga bog'liq (muhitning magnit xususiyati μ — magnit singdiruvchanlik bilan tavsiflanadi).

Induktivlik birligi genri (H). 1 H shunday zanjirning induktivligiki, bu zanjirdan 1 A o'zgaras tok o'tganida vujudga keladigan magnit oqimi 1Vb bo'ladi.

Lens qoidasi bo'yicha o'zinduksiya toki shunday yo'nalgan bo'ladiki, u zanjirdagi tok o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi.

28-rasmdagi sxemada K -kalit yopilsa, L -konturda magnit maydoni hosil qiluvchi I tok qaror topadi. K -kalit uzilsa, o'zinduksiya



28-rasm.

natijasida tok darhol 0 ga teng bo'lmagan, qandaydir vaqt davomida R qarshilik orqali 1 dan 0 gacha kamayuvchi tok oqib turadi. Tokning yo'qolishi jarayonida R - qarshilikda zanjirda bajarilgan ishga teng bo'lgan issiqlik ajralib chiqadi. $L = \text{const}$ hol uchun bu ishini hisoblaganda tokli kontur hosil qilgan magnit maydoni energiyasining quyidagi ifodasi kelib chiqadi (28-rasm):

$$w = L I^2 / 2 \quad (4)$$

32-§. MODDALARNING MAGNITLANISHI

Magnetiklarning sinflari

Magnetizm to'g'risidagi ta'limotning rivojlanishida Amper gipotezasi muhim ahamiyatga ega. Bu gipotezaga asosan, moddalarning magnit xususiyatlari atom va molekular ichida aylanma harakat qiluvchi boshlang'ich toklar orqali vujudga keladi.

Moddaning magnit maydonini tavsiflaganda bu toklarni bir xil deb olish mumkin. Bunda moddaning har bir molekulasini $R_m = i \Delta S$ magnit momenti bilan tavsiflanadi, bu yerda, i — boshlang'ich tok, S — tok harakat qiluvchi kontur yuzasi. Agar modda magnitlanmagan bo'lsa, molekular toklar tartibsiz oriyentirlangan va ularning magnit maydonlarining yig'indisi nolga teng bo'ladi. Tashqi magnit maydoni B_0 ta'sirida moddalar u yoki bu tarzda magnitlanadilar, ya'ni magnit momenti hosil bo'lib, B_0 - maydon bilan qo'shiluvchi qo'shimcha magnit maydoni B' vujudga keladi:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}' \quad (1)$$

Moddalarning magnitlanishini tavsiflash uchun $\vec{J}$ - magnitlanish vektori (hajm birligidagi magnit momenti) kiritiladi. Agar modda bir jinsli bo'lmasa:

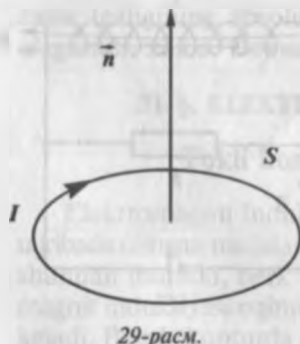
$$\vec{J} = \frac{1}{\Delta V} \sum \vec{P}_m \quad (2)$$

bu yerda, ΔV — qarayotgan nuqta atrofida cheksiz kichik hajm; R_m — alohida molekulaning magnit momenti.

Tokli konturning magnit momenti quyidagicha aniqlanadi (29-rasm):

$$\vec{P}_m = IS \vec{n}, \quad (3)$$

bu yerda, I — konturdagi tok kuchi, S — kontur yuzasi, $\vec{n}$ — kontur yuzasiga musbat normal bo'yicha yo'nalgan birlik vektor.



Tajribalardan, $\vec{J}$ - moddaning magnitlanish vektori $\vec{H}$ ga proporsional ekanligini ko'ramiz:

$$\vec{J} = \chi \vec{H} \quad (4)$$

Proporsionallik koeffitsiyenti χ moddaning magnit qabul qiluvchanligi deyiladi. Magnit qabul qiluvchanlik χ va magnit singdiruvchanlik μ moddalarning magnit xususiyatini tavsiflab o'zaro quyidagicha bog'langandir:

$$\mu = 1 + \chi \quad (5)$$

Hozirgi zamon magnit hodisalari fizikasi o'n xil tipdagi magnit materiallarini ajratadi va bu miqdor fanning rivojlanishi bilan oshib boraveradi.

Biz bu yerda magnit moddalarning eng oddiy sinflari bilan chegaralanamiz. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasi va son qiymatiga bog'liq ravishda hamma moddalar uch sinfga bo'linadilar: diamagnetiklar, paramagnetiklar va ferromagnetiklar.

Diamagnetiklar — shunday moddalarki, ularda $\chi < 0$, absolut qiymati juda kichik: 10^{-7} — 10^{-9} . Bularga inert gazlar, ko'pgina organik birikmalar, bir qator metallar, masalan, fosfor, oltingugurt, surma, uglerod, simob, oltin, kumush, mis va boshqa moddalar kiradi.

Paramagnetiklar — bu moddalarda $\chi > 0$, $\chi = 10^{-3}$ — 10^{-6} . Paramagnetiklarga O_2 , NO, ishqoriy metallar, nodir yer elementlari tuzlari va temir guruhi elementlari kiradi.

Ferromagnetiklar — bu moddalarda $\chi > 0$ bo'lib, u juda katta qiymatlarni qabul qiladi (10^5 — 10^6).

Ferromagnetiklarga temir, kobalt, nikel va ko'plab qotishma hamda birikmalar kiradi.

Pyer Kyuri tajribada aniqlashicha, paramagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi haroratga teskari proporsionaldir:

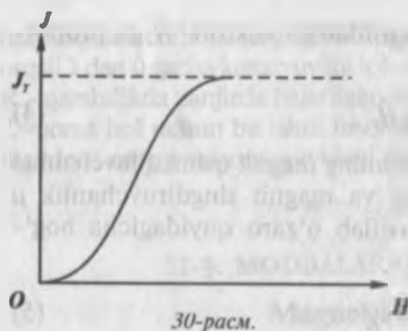
$$\chi = \frac{C}{T}, \quad (6)$$

bu yerda, C — moddaga bog'liq bo'lgan Kyuri doimiysi deyiladi.

(6) ifoda Kyuri qonuni deyiladi.

Diamagnetiklarda magnit qabul qiluvchanlik haroratga bog'liq emas.

Diamagnetiklar va paramagnetiklar qo'yilgan magnit maydoniga proporsional ravishda magnitlanadilar.



Ferromagnetiklar magnitlanishining (J) magnit maydoniga (H) bog'liqligi murakkab ko'rinishga ega (30-rasm). Rasmdan ko'rinadiki, ma'lum magnit maydonida magnitlanish to'yinishga erishadi (J_r).

Ta'rifga ko'ra, magnit maydon kuchlanganligi:

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} - \vec{J} \quad (7)$$

bundan

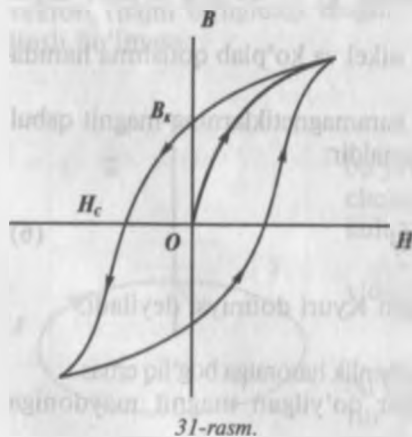
$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{J} \quad (8)$$

Agar magnit maydoni H ni qiymati va yo'nalishi bo'yicha o'zgartirsak, ferromagnetiklar uchun xos bo'lgan «gisterezis sirtmogi» ni hosil qilamiz (31-rasm).

B_k — qoldiq induksiya, H_k ning qiymati koersitiv kuch deyiladi. Qoldiq induksiyaning mavjudligi o'zgarmas magnitlar yasash imkoniyatini beradi. Koersitiv kuch N qanchalik katta bo'lsa, magnit o'z xususiyatini shunchalik yaxshi saqlaydi. Ferromagnetik qizdirilsa, Kyuri nuqtasi deb ataluvchi

(T_k) ma'lum haroratda ferromagnetik o'z xususiyatlarini yo'qotib paramagnetikka aylanadi. Agar harorat T_k dan pasaytirilsa, ferromagnit xususiyatlari yana tiklanadi. Masalan, temir uchun Kyuri nuqtasi 768°C ga teng.

Ferromagnetizm tabiati ancha murakkab bo'lib, klassik fizika doirasida uni tushuntirib bo'lmaydi. Faqatgina kvant mexanikasi paydo bo'lgandan so'ng ferromagnitlarda o'zaro almashinuvchi kuchlar deb ataluvchi alohida kuchlar tufayli



elektronlarning xususiy (spin) magnit momentlari bir-biriga parallel joylashishi ko'rsatib berildi.

Elektronning spini elektronning fazodagi harakati natijasida emas, balki elektrondagi moddalarning ichki harakati tufayli paydo bo'ladi. Bu harakat oddiy aylanma harakat emas.



32-rasm.

Ferromagnetiklarda o'zaro almashinuvchi kuchlar elektronlarning spin magnit momentlarini, «domenlar» deb ataluvchi kichik sohalar ichida bir-biriga parallel yo'naltiradi. Har bir domenda ferromagnetik spontan (o'z-o'zidan, tashqi magnit maydoni qo'yilmasdan) ravishda to'yinishgacha magnitlangan bo'ladi. Turli domenlarning yig'indi magnit momentlari turlicha yo'nalishda bo'lganligi sababli, tashqi magnit maydoni bo'lmagan holda butun jismning magnit momenti nolga teng bo'ladi (32-rasm).

Domenlar o'lchamlari 1-10 mkm chamasida bo'ladi.

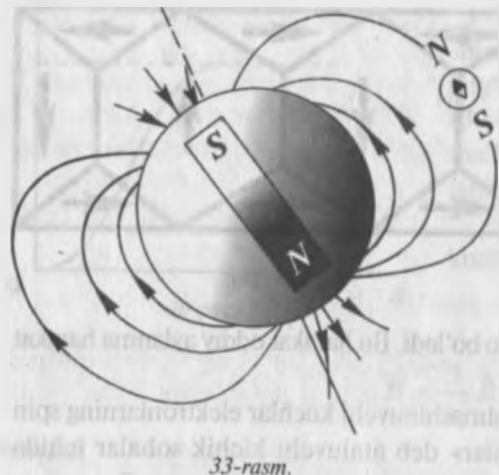
Ferromagnetik jism magnit maydoniga kiritilganda, domenlar chegarasining siljishi sodir bo'ladi (kuchsiz maydonlarda). Natijada, magnit momentlari $\vec{H}$ yo'nalishi bilan kichik burchak tashkil qilgan domenlar kattalashadi va domenlarning magnit momentlari tashqi maydon yo'nalishi bo'ylab aylanadi. Ferromagnetik ichidagi bu jarayonlar qaytuvchan bo'lmay, u gisterezisga olib keladi.

Magnitlanish jarayonida moddalarning shakli va o'lchamlari o'zgaradi. Bu hodisa **magnitostriksiya** deb ataladi. Ferromagnetiklarda magnitostriksiya boshqa magnetiklarga nisbatan sezilarli darajada bo'ladi. Magnitostriksion materiallar o'lchov asboblari, turli datchiklarda keng ishlatiladi.

33-§. YERNING MAGNIT MAYDONI

Ma'lumki, Yer shari o'z magnit maydoniga ega. Yerning magnit maydoni qutbli magnit maydonini yoki magnit dipoli maydonini eslatadi.

Magnitning magnit kuch chiziqlari chiqadigan qutbiga shimoliy *qutb* deyiladi. Kompas magnit milining uchi ko'rsatadigan shimol, magnitning



shimoliy qutbi (N) deyiladi. Agar har xil magnit qutblarning o'zaro tortishishlarini hisobga olsak, magnit milining shimoliy qutbi (N) Yerning geografik shimoliy qutbi yaqinida joylashgan Yerning janubiy magnit qutbga tortiladi (33-rasm).

Yerning magnit o'qi aylanish o'qiga $11,5^\circ$ qiya joylashgan. Shuning uchun magnit meridianlari geografik meridianlarga mos tushmaydi.

Yer dipoli magnit momenti quyidagiga teng:

$$M = 8 \cdot 10^{15} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

Har xil chetlanishlar hisobga olinmasa, magnit maydonining maksimal qiymati shimoliy magnit qutbda (Antarktida) $B_{\text{max}} = 68 \cdot 10^{-6} \text{ T}_1$ (0,68 Hz), minimal qiymati Braziliyada kuzatiladi, $B_{\text{min}} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ T}_1$ (0,24 Hz). Har xil magnit anomallari mavjud. Masalan, Kursk hududida (Rossiya) $B = 200 \cdot 10^{-6} \text{ T}_1$ (2 Hz). Shu sababli Yerning magnit maydonini ekssentrik dipol maydoniday deyish mumkin. Yerning magnit maydoni vaqt o'tishi bilan chiziqli kamayib boradi, masalan, keyingi 100 yil ichida u 5 %ga kamaygan. Shu bilan birga magnit qutblarining bir necha gradusga siljishi ham kuzatilgan.

Arxeomagnit va paleomagnit o'lchashlar natijalari shuni ko'rsatadiki, uzoq o'tmishda Yerning magnit qutblari bir necha marta almashingan (shimoliy qutb o'rniga janubiy, janubiy qutb o'rniga shimoliy qutb kelgan va hokazo). Oxirgi 9000 yil ichida Yer magnit qutblarining joylari o'zgarmagan.

Yerning magnit maydoni tabiati qanday? Ma'lumki, Yerning yadrosi suyuq holatda bo'lib, elektr o'tkazuvchandir. Radioaktiv yemirilish natijasida yadroda konvektiv harakatni vujudga keltiradigan energiya ajralib chiqadi, shuningdek, yadro Yer qobig'i bilan birgalikda aylanadi. Yer

yadrosidagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan suyuq moddaning murakkab harakati tufayli unda toklar hosil bo'lib, natijada Yerning magnit maydoni vujudga keladi.

34-§. O'ZGARUVCHAN ELEKTR TOKI

Ishlab chiqarishda va turmushda keng qo'llaniladigan o'zgaruvchan elektr toki majburiy elektromagnit tebranishlar bo'lib, uning tok kuchi va kuchlanishi vaqt bo'yicha garmonik qonun asosida o'zgaradi:

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (1)$$

$$U = U_0 \sin \omega t$$

O'zgaruvchan tokning muhim xususiyati tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljishning mavjudligidir. Bu induktiv va sig'im qarshiliklarning xususiyatlaridan kelib chiqadi. C sig'imdagi tok va kuchlanish orasidagi bog'lanishni topamiz:

$$U_c = \frac{q}{C}, \quad I = \frac{dq}{dt}, \quad dq = I dt;$$

$$q = \int I dt = \int I_0 \sin \omega t dt = -\frac{I_0}{\omega} \cos \omega t = \frac{I_0}{\omega} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right);$$

$$U_c = \frac{I_0}{\omega C} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (2)$$

Ya'ni, kondensatorda kuchlanish tokdan faza bo'yicha $\pi/2$ burchakka orqada qoladi.

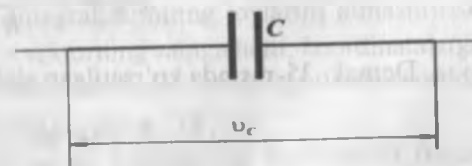
Tok va kuchlanishning maksimal (amplituda) qiymatlari quyidagi ifoda orqali o'zaro bog'langandir:

$$U_0 = I_0 / \omega C \quad (3)$$

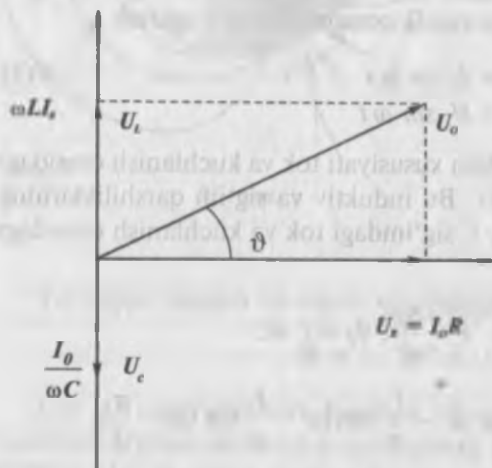
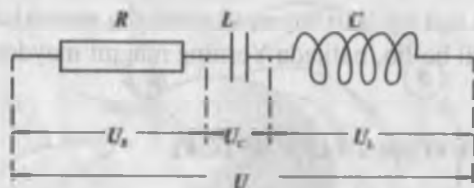
(3) ifodani zanjirning sig'imli qismi uchun Om qonuni deyiladi.

Bu ifodani $V=IR$ — Om qonuni bilan taqqoslasak, qarshilik rolini bu yerda quyidagi o'ynashi ko'rinadi:

$$R_c = 1 / \omega C \quad (4)$$



34-rasm.



36-rasm.

$$U_0 = I_0 \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad (5)$$

Tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljishi quyidagi formuladan topiladi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (6)$$

Demak, 35-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjiri uchun:

$$\left. \begin{aligned} I_0 &= \sin \omega t ; \\ U &= U_0 \sin (\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

(4) ifoda sig'imning o'zgaruvchan tokka qarshiligi yoki **sig'imli qarshilik** deyiladi. Xuddi shunday yo'l bilan induktiv qarshilikni R_L hosil qilish mumkin, $R_L = \omega L$, bunda induktivlikdagi (L) kuchlanish tokdan faza bo'yicha $\pi/2$ burchakka oldinda bo'ladi.

Agar o'zgaruvchan tok zanjiri uchta qarshilikdan iborat (R, R_L, R_C) bo'lsa (35-rasm), fazalar siljishini vektorlar diagrammasidan topish mumkin (36-rasm).

36-rasmdan Pifagor teoremasi orqali, berilgan zanjirdagi tok va kuchlanish orasidagi bog'lanishni, ya'ni o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini hosil qilamiz:

Tok kuchi va kuchlanishning ta'sir qiluvchi yoki effektiv qiymatlari quyidagicha topiladi:

$$I_{\text{eff}} = I_0 / \sqrt{2}; U_{\text{eff}} = U_0 / \sqrt{2} \quad (8)$$

O'zgaruvchan tokning davr bo'yicha o'rtacha quvvati:

$$R = I_{\text{eff}} U_{\text{eff}} \cos \varphi, \quad (9)$$

bu yerda, $\cos \varphi$ — quvvat koeffitsiyenti. Texnikada elektr zanjiriga qo'shimcha sig'imglar va induktivliklar kiritilib, quvvat koeffitsiyentini birga yaqinlashtirishga harakat qilinadi.

35-§. MAKSVELL NAZARIYASI VA ELEKTROMAGNIT MAYDON

«Elektromagnit maydon — o'zida elektr va magnit holatida bo'lgan jismlar mavjud bo'lgan va ularni o'rab turadigan fazoning qismidir», — deb fizika tarixida birinchi marta M. Faradey elektromagnit maydon ta'rifini bergan. Kembrej universitetining professori D.K. Maksvell bu g'oya ustida tadqiqotlar olib borib, elektromagnetizm nazariyasini yaratdi. Maksvell elektrodinamikaga asos bo'lgan, elektromagnit maydon qonunlarini to'rtta differensial tenglamalardan iborat tizim ko'rinishida ifodaladi.

Elektr va magnit maydonlari orasida o'zaro bog'lanishlar mavjud. Bu bog'liqliklar Maksvell tomonidan chuqur o'rganilib mashhur tenglamalar ko'rinishida berilgan. Tenglamalarni ishlab chiqish jarayonida Maksvell ikkita asosga tayandi.

I. Faradey qonuni bo'yicha o'zgaruvchan magnit maydonida joylashgan qo'zg'almas berk konturda (L) E_t - induksiya EYK vujudga keladi:

$$E_t = - \frac{d\bar{\Phi}}{dt} = \frac{d}{dt} \cdot \oint \bar{B} d\bar{S} = - \int \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \cdot d\bar{s}, \quad (1)$$

bu yerda, kontur va yuza qo'zg'almas bo'lganliklari uchun vaqt bo'yicha differensiallash, yuza bo'yicha integrallashning joylarini almashtirish mumkin. Umuman olganda, $\bar{B}$ - vektorning vaqtga ham, koordinatalarga ham bog'liq ekanligi hisobga olingan, shuning uchun integral belgisi ostida vaqt bo'yicha olingan xususiy hosila yozilgan: $\partial \bar{B} / \partial t$.

Boshqa tomondan EYK ni tashqi kuchlarning kuchlanishi orqali ifodalash mumkin:

$$E = \oint_L E_{\text{ind}} dl = - \oint_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s}. \quad (2)$$

Bundan Maksvell shunday xulosa qildi: magnit maydonining vaqt bo'yicha har qanday o'zgarishi elektr maydonini vujudga keltiradi.

Faradey qonuni bo'yicha tashqi kuchlarning kuchlanishi elektr maydon kuchlanganligiga teng:

$$\vec{E}_{\text{ind}} = \vec{E}$$

$$\oint_L \vec{E}_{\text{ind}} d\vec{l} = - \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s}. \quad (3)$$

(3) tenglama Maksvell birinchi gi potezasining matematik ifodasi bo'lib, Maksvell nazariyasining birinchi fundamental tenglamasidir.

Maksvell tenglamasining chap tomonida elektr maydon kuchlanganligining berk kontur bo'yicha sirkulatsiyasi yozilgan. Elektrostatik maydonda bunday sirkulatsiya nolga teng. Ixtiyoriy elektr maydoni esa nopotensialdir.

II. O'zgarmas elektr toki zanjirida tok chiziqlari uzluksizdir. Zanjirda kondensator mavjud bo'lsa o'zgarmas elektr toki oqib o'tmaydi (elektr zanjiri uzilgan bo'ladi), o'zgaruvchan tok esa bunday zanjirdan oqib o'tishi mumkin. Bu holda tok chiziqlari kondensator qoplamalarida uziladi, chunki kondensatordan tok o'tmaydi. Lekin Maksvell shunday g'oyani ilgari surdiki, bu fikrga asosan, o'zgaruvchan tok fazoda kondensatorda tok chiziqlari uzilmagan kabi magnit maydonini hosil qiladi.

Lekin biz bilamizki, haqiqatda kondensatorda tok yo'q. Bu vaqtda magnit maydonini nima hosil qiladi? Kondensatorda o'zgaruvchan elektr maydoni (kondensator qoplamalaridagi zaryadlar qiymatlari o'zgarib turadi) magnit maydonini hosil qiladi. Maksvell ikkinchi gi potezasining mazmuni mana shunda.

O'zgaruvchan elektr maydoni bilan shunday tokni taqqoslash mumkinki, bu tok qaralayotgan o'zgaruvchan elektr maydonini hosil qilayotgani kabi magnit maydonini hosil qilsin. Bu tok, «o'tkazuvchanlik toki» deb ataluvchi harakatlanayotgan zaryadlar tokidan farqli ravishda «siljish toki» deyiladi. Demak, fazoning har bir nuqtasida to'la tok zichligi:

$$\vec{j} = \vec{j}_{\text{stat}} + \vec{j}_{\text{ind}}.$$

Ko'rsatish mumkinki, siljish toki zichligi elektrik siljish vektorining ($\vec{A}$) o'zgarishi tezligi bilan aniqlanadi:

$$j = \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}; \quad (\bar{D} = \epsilon_0 \epsilon \bar{E}).$$

Siljish toki hisobga olinsa, Maksvell nazariyasining ikkinchi tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\oint \bar{H} d\bar{l} = \int_{\bar{s}} j_{o'ik} d\bar{s} + \int_{\bar{s}} \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \cdot d\bar{s} \quad (4)$$

Maksvell tenglamalari tizimiga Gaussning $\bar{D}$ va $\bar{B}$ vektorlar oqimlari to'g'risidagi, umumiy holda o'zgaruvchan maydonlar uchun ham to'g'ri bo'ladigan ikkita teoremasi kiradi.

$$\oint \bar{D} \cdot d\bar{s} = \int_V \rho dv. \quad (5)$$

$$\oint \bar{B} \cdot d\bar{s} = 0 \quad (6)$$

Maksvellning 4ta (3), (4), (5), (6) integral ko'rinishdagi tenglamalari hamma klassik elektromagnit hodisalarni ifodalaydi. Maksvell tenglamalari elektr va magnit maydonlarining bir-biri bilan bevosita bog'liqligini, birortasining o'zgarishi boshqasini keltirib chiqarishini ko'rsatadi. Bu maydonlar bir-biri bilan bog'liqdir. Tabiatda yagona elektromagnit maydon mavjuddir.

Statik maydonlar uchun:

$$\frac{\partial \bar{E}}{\partial t} = \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} = \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} = \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} = 0,$$

bundan, Maksvell tenglamalari elektrostatik va o'zgarmas magnit maydonlari tenglamasiga aylanadi.

36-§. ELEKTROMAGNIT TO'LIQLINLAR

Elektromagnit to'liqlinlarning mavjudligi Maksvell tenglamalaridan kelib chiqadi. O'zgaruvchan elektr maydoni o'zgaruvchan magnit maydonini vujudga keltiradi va aksincha. Shuning uchun agar tebrayotgan zaryadlar yordamida o'zgaruvchan elektromagnit maydonini hosil qilsak, bu vaqtda fazoda o'zaro bir-biriga ketma-ket aylanib turadigan

bir nuqtadan ikkinchisiga tarqalayotgan elektromagnit maydonlari vujudga keladi. Bu elektromagnit to'liqindir.

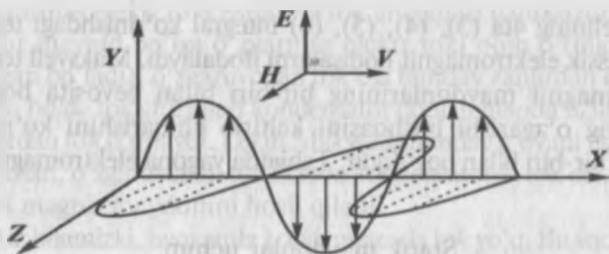
Bir jinsli dielektrik muhitda ($\epsilon = \text{const}$, $m = \text{const}$) zaryadlar va toklar bo'lmaganda ($q=0$, $j=0$), Maksvell tenglamalari $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlari uchun quyidagi to'liqin tenglamalariga olib kelishini ko'rsatish mumkin:

$$\frac{\partial^2 \vec{E}_x}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu \frac{\partial^2 \vec{E}_x}{\partial t^2} = 0;$$

$$\frac{\partial^2 \vec{H}_x}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu \frac{\partial^2 \vec{H}_x}{\partial t^2} = 0$$

Bu tenglamalarning yechimi X o'qi bo'ylab U tezlik bilan tarqaluvchi yassi elektromagnit to'liqindir (to'liqin ko'lami tekis).

$$U = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}}$$



37-rasm

Vakuumdagi yorug'lik tezligining muhitdagi tezligiga nisbati muhitning absolut sindirish ko'rsatkichi deyiladi:

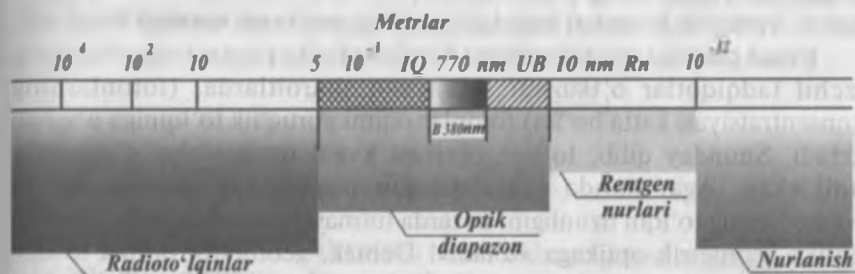
$$\frac{C}{V} = \sqrt{\epsilon \mu} = n$$

Vakuumdagi ($\epsilon = 1$, $\mu = 1$) elektromagnit to'liqin tezligi quyidagiga teng:

37-rasmda yassi elektromagnit to'liqinning oniy tasviri keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlari bir-biriga va to'liqin tarqalish yo'nalishiga perpendikular, ya'ni elektromagnit to'liqin ko'ndalang to'liqindir.

Elektromagnit to'liqning vakuumda tarqalish tezligi deyarli $S = 3 \cdot 10^8$ m/s. Bizni o'rab turgan makon elektromagnit nurlanish bilan to'lgan. Quyosh, jismlar, radiostansiya antennalari va televizion uzatkichlar elektromagnit to'liq chiqaradilar. Bu to'liqlar chastotalariga qarab radioto'liqlar, infraqizil nurlar ko'rinadigan yorug'lik nurlari, ultrabinafsha, rentgen nurlari va γ — nurlar deb ataladi (38-rasmga qarang).

Shunday qilib, atom va molekular elektr zaryadlarining tebranishlari bitmas-tuganmas energiya oqimini paydo qiladi. Atom va molekularning nurlanish qonunlarini biz nurlanishning kvant nazariyasi mavzusida ko'rib chiqamiz.



38-rasm. Elektromagnit to'liqlar shkalasi.

37-§. OPTIK HODISALAR. YORUG'LIKNING KORPUSKULAR—TO'LIQIN XUSUSIYATI

Optika fizikaning yorug'lik haqidagi bo'limi bo'lib, unda yorug'likning nurlanish jarayoni, har xil muhitlarda tarqalishi va yorug'likning moddalar bilan ta'siri o'rganiladi.

Ko'pgina optik hodisalar o'rganilganda, (masalan, ikki muhit chegarasida yorug'likning sinishi bilan bog'liq bo'lgan hodisalarni) yorug'lik nurlari to'g'risidagi tasavvurlardan foydalanish mumkin. Yorug'lik nurlari yorug'lik energiyasi tarqaladigan — geometrik chiziqlar haqidagi tasavvurlardir. Bu yerda **geometrik optika** haqida so'z boradi. Geometrik optika yorug'lik texnikasida, ko'p sonli optik asboblarda va qurilmalarda, oddiy lupa va ko'zoynakdan tortib g'oyat murakkab optik mikroskoplar va teleskoplarning ishlashi tekshirilayotganda keng qo'llaniladi.

Yorug'likning interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishini geometrik optika qonunlari asosida tushuntirib bo'lmaydi, bu hodisalarni tushuntirish

uchun yorug'likni ko'ndalang to'lqinlar deb qarash lozim. Shu tariqa **to'lqin optikasi** vujudga keldi. Dastlab, yorug'lik to'lqinlari dunyoviy «efir» deb ataluvchi, butun koinotni to'ldirib turgan muhitda tarqaluvchi elastik to'lqinlardir, degan tasavvur mavjud edi. 1864-yilda Maksvell yorug'likning elektromagnit nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra yorug'lik to'lqinlari muayyan to'lqin uzunliklari diapazoniga mos tushuvchi elektromagnit to'lqinlaridan iborat.

XX asr boshlarida olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, ba'zi bir hodisalarni, masalan, fotoeffektni tushuntirish uchun yorug'lik dastasini o'ziga xos zarralar — yorug'lik kvantlarining yoki boshqacha aytganda, fotonlarining (A. Eynshteyn) oqimi ko'rinishida tasavvur qilish lozim. Yorug'lik kvantlari haqidagi tasavvurlarni **kvant optikasi** o'rganadi.

Kvant optikasi optik hodisalar bo'yicha fizika nuqtayi nazaridan eng izchil tadqiqotlar o'tkazadi. Muayyan sharoitlarda, (fotonlarning konsentratsiyasi katta bo'lsa) fotonlar oqimi yorug'lik to'lqiniga o'xshab ketadi. Shunday qilib, to'lqin optikasi kvant optikasining chegaraviy holi ekan. Agar bunda (qaralayotgan masalaning shartiga ko'ra) yorug'likning to'lqin uzunligini nazarda tutmaslik mumkin bo'lsa, to'lqin optika geometrik optikaga «o'tadi». Demak, geometrik optika to'lqin optikaning o'ziga xos chegaraviy holi ekan. Shuni e'tirof etish kerakki, hozirgi zamon fizikasining rivojlanishida optikaning tutgan o'rni beqiyosdir. XX asrning ikkita eng muhim va inqilobiy fizik nazariyalarining — **kvant mexanikasi** va **nisbiylik nazariyasining** vujudga kelishi ma'lum darajada optik tadqiqotlar bilan bog'liqdir. Moddalarni molekular darajasida tahlil qilishning optik usullari maxsus ilmiy yo'nalish — **molekular optika** sohasini vujudga keltirdi. Hozirgi zamon materialshunosligida, plazma tadqiqotlarida, astrofizikada **optik spektroskopiya** keng qo'llaniladi. Optik tasavvurlar va modellar elektronikada, yadro fizikasida qo'llaniladi. Elektron optika va neytron optika mavjud. Atom yadrolarining optik modellari ishlab chiqilgan.

38-§. YORUG'LIK INTERFERENSIYASI VA DIFRAKSIYASI

Interferensiya va difraksiya hodisalari yorug'likning to'lqin tabiatini tasdiqlaydi.

Interferensiya. Ikkita to'lqinlar tizimining bir-biri bilan qo'shilishi natijasida ro'y beradigan hodisaga *interferensiya* deyiladi. Interferensiya hosil bo'lishi uchun fazalar farqi o'zgarmas to'lqinlar chiqaruvchi kogerent manbalar bo'lishi kerak.

Yorug'lik interferensiyasi manzarasi ekranda navbatlashuvchi yorug' va qorong'i sohalarning vujudga kelishidir. To'lqinlarni qo'shish natijasida vujudga keladigan interferensiya manzarasi manbalarning xossalriga bog'liq bo'ladi. Masalan, bir xil chastota bilan tarqalayotgan ikkita to'lqinlar (soddalashtirish uchun bir xil amplitudali to'lqinlar deb hisoblaymiz) fazoning bir nuqtasida uchrashsin. Uchrashgan nuqtadagi tebranishlar har xil fazalar bilan yuz beradigan har qaysi to'lqin tebranishlarining yig'indisi bilan aniqlanadi.

$$A = A_0 \cos(\omega t + \varphi_1) + A_0 \cos(\omega t + \varphi_2). \quad (1)$$

Kosinuslar teoremasini qo'llasak:

$$A = A_{yig} \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \quad (2)$$

$$A_{yig} = 2A_0 \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

(2) munosabatlar qo'shilayotgan tebranishlarning fazalar farqiga bog'liq bo'lgan, ω — chastota, A_{yig} — natijaviy amplituda bilan tebranayotgan garmonik tebranishni ifodalaydi.

Natijaviy tebranishning jadalligi amplitudalar kvadrati bilan aniqlanadi (tebranish energiyasi tezlik kvadratiga, demak, amplituda kvadratiga proporsionaldir).

$$A_{yig}^2 = 2A_0^2 + 2A_0^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (3)$$

Bu juda muhim formula bo'lib, u to'lqinlar qo'shilganda natijaviy intensivlik hamma vaqt ham to'lqinlar intensivligining oddiy yig'indisidan iborat bo'lmashligini ko'rsatadi. Natijaviy intensivlik kosinusning ishorasini aniqlovchi ($\varphi_1 - \varphi_2$) fazalar farqi kattaligiga bog'liq, u $2A_0^2$ — dan katta ham, kichik ham bo'lishi mumkin. Bu esa interferensiyadir.

Interferensiyaning eng asosiy sharti, fazoning har bir nuqtasida to'lqinlar fazalari farqining o'zgarmay ($\varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$) qolishidir. Shuning uchun lampochkalarda interferensiya hodisasini kuzatish mumkin emas.

Interferensiya hodisasining o'ziga xos ko'rinishi yupqa plyonkalarining (suv yuzasidagi yog' qatlami, sovun pufagi va boshq.) ranglarga bo'yalishidir. Bu hollarda plyonka qatlamining ichki va tashqi sirtlaridan qaytgan nurlar interferensiyani beradi.

Difraksiya. Geometrik optika qonunlariga, asosan, tarqalayotgan

yorug'lik nuri yo'liga shaffof bo'lmagan to'siq qo'yilsa, to'siqning orqasidagi ekranda geometrik soya kuzatiladi. Lekin, ba'zi fizik jarayonlarda geometrik optika qonunlarining «buzilishi» ro'y beradi. Masalan, yorug'lik nuri juda kichik o'lchamli tirqish orqali o'tganda ekranda yorug'likning «egilib» o'tish holati kuzatiladi, ya'ni geometrik soya sohasiga yorug'lik nurlari kirib boradi. Bu hodisaga, ya'ni yorug'likning to'siqlardan egilib o'tishiga *difraksiya* deyiladi. Difraksiya hodisasi, asosan, to'siq o'lchamlari tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi bilan taqqoslaganda kuzatiladi.

Agar to'siq chekkasiga monoxromatik yorug'lik (chastotalar intervali $\Delta\gamma$ nihoyatda kichik bo'lgan yorug'lik to'lqinlari) yo'naltirilsa, ekranda difraksion manzarasi kuzatiladi (39-rasm).

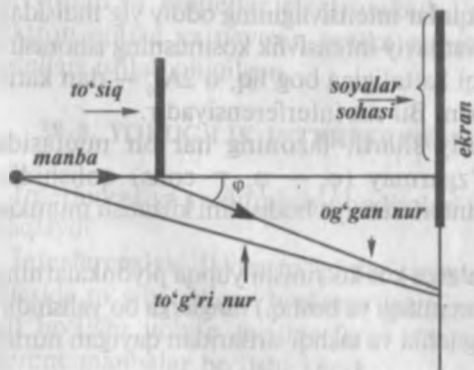
To'g'ri va og'gan nurlarning interferensiyasi natijasida ekranda geometrik soyalar sohasi yaqinida navbatma-navbat joylashgan yorug' va qorong'i tasmalar — maksimum va minimum yoritilganlik kuzatiladi. Xuddi shunday difraksion manzara yorug'lik nuri kichik tirqish orqali o'tganda (yoki yorug'lik nuri yo'liga to'siq qo'yilganda) ham ro'y beradi. Nurning asosiy yo'nalish bo'yicha hosil bo'ladigan intensivlikning markaziy maksimumidan tashqari, og'gan nurlar hosil qilgan qo'shimcha maksimumlar paydo bo'ladi. Qo'shimcha maksimumlar joylashishi to'lqin uzunligiga bog'liq. Shuning uchun, tirqishga «oq» yorug'lik tushsa, ekranda nurlar spektrlarga ajralib ketadi.

Difraksion maksimum sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$d \sin \varphi = k \lambda, \quad (4)$$

bu yerda, d — tirqish kengligi, φ — difraksiya burchagi, λ — yorug'lik to'lqin uzunligi, $K = 1, 2, 3, \dots$, spektr tartibi.

Yorug'likning difraksiyasidan sezgir spektral asboblarda yasashda foydalaniladi. Agar tirqish o'rniga parallel joylashgan tirqishlar tizimidan (difraksion panjara) foydalanilsa, asbobjning sezgirliği ancha oshadi. Aniқ difraksion manzara hosil qilish uchun tirqishlar zichligi



39-rasm.

(n) ancha katta bo'lishi kerak, 1 mm. ga 50 talar bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Difraksion manzarada bir-biriga yaqin joylashgan maksimumlar orasidagi masofa Δl yorug'lik to'lqin uzunligi hamda $d=1/n$ kattalikka (difraksion panjara tirqishlari orasidagi masofaga) to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$\Delta l = \frac{k\lambda}{d} X; \quad (5)$$

$$K= 0, 1, 2, \dots$$

bu yerda, X — difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa, K ning qiymati asosiy maksimumlar tartibini ifodalaydi.

(5) ifodadan ko'rinadiki, d ning qiymati yorug'lik to'lqin uzunligi λ ga yaqin bo'lsa aniq, ravshan difraksion manzara hosil bo'ladi.

Difraksion panjara davri d ni, K ni bilgan holda, difraksion manzaradagi maksimumlar orasidagi masofani o'qib (5) formula orqali tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini topish mumkin. Difraksion panjara yordamida to'lqin uzunligini aniqlash eng aniq usullardandir.

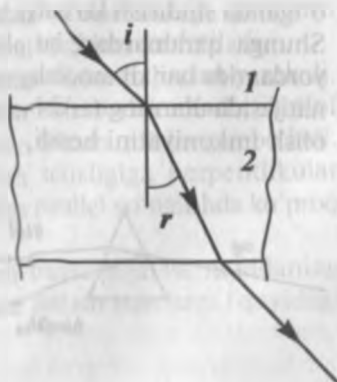
Difraksiya hodisasining zararli tomoni ham mavjud, masalan, u optik asboblarning ajrata olish qobiliyatini chegaralab qo'yadi. Difraksiya natijasida yorug'likni bitta nuqtaga to'plashning iloji bo'lmaydi, shuning uchun ideal optik tizimda ham tasvir aniq bo'lmaydi.

39-§. DISPERSIYA VA YORUG'LIKNING QUTBLANISHI

Yorug'lik dispersiyasi. Tajribalardan ko'rinadiki, yorug'lik nuri bir shaffof jismdan boshqasiga o'tganda o'z yo'nalishini o'zgartiradi, ya'ni sinadi (40-rasm). Sinish qonuni quyidagicha:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{2,1}, \quad (1)$$

bu yerda, i — yorug'lik nurining ikki muhit chegarasiga tushish burchagi; r — sinish burchagi; $n_{2,1}$ — ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi.



40-rasm.

$$(n_{2,1} = n_2 / n_1).$$

Moddaning absolut sindirish ko'rsatkichi yorug'likning vakuumdagi tezligi c ning shu moddadagi tezligiga v nisbati bilan topiladi, ya'ni

$$n = c / v \quad (2)$$

Agar, n_1 va n_2 ga ega bo'lgan ikkita muhit taqqoslansa, absolut sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan jism **optik jihatdan zich** jism deyiladi.

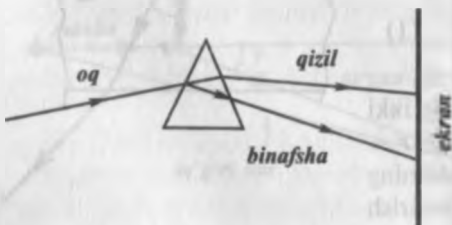
Optik zichliklari bir xil bo'lmagan ikki muhit chegarasida to'lqin uzunliklari turlicha bo'lgan yorug'lik har xil sinadi. Moddaning sindirish ko'rsatkichining tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liqligi tufayli sodir bo'ladigan hodisalarga *dispersiya* deyiladi (dispersiya lotincha *sochilish* ma'nosini beradi).

$$n = f(x) \quad (3)$$

Agar tushayotgan ingichka «oq» nur dastasi yo'liga shaffof prizmani qo'ysak, ekranda yettita rang tasmaidan iborat manzara hosil bo'ladi: qizil, pushti, sariq, yashil, havorang, ko'k, binafsha (41-rasm).

Bu holda prizmadan o'tgan qizil nurlar eng kam, binafsha nurlar esa eng ko'p sinadi. Hosil bo'lgan har xil rangdagi spektr, oq tabiiy yorug'lik (Quyoshdan keluvchi) har xil to'lqin uzunliklaridagi tebranishlarni o'zida mujassamlashtirganligini ko'rsatadi.

Shisha uchun sindirish ko'rsatkichi ko'zga ko'rinuvchi yorug'likning hamma to'lqin uzunliklari uchun 1,5 ga yaqin. Bunda dispersiya shunday bo'ladiki, qizil rangdan ($\lambda = 0,65$ mkm) binafsha rangga ($\lambda = 0,44$ mkm) o'tganda sindirish ko'rsatkichi 1,514 dan 1,534 ga, ya'ni 1,3 %ga oshadi. Shunga qaramasdan, bu olimlarga maxsus asboblari — spektrograflar yordamida har xil moddalarning chiqarish va yutilish spektrlarini o'rganish natijasida ularning tarkibi va xususiyatlari to'g'risida muhim ma'lumotlar olish imkoniyatini beradi.



41-rasm.

Yorug'likning qutblanishi.

Yorug'lik to'lqinlari tarqalayotgan ko'ndalang elektromagnit tebranishlardan iborat, bunda tebranish yo'nalishi to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikular. Tebranishlari bitta parallel tekisliklar tizimida ro'y berayotgan yorug'lik dastasi

qutblangan yorug'lik deyiladi.

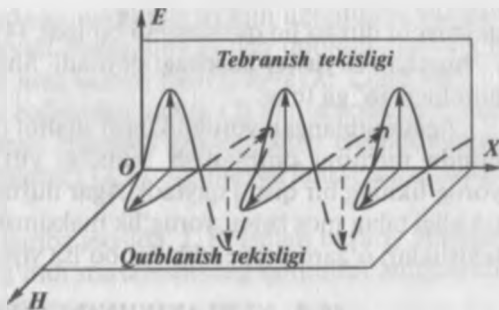
Ma'lumki, elektromagnit to'lqin tarqalganda unda elektr maydon kuchlanganligi vektori $\vec{E}$ va magnit maydon induksiyasi vektori

$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$ nur yo'nalishiga

perpendikular ravishda tebranma harakat qiladilar (42-rasm).

Bunda $\vec{E}$ - vektor

tebranadigan tekislik **tebranish tekisligi**. $\vec{H}$ - vektor tebranadigan tekislik **qutblanish tekisligi** deyiladi.



42-rasm.

Agar $\vec{E}$ - vektor (yoki $\vec{H}$ - vektor) tebranishi bitta tekislikda ro'y bersa, yorug'lik yassi qutblangan (yoki chiziqli qutblangan) deyiladi. $\vec{E}$ va vektorlar yorug'lik tarqalish yo'nalishiga nisbatan aylanishlari mumkin, bunda yorug'lik to'lqini murakkab qutblanishga ega bo'ladi (aylana, ellips).

Atom nurlantirgan yorug'lik kvanti doimo qutblangan. Makroskopik yorug'lik manbayining (masalan, Quyosh, yoritkich chirog'i) nurlanishi esa juda ko'p atomlarning nurlanishlaridan iborat bo'ladi.

Har bir atom taxminan 10^{-8} s vaqt ichida bitta yorug'lik kvanti (foton) chiqaradi. Hamma atomlar har xil qutblangan yorug'lik chiqarganliklari uchun yorug'lik dastasining qutblanishi ana shu vaqt oraliqlari davomida o'zgarib turadi. Shuning uchun, tabiiy nurda qutblanish bilan bog'liq bo'lgan barcha effektlarning o'rtachasi olinadi va u **qutblanmagan** deb ataladi. Qutblanmagan yorug'likdan istalgan qutblanishdagi qismlarni ajratib olish uchun **polyarizatorlar** (qutblantirgichlar) ishlatiladi.

Polyarizatorlar kristallardan, island shpatidan, turmalindan yasaladi. Polyarizator sifatida polyaroid plyonkalaridan ham foydalaniladi. Shaffof yuzadan qaytuvchi va sinuvchi yorug'lik nurlari qisman qutblangan bo'ladi. Bunda tebranishlar qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikular yo'nalishda, singan nurda esa tushish tekisligiga parallel yo'nalishda ko'proq bo'ladi.

Qutblanish darajasi nurlarning tushish burchagiga va moddaning sindirish ko'rsatkichiga bog'liq bo'ladi. Agar tushish burchagi i quyidagi shartni qanoatlantirsa,

$$\operatorname{tg} i = n, \quad (4)$$

qaytuvchi nur to'liq qutblangan bo'ladi. (4) munosabat Bryuster qonuni, i - burchak **Bryuster burchagi** deyiladi. Shisha uchun, ($n=1,53$) Bryuster burchagi 56° ga teng.

Agar qutblangan yorug'lik nuri shaffof plastinkaga tushayotgan bo'lsa, bunda nurning qutblanish tekisligi yuza bilan burchak hosil qilsa yorug'likning bir qismi qaytadi. Agar nurning tushish tekisligi qutblanish tekisligi bilan mos kelsa, yorug'lik maksimal qaytadi, tushish va qutblanish tekisliklari o'zaro perpendikular bo'lsa yorug'lik qaytmay, to'liq yutiladi.

40-§. NURLANISHNING KVANTLI TABIATI. NURLANISHNING ASOSIY QONUNLARI

Yorug'likning yutilishi hamda nurlanishi atom va molekullardagi zaryadlangan zarrachalarning tebranishi natijasida ro'y beradi. Nurlanishni ifodalovchi qonunlar kvant xossasiga ega.

Har qanday qizdirilgan jism o'zidan elektromagnit to'lqin nurlantiradi. Bunda nurlanish energiyasi yutilgan **bir qism** issiqlik miqdori hisobidan bo'ladi. Bunday nurlanish issiqlik nurlanishi deyiladi. Issiqlik nurlanishini tavsiflash uchun nur chiqarish qobiliyati tushunchasi kiritiladi. Nur chiqarish qobiliyati nurlantiruvchi jismning birlik yuzasidan hamma yo'nalishlar bo'yicha nurlanayotgan yorug'lik energiyasi oqimi qiymatiga teng bo'ladi. Shunday qilib, ma'lum nur chiqarish qobiliyati yoritilganlikka to'g'ri keladi.

$$E = F / S, \quad (1)$$

bu yerda, F — yorug'lik oqimi kattaligi, S — yoritilayotgan sirt yuzasi. Yoritilganlik birligi qilib ЛЮКС (ЛК) qabul qilingan.

Agar birorta jism yuzasiga F_1 yorug'lik oqimi tushsa, bu oqimning F_2 — qismi jism tomonidan yutiladi. Oqimning yutilgan qismining tushayotgan oqim kattaligiga bo'lgan nisbati jismning *nur yutish qobiliyati* deyiladi.

$$A = F_2 / F_1 \quad (2)$$

Hamma chastotalar va haroratlar uchun nur yutish qobiliyati birga teng bo'lgan jismlar ($A = 1$) absolut qora jismlar deb ataladi.

Nemis fizigi G.R.Kirxgof shunday qonunni kashf etdiki, bu qonunga asosan, jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati, jismning tabiatiga bog'liq bo'lmay, barcha jismlar uchun to'lqin uzunligi va haroratning universal funksiyasidir.

$$E / A = \varepsilon (\lambda, T) \quad (3)$$

Demak, muayyan haroratda va nurlanish to'liq uzunligida istalgan jismning nur chiqarish qobiliyati uning nur yutish qobiliyatiga to'g'ri proporsionaldir. Absolut qora jism uchun ($A=1$), $E=\epsilon(\lambda, T)$ bo'ladi.

Nur yutish qobiliyati $A \leq 1$ bo'lganligi uchun (3) dan absolut qora jism issiqlik nurlanishning eng intensiv manbayi ekanligi kelib chiqadi. Issiqlik nurlanishi ta'limotining asosiy masalasi $\epsilon(\lambda, T)$ — universal funktsiyaning aynan ko'rinishini aniqlashdir.

Avstriyalik fizik Y. Stefan tajriba asosida, L. Bolsman nazariy jihatdan absolut qora jismning ϵ — yig'indi nurlanishining qonunini aniqlashdi. Stefan-Bolsman qonuniga asosan:

$$\epsilon = \sigma T^4 \quad (4)$$

ya'ni, absolut qora jismning to'liq nurlanish qobiliyati uning absolut haroratining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir; bu yerda, $\sigma = 5,68 \cdot 10^{-8} \text{ Vm/m}^2 \cdot \text{K}^4$. Stefan-Bolsman doimiysi.

$\epsilon(\lambda, T)$ funktsiyaning to'liq uzunligiga bog'liqligi, turli haroratlar ($T_1 < T_2 < T_3$) uchun 43-rasmda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinadiki, absolut qora jism spektrida energiya tekis taqsimlangan. Hamma egri chiziqlarda aniq maksimumlar mavjud bo'lib, u harorat oshgan sari qisqa to'liq uzunliklari sohasiga siljiydi.

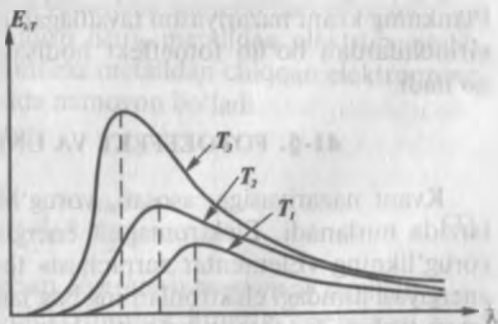
Muayyan T_0 haroratda $\epsilon(\epsilon, T_0)$ funktsiya egri chizig'ining maksimumiga mos keluvchi to'liq uzunligi ($\lambda_{\max}$) absolut haroratga teskari proporsionaldir.

$$\lambda_{\max} = v/T \quad (5)$$

(5) formula Vinning siljish qonunini matematik jihatdan ifodalaydi, bu yerda, $v = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, *Vin doimiysi* deyiladi.

Quyoshning nurlanishi absolut qora jism nurlanishiga juda yaqin, bunda quyosh nurlanishining maksimumi 470 nm ga to'g'ri keladi. Vinning siljishi qonunidan Quyosh yuzasining harorati o'rtacha 6200 K ekanligi kelib chiqadi.

$\epsilon(\lambda, T)$ funktsiyaning haroratga bog'liqligini nazariy jihatdan ko'rib chi-



43-rasm.

qishning uzoq yillar davomida iloji bo'lmadi. Sababi, klassik elektrodinamika qonunlarini issiqlik nurlanishini ifodalovchi elementar jarayonlarga qo'llash mumkin emasligidir. Bu muammoning yechimi kvant nazariyasi asoslari paydo bo'lgach topildi.

1900-yilda nemis fizigi M.Plank, nurlanish jarayonida yorug'lik uzluksiz emas, balki alohida ulushlar — kvantlar (lotin tilida kvantum — miqdor) sifatida chiqariladi degan klassik nazariyaga zid gipotezani ilgari surdi.

Nur chiqaruvchi jism nurlantiradigan elektromagnit energiya qiymati to'liqin tebranish chastotasiga proporsional bo'lgan energiyaning ma'lum qiymati E_0 ga karallidir.

$$E_0 = h \nu, \quad (6)$$

bu yerda, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ bo'lib, Plank doimiysi nomi bilan mashhur bo'lgan universal konstanta.

Yuqoridagilarga asoslanib va statistik fizika qonunlaridan foydalanib Plank o'zining mashhur ifodasini hosil qildi.

$$\varepsilon(\lambda, T) = 2\pi s^2 h/\lambda^5 (e^{hc/\lambda \cdot kT} - 1) \quad , \quad (7)$$

bu yerda, s — yorug'lik tezligi, k — Bolsman doimiysi. Bu formula asosida absolut qora jismning nurlanish intensivligi hisoblangan qiymatlari tajriba qiymatlarida katta aniqlik bilan mos keladi.

«...Plankning nurlanish qonuni boshqa xulosalardan mustaqil ravishda atomlarning absolut qiymatlarining birinchi aniq ta'rifini berdi. Bundan ortiq ravishda, u materiyaning atomistik tarkibidan tashqari, Plank kirgizgan universal doimiysi boshqaradigan energiyaning ham atomistik tarkibi mavjudligini ko'rsatdi. Bu kashfiyot fizikaning XX asrdagi hamma tadqiqotlariga asos bo'ldi», — deb, A.Eynshteyn o'n yillar o'tgach Plankning kvant nazariyasini tavsiflagan edi. Bu nazariyani A.Eynshteyn birinchilardan bo'lib fotoeffekt hodisasini tushuntirishda amaliyotda qo'lladi.

41-§. FOTOEFFEKT VA UNING QONUNLARI

Kvant nazariyasiga, asosan, yorug'lik alohida ulushlar — kvantlar tarzida nurlanadi. Elektromagnit energiya kvantlariga to'g'ri keluvchi yorug'likning «Elementar zarrachasi» foton deyiladi. Agar jism sirtiga energiyasi jismdagi elektronlarning bog'lanish energiyasidan katta bo'lgan foton tushsa, bu fotonning yutilishi natijasida jismdan elektron ajralib chiqishi mumkin. Bunday jarayonga, *fotoeffekt hodisasi* deyiladi.

Fotoeffekt ikki xil bo'ladi: tashqi va ichki. Elektromagnit nurlanishi tushgan jism yuzasidan elektronlarning uchib chiqishiga *tashqi fotoeffekt* deyiladi. *Ichki fotoeffekt* qattiq jism (yarim o'tkazgich) atomlari elektronlari elektromagnit nurlanishini yutgach holatlarning qayta taqsimlanishi bilan bog'liq.

Fotoeffekt hodisasini rus fizigi A.R.Stoletov o'rganib, quyidagi qonuniyatlarini kashf etgan:

1) fotoeffektda metallardan uchib chiqayotgan elektronlarning tezligi tushayotgan yorug'likning chastotasi ν ga bog'liq bo'lib, yorug'lik intensivligiga bog'liq emas;

2) vaqt birligi ichida ajralib chiqayotgan elektronlarning soni tushayotgan nurlanish intensivligiga proporsionaldir.

3) har qanday modda uchun yorug'likning chegaraviy eng kichik chastotasi ν_{min} mavjudki (fotoeffektning «qizil chegarasi») undan kichik chastotalarda fotoeffekt hodisasi ro'y bermaydi.

Fotoeffektning birinchi va uchinchi qonunlarini klassik elektromagnit nazariya asosida tushuntirib bo'lmaydi. Chunki, bu holda elektronlarning tezligi to'lqin amplitudasi, ya'ni yuzaning yoritilganligi ko'payishi bilan oshishi kerak.

Fotoeffekt hodisasini A.Eynshteyn mufassal tushuntirib berdi. U M.Plankgi potezasini rivojlantirib, **yorug'lik kvantlar (fotonlar) tariqasida nurlanibgina qolmay, yorug'lik energiyasining tarqalishi ham, yutilishi ham kvantlangan bo'ladi**, degan g'oyani ilgari surdi. Bunda jism tomonidan nurlanishning yutilishi bitta fotonning energiyasiga ($E_\gamma = h\nu$) karrali bo'ladi.

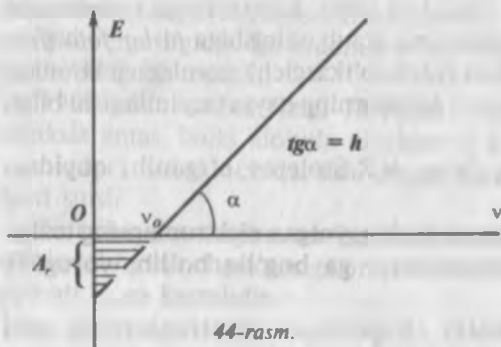
Fotoeffekt hodisasida fotonlarning ayrimlari metall sirtiga yaqin joylashgan elektronlar bilan ta'sirlanadi, bunda ularning $h\nu$ energiyasi elektronga o'tadi. Agar bu energiya yetarlicha katta bo'lsa (ya'ni $h\nu > A_\gamma$, bu yerda, A_γ — elektronning chiqish ishi), metallidan elektron ajralib chiqadi. Energiyaning qolgan qismi esa metallidan chiqqan elektronning maksimal kinetik energiyasi sifatida namoyon bo'ladi.

Energiya saqlanish qonunidan:

$$h\nu = A_\gamma + \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Bu ifoda tashqi fotoeffekt uchun *Eynshteyn tenglamasi* deyiladi.

(1) ifodadan ko'rinadiki, elektronning kinetik energiyasi ν - chastotaga chiziqli bog'liq bo'lib, nurlanish intensivligiga bog'liq emas. Bu bog'liqlik grafigi 44-rasmda keltirilgan.



44-rasm.

qadi, ya'ni «fotoeffektning qizil chegarasi» faqat elektronning chiqish ishiga bog'liq bo'ladi. Agar,

$$\lambda_0 = s / \nu_0 \text{ ni} \quad (3)$$

hisobga olsak,

$$\lambda_0 = sh / A_r \text{ bo'ladi.} \quad (4)$$

Bu ifodadan, λ_0 dan katta to'liqin uzunliklarida ($\lambda > \lambda_0$), ya'ni qizil to'liqinlarga yaqin to'liqin uzunliklarida fotoeffekt hodisasi ro'y bermasligi kelib chiqadi.

Fotoeffekt hodisasi amaliyotda keng qo'llaniladi. Yorug'lik oqimini elektr signallariga aylantiruvchi qurilmalar — fotoelementlar tashqi fotoeffekt asosida ishlaydi. Fotoko'paytirgichlar asosida ham fotoeffekt hodisasi yotadi. Fotoelementlar, fotoko'paytirgichlar o'lchov asboblari, turli xil relelarda, avtomatlashtirish tizimlarida ishlatiladi.

Tushayotgan fotonlar ta'sirida yarim o'tkazgichlarda elektronlarning qayta taqsimlanishi natijasida erkin elektr zaryadlari paydo bo'ladi, natijada, uning elektr qarshiligi kamayadi. Bunday ichki fotoeffekt asosida ishlaydigan fotoelementlarga *fotoqarshiliklar* deyiladi. Elektromagnit nurlanish ta'sirida ularning qarshiligi o'zgaradi, bu esa zanjirdagi tokning o'zgarishiga olib keladi. Fotoqarshiliklar fotoelementlardan farqli ravishda, infraqizil nurlanishlarda ham ishlaydi. Ularning yordamida kuchsiz qizdirilgan jismlarning haroratini o'lchash mumkin. Masalan, maxsus asboblarda yordamida inson tanasining harorat xaritasini aniqlab, haroratning taqsimlanishi bo'yicha inson salomatligini nazorat qilish mumkin.

Fotoeffekt hodisasi asosida ishlovchi quyosh batareyalari kosmik apparatlar va uchuvchi korabllarni elektr energiyasi bilan ta'minlaydi.

Quyosh batareyalari yorug'likni elektr energiyasiga aylantirib beruvchi ko'plab fotodiodlardan tashkil topgan. Hozirgi davrda olimlar F.I.K. katta bo'lgan, yutayotgan yorug'lik energiyasini elektr tokiga deyarli to'liq aylantira oladigan fotodiodlar ustida muvaffaqiyatli ishlar olib bormoqdalar.

42-§. MAXSUS NISBIYLIK NAZARIYASI ELEMENTLARI

XX asrning buyuk fiziklaridan A.Eynshteyn tomonidan yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasi asosida ikkita postulat (postulat — isbotsiz ham qabul qilinaveradigan qoida, faraz) yotadi (I, II).

I. Nisbiylik qonuni.

Barcha inersial sanoq tizimlarida tabiatning qonunlari bir xil bo'ladi. Eynshteyn bir sanoq tizimidan boshqasiga o'tganda Galiley almash-tirishlaridan emas (19-§ ga qarang), balki umumiy bo'lgan Lorens almashtirishlaridan foydalanish lozimligini ko'rsatdi:

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{x' + v_0 t'}{\sqrt{1 - \beta^2}}; \\ Y &= y' \\ Z &= z' \\ t &= \frac{t' + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

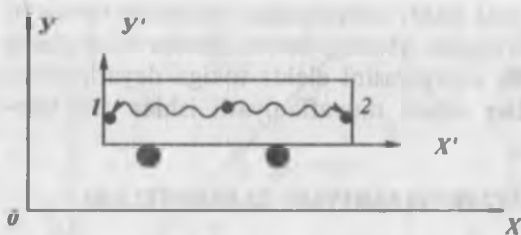
bu yerda, $\beta = v_0 / c$

Shuning uchun Eynshteynning nisbiylik prinsipini boshqacha ta'riflash mumkin: **Tabiat qonunlarini ifodalovchi tenglamalar Lorens almash-tirishlariga nisbatan invariantdir.**

II. Yorug'lik tezligining doimiy bo'lishligi qonuni.

Vakuumdagi yorug'lik tezligi yorug'lik manbayining harakatiga bog'liq bo'lmaydi va demak hamma inersial sanoq tizimlarida bir xil bo'ladi. Bu ikkinchi postulatdir.

Shuni qayd etish kerakki, vakuumdagi yorug'lik tezligi tabiatda o'zaro ta'sirlar tarqalishining chegaraviy tezligidir. Bundan muhim xulosa kelib chiqadi: **Nyuton mexanikasida absolut (cheksiz tezlikda uzatiladi) deb hisoblangan bir vaqtlilik tushunchasi, haqiqatda esa nisbiydir.** Bu faktni quyidagi misolda ko'rib chiqaylik. Faraz qilaylikki, bir tekis harakat-



45-rasm

lanayotgan vagon o'rtasidan ikki yo'nalish bo'y-lab yorug'lik signali tarqalsin (45-rasm). Vagon-dagi passajir vagonning ikkala tomoniga (boshi va oxiriga) signalning bir vaqtda yetib borganligini

kuzatadi. Stansiyada turgan navbatchi o'tib borayotgan vagonning oxiriga (1-nuqtaga) signalning avval yetib borganligini ko'radi, chunki 1-nuqta signalga qarab harakatlanadi, signal esa 2-nuqtaning orqasidan quvib yetishi kerak. Natijada, har xil sanoq tizimlarida vaqt o'tishining har xil bo'lishi kelib chiqadi. Lekin, eng asosiysi shuki, fazo va vaqt o'zaro bog'liq bo'lib, yagona fazo — vaqtning to'rt o'lchamini hosil qiladi. Bu shuni bildiradiki, nisbiylik nazariyasida istalgan voqea (masalan, atomdagi yadro yemirilishi) hamma vaqt to'rtta kattalik bilan, ya'ni, X , U , Z - koordinata va hodisa vaqti t bilan belgilanadi. Bu kattaliklarning qiymatlari sanoq tizimiga bog'liq bo'ladi.

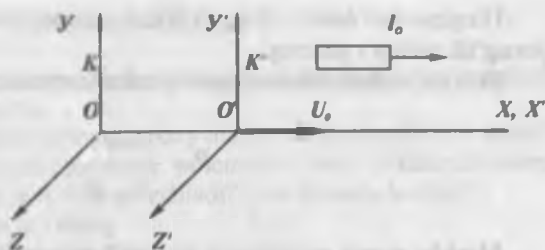
Voqeaning bir vaqtligi to'g'risida gapirilganda, quyidagilarga alohida urg'u bermoq kerak. Agar voqealar orasida sababiy bog'lanish bo'lsa, voqea-sabab hamma sanoq tizimlarida voqea-oqibatdan oldin keladi. Barcha sanoq tizimlarida boshlang'ich zarraning tug'ilishi uning yemirilishidan oldin ro'y beradi.

Fazoning bir nuqtasida bir inersial sanoq tizimidan boshqasiga o'tganda ikkita voqealar orasidagi miqdoriy vaqt intervali quyidagicha o'zgaradi. Voqealar orasidagi vaqtni (masalan, zarraning tug'ilishi va yemirilishi) qo'zg'almas sanoq tizimida τ_0 bilan, birinchi tizimga nisbatan v tezlik bilan harakatlanayotgan sanoq tizimida esa τ bilan belgilasak:

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (2)$$

bo'ladi. Bundan, $\tau > \tau_0$ bo'lganligi uchun harakatlanayotgan sanoq tizimida vaqtning sekin o'tishligi kelib chiqadi. Agar $v_0 \ll c$ bo'lsa, bunday relyativistik effekttni, ya'ni vaqtning sekinlashganligini hisobga olmasa ham bo'ladi. Boshqa relyativistik effektlar ham s -yorug'lik tezligiga yaqin tezliklardagina seziladi.

Nafaqat vaqt, balki masofa ham nisbiydir. Buni 46-rasmdan ko'rish mumkin. K' -sanoq tizimiga nisbatan qo'zg'almas bo'lgan $l_0 = X_2 - X_1$ uzunlikdagi sterjen K sanoq tizimiga nisbatan X o'qi bo'ylab (K sanoq tizim bilan birgalikda) v_0 tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin.



46-rasm.

Qo'zg'almas K sanoq tizimiga nisbatan sterjen uzunligi quyidagicha:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2} \quad (3)$$

Agar sterjenning harakat tezligi v_0 yorug'lik tezligi s ga yaqinlashsa, sterjen uzunligi l_0 kamaya borib nolga intiladi.

$$\beta = \frac{v_0}{c} = 1 \quad \text{ba} \quad l = l_0 \sqrt{1 - 1} = 0$$

Nisbiylik nazariyasida, Nyuton mexanikasi bilan taqqoslaganda tezliklarni qo'shish formulasi ham o'zgaradi. Faraz qilaylik, zarra v_0 tezlik bilan harakatlanayotgan sanoq tizimi yo'nalishida X va X' o'qlar bo'ylab harakat qilsin (46-rasm).

Zarraning K tizimdagi tezligi v , K' sanoq tizimidagi tezligi v' bo'lsin. Bu holda:

$$v = \frac{v' + v_0}{1 + \frac{v_0 v'}{c^2}} \quad (4)$$

(4) ifoda yordamida turli sanoq tizimlarida tezlikning haqiqatdan ham bir xil ekanligini tekshirish mumkin.

Agar tezliklardan birortasi, masalan, $v' = c$ bo'lganda ham yig'indi tezlik s dan katta bo'lmaydi:

$$v = \frac{c + v_0}{1 + \frac{v_0 c}{c^2}} = c \quad (5)$$

Agar $v' = v_0 = c$ bo'lganda ham, (5) ga asosan $v = c$ bo'ladi.

Haqiqatdan ham olingan ikkala sanoq tizimlarida zarraning tezligi yorug'lik tezligi s ga teng.

Maxsus nisbiylik nazariyasida zarra impulsi quyidagicha:

$$P = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (6)$$

Moddiy nuqta relyativistik dinamikasining asosiy tenglamasi (Nyutonning ikkinchi qonuni) quyidagicha:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\beta^2}} \right) = \vec{F} \quad (7)$$

Bundan ko'rinadiki, katta tezlik bilan harakatlanayotgan zarraning massasi kuch va tezlanish orasidagi munosabatda proporsionallik koeffitsiyenti emas. Bundan tashqari relyativistik mexanikada $\vec{F}$ — kuch invariant bo'lmaydi, ya'ni turli inersial sanoq tizimlarida u har xil kattalik va yo'nalishlarga ega bo'ladi. Bunda, tezlanishning yo'nalishi kuch yo'nalishi bilan mos kelmaydi.

V_0 tezlik bilan harakatlanayotgan erkin zarraning to'liq energiyasi uchun Eynshteyn quyidagi ifodani oldi:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (8)$$

Hech qanday kuchlar ta'sir qilmagan zarra *erkin* deyiladi.

Harakatsiz zarra tinch energiyaga ega:

$$E_0 = mc^2 \quad (9)$$

Bu energiya uning ichki energiyasi bo'ladi. Shuning uchun nisbiylik nazariyasida zarraning to'liq energiyasi deb uning kinetik va tinch energiyalarining yig'indisiga aytiladi.

Zarralar bir-biri bilan ta'sirlanganda ularning yig'indi massasi saqlanmasligi mumkin, Masalan, elektron va pozitron uchrashganda annigilatsiya ro'y berib, ular yo'q bo'lib ketadi. Bunda pozitron va elektronlarning hamma tinch massasi paydo bo'lgan γ -fotonning energiyasiga aylanadi (8-ifoda asosida). γ -fotonlarning tinch massasi nolga teng, ular faqat c tezlik bilan harakat qilgandagina yashashi mumkin.

SINOV SAVOLLARI

1. Zaryadlar saqlanish qonunining mohiyati nimada? Bu qonunning namoyon bo'lishiga misollar keltiring.
2. Kulon qonunini tushuntirib bering. Qanday maydon elektrostatik deb ataladi?
3. Kuchlanish, potensial, elektr maydoni, potenciallar farqi ta'riflarini bering.
4. O'tkazgich elektr sig'imi deb nimaga aytiladi? U nimalarga bog'liq?
5. Om, Joul-Lens qonunini ta'riflang.
6. Magnit maydoni induksiyasi nima?
7. Amper kuchi yo'nalishi nimalarga bog'liq va u qanday aniqlanadi?
8. Magnit oqimi deb nimaga aytiladi?
9. Uyurmali toklar nima? Ular foydalimi yoki foydasizmi?
10. Qanday fizik kattalik genrida o'lchanadi?
11. Qanday moddalarga diamagnitlar, paramagnitlar va ferromagnitlar deyiladi? Ularning xususiyatlarini tushuntiring.
12. Yer magnit maydonining vujudga kelishi nima bilan bog'liq?
13. Elektromagnit maydon nima? Elektr va magnit maydonlari alohida-alohida mavjud bo'lishi mumkinmi?
14. Elektromagnit to'lqin nima? Uning tarqalish tezligi qanday?
15. Muhitning absolut sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosi nima? Nisbiy sindirish ko'rsatkichi nima?
16. To'la ichga qaytish qanday hollarda kuzatiladi?
17. Fotodiodlarning ishlash prinsipi qanday?
18. Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyasining asosiy xulosalari nimalardan iborat?
19. Nima uchun yorug'likning korpuskulyar-to'lqin tasavvurlari paydo bo'lgan?
20. Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasi nima?
21. Difraksion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligi qanday aniqlanadi?
22. Yorug'lik dispersiyasi hodisasi nima?
23. Tabiiy yorug'lik nima? Qutblangan yorug'lik-chi?
24. Yorug'lik qutblanishining mohiyati nimada?
25. Yorug'lik to'g'risidagi kvant nazariyasining mohiyati nimada? Ular asosida fotoeffekt qonunlarini tushuntiring.
26. Fotoeffekt bo'yicha plank doimiysi qanday aniqlanadi.
27. Relyativistik impuls saqlanish qonuni nima? Relyativistik massa saqlanish qonuni-chi?
28. Massa va energiyasining o'zaro bog'liqligi formulasini yozing. Ularning fizik mohiyatini tushuntiring.

V bob. ATOM VA YADRO FIZIKASI ELEMENTLARI. YADRO ENERGETIKASI

43-§. ATOM TO'G'RIDAGI TASAVVURLARNING EVOLUTSIYASI

XX asrning boshlarida fanda atom tuzilishi to'g'risida to'g'ri tasavvurlar mavjud emas edi. 1903-yilda ingliz fizigi D.Tomson ichiga elektronlar «sochilgan», hajmi bo'yicha musbat zaryadlangan sfera shaklidagi atom modelini taklif etdi. Bunda elektronlarning mantiy zaryadlari yig'indisi sferaning musbat zaryadi bilan kompensatsiyalashadi. Natijada, atom elektr jihatdan neytral bo'ladi.

1911-yilda yana bir ingliz fizigi E.Rezerford α - zarralar (geliy yadrolari) ning yupqa metall folgada (qalinligi 1 mkm) sochilishiga oid tajribalar o'tkazdi. Tajribalarda shu narsa kuzatildiki, ko'pchilik α - zarralar folgadan bir oz og'ib o'tib ketdi, ayrimlari esa (taxminan 10000 dan bittasi) 90° dan katta burchakka og'di. Ba'zi α - zarralar orgaga «sakrab» ham ketdi. Bu hodisa atom ichida katta massa bilan bog'liq bo'lgan va juda kichik hajmda to'plangan, musbat zaryadlar hosil qilgan kuchli elektr maydoni mavjudligidan dalolat beradi. Tajriba natijalariga asoslanib, Rezerford atomning yadroli modelini (ba'zan, atomning planetar modeli deb ham ataladi) taklif etdi. Bu modelga asosan, atom markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo'lib (yadro o'lchami 10^{-15} m), yadroda atomning deyarli hamma massasi mujassamlashgan (atomning o'lchami 10^{-10} m). Yadro atrofida aylanma orbita bo'ylab aylanuvchi elektronlar joylashgan. Atomdagi elektronlar soni elementlar davriy sistemasidagi elementlar tartib raqamiga teng bo'ladi.

Rezerford yadro modeli asosida sochilgan α — zarralarning taqsimlanishining sochilish burchagiga bog'liqligi formulasini ishlab chiqdi. Bu ifoda tajribada to'liq tasdiqlandi. Shuni aytish joizki, Rezerfordning planetar modeli to'liq qaror topguncha qator qiyinchiliklarni boshidan kechirdi. Bu qiyinchiliklar elektronlarning atomdagi harakati bilan bog'liq edi. Planetar modelga ko'ra yadro atrofida berk orbita bo'ylab harakatlanayotgan elektron katta tezlanishga ega bo'lishi lozim. (Ma'lumki,

aylanma harakat qilayotgan jismning normal tezlanishi mavjud bo'ladi.) Klassik elektrodinamikaga, asosan, bunday elektron elektromagnit nurlanish chiqarishi va buning natijasida uning energiyasi kamayib borishi tufayli orbitasi borgan sari torayib, natijada, u yadroga qulab tushishi kerak. Vaholanki, atomlar barqarordir. Boshqa qiyinchiligi: bu model atomlar spektrlarining chiziqligini tushuntirib bera olmadi.

Bu qiyinchiliklarni yengish uchun daniyalik fizik Nils Bor 1913-yilda klassik fizikaga zid bo'lgan ikkita postulatni ilgari surdi:

1. Atomda elektronlar istalgan orbitalar bo'ylab emas, balki ma'lum kvant shartlarini qanoatlantirgan orbitalarda harakatlanadi. Bunday turg'un orbitalarda harakatlanayotgan elektronlar tezlanishga ega bo'lsa ham elektromagnit to'lqin nurlantirmaydi.

2. Elektron bir turg'un holatdan boshqasiga o'tganda nurlanish $h\nu$ energiya kvanti sifatida chiqariladi yoki yutiladi:

$$h\nu = E_n - E_m \quad (1)$$

bu yerda, h — Plank doimiysi, n va m — holatlar tartibi. Ko'plab o'tkazilgan tajribalar, xususan, 1914-yilda Frank va Gers tomonidan amalga oshirilgan tajriba atomda diskret energetik sathlar mavjudligini tasdiqladi.

Bor o'z postulatlariga tayangan holda yaratgan vodorod atomining nazariyasi asosida, nazariy aniqlagan vodorod atomi spektral chiziqlarining chastotasi tajribada aniqlangan qiymatlari bilan mos keldi. Lekin, bu nazariya vodoroddan keyingi atom—geliy atomining qonuniyatlarini mutlaqo tushuntira olmadi. Buning asosiy sababi nazariyaning ichki ziddiyatlaridir. Bor nazariyasining asosiy xislati shundaki, u mikroduyo hodisalariga klassik fizika qonunlarini qo'llash mumkin emasligini ko'rsatdi. Shuningdek, bu nazariya yarim klassik, yarim kvant nazariyasi edi. Shuni aytish joizki, Bor nazariyasi atom fizikasining rivojlanishida muhim o'rin tutadi.

Faqatgina kvant nazariyasi mikroduyo fizikasini butun tafsiloti bilan tushuntirib bera oldi.

44-§. MIKROZARRALARNING KORPUSKULAR — TO'LQIN XUSUSIYATI. DE BROYL GIPOTEZASI

1924-yilda fransuz fizigi Lui de Broyl shunday gipotezani ilgari surdiki, bu gipotezaga asosan, nafaqat to'lqinlar (masalan, yorug'lik) zarra xususiyatiga ega (bu yorug'lik uchun fotoeffekt hodisasida ko'rinadi).

balki uning teskarisi ham to'g'ridir, ya'ni zarralar ham to'lqin xususiyatiga egadir. Shunday qilib, de Broyl korpuskular-to'lqin dualizmini materiyaga xos universal xususiyat ekanligini taklif etdi. U harakatlanadigan zarraning to'lqin uzunligini hisoblash formulasini berdi va ushbu g'oyani ilgari surdi. Foton (yorug'lik kvanti) quyidagi energiyaga:

$$E = h \omega \quad (1)$$

va impulsiga ega:

$$p = \frac{2\pi h}{\lambda}, \quad (2)$$

bu yerda, $h = h / 2\pi$

De Broyl gipotezasiga asosan, zarralarning to'lqin xususiyatlarini aniqlashda yuqoridagi munosabatlardan foydalanish mumkin. Masalan, zarraning to'lqin uzunligi va chastotasi quyidagilardan topiladi:

$$\lambda = \frac{2\pi h}{p}, \quad (3)$$

$$\omega = \frac{E}{h} \quad (4)$$

De Broyl gipotezasi tez orada (1927-yildayoq) bir qator tajribalarda ajoyib tarzda tasdiqlandi. J.P.Tomson va P.S.Tartakovskiylar elektronlar oqimining metall folgadan o'tganda difraksion tasvir berishini kuzatdilar. Olingan difraksion tasvirning (3) ifoda bilan aniqlanadigan ma'lum to'lqin uzunlikdagi rentgen nurlari beradigan difraksion tasvirga aynan o'xshashligi kuzatildi.

45-§. GEYZENBERGNING NOANIQLIKLAR MUNOSABATI

1927-yilda nemis fizigi V. Geyzenberg mikrozzaralarning o'ziga xos xususiyatlarini ifodalovchi juda muhim munosabatni e'lon qildi. Bunga asosan, istalgan mikrozarra, masalan, elektron, bir vaqtning o'zida ham X — koordinatasini, ham unga mos keluvchi impuls R_x — komponentasining aniq qiymatlariga ega bo'la olmaydi.

X va R_x qiymatlarining noaniqliklari quyidagi munosabatni qanoatlantiradi:

$$\Delta X \cdot \Delta P_x \geq \frac{h}{2\pi} \quad (1)$$

Bu munosabatga ko'ra zarraning koordinatasini qanchalik ko'p aniqlamoqchi bo'lsak, zarra impulsining shu koordinata o'qidagi proyeksiyasi shuncha noaniqlashadi. Tabiiyki, xuddi shunday munosabatlar boshqa U va Z koordinata o'qlari uchun ham to'g'ri bo'ladi:

$$\Delta Y \cdot \Delta P_y \geq \frac{h}{2\pi}, \quad (2)$$

$$\Delta Z \cdot \Delta P_z \geq \frac{h}{2\pi}$$

Geyzenberg noaniqliklar munosabatlaridan mikrozararlarga trayektoriya tushunchasini qo'llash mumkin emas degan xulosa kelib chiqadi. Haqiqatdan ham, agar vaqtning berilgan momentida zarraning joylashgan joyi aniq bo'lsa, vaqtning keyingi momentida uning joyini aytish mumkin emas, chunki zarraning impulsi umuman ma'lum bo'lmaydi.

Noaniqliklar munosabati mikroobyektning impulsi yoki koordinatasini istalgancha aniqlik bilan o'lchash mumkin emasligini ko'rsatadi, deb o'ylash to'g'ri emas. Bu noaniqliklar munosabati mikroobyekt bir vaqtning o'zida koordinata va impulsning istalgancha aniq qiymatlariga ega bo'la olmasligini bildiradi, xolos.

Shunday qilib, mikroduyo hodisalarini tasvirlovchi kvant nazariyasida mikroobyektlar harakati, fazodagi o'rni, impulsi haqidagi klassik tasavvurlardan butunlay voz kechish kerak ekan.

46-§. SHREDINGER TENGLAMASI. TO'LQIN FUNKSIYASI VA UNING STATISTIK MA'NOSI

De Broyl g'oyasi kvant mexanikasining yaratilishida muhim ahamiyat kasb etadi. 1926-yilda avstriyalik fizik E. Shredinger kvant mexanikasining asosiy tenglamasini quyidagicha taklif etdi:

$$\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + \vartheta \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}, \quad (1)$$

bu yerda, $\hbar = h / 2\pi$ — Plank doimiysi; m — mikrozarra massasi $i = \sqrt{-1}$ mavhum birlik. ϑ — mikrozarra potentsial energiyasi.

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad \text{Laplas operatori.}$$

ψ — to'lqin funksiyasi, «psi — funksiyasi» deb o'qiladi. Shredinger tenglamasi turli kuch maydonlarida harakatlanuvchi mikrozararlarning to'lqin funksiyasini topish imkoniyatini beradi. Lekin nima uchun bu tenglamani yechib, to'lqin funksiyani (ψ) izlash lozim? Bunga javob to'lqin funksiyasining fizik ma'nosidan kelib chiqadi: **to'lqin funksiyasi modulining kvadrati mikrozararani fazoning birlik hajmida qayd qilish ehtimolligiga teng bo'ladi.**

Demak, fazoning biror dv hajmida mikrozararani qayd qilish ehtimolligi quyidagicha:

$$dP = |\psi|^2 dv \quad (2)$$

Mikrozararani fazoning biror-bir nuqtasida qayd qilish muqarrar voqea bo'lganligi uchun uning ehtimolligi birga teng, ya'ni

$$\int |\psi|^2 dv = 1 \quad (3)$$

Bu ifoda to'lqin funksiyalarini **normallashtirish sharti** deyiladi. To'lqin funksiyasining fizik ma'nosidan, kvant mexanikasi mikrozararining fazodagi holatini aniq aytib bermaydi, balki mikrozararining fazoning u yoki bu nuqtalarida mavjud bo'lish ehtimolligini aytib beradi, degan xulosa kelib chiqadi. Demak, kvant mexanikasi statistik xususiyatga egadir. Agar kuch maydoni qo'zg'almas bo'lsa, ya'ni vaqt bo'yicha o'zgarmasa Shredinger tenglamasi oddiy holatga keladi:

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0, \quad (4)$$

bu yerda, E — mikrozararining to'liq energiyani bo'lib, u qo'zg'almas (statsionar) maydon uchun doimiy bo'ladi.

Shuni alohida qayd qilish kerakki, Shredinger tenglamasi xuddi Nyuton tenglamasi ($F=ma$) kabi ilgari ma'lum bo'lgan munosabatlardan foydalanib keltirib chiqarilmaydi. U asosiy faraz sifatida qabul qilinadi. Chunki bu tenglamani mikroduyo obyektlariga qo'llash tufayli vujudga kelgan xulosalar tajriba natijalari bilan juda mos keladi. Buni esa tenglamaning isboti deb qabul qilish mumkin. U faqat matematik yo'l bilan keltirib chiqarilmasdan, aniqlanadi hamda uning to'g'riligi tenglama yordamida olingan natijalarning tajribaga mos tushishi bilan tasdiqlanadi.

47-§. ENERGIYANING KVANTLANISHI

Differensial tenglamalar nazariyasidan ma'lumki,

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar}(E - \phi)\psi = 0$$

ko'rinishdagi tenglamalar faqat E — **energiyaning xususiy qiymatlari** deb ataluvchi ba'zi qiymatlaridagina yechimga ega bo'ladi. Tenglamaning ularga mos kelgan yechimlari esa **masalaning xususiy funksiyalaridir**.

Energiyaning xususiy qiymatlarini va masalaning xususiy funksiyalarini topish ko'pincha matematik nuqtayi nazardan qiyin bo'ladi.

Oddiy misolni, mikrozarra tushib o'tiradigan potentsial o'radagi harakatini ko'rib chiqaylik. Bunda mikrozarra faqat bir o'q bo'ylab, masalan, X-o'qi yo'nalishida harakatlanishi mumkin. Uning harakati mikrozarra ideal qaytaradigan o'raning devorlari ($x=0$, $x=l$) bilan chegaralangan. Mikrozarra o'ra ichida uning devorlari orasida erkin harakatlanadi, lekin o'ra tashqarisiga chiqa olmaydi (47-rasm).

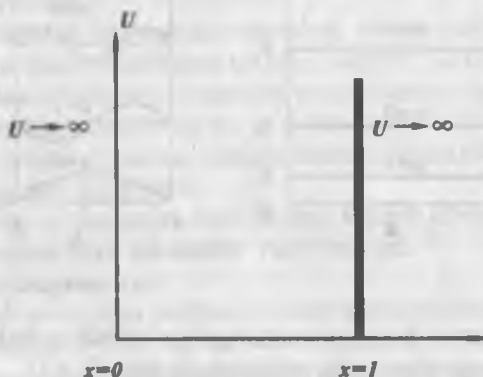
O'ra ichida ($0 \leq x \leq l$) potentsial energiya o'zgarmas va nolga teng. O'radan tashqarida ($x < 0$ va $x > l$) potentsial energiya cheksizlikka intiladi.

Shredinger tenglamasining yechimi mikrozarra energiyasining xususiy qiymatlari E_n va masalaning xususiy funksiyasini $\psi_n(x)$ topish imkoniyatini beradi:

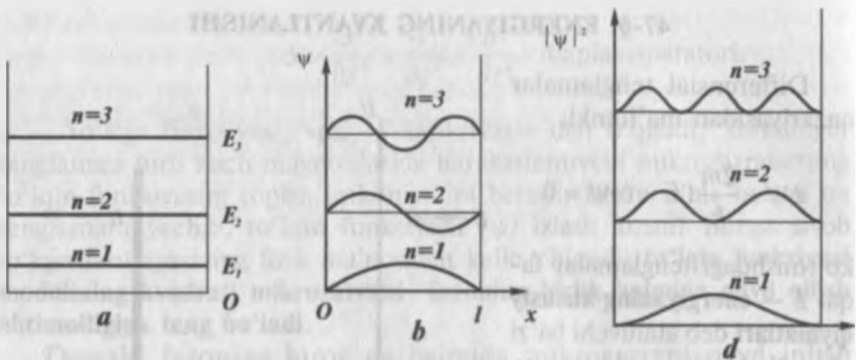
$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ml^2} n^2, \quad (n = 1, 2, 3, \dots), \quad (1)$$

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \frac{n\pi x}{l}; \quad (n = 1, 2, 3, \dots), \quad (2)$$

Bunda, energiyaning diskret qiymatlari hosil bo'ladi, ya'ni mikrozarra ixtiyoriy qiymatlarga emas, balki E_n ga teng bo'lgan energiyaning bir



47-rasm.



48-rasm.

qator diskret qiymatlariga ega bo'lishi mumkin. Qizig'i shundaki, mikrozarra energiyasining minimal qiymati $E_1 \neq 0$;

48-rasmda quyidagilar keltirilgan:

- mikrozarra energetik sathlarining sxemasi;
- unga mos keluvchi xususiy funksiyalari;
- o'raning devorlaridan turli masofalarda mikrozarra topilish ehtimolligi zichligi.

Rasmdan ko'rinadiki, klassik fizika nuqtai nazaridan g'ayrioddiy hol sodir bo'lgan, ya'ni $n=2$ holatdagi mikrozarra o'raning o'rtasida topib bo'lmaydi, $n=3$ holatdagi mikrozarra esa $x=1/3 l$, va $x=2/3 l$ joylarida topilishning ehtimolligi nolga teng.

Klassik tasavvurlarga ko'ra esa o'raning turli joylarida mikrozarra topilish ehtimolligi bir xildir.

48-§. MAJBURIY NURLANISH

Atomning qo'zg'almas holatida elektronlar eng pastki energetik sathlardan boshlab, Pauli prinsipi asosida joylashadi. Pauli prinsipining ta'rifi quyidagicha:

atomdagi n , l , m va S kvant sonlari to'plami bilan tavsiflanuvchi bxtiyoriy energetik sathda bittadan ortiq elektron bo'lishi mumkin emas.

Bu kvant sonlari elektronning atomdagi holatini tavsiflab, quyidagicha ataladi:

n — bosh kvant soni ($n=1, 2, 3, \dots$);

l — azimutal kvant soni ($l=0, 1, 2, \dots, n-1$);

m_l — magnit kvant soni ($m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$);

m_s — spin kvant soni ($m_s = +1/2, -1/2$).

Sathning energiyasi, asosan, n va l sonlariga bog'liq bo'ladi, lekin

m_l, m_s — sonlariga ham uncha katta bo'lmagan bog'liqligi mavjud, chunki magnit va spin kvant sonlarining qiymatlari orbital va spin momentlarining o'zaro oriyentatsiyalariga bog'liq bo'ladi.

Atomda elektronlar bir sathdan boshqasiga, masalan, yuqori energetik sathdan pastkisiga yoki teskari yo'nalishda o'tishi mumkin. Lekin, pastki sathdan yuqoriroq sathga o'tish atom energiya yutgandagina ro'y beradi. Yuqoriroq sathdan pastki sathga o'tish o'z-o'zidan sodir bo'ladi. Bunga *spontan nurlanish* deyiladi. Spontan nurlanishning ehtimolligi atomning ichki xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

Bulardan tashqari moddaga tushayotgan nurlanishni keltirib chiqaradigan **majburiy** yoki **induksiyalangan nurlanish** ham mavjud.

Bu nurlanish quyidagi xususiyatga ega:

1) nurlanishning tarqalish yo'nalishi majbur etuvchi nurlanishning yo'nalishi bilan aynan mos keladi.

2) majburiy hamda majbur etuvchi nurlanishlarning chastotasi, fazasi va qutblanishi tamoman bir-biri bilan mos keladi.

Majburiy nurlanish va majbur etuvchi nurlanishning kogerent bo'lganligidan optik kvant generatorlari — lazerlar ishlashida foydalaniladi.

49-§. OPTIK KVANT GENERATORLARI — LAZERLAR

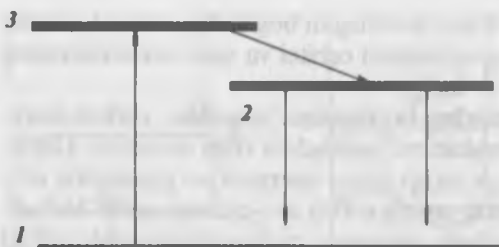
Majburiy nurlanishdan elektromagnit to'lqinlarni kuchaytirishda foydalaniladi. Birinchi marta 1953-yilda rus olimlari N.G.Basov va A.M.Proxorov hamda ulardan mustaqil ravishda amerikalik olim Ch.X.Taunslar majburiy nurlanishdan foydalanib, mikro to'lqinlarni (inson ko'ziga ko'rinmaydigan santimetrli to'lqin uzunligidagi) kuchaytiradigan qurilmalar — mazerlar yaratishdi. Bunday buyuk kashfiyot uchun ularning uchovi ham 1954-yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi.

Birinchi lazer 1960-yilda amerikalik olim T.G.Meyman tomonidan yaratilgan. Optik diapazonda ishlaganliklari uchun ular «optik kvant generatorlari» ham deyiladi. Meymanning bu lazerida «ishchi jism» sifatida silindr ko'rinishdagi yoqut (aluminiy oksidi Al_2O_3) ishlatilgan. Lekin unda 0,005 % xrom (Cr) aralashma sifatida qatnashadi. Silindrsimon yoqut (kristalli) impulsli ksenon lampa bilan yoritiladi (49-rasm).

Tushayotgan to'lqinni kuchaytirish uchun dastlab inversion to'ldirilgan sathlarni hosil qilish kerak, ya'ni katta energivali sathlardagi elek-



49-rasm.



50-rasm.

tronlar sonini kichik energiyali sathlardagi elektronlar soniga nisbatan oshirish kerak. Xrom ionlari yorug'likni yutib uyg'ongan holatga o'tadi. Ma'lumki, uyg'ongan holatda atomlar yoki ionlar uzoq bo'la olmaydilar va ular albatta, asosiy holatga o'ti-

shadi. Lazerda ishchi jism shunday tanlab olinadiki, ularda asosiy holatga o'tish ikki bosqichda amalga oshiriladi. 50-rasmda xrom ionlari energetik sathlarining sxemasi keltirilgan. Yorug'likni yutgach ionlar 1-asosiy holatdan 3-uyg'ongan holatga o'tishadi. 3-sathning yashash davri 10^{-8} s. Bu vaqt ichida xrom ionlarining bir qismi spontan ravishda 1-holatga o'tadi, lekin 2-holatga o'tishining ehtimoliyati ancha katta, shuning uchun ko'pchilik ionlar 3-holatdan 2-holatga o'tadilar. 2-sathning yashash davri 10^{-3} s, ya'ni uning yashash davri 3-sathga nisbatan besh tartib yuqori. Shuning uchun 2-sath metastabil deyiladi. Natijada, 2-holatga 1-holatdagi ionlarga nisbatan ko'proq ionlarni o'tkazish mumkin bo'ladi, ya'ni 1 va 2-holatlarining inversion to'ldirilganligini hosil qilish mumkin.

So'ngra quyidagilar ro'y beradi. Xromning qandaydir ioni 2-holatdan 1-asosiy holatga o'tadi. Bunda foton nurlanadi. Bu foton xromning boshqa ionlari yonidan uchib o'tishda ko'chki xususiyatiga ega bo'lgan majburiy nurlanishlarni vujudga keltiradi.

Yoqut kristallning asoslari nihoyat darajada silliqlangan bo'ladi. Ular bir-biriga nisbatan aniq parallel qilib olinib, qaytaruvchanlik xususiyatiga ega bo'lishi uchun kumush bilan qoplanadi. Natijada, aniq yo'naltirilgan lazer nurlanishi vujudga keladi. Silindr sterjenning bir asosi to'la qaytaruvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi, boshqasi esa qisman shaffof bo'lib, o'ziga tushgan energiyaning 80 %ini o'tkazadi. Qurilmaning bunday tuzilishi yoqut sterjen o'qi yo'nalishi bo'yicha kaskad ravishda rivojlanadigan majburiy nurlanishlarni hosil qilish uchun sharoit yaratib beradi. Chunki boshqa yo'nalishlar bo'yicha harakatlanayotgan foton ko'chkinining boshlanish davridayoq sterjenning yon tomonlaridan chiqib ketadi.

Qattiq jisimli lazerdan tashqari, geliy va neon aralashmalarida, argon va boshqa inert gazlarda ishlovchi gazli lazerlar ham mavjuddir. Ayrim lazerlar impulsli rejimda, ayrimlari esa uzluksiz rejimda ishlaydi. Lekin hamma lazerlarning nurlanishiga qat'iyan monoxromatlilik, yuqori darajadagi

kogerentlik, katta intensivlik va nur dastasining nihoyat darajada ingichkaligi xos xususiyatdir.

Lazer nuri linza yordamida fokuslanganda oddiy quyosh nurini fokuslash natijasida olinadigan energiya oqimidan 1000 marta katta bo'lgan energiya oqimini hosil qilish mumkin. Lazer nurining ajoyib xususiyatlaridan biri uning yuqori effektiv haroratidir. Lazer yordamisiz hosil qilib bo'lmaydigan bunday haroratlar tadqiqotchilar oldida katta imkoniyatlarni paydo qiladi.

50-§. YADRO FIZIKASI. YADRO-FIZIKAVIY TADQIQOTLAR

XX asrning 30-yillarida hozirgi zamon atom fizikasi rivojlanishining yangi davri boshlandi. Ma'lum bo'lishicha, yadro ichidagi jarayonlarga javobgar bo'lgan o'zaro ta'sirlar atomning elektron qobiqlaridagi jarayonlarni beradigan o'zaro ta'sirlardan tubdan farq qilar ekan. Neytronning kashf etilishi (1932), atom yadrosining neytron-protonli modelining paydo bo'lishi atom fizikasidan mustaqil, avj olib rivojlanayotgan yo'nalish — **yadro fizikasining** ajralib chiqishiga sabab bo'ldi.

Jahon sivilizatsiyasiga katta ta'sir ko'rsatgan fan — yadro fizikasi shunday paydo bo'ldi. Yadro fizikasi atom yadrolarining tuzilishi va xossalarini o'rganadi, shuningdek, radioaktiv yemirilishlar natijasida hamda turli xil yadro reaksiyalari natijasida sodir bo'ladigan atom yadrolarining o'zaro o'tishlarini tekshiradi. Yadroviy ichki kuchlarning tabiati uzoq vaqtlar davomida jumboq bo'lib keldi. Hozirgacha atom yadrosi tashkil topgan mikrozarralarning tarkibini tushuntirib beradigan yakunlangan nazariya mavjud emas.

Atom yadrosini tadqiqot qilishda yadro fizikasi turli xil nazariy modellardan foydalanadi. 1936-yilda nemis fizigi M. Born atom yadrosining **gidrodinamik** modelini taklif etdi. Bu modelga asosan, yadro o'zaro intensiv ta'sirlanuvchi nuklon (proton va neytron) lardan tashkil topgan zaryadlangan zich suyuqlik tomchisiga o'xshaydi. Xuddi odatdagi suyuqlik tomchisidagi kabi, yadro-tomchining sirti tebranib turadi, bu ba'zi hollarda yadroning buzilishiga yoki boshqacha aytganda yadroning bo'linishiga olib keladi.

1950-yilda atom yadrosining **qobiqli modeli** ishlab chiqildi, bu modelga asosan, yadro nuklonlari bir-biridan mustaqil ravishda yadro kuchlarining normal maydonida harakat qiladilar. Nuklonlar ma'lum qiymatli energiya bilan tavsiflanadigan turli qobiqlarni to'ldiradilar (atomdagi elektronlar kabi). 1950-yillarning boshlarida ishlab chiqilgan atom yadrosining umum-

lashgan modeliga asosan, yadro «mag'iz» — turg'un ichki qism (qobiqni to'liq to'ldiradigan nuklonlar) dan va mag'iz nuklonlari hosil qilgan maydonda harakatlanadigan «tashqi» nuklonlardan tashkil topgan. Tashqi nuklonlar ta'sirida yadro mag'izi deformatsiyalanishi mumkin, bunda u tortilgan yoki aksinchayassilangan ellipsoid shaklini oladi.

Yadro fizikasining muhim tarkibiy qismini neytronlar fizikasi tashkil etadi. U, neytronlar ta'sirida sodir bo'ladigan yadro reaksiyalarini o'lchash bilan shug'ullanadi. Neytronlar elektr jihatdan neytral bo'lganligi uchun yadroning elektr maydoni uni itarmaydi, shuning uchun hatto sekin harakatlanayotgan neytronlar ham yadroga to yadro kuchlarining ta'siri sezila boshlaydigan masofagacha hech qanday to'siqqa uchramay yaqinlashadi. Bu tadqiqotlardan olinadigan neytronlarning sochilishiga oid ma'lumotlardan atom tuzilishi va ayrim molekulalardagi atomlarning harakati tavsifini aniqlashda foydalaniladi.

Zamonaviy yadro fizikasi ikkita o'zaro uzviy bog'liq «yo'nalishga» — nazariy va eksperimental yadro fizikasiga bo'linadi. Nazariy fizika atom yadrosi va yadro reaksiyalari modellarini tadqiqot qiladi, u mikroduyo fizikasini o'rganish jarayonida vujudga kelgan fundamental fizik nazariyalariga tayanadi. Eksperimental yadro fizikasi hozirgi zamon tadqiqot vositalarining boy xazinasidan foydalanadi. Bu vositalar yadro reaktorini, zaryadlangan zarralar tezlatkichlarini, turli-tuman detektorlarini o'z ichiga oladi.

Fanda yuqori tezlikda harakatlanuvchi neytronlarning uran yadrosini yemirish xususiyatiga ega ekanligi aniqlangan. Bunda ko'p energiya ajralib chiqib, yangi neytronlar hosil bo'ladi. Bu neytronlar o'z navbatida uran yadrosining bo'linish jarayonini davom ettiradi. Taniqli rossiyalik olimlar G.N.Flerov va K.A.Petrjak, I.V.Kurchatov laboratoriyasida uran atom yadrolarining neytronlar yordamisiz ham o'z-o'zidan (spontan) bo'linishini kashf qilishdi.

I.V.Kurchatov rahbarligida 1944-yilda sobiq Ittifoqda birinchi siklotron va Yevropada birinchi atom reaktori (1946), atom (1949) va termoyadro (1953) bombalari yaratildi. Kuchli yadro energiyasi insoniyatga xizmat qilishi ham, Yer yuzidagi tiriklikni yo'q qilib yuborishi ham mumkin.

Yadro-fizikaviy tadqiqotlar keng ko'lamda ilmiy ma'noga ega bo'lib, insonning materiyaning tuzilish sirlarini chuqurroq o'rganishiga imkon yaratadi. Ayni vaqtda bu tadqiqotlar amaliy jihatdan ham (yadro energetikasi, tibbiyot va boshqa sohalarda qo'llashda) g'oyat muhimdir. Shu maqsadda respublikamizda O'zbekiston Fanlar akademiyasi yadro fizikasi instituti

faoliyat ko'rsatmoqda. Bu institutda atom va yadro fizikasini amaliyotga qo'llash bo'yicha muhim ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda.

51-§. ATOM YADROSI TARKIBI

1932-yilda rossiyalik fizik D.D.Ivanenko birinchi bo'lib atom yadrosining proton-neytronli modelini taklif etdi. Bu g'oya tezda V.Geyzenberg tomonidan qo'llab-quvvatlandi va rivojlantirildi. Hozirda bu model batamom tan olingan. Bu modelga asosan, atom yadrosi nuklonlar deb ataluvchi protonlar va neytronlardan tashkil topgan. Yadrodagi protonlar soni $D.I.Mendeleyev$ elementlar davriy sistemasidagi elementning atom raqamiga teng. Yadrodagi protonlar soni Z bilan neytronlar soni N ning yig'indisiga massa soni A deyiladi.

$$A = Z + N \quad (1)$$

Proton absolut qiymati elektron zaryadiga teng bo'lgan musbat (+e) zaryadga ega. Protonning massasi elektron massasiga nisbatan 1836 marta kattadir.

$$m_p = 1836 m_e$$

Neytronning elektr zaryadi nolga teng. Neytronning massasi proton massasidan katta:

$$m_n = 1838 m_e$$

Z - protonlar soni bir xil, lekin A - massa sonlari har xil bo'lgan (ya'ni, neytronlar soni N - har xil bo'lgan) yadrolar *izotoplar* deyiladi. Mendeleyev davriy sistemasining ko'pgina elementlari bir nechta stabil izotoplarga egadir. Masalan, tabiiy kislorod izotoplari ($z=8$) yadrolarida 8, 9 va 10 ta neytronlar mavjud. Hozir, izotoplarni belgilashning quyidagi yozuvi qabul qilingan: element simvolidan chap tomoniga pastga Z ning qiymatini, yuqoriga esa A - massa soni yoziladi. Masalan, quyidagi kislorod izotoplari mavjud:



Neytron ozod holatda stabil emas, u 12 daqiqalik yarim yemirilish davri bilan o'z-o'zidan yemirilib, elektron hamda antineytrino deb ataluvchi mikrozarra chiqarib, protonga aylanadi. Neytronning yemirilish sxemasi quyidagicha:

$$n \rightarrow p + e + \bar{\nu} \quad (2)$$

Shuni alohida qayd etish lozimki, neytronning elektr zaryadi mavjud bo'lmasa ham u xususiy magnit momenti bilan tavsiflanadigan magnit xossalriga ega. Uchta asosiy elementar zarralar: proton, neytron va elektronlar magnit xossalriga egadir.

52-§. YADRO BOG'LANISH ENERGIYASI

Istalgan yadroning tinch massasi m , yadro tarkibiga kiruvchi nuklonlarning tinch massalari yig'indisidan kichik bo'ladi:

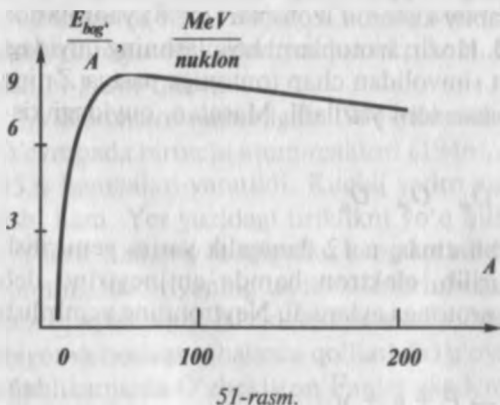
$$m < Z m_p + Nm_n \quad (1)$$

Bu ifoda shuni ko'rsatadiki, nuklonlar yadroga birlashganda, **yadroning bog'lanish energiyasi deb nomlanuvchi** energiya ajralib chiqadiki, yadroni yana nuklonlarga ajratish uchun unga xuddi shunday energiya berish kerak bo'ladi. Yadroni nuklonlarga boshqacha ajratish mumkin emas, chunki istalgan nuklon mavjud bo'lishi uchun uning ma'lum massasi bo'lishi kerak, nuklonga energiya berilmasa, unga massa yetishmaydi ($E=mc^2$), bu esa yadroning bo'linishiga to'sqinlik qiladi.

Yadroning bog'lanish energiyasi qiymati juda katta. Masalan, 2 g geliy hosil bo'lganda ajralib chiqadigan energiya bir vagon toshko'mirmi yoqqanda ajralib chiqadigan energiyaga teng bo'ladi. Agar $E_{\text{bog'lanish}}$ - yadroning bog'lanish energiyasini yadrodagi nuklonlar soni A ga taqsimlasak, yadrodagi nuklonning **solishtirma bog'lanish energiyasini** hosil qilamiz.

Mendeleyev davriy sistemasidagi hamma elementlar uchun $\frac{E_{\text{bog'lanish}}}{A}$ 51-rasmda keltirilgan.

Massa sonlari $A_{\text{max}} = 50+60$ bo'lgan yadrolar maksimal bog'lanish energiyalariga ega bo'ladilar.



51-rasm.

Ularda bog'lanish energiyalari 8,8 MeV/nuklon bo'ladi. So'ng, A ning oshishi bilan solishtirma bog'lanish energiyasi qiymati bir tekisda kamayib boradi va eng og'ir tabiiy element uranda 7,5 MeV/nuklonga teng bo'ladi. Solishtirma bog'lanish energiyasining massa soni A ga bog'liqlik egri chizig'idagi ikkita o'ziga xos kamayishning

mavjudligi (A ning kamayishida bog'liqlikning nisbatan keskin pasayishi va A_{mali} ga nisbatan A ning oshishida bog'liqlik pasayishining ancha nishab bo'lishi) energetik jihatdan qulay ikkita jarayonni amalga oshirishning mumkinligini ko'rsatadi: og'ir yadrolarning bo'linishi va yengil yadrolarning og'irroq yadrolarga sintezlanishi (birikishi).

53-§. YADRO ENERGETIKASI

Yadroviy bo'linish

Og'ir yadrolarning bo'linishi o'z-o'zidan yoki majburiy bo'lishi mumkin. O'zining fizikaviy asosi bo'yicha o'z-o'zidan (spontan) bo'linish majburiy bo'linishga yaqin turadi. Majburiy bo'linishning tafsilotlarini ko'rib chiqaylik.

Bitta neytronni yutgan uran-235 yadrosining bo'linishi har xil variantlarda ro'y beradi. Ko'p hollarda yadro shunday ikkita bo'laklarga bo'linadiki, ular massalarining nisbati 2:3 bo'ladi. Yadro bo'linishida ikki bo'lakdan tashqari, o'rtacha, 2,5 ozod neytron ajralib chiqadi. Bu neytronlar 2MeV ga teng bo'lgan katta energiyaga ega bo'lganliklari uchun *tez neytronlar* deyiladi. Chunki bunday energiyaga $2 \cdot 10^7$ m/s tezlik to'g'ri keldi. Har bir bo'linishda o'rtacha 200 MeV yadro energiyasi ajralib chiqadi. Bu energiya, asosan, bo'linish parchalarning kinetik energiyasiga aylanadi.

Uran parchalanishining bunday xossasi yadro energiyasidan ikki xil foydalanish imkoniyatini beradi: bunda yadro reaktorida boshqariladigan bo'linish reaksiyalarini va atom bombasida zanjir reaksiyalarini amalga oshirish.

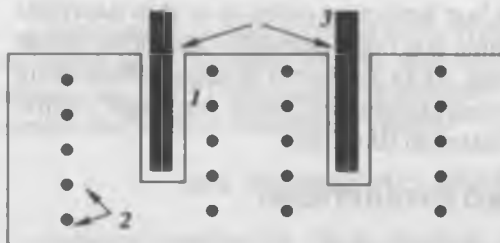
Yadro energiyasini ro'yobga chiqarishning ikki xil imkoniyati, ya'ni yadro energetikasining ikki xil bosh yo'nalishi mavjud.

1. Yadroviy energetika og'ir yadrolarni neytronlar bilan parchalaganda A_1 va A_2 ikkita yadro parchalari va bir necha neytronlar (ν) hosil bo'lishiga asoslangan.



bunda, $E = 200$ MeV, neytronlarning o'rtacha soni $\nu = 2,5$. $\nu > 1$ bo'lganligi uchun, atom reaktorida zanjir reaksiyasining amalga oshishi uchun imkoniyat paydo bo'ladi.

Birinchi uran — grafitli yadro reaktori 1942-yilda Chikago (AQSH) universitetida italiyalik fizik E.Fermi tomonidan ishga tushirildi. Bunday reaktor aktiv zonasining oddiy sxemasi 52-rasmda keltirilgan.



52-rasm.

1—sekinlatkich, 2—uranli bloklar,
3—boshqaruvchi organlar

Reaktorning asosiy elementi — bo'linuvchi modda sifatida tabiiy uran ishlatiladi. Tabiiy uranda neytronlarni asosiy yutuvchi 99,3 % ^{238}U izotopi, faqatgina 0,7 % ^{235}U izotopi mavjud bo'ladi.

Tabiiy holdagi uranda zanjir reaksiyasini amalga oshirish uchun neytronlarni sekinlatish kerak, chunki

neytronlarning kichik tezliklaridagina ^{235}U yadrosining neytronlarni yutish ehtimoliyati katta bo'ladi. Neytronlar grafitda elastik sochilish hisobidan sekinlashadi. Ular grafitning yadrosi bilan har to'qnashganida o'z energiyasining bir qismini grafitga beradi. Boshqaruvchi sterjenlar (3) kadmiy yoki bordan yasalgan bo'lib, neytronlarni intensiv yutish qobiliyatiga egadirlar.

Reaktorga sterjenlarni kiritish yoki chiqarish orqali neytronlarning ko'payish koeffitsiyentini kamaytirish yoki ko'paytirish mumkin. Neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti deb ikkita oxirgi (avlod) neytronlar sonining nisbatiga aytiladi. Maxsus avtomat qurilma yordamida sterjenlarni boshqarish orqali reaktorning quvvati ma'lum darajada ushlab turiladi.

Reaktorda bo'linishning sekinlashishi natijasida ajralib chiqqan kinetik energiya uranli bloklarining kuchli qizishiga olib keladi. Aktiv zonada ajralib chiqadigan, elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan energiya issiqlik tashuvchi (masalan, oddiy suv) yordamida olinadi. Berk kontur bo'yicha aylanayotgan suv aktiv zonadan o'tish jarayonida uranni sovitib o'zi qiziydi va aktiv zonadan tashqarida o'z energiyasini issiqlik almashishi qurilmasiga beradi. Keyinchalik bu energiyadan issiqlik elektr stansiyalarining oddiy ishlash sxemasi bo'yicha foydalaniladi.

Atom bombasida zanjir yadro reaksiyalari issiqlik neytronlari yordamida emas, balki tez neytronlar yordamida ro'y beradi. Bunda bo'linuvchi modda sifatida tabiiy uran emas, balki uran - 235 ning toza izotopi yoki plutoniy - 239 ishlatiladi. Agar bo'linayotgan materialning massasi qandaydir kritik massadan kichik bo'lsa, bo'linishda uchib chiqqan neytronlarning ko'pchiligi tashqariga chiqib ketib, bo'linish reaksiyasiga olib kelmaydi. Agar olingan massa kritik massadan katta bo'lsa, neytronlar

shiddat bilan ko'payib portlashga xos reaksiyaga olib keladi. Atom bombasida yadro zaryadining ikkita bo'lagi kritik massadan katta bo'lgan bir bo'lakka tezlik bilan qo'shilishi natijasida zanjir reaksiyasi ro'y beradi.

54-§. TERMOYADRO SINTEZI

Yadro energetikasidan foydalanishning ikkinchi yo'nalish — termoyadro sintezidir. Yadro sintez energetikasi yengil yadrolarning yuqori haroratlardagi sinteziga (yadrolarni birlashtirish) asoslangan. Bunda sintezga ta'sir qiluvchi muhit to'liq ionlashgan gaz-plazma bo'ladi. Masalan, termoyadro bombasida deuteriy va tritiy (vodorod izotoplari) ning sintez reaksiyasi ro'y beradi.



Bunda har bir nuklonga 3,5 MeV energiya ajralib chiqadi, atom yadrosi bo'linish reaksiyasida esa har bir nuklonga 0,85 MeV energiya ajralib chiqar edi. Yadrolarning birlashishiga kulon itarish kuchlari tufayli ular orasida vujudga keladigan potensial to'siq qarshilik ko'rsatadi. Potensial to'siqni yengib o'tish uchun yengil yadrolarning haroratini million gradusga ko'tarish kerak bo'ladi. Buni esa oddiy atom bombasini portlatish orqali amalga oshirish mumkin. Bunda harorat 10^7 K gacha ko'tariladi. Yulduzlar qa'rida ro'y berayotgan termoyadro reaksiyalari Koinotning evolutsiyasida muhim o'rin tutadi. Ular yulduzlarda vodoroddan sintezlanadigan kimyoviy elementlar manbayidir. Quyosh energiyasining asosiy manbayi proton — proton sikli deb ataluvchi reaksiyadir. Bunda 4 ta protondan geliy yadrosi paydo bo'ladi. Yadroviy sintez paytida ajralib chiqadigan energiya paydo bo'lgan yadrolar, elektromagnit nurlanishlar, neytronlar va neytrinolar tomonidan olib ketiladi.

Yuqorida keltirilgan termoyadro reaksiyalari, afsuski, boshqarilmaydigan reaksiyalardir. Boshqariladigan sintez reaksiyani amalga oshirish uchun biror hajmda 10^7 K haroratni hosil qilib, uni ma'lum muddatda saqlab turish kerak. Bunda hamma moddalar to'liq ionlashgan plazmaga aylanadi. Muayyan ravishda bunday issiq plazmani ma'lum shakldagi magnit maydoni yordamida biror muddat davomida saqlab turish mumkin. Bunday magnit maydonida plazma zarralarini berk hajmda ma'lum trayektoriyalar bo'ylab harakat qilishga majbur qilish mumkin. Boshqariladigan termoyadro reaksiyalarini yaratish bilan bog'liq bo'lgan muammolar majmuyini hal qilish borasida butun dunyoda ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Agar bu urinishlar muvaffaqiyatli yakunlansa insoniyat bitmas-tuganmas energiya manbayiga ega bo'ladi.

55-§. ELEMENTAR ZARRALAR

Elementar zarralar deb, ayni vaqtda ichki tuzilishga ega bo'lmagan eng kichik zarralarga aytiladi. XIX asr oxirida **atomlar** elementar zarralar deb hisoblanardi. E.Rezerford tajribalari asosida ularning ichki tarkibi — yadrolar va elektronlar kashf qilindi. Davom etgan ilmiy izlanishlar yadroning ichki tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi. Ular **nuklonlardan**, ya'ni **protonlar** va **neytronlardan** iboratdir. Yadrolar ancha zich: nuklonlar orasidagi o'rtacha masofa ularning xususiy o'lchamlariga qaraganda bir necha marta katta. Nuklonlarning nimadan tashkil topganligini aniqlash uchun taxminan yarim asrcha vaqt o'tdi. Ular uchta **kvarkdan** tashkil topgan, elektronga o'xshash elementar zarra, ya'ni ularning radiusi 10^{-16} sm. dan kichik. Nuklonlar katta zarralar oilasi **barionlarga** mansubdir, ular uchta turli (yoki bir xil) kvarklardan tashkil topgan. Kvarklar uchlikka har xil bog'lanadi va bu barionlarning xossalariidagi har xillikni belgilaydi, masalan, ular turli **spinga** egadirlar. Bundan tashqari, kvarklar kvark yoki antikvarkdan tashkil topgan **mezonlar** juftiga birlashadi. Mezon spini butun songa teng bo'lib, ayni vaqtda barionlar spini yarim butun son qiymatlaridan iborat. Barionlar va mezonlar birgalikda **adronlar** deyiladi. Kvarklar erkin holatda topilmagan va hozirgi tasavvurlarga ko'ra ular faqat adronlar ko'rinishida mavjud bo'ladi. Kvarklar kashf etilgunga qadar adronlar elementar zarralar deb hisoblangan.

Adronlarning tarkibiy tuzilishi birinchi marta Stanfordda (AQSH) chiziqli tezlatkichda protonlarda elektronlarning sochilishini kuzatilayotgan tajribalarda aniqlangan. Ularni faqat protonlarning ichida biron-bir nuqtaviy obyekt mavjud, deb faraz qilib izohlash mumkin edi. Tez orada bu obyektning nazariy jihatdan avvalroq taxmin qilingan kvarklar ekani ma'lum bo'ldi.

Quyida elementar zarralar jadvali keltirilgan.

Spin	0	1/2		1				3/2?	2?
Nomi	Xiggs zarralari	Modda zarralari		Maydon kvantlari					
		Kvarklar		Leptonlar		Foton	Vektor kvantlari		Gilyon
		u	d	ν_u	ν_e	γ	Z	W	Gra-viti-no
Belgisi	H								
(massasi)	(?)			(0?)	(0,5)	(0)	(~95Γ~B)	(~80Γ~B)	(0?)

Belgisi		c	s	v_u	μ						
(massasi)				(0?)	(106)						
Belgisi		t	b	v_t	τ						
(massasi)				(0?)	(1784)						
Barion zaryad	0	1/3	1/3	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektr zaryad	0, ± 1	2/3	1/3	0	-1	0	0	± 1	0	0	0
Ranggi	-	3	3	-	-	-	-	-	8	-	-

Jadvalda kvarklarning olti xilidan tashqari **leptonlar** ham berilgan, bu zarralar oilasiga elektronlar ham kiradi. Bu oilada **myuon** va **τ (tau) lepton** ham topildi. Ularning har birida o'z neytrinosi bor, shu sababli, leptonlar tabiiy holda uchta juftga bo'linadi: $e, \nu_e; \mu, \nu_\mu; \tau, \nu_\tau$. Bu juftlarning har biri mos **kvark juftlari** bilan birikib, to'rtlikni tashkil qiladi, bunga *avlod* deyiladi. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, zarralarning xossalari avloddan-avlodga takrorlanadi. Faqat massalari farq qiladi: ikkinchi avlod birinchidan, uchinchi avlod esa ikkinchisidan og'irroq.

Tabiatda asosan, birinchi avlod zarralari uchraydi, qolganlari esa **zaryadlangan zarralar tezlatkichlarida** yoki atmosferada kosmik nurlarning o'zaro ta'siri natijasida sun'iy ravishda yaratiladi.

Spini 1/2 bo'lgan **kvarklar** va **leptonlardan** tashqari (ular birgalikda *modda zarralari* deyiladi) jadvalda spini 1 ga teng bo'lgan zarralar ham berilgan. Bu modda zarralari hosil qiladigan maydon kvantlaridir. Ulardan eng asosiy zarra — foton elektromagnit kvantidir.

O'tgan asrning 90-yillarida o'tkazilgan tajribalarda juda katta massali oraliq bozonlar — W^+ va W^- — bir necha yuz GeV energiyada to'qnashuvchi P P dastalarda kashf etildi. Ularda kvarklar va leptonlar orasidagi kuchsiz o'zaro ta'sirlarni ko'chiruvchilar — glyuonlar mavjud. Kvarklar kabi glyuonlar ham erkin holda uchramaydi, lekin adronlarning tug'ilish va o'lish reaksiyalarining oraliq reaksiyalarida namoyon bo'ladi.

Spini 2 ga teng zarra *graviton* deyiladi. Uning mavjudligi Eynshteyn tortishish nazariyasidan, kvant mexanikasi tamoyillaridan va nisbiylik nazariyasidan kelib chiqadi. Gravitonni tajriba yo'li bilan topish juda qiyin, chunki u modda bilan juda kuchsiz ta'sirlashadi.

Nihoyat, jadvalda so'roq belgisi (?) bilan spini 0 ga teng (H-

mezonlar) va $3/2$ ga teng (gravitino) zarralar berilgan; ular tajribada topilmadi, lekin ularning mavjudligi ko'pchilik hozirgi zamon nazariy modellarida faraz qilinadi.

Hozirgi davrda fizikaning, umuman, tabiatshunoslikning rivojlanishi, asosiy yo'nalishlari nimalardan iborat? Bu elementar zarralar fizikasi, astrofizika, kosmologiya, molekular biologiya va hokazo fanlardir. Ularning hali o'rganilmagan qirralari juda ko'p. Bu yo'nalishlarning tashqi ko'rinishlari bir-biriga zid: eng kichik, eng katta va eng murakkablarini tadqiqot qilish lozim. Lekin fanlar rivojlanishining butun tarixi shuni ko'rsatadiki, eng katta muammolarni hal qilishning kaliti — ziddiyatlarni birgalikda hal qilishdir.

Bizni XXI asrda sanoat, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishning asosini tashkil qiladigan yuqori texnologiya davrigina emas, buyuk kashfiyotlar, inson aql-zakovatining, olam tuzilishining butun sir-sinoatini ochish davri kutmoqda.

SINOV SAVOLLARI

1. Atomning yadroli modelini tushuntiring.
2. Bor postulatlarini va De Broyl gipotezasini bayon qiling.

$$\ll 1 \text{ va } \frac{\Delta V_x}{V_x} = 1$$

3. Qaysi holatda va nima uchun shartlarda zarraning ma'lum trayektoriya bo'ylab harakati to'g'risida gapirish mumkin.
4. To'lqin funksiyasi moduli kvadrati nimani bildiradi?
5. Shredinger tenglamasi nima?
6. Zarra «potensial o'raning» tubida joylashishi mumkinmi?
7. Moddada majburiy nurlanish vujudga kelishi uchun qanday shartlar bo'lishi kerak?
8. Agar atom yadrosi N ta nuklonlardan iborat bo'lsa va har bir nuklonning massasi m bo'lsa, yadroning massasi va solishtirma bog'lanish energiyasi qanday bo'ladi?
9. Nima uchun og'ir elementlarda yadrolar mustahkamligi kamayadi?
10. Yadro reaksiyalari va reaktorini qanday belgilariga qarab sinflarga bo'lish mumkin?
11. Nima uchun og'ir yadrolar bo'linishida va yengil yadrolar sintezida katta miqdordagi energiya ajralib chiqadi? Qanday holatda bitta nuklonga katta energiya to'g'ri keladi? Sababini tushuntiring?

12. Birlamchi va ikkilamchi kosmik nurlanishlarning tabiati qanday?
13. Tabiatda qanday fundamental o'zaro ta'sirlar mavjud va ular qanday tavsiflanadi?
14. Elementar zarralarning o'zaro ta'sirlari uchun qanday saqlanish qonunlari bajariladi?
15. Nima uchun kvarklar mavjudligi to'g'risida gipoteza kerak? Uning yordamida nimalarni tushuntirish mumkin?

VI bob. HOZIRGI ZAMON TEXNOLOGIYALARINING ILMIY ASOSI VA XXI ASR ENERGETIKASI

56-§. LAZER TEXNOLOGIYASINING RIVOJLANISHI

Hozirgi vaqtda lazerlar juda ko'p sohalarda keng qo'llanilmoqda. xususan, sanoatda materiallar: metall, beton, shisha, gazlama, teri va h.k. ga turli ishlov berishda foydalaniladi.

Lazer texnologiyasi jarayonlari shartli ravishda ikki turga bo'linadi. Ularning birinchisida lazer nurini o'ta aniq fokuslash va impulsli rejimda ham, uzluksiz rejimda ham energiyani aniq tozalash imkoniyatidan foydalaniladi. Bunday texnologik jarayonlarda o'rtacha quvvati uncha yuqori bo'lmagan lazerlar: impuls-davriy ishlaydigan gaz lazerlari, neodim qotishmali ittriy-aluminiy granat kristallaridagi lazerlar qo'llaniladi. Ular yordamida soatsozlik sanoati uchun yoqut va olmos toshlarda mayda (diametri 1—10 mkm va chuqurligi 10—100 mkm) gacha teshiklar parmalash hamda ingichka sim tortish uchun filerlar tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqilgan. Kichik quvvatli impuls lazerlar qo'llanadigan asosiy soha mikroelektronika va elektrovakuum sanoatida mitti detallarni kesish va payvandlash, ularga markalar tushirish bilan bog'liq; matbaa sanoati ehtiyojlari uchun raqamlar, harflar, tasvirlar avtomat tarzda kuydirib tayyorlanadi.

Keyingi yillarda mikroelektronikaning eng muhim sohalaridan biri — fotolitografiyada oddiy yorug'lik manbai o'rniga lazerlardan foydalanilmoqda. Lazerlarni qo'llamay turib, o'ta mitti bosma platalar, integral sxemalar va mikroelektron texnikaning boshqa qismlarini tayyorlab bo'lmaydi.

Lazer texnologiyasining ikkinchi turi o'rtacha quvvati katta: 1 kVt gacha va undan yuqori bo'lgan lazerlardan foydalanishga asoslangan. Yuqori quvvatli lazerlardan kuchli texnologik jarayonlar: qalin po'lat listlarni qirqish va payvandlash, sirtini toblash, yirik gabaritli detallarga metallni eritib yopishtirish va legirlash (metallarni maxsus material, xrom, nikel va boshqalar bilan qoplash), binolar sirtini tozalash, marmar, granitni kesish, gazlama, teri va boshqa materiallarni bichishda foydalaniladi.

Metallarni lazer bilan payvandlashda chok juda sifatli chiqadi, elektron-nurli payvandda ishlatiladigan vakuum kameralarga ehtiyoj qolmaydi, bu esa konveyerli ishlab chiqarishda juda muhimdir.

Qudratli lazer texnologiyasi mashinasozlikda, avtomobil sanoatida, qurilish materiallari sanoatida qo'llaniladi. U materiallarga ishlov berish sifatini oshiribgina qolmay, ishlab chiqarish jarayonining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini ham yaxshilaydi. Masalan, 14 mkm qalinlikdagi po'lat listlarni lazer bilan payvandlash tezligi 100 m/soat. ga yetadi; bunda 10 kVt soat elektr energiya sarflanadi. Bundan ham quvvatliroq lazer texnikasi rivojlanishi bilan lazer nurlanish energiyasi an'anaviy energiya turlari (elektr tok energiyasi, mexanik energiya, kimyoviy jarayonlar energiyasi) bilan bir qatorda xalq xo'jaligida borgan sari keng qo'llanilmoqda. Oxirgi o'n yilliklarda lazerlar kosmik masshtabdagi masofalarni aniqlash uchun o'lchov texnikalarida, Yerning sun'iy yo'ldoshlarini boshqarishda, shuningdek, tibbiyotda ham samarali qo'llanmoqda. Ular yordamida har xil operatsiyalar o'tkazilmoqda, ko'z va teri kasalliklari davolanmoqda.

Lazerlar ixtiro qilingach amaliy golografiya keskin rivojlandi. Lazer nurlari xususiyatlari murakkab gologrammalarni olishda foydalaniladi.

57-§. GOLOGRAFIYA

Lazerlarning yuqori kogerentli yorug'lik manbalarining yaratilishi predmetlarning yuqori sifatli tasvirini olishning yangi usulini — golografiyani rivojlantirishning imkonini berdi. **Golografiya** deb yorug'lik kogerent dastalarining interferensiya va difraksiya hodisalariga asoslangan, yorug'lik to'lqinini yozib olish va keyin uning tarkibini qayta tiklashga aytiladi.

Gologramma hosil qilishda asosiy narsa monoxromatik va kogerent lazer nuridir. Fotoplastinka asosiy lazer nuri bilan va ayni vaqtda predmetdan qaytgan nur bilan yoritiladi. Plastinka tekisligida interferensiya manzarasi paydo bo'ladi (53-rasm).

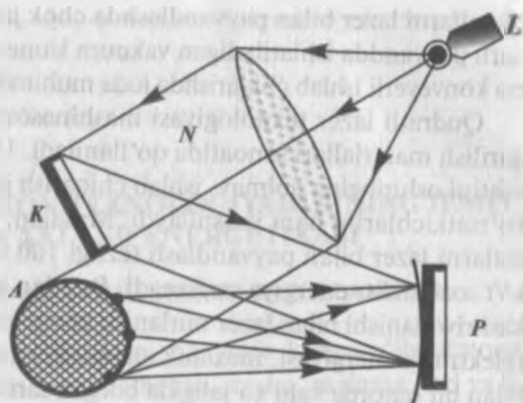
Bu manzarada qaytgan yorug'lik nuri haqida barcha ma'lumot bo'ladi. Endi plastinkani ochib, asosiy dastadagi lazer nuri bilan yoritilsa, u holda lazer dastasining gologrammadagi difraksiyasi tufayli to'lqin fronti tiklanadi (54-rasm).

Gologrammalarni olishning turli usullari mavjud. Rossiyalik olim Y.N.Denisyuk eng ajoyib usullardan birini taklif qildi. Gologramma shunday qalin qatlamli, emulsiyali fotoplastinkaga yoziladiki, qatlamning qalinligi

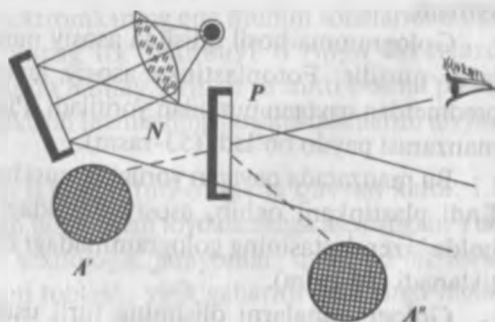
yorug'lik to'liqini uzunligidan ancha katta bo'ladi. Predmetdan qaytgan va asosiy dastalarning interferensiya manzarasi emulsiya qalinligida sodir bo'ladi. Gologrammalar faqatgina predmetlarning obrazini yaratish uchungina qo'llanilmaydi. Ular nihoyatda katta miqdordagi ma'lumotlarni yozib olishga yordam beradi, ularni optik ti-

zimlarning aberratsiyalarini (tasvirning buzilishlarini) to'g'rilashda, mashinalarning vibrasiyalarini nazorat qilishda ishlatiladi.

Nazariy hisoblashlardan shunday bog'lanish kelib chiqadi: gologrammaning birlik yuzida predmet haqida $N = 1/\lambda^2$ ta mustaqil ma'lumot qayd qilish mumkin. Shunday qilib, geliy-neon lazer nurlanishi ($\lambda = 0,632$ Mkm) bilan olingan gologrammaning 1sm^2 ga 250 mln. ta mustaqil ma'lumot to'g'ri keladi. Gologrammadagi ma'lumotlarning ko'p sonligi tuzilishining murakkabligidir. Inson gologrammaning kuchli kattalashtirilgan sohasini turli darajada qoraygan tartibsiz dog'lar to'plami sifatida ko'radi. Bunday taassurotning sababi, ko'zimizning gologrammada aniq qonuniyatlar asosida berilgan predmet haqidagi ma'lumotlarni ko'ra olishga noqobilligidir. Golografik tasvirlarni tiklash bu ma'lumotlarni bir shakldan inson his qilishi uchun qulay boshqa shaklga aylantirishdan yoki ularni EHM ga kiritishga moslashtirishdan iboratdir. Gologrammani tiklash vaqti juda qisqa (10^{-10} s gacha). Binobarin, golografiya ulkan miqdordagi ma'lumotlarni yozib olish, saqlash va juda tez



53-rasm.



54-rasm. A' — mavhum tasvir;
 A'' — haqiqiy tasvir.

o'zgartirish imkonini beradi. Golografiyaning bu xususiyatlaridan ko'plab ilmiy va texnik muammolarni hal qilishda foydalaniladi. Masalan, golografik interferometriya, interferensiya metodlari bilan yorug'likni diffuz sochuvchi obyektlarni, masalan, metall konstruksiyalarining korroziya bilan qoplanishini, beton balkalari, avtomobil shinalari va shunga o'xshashlarni tekshirishga imkon berdi. Agar bunday obyektning deformatsiyasini o'rganish lozim bo'lsa u holda gologramma yordamida uning uch o'lchamli tasviri hosil qilinadi va bu tasvir obyekt bilan qo'shiladi. Bunda obyekt va gologrammani yorug'lik bilan yoritiladi. Endi tasvirning yorug'ligi bilan predmetdan qaytgan yorug'lik interferensiyalanadi, chunki ular kogerentdir. Agar obyekt o'z shaklini biroz o'zgartirsa, u holda golografik tasvir bilan obyektidan qaytgan nurlar orasida yo'l farqi yuzaga keladi, natijada, obyekt shaklining o'zgarishini tavsiflovchi interferensiya yo'llari paydo bo'ladi. Tovush to'lqinlari yordamida ham gologrammalar olish mumkin. Tovush va optik gologrammalar olish prinsiplari birday, faqat tovush gologrammalarida olimlarga yorug'lik intensivligi o'zgarishlari o'rniga bosim o'zgarishlari bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Tovush to'lqinlari yorug'lik o'ta olmaydigan predmetlarga ham osongina kirib boradi. Akustik golografiya kelgusida tibbiyot, geofizika, metallurgiyada keng qo'llanishi mumkin. Bunday gologramma yordamida vrach odamning ichki organlarini, geofizik esa Yer boyliklarini ko'ra oladi.

58-§. SUYUQ KRISTALLAR

Yuqori texnologiyalarning rivojlanishi, turli xil fizik jarayonlarni boshqarish uchun foydalanish mumkin bo'lgan yangi materiallar va moddalarni olish bilan bog'liqdir. Ulardan biri suyuq kristallar bo'lib, u XIX asrning oxirida avstriyalik fizik F.Reynitser tomonidan kashf etilgan bo'lsa ham uzoq vaqt o'rganilmadi. Suyuq kristallarga bo'lgan qiziqish uning qo'llanilish sohasining kengayganligidan keyin paydo bo'ldi. Bir-biriga nisbatan muayyan tartibda joylashuvini saqlovchi anizotrop shakldagi molekulalardan tuzilgan suyuqlik suyuq kristallar deyiladi. Suyuq kristallar molekulalarida muayyan o'qlarni aniq ajratib olish mumkin: bunday molekulada atomlar tanlangan chiziqlar bo'ylab (molekulalar-sterjenlar) joylashadi yoki tanlangan tekisliklarda (molekulalar-disklar) yotadi. Suyuq kristallda qattiq kristalldagi singari, maxsus yo'nalish bo'ladi, bu yo'nalish bo'ylab molekulalarning uzun o'qi yoki molekulalar tekisliklari oriyentirlanadi. Bunda suyuq kristall haqiqatdan suyuq, xuddi suvdek bo'ladi,

ya'ni molekulalarning massalar markazlari to'g'ri (kristallik) panjarani hosil qilmaydi, balki fazoda tartibsiz joylashadi va unda erkin harakatlanadi.

Alohida yo'nalishlarning yuzaga kelishi ko'rsatilgan shakldagi molekulalarning o'zaro ta'sirlari bilan bog'liq bo'lib, bunda tortishish kuchlari ham, itarishish kuchlari ham muhim ahamiyatga ega. Molekulada atomlar qancha ko'p bo'lsa, molekulalar shuncha kuchliroq tortiladi, shu bilan birga bitta molekula atomlarining yoniga yaqinlashishga intiladi, buning uchun esa faqat qo'shni molekulalarning uzun o'qlari yoki tekisliklari parallel bo'lishi lozim. Yaqin masofalarda kvant mexanika qonunlariga muvofiq molekulalar itarishishadi, ya'ni ular bir-birining ichiga kira olmaydi. Shuning uchun, masalan, uncha katta bo'lmagan hajmga kiritilgan molekula-sterjenlar tasodifiy burilishlarda bir-biriga xalaqit beradi, ya'ni eritma sterjenlari konsentratsiyasi yuqori bo'lganida itarishish kuchlari ham bunday molekulalarning parallel oriyentirlanishini yuzaga keltiradi.

Molekular eritmaning konsentratsiyasi kichik bo'lganda yuqori haroratda issiqlik turtkilari yetarlicha kuchli bo'ladi, ular molekulalar tizimidagi oriyentasiya tartibini buzib yuborishi mumkin. Haroratning ko'tarilishi yoki konsentratsiyaning kamayishida albatta shunday payt keladiki, bunda tartibsiz issiqlik harakati zo'rayib ketadi va suyuq kristall oddiy suyuqlikka aylanadi (eriydi). Harorat pasayganida u qattiq kristallga aylanadi.

Suyuq kristallardagi maxsus yo'nalishlarni, qattiq kristallardagi singari, *optik o'qlar* deyiladi, chunki ularning mavjudligi bilan bu materiallarning ajoyib optik xossalari (nurning ikkilamchi sinishi, yorug'likning qutblanish tekisligining burilishi va h.k.) bog'langandir. Optik o'qlari qattiq mahkamlangan qattiq kristallardan farqli o'laroq, suyuq kristallarda optik o'qlarning yo'nalishini turli ta'sirlar, jumladan, elektr maydon yordamida oson o'zgartirish mumkin. Suyuq kristallarning optik xossalarini boshqarish uchun juda kichik kuchlanishlar (1 V ga yaqin) yetarlidir. Buning sababi shuki, ularning barcha molekulalari o'zaro bog'langan va birday oriyentirlangan hamma molekulalar o'z yo'nalishini o'zgartirish uchun ulardan bittasini burish kifoya. Bunday elektrooptik effektlar tufayli suyuq kristallar amaliy ahamiyat kasb etadi. Ularning yupqa (mikrometrning yuzdan bir ulushiga teng qalinlikdagi) qatlamlari elektron soatlar, kalkulyatorlar, televizion priyomniklarning ekranlarini tayyorlashda ishlatiladi. Ba'zi moddalar suyuq kristall holatida o'zaro aralashish

xususiyatiga ega bo'lib, bunday aralashishdan turli tuzilishli va xossalari suyuq kristallar paydo bo'ladi.

Keyingi yillarda inson organizmi hayotiy faoliyatining ba'zi mexanizmlarida suyuq kristallarning roli aniqlangan. Bu esa ularni tibbiyotda tashxis qo'yishda qo'llash imkonini beradi.

59-§. YANGI CHIQINDISIZ TEXNOLOGIYALAR RIVOJLANISHI VA ATROF-MUHITNI HIMOYALASH

Bugungi kunda ilmiy-texnika taraqqiyoti va sanoat ishlab chiqarish shunday sur'atlarda rivojlanmoqdaki, bunday holatni o'tgan asrlarda tasavvur ham qilish mumkin emas edi. Buning natijasida sanoati rivojlangan mamlakatlarda oldingiga nisbatan, bir tomondan katta masshtabda sanoat ishlab chiqarishining chiqindilari ko'paymoqda, ikkinchi tomondan esa xomashyo sarflanishi ham oshmoqda.

Yer resurslari, avvalo, daromad nuqtayi nazaridan ishlatilib kelindi. Atrof-muhitning ifloslanishiga, mahsulotdan va qo'shimcha mahsulotdan munosib foydalanishga e'tibor qaratilmadi. Natijada, atrof-muhit haddan tashqari ifloslandi, tabiiy resurslar vahshiylarcha talon-toroj qilindi.

Chiqindilarning to'planishi va ularni atrof-muhitga zararsiz holda yo'qotish yoki bir butun holda ulardan foydalanish muammosi doimo mavjud ko'ndalang turgan. Umuman olganda, sanoat, qishloq xo'jaligi va uy-ro'zg'orda hosil bo'ladigan qattiq, suyuq va gazsimon chiqindilarni tabiatga hech qanday zarar keltirmasdan dastlabki holatiga aylantirish mumkin. Yaqin kelajakning masalasi shundan iboratki, sanoatda ish jarayonlarini olib borganda materiallarning aylanishini ta'minlash va ishlatilgan mahsulotlardan qandaydir shakldagi ikkilamchi xom ashyo sifatida foydalanishdir.

Chiqindilardan qayta foydalanish orqali atrof-muhitga zararli ta'sirni kamaytirish mumkin bo'ladi.

Ikkilamchi xomashyoni qayta ishlatishda, albatta, iqtisodiy ko'rsatkichlar muhim o'rin tutadi. Hamma vaqt ham qayta ishlashning foydaliligini aniqlashning imkoniyati bo'lmaydi. Agar chiqindilarni qayta ishlash tabiiy xom ashyolarni puxtalik bilan ishlatishga nisbatan ulkan texnologik va energetik xarajatlarni talab qilsa, bunday jarayon rentabel daromadli bo'lmaydi. Bu holda siyraklangan xom ashyoni Yerning ancha chuqur qatlamlaridan qazib olish va uni qayta ishlash yoki uni dengiz tubidan qazib olish juda katta xarajatlarni va mukammal texnik vositalarni

talab qilishi to'g'risida o'ylashga to'g'ri keladi. Qattiq chiqindilar ishlatilganda ko'proq joy bo'shaydi, agar siyraklangan ruda ekstraksiyon usul bilan qayta ishlansa ko'p miqdorda suyuq chiqindilar hosil bo'lib, ular daryo va qo'llarni ifloslantiradi. Shuning uchun chiqindilarni ishlab chiqarishga qaytarishning maqsadga muvofiqligi masalasiga ehtiyotlik bilan yondoshish lozim. Har qanday hollarda ham shuni nazarda tutish kerakki, bizlarning sanoat qurilmalarimiz hali yetarli darajada tabiatni muhofaza qilishga va xomashyoni to'liq ishlatishga yo'naltirilgan emas.

Ba'zi misollar orqali, qanday qilib, qattiq, suyuq va gazsimon chiqindilarni qayta ishlab, xomashyo resurslarini kengaytirishni va bizni o'rab turgan muhitning ifloslanishini kamaytirishni ko'rib chiqaylik.

Qora va rangli metall chiqindilari. Metall materiallaridan birinchi o'rinda po'lat turadi. Ko'plab polimer materiallari va aluminiy ishlatilishiga qaramasdan, po'lat ishlab chiqarish oshib bormoqda. Po'latni olishda temir-tersak chiqindilari ishlatishning samarasi yuqori, chunki bunda geologik-qidiruv, qurilish ishlariga, rudani qazib olish va uni boyitishga hojat qolmaydi. Bu yo'sinda olingan po'lat rudadan olinganiga nisbatan 70 % arzon tushadi. Bundan tashqari, har bir 1000 tonna temir-tersak chiqindilari 1500 tonna rudani va 200 tonna koksli ko'mirni tejaydi. Qora va rangli metallar chiqindilarining ko'p qismi bu sanoat chiqindilari, eskirgan yoki yaroqsiz holga kelgan mashina va jihozlardan iborat. To'planib qolgan katta miqdordagi aluminiy chiqindilari, rangli metallar chiqindilari ham qayta ishlanadi. Olib borilayotgan tadqiqot ishlari yaqin vaqtlar ichida metallarning ikkilamchi xomashyosini qayta ishlash uchun texnik va iqtisodiy jihatdan maqbul bo'ladigan takliflarni berishi kerak.

Makulatura. Makulatura (qog'oz chiqindilari)ni qayta ishlash atrof-muhitni muhofaza qilish bilan bir qatorda qimmatli tabiiy xom ashyoni tejashga ham yorqin misol bo'la oladi. Makulaturani yig'ish va undan oqilona foydalanish nafaqat biz yashab turgan muhitni qog'oz qoldiqlaridan ifloslanishining oldini oladi, balki qimmatli yog'och mahsulotlarini tejash imkonini beradi.

Makulaturadan matbaa qog'ozlarini ham olish mumkin, lekin bu ancha xarajatlarni talab qiladi. Iqtisodiy nuqtayi nazardan, qayta ishlangan qog'ozlardan mahsulotlarni o'rash uchun ishlatiladigan, oddiy karton qog'ozlar, gofrirlangan qog'ozlar ishlab chiqarishda foydalanish mumkin. Hisoblashlar shuni ko'rsatdiki, makulaturadan qog'oz va karton ishlab chiqarishda yog'och mahsulotlari va selluloza ishlab chiqarishga qaraganda

60 % kam energiya talab qilinar ekan. Bunda, havoning ifloslanishi 15 %ga, suvning zararlanishi esa 60 % kamayadi.

Polimer chiqindilari. Hozirgi paytda plastmassalar konstruktiv materiallar sifatida keng qo'llanilmoqda. Plastmassadan yasalgan, o'z xizmat davrini o'tab bo'lgan chelak, vanna, plyonka, polietilen paketlar, penopolistirool, har xil ichimlik quyiladigan idishlar alohida chiqindilarga aylanmoqda. Ular juda sekinlik bilan parchalanadi yoki umuman parchalanmaydi. Masalan, polivinilxloriddan yasalgan idishlarni amaliyotda qaytadan ishlab chiqarish mumkin emas, agar ular yoqilsa bundan hosil bo'ladigan xlorid kislota bug'laridan havo ko'proq ifloslanadi. Ko'p mamlakatlarda bakteriyalar yoki nurlanishlar ta'sirida parchalanib ketadigan polimerlar yaratish bo'yicha ishlar olib borilmoqda.

Hozir plastmassa chiqindilarini qayta ishlatish bo'yicha ayrim tavsiyalar berilmoqda. Agar ular siqilgan gazlar yordamida sovitilsa, uvalanuvchan holatga keladiki, ularni kukun holatigacha maydalab, avtomobil shinalari bilan birgalikda to'ldiruvchi sifatida ko'chalarda yotqiziladigan asfaltlarda ishlatish mumkin.

Piroliz yordamida parchalab, turmushda qo'llaniladigan gaz olish to'g'risida ham tavsiyalar mavjud.

Chang va gazlar. Tutun va boshqa kolloid-dispers ko'rinishdagi har xil changlar insonlar va hayvonlarning salomatligiga zarar keltirib, o'simlik dunyosini nobud qiladi. Shu bilan birga ular, avvalo, ko'plab xom ashyoning yo'qotilishini anglatadi. Hosil bo'lgan gazlar, changlar va tutunning ko'p qismi elektr stansiyalari zimmasiga to'g'ri keladi, (issiqlik elektr stansiyalariga — 58 %, metallurgiyaga — 19 %, sanoatning boshqa yo'nalishlariga — 5 %).

Yig'ilgan changlardan qurilish materiallari, masalan, ko'pik va keramika ishlab chiqarishda, plastmassalar uchun to'ldiruvchi va bog'lovchi modda sifatida foydalanish mumkin. Ma'lumki, kimyo kombinatlari tomonidan atmosferaga tajovuzkor gazlar va changlarning chiqarilishi metall konstruksiyalarning korroziyasini kuchaytiradi.

Avtomobillarning ko'pgina yoqilg'ilarida, dvigatellardagi detonatsiyalarni susaytiradigan tetraetill qo'rg'oshin moddasi mavjud bo'ladi. Dvigateldan chiqadigan ishlangan gazlar tarkibida atmosferaga inson salomatligi uchun zararli bo'lgan hamda metallarning korroziyasini tezlashtiradigan qo'rg'oshin moddasi ham chiqariladi.

Sanoat korxonalari tomonidan chiqariladigan zararli moddalar tarkibida eng zaharlilaridan oltingugurt IV-oksidi, vodorod sulfidi,

vodorod xloridi (xlorid kislota), vodorod florit mavjud bo'ladi. Qayerda, sezilarli konsentratsiyalarda vodorod xlorid mavjud bo'lsa, o'sha terda namlik paytida kuchli korroziya ro'y beradi.

Oqova suvlar. Mineral xom ashyolarni qayta ishlash davrida qattiq chiqindilardan tashqari ko'l va daryolarni ifloslantiruvchi suyuq chiqindilar ham vujudga keladi. Masalan, yog'ochni qayta ishlab selluloza olish paytida oqova suvlari bilan yog'och massasining yarmiga yaqini yo'qotiladi. Shunday qilib, biz suvlarning sanoat va uy-ro'zg'or chiqindilari bilan zararlanish muammosiga duch keldik. Ko'pgina kimyoviy va metallurgiya korxonalari suv havzalari va daryolarga oqova suvlari bilan birga og'ir metallarni chiqarib tashlashadi. Bizda bunday og'ir metallarni ajratib olish va suvni tozalash texnologiyasi ishlab chiqilgan, bularga filtrlash, aktiv ko'mirda adsorblash, tinitish, ionli almashish va kerak bo'lganda distillash kiradi.

Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, suv ham xomashyo manbayidir. Suv yer yuzidagi hamma jonli narsalarga hayot baxsh etishi bilan birga texnologik jarayonlarda muhim yordamchi muhit ham hisoblanadi.

Insoniyatning har yili suvga bo'lgan ehtiyoji 7,5 mlrd./m³ tashkil qilsa, shundan 80 % sanoatga to'g'ri keladi. Masalan, 1 tonna po'lat ishlab chiqarish uchun 200 m³, bir tonna sun'iy shoyi ishlab chiqarish uchun 200 dan 600 m³ gacha suv zarur bo'ladi. Suvni ifloslanishdan muhofaza qilish zarur, imkon paydo bo'lganda undan qayta foydalanishni yo'lga qo'yish kerak. Bunda, suvning aylanishini ko'pgina sanoat tarmoqlarida uncha katta bo'lmagan xarajatlar hisobidan yo'lga qo'ysa bo'ladi. Shu bilan bir qatorda yer osti suvlarining ham ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Ekologik muammolarni hal qilishda fizikaviy usullardan biri magnit usulini ko'rib chiqaylik. Magnitli suyuqliklardan ifloslangan, botqoq suvlarni tozalashda, metallurgiya zavodlaridan chiqayotgan oqova suvlaridan metall chiqindilarini ajratib olishda, neft mahsulotlari bilan ifloslangan dengiz suvlarini tozalashda foydalanish mumkin.

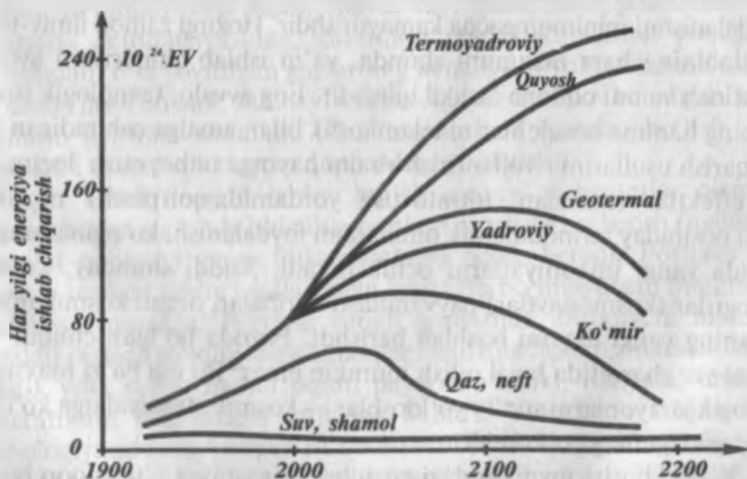
Ekologiya va kelajakda energetik vaziyat

Ikkilamchi xom ashyolardan foydalanishda chiqindilarni kompleks qayta ishlab chiqarish va kelajak energetik vaziyat to'g'risida bir necha mulohazalar mavjud. Bir tomondan, foydalanilgan uy-ro'zg'or buyumlari, oshxona chiqindilari, kul, avtoshinalar va hokazolar atrof-muhit uchun xavf tug'diradi. Shu vaqtning o'zida shahar va uy-ro'zg'or chiqindilari

metallar, shisha, qog'oz va hokazolarni o'zida mujassamlashtirgan xomashyo manbayi hamdir.

Zamonaviy chiqindi-axlatlarni yoqadigan qurilmalar (zavodlar)da birinchi navbatda isitish uchun yoki elektr energiya ishlab chiqarish uchun kerak bo'ladigan issiqlik ishlab chiqariladi. Umuman, kelajakda chiqindilardan energiya olish muammosiga diqqat-e'tibor qaratilishi kerak bo'ladi, chunki 2000-yilda 1980-yildagiga nisbatan energiya iste'mol qilish o'n marta oshdi. Kelgusida energiyani iste'mol qilishning oshishi XXI asrning oxirlarida zaxiralari tamom bo'lishi kutilayotgan ko'pgina an'anaviy yoqilg'i mahsulotlari tanqisligi bilan bevosita duch keladi. Bu vaqtda katta masshtablarda energiya ishlab chiqarish uchun yadrolarning bo'linishi va termoyadro sintezidan, quyosh va shamol energiyalaridan foydalanish kerak bo'ladi. 55-rasmda turli xil manbalar asosida kelgusida energiya ishlab chiqarishning masshtablari ko'rsatilgan. Faqat shuni hisobga olish lozimki, masalan, termoyadroviy energiya ishlab chiqarishda deyteriy manbayi sifatida nafaqat suv, balki qurilmalarining o'zi uchun va elektr energiyani uzatish uchun ko'p miqdorda metall kerak bo'ladi.

Materiallarni tejash va atrof-muhitni muhofazalash har birimizning fuqarolik burchimizdir, lekin biz hozircha ishlatilgan narsalarni tashlab yuborish hissidan butunlay ozod bo'lganimiz yo'q.



55-rasm. Kelajakdagi ehtimolli energetik balans.

Biz shu narsani anglab yetishimiz, turmush darajasining o'sib borishi bilan atrof-muhitga, xomashyoni ishlatishga va jamiyatga nisbatan yuqori darajada ongli munosabat va javobgarlik hissi paydo bo'lsagina, muhim xalqaro muammo — ijtimoiy-etik tarbiya muammosi hal etiladi va inson haqiqatdan ham tabiat sohibiga aylanadi.

60-§. HOZIRGI ZAMON FANLARI — YANGI TEXNOLOGIK TAMOYILLAR ASOSIDIR

Tabiiy fanlarning hamma bo'limlari texnikaning rivojlanishiga imkon tug'diradi. Yangi usullarni barpo qilish va borlarini takomillashtirish uchun bilimlardan muntazam foydalanish ijtimoiy zaruriyatdir. Agar ilgari biron-bir ilmiy kashfiyotning ishlab chiqarishga kiritilishdan ilgari ketgan bo'lsa, bugungi kunda kashfiyotning qayd qilinishi uning texnik imkoniyatlarini bevosita tahlil qilishdan boshlanadi. Agar kashf qilingan vaqtdan ishlab chiqarishga kiritilishigacha bo'lgan yo'l fotografiyada 62 yil bo'lsa, (1777—1839), telefonga — 56 yil (1820—1876), radiopriyomniklar uchun 35 yil (1867—1902) bo'lgan bo'lsa, tranzistorlar kashf etilgach 5 yildan keyin yasaldi. Bunday an'ana kelgusida albatta davom etadi.

Ishlab chiqarishning zamonaviy usullari ta'sirining va energiya tashuvchilarning yangi tamoyillariga asoslanadi. Bundan ko'zlangan maqsad mahsulotni ishlab chiqarishda va ekspluatatsiya qilishda ishchi kuchidan foydalanishni minimumgacha kamaytirishdir. Hozirgi zamon ilmiy-texnika inqilobining ham mazmuni shunda, ya'ni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va uni oqilona tashkil qilishdir. Eng avvalo, texnologik jarayonlarning hamma bosqichlarini tejamkorlik bilan amalga oshiradigan ishlab chiqarish usullarini rivojlantirish va uni hayotga tatbiq etish lozim. Turli xil effektlar (masalan, ultratovush yordamida qoliplash) ni qo'llash yoki bosimday termodinamik omillardan foydalanish, ko'pgina jarayonlar oldida yangi imkoniyatlarni ochib beradi. Xuddi shunday, kosmosda fazogirlar (kosmonavtlar) payvandlash tajribalari orqali kosmik texnologiyaning yangi davrini boshlab berishdi. Fazoda bo'lgan chuqur vakuumni yer sharoitida hosil qilish mumkin emas. Bu esa ba'zi maxsus texnologik jarayonlarni sun'iy yo'ldoshlar — kosmik stansiyalarga ko'chirish to'g'risidagi fikrga olib keldi.

Yuqori bosim texnikasidagi erishilgan taraqqiyot o'ta yuqori bosimda olinadigan turlangan materiallarni sanoat ishlab chiqarishiga olib keldi.

Materiallarning ishlatiladigan xususiyatlaridan eng avvalo, mustahkamligi va kimyoviy chidamliligi bo'lsa, shu bilan birga ularning yarim o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lgan turi va o'ta o'tkazuvchan materiallar ham qiziqish tug'diradi.

Zamonaviy texnik vositalar energiya zichligining juda katta konsentratsiyasiga erishish imkonini beradigan turli xil kimyoviy usullar va fizik effektlardan foydalanmoqda. Quyida keltirilgan jadvalda turli xil manbalarda hosil bo'ladigan energiya zichligi keltirilgan.

1-jadval

Energiya manbayi	Energiya maksimal zichligi Bm/sm^2	Minimal ko'ndalang kesimi, sm^2	Erishiladigan harorat, $^{\circ}C$
Asitilen gorelka	10^2-10^4	10^{-2}	$3,5 \cdot 10^3$
Elektr yoyi	10^4-10^5	10^{-1}	$(4+10) \cdot 10^3$
Plazma oqimi	10^5-10^6	10^{-3}	$(1,5+50) \cdot 10^3$
Elektronli nurlar	10^6	10^{-7}	—
Lazer nurlari	10^6-10^{13}	10^{-7}	10^7

Bu jadvalda, albatta texnologik jarayonlarda ishlatiladigan energiya manbalarining to'liq ro'yxati keltirilmagan.

Energiya tashuvchilar sifatida zarbali to'lqinlar, magnit maydon to'lqinlari va katta tezlikka ega bo'lgan kesuvchi asboblari qaralishi mumkin. Zarbali to'lqinlar turli muhit (havo, suv, qum) larda portlovchi moddalarning detonatsiyasidan, gazsimon yoki kukunsimon yoqilg'ining yonishidan, o'ta sovitilgan gazlarning kengayishi yoki uchqunli razryadi natijasida hosil bo'ladi. Bunday, mahsulotga tezda ishlov beradigan ko'plab usullarni keltirish mumkin. Ular asosan qoliplashda, bo'lish, biriktirishlarda va mahsulot sirtini qoplashlarda ishlatiladi.

Agar elektromagnit ishlov berish asosan mahsulotlar qismlarini biriktirishda va yig'ishda ishlatilsa, portlash orqali zarhal berish (mahsulotlar yuzasini qoplash) yangi imkoniyatlarni ochib beradi. Portlash orqali qoplash usulida oddiy usullar bilan biriktirib bo'lmaydigan materiallarni biriktirish mumkin. Portlash orqali qoplashda, birikuvchi materiallar yuzalari orasida to'lqinsimon ilmoqlar hosil qiladigan tez harakatlanuvchi plastik yoki suyuq metall oqimi paydo bo'ladiki, natijada, chuqur va mustahkam bog'lanish vujudga keladi. Yuzalarga ishlov berish texnologiyasida eng yosh va istiqbolli usul bu elektr polimerlash usulidir. Asosida galvano texnika prinsipi yotgan bu usul yordamida metall sirtini yupqa plastmassa bilan qoplash mumkin. Metallardan yasalgan detallarning

korroziyaga qarshi himoya qoplamasida yoki yupqa izolatsion sirt bilan qoplashda bu usulning ahamiyati katta.

Hozirgi zamon magnetizmning rivojlanishi nanometr (10^{-9} m) o'lchamidagi mikroelektronikani vujudga keltirdi. Bu texnologiya asbob-sozlikni, axborot texnologiyalarini, radio va televizion texnikaning o'lchamlarini keskin kichiklashtirish imkoniyatini beradi.

Insoniyatning ijtimoiy rivojlanishi doimo moddiy ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan. Mehnat qurollari qanday materialdan ishlab chiqarilgan bo'lsa, insoniyatning butun bir davrining nomi ham shu bilan bog'liq bo'lgan: tosh asri, bronza asri, temir asri. Hozir turli xil organik, noorganik materiallar bilan to'ldirilgan metallar kundalik hayotimizda asosiy o'rin tutadi.

Hozir bizga ma'lum bo'lgan turli xil metallar va qotishmalar ishlab chiqarilmoqda. Nodir va kam o'rganilgan metallar, shuningdek, lantanoidlar asosidagi yangi-yangi qotishmalar qo'llaniladigan materiallar sonini boyitadi. Hozir biz faqatgina yarim o'tkazgichlar texnikasida ishlatiladigan juda yuqori darajadagi tozalikka ega bo'lgan materiallarga o'xshash o'ta toza materiallar ishlab chiqarishga qodirmiz.

Kelajakda tolalar yoki disperslashgan qattiq zarralar bilan mustahkamligi oshirilgan kombinatsiyalangan materiallardan foydalanish istiqbollari mavjud. Bunda noorganik metall yoki organik polimer asosga shisha, uglerod, bor, berilliy, po'latdan yasalgan ingichka yuqori darajada mustahkam tolalar yoki ipsimon monokristallar kiritiladi. Bunday kombinatsiyalash natijasida maksimal mustahkamlik yuqori elastiklik moduli va katta bo'lmagan zichlik bilan qo'shiladi.

Biz tasavvur ham qila olmaydigan xususiyatlarning kombinatsiyasini mutlaqo yangi tamoyillar asosida rivojlanayotgan yuzalarni qoplash texnologiyasi bermoqda. Masalan, shuni tasavvur qilish mumkinki, qotishmalar va undan yasalgan mahsulotlarning kuchlanish ta'sirida yeyilgan sirtlari uzluksiz ravishda hajmining oshirilib borishi hisobidan to'ldirilib turiladi.

Keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, yangi materiallar yangi ishlab chiqarish va qayta ishlash texnologiyasini talab qiladi. Bularni ishlab chiqishda texnikaviy fanlar o'zining fizik, kimyoviy va hatto biologik tadqiqot prinsiplariga asoslangan tabiiy fanlar to'plagan bilimlarga tayanadi.

Biz, fan va texnikaning muhim yutuqlaridan foydalanish kerakligini qanchalik yaxshi tushunsak va qanchalik tez uni amalda qo'llasak, yangi texnologik jarayonlar ishlab chiqarishga shunchalik tez kiritiladi va XXI asrda ko'proq xususiyatlari oldindan beriladigan materiallarga ega bo'lamiz.

61-§. AXBOROT TIZIMLARI VA TEXNOLOGIYALARINING HOZIRGI HOLATI VA RIVOJLANISHI

Hozirgi zamon sivilizatsiyasining rivojlanishini axborot texnologiyalarining, xususan, telekommunikatsion tizim va kompyuter texnologiyasini takomillashtirmasdan turib tasavvur qilish mumkin emas. Haqiqatdan ham yuqori texnologiya sferasi iqtisodiyotning juda tez rivojlanayotgan sektoridir. Butun dunyoda uyali aloqalarining global tarqalishi va kompyuterlashtirishning o'sishi muhim hodisa bo'ldi. 50 yil oldin birinchi hisoblash mashinasi ENTAC ning yaratilishidan o'tgan davr ichida axborotni ishlab chiqish industriyasining rivojlanishida uchta sifatiiy sakrash ro'y berdi.

Birinchi inqilobiy o'zgarishlarni, mutaxassislar katta hajmdagi sonlarni saqlash va qayta ishlab chiqishi imkoniyatiga ega bo'lgan katta elektron-hisoblash mashinalarining (EHM) yaratilishi bilan bog'lashadi. Bu esa katta yoki kichik korxonalar masshtablarda boshqarishni tashkil qilishiga olib keldi.

Ikkinchi kompyuter inqilobi. IBM Amerika firmasi tomonidan axborotni qayta ishlash individual vositasi sifatida 1981-yil iyul oyida, shaxsiy kompyuter yaratilishi bilan boshlangan. Bu bosqichda avtonom shaxsiy kompyuter individual foydalanuvchiga hisoblash texnologiyasining hamma imkoniyatlarini yaratib berdi. Kompyuter dasturlari bozori tezlik bilan rivojlana boshladi. Bu sohada Microsoft transmilliy kompaniyasi yetakchi o'rini egalladi. Bu kompaniyaning shiori: «Kompyuter har bir uyga, har bir ishchi stoliga». Oddiy foydalanuvchi foydalana oladigan Microsoft Word ga qo'shimcha interfeys, Microsoft Exel va bu firmaning boshqa mahsulotlari haqiqatdan ham standartlarga aylandi, butun dunyo bu dasturlarning mahsuloti bilan ishlamoqda.

XX asrning o'rtalarida axborot texnologiyasi bo'yicha mutaxassislar **uchinchi inqilob** — tarmoqli bog'lanish to'g'risida gapira boshlashdi. Amaliyot ko'rsatdiki, oddiy kompaniyalarda ishlatilayotgan zamonaviy kompyuterlarning quvvatidan foydalanishning samaradorligi past ekan. Bundan tashqari, ko'pgina firmalarga, asosan, qimmatli qog'ozlar bozorida savdo qiluvchi firmalarga turli xil doimiy ravishda o'zgarib turadigan ma'lumotlar zudlik bilan kerak bo'lar ekan.

Raqobatli sharoitda xulosa qabul qilish uchun kerak bo'ladigan axborotni kim tezroq topib, tahlil qila olsa o'sha yutib chiqadi. Oddiy kompyuter

bunday imkoniyatni bera olmaydi. Shuning uchun, kompyuter sohasining rivojlanishi natijasi sifatida uchinchi bosqich — tarmoqli texnologiyaning rivojlanishi bo'ldi.

Faqat tarmoqli texnologiyagina foydalanuvchiga ko'plab imtiyozlar beradi. Kompyuterdan foydalanuvchiga hisoblashlarning imkoniyatlarini oshirish, kompyuterni doimiy ravishda takomillashtirish (operativ xotirasining hajmini va qattiq diskning sig'imini oshirish, protsessorning ish bajarish qobiliyatini ko'tarish) bilan bog'liq bo'lmay, endi u bevosita tarmoq orqali amalga oshiriladi.

Tarmoqli hisoblash qurilmalari quvvatlarining foydalanuvchilar o'rtasida taqsimlanishini, tarmoqli bog'lash esa foydalanuvchilarning jamoa bo'lib ishlashini, birgalikda xabarlardan foydalanishni ta'minlaydi.

Hisoblash jarayoni tabiatining o'zgarishi shaxsiy kompyuterlarga bo'lgan munosabatning keskin o'zgarishiga olib keldi. Kompyuterlar axborotni qayta ishlash qurolidan insonning katta quvvatli hisoblash tizimlari bilan o'zaro ta'sir quroliga aylandi. Ularning qayerda joylashganligi va xillaridan qat'iy nazar istalgan axborotga kirish mumkin bo'ldi. Shaxsiy kompyuterlar kishilarning o'zaro muloqotga bo'lgan ehtiyojini ham ta'minlaydi, faqat tarmoqli texnologiyaning rivojlanishigina ularni kommunikatsiya vositasiga aylantirdi.

Microsoft kompaniyasi rahbarlari informatsiya inqilobining davomi to'g'risida gapirishganda, hozir u hamma hisoblash mashinalarini butun dunyo tarmog'iga global integratsiyalash yo'lidan borayotganligi to'g'risida aytishmoqda. Ular bu tarmoqni obrazli ravishda qandaydir elektron bozor maydonchasi ko'rinishida tasavvur qilishmoqdaki, unda kishilar turli xil ko'rinishdagi faoliyat bilan shug'ullanishadi, tovarlarni sotadi va sotib oladi, o'zaro hamkorlikni amalga oshiradi, bir-biri bilan muloqotda bo'lishadi va o'z o'rnini tark etmay turib jahon madaniyati bilan tanishadi. Kerakli hamma axborotni olish imkoniyati mavjud bo'lib, u yuqori darajada individual bo'ladi. Bu axborotni to'liq, yoki qismlar bo'yicha istalgan holatda, xohlagan paytda olish mumkin bo'ladi.

Global tarmoqqa oriyentirlangan kelajak axborot texnologiyasiga misol sifatida bugungi kundagi eng quvvatli tarmoq internetni ko'rish mumkin.

Ta'rif bo'yicha, internet bir-biridan uzoqlikda joylashgan kompyuterlarni yagona axborot makoniga birlashtiruvchi dastur-qurilmalar majmuidir. Amaliyotda bu shuni bildiradiki, masalan, Toshkentda turib Reyter moliya serverida saqlanayotgan xabarlariga ega bo'lish mumkin yoki aksincha, sizning serveringizda saqlanayotgan ma'lumotlardan o'zlarini

qiziqtiradiganini Reyter olishi mumkin. Telefon tarmoqlarini yanada takomillashtirish Respublikamizda Internet tarmog'ining yanada kengroq tarqalishiga olib keladi. Provayder (Internetda xizmat ko'rsatuvchilar) huquqini qo'lga kiritgan aloqachilar shuning moliyaviy yordami hisobidan aloqa bo'limlarini qayta ta'mirlashlari mumkin bo'ladi. Bu vaqtda, qiziqadigan kishilar esa jahon bo'yicha kerakli axborotga arzon va tezda ega bo'ladilar.

Internet — butun dunyo bo'ylab telefon tarmoqlari va ular bilan ishlash imkonini beradigan modem deb ataluvchi maxsus qurilmalar orqali bir-biri bilan o'zaro bog'langan juda ko'p kompyuterlarning birlashmasidir. Internetga ulangan kompyuterlar, asosan, ikkita toifaga **serverlar** va **mijozlarga** bo'linadi. Serverlar — bu doimiy ulangan kompyuterlar bo'lib, masalan, o'z mahsulotining reklamasini joylashtiradi. Mijozlar esa maxsus dasturlar yordamida istalgan paytda serverlarda joylashtirilgan xabarlar bilan tanishish imkoniyatiga ega bo'lishadi. O'zbekistonda Internet biznes uchun ikkita imkoniyati jihatidan foydalidir. Birinchidan — «tashqi dunyo» to'g'risida, ya'ni potensial mijozlar, raqobatchilar, hamkorlar, o'z mahsulotini yetkazib beruvchilar to'g'risida axborot olish uchun. Ikkinchidan, o'zi to'g'risida, ishlab chiqarayotgan mahsuloti to'g'risida butun dunyoga chiqishdir. Texnik jihatdan bu imkoniyat ikkita Internet-servis orqali amalga oshiriladi: **www** (Butun jahon «o'rgimchak ini») va **e-maill** (elektronli pochta). **WWW** foydalanuvchiga Internet-serverlarga kirish va ularni kompyuter monitorida kuzatish imkoniyatini beradi. Elektronli pochta esa, oddiy pochta kabi o'zaro yozishmalarni olib borish uchun mo'ljallangan.

AQSH va Yevropadagi 500 yirik korporatsiyalardan 80 %i internet tarmog'iga ulangan. Yaqin kelajakda bunday elektronli «o'rgimchak uyasi» ulanadigan mijozlarning soni to'rt martaga oshishi kutilmoqda.

XX asr boshida akademik V.I.Vernadskiy biosferaning evolutsion taraqqiyot orqali noosferaga o'tishini bashorat qilgan edi. Bu narsa hozirgi kunda amalga oshmoqda. Insoniyat sivilizatsiyasining fanda, ta'limda, san'atda erishgan yutuqlarini o'zida mujassamlashtirgan global kompyuter tarmog'i «jamao fikri» sifatida namoyon bo'lmoqda. Odamzodning to'plangan dunyo tajribasidan foydalana olishi har bir shaxsning imkoniyatlarini keskin oshiradi. Isaak Nyutonning: «Men uzoqni ko'ra oldim, chunki gigantlar yelkasida turgan edim», — deb aytgan so'zlari, kompyuter tarmog'i inqilobi sharoitida har bir kishining, butun insoniyatning intellektual qobiliyatining rivojlanishi mumkin ekanligini tavsiflab beradi.

SINOV SAVOLLARI

1. Lazerlar texnologiyasi jarayonlari necha turga bo'linadi?
2. Lazer nurlanishining qanday xususiyati jismlarning golografik tasvirini olish imkonini beradi? Gologramma olish usullarini keltiring.
3. Golografiyaning oddiy fotografik tasvirdan ustunligi nimada?
4. Golografiyaning interferometrlarda va mikroskoplarda, axborotlarni optik ishlab chiqishda qo'llanilishi nimani beradi?
5. Tovush gologrammasini olish prinsipi qanday?
6. Suyuq kristallar nima? Elektr maydoni suyuq kristallar xossalriga qanday ta'sir qiladi?
7. Materiallar va chiqindilarning qayta ishlatilishi atrof-muhitga zararli ta'sirning katta qismini qanday qilib bartaraf qiladi?
8. Kelajak energetik balansi qanday bo'lishi mumkin?
9. Hozirgi zamon axborot texnologiyalarini sanab keltiring?
10. Global tarmoq nima?
11. Internet nimani ifodalaydi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. T., «O'zbekiston», 1997.
2. Бернал Д. Наука в истории общества М., 1958.
3. Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983.
4. Ясперс К. Смысл и назначение истории. М., 1994.
5. Рассел Б. Человеческое незнание. Его сфера и границы. М., 1957.
6. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989.
7. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. М., 1974.
8. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М., 1987.
9. Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Драма идей в познании природы: частицы, поля, заряды. М., 1988 г.
10. Горелов А.А. Концепция современного естествознания. М., 1998.
11. «Umumiy o'rta, o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi tizimlarida fizika fanini o'qitish muammolari»ga bag'ishlangan Respublika amaliy-uslubiy konferensiya tezislari. Samarqand, 2000.
12. Tulenov J., G'ofurov Z. Falsafa, T., «O'qituvchi», 1997.
13. Rahimov I. Falsafa (qisqacha konspekt), T., «O'qituvchi», 1998.
14. Rahimov M.N. Vatanimiz fiziklari, T., «O'qituvchi», 1983.
15. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос. Квант. М., 1994.
16. Медоуз Д. и др. Пределы роста. М., 1991.
17. Вернадский В.И. Биосфера. М., 1997.
18. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. М., 1993.
19. Реймерс Н.Ф. Экология. М., 1999.
20. Винер Н. Кибернетика. М., 1968.
21. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М., 1994.
22. Медоуз Д. и др. За пределами роста. М., 1994.
23. Акилова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития. М., 1994.
24. Суриков В.В. Введение в основы естествознания, 1 часть М., 1997.
25. Трофименко А.П. Вселенная: творение или развитие. Минск, 1987.
26. Пахомов Б.Я. Становление современной физической картины мира. М., 1985.
27. Князев В.Н. Концепция взаимодействия в современной физике. М., 1991.
28. Трофимова Т.И. Курс физики. М., 1990.
29. Солопов Е.Ф. Концепции современного естествознания. М., 1998.

30. Клейнер.И.П. Основы естествознания. Тексты лекций, Самарканд, 2001 г.
31. Ismoilov M., Habibullayev P.K., Xaliulin M. Fizika kursi. T., «O'zbekiston», 2000.
32. Ahmadjonov O. Fizika kursi. T., I, II, III tomlar, 1989.
33. Abdullayev G. Fizika kursi. T., 1989.
34. Абдуллаев Г. Физика курси. Т., 1989.
35. Спасский Б.И. Физика для философов М., изд. МГУ, 1989.
36. Савельев И.В. Курс физики., Т. 1, 2, 3. М., 1989.
37. Мэрион Дж. Б. Физика и физический мир. М., 1975.
38. Рымкевич П.А. Курс физики, М., 1975.
39. Миннарт М. Свет и цвет в природе. М., «Наука», 1979.
40. Yosh fizik ensiklopedik lug'ati. T., 1989.
41. Бутиков Е.И. Оптика, М., 1986.
42. Нейман А. Материалы будущего. Л., «Химия», 1985.
43. Шатуновская А. Сетевые технологии: взгляд из будущего. Журнал «Рынок, кредит и деньги», № 4, 1998.
44. «Аргументы и факты», 2004 йил август, № 33.

MUNDARIJA

Kirish	3
--------------	---

I bob. HOZIRGI ZAMON TABIIY FANLAR KONSEPSIYASI

1-§. Tabiatshunoslikning predmeti va vazifalari	5
2-§. Ilmiy-texnika taraqqiyotining global rivojlanish an'analariga ta'siri. Hozirgi zamon fan va texnika aloqalari	8
3-§. Fan — bilimlarning oliy shakli. Ilmiy tadqiqot usullari	10
4-§. Ilmiy izlanishlar tarkibi	13
5-§. Tabiiy fanlarning rivojlanish tarixi	15
6-§. Olamning hozirgi zamon manzarasi	24
7-§. Hozirgi zamon tabiatshunosligi panoramasi	26

II bob. HOZIRGI ZAMONNING GLOBAL MUAMMOLARI

8-§. Analiz va sintez. Tabiatshunoslikning maqsadi	29
9-§. Biosfera va uni tadqiq qilish muammolari	30
10-§. Faktlar va an'analar. Fikriy modellar	30
11-§. Global kompyuter modellari. O'sishning chegaralari	32
12-§. Bugungi kun an'anasi. Hozirgi zamonning global bashoratlari	36
13-§. Biosferaning barqarorligi. Bifurkasiya	40

III bob. TABIATSHUNOSLIKNING FIZIK ASOSLARI

14-§. Materiyaning tarkibiy tashkil topganligi: mikrodunyo, makrodunyo va megadunyo	43
15-§. Koinot. Metagalaktika. Yulduzlar. Quyosh. Yer	44
16-§. Tabiatdagi fundamental o'zaro ta'sirlar	47
17-§. Nyuton qonunlari — klassik mexanikaning asosiy qonunlari	48
18-§. Mexanikada saqlanish qonunlari	50
19-§. Massalar markazi harakati. Galileyning nisbiylik prinsipi	54
20-§. Qattiq jismlar mexanikasi. Qattiq jismning inersiya momenti	56
21-§. Tebranishlar va to'lqinlar	59
22-§. Molekular fizika va termodinamika	62

23-§. Termodinamikaning birinchi qonuni	64
24-§. Ideal issiqlik mashinasi va uning foydali ish koeffitsiyenti. Karno sikli	65
25-§. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya	66
26-§. Koinotning «issiqlik halokati». Biosfera entropiyasi	68

IV bob. TABIATSHUNOSLIK VA XX ASR FIZIKASI. ELEKTR HODISALARI

27-§. Elektr ta'sirining tabiati to'g'risida hozirgi zamon tasavvurlari	72
28-§. O'zgarmas elektr toki	78
29-§. Magnit ta'siri to'g'risidagi hozirgi zamon tasavvurlari	83
30-§. Magnetizmning asosiy qonunlari	84
31-§. Elektromagnit induksiya hodisasi	86
32-§. Moddalarning magnitlanishi	88
33-§. Yerning magnit maydoni	91
34-§. O'zgaruvchan elektr toki	93
35-§. Maksvell nazariyasi va elektromagnit maydon	95
36-§. Elektromagnit to'lqinlar	97
37-§. Optik hodisalar. Yorug'likning korpuskulyar — to'lqin xususiyati	99
38-§. Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasi	100
39-§. Dispersiya va yorug'likning qutblanishi	103
40-§. Nurlanishning kvantli tabiati. Nurlanishning asosiy qonunlari	106
41-§. Fotoeffekt va uning qonunlari	108
42-§. Maxsus nisbiylik nazariyasi elementlari	111

V bob. ATOM VA YADRO FIZIKASI ELEMENTLARI. YADRO ENERGETIKASI

43-§. Atom to'g'risidagi tasavvurlarning evolutsiyasi	116
44-§. Mikrozarralarning korpuskulyar — to'lqin xususiyati. De Broyl gipotezasi	117
45-§. Geyzenbergning noaniqliklar munosabati	118
46-§. Shredinger tenglamasi. To'lqin funksiyasi va uning statistik ma'nosi	119
47-§. Energiyaning kvantlanishi	121
48-§. Majburiy nurlanish	122
49-§. Optik kvant generatorlari — lazerlar	123
50-§. Yadro fizikasi. Yadro-fizikaviy tadqiqotlar	125
51-§. Atom yadrosi tarkibi	127
52-§. Yadro bog'lanish energiyasi	128
53-§. Yadro energetikasi	129
54-§. Termoyadro sintezi	131
55-§. Elementar zarralar	132

**VI bob. HOZIRGI ZAMON TEXNOLOGIYALARINING ILMIY ASOSI VA
XXI ASR ENERGETIKASI**

56-§. Lazer texnologiyasining rivojlanishi	136
57-§. Golografiya	137
58-§. Suyuq kristallar	139
59-§. Yangi chiqindisiz texnologiyalar rivojlanishi va atrof-muhitni himoyalash	141
60-§. Hozirgi zamon fanlari — yangi texnologik tamoyillar asosidir	146
61-§. Axborot tizimlari va texnologiyalarining hozirgi holati va rivojlanishi	149
Foydalanilgan adabiyotlar	153

O'KTAM TYROTOVICH O'SAROV
TABIATSHUNOSLIK ASOSLARI
(O'quv qo'llanma)

Toshkent — «Mehnat» — 2004

Tahririyat mudiri *A. Boboniyozov*
Muharrir *P. A'zamova*
Rassom *H. Qutluqov*
Texnik muharrir *T. Smirnova*
Musahhiha *S. Badalboyeva*

2004-yil 20-avgustda chop etishga ruxsat berildi. Bichimi 60x84¹/₁₆. «Tayms»
harfida terilib, ofset usulida chop etildi. Shartli b. t. 10,0.
Nashr tabog'i 10,0. 2000 nusxa. Buyurtma № 3056.
Bahosi shartnoma asosida.

«Mehnat» nashriyoti, 700129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.
Shartnoma № 70—2003.

Andoza nusxasi «Mehnat» nashriyotining kompyuter bo'limida tayyorlandi.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining Birinchi Toshkent
bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent, Sag'bon ko'chasi, 1-berk ko'cha, 2-uy.

QIZIL YULDUZ QIZIL
TABIATSHUNOSLIK ASOSLARI

Oliy o'quv

Yulduz qizil

Yulduz qizil

Yulduz qizil

Yulduz qizil

Yulduz qizil

Yulduz qizil

O' 88

O'sarov O'. T.

Tabiatshunoslik asoslari: Oliy o'quv
yurtlari uchun o'quv qo'llanma, — T.,
«Mehnat», 2004. — 160 b.

BBK 20.18ya73