

elementar zaryadi (e elementar zaryad birligida); spini (\hbar birligida, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h — Plank doimiysi); oʻrtacha yashash vaqti (sekundlarda) ifodalangan.

Shuni qayd etib oʻtish kerakki, elementar zarralar jadvalda keltirilgan kattaliklardan tashqari yana bir qator kattaliklar bilan ham xarakterlanadi. Masalan, barionlarga **barion zaryadi**, leptonlarga **lepton zaryadi** mansub deb hisoblanadi. Gʻalati zarralarning gʻalati xossalari tavsiflash uchun **gʻalatilik** kvant soni kiritilgan va hokazo.

Biror jarayonning taqiqlanishiga biror saqlanish qonuni asos boʻladi. Masalan, barion zaryadining saqlanish qonuni protonning barqarorligini taʼminlaydi. Haqiqatan ham:

$$p = e^+ + \nu + \bar{\nu}$$

jarayonini barion zaryadining saqlanish qonunidan tashqari barcha saqlanish qonunlari taqiqlamaydi. Bu jarayonning ketishini faqat barion zaryadining saqlanish qonuni taqiqlaydi, aks holda bu jarayon atomlarning annigilyatsiyasiga olib kelar edi.

Shuningdek, leptonlar bilan boʻladigan jarayonlarda lepton zaryadining saqlanish qonuni bajariladi. Gʻalatilikning saqlanish qonuni esa gʻalati zarralarning yakka holda paydo boʻlishini taqiqlaydi.

Takrorlash uchun savollar

1. *Elementar zarra nima?*
2. *Qanday elementar zarralarni bilasiz?*
3. *Atrofimizdagi butun moddiy olam qanday zarralardan tarkib topgan? Biz-chi?*
4. *Nima uchun kaonlarni va giperonlarni «gʻalati» zarralar deyiladi?*
5. *Foton ham zarrami? U qanday kashf qilingan?*
6. *Elementar zarralarni xarakterlovchi asosiy kattaliklarni ayting va tushuntiring.*
7. *«Antizarralar» qanday zarralar?*
8. *Absolyut neytral zarralar deganda qanday zarralar nazarda tutiladi? Ularga qaysi zarralar kiradi?*
9. *Pozitron qanday kashf qilingan?*
10. *Antideytron qanday zarralardan tarkib topgan? Antigeliy-chi?*
11. *Zarralarning oʻrtacha yashash vaqti deganda nima tushuniladi?*
12. *Zarralarning annigilyatsiyasi qanday jarayon? Misollar keltiring.*

13. Juftlarning hosil bo'lishi qanday jarayon? Misollar keltiring.
14. Elementar zarralarning o'zaro aylanishiga asoslanib radioaktiv yemirilishda yadrodan neytrino yoki antineytrino va elektron yoki pozitronlarning uchib chiqishini qanday tushuntirish mumkin?
15. Elementar zarralar qanday sinflarga bo'linadi?
16. Barqaror zarralarga qaysi zarralar kiradi?

115- §. Elementar zarralarning kvark modeli. Glyuonlar

Yuqoridagi paragraflarda qayd etilganidek, hozirgi vaqtga kelib elementar zarralarning soni ko'payib ketdi. Bundan tashqari elementar zarralar bir qator kattaliklar bilan xarakterlanadi. Bundan elementar zarralarning elementarligiga shubha tug'ila boshlandi: olimlar zarralarning hammasi ham birday me'yorda elementar emas, degan fikrga kela boshladilar. Yuksak energiyali elektronlarning vodorod va deyteriy yadrolarida sochilishi bo'yicha o'tkazilgan eksperimentlar natijalariga asoslanib, elementar zarralar ham atomlar kabi murakkab tuzilishga ega, degan xulosaga kelindi.

1964- yilda bir-biridan mustaqil ravishda amerikalik fiziklar M. Gell-Mann va J. Sveyglar tomonidan yadroviy o'zaro ta'sirda qatnashuvchi barcha zarralar (ularni **adronlar** deb ataladi) yanada fundamental (birlamchi) zarralar — **kvarklardan** tuzilgan, degan gipoteza o'rtaga tashlandi. Dastlab uchta kvark va ularga mos uchta antikvarkning mavjudligi haqida gipoteza oldinga surildi. Keyinchalik hamma adronlarni tavsiflash uchun uchta kvark va uchta antikvark yetarli emasligi ma'lum bo'ldi.

1974- yilda yangi turdagi kvark va antikvarkdan iborat psi-mezonlar kashf etildi. Bu to'rtinchi kvark bo'lib, unga **maftun kvark** degan nom berildi. 1977- yilda kvark va beshinchi turdagi antikvarklardan iborat epsilon-mezonlar kashf etildi. Yangi kvark **go'zal kvark** nomini oldi. Oltinchi kvarkdan tashkil topgan elementar zarra hali qayd qilinmagan. Lekin bu zarrani qidirish bo'yicha ko'pgina ishlar olib borilmoqda.

Kvarklarning elektr zaryadi e elementar zaryaddan kichik. Antikvarklarning elektr zaryadi esa kvarklarnikidan faqat ishorasining teskariligi bilan farqlanadi. Barcha kvarklarning spini \hbar birligida $\frac{1}{2}$ ga teng. Kvarklar spindan tashqari «**xid**» («**aromat**») va «**rang**»ga

ega. Har bir kvark shartli ravishda «qizil», «ko‘k» va «sariq» deb ataladigan uch «rang»li (antikvarklar mos ravishda «antiqizil», «antiko‘k» va «antisariq» uch «antirang»li) holatlardan birida bo‘lishi mumkin.

«Kvarklarning rangi» tushunchasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri tushunish kerak emas, bu atamalar qulaylik uchun kiritilgan bo‘lib, optik xossalarga aloqasi yo‘q — barcha uch «rang»li holat yorug‘lik kvantlarini bir xilda yutadi va chiqaradi. Barcha «rang»li holatlarning massasi ham qat‘iy bir xil.

Har bir kvark turini «**kvark aromati**» deyiladi. Demak, kvarkning oltita aromati mavjud ekan. Har xil aromatli kvarklarning xossalari turlicha, shuning uchun ular massalari ortib borishi tartibida har xil harflar bilan belgilanadi: u, d, s, c, b, t . d -, s - va b - kvarklarning elektr zaryadlari e elementar zaryad birligida $-\frac{1}{3}$ ga teng, qolgan u -, c - va t - kvarklarning zaryadi $+\frac{2}{3}$ ga teng.

1969- yilda J.Sveyg adronlarning kvark modelini tavsiya qildi. Bu modelga ko‘ra barionlar uchta kvarkdan, shunga mos ravishda antibarionlar uchta antikvarkdan tuzilgan. Masalan, proton ikkita u -kvarkdan va bitta d -kvarkdan ($p = uud$), antiproton esa ikkita \tilde{u} -antikvarkdan va bitta \tilde{d} -antikvarkdan ($\tilde{p} = \tilde{u}\tilde{u}\tilde{d}$) tarkib topgan. Mezonlar kvark va antikvarklardan tarkib topgan. Masalan, π^+ -mezon u -kvarkdan va \tilde{d} antikvarkdan ($\pi^+ = u\tilde{d}$), π^- -mezon esa d -kvarkdan va \tilde{u} -antikvarkdan ($\pi^- = d\tilde{u}$) tuzilgan.

Ko‘p (qariyb 20) yillik izlanishlarga qaramay hech bir kvark, xoh yengili, xoh og‘iri hali biror marta erkin holda kuzatilmagan. Kvarklarni faqat adronlar ichida kuzatish mumkin. Kvarklar orasidagi o‘zaro ta’sir g **glyuonlar** («yelim» ma’nosidagi ingliz so‘zidan) vositasida amalga oshiriladi. Glyuonlar —kvarklar rangini tashuvchi va kuchli o‘zaro ta’sirni amalga oshiruvchi zarralardir.

Bir «rang»li kvark o‘zidan glyuon chiqarib, boshqa «rang»li kvarkka aylanishi mumkin. Glyuonlar va kvarklar nazariyasiga **kvant xromodinamikasi** deyiladi. Bu nazariyaga ko‘ra rang tashuvchi 8 ta turli glyuon mavjud ekan. Glyuonlar adronlarning paydo bo‘lishi va yo‘qolishi reaksiyalarining oraliq bosqichlarida namoyon bo‘ladi. Eksperimentda glyuonlar hosil qilgan adron oqimlari qayd etilgan. Kvarklar va glyuonlar nazariyasi bashorat qilgan barcha narsalar

tajriba natijalariga mos tushganligi sababli glyuonlarning mavjudligiga deyarli shubha yo‘q.

Shunday qilib, hozirgi zamon tasavvurlariga ko‘ra adronlar haqiqiy elementar zarralar hisoblanmaydi. Ular chekli o‘lcham va murakkab tuzilishga ega. Leptonlar ham, kvarklar ham ichki strukturaga ega emas. Bu ma‘noda leptonlar va kvarklar haqiqiy elementar zarralar deb hisoblanishi mumkin. Ularga yana elektromagnit maydon kvanti — fotonni, kvarklararo maydon zarralari — glyuonlarni va, nihoyat, kuchsiz o‘zaro ta‘sir (116- § ga qarang) maydonining kvantlari — **vektor** (yoki **oralik**) **bozonlarni** qo‘shimcha qilish kerak.

116- §. Elementar zarralarning o‘zaro ta‘sir turlari. Fizikaviy ta‘sir turlarining birlashgan nazariyasi haqida tushuncha

Hozirgi vaqtda elementar zarralar orasida ta‘sir qiladigan va shu bilan tabiatdagi barcha hodisalarni belgilab beradigan kuchlarning to‘rt turi mavjud. Bular gravitatsion, elektromagnit, kuchsiz va kuchli o‘zaro ta‘sir kuchlari.

1. **Gravitatsion o‘zaro ta‘sir.** Bu ta‘sir hamma elementar zarralar uchun universal xarakterga ega. Gravitatsion o‘zaro ta‘sir gravitonlar vositasida uzatiladi. Ta‘sir doirasining radiusi cheksiz katta ($r \approx \infty$), ta‘sir vaqti $t \approx 10^9$ yil. Elementar zarralar uchun gravitatsion o‘zaro ta‘sir shunchalik sustki, bu ta‘sirning yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasida sezilarli roli yo‘q.

2. **Elektromagnit o‘zaro ta‘sir.** Bu ta‘sirda elektr zaryadga ega barcha zarralar ishtirok etadi. Elektromagnit o‘zaro ta‘sir fotonlar vositasida uzatiladi. Yadroda protonlarning kulon itarilishi, elektron-pozitron juftlarining annigilyatsiyasi va hosil bo‘lishi va shu kabi jarayonlarni elektromagnit o‘zaro ta‘sir bilan tushuntiriladi. Elektromagnit o‘zaro ta‘sirning ta‘sir vaqti $10^{-21} \div 10^{-18}$ s, ta‘sir doirasining radiusi cheksiz katta ($r \approx \infty$).

3. **Kuchli o‘zaro ta‘sir.** Bunday ta‘sirda mezonlar va barionlar ishtirok etadi. Kuchli o‘zaro ta‘sirda bo‘ladigan elementar zarralarni adronlar deb ataladi (adronlarga rezonanslar ham kiradi). Atom yadrosi nuklonlari orasidagi yadro kuchlari, yuqori energiyalarda o‘tadigan yadroviy ta‘sirlarda mezonlarning hosil bo‘lish jarayonlari kuchli o‘zaro ta‘sirga misol bo‘la oladi. Yadroda nuklonlarni, adronlar ichida kvarklarni kuchli o‘zaro ta‘sir glyuonlar vositasida

biriktirib turadi. Bunday ta'sirning vaqti $10^{-23} \div 10^{-22}$ s, ta'sir doirasining radiusi $r \approx 10^{-15}$ m.

4. **Kuchsiz o'zaro ta'sir.** Kuchsiz o'zaro ta'sirda fotonlardan tashqari barcha elementar zarralar ishtirok etadi. Kuchsiz o'zaro ta'sir 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'sir, shuningdek, turli xil leptonlar orasidagi o'zaro o'tishlarni, masalan, myuonning elektron, neytrino va antineytrinoga yemirilishini keltirib chiqaradi.

Kuchsiz o'zaro ta'sir ham, kuchli o'zaro ta'sir kabi juda yaqin masofada ($r \approx 10^{-18}$ m) ta'sir qiladi, ta'sir vaqti 10^{-9} s. Kuchsiz o'zaro ta'sir protondan 100 marta og'irroq o'ta massiv zarralar — **oraliq bozonlar** yoki **vektor bozonlar** deb ataladigan zarralar vositasida uzatiladi. Bu zarralar 1983- yilda Bern (Shveysariya)da ulkan energiyaga ega bo'lgan o'zaro uchrashuvchi proton va antiproton dastalarida kashf etilgan.

Shunday qilib, tabiatdagi o'zaro ta'sirlar maxsus zarralar almashinishi bilan sodir bo'ladi. Elementar zarralarning o'zaro ta'sirlashuvida ishtirok qiladigan oraliq zarralarga **virtual zarralar** deyiladi.

Fizikaviy o'zaro ta'sirlarning zarralar vositasida almashinish xarakteri ularning **birlashgan nazariyasini** yaratish imkoniyatini beradi. Hozirgi vaqtda fizik olimlar tabiat kuchlari orasidagi bog'lanishni aniqlashga harakat qilmoqdalar.

1958- yildayoq A.Salam kuchsiz va elektromagnit o'zaro ta'sirlarni birlashtirish haqidagi g'oyani ilgari surdi. 1967- yilda S. Vaynberg kuchsiz va elektromagnit o'zaro ta'sirlarning yagona modelini tavsiya etdi. 1968- yili A. Salam S. Vaynbergdan mustaqil ravishda kuchsiz va elektromagnit o'zaro ta'sirlarning birlashgan nazariyasini ishlab chiqdi. 1970- yilda esa Sh. Gleshou Vaynberg-Salam nazariyasini rivojlantirdi. Shu yo'sinda birlashgan nazariya — **elektr kuchsiz kuchlar nazariyasi** yaratildi. Bu nazariyani 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 marta ortiq. Elementar

zarralar — kvarklar va leptonlar elektr kuchsiz maydon kvantlari — fotonlar va vektor — bozonlarni nurlaydi va yutadi. Bozonlarning massasi elektr kuchsiz kuchlar nazariyasining hisoblariga juda mos keladi. Bu hol elektromagnit va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarning birligi to‘g‘risidagi yangi ishonarli dalil hisoblanadi. Kuchsiz kuchlarning ta’sir doirasi radiusi 10^{-18} m. Bu masshtabda ular elektromagnit kuchlar bilan qo‘shilib ketadi.

1972- yilda Sh. Gleshou G. Jorji bilan birga, 1973—1974-yillarda A. Salam kuchli, elektromagnit va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarni o‘z ichiga olgan **buyuk birlashish nazariyasini** tavsiya etdilar. Hozir olimlar bu masala ustida jadal ishlamoqdalar. Ko‘p gipotezalar ilgari surilgan. Ko‘pchilik gipotezalarga ko‘ra elektr kuchsiz ta’sirlar kuchli o‘zaro ta’sirlar bilan taxminan 10^{-32} m masofalarda qo‘shilib ketadi. Bunday kichik masshtablarda eksperiment o‘tkazish juda katta energiyani talab etadi. Hozircha tezlatkichlarda bunday energiyaga erishilganicha yo‘q.

A. Eynshteyn va V. Geyzenberglar o‘z vaqtida maydonning yagona birlashgan nazariyasi ustida ish olib borganlar. Eynshteyn elektromagnit o‘zaro ta’sir bilan gravitatsion o‘zaro ta’sirni birlashtirish mumkin ekanligini aytgan edi.

Endi elektromagnit, kuchli va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarni va, ehtimol, gravitatsion o‘zaro ta’sirlarning ham birlashishini nazarda tutsak, bu endi **superbirlashish** bo‘ladi, deb aytish mumkin. Tabiatning to‘rt kuchi qandaydir fundamental prinsipga asoslanib yagona kuchga keltiriladi.

Shunday qilib, fiziklar tabiatdagi barcha kuchlarning yagona birlashishini topishga intilmoqdalar. Bu sohada anchagina ishni qilishga ulgurdilar. Superbirlashish hali tajribada tekshirilmagan. Lekin uning muvaffaqiyatlari kelajakda materiyaning yagona nazariyasini yaratishga katta yo‘l ochgan bo‘lur edi.

117- §. Kosmik nurlar haqida tushuncha. Birlamchi kosmik nurlar

Kosmik fazodan Yerga juda katta energiyali zarralar oqimi kelishini ko‘pgina kuzatishlar ko‘rsatadi. Bu zarralar oqimini **kosmik nurlar** deb ataladi.

Kosmik nurlarning mavjudligi XX asrning boshlarida quruq havoning ionlanishini o‘rganishda payqalgan. Tajribalarning ko‘rsatishicha, zaryadlangan elektroskop qalin qo‘rg‘oshin g‘ilof ichiga

joylashtirilganligiga qaramay o'z zaryadini yo'qotadi. Bu hodisaning sababini o'rganish kelib chiqishi Yerdan tashqarida bo'lgan, kuchli o'tuvchanlik qobiliyatiga ega ionlashtiruvchi nurlanishning mavjudligini aniqlashga olib keldi. Bu nurlanish Yerga kosmik fazodan kelishini avstriyalik olim V. Gess tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar tasdiqlaydi.

1912- yilda V. Gess har xil balandliklardagi ionlashtiruvchi nurlanishning intensivligini aniqlash maqsadida qayd qiluvchi asboblardan biri bilan jihozlangan havo sharini uchirdi. (Kosmik nurlarning intensivligi deganda, birlik yuzadan bir sekundda o'tayotgan zarralar soni — zarralar oqimining zichligi tushuniladi). Shar 5 km balandlikka ko'tarildi. Shunday balandlikda nurlanishning intensivligi dengiz sathidagiga qaraganda ancha kuchli ekanligi aniqlandi.

Gess bunday natijaga asoslanib, havoni ionlashtiruvchi nurlanishning manbai Yer atmosferasidan tashqarida bo'lishi kerak, degan xulosaga keldi. Keyingi tadqiqotlar bu xulosaning to'g'riligini to'la tasdiqladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kosmik nurlar ta'sirida havoning ionlanish intensivligi Yerning sutkalik aylanishiga bog'liq emas ekan. Bu hol kosmik nurlanish Yerga kosmik fazoning barcha yo'nalishdagi sohalaridan kelishini bildiradi.

Kosmik nurlarni tadqiq etishda 100- § da bayon etilgan zarralarni kuzatish va qayd etish usullaridan foydalaniladi.

Olam fazosidan Yer atmosferasiga kirib keladigan kosmik nurlarni birlamchi kosmik nurlar deb ataladi. Kosmik nurlarning har xil balandliklardagi va har xil geografik kengliklardagi tarkibini aniqlash maqsadida ko'p tadqiqotlar o'tkazilib, ancha ma'lumot to'plangan. Birlamchi kosmik nurlarning kimyoviy tarkibini o'rganish va tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, Yer atmosferasi chegarasida birlamchi kosmik nurlar turli massa soniga ega va bitta nukloniga taxminan $10^9 \div 10^{20}$ eV tartibida energiya mos keladigan atom yadrolaridan tarkib topgan ekan. Shuningdek, 10^{13} eV dan kichik energiyali birlamchi kosmik nurlarning 90 foizi protonlardan, taxminan 9 foizi geliy atomi yadrolaridan va qolgan 1 foizi esa og'irroq (litiy, berilliy, bor, uglerod va hokazo, to'g'ri zaryad soni $z = 41$ bo'lgan niobiy) elementlarining yadrolaridan iboratdir.

Birlamchi kosmik nurlarning kelib chiqishi haqida bir necha gipotezalar mavjud. Bu gipotezalar birlamchi kosmik nurlar energiyasi haqidagi ma'lumotlarga hamda radioastronomik ma'lumotlarga asoslanadi. Hozirgi vaqtda kosmik nurlar o'ta yangi yulduzlarning chaqnashi (potrlashi)dan hosil bo'ladi, degan gipotezani haqiqatga

yaqinroq deb hisoblanadi. Galaktikamizda bir necha yuz yilda bir marta bo‘ladigan bahaybat portlash — o‘ta yangi yulduz paydo bo‘lishidir. Shu portlash paytida og‘ir element yadrolari yemirilib, protonlar, α -zarralar va boshqa yengil yadrolar — birlamchi kosmik nurlar hosil qiladi.

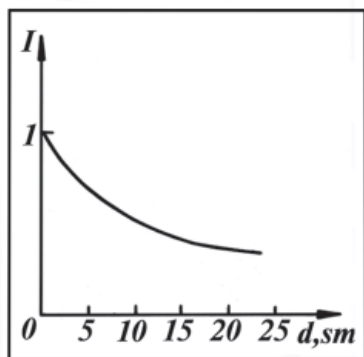
Kosmik nurlarning Yerga keltiradigan energiyasi uncha katta emas. Lekin birlamchi kosmik nurlarning ba’zi zarralari ulkan energiyaga (10^{19} – 10^{20} eV tartibida) ega. Shunga qaramay, ularning faqat oz qismigina Yer sirtiga yetib kela oladi. Bunga, birinchidan, Yerning magnit maydoni, ikkinchidan, Yer atmosferasi jiddiy to‘siq bo‘ladi. Birlamchi kosmik nurlanish zarralarining Yer magnit maydonida magnit kuch chiziqlariga ko‘ndalang ravishda harakat qilishida ularga harakat trayektoriyasini egrilovchi Lorens kuchi ta’sir qiladi. Past energiyali zarralarning trayektoriyasi kuchli egrilanadi, natijada magnit maydon bo‘lmagan taqdirda Yerga yetib kelishi mumkin bo‘lgan ayrim zarralar og‘adi, Yerga yetib kelishi mumkin bo‘lmagan zarralar Yerga tomon yo‘naladi, uchinchi xil zarralar esa Yer shari atrofida murakkab trayektoriya bo‘yicha aylanadi.

Birlamchi kosmik nurlanishning har qanday energiyali zarralari uchun Yer atmosferasi bartaraf qilib bo‘lmaydigan to‘siq hisoblanadi.

Gap shundaki, birlamchi kosmik nurlar Yer atmosferasiga kirganda atmosferaning yuqori qatlamlarida havoning azot va kislorod atomlari yadrolari bilan asosan noelastik to‘qnashib, o‘zining katta energiyasini yo‘qotadi. Bunday to‘qnashishlar yadro reaksiyalariga olib keladi, bu reaksiyalar natijasida yangi zarralar hosil bo‘ladi.

118- §. Ikkilamchi kosmik nurlar. Yadroviy va elektromagnit kaskadlar

Birlamchi kosmik nurlanish zarralarining Yer atmosferasidagi havo atomlari yadrolari bilan o‘zaro to‘qnashishi tufayli sodir bo‘ladigan yadro reaksiyalari natijasida **ikkilamchi kosmik nurlar** deb ataladigan zarralar oqimi vujudga keladi. Zarralarning bu oqimi tez protonlar, neytronlar, α -zarralar, π -mezonlar va yadrolarning bo‘laklaridan iborat. Ikkilamchi protonlar va neytronlar yangi yadrolar bilan to‘qnashib, yana yangi zarralar oqimini hosil qiladi. Yadroviy portlashning har keyingi bosqichida zarralar ko‘payaveradi — **kaskadli yadro quyuni** vujudga keladi.



223- rasmi.

atmosfera yadrosi bilan o‘zaro ta’sirlashib, elektron-pozitron juftini yuzaga keltiradi. Hosil bo‘lgan bu zaryadlangan zarralar jufti ularni yuzaga keltirgan γ -foton harakati yo‘nalishida harakatlanadi. Paydo bo‘lgan elektron va pozitronning energiyasi juda katta. Ular atmosferada tormozlanganda yuzaga kelgan γ -foton(II) ham yadro yaqinidan o‘tayotganda ular bilan ta’sirlashib, yana elektron va pozitron juftini hosil qiladi va hokazo. Boshlang‘ich fotonning energiyasi juda katta ($10^8 \div 10^{10}$ eV) bo‘lgani uchun ikkilamchi zarralarning bir necha avlodi paydo bo‘ladi, natijada ikkilamchi kosmik nurlarning kaskadli elektron-foton quyuni (elektromagnit kaskad) yuzaga keladi.

Ikkilamchi kosmik nurlar kuchli o‘tuvchanlik qobiliyatiga ega. Ikkilamchi kosmik nurlarning o‘tuvchanlik qobiliyatini o‘rganish uchun ularni turli qalinlikdagi qo‘rg‘oshin qatlami orqali o‘tkazib, so‘ng intensivligi o‘lchanadi. 223- rasmda shunday o‘lchashlar natijasi tasvirlangan, bunda $d=0$ da kosmik nurlarning intensivligi 1 ga teng qilib olingan. d qatlamning 0 dan $10 \div 13$ sm gacha qalinliklarida ikkilamchi kosmik nurlarning intensivligi tez kamayib ketadi, qalinlikning keyingi ortib borishida esa intensivlik amalda o‘zgarmay qoladi.

Shunga bog‘liq holda ikkilamchi kosmik nurlarning **yumshoq komponenti** va **qattiq komponenti** deb ataladigan ikki tarkibiy qismi haqida gap yuritiladi. Ikkilamchi kosmik nurlarning yumshoq komponenti qo‘rg‘oshinda kuchli yutiladi. Bu komponentga zaryadlangan yengil zarralar — elektronlar va pozitronlar, shuningdek, fotonlar kiradi. Kosmik nurlarning qattiq komponenti qo‘rg‘oshinda katta o‘tuvchanlik qobiliyatiga ega, u 10 sm

qalinlikdagi qo‘rg‘oshindan bemalol o‘ta oladi. Nuklonlar, mezonlar kosmik nurlarning qattiq komponentini tashkil etadi. Bularning ichida μ -mezonlarning energiyasi juda katta va yashash vaqti ham katta. Shuning uchun μ -mezonlar Yer sirtigacha, hatto Yerga ancha chuqurlikkacha, dengiz, okean tubigacha kirib boradi.

Kosmik nurlarni tadqiq qilish energiyasi 10^{19} eV gacha bo‘lgan o‘ta yuqori energiyali zarralar bilan bo‘ladigan jarayonlarni o‘rganishga imkon beradi. Bunday zarralarning modda bilan to‘qnashishida, asosan, yangi yadro reaksiyalari vujudga keladi, ularni o‘rganish yadrolarning xossalari va elementar zarralar to‘g‘risidagi bilimlarimizni chuqurlashtiradi, moddalarning tuzilishi, yadro kuchlarining tabiati va koinot haqidagi tushunchalarimizni boyitadi. Kosmik nurlarning asosiy ilmiy ahamiyati ham xuddi shunda. Ko‘pchilik elementar zarralar birinchi marta kosmik nurlarda kashf qilinganligi haqida gapirilgan edi. Hozirgi vaqtda kosmik nurlarning tarkibida barcha elementar zarralar borligi aniqlangan.

XX asrning o‘rtalaridayoq o‘zbek olimlari akademik S. A. Azimov rahbarligida kosmik nurlarni tadqiq eta boshladilar va kosmik nurlar fizikasining rivojlanishiga salmoqli hissa qo‘shib kelmoqdalar.

S.A. Azimov va uning shogirdlari tomonidan 1948- yilda kosmik nurlarning myu-mezonlar bilan muvozanatda bo‘lmagan yumshoq elektron-foton komponentlari va nuklonlar vujudga keltiradigan elektron-yadro quyunlari kashf etildi. Kosmik nurlar zarralarining o‘zaro ta’sirini tadqiq qilish maqsadida baland (Pamir) tog‘ ustida noyob qurilma o‘rnatildi. Bu qurilmada zarralarning ko‘pligi haqida, burchak va energiya bo‘yicha taqsimlanishi haqida olingan asosli natijalar zarralarning yadrolar bilan o‘zaro ta’siri haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarining shakllanishida, adronlarning kvark strukturasi namoyon qilishda muhim rol o‘ynadi. O‘zbek kosmik olimlari birinchilar qatorida pionlarning yadrolarda noelastik difraksiyanish jarayonlarini muntazam o‘rganib bordilar va 1966-yilda ular tomonidan kashf etilgan protonlarning difraksion dissotsiatsiyasi jarayoni jahon olimlari tomonidan tan olindi.

Hozirgi vaqtda S.A. Azimov tomonidan yuqori energiyalar fizikasi sohasida tashkil etilgan ilmiy maktab kosmik nurlarni o‘rganish bo‘yicha o‘z tadqiqotlarini davom ettirmoqda.

Takrorlash uchun savollar

1. *Kvarklar qanday zarralar?*
2. *«Kvark aromati» nima? Nechta kvark aromati mavjud?*
3. *Kvarklar qanday «rangli» holatlarda bo'lishi mumkin?*
4. *Adronlarning kvark modelini tushuntiring.*
5. *Glyuonlar qanday zarralar?*
6. *Qanday fizik ta'sirlarni fundamental o'zaro ta'sirlar deb ataladi?*
7. *Bu o'zaro ta'sirlar qanday amalga oshiriladi? Har bir ta'sir misolida tushuntiring.*
8. *Fundamental o'zaro ta'sirlarning birlashgan nazariyasi, buyuk birlashish nazariyasi va super birlashish nazariyasi haqida nimalarni bilasiz?*
9. *Kosmik nurlar nima?*
10. *Birlamchi kosmik nurlar deb nimaga aytiladi? Ikkilamchi kosmik nurlar deb-chi?*
11. *Birlamchi kosmik nurlar qanday kimyoviy tarkibga ega?*
12. *Birlamchi kosmik nurlarning ba'zi zarralari ulkan energiyaga ega bo'lishiga qaramay, Yer sirtigacha yetib kela olmaydi. Nima uchun?*
13. *Ikkilamchi kosmik nurlarning kaskadli yadro quyuni qanday vujudga kelishini tushuntiring.*
14. *Ikkilamchi kosmik nurlarning kaskadli elektron-foton quyuni qanday vujudga keladi?*
15. *Ikkilamchi kosmik nurlarning o'tuvchanlik qobiliyati qanday aniqlanadi?*
16. *Ikkilamchi kosmik nurlarning yumshoq komponentiga qanday zarralar kiradi? Qattiq komponentiga-chi?*
17. *Kosmik nurlarni tadqiq etishning ahamiyati nimada?*

X bob. OLAMNING YAGONA FIZIK MANZARASI. FIZIKANING JAMIYAT TARAQQIYOTIDAGI AHAMIYATI

Shunday qilib, fizika kursining «Mexanika», «Molekulyar fizika», «Elektrodinamika asoslari», «Tebranishlar va to‘lqinlar», «Optika», «Atom va yadro fizikasi» bo‘limlarida tabiatning bizni o‘rab turgan olamdagi va butun koinotdagi jarayonlarning borishini boshqarib turuvchi umumiy qonunlari bilan tanishdik.

Fizika fanining maqsadi, tabiatning bunday qonunlarini topish va ular asosida aniq jarayonlarning sabablarini aniqlash hamda bu qonunlardan amaliyotda foydalanish yo‘l-yo‘riqlarini ko‘rsatishdan iboratdir. Bu maqsadga yaqinlashgan sari olimlar oldida tabiat birligining ulug‘ va murakkab manzarasi tobora ravshan bo‘la boradi. Olam bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan alohida-alohida hodisalarning to‘plami emas, balki bir butunning turli-tuman va juda ko‘p ko‘rinishlarda namoyon bo‘lishidan iboratdir.

Fizikaning rivojlanish jarayonida yaratilgan nazariyalar asosida olimlar olamning yagona fizik manzarasini tuzishga harakat qilib keldilar.

119- §. Olamning mexanik manzarasi

Jismlarning harakati va muvozanati haqidagi fan-mexanika dunyoning fizik manzarasida markaziy o‘rin tutadi. Buyuk ingliz olimi I. Nyuton ishlab chiqqan qonunlar mexanikaning mustahkam zaminini tashkil qiladi. I. Nyuton tomonidan kashf etilgan harakat qonunlarini asos qilib, olimlar olamning mexanik manzarasini tuzishga intildilar. Masalan, Nyutonning fikriga ko‘ra butun olam «qattiq, og‘ir, ichiga hech narsa singib kira olmaydigan harakatchan zarralardan» iboratdir. Bu «birlamchi zarralar absolyut qattiq: ular o‘zlari tashkil qilgan jismlarga qaraganda haddan tashqari qattiq, shunchalik qattiqki, ular hech vaqt yeyilmaydi, mayda bo‘laklarga bo‘linib ketmaydi». Ular asosan bir-biridan miqdoriy jihatdan o‘zining massalari bilan farq qiladi. Olamning butun boyligi, sifat jihatdan turli-tumanligi bu zarralar harakatidagi farqning natijasidir, deb qaraladi. Bunda zarralarning ichki mohiyati e‘tiborga olinmaydi.

Uzoq vaqt davomida (XX asrning boshigacha) olimlar Nyuton mexanikasining qonunlari tabiatning yagona asosiy qonunlari deb hisoblab keldilar. Biroq elektromagnit jarayonlarni o‘rganishda

ularning Nyuton mexanikasiga bo'ysunmasligi ma'lum bo'lib qoldi, Maksvell tomonidan yaratilgan elektromagnit maydon nazariyasi qonunlarini Nyuton mexanikasiga keltirib bo'lmadi. Olamning mexanik manzarasi asossiz bo'lib chiqdi.

120- §. Olamning elektromagnit manzarasi

Fizikaning elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limi elektrodinamika bo'lib, uning asosini Maksvell tomonidan yaratilgan elektromagnit maydon nazariyasining qonunlarini ifodalovchi to'rtta differensial tenglamalar sistemasi tashkil etadi. Agar Nyuton mexanikasida jismlar bir-biri bilan bevosita bo'shliq orqali ta'sir qiladi va bu o'zaro ta'sir oniy ravishda uzatiladi, deb qaralsa, ya'ni olisdan ta'sir qilish nazariyasi o'rinli bo'lsa, elektrodinamika yaratilgandan so'ng kuchlar haqidagi bunday tasavvurlar o'zgardi, yaqindan ta'sir qilish nazariyasi yuzaga keldi. Bu nazariyaga ko'ra o'zaro ta'sirlashayotgan jismlarning har biri fazoda chekli tezlik bilan tarqaladigan elektromagnit maydon hosil qiladi va shu maydon orqali o'z ta'sirini uzatadi.

Elektromagnit kuchlar tabiatda keng tarqalgan: ular atom yadrosida, atomda, molekulada, makroskopik jismlardagi alohida molekulalar orasida ta'sir qiladi, chunki barcha atomlar elektr jihatdan zaryadlangan zarralardan tarkib topgan.

Elektrodinamikaning taraqqiyoti olamning yagona elektromagnit manzarasini yaratishga doir urinishlarga olib keldi. Bu manzaraga muvofiq olamdagi barcha hodisalar elektromagnit o'zaro ta'sirlar qonuni bilan boshqariladi.

Olamning elektromagnit manzarasi maxsus nisbiylik nazariyasi kashf etilgandan so'ng oliy ravnaqiga erishdi. Agar olamning mexanik manzarasi ravnaq topgan yillarda elektromagnit hodisalarni olam efiridagi mexanik jarayonlar deb qarashga urinilgan bo'lsa, endi, aksincha, zarralarning harakat qonunlarini elektromagnit nazariyadan keltirib chiqarishga urinishlar bo'ldi.

Biroq tabiatdagi barcha jarayonlarni elektromagnit jarayonlarga keltirish mumkin bo'lmadi. Zarralarning harakat tenglamalari va gravitatsion o'zaro ta'sir qonunini elektromagnit maydon nazariyasidan keltirib chiqarish mumkin emas. Bundan tashqari elektr jihatdan neytral zarralar va yangi tur o'zaro ta'sirlar kashf etildi. Tabiat dastlab tasavvur qilinganiga qaraganda murakkabroq bo'lib chiqdi: olamdagi turli-tuman jarayonlarning hammasini yagona

harakat qonuni ham, yagona kuch ham qamrab olishga qodir emas.

Olam qanchalik turli-tuman bo‘lmasin, koinotdagi barcha jismlarni hosil qiluvchi atomlar mutlaqo bir xildir. Jonli organizmlar ham xuddi jonsiz organizmlar tuzilgan atomlardan tarkib topgan.

XX asrning birinchi yarmida barcha elementar zarralar bir-biriga aylana olishi aniqlandi. Elementar zarralar va ularning o‘zaro aylanishlari kashf etilgandan so‘ng materiya tuzilishining birligi olamning yagona manzarasida asosiy o‘ringa chiqdi. Bu birlikning zamirida barcha elementar zarralarning moddiyligi yotadi. Turli elementar zarralar materiya mavjudligining turli konkret shakllaridir.

121- §. Olamning hozirgi zamon fizik manzarasi

Olamning yagonaligi materiya tuzilishining birligi bilangina cheklanib qolmaydi. Olamning yagonaligi zarralarning harakat qonunlarida va ularning o‘zaro ta’sir qonunlarida ham namoyon bo‘ladi. Oxirgi o‘n yilliklarda fiziklarning erishgan muvaffaqiyatlari bizni o‘rab olgan olam qanday tuzilganligini va qanday qonunlar asosida rivojlanganligini tasavvur qilish imkonini beradi.

Atrofimizda bo‘layotgan barcha hodisalardagi asosiy harakatlanuvchi obyektlar ikki guruh zarralardan iborat. Bir guruhga fundamental o‘zaro ta’sirlarda ishtirok etuvchi zarralar kirsa, ikkinchisiga fundamental o‘zaro ta’sirlarni tashuvchisi bo‘lgan zarralar kiradi.

Jismlarning bir-biri bilan o‘zaro ta’siri nihoyatda turli-tuman bo‘lishiga qaramay, hozirgi zamon ma’lumotlariga ko‘ra kuchlarning faqat to‘rtta turi mavjuddir: gravitatsion, kuchsiz, elektromagnit va kuchli o‘zaro ta’sirlar (116- § ga qarang). Bu o‘zaro ta’sirlar ishtirokchisiga fundamental zarralar — leptonlar va kvarklar kiradi. Leptonlar soni 6 ta edi (114- § dagi jadvalga qarang). Har bir leptonga uning antileptoni mos keladi. Xuddi shu kabi ma’lum aromatli har bir kvark rangi bo‘yicha farqlanuvchi uch holatda bo‘lishi mumkinligini inobatga olsak, har xil rangli va aromatli kvarklarning soni 18 ta bo‘ladi. Har bir kvarkka antikvark mos keladi.

Shunday qilib, o‘zaro ta’sir ishtirokchilari guruhiga 12 ta lepton va 36 ta kvark, demak 48 ta turli zarralar kiradi va ular ***tabiatning qurilish elementlari bo‘lgan fundamental zarralarni*** hosil qiladi.

Bu fundamental zarralar orasidagi o‘zaro ta’sir uni tashuvchi boshqa zarralar hisobiga amalga oshadi. Gravitatsion o‘zaro ta’sir gravitonlar vositasida, kuchsiz o‘zaro ta’sir vektor bozonlar vositasida, elektromagnit o‘zaro ta’sir fotonlar vositasida va, nihoyat, kuchli o‘zaro ta’sir glyuonlar vositasida amalga oshiriladi.

Fundamental o‘zaro ta’sirlarning almashinish nazariyasi va modda tuzilishining lepton-kvark modeli umumiy ma’noda olamning hozirgi zamon fizik manzarasini tuzish imkonini beradi.

Endi fundamental zarralardan butun olamni qanday qurish mumkin ekanligini ko‘rib chiqaylik. Bunda bizni o‘rab turgan olamni tashkil qiluvchi turli strukturali sathlar haqidagi bilimlarimizdan foydalanamiz va ulug‘ tabiat binosining barcha qavatlaridan fikran o‘tishga harakat qilamiz.

Shunday qilib, birinchi qavatda 48 ta fundamental zarra bor. Ikkinchi qavatda turli aromatlil kvarklardan tashkil topgan elementar zarralar joylashgan. Bu yerda mezonlar, nuklonlar, giperonlar, rezonanslar va ekzotik ismga ega boshqa zarralar bo‘ladi. Kvarklardan tashkil topgan zarralarning soni 300 dan ortiq.

Undan keyingi qavatni yadro va leptonlardan tashkil topgan atomlar egallaydi. Atomning yadrosi atrofida, odatda, elektronlar bo‘ladi, lekin *mezoatomlar* deb ataluvchi atomlar mavjud, ularda elektronlar mezonlar bilan almashtirilgan. Tabiatdagi turli atomlar soni undagi turli yadrolar soniga mos keladi.

Yana undan keyingi qavatni molekulalar egallaydi. Turli molekulalarning soni 10 mln dan ortiqni tashkil qiladi. Molekulalar soni olimlarning yangi molekulalarni sintezlashi hisobiga doimo ortib boradi.

Undan keyingi qavatni moddaning turli agregat holati — gazsimon, suyuq va qattiq holatdagi moddalar egallaydi. Bu yerda biz gazni, bug‘ni, amorf jismlarni, suyuqlik va kristallarni, metallarni, yarimo‘tkazgich va dielektriklarni, kvazikristall va suyuq kristallarni, ferrit va elektretlarni va hokazo, shuningdek, hozirgi sivilizatsiya ularsiz mavjud bo‘la olmaydigan ko‘p boshqa narsalarni ko‘rishimiz mumkin.

Undan keyingi qavatda o‘lchamlari molekulalar o‘lchamlaridan ancha katta, astronomik obyektlardan kichik bo‘lgan turli fizik jismlar joylashadi. Ularning qatoriga toshlarni, meteoritlarni, kometalarning yadrolarini va boshqalarni kiritsa bo‘ladi.

Bundan keyingi qavatni sayyoralar, yulduzlar, yulduzlar turkumi, galaktikalar, galaktikalar turkumi: tumanliklar va Koinot egallaydi.

Hozirgi vaqtda materiyani tashkil qilgan mikroobyektlar bilan boshlanib bir butun Koinot bilan tugallangan har bir holatdagi fizik sistemalar xossalarini tavsiflash uchun tegishli fizik nazariyasi ishlab chiqilgan. Birinchi ikki qavatdagi zarralarning tabiatini o'rganish uchun **kvant xromodinamikasi** qo'llaniladi. Kvant zarralarning elektromagnit ta'sirlashuvlarini **kvant elektrodinamikasi** tushuntirib beradi. Yadrolarning xossalarini **yadro fizikasi**, atomlarning xossalarini esa **atom fizikasi** o'rganadi. **Molekulyar fizika** sohasi — bu molekularlar va moddaning turli agregat holatlaridir. Elektromagnit maydonlarning xossalarini o'rganish bilan **elektrodinamika**, makroskopik jismlarning o'zaro ta'sirlashuvini o'rganish bilan **mexanika**, **maxsus nisbiylik nazariyasi** shug'ullanadi. **Umumiy nisbiylik nazariyasi** va **astrofizika** astronomik obyektlarni va bir butun Koinot xossalarini o'rganadi.

122- §. Fizika va ilmiy-texnika inqilobi

Fizika hozirgi zamon tabiyatshunosligining yetakchi fanlaridan biridir. Fizika fanining olamni bilishdagi erishgan yutuqlari hamda ochilgan qonuniyatlari tufayli XX asrning o'rtalaridan boshlab ilmiy-texnika inqilobi ro'y bermoqda. Ilmiy-texnika inqilobi fan, texnika va ishlab chiqarishning ko'plab sohalarida chuqur sifat o'zgarishlariga olib kelmoqda. Bu o'zgarishlarning ba'zilarini quyida qayd etib o'tamiz.

Astronomiya insonni kosmik fazoga chiqishi bilan bog'liq bo'lgan inqilobni boshidan kechirmoqda. Minglab yillar davomida astronomlar osmon hodisalari to'g'risida faqat ko'zga ko'rinadigan yorug'lik vositasida olinadigan informatsiya bilan cheklanib kelar edilar. XX asrning 50—60- yillarida radiofizikaning rivojlanishi tufayli radioastronomiya vujudga keldi va bizning Koinot haqidagi tasavvurlarimiz haddan tashqari kengaydi. Shu vaqtgacha bizga noma'lum bo'lgan kosmik obyektlarning mavjudligini bilishga imkon yaratildi. Insonning kosmosga chiqishi munosabati bilan astronomiyaning ultrabinafsha va infraqizil nurlar astronomiyasi, rentgen nurlari astronomiyasi, gamma-nurlar astronomiyasi kabi yangi bo'limlari paydo bo'ldi. Shuningdek, Yer atmosferasining chegarasiga tushuvchi birlamchi kosmik nurlarni tadqiq qilish imkoniyatlari ancha kengaydi. Bu inqilob natijasida astronomlar kosmik fazodan kelayotgan zarra va nurlanishlarning barcha turlarini tadqiq qilish imkoniyatiga ega bo'ldilar. Bunday tadqiqotlarni

o‘tkazishda foydalaniladigan usullar va qayd qiluvchi apparatlarni astronomlar fizika arsenalidan oladilar.

Atom yadrolari va elementar zarralar fizikasida erishilgan yutuqlar tufayli hozirgi vaqtda neytrino astronomiyasi yaratilmoqda. Neytrino astronomiyasi olimlarga kosmik jismlarning qa‘ridagi, masalan, Quyosh bag‘ridagi jarayonlar haqida ma‘lumot beradi, ularni o‘rganishga imkon yaratadi.

Molekulyar biologiya va genetikaning yuzaga kelishi biologiyada inqilobni vujudga keltirdi. Molekulyar biologiya va genetika hayotni tirik organizmning eng kichik zarralarida — molekulalarda o‘rganadi. Molekulyar biologiya o‘z obyektlarini payqash, ajratish va o‘rganishning asosiy vositalari va usullarini fizikadan oladi. Bunda elektron va proton mikroskoplar, rentgen struktura analizi, elektronografiya, neytron analizi, nishonlangan atomlar, ultrasentrifuga va hokazolardan foydalaniladi.

Hozirgi zamon fizikasining kimyo, geologiya, okeanologiya, tibbiyot kabi qator tabiiy fanlarni ham inqilob tarzda qayta qurishdagi roli nihoyatda muhimdir. Radioaktiv izotoplarni olish, lazer nurlarining keng imkoniyatlari inson salomatligini saqlash va hayotini asrab qolish sohasida tibbiyot hodimlariga katta ilmiy yordam ko‘rsatmoqda.

Materialshunoslik sohasidagi inqilob sun‘iy materiallar texnologiyasini yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish bilan bog‘liq. Yangidan-yangi xususiyatlarga ega bo‘lgan xossalari oldindan belgilangan bunday materiallarni yaratishda kimyo fanidagi inqilob tufayli vujudga kelgan «katta kimyo» bilan bir qatorda moddaga ta‘sir ko‘rsatishning fizik usullari (elektron, ion va lazer nurlari dastalari, o‘ta kuchli magnit maydonlar, o‘ta yuqori bosim va temperaturalar, ultratovush va hokazo) tobora katta rol o‘ynamoqda.

Energetikadagi inqilob organik yoqilg‘i bilan ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalaridan atom elektr stansiyalariga o‘tish bilan bog‘langan. Fizik olimlar atom ichki energiyasining g‘oyat katta zaxirasi haqida taxminan XX asrning boshlarida bilgan bo‘lsalarda, atom energetikasi haqidagi fikr shu asrning 40- yillarida ham xayoliy hisoblanar edi. Fizika fani yutuqlari asosida inson atom energiyasiga ega bo‘ldi. Atom yadrolari fizikasining yutuqlariga tayanib yaqin kelajakda fiziklar boshqariladigan termoyadro reaksiyalarini amalga oshirishlariga hech qanday shubha yo‘q. Shunday ekan, termoyadro elektr stansiyalari kelgusida insoniyatni

energiya manbalari haqidagi tashvishdan umrbod xalos etadi, deb umid qilamiz.

Qattiq jism fizikasi sohasidagi tadqiqotlar radiotexnikani, aloqa texnikasini, tez ishlovchi hisoblagich mashinalari texnikasini yangi, yanada yuqoriroq pog'onaga ko'taruvchi gurkirab rivojlanayotgan yarimo'tkazgichlar texnikasining yaratilishiga olib keldi. Shu kunlargacha yaratilgan elektron hisoblash mashinalarining vakuum lampali, yarimo'tkazgichli va integral sxemali avlodi fizika laboratoriyalarida vujudga keltirildi. Lazerlarning qo'llanilishi va ularga asoslangan golografiyaning taraqqiyoti elektron hisoblash texnikasini yanada takomillashtirish uchun yangi-yangi imkoniyatlarni yaratib beradi.

Yuqorida keltirilgan misollar hozirgi zamon fizikasining ilmiy-texnika inqilobiga hal qiluvchi hissa qo'shayotganligiga ishonch hosil qilish uchun yetarlidir, deb o'ylaymiz.

Shuni qayd etish lozimki, zamonaviy texnika va texnologiya ham, o'z navbatida, fizika fanining rivojlanishiga ta'sir ko'rsatib kelmoqda. Masalan, yadro fizikasida tadqiqotlar olib borish uchun yetarlicha katta energiyali zarralar oqimi talab qilinadi. Bunday energiyali zarralarni texnikaning yuqori darajasi tufayligina yaratilgan qudratli tezlatkichlarda olish mumkin bo'ldi.

Amaliy fizikada eksperimental natijalarni nazariy asoslash uchun murakkab formulalar yordamida ayrim parametrlarni hisoblash lozim bo'ladi. Bunda zamonaviy elektron hisoblash mashinalarining xizmati beqiyos ekanligi tushunarli va hokazo.

D. I. MENDELEYEVNING KIMYOVIY ELEMENTLAR DAVRIY JADVALI

DAVR-LAR	E L E M E N T G R U P P A L A R I															
	A I	B	A II	B	A III	B	A IV	B	A V	B	A VI	B	A VII	B	A	B
1	H ¹ 1,0078427 VODOROD		He ² 4,00260222 HELIUM													
2	Li ³ 6,9412	Be ⁴ 9,0121841 BERILLIUM	B ⁵ 10,81145	C ⁶ 12,01074	N ⁷ 14,006424	O ⁸ 15,999036	F ⁹ 18,99840321	Ne ¹⁰ 20,1797								
3	Na ¹¹ 22,98976928	Mg ¹² 24,30467	Al ¹³ 26,9815386	Si ¹⁴ 28,085529	P ¹⁵ 30,973761	S ¹⁶ 32,0646	Cl ¹⁷ 35,453	Ar ¹⁸ 39,9484								
4	K ¹⁹ 39,09831	Ca ²⁰ 40,0784	Sc ²¹ 44,955914	Ti ²² 47,8828	V ²³ 50,94151	Cr ²⁴ 51,996146	Mn ²⁵ 54,93804	Fe ²⁶ 55,8473								
5	Cu ²⁹ 63,546	Zn ³⁰ 65,392	Ga ³¹ 69,7234	Ge ³² 72,6308	As ³³ 74,921621	Se ³⁴ 78,9634	Br ³⁵ 79,9041	Kr ³⁶ 83,801								
6	Rb ³⁷ 85,46782	Sr ³⁸ 87,621	Y ³⁹ 88,90584	Zr ⁴⁰ 91,2242	Nb ⁴¹ 92,90644	Mo ⁴² 95,94	Tc ⁴³ 97,9072	Ru ⁴⁴ 101,0752								
7	Ag ⁴⁷ 107,8682	Cd ⁴⁸ 112,411	In ⁴⁹ 114,821	Sn ⁵⁰ 118,710	Sb ⁵¹ 121,757	Te ⁵² 127,603	I ⁵³ 126,904521	Xe ⁵⁴ 131,294								
8	Cs ⁵⁵ 132,905451	Ba ⁵⁶ 137,327	La ⁵⁷ 138,90549	Hf ⁷² 178,483	Ta ⁷³ 180,94791	W ⁷⁴ 183,855	Re ⁷⁵ 186,2071	Os ⁷⁶ 190,2243								
9	Au ⁷⁹ 196,966541	Hg ⁸⁰ 200,593	Tl ⁸¹ 204,3834	Pb ⁸² 207,2	Bi ⁸³ 208,980441	Po ⁸⁴ 209	At ⁸⁵ 209,9871	Rn ⁸⁶ 222,0176								
10	Fr ⁸⁷ 223,0197	Ra ⁸⁸ 226,0254	Ac ⁸⁹ 227,0278	Rf ¹⁰⁴ 261	Db ¹⁰⁵ 262	Sg ¹⁰⁶ 263	Bh ¹⁰⁷ 264	Hs ¹⁰⁸ 265								

Lantanoidlar

Ce ⁵⁸ 140,1251	Pr ⁵⁹ 140,907721	Nd ⁶⁰ 144,242	Pm ⁶¹ 144,9128	Sm ⁶² 150,363	Eu ⁶³ 151,9651	Gd ⁶⁴ 157,253	Dy ⁶⁵ 162,5023	Ho ⁶⁷ 164,93041	Er ⁶⁸ 167,263	Tm ⁶⁹ 168,93421	Yb ⁷⁰ 173,0453	Lu ⁷¹ 174,9671
------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	------------------------------	------------------------------

Aktinoidlar

Th ⁹⁰ 232,03814	Pa ⁹¹ 231,0359	U ⁹² 238,02891	Np ⁹³ 237,0482	Pu ⁹⁴ 244,0642	Am ⁹⁵ 243,0614	Cm ⁹⁶ 247,073	Bk ⁹⁷ 247,073	Cf ⁹⁸ 251,0796	Es ⁹⁹ 252,1020	Fm ¹⁰⁰ 257,1037	Md ¹⁰¹ 258,1037	No ¹⁰² 259,1009	Lr ¹⁰³ 260,1054
-------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

— s-elementlar
 — p-elementlar
 — d-elementlar
 — f-elementlar

Mustaqil yechish uchun berilgan masalalarning javoblari

1. \vec{E} vektor vertikal bo'yicha pastga yo'nalgan. 3. $4,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{A}}{\text{m}}$; $1,73 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 4. 15 m; $5 \cdot 10^{-8}$ s. 5. $0,282 \leq L \leq 1,13$ mH. 6. $2,12 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; 1,41 marta. 7. 3770 m; 9230 m. 8. 200 m; 1,5 marta. 9. $10 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $5,0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $1,14 \frac{\text{V}}{\text{m}}$. 10. Chunki elektromagnit to'liqin metall sirtidan qaytadi. 11. $S = 0,37 \cdot \cos^2(\omega t + \alpha) \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. 12. 1500. 13. 60 km. 14. 3 mm. 15. Chunki ultraqisqa to'liqinlardan foydalaniladi. Bu to'liqinlar Yer sirtida kuchli yutiladi va ionosferadan deyarli qaytmaydi. 16. 0,37 m. 17. 14,6 lx; 14,6 lx; 12,8 lx. 18. 400 cd. 19. 36 cd. 20. 65 lx; 35 lx; 12,5 lx. 21. Kichik lampadan 0,33 m masofaga qo'yish kerak. 22. 210 lx. 23. 0,1 m. 24. $17,6 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$. 25. 3,16 m. 26. $8 \cdot 10^4$ lx. 27. 7,5 lx. 28. 0,2 m. 29. 30° . 31. 45° . 34. 0,3 m. 35. 0,6 m; 4 D. 37. 2 m. 38. $7,5 \cdot 10^{-2}$ m; $-1,5 \cdot 10^{-2}$ m. Tasvir mavhum, to'g'ri va kichraygan. 39. 2 m. 40. 28° ; $2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 41. 49° ; 42° ; $24^\circ 30'$; $62^\circ 43'$. 42. 1,11. 43. 32° . 44. 1,4. 45. 50° . 46. 0,02 m. 47. $1^\circ 30'$. 48. $18,6 \cdot 10^{-2}$ m. 49. 0,86 m. 50. $9,9 \cdot 10^{-10}$ s; 0,22 m. 51. Plastinkaning oldingi sirtidan $5,32 \cdot 10^{-2}$ m masofada. 54. 0,5 m. 57. 0,1 m. 58. $R_1 = R_2 = 0,14$ m. 59. 1,5. 60. $11 \cdot 10^{-2}$ m; $22,5 \cdot 10^{-2}$ m; 9 D. 61. $-5,5 \cdot 10^{-2}$ m. 62. 0,12 m; 8,3 D. 63. $F/2$. 64. 0,2 m, tasvir jismdan 2,5 marta kichik, mavhum va to'g'ri. 65. 0,59 m. 67. Ko'zning ko'rish maydoni kattalashadi. 68. 0,25 m. 69. Yig'uvchi; 0,67 m; uzoqdan ko'ruvchi. 70. 3 D. 71. $2,5 \cdot 10^{-2}$ m. 72. 149 marta. 73. 0,75 m. 74. 562 marta. 75. 3200 marta. 76. 20 marta. 77. 0,24 m; 0,02 m. 81. Tebranishlar maksimumi kuzatiladi. 82. 2 m. 83. 1,3 marta. 84. $48,2 \cdot 10^{-3}$ mm. 85. $5 \cdot 10^{-7}$ m. 86. 1,8 mm. 87. 1,3. 88. 2,82 mm; 3,1 mm. 89. 275. 91. $k_{\text{max}} = 3$. 92. Ekranni difraksion panjaradan taxminan 0,5 m

uzoqlikda joylashtirish kerak. **93.** $4 \cdot 10^{-7}$ m. **94.** $4,47 \cdot 10^{-7}$ m. **95.** 45° . **96.** 0,125. **97.** 2. **98.** 8. **99.** Siyoh qora bo'lib ko'rinadi. **100.** 1,335. **101.** Chunki suv ultrabinafsha nurlarni yutadi. **102.** Chunki rentgen nurlari qo'rg'oshinda va alyuminiyda yutiladi. **103.** $9,6 \cdot 10^{-15}$ J. **104.** Kvars ultrabinafsha nurlarni yutmaydi. **105.** $3 \cdot 10^{-8}$ m. **106.** $2,6 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **107.** 68,6%. **108.** 7,1 marta. **110.** $1,5 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **111.** 22,37 marta. **112.** 1,2 marta. **113.** $E_k^{\text{kl}} = 114 \text{ keV}$; $E_k^{\text{rel}} = 175 \text{ keV}$. **114.** $1,11 \cdot 10^{-17}$ kg. **115.** $8,2 \cdot 10^{-14}$ J. **117.** $E_q = 2,8 \cdot 10^{-19}$ J; $E_{\text{ya}} = 4 \cdot 10^{-19}$ J. **118.** $2,34 \cdot 10^{-7}$ m. **119.** 1,5. **120.** $3,97 \cdot 10^{-19}$ J. **121.** $5,1 \cdot 10^5$ eV. **122.** $8,8 \cdot 10^{-32}$ kg; $1,8 \cdot 10^{-30}$ kg. **123.** $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz. **124.** $1,2 \cdot 10^3$ V. **125.** $5 \cdot 10^{-28}$ N·s; $1,3 \cdot 10^{-6}$ m. **126.** $1400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **127.** $7,84 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **128.** a) nur yo'nalishida; b) plastinkaga normal yo'nalishda. **129.** $3,74 \cdot 10^{21}$ ta. **130.** 54 mkPa. **131.** $1,2 \cdot 10^{-5}$ Pa. **132.** $2,9 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. **134.** $5,89 \cdot 10^{-7}$ m. **135.** $0,53 \cdot 10^{-10}$ m. **136.** $2,18 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $1,1 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **137.** $8,2 \cdot 10^{-8}$ N; $1,8 \cdot 10^{-40}$ N. **138.** 10,2 V. **139.** $-5,44 \cdot 10^{-19}$ J. **140.** $10,2 \leq W \leq 12,1$ eV. **142.** $4,34 \cdot 10^{-7}$ m. **143.** $\lambda_{\text{max}} = 6,56 \cdot 10^{-7}$ m; $\lambda_{\text{min}} = 3,65 \cdot 10^{-7}$ m. **144.** $0,91 \cdot 10^{-7}$ m. **145.** $1,026 \cdot 10^{-7}$ m. **146.** $12,2 \cdot 10^{-12}$ m; $0,87 \cdot 10^{-12}$ m. **147.** 1) $7,3 \cdot 10^{-12}$ m; 2) $6,9 \cdot 10^{-12}$ m. **148.** $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. **149.** $7,3 \cdot 10^{-12}$ m; $145 \cdot 10^{-12}$ m; $28 \cdot 10^{-12}$ m. **150.** $\Delta x \geq 5,8 \cdot 10^{-7}$ m. **151.** $\Delta v_x \approx 10^{-23} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ shar uchun; $\Delta v_x \approx 10 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ elektron uchun. Demak, shar klassik trayektoriya bo'yicha harakatlanadi, deb katta aniqlik bilan aytish mumkin; elektron esa — yo'q. **154.** Neytronlar soni bilan. **155.** $55 \cdot 10^{-5}$ m.a.b. **156.** 1,00759 m.a.b. **157.** $4,6 \cdot 10^{-17}$ kg. **158.** 0,51 MeV. **159.** $2,44 \cdot 10^{-29}$ kg. **160.** 225 MeV. **161.** 28,3 MeV. **162.** 1) $\Delta z = 1$, $\Delta A = 1$; 2) $\Delta z = 2$, $\Delta A = 4$. **163.** ${}_{92}^{235}\text{U}$ izotopi hosil bo'ladi. **164.** Vodorodning ${}^2_1\text{H}$ izotopi. **165.** 8 va 6. **166.** $1,354 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$. **167.** 5025 ta atom. **168.** $2,1 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. **170.** Pozitron chiqadi. **171.** Tritiy uchib chiqadi. **173.** $2,28 \cdot 10^4$ kW-soat. **174.** 16,7%.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Элементарный учебник физики, под редакцией академика Г.С. Ландсберга, М., «Наука», том III и II, 1972.
2. **Яворский Б.М., Пинский А.А.** Основы физики, том II. М., «Наука» 1981.
3. **R.I. Grabovskiy.** Fizika kursi, T., «O'qituvchi», 1973.
4. **I.V. Savelev.** Umumiy fizika kursi. III qism. T., «O'qituvchi», 1976.
5. **F.A. Korolev.** Fizika kursi. Optika, atom va yadro fizikasi, T., «O'qituvchi», 1978.
6. **G.Ya. Myakishev, B.B. Buxovsev.** Fizika-10, T., «O'qituvchi», 1986.
7. **G.S. Landsberg.** Optika, T., «O'qituvchi», 1981.
8. **R. Bekjonov.** Atom va yadro fizikasi. T., «O'zbekiston», 1972.
9. **M.X. O'tmasova, J. Kamolov, F. Toshmuxamedov.** Fizika. Elektr, optika, atom va yadro fizikasi. T., «O'qituvchi», 1985.
10. **R. Basharuli, G.Z. Bayjasarova, U.K. Tokbergenova.** Fizika. Olmati, «Mektep», 2003.
11. **П.Л. Михайлов.** «Гелиотехника в школе». Т., «O'qituvchi», 1977.
12. **V.R. Demkovich, L.R. Demkovich.** Fizikadan masalalar to'plami. T., «O'qituvchi», 1975.
13. **A.P. Rimkevich.** Fizikadan masalalar to'plami. T., «O'qituvchi», 1991.
14. **V.S. Volkenshteyn.** Umumiy fizika kursidan savol va masalalar to'plami. T., «O'qituvchi», 1982.
15. Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami. M.S.Sedrik tahriri ostida, T., «O'qituvchi», 1991.
16. **Храмов Ю.А.** Физики. Биографический справочник. М., «Наука», 1983.
17. Yosh fizik. Ensiklopedik lug'at. T., 1989.
18. **П.С. Кудрявцев.** Kurs istorii fiziki. М., «Prosveshcheniye», 1982.
19. **Raxmatov M.N.** Vatanimiz fiziklari. T., «O'qituvchi», 1983.

Mundarija

So'zboshi.....3

I bob. Elektromagnit to'liqlar

1- §. Elektromagnit maydon.....	4
2- §. Siljish to'ki.....	6
3- §. Maksvellning elektromagnit maydon nazariyasi haqida tushuncha.....	8
4- §. Elektromagnit to'liqlar. Gers tajribalari.....	11
5- §. Yassi elektromagnit to'liqini. To'liqin tenglamasi.....	14
6- §. Elektromagnit to'liqin tezligi. Elektromagnit to'liqin uzunligi.....	16
<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	18
<i>Masala yechish namunalari.....</i>	19
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	23
7- §. Elektromagnit to'liqlarning xossalari.....	25
8- §. Elektromagnit to'liqin energiyasi. Umov – Poynting vektori.....	28
9- §. Elektromagnit to'liqlarni qayd etish. Radioning kashf etilishi.....	29
10- §. Modulyatsiya va detektorlash.....	31
11- §. Hozirgi zamon radioaloqasining prinsiplari.....	33
12- §. Radiolokatsiya.....	35
13- §. Teleko'rsatuvlarning fizik asoslari.....	36
14- §. Teleko'rsatuvlarni uzatish.....	39
<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	40
<i>Masala yechish namunalari.....</i>	40
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	44

OPTIKA

II bob. Fotometriya

15- §. Yorug'lik oqimi. Yorug'lik kuchi. Yoritilganlik.....	46
16- §. Yorqinlik va ravshanlik.....	48
17- §. Yoritilganlik qonunlari.....	50
18- §. Fotometrlar va ularning qo'llanilishi.....	52
<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	53
<i>Masala yechish namunalari.....</i>	53
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	56

III bob. Geometrik optika

19- §. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi. Ferma prinsipi.....	58
20- §. Yorug'likning qaytishi. Ko'zgu.....	60
21- §. Yassi ko'zguda buyumning tasviri.....	62

22- §.	Sferik ko'zgu. Sferik ko'zguning formulasi.....	63
23- §.	Sferik ko'zguda tasvir yasash. Sferik ko'zguning kattalashtirishi.....	66
	<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	67
	<i>Masala yechish namunalari.....</i>	67
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	71
24- §.	Yorug'likning sinishi.....	72
25- §.	Yorug'likning to'la ichki qaytishi.....	75
26- §.	Yorug'likning yassi-parallel plastinkadan o'tishi.....	78
27- §.	Yorug'likning uchburchakli prizmadan o'tishi.....	79
	<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	81
	<i>Masala yechish namunalari.....</i>	82
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	85
28- §.	Linzalar. Yupqa linza formulasi.....	86
29- §.	Linzaning fokusi va optik kuchi.....	89
30- §.	Linzalarda tasvir yasash. Linzaning kattalashtirishi.....	92
31- §.	Ko'z — optik sistema.....	94
32- §.	Ko'zgudagi ba'zi nuqsonlar. Ko'zoynak.....	96
	<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	97
	<i>Masala yechish namunalari.....</i>	97
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	101
33- §.	Optik asboblari. Proyeksiya apparati. Fotoapparat.....	103
34- §.	Lupa. Mikroskop.....	105
35- §.	Ko'rish trubalari. Teleskoplar.....	108
36- §.	Optik asboblarning nuqsonlari.....	110
	<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	113
	<i>Masala yechish namunalari.....</i>	113
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	116

IV bob. To'liq optikasining asoslari

37- §.	Yorug'likning to'liq tabiati.....	118
38- §.	Yorug'likning tezligi. Maykelson tajribasi.....	119
39- §.	Yorug'lik interferensiyasi.....	122
40- §.	Interferensiyalar.....	125
41- §.	Yorug'lik interferensiyasini kuzatish usullari.....	127
42- §.	Yupqa pardalarda yorug'lik interferensiyasi.....	129
43- §.	Nyuton halqalari.....	131
44- §.	Interferensiyaning texnikada qo'llanishi.....	133
45- §.	Yorug'lik difraksiyasi.....	136
46- §.	Gyuygens—Frenel prinsipi.....	138
47- §.	Difraksiya panjara. Difraksiya spektri.....	141
48- §.	Optik asboblarning ajrata olish qobiliyati.....	144
	<i>Takrorlash uchun savollar.....</i>	146
	<i>Masala yechish namunalari.....</i>	147
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar.....</i>	153
49- §.	Yorug'likning qutblanishi.....	154
50- §.	Malyus qonuni.....	157
51- §.	Yorug'likning yutilishi. Buger—Lambert qonuni.....	160
52- §.	Yorug'lik dispersiyasi. Dispersiya spektri.....	163

53- §.	Spektral asboblari. Spektir turlari.....	166
54- §.	Nurlanish va yutilish spektrlari. Spektral analiz.....	168
55- §.	Infraqiliz va ultrabinafsha nurlar.....	169
56- §.	Rentgen nurlari.....	170
57- §.	Gamma nurlanishlar haqida tushuncha. Elektromagnit to'liqlar shkalasi.....	173
	<i>Takrorlash uchun savollar</i>	174
	<i>Masala yechish namunalari</i>	175
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	178

V bob. Nisbiylik nazariyasi elementlari

58- §.	Elektrodinamika qonunlari va nisbiylik prinsipi.....	180
59- §.	Olam efiri muammosi. Maykelson-Morli tajribasi.....	181
60- §.	Maxsus nisbiylik nazariyasi postulatlarini.....	184
61- §.	Nisbiylik nazariyasidan kelib chiqadigan ba'zi natijalar.....	186
62- §.	Jismi massasining tezlikka bog'liqligi.....	189
63- §.	Massa bilan energiyani o'zaro bog'liqligi.....	192
	<i>Takrorlash uchun savollar</i>	194
	<i>Masala yechish namunalari</i>	195
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	199

VI bob. Kant fizikasi

64- §.	Yorug'likning kvant nazariyasining vujudga kelishi. Yorug'lik kvantlari	200
65- §.	Fotoeffekt hodisasi	203
66- §.	Fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn tenglamasi.....	205
67- §.	Foton va uning xarakteristikalarini	207
68- §.	Fotoeffektning qo'llanilishi	209
	<i>Takrorlash uchun savollar</i>	212
	<i>Masala yechish namunalari</i>	213
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	215
69- §.	Geliotexnika elementlari. Quyosh energiyasidan foydalanish.....	216
70- §.	Yorug'likning bosimi. Lebedev tajribasi.....	221
71- §.	Yorug'likning kimyoviy ta'siri.....	224
72- §.	Fotografiya.....	226
73- §.	Kinoda ovoz yozib olish va uni eshittirish.....	228
74- §.	Yorug'likning korpuskulyar-to'liq dualizmi.....	230
	<i>Takrorlash uchun savollar</i>	232
	<i>Masala yechish namunalari</i>	232
	<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	234

ATOM VA YADRO FIZIKASI

VII bob. Atom fizikasi

75- §.	Atom tuzilishi. Tomsonning atom modeli	235
76- §.	Rezerford tajribasi. Rezerford formulasi	237

77- §. Atomning planetar modeli va uning kamchiliklari	240
78- §. Bor postulatlar. Energetik sathlar	243
79- §. Vodorod atomi uchun Borning elementar nazariyasi	245
80- §. Frank va Gers tajribasi	248
81- §. Atom spektridagi qonuniyatlar. Balmerning umumlashgan formulasi	251
82- §. Kombinatsion prinsip. Bor nazariyasining kamchiliklari	252
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	256
<i>Masala yechish namunalari</i>	257
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	259
83- §. Moddalarning to'liqin xususiyatlari. Lui de-Broyl gipotezasi	259
84- §. Geyzenbergning noaniqlik munosabatlari	262
85- §. Kvant mexanika haqida tushuncha	263
86- §. Atom sistemasini xarakterlovchi kvant sonlar. Spin	265
87- §. Pauli prinsipi. Medeleevning kimyoviy elementlari davriy sistemasining fizikaviy tushuntirilishi	268
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	270
<i>Masala yechish namunalari</i>	271
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	274
88- §. Spontan va majburiy nurlanishlar. Yorug'likni kuchaytirish prinsipi	275
89- §. Lazerlar	278
90- §. Lazer nurlanishining xossalari. Lazerlarning qo'llanilishi	280
91- §. Optikada nohiziqiy effektlar	283
92- §. Golografiya	285
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	288

VIII bob. Atom yadrosi fizikasi

93- §. Atom yadrosining tarkibi. Atom yadrosini xarakterlovchi asosiy kattaliklar	289
94- §. Yadroning zaryadi, massasi va radiusini aniqlash usullari	291
95- §. Yadro kuchlari. Yadro modellari haqida tushuncha	293
96- §. Yadroning bog'lanish energiyasi. Massa defekti	296
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	299
<i>Masala yechish namunalari</i>	299
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	301
97- §. Radioaktivlik. Alfa-, beta- va gamma-nurlar	301
98- §. Siljish qoidalari. Neytrino	304
99- §. Radioaktiv yemirilish qonuni. Radioaktiv oila	307
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	310
<i>Masala yechish namunalari</i>	310
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	312
100- §. Zarralarni kuzatish va qayd qilish usullari	312
101- §. Yadro reaksiyalari. Neytronning kashf etilishi	316

102- §. Sun'iy radioaktivlik. Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari	319
103- §. Yadrolarning bo'linishi	321
104- §. Zanjir yadro reaksiyasi	324
105- §. Yadro energiyasini olish. Yadro reaktorlari	326
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	328
<i>Masala yechish namunalari</i>	329
<i>Mustaqil yechish uchun masalalar</i>	331
106- §. Termoyadro reaksiyasi	332
107- §. Yuqori temperaturali plazmani yaratish va uni saqlab turish. Tokamak	334
108- §. Yadroviy nurlanish dozasi	337
109- §. Yadroviy nurlanishning kimyoviy va biologik ta'siri. Biologik himoya	339
110- §. Radioaktiv izotoplarni olish, ulardan nishonli atomlar va nurlanishlar manbai sifatida foydalanish. Bu sohada O'zbekistonda qilinayotgan ishlar	342
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	345

IX bob. Elementar zarralar haqida tushuncha

111- §. Elementar zarralar tarkibi	347
112- §. Elementar zarralarni xarakterlovchi kattaliklar. Antizarralar. Pozitronning kashf etilishi	349
113- §. Elementar zarralarning o'zaro aylanishlari. Annigilyatsiya va juftlarning hosil bo'lishi	352
114- §. Elementar zarralar sinflari	354
115- §. Elementar zarralarning kvark modeli. Glyuonlar	357
116- §. Elementar zarralarning o'zaro ta'sir turlari. Fizikaviy ta'sir turlarining birlashgan nazariyasi haqida tushuncha	359
117- §. Kosmik nurlar haqida tushuncha. Birlamchi kosmik nurlar	361
118- §. Ikkilamchi kosmik nurlar. Yadroviy va elektromagnit kaskadlar	363
<i>Takrorlash uchun savollar</i>	367

X bob. Olamning yagona fizik manzarasi. Fizikaning jamiyat taraqqiyotidagi ahamiyati

119- §. Olamning mexanik manzarasi	368
120- §. Olamning elektromagnit manzarasi	369
121- §. Olamning hozirgi zamon fizik manzarasi	370
122- §. Fizika va ilmiy-texnika inqilobi	372
Mustaqil yechish uchun berilgan masalalarning javoblari	376
Foydalanilgan adabiyotlar	378

MUHABBAT HAMDAMOVNA O‘LMASOVA

FIZIKA
OPTIKA, ATOM
VA YADRO FIZIKASI

3- kitob

Akademik litseylar uchun o‘quv qo‘llanma

Ikkinchi hashri

Muharrir *Xudoyberdi Po‘latxo‘jayev*

Rassom *Shuhrat Odilov*

Badiiy muharrir *Uyg‘un Solihov*

Texnik muharrir *Yelena Tolochko*

Musahhih *Mahmuda Usmonova*

Kompyuterda sahifalovchi *Davron Hamidullayev*

Bosishga ruxsat etildi 05.07.2010. Bichimi 60×90¹/₁₆. Ofset qog‘ozi. Tayms TAD garniturası. Shartli b.t. 24,0. Nashr b.t. 23,98. Shartnoma № 68–2010. 1346 nusxada. Buyurtma № 650.

O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligining Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 100129, Toshkent, Navoiy ko‘chasi, 30- uy.

«Shoakbar» xususiy ilmiy ishlab chiqarish tijorat firmasi bosmaxonasida chop etildi. 100031, Toshkent, To‘g‘on Rejаметov ko‘chasi, 1 a.

O‘lmasova M.H.

O‘ 70 **Fizika optika, atom va yadro fizikasi:** Akad. litseylar uchun o‘quv qo‘llanma/M.H. O‘lmasova; B.M. Mirzaahmedov tahriri ostida; O‘zbekiston Respublikasi oliy va O‘rta-maxsus ta‘lim vazirligi, O‘rta maxsus, kasb-hunar ta‘limi markazi. – T.:, Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2010

K. 3. – 384 b.

BBK 22.343ya722