

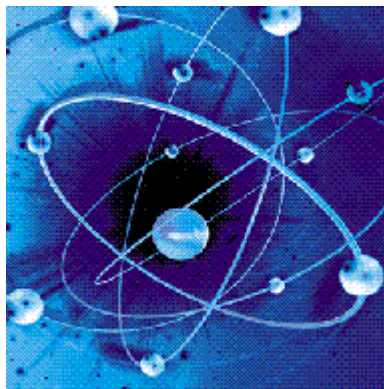
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI
VAZIRLIGI**

NAVOIY DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

“FIZIKA – MATEMATIKA” fakulteti

“UMUMIY FIZIKA” kafedrası

EKSPERIMENTAL FIZIK DOIMIYLIKLAR



Tuzuvchi: k.o'q.Sh.B.Ochilov
O'q.B.T.Bisenova

Taqrizchi: dots. A.A.Axmedov
f-m.f.n. E.Xudoyberdiyev

Uslubiy qo'llanma “Umumiy fizika” kafedrasining 2010 yil 6-sonli va Fizika – matematika fakultetining 2010 yil 4-sonli yig'ilishlarida muhokamadan o'tgan.

Soʻz boshi

Pedagogika institutlarining 5140200 “Fizika - astronomiya” bakalavriat taʼlim yoʻnalishi talabalarini oʻqitish uchun ixtisoslashtirilgan fanlar bloki boʻyicha oʻqitiladigan fundamental fizik doimiyliklar kursi fanidan tuzilgan ushbu uslubiy qoʻllanma boʻlajak oʻqituvchilar bilishi kerak boʻlgan bilimlar va koʻnikmalarni oʻz ichiga oladi. Bunda talabalarning fundamental fizik doimiyliklar kursi fanida doim qoʻllanilib keladigan kattaliklar toʻgʻrisida maʼlumotlar berilgan. Bu uslubiy qoʻllanmada talabalarimizga fizik tushunchalar, Yerning tortishish tezlanishi g ni aniqlash, gravitasiya doimiysi, Avogadro doimiysi, Loshmidt soni, Bolsman doimiysi, universal gaz doimiysi, tovushning havoda tarqalish tezligi, elektr doimiysi, Faradey soni, yorugʻlikning tarqalish tezligi va boshqa doimiy oʻzgarmaydigan fizikaviy doimiyliklarni aniqlagan olimlar, ularning tajriba usullari, laboratoriya ishlari va kerakli boʻlgan maʼlumotlarni hamda fizik tushunchalar yoritilgan. Bu fan talabalarni fizika faniga kirishida, fizikaviy masalalarni yechishda, laboratoriya ishlari bajarishda juda muhim fanlardan biri hisoblanadi.

Uslubiy qoʻllanmaning ayrim mavzularini qarab chiqish tartibi va baʼzi masalalarni gruppalash darsliklarda qabul qilingan tartibdan farq qiladi, chunki uslubiy qoʻllanma oʻrta maktablarda, akademik litsey va kasb - hunar kollejlariida olgan fizika kursining tegishli bilimlarini olgandan soʻng oʻrganishga moʻljallangan.

Qisqacha tarixiy maʼlumot

Fizika nazariyalarni tajribada va amalda bevosita tekshirib, hamma vaqt dunyoning ob'ektiv xossalarini ocha borish yo'li bilan rivojlandi.

Boshqa hamma fanlar singari fizikaning taraqqiyotiga ham kishilarning amaliy ehtiyojlari sabab bo'ldi. Qadimgi misrliklar va greklar mexanikasi o'sha davrdagi qurilish texnikasi va harbiy texnikaning talablari bilan bevosita bog'langan holda vujudga keldi. XVII asr oxiri va XVIII asr boshida qilingan g'oyat katta ilmiy kashfiyotlarga ham o'sayotgan texnika va harbiy ehtiyojlar sabab bo'ldi.

Rus fizikasi va ximiyasiga asos solgan M.V.Lomonosov o'z ilmiy faoliyatini tajriba talablari bilan bog'lab olib borardi. Uning qattiq va suyuq jismlarning tabiati, optika, meteorologiya, atmosfera elektri ustidagi juda ko'p xilma-xil tadqiqotlari har xil amaliy masalalar bilan bog'lanar edi.

XIX asr boshlarida bug' mashinalarining vujudga kelishi issiqlikni eng qulay va eng foydali yo'l bilan mexanik ishga aylantirish masalasini hal qilishni zarur qilib qo'ydi. Bu masalani faqat texnik yo'l bilangina hal qilib bo'lmas edi. 1824 yilda frantsuz injeneri Sadi Karno issiqlikning mexanik ishga aylanish muammosini umumiy suratda tekshirgandan keyingina issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsiyentini orttirish haqiqatan ham mumkin bo'ldi. Shu bilan birga Karnoning kashfiyoti energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi va uzatilishi to'g'risidagi umumiy ta'limotning — termodinamikaning vujudga kelishi uchun ham zamin bo'ldi. Shunday qilib, amaliyotning talablari yangi fizik kashfiyotlarga sabab bo'ladi, bu kashfiyotlar esa, texnikaning yanada taraqqiy qilishi uchun asos bo'ladi.

Birinchi qarashda juda ham nazariy va abstrakt bo'lib tuyulgan fizik kashfiyotlarning ma'lum vaqt o'tgandan keyin texnikaning xilma-xil muhim sohalarida ishlatila boshlaganini ko'rsatuvchi misollar oz emas.

1831 yilda Faradey tomonidan elektromagnit induksiyaning kashf qilinishi elektr hodisalaridan amalda keng foydalanish imkonini berdi.

1869 yilda D. I. Mendeleev tomonidan kashf qilingan davriy qonun ximiyaviy hodisalar va atomlar to'g'risidagi ta'limotning rivojlanishida juda katta rol o'ynabgina qolmay, bu kashfiyot hozirgi vaqtda ham fizika va ximiyaning juda ko'p amaliy masalalarini yechishda qo'llanma bo'lib xizmat qilmoqda.

O'n to'qqizinchi asrning yetmishinchi yillarida Maksvell elektromagnit jarayonlarning umumiy nazariyasini yaratdi. Maksvell bu nazariyaga asoslanib, elektromagnit energiya to'lqinlar tarzida tarqalishi mumkin, degan xulosaga keldi, Maksvellning bu xulosasining to'g'riligini 1888 yili Gers tajribada isbotladi. Bir necha yildan so'ng A. S. Popov radiotelegrafni yaratish uchun Maksvell — Gers kashfiyotidan foydalandi. Radiotexnikaning rivojlanishi, o'z navbatida, fiziklarning tabiat xossalarini o'rganishdagi eksperimental ishlari uchun yangi va juda keng imkoniyatlar ochib berdi.

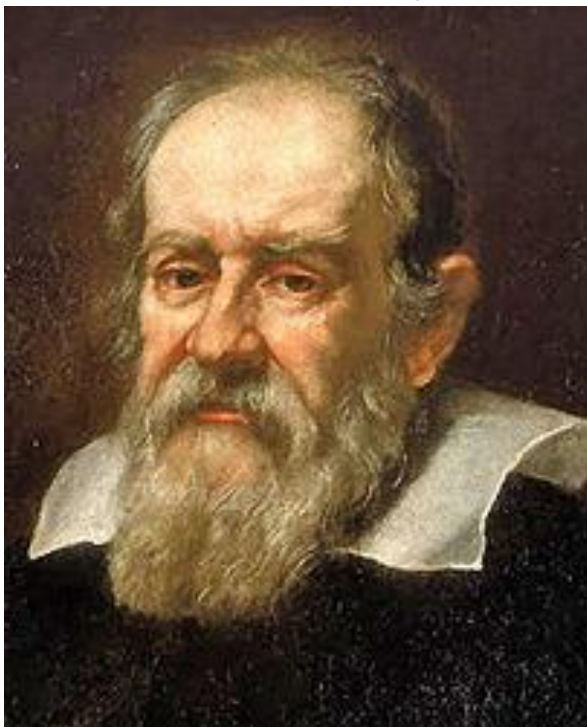
A. G. Stoletovning «aktino-elektrik» hodisalar ustidagi tekshirishlari (1888—1889) hozirgi zamon texnikasida (televideniye, avtomatika va hokazolarda) keng qo'llanilayotgan fotoelektrik effektning tabiatini aniqlashda g'oyat muhim rol o'ynadi.

Texnika bilan fizikaning o'z taraqqiyoti jarayonida bir-biriga qilgan ta'sirini ko'rsatuvchi misollar juda ham ko'p; ularning hammasini bu yerda aytib o'tirishning keragi ham yo'q. Faqat shu narsani qayd qilib o'tamizki, hozirgi vaqtda texnikani

tubdan o'zgartira oladigan g'oyat muhim muammolarni, masalan, quyosh energiyasidan bevosita amalda foydalanish yoki termoyadro reaksiyalari hisobiga energiya hosil qilish kabi muammolarni hal qilish fizik hodisalarni yana ham chuqur o'rganishni talab qiladi.

Quyida fizika fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan ayrim olimlar haqida ma'lumotlar keltirilgan

Galileo Galilei



Tavalludi	1564 yil, 15 fevral
Vafoti	1642 yil, 8 yanvar
Sohasi	fizik , faylasuf , astronom Shveytsariya Patentlar idorasi (Bern) Syurix Universiteti
Institutlar	Charles Universiteti, Praga Prussiya Fanlar Akademiyasi Kaiser Wilhelm Instituti Leiden Universiteti Ilg'or Tadqiqotlar Instituti

Galileo Galilei ([15 fevral 1564](#) — [8 yanvar 1642](#)) — o'z davrining ilmiga katta ta'sir ko'rsatgan [italyan faylasufi](#), [fizik](#) va [astronom](#). Galilei asosan o'zining [planetalar](#) va [yulduzlar](#) sohasidagi izlanishlari, dunyoning geliomarkazli tizimini faol qo'llashi va [mexanika](#) bo'yicha tajribalari bilan mashhur.

Galilei 1564-yili Italiyaning [Piza](#) shahrida tavallud topdi. 18 yoshida u otasining hohishi bilan [meditsinani](#) o'rganish uchun Piza [universitetiga](#) o'qishga kiradi. Universitetda o'qiyotgan paytda Galilei [matematika](#) va fizika bilan qiziqqa boshlaydi. Oz o'tmay u moliyaviy sabablarga ko'ra universitetni tark etishga majbur bo'ladi va mexanikani mustaqil o'rgana boshlaydi. [1589](#)-yili Galilei Piza universitetiga taklifga binoan qaytib keladi va matematikadan dars bera boshlaydi. Keyinchalik u Paduan universitetiga o'tadi, u yerda geometriya, mexanika va astronomiyadan dars beradi. O'sha paytda u ilmiy ixtirolar qila boshlaydi.

Paduan universitetida bo'lgan vaqtida Galiley [inertsiya](#) va jismlarning erkin tushishini o'rgandi. U erkin tushishning tezlanishi tananing massasiga bog'liq emasligini aniqlaydi, bu bilan u [Arastu](#) vaqtidan beri hukm surgan "tushish tezligi" tana og'irligiga proportsional degan nazariyaga chek qo'yadi. Galiley [Piza minorasining](#) tepasida turib, har xil massali jismlarni pastga otib, ularning tushishini ifodalagan, degan afsona mavjud. Bo'lishi mumkinki, Galiley bunday tajribani bajargan, ammo mashhur Pizadagi minoraga buning aloqasi yo'q.

Galiley [klassik mexanikadagi](#) nisbiylik prinsipining asoschilaridan biridir. Keyinchalik bu prinsip uning nomi bilan ataladi. Galiley qayd etadiki, bir xil boshlang'ich sharoitlarda istalgan mexanik jarayon izolyatsiyalangan tizimda bir hil kechadi.

[1593](#)-yili Galiley "Mexanika" nomli kitobni nashr etadi, u yerda o'zining izlanishlarini bayon etadi.

[1609](#)-yili Galiley mustaqil ravishda o'zining birinchi [teleskopini](#) yasaydi. U qavariq [obyektivli](#) va botiq [okulyarli](#) bo'ladi. Truba tahminan uch karra kattalashtirardi. Tez orada u 32 marta kattalashtirishga imkon beradigan teleskopni qurishga muvaffaq bo'ladi. Teleskopdagi izlanishlar [Oy](#) tog'lar bilan qoplanganini va kraterlar bilan qazib tashlanganini ko'rsatadi, yulduzlar o'zlarining hajmlarini yo'qotadilar va birinchi marta ularning kolossal uzoqligi kashf etiladi. Yupiterda o'zining to'rt oyiga – to'rt yo'ldoshiga egaligi aniqlanadi, [Sut yo'li](#) alohida yulduzlarga parchalanadi, juda katta hajmdagi yangi yulduzlar ko'rinadi. Galiley [Veneraning](#) fazalarini, quyosh dog'larini va [Quyoshning](#) aylanishini kashf etadi.

Katolik cherkovi bilan muammolar. Osmonni kuzatish ishlari asosida Galiley [N.Kopernik](#) taklif etgan dunyoning geliomarkazli tizimi to'g'ri degan xulosaga keldi. Bu 93 va 104 Psalmalarning va Ekkleziast 1:5dan she'rning mazmuni bilan to'g'ri kelmasdi. U yerda [Yer](#) qimir etmasligi haqida aytilgan edi. Galileyni [Rimga](#) chaqirtirishadi va o'z qarashlarining propagandasini to'xtatishini talab etishadi, Galiley bunga bo'ysunishga majbur bo'ladi.

[1632](#)-yili "Dunyoning eng bosh ikki tizimi dialogi - ptolemey va kopernikning suhbatlari" nomli kitob chiqadi. Kitob Kopernikning ikki tarafdori va [Arastuning](#) bir tarafdori hamda [Ptolemeyning](#) ham bir tarafdori o'rtasidagi dialog shaklida yozilgan. Kitobning nashri Galileyning do'sti [UUrban VIII](#) papasi tomonidan ruxsat etilgan bo'lsa ham, bir necha oydan so'ng kitobni sotishni man etishadi, Galileyni esa Rimga sudga chaqirishadi, u yerga u [1633](#)-yil fevralida keladi. Tergov 1633-yilning [21 aprelidan 21 iyunigacha](#) davom etadi, [22 iyunda](#) esa Galiley unga taklif etilgan inkorlik matnini aytishga majbur bo'ladi. Umrining so'nggi yillarida u juda og'ir sharoitda ishlaydi. O'zining Archertri dala-hovlisida (Florensiya) u uy qamali ostida edi (inkvizitsiyaning doimiy nazorati ostida) va unga shaharga (Rim) kelish ruxsat etilmasdi. [1634](#)-yili Galileyga qarayotgan sevimli qizi vafot etadi.

Galiley "Suhbatlar va matematik isbotlar..."ni yozadi, u yerda dinamikaning asoslarini bayon etadi. [1636](#)-yilning may oyida olim [Niderlandlarda](#) o'zining mehnatini nashri haqida suhbatlar o'tkazadi, so'ng hech kimga bildirmasdan u yerga qo'lyozmalarini yuboradi. Oz o'tmay, u ko'rish xususiyatini yo'qotadi. "Suhbatlar..."

[1638](#)-yili Neley-deda dunyo yuzini ko'radi, Archertriga esa kitob bir yildan so'ng - [1639](#)-yilning iyunida yetib keladi.



1 – rasm. Galileo Galiley qabri. [Santa Kroche](#) sobori, [Florensiya](#).

Galileo Galiley 1642-yil 8-yanvar kuni vafot etadi. Uni Archertrida marosimlarsiz va qabr toshlarisiz ko'mishadi. Faqat [1737](#)-yili uning so'nggi istagi bajo keltiriladi - uning kuli Florensiyadagi Santa Kroche soboriga olib kelinadi, [17 martda](#) u [Michelangelo](#) (Mikelanjelo) yonida marosimlar bilan dafn etiladi.

[1979](#)-yildan [1981](#)-yilgacha Rim Papasi [Ioann Pavel II](#) inisiyativasiga ko'ra Galileyning reabilitatsiyasi bo'yicha komissiya ishladi va [1992](#)-yil [31 oktabrda](#) Papa Ioann-Pavel II rasman tan oladiki, 1633-yili inkvizitsiya olimni Kopernik nazariyasini inkor ettirtirib xatoga yo'l qo'ygan.



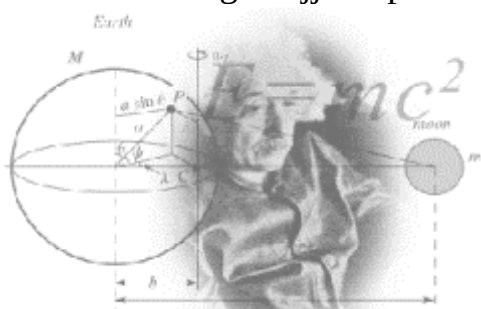
Shuni bilish muhimki, Galileo Galiley xudoga ishonar edi.

Katolik cherkovi bilan sudidan so'ng, Galiley chiqib "[U baribir o'z o'qi atrofida alanadi!](#)" deb aytgan.

Ingliz fizigi va matematigi, klassik mexanikaning asoschisi Isaak Nyuton tarixdagi

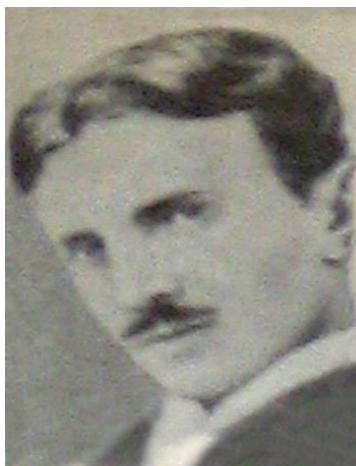
eng mashhur olimlardan biri edi. Nyuton 1661 –yil Angliyaning Linkolnshir shahrida fermer oilasida tug'ildi. U Kembrij universitetining matematika fakultetiga o'qishga kirdi va uni 1665-yil tamomladi. O'sha yili chuma epidemiyasi kasalligi keng tarqala boshladi va bu kasallik Kembrij shahriga ham yetib keldi, natijada universitet yopildi. Keyinchalik Nyuton o'z shahri Linkolnshirga qaytdi. 1668 yilda Nyutonga magistr unvoni berildi va shundan so'ng u Kembrij universitetida fizika-matematika kafedrasiga boshchilik qila boshladi. 1672 yilda u London Qirollik jamiyatining a'zosi qilib saylandi, 1703 yilgacha esa uning prezidenti bo'ldi. Isaak Nyutonning ilm- fanga, xususan matematika, fizika faniga qo'shgan hissasi benihoyat ulkandir. U fizika va matematika fanlariga juda ko'plab qonunlarni va nazariyalarni kiritdi. Harakat va tortishish qonunlarini, butun olam tortishish qonuni, yorug'lik qonuniyatlari, yorug'likning tarqalishini o'rgandi. Nyuton matematik hisoblarni qo'llab ko'p asrlik muammo bo'lgan koinotdagi samoviy jismlar harakati muammolarini hal etdi. Yerning tortish kuchi borligini isbotladi, Aytishlaricha, uning bu boradagi izlanishiga sabab: daraxt tagida o'tirganda boshiga olma tushgani ekan. O'zi kashf qilgan butun olam tortishish qonunini Nyuton muvaffaqiyatli ravishda osmon jismlarining harakatini tushuntirishga tadbqiq qildi. U ishlab chiqqan mexanika va fizikaning asosiy vazifalari zamonasining ilmiy muammolari bilan uzviy bog'langan edi. Masalan, optika sohasidagi tadqiqotlar optik asboblarning kamchiliklarini bartaraf qilishga qaratilgan edi. “Yorug'lik va ranglarning yangi nazariyasi” (1672) nomli optikaga oid qarashlarini bayon qildi. Bu ish qizg'in bahsga sababchi bo'ldi. Nyutonning yorug'lik tabiati haqidagi korpuskulyar qarashlariga ingliz olimi R.Guk qarshi chiqdi. U vaqtda Nyuton yorug'lik haqidagi korpuskulyar va to'lqin tasavvurlarni o'z ichiga oluvchi gipotezani olg'a surdi. 1704-yilda nyuton o'zining ko'plab mehnati natijasida yozgan “Optika” deb nomlangan kitobini chiqardi. Unda yorug'likning xususiyatlari, uning tarkibi, umuman olganda bu kitob optikaga bag'ishlangan edi. Nyutonning optika sohasidagi tajribalaridan biri, u quyosh nurini shisha prizma orqali qorong'i xonaga o'tkazib spektrdagi 7 xil rangni hosil qildi. U shuni isbotladiki: Oq yorug'lik tarkibida 7 xil rang mavjud ekan. Nyuton barcha sayyoralar quyosh atrofida aylanishini ilmiy ravishda isbotlab, Keplerning sayyoralar harakati haqidagi qonunlarini tasdiqladi. Nyuton matematika faniga ko'plab qonunlar kiritdi, masalan, kombinatorika elementlari, guruhlash yoki sonlarni o'rnini almashtirishdagi usullar soni va hokazolarni fanga kiritdi. Aytishlaricha, Nyuton yoshligidan o'ta kamgap inson bo'lgan ekan. Hech qanday ortiqcha yoki behuda gaplar aytishni xush ko'rmas ekan.

Albert 1879-yil bahorida Germaniyaning Ulm shahrida tavallud topdi. Ko'p o'tmay ularning oilasi Myunxenga ko'chib ketishdi. U yerda Albert boshlang'ich maktabni tugatgach gimnaziyaga o'qishga kirdi. Uning skripka chalishga ishtiyoqi zo'r edi. 1894-yilda Albert ota-onasi bilan birga Italiyaga ketadi va Syurix politexnika institutiga hujjat topshiradi.



Matematikadan “a’lo” bahoda imtihondan o’tadi, biroq chet tili, botanika, zoologiyadan yaxshi o’ta olmaydi. Buning ustiga gimnaziyani bitirganligi haqidagi guvohnomasi yo’qligi uchun uni institutga

qabul qilishmaydi. U o'rta maktabni oxirgi sinfiga kirib shahodatnoma olgach qabul qilinadi. 1901-yil institutni muvaffaqiyatli tugatadi, lekin Eynshteynni mustaqil ekanligi uchun yomon ko'rib qolgan professor G.Veber uni fizika kafedrasiga olib qolishni istamaydi. Buni eshitgan Eynshteyn buyrak kasalligiga muhtalo bo'ladi, lekin umidsizlikka tushmaydi. U 1914-yildan boshlab Pragadagi olmon universitetining nazariy fizika kafedrasiga rahbarlik qiladi. 1913-yili Gruziya fanlar akademiyasiga saylashadi, bir yildan so'ng Berlinga ko'chib ketadi. Va u yerda fanlar akademiyasi fizika institutiga direktorlik va Berlin universitetining professori lavozimida ishlaydi. U 1921-yilda xalqaro "Nobel" mukofotini oladi. Eynshteyn boylikka qiziqishi bo'lmagan. Germaniya elchisi uni uyiga taklif qilganida uning poyavzalini xizmatkor tozalashga olib ketadi. U esa zalga paypoqda chiqadi. Chunki uning boshqa poyavzali yo'q edi. Kema kapitani unga barcha qulayliklarga ega kayuta taklif qiladi, lekin Eynshteyn rad etadi. Albertga ish haqi yillik maoshi 15000 dollar qilib belgilanadi. Bu narx Eynshteyn aytgan ish haqidan 4-barobar ko'p edi. AQSh, Ispan Respublikachilari uchun mablag' yig'ish kompaniyasida o'tkazilgan yordam fondiga u o'zining Nisbiylik nazariyasini taqdim etadi. Bu nazariyani ular 6 mln.\$ deb baholashadi. Eynshteyn Germaniyada 20 yil yashadi. Gitler hokimiyat tepasiga keldi. 1933-yilda Berlin gazetasida muxbirning "agar mamalakatimizga nemislar bostirib kelsa, yoshlar nima qiladi" degan savoliga Eynshteyn "qo'lga qurol olib so'nggi tomchi qoni qolguncha jang qilishi kerak" degan javobni beradi. Gitlerchilar bu gapni ko'ngillariga tugib qo'yishadi. 1933-1934-yillarda Germaniyada Eynshteyn kallasi uchun 50 ming marka va'da etiladi. Lekin bu payt olim AQShning Pristan shahridagi oliy tadqiqot institutida professor bo'lib ishlayotgan edi.

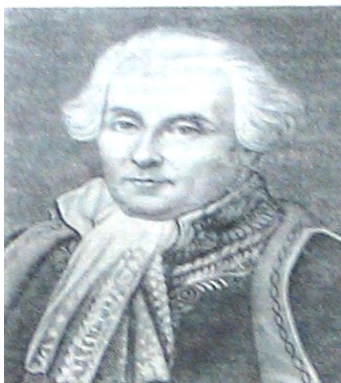


Tesla Nikola (10.08.1856 – 7.03.1943) - xorvatiyalik olim. Ilmiy ishlari elektr va magnetizmga bag'ishlangan. 1888 yilda magnit maydonida tokli ramkaning aylanishi qonuniyatlarini ko'rib, bu asosida chastotalari 5000 – 20000 Hz gacha bo'lgan elektr generatorlarini yaratishga muvaffaq bo'ldi. Aylanuvchi magnit maydoni vujudga kelishini aniqladi. Ko'p fazali toklarning mavjudligini ko'rsatdi. Yuqori chastotali transformatorlar yasadi (Tesla transformatori). 1899 yilda simsiz signallar va energiyalarni uzatish mumkinligini ko'rsatdi va tajribada isbotladi. Yuqori chastotali toklarni hosil qildi. Yuqori chastotali toklarning fiziologik ta'sirini o'rgandi. Elektr hisoblagich va chastota o'lchagichni ixtiro qildi. 1899 yilda Koloradoda radiostansiya qurdi. O'ziyurar mexanizm qurdi.



Bio Jan Batist - (21.04.1774 - 3.11.1862) fransuz fizigi, Parij FA a'zosi. Uning ishlari optika, elektromagnetizm, akustika, fan tarixi masalalariga bag'ishlangan. 1820 yilda F.Savar bilan birgalikda to'g'ri tokning magnit maydon kuchlanganligini aniqlovchi qonunni kashf qildi.

Savar Feliks - (30.06.1791 - 16.03.1841) fransuz fizigi, Parij FA a'zosi. Ilmiy izlanishlari akustika, elektromagnetizm, optika, gidromexanika masalalariga bag'ishlangan. J.Bio bilan birgalikda 1820 yilda elektr toki hosil qiladigan magnit maydon kuchlanganligi kattaligini aniqlovchi elektrodinamika qonunini tajribaviy yo'l bilan kashf qildi.



Laplas Per Simon - (28.03.1749-5.03.1827) fransuz astronomi, fizigi va matematigi, Parij FA a'zosi. Fizik tadqiqotlari molekulyar fizika, issiqlik fizikasi, akustika, elektrga taalluqli. Elektrodinamikada Bio-Savar qonuniga umumiy ko'rinish berdi va bu qonun Bio - Savar - Laplas qonuni deb ataldi. Ushbu qonun har qanday elementar o'tkazgichdan tok o'tganda magnitlangan nuqtadagi maydon induksiya vektorini aniqlash imkoniyatini beradi. Bu qonun matematik formulirovkasini Laplas tomonidan berilganligi hisoblanadi. 1821 yilda havo qatlami balandligi o'zgarishidagi havo zichligining o'zgarish qonuni berildi. 1806 - 1807 yillarda kapillyarlik nazariyasi berildi. 1816 yilda gazlarda tovushning tarqalish tezligi qonunini kashf qildi. 1783 yilda kalorimetrik usul bilan solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash metodi bilan ko'pgina qattiq jismlar uchun ushbu parametr topildi. Laplasning asosiy ishlaridan biri Osmon jismlari mexanikasiga bag'ishlangan.



ANDRE MARI AMPER - (22.01.1775 - 10.06.1836) Fransuz fizigi va matematigi, fizikaning yangi sohasi - elektrodinamikaning asoschilaridan biri. X.K.Ersted elektr tokning magnit strelkasiga ta'sirini kashf etgandan keyin Amper tok ta'sirida magnit strelkasining og'ish yo'nalishini aniqlaydigan qoidani taklif etdi. Bu tadqiqotlarni davom ettirib, elektr toklarining mexanik o'zaro ta'sirini kashf etdi va bu o'zaro ta'sirlarning kuchlarini aniqlaydigan miqdoriy munosabatlarni aniqladi (A m p e r qonuni).

Amper ikki tushunchani - tok va kuchlanishni farqlab berdi, yopiq zanjirdagi tok yo'nalishini aniqladi (tok kuchining birligi uning nomiga qo'yilgani tasodifiy emas). U, shuningdek, parallel o'tkazgichlardan oqayotgan tok bir tomonga yo'nalgan bo'lsa, bu o'tkazgichlar bir-birini tortishishini, qarama-qarshi tomonga yo'nalganda - itarishishini aniqladi.

Amper magnitni uning qutblarini birlashtiruvchi chiziqqa perpendikulyar bo'lgan tekisliklarda joylashgan doiraviy elektr toklar majmuidan iborat, degan tasavvurga asoslangan magnetizm nazariyasini ishlab chiqdi. 1826 yilda uning elektrodinamikaga oid asosiy ilmiy ishi - "Faqat tajribadan chiqarilgan elektrodinamik hodisalar nazariyasi" nashr etildi. Bu asarida birinchi bo'lib elektrodinamikadagi harakat miqdorining saqlanish qonuni mavjudligini isbotladi. Shu bilan birga kitobda elektrodinamika va magnetizmga tegishli qator formula hamda tenglamalarni berdi. Bu tenglamalar keyinchalik elektromagnit maydon qonunlarini keltirib chiqarishga asos bo'ldi. 1814 yilda Amper FA haqiqiy a'zolikiga saylandi.



Eyxenvald Aleksandr Aleksandrovich - (4.01.1864 - 1944) rus fizigi. 1903 yilda birinchi bo'lib, elektrlangan jismlar harakatda bo'lganda magnit maydon mavjud bo'lishini tajribaviy yo'l bilan kashf qildi hamda aniq o'lchashlar bilan konveksion tok va o'tkazuvchan toklarning ekvivalentligini isbotlab berdi. Shu bilan birga birinchi bo'lib tajribada siljish tokining magnit maydoni mavjudligini tekshirdi (Eyxenvald tajribasi)

1908 yilda yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasini nazariy jihatdan tushuntirdi. Yuqori saviyaga ega bo'lgan ma'ruzachi va tajriba ko'rsatuvchi hisoblanadi. Magnetizm yo'nalishidagi ishidan tashqari ilmiy ishlari atom tuzilishini o'rganishga bag'ishlangan. Elektron nazariyani rivojlantirishga katta hissa qo'shgan.

Ioffe Abram Fyodorovich (29.10.1880 - 14.10.1960) - rus fizigi, akademik. Yarim o'tkazgichlar va ularning xossalari haqida ilmiy izlanishlar olib bordi va yangiliklar yaratdi. 1913 yilda fotoeffekt tashqarisida elektron zaryadini o'lchash usullarini ishlab chiqdi. 1916 yilda kristallarda ionli o'tkazuvchanlik, ya'ni, ionlarni kristall panjara orasidan o'tishiga maydon kuchlanganligining ta'sirini tajriba yo'li bilan isbotladi. Juda oz miqdordagi har xil chiqindi va qo'shimchalar ham dielektrlarning elektr o'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir etishini tajriba usuli bilan aniqladi. Paramagnit modda ichida mexanik va magnit momentlar bilan bog'liq bo'lgan molekulyar toklar bo'lishini tajriba yo'li bilan isbotladi.



Lorens Xendrik. (18.08.1823–4.11.1928) niderlandiyalik nazariyotchi fizik. Maksvell-Gersning elektromagnit nazariyasiga asoslanib, elektrlanishning atomistik nazariyasini berdi. 1880 – 1909 yillarda jismlarning elektr, magnit va optik xossalari klassik elektron nazariyasini berdi. Jismlarning elektromagnit xossalari ularda mavjud bo'lgan diskret zaryadlangan zarrachalarning harakati bilan bog'liqligi tenglamasini berdi (Maksvell – Lorens tenglamasi). Elektron nazariyasiga asosan ko'pgina moddalarning fizik xossalari tushuntirib berdi va ularning yangi xossalari mavjudligini oldindan aytib berdi. Dielektrik kirituvchanlikning dielektrikning zichlikka bog'liqlik formulasini berdi va moddalar sindirish ko'rsatkichining ularning zichligiga bog'liqlik formulasini berdi. Elektromagnit maydonda harakatlanuvchi zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuchni aniqladi (Lorens kuchi). Moddalar elektr o'tkazuvchanligining ularning issiqlik o'tkazuvchanlikka bog'liqlik nazariyasini va yorug'likning dispersiya nazariyasini rivojlantirdi. Magnit maydonida spektral chiziqlarning tarkibiy qismlarga bo'linishini oldindan aytib berdi va bu hodisa 1897 yilda Zeeman tomonidan tajribada olingandan keyin bu hodisaning nazariyasini berdi va shu ishlari uchun 1902 yilda Nobel mukofotining laureati bo'ldi.



Xoll Edvin Gerbert - (7.11.1855 - 20.11.1938) amerikalik fizik, Milliy FA a'zosi. Uning ilmiy izlanishlari termoelektr hodisalar, metallarning termomagnit va elektromagnit effektlariga bag'ishlangan. 1879 yilda galvanomagnit hodisalarning muhim ko'rinishi - magnit maydonga joylashtirilgan tokli o'tkazgichda tok yo'nalishiga va magnit maydon yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan ko'ndalang potensial farqi hosil bo'lishini ixtiro qildi va bu Xoll effekti deb ataldi.



Kittel Charlz – (18.07.1916) amerikalik fizik. Ilmiy ishlari qattiq jism fizikasi, magnetizm, past temperaturalar fizikasi, kvant nazariyasi, statistik fizikaga bag'ishlangan. Qattiq jismlar elektron tuzilishini o'rganishda magnit rezonans usulidan foydalandi. 1951 yilda nazariy jihatdan hamda tajribaviy yo'l bilan antisegeto-elektr hodisasini va antiferromagnit rezonans hodisasini kuzatdi. 1952 yilda ferromagnetizmning nazariyasini berdi (Kittel -Effet modeli). 1953 yilda siklotron rezonans hodisasini kashf qildi. Shu vaqtda eng past temperatura 1^0 Kelvinni olishga muvaffaq bo'ldi. 1951 yilda ferromagnit muhitda spin to'lqinlar nazariyasini berdi. 1960 yilda magnit fazaviy o'tishlarning birinchi nazariyasi (Kittel nazariyasi) ni berdi. 1961 yilda paramagnit kristallarda spin-fonon o'zaro ta'sir kuchlarini o'rgandi.



Абу Али ибн Сино

ABU ALI IBN SINO (980 - 1037) O'rta Osiyoning mutafakkir olimi. U Buxoro viloyatining Peshku tumanidagi Afshona qishlog'ida somoniylar davlatining mayda amaldori oilasida tug'ildi. O'sha vaqtda uni Husayn deb atagan bo'lsalar, sharqda Sheyxulrais, g'arbda Avitsenna, arablar esa Abu ali Al Husayn ibn Abdullo ibn Hasan ibn Sino deb atar edilar. 10 yoshidayoq arab tilini mukammal o'rgangan ibn Sino 16 yoshida ulug' hakim va 18 yoshida Sharqning buyuk olimi bo'lib tanildi.

Ibn Sino Buxoroda yashagan davrida, ya'ni 1002 yilgacha Aristotel asarlaridan falsafani, Yevklid asarlaridan Geometriyani, Ptolemey asarlaridan astronomiyani zo'r qunt bilan o'rgandi. Bunga Ibn Sino somoniylar davlatining amiri No'h ibn Mansurni muvaffaqiyatli davolaganligi tufayli amir o'sha vaqtlarda Sharqda tengi yo'q darajada boy kutubxonasidagi asarlardan foydalanishga ruxsat berganligi va uning ana shu asarlarni qunt bilan o'rganganligi sabab bo'ldi. Biroq ibn Sinoning Buxorodagi ijodiy faoliyati uzoqqa cho'zilmadi, chunki bu vaqtda somoniylar sulolasi o'zining so'nggi kunlarini yashamoqda edi.

To'la bo'lmagan ma'lumotlarga ko'ra uning hammasi bo'lib 280 ta asaridan 185 tasi falsafaga qolganlari esa meditsina, matematika, fizika,

astronomiya, ximiya, botanika, geografiya, mantiq, davlatni idora qilish usullari, harbiy fan va boshqalarga bag'ishlangan.

Ibn Sino fors tilida yozgan (1031 yoki 1035 yil) "Donishnoma" (ilm kitobi) asari 1955 yilgacha Yevropa tillaridan birortasiga tarjima qilinmagan. Uning bu asari uch qismdan iborat bo'lib, mantiq, metafizika, fizika masalalariga bag'ishlangandir. Ibn Sino o'z fizikasida mexanika, harakat va uning shakllari, fazo, jismlar holati, Aristotelning ko'rish nazariyasi va boshqalarga doir masalalarni ko'rib chiqadi. Ibn Sino "Past fan boshi" (fizika) nomli asarning "Tabiat haqidagi fan" deb atalgan bo'limida fizikaga ta'rif berib, "fizika shunday fanki, unda materiyadan ajratib bo'lmaydigan holat va qarash o'rganiladi" deydi. Ibn Sino ko'rish masalalarini tahlil qilib chiqar ekan, ko'z borliqni ko'rishi sabablari haqidagi o'z zamonasida tarqalgan fikrlarning noto'g'riligini isbot qiladi. Ibn Sino Beruniy bilan xat orqali qilgan munozaralarida issiqlikdan kengayish va sovuqlikdan torayish sabablariga o'z qarashlarini bayon etib, geometrik optika masalalari, umuman akustika, elektr magnetizm masalalari bilan ham yetarli darajada shug'ullanganligini ko'rsatadi. Ibn Sino 1037 yilda Hamadonda (Eron) vafot etgan.



ABU RAYHON BERUNIY (Aburayhon Muhammed ibn Ahmad Beruniy) - (3.1X.973- 11.XI.1048) – o'zbek xalqining buyuk mutafakkir olimi, ensiklopedist, Sharqda o'zining astronomiya, matematika, geografiya, ximiya, fizika, minerologiya, tarix va adabiyot kabi fanlarga qo'shgan hissasi bilan mashhur bo'lgan olim. Hozirgacha Beruniyning 152 ta asari ma'lum bo'lib, bizgacha uning faqat 30 tasi saqlanib yetib kelgan. Jami asarlarining 70 tasi astronomiya ga, 20 tasi matematikaga, 12 tasi geografiya va geodezyaga, 4 tasi minerologiyaga, 1 tasi fizikaga, 1 tasi dorishunoslikka, 15 tasi tarix va etnografiyaga, 4 tasi falsafaga, 18 tasi adabiyotga bag'ishlangandir. U 5 yoshidayoq qadimiy Eron ilmiy - adabiyot tili - sanskrit tilini o'rgandi, bundan tashqari xorazm, fors, arab, grek tillarini ham bilgan. Beruniy astronomiyaga doir asarlarini yaratish bilan qanoatlanmay, yana geliotsentrik nazariyani quvvatladi ham, ekliptikaning og'maligini aniqlab, uni bir yilda 52 sekundga kamayishini (hozirgi ma'lumotlarga ko'ra 47 sek.) aniqlanganda teleskop ishlatmagan edi, chunki uning davrida hali teleskop ixtiro qilinmagan edi. U kvadrant, astrolyabiyaga o'xshash bir necha xil asboblarni yasab, ular uchun maxsus metodik qo'llanmalar ham yozdi, yer aylanasini 40000 km ga teng deb topdi. Beruniy minerologiya sohasida ancha diqqatga sazovor hissa qo'shdi: uning "Javohirlarni bilishga oid ma'lumotlar to'plami" nomli asari bunga misol bo'la oladi, bu asar 1048 yilda nashrdan chiqqan, u ikki qismdan iborat: birinchi qismi 36 bobga bo'lingan va u qimmatbaho toshlarga bag'ishlangan; ikkinchi qismi 12 bobga bo'lingan bo'lib, metallarga bag'ishlangandir. Beruniy o'zining fizika sohasidagi ishlarini fizikaning mexanika akustika, issiqlik, yorug'lik, elektr va magnetizm masalalariga bag'ishlangan edi. Materiya, o'lchov birliklari, tezlik, chiziqli va burchak tezlik, og'irlik, solishtirma og'irlik tutash idishlar, vodoprovod, buloqlar, fontan, artezian quduqlari, bo'shliq, atmosfera bosimi, konveksiya, suyuqlik zarrachalari orasidagi tortish kuchi tushuntirishga urindi, inertsiya ta'sir, jismlarning erkin tushish, oddiy mexanizmlar singari tushunchalarga bag'ishlangan uning

bayonotlari mexanika fanining taraqqiyotida o'ziga xos o'rin tutdi, u yorug'likning tabiati haqida fikr yuritar ekan, yorug'lik nurini moddiy zarrachalar dastasi deb ta'kidlaydi, yorug'lik tezligini tovush tezligi bilan taqqosladi, yorug'likning qaytishi, sinishi ranglarga bo'linishi singari hodisalarni tushuntirishga urindi u magnit qutblari, magnit xossasining tashqi kuch ta'sirida o'zgarishini tushuntirishdagi fikrlarini olg'a surib bayon etish bilan qanoatlanmay, minerallar haqidagi asarida: "elektron" terminini tushuntirish uchun "Qahrabo" so'ziga izoh beradi, "Qahrabo" so'zi fors tilidan olingan bo'lib, qax, - somon, rubo - o'g'irlagich demakdir, deb tushuntiradi, bu ma'no ishqalanish tufayli elektrlangan jismlar tomonidan somonga, sochga o'xshash yengil narsalarni o'ziga torta olish xossasini ifodalaydi. U gidrostatik usul bilan 50 dan ortiq moddaning solishtirma og'irliklarini o'lchashga muvaffaq bo'ldi, bunga quyidagi bir necha misolni keltirish kifoya:

Metallar	Beruniyning o'lchashlari natijalari	Xozirgi qabul qilingan qiymat
1. Oltin	19,8	19,3
2. Simob	13,55	14,19
3. Kumush	10,42	10,5
4. Qo'rg'oshin	11,47	11,34
5. Mis	8,71	8,89
6. Temir	7,98	7,83

Beruniyning Abu Ali ibn Sino bilan qilgan savol javoblari ularning fizika masalalariga qiziqishlarining dalilidir.

Masalan, birinchi savol: oq, yumaloq, tiniq bir shisha idish tiniq suv bilan to'ldirilsa, kuydirishda yumaloq tiniq tosh xizmatini bajaradi, agar u shisha suvdan idish bo'shatilib, havo bilan to'ldirilgan bo'lsa kuydirmaydi va quyosh shu'lasini to'plamaydi: nima uchun shunday bo'ladi, ya'ni shishada kuydirish kuchi va quyosh shu'lasini to'plash quvvati paydo bo'ladi?

Javob: albatta suv qalin, vazmin, tiniq bir jism bo'lib, uning zotida bir oz rang bor. Shunday sifatda har bir narsadan yorug'lik akslanadi. Shuning uchun suv to'ldirilgan shishadan yorug'lik akslanadi. Shu'laning to'planishidan kuydirish quvvati hosil bo'ladi. Ammo havodan shu'la kuchli akslanmaydi, chunki havo haqiqatda nozik, yupqa va tiniqdir. Agar o'sha yumaloq shisha havo bilan to'ldirilsa, shishada kuchli akslanish hosil bo'lmaydi.

Ikkinchi savol: Bizningcha, olamning ichida va tashqarisida bo'shliqning bo'lmasligi muqarrar bo'lgach, nima uchun shisha idishdan havoni so'rib olib, u idish suv ustiga to'nkarib qo'yilsa, bu shisha idishga suv ko'tarilib kiradi?

Javob: Suvning shisha idish ichiga bu xilda kirishi, shisha ichida bo'shliq borligidan emas. Lekin bunga sabab idishdan havo so'rganda shisha idish ichida bo'shliq bo'lmasligi uchun, undan havoning chiqishi mumkin bo'lmaydi, havoni, so'rish shisha ichidagi havoda ketma-ket majburiy harakatlar paydo qiladi va ketma-ket ta'sir etgan turtki harakatlar shisha ichidagi havoni qizitadi. Qizish natijasida havo kengayadi va bu havo kengaygach kengroq joy talab qiladi. Chor-nochor idishda havo tiqilib, ortiqchasi undan chiqib ketadi. Qolgan bu issiq havoga suvning sovuqligi o'tib, u havo torayib to'planib ozroq joyni oladi. Bo'shliqning bor bo'lishi sababli Yer tabiatiga yaqinroq, bo'lishi mumkin bo'lmaganligi

uchun kengaygan havoga sovuq jism tekkanda paydo bo'lgan ixchamlashish baravarida shisha idishga suv ko'tarilib kiradi. Ko'rmaysanmi, agar idishdan havoni so'rmay, balki so'rishga zid bo'lgan ishni qilsang ichiga ketma-ket puflasang ham bu puflash harakatlari shishaning havosini qizitadi, so'ngra shisha og'zini suvning ustiga qo'ysang bunda ham ilgarigi hodisani ko'rasan. Bu bo'lsa tajriba qilingandir. Shunga o'xshash, agar shishani qizitib og'iz tomonini suv ustiga qo'ysang shisha idish o'sha amalni qiladi. Shu javob kifoyadir.

Uchinchi savol: Agar jismlar issiqlikdan kengaysa va sovuqlikdan toraysa butun ko'zalarning va boshqa idishlarning sinishi, ichidagi narsalarning kengayishi sababidan bo'lsa, nima uchun ichida suv yaxlab qolgan idish yoriladi va hokazo?

Javob: Jism qizib, kengayib kengroq joy talab qilib ko'zani sindirsa bas. Shunga o'xshash jism sovib kichikroq joy olgach, idishda bo'shliq paydo bo'ladi. Natijada sovuqlik idishni sindirgandir. Bunda tabiatda har xil misollar bordir. Sodir bo'ladigan ko'p hodisalarga sabab o'sha sabablardandir. Lekin biz zikr etgan so'z masalaning javobi uchun kifoyadir.

To'rtinchi savol: nima uchun yax suv yuzida bo'ladi. Holbuki yax sovuqlik bilan qotish sababli yer tabiatiga yaqinroq edi?

Javob: suv yaxlagan vaqtda suvda havo bo'laklari qamalib qolib yaxni suv tagiga cho'kishdan saqlaydi. Bu so'z sen so'ragan savollarning hammasiga javob bo'ladi. Agar bu fasllarda birontasi mushkul bo'lsa qaytadan izoh talab qilish bilan menga minnat va ehson qilishing vojib bo'ladi. Shunda men bu masalalarni izoh qilib senga yuborishni tezlataman.

Beruniyning fizika sohasida olib borgan ishlari materiya, harakat, yerning tortishishi, og'irlik, solishtirma og'irlik va zichlik, jismlarning hajmini o'lchash, jismlarning erkin tushishi masalalari, tutash idishlar, fontanlarning otilish sabablari, oddiy mexanizimlar, konveksiya, issiqlikdan kengayish, yorug'likning tarqalish tezligi, sinishi, linzalar va ularning fokuslarini aniqlashga doir mulohazalar, oy va quyosh tutilishi, quyosh nurlarining ranglarga ajralishi qahrabo terminini fanga kiritish singari masalalar bilan shug'ullanibgina qolmay, yorug'lik energiyasining issiqlik energiyasiga, magnit maydon energiyasining mexanik energiyaga, mexanik energiyaning elektr energiyasiga va aksincha elektr energiyasining mexanik energiyaga aylanishi haqida yuritilgan mulohazalari va o'tkazgan tajribalari o'z zamonasi fanining tarraqqiyoti mazmuniga xos belgilardan ekanligi Beruniyning olim sifatida buyuk siymo ekanligiga dalildir.

AHMAD AL - FARG'ONIY (797 - 865) astronom, matematik olimdir. Uning hayoti bilan bog'liq asosiy ma'lumot 861 yilgi voqea bilan bog'liqdir, ya'ni shu yilda Qohira yaqinidagi Ravzo orolida Nileyometrni, ya'ni Nil daryosi sathini belgilovchi uskunani yasagan. Al-Farg'oniyni dunyoga mashhur qilgan asosiy asari "Samoviy harakatlar va umumiy ilmi nujum" kitobidir. Uning bizga 8 ta asari ma'lum. Al-Farg'oniy Yevropada "Alfraganus" nomi bilan mashhur bo'lgan. Farg'oniyning nomi ham Xorazmiy kabi Sharq va G'arbda mashhurdir.



Gurganjdagı majlisi ulamo yoki ikkinchi Ma'mun akademiyasi nomi bilan mashhur bo'lgan ilmiy markaz Abu ali abbos Ma'mun (1010 - 1017) hukmronlik qilgan davrda Xorazmda tashkil etildi. Bu paytda Xorazmshohning Sahimiy degan vaziri ma'rifiy ishlarga katta e'tibor bergan.

Shu bilan birga akademiya Abu Rayhon Beruniy, Al Jurjoni, Ibn Sino, Ibn Iroq kabi bir qancha fozil kishilar faoliyat ko'rsatgan. Ma'mun akademiyasida Beruniy boshliq olimlarga barcha imkoniyatlar yaratilgan edi. Shu qulayliklar va olimlarning izlanishlari natijasida Farg'oniy suvning sirt taranglik kuchi, Yerning magnit maydonining Nil daryosiga ta'siri kabi muhim hodisalarni o'rgandi.

ABU ABDULLOH ABU JA'FAR MUHAMMAD IBN MUSO AL - XORAZMIY (783 - 850). Xorazmiy dunyo faniga g'oyat katta hissa qo'shdi. U



algebra fanining asoschisi bo'ldi. Xorazmiyning bizgacha yetib kelgan asarlarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, u yunon, hind va eron astronomiyasi, matematikasi va fizikasini yaxshi bilgan. Xorazmiyning eng yirik astronomik asari uning "Zij"idir. Olim bu asarni 830 yillar atrofida yozgan. Xorazmiyning Ziji 37 bob, 116 ta jadvaldan iborat. Asarning avvalgi 5 bobi xronologiyaga bag'ishlangan. To'fon, Iskadar, Safar va xristian eralaridagi sanalarni hijriy eraga ko'chirish qoidalari keltiradi. 6 bobda aylana 12 burjga, burj 30 darajaga, daraja 60 daqiqaga, 60 soniyaga va h. bo'linishini bayot etadi. 7 – 22 bobar

Quyosh, Oy va 5 sayyora harakatlari masalasiga bag'ishlangan. Bu boblarda Xorazmiy qadimgi va ilk o'rta asr hind astronomik ma'lumotlaridan, Eron va Yunon ma'lumotlaridan mohirona foydalangan holda Ptolemeyning geomarkaz sistemasiga asoslanib, planetalar harakatini bayon etgan.

Al Xorazmiy bilan bir guruh olimlar Yer meridiani, 1 darajasi uzunligi, fazoviy yoritgichlarda bo'ladigan turli fizik hodisalarni, Quyosh va Oy tutilishini hamda ularning harakatini aniqlaganlar.

U sayyoralarning harakatini o'rganish mobaynida birinchi marta Yer atrofida qandaydir maydon mavjud ekanligi, ana shu maydon ta'sirida bizning Yerimiz boshqa sayyoralar bilan to'qnashib ketmasligini ilmiy ravishda tushuntirishga harakat qilgan edi.

Ana shu ilmiy izlanishlar natijasida Al Xorazmiyning Falakiyot va trigonometriya jadvallariga doir "Xorazmiy ziji va astronomiya bilan ishlar haqida" kitobi yozilgan. Uning izlanishlari daryo va ko'l suvlarining harakatini yo'lga solishda, o'ls joylarda dengiz orti va quruqlikda safarga chiqqan vaqtda astronomik chamalashda, suvsiz yerlarga suv chiqarishda va suv inshootlarini bunyod qilishda katta ahamiyatga ega bo'lgan.



MUHAMMAD TARAG'AY ULUG'BEK

(22.03.1394 – 27.10.1449). Mirzo Ulug'bekdan jahon fani va madaniyati rivojiga muhim hissa bo'lib qo'shilgan ilmiy va madaniy meros bo'lib qolgan. Shulardan biri "Ziji jadidi Ko'ragoniy" deb nomlangan astronomik jadval hisoblanadi.

Ulug'bek tibbiyot va musiqa bilan, shuningdek, tabiat haqidagi fanlar bilan qiziqqan. Masalan uni falakdagi yulduzlar va yulduz turkumlarining paydo bo'lishi, tarkibi, o'zaro ta'sirlashishi masalalari qiziqtirgan. Yerning

og'irligi, uning harakat trayektoriyasi hamda magnit maydoni, bu maydonning odamlarga ta'siri kabi hodisalarni o'rganishga qiziqqan.

Uning davrida ko'pgina asarlar arab va fors tilidan eski o'zbek tiliga tarjima qilingan. Ulug'bek tashkil qilgan boy kutubxonada 15000 dan ortiq tomli kitoblar bo'lgan.

Ulug'bek yunon olimlaridan Aflotun, Arastu, Gipparx, Ptolemeylarning klassik asarlari bilan tanish bo'lgan va o'z vatandoshlari Ahmad Farg'oniy, Beruniy, Ibn Sino, Xorazmiy kabi olimlarning asarlarini yaxshi o'rgangan. Samarqanddagi Ulug'bek madrasasi faqat oliy o'quv yurtigina emas, rasadxona bilan birga olganda o'sha davrning akademiyasi edi.

Zamonasining mashhur olimi Ulug'bekning ustози matematik va astronom Qozizoda Rumiy madrasa muallimlaridan biri edi. Ulug'bekning o'zi ham astronomiyadan dars bergan. G'iyosiddin Jamshid Koshiy Muyniddin Mansur Koshiy, Muhammad Birjoniy Ulug'bek maktabining taniqli olimlari edilar. Ulug'bek olib borgan ilmiy ishlarida unga yaqindan yordam bergan shogirdlaridan biri Ali Qushchidir.

Samarqanddagi XV asr me'morchiligining nodir namunalaridan biri Ulug'bek rasadxonasidir.

Sharq astronomiyasida muhim ahamiyatga ega bo'lgan Ziji jadidi Ko'ragoniy asari shu rasadxonada olib borgan ilmiy izlanishlar natijasida yaratilgan bo'lib, bunda Ulug'bek yilning uzunligi (davomiyligini) aniq hisoblab topgan va 1033 ta yulduz turkumlarini sanab o'tgan.

Yulduz yilining hisobi:

Hindlar - 365 kun 6 soat 12 minut 30 sekund

Xoldeylar - 365 kun 6 soat 11 minut 00 sekund

Aristarx - 365 kun 6 soat 10 minut 49 sekund

Sobit ibn Kurra - 365 kun 6 soat 9 minut 12 sekund

Ulug'bek - 365 kun 6 soat 10 minut 8 sekund

Aslida - 365 kun 6 soat 9 minut 6 sekund

Mashhur olim, davlat arbobi, shoir Mirzo Ulug'bek o'z asarlari, erishgan yutuqlari bilan o'zbek xalqi tarixida o'chmas iz qoldirdi.

FIZIKA FANI VA FIZIK TUSHUNCHALAR

Fizika deb, tabiat hodisalarini, modda va maydon hossalari va qonuniyatlarini o'rgatuvchi fanga aytiladi.

Fizika yunoncha “*φύσις*”(phusis) – tabiat degan so'zdan olingan bo'lib, tabiatshunoslik degan ma'noni anglatadi.

Fizika fanini birinchi bo'lib Qadimgi yunon mutafakkiri Aristotel (e.a.384-322y) o'zining 8 tomlik kitobida bayon etgan.

Texnika va tabiatdagi yangi-yangi hodisalarning kashf qilinishi va ularning amalda qo'llanilishi natijasida fizikadan fizik – kimiyo, astrofizika, geofizika, biofizika va shu kabilar mustaqil fan bo'lib ajralib chiqib boshladi.

Fizika taraqqiyoti davrida bir qancha tushunchalar sistemasi vujudga kelib, ularning yig'indisi o'ziga xos fizika tilini tashkil qiladi. Fizik tushunchalar orqali barcha fizik hodisalar, fikrlar, qonunlar va hokozolarni osongina ta'riflash mumkin. Ana shunday tushunchalar: fizik jismlar, fizik sistema, fizik hodisa va fizik muhit deb ataluvchi tushunchalarni qarab chiqamiz.

Fizika - asosiy tabiiy fanlarning biri bo'lib, u jonsiz tabiatning qonunlarini o'rganadi. Tabiatda sodir bo'ladigan hodisa va jarayonlar ma'lum qonunlar asosida ro'y beradi. Bu hodisalar va ularning qonuniyatlari orasidagi bog'lanishni o'rganish har bir fanning asosiy vazifasidir. Fizika sohasiga asosan jismlarning o'zaro ta'siri va ularning harakat qonunlari hamda elektromagnit va yorug'lik bilan bog'langan hodisalar, atom va uning yadrosini o'rganish kiradi. Ammo fizika fanining aniq chegarasini hozirgi vaqtda ko'rsatish qiyin. Chunki har bir yangi ochilgan va ochilayotgan kashfiyotlar – fizikaning qo'llanish chegaralarini yanada kengaytirmoqda deb aytish mumkin. Fizikaning asosiy qonunlarini bayon etishdan avval ba'zi fizik tushunchalar bilan tanishamiz.

Fizik jism deb, tabiatda uchraydigan turli moddalardan tashkil topgan barcha jismlarga aytiladi. Masalan, turli moddalardan tashkil topgan Quyosh, sayyoralar, yulduzlar, uy, xonadagi havo, chang zarrachalari, dengiz, samolyot va hokozolar fizik jismlardir.

Fizik hodisa. Fizik hodisa yoki fizik jarayon deb berilgan jismlarda vaqt o'tishi bilan ma'lum qonuniyatlar asosida sodir bo'ladigan o'zgarishlarga, ya'ni modda zarrachalar, atom yoki molekulalari o'zgarish qolgan holda sodir bo'ladigan hodisalarga aytiladi. Bu o'zgarishlar o'lchov vositasida miqdoriy baholanadilar. Masalan: toshning kuchishi, suvning qaynash yoki muzlashi, poyezd va samolyotning harakati va shu kabilar fizik hodisalardir.

Fizik tajriba. Jismlar bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlar kuzatish yoki laboratoriyalarda amalga oshiriladigan maxsus tajribalar orqali o'rganiladi. Tajribalarda olingan xulosalar u yoki bu fizik hodisaning, jarayonning qonuniyatlarini ochishga yordam beradi.

Fizik o'lchashlar, fizik kattaliklar. Fizikada aniq o'lchashlar asosiy rol o'ynaydi. Bu o'lchashlarda fizik kattaliklar aniqlanadi. Fizik kattaliklarga misollar sifatida kuch, tezlik, tezlanish va boshqa kattaliklarni keltirish mumkin. **Fizik kattaliklar** jismning xossasini yoki fizik jarayonning xarakteristikasini ifoda etadilar va ularni aniq miqdoriy tomondan o'lchashi mumkin. Fizik kattaliklarni o'lchaganda ularni birlik deb qabul qilingan kattalikka nisbatan solishtirib, miqdoriy belgilanadi. Fizikadagi

barcha ilmiy ishlarda fizik kattaliklarni aniq o'lchash tajribaning asosiy qismi hisoblanadi.

Fizik qonunlar: Barcha hodisalar va jarayonlar o'zaro bir-biri bilan bog'langan holda sodir bo'ladi. Kuzatish va tajriba yo'li bilan bu bog'lanishlar qonuniyatlari aniqlanadi va ulardan umumiy xarakterga ega bo'lgan qonuniyatlar fizik qonunlarni tashkil etadi. Har bir fizik hodisa tekshirilganda bu fizik qonunlar asos qilib olinadi.

Fizik sistema yoki jismlar sistemasi deb, ayrim fizik hodisalar huddi bitta jismdagidek namoyon bo'ladigan jismlar to'plamiga aytiladi. Fizik sistema tarkibiga kiradigan jismlar sistemaning ichki jismlari deyilib, sistemaga kirmagan jismlar esa sistemaga nisbatan tashqi jismlar deyiladi.

Modda molekulalari o'zgaradigan hodisalar **ximiyaviy hodisalar** deyiladi. Masalan, yoqilg'ining yonishi, plastmassalar tayyorlash, rudalardan metall olish va hokozolar ximiyaviy hodisalardir. Ammo ko'pgina hodisalarda bir vaqtning o'zida ham fizik, ham ximiyaviy hodisalar sodir bo'lishi mumkin. Misol tariqasida bunga elektr yoyini, radioaktivlik, zanjir va termoyadro reaksiyalarini olish mumkin. Shuning uchun ham fizika ham ximiya fanlari o'rtasiga keskin chegara qo'yib bo'lmaydi.

Fizik muhit deb, fizik hodisalar va jarayonlar sodir bo'ladigan moddiy fazo yoki muhitga aytiladi. Hamma joyda moddalarning tarkibi va fizik hossalari bir xil bo'lgan muhit bir jinsli muhit va aksincha, har xil bo'lsa, bir jinsli bo'lmagan muhit deyiladi.

Fizikaning falsafiy tushunchalaridan biri materiya va harakatdir. Tabiatni bilish jarayonida kishilarda materiya va uning harakati to'g'risida tasavvurlar paydo bo'ladi.

Tabiatda bo'ladigan har qanday o'zgarishlar materiyaning harakati deyiladi.

Binobarin, materiyaning ajralmas hossasi, uning mavjudligi formasi harakatidir. Materiya harakatini o'rganish natijasida materiyaning saqlanish qonuni kashf qilingan u quyidagicha ta'riflanadi.

Materiya o'z ko'rinishini o'zgartirishi mumkin, lekin u hech vaqt yo'qolmaydi, ya'ni u har doim mavjud va mavjudligicha qoladi.

Materiya har doim modda ko'rinishida mavjud bo'lmasdan, boshqa shaklda ham uchrashi mumkin. Masalan, radioto'lqinlar, yorug'lik, rentgen va γ -nurlari modda ko'rinishida bo'lmasdan materiyaning elektromagnit maydon deb ataluvchi maxsus shaklidan iboratdir.

Shunday qilib, fizikani quyidagicha ta'riflash mumkin:

Fizika deb, materiya harakatining mexanik va fizik shakllarini o'rgatuvchi fanga aytiladi.

Materiya harakatining fizik turlariga molekulyar, issiqlik, elektr, elektromagnit, atom va yadro ichidagi materiyalar harakatini misol qilib ko'rsatish mumkin.

Tabiatda bo'ladigan har qanday hodisalar materiya harakatining bir fizik shakli boshqa shaklga o'tishi mumkin. Masalan, metro harakatlanganda harakatning elektr shakli mexanik shakliga o'tishi mumkin.

FIZIK KATTALIKLAR

Texnika va tabiatda hamda atrofimizda sodir bo'ladigan hodisalar va ob'ektlarning holati miqdor jihatidan fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Fizik kattaliklar deb, fizik hodisalarni, materiyaning harakat shakllari va xususiyatlarini miqdoriy xarakterlovchi kattaliklarga aytiladi.

Fizik kattaliklarga misol qilib, uzunlik, yuza, hajm, massa, kuch, quvvat, ish, energiya va shu kabilarni olish mumkin.

Tabiatdagi barcha hodisalar qonuniy ravishda yuz beradi, ya'ni ular aniq qonunlarga bo'ysunadi.

Fizik qonun deb, hodisalarni xarakterlovchi kattaliklar orasidagi aniq miqdoriy bog'lanishdan iborat bo'lgan ifodaga aytiladi.

Fizikada hodisalarni bevosita kuzatish va tajribada tekshirish asosida qonunlar yaratiladi.

Kuzatish deb, sodir bo'layotgan hodisaga ta'sir ko'rsatmasdan, uning xususiyatini va sharoit ta'sirini o'rganishga aytiladi. Shunday qilib, faqat kuzatishdan foydalanib, tekshirilayotgan hodisaga shart-sharoitning ta'sirini aniqlash mumkin.

Tajriba deb, tekshirilayotgan hodisalarni qaytadan hosil qilib, o'zgaruvchan fizik kattaliklar orasidagi qonuniy bog'lanishlarni o'lchash asosida hosil qilishga aytiladi.

Fizikada quyidagi 7 ta asosiy kattaliklar mavjud:

Uzunlik	[L]	metr	(m)
Vaqt	[t]	sekund	(s)
Massa	[m]	kilogramm	(kg)
Harorat	[T]	kelvin	(K)
Modda miqdori	[ν]	mol	(mol)
Tok kuchi	[I]	amper	(A)
Yorug'lik kuchi	[I]	kandela	(kd)

va undan tashqari yana ikkita qo'shimcha kattaliklar mavjud:

Yassi burchak	[φ]	radian	(rad)
Fazoviy bu'rchak	[Ω]	steradian	(sr)

Hosilaviy kattaliklar

Asosiy fizik kattaliklarga matematik amallar (ko'paytirish, bo'lish, hosila olish va shu kabilar) ni qo'llab olingan, biror qonuniyatni xarakterlovchi ifodalar hosilaviy fizik kattaliklar deyiladi. Misol: Zichlik = massa* hajm, Kuch= massa* tezlanish, Ish= kuch * yo'l.

Vaqt. Fizik uchun asosiy fizik kattaliklardan birortasini aniqlash – bu – kattalikni o'lchash yoki hisoblash usullarini ko'rsatish demakdir. Bu gap vaqtni aniqlashga ham tegishlidir.

Klassik mexanikada vaqt tushunchasi **nisbiylik nazariyasining** paydo bo'lishi bilan vujudga kelgan **relyativistik mexanika** dagidan boshqacha talqin etilgan.

Masalan, I. Nyuton vaqtning ikki xil tushunchasidan foydalangan. U absolyut vaqt haqida bunday degan: «Absolyut, haqiqiy, matematik vaqt o'z holicha va o'z mohiyati bo'yicha biror narsaga bog'liq bo'lmagan holda bir tekis kechadi...». Shunday qilib, Nyuton fikricha, «absolyut vaqt» bu biror fizik bo'lmagan, yuqoridan berilgan, o'z-o'zidan mavjud bo'lgan narsa. U yana asboblardan bilan o'lchanadigan vaqt ko'zda tutilgan «nisbiy, ko'rinadigan va kundalik vaqt» tushunchasini ham kiritdi.

Relyativistik mexanikaga asoslangan hozirgi zamon fizikasida faqat **nisbiy vaqt** bor, xolos; uni o'lchash uchun takrorlanuvchi fizik jarayondan foydalaniladi. Masalan, qo'l soati millarining aylanishi; mayatnikning tebranishi, Yerning Quyosh atrofida aylanishi, kvarts plastinkaning tebranishlari, atomlarning yorug'lik nurlanishi.

Biror fizik jarayon tanlanadi va e'lon qilinadi: uning ikkita takrorlanishi orasida ayni bir xil vaqt intervali o'tadi. Tanlangan bu jarayon vaqt **etaloni** hisoblanadi. Uning yordamida vaqt o'lchanadi.

Tanlangan etalon, haqiqatan ham, ishonchli ekanini qanday aniqlash kerak? Nyuton bunday deb yozgan edi: «Biz bir-biriga teng deb hisoblaydigan tabiiy quyosh sutkalari, haqiqatda, teng emas». Bu so'zlarning ma'nosi qanday? Agar Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi vaqt etaloni uchun tanlangan ekan, ta'rifga ko'ra, sutkalar o'zaro teng. Fizika uchun tipik bo'lgan javob sof eksperimentaldir. Olimlar bitta etalon bilangina emas, balki o'zining fizik tabiatiga ko'ra takrorlanuvchi jarayonlarning turli xil to'plami bilan ish ko'radilar. Ulardan bir-birini taqqoslaganda sinxron sodir bo'ladiganlari ajratib olinadi va ular «haqiqiy» vaqtning o'lchov etaloni, deb e'lon qilinadi. Agar yanada aniqroq o'lchashlarda etalonlardan birortasi boshqalariga mos kelmay qolsa, undan voz kechiladi.

Hozir eng aniq vaqt etaloni—atom soatlari bo'lib, ularning ishlashi atomlar nurlantirayotgan yorug'lik nurlari chastotalarini o'lchashga asoslangan.

Sekund va santimetr. Hamma kishiga uzunlikni o'chash, vaqtni hisoblash va turli jismlarni tortishiga to'g'ri keladi. Shuning uchun santimetr, sekund va gramm nima ekanligini hamma yaxshi biladi. Ammo fizik uchun bu o'lchovlar juda zarur bo'lib, ular ko'pgina fizik hodisalar to'g'risida fikr yuritishga kerak boladi.

Fizikada asosiy tushunchalar bo'lib masofa, vaqt oralig'i va massa tushuniladi. Ularni odamlar mumkin qadar aniq o'lchashga harakat qiladilar.

Hozirgi zamon fizik asboblari ikkita bir metrli sterjenning bir-biridan, metrning milliarddan bir ulushidan kichik farqni ham aniqlay oladi. Sekundning milliondan bir ulushi qadar farq qiluvchi vaqt oraliklarini ham farq qilish mumkin. Juda katta aniqlikka ega bo'lgan tarozilar yordamida ko'knori urug'ining massasini ham aniqlash mumkin.

O'lchash texnikasi bundan faqat bir necha yuz yil muqaddam rivojlana boshladi, yaqin yillarda uzunlikning qanday bo'lgani va qanday jismning massasini birlik sifatida qabul qilishni kelishib olishdi.

Nima uchun santimetr va sekund biz biladigan tarzda qabul qilingan? Axir santimetr yoki sekundning uzunroq bo'lishining ahamiyati unchalik muhim emasligi ravshan.

O'lchov birligi qulay bo'lsa bas. Biz unga boshqa talablar qo'ymaymiz. O'lchov birligi qo'limizda bo'lsa juda soz bo'ladi. Eng yaxshisi qo'limizni o'lchov birligi

sifatida qabul qilishdir. Qadim zamonlarda xuddi shunday qilganlar; o`lchov birliklarining nomi ham shundan dalolat beradi. Masalan, qadimgi ruscha uzunlik birligi „lokot“ (tirsak - cho`zilgan qo`lning tirsagidan barmoqning uchigacha bo`lgan masofa), duyum - bosh barmoq asosining kengligi yoki o`lchov birligi sifatida oyoqdan ham foydalanishgan inglizcha uzunlik birligi „fut“ (ingliz tilida foot — poy, tovon) kabi o`lchov birliklari kishi tanasining o`lchamlari bilan bog`liq.

Bu o`lchov birliklari doimo odamning o`zi bilan birgalikda bo`lganligi uchun nihoyat qulay, lekin ularning kamchiliklari ham mavjud. Odamlar bir-birlari bilan qo`llari yoki oyoqlari bahslashmaydigan darajada o`lchov birliklari bo`lib xizmat qila olmaydi. Savdo sotiqning o`sishi o`lchov birliklari to`g`risida kelishib olish zaruratini tug`diradi. Dastlab bir bozor ichida, so`ngra shahar uchun, keyinchalik bir mamlakat uchun va nihoyat butun dunyo miqiyosida uzunlik va massaning etaloni qabul qilindi. Etalon – bu namuna o`lchovi: chizg`ich, tarozi toshi. Davlat etalonlarni ehtiyotlab saqlaydi, boshqa chizg`ich va tarozi toshlari xuddi shu etalonga moslab yasalishi kerak.

Chor Rossiyasida fut **arshin** deb nomlangan og`irlik va uzunlikning o`lchovlari dastlab 1747 yilda yasalgan. XIX asrga kelib o`lchash aniqligiga katta ahamiyat bera boshladi, endi bu etalonlar mukammal bo`lmay qoldi. Aniq etalonlarni tayyorlash xususidagi murakkab va ma`suliyatli ishlar 1893-1898 yillarda Dmitriy Ivanovich Mendeleev rahbarligida bajarildi. Buyuk kimyogar aniq o`lchovlarni belgilashga katta ahamiyat berdi. Uning tashabbusi bilan XIX-asrning oxirlarida, og`irlik va o`lchov Bosh palatasi tashkil etildi. Unda etalonlar saqlanardi va ularning nusxasi tayyorlanardi.

Ba`zi masofalar katta birliklarda, boshqalari esa kichikroq birliklarda ifodalanadi.

Darhaqiqat biz Toshkent bilan Navoiy oralig`ini santimetrlarda, temir yo`l sostavining massasini esa grammlarda ifodalamaymiz. Shuning uchun kishilar katta va kichik birliklar orasidagi ma`lum nisbatlar to`g`risida kelishib olishdi. Hammaga ma`lumki, biz foydalangan birliklar sistemasida katta birliklar kichiklaridan 10, 100, 1000 va uning istalgan darajasi qadar farq qilishi mumkin. Bunday shartlashish juda qulay va barcha hisoblashlarni soddalashtiradi. Ammo bu qulay sistema barcha mamlakatlarda qabul qilingan emas. **Metrik** sistemaning nihoyat qulayligiga qaramay, Angilya va AQSHda metr, santimetr va kilometrdan hamda gramm va kilogrammdan hozirgacha foydalanmaydi.

XVII asrga kelib tabiyatda mavjud bo`ladigan, yillar va asrlar o`tishi bilan o`zgarmaydigan etalon tanlash lozimligi to`g`risida fikrlar tug`ildi.

1664 yilda Xristian Gyugens uzunlikning birligi sifatida sekundiga bir marta tebranadigan mayatnikning uzunligini qabul qilishni taklif qiladi. Taxminan yuz yil o`tgandan so`ng, ya`ni 1771 yilda erkin tushuvchi jismning bir sekunda bosib o`tgan yo`lini, yo`l uzunligining etaloni qabul qilish taklif etildi.

Ammo ikkala variant noqulay bo`lganligi uchun qabul qilinmadi. Zamonaviy o`lchovlarning vujudga kelishi uchun revolyutsiya lozim bo`ldi - kilogramm va metrni buyuk frantsuz revolyutsiyasi dunyoga keltirdi.

1970 yilda Ta`sis majlisi yagona o`lchovni ishlab chiqish uchun maxsus komissiya tashkil etdi. Bu komissiyaga eng yaxshi fizik va matematiklar kirdi.

Komissiya barcha taklif qilingan variantlardan uzunlik birligi sifatida yer meridiyani choragining o'n milliarddan bir ulushini olishni tanladi va bu birlikka "metr" deb nom berdi. 1799 yilda metrning etaloni tayyorlandi va uni saqlash uchun Respublika arxiviga topshirildi. Lekin, keyinchalik, tabiatdan namunaviy o'lchovlarni olish maqsadga muvofiq deb hisoblovchi fikrni to'liq ravishda amalga oshirish mumkin emasligi ma'lum bo'lib qoldi. XIX -asrda o'tkazilgan aniqroq o'lchashlar metrning tayyorlangan etaloni yer meridiyanining qirq milliondan bir bo'lagidan 0,08 mm ga qisqa ekanligini ko'rsatdi. O'lchash texnikasining rivojlanish borasida unga yangi **tuzatmalar** kiritilishi shubhasiz lozim bo'lib qoldi.

Metr- Yer meridiyanining bo'lagi degan ta'rifni saqlab qolib, meridiyaning har bir yangi o'lchashidan so'ng yangi etalon tayyorlashga va shu asosida hamma uzunliklarni qayta hisoblashga to'g'ri kelardi.

Shuning uchun 1870, 1872 va 1875 yillarda bo'lgan xalqaro s'ezdlardagi muhokamalardan so'ng quyidagi qarorga kelindi: uzunlik birligi sifatida Yer meridiyanining qirq milliondan bir bo'lagini emas, balki 1799 yilda tayyorlangan va Sevrdagi halqaro o'lchov va og'irliklar byurosida saqlanayotgan metr etalonini olishga qaror qilindi. Metr bilan birgalikda ulushlari, ya'ni mingdan bir ulushi millimetr, miliondan bir ulushi mikron va eng ko'p ishlatiladigan yuzdan bir ulushi santimetr yuzaga keldi.

Endi bir ikki og'iz sekund haqida so'z yuritamiz. Sekund santimetrdan ancha oldin paydo bo'lgan. Vaqtning o'lchov birligini tanlashda hech qanday kelishmovchiliklar vujudga kelmadi. Bu, albatta tushunarli: kun vaqtining almashinuvi, Quyoshning doimiy aylanishi vaqtning tabiiy o'lchov birligini tanlash imkonini berdi. Har birimiz "vaqtni Quyoshga qarab aniqlang" degan iborani yaxshi bilamiz. Quyosh tik turgandagi vaqtni, odatda, peshin deyiladi. Yerga qolgan holdagi soyaning uzunligini o'lchab quyoshning eng yuqori nuqtada turganini aniqlash mumkin. Keyingi kun xuddi shu usul bilan shu daqiqani aniqlaymiz. O'tgan vaqtlar oraliq'i sutkani tashkil etadi. Undan keyin sutkani soat, minut va sekundlarga ajratiladi. Katta o'lchov birliklari – yil va sutkani bizga tabiyatning o'zi in'om etdi. Ammo soat, minut va sekundni inson o'ylab topdi.

Vaqt birligi uchun 1900 yil 1 yanvardagi tropik yilning $\frac{1}{31556925,9747}$ qismiga teng vaqt qabul qilingan. Tropik yil deb Quyoshning ekliptika bo'yicha qiladigan ko'rinma harakatida bahorgi tengkunlik nuqtasi orqali ketma – ket ikki marta o'tishi orasidagi vaqtga aytiladi. Shunday qilib, vaqt birligi Yerning Quyosh atrofida aylanib chiqish vaqti bilan bog'liqdir. Vaqtning bu birligi **sekund** deb ataldi.

Sutkaning hozirgi taqsimlanishi eng qadim zamonlardan boshlanib kelmoqda. Vavilionda o'nlik hisoblash sistemasi emas, balki oltmishlik hisoblash sistemasi ishlatilgan. Oltmish o'n ikkiga qoldiqsiz bo'linib, shuning uchun Vavilonlarda sutkani teng 12 qismga taqsimlash odat bo'lgan.

Qadimgi Misrda sutkani 24 ga bo'lish odat tusiga kirgan. Keyinchalik, minutlar va sekundlar paydo bo'ldi. Soatning 60 minutdan va minutning 60 sekunddan iboratligi - Vavilionliklarning oltmishlik hisoblashdan qolgan merosidir. Qadimgi va o'rta asrlarda vaqt quyosh soatlari, suv soatlari (katta idishlardan suvning oqib chiqish vaqtiga qarab) va bir qator ustalik bilan ishlagan, ammo, uncha aniq bo'lmagan qurilmalar yordamida o'lchanardi. Bir sutkaning yillarning turli fasllarida

bir xil emasligiga hozirgi zamon soatlari yordamida ishonch hosil qilish mumkin. Shuning uchun vaqtning o'lchov birligi sifatida bir yildagi Quyosh sutkalarining o'rtacha qiymatini olish kelishib olindi. Vaqtning bir yil davomidagi bu o'rtacha qiymatining yigirma to'rt dan bir qismiga soat deb nom berildi.

Ammo sutkani teng ulushlarga bo'lib vaqtni soat, minut, sekund deb ataluvchi o'lchov birliklari belgilanayotganda, biz Yer tekis aylanadi, deb faraz qilamiz. Ammo okyeanning Oy-Quyosh ta'sirida ko'tarilishi va pasayishi oz miqdorda bo'lsa ham Yerning aylanishini sekinlashtiradi. Demak, bizning vaqt o'lchov birligimiz sutka – to'xtovsiz uzayadi.

Yer aylanishining bu sekinlashuvi shunday kichikki, uni bevosita yaqindagina, atom soati ixtiro qilinganidan so'ng o'lchash imkoniyatiga ega bo'lindi. Atom soatlari yordamida vaqt oraliqlarini juda katta aniqlikda, ya'ni sekundning milliondan bir ulishi qadar aniqlikda o'lchash mumkin. Sutkaning 100 yil davomida o'zgarishi 1-2 millisekundni tashkil etadi.

Agar imkoni bo'lsa, etalon shunday kichik xatolikdan ham holi bo'lishi kerak.

Og'irlik va massa. Og'irlik – jismning Yerga tortilish kuchidir. Bu kuchni prujinali tarozida o'lchash mumkin. Jismning og'irligi qancha katta bo'lsa, jism osilgan prujina shuncha ko'p cho'ziladi. Birlik sifatida qabul qilingan qadoqtoshlar yordamida prujinani darajalash mumkin. Buning uchun bir, ikki, uch va hokozo kilogramm qadoqtoshlar ta'sirida prujinaning qanchaga cho'zilganini ko'rsatuvchi belgilar qo'yish kerak. Keyinchalik bunday taroziga biror jismni ossak, u holda prujinaning cho'zilishiga qarab ushbu jismning Yerga tortilish kuchini aniqlaymiz. Og'irlikni o'lchashda faqat cho'ziluvchan prujinadan emas, balki siqiluvchan prujinadan ham foydalanish mumkin. Turli qalinliklardan foydalanib, juda og'ir va yengil jismlarni o'lchaydigan tarozilar yasash mumkin. Qo'pol savdo tarozisidan emas, balki fizik o'lchashlarda qo'llaniladigan juda aniq asboblardan ham ana shu prinsiplarga asoslangan. Darajalangan prujina faqat Yerning tortishish kuchini, ya'ni og'irlikni aniqlashgagina emas, balki boshqa kuchlarni o'lchashda qo'llaniladi. Bunday asbob **dinamometr** deyiladi, ya'ni bu **kuch o'lchovchi** degan ma'noni bildiradi. Dinamometrdan kishining muskul kuchini o'lchashni ko'pchilik ko'rgan. Motorning tortishish kuchini ham cho'ziluvchan prujinada o'lchash qulay. Jismning og'irligi- uning juda muhim xususiyatidir. Biroq jismning og'irligi faqat uning o'zigagina bo'g'liq emas, chunki uni Yer tortadi.

Agar biz oyda bo'lsak-chi? Albatta, uning og'irligi boshqacha, ya'ni hisoblarning ko'rsatishicha taxminan 6 marta kichik bo'ladi.

Yerda ham og'irlik turli kengliklarda turlicha qiymatlarda bo'ladi.

Masalan, qutbda ekvatordagiga nisbatan 0,5% ga og'ir. Biroq og'irlikning mana shu o'zgaruvchanligiga qaramay uning ajoyib xususiyatiga egaligi, ya'ni har xil sharoitda ikki jism og'irliklarining nisbati Yerning ayni nuqtasida o'zgarmasligi tajribadan ma'lum. Agar har xil yuk Yer qutbida prujinalarini bir xil cho'zsa, ekvatorda ham shu yuklar prujinani albatta bir xil o'zgartiradi.

Jismning og'irligini etalon og'irligiga solishtirib o'lchab, uning yangi xususiyatini topamiz. Buni massa deb ataymiz.

Bu yangi tushunchaning, ya'ni massaning fizik ma'nosi biz yuqorida qayd qilib o'tgan, og'irliklarini solishtirganda ularning bir xilligi bilan chambarchas bog'liq.

Og'irlikdan farqli ravishda massa jismning o'zidan boshqa hech narsaga bog'liq bo'lmagan o'zgarmas xususiyatdir.

Og'irliklarni solishtirish, ya'ni massasini o'lchashni oddiy shayinli tarozida bajarish qulay.

Agar shayinli tarozining ikki pallasiga qo'yilgan jism aniq muvozanatlashgan bo'lsa, u holda bu ikki jismning massasi teng deymiz. Agar yuk shayinli tarozida ekvatorda tortilib, so'ngra qutbga ko'chirilsa, u holda qadoqtosh ham, yuk ham o'z og'irligini bir xilda o'zgartiradi. Shuning uchun qutbdagi o'lchashlar natijasi ekvatordagidek bo'ladi: tarozi muvozanatlashgancha qoladi.

Biz bu holni tekshirish uchun Oyga ham yo'l olishimiz mumkin. U yerda ham og'irliklar nisbati saqlangani uchun shayinli tarozi pallasiga qo'yilgan yuk xuddi o'sha qadoqtosh bilan muvozanatlashadi. Jism qayerda bo'lishidan qat'iy nazar uning massasi o'zgarmaydi. Massa va og'irlikning birliklari etalon qadoqtoshlarini tanlash bilan bog'langandir. Xuddi metr va sekundning kelib chiqish tarixi bo'lgandek, odamlar massaning tabiiy etalonini topishga harakat qiladilar. Xuddi shu komissiyaning o'zi alohida qotishmadan qadoqtosh yasab, uni shayinli tarozi to'rt gradus Tselsiyli bir kub detsimetr suv bilan muvozanatlashtirdilar. Bu etalonni gramm deb atadilar.

Keyinchalik shu narsa ma'lum bo'ldiki, bir kub detsimetr suvni "olish" unchalik oson ish emas ekan. Birinchidan, detsimetrning ulushi bo'lganidan uni metrning etaloniga aniqlik kiritilishi bilan u ham o'zgarib boradi. Ikkinchidan, suv qanday bo'lishi kerak? Kimyoviy tozami? Ikki marta distillanganmi? Havo aralashmasisizmi?

"Og'ir suv" aralashmalari nima bo'ladi? Baxtsizliklar ustiga yana hajmni o'lchash aniqligi tortish aniqligiga qaraganda ancha kam.

Yana tabiiy o'lchov birligini rad etib, massaning o'lchovi sifatida maxsus tayyorlangan qadoqtoshning massasi qabul qilindi.

Bu qadoqtosh ham Parijda metrning etaloni bilan saqlanadi.

Massani o'lchashda kilogrammning mingdan va milliondan bir ulushlari gramm va milligrammlar keng qo'llaniladi. O'lchash va tortish bo'yicha X va XI bosh konferensiyalarda yangi internatsional (xalqaro) birliklar sistemasi (SI) ishlab chiqildi. Keyinchalik bu yangi sistema (SI) ni barcha mamlakatlar davlat standarti sifatida qabul qildilar. Yangi sistema kilogramm (kg) degan nom massa uchun saqlab qolindi. Har qanday kuch shu bilan birga og'irlik kuchi ham yangi sistemada nyutonlarda (N) o'lchanadi.

Shubhasiz, bu yangi sistema hamma yerda qo'llanilmaydi. Shuning uchun kilogram - massa (kg) va kilogram-kuch (kG) ning turli fizik kattaliklarning birliklari ekanini va ular arifmetik amallarni bajarish mumkin emasligini hozircha esda saqlashimiz lozim. Metrni sekunda qo'shish qanchalik bema'ni bo'lsa, $5\text{ kg} + 2\text{ kG}$ deb yozish ham shunchalik bema'nidir.

MKS sistemada kuch birligi qilib 1 kg massali jismga 1 m/sec^2 tezlanish beradigan kuch tanlab olinishi kerak. Kuchning bu birligi **nyuton** deyiladi. Binobarin:

$$1\text{ nyuton} = 0,001\text{ sten} = 10^5\text{ dina}.$$

Birliklarning texnik sistemasida kuch birligi, Nyutonning ikkinchi qonuniga bog'liq bo'lmagan asosiy birliklardan biri sifatida tanlab olinadi. Ravshanki, muayyan bir tarzda belgilangan har qanday kuch birlik bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Texnik sistemada bunday kuch birligi sifatida ma'lum bir og'irlik kuchi olinadi. Yer sirtidagi hamma jismlarga Yerning tortish kuchi (og'irlik kuchi yoki uni odatda **jismning og'irligi** deyiladi) ta'sir qiladi. Og'irlik kuchi har xil jismlar uchun har xil va u, muayyan bir jism uchun jismning yer sharidagi qaysi joyda va Yer, sirtidan qancha balandlikda turganligiga bog'liqdir. Lekin, agar aniq bir jism olinib, uning Yer sirtidagi o'rni belgilanib qo'yilsa, bu jismga ta'sir qilayotgan og'irlik kuchi (jismning og'irligi) ham to'la aniqlangan bo'ladi; mana shu og'irlikni kuch birligi qilib olish mumkin. Xuddi shunday qilinadi ham: **texnik sistemada kuch birligi qilib 1 kg massa etaloni bo'lib xizmat qiluvchi qadoq toshning 45° kenglikda va dengiz sathi balandligida yer shariga tortilish kuchi olingan.** (Aniqrog'i, texnik sistemada kuch birligi uchun shunday kuch qabul qilinadiki, u kuch 1 kg massali jismga ta'sir qilib, unga $g_0 = 9,80665 \text{ m/sek}^2$ tezlanish beradi.) Kuchning bu birligi **kilogramm** deb ataladi, ya'ni massa birligining ham nomi bo'lib xizmat qiluvchi kilogramm so'zi bilan ataladi. Butunlay boshqa-boshqa fizik kattaliklarning bu ikki birligini bir-biridan farq etish uchun, ularning nomlari qisqartirilganda turlicha qilib belgilaymiz: **massa birligi - bir kilogrammni kg bilan, kuch birligi - bir kilogrammni esa kG** bilan belgilaymiz. $\frac{1}{1000}$ kG ga teng kuch gramm deyiladi va G bilan belgilanadi. (massa birligi - gramm esa g bilan belgilanadi). 1000 kG kuch tonna-kuch deyiladi va T bilan belgilanadi. 1 kg massali jism 1 kG kuch ta'sirida 981 sm/sek^2 tezlanish (og'irlik kuchining tezlanishi) olgani uchun

$$1 \text{ kG} = 981 \text{ 000 dina}, \quad 1 \text{ G} = 981 \text{ dina}$$

bo'ladi.

Jismning og'irligi jism yer sharining bir joyidan ikkinchi joyiga o'tganda juda oz o'zgaradi. Shuning uchun, ko'pincha, masala yechishda 1 kg massali jism Yerning har bir joyida 1 kG og'irlikka ega bo'ladi deb hisoblash mumkin. 45° kenglikda va dengiz sathi balandligida bu munosabat, ta'rifga muvofiq, aniq bajariladi.

Texnik sistemada massa birligi qilib 1 kG kuch ta'sirida 1 m/sek² tezlanish oladigan jism massasi olingan. Massaning bu birligi maxsus nomga ega emas.

1 kg massa 1 kG kuch ta'sirida, ya'ni o'z og'irligining ta'sirida $9,81 \text{ m/sek}^2$ ga teng erkin tushish tezlanishini olganda, demak, 1 kG kuch ta'sirida 1 m/sek^2 tezlanish oladigan 1 texnik birlikka teng massa 1 kg massadan 9,81 marta katta bo'lishi kerak. Shunday qilib:

$$\text{massaning 1 texn. birl} = 9,81 \text{ kg.}$$

Zichlik. Qo'rg'oshin kabi og'ir yoki momiq kabi yengil deganda nimani nazarda tutadilar?

Qo'rg'oshin zarrasining yengil, shu bilan birga momiq uyumining massasi hiyla og'ir bo'lishi ravshan. Kimki mana shu solishtirishlardan foydalanayotgan bo'lsa, jismlarni massasini nazarda tutmay, balki jism tashkil topgan moddaning zichligini nazarda tutadi.

Hajm birligidagi massa zichlik deyiladi. Zichlik qo'rg'oshinning zarrasida ham, katta bo'lganda ham bir xil bo'lishi ravshan.

Zichlikni belgilashda bir kub santimetr (sm^3) jism necha gramm kelishi ko'rsatiladi, shundan keyin gr/sm^3 degan simvol qo'yiladi. Grammlar sonini kub santimetrlar soniga bo'lib, zichlik aniqlanadi; simvoldagi kasr shuni ko'rsatadi.

Eng og'ir metallarga ba'zi metallar, masalan, zichligi $22,5 \text{ gr/sm}^3$ bo'lgan osmiy, iridiy (22,4), platina (21,5), volfram va oltin (19,3) kiradi. Temirning zichligi 7,88 ga, misning zichligi 8,93 ga teng.

Eng yengil metallar qatoriga magniy (1,74), berilliy (1,83) va alyuminiy (2,7) kiradi. Bundan ham yengil jismlarni organik moddalar ichidan qidirish kerak: yog'ochning hamda plastik massalarning turli sortlarining zichligi 0,4 gacha bo'lishi mumkin.

Bu yerda so'z yaxlit jismlar ustida borayotganini ta'kidlash kerak. Agar qattiq jismda g'ovaklar bo'lsa, o'z-o'zidan ma'lumki, u yengil bo'ladi. Texnikada ko'p hollarda po'kak, penoshishka kabi g'ovak jismlar ishlatiladi. Penoshishkaning zichligi 0,5 dan kichik bo'lishi mumkin bo'lsa ham, bundan yasalgan qattiq moddaning zichligi birdan katta bo'ladi. Zichligi birdan kichik bo'lgan hamma jismlar kabi penoshisha suvda cho'kmaydi.

Eng yengil suyuqlik – suyuq vodorod bo'lib, uni juda past haroratlarda olish mumkin. Bir kub santimetr suyuq vodorodning massasi 0,07 gr ga teng.

Organik suyuqliklar- spirt, benzin, kerosinlar zichligi jihatdan suvdan kam farq qiladi. Simob juda og'ir bo'lib, zichligi $13,6 \text{ gr/sm}^3$ ga teng.

Gazlarning zichligini qanday xarakterlash mumkin?

Ma'lumki, gazlar o'zlari uchun ajratilgan hajmni butunlay egallaydilar. Gazli ballondan bir xil massali gazlarni har xil hajmli idishlarga chiqarilganda, barcha hollarda idishlarda gaz tekis taqsimlanadi. U holda zichlik to'g'risida nima deyish mumkin? Gazlarning zichligi normal sharoitda- 0°C haroratda va bir atmosfera bosimida aniqlanadi. Normal sharoitda havoning zichligi $0,00129 \text{ gr/sm}^3$ ga, xlorniki- $0,00322 \text{ gr/sm}^3$ ga teng. Gaz holatdagi vodorod, xuddi suyuq holatdagidek o'ziga xos record qo'ygan: bu yengil gazning zichligi $0,00009 \text{ gr/sm}^3$ ga teng.

Yangilik bo'yicha navbatdagi gaz - geliy, u vodoroddan ikki marta og'ir. Karbonat angidrid gazi havodan 1,5 marta og'ir. Italiyada Neapol yaqinida mashhur "it g'or" bor, uning pastki qismidan uzluksiz karbonat ajralib turadi, bu gaz g'orning ostki qismi bo'ylab yoyilib, sekin-asta tashqariga chiqadi. Inson bu g'orga bimalol kirishi mumkin, ammo it uchun bunday sayil halokat bilan tugaydi. G'orning nomi mana shundan kelib chiqqan.

Gazlarning zichligi tashqi sharoitga-bosim va haroratga juda bog'liq. Tashqi sharoitlar ko'rsatilmagan taqdirda gazning zichlik qiymati ma'noga ega bo'lmaydi. Qattiq va suyuq jismlarning zichliklari uncha katta bo'lmasa ham harorat va bosimga bog'liq.

SI SISTEMASI VA ETALONLAR HAQIDA

Agar bu o'quv - uslubiy qo'llanma sizning fizikadan o'qiyotgan birinchi kitobingiz bo'lsa, u holda bu mavzuni o'qishni keyinga suring. Biz fizikani o'rganishni eng oddiy hisoblashlardan, ya'ni masofa, vaqt oralig'i va massadan boshladik. Haqiqatdan ham masofa, vaqt oralig'ini massasini o'lchashdan oson ish bo'lmasa kerak. Darhaqiqat, avvallari shunday edi, ammo hozir unchalik oson emas. Hozirgi vaqtda vaqt, massa o'lchash texnikasi butun fizikani bilishni talab etadi. Hozir esa ba'zi hodisalar to'g'risida ozmi - ko'p gapirishga to'g'ri keladi.

“Xalqaro birliklar sistemasi” (SI) (Système Internationale) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal sistemasi bo'lib, u 1960 yilning oktabr oyida o'lchov va tarozilarning XI Bosh konferensiyasida qabul qilingan. Bu konferensiyaning qaroriga binoan Xalqaro birliklar sistemasida yettita asosiy, ikkita qo'shimcha kattalik va shularga mos ravishda yettita asosiy, ikkita qo'shimcha birlik hamda juda ko'p hosilaviy kattaliklar va ularga mos birliklar qabul qilingan. U sekin, juda sekin bo'lsa-da to'g'ri e'tirof etilmoqda. Hozirgi kunda SI dagi birliklar bilan bir qatorda ishlatishga yo'l qo'yilgan birliklar ham bor. Bu birliklarni qo'llanishdan chiqarib tashlash muddati Xalqaro birlashmaning qaroriga binoan belgilanadi.

Agar avtomobil boshqaruvchisidan, mashina motorining quvvati qanchaga teng deb so'rasangiz, u 74 kilovatt deyish o'rniga, avvalgidek 100 ot kuchiga teng deb javob beradi.

Aftidan, bu sistemaning singib ketishi uchun ikki avlod almashinishi va SI sistemasini tan olishni istamaganlarning kitoblari **kitob** bozorlaridan yo'qolishi kerak. Faqat shu holdagina bu sistema qolgan boshqa sistemalarni keskin siqib chiqara oladi.

SI sistemasi yettita birlikka asoslanadi: metr, kilogram, sekund, mol, amper, kelvin va kandela. Hozir biz oldingi to'rtta kattalik haqida gapirmoqchimiz. Bundan maqsad o'quvchini mos fizik kattaliklarning o'lchash tafsilotlari bilan emas, balki ularni muhim umumiy g'oyalar bilan tanishtirishdir. Bu moddiy etalonlarni rad etib, ular tabiiy doimiyliklarni kiritishdan iboratdir. Bu doimiyliklarning qiymatlari tajriba qurilmalariga bo'g'liq bo'lmasligi va vaqt o'tishi bilan (hozirgi zamon fizika nuqtai nazaridan) o'zgarmasligi kerak.

Metrni aniqlashdan boshlaymiz. Kripton atomining 86-izotopida kuchli spektral chiziq mavjud. Har bir spektral chiziq boshlang'ich va oxirgi energetik sath bilan harakterlanadi, ularni aniqlash metodini keyinchalik bayon etamiz. Gap $5d_5$ sathdan $2p_{10}$ sathiga o'tish to'g'risida bormoqda. Metr kripton-86 atomining $2p_{10}$ va $5d_5$ sathlari orasidagi o'tishga mos keluvchi nurlanishning vakuumdagi 1650763,73 to'lqin uzunligiga mos keladi. Bu yorug'likning to'lqin uzunligini $4 \cdot 10^{-9}$ dan katta bo'lmagan aniqlikda o'lchash mumkin. Shuning uchun to'qqiz xonali songa yana bir qiymatli raqamni qo'shish ma'noga ega emas.

Mana bunday ta'rif bizni hech qanday moddiy etalon bilan bog'lay olmasligini ko'ramiz. Shu bilan birga, yorug'lik nurlanishining to'lqin uzunligi asrlar o'tishi bilan o'zgaradi deyishga asos yo'q. Demak, biz maqsadimizga erishdik.

Bu yaxshi, deydi o`quvchi. Ammo qanday qilib, moddiy bo`lmagan etalon yordamida **oddiy** chizg`ichni darajalash mumkin? Fizika buni interferentsion o`lchashlar yordamida amalga oshira oladi;

Yaqin orada bu ta`rifga o`zgartirishlar kiritishga hamma asoslar bor. Gap shundaki, lazer yordamida to`lqin uzunlikni (masalan, yod bug`i bilan stabillashgan geliy-neon lazeri) 10^{-11} - 10^{-12} aniqlik bilan o`lchashga erishish mumkin. Moddiy bo`lmagan etalon uchun boshqa spektral chiziqni olish maqsadga muvofiq ekanligi man etilmaydi.

Sekund ham shunga o`xshash yo`l bilan aniqlanadi. Tseziy atomining ikki eng yaqin qo`shni energetik sathlari orasidagi o`tishdan foydalaniladi. Mana shu o`tish chastotasining teskari qiymati bitta tebranishga ketgan vaqtni beradi. Bir sekundni ana shunday tebranishlarning 9 192 631 770 davrga teng deb olinadi. Tebranishlar mikroto`lqin sathida yotgani uchun chastotalar yordamida istalgan soatni kalibrlash mumkin. Bu o`lchash usuli 300 000 yil o`tgandan so`ng 1 sekund xatolikka yo`l qo`yishi mumkin.

Metrologlar oldilariga maqsad qilib bir energetik o`tishning o`zidan ham uzunlik birligini aniqlashda (to`lqin uzunliklarida ifodalangan) ham vaqt birligini aniqlashda (tebranishlar davrida ifodalangan) foydalanishni qo`yadilar.

1973 yilda bu masalaning hal qilinishi mumkin ekanligi ko`rsatiladi. Metan bilan stabillashtirilgan geliy-neon lazeri yordamida aniq o`lchashlar o`tkaziladi. Bunda to`lqin uzunligi 3,39 millimikronga teng, chastotasi esa $88 \cdot 10^{12} \text{s}^{-1}$ ga teng. O`lchashlar shunchalik aniq o`tkazilganki, bu ikki sonni o`zaro ko`paytirib, yorug`likning bo`shliqdagi tezligi sekundiga 299 792 458 metr ekani topildi. Bunday aniqlik to`rt milliardning bir ulushiga tengdir.

Mana shu muvaffaqiyatlar hamda kelgusida erishiladigan yutuqlar massaning o`lchash aniqligi bundan aniqroq bo`lishini taqozo qiladi. Afsuski, hanuzgacha moddiy kilogramm yashab kelmoqda. Haqiqatan, tarozi mukammallashtirilmoqda, ammo o`lchash aniqligi milliardning bir ulushigacha bo`lgan aniqlikka kam hollarda, ya`ni u ham bo`lsa ikki jism massasini solishtirish yo`li bilan aniqlanmoqda. Massani grammlarda o`lchash aniqligi va tortishish qonunidagi gravitatsion doimiyning aniqligi 10^{-5} dan ortmaydi.

1971 yilda o`lchash va tortish bo`yicha XIV Bosh konferensiyada SI sistemasiga yangi birlik, ya`ni moddaning miqdoriy birligi mol kiritildi. Molni modda miqdorining mustaqil birligi sifatida kiritilishi Avagadro sonining yangi ta`rifi bilan bog`liqdir.

Avagadro soni deganda bir gramm - atomdagi atomlar sonini emas, balki uglerodning massa soni 12 bo`lgan izotopining shu elementning 12 grammidagi atomlari soniga aytilishi shartlashib olindi. Bu sonni  $N_A$  orqali belgilab,  $N_A$  zarradan iborat sistemani modda miqdorining bir moli deb tushunamiz. Bunda so`z istalgan zarralar to`g`risida, ionlar, elektronlar, atomlar, molekulalar yoki boshqa zarralar gruppasi to`g`risida borishi mumkin.

Faqat yangi o`lchov birligini emas, balki yangi fizik tushunchalarni kiritish zarurati, massa tushunchasining elementar zarralarga g`ayri qonuniy qo`llanishi bilan bog`liq. Chunki massa shayinli tarozida o`lchanadigan miqdordir. Hozirgi vaqtda modda miqdori (Avagadro soni, demak, atomlar massasi) massaga qaraganda kamroq

aniqlikda o'lchanadi. Biroq modda miqdorining o'lchash aniqligi, massanikidan katta bo'la olmasligi tushunarli.

Bu yangi birlikni odatga kiritilishi kitobxonga quruq rasmiyatchilikdek ko'rinishi mumkin. Hozirgacha ikki tushuncha mavjudligini oqlash ularni har xil aniqlikda o'lchashni eslatib o'tishdan iboratdir. Agar qachonlardir kilogrammni qandaydir atomlar massalariga karrali bo'lgan son tarzida ifodalash mumkin bo'lsa, u holda bu muammo qayta ko'rib chiqilib, kilogramm ham metr, sekundlarga o'xshash birlik bo'lib qoladi.

Amalda foydalanilgan sistemalar.

SHZ sistemasi (absolyut sistema)-mexanik kattaliklarni o'lchash uchun qabul qilingan birliklar sistemasi. Uning asosiy birliklari: uzunlik [sm], massa [gr], vaqt sekund [s]

Bu sistema 1832 yilda nemis olimi k.Gaus taklifi bilan qabul qilingan.

MKHZ sistemasi- mexanik kattaliklarni o'lchash uchun qabul qilingan birliklar sistemasi. Bu sistemaning asosiy birliklari quyidagicha: metr [m], kilogramm kuch [kG], sekund [s].

MKG sistemasi-mexanik kattaliklar sistemasi bo'lib, ularning asosiy birliklari quyidagilar: metr [m], kilogramm [kg], sekund [s].

MKSA sistemasi –elektr va magnit kattaliklarni o'lchash uchun qabul qilingan birliklar sistemasi. Bu sistema 1901 yil italyan olimi Jorji tavsiyasi asosida qabul qilingan. Shuning uchun ham bu sistema ba'zan Jorji sistemasi deb ataladi. Uning asosiy birliklari metr [m], kilogramm [kg], sekund [s], amper [A]

Bu sistema ham xalqaro birliklar sistemasiga kiritilgan.

MKSG sistemasi- issiqlik kattaliklarini o'lchash uchun qabul qilingan birliklar sistemasi. Uning asosiy birliklari metr [m], kilogramm [kg], sekund [s], Kelvin gradus [K].

MTS sistemasi-mexanik kattaliklarni o'lchash uchun ishlatilgan birliklar sistemasi. U 1927 yil Frantsiyada qabul qilingan va keyinchalik Rossiya davlatida tadbiq qilingan. Bu sistemaning birliklari metr [m], tonna [t], sekund [s].

Birliklar sistemasidagi asosiy kattaliklar vositasida hosilaviy kattaliklar va ularning birliklarini keltirib chiqarish mumkin. Xalqaro birliklar sistemasidagi hosilaviy kattaliklarning birliklarini keltirib chiqarish uchun bog'lanish tenglamalaridagi kattaliklarni SI sistemasining birliklari bilan ifodalanagan. SI sistemasida 250 dan ortiq hosilaviy kattaliklar maxsus nomlar bilan nomlangan.

Xalqaro sistema (SI)ning karrali va ulushli birliklarini hosil qilish.

Fan va texnika sohasidagi hisoblash, o'lchash va shunga o'xshash matematik amallarni bajarishda kattaliklarning qiymatlari sonlar bilan ifodalanadi. Hisoblash oson va qulay bo'lishi uchun qiymatli raqamlar sonini qisqartirish mumkin. Buning uchun SI sistemasidagi birliklarning qiymatlari 10 soniga ko'paytirib, ularni tegishli musbat yoki manfiy darajaga ko'tarish natijasida birliklarning karrali va ulushli qiymatlari hosil qilinadi.

**Karrali va ulushli birliklarni hosil qilish uchun ishlatiladigan
ko'paytuvchilar va old qo'shimchalar.**

Ko'paytuvchi	Old qo'shimcha	
	nomi	Belgisi
$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{18}$	eksa	E
$1\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{15}$	peta	P
$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	tera	T
$1\,000\,000\,000 = 10^9$	giga	G
$1\,000\,000 = 10^6$	mega	M
$1\,000 = 10^3$	kilo	k
$100 = 10^2$	gekto	g
$10 = 10^1$	deka	da
$0,1 = 10^{-1}$	detsi	d
$0,01 = 10^{-2}$	santi	s
$0,001 = 10^{-3}$	milli	m
$0,000\,001 = 10^{-6}$	mikro	mk
$0,000\,000\,001 = 10^{-9}$	nano	n
$0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$	piko	p
$0,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$	femto	f
$0,000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$	atto	a

Karrali va ulushli birliklarning daraja ko'rsarkichi old qo'shimchaga ham tegishli bo'ladi. Masalan:

Uzunlik:

$$1_{\text{mm}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$1_{\text{cm}} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$1_{\text{dm}} = 0,1 \text{ m}$$

$$1_{\text{km}} = 10^3 \text{ m}$$

Hajm:

$$1_{\text{mm}^3} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$1_{\text{cm}^3} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1_{\text{dm}^3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1_{\text{km}^3} = 10^9 \text{ m}^3$$

$$1_{\text{l}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Yuza:

$$1_{\text{mm}^2} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$1_{\text{cm}^2} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1_{\text{dm}^2} = 0,01 \text{ m}^2$$

$$1_{\text{km}^2} = 10^6 \text{ m}^2$$

Massa:

$$1_{\text{g}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1_{\text{mg}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$1_{\text{t}} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

JISMNING ERKIN TUSHISH TEZLANISHI

Fizikaning paydo bo'lishi G. Galiley nomi bilan bog'liq. Ungacha fan o'rnida taxminiy mulohaza yuritishlar, eramizdan avvalgi IV asrda yashagan qadimgi yunon olimi Aristotel obro'siga qat'iy ishonch, ayrim kuzatishlargina mavjud edi. Eng muhim narsa – tabiatni tadqiq qilishning yagona metodi, umumiy yondashish yo'q edi. Galiley birinchi bo'lib, bilishning bosh manbai tajribadir, deb e'lon qildi, eksperimentni har qanday ilmiy nazariya chinligining asosiy mezonini sifatida qat'iylashtirdi.

Galiley Aristotelning erkin tushish haqidagi ta'limotini rad qilib, jismlarning erkin tushish qonunlarini ochdi.

Aristotel tushishda og'ir jismlar o'z og'irliklariga proportsional tezlik bilan harakatlanadi, deb hisoblardi. Aftidan, u bunday xulosaga kuzatishlar asosida kelgan bo'lishi kerak: haqiqatan ham, qog'oz varag'i yerga sekin-asta tushadi, tosh bo'lsa pastga to'g'ri uchib tushadi.

Aristotel havo qarshiligini hisobga olmasdan xatoga yo'l qo'ygan edi. Galiley bo'lsa, yer sirti yaqinida bo'shliqda barcha jismlar birday tezlanish olishini isbotladi.

O'z eksperimentlarini tahlil qilish paytida I. Nyuton ham shunday xulosaga keldi. U tajribada moddalarning muayyan to'plamidan foydalangan holda oltin, qo'rg'oshin, shisha, qum, tuz, suv, yog'och, bug'doy havosiz fazoda birday tezlanish bilan tushishini aniqladi.

Erkin tushish deb, tinch holatdagi jismning og'irlik kuchi ta'sirida havosiz joyda Yerga tushishiga aytiladi.

Erkin tushish – jismlarning Yerning tortishish kuchi ta'siridagi (havosiz muhitdagi) harakati bo'lib, to'g'ri chiziqli o'zgaruvchan harakat bo'lib hisoblanadi.

Erkin tushish quyidagi ikki qonunga bo'ysunadi.

Birinchi qonun: Jismlarning erkin tushishi boshlang'ich tezliksiz tekis o'zgaruvchan harakatdan iborat bo'lib, uning tezlanishi o'zgarmas qoladi.

Ikkinchi qonun: Yerning berilgan joyida havoning qarshiligi bo'lmaganda barcha jismlar erkin tushish tezlanishi deb ataluvchi bir xil tezlanish bilan tushadi.

Tabiatdagi to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatga jismlarning erkin tushishi va yuqoriga tik uloqtirilgan jismning harakati ajoyib misol bo'la oladi.

Jismlarning bunday harakatini XVI asrning oxirida **Galileo Galiley** o'rgangan. U bu harakatning tekis tezlanuvchan ekanligini, uning tezlanishi pastga qarab yo'nalganligini aytdi. O'lchashlar moduli bo'yicha uning $9,81 \text{ m/s}^2$ -ga teng ekanligini ko'rsatdi.

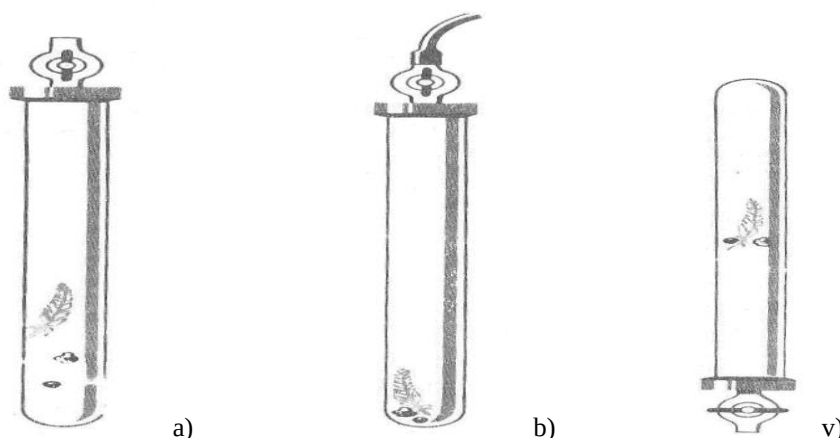
Erkin tushish tezlanishining hamma jismlar uchun bir xil bo'lishi ajablanarli va uzoq vaqt davomida jumboq bo'lib keldi.

Agar po'lat sharni, futbol to'pini, yozilgan holatdagi gazetani, qush patini olib, shu har xil jismlarni bir necha metr balandlikdan tashlab, ularning tushishini nazorat qilsak, u jismlarning tezlanishlari turli xil ekanligini ko'ramiz. Biroq buni tushuntirishda yerga tushib kelayotgan jismlarning harakatiga jismlarning qarshilik qilishini aytmalikka bo'lmaydi. Agar havoning jismlarga qarshilik qilishini hisobga olmasak, unda hamma jismlarning erkin tushish tezlanishi bir xil bo'lardi. Bunday tajribani uzunligi bir metr chamasidagi, bir uchi bekitilgan, ikkinchi uchida jumragi bor qalin chinni nay bilan o'tkazishga bo'ladi.

Nayga uch xil jism, masalan: qo'rg'oshin, po'kak va qush patini solaylik. Shundan keyin nayni tez to'ntaraylik. Shunda bu jismlar nayning tubiga har xil vaqtda yetadi: eng birinchi qo'rg'oshin, keyin po'kak, eng oxirida qush pati (1,a-rasm). Nayda havo bo'lgan sharoitda bu jismlarning tushishi shunday bo'ladi. Agar naydagi havoni so'rib olinsa (1,b-rasm), keyin kranni yopib, nayni qaytadan teskari to'ntarilsa (1,v-rasm), shunda hamma uch jismning shu nay tubiga bir vaqtda yetishini ko'ramiz. Bu vakuumda hamma jismlarning bir xil tezlanish bilan tushishini ko'rsatadi. Vakuumdagi bunday tushishni **erkin tushish** deb ataydi.

Boshqa tezlanuvchan harakatlarning hammasining tezlanishidagi a harfining o'rniga erkin tushish tezlanishi g (lot. "ji") harfi bilan belgilash kelishilgan. Shu bilan $\vec{g}$ vektori har doim pastga yo'naladi: jism pastga qarab tezlanuvchan tezlik bilan tushadi, shunda tezlik sekundiga 9,8 m/s ga ortadi. Yuqoriga uloqtirilgan jism sekinlanuvchan tezlik bilan harakatlanadi. Agar koordinata o'qini tik (yuqoriga yoki pastga) yo'naltirsak, ko'pincha shunday qilinadi da, uni y orqali belgilasak, g_y proektsiyasining moduli $\vec{g}$ vektorining moduliga teng bo'ladi. Agar y o'qi pastga yo'naltirilsa, proektsiya – o'ng, y o'qi esa yuqoriga yo'naltirilganda teskari bo'ladi.

Havosiz joyda yuqoriga otilgan jismning ko'tarilish va tushish balandligi o'zaro teng bo'lganidan, jismning ko'tarilish vaqti tushish vaqtiga teng bo'ladi. Xuddi shuningdek, yuqoriga otilgan jismning boshlang'ich tezligi qaytib tushishdagi tezligiga teng bo'lib, bir-biriga qarama – qarshi yo'nalgan bo'ladi.



1- rasm. Erkin tushish tezlanishini aniqlash uchun o'tkazilgan tajriba

Jismning erkin tushish tezlanishi g harfi bilan belgilanadi va uning son qiymati Yerning geografik kengligiga bog'liqdir. Masalan, qutbda $g_{qutb}=9,8324 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'lgan eng katta qiymatidan to' ekvatorida $g_{ekva}=9,7805 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'lgan eng kichik qiymatlar oralig'ida o'zgara boradi; Moskvada $g=9,8156 \text{ m/s}^2$ va Toshkentda $g=9,8008 \text{ m/s}^2$ ga teng; Yerning 45° geografik kengligida jism erkin tushish tezlanishining $g=9,80665 \text{ m/s}^2$ qiymati normal qiymat deb hisoblanadi.

Hisoblashlarda Yerning barcha nuqtalarida g ning qiymati bir xil va $g=9,8 \text{ m/s}^2$ deb qabul qilingan.

Erkin tushish tezlanishining kishini hayratga soladigan xususiyati- uning bir joyda hamma jismlar uchun, har qanday massali jismlar uchun bir xilligidadir. Bu ajoyib xossaning sababi nimada? Sababi Yerning jismni tortuvchi F kuchning o'zi jismning m massasiga proporsionaldir. Jismning massasi m ortsa F ham ortadi. $a=F/m$ tezlanish o'zgarmay qoladi. Shu asosda Nyuton quyidagi to'g'ri fikrni chiqardi: butun olam tortishish kuchi u ta'sir etayotgan jism massasiga to'g'ri proporsional.

Jismning erkin tushish tenglamalari

Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamasidagi a tezlanishni g erkin tushish tezlanishi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ bilan, s yo'lni h balandlik bilan almashtirilsa, boshlang'ich tezlik bilan tashlangan jismning quyidagi tenglamalari hosil bo'ladi:

$$\text{Erkin tushish tezlanishi} \quad g = \frac{g_t - g_o}{t}$$

$$\text{Biror } t \text{ vaqtidagi oniy tezlik} \quad v_t = v_o + gt;$$

$$\text{Tushish balandligi} \quad h = v_o t + \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{O'rtacha tezlik} \quad v_{o,rt} = \frac{g_1 - g_2}{2}$$

Tushish balandligining o'rtacha tezlik orqali ifodasi

$$h = v_{o,rt} * t = \frac{g_1 - g_2}{2} * t;$$

$$\text{Tushish balandligining tezlik va tezlanish orqali ifodasi} \quad h = \frac{g_t^2 - g_o^2}{2g}$$

BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Juda qadim zamonlardan oq kishilar yuz yillar mobaynida ham yulduzlarning bir-biriga nisbatan vaziyatining o'zgarishini, sayyoralar esa yulduzlar orasida juda ham murakkab trayektoriya bo'ylab harakatlanishini kuzatgan. Sayyoralarining sirtmoqsimon traektoriyalar bo'ylab harakatlanishini tushuntirish uchun yunon olimi K. Ptolomey Yer koinot markazida joylashgan, sayyoralar markazlari Yer atrofidagi katta aylanalar bo'ylab bir tekis harakatlanadigan kichik aylanalar (ellipslar) bo'ylab harakatlanadi deb faraz qilgan. Ptolomeyning geosentrik sistemasi degan nom olib, katolik cherkov homiyligida qariyb 1500 yil hamkorlik qildi. XVI asr boshlarida polshalik astronom N.Kopernik tomonidan geliotsentrik sistema asoslab berildi. Astronomik kuzatishlar Yer va boshqa sayyoralarning Quyosh atrofidagi harakati hamda Yerning sutkalik aylanishini natijasi ekanligi isbot qilindi.

Samoviy jismlar harakatini o'rganib hamda Kepler qonunlari va dinamikaning asosiy qonunlariga asoslanib, 1687 yilda Nyuton butun olam tortishish qonunini kashf qilgan. Bu qonunlarga muvofiq tezlanuvchan harakat faqat kuch ta'siri ostidagina bo'lishi mumkin. Yerga tushayotgan jismlar tezlanish bilan harakat qilganligi uchun ularga Yer tomon yo'nalgan kuch ta'sir etadi.

O'z sirti yaqinidagi jismlarni o'ziga tortish xususiyatiga faqat Yer egamikan? 1667 yilda Nyuton umuman hamma jismlar o'rtasida o'zaro ta'sir kuchlari ta'sir qiladi degan farazni o'rta tashladi. Bu kuchlarni u "Butun olam tortishish kuchlari" deb nom berdi. Jismlar orasidagi tortishish kuchlari juda siyrak, kam bo'lganligi sabab biz ularni sezmaymiz. Nyuton o'zaro ta'sirlashuvchi ikki jismning tortishish kuchi massaga bog'liq ekanligini ulardan birining massasi ikkinchisining massasiga nisbatan ancha katta bo'lsa ular orasidagi o'zaro tortishish kuchi sezilarli bo'ladi. (*"Fizika" Turdiyev.*)

Biz hozirgi kunda i n e r t va o' g' i r massalarning tengligidan iborat tortishish (g r a v i t a t s i ya) ning bu ajoyib xossasi haqida gapiramiz; bu tenglik fakti umumiy

nisbiylik nazariyasining asosini tashkil etadi. Hozirgi vaqtda inert na og'ir massalarning tengligi eksperimentda 10^{-12} nisbiy aniqlikda tekshirilgan.

Nyuton Koinotdagi istisnosiz barcha jismlarni tabiati jihatidan bitta yagona kuch bir-biriga tortishishga majbur qiladi, deb taxmin qildi. U butun olam tortishish kuchi bo'ysunadigan qonunni ochishni maqsad qilib qo'ydi. Buni bajarish oson emas edi, chunki o'sha zamon faniga hali juda ko'p narsalar ma'lum emas edi. Yer sirtida hamma jismlar birday tezlanish olishini aniqlagani holda Nyuton yer sirtidan uzoqlashilganda bu tezlanish o'zgara borishini bilmas edi (u vaqtlarda bunday eksperimentlarni o'tkazishning iloji yo'q edi).

U shuningdek, yer sirtidagi turli jismlar ham o'zaro tortishishini bilmas edi (buni isbotlovchi eksperimentlar 100 yildan ortiq vaqt o'tgandan keyingina bajarildi). Biroq Nyutonga XVII asr boshlarida nemis astronomi I. Kepler empirik tarzda chiqargan sayyoralarning harakat qonunlari ma'lum bo'lib, bu qonunlardan tortishish kuchi jismlar orasidagi masofaga bog'liq bo'lishi kerakligi haqidagi xulosa kelib chiqardi.

Nyuton bu kuch jismlar orasidagi masofaga bog'liq bo'lsa kerak deb faraz qildi. Jismlar orasidagi masofa ularning o'zaro tortishish kuchiga qanday ta'sir ko'rsatishini aniqlash uchun Yer sirtidan uzoqdagi jismlarning qanday tezlanish bilan harakatlanish kerakligini bilish kerak. Butun olam tortishish kuchini o'rganishda fiziklarga tabiatning o'zi yordamga keldi va Yer atrofida aylana bo'ylab harakatlanuvchi jismning tezlanishini aniqlashga imkon berdi. Bunday jism Yerning tabiiy yo'ldoshi Oydir. Oyning yer atrofida harakatlanishida unga markazga intilma tezlanishni oyning yerga tortilish kuchi beradi. Oyning o'z orbitasi bo'ylab qiladigan harakatidagi markazga intilma tezlanishi $0,0027 \text{ m/s}^2$ ga teng ekanligini bilamiz. Bu tezlanish Yer sirtiga tushuvchi jismlarning tezlanishidan taxminan 3600 marta kichikdir. Yana shu narsa ham ma'lumki, yer markazidan oy markazigacha bo'lgan masofa taxminan 384000 km. Bu masofa Yer radiusidan, ya'ni Yer markazidan sirtigacha bo'lgan masofadan 60 marta katta. Shunday qilib tortishuvchi jismlar orasidagi masofa 60 marta ortsa, tezlanish 60 marta kamayar ekan. Shunga ko'ra jismlarga butun olam tortishish kuchi beradigan tezlanish va binobarin shu kuchning o'zi ham o'zaro ta'sir etayotgan jismlar orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir degan xulosa kelib chiqadi.

Nyuton ochgan b u t u n o l a m tortishish qonuniga ko'ra m_1 va m_2 massali ikkita har qanday moddiy zarra bir-biriga tomon massalar ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi r masofa kvadratiga teskari proporsional R kuch bilan tortishishadi:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Yer sirtidan bir necha ming km da erkin tushish tezlanishini aniqlash qiyin bo'lganligi sabab Yerning tortishish kuchi ta'sirida Yer atrofida aylana bo'ylab harakatlanuvchi jismning markazga intilma tezlanishini aniqlash qulayroq bo'lgani uchun shunday usulda hisobladi.

G – tabiatdagi hamma jismlar uchun bir xil bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti. Bu koeffitsiyentni **butun olam tortishish doimiysi** yoki **gravitatsion doimiy** deyiladi.

G hozirgi zamon ma'lumotlariga ko'ra, $6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ ga teng.

Nyuton butun olam tortishish qonuni asosida Keplerning sayyoralarining harakatiga oid ma'lum qonunlarining matematik isbotini, dengiz qalqishlari va ko'plab boshqa hodisalarning tabiatini tushuntirib berdi.

Nyuton o'z asridan shunchalik o'zib ketgan ediki, uning ko'pgina taxminlari faqat bizning davrimizdagina ilmiy sharhini topdi. Fan tortishishning tabiatini tadqiq qilishni davom ettirmoqda.

Tortishish fundamental o'zaro ta'sirlar ichida eng universal va eng kuchsizdir. Butun olam tortishish qonuni sun'iy yo'ldoshlar harakatini qanday boshqarsa, galaktikalar harakatini ham shunday boshqaradi.

Gravitatsion maydon (tortishish maydoni) dan o'tayotib, yorug'lik energiya yo'qotishi yoki qo'shib olishi hamda gravitatsion maydonda o'z yo'lini egrilashi ma'lum. Olimlar tortishish moddaning fundamental xossasi– inersiya bilan juda uzviy bog'langaniga va u Koinotning evolyutsiya qonunlarini boshqarishiga ishonadilar. Umumiy nisbiylik nazariyasi asosida Nyuton qonuniga tuzatmalar kiritiladi. Olimlar «qora teshiklar» deb ataladigan ajoyib ob'ektlarning vujudga kelishiga gravitatsiya sababchi bo'lishi mumkin, deb taxmin qilmoqdalar. Xullas, tortishish haqida endi ko'p narsa ma'lum bo'lsa-da, uni o'rganishni davom ettirish lozim.

Gravitatsion doimining ma'nosi:

Agar o'zaro ta'sir etuvchi jismlarni M va m birga teng ($M=m=1\text{kg}$) va ular orasidagi r masofa ham birga teng ($r=1\text{m}$) deb olsak, $F = G \frac{Mm}{r^2}$ formuladan F kuchning son qiymati butun olam tortishish doimiysi G ga teng bo'lishi ko'rinib turibdi

$$G = \frac{FR^2}{m^2} \qquad [G] = \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Gravitatsion doimiysining son qiymatini aniqlaydigan tajriba

Sezgir tarozining pallalaridan biriga uzun ip bilan shisha shar osilgan. Bu shar simob bilan to'ldirilgan. Tarozining ikkinchi uchiga tarozini muvozanatlaydigan toshlar qo'yilgan tarozi aniq muvozanatlagangan so'ng simobli shar tagiga unga juda yaqin qilib massasi katta bo'lgan qo'rg'oshin shar keltirib qo'yilgan. Simobli sharining qo'rg'oshin sharga tortilishi natijasida tarozining muvozanati buziladi tarozini yana muvozanatga keltirish uchun uning toshlar turgan pallasiga qo'shimcha tosh qo'ygan. Bu qo'shimcha toshning Yerga tortilish kuchi ravshanki, simobli sharining qo'rg'oshin sharga tortilish kuchiga teng(2- rasm).

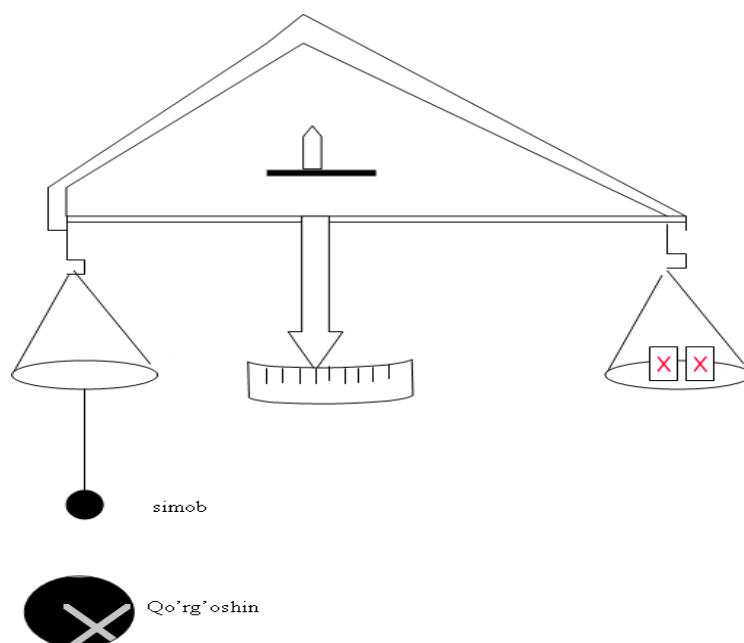
$$F = G \frac{m_q m_s}{r^2} \qquad G = \frac{Fr^2}{m_q m_s}$$

Son qiymatlarni o'rniga qo'yib quyidagilarni hosil qilamiz

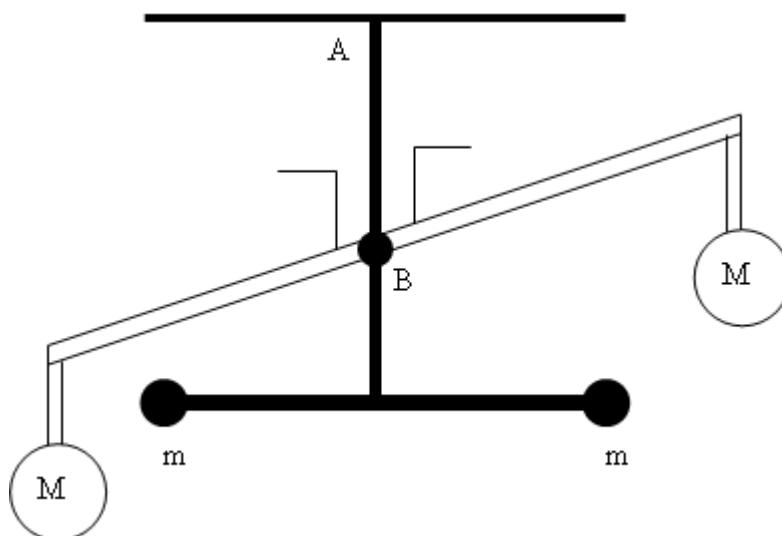
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

1798 yil G.Kevindish birinchi marta “Butun olam tortishish qonuni”ni yerdagi jismlar uchun to'g'ri ekanligini(tortishish doymiysining qiymatini) buralma tarozi yordamida isbotladi, massalari $m=729$ gr dan bo'lgan ikkita bir xil shar o'rnatilgan yengil A shayn osongina buraladigan ingichka elastik B ipga osilgan S shaynga esa

m sharlar bilan bir xil balandda massalari $M=158$ kg dan bo'lgan bir xil ikkita qo'rg'oshin sharlar o'rnatilgan S shaynli vertikal o'q atrofida burib m va M sharlar orasidagi masofani o'zgartirish mumkin. M sharlar tomonidan m sharlarga qo'yilgan juft kuchlar ta'sirida A shayn gorizontal tekislikka burilib, elastik kuchlar momenti tortishish kuchlar momentini muvozanatlaguncha B ipni buraydi. A shaynning burilish burchagini o'lchab, unga ta'sir qilayotgan aylantiruvchi momentni qanday m va M sharlar [1]orasidagi o'zaro tortishish kuchlarini hisoblab topish mumkin. O'zaro tortishayotgan sharlarning massalarini hamda ular orasidagi masofani bilgan $F = G \frac{m_q m_s}{r^2}$ formula orqali hisoblaniladi (kasb - hunar kolleji va akademik litsey talabalari uchun qo'llanma. Fizika 1- qism).



2 - rasm. Gravitatsion doimiysining son qiymatini aniqlaydigan tajriba



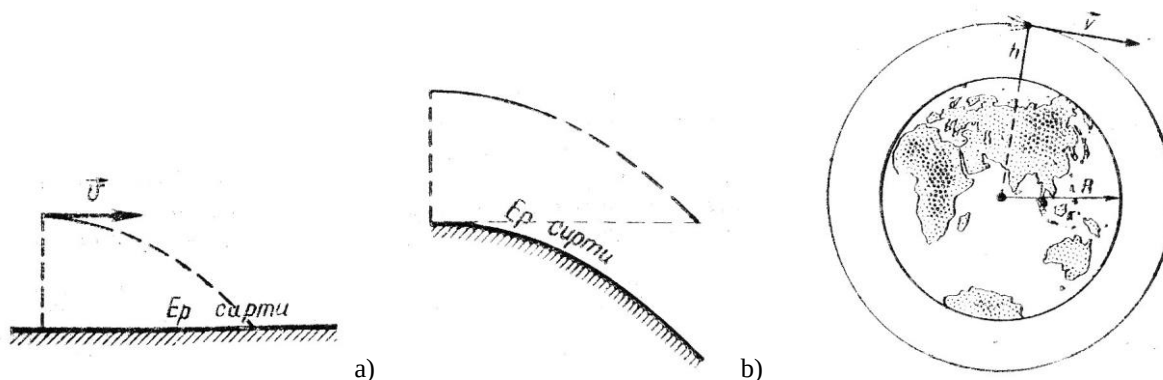
3 – rasm. 1798 yil G.Kevindish o'tkazgan tajriba

KOSMIK TEZLIKLAR

Oyning harakatini kuzatishlariga tayangan holda va planetalar harakatining Kepler ochgan qonunlarini tahlil qilib, I.Nyuton (1643 – 1727) butun olam tortishish qonunini yaratgan edi. Butun olam tortishish qonuni planetalar va kometalarning Quyosh atrofini aylanma harakatini va yo'ldoshlarning planetalarni aylanma harakatini, qo'shaloq va karrali yulduzlarni ularning bir xil massa markazini aylanishini tushuntiradi.

Nyuton, o'zaro tortishishning ta'siridan jismlarning bir – biriga nisbatan **ellips** (ayrim hollarda, aylana bo'yicha), **parabola** va **giperbola** bo'yicha harakatlanishini isbotladi. Nyuton **orbita turining jismning chizadigan orbitasining berilgan nuqtasidagi uning tezligiga bog'liq bo'lishini belgiladi** (5 - rasm).

Er yuzidan h balandlikda gorizontal yo'nalgan, ya'ni yer sirtiga parallel bo'lgan v boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning harakatlanishini bilamiz. Jism parabola deb ataluvchi trayektoriyada harakat qilib yerga tushadi.



4 - rasm Er yuzidan h balandlikda gorizontal yo'nalgan, ya'ni yer sirtiga parallel bo'lgan v boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning harakatlanishi

Jismning bunday harakatini tekshirilayotganda yer sirtini yassi deb hisoblangan. Bunday soddalashtirish v tezlik uncha katta bo'lmagan, ya'ni jismning gorizontal yo'nalishdagi kuchishi uncha katta bo'lmagan hollarda o'rinli bo'ladi (4,a - rasm).

Lekin haqiqatda Yer shardir. Shuning uchun jism o'z trayektoriyasida kuchib borar ekan, ayni vaqtda yer sirti jismdan bir oz uzoqlashadi (4,b - rasm). v tezlikning qiymatini shunday tanlab olish mumkinki, bunda yer sirti egri bo'lganligi tufayli jismdan qancha uzoqlashsa, jism ham yerga tortilishi tufayli yerga shuncha yaqinlashadi. Bu holda jism yer sirtidan o'zgarmas h masofada, ya'ni radiusi $R + h$ bo'lgan aylanada harakat qiladi, bu yerda R — yer sharining radiusi (4,v - rasm).

Bu tezlik nimaga teng?

Modomiki jism aylana bo'ylab tekis harakat qilar ekan, uning tezlanishi absolyut

qiymati
$$|a| = \frac{g^2}{R + h}$$

bo'ladi. Jismga bu tezlanishni Yerga tortilish kuchi

$$|F| = G \frac{Mm}{(R + h)^2}$$

beradi. Bu yerda M -Yerning massasi, m - jismning massasi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan $|\vec{a}| = \frac{|\vec{F}|}{m} = \frac{GM}{(R+h)^2}$

Binobarin, $\frac{g^2}{R+h} = \frac{GM}{(R+h)^2}$, bundan $g = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

Demak, jismga gorizontaal yo'nalishda $g = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ formula bilan aniqlanadigan tezlik berilsa, jism yer atrofida aylana bo'ylab harakat qiladi. Yerning sun'iy yo'ldoshiga aylanadi.

Har qanday massali jism Yerning yo'ldoshi bo'la oladi, faqat unga yetarli tezlik berish kerak. Yer sirtiga yaqin ($h=0$) joylardan uchiriladigan yo'ldosh uchun bu tezlikning qiymati nimaga tengligini hisoblab chiqaramiz.

Bu holda $g = \sqrt{\frac{GM}{R}}$.

$$|\vec{g}| = \frac{GM}{R^2}; \quad R|\vec{g}| = \frac{GM}{R}; \quad g^2 = |\vec{g}|R; \quad g = \sqrt{|\vec{g}|R};$$

Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha olsak, $P = F \Rightarrow mg = \frac{mv^2}{R}$, $\frac{mv_1^2}{R_{yer}} = mg$,
 $v_1 = \sqrt{gR_{yer}}$

Bu formulaga kattaliklarning $|\vec{g}| = 9,8 \frac{m}{s^2}$ va $R=6371000$ m qiymatlarni qo'yib, v ni topamiz:

$$g = \sqrt{9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 6371000m} = 7901m/s = 7,9km/s$$

Jismning Yerga qaytib tushmasdan doiraviy orbita bo'ylab harakatlanuvchi yo'ldosh bo'lib qolishi uchun unga Yer sirtiga yaqin joylarga gorizontaal yo'nalishda ana shunday tezlik berish kerak. Bu tezlik **birinchi kosmik yoki doiraviy tezlik** deb ataladi.

Birinchi kosmik tezlik deb, radiusi Yer radiusi bilan taxminan teng doiraviy orbita bilan (xuddi Oy singari) Yerni aylanib harakatlanishi uchun zarur bo'lgan tezlikni aytadi.

Sekundiga 8 km degan so'z soatiga qariyb 29 ming km demakdir! Jismga bunchalik katta tezlik berish oson emas. Sobiq ittifoq olimlari 1957 yili insoniyat tarixida birinchi bo'lib qudratli raketa yordamida massasi 84 kg bo'lgan jismga birinchi kosmik tezlik berishga muvassar bo'ldilar. Bu jism Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoldi.

Yo'ldoshlar Yer atrofida faqat bitta kuch – **butun olam tortishish kuchi ta'siri** ostida harakat qiladi. Bu kuch yo'ldoshga va uning ichidagi barcha jismlarga bir xil tezanish beradi.

Agar jismga birinchi kosmik tezlikdan $\sqrt{2}$ marta ortiq tezlik (11,2 km/s) berilsa, **ikkinchi kosmik** yoki **parabolik** tezlikka ega bo'ladi, jism Yerdan umuman uzoqlashib ketadi va u Quyoshning yo'ldoshiga (xuddi Yer singari) aylanadi. Bu holatda jismning Yerga nisbatan harakati parabola bo'yicha bo'ladi.

Ikkinchi kosmik tezlik deb, Yerning tortishish kuchi ta'siridan chiqib ketish uchun jismga zarur bo'lgan tezlikka aytiladi. U quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$E_k = E_p \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgh, \text{ bu yerda } h=R \text{ deb olib, } \frac{mv_2^2}{2} = mgR_{\text{yer}}, g = \sqrt{2gR_{\text{yer}}} = 11,2 \text{ m/sek.}$$

Uchinchi kosmik tezlik uchinchi kosmik tezlik bilan uchirilsa jism giperbola bo'ylab harakat qiladi. Bunda jism gallaktikadan chiqib umuman yaqinlashmaydi.

Jism tortishish maydonida harakat qilayotganda u ham potentsial ham kinetik energiyaga ega bo'ladi. Lekin faqat M va m massali ikkita jismdan iborat berk sistemada m jismning to'la energiyasi o'zgarmaydi. Uning tezligi ortgan sari kinetik energiyasi ortib boradi, potentsial energiyasi esa faqat ikkita jismning o'zaro vaziyatiga bog'liq boladi.

$$E_p = mgh; \quad mg = F; \quad h = R;$$

$$E_p = FR = \frac{GmMR}{R^2} = \frac{GmM}{R}$$

Raketaning kinetik energiyasi potentsial energiyasining eng katta qiymatidan kichik bo'lganda u berk orbita bo'ylab harakatlanadi. v_0 tezlikning ma'lum qiymatida mazkur energiyalar o'zaro teng.

$$\frac{m g_0^2}{2} = \frac{GmM}{R}; \quad g_2^2 = 2 \frac{GM}{R}; \quad g_2^2 = 2 g_1^2; \quad g_2 = \sqrt{2} g_1;$$

$$g_2 = \sqrt{2gR}$$

Raketa quyosh sistemasidan chiqib ketishi uchun uning yer yuzidagi boshlang'ich tezligi kamida qancha bo'lishini topaylik.

$$g' = \sqrt{2 \cdot \frac{GM_q}{r_q}}$$

hisoblaganda $v_1=42,2$ km/sek. Yerning o'z orbitasida harakat tezligi $v=29,8 \frac{km}{s}$. Yer orbitasi aylanaga yaqin, demak, Yerning orbita bo'yicha tezligi Yerning Quyoshdan uzoqligidek doiraviy tezlikka yaqin. Yerning Quyoshdan uzoqligidek joyda parabolik tezlikka $30\sqrt{2} \frac{km}{s} \approx 42 \frac{km}{s}$ - ga teng. Quyoshga nisbatan bunday tezlikda jism Yer orbitasidan Quyosh sistemasini tashlab ketadi.

Raketa tezligining u Yerning ta'sir doirasidan chiqish paytidagi vektori yer orbita bo'ylab harakati tezligi bilan bir xil yo'nalgan bo'lsa, uning mazkur nuqtadagi tezligining eng kichik qiymati $g'' = (42,2 - 29,8) = 12,4 \text{ km/s}$. Raketa Yer sirtidan uchirish paytidagi uning kinetik energiyasi kamida uni Yerning ta'sir doirasidan chiqarish uchun zarur bo'ladigan energiya bilan mazkur nuqtadan quyosh atrofidagi parabola bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lgan energiya yig'indisiga teng bo'lishi zarur

$$\frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m(v_2)^2$$

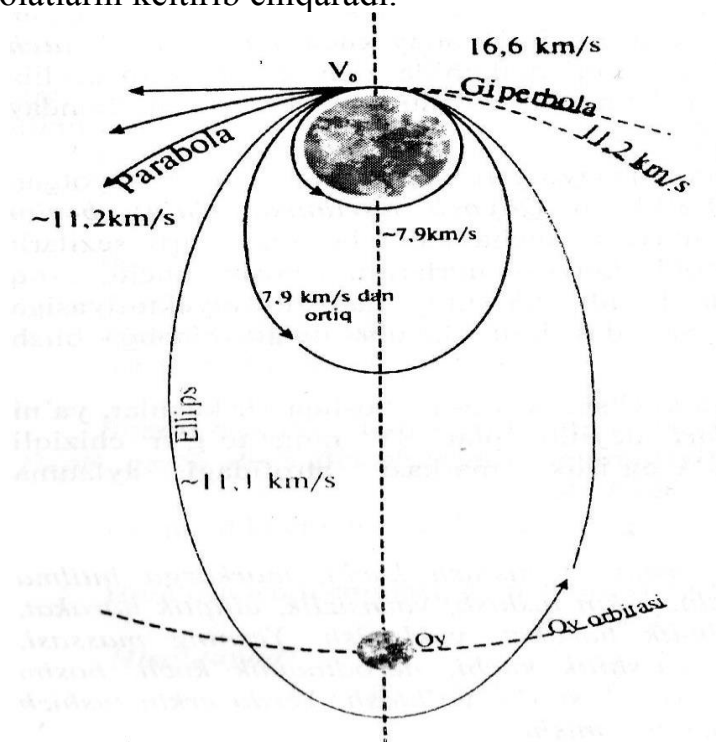
Bu ifodadan

$$v_3^2 = v^2 + (v_2)^2; \quad v_3 = \sqrt{v^2 + (v_2)^2}$$

Nihoyat, jism Quyoshning tortish sferasini tashlab chiqib ketishi va Galaktikaning sun'iy yo'ldoshi bo'lib harakatlanishi uchun zarur bo'lgan boshlang'ich v_3 tezligiga **uchunchi kosmik** tezlik deyiladi.

$$v_3 = \sqrt{v^2 * (\sqrt{2} - 1)^2 + v_2^2} = \sqrt{30^2 * (1,41 - 1)^2 + 11,2^2} = \sqrt{151 + 125} = 16,68 \text{ km/s}$$

$v_3 = 16,7 \text{ km/s}$ shunday qilib, jism boshlang'ich tezligi v_0 ning qiymatiga qarab qo'yidagi holatlarni keltirib chiqaradi.



5 – rasm. Nyuton orbita turining jismning chizadigan orbitasining berilgan nuqtasidagi uning tezligiga bog'liq bo'lishini belgiladi

1. $v_0 < v_1$ bo'lganda, jism ellips yoyi bo'ylab harakatlanib, Yerga qaytib tushadi.
2. $v_0 = v_1$ bo'lganda, jism aylana bo'ylab harakatlanib, Yerning sun'iy yo'ldoshiga aylanadi.
3. $v_1 < v_2 < v_{II}$ bo'lganda, jism ellips bo'ylab harakatlanib, Yerning sun'iy yo'ldoshligigacha qoladi.
4. $v_0 = v_{II}$ bo'lganda, jism parabola bo'ylab harakatlanib, Quyoshning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi.
5. $v_0 = v_{III}$ bo'lganda, jism giperbola bo'ylab harakatlanib, olam fazosiga uchib ketadi va Galaktikaning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi.

ATMOSFERA BOSIMI

Yerni qurshab olgan havo qatlamiga **atmosfera** deyiladi. Havoning molekularlari barcha jismlar singari Yerga tortiladi, lekin tartibsiz harakati sababli ma'lum balandlikka tarqalib ketadi. Atmosferani hosil qilgan (Yerning ikki – uch radiusiga teng bo'lgan) balandlikgacha ko'tarilgan sari zichligi kamaya boradi.

Bosim – bu fizik kattalik bo'lib, sirtga tik (perpendikulyar) ta'sir etuvchi kuchning shu kuch ta'sir etayotgan sirt yuzasiga nisbatiga teng.

Boshqacha aytganda bosim deb, sirtning birlik yuzasiga tik ravishda ta'sir etuvchi kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$P = \frac{F}{S}$$

bu yerda, P – bosim va uning asosiy birligi Paskal (Pa), $[P] = Pa$

F – kuch,

$$[F] = N$$

S – yuza,

$$[S] = m^2$$

$$k \frac{N}{sm^2} = k \cdot 10^4 Pa$$

$$1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa$$

Bosimning quyidagidek hasilaviy birliklari mavjud:

$$1 \text{ mm sim. ustuni} = 133,28 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atmosfera} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \frac{\text{din}}{sm^2} = 0,1 Pa$$

$$1 \frac{kG}{m^2} = 9,81 Pa$$

$$1 at = 1 \frac{kG}{sm^2} = 9,81 \cdot 10^4 Pa$$

Havo o'zining og'irligi bilan Yer sirtiga bosim tushirishi kerak. Bu bosimni **atmosfera bosimi** deb ataladi.

Atmosfera bosimi deb, havo ustunining Yer sirtiga ko'rsatadigan bosimiga aytiladi.

Atmosfera bosimini $P = \rho gh$ formulasi bilan aniqlashga bo'lmaydi, chunki atmosferaning tarkibida har xil gazlarning aralashmasi bor va aniq bir balandligi yo'q. Havoning tarkibida 78% azot, 21% kislorod va yana boshqa gazlar bor. Yerning sirtiga yaqin joyda O°S haroratda havoning zichligi $1,29 \frac{kg}{m^3}$ ga teng ekanligi aniqlangan. Havo qatlamlarining zichligi balandlik ortgan sayin tez kamayadi. Masalan, Yer sirtidan 5,4 km balandlikda havoning zichligi uning Yer sirtidagi zichligidan 2 marta siyraklashib, asta – sekinlik bilan havosiz fazoga aylanadi. Atmosferaning aniq chegarasi yo'q. Havoning tarkibidagi zarrachalarning og'irligi bo'lsa, nima uchun ularning hammasi yerning sirtiga o'tib ketmaydi? Sababi, ular uzluksiz harakatda bo'ladi. Unda nega raketa singari kosmosga uchib ketmaydi? Sababi, havo zarrachalarining tezligi Yerning tortishish kuchini yenga olmaydi. U uchun ularning tezligi $11,2 \frac{km}{s}$ kam bo'lmasligi kerak.

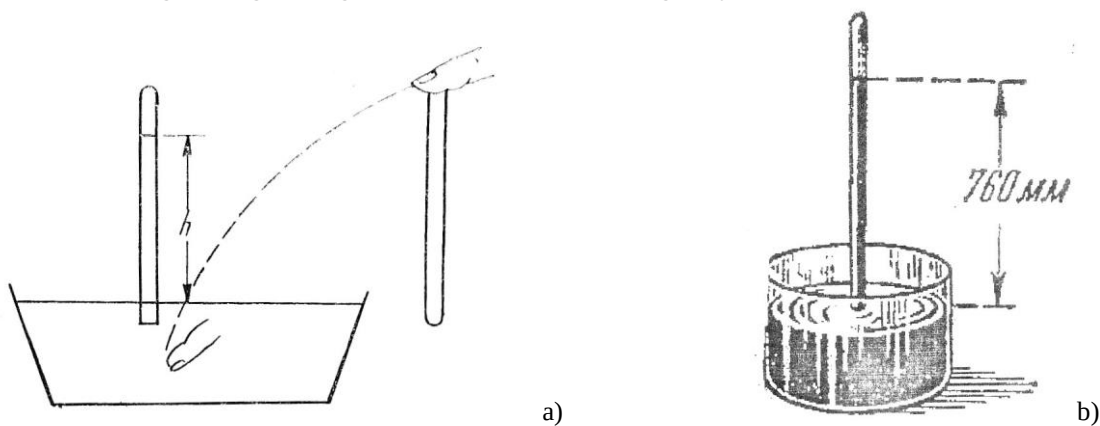
Atmosfera bosimining kattaligini suyuqlik ustunining bosimini o'lchagandek osongina o'lchab bo'lmaydi, chunki atmosferaning aniq bir chegarasi yo'q va ikkinchidan, havoning zichligi balandlik bo'ylab bir xil emas. Shunga qaramasdan atmosfera bosimini XII asrda birinchi bo'lib italiyalik olim Torrichelli (1608-1647) tajriba yo'li bilan aniqlashga muvaffaq bo'ldi.

Torrichelli quyidagicha tajriba o'tkazgan. U bir uchi kavsharlangan bir metrqa yaqin nay olib, unga simob to'ldiriladi. Simob oqib ketmasligi uchun nayning ikkinchi uchini barmoq bilan berkitib, uni to'nkarilgan holda simobli kosaga botiradi va simob ichida nayning uchini ochib yuboradi (6(a)-rasm). Bunda naydagi simobning bir qismi kosaga oqib tushadi va nayda balandligi 760 mm ga teng simob ustuni qoladi (6(b)-rasm).

O'tkazilgan tajriba quyidagicha tushuntiriladi: kosadagi simob sirtiga ko'rsatilayotgan atmosfera bosimi nay ichida qolgan simob ustunining bosimi bilan muvozanatlashganda naydan simobning oqib shiqishi to'xtaydi. Demak, atmosfera bosimi Torrichelli nayidagi simob ustunining bosimi bilan o'lchanar ekan.

Atmosfera bosimini o'lchaydigan asboblari. Simobli va metall barometrlar.

Normal atmosfera bosimi deb, dengiz sathida 0°C Haroratda balandligi 760 mm simob ustuniga teng bo'lgan atmosfera bosimiga aytiladi.



6 – rasm. Torrichelli tajribasi

Atmosfera bosimi ob-havoni belgilaydigan boshqa ko'p hodisalar bilan uzviy bog'liqdir. Shuning uchun, ob - havoni oldindan aytish va boshqa maqsadlar uchun atmosfera bosimini bir onda o'lchashga to'g'ri keladi. Atmosfera bosimini o'lchash uchun **barometr**dan foydalanadi. Barometr so'zining ma'nosi (grekcha so'zdan olingan bo'lib “**Baros**”-og'irlik, “**metrio**”- o'lchayman degan so'zlardan olingan). Atmosfera bosimlarini bir onda o'lchashda qo'llaniladigan asboblari **barometrlar** deb ataladi. Barometrlar tuzilishiga qarab ikki turga: **simobli** va **metall** barometrlarga ajraladi.

Torrichelli tajriba o'tkazgan naycha eng sodda simobli barometrqa misol bo'la oladi. Simobli barometrda atmosfera bosimini ko'rsatuvchi simob ustunining balandligini aniq o'lchashni qulaylashtirish maqsadida naycha har xil ko'rinishda yasaladi.

Atmosfera bosimini o'lchaydigan metall barometrqa ko'pincha **aneroid** ham deyiladi.

Aneroid ikki qismdan iborat: Ichida havosi so'rib olingan qatma-qat qopqoqli quticha hamda bu qopqoq bilan bosim o'zgarishini qayd qiladigan strelkani

bog'lovchi moslamadan iborat. Strelkasi bosim ko'rsatishlarini yozib oladigan moslama bilan ta'minlangan barometr **barograf** deyiladi.

Bosimning balandlikka bog'liq bo'lishini bilgan holda barometr ko'rsatishlarining o'zgarishiga qarab joyning dengiz sathidan qancha baland ekanini aniqlash mumkin. 600 metr balandlikka ko'tarilishda har 10,5 m dan keyin bosim 1mm.sim.ust. kamayadi. Balandlikka ko'tarilgan sari bosimning kamayishiga qarab ko'tarilish balandligi haqida fikr qilish mumkin. Ko'tarilish balandligini bevosita aniqlashda imkon beruvchi shkalasi bo'lgan barometrlar **balandlik o'lchagichlar** yoki **altimetrlar** deyiladi. Shar, aviatsiyada va toqqa chiqishda ishlatiladi.

Atmosfera bosimidan katta yoki kichik bosimlarni o'lchashda maxsus asboblardan **monometrlar** deyiladi.

Monometr grekcha so'zdan olingan bo'lib, "**manos**" - siyrak, zichmas, "**metreo**" - o'lchayman degan ma'noni bildiradi. Monometrlar ikki turga bo'linadi:

- a) Suyuqlikli manometrlar,
- b) Metall monometrlar.

Suyuqlikli manometrlar kichik bosimlarni o'lchashda, metall manometrlar esa katta bosimlarni o'lchashda ishlatiladi.

Strelkasining bosim ko'rsatishlarini avtomatik yozib oladigan moslama bilan ta'minlangan metall barometr **barograf** deyiladi.

Bosimning sistemaga kirmagan birliklari:

Ko'pincha bosimning sistemaga kirmagan birliklari: **millimetr simob ustuni** (mm.sim.ust), **fizik atmosfera** (atm) va **texnik atmosfera** (at)lardan foydalaniladi.

Millimetr simob ustuni deb, balandligi 1mm bo'lgan simob ustuning tekis gorizontol sirtga ko'rsatgan bosimiga aytiladi.

Bosimning 1 mm. sim. ust. birligini yuqoridan ma'lum bo'lgan bosim birligi-Pa orqali ifodalash mumkin.

$P_{atm} = \rho_{Hg}gh$ formulasi yordamida atmosfera bosimini hisoblab chiqarishga bo'ladi, bu formuladagi $\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$ - simobning zichligi, $g=9,8 \frac{m}{s^2}$ - erkin tushish tezlanishi, $h=0,760$ m – simob ustunining balandligi.

Shu kattaliklarning qiymatlarini yuqoridagi formulaga qo'ysak:

$$P_{atm} = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,760m = 101325Pa$$

$$1mm.sim.ust = 9,8m/s^2 \cdot 13600kg/m^3 \cdot 10^{-3}m = 133Pa \left(\frac{N}{m^2} \right).$$

Fizik atmosfera deb, havo ustunining Yerning gorizontol sirtiga ko'rsatgan bosimiga aytiladi.

Bosimning fizik atmosfera (atm) birligi notmal atmosfera, ya'ni 760 mm. sim.ust. bosimiga teng bo'lib, uni Pa (N/m^2) orqali ifodalash mumkin.

$$1atm. = 760 mm.sim.ust. = 1,0132 \cdot 10^5 Pa \left(\frac{N}{m^2} \right).$$

Texnik atmosfera deb, 1kg kuchning 1 sm² yuzaga perpendikulyar ravishda ko'rsatgan bosimiga aytiladi.

$$1 atm. = 1kg/sm^2 = 9,8 \cdot 10^4 Pa (N/m^2) = 736,5 mm.sim.ust.$$

ATOM VA MOLEKULALARNING MASSALARI

Moddaning uzlukli tuzilishi to'g'risidagi tasavvur uzoq o'tmishdayoq paydo bo'lgan edi. Hozirgi zamon fanining ma'lumotlariga ko'ra, har qanday modda molekulalar deb ataluvchi alohida zarrachalardan tuzilgan bo'lib, molekulalar esa o'z navbatida atomlardan tashkil topgandir.

Atom - muayyan kimyoviy elementning barcha xususiyatlarini o'zida saqlagan eng mayda zarrasi. Har qanday elementning atomi proton va neytronlardan tashkil topgan yadrodan va uning atrofida aylana yoki elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanayotgan elektronlardan iborat murakkab sistemadir.

Molekula bir xil yoki har xil atomlardan tashkil topishi mumkin. Molekulani bevosita ko'rishga muvaffaq bo'linmagan bo'lsa-da, uning haqiqatdan ham mavjudligi turli hodisalar - diffuziya, Brown harakati, rentgen nurlarining difraksiyasi singari qator hodisalarda tasdiqlangan.

Atomlarning nisbiy og'irliklari ularning **atom og'irliklari** deyiladi va **A bilan belgilanadi. Atom og'irligining birligi qilib kislorod atomi og'irligining $\frac{1}{16}$ qismi olingan.** Shunday qilib, ta'rifga muvofiq, kislorodning atom og'irligi 16,0000 ga teng. Eng yengil atom bo'lgan vodorodning atom og'irligi 1,0078 ga teng, bu esa vodorod atomining massasi kislorod atomi massasidan $\frac{16,0000}{1,0078} = 15,8762$ marta kichik demakdir. Shuning kabi, simobning 200,61 ga teng bo'lgan atom og'irligi simob atomining massasi kislorod atomining massasidan $\frac{200,61}{16,0000} = 12,538$ marta, vodorod atomining massasidan esa $\frac{200,61}{1,0078} = 199,06$ marta katta ekanini ko'rsatadi.

Molekulaning kislorod atomi og'irligining $\frac{1}{16}$ qismiga teng bo'lgan o'sha birlikka nisbatan olingan nisbiy og'irligi uning molekulyar og'irligi deb ataladi va μ bilan belgilanadi.

Ma'lum miqdorda, masalan, m gramm vodorod olaylik. Vodorodning atom og'irligini A bilan belgilaylik. Bu m gramm vodorodda ma'lum sondagi atomlar bor, bu sonni n bilan belgilaylik. So'ngra atom og'irligi A' bo'lgan boshqa bir elementning shunday miqdorini olaylikki, unda ham n ta atom bo'lsin. Bu elementning n ta atomi

massasi vodorodning n ta atomi massasidan $\frac{A'}{A}$ marta katta bo'ladi. Demak, ikkinchi elementning shu olingan miqdorining massasi $m' = m \frac{A'}{A}$ bo'ladi. Buning teskarisicha mulohaza yuritib, agar har xil elementlar massalari nisbati atom og'irliklari nisbatiga teng bo'ladigan miqdorlarda olinsa, ulardagi atomlarning soni bir xil bo'ladi, degan xulosaga kelamiz.

Elementning grammlarda ifodalangan massasi son jihatdan atom og'irligiga teng bo'lgan miqdori elementning gramm-atomi deyiladi. Yuqorida aytilganlarga ko'ra, **har qanday elementning gramm-atomidagi atomlar soni bir xil bo'ladi.** Bu son N bilan belgilanadi va **Avogadro soni** deb ataladi.

Moddaning grammlarda ifodalangan massasi son jihatdan uning molekulyar og'irligiga teng bo'lgan miqdorini moddaning gramm-molekulasi deb ataymiz. Atom og'irliklari qaysi birlikda olingan bo'lsa, molekulyar og'irliklar ham o'sha (kislorod

atomi og'irligining $\frac{1}{16}$ qismiga teng bo'lgan) birlikda olingani uchun, har qanday moddaning gramm-molekulasidagi molekular soni gramm-atomdagi atomlar soniga teng bo'ladi. Demak, har qanday moddaning gramm-molekulasidagi molekular soni bir xil bo'lib, bu son Avogadro soniga tengdir.

Gramm-molekulani ko'pincha mol deb ataydilar. Mol har bir modda uchun alohida qiymatga ega bo'lgan massa birligidir. Molekulyar vodorod uchun mol 2 g ga, molekulyar kislorod uchun esa 32 g ga teng bo'lgan massa birligidir.

Moddalar uzluksiz xaotik (tartibsiz) harakatda bo'lgan atom va molekulalardan tuzilgan degan fikrga asoslangan modda tuzilishining nazariyasiga **molekulyar kinetik- nazariya** deyiladi.

Bu nazariyaning asosiy qoidalari quyidagilardan iborat:

1. Barcha moddalar tarkibida eng kichik elementar zarrachalar bo'lgan turli – tuman molekula, atom va ionlardan tashkil topgan;
2. Atom, molekula va ionlar doim uzluksiz xaotik harakatda bo'ladi;
3. Hamma moddalar zarralar orasida tabiati elektr ta'siridan iborat bo'lgan tortishish va itarishish kuchlari mavjud.

XVII asrda M.V.Lomonosov modda tuzilishi molekulyar - kinetik nazariyasining asoslarini aniq bayon qilib berdi va tajribada tasdiqladi. Shunday qilib, molekulyar – kinetik nazariya gazsimon, suyuq va qattiq holatdagi moddalarni o'rganishda asosiy nazariya bo'lib qoldi.

Molekulyar-kinetik nazariyaning to'g'riligini Broun harakati, diffuziya va boshqa hodisalar to'la tasdiqlaydi.

Tabiatdagi barcha jonli va jonsiz narsalar, ya'ni biz ham, tevarak atrofdagi narsalar ham va inson qo'li bilan yaratilgan narsalarning hammasi moddalardan iboratdir. Ma'lum bo'lgan moddaning xossasi aniqlangan bo'lib, ularga nom ham berilgan. Hozirgi kunda taxminan ikki million xil modda mavjud.

Moddalardan to'g'ri foydalanish uchun ularning tuzilishini va xossalarini bilish kerak. Moddalar molekulalardan, molekular esa o'z o'rnida atomlardan tuzilgan.

Modda miqdori. Har qanday modda zarrachalardan tashkil topgan, shuning uchun moddaning miqdorini zarrachalarining soniga proporsional qilib hisoblash qabul qilingan. Modda miqdorining birligi **mol** deyiladi.

Molekulalari bir xil atomlardan tuzilgan moddalar oddiy moddalar deyiladi.

Molekulalarning turli xil atomlaridan tuzilgan moddalarga murakkab moddalar yoki ximiyaviy birikmalar deyiladi.

Molekulalarning massalari juda kichik bo'lganligi sababli hisob ishlarida masalalarning absolyut qiymatlaridan emas, balki nisbiy qiymatlardan foydalanish qulaydir. Shuning uchun ham har qanday atom va molekulaning massasi xalqaro kelishuvga muvofiq uglerod (${}^{12}_6\text{C}$) atom massasining $1/12$ qismi bilan taqqoslab olinadi. Bu holda nisbiy massalari butun songa yaqin bo'lib chiqadi.

Moddaning M_H nisbiy molekulyar (yoki atom) massasi deb, shu molekula (yoki atom) m_0 massasining uglerod molekulasi (yoki atomi) m_0 massasining 1/12 qismiga bo'lgan nisbatiga aytiladi, ya'ni:

$$M_H = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{oc}}$$

M_H o'lchamsiz kattalik. Bundan ko'rinadiki, hisoblanishi zarur bo'lgan molekulaning massasi:

$$m_0 = \frac{1}{12} \cdot M_H \cdot m_{oc}$$

Masalan, kaliy (${}_{19}\text{K}^{39}$) ning atom massasi 39 ga teng. Binobarin, kaliy atomining massasi uglerod (${}_{12}\text{C}^{12}$) atomi massasining 1/12 qismidan 39 marta kattadir, shuningdek geliy (${}_{2}\text{He}^4$) atomining massasi 4 ga teng bo'lib, u uglerod atomining massasidan 3 marta kichikdir.

Jismlarda atom yoki molekulalar nihoyatda ko'p bo'lganligidan, ularning sonini 0,012 kg massani ugleroddagi atomlar soni N_A bilan taqqoslash qulay. Buning uchun modda miqdori deb ataluvchi maxsus fizik kattalik ν (grekcha "nyu") kiritiladi.

Modda miqdori deb, jismdagi atomlar soni N ning 0,012 kg massali uglerodda mavjud bo'lgan atomlar soni N_A ga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$\nu = \frac{N}{N_A}, \quad |\nu| = 1 \text{ mol}$$

SI da modda miqdori ν asosiy kattalik bo'lib, u mol hisobida o'lchanadi.

1 mol – moddaning shunday miqdoriki, unda mavjud bo'lgan molekulalar soni 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng.

Mol bilan bir qatorda unga karrali birlik- kilomol (kmol) ham qo'llaniladi:

$$1 \text{ kmol} = 10^3 \text{ mol}.$$

Molekulalarning massasi. Molekulaning m_0 massasini aniqlash uchun moddaning m massasini undagi molekulalarning N soniga bo'lish kerak:

$$m_0 = \frac{m}{N} = \frac{m}{\nu N_A} = \frac{M}{N_A}$$

Shunday qilib, modda molekulasi massasini topish uchun moddaning M molyar massasini va N_A Avogadro doimiysini bilish kerak. Moddaning molyar massasi odatda ximiyaviy usullar bilan aniqlanadi, Avogadro doimiysi bir qancha fizik metodlar bilan yuqori darajali aniqlik bilan topiladi.

Atomlar va molekulalarning massalarini yanada yuqori aniqlikda aniqlash massa-spektrometrdan foydalanganda erishiladi. Massa- spektrometr bu shunday asbobki, bunda elektr va magnit maydonlar yordamida fazoda zaryadlangan zarralar (ionlar) dastasining ularning massasi va zaryadiga bog'liq holda ajralishi yuz beradi.

Har qanday modda ximiyaviy tuzilishi nuqtai nazaridan **molyar massa** deb ataluvchi fizik kattalik bilan xarakterlanadi.

Molyar massa deb, bir mol-modda miqdoriga mos kelgan massaga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni:

$$\mu = \frac{m}{\nu}, \quad |\mu|_{si} = 1 \text{ kg/mol}.$$

bundan $m=m_0N$ ni $v=\frac{N}{N_A}$ dan v ni $\mu=\frac{m}{v}$ ga qo'yilsa, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\mu = \frac{mN_A}{N} = m_0 N_A; \quad \mu = m_0 N_A$$

Demak, molyar massa molekulaning massasi m_0 ni Avogadro soni N_A ga ko'paytmasiga teng ekan.

Mol ta'rifiga binoan, har qanday moddaning bir mol miqdoridagi molekula yoki atomlar soni bir xil bo'ladi. Bu songa Italiya olimi sharafiga Avogadro soni deb ataladi. Bu son bir mol modda ($\mu_c=0,012$ kg/mol) uglerod atomlar soniga teng bo'lib, quyidagiga teng:

$$N_A = \frac{\mu_s}{m_{os}} = \frac{\mu}{m_0}$$

bunda μ_s , μ - uglerod va ixtiyoriy moddaning molyar massasi, m_{oc} , m_0 esa uglerod va ixtiyoriy modda atomining massasi $m_0 = \frac{1}{12} \cdot M_H \cdot m_{oc}$ dan m_0 ning va $\mu = m_0 N_A$

dan $N_A = \frac{\mu_s}{m_{os}} = \frac{0,012 \text{ kg/mol}}{m_{os}} = M_h \cdot 10^{-3}$ kg/mol ifodalarini $\mu = m_0 N_A$ ga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$\mu = m_0 N_A = \frac{1}{12} M_n \cdot m_{os} \frac{0,012 \text{ kg/mol}}{m_{os}} = M_n \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}.$$

Demak, molyar massa son jihatdan nisbiy molyar massa M_n ga teng ekan.

Quyidagi jadvalda ayrim moddalarning molyar massalari keltirilgan.

Modda	H ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	CH ₄	C	He	Ne
Kilomolyar massa								
M, kg/mol	2	28	32	44	16	12	4	20

Har qanday moddaning bir mol miqdordagi molekular yoki atomlar soni bir xil bo'lib, unga Avogadro soni deyiladi. Avogadro soni N_A ni aniqlash uchun biror modda atomining, masalan, uglerod atomining massasini bilish kerak. O'lchashlar uglerod ($\mu_s=12 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) atomining massasi $m_{os}=1,995 \cdot 10^{-26}$ kg ekani topilgan. U vaqtda $\mu = m_0 N_A$ ga asosan avogadro soni quyidagiga teng bo'ladi.

$$N_A = \frac{\mu_{bi}}{m_{os}} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}}{1,995 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 6,025 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Avogadro soni moddaning ma'lum massasidagi, aniqroq aytganda bir mol moddadagi zarralar sonidir. Shuning uchun uning o'lchamligi $[N] = M^{-1}$ bo'lib, u $\frac{1}{\text{mol}}$ yoki mol^{-1} bilan belgilanadigan birliklarda o'lchanadi.

Avogadro sonini bilish bizga mikroolamning, ya'ni atom va molekular olamining ko'lami haqida tasavvur hosil qilishga yordam etadi; u bizga atom-molekulyar nazariya ochib berganidek, moddani tashkil etgan ayrim zarralarning naqadar mayda ekanligini aniqlashga imkon beradi. Avogadro sonini bilsak, molekularlarning kattaligini va

absolyut massalarini hisoblay olamiz. Masalan, 1 sm^3 suv olaylik; uning massasi 1 g bo'lib, bir mol suvning $\frac{1}{18}$ bo'lagini tashkil qiladi. Demak, 1 sm^3 suvda $\frac{6,02}{18} \cdot 10^{23} = 3,34 \cdot 10^{22}$ dona suv molekulasini bo'ladi.

Avogadro sonini aniqlash. Og'irlik kuchi maydonidagi gazning birlik hajmdagi molekullar soni balandlik ortishi bilan kamayib boradi. Agar birlik hajmdagi molekullar soni nol balandlikda n_0 bo'lsa, h balandlikda:

$$n_h = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

bunda m — molekulaning massasi, g — og'irlik kuchining tezlanishi, k — Bolsman doimiysi, T — Kelvin shkalasi bo'yicha olingan harorat.

Molekullar sonining balandlik bo'yicha taqsimlanishini ko'rsatuvchi $n_h = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$ formula Perren tomonidan broun zarralariga tatbiq qilingan va Avogadro soni N ni aniqlash uchun ishlatilgan edi. Broun zarralari molekullarning zarblari ta'sirida tartibsiz harakat qilib turadi. Tartibsiz zarblarning xarakteri haqidagi umumiy mulohazalarga asoslanib, ***bir broun zarrasining o'rtacha kinetik energiyasi ϖ molekullarning berilgan T haroratdagi o'rtacha kinetik energiyasiga tengligini ko'rsatish mumkin***, ya'ni:

$$\varpi = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N} \right) T$$

Demak, broun zarralarining to'plami gaz molekulyar-kinetik strukturasi modelini bo'la oladi; faqat bu modelda „molekula“lar shunchalik kattaki, ularni mikroskopda ko'rish mumkin, ularning tezliklari esa massalari molekula massasidan katta bo'lgani uchun molekullarning tezligidan kichikdir. Broun zarralarining to'plami gazning barcha qonunlariga, shu jumladan, balandlik ortishi bilan zarralar sonining

kamayib borishini ko'rsatuvchi $n_h = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$ qonunga ham bo'ysunadi.

Avogadro soni N ($\varpi = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N} \right) T$) formuladan aniqlanadi:

$$N = \frac{3}{2} \frac{R}{\varpi} T$$

Bu formuladan ko'rinishicha, agar broun zarrasining berilgan T haroratdagi o'rtacha kinetik energiyasi ϖ ma'lum bo'lsa, Avogadro soni N ni bevosita aniqlash mumkin.

Biroq, broun zarrasining o'rtacha kinetik energiyasi $\varpi = \frac{m\bar{v}^2}{2}$ ni bevosita zarraning massasi m va tezligi kvadratining o'rtacha qiymati $\bar{v}^2$ orqali aniqlash ustida qilingan harakatlar istalgan natijani bermadi. Chunki, broun zarralari tartibsiz harakatlangani uchun mikroskop ostida o'lchash yo'li bilan tezlik kvadratining o'rtacha qiymati $\bar{v}^2$ ni aniqlash mumkin emas. Shuning uchun Perren bu qiyinchilikni chetlab o'tadigan yo'lni, ya'ni o'rtacha kinetik energiya ϖ ni zarralarning balandlik bo'yicha taqsimlanish qonunidan aniqlash yo'lini tanlab oldi.

Biror suyuqlik ichida muallaq holda bo'lgan broun zarralari vaqt o'tishi bilan idish tubiga cho'kib qolmaydi, balki, harakat qilib turganliklari sababli, suyuqlik ichida balandlik ortgan sari kamayib boruvchi zichlik bilan taqsimlangan bo'ladi, idish tubiga yaqin joyda zarralar juda ko'p, idish tubidan biror balandlikdagi joyda oz bo'ladi.

Broun zarralari soni n ning balandlik h bo'yicha taqsimot qonuni $n_h = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$ formula bilan aniqlanadi. Zarralar sonining balandlik ortishi bilan bu kamayib borishi juda ham tez yuz beradi (broun zarrasining massasi m bir dona molekulaning massasiga nisbatan juda ham katta), h balandlik millimetrning bo'laklari qadar o'zgarganda ham, kamayish sezilarli bo'ladi.

$\varpi = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N} \right) T$ tenglikdan harorat T ning ϖ orqali qiymatini aniqlab,

$n_h = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$ formulaga qo'ysak:

$$n_h = n_0 \cdot e^{-\frac{3Ph}{2\varpi}}$$

bunda P — broun zarrasining og'irligi, bundan ko'rinishicha, zarralarning massasi m ma'lum bo'lsa, zarralar sonining balandlik ortishi bilan kamayib borish qonunidan foydalanib, o'rtacha kinetik energiya ϖ ni aniqlash mumkin; ϖ ni bilish esa $N = \frac{3}{2} \frac{R}{T}$

tenglikdan Avogadro soni N ni topish imkoniyatini beradi.

Perren, ko'p takror tsentrifuglash yo'li bilan, ***garcinia morel*** smolasidan (gummi-gut) g'oyat bir jinsli bo'lgan emulsiya tayyorladi. Bu emulsiya har birining diametri bir mikronga yaqin bo'lgan sharsimon zarralardan iborat edi. Bu zarralarni suvga aralashtirib, mikroskop orqali qaralganda ular intensiv broun harakatiga ega ekanliklari ma'lum bo'ldi. Suyuqlikdagi bu zarralarning soni balandlikning ortishi bilan juda tez kamayib borardi.

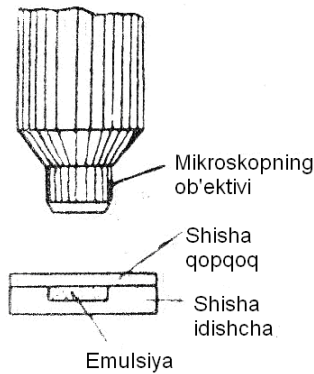
Bu kamayishni kuzatish uchun quyidagi usul ishlatildi: buyumda shisha (7-rasm) silindrik chuqurcha yasilib, bu chuqurcha emulsiya bilan to'ldirildi va usti shisha qopqop bilan yopildi. Bu emulsiyaga yupqa tasvirli mikroskop orqali qaraldi. Mikroskopni emulsiyaning ma'lum bir qatlamiga fokuslab, shu qatlamdagi broun zarralarini ko'rish mumkin bo'ladi; yuqoriroq va pastroq joylashgan zarralarning tasviri fokusga tushmaydi.

Mikroskopning ob'ektivini surib, uni emulsiyaning turli qatlamlariga fokuslash va shu tariqa zarralar sonining balandlik bo'yicha o'zgarishini kuzatish mumkin bo'ldi.

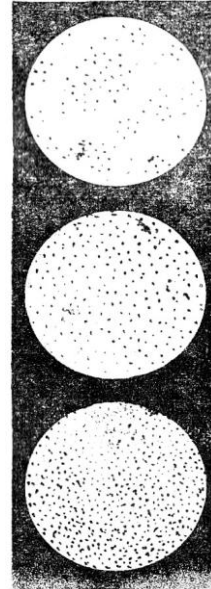
8-rasmda suyuqlikning turli qatlamlarida broun zarralaridan olingan oniy mikrofotogrammlar ko'rsatilgan: pastki qatlamda zarralar ko'p, yuqori qatlamda — oz.

Turli h balandliklardagi qatlamlarda mikroskop orqali ko'ringan zarralarning n'_h sonini bevosita sanash balandlik ortishi bilan zarralar sonining kamayib borish qonunini aniqlash imkonini beradi. Mikroskopning ko'rish maydonidagi zarralarning n_h soni ularning xuddi shu balandlikda olingan hajm birligidagi n_h soniga proporsional bo'lgani

uchun, n'_h sonlar $n_h = n_0 \cdot e^{-\frac{3Ph}{2\varpi}}$ formulani qanoatlantirishi kerak.



7 – rasm. Broun zarralarini mikroskop yordamida kuzatish usuli



8 – rasm. Broun zarralarining turli balandliklardagi qatlamlarda taqsimlanishi. Qatlam qancha yuqorida bo'lsa, unda zarralar shuncha kam.

h_1 balandlikdagi qatlamdan n'_{h_1} dona zarra bo'lsin: $n_h = n_0 \cdot e^{\frac{3Ph}{2\varpi}}$ formulaga asosan, bu son:

$$n'_{h_1} = n'_0 \cdot e^{\frac{3P}{2\varpi} h_1}$$

bo'ladi; xuddi shunga o'xshash h_2 balandlikdagi qatlamda bo'lgan zarralarning n'_{h_2} soni uchun quyidagini hosil kilamiz:

$$n'_{h_2} = n'_0 \cdot e^{\frac{3P}{2\varpi} h_2}$$

bundan:

$$\frac{n'_{h_1}}{n'_{h_2}} = e^{\frac{3P}{2\varpi} (h_1 - h_2)}$$

Bu ifodani logarifmlaymiz va ϖ ga nisbatan yechamiz:

$$\varpi = \frac{3P(h_2 - h_1)}{2 \ln \frac{n'_{h_1}}{n'_{h_2}}}$$

Bundagi n'_{h_1} va n'_{h_2} lar mikroskop ostida ko'ringan zarralarni bevosita sanash yo'li bilan aniqlanadi, $h_2 - h_1$ ayirma esa h_1 balandlikda yotgan qatlamdagi zarralarni sanashdan h_2 balandlikda yotgan qatlamdagi zarralarni sanashga o'tish uchun mikroskop ob'ektivi qanchaga siljirilganini ko'rsatadi. Bu siljish mikrometrik vint bilan o'lchanadi. ϖ ni aniqlash uchun broun zarrasining P og'irligini topishgina qoldi. Perren broun zarralarining P og'irligini Stoks formulasidan foydalanib aniqladi. Stoks formulasi zarraning yopishqoq suyuqlikdagi tushish tezligiga qarab, uning radiusi r ni aniqlash imkoniyatini beradi. Sharsimon zarraning P og'irligi uning radiusi r va moddasining zichligi ρ orqali bevosita quyidagicha ifodalanadi:

$$P = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho - \rho') g$$

Bunda ρ' — suvning zichligi.

Perren kuzatgan alohida zarralar broun harakatida bo'lganliklari uchun ularning tushish tezligini aniqlab bo'lmaydi. Ammo quyidagicha yo'l tutish mumkin: agar uzun ingichka idishga solingan emulsiyani uning zarralari balandlik bo'yicha tekis taqsimlanadigan qilib aralashtirilsa va keyin tinch qoldirilsa, zarralar cho'ka boshlaydi: suyuqlikning yuqori qismi yorisha boshlaydi. Bunda birmuncha noaniq bo'lsa-da (broun harakati tufayli), har holda qurollanmagan ko'z bilan ko'rib bo'ladigan loyqalanish chegarasi vujudga keladi. Shu loyqalanish chegarasining tushish tezligi alohida zarralarning tushish tezligini beradi. Zarraning o'rtacha kinetik energiyasi $\overline{\omega}$ ni aniqlash uchun zarur bo'lgan barcha kattaliklarni shu yo'sinda topish mumkin. $\overline{\omega}$ ni bilib olib,

yuqorida aytilganidek, $N = \frac{3}{2} \frac{R}{\overline{\omega}} T$ dan Avogadro soni N ni aniqlaymiz.

Avogadro soni N ni aniqlash uchun Perren tomonidan ishlatilgan boshqa bir usul broun zarralarining siljishini kuzatishga asoslangan. Broun zarrasi siljishining ixtiyoriy ravishda o'tkazilgan OX o'qdagi proyeksiyasini kuzatyapmiz deb faraz qilaylik. Kuzatish vaqti t da siljishning bu o'qdagi proyeksiyasi x bo'lsin. Agar bunday x lar ko'p broun zarralari uchun o'lchansa, Eynshteynning ko'rsatishicha, x lar kvadratlarining o'rtacha qiymati quyidagi munosabatni qanoatlantiradi:

$$\bar{x}^2 = \frac{RT}{3\pi\eta r N} t$$

bunda R — gaz doimiysi, T — Kelvin shkalasi bo'yicha harorat, η — broun zarralari solingan muhitning yopishqoqlik koeffitsiyenti, r — broun zarrasining radiusi. Bu formulaga kiruvchi kattaliklarning N dan boshqa barchasini bevosita o'lchash mumkin bo'lgani uchun, bu formula Avogadro soni N ni topish imkonini beradi.

Perren tomonidan o'tkazilgan o'lchashlar Avogadro soni har bir molda $6 \cdot 10^{23}$ donaga yaqin zarra borligini bildiruvchi kattalik ekanligini ko'rsatdi. Perrenning usullari bundan ortiqroq natija bera olmadi. Hozirgi vaqtda Avogadro soni $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ qiymat qabul qilingan.

Avogadro sonidan foydalanib, berilgan moddada molekulalar sonini topish mumkin. $\nu = \frac{N}{N_A}$ va $\mu = \frac{m}{\nu}$ formulaga binoan:

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A$$

1811 yilda Italyan ximigi A. Avogadro: **“Bir xil harorat va bir xil bosimda istalgan gazlarning teng hajmlardagi molekulalar soni bir xil bo'ladi”** degan xulosaga keldi.

Avogadro qonuniga asosan, har xil gazlarning bir kilomol miqdori o'zgarmas bosim va haroratda bir xil hajmni egallaydi, chunki ulardagina molekulalar soni bir xil bo'ladi. Masalan, normal sharoitda, ya'ni 0 °C harorat va 1 atm bosimda kilomol gazning hajmi quyidagiga teng ekanligi aniqlangan:

$$V_{\mu}=22,41 \text{ litr}=22,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Bu V_{μ} – hajmni kilomolyar hajm deb ataladi.

BROUN HARAKATINING QONUNIYATLARI

Molekulyar –kinetik nazariyani asoslashda ingliz botanigi Robert Brouning (1773-1858) kashfiyoti katta ahamiyatga ega bo'ldi. 1827 yilda u suyuqlikdagi mikroskopik qattiq zarralarning tartibsiz harakatlanishini kuzatdi. Broun harakati deb nomlangan bu hodisani molekulalarning mavjudligi haqidagi tasavvurlardan foydalanish asosida molekulyar - kinetik nazariyasigina tushuntira oldi. Suyuqlik yoki gazning tartibsiz harakatlanuvchi molekulalari qattiq zarracha bilan to'qnashadi va uning harakati yo'nalishini va tezligi modulini o'zgartiradi. Zarrachani turli tomondan o'rovchi molekulalarning soni va ular beradigan impulsning yo'nalishi bir xil emas. Zarrachaning o'lchamlari va massasi qanchalik kichik bo'lsa, uning vaqt ichidagi impulsining o'zgarishi shunchalik sezilarli bo'ladi.

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

Broun harakati juda ko'p olimlar tomonidan o'rganildi va bu harakatning quyidagi qonunlari keltirildi.

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

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

Broun harakatining molekulyar - kinetik nazariyasini 1905 yilda buyuk nemis fizigi A.Eynshteyn (1879-1955) yaratdi. Bu mazariya yaratilishi bilan modda tuzilishining molekulyar – kinetik nazariyasi uzil - kesil g'alaba qozondi.

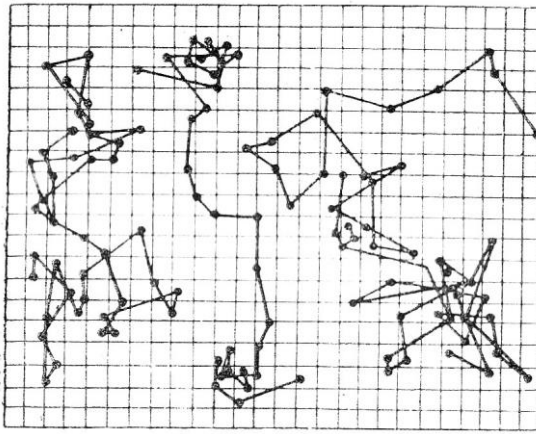
Fransuz olimi Jan Perren (1870-1942) 1908-1911 yillarda broun harakatini o'rganish bo'yicha qator eksperimentlar seriyasini o'tkazdi.

Broun zarralarining massasi ayrim molekulalar massasidan bir necha milliard marta katta, ularning tezliklari molekulalarning tezliklaridan juda ham kichik. Shunday bo'lsa ham, broun zarralarining harakatini mikroskopda kuzatish mumkin.

9 – rasmda ayrim broun zarralarining mikroskop orqali kuzatib, u zarralarning ma'lum vaqt oraliqlarida belgilab olingan holatlari ko'rsatilgan. Gaz ichidagi zarralar ham xuddi shunday broun harakatida bo'ladi.

Gazlar o'zlari solingan idishni butunlay to'ldirib turish va idishning devorlariga bosim berish xossasiga egadir. Bosim P — son jihatdan yuz birligiga normal yo'nalishda ta'sir qiluvchi kuchga teng bo'lgan fizik kattalik. Demak, agar S yuzga normal yo'nalishda ta'sir qiluvchi kuch f_n bo'lsa:

$$P = \frac{f_n}{S}$$



9 – rasm. Uch broun zarrasining har bir 30 sekunddan keyin belgilangan o'rinlari

SHZ-sistemada bosim P **bar** bilan, ya'ni 1 sm^2 yuzga perpendikulyar yo'nalishda ta'sir etuvchi 1 dina kuchning beradigan bosimiga teng birlik bilan o'lchanadi. Xalqaro birliklar sistemasida bosim birligi uchun 1 nyuton kuchning o'ziga perpendikulyar sirtidagi 1 m^2 yuzda hosil qiladigan bosimi qabul qilingan. Bu birlik $\frac{N}{\text{m}^2}$ bilan belgilanadi; ravshanki, $1 \frac{N}{\text{m}^2} = 10 \text{ bar}$.

Bulardan tashqari, bosimni o'lchash uchun quyidagi birliklar ham ishlatiladi:

- 1) **texnik atmosfera** 1 kG kuchning 1 sm^2 yuzga beradigan bosimiga teng;
- 2) **fizik atmosfera** (qisqacha **at**) $1,033 \text{ kG/sm}^2$ bosimga teng;

3) **simob ustuni millimetri** (qisqacha **mm Hg**), balandligi 1 mm bo'lgan simob ustunining ogirligi beradigan bosimga teng. 760 mm Hg bosim bir fizik atmosferaga teng. Bu birliklarning biridan ikkinchisiga o'tish uchun quyidagi munosabatdan foydalanish mumkin:

$$1 \text{ fiz. at} = 1,033 \text{ texn. at} = 1033 \frac{\text{G}}{\text{sm}^2} = 760 \text{ mm Hg}$$

Biror miqdor gaz quyidagi to'rtta kattalik bilan: 1) m massasi, 2) egallangan V hajmi, 3) P bosimi va 4) t harorati bilan xarakterlanadi. Bu kattaliklarning hammasi bir-biriga bog'liqdir; ulardan biri o'zgarsa, umuman aytganda, qolganlari ham o'zgaradi. Bu kattaliklarning to'rtalasi orasidagi qonuniy bog'lanishni ifodalovchi formula **holat tenglamasi** deyiladi.

Molyar gaz doimiysi. Ideal gaz bosimining uning haroratiga va molekulalarining konsentratsiyasiga

$$P = nkT$$

bog'liqligidan foydalanib, gazning asosiy mikroskopik parametrlari - V hajmi, uning bosimi P va harorati T orasidagi bog'lanishni topish mumkin.

Gaz molekulalarining n konsentratsiyasi

$$n = \frac{N}{V}$$

ga teng, bunda N -hajmi V ga teng idishdagi gaz molekulalar soni. N sonini ν modda miqdorining N_A Avogadro doimiysiga ko'paytmasi sifatida ifodalash mumkin.

$$N = \nu N_A$$

$$P=nkT, n = \frac{N}{V}, \text{ va } N=\nu N_A \text{ ifodalardan}$$

$$p = \frac{\nu N_A}{V} kT$$

ni hosil qilamiz.

N_A Avogadro doimiysining Bolsman doimiysiga ko'paytmasi R molyar gaz doimiysi deyiladi. Molyar gaz doimiysi

$$R=6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \text{ ga teng.}$$

Bir mol gazni 1K ga qizdirganda bajariladigan ish universal gaz doimiysiga tengligi aniqlangan. Universal gaz doimiysining qiymati bir mol gaz uchun Klapeyron – Mendeleev tenglamasidan foydalanish orqali topiladi. Ixtiyoriy gaz $T=273\text{K}$ harorat va $P=1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bosimda $V_\mu = 22,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ hajm oladi.

Normal sharoitda P_0, V_μ va T_0 doimiy bo'lganligidan bulardan tuzilgan kompleks son ham doimiydir. $\frac{P_0 V_\mu}{T_0} = \text{const} = R$ bo'ladi. Son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblasak, bunda:

$$R = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,41 \cdot 10^{-3}}{273} \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Molyar gaz doimiysidan foydalanib, $p = \frac{\nu N_A}{V} kT$ ifodani

$PV=\nu RT$ tenglamaga almashtiramiz.

ν modda miqdorini moddaning m massasini va uning molyar M massasini bilgan holda topish mumkin:

$$\nu = \frac{M}{\mu}$$

Shuning uchun $PV=\nu RT$ tenglamani bunday shaklda yozish mumkih:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

Bu tenglama ideal gaz holat tenglamasi deyiladi.

Gazning bosim, hajmi va harorati orasidagi bog'lanishni o'rnatuvchi tenglamani Fransuz fizigi Benua Klapeyron (1799-1864) hosil qilgan edi. Uni

$PV = \frac{m}{\mu} RT$ shaklida birinchi marta buyuk rus olimi D.I. Mendeleev (1834-1907) qo'lladi. Shuning uchun gaz holati tenglamasi ***Mendeleev - Klapeyron tenglamasi*** deyiladi.

$P = nkT$ tenglikdan normal atmosfera bosimida $P=10^5 \text{ Pa}$ va $T=273\text{K}$ haroratda ixtiyoriy gazning 1 sm^3 hajmidagi, molekularning soni o'zgarmas ekanligi ko'rinadi. U Loshmidt soni deb ataladi.

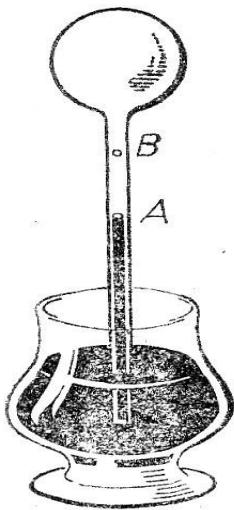
Loshmidt soni deb, normal sharoitdagi bir birlik hajmdagi gaz molekularining soniga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Avogadro soni N_A ni va normal sharoitagi bir kilomol gazning V_m hajmini bilgan holda Loshmidt soni n_0 ni oson aniqlash mumkin.

$$n = \frac{N_A}{V_m} = \frac{6,023 \cdot 10^{23} / \text{mol}}{22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{mol}} = 2,69 \cdot 10^{25} \text{ 1/m}^3.$$

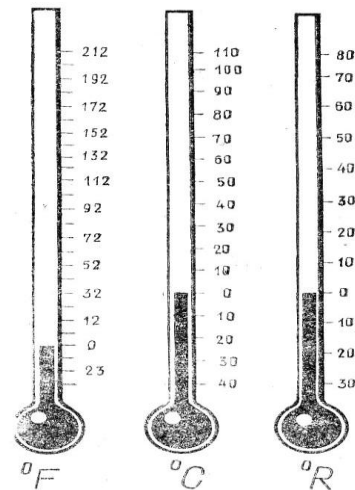
Bu ifoda avogadro qonunining natijasidan iborat.

HARORATLARNING ABSOLYUT SHKALASI

Qadimgi dunyo olimlari jismning harorati haqida uni bevosita ushlab ko'rib fikr yuritganlar. Jismlarning issiqlikdan kengayishi hodisasidan foydalanib haroratini o'lchash mumkinligi haqidagi fikr faqat XVI asrning oxirlarida paydo bo'lgan. Bu sohada dastlab Galiley ba'zi bir ishlar qilgan. U o'zining ma'ruzalarida hozirgi termometrning sodda namunasi bo'lgan asbobni namoyish qilib ko'rsatgan. Bu asbob shisha trubka kavsharlangan kichik shisha shardan iborat. Shar bir oz isitiladi va trubka uchi suvga tushiriladi. Bir oz vaqt o'tgandan keyin shar ichidagi havo soviydi, uning bosimi kamayadi, natijada atmosfera bosimi ta'sirida suv trubka bo'ylab biror balandlikkacha ko'tariladi (10-rasm). Shar isitilganda uning ichidagi havo bosimi ortadi va trubkadagi suv sathi pasayadi, soviganda esa trubkada suv yana ko'tariladi. Bu asbob termoskop deb yuritildi (grekcha «termo» — issiqlik, «skopeo» — kuzatmoq, qarab chiqmoq degan ma'nolarni anglatadi).



10-rasm. Galiley termoskopi: A – shar isigandagi suyuqlikning sathi, B – shar sovigandagi suyuqlikning sathi



11-rasm. Farangeyt, Tselsiy va Reomiyurning temperatura shkalalari

Galileyning zamondoshlari termoskopga shkalalar qo'yib chiqib, uni takomillashtirdi, har bir konstruktor o'z termoskopi uchun o'z shkalasini ishlab chiqdi. Undagi boshlang'ich nuqta ixtiyoriy ravishda, masalan, «qishdagi eng past haroratga» ko'ra yoki «yozdagi eng yuqori haroratga» ko'ra tanlandi. Xususan, Otto Gerike (Magdeburg shahrining burgomistri) yasagan termometr shkalasidagi nol uchun «1660 yil kuz faslida Magdeburgda birinchi sovuq tushgan kun»ning harorati tanlab olingan edi. Shkala bo'limlari orasidagi masofa ham ixtiyoriy ravishda tanlab olinardi, shuning uchun turli xil termometrlarning ko'rsatishlarini bir-biriga taqqoslab bo'lmas edi. Bundan tashqari, Galiley yaratgan termoskop va shunga o'xshash asboblarning ko'rsatishiga faqat harorat o'zgarishigina ta'sir qilmay, balki atmosfera bosimi ham ta'sir etardi: bosim kamayganda trubkadagi suyuqlik sathi pasayadi, ortganda esa ko'tariladi. Shuningdek, hisoblashlarning ko'rsatishicha atmosfera bosimi 2,5 mm sim. ust. ga o'zgarganda trubkadagi suyuqlik sathi qanday o'zgargan bo'lsa, harorat 1°C ga o'zgarganda trubkadagi suyuqlik sathi ham xuddi shunday o'zgaradi. Moskvada, masalan, atmosfera bosimining o'zgarishi 20 mm sim. ust. ga, hatto

bundan ham ortishi mumkin, bu esa haroratning 8°C o'zgarishiga to'g'ri keladi. Demak, atmosfera bosimi 20 mm sim. ust. kamayganda Galiley termometrda harorat 8°C ga ortadi, deb qarash mumkin. Binobarin, avvalgi termoskop ayni bir vaqtda baroskop ham hisoblangan (grekcha «b a r o s» — bosim, «s k o p y e o» — kuzatmoq so'zlaridan kelib chiqqan).

1641 yilda gersog Toskan Ferdinand II uchun yasalgan asbobda birinchi marta atmosfera bosimining termometr ko'rsatishiga ta'siri bartaraf etildi. Asbob shari spirt bilan to'ldirilib, surg'ich bilan germetik berkitilgan shisha trubka ichidagi havo so'rib olindi. Isitilganda spirtning hajmi ortgan va trubkadagi suyuqlik sathi ko'tarilgan.

1714 yilda gollandiyalik shishasoz R. F a r e n g e y t amalda ishlatishga yaraydigan birinchi termometr yasadi. U muz, suv, osh tuzi aralashmalarining haroratini 0° , kishi tanasining normal haroratini 100° deb qabul qilib, **simobli termometr** ixtiro qildi. Farengeyt bu temperatura oralig'ini 100 ta teng qismga bo'lib, o'z shkalasida 1° ning qiymatini hosil qildi. Farengeyt shkalasining gradusi $^{\circ}\text{F}$ bilan belgilanadi (11-rasm). Bu shkala bo'yicha muzning erish harorati (nuqtasi) 32°F ga, suvning qaynash harorati esa 212°F ga teng bo'lgan (11-rasm). Farengeyt termometridan AQSH va Angliyada hozirgacha foydalanib kelinmoqda.

Taxminan 1740 yilda fransuz fizigi R. R e o m y u r muzning doimiy erish harorati (0°) va suvning qaynash harorati (80°) bo'lgan spirtli termometrni tavsiya etdi. Shkaladagi muzning erish va suvning qaynash temperaturasi orasidagi masofani Reomyur 80 ta qismga bo'ldi. Reomyur shkalasining gradusi $^{\circ}\text{R}$ bilan belgilanadi (11-rasm).

Taxminan shu vaqtlarda shved fizigi A. S e l s i y muzning erish va suvning qaynash harorati orasidagi oraliq 100 qismga bo'lingan **simobli termometr**dan foydalandi. Selsiy juda past temperaturalarni o'lchashda chiqadigan manfiy sonlarni bartaraf etish maqsadida suvning muzlash haroratini 100° , suvning qaynash haroratini 0° deb qabul qildi. Bu shkalaning gradusi $^{\circ}\text{C}$ bilan belgilanadi.

Biroq hammasidan eng qulay shkala, bu muzning erish temperaturasi 0° , suvning qaynash temperaturasi 100°C deb belgilangan shkaladir. Biz bunday shkalali termometrdan hozirgi kunda ham foydalanamiz.

Avval yasalgan Tselsiy, Reomyer, Farangeyt harorat shkalalaridagi reper nuqtalar sifatida, muzning erish va suvning qaynash nuqtalari olingan va bu haroratli interval, shu uch shkalada mos 100,80 va 180 qismlarga bo'lingan. Tselsiy ($^{\circ}\text{C}$) shkalasida suvning reper nuqtalari sifatida 0 va 100, Reomyer ($^{\circ}\text{R}$) shkalasida 0 va 80, Farangeyt $^{\circ}\text{F}$ shkalasida 32 va 212 sonlari olingan. Shu shkalalarning biriga – biri almashinishi quyidagi formula orqali oson amalga oshiriladi:

$$t^{\circ}\text{C} = 0,8 t^{\circ}\text{R} = (1,8t + 32)^{\circ}\text{F}$$

masalan, $t = 20$ bo'lsa, shu shkalalar bo'yicha hisoblangan haroratlar quyidagi qiymatlarga mos keladi:

$$20^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{R} = 68^{\circ}\text{F}$$

Farangeyt shkalasidan Tselsiy shkalasiga

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(t^{\circ}\text{C} + 40) - 40 \text{ formula orqali o'tish mumkin.}$$

Reomer shkalasi bilan Tselsiy shkalasi orasida

$$t^{\circ}\text{R} = 0,8 t^{\circ}\text{C}$$

$t^0, C = 1,25t^0$, R bog'lanish bor.

Shuni ta'kidlab o'tish qiziqarliki, dastlab termometrlar meteorologik kuzatishlar uchun qo'llanish maqsadida takomillashtirildilar. Termometr to'g'ridan-to'g'ri meteorologik asbob deb hisoblanardi. Keyinchalik uni xonalardagi havo haroratini o'lchash uchun, meditsinada — bemorning haroratini o'lchash uchun (xususan, aynan shu maqsad uchun birinchi marta shunday termometr ixtiro qilganlardan biri Galileyning zamondoshi italyan vrachi Santorigodir), ximiyaviy tadqiqot ishlarida va shunga o'xshash boshqa maqsadlar uchun ishlatila boshlandi.

Hozirgi vaqtda ishlash prinsipi boshqa fizik hodisalarga asoslangan termometrlardan ham foydalanilmoqda. Bu esa haroratni aniq o'lchashga imkoniyat yaratdi. Masalan, hozirgi zamon elektr termometri haroratning $0,000001^\circ\text{C}$ gacha o'zgarishni qayd qiladi. Shuningdek, juda past va juda yuqori haroratlarni o'lchashga ham imkoniyat yaratildi.

1877 yilda o'lchov va tarozilar Xalqaro komitetida termometrik jism sifatida vodorod tanlab olingan va haroratni vodorod termometri yordamida o'lchash to'g'risida qaror qabul qilingan; bunda vodorod isiganda yoki soviganda hajmi o'zgarmasdan saqlanganida ***bosimining o'zgarishi haroratining o'zgarishiga proportsional bo'ladi***, deb hisoblanadi.

Shunday qilib, quyidagi postulat qabul qilinadi: ***vodorodning bosimi bilan harorati orasida chiziqli munosabat mavjud***, ya'ni:

$$p_t = p_0(1 + \alpha t)$$

bunda p_t — vodorodning t haroratdagi bosimi, p_0 — uning nol haroratdagi bosimi va α — o'zgarmas koeffitsiyent. ***Vodorodga nisbatan yozilgan $p_t = p_0(1 + \alpha t)$ tenglik haroratlar shkalasini (haroratlarning empirik shkalasi deb ataladigan shkalani) aniqlashga xizmat qiladi.*** Agar muzning erish haroratini 0° deb, normal atmosfera bosimi ostida suvning qaynash haroratini 100° deb olsak (***Tselsiy shkalasi***), α koeffitsiyentning son qiymati $\frac{1}{273,13} = 0,0036613 \text{ grad}^{-1}$ bo'ladi.

Haroratning yangi shkalasini kiritaylik (bu shkaladagi haroratni T bilan belgilaymiz), bu shkala gradusining kattaligi Tselsiy shkalasinikidek bo'lsin, lekin uning noli — 273°C ga to'g'ri kelsin. U holda:

$$T = t + 273^0$$

bundan:

$$t = T - 273^0 = T - \frac{1}{\alpha}$$

va $p_t + p_0(1 + \alpha_p t)$ ga asosan:

$$P_T = p_0 \left[1 + \alpha \left(T - \frac{1}{\alpha} \right) \right]$$

ya'ni:

$$P_T = p_0 \alpha T$$

Xuddi shuningdek:

$$V_T = V_0 \alpha T$$

Haroratlarning bu shkalasi Kelvin shkalasi deb yuritiladi (bu shkalada gradus $^\circ\text{K}$ bilan belgilanadi). $P_T = p_0 \alpha T$ dan gazning hajmi o'zgarmas bo'lganda uning bosimi

Kelvin shkalasida o'lchangan haroratga to'g'ri proporsional ekanligi kelib chiqadi. Shuningdek, $V_T = V_0 \alpha T$ dan gazning bosimi o'zgarish bo'lgandagi uning hajmi Kelvin shkalasida o'lchangan haroratga to'g'ri proporsionaldir. Harorat $T = 0$ bo'lganda, $P_T = p_0 \alpha T$ va $V_T = V_0 \alpha T$ tengliklardan $p = 0$ va $V = 0$ bo'lib qolishi kelib chiqadi; biroq, haqiqatda moddaning hajmi hech qachon nolga teng bo'lmaydi. Bunday bema'ni xulosa Gey-Lyussak qonunlarini juda ham past haroratlardagi gazlarga noo'rin tatbiq etish natijasida kelib chiqdi; har qanday real gaz $t = -273^\circ\text{C}$ haroratgacha sovishdan oldinoq suyuqlikka aylanadi va qotib qoladi. Shuning uchun Kelvin shkalasini ko'pincha absolyut shkala deyiladi.

Haroratni o'lchashning $\frac{PV}{N} = kT$ tenglamaga mos shkalasi **absolyut shkala** deyiladi. Uni ingliz fizigi U.Kelvin (Tomson) (1824-1907) taklif etdi. Shuning uchun bu shkala Kelvin shkalasi ham deyiladi.

Haroratlarning absolyut shkalasi kiritilmasdan oldin amalda haroratni o'lchashning Tselsiy shkalasi keng tarqalgan edi. Shuning uchun absolyut shkala bo'yicha Kelvin (K) deb ataluvchi harorat birligi Tselsiy shkalasi bo'yicha bir gradusga teng qilib olingan.

$$1\text{K}=1^\circ\text{C}.$$

Kelvin shkalasidagi nolni esa (Tselsiy shkalasining $-273,13^\circ$ iga mos keladi) haroratlarning absolyut noli deyiladi.

$\frac{PV}{N} = kT$ tenglamaning chap tamoni hamma kattaliklar faqat musbat qiymatlar qabul qilishi yoki nolga teng bo'lishi mumkin. Shuning uchun absolyut T harorat faqat musbat yoki nolga teng bo'lishi mumkin. O'zgarish hajmda ideal gazning bosimi nolga teng bo'ladigan harorat **haroratning absolyut noli** (absolyut nol harorat) deyiladi.

Absolyut shkala va Tselsiy shkalasining bog'lanishi. Bolsman doimiysini bilgan holda absolyut nolning Tselsiy shkalasidagi qiymatini topish mumkin. Buning uchun dastavval absolyut haroratni 0°C ga mos keladigan qiymatini topamiz: 0°C da $kT_1 = 3,76 \cdot 10^{-21}\text{J}$ bo'lgani tufayli

$$T_1 = \frac{3,76 \cdot 10^{-21}}{1,38 \cdot 10^{-23}} \text{K} \approx 273\text{K}$$

Bir kelvin bilan Tselsiy shkalasining bir gradusi bir xil. Shuning uchun absolyut harorat T ning har qanday qiymati Tselsiy shkalasidagi mos harorat t dan 273 gradus yuqori bo'ladi:

$$T = t + 273$$

Biroq absolyut haroratning o'zgarishi ΔT haroratning Tselsiy shkalasi bo'yicha o'zgarishi Δt ga teng: $\Delta T = \Delta t$

12-rasmda absolyut shkala bilan Tselsiy shkalasi bir – biriga solishtirish uchun ko'rsatilgan. Absolyut nolga $t = -273^\circ\text{C}$ harorat to'g'ri keladi (Absolyut nolning aniqroq qiymati: $-273,15^\circ\text{C}$).

$\frac{PV}{N} = kT$ tenglama bir mol gazning 0°C haroratdagi V_0 hajmning ma'lum qiymatiga va $1,013 \cdot 10^5 \text{Pa}$. Normal bosimga va Bolsman doimiysining topilgan

qiymatiga kura Tselsiy shkalasi bo'yicha t haroratning hamda absolyut shkala bo'yicha T haroratning qiymatlari orasida bog'lanish o'rnatishga imkon beradi. 0°C haroratda absolyut shkala bo'yicha T harorat

$$T = \frac{p_0 V_0}{N_A k}, \quad T = \frac{1,013 \times 10^5 \text{ pa} \times 22,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{6,023 \times 10^{23} \times 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}} = 273 \text{ K}$$

ga teng.

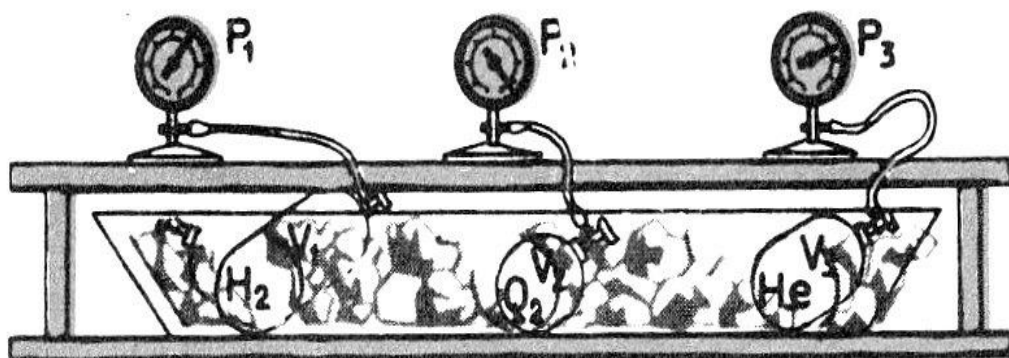
Biz Tselsiy shkalasi bo'yicha 0°C harorat absolyut shkala bo'yicha 273 K haroratga mos kelishini hosil qildik.

Issiqlik muvozanati holatidagi gazlar. Tajriba bunday qilinadi. Turli xil gazlar, masalan, vodorod, geliy va kislorod bilan to'ldirilgan bir necha idish olamiz. Idishlarning hajmi ma'lum bo'lib, ularga manometr o'rnatilgan. Manometrlar har bir idishdagi bosimni o'lchaydi. Gazlarning massasi ma'lum, demak, har bir idish ichidagi gazning molekullari soni ma'lum.

Kelvin shkalasi		Tselsiy shkalasi
100°C		$\approx 373 \text{ K}$
0°C		$273,15 \text{ K}$
$273,1$		Absolyut nol (0°K)

12-rasm. Absolyut shkala bilan Tselsiy shkalasi o'rtasidagi munosabat

Gazlarni issiqlik muvozanati holatiga keltiramiz. Buning uchun gaz solingan idishlarni eriyotgan muzga qo'yib issiqlik muvozanati holati qaror topmaguncha va gazlarning bosimi o'zgarmaydigan bo'lguncha kutib turamiz (13-rasm).



13-rasm. Issiqlik muvozanati holatidagi gazlar

Bundan keyingina hamma gazlarning harorati bir xil 0°C bo'ldi, deya olamiz. $\frac{PV}{N}$ - nisbatni Gazlarning bosimlari p , hajmlari V va molekulalarining soni N turlicha. $\frac{PV}{N}$ - nisbatni vodorod uchun hisoblab topamiz. Masalan, agar 1 mol vodorod $V_{H_2}=0,1\text{ m}^3$ hajmni egallasa, u holda 0°C haroratda uning bosimi $P_{H_2}=2,265\cdot 10^4\text{ Pa}$ bo'lar ekan. Shuning uchun

$$\frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \frac{2,265 \cdot 10^4 \cdot 0,1 \text{N} \cdot \text{m}^3}{6,02 \cdot 10^{23} \text{m}^2} = 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

Gaz bosimi bilan hajmi ko'paytmasining molekulalar soniga nisbati muzning erish haroratida hamma gazlar uchun ham mana shunday qiymatga ega bo'ladi. Bu nisbatni θ_0 bilan belgilaymiz. U holda

$$\frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \frac{P_{He} V_{He}}{N_{He}} = \frac{P_{O_2} V_{O_2}}{N_{O_2}} = \theta_0$$

Shunday qilib, bizning taxminimiz to'g'ri chiqdi.

To'g'risini aytganda, $\frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \frac{P_{He} V_{He}}{N_{He}} = \frac{P_{O_2} V_{O_2}}{N_{O_2}} = \theta_0$ nisbatni mutlaqo to'g'ri deb bo'lmaydi. Hamma gazlar juda zich bo'ladigan bir necha yuz atmosferaga teng bosimli sharoitda $\frac{PV}{N}$ nisbat gazlar egallab turgan hajmlarga bog'liq bo'lmaydigan tayinli bir qiymatga ega bo'lmay qoladi. **Bu nisbat ideal gaz deb hisoblash mumkin bo'lgan ancha siyrak gazlar uchungina tayinli qiymatga ega bo'ladi.**

Agar ichida gazi bor idishlarning hammasi normal atmosfera bosimi $\frac{PV}{N} = \theta_{100}$ sharoitida qaynayotgan suvga solinsa, u holda $\frac{PV}{N} = \theta_{100}$ nisbat avvalgidek hamma gazlar uchun ayni bir qiymatga, biroq kattaroq qiymatga ega bo'ladi. Tajribaning ko'rsatishicha,

$$\frac{PV}{N} = \theta_{100} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

$\frac{PV}{N} = kT$ formuladagi k koeffitsientni bir kelvin Tselsiy shkalasidagi bir gradus (1°C) ga teng bo'ladigan qilib aniqlaymiz.

Biz θ ning 0°C va 100°C dagi qiymatlarini bilamiz ($\frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \frac{2,265 \cdot 10^4 \cdot 0,1 \text{N} \cdot \text{m}^3}{6,02 \cdot 10^{23} \text{m}^2} = 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ va $\frac{PV}{N} = \theta_{100} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ J}$). 0°C dagi

absolyut haroratni T_1 bilan, 100°C dagi absolyut haroratni T_2 bilan belgilaymiz. U holda $\theta = kT$ ga asosan

$$\theta_{100} - \theta_0 = k(T_2 - T_1)$$

yoki

$$\theta_{100} - \theta_0 = k \cdot 100\text{K} = (5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

Shuning uchun

$$k = \frac{5,14 - 3,76}{100} \cdot 10^{-21} \frac{\text{J}}{\text{K}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Bu yerdagi

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

koeffitsient **Bolsman doimiysi** bo'lib, energetik birliklarda ifodalangan θ haroratni kelvin hisobida ifodalangan T harorat bilan bog'laydi.

$\frac{PV}{N} = kT$ tenglamadagi k doimiyning molekular soni N ma'lum bo'lgan gazning bosimi va hajmining ma'lum qiymatlari bo'yicha haroratning ikkita T_0 va T_1 qiymatlarida topish mumkin:

$$\frac{P_0 V_0}{N} = \kappa T_0, \quad \frac{P_1 V_1}{N} = \kappa T_1,$$

$$k = \frac{P_1 V_1 - P_0 V_0}{N(T_1 - T_0)}$$

Ma'lumki, har qanday gazning 1 molida taxminan $6,022 \cdot 10^{23}$ ta molekula bor va normal $P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Pa bosimda va $V_0 = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ hajmni egallaydi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, istalgan gazning hajmini o'zgartirmasdan 0 dan 100°C gacha qizdirilganda uning bosimi $1,013 \cdot 10^5$ Pa dan $1,38 \cdot 10^6$ Pa gacha ortadi. Bu qiymatlarni $\frac{P_0 V_0}{N} = \kappa T_0$ tenglamaga qo'yib, quyidagi qiymatni hosil qilamiz.

$$k = \frac{1,38 \times 10^5 \times 22,4 \times 10^{-3} - 1,013 \times 10^5 \times 22,4 \times 10^{-3}}{6,02 \times 10^{23} \times 100} \approx \frac{3,7 \times 10^4 \times 22,4 \times 10^{-3}}{6,02 \times 10^{23} \times 100} \approx 1,38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$$

R va N_A doimiy o'zgarmas kattaliklar, ularning nisbati ham o'zgarmas kattalik

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8,31 \frac{J}{mol \cdot K}}{6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

k koeffitsient molekulyar - kinetik nazariya asoschilaridan biri avstriya fizigi Lyudvig Bolsman (1844-1906) sharafiga **Bolsman doimiysi** deyiladi.

$$\theta = \frac{PV}{N} = \frac{2}{3} E \text{ va } \frac{PV}{N} = kT \text{ tenglamalardan } E = \frac{3}{2} kT \text{ tenglama kelib chiqadi.}$$

Gaz molekularining xaotik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi absolyut Haroratga proporsional.

$$\theta = \frac{PV}{N} = \frac{2}{3} E \text{ va } E = \frac{3}{2} kT \text{ tenglamalardan}$$

$$P = nkT$$

Tenglamani hosil qilish mumkin. $P = nkT$ tenglama Harorat va molekular konsentratsiyasi bir xil qiymatlarida istalgan gazning bosimi (ularning qanday molekularlardan tashkil topganidan qat'iy nazar) bir xil bo'lishini ko'rsatdi.

JISMLARNING ELEKTRLANISHI. ELEKTR ZARYADI

Qadimgi greklar qahrabodan qilingan bezaklar va boshqa buyumlarni juda yaxshi ko'rganlar. Qahraboning rangi va yaltirashiga qarab, ular uni «elektron», ya'ni «quyosh tosh» deb ataganlar. Xuddi shu so'zdan, ko'p vaqtlar o'tgach, elektr tushunchasi kelib chiqqan.

Qahraboning zaryadlanish xususiyati qadimdan ma'lum bo'lgan. Bu hodisani o'rganish ishi bilan birinchi bo'lib qadimgi zamon faylasufi Fales Miletskiy shug'ullangan. Bu haqda quyidagi afsona bor.

Falesning qizi finikiyalik ustalar qahrabodan yasagan urchuq bilan jun yigirib o'tirardi. U qo'lidagi urchuqni suvga tushirib yuboradi. U urchuqni suvdan olgandan keyin uni o'zining jun xalatining etagiga artadi va urchuqqa bir qancha jun tolalari yopishib qolganini ko'radi. U bu jun tolalarini urchuq ho'l bo'lgani uchun unga yopishib qolgan bo'lsa kerak, deb o'ylab, urchuqni kuch bilan ishqalab arta boshladi. Ajab! Urchuq qanchalik kuchliroq artilsa, jun tolalari unga shunchalik ko'plab yopishib qolaverdi. Qiz bu hodisaning sababini tushunish uchun otasiga murojaat qildi. Fales bu hodisaga asosiy sabab urchuq yasalgan modda ekanligiga tushunib, u birinchi navbatda Milet pristaniga kelib to'xtagan finikiyalik savdogarlarning kemasi yoniga boradi hamda savdogarlardan qahrabodan tayyorlangan turli xil buyumlarni sotib oladi. Fales ular bilan tajriba o'tkazib, bu buyumlar jun materiallarga ishqalanganda, magnit temirni o'ziga qanday tortsa,, ular ham o'zlariga yengil buyumlarni xuddi shunday tortishiga ishonch hosil diladi.

Movutga ishqalangan qahraboning kichik buyumlarni o'ziga tortishi juda qadim zamonlardayoq ma'lum edi. XVI asrda ingliz vrachi Jil'bert bir qator tajribalar qilib, boshqa ko'pgina moddalarning ham shunday hossaga ega ekanini aniqladi. Ishqalangandan keyin o'ziga yengil buyumlarni tortish xususiyati hosil qiluvchi jismlarni u elektrlangan jism deb ataladi (elektr so'zi grekcha “elektron” – qahrabo so'zidan olingan). Elektr zaryadlari ba'zi jismlarda ularni butun hajmi bo'ylab erkin kuch oladi. Bunday jismlar o'tkazgichlar deyiladi. O'tkazgichlarga qattiq va suyuq holatdagi barcha metallar, tuzlarning, kislotalarning ishqorlarning suvdagi eritmalari, suyuqlantirilgan tuzlar va qattiq qizdirilgan gazlar kiradi.

Ba'zi jismlar zaryadlar joylashgan joyidan qo'zg'almay turaveradi. Bunday jismlar dielektriklar, boshqacha aytganda, izoliyatorlar deyiladi. Dielektriklarga qahrabo, ebonit, kauchuk, fasfor, havo va boshqalar kiradi. Bundan tashqari yarim o'tkazgichlar deb ataluvchi boshqa gruppalar ham mavjud. Normal haroratda yarim o'tkazgichlar elektrni, garchi juda kam bo'lsada, sezilarli darajada o'tkazadi, ya'ni ular elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Harorat ko'tarilishi bilan ularning elektr o'tkazuvchanligi ortadi va yuqori haroratlarda ancha katta bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarga selen, kremniy, germaniy, mis, (II) – oksid va shunga o'xshashlar kiradi.

Tabiatda turli-tuman moddalarning ko'pligiga qaramay, faqat ikki turdagi elektr zaryadlar: ipakka ishqalangan shishada hosil bo'lgan zaryadlarga o'xshash va movutga ishqalangan ebonitga hosil bo'lgan zaryadlarga o'xshash zaryadlar bo'ladi. Birinchi tur zaryadlarni *musbat* zaryadlar, ikkinchi tur zaryadlarni *manfiy* zaryadlar deb ataladi.

Bir qator tajribalar qilinib, har qanday jismning elektr zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl ga teng bo'lgan butun sonli *elementar zaryadlardan* tashkil topganligi aniqlanadi, bu zaryad elektrning atomlaridan iboratdir. Manfiy zaryadga ega bo'lgan eng kichik zarra *elektron* deb ataladi. Uning massasi $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. Musbat elementar zaryadga (elektron zaryadiga teng) ega bo'lgan eng kichik barqaror zarra *proton* deb ataladi. Protonning massasi elektronning massasidan 1836 marta kattadir: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Hozirgi vaqtda massasi elektron massasiga teng va zaryadi proton zaryadiga teng bo'lgan zarra ham topilgan, bu zarra *pozitron* deyiladi.

Elektr zaryadlarning o'zaro ta'siri. Elektr maydoni. Elektr nazariyasida ko'pincha nuqtaviy zaryad tushunchasidan foydalanadi. Bir nuqtaga to'plangan zaryad **nuqtaviy zaryad** deyiladi. Amalda nuqtaviy zaryad sifatida o'lchamlari o'zidan boshqa jismlargacha bo'lgan masofalarga nisbatan yetarlicha kichik bo'lgan zaryadlangan jism olinadi.

Fransuz fizigi Sh.Kulon elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirlashish qonunini aniqlagan: berilgan muhitda bir - biridan r masofada turgan q_1 va q_2 nuqtaviy zaryad bu zaryadlarning ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofaning kvadratiga esa teskari proporsional bo'lgan kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Shunday qilib,

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2},$$

bunda, k- birliklarning tanlanishiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti; ϵ - muhitning dielektrik singdiruvchanligi bo'lib, shu muhitda zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi vakuumdagidan necha marta kam ekanligini ko'rsatadi.

CGSE sistemasida k koeffitsient 1 ga teng bo'lgan o'lchamsiz kattalik hisoblanadi. Bu sistema zaryad birligi uchun vakuumda oziga teng zaryadga 1 sm masofada turib 1 dina kuch bilan ta'sir qiladigan zaryad qabul qilingan.

SI sistemasida k koeffitsient

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

ga teng deb qabul qilinadi, bunda ϵ_0 - *elektr doimiysi* deb ataladigan kattalik bo'lib, u $8,85 \cdot 10^{12}$ f/m ga teng. Bu sistemada ϵ kattalik *nisbiy dielektrik singdiruvchanlik* deyiladi. SI sistemasida kulon qonuni bunday yoziladi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2},$$

SI sistemasida zaryad kulonlarda o'lchanadi.

$$1\text{kl} = 3 \cdot 10^9 \text{CGSE birlik}.$$

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda uning ko'ndalang kesimi orqali q zaryad miqdori kuchib o'tadi. Bu zaryad quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$q = It$$

bunda t-elektr toki o'tgan vaqt, I- tok kuchi, 1 kulon – o'zgarmas tok kuchi 1A bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 sek davomida o'tgan elektr miqdori. (SI sistemasida asosiy birlik- amper, kulon esa hosilaviy birlikdir.)

SI sistemasida $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m qiymatning qanday hosil bo'lishini ko'raylik. Buning uchun vakuumda bir- biridan 1m masofada turgan zaryad miqdori 1 kl dan bo'lgan q_1 va q_2 nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchini hisoblaylik (CGSE sistemasida):

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1k * 1k}{(1m)^2} = \frac{(3 * 10^9 SGSEbirl)^2}{(100sm)^2} = \frac{9 * 10^{18}}{10^4} \text{dina} = 9 * 10^{14} \text{dina} = 9 * 10^9 N.$$

SI sistemasida o'zaro ta'sir kuchi boshqa formula bilan aniqlanadi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_0 r^2},$$

Bundan

$$\varepsilon_0 = \frac{q_1 q_2}{4\pi F r^2}.$$

$F = 9 * 10^9 N$; $q_1 = q_2 = 1kl$, $r = 1m$ qiymatlarni qo'yib, hisoblaymiz

$$\varepsilon_0 = \frac{(1k)^2}{4\pi * 9 * 10^9 N (1m)^2} = \frac{1}{4\pi * 9 * 10^9} * \frac{kl^2}{N * m^2} = 8,85 * 10^{-12} \frac{kl^2}{j * m} = 8,85 * 10^{-12} f / m,$$

Kulon qopnuni qo'zg'almas nuqtaviy zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini ifodalashini ta'kidlab o'tamiz. Kulon qonuni bilan ifodalanadigan elektr zaryadlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari **kulon kuchlari** deyiladi.

FARADEYNING ELEKTROLIZ QONUNLARI

Ionli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan eritmalarga elektrolitlar deyiladi.

Elektrolitlarga kislotalar, ishqorlar va tuzlarning suvdagi va boshqa erituvchilardagi eritmaları kiradi. Undan tashqari, qizitish yo'li bilan suyultirilgan tuzlar ham elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi.

Elektrolitlarda elektr tokining hosil qilish sababini quyidagi tajriba asosida osongina tushunish mumkin. Rasmda tasvirlangandek elementlar batariyasi, ampermetr, kalit va ichiga ko'mir plastinka tushirilgan distillangan suvli idishdan iborat elektr zanjiri berilgan bo'lsin. Zanjir kalit orqali ulanganda ampermetr tokni ko'rsatmaydi. Demak, distillangan toza suv elektr tokini o'tkazmaydi. Bunga sabab toza suvda elektr tokini tashuvchi zarralarning bo'lmasligidir.

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

Suv qutbli molekullarning elektr maydoni ta'sirida eritmadagi elektrolit molekullari ionlarga ajraladi.

Eritmalarda modda molekullarining ionlarga ajratish jarayoniga *molekulalarning dissotsiatsiyanishi* deyiladi.

Dissotsiatsiyanishiga teskari bo'lgan jarayonga ionlarning *rekombinatsiyasi* yoki *molizatsiyasi* deyiladi. Kuchsiz eritmalarda dissotsiatsiya hodisasi molizatsiya hodisasidan kuchliroq bo'ladi, shuning uchun ham bunday eritmalarda har doim erkin elektronlar mavjuddir.

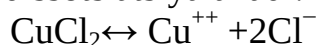
Elektrolitda tashqi elektr maydon bo'lmaganda dissotsiyanish natijasida hosil bo'lgan ionlar xaotik tartibsiz harakatda bo'ladi. Elektrolitga tashqi elektr maydon qo'yilganda esa ionlar tartibli harakatlana boshlaydi.

Musbat zaryadli ionlar manfiy elektrod-katodga tomon harakatlangani uchun ular kationlar deb ataladi. Manfiy zaryadli ionlar musbat elektrod – anodga tomon harakatlanganligi sababli ular anionlar deb ataladi.

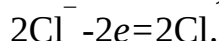
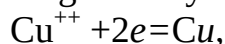
Ionlar tegishli elektrodga borib yetgandan keyin unga ortiqcha elektronni beradi yoki undan yetmaganini olib neytral atomlarga yoki molekulalarga aylanadi.

Elektrolitdagi moddalarning elektr toki ta'sirida ajralib chiqish jarayoniga *elektroliz* deb ataladi.

Misol tariqasida, mis xlorid (CuCl_2) tuzining eritmasi orqali elektr toki o'tganda ro'y beradigan jarayonni qarash mumkin. Eritmada mis xlorid molekulasida ikki karra musbat zaryadlangan mis atomining ioni Cu^{++} ga va bir karra manfiy zaryadlangan ikkita xlor ioni 2Cl^- ga dissotsiatsiyalanadi:



u vaqtda erkin elektronni e orqali belgilab, katod va anodda uchrashgan ionlar uchun quyidagi ko'rinishdagi reaksiyalarni yozish mumkin:



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

Shunday qilib, elektroliz jarayonining bevosita natijasi elektrodlarda elektrolitning ximiyaviy parchalanishi mahsulotlarning to'planishidir.

Faradeyning elektroliz qonunlari. 1833 yilda ingliz fizigi M. Faradey (1781-1867) tajribalar asosida elektrolizning ikkita qonunini kashf qilgan bo'lib, ular faraday qonunlari deb ataladi.

Faradeyning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

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

$$m = kq$$

Bu yerda m – elektrodga ajralib chiqqan moddaning massasi, elektrolitdan o'tgan zaryad miqdori, k -proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, u elektrodning shakliga ham, orasidagi masofaga ham, tokning kuchiga ham, haroratga ham, bosimga ham bog'liq bo'lmasdan, turli moddalar uchun turlicha bo'lib, u moddaning *elektroximiyaviy ekvivalenti* deyiladi.

$m = kq$ formuladan moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti quyidagiga teng bo'ladi.

$$k = \frac{m}{q}$$

kattalik	m	q	k
Sistema			
SI	k g	K l	k g/Kl

Bu ifodaga asosan moddaning elektroximiyaviy ekvivalentini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti deb, elektrolitdan bir birlik elektr zaryadi o'tganda elektrodga ajralgan moddaning massasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Tokning kuchi $I = \frac{q}{t}$ dan $q = It$ ning ifodasini $m = kq$ formulaga qo'yilsa, Faradey birinchi qonunining matematik ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$m = kIt$$

Kattalik \ Sistema	k	I	t	m
SI	k g/Kl	A	s	g

U vaqtda Faradeyning birinchi qonunini yana quyidagicha tariflash mumkin:

Elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralgan moddaning massasi tokning kuchiga va uning elektrolitdan o'tish vaqtiga to'g'ri proporsional.

Faradeyning ikkinchi qonuni moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti k bilan dissotsiatsiyalanuvchi molekula tarkibidagi atomning kilogram-atom massasi A ning valentlik Z ga nisbati $\frac{A}{Z}$ moddaning ximiyaviy ekvivalenti orasidagi o'zaro bog'lanishni ifodalaydi.

Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi.

Moddalarning elektroximiyaviy ekvivalentlari ularning ximiyaviy ekvivalentlariga proporsional, ya'ni:

$$k = C \frac{A}{Z}$$

Bunda C proporsionallik koeffisienti bo'lib, barcha moddalar uchun bir xil qiymatga ega. Agar C proporsionallik koeffisiyenti $\frac{1}{F}$ bilan belgilansa, Faradeyning ikkinchi qonuni yana quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z}$$

Kattalik \ Sistema	k	$\frac{A}{Z}$	F
SI	Kg/Kl	$\frac{kg}{kg * ekv}$	$\frac{Kl}{kg * ekv.}$

Bundagi F kattalikka Faradey soni deyiladi.

Faradey soni deb, elektrodlarda bir kilogram ekvivalent modda ajratish uchun elektrolitdan o'tgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Jahondagi eng yaxshi laboratoriyalarda o'tkazilgan ko'pgina o'lchashlar natijasida Faradey soni uchun quyidagi qiymat topilgan:

$$F = 9,648456 \cdot 10^7 \frac{Kl}{kg * ekv.} \approx 9,65 \cdot 10^7 \frac{Kl}{kg * ekv.} \approx 9,65 \cdot 10^4 \frac{Kl}{mol}$$

Fardeyning ikkala $m=kIt$ va $k=\frac{1}{F} \frac{A}{Z}$ qonunlarni birlashtirsak, elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralib chiquvchi moddaning miqdorini quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} It$$

Kattalik		F	$\frac{1}{F}$		
Sistema					
SI	g	$\frac{kg}{kg \cdot ekv}$	$\frac{kg}{kg \cdot ekv}$		

Bu formula Faradeyning birlashgan qonunining matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi:

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

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

$$F = eN_A$$

Bundan elektronning zaryadi quyidagiga teng ekanini kelib chiqadi.

$$e = \frac{F}{N_A} = \frac{9,648456 \cdot 10^7 \text{ Kl} \cdot \text{kmol}^{-1}}{6,0220943 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}} = 1,602176 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}.$$

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

MAGNIT MAYDON. MAGNIT O'ZARO TA'SIRI

1820 yilda Daniya fizigi Gans Xristian Ersted tajriba asosida magnit strelkasining ustiga parallel joylashtirilgan o'tkazgichdan tok o'tganda magnit strelkasining dastlabki vaziyatidan og'ishi va o'tkazgichga perpendikulyar joylashganligi aniqladi. Agar o'tkazgichdan tokning o'tishi to'xtatilsa, magnit strelkasi yana dastlabki holatiga qaytadi. Ersted tajribasi olimlarni elektr toki o'tib turgan o'tkazgich atrofida magnit maydon hosil bo'ladi degan xulosaga olib keladi. Xuddi shu maydon magnit strelkasiga ta'sir etib uni og'diradi.

Parallel toklarning o'zaro ta'sirini birinchi marta 1820 yili fransuz fizigi Andre Amper tajriba asosida aniqlagan.

Bir-biriga parallel holda joylashtirilgan ikkita o'tkazgichdan bir xil yo'nalishda tok o'tayotganda ular o'zaro tortishishini har xil yo'nalishlarda tok o'tkazilganda esa bir-birini itarishini aniqladi. Elektr tokining o'zaro ta'sirlashuv hodisasini Amper elektrodinamik o'zaro ta'sir deb atadi.

Amper kuchi vakuumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan doiraviy kesimi juda kichik va uzunligi cheksiz bo'lgan ikkita parallel to'g'ri chiziqli o'tkazgich bo'yicha o'tkazilganda bu o'tkazgichlar orasida har bir metr uzunligiga $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ ga teng magnit o'zaro ta'sir kuchini hosil qiluvchi o'zgarmaydigan tok kuchidir. O'tkazgichlarda tok bunday bo'lganda formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$F_0 = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi d}$ bu formuladan magnit doimiysini aniqlash mumkin.

$$\mu_0 = \frac{2\pi d F_0}{I^2 l}$$

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot 1m \cdot 10^{-7} N}{1A^2 \cdot 1m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} = 12,56 \cdot 10^{-7} \frac{Gn}{m} \left(\frac{B \cdot s}{m \cdot A} \right)$$

Parallel kuchlarning o'zaro ta'sir kuchi o'tkazgichlardan o'tayotgan toklarning ($I_1 I_2$) kuchlarida o'tkazgichning (l) uzunligiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa (r_0) ga teskari proporsional. Ya'ni:

$$F_0 = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2 l}{r_0} \text{ bu yerda } \mu\text{-muhitning magnit singdiruvchanligi.}$$

μ_0 -magnit doimiysi.

Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi:

Agar ochiq chap qo'lining kaftiga B magnit induksiya vektori o'tkazgich uzunligi L ga perpendikulyar, tashkil etuvchisi tushayotganda to'rt barmoq tokning yo'nalishi bilan mos tushsa 90° ga kelgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir etuvchi F_A kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

Bir jinsli magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi F_A kuch o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi I_1 , o'tkazgichning uzunligi L magnit maydon induksiya B bilan o'tkazgich bilan magnit induksiya chiziqlari orasidagi burchak α ning sinusiga teng. $F_A = BIl \sin \alpha$

Tokli o'tkazgich magnit induksiya chiziqlari perpendikulyar joylashgan bo'lsa, u vaqtda magnit maydon induksiya $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ($\sin \alpha = 1$) bo'lsin.

$$B = \frac{F_A}{IL} \quad [B] = \frac{1H}{1A \cdot 1m} \quad 1Tn \text{ (Тесла)}$$

Magnit maydon induksiya deb, o'tkazgichdan bir birlik tok o'tayotganda magnit maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashgan o'tkazgichning uzunligi birligiga ta'sir qilayotgan kuchga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Magnit maydon induksiya vektori B dan tashqari kuchlanganli vektori H bilan ham xarakterlanadi. Bu ikki kattalikka o'zaro qo'yilgan munosabat bilan bog'langandir.

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H} \quad H - \text{tashqari kuchlanganlik vektori.}$$

Amper kuchi texnikada katta qo'llanishga ega. Misol: Elektr dvigatellarining ishlash jarayoni Amper kuchiga asoslanadi.

Skin – effekti. Agar o'tkazgichdan yuqori chastotali o'zgaruvchan elektr toki o'tkazsak, o'tkazgichdagi butun tok yupqa sirt qatlami bo'ylab oqayotgan bo'ladi. Bu hodisa **skin-effekt** deyiladi. Bu nomning o'zi «teri» ma'nosini bildiradigan inglizcha so'zdan kelib chiqqan.

Nima uchun yuqori chastotali tok faqat o'tkazgich sirti bo'yicha oqishini tushunish uchun uchlariga (vaqt bo'yicha) ω chastota bilan o'zgaradigan o'zgaruvchan kuchlanish qo'yilgan yetarlicha uzun o'tkazgichni ko'rib chiqaylik. $\omega = 0$, ya'ni o'zgaras kuchlanish holidan boshlaylik, bunda o'tkazgichdan

o'z g a r m a s e l e k t r t o k i oqadi. Elektr tokining sababi – elektr maydoni bo'lib, uning kuchlanganligi o'zgarmas kuchlanish holida ko'ndalang kesimning har qanday nuqtasida bir xil bo'ladi.

Binobarin, o'zgarmas elektr toki o'tkazgichning butun kesimi bo'yicha tekis taqsimlangan. O'tkazgichdagi tok o'z atrofida $\vec{B}$ magnit maydon vujudga keltiradi, uning kuch chiziqlari – markazi o'tkazgich o'qida bo'lgan kontsentrik aylanalardir; bunda magnit maydon faqat o'tkazgich tashqarisida emas, balki ichkarisida ham mavjud bo'ladi. O'zgarmas tok holida magnit maydon kesimi bo'yicha tok taqsimotiga hech ta'sir qilmaydi.

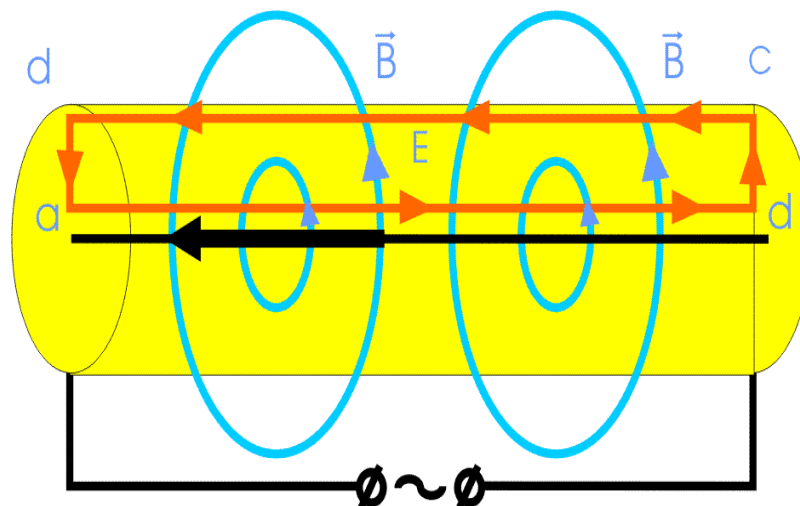
O'zgaruvchan elektr toki holida ish boshqacha bo'ladi. Agar o'tkazgichdagi tok vaqt bo'yicha o'zgarsa, bu holda u bilan birga magnit maydon ham o'zgaradi. Demak, abcd konturdan o'tuvchi magnit maydon oqimi ham o'zgaradi va konturda magnit induksiya elektr yurituvchi kuchi (EYuK) vujudga keladi. Bu EYuKning hamma vaqt ab uchastkada tokka qarshi va cd uchastkada tok yo'nalishida ishlashiga «parma qoidasi» va Lens qoidasidan foydalanib oson ishonch hosil qilish mumkin.

Shuning uchun o'tkazgich markazida tokning oniy qiymati uning chetidagidan kichik bo'ladi. O'zgaruvchan tok chastotasi qancha katta bo'lsa, magnit maydon vaqt bo'yicha shuncha tezroq o'zgaradi, induksiya EYuK shuncha katta va o'tkazgich markazidagi elektr toki shuncha kichik bo'ladi. Magnit maydon tokni o'tkazgich sirtiga go'yo siqib chiqaradi. Juda yuqori chastotalarda induksiya EYuK shuncha katta bo'lib oladiki, u o'tkazgich ichida tashqi elektr maydonni to'la yo'q qiladi va butun tok yupqa sirt qatlam bo'yicha oqadi. Mana shu – **skin-effekt(14-rasm)**.

Aniq hisoblar yuqori chastotali tok o'tayotgan sirt skin-qatlam qalinligini aniqlash imkonini beradi:
$$\delta = \left(\frac{10^7 \cdot \rho}{2\pi\omega} \right)^{1/2},$$

bunda ρ – o'tkazgichning solishtirma qarshiligi. Masalan, chastota $\omega = 10^6 \text{ Hz}$ bo'lganda mis o'tkazgichda skin-qatlam qalinligi $\delta \sim 0,17 \text{ mm}$ ni tashkil qiladi.

Skin-effekt vaqt davomida sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaruvchan yuqori chastotali toklar holida paydo bo'libgina qolmaydi; eng asosiysi – tokning vaqt davomida o'zgarishida, xususan, o'tkazgichni o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulash paytida ham skin-effekt vujudga keladi. Ulash paytida abcd konturda katta induksiya EYuK vujudga keladi, u o'tkazgich o'qiga tashqi elektr maydonni tamomila muvozanatlaydi. Shuning uchun tok dastavval o'tkazgich sirtida paydo bo'ladi, so'ngra chuqurroq qatlamlarda va so'nggi navbatda o'tkazgich o'qida asta-sekin ortib boradi. Tok o'tkazgich kesimi bo'yicha tekis taqsimlangandagina bu protsess tugallanadi. Elektr tokining bu xarakteri jism isitilganida issiqlikning tarqalishini eslatadi: bu ikki protsess birday tenglamalar bilan ifodalanadi.



14-rasm. Skin-effekt hodisasining vujudga kelishi

Tokning tez o'zgarishi holida, odatda, tok (magnit maydon) ning o'tkazgichi ichiga kirish davomiyligining xarakterli vaqti - **skin vaqti** kiritiladi. U $t_{sk} = \frac{4\pi^2 a^2}{10^7 \cdot \rho}$

bo'lib, bunda a – o'tkazgich radiusi. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi qancha kam bo'lsa, tok va magnit maydon o'tkazgich ichiga shuncha uzoq vaqtga kiradi. $\rho = 0$ holda, ya'ni biz o'ta o'tkazgich bilan ish ko'rganimizda nima yuz beradi? Shaklan skin vaqti cheksiz katta, magnit maydon o'tkazgich ichida mavjud bo'lishi mumkin emas, tok esa faqat uning sirti bo'ylab oqadi. Haqiqatan ham shunday.

Bu hodisa Meysner effekti deyiladi (birinchi marta bu effektni 1933 yilda nemis fizigi V. Meysner kuzatgan).

Yuqori chastotali yoki vaqt bo'yicha tez o'zgaradigan elektr va magnit maydonlar ishlatiladigan fan va texnika sohalarida skin-effekt muhim rol o'ynaydi. Bu – elektronika, radiotexnika, plazma fizikasi va h.k. sohalardir.

Zaryadlangan zarralar tezlatkichlari. Mikrodunyo sirlarini ochish uchun inson mikroskopni kashf qildi. Vaqt o'tishi bilan optik mikroskoplarning imkoniyatlari g'oyat cheklanganligi-ular atom ichini «kuzatish» imkonini bermasligi ma'lum bo'ldi. Bu maqsadlar uchun yorug'lik nurlari emas, balki zaryadlangan zarralar dastalari ko'proq mos ekan. Darhaqiqat, E.Rezerfordning mashhur tajribalarida radioaktiv preparatlar chiqaradigan α -zarralar oqimidan foydalanildi. Biroq zarralarning tabiiy manbalari (radioaktiv moddalar) juda kichik intensivlikdagi dastalarni beradi, zarralarning energiyalari nisbatan yuqori bo'lmaydi, shu bilan birga, bu manbalarni boshqarib bo'lmaydi. Shu sababli, tezlashtirilgan zaryadlangan zarralar sun'iy manbalarini yaratish problemi vujudga keldi. Elektron mikroskoplar shular jumlasiga kirib, ularda 10^5 eV tartibidagi energiyali elektron dastalaridan foydalaniladi.

Asrimizning 30-yillari boshlarida dastlabki zaryadlangan zarralar tezlatkichlari paydo bo'ldi. Bu qurilmalarda zaryadlangan zarralar (*elektronlar* va *protonlar*) vakuumda elektr va magnit maydonlari ta'sirida harakat qilib, katta energiya zapasiga ega bo'ladi (tezlashadi). Zarra energiyasi qancha katta bo'lsa, uning to'lqin uzunligi shuncha kichik bo'ladi va demak, bunday zarralar mikroob'ektlarni «tekshirib ko'rish» uchun shuncha ko'proq mos keladi. Shu bilan bir vaqtda, zarra energiyasi o'sishi bilan, xususan, yangi elementar zarralarning tug'ilishiga olib keluvchi

zarralarning o'zaro o'tishlari soni o'sa boradi. Shuni nazarga olish lozimki, **atomlar** va **elementar zarralar** dunyosiga kirish qimmatga tushadi. Tezlashtiriluvchi zarralarning oxirgi energiyasi qancha yuqori bo'lsa, tezlatkichlar shuncha murakkab va yirik bo'ladi; ularning o'lchamlari bir necha kilometrga yetishi mumkin. Mavjud tezlatkichlar bir necha MeV dan yuzlarcha GeV gacha energiyali zaryadlangan zarralar dastalarini hosil qilish imkonini beradi

($1\text{MeV}=10^6\text{eV}$, $1\text{GeV}=10^9\text{eV}$, $1\text{TeV}=10^{12}\text{eV}$). Zarralar dastalarining intensivligi sekundiga 10^{15} - 10^{16} zarralarga yetadi; bunda dasta yuzasi atigi bir necha kvadrat millimetrli nishonga fokuslanishi mumkin. Tezlashtiriluvchi zarralar sifatida ko'pincha protonlar va elektronlardan foydalaniladi.

Eng qudratli va qimmatbaho tezlatkichlar sof ilmiy maqsadlarda-yangi zarralarni hosil qilish va tadqiq qilish, zarralarning o'zaro o'tishlarini o'rganish maqsadlarida yasaladi. Hozirgi vaqtda bir necha yuz xil zarralar va shuncha antizarralar ma'lum; ularning deyarli hammasi tezlatkichlar yordamida ochilgan. Nisbatan uncha yuqori bo'lmagan energiyali tezlatkichlar meditsina va texnikada rak kasalliklarini davolashda, radioaktiv **izotoplar** ishlab chiqarishda, polimer materiallarning xossalarini yaxshilashda va ko'plab boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

Mavjud xilma-xil tip tezlatkichlarni to'rt gruppaga: bevosita ta'sir tezlatkichlari, chiziqli tezlatkichlar, siklik tezlatkichlar, uchrashuvchi dastali tezlatkichlarga ajratish mumkin.

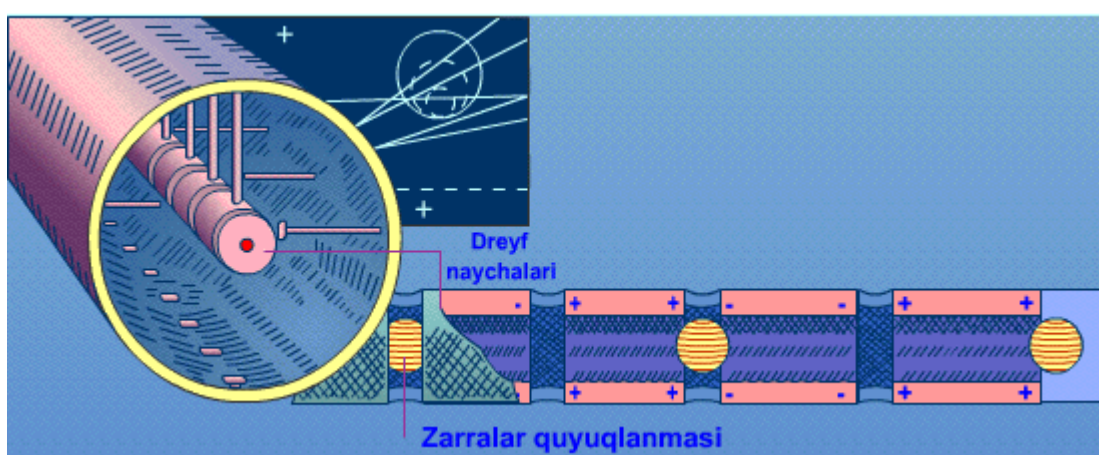
Bevosita ta'sir tezlatkichlarda zarralar o'zgarmas elektr maydonida tezlashtiriladi. U - ikkita elektrod orasidagi potensiallar farqi bo'lsin. e zaryadli zarra bu elektrodni ajratuvchi masofani uchib o'tib, eU energiya oladi. Ushbu holda taxminan 10MeV dan ortiq energiyaga erishib bo'lmaydi, chunki kuchlanishni bundan orttirganda elektrodlar orasida elektrik proboy yuz beradi. Yanada yuqoriroq energiyalarga erishish uchun boshqa yo'ldan boriladi: tezlashtiruvchi zarraga uncha kuchli bo'lmagan elektr maydoni bilan, lekin ko'p marta ta'sir qilinadi.

Rasmdan foydalangan holda chiziqli tezlatkichning ishlash prinsipini ko'rib chiqaylik. Zarralar o'zgaruvchan kuchlanish berilgan naysimon elektrodlar sistemasi (ularni **dreyf naylari** deyiladi) ichidan ketma-ket o'tib, to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanadi. Naylar ichida maydon yo'q, unda zarra tekis harakat qiladi. Zarra har safar qo'shni dreyf naylari oralig'idagi sohada (unga tezlashtiruvchi oraliq deyiladi) bo'lib qolganda tezlashadi. Buning uchun zarraning bitta oraliqdan ikkinchisiga uchib o'tish vaqti tezlashtiruvchi maydonning yarim davriga teng bo'lishi lozim. Agar T -ko'rsatilgan davr bo'lsa, u holda n -nayning uzunligi $l_n = v_n T/2$ bo'lishi lozim, bunda v_n -naydagi zarra tezligi. Rasmda ko'rsatilgan holda musbat zaryadlangan zarra I va III oraliqlarda tezlashadi va aksincha, II va IV oraliqlarda sekinlashadi. Qaralayotgan vaqt momentida tezlashtiriluvchi zarralar gruppalari (quyuqliklari) I va III oraliqlarda bo'lishi lozim. Naylar uzunliklari to'g'ri tanlanganda zarralar quyuqliklari $T/2$ vaqtdan keyin tegishli II va IV oraliqlarga ko'chib o'tadi. Biroq bu vaqt ichida maydon ishorasi o'zgaradi va ko'rsatilgan oraliqlar tezlatuvchi bo'lib qoladi.

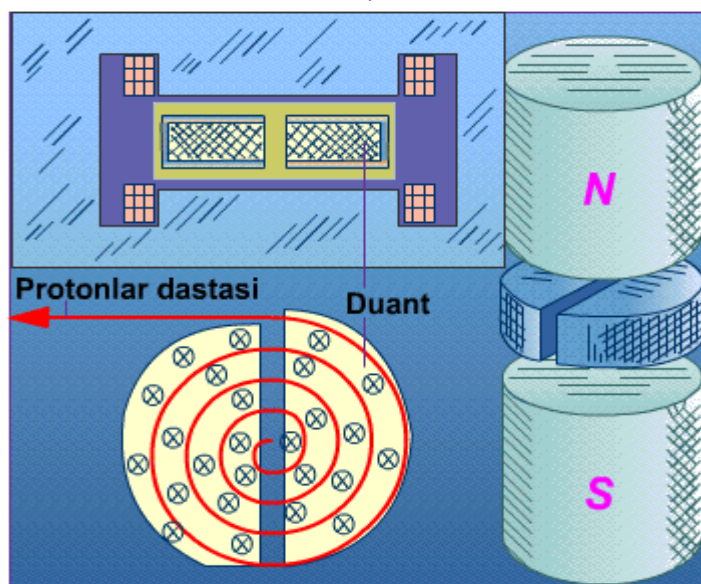
Tezlatkichning uzunligini qisqartirish uchun dreyf naylari mumkin qadar qisqa bo'lishi, buning uchun esa tezlatuvchi maydonning f chastotasini oshirish lozim. Masalan $f=1\text{MHz}$ da 10MeV energiyali protonlar uchib o'tadigan nayning uzunligi

20m, $f=10\text{MHz}$ da esa 2m ga teng. Bu uzunliklar juda katta. Shu sababli, proton tezlatkichlarida $f=200\text{-}300\text{ MHz}$ chastotadan, elektron tezlatkichlarida esa undan ham katta chastotadan foydalaniladi. Bunday yuqori chastotalarda tezlatuvchi maydon fazasini endi simlar vositasida emas (rasmda ko'rsatilganidek), balki o'ta yuqori elektromagnit tebranishlari yuzaga keltiriladigan hajmiy rezonatorlar yordamida boshqariladi. Chiziqli tezlatkich rezonatori ichida dreyf naychalari zanjirchasi joylashtirilgan uzun naydan iboratdir.

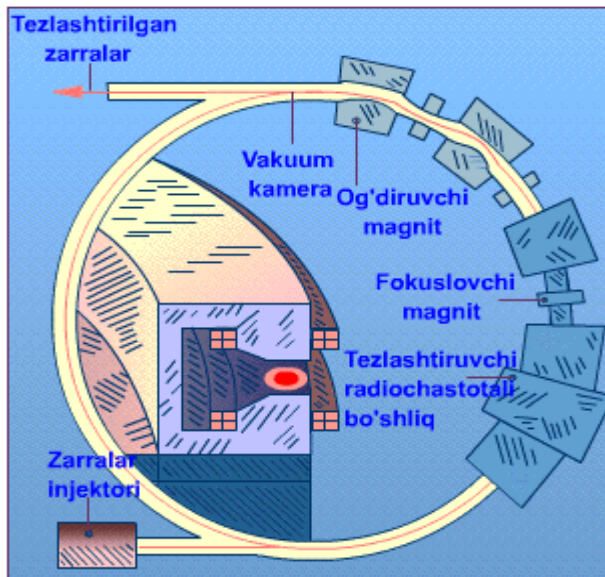
1.



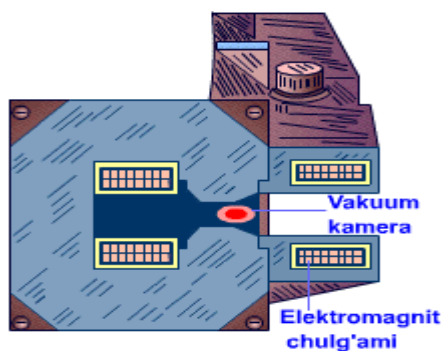
2.



3.



4.



15-rasm. Zaryadlangan zarralar tezlatkichlari: 1-chiziqli tezlatgich; 2-tsiklotron; 3-sinxrotron; 4-Serpuxov sinxrofazotroni.

Mavjud elektronlar chiziqli tezlatkichlari elektronlarni 1-10 GeV energiyagacha tezlatish imkonini beradi. Stanforddagi (AQSh) tezlatkichda 20 GeV energiyaga erishilgan. Tezlatkichning uzunligi 3 km dan ortiq.

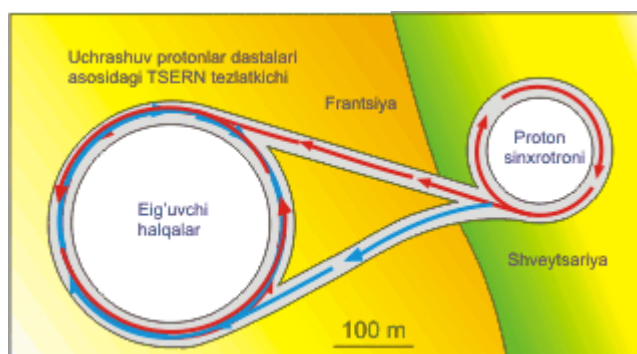
Siklik tezlatkichlarda zarralar spiral yoki xalqa tarzida egilgan trayektoriyalar bo'yicha harakatlanib, bunda bitta tezlashtiruvchi tugunlarga takror-takror qaytadi. Zarra trayektoriyasini egrilash uchun magnit maydonidan foydalaniladi. Siklik tezlatkichlarning xillaridan biri - siklotronning ishlash prinsipi bilan tanishaylik. Elektromagnit qutblari orasidagi sohaga ichida shakli jihatdan konserva bankasining yarmini eslatuvchi (duantlar deb ataladigan) elektrodleri bo'lgan vakuum kamera joylashtiriladi. Zarra duant ichida harakatlanayotganda uning tezlik moduli doimiy bo'ladi (zarra trayektoriyasi-yarim aylana). Zarra duantlar orasidagi sohani o'tayotganda unga elektr maydoni ta'sir qiladi va tezlashadi. Shuning uchun zarra boshqa duantga kattaroq tezlikka ega bo'lib kiradi va bu duantda kattaroq radiusli yarim aylana ko'rinishidagi trayektoriya chizadi. Trayektoriya radiusidan qat'iy nazar, zarraning duant ichida bo'lish vaqti birday bo'lib, u $\pi m/eV$ ga teng; bunda V -magnit induksiya, e va m -zarra zaryadi va massasi. Agar duantlarga beriladigan yuqori chastotali kuchlanishning o'zgarish davrini $2 \pi m/eV$ ga teng qilib olinsa, u holda zarra duantlar orasidagi sohaga

tushganda har safar tezlashadi. Zarralar siklotron kamerasiga uzluksiz ravishda uning markaziga yaqin joyda kiritiladi. Ular asta-sekin energiya ola boshlab, ochilayotgan spiralni eslatuvchi trayektoriya bo'yicha harakatlanadi va ionlarni tezlatishda foydalaniladi. Ular bir nechta o'n MeV ga teng energiyaga erishish imkonini beradi. Undan yuqoriroq energiyalarga erishishda qator qiyinchiliklarga duch kelinadi. Energiya ortishi bilan zarra massasining tezligiga bog'lanishi namoyon bo'la boshlaydi, natijada zarraning tezlatkich kamerada aylanish davri o'zgarib boshlaydi. Energiya o'sishi bilan zarraning ushbu magnit maydonidagi trayektoriya radiusi kattalashadi va, demak, elektromagnitning qutblari sathini kattalashtirish lozim bo'ladi.

Olimlar bu va boshqa qiyinchiliklarni yengishga intilib, tezlatish jarayonida tezlatuvchi kuchlanish chastotasi yoki magnit maydoni kattaligi o'zgaradigan impuls siklik tezlatkichlarning turli xillarini yaratdilar. Fizik V.I.Veksler va amerika olimi E.Makmillanning aniqlashlaricha, zarralarning bunday tezlatkichlardagi harakati muayyan sharoitlarda avtomatik tarzda shunday sozlanadiki, zarralar hamma vaqt tezlatuvchi maydon bilan bir fazada bo'ladi. Bu *a v t o f a z a l a s h* prinsipi bo'lib, u tufayli zarralarni relyativistik energiyalargacha tezlatish mumkin bo'lib qoladi. Xususan, og'ir zarralar (protonlar va ionlar) ni 1GeV energiyagacha tezlatishga mo'ljallangan fazotronlar siklotronlarni eslatadi, lekin ularda tezlatuvchi maydon chastotasi doimiy bo'lmay, zarralarning ushbu quyuqlanmasi tezlashtirilgani sari u asta-sekin kamaya boradi, so'ngra navbatdagi quyuqlanma hosil qilinishi bilan o'ziga boshlaydi.

Elektronlarni tezlatishga mo'ljallangan tezlatkich-s i n x r o t r o n d a elektromagnit qutblari xalqa hosil qiladi, vakuum kamera esa kovak teshikkulcha shaklida bo'ladi. Zarralarning sinxrotronidagi trayektoriyasi o'zgarib-bu vakuum kamera o'rtasidan o'tuvchi aylanadan iborat. Zarralar quyuqlanmasi tezlashgan sari sinxrotronning «xalqa yo'li» dagi magnit maydoni tegishli tarzda o'zgarib boradi.

Elektronlar tezligi tezda yorug'lik tezligiga yaqin bo'lib qolishi tufayli, ularning sinxrotron orbitasi bo'yicha aylanish chastotasi energiya ortishi bilan o'zgarmaydi. Shuning uchun sinxrotronda tezlatuvchi elektr maydoni chastotasi o'zgarmas kattalik bo'ladi. Elektronlarni ~10GeV energiyalargacha tezlatuvchi yirik sinxrotronlarda xalqa trayektoriyaning uzunligi kilometrlarga yetadi. Xalqa elektromagnit minglab alohida bloklardan tashkil topgan. Bitta tezlanish siklida zarra sinxrotronda yuz minglarcha marta aylanadi.



16-rasm.Uchrashuvni protonlar dastalari asosida ishlaydigan SERN tezlatgichi sxemasi.

Og'ir zarralarni juda yuqori energiyalargacha tezlatish uchun xalqa tezlatkichlar-**sinxrofazotronlardan** foydalaniladi. Ularda tezlatish jarayonida bir-biriga qat'iy mos tarzda bir vaqtda magnit maydoni kattaligi ham, tezlatuvchi kuchlanish chastotasi ham o'zgaradi, zarralar energiyasi o'sganda ular orbitasining radiusi o'zgarmay qoladi. Magnit maydonining maxsus konfiguratsiyasi zarralarga bu orbitadan uzoqqa og'ishga yo'l bermaydi (bunga qattiq fokuslash deyiladi), shu sababli, magnit yo'lchaning kengligi kichik bo'lishi mumkin. Serpuxovodagi sinxrofazotron protonlarga 76GeV energiya berish imkonini beradi. Uning magnit maydonida joylashgan xalqa vakuum kamerasining uzunligi 1,5km ni tashkil qiladi; kamera ko'ndalang kesimda o'qlari 17 va 11,5sm bo'lgan ellips shakliga ega. Yanada yuqori - 400÷500 GeV energiyali sinxrofazotronlar ham mavjud. Hozirgi paytda g'oyat katta yangi avlod tezlatkichlar qurilmoqda va loyihalanmoqda. Ularda endi o'ta o'tkazuvchan magnit maydonlaridan foydalanish ko'zda tutilmoqda. Tezlatilgan zarralarning energiyasi bu «supersinxrofazotronlar»da 1TeV dan ortiq bo'ladi.

Endi uchrashuvchi dastali tezlatkichlar haqida hikoya qilamiz. Odatdagi tezlatkichlarda tezlatilgan zarralar dastasi harakatsiz nishonga yo'naltiriladi. Bunda dasta zarralarining nishon zarralari bilan o'zaro ta'sirni tezlatilgan zarralar energiyasining faqat ozgina qismi bilan belgilanib, bu energiya asosiy qismi reaksiya mahsulotlarining kinetik energiyasiga o'tadi. Shu munosabat bilan tezlatilgan zarralarning uchrashuvchi dastalaridan foydalanish g'oyasi tug'ildi. Masalan, 76GeV energiyali Serpuxov tezlatkichida olingan protonlarning ikkita uchrashuvchi dastasi xuddi 12000GeV energiyali proton dastasidan (harakatsiz vodorodli nishon holida) kutish mumkin bo'lgan effektini berishi mumkin edi. Dastadagi zarralar zichligining harakatsiz (masalan, qattiq) nishondagi zarralar zichligiga nisbatan pastligi-uchrashuvchi dastali tezlatkichlarning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Dastadagi zarralar zichligini oshirish uchun **yig'uvchi**

halqalardan foydalaniladi; bunda tezlatilgan zarralar ko'plab tezlatish sikllari hisobiga yig'iladi. Bundan tashqari, zarralarning o'zaro uchrashuv joyida dastalarni maksimal qisish uchun dastalarni fokuslash tadbirlari ko'rinadi. Hozirgi vaqtda butun dunyoda har bir dastasining energiyasi 18GeV gacha bo'lgan $e^- e^+$ uchrashuvchi dastali o'ndan ortiq tezlatkichlar mavjud. Novosibirskda dastalari 700MeV va 7GeV energiyali ikkita shunday tezlatkich ishlab turibdi. Yevropa (SERN, Shveysariya-Fransiya) da 30 GeV li uchrashuvchi proton-antiproton dastali tezlatkichlar ishlanmoqda. Aynan keyingi tezlatkichda yaqinda yangi juda og'ir zarralar (ularning massasi 10^2 proton massasini tashkil qiladi) - oraliq bozonlar kashf qilindi. Hozir energiyasi bir necha TeV ga yetadigan uchrashuvchi proton (yoki proton-antiproton) dastali va energiyasi 150GeV gacha bo'lgan uchrashuvchi $e^- e^+$ dastali yangi tezlatkichlar yaratish mo'ljallanmoqda.

AKUSTIKA. TOVUSH TO'LQINLARI

Tovush. Olam turli-tuman tovushlarga to'la: soatning chiqillashi va motorlarning guvillashi, barglarning shildirashi va shamolning uvillashi, qushlar navosi va odamlar ovozi. Tovush nima va u qanday yuzaga keladi? Bu haqida odamlar qadimdan o'ylay boshlaganlar. Masalan, ular tovushlar havoda titrayotgan jismlardan chiqayotganini sezganlar. Qadimgi yunon faylasufi va entsiklopedist olimi Aristotel kuzatishlarga asoslanib, tovushning tabiatini to'g'ri tushuntirib bergan: u

tovush chiqarayotgan jism galma-gal havoning siqilishini va siyraklashishini vujudga keltiradi deb hisoblagan. Masalan, tebranayotgan tor havoni goh zichlaydi, goh siyraklaydi, havoning elastikligi tufayli esa bu ketma-ket bo'ladigan ta'sirlar fazoda qatlamdan-qatlama uzatiladi, elastik to'lqinlar yuzaga keladi. Bizning qulog'imizga yetib kelgan, ular kulon pardasiga ta'sir qilib, tovush sezgisini uyg'otadi.

Tovush hodisalari o'rganiladigan fizika bo'limiga akustika deyiladi.

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

Havoda tovush to'lqinlari havo qatlamining goh zichlashib, goh siyraklashishi, ya'ni havo bosimining davriy ravishda tebranishi elastik bo'ylama to'lqin ko'rinishida tarqaladi. Shuni qayd qilish kerakki, tovush manbai bilan eshitish organi orasida tovush to'lqinlarini tarqata oladigan elastik muhit mavjud bo'lgandagina tovush eshitiladi.

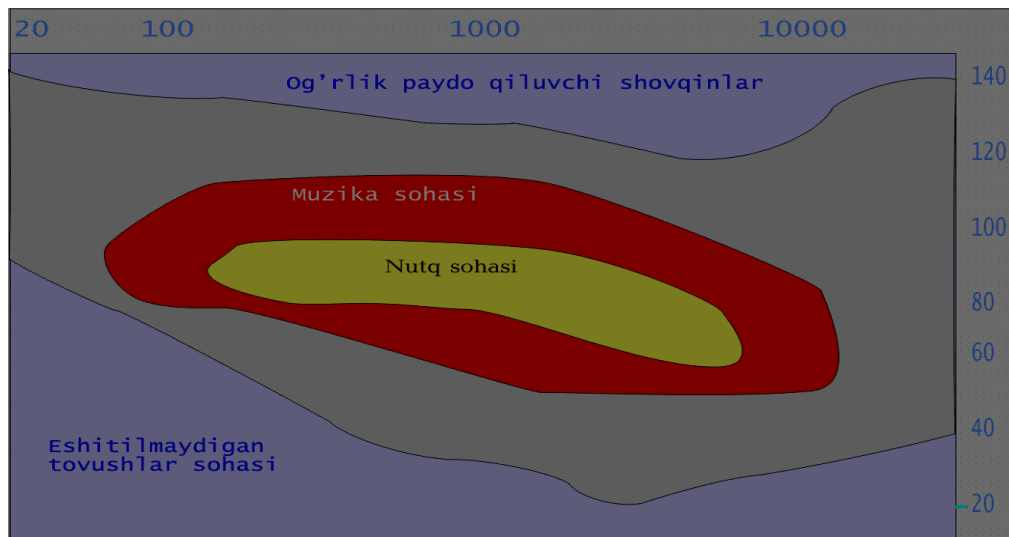
Tovush to'lqinining elastik muhitda tarqalishini havo nasosining shisha qalpog'i ostiga quyilgan elektr qo'ng'irog'i yordamida isbotlash mumkin. Shisha qalpoq ostidagi havoning bosimi, ya'ni havo siyraklashib borgan sari, tovushning eshitilishi pasayib boradi va nihoyat vakuum (bo'shliq) hosil bo'lganda tovush eshitilmay qoladi.

Tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, tebranish chastotalari 20 dan 20000 Hz gacha bo'lgan tovushning chastota intervaliga tovushning eshitilish diapazoni deyiladi.

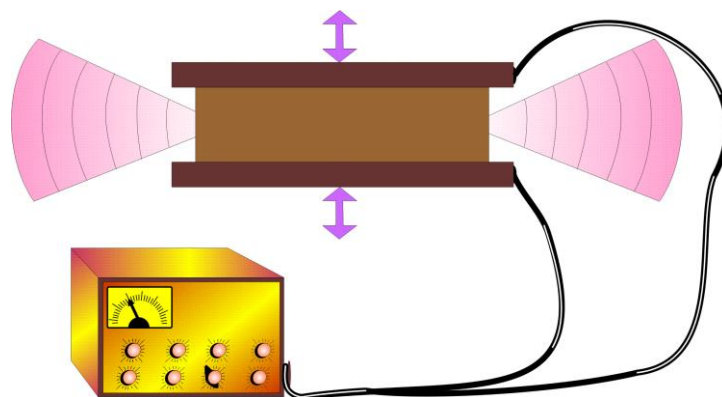
Shunday qilib, quyidagi to'rtta shart bajarilgandagina inson tovushni eshitadi.

- 1) tovush manbai mavjud bo'lishi;
- 2) tovush manbai va quloq orasida elastik muhitning bo'lishi.
- 3) tovush manbaining tebranish chastotasi 20 Hz dan 2000 Hz orasida yotishi.
- 4) tovush to'lqinlarining quvvati eshitish organida tovush sezgisini hosil qilishga yetarli bo'lishi kerak.

Chastotasi taxminan 16 Hz dan 20 kHz (1 Hz – sekundiga 1 tebranish degani) chegarada bo'lgan elastik to'lqinlarni odam eshitadi. Shunga muvofiq, chastotasi yuqorida ko'rsatilgan chegarada yotgan har qanday muhitdagi elastik to'lqinlar tovush to'lqinlari yoki oddiy qilib tovush deb ataladi. Havo 0°C haroratda va normal bosimda tovush 330 m/s, dengiz suvida 1500 m/s ga yaqin tezlik bilan tarqaladi, ba'zi metallarda tovushning tezligi 7000 m/s ga yetadi. Chastotasi 16 Hz dan kichik bo'lgan elastik to'lqinlar *i n f r a t o v u s h* deb, chastotasi 20 kHz dan ortiq bo'lgan to'lqinlar ultratovush deb ataladi. Gazlar va suyuqliklarda tovush manbai albatta titrayotgan jism bo'lishi shart emas. Masalan, uchib ketayotgan o'q va o'q - yoy chiyillaydi, shamol guvillaydi. Turboreaktiv samolyotning gumburlashi faqat ishlayotgan agregatlar – ventilyator, kompressor, turbina, yonish kamerasi va h.k.larning shovqinlaridagina iborat bo'lmay, shuningdek reaktiv oqimning, samolyotni katta tezliklarda aylanib o'tayotgan havoning uyurma, turbulent oqimlarining shovqinlaridan ham iboratdir. Havo yoki suvda katta tezlik bilan ketayotgan jism uni aylanib o'tayotgan oqimni yorib, muhitda davriy ravishda zichlashish va siyraklanish sohalarini vujudga keltiradi. Natijada tovush to'lqinlari hosil bo'ladi.

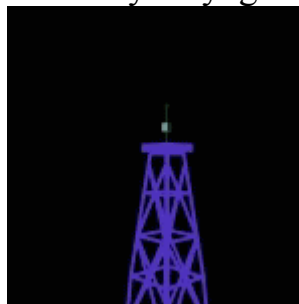


17- rasm. Tovushlarning eshitilish diagrammasi.



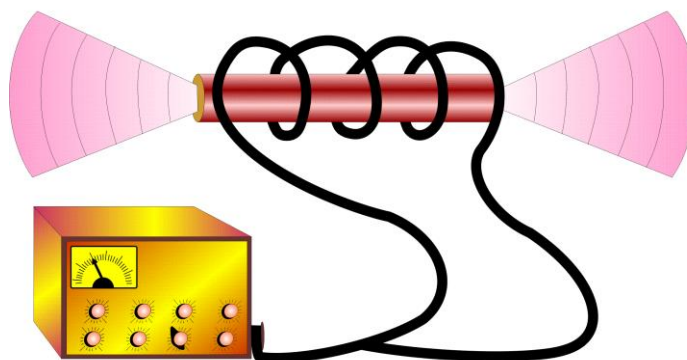
18- rasm. Texnik qurilmalarda ultratovush to'liqlarini uyg'otish uchun teskari pezoelektr effektdan foydalaniladi. Pezoelektr xossalriga ega bo'lgan kristall metall qoplamalar orasiga joylashtirib, bu qoplamalarga o'zgaruvchan kuchlanish beriladi.

Tovush ko'ndalang va bo'ylama to'liqlari ko'rinishida tarqaladi. Gazsimon va suyuq muhitda faqat bo'ylama to'liqlar hosil bo'ladi, bunda zarralarning tebranma harakatlari, to'liqning faqat tarqalish yo'nalishida sodir bo'ladi. Qattiq jismlarda bo'ylama to'liqlardan tashqari ko'ndalang to'liqlar ham yuzaga keladi, bunda muhitning zarralari to'liqning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda tebranadi. Masalan, torni uning yo'nalishiga perpendikulyar chertib, biz to'liqni tor bo'ylab yugurishga majbur qilamiz.



Tovush to'liqlari tovush manbaidan olgan energiya ni o'zlari bilan olib boradi. To'liqlarning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan bir kvadrat santimetr sirtidan bir sekundda o'tgan kinetik energiya kattaligini rus olimi N. A. Umov hisoblab berdi. Bu kattalik energiya oqimi deb ataldi. U intensivlik

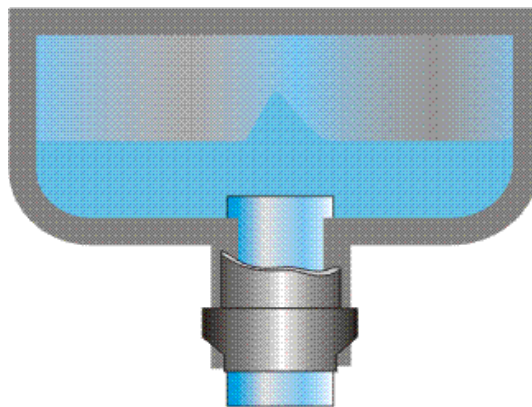
o'lchovini yoki boshqacha aytganda $t o v u s h \ k u c h i n i$ bildiradi. Tovush sezgisini keltirib chiqarish uchun to'lqin biror minimal intensivlikka ega bo'lishi kerak. Bu intensivlik qiymati $e s h i t i s h \ b o' s a g' a s i$ deb ataladi. Turli kishilar uchun eshitish bo'sag'asi birday emas: odatda, odamning yoshi kattalashgan sari bu bo'sag'a ortadi. Bundan tashqari, odamning qulog'i turli chastotali tovushlarni birday qabul qilavermaydi. Quloq 1000 dan 4000 Hz gacha chastotali tovushlarni juda yaxshi sezadi. Juda katta intensivlikda to'lqinlar tovush tarzida qabul qilinmay, quloqni siqish og'rig'i paydo qiladi. Bunday tovush to'lqinlari intensivligi kattaligini og'riq sezgi bo'sag'asi deb ataladi.



19-rasm. Magnitostriksion effekt. Agar ferromagnit sterjenga o'zgaruvchan magnit maydon qo'yilsa, u pezoelektrik plastinka singari titraydi va muhitda ultratovush to'lqinlar uyg'otadi.

Radio yoki magnitofon eshitayotganimizda $t o v u s h \ i n t e n s i v l i g i n i$ biz odatda tovush balandligiga qarab baholaymiz. Biroq miqdor jihatdan bu ikkala xossa birday emas. Sub'ektiv ravishda baholanadigan tovush balandligi tovushning haqiqiy intensivligidan sekinroq ortib boradi. Intensivlik geometrik progressiya bo'yicha ortganida tovush balandligi arifmetik progressiya bo'yicha ortadi. Shuning uchun tovushning balandlik darajasini shu tovush intensivligining boshlang'ich, birlik deb qabul qilingan tovush intensivligiga nisbati logarifmi tarzida aniqlanadi.

Tovush balandligi bellarda yoki bir tartibga kichik birliklar – $d e t s i b e l l a r$ da o'lchanadi. Odatda, tovush to'lqinlari olib o'tadigan energiya juda kam bo'ladi. Masalan, agar suvli stakan barcha o'ziga tushayotgan 70 detsibell balandlik sathiga (qattiq gap sathiga) ega bo'lgan tovush to'lqini butun energiyasini to'liq yutayotgan bo'lsa va u atrof muhitdan tamomila issiqlik almashinmaydigan qilingan bo'lsa (bu shart stakanni tovush to'lqini bilan nurlashga qarama-qarshi, albatta), u holda suvni xona haroratidan qaynash haroratigacha isitish uchun o'ttiz ming yil kerak bo'lishi hisoblab chiqilgan.



20-rasm.Ultratovush shamoli (xuddi turli zichlikdagi ikki xil suyuqlik chegarasidagi fontanga o'xshab ko'rinadi).

Tovush haqidagi ta'limotda *t o v u s h t o n i* va *t e m b r i* tushunchalari muhim o'rinni egallaydi. Har qanday real tovush, u odamning ovozi yoki muzika asbobining tovushimi – bu oddiy garmonik tebranish emas, ma'lum chastotalarga ega bo'lgan ko'plab garmonik tebranishlarning o'ziga xos aralashmasidir. Bu tebranishlardan eng past chastotaga ega bo'lgani *a s o s i y* ton, qolganlari *o b e r t o n* l a r deb ataladi.

U yoki bu tovushga xos bo'lgan turli sondagi obertonlar tovushga alohida o'ziga xoslik beradi va bu tovush *t e m b r i* ni xarakterlaydi. Bir tembrning boshqa tembrdan farqi asosiy tonning tovushi bilan birga eshitiladigan obertonlarning sonigagina emas, intensivligiga ham bog'liqdir. Tembriga ko'ra biz skripkaning tovushini rojalnikidan, gitaraning tovushini fleytanikidan, dutorning tovushini rubobnikidan oson ajratamiz, tanish kishilarimizning ovozlari bilamiz.

Tovushning tarqalish tezligi. Tovush to'lqinlari ham barcha to'lqinlar singari har qanday moddada cheklangan tezlik bilan tarqaladi. Uning tarqalish tezligi, to'g'ri chiziqli tekis harakatning yo'l formulasidan aniqlanadi:

$$g = \frac{s}{t}$$

bunda *s*- tovushning *t* vaqt oralig'ida o'tgan masofasi.

Tovushning tarqalish tezligini aniqlash usulini qarab chiqaylik. Yorug'lik juda katta tezlik $c=300000$ km/s tezlik bilan tarqaladi. Shu sababli miltiqdan o'q otilganda, eng avval olov va tutun ko'rinadi va biror vaqtdan keyin tovush eshitiladi. Shunday qilib, yorug'lik signalining tarqalish vaqti juda kichik bo'lganligidan, tovush tezligini aniqlashda uni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Havoda tovush tezligini aniqlashda, bir-biridan ma'lum masofada (5-10km) turgan ikki kishidan biri to'pponchdan yuqoriga mushak otadi, ikkinchisi esa mushak yorug'ligini ko'rishi bilan sekundomerni yuritib yuboradi va tovush eshitilgandan keyin uni to'xtatadi. Bunda *s* masofani va bu masofadan tovushning yetib kelgan vaqti *t* ni bilgan holda $g = \frac{s}{t}$ formula asosida tovushning tezligi hisoblanganda quyidagi natija olingan:

0° haroratda tovushning quruq havodagi tarqalish tezligi $v_0=332$ m/s teng ekan. Uy harorati va o'rtacha namlikda havodagi tarqalish tezligi *v* m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Tovushning gazlarda tarqalish tezligi gazning zichligiga bog'liq bo'lmasdan absolyut harorat T ning kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'lib, gazning b molyar massasi μ ning kvadrat ildiziga esa teskari proporsionaldir. Masalan, 0° haroratda tovushning tarqalish tezligi kislorodda ($\mu=32$ kg/kmol) 315 m/s, vodorodda ($\mu=2$ kg/kmol) 1263 m/s va karbonat angidrida (μ kg/kmol) 258 m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Tovushning tarqalish tezligi moddaning agregat holatiga bog'liqdir. Masalan, suvda tovushning tezligi 1480 m/s ga, shishada 5600 m/s, po'latda esa 5000 m/s ga teng.

Tovush tebranishlarining chastotasi va uning tezligi v ma'lum bo'lsa, tovushning to'lqin uzunligi λ ni yuqoridagi $\lambda = \frac{v}{\nu}$ formula asosida hisoblab chiqarish mumkin. Masalan, uy haroratida tovushning tezligi v m/s bo'lganligi uchun qulog'imiz eshita oladigan $\nu=20$ Hz chastotaga mos kelgan eng katta to'lqin uzunligi $\lambda_{\max}=17$ m ga va $\nu=20000$ Hz chastotaga mos kelgan eng qisqa to'lqinning uzunligi esa $\lambda_{\min}=17$ mm ga teng bo'ladi.

Tovushning intensivligi va qattiqligi. Amalda tovushning ta'sirini baholash uchun tovushning kuchi yoki intensivligi degan tushunchalar kiritiladi.

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

$$I = \frac{W}{St}$$

Kattalik Sistema	W	S	t	I
SI	J	m^2	s	$\frac{J}{m^2 s} = \frac{Vt}{m^2}$

bunda, W –tovush to'lqinining energiyasi; S - to'lqin o'tgan yuza; t - to'lqinning o'tish vaqti.

Insonning qulog'i juda sezgir bo'lganligi sababli, u ancha keng diapazonli tovush intensivligini qabul qila oladi.

Intensivlikning tayinli bir minimal qiymatida odam tovushni eshitmay qoladi; bu minimal intensivlik I_0 ga eshitish bo'sag'asi deb ataladi. Bu I_0 ning qiymati turli chastotalar uchun turlicha bo'ladi.

Insonning qulog'i chastotasi 1000 dan 3000 Hz orasida bo'lgan tebranishlarga nisbatan juda sezgir bo'lib, bu chastota oralig'ida eshitish bo'sag'asi intensivligi $I_0=10^{-12}$ Vt/m^2 ga tengdir.

Bundan tashqari, chastotasi 20 Hz dan kichik va 20000 Hz dan katta bo'lgan tebranishlar eshutilishiga yetarli intensivlikka ega bo'lsada, tovush sifatida qabul qilinmaydi.

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

Tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, og'riq sezish bo'sag'asi hamma chastotalarda taxminan bir xil bo'lib, u $I_m=1 \text{ vt/m}^2$ ga teng.

Bu I_o va I_m intensiliklar juda keng intervalda o'zgarganligi uchun, ularni taqqoslash o'rniga logorifmlarni taqqoslash qulaydir. Tovushning bundan sub'ektiv - taassurot bahosi qattqlik bo'lib, u eshitish sezgisi darajasini xarakterlaydi. Qattqlik o'zining sub'ektivligiga qaramay, ikki manba tovushining eshitilish sezgilarini taqqoslash yo'li bilan tovush qattqligini miqdoran baholash mumkin ekan. Binobarin, tovushning qattqligi matematik nuqtai nazardan tovush intensivligining logorifmiga proporsionaldir.

Shunday qilib, tovushning qattiq darajasi 1858 yilda nemis fiziklari Vilgelm Veber (1804-1891) va Gustav Fexner (1801-1887) tomonidan yaratilgan psixofizik qonuni asosida aniqlanadi. Bu qonunga ko'ra, biror tovushning L qattqligi tovush intinsivligi I ning eshitilish bo'sag'asidagi intensivligi I_o ga bo'lgan nisbatidan olingan o'nli logorifmiga to'g'ri proporsionaldir:

$$L = k \lg \frac{I}{I_o}$$

bunda k – proporsionallik koeffitsienti. Agar $k=1$ deb olinsa, tovushning qattqligi bel (B) deb ataluvchi birlikda o'lchanadi, ya'ni

$$L = \lg \frac{I}{I_o}, B.$$

Bel bilan bir qatorda undan 10 marta kichik bo'lgan detsibel (dB) larda ham o'lchanadi. Bu holda:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_o}, dB.$$

Detsibel to'g'risida yana ham aniqroq tasavvur hosil qilish mumkin: qattqlikning odam qulog'i seza oladigan minimal o'zgarishi 1 detsibelga teng ekan.

Misol tariqasida ayrim tovushlarning qattqligini keltiramiz: tovushning eshitish bo'sag'asidagi qattqligi 0, sekin suhbatniki 40 dB, shovqinniki 80 dB, samolyot matorining shovqini 110 dB va og'riq sezish busag'asidagi tovushniki esa 130 dB ga teng.

Tovushning balandligi. Muhitdagi tovush tebranishlari garmonik bo'lgandagina eshitish orqali baholangan tovushning balandligi (yuksakligi) obe'ktiv ravishda tebranish chastotasiga mos keladi. Agar muidagi tovush tebranishlari garmonik, ya'ni angormonik bo'lsa, bu tebranishni chastotalari karrali bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisi sifatida tasavvur qilish mumkin. Bu holda garmonik tebranishning eng kichik chastotasi ν_o bilan harakterlanadigan tashkil etuvchisiga asosiy ton deyilib, $2\nu_o$, $3 \nu_o$ va hakoza chastotaki qolgan tashkil etuvchilarga esa obertonlar deyiladi. (birinchi oberton $2 \nu_o$, ikkinchi oberton $3\nu_o$ chastotaga ega va hakoza)

Murakkab tovushning tarkibini grafik ko'rinishda akustik spektr orqali tasvirlash mumkin. Buning uchun koordinata sistemasining abstsissa o'qiga chastotani, ordinata o'qiga esa tebranishning garmonik tashkil etuvchilarning asosiy ton va obertonlarning prosentlarida ifodalangan nisbiy kuchi (intensivligi) quyiladi.

Tajribalarda olingan bir xil notaning ($v_0=100$ Hz) akustik spektri ko'rsatilgan. Shunday qilib, akustik spektr murakkab tonli tovushning muhim fizik harakteristikasidir.

Bunday murakkab tovushning asosiy tonida mos keluvchi chastotaga v_0 ni quloq tovushning yuksakligi sifatida qabul qilinadi.

Shunday qilib, tovush asosiy tonining chastotasi qancha katta bo'lsa, tovushning balandligi ham shuncha yuqori bo'ladi.

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

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

Tovush tembrining balandligi, obertonining kuchi va oberton soniga hamda tovushning o'sib borishidagi xarakterli proseslariga va uning o'zgaruvchanligiga ham bog'liqdir. Masalan, yuksakligi bir xil, obertonlar soni va obertonlar kuchi har xil bo'lgan tovush manbalari o'ziga xos tembriga ega bo'ladi.

Ultra- va infratovushlar. Tebranish chastotalari 20000 Hz dan katta bo'lgan mexanik tebranishlarni inson qulog'i tovush sifatida qabul qilmaydi. Ularga ultra tovushtebanishlari yoki ultratovushlar deyiladi. Ultratovush chastotalarining yuqori chegaralari shartli ravishda 10^8 Hz dan deb qabul qilingan.

Ultratovushni qabul qilish (generasiyalash) va qabul qilishlik uchun ultratovush nurlatkich va priyomnik deb ataluvchi asboblari ishlatiladi. Ultratovush nurlatkichlardan eng ko'p tarqalgan elektromexanik nurlatkichlar bo'lib, ularning ishlash jarayoni teskari p'ezoelektrik hodisasiga asoslangan.

Ultratovush to'lqinlarning tarqalish tezligi va yutilishining muhit holatiga bog'lanishidan moddalar molekulyar xossalarini o'rganishdan foydalaniladi. Bu xildagi tekshirishlar molekulyar akustikaning o'rganish predmetidir.

Ultratovush to'lqinlarning ikki muhit chegarasidan qaytishi xossalariga asoslangan prinsipga binoan suv havzalarining chuqurligini, ular tubining reliefini, aysberglarni, baliq to'dalarini, suv osti kemalar va hokozolarni aniqlashda exolot deb ataluvchi gidrolokatorlardan foydalaniladi. Masalan, Rossiya davlati olimlari exolot yordamida shimoliy muz okeani ostidagi tizmalarni kashf qilishgan. Kema yo'lida gorizontali yo'nalishdagi to'siqqa bo'lgan masofani aniqlashda ishlatiladigan ultratovush (tebranishlari) lokatorlar ham shu prinsipda ishlaydi.

Delfin va ko'rshapalaklar juda ham takomillashgan xususiy ultratovush lokatorlariga egadir. Ko'rshapalak ultratovush tebranishlari impulsining chastotasi 25000 dan 50000 Hzni, davomiyligi esa 0,015s ni tashkil qiladi.

S. Ya. Sakolov (1897-1957) tomonidan yaratilgan ultratovush defektoskoplari metall buyumlarining nuqsonlarini, jismlarning chiziqli o'lchamlarini aniqlashda muvaffaqiyatli qo'llanishi mumkin, bu ayniqsa, atrofdagi o'lchov asboblari bilan ishlash mumkin bo'lmagan joylarda (masalan, kema zirhini aniqlashda, qozonlarning devorlarini tekshirishda va shu kabilarda) juda qo'l keladi.

Ultratovushlar biologik va fiziologik ta'sirga ega. Masalan, ba'zi o'simliklarning (paxta, no'xot, kartoshka va shunga o'xshash) urug'lariga ultratovush ta'sir ettirilganda ular tez o'nadi va hosildorligi ortadi, uning ta'sirida sut darrov achib qolmaydi, qizil qon tanachalari yemiriladi, ultratovush ta'sir etganda itbaliq,

baliqchalar bir minut davomida o'ladi., ultratovushni mikroorganizmlarni o'ldirishi ulardan sterilatsiyada foydalanish imkonini beradi.

Ultratovush meditsina sohalarida ham keng qo'llanishga egadir: operatsiyalar vaqtida ultratovushni faqat yumshoq to'qimalarini emas, balki suyuq to'qimalarini ham kesish qobiliyatiga ega bo'lgan. "Ultratovush skalpeli" sifatida ishlatiladi. Hozirgi vaqtda shikastlangan yoki transplantasiyalanuvchi suyak to'qimalarini ultratovush yordamida "payvandlash" metodi ishlatiladi.

Tebranish chastotasi 20 Hz dan kichik bo'lgan mexanik to'lqinlarga infratovush to'lqinlari yoki infratovush deyiladi. Ular inson tovush sezgisini uyg'otmaydi. Infratovush to'lqinlar dovul va zilzilalar vaqtida, dengiz va yer qobig'ida hosil bo'ladi. Infratovushning tarqalish tezligi dovul va zilzila vaqtida bo'ladigan gigant (bahaybat) to'lqinlar to'dasining tarqalish tezligidan ancha katta bo'ladi. Bu hol infratovush to'lqinlarini qabul qila oladigan ba'zi hayvonlarning yaqinlashayotgan xavf haqidagi signallarni qabul qilish imkoniyatini beradi.

Hozirgi zamon radioaloqa jarayonlari. Tovush tebranishlari past, ya'ni $\nu=20$ Hz dan $\nu=20000$ Hz chastotali bo'lgani uchun unga mos kelgan elektromagnit tebranishlari antenna orqali to'g'ridan to'g'ri fazoga tarqatib bo'lmaydi, chunki tovush to'lqin chastotasiga teng chastotali elektromagnit to'lqinlarning quvvati juda kichik bo'lib, tarqalishda tez so'nadi. Haqiqatdan ham, antennadan uzatiladigan to'lqinning quvvati chastotaning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir. Shu sababli, aloqada chastotasi yuqori bo'lgan elektromagnit to'lqinlardan foydalaniladi.

Radioaloqa prinsiplari quyidagicha amalga oshiriladi: uzatuvchi antenna atrofida hosil bo'lgan yuqori chastotali elektromagnit maydon to'lqin ko'rinishida fazoda tarqaladi va u qabul qiluvchi antennaga yetib borgach, unda stansiya chastotasiga teng chastotali tok hosil qiladi.

So'nmaydigan yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarni hosil qiluvchi generatorlarning kashf qilinishi, radio orqali qisqa va uzun elektromagnit to'lqinlarning impulslaridan iborat bo'lgan telegraf signallarini, muzika va nutqlarni uzatish imkoni tug'ildi.

Tovushli radioaloqani amalga oshirish uchun yuksak chastotali tebranishlarni maxsus usulda modulyatsiyalash, ya'ni tovush chastotasiga mos elektr tebranishlarni yuksak chastotali tebranishlarga qo'shish kerak. Boshqacha qilib aytganda, yuqori chastotali tebranishlar amplitudasini tovush chastotasi bilan o'zgartirish kerak. Bu usulda amplituda modulyasiyasi deyiladi.

Amplitudali modulyasiyalash jarayonining sxematik tasviri keltirilgan. Mikrofon bilan tovush tebranishlariga mos kelgan elektr toki tebranishlarni hosil qiladi. Bu tebranishlar to'lqinni tarqatuvchi yuksak chastotali tebranishlar bilan qo'shiladi, natijada amplitudali modulyasiyalangan tebranishlar hosil bo'ladi.

Radiopryomnik qurilmasida modulyasiyalangan tebranishlarni tovush chastotali tebranishga aylantiriladi. Bunday jarayonga *detektorlash* yoki *demodulyasiyalash* deyiladi.

Tebranishlarni detektorlash yarim o'tkazgichlar yoki bir tomonlama o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan boshqa maxsus qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Demodulyasiyalangan tebranishdan past chastotali tovush tebranishini ajratib olish uchun proyomnik zanjiridagi telefonga kondensator parallel ravishda

ulanadi, chunki yuqori chastotali elektromagnit tebranishlar uchun kondensator sig'im qarshiligi X_c quyidagiga teng bo'ladi:

$$X_c = \frac{1}{\omega C},$$

U juda kichik bo'ladi. Shuning uchun kondensatordan yuqori chastotali tok, telefon chulg'ami orqali esa tovush chastotasiga mos kelgan tok o'tishi natijasida tovush eshitiladi. Telefon radioaloqasi jarayonining umumiy xususiyatlari shulardan iborat. Priyomnik detektorida hosil qilingan tovush chastotali tebranishlarni radiokarnaylar orqali ham eshitish mumkin.

YORUG'LIKNING VAKUUMDAGI TEZLIGI

Yorug'likning tabiati haqidagi birinchi ilmiy gipotezalar XVII asrda aytilgan edi. Bu vaqtga kelib yorug'likning ikki ajoyib xossasi - bir xil muhitda to'g'ri chiziqli tarqalishi va yorug'lik dastalari tarqalishining mustaqilligi, ya'ni bir yorug'lik dastasi tarqalishiga ikkinchi yorug'lik dastasining ta'sir qilmasligi aniqlangan edi.

I.Nyuton 1672 yilda yorug'likning korpuskulyar tabiati haqidagi fikrni aytdi. Yorug'likning korpuskulyar tabiatiga Nyutonning zamondoshlari R.Guk va X. Gyuygens qarshi chiqishdi, ular yorug'likning to'lqin nazariyasini ishlab chiqishdi.

Yorug'lik tezligi. Yorug'likning tabiatini o'rganishdagi birinchi katta muvaffaqiyat yorug'likning tezligini o'lchash bo'ldi.

Yorug'likning tezligini o'lchashning eng oddiy usuli yorug'lik signalini ma'lum masofada tarqalish vaqtini o'lchashdan iborat edi. Masalan, ko'zgu qarshisida elektr fonar yoqilgan paytda sekundlarni yurgizib yuborish, ko'zgudan qaytgan yorug'likka mos keluvchi vaqtda sekundomerni to'xtatish mumkin. O'lchangan t vaqtga va yorug'lik o'tgan $2l$ masofaga ko'ra yorug'likning c tezligi topiladi:

$$c = \frac{2l}{t}$$

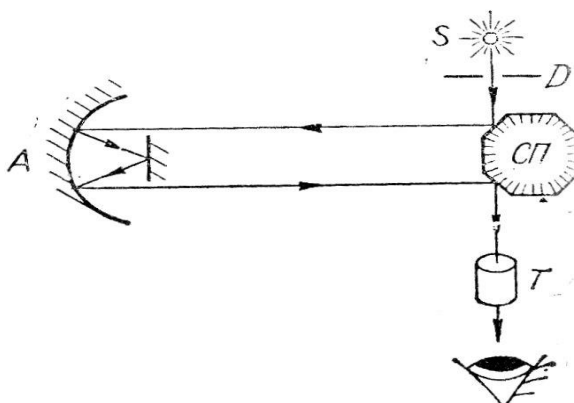
biroq bunday tajribalarni amalga oshirishga urinishlar muvaffaqiyatsiz tugardi, ko'zgugacha bo'lgan masofa bir necha kilometr bo'lganda ham yorug'likning kechikishini sezib bo'lmadi.

Yorug'lik tezligi birinchi marta tajribada astronomik metod bilan aniqlandi. 1676 yilda daniyalik olim Olaf Ryomer (1644-1710) Yer bilan Yupiter orasidagi masofani o'lchashda ularning quyosh atrofida aylanishi tufayli Yupiter yo'ldoshi uning sohasidan chiqishi davriyligi o'zgaradi. Yer Yupiterga nisbatan Quyoshning boshqa tomonidan bo'lganda Io yo'ldoshi Yupiter orqasidan hisoblarga qaraganda

22 min kech paydo bo'ladi. Biroq yo'ldoshlar sayyora atrofida bir tekis aylanadi. Demak, bu kechkish ko'rinmadir. Yupiter yo'ldoshi paydo bo'lishining ko'rinma kechikishining sababini Ryomer Yer bilan Yupiter orasidagi masofa ortganda yorug'likning tarqalish tezligi chekli ekanligi bilan tushuntirdi. Yer o'z orbitasining qarama – qarshi tomoniga o'tganda Yer bilan Yupiter orasidagi masofa Yer orbitasi diametri qadar ortadi, ya'ni 300 mln. km ortadi. Bu masofaning kechikishining ko'rinma vaqtiga bo'lib, Ryomer yorug'lik tezligi 200000 km/s ortiq ekanligini topdi.

Yanada aniq hisoblashlar yorug'lik tezligi 299792 km/s yoki taxminan 300000 km/s ekanligini Amerika olimi Maykelson 1826 yilda yorug'lik tezligini aniqladi. U Amerika davlatini Kaliforniya shtatining Vilson va San – Antoniya tog' cho'qqilaridan foydalangan. Bu cho'qqilar orasidagi masofa $l = 35732,21$ m bo'lib, juda aniq o'lchangan.

21–rasmda Maykelson tajribasi sxematik ravishda rasvirlangan bo'lib, unda sakkiz yoqli ($n=8$) ko'zguli P prizma Vilson tog'ining cho'qqisiga va A botiq ko'zgu esa Son – Antonio tog' cho'qqisiga o'rnatilgan. Prizma qo'zg'almay turganda kuzatuvchi T ko'rish trubasida d tirqishning tasvirini ko'radi. Agar P prizma harakatga keltirilsa, tirqishning tasviri kuzatuvchidan chiqib ketib, prizmaning aylanish chastotasi $\nu=528,16$ 1/s ga teng bo'lganda tirqishning tasviri yana qayta ko'rinadi.



21 – rasm. Yorug'lik tezligini aniqlash uchun Maykelson tajribasi

Shu usul bilan Maykelson prizmaning $\varphi = \frac{2\pi}{m}$ burchakka burilish vaqti t oralig'ida yorug'lik tog'lar orasidagi l masofani ikki marta, ya'ni $s=2l$ masofani o'tgandagina, kuzatuvchi T ko'rish trubasi orqali yana tirqishning tasvirini ko'radi. Binobarin, α burchakka burilish vaqti t orqali aniqlaydi.

$$t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{2\pi/n}{2\pi\nu} = \frac{1}{n\nu},$$

Bunda ω - prizmaning burchakli tezligi bo'lib, ν - esa aylanish chastotasi. U vaqtda yorug'likning tarqalish tezligi c quyidagiga teng bo'ladi:

$$c = \frac{s}{t} = \frac{2l}{\frac{1}{n\nu}} = 2nl\nu = 2,8 \cdot 35732,21 \text{ m} \cdot 528,16 \text{ 1/s} = 2,99 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Shunday qilib, Maykelson yorug'lik tezligini $c=2,99 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ekanligini topadi.

Yorug'likning elektromagnit tabiati. Yorug'likning to'liq nazariyasi uchun eng qiyin masalalardan biri yorug'lik to'liqlari tarqalishida nima tebranadi, ular qanday muhitda tarqaladi degan masala edi.

Yorug'likning tabiati va uning tarqalish mexanizmi haqidagi savolga Maksvell gipotezasi javob berdi. Yorug'likning vakuumdagi tezligining tajribada o'lchangan qiymatining elektromagnit to'liqlarning tarqalish tezligi qiymatiga mos tushishi asosida Maksvell yorug'lik – elektromagnit to'liqlar degan farazni aytdi. Bu faraz ko'pgina eksperimental dalillar asosida tasdiqlandi. Yorug'likning elektromagnit nazariyasi tasavvurlari yorug'likning qaytish va sinish qonunlarining, yorug'lik interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishi xossalari eksperimental kashf etilishi bilan to'la mos keladi.

Korpuskulyar to'liq dualizmi. Fotoeffekt qonunlarini, yorug'likning modda bilan ta'sirlashuv hodisalarini yorug'likning elektromagnit nazariyasi tushuntirib bera olmaydi. XX asrda fizikada yorug'lik xossalari korpuskulyar – to'liq dualizmi haqida tasavvur mustahkamlanib qoldi.

Yorug'lik bir xil tajribalarda to'liq xossalarga ega bo'lish fakti, yorug'likning tabiati bizga atrofdagi tanish jismlar tabiatiga qaraganda ancha murakkab ekanligini bildiradi. Yorug'lik kichik bo'ronlarga o'xshab, zarrachalar to'plamidan iborat emas, uni tovush to'liqlari yoki suv sirtidagi to'liqlarga o'xshash deb tasavvur qilish ham mumkin emas.

Istagan yorug'lik hodisalarida ular chuqur o'rganilganda yorug'likning korpuskulyar va to'liq xossalari uzviy bog'liq ekan namoyon bo'ladi.

RENTGEN NURLARI

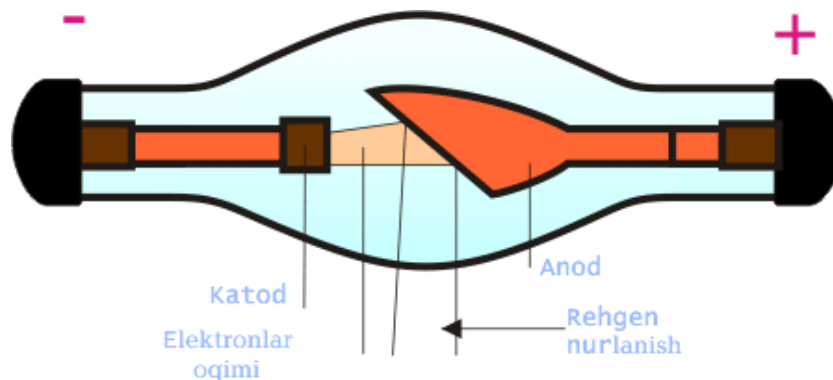
O'tgan asr oxirida Germaniyadagi Vyursburg universiteti professori V. Rentgen **gazlarda elektr razryadi** ustida tajribalar o'tkazdi. U ikki kavsharlangan elektrodga ega bo'lgan, atmosfera bosimiga nisbatan $\sim 10^{-5}$ bosimgacha havosi so'rilgan shisha trubkani ishlatdi. Elektrodlarga yuqori kuchlanish berilganida anod (musbat elektrod) atrofidagi shisha sarg'ish-yashil yorug'lik bilan yorug'lana boshlagan. Bu yorug'lanishni fiziklar katod nurlari deyiladigan nurlar ta'siri oqibati, deb tushuntirgan. Ularni katod nurlantiradi hamda u anodga va qisman trubka devoriga tushadi. Keyinroq bu nurlar manfiy zaryadlangan zarralar **elektronlar** oqimi ekanligi isbotlandi.

1895 yil noyabr oyi oqshomlaridan birida Rentgen laboratoriyada ishlayotganda, ajoyib hodisani kuzatdi. Tajribalar o'tkazish uchun u razryad trubkani oddiy yorug'likni o'tkazmaydigan qora qog'ozga o'radi, xona qorong'i edi, bu olimga trubkaga yaqin joyda yotgan bariy tuzi kristallari kuchsiz yorug'lik chiqarayotganini payqashga imkon berdi. U trubkadagi kuchlanishni uzganda yorug'lanish yo'qoldi. Shundan keyin Rentgen bariy tuzi bilan qoplangan ekranni trubka yaqiniga o'rnatdi. Ekran yorug'landi. Olim trubka bilan ekran orasiga turli buyumlarni joylashtira boshladi. Karton, qog'oz, ebonit plastinka yorug'lanish ravshanligiga ta'sir ko'rsatmadi. Metall buyumlar ekranga soya tushirdi. Trubkaning moddadan o'tib ketuvchi noma'lum nurlar manbai ekanligi ravshan bo'ldi. Bu nurlarni Rentgenning o'zi «X- nurlar» deb atadi, biz esa ularni Rentgen nurlari deymiz.

X- nurlar yo'lga tadqiqotchi o'z qo'lini qo'ydi va ekranda qo'l skeletining soya tasviri paydo bo'ldi - yumshoq to'qimalar nurlanish uchun shaffof, suyaklar esa uni

deyarli o'tkazmas edi.

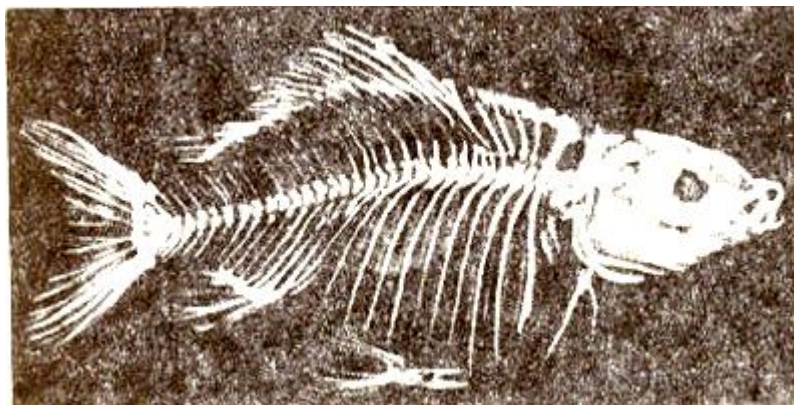
Olimning «Nurlarning yangi turi haqida» sarlavhali birinchi maqolasida Rentgen o'zi kashf qilgan nurlar xossalarini tavsifladi, bu maqola butun dunyoni aylanib chiqdi va keyin barcha yevropa tillarida alohida kitobcha shaklida bosildi.



22- rasm.Rentgen trubkasi sxemasi.

Ammo Rentgen sirli nurlar tabiatini tushuntirib bera olmadi. U **elektr** toklarning mavjudligini bilmas edi, ana shu elektronlarning trubka shishasida tormozlanishi rentgen nurlar va ko'rinadigan yashil yorug'lik paydo bo'lishining sababi edi. Zaryadli zarra modda ichiga uchib kirganda tormozlanadi, o'z tezligini yo'qotadi va **elektromagnit to'liqlarni** nurlantiradi. Rentgen nurlar to'liq uzunligi diapazoni $\sim 5 \cdot 10^{-8}$ dan $5 \cdot 10^{-12}$ m gacha oraliqda yotadi. Elektromagnit to'liqlar shkalasida ular ultrabinafsha nurlanish va **gamma-nurlanish** orasidagi joyni egallaydi. Tormozlanuvchi elektronlar dastasi turli to'liq uzunlikka (λ) ega bo'lgan to'liqlarni nurlantiradi. Bu to'liqlar uzluksiz rentgen spektr tashkil qiladi, lekin, bundan boshqa λ ning muayyan qiymatlariga ega bo'lgan to'liqlar gruppasiga tegishli ayrim spektral chiziqlar ham mavjud bo'ladi. Ularning tabiati quyidagicha: tushayotgan zarralar atomni ionlaydi va hosil bo'lgan bo'sh o'rinlarga yuqoriroq energiya sathlaridagi elektronlar o'tadi. Bunda muayyan $h\nu$ yoki $h\frac{c}{\lambda}$ - energiyali kvant nurlantiriladi. Bo'sh satr atomning tashqi elektronlar qobig'ida hosil bo'lganda ko'rinadigan yorug'lik yoki ultrabinafsha nurlar kvanti nurlantiriladi, bo'sh sath ichki qobiqda hosil bo'lganda esa kattaroq energiyali va mos ravishda kichikroq to'liq uzunlikli kvant, ya'ni rentgen kvant nurlantiriladi. Bu nurlanish elektronlar dastasi bombardimon qilayotgan anod materialini xarakterlaydi. Shuning uchun u xarakteristik nurlanish deyiladi.

Rentgen nurlanishi shunchalik kichik to'liq uzunlikka egaki, uning uchun difraktsion panjara sifatida kristalldan foydalanish mumkin: axir, kristall atomlari orasidagi masofa $10^{-9} \div 10^{-10}$ m bo'ladi-ku. Kristall ichidan o'tayotib yoki undan qaytayotib, rentgen nurlari fotoplastinkada difraktsiyaning xarakterli manzarasini beradi. Uni tadqiq qilib, fiziklar moddaning tuzilishi to'g'risida muhim ma'lumotlar oladilar, rentgenostruktura analizi o'tkazadilar.



23- rasm. Rentgen nurlari yordamida bizga ko'rinmaydigan ko'p narsalarni (masalan: baliq skeletini) ko'rish mumkin.

1962 yilni rentgen astronomiyasi tug'ilgan deb hisoblash mumkin. **Yadro nurlanishlari detektorlari** dastavval raketalarda, keyin esa sun'iy yo'ldoshlarda koinotga ko'tarildi. Quyosh va yulduzlarning yer atmosferasidan o'ta olmaydigan rentgen nurlanishi o'rganildi. Ko'p kosmik ob'ektlar rentgen nurlarini nurlantirgichlar kashf qilindi. Lekin rentgen pulsarlarining aniqlanishi bu sohadagi eng katta kashfiyot bo'ldi. Olimlar bunday pulsarni ikki yulduzdan iborat sistema, deb tasavvur qiladilar, ularning biri neytron yulduzdir. Neytron yulduzning radiusi atigi $10 \div 30$ km, massasi esa yulduzlar massasicha, binobarin, o'sha moddaning zichligi $10^{11} \div 10^{15}$ g/sm³. Zichlik bunday bo'lganida **elektronlar** yadrolarga «tikilgan» va protonlar bilan birga **neytronlar** hosil qiladi. Ikkinchi yulduz, odatda, gazsimon yulduzdir. O'zaro harakat protsessida neytron yulduz o'z yo'ldoshining moddasini «tortib» oladi va uning sirtini, rentgen trubkasidagi anod singari, zarralar bombardimon qiladi. Mana shu sabab nurlanishni vujudga keltiradi. Bu nurlanish, sistema (juda katta tezlik bilan) aylanayotganligi va u bilan birga «rentgen projektorining gigant nuri aylanganligi sababli, vaqt bo'yicha pulslanib turadi. Rentgen nurlarining kashf qilinishi fizika tarixida muhim rol o'ynaganligi aniq. Undan keyin yangi tadqiqotlar amalga oshirildi hamda atomlar tuzilishi va materiyaning kvant nazariyasi haqidagi hozirgi zamon qarashlarining shakllanishiga olib kelgan ilmiy yutuqlar qo'lga kiritildi.

PLANK GIPOTEZASI. PLANK DOIMIYSI

Plank tajriba natijalariga asoslanib

$$E_{\lambda,T}^o = A\lambda^{-5}e^{-B/\lambda T}$$

Ushbu formulani o'zlashtirishga harakat qildi. Absolyut qora jism uchun tegishli taqsimot qonunining absolyut xarakterga egaligini, ya'ni nurlanish kovak devorlariga bog'liq emasligini Plank o'z izlanishida, kovak devorlarini garmonik ossilyatorlar sifatida tasvirlash uchun qo'lladi. Plank oldida turgan masala garmonik ossilyatorlar ansanbli uchun termodinamik kattalik - entropiyani hisoblash edi, chunki birinchi tomondan, kovak ichida muvozanat holat kovakni absolyut qora jism nurlanishi bilan to'ldirilganida yuz beradi. Ikkinchi tomondan esa, sistemaning muvozanat holatida entropiya maksimal qiymatga erishadi.

1877 yil Bolsman ko'rsatganidek, biror holat entropiyasi shu holatni vujudga kela olish ehtimolligi o'lchovidir. Ikkinchi tomondan esa, xuddi shu ehtimollikni, ossilyatorlararo energiya taqsimotining mumkin bo'lgan usullarini teng ehtimolli

deb faraz qilib, taqsimlanish usullari sonini sanash bilan aniqlasa bo'ladi. Ammo bu xil sanash energiyani ixtiyoriy uzluksiz qiymatlar emas, balki faqat uzlukli, diskret va, demak, biror asosiy energiya birligi ϵ ga, ya'ni kvantiga karrali qiymatlar qabul qiladi deb hisoblaganimizdagina mumkin. Plank, shuning uchun, ossillyator energiyasini asosiy energiya birligi ϵ ga proporsional va asosiy energiya birligi esa ossillyator chastotasiga proporsional $\epsilon=h\nu$ deb qabul qildi. 1900 yilda Plank yuqoridagi tajriba natijalarini hisobga olgan holda va keltirilgan mulohazalar asosida nurlanishning quyidagi formulasini Nemis fizika jamiyatida e'lon qiladi.

$$E_{\lambda,T}^o = \frac{8\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda T} - 1)},$$

h - Plank doimiysi, k – Bolsman doimiysi, c - yorug'lik tezligi.

Bu ifoda eksperiment natijalarini juda yaxshi tavsiflaydi. Ikkinchi tomondan, to'liq uzunligining yoki haroratning kichik qiymatlarida, ya'ni $\frac{h\nu}{kT} \gg 1$ da

$E_{\lambda,T}^o = \frac{8\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda T} - 1)}$ ifodaning maxrajdagi eksponenta birdan kattadir. Bu holda maxrajdagi birni hisobga olmasak, kichik to'liqlarda nurlanishning taqribiy qonuni - Vinning $E_{\lambda,T}^o = A\lambda^{-5} e^{-B/\lambda T}$ formulasiga kelimiz.

To'liq uzunligi λ ning yoki harorat T ning katta qiymatlarida, ya'ni $\frac{h\nu}{kT} \ll 1$, eksponentaning $\frac{h\nu}{kT}$ ning darajalari bo'yicha qatorga yoyish mumkin. Qatorning birinchi hadi Reeley – Jins qonuni

$$E_{\lambda T}^o = \frac{kT}{4\pi^2 c^2} \omega^2. \text{ ni beradi.}$$

Absolyut qora jism uchun energetik yorituvchanlikni hisoblasak, Stefan – Bolsman qonunini hosil qilamiz:

$$E_e = \int_0^\infty E_{\lambda,T}^o d\lambda = \sigma T^4.$$

Nihoyat, Plank formulasidan Vinning siljish qonunini keltirib chiqaramiz, $E_{\lambda,T}^o = \frac{8\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda T} - 1)}$ funksiyaning maksimumini qidiraylik. Buning uchun

$E_{\lambda,T}^o = \frac{8\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda T} - 1)}$ funksiyaning λ ga nisbatan birinchi hosilani nolga tenglaymiz.

$$\frac{dE_{\lambda,T}^o}{d\lambda} = 8\pi^2 h \frac{(hc/\lambda kT) e^{hc/\lambda kT} - 5(e^{hc/\lambda kT} - 1)}{\lambda^6 (e^{hc/\lambda kT} - 1)^2} = 0.$$

Bu tenglama sirtidagi ifodani nolga aylantiruvchi $\lambda = \lambda_m$ qiymatda funksiya $E_{\lambda,T}^o$ o'z maksimumiga erishadi. $\lambda = \lambda_m$ qiymat quyidagi transsendent tenglamaning yechimidir:

$$x^5 e^x - 5(e^x - 1) = 0.$$

Transsendent tenglamani yechsak, $x=4,965$, demak, $hc/\lambda_m kT = 4,965$, bundan

$$\lambda_m T = \frac{hc}{4,965 \cdot k} = \text{const.}$$

$$\frac{dE_{\lambda,T}^0}{d\lambda} = 8\pi^2 h \frac{(hc/\lambda kT)e^{hc/\lambda kT} - 5(e^{hc/\lambda kT} - 1)}{\lambda^6 (e^{hc/\lambda kT} - 1)^2} = 0. \text{ tenglamani qanoatlantiruvchi } \lambda=0$$

va $\lambda=\infty$ yechimlar $E_{\lambda,T}^0$ funksiyaning maksimumini beradi.

Demak, Plank formulasi muvozanatli issiqlik nurlanishining tugallangan tavsilotini beradi.

Shunday qilib, kvant nazariyasining vujudga kelishi klassik nazariyaga g'oyat zid, begona bo'lgan, mutlaqo yangi tushuncha kiritishni taqozo qiluvchi eksperiment natijasi bilan bog'liq. Demak, ba'zi sistemalarda energiya ixtiyoriy uzluksiz qiymat qabul qilolmaydi, bunday sistemalar koinotning qolgan qismi bilan diskret miqdorli energiya, ya'ni kvantlar bilan energiya almashadi.

Plankning kvantlar haqidagi yangi g'oyasi bitta eksperiment natijalarini tushuntirish bilan bog'liq bo'lganda, albatta, u o'zida unchalik qiziqish uyg'otmagan bo'lar edi. Kvantlar g'oyasi dastavval bir eksperiment natijalarini tushuntirishda yagona to'g'ri yo'l ko'rsatib hammani qoyil qilgan bo'lsa, keyinchalik esa bu g'oya asosida yangi g'oyalarning tug'ilishi odat tusiga kirib qolgan.

Plank doimiysini optikaviy pirometriya yo'li bilan aniqlash. Vin qonunini ifodalovchi $\omega \sim T$ bog'lanish kundalik tajribadan ma'lum. Uy haroratida jismlarning nurlanishi oddiy ko'z bilan sezib bo'lmaydigan infraqizil sohada yuz beradi. Biz bu nurlanishni qizdirilgan jismlardan keluvchi issiqlik sifatida sezamiz. Jism haroratining ko'tarilishida ko'zga ko'rinuvchi dastavval to'q qizil, so'ngra och qizil, nihoyat sarg'ish va hatto, oq nurlanish hosil bo'ladi. Bu holni matematik tarzda Vinning $\lambda_m T = \text{const}$ qonuni tavsiflaydi. Haroratning qizdirilgan jism rangiga bog'liqligi fanda ham qo'llaniladi. Chunonchi, shu yo'l bilan Quyosh fotosferasining harorati aniqlangan. Jism nurlanishini tekshirish yo'li bilan uning harorati aniqlangan. Yuqori haroratni aniqlashda aytilgan mulohazalarga asoslangan optikaviy metodlar keng qo'llaniladi. Jismning issiqlik nurlanishini o'lchash yo'li bilan haroratini aniqlovchi asbobga **optikaviy pirometr** deyiladi. Optikaviy metodlar yordamida haroratni aniqlash yo'llarini o'rganuvchi amaliy fizika sohasiga **optikaviy pirometriya** deyiladi.

Optikaviy pirometriya metodida kuzatilayotgan jism nurlanishining biror xarakteristikasi bilan absolyut qora jism nurlanishining xuddi shunday xarakteristikasi solishtiriladi. Odatda, nurlanish xarakteristikalarini taqqoslash nurlanishlarning integral yoki spektral intensivligining tengligiga yoki spektral tarkibining aynanligiga asoslanadi. Uch xil taqqoslashga mos ravishda jismning nurlanish qobiliyati va termodinamik haroratning funksionali bo'lgan uch xil: energetik (radiatsion) T_{en} , rangli T_{rang} , ravshanlik (qora) T_{ravsh} haroratlarini farq qiladilar.

Energetik va radiatsion harorat deb, yorituvchanligi kuzatilayotgan jism energetik integral yorituvchanligiga teng absolyut qora jism harorati tushuniladi. Berilgan ikki to'lqin uzunlik uchun energetik spektral ravshanliklari nisbatiga absolyut qora jism harorati rangli harorat deb yuritiladi. Nihoyat, ravshanlik harorati deb kuzatilayotgan nurlanish spektral energetik ravshanligiga shu to'lqin uzunlikda spektral energetik ravshanligi teng absolyut qora jism harorati tushiniladi. Qizdirilgan jismning haroratini o'lchash tolasi g'oyib bo'luvchi optikaviy, ya'ni ravshanlik pirometrda bajariladi. Buning uchun kuzatilayotgan jismning

obektivdagi tasvirini ob'ektiv fokusiga joylashgan va qizdirilgan tola bilan solishtiriladi. Shu metodni batafsilroq ko'raylik.

Ma'lum haroratga qizdirilgan qora jism ob'ektivdagi tasviriga lampa tolasi a joylashgan bo'lsin. Jism va tola kuzatiladigan okulyar O_2 oldiga hamma spektrdan ma'lum to'lqin uzunlikka ($\lambda=0,66\text{mk}$) ega nurlanishni ajratib beruvchi fil'tr joylashtiramiz. Tola ko'zdan g'o yib bo'lguncha lampa tolasining elektr tokini reostat yordamida o'zgartiramiz. Berilgan yorug'lik to'lqin uzunligida qizdirilgan jism tasviri fonida tolaning ko'zdan g'oyib bo'lishi tola va jism rangiga tenglashganda yuz beradi. Toladagi tok qiymatini bilgan holda tajribani qora jismning har xil haroratlari uchun o'tkaziladi va har gal tok va harorat qiymatlarini solishtirib ular o'rtasidagi moslik aniqlanadi. Endi lampa tolasini termomter sifatida qo'llash mumkin. Masalan, biror kulrang jism haroratini aniqlash uchun uning nurlanish fonida tolaning ko'zdan g'oyib bo'lish tokiga to'g'ri keladigan absolyut qora jism haroratidan yuqori.

Absolyut qora jism va kulrang jism ravshanliklarini mos ravishda $R_o(\lambda < T)$ va $R(\lambda, T)$ orqali belgilasak, absolyut qora jism ravshanligi harorati uning haqiqiy haroratini ko'rsatishini hisobga olib quyidagi munosabatni yozishimiz mumkin:

$$R^o(\lambda, T_{\text{ravsh.}}) = R(\lambda, T).$$

Har bir spektral tashkil etuvchi nurlanish uchun

$$E_{\lambda, T} = \pi R(\lambda, T)$$

va $E_{\lambda, T}$ uchun esa $\frac{E_{\lambda}}{\alpha_{\lambda T}} = f(\lambda, T)$ formulani eslasak, quyidagi munosabatga kelamiz:

$$R(\lambda, T) = \frac{1}{\pi} \alpha_{\lambda T} f(\lambda, T).$$

Absolyut qora jism uchun $\alpha_{\lambda, T} = 1$ ekanligini hisobga olib $R^o(\lambda, T_{\text{ravsh.}}) = R(\lambda, T)$. tenglikning har ikki tomoniga ravshanlikning $R(\lambda, T) = \frac{1}{\pi} \alpha_{\lambda T} f(\lambda, T)$ ifodasini qo'yamiz va nurlanuvchi jismning haqiqiy haroratdagi yutish qobiliyati uchun quyidagi ifodaga kelamiz.

$$\alpha_{\lambda, T} = \frac{\oint(\lambda, T_{\text{ravsh.}})}{\oint(\lambda, T)}$$

Absolyut qora jismning spektral monoxromatik nurlanish energiyasi chiqarish qobiliyati $E_{\lambda, T}$ uchun $R^o(\lambda, T_{\text{ravsh.}}) = R(\lambda, T)$ ifodani va $E_{\lambda T}$ ni Kirxgofning universal funksiyasi $f(\lambda, T)$ ga tengligini eslasak, $R^o(\lambda, T_{\text{ravsh.}}) = R(\lambda, T)$ uchun aniq ifodaga kelamiz.

$$\alpha_{\lambda T} = \frac{e^{hc/\lambda T} - 1}{e^{hc/\lambda T_{\text{ravsh.}}} - 1}$$

$\lambda=0,66 \text{ mk}$. $T \sim T_{\text{Ravsh.}} \sim 3000^\circ \text{ K}$ deb qarasak, eksponenta darajasi taxminan 7 ga teng bo'ladi, ya'ni $e^7 > 1$. Shuning uchun $\alpha_{\lambda T} = \frac{e^{hc/\lambda T} - 1}{e^{hc/\lambda T_{\text{ravsh.}}} - 1}$ ifodaning su'rat va maxrajidagi birni tashlab yuborsak,

$$\alpha_{\lambda T} = e^{(hc/\lambda k)(1/T - 1/T_{\text{ravsh.}})}$$

bo'ladi. $\alpha_{\lambda T} = e^{(hc/\lambda k)(1/T - 1/T_{\text{ravsh.}})}$ ifodadan bizni qiziqtirayotgan harorat uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$T = \frac{T_{ravsh}}{\lambda + (\lambda R / hc) \ln \alpha_{\lambda, T} * T_{ravsh}}$$

T_{ravsh} . haroratning haqiqiy termodinamik harorat T ga yaqinligini nazarda tutib, T ning birinchi tartibli tuzatish hadini hisoblaymiz:

$$\Delta T = -\frac{\lambda R}{hc} \ln \alpha_{\lambda, T} * T_{ravsh}^2 = -\frac{\lambda T_{ravsh}^2}{9568} \lg \alpha_{\lambda, t}$$

u holda,

$$T = T_{ravsh} + \Delta T.$$

Stefan – Bolsman qonuniga asosan harorati T ga teng absolyut qora jismning birlik yuzidan harorati T_m ga teng absolyut qora muhitga o'tgan issiqlik miqdori

$$W = \sigma (T^4 - T_m^4)$$

bo'ladi, bunda σ - Stefan –Bolsman doimiysi.

Kulrang jismlar nurlanishining taqsimot xarakteri absolyut qora jism spektriga o'xshashdir. Shuning uchun kulrang jismlar uchun ham

$$W = \sigma [\alpha(T) * T^4 - \alpha(T_{km}) * T_{km}^4].$$

Bu yerda $\alpha(T)$ – jismning qoralik darajasi yoki koeffitsiyenti, T_{km} – kulrang muhit harorati.

Agar biz tolani qizdirish uchun sarf bo'lgan elektr quvvatini aniqlasak, u bir vaqt ichida obe'kt o'zidan Stefan – Bolsman qonuni bo'yicha yo'qotayotgan energiya miqdoriga teng bo'ladi.

$$U = \sigma [\alpha(T) * T^4 - \alpha(T_{km}) * T_{km}^4] \approx \sigma S \alpha(T) T^4,$$

S -nurlanuvchi jism yuzi; I -toladagi toki kuchi, U -kuchlanish.

$U = \sigma [\alpha(T) * T^4 - \alpha(T_{km}) * T_{km}^4] \approx \sigma S \alpha(T) T^4$ ifodadan va birinchi marta Plank keltirib chiqargan

$$\alpha = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3}$$

munosabatdan Plank doimiysining son qiymatini aniqlash mumkin.

Spin. Elementar zarralar – aylanayotgan kichik pildiroqlar. Ular h a r a k a t m i q d o r i m o m e n t i yoki qisqacha b u r c h a k m o m e n t bilan xarakterlanadi. Kvant mexanikaga ko'ra, burchak moment har qanday qiymat olavermaydi: uning sakrashlari $\hbar$ P l a n k d o i m i y s i ga tengdir ($1,054 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$).

Shuning uchun ham elementar zarralarning burchak momentini $\hbar$ birliklarda o'lchash tabiiy. Shunday birliklarda o'lchangan momentni spin deyiladi. U butun yoki yarimbutun qiymatlar olishi mumkin. Masalan, vodorod atomidagi elektron spini asosiy holatda $1/2$ ga teng, uyg'otilgan holatlarda esa $1/2, 3/2, 5/2, \dots$ qiymatlar oladi. Geliy atomining spini asosiy holatda 0 , uyg'otilgan holatlarda esa $-0, 1, 2, 3, \dots$ Elektron, neytron, proton spini $1/2$ ga teng. Juft son neytron va protonga ega bo'lgan yadrolarning spini 0 ga teng, uyg'otilgan holatlarda esa butun son qiymatlar olishi mumkin.

Burchak moment mumkin bo'lgan qiymatlarining diskretligi, $\hbar$ juda kichik bo'lgani sababli, odatdagi hayotda tamomila sezilarsizdir. Hattoki, bizning odatdagi

tasavvurimizga ko'ra, eng kichik $1 \text{ grad} \cdot \text{sm}^2/\text{s}$ burchak moment $10^{27} \hbar$ ga teng bo'ladi.

Kvant mexanikaga ko'ra, momentning biror o'qqa proyeksiyasi ham $\hbar$ ga farq qiladigan diskret qiymatlarga egadir. Vektorning o'qqa, masalan, Z ga proyeksiyasi uzunligining vektor bilan o'q orasidagi burchak kosinusiga ko'paytmasiga teng bo'lganidan, pildiroqning qiyalanish burchagi ham faqat diskret qiymatlar olishi mumkin. Albatta, bu diskretlik ham odatdagi mexanikaning o'lchash imkoniyatlaridan juda uzoqdadir.

Atomlar va molekullar, elektronlar va yadro nuklonlari kabi kichik ob'ektlarda boshqa gap: ular uchun moment vektorining va proyeksiyalarning mumkin bo'lgan qiymatlari diskretligini ko'rish osonroq. Xususan, $1/2$ spin proyeksiyasi faqat ikkita qiymat: $1/2$ va $-1/2$ olishi mumkin; 1 spin uchun mumkin bo'lgan proyeksiyalar $+1, 0 - 1$ va diskretlik juda sezilarli bo'ladi. Spin ortishi bilan proyeksiyalar soni ortadi. i spin uchun proyeksiyalar soni $2I + 1$ ga tengdir.

Moment proyeksiyalari qiymatlarning diskretligi, hali kvant mexanika yaratilmasdan oldin, 1922 yilda Germaniyada fiziklar O. Shtern va V. Gerlaxlar amalga oshirgan ajoyib tajribada oshkor qilingan edi. Ular bir jinslimas magnit maydon orqali molekullar dastasini o'tkazdi. Zarralarga ta'sir qiladigan maydon kuchi molekula magnit momentining maydon yo'nalishiga proyeksiyasiga proporsional, magnit momentining proyeksiyasi esa spin proyeksiyasiga proporsional edi. Magnit maydondan o'tgandan keyin dasta uchta dastaga ajraldi: og'magan dasta spinning 0 proyeksiyasiga, undan turli tomonlarga og'gan boshqa ikkitasi $+1$ va -1 proyeksiyalarga mos kelardi.

Dastalarning soniga qarab, darhol, ular o'rganayotgan molekullar spinning birga teng ekanligi xulosasini chiqarish mumkin edi.

Elementar zarraning spini zarralar-klassifikatsiyasining muhim xarakteristikasi hisoblanadi. Zarralarning spini bir xil zarralardan tashkil topgan sistemaning xususiyatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ikkita bir xil zarraning to'lqin funksiyasi butun spinli zarralar holida koordinatalarni almashtirganda o'zgarmaydi hamda yarimbutun spinli zarralar uchun esa koordinatalar almashtiruvda o'z ishorasini o'zgartiradi

RELYATIVISTIK MEXANIKA

Relyativistik (nisbiylik) mexanika - *nisbiylik nazariyasi* qonunlarini hisobga oladigan va jismlarning tezligi yorug'lik tezligiga yaqin bo'lgan holdagi *harakatni* o'rganadigan mexanika. Bu qonunlar haqida hech narsa bilmay turib, birdaniga quyidagini tasdiqlash mumkin: relyativistik mexanikaga qo'yiladigan zarur (lekin uncha yetarli bo'lmagan) talab shundayki, «kichik tezliklar» ($v/s \ll 1$) sohasida relyativistik mexanika qonunlari Nyuton *mexanikasi* qonunlariga o'tishi kerak. Bunday ta'kidlashning asosi Nyuton mexanikasi qonunlarining ko'p asrlik tajribada tekshirilganligidir. («Kichik tezliklar» so'zlarining qo'shtirnoq ichiga olinishi bu tushunchaning nisbiyligini ta'kidlaydi. Aytaylik, 100 km/s bu holda juda kichik tezlikdir:

$$\frac{10^5 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 3 \cdot 10^{-3}$$

Relyativistik mexanika asosiy tenglamalarini keltiramiz.

Nyutonning ikkinchi qonuni shaklan klassik mexanikadagi ko'rinishga ega:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F},$$

bunda $\vec{F}$ - kuch.

Lekin relyativistik mexanikada *impuls* vektorini aniqlovchi formula mana bunday ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{p} = \frac{m\vec{g}}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}},$$

Bunda t - jismning tinchlikdagi massasi (ya'ni jismning o'zi joylashgan sistemadagi massasi). Bu *massa* "jismda qamalgan" energiya bilan $e = ts^2$ munosabatda bog'langan.

Ikkinchi asosiy munosabat kinetik energiya formulasidir:

$$E_{\text{kin}} = \left[\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - mc^2 \right].$$

Dastavval $v/c \ll 1$ bo'lganda, yana Nyuton mexanikasi formulalarini hosil qilishimizga ishonch hosil qilaylik. Impuls uchun bu ko'rinish turibdi. Ildiz ostidagi v^2/s^2 hadni tashlab yuboramiz va $\vec{p} = m\vec{g}$ ga ega bo'lamiz.

Agar $E_{\text{kin}} = \left[\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - mc^2 \right]$ formulada ham v^2/s^2 ni tashlab yuborsak, nol hosil

bo'ladi. Demak, bunday yaqinlashish (taqribiy qiymat) haddan tashqari qo'poldir. Bu holda matematikaga murojaat qilamiz va quyidagi ikki formulani esga olamiz.

Birinchi formula. Agar $\alpha \ll 1$ bo'lsa, u holda $\sqrt{1 - \alpha} \approx 1 - \frac{\alpha}{2}$ tartibidagi kichik hadlarga aniqlikda). Chap va o'ng qismlar bevosita kvadratga oshirish usuli bilan isbotlanadi. Ikkinchi formula. Agar $\beta \ll 1$, u holda

$\frac{1}{1 - \beta} \approx 1 + \beta$. Bu ham yana β^2 tartibidagi hadlarga aniqlikda to'g'ri bo'ladi.

Umumiy maxrajga keltirish usuli bilan isbotlanadi.

$v/c \ll 1$ bo'lgan holda

$$E_{\text{kin}} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - mc^2 \approx \frac{mc^2}{1 - \frac{g^2}{2c^2}} - mc^2 \approx mc^2 \left(1 + \frac{g^2}{2c^2} \right) - mc^2 = \frac{mg^2}{2}.$$

Ikkala holda ham v^4/c^4 tartibidagi hadlarni e'tiborga olmadik va Nyuton mexanikasi formulalarini hosil qildik. Jismning to'la

energiyasi

$$E_T = E_{\text{kin}} + mc^2 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$

ni impuls bilan bevosita bog'laydigan uchinchi formula ham bor: $E_T = c\sqrt{p^2 + m^2c^2}$.

Uni oldingi ikki formuladan sodda arifmetik hisob yordamida hosil qilish mumkin. $r \ll ts$ bo'lgan holda biz yana Nyuton mexanikasi formulalariga murojaat

qilamiz.

Lekin agar $v \sim s$ (ammo hamma vaqt $v < s$ bo'lsa-da) bo'lsa, relyativistik mexanika qonunlari klassik mexanika qonunlaridan tubdan farq qiladi.

Masalan, odatda, tezlanish vektori kuchga parallel yo'nalgan emas. Bu natija

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad \text{va} \quad \vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{formulalaridan kelib chiqadi, lekin bu natijani olish uchun}$$

vektorlarni differensiallash asoslarini bilish kerak. $\vec{a} = d\vec{v}/dt$ tezlanish faqat ikki holda kuch tezlikka parallel bo'lgan va u tezlikka tik bo'lgan holda kuchga parallel bo'ladi.

Kuch bilan tezlanish orasidagi bog'lanish turlicha.

Birinchi holda:

$$\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{3/2}}.$$

Ikkinchi holda:

$$\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}}.$$

Ikkala holda $|v|$ ning c ga yaqinlashgani sari mazkur tezlanishni hosil qilish uchun tobora kattaroq kuch talab qilinadi. Tezlik s qiymatga intilganda har ikki holda kuch cheksizlikka intiladi. Biroq $\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{3/2}}$ va $\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}}$ formulalardan

$$\vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{3/2}} \quad \text{va} \quad \vec{F} = \frac{m\vec{a}}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}}$$

ko'rinib turganidek, zarrani «yo'lidan og'ishiga» majburlashdan ko'ra uni tezlantirish qiyinroq.

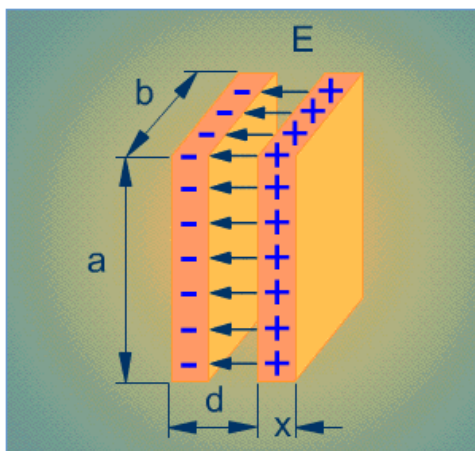
Har bir zarra tinch holatida $E = mc^2$ energiyaga ega bo'lishi (bu energiya mutlaqo haqiqiy) nisbiylik nazariyasidan kelib chiqadi. Bu energiyadan foydalanish mumkin va uni hisobga olish zarur. Bugun relyativistik mexanika ko'p jihatdan injenerlik mexanikasi ham bo'lib qoldi. Uning yordami bilan *elementar zarralar* to'qnashishlari, relyativistik zarralarning modda bilan o'zaro ta'siri va umuman yorug'lik tezligiga yaqin tezlikdagi barcha protsesslar analiz qilinadi. Zaryadli zarralarning barcha zamonaviy tezlatkichlari relyativistik mexanika asosida planlashtiriladi va hisob qilinadi.

PLAZMA HAQIDA TUSHUNCHA

Modda qizdirilganda ayrim zarralari harakati kinetik energiyasining ortishi bilan uning tuzilishi buziladi: *qattiq jism suyuqlikka*, suyuqlik *gazga* aylanadi. Yana ham ko'proq qizdirilganda eng tez molekulalarining kinetik energiyasi atomlardagi elektronlarning bog'lanish energiyasi bilan taqqoslanadigan darajada bo'lib qoladi va gazning ionlanishi boshlanadi. Modda plazma holatiga o'tadi. Lekin ionlar va elektronlarning har qanday to'plami ham plazma deb atalavermaydi. Agar ionlashgan gaz buluti olinsa va undan bitta elektron chiqarilsa, u holda bulut musbat zaryadlanib qoladi. Undan yana bir elektronni chiqarib olish endi qiyinroq bo'ladi. Ammo, agar bu holda elektr maydoniga qarshi bajariladigan ish zarraning issiqlik energiyasidan kichik bo'lsa, shu zaryadli zarralar bulutdan ixtiyoriy chiqib ketishi, demak,

ionlashgan gazda zaryadlar ixtiyoriy ajralishi mumkin.

Plazma deb, shunday ionlashgan gazni atash qabul qilinganki, undagi zarralar orasidagi elektrostatik o'zaro ta'sirning kattaligidan zaryadlarning ixtiyoriy ajralishi faqat bulutning o'lchamlariga nisbatan juda kichik sohalaridagina yuz berishi mumkin. Zaryadlar ajralishi mumkin bo'lgan sohaning o'lchamlarini baholash qiyin emas.



21-rasm. Zaryadlarning plazmada ajralishiga oid fikriy eksperiment. Bunday taqsimlanishda hosil bo'ladigan "Kondensator" ning elektrostatik maydon energiyasidan ortiq bo'la olmaydi.

Sodda fikriy eksperiment o'tkazaylik. Birday T haroratli, teng miqdorli protonlar va elektronlardan tarkib topgan va a , b va $d(a \approx b \gg d)$ tomonli parallelepiped shaklidagi ionlashgan gaz bulutini qaraylik. Biz qandaydir mo'jiza bilan barcha ionlarni elektronlarga nisbatan d tomon bo'ylab x masofaga siljitdik, deb faraz qilaylik ($x \ll d$). Bu holda parallelepipedning yon yoqlarida turli ishorali zaryadlarning ikki qatlami hosil bo'ladi, ya'ni plastinkalari yuzi $S = ab$ va ular orasidagi masofa d bo'lgan yassi kondensatorning ikki qoplamasi singari bo'ladi. Bunday kondensatorning sig'imi $C = S\epsilon_0/d$. Har bir qoplamadagi q zaryad qalinligi x ga teng bo'lgan qatlamdagi bir xil ishorali zaryadlangan zarralarning to'la soniga teng va elektronlar zichligi n ga, har bir elektronning zaryadi e ga teng bo'lsa, u holda $q = enSx$. Mos ravishda qoplamalar orasidagi potentsiallar farqi $U = q/C = \frac{nedx}{\epsilon_0}$.

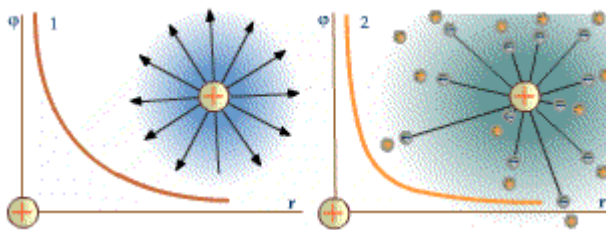
Bunday kondensator uning elektr maydonida jamg'arilgan muayyan $W_z = q^2/2C$ energiyaga ega bo'ladi. Shuning uchun kondensatorning elektrostatik energiyasi uning hajmidagi barcha zarralarning to'la issiqlik energiyasi $W_{uc} = 2 \cdot n \cdot S \cdot d \cdot \frac{3}{2} kT$ dan (k -Bolsman doimiysi) ortiq bo'lmagan holdagina o'z-o'zidan, ya'ni zarralar harakati hisobiga zaryadlarning bunday ajralishi mumkin bo'lar edi. Shunday qilib, *energiyaning saqlanish qonuni* zaryadlarning maksimal o'z-o'zidan ajralishining mumkin bo'lgan masshtabini baholashga imkon beradi:

$$x < \sqrt{\frac{3\epsilon_0 CT}{ne^2}}$$

Aniqroq hisob quyidagini beradi:

$$x \leq D = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 CT}{ne^2}}$$

D kattalik elektrolitlar fizikasini o'rganishda birinchi bo'lib bu tushunchani kiritgan fizik P. Debay sharafiga Debay radiusi deb ataladi.



22-rasm. Zaryadning vakuumdagi (1) va plazmadagi (2) elektr potentsiali. Zaryadning maydoni Debay radiusi (r) masofasida ekranlanadi.

Debay radiusidan ancha kattaroq masofalarda plazmada zaryadlarning sezilarli ajralishi mumkin emas va uni kvazineytral deb hisoblash mumkin, ya'ni D^3 dan katta hajmlarda barcha zarralarning zaryadlari yig'indisi yuqori aniqlikda nolga teng bo'ladi. Agar plazmaga tashqaridan zaryad kiritilsa, uning maydoni plazma zarralarini siljitadi: o'shanday ishorali zarralar mazkur zaryaddan uzoqlashadi, qarama-qarshi ishorali zaryadga ega bo'lgan zarralar esa yaqinlashadi. Qutblanish deyiladigan hodisa yuz beradi. Oqibatda kiritilgan zaryad maydonini plazma ekranlaydi va u Debay radiusi chamasiidagi masofada yo'q bo'ladi. Qutblanish tufayli plazmada ayrim zaryadning potentsiali Kulon qonuni ($\varphi = q/r$), $\varphi = q/\pi\epsilon_0 r$ bilan emas,

balki murakkabroq $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-r/D}$ munosabat bilan ifodalanadi, bunda D - Debay radiusi. Mutlaqo ravshanki, bunday sinov zaryadi sifatida plazmaning har qanday zaryadi qaralishi mumkin: plazmada uning maydoni Debay radiusi masofasida ekranlanadi.

Agar qandaydir sababga ko'ra zaryadlar ajralishi yuz bergan bo'lsa, uni bu holda vujudga keladigan elektr maydoni bartaraf qilishga intiladi. Yassi kondensator misoliga qaytaylik. Uning ichidagi elektr maydoni $\frac{neX}{\epsilon_0}$ ga teng.

Har bir elektronga ta'sir etuvchi kuch eE ga teng va zaryadlar orasidagi x masofaga proporsional bo'ladi (ionlarning harakatini ularning massasi katta bo'lgani uchun e'tiborga olmasa bo'ladi). Bu kuch ta'sirida elektronlarning harakati

$$\frac{eE}{x} = \frac{ne^2}{\epsilon_0}$$

bikrlikka ega bo'lgan prujinaga bog'langan t_e massali jism harakati singari bo'ladi,

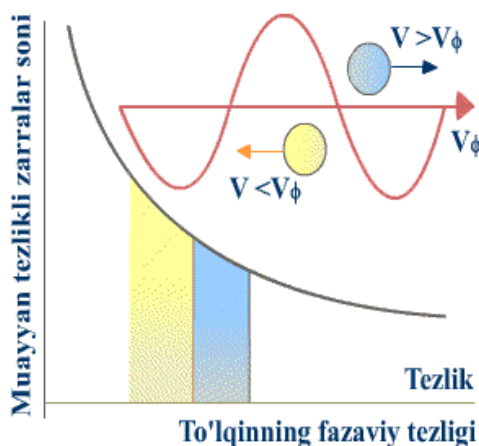
ya'ni elektronlar o'z muvozanat vaziyatiga nisbatan $\omega = \sqrt{\frac{ne^2}{\epsilon_0 m_e}}$ chastota bilan tebrana

boshlaydi. Bu chastotani plazma chastotasi (yoki bu hodisani kashf qilgan amerika fizigi I. Lengmyur nomi bilan Lengmyur chastotasi), tebranishlarning o'zini plazma tebranishlari deyiladi.

Plazma umuman aytganda xilma-xil shakldagi tebranma harakatlar bilan farqlanadi. Unda yuqorida aytib o'tilgan plazma tebranishlaridan boshqa yana gazga xos bo'ylama tovush to'lqinlari ham, radioto'lqinlarga o'xshash ko'ndalang *elektromagnit to'lqinlar ham*, yorug'lik ham, shuningdek elektromagnit va mexanik

tebranishlarning turli birlashmalari ham bo'lishi mumkin. Ayniqsa, magnit maydoniga joylashgan plazmaning xossalari ko'p va qiziqarlidir. Plazma zaryadli zarralardan tashkil topgani uchun bu zarralar magnit maydon kuch chiziqlariga ko'ndalang yo'nalishda erkin ko'cha olmaydi va kuch chiziqlariga o'ralgan vintsimon trayektoriyalar bo'ylab harakat qiladi. Shuning uchun plazma xossalari anizotrop, ya'ni, turli yo'nalishlarda turlicha bo'ladi. Elektr o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, to'lqinlar tarqalishi magnit maydon bo'yicha va unga ko'ndalang yo'nalishda har xil bo'ladi. Magnit maydonga ko'ndalang yo'nalishda energiya va modda ko'chishi kuchli ravishda kamaygan bo'lar ekan. Magnit maydonda issiq, plazmani ushlab turishga qaratilgan barcha umidlar ana shu effektga asoslangan.

Har bir zarrasi o'ziga o'xshash zarralar mavjudligini faqat to'qnashuvlar paytidagina bilib oladigan gazdan farqli ravishda plazmada har bir zarra qo'shnilarining ta'sirini uzluksiz ravishda sezib turadi, ya'ni doimo ularning natijaviy elektromagnit maydonida bo'ladi. Shuning uchun uning harakat trayektoriyasi gaz molekulasinikidek siniq chiziq ko'rinishida emas, balki silliq egiluvchi chiziq ko'rinishida bo'ladi. Zarraning boshqa zarralar elektr maydonlari bilan o'zaro ta'sirlashishi holida uning energiyasi oshgan sari trayektoriyasi o'zgarishi tez kamayadi. Shuning uchun yuqori haroratli plazmada zarralarning bir-biriga ta'siri muhim bo'lmaydi va zarralar xuddi to'qnashishlar yo'q bo'lgan sharoitdagidek harakatlanadi. Bu sharoitda fizik olim L.D.Landau kashf qilgan va shuning uchun *L a n d a u s o' n i s h i* deb ataladigan maxsus effekt bo'lmaganida edi, issiq plazmada vujudga keladigan tebranishlar juda oz so'nadigan bo'lishi kerak edi.



23-rasm.«Rezonans» zarralarning to'lqini bilan o'zaro ta'siri natijasida, to'lqindan ozgina sekin harakatlanayotgan zarralar (ko'k sharchalar) to'lqindan ozgina tez harakatlanayotgan zarralar (sariq sharchalar) sonidan ko'p bo'lsa, to'lqin so'nadi.

Bu hodisaning qanday ekanligini tushunishga harakat qilamiz. Plazmada biror V_ϕ fazaviy tezlik bilan tarqalayotgan va ω chastotali elektr maydoni to'lqini mavjud bo'lsin. Bu holda to'lqin tarqalishi yo'nalishi va o'sha tezlik bilan harakatlanayotgan zarralar (bunday zarralar *r e z o n a n s z a r r a l a r* deyiladi) uchun *Dopler effekti* tufayli tebranishlar chastotasi nolga teng. Ularni o'zgarmas elektron maydon tormozlaydi yoki tezlashtiradi, bunda zarralar o'z energiyasini to'lqinga beradi yoki undan energiya oladi. Boshqa barcha «norezonans» zarralar uchun to'lqin bilan energiya almashinish davriy xarakterga ega va vaqt bo'yicha o'rtacha nolga teng. Zarralarning to'lqin energiyasini oshirishi yoki, aksincha, ularning to'lqindan

energiya olishi va uni so'ndirishi – to'liqdan ozgina tezroq harakatlanayotgan zarralar (ular to'liqqa energiya beradi) yoki ozgina sekinroq harakatlanayotgan zarralardan (ular to'liqinni so'ndiradi) qaysi biri ko'pligiga bog'liqdir. Zarralar tezliklar bo'yicha muvozanatda (issiqlik) taqsimlangan plazmada ancha tezroq zarralar, ancha sekinroq zarralardan hamma vaqt kam bo'ladi, shuning uchun ham to'liqlar so'nadi. Termodinamik jihatdan muvozanatsiz plazmada (bunday plazma ko'pincha *termoyadro sintezi* eksperimentlarida hosil bo'ladi) tezliklarning muayyan intervalda tezroq zarralar sekinroq zarralardan ko'proq bo'lishi va fazaviy tezliklari shu intervalga mos tushgan to'liqlarni rezonans zarralar kuchaytirishi mumkin. Bu effekt (uni Landau teskari so'nishi deyiladi) muvozanatsiz issiq plazmada sodir bo'ladigan ko'p noturg'unliklar (tebranishlarning o'z-o'zidan vujudga kelishi) sababchisi bo'ladi.

Zarralarning energiyasi yuqori bo'lgan holda zaryadli zarralar orasidagi o'zaro ta'sir kuchsiz bo'lganligidan issiq plazmada termodinamik muvozanat asta-sekin o'rnashadi. Plazma go'yo ikki gaz: *ionlar* va *elektronlar* gazidan iborat bo'lganligidan bu protsess yana ham sekinlashadi. Elektronlar ionlardan ancha yengil va ular orasida energiya almashinishi juda sekin yuz beradi: elektron ion bilan to'qnashganda elektron o'z energiyasini berishi juda ham qiyin. Masalan, ping-pong sharchasi stoldan deyarli energiya yo'qotmasdan sapchiydi. Energiya va impuls saqlanishi qonunlariga muvofiq hatto elektronning eng yengil ion - *proton* bilan to'qnashishida elektron protonga o'z energiyasining $\frac{4m_e}{m_p} = 1/460$ qismidan ortig'ini

bera olmaydi. Shuning uchun plazmani elektr tok bilan qizdirganda asosiy energiya elektronlarga berilib, plazma elektronlari va ionlari haroratlari bir-biridan juda ham katta farq qilishi mumkin. Mana shu effekt tufayli gaz razryadli lampaning shisha trubkasida issiq elektronlarga (ularning harorati o'n minglarcha gradusga yetadi) ega bo'lgan plazma hosil qilish mumkin. Shu vaqtda ionlar sovuqligicha qoladi - ularning harorati shisha trubka devori haroratidan oshmaydi.

Tabiiy sharoitda yer sirtida plazma «kamyob mehmon» bo'lib, u faqat yashin chaqnaganida paydo bo'ladi. Yer sirtidan ancha yuqorida *ionosfera* deb atalgan kuchsiz ionlashgan plazma sohasi joylashgan. Bu joyda gazning ionlanishi Quyoshning ultrabinafsha nurlanishi ta'sirida yuzaga keladi. Zaryadlangan zarralar zichligining plazmadagi zarralar to'la zichligiga nisbati plazmaning ionlanish darajasi deyiladi. Agar bu nisbat 1% va undan kam bo'lsa, bunday *plazmani* kuchsiz ionlashgan plazma deyiladi. Yuqoriga ko'tarilgan sari ionlanish darajasi oshadi. Kosmosda plazma moddaning asosiy holati bo'lib oladi: u yulduzlarni va yulduzlararo ionlashgan gaz bulutlarini hosil qiladi. Plazma fizikasi qonunlarini bilmasdan yulduzlar evolyutsiyasini va bizning Koinot rivojlanishini tushunish mumkin emas.

Laboratoriya sharoitida plazma birinchi marta gaz razryadi ko'rinishida paydo bo'ldi. U kunduzgi yorug'lik lampalarini, neon reklama shisha trubkalarini to'ldiradi, samolyotlar qanotida va kemalar machtalarida chaqnab turuvchi lampa-chaqnagichlarda ishlaydi. Keyingi yillarda plazmaning qo'llanilishi ancha kengaydi. Bugun plazma - bu faqat rubin *lazerni* nakachka qilishda foydalaniladigan lampa-chaqnagichgina emas, balki gaz lazerlar katta oilasining asosiy ish jismi hamdir. Plazmadagi ximiyaviy reaksiyalardan boshqa sharoitda olinishi mumkin bo'lmagan

ximiyaviy birikmalarni, masalan, inert gazlar birikmalarini hosil qilish uchun foydalaniladi. Keyingi o'n yillikda bunday reaksiyalarni o'rganuvchi hatto yangi fan plazmoximiya vujudga keldi.

Plazmadan keskich sifatda, sirtlarni sayqallashda sayqal toshi sifatida va sirtlarni tozalashda foydalaniladi. Plazma manbalari yordamida olinadigan ion dastalari *yarimo'tkazgichlarga* oz qo'shimchalar kiritish va integral sxemalar yasash uchun, plazma oqimlari esa detallar sirtiga himoyalovchi va mustahkamlovchi qatlamlar o'tkazish uchun xizmat qildi. *MGD-generatorlar* issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun, plazma dvigatellarida kosmik kemalar va yo'ldoshlarni yo'naltirish va tezlashtirish uchun plazmadan foydalaniladi.

YADRO FIZIKASI

Yadro fizikasi eng yosh fanlardan hisoblanib, atom yadrosining tuzilishi, xususiyatlari va yadroda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganadi.

XX asrgacha atom yadrosi haqida hech narsa ma'lum bo'lmasdan, atom moddaning kichik bo'linmas zarrachasi deb hisoblanar edi.

1896 yil A.Bekkerel (1852-1908) radioaktivlikni kashf etib, radioaktiv nurlanishlarning fotoplastinkaga ta'sir etishini va ionlatish xususiyatlarini aniqladi. Radioaktivlik vaqtida uch xil (α , β , γ) nurlanish vujudga kelib, nurlanish intensivligi tashqi ta'sirlarga (harorat, elektromagnit maydon ta'siri, deformatsiya) bog'liq emasligi aniqlandi.

1900 yili Kyuri, E.Rezerford, F.Soddilar radioaktiv namunalardan chiquvchi α -ikki marta ionlashgan geliy atomi, β -tez elektron, γ -esa qisqa elektromagnit to'lqin ekanligini aniqladilar. Shuning uchun, radioaktivlikni atom, molekulalarda bo'ladigan jarayonlar deb tushuntirib bo'lmaydi, balki yangi bir soha – yadroda deyishlikni taqozo etadi.

J.J.Tomson 1897 yil 29 aprelda elektronni kashf etdi. 1904 yili esa u o'zining atom modelini tavsiya etdi, bunga ko'ra atom o'lchami $R=10^{-8}$ sm bo'lgan musbat va manfiy zaryadlarga aralash neytral shar deb, atom nurlanishini kvazielastik kuchlarga ko'ra tebranishi tufayli deb qaradi. Atomdagi musbat va manfiy zaryadlarning taqsimlanishi xarakterini o'rganish maqsadida E.Rezerford va uning xodimlari α -zarrachalarning moddalarda sochilishini o'rganishdilar. Tajriba natijasida α -zarralar o'zining dastlabki yo'nalishini turli burchak ostida o'zgartirgan. Ba'zilar juda katta (deyarli 180° gacha) burchakka sochilgan. Olingan natijalarga asoslanib Rezerford atom ichida juda kichik hajmga to'plangan va katta massaga tegishli kuchli musbat elektr maydon (yadro) mavjud bo'lgandagina α -zarralar shunday katta burchakka sochilishi mumkin, degan xulosaga keladi va 1911 yili o'zining planetar modelini yaratdi. Bu modelga ko'ra elektronlar yadro atrofida joylashadi. Elektronlar soni esa shundayki, ularning yig'indi manfiy zaryadi yadroning musbat zaryadini neytrallab turadi. Atomning bunday yadroviy modeliga ko'ra uning deyarli butun massa kattaligi taxminan 10^{-12} sm ga teng bo'lgan atomning markazi yadrosida to'plangan.

Rezerford α -zarralar sochilishini atom markaziy yadro zaryadi Ze ni α -zarraning zaryadi $Z_\alpha e$ ni nuqtaviy deb, ular orasidagi o'zaro ta'sirlashuvni Kulon qonuni

$$F = \frac{Z_\alpha e Z e}{r^2}$$

ga bo'ysunadi deb hisobladi, bunda r-zaryadlar orasidagi masofa. Energiya va harakat miqdori momentining saqlanish qonuniga ko'ra sochilish uchun quyidagi formulani yaratdi:

$$dN(\theta) = n_0 \frac{N_0 t}{16r^2} \left(\frac{2Ze^2}{\frac{1}{2}m_\alpha g_\alpha^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad (1)$$

bu yerda: dN-sochilish nuqtasidan r-masofada dΩ-jismoniy burchakka to'g'ri kelgan va θ burchak ostida sochilgan α-zarralar soni; θ-α-zarraning sochilishdan oldingi va keyingi yo'nalishi o'rtasidagi burchak; N₀-sochuvchi yaproqchaga tushayotgan dastadagi α -zarralar soni; t-sochuvchi yaproqcha qalinligi; n₀-sochuvchi moddaning 1 sm³ dagi yadrolar soni; m_α, g_α-mos ravishda zarraning massasi va boshlang'ich

tezligi.

$$dN(\theta) = n_0 \frac{N_0 t}{16r^2} \left(\frac{2Ze^2}{\frac{1}{2}m_\alpha g_\alpha^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)} \text{ formulada} \quad \frac{dN}{d\Omega} \sin^2 \frac{\theta}{2} = const$$

(2)

Tajribalar $\frac{dN}{d\Omega} \sin^2 \frac{\theta}{2} = const$ formulaning to'g'ri ekanligini tasdiqladi, ya'ni α-zarralar moddadan o'tayotganda og'ir zaryadli zarralardan Kulon kuchi ta'sirida sochilishligini, hamda α-zarralar bilan sochuvchi yadro orasidagi masofa 10⁻¹² sm bo'lganga qadar to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi.

Rezerford taklif etgan atomning planetar modeli atomning barqarorligini, spektrning diskretligini tushuntira olmaydi. Chunki, atom qobig'ida elektron yadro atrofida aylanib turar ekan, zaryadli zarra elektrodinamika qonunlariga ko'ra o'z energiyalarini nurlab borishligi lozim edi va nihoyat elektron yadroga qulab tushishligi kerak.

Yuzaga kelgan qarama-qarshiliklarni bartaraf qilish uchun Daniyalik olim N.Bor 1913 yilda o'zining yangi, atomda bo'ladigan jarayonlarning kvant nazariyasini taklif qildi. U atomda Plank doimiysiga ħ = 1,05 * 10⁻²⁷ erg*s karrali bo'lgan aniq harakat miqdori momentiga ega bo'lgan statsionar elektron qobiqlarning mavjudligini postulot ko'rinishida bayon qildi.

$$m_e g r = m \eta$$

m_e- elektron massasi , g -elektron tezligi , r- orbita radiusi, n- butun son.

Har bir qobiq yadrodan (Z-yadro zaryadi) aniq masofada (r_n=n² ħ²/Zm_ee²) joylashgan va atomning qat'iy aniqlangan energetik holatini xarakterlaydi.

E_n= (Z²e⁴m_e/2ħ²)(1/n²). Eng kichik o'lchamli K-qobiqqa energiyaning eng kichik qiymati hosil bo'lib, ulardan keyingi qobiqlar – L, M va boshqalar hisoblanadi. Bu qobiqlar bo'yicha elektronlar harakat qilganda atom turg'un holatda bo'ladi. Nurlanishning atom tomonidan yutilishi yoki chiqarilishi elektron bir qobiqdan ikkinchi qobiqqa o'tganida yuz beradi, bu vaqtda nurlanish chastotasi bir holatdan – keyingi holatga o'tishdagi energiya farqiga bog'liq bo'ladi.

$$\Delta E = h \nu$$

Borning ushbu tushunchalarini inobatga olib, qilgan oddiy hisoblashlari unga nazariy yo'l bilan spektral qonuniyatlar va Ridberg doimiyligini olishga imkon berdi.

Yadroning umumiy og'irlik markazi atrofida aylanishi hisobga olindi, Aylanma qobiqlar ularning tekislikdagi aniq holatini ifodalovchi elleptik qobiqlar bilan almashtirilib, nazariya yanada boyitildi. Bularning hammasi optik spektrlarni tushunishga olib keldi. Xususan, oddiy Zeyman effektini tushuntirishga imkon tug'dirdi. O'zining mashhur postulatlarini berib, Bor g'oyatda muhim qadam tashladi. U odatdagi klassik tasavvurlardan voz kechdi va bu ish atom jarayonlarini to'g'ri tushuntirishga olib keldi.

N.Bor o'z postulatlarini bilan atom yadrosidagi jarayonlarni klassik tasavvurlashdan kvant tasavvurlashga asos soldi.

Shunday qilib, shu vaqtdan klassik fizika qonunlaridan kvant fizikasiga o'tish davri boshlandi.

1926 yili Geyzenberg, Shredengerlar mikrodunyo jarayonlarini kvant mexanikasi qonunlariga ko'ra tushuntira boshladilar. Kvant mexanikasiga ko'ra, zarralar harakatini o'rganishda ularning harakat trektoriyasini, bir vaqtda turgan joyi va tezliklarini aniq bilish mumkin emas.

Geyzenberg noaniqlik printsiptini, Shredenger kvant fizikasiga ko'ra to'lqin funktsiyalarini ishlab chiqdi. 1919 yil Aston mass-spektrograf yaratdi va bu esa atom massalarini aniq o'lchash imkoniyatini berdi. Element massalari har xil bo'lgan izotoplari aniqlandi. Rezerford birinchi marotaba alfa-zarralar bilan azot N^{14}_7 yadrosini bombardimon qilib, $\alpha^4_2 + N^{14}_7 \rightarrow O^{17}_8 + H^1_1$ yadro reaksiyasini amalga oshirdi. Bu hodisa insoniyatning tabiat kuchlari ustidan erishilgan dastlabki g'alabasi edi.

Reaksiyada vujudga kelgan vodorod atomining yadrosi barcha yadrolar tarkibiga kiruvchi elementar zarra ekanligi aniqlandi va proton (p) deb nom berildi. Proton birinchi degan (yadro tarkibiga kiruvchi birinchi zarra) ma'noni anglatadi. Proton massasi $m_p = 1836,1 m_e$, zaryadi $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl elektron zaryadiga teng, ishorasi esa qarama-qarshi.

Proton kashf etilgandan so'ng yadroning proton-elektron modeli yaratildi, lekin bu model yadro momentlarini tushuntira olmadi.

Yadro ichki sirlarini o'rganish uchun yuqori energiyali tezlatgichlar qurila boshlandi. Shu maqsadda elektrostatik generator Van-de-Graf, E.Lourens tomonidan siklotron yaratildi.

1932 yili D.Chedvik (1891-1974) zaryadsiz massasi proton massasiga yaqin $m_n = 1838,6 m_e$ neytral zarra neytronni kashf etdi.

Neytron kashf etilgach, D.D.Ivanenko, Geyzenberglar atom yadrosining proton-neutron modelini tavsiya etishdilar. Bu modelga ko'ra, atom yadrolari proton va neytronlardan tashkil topgan deb qaraladi. Hozirgi kungacha ham shunday tasavvur saqlanib kelmoqda.

D.Kokroft, E.Uoltonlar sun'iy tezlashtirilgan protonlar bilan birinchi yadro reaksiyasini amalga oshirdi. K.Anderson kosmik nurlar tarkibida pozitron (e^+) ni kashf etdi.

Kosmik nurlar va yadro nurlanishlarini o'rganish uchun Vilson kamerasi va fotoemulsiya usullari yaratildi.

Yadro tarkibini o'rganish bilan bir vaqtda yadro kuchlar xususiyatlari aniqlashga jiddiy e'tibor qaratildi. I.E.Tamm (1895-1971), D.D.Ivanenko (1907-1981) va

keyinchalik 1935 yillarda yapon olimlaridan X.Yukavalar yadro kuchlar oraliq mezon zarralar yordamida amalga oshadi deb, o'zlarining mezonlar nazariyasini ishlab chiqdilar.

1934 yili I.Kyuri va F.Jolio-Kyurilar sun'iy radioaktivlik hodisasini, E.Fermi β -yemirilish nazariyasini yaratdi.

1937 yil K.Anderson, S.Nedermeyerlar kosmik nurlar tarkibida μ -mezon zarralarini topishdi. Bu vaqtga kelib, ko'plab elementar zarralar va bu zarralarning bir-birlariga o'tishlari o'rganila boshlandi.

1939-1945 yillar og'ir yadrolarning neytronlar ta'sirida bo'linishini, bu bilan katta energiya ajralishini, ya'ni yadro zanjir reaksiyalari amalga oshirildi.

Yadro bo'linish nazariyasini 1939 yil Ya.I.Frenkel, N.Bor va J.Uylerlar tomchi modeliga asosan ishlab chiqdilar. E.Fermi boshchiligidagi AQShda 1942 yil 2 dekabrda atom reaktori ishga tushdi.

1944-1945 yillarda V.I.Veksler, E.Mak-Millan zaryadli zarra tezlatgichlariga avtofazirovka printsipini ishlab chiqdilar. Bu esa o'z navbatida tezlatgichlar energiyasini bir necha tartib oshirish imkoniyatini berdi.

1946 yildan boshlab ko'plab (betatron, sinxrotron, sinxrofazatron, chiziqli rezonans) tezlatgichlar qurila boshlandi.

Tezlatgichlar yaratilishi ko'plab elementar zarralar (mezonlar, adronlar, giperonlar, rezonans zarralari) ochilishiga va ularning xususiyatlarini o'rganish, bundan tashqari, turli yadro reaksiyalarini o'tkazish imkoniyatini berdi.

Bu davrga kelib ko'plab yadro modellari yaratildi.

1945 yil 27 iyunida sobiq SSSRda birinchi atom elektrostantsiyasi (AES) ishga tushirildi. Bu bilan yadro energiyasidan tinchlik maqsadida foydalanish davrini boshlab berdi, hozirgi vaqtda yuzlab AESlar ishlab turibdi.

Yadro ichki energiyalaridan foydalanishning yana bir turi yengil yadrolar qo'shilishi (sintez) reaksiyalari, ya'ni termoyadro reaksiyasi hisoblanadi. Hozirgi vaqtda termoyadro reaksiyasini boshqarish eng dolzarb(aktual) muammo, bu muammo hal etilsa, insoniyatning energiyaga bo'lgan ehtiyoji to'la qondirilgan bo'lar edi.

Yadro fizikasi tez rivojlanib borayotgan sohadir. Ayniqsa, keyingi yillarda texnika taraqqiyoti ko'p yo'nalishlar bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borish, bu bilan barcha oblast yadrolari kvant xususiyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Hozirgi vaqtda yadro fizikasi fani oldida yadro kuchlar tabiatini, elementar zarralar xususiyatlarini hamda termoyadro reaksiyasini boshqarish kabi eng muhim muammolar turibdi.

Bu xil muammolarni hal etishda yagona nazariyani yaratishga asosiy qiyinchilik shundan iboratki, yadrodagi nuklonlar orasidagi o'zaro ta'sirlashuv kuchlarini bilmaymiz (yadro kuchlari tabiatda eng katta kuch, bu kuchdan katta kuchga ega emasmiz, qisqa masofada $R \sim 10^{-13}$ sm, ta'sirlashuv vaqti $t = 10^{-23}$ s bo'lganligi uchun). Ikkinchi tomondan nuklonlar orasidagi ta'sirlashuvni bilganimizda ham ta'sirlashuv qiymatini hisoblash uchun matematik hisoblash imkoniyatiga ega emasmiz, chunki yadro ko'p nuklonli sistema. Buni hozirgi zamon EHM ham hisoblashga ojizlik qiladi.

Shuning uchun hozirgi yaratilayotgan nazariyalar tajriba natijalarini umumlashuviga asoslangan fenomenologik xususiyatga egadir.

Yadro fizika fani hozirgi zamon tezlatkichlari, qayd qiluvchi detektorlar, kameralar, EHMLar, elektron avtomatik qurilmalar yordamida rivojlanib bormoqda.

Yadro fizikasi taraqqiyoti energetika, geologiya, tibbiyot, avtomatika, ekologiya kabi ko'plab sohalarida keng qo'llanilmoqda.

Tabiat kuchlarining birligi.Elementar zarralar orasida ta'sir qiladigan va shu bilan tabiatdagi barcha hodisalarni belgilab beradigan kuchlarning to'rt turi ma'lum. Bular gravitatsion, kuchsiz, elektromagnit va kuchli o'zaro ta'sirlardir. Ulardan ikkitasi – g r a v i t a t s i o n va e l e k t r o m a g n i t o'zaro ta'sirlar ilgaridan ma'lum. Ularning ta'sir radiuslari cheklanmagan, shuning uchun ular faqat elementar zarralar dunyosidagina emas, balki bizni o'rab turgan makroskopik jismlarda ham namoyon bo'ladi. Gravitatsion o'zaro ta'sir osmon mexanikasida asosiy o'rinni egallaydi. Bunda elektromagnit o'zaro ta'sir, garchi u ancha kuchli bo'lsa ham, gravitatsion o'zaro ta'sir bilan bellasha olmaydi, chunki odatda makroskopik jismlar zaryadlanmagan bo'ladi. Elektromagnit o'zaro ta'sir moddaning ichida kuchli bo'ladi. U ximiyaviy bog'lanishlar, yorug'likning nurlanishi, magnitlanish – qisqasi, atomlar va molekulalarda kuzatiladigan barcha hodisalarni belgilaydi. Bu yerda gravitatsion o'zaro ta'sir zaifligi, kuchsiz va kuchli o'zaro ta'sirlar esa qisqa masofalardagina ta'sir qilishi sababli namoyon bo'la olmaydi.

Atom yadrosi ichida kuchli va kuchsiz o'zaro ta'sirlar namoyon bo'ladi. Kuchli o'zaro ta'sir yadroda n u k l o n l a r protonlar va neytronlarni, nuklonlar ichida kvarklarni biriktirib turadi.

Kuchli o'zaro ta'sirning bu ikkinchi asosiy roli yaqinagina ma'lum bo'ldi. Kuchsiz o'zaro ta'sirga kelsak, u turli xil kvarklar orasidagi o'tishlarni yuzaga keltiradi, xususan, yadrolarda nuklonlarning β - yemirilishini aniqlaydi. β - yemirilishda nuklonni tashkil qilgan uchta kvarkdan bittasi boshqa tur kvarkka o'tadi va elektronlar hamda antineytrinoni nurlaydi.

Kuchsiz o'zaro ta'sirlar, shuningdek turli xil leptonlar orasidagi o'zaro o'tishlarni, masalan, ionning elektron, neytrino va antineytrinoga yemirilishini keltirib chiqaradi.

Masofaga har xil bog'liq bo'lgan kuchlarni taqqoslash qiyin. Biroq agar aniq masofa olinsa, u holda turli kuchlarga to'g'ri keladigan potensial energiyalarni taqqoslash mumkin. Masalan, yadro ichi masofasi 10^{-14} sm bo'lganda kuchli, elektromagnit, kuchsiz va gravitatsion o'zaro ta'sirlarning potensial energiyalari $1:10^{-2}:10^{-5}:10^{-38}$ nisbatda bo'ladi.

Fiziklar tabiat kuchlari orasidagi bog'lanishni aniqlashga harakat qilmoqdalar. Elektromagnit va kuchsiz o'zaro ta'sirlar orasida bog'lanish bor ekanligi aniqlandi. Bunday bog'lanishni topganlari uchun, ya'ni elektr kuchsiz kuchlar nazariyasini yaratganlari uchun Sh. Gleshou, S. Vaynberg va A. Salom 1979 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar. Elektr kuchsiz kuchlar nazariyasini batamom isbot qilingan deb bo'lmaydi, biroq uning asosiy g'oyasi ko'p tajribalar bilan tekshirilgan. Bu g'oyaning mazmuniga ko'ra, elektromagnit maydon yanada umumiyroq bo'lgan elektr kuchsiz maydonning bir qismidir, elektr kuchsiz maydon esa bir necha shakllar yoki komponentlardan iborat. Bu maydondagi barcha komponentlar elektromagnit maydondagidan to'rt baravar ortiq. Elementar zarralar – kvarklar va leptonlar elektr kuchsiz maydon kvantlarini nurlaydi va yutadi, bu kvantlar bizga ma'lum bo'lgan

fotonlar va oraliq yoki $vektorbozonlar$ deb ataladigan yangi zarralar, ya'ni spini 1 ga teng bo'lgan W^+, W^-, Z^0 – massiv zarralardir. Ularning massalari juda katta bo'lib, nuklon massasidan 100 marta katta. $W^\pm$ - oraliq bozonlar yaqinda ulkan to'la energiyaga (500 GeVdan ortiq) ega bo'lgan o'zaro uchrashuvchi proton-antiproton dastalarida kashf qilindi. Ularning massasi ($M_w \approx 80 \text{ GeV}$) elektr kuchsiz nazariyaning hisoblariga juda muvofiq keladi. Shunday qilib, elektromagnit va kuchsiz o'zaro ta'sirlarning birligi to'g'risida yangi ishonarli isbot olindi.

Mikrodunyo bag'riga sayohatimizni davom ettiraylik. Kuchsiz kuchlarning ta'sir radiusi taxminan 10^{-16} sm. Bu masshtabda ular elektromagnit kuchlar bilan qo'shilib ketadi, kichik masshtablarda esa xuddi tez harakatlanayotgan zaryadning elektr va magnit maydonlari singari elektr kuchsiz kuchlarni ajratib bo'lmaydi.

So'ng nima sodir bo'ladi? Bu yerdan gipotezalar sohasi boshlanadi. Ko'pchilik gipotezalarga ko'ra, elektr kuchsiz o'zaro ta'sirlar kuchli o'zaro ta'sirlar bilan taxminan 10^{-30} sm masofalarda qo'shilib ketadi. Hozircha bunday kichik masshtablarda eksperiment o'tkazishni tasavvur qilish qiyin. Bunga mos 10^{16} GeV energiyani tezlatkichlarda umuman olib bo'lmaydi. (Sinash zaryadining energiyasi va o'zaro ta'sir sohasi o'lchami orasidagi munosabat haqida zaryadli zarralar tezlatkichlariga q.).

Biroq Buyuk birlashish deb atalmish bu gipotezani tekshirishga oid hal qiluvchi eksperiment yaqin yillarda amalga oshirilishi mumkin. Gap shundaki, bunday Buyuk birlashishning deyarli muqarrar natijasi protonning nostabilligi bo'lib chiqadi.

Bu protsess mutlaqo yangi tipdagi protsess bo'lib, bunda β -emirilishda bo'ladigandek nuklonlarda bir tur kvarklarning boshqa kvarklarga o'tishi emas, balki kvarklarning antikvarklar va leptonlarga aylanishi ro'y beradi. Barion zaryad saqlanish qonunining buzilishi sodir bo'lgan bo'ladi. Bunday aylanishlarning ehtimolligi, tabiiyki, juda kichik, aks holda bizning o'zimiz ham atrofimizni o'rab turgan yadro moddasi ham maajud bo'lmas—u yanada yengil zarralarga parchalanib ketgan bo'lar edi. Nazariy hisoblarga ko'ra, protonning yashash davri 10^{30} - 10^{34} yil. Bu Koinotning yoshidan ancha katta. Biroq bunday favqulodda kamdan-kam bo'ladigan protsesslarni ham kuzatishga harakat qilish mumkin. Buning uchun bir necha ming va hatto o'nlab ming tonna moddasi (10^{33} – 10^{34} nuklonlari) bo'lgan protonning yemirilish detektorlari ko'riladi. Kosmik nurlar fonidan himoya qilish uchun bunday qurilmalar yer tagiga chuqur joylashtiriladi va qo'shimcha yordamchi schyotchiklardan iborat himoya sistemasi bilan o'raladi. Ana shunda taxminan 1 yilga teng vaqt ichida bir nechtagina protonning yemirilishini qayd qilishga umid bog'lash mumkin. Eksperimentlar boshlangan. Biroq hozircha bunday eksperimentlar protonlarning yashash davri 10^{31} yildan ortiq ekanini aniqlashga imkon berdi, xolos.

Buyuk birlashishning ikkinchi ehtimol tutilgan natijasi – «monopollar»ning ikki magnit earyadlarining mavjudligidir. Ularning massalari fantastik ravishda katta bo'lishi kerak. Kosmik «monopollar»ni topishga oid tajribalar hozir olib borilmoqda. Biroq hozircha, huddi protonning yemirilishini izlashdagidek, xulosalar qilishga hali erta.

A. Eynshteyn elektromagnit o'zaro ta'sirlar bilan gravitatsion o'zaro ta'sirlarni birlashtirish mumkinligini aytgan edi. Endi elektromagnit va kuchsiz o'zaro ta'sirlarning va ehtimol, kuchli o'zaro ta'sirlarning ham birlashishini nazarda tutsak,

bu endi superbirlashish bo'ladi, deb aytish mumkin, tabiatning barcha to'rt kuchi qandaydir fundamental prinsipga asoslanib yagona kuchga keltiriladi. Keyingi vaqtlarda bu prinsip, umumiy nisbiylik nazariyasining prinsipi singari, geometrik prinsipdir, degan fikrlar ko'proq aytilmoqda.

Shunday qilib, fiziklar tabiatdagi barcha kuchlarning yagona birlashishini topishga intilmoqdalar. Anchagina ishni qilishga ulgurдилar, biroq undan ham ko'pini qilish hali oldinda.

XIMIYAVIY ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

D. I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasi tabiatshunoslikda juda muhim rol o'ynaydi. U elementlar va ularning birikmalari xossalari to'g'risidagi ko'p sonli ximiyaviy ma'lumotlarni umumlashtirish asosida tuzilgan, ammo elementlar xossalarining davriy o'zgarishi sababini ximiya fani tushuntirib bera olmadi. Buni fizika tushuntirdi, uning zaminida *d a v r i y q o n u n* fizik jihatdan asoslandi va davriy sistema nazariyasi ishlab chiqildi.

«Elementlarning xossalari, binobarin, ular tashkil qilgan sodda va murakkab jismlarning xossalari ham ularning atom og'irligiga davriy bog'langan» – D. I. Mendeleyev 1871 yilda davriy qonunga ana shunday klassik ta'rif berdi. Bu ta'rif davriylik to'g'risidagi Mendeleyev ta'limoti rivojining ximiyaviy bosqichiga mos keladi.

Bu bosqich fizik bosqich bilan almashindi. Atom yadrosi zaryadi Z ning mos elementning davriy sistemadagi tartib nomeriga miqdoran teng bo'lishi isbot qilingandan keyin qonun fizik jihatdan asoslandi va uning ta'rif mana bunday shaklni oldi: elementlar, sodda moddalar va ular birikmalarining xossalari Z ning qiymatlariga davriy bog'liq.

Davriy qonunning muhim xususiyati shundaki, u ko'pchilik boshqa asosiy tabiat qonunlaridan farqli ravishda miqdoriy ifodaga ega emas, ya'ni uni biror matematik tenglama yoki formula ko'rinishida yozib bo'lmaydi. U o'zining yaqqol ifodasini faqat ximiyaviy elementlarning davriy sistemasi ko'rinishida topadi.

Davriy sistema davriy qonunning yaqqol grafik ifodasi sifatida jadvallar yoki turli geometrik shakllar va matematik egri chiziqlar ko'rinishida tasvirlanishi ham mumkin. Davriylik to'g'risidagi ma'lumotning 100 yildan ortiq mavjud bo'lgan vaqtida turli mualliflar davriy sistemaning 500 dan ortiq grafik tasviri variantini taklif qildi. Hozir, asosan, jadval variantlaridan foydalaniladi.

Ular orasida jadvalning qisqa shakli deb ataladigan variant ko'p uchraydi; u o'zida juda ko'p ma'lumotlarni mujassamlashtirgan. Shuningdek, uzun va zinasimon jadval shakllaridan ham foydalaniladi.



25-rasm.Mendeleyev davrining uzun shakli.

Davriy sistemaning ximiya sohasiga taalluqli yechilmagan muammolari jumlasiga quyidagilar kiradi: 1) vodorod sistemada aniq joyga ega bo'lmagan yagona element ekan (uni na ishqoriy metallarning va galogenlarning to'g'ridan-to'g'ri

o'xshamasi deb hisoblab bo'lmaydi); 2) $Z = 57 - 71$ nomerli siyrak-yer elementlarining lantan bilan bir katakda joylanishiga hamma olimlar ham rozi emas; 3) inert gazlarni VIII gruppaga joylash kerakmi yoki ular uchun nolinchii gruppani qoldirish kerakmi degan masala paydo bo'ladi; 4) $Z > 89$ nomerli elementlarni, ya'ni toriy, protaktiniy, uran va *transuran elementlarni* qanday joylashtirish to'g'risida turli fikrlar mavjud. Biz rangli rasmda ko'rayotgan tasvirlar bu sanab o'tilgan muammolar yechimining faqat eng ko'p foydalaniladigan variantlaridir, xolos.

Ximiyaviy elementlarning davriy sistemasi tabiatshunoslikning turli sohalarini rivojlantirishda beqiyos rol o'ynadi va o'ynayotir. U atom-molekulyar ta'limotning muhim yutug'i bo'ldi, hozirgi zamon «ximiyaviy element» iborasining paydo bo'lishiga hamda oddiy va murakkab moddalarni aniqlashga turtki bo'ldi.

1-jadval

Ayrim zarralar massalari

Zarra	Kg	MeV
<i>Elektron</i>	$9,10953 \cdot 10^{-31}$	0,511
<i>Proton</i>	$1,67265 \cdot 10^{-27}$	938,23
<i>Neytron</i>	$1,6748 \cdot 10^{-27}$	938,53
<i>α-zarra</i>	$6,6444 \cdot 10^{-27}$	3726,2

2-jadval

Energiya birliklari o'rtasidagi munosabatlar

Birliklar	eV	Erg	Joul	Kall
<i>1 eV</i>	1	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$	$3,83 \cdot 10^{-20}$
<i>1 erg</i>	$6,25 \cdot 10^{11}$	1	10^{-7}	$2,39 \cdot 10^{-8}$
<i>1 Joul</i>	$6,25 \cdot 10^{18}$	10^7	1	0,239
<i>1 kall</i>	$2,61 \cdot 10^{19}$	$4,18 \cdot 10^7$	4,18	1

Uzunlik birliklari o'rtasidagi munosabat:
 $10^{-3} \text{ km} = 1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 10^2 \text{ sm} = 10^3 \text{ mm} = 10^6 \text{ mkm (mikrometr)} = 10^9 \text{ nm (nanometr)} = 10^{12} \text{ pm (pikometr)}$.

Vaqt birliklari o'rtasidagi munosabat:
 1 sutka = 24 soat = 1440 minut (min) = 86400 sekund (s)
 1 soat = 60 min = 3600 s.

3 –jadval. Ayrim moddalarning zichliklari

3-jadval

Materiallari turlicha antikatod uchun rentgen nurlari
 K-seriyasining chegarasi (10^{-8} m da)

Volfram.....0,178	Platina.....0,158
Oltin.....0,153	Kumush.....0,484
Mis.....1,38	Alyuminiy.....7,936

4-jadval

Fundamental fizik kattaliklar (SI birliklar sistemasida)

O'zgaras kattaliklar	Belgilanishi	Son qiymati
Massaning atom birligi (10^{-3} kg/mol)	$m.a.b$	$1,6605655(86) \cdot 10^{-27}$ kg
Elementar zaryad	e	$1,6021829(46) \cdot 10^{-19}$ Kl
Elektronning solishtirma zaryadi	e/m	$1,5388047(49) \cdot 10^{11}$ Kl/kg
Neytronning Kompton to'liq uzunligi	$\lambda_{c,n}=h/m_n c$	$1,31955909(22) \cdot 10^{-15}$ m
Protonning Kompton to'liq uzunligi	$\lambda_{c,p}=h/m_p c$	$1,3214099(22) \cdot 10^{-15}$ m
Elektronning Kompton to'liq uzunligi	$\lambda_c=\alpha^2/2R_\infty$	$2,4263089(40) \cdot 10^{-12}$ m
Bor magnetoni	$\mu_B=eh/4\pi m_e$	$9,274078(36) \cdot 10^{-24}$ J $\cdot$ T ⁻¹
Yadro magnetoni	$\mu_N=eh/4\pi m_p$	$5,050824(20) \cdot 10^{-1}$ J $\cdot$ T
Protonning magnit momenti	μ_r	$1,4106171(55) \cdot 10^{-26}$ J $\cdot$ T
Myuonning magnit momenti	μ_μ	$4,490474(18) \cdot 10^{-26}$ J $\cdot$ T ⁻¹
Elektronning magnit momenti	μ_e	$9,284832(36) \cdot 10^{-24}$ J $\cdot$ T ⁻¹
Elektron magnit momentining proton magnit momentiga nisbati	μ_e/μ_r	658,2106880(66)
Myuon magnit momentining proton magnit momentiga nisbati	μ_μ/μ_r	3,1833402(72)
Erkin elektronning g-faktori	$g_e=2(\mu_e/\mu_B)$	$2 \cdot 1,0011596567(35)$
Erkin myuonning g-faktori	G_μ	$2 \cdot 1,00116616(31)$
Protonning giromagnit nisbati	$\nu_p=g/2m_p$	$2,6751987(75) \cdot 10^8$ s ⁻¹ T ⁻¹
Elektronning tinch holatdagi massasi	m_e	$9,109534(47) \cdot 10^{-31}$ kg
Protonning tinch holatdagi massasi	m_p	$1,6726485(86) \cdot 10^{-27}$ kg $1,007276470(11)$ m.a.b
Neytronning tinch holatdagi massasi	m_n	$1,6749543(86) \cdot 10^{-27}$ kg $1,008665012(37)$ m.a.b
Myuonning tinch holatdagi massasi	M_μ	$1,883566(11) \cdot 10^{-28}$ kg $0,11342920(26)$ m.a.b.
Proton massasining elektron massasiga nisbati	m_p/m_e	1836,15152(70)
Myuon massasining elektron massasiga nisbati	m_μ/m_e	206,768(47)
O'zgaras kattaliklar	Belgilanishi	Son qiymati
Vod. atomi mas.g elek. mas.nis.	M_H/m_e	1837,5
Vodorod atomining massasi	M_H	$1,6737 \cdot 10^{-27}$ kg
Atom massalari :m. a. b. da		
Vodorod	1H	1,007825036(11)

Deyteriy	^2H	2,014101795(21)
Geliy	^4He	4,002603267(48)
Avogadro doimiysi	N_A	$6,022045(31) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Loshmidt doimiysi	N_0	$2,687 \cdot 10^{19}$
Faradey doimiysi	$F=N_A e$	$96484,56(27) \text{ Kl} \cdot \text{mol}^{-1}$
Universal gaz doimiysi	R	$8,31441(26) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Ideal gazning molyar hajmi	$V_m=RT_0/p_0$	$22,41383(70) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$
Bolsman doimiysi	$k=R/N_A$	$1,380662(44) \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
Gravitatsiya doimiysi	G	$6,6720(41) \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Yorug'liqning vakuumdagi tezligi	c	$299792458(1,2) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Elektr doimiysi	$\epsilon_0=(\mu_0 c^2)^{-1}$	$8,85418782(7) \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$
Plank doimiysi	h $h/2\pi$	$6,626176(36) \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{Hz}^{-1}$ $1,0545887(57) \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Stafan-Bolsman doimiysi	$\sigma=(\pi^5/60)q^4/h^3c$	$5,67032(71) \cdot 10^{-8} \text{ Wt} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Vinning siljish qonuni doimiysi	$b=\lambda_m T$	$0,0028978 \text{ m} \cdot \text{K}$
Ridberg doimiysi	$R_\infty=me^4/8\epsilon_1^2 h^3 c$	$10973731,77 (83) \cdot \text{m}^{-1}$
Vodorod uchun	R_H	10967760 m^{-1}
Deyteriy uchun	R_D	10970742 m^{-1}
Ionlashgan geliy uchun	R_{He}	1097223 m^{-1}
Nozik struktura doimiysi	$\alpha=\mu_0 c e^2/2h\alpha^{-1}$	$0,0072973506(60)$ $137,03604(11)$
Bor radiusi	$\alpha_0=\epsilon_0 h^2/\pi m e^2$	$0,52917706(44) \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Elektron radiusi mumtoz qiymati	$r_e=e^2/4\pi\epsilon_0 m c^2$	$2,8179380(70) \cdot 10^{-15} \text{ m}$
Tomson sochilishi kesimi	$\sigma_T=8\pi r_e/3$	$6,65 \cdot 10^{-29} \text{ m}^2$

5-jadval

Elementlarning ayrim xossalari

Element	Belgisi	Atom nomeri	Atom og'irl.	Elektron konfigur.	Asosiy holat	Ionizatsiya potentsiali (voltlarda)			Erish t-°S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vodorod	N	1	1,008	1s	$^2\text{S}_{1/2}$	13,595	-	-	-259,2
Geliy	He	2	4,003	1s ²	$^1\text{S}_0$	24,58	54,40	-	-271,4

Litiy	Li	3	6,940	2s	$^2S_{1/2}$	5,39	75,6 2	122,42	180
Berilliy	Be	4	9,013	2s ²	1S_0	9,32	18,2 1	153,85	1280
Bor	B	5	10,82	2s ² 2p	$^2P_{1/2}$	8,30	25,1 5	37,92	2030
Uglerod	C	6	12,011	2s ² 2p ²	3P_0	11,26	24,3 8	47,87	>3500
Azot	N	7	14,008	2s ² 2p ³	$^4P_{3/2}$	14,53	29,5 9	47,37	-210
Kislorod	O	8	16,0	2s ² 2p ⁴	3P_2	13,61	35,1 1	54,89	-218,8
Ftor	F	9	19,00	2s ² 2p ⁵	$^2P_{3/2}$	17,42	34,9 8	62,65	-219,6
Neon	Ne	10	20,183	2s ² 2p ⁶	1S_0	21,56	41,0 7	63,5	-248,6
Natriy	Na	11	22,991	3s	$^2S_{1/2}$	5,14	47,2 9	71,65	97,8
Magniy	Mg	12	24,32	3s ²	1S_0	7,64	15,0 3	80,12	650

Ayrim kattaliklar orasidagi bog'lanishlar

$$1A^0 = 10^{-8} sm$$

$$1Fermi = 10^{-13} sm$$

$$1barn = 10^{-24} sm^2$$

$$1yil = 3,15 \cdot 10^7 sm$$

$$1bar = 10 din / sm^2$$

$$1J = 10^7 erg = 0,239kal = 6,242 \cdot 10^{18} eV$$

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-12} erg = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

$$1kal = 4,18J$$

$$1atm = 1,014 \cdot 10^6 din / sm^2$$

$$1k = 3 \cdot 10^9 SGSE$$

$$1A = 3 \cdot 10^9 SGSE$$

$$1V = 1/300SGSE$$

$$1Om = \frac{1}{9 \cdot 10^{11}} SGSE$$

Radioaktivlik va doza birliklari

$$1Kyuri = 3,7 \cdot 10^{10} \frac{juft}{sek}$$

1 *Rentgen* = 0,114 *erg* yutilgan energiyaga teng 1 *rad* = 1 *G* moddada yutilgan 100 *erg* energiyaga teng.

1 ber biologik to'qimada yutilgan 1 *rad* rentgen yoki γ nurlanishga teng.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. B.F.Izbosarov,I.R.Komolov “Mexanika”. “LIDER PRESS”.Toshkent – 2009.
2. M. Raxmatullayev “Umumiy fizika kursi”. “O’qituvchi” nashriyoti. Toshkent – 1996.
3. M.Ismoilov, M.S. Yunusov. “Elementar fizika kursi”. Toshkent. “O’qituvchi” 1992 yil
4. O.F. Kabardin “Fizika” Toshkent “O’qituvchi” 1992 yil
5. S.E.Frish,A.V.Timoreva “Umumiy fizika kursi”. “O’qituvchi” nashriyoti. Toshkent – 1972.
6. N.M. Shaxmayev, S.N. Shaxmayev, D.Sh. Shodiyev 9-sinf “Fizika” Toshkent “O’qituvchi” 1996 yil.
7. N.D.Bitko “Fizika” (3-4 qismlar). “O’qituvchi” nashriyoti. Toshkent – 1974.
8. “Kasb- hunar kolleji va akademik litsey talabalari uchun qo’llanma” Fizika 1-qism.
9. N.Qoyshibayev “Fizika”. Almati “Atamura” nashriyoti. 2008 yil
10. I.G.Kirillova “Fizikadan o’qish kitobi” .“O’qituvchi” nashriyoti. Toshkent – 1983.
11. N.Sh.Turdiyev. “Fizika”. Toshkent. Kartografiya fabrikasi-2003.
12. Oliy o’quv yurtlariga kiruvchilar uchun “Umumiy fizika”.
13. Internet tarmog’i xizmati.

Mundarija

1. Soʻz boshi.....	3
2. Qisqacha tarixiy maʼlumot.....	4
3. Fizika fani va fizik tushunchalar.....	18
4. Fizik kattaliklar.....	20
5. SI sistemasi va etalonlar haqida.....	28
6. Jismning erkin tushish tezlanishi.....	32
7. Butun olam tortishish qonuni.....	34
8. Kosmik tezliklar.....	38
9. Atmosfera bosimi.....	42
10. Atom va molekulalarning massalari.....	45
11. Broun harakatining qonuniyatlari.....	53
12. Haroratlarning absolyut shkalasi.....	56
13. Jismlarning elektrlanishi. Elektr zaryadi.....	63
14. Faradeyning elektroliz qonunlari.....	65
15. Magnit maydon. Magnit oʻzaro taʼsiri.....	68
16. Akustika. Tovush toʻlqinlari.....	76
17. Yorugʻlikning vakuumdagi tezligi.....	85
18. Rentgen nurlari.....	87
19. Plank gipotezasi. Plank doimiysi.....	89
20. Relyativistik mexanika.....	94
21. Plazma haqida tushuncha.....	96
22. Yadro fizikasi.....	100
23. Ximiyaviy elementlar davriy sistemasi.....	106
24. Jadvallar.....	109
25. Foydalanilgan adabiyotlar.....	113