

FIZIKA

MAVZU: Elementar zarralar va ularning xossalari.

Elementar zarralar. Zarralar va antizarralar.

Elementar zarralar. O'z ma'nosiga ko'ra, "elementa" so'zi "eng soda" ma'nosini anglatadi. Garchi bugungi kungacha ma'lum zarralarni elementar deb atash uncha to'g'ri bo'lmasa-da, dastlabki paytlarda kiritilgan bu iboradan hamon foydalaniladi. Umuman olganda, zarralar endigina kashf qilina boshlaganda materiyaning eng kichik bo'lakchasi sifatida qabul qilingan va chindan ham elementar deb hisoblangan. Lekin ularning ba'zilarining (jumladan, nuklonlarning) murakkab tuzilishiga ega ekanligi keyinroq ma'lum bo'lib qolgan. Hozirgi paytda 200 dan ortiq elementar zarralar mavjud. Ularning ko'pchiligi nostabil bo'lib, asta-sekin yengil zarralarga aylanadi.

Electron. Birinchi kashf qilingan elementar zarra *electron* hisoblanadi. Katod nurlarining xossalarini o'rganayotgan J.Tomson, bu manfiy zaryadlangan zarra elektronlar oqimidan iborat ekanligini aniqladi. Bu voqea 1897-yil 29-aprelda ro'y bergan edi va shu sana birinchi elementar zarra kashf qilingan kun hisoblanadi.

Foton. 1900-yilda M.Plank yorug'lik *foton* deb ataluvchi zarralar oqimidan iboratekanligini ko'rsatdi. Foton elektr zaryadiga ega emas, tinchlikdagi massasi nolga teng, ya'ni foton yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan harakat holatigina mavjud bo'lishi mumkin.

Proton. 1919-yilda E.Rezerford tajribalarida, azotning α -zarralar bilan bombardimon qilinishi natijasida, vodorod atomining yadrosi proton kashf qilingan. U zaryadining miqdori elektronning zaryadiga teng bo'lgan, musbat zaryadlangan zarradir. Massasi elektrtonning massasidan 1836 marta katta.

Priztron. 1928-yilda P.Dirak mavjudligini bashorat qilgan va K.Anderson tomonidan kosmik nurlar tarkibida kashf qilingan. Uning tinchlikdagi massasi elektronning tinchlikdagi massasi bilan teng bo'lsa-da, zaryadi protonning zaryadiga teng. Prozitron elektronga qarama-qarshi, ya'ni antizarra.

Neyrton. 1932-yilda D.J.Chedvik tomonidan kashf qilingan. Uning massasi protonning massasiga yaqin: $m_n=1838m_e$, elektr zaryadi esa nolga teng.

Neytrino. 1931-1935-yilda β - nurlanish qonunlarini tushuntirib bergan V.Pauli tinchlikdagi massasi nolga teng bo'lgan yana bitta zarra – neytrino mavjudligini bashorat qildi. Bu zarra tajribada 1956-yilda K.Kouen tomonidan yadro reaktorida kashf qilingan.

Myuonlar. 1938-yilda K.Anderson va S.Nidermeyer kosmik nurlar tarkibida massasi taxminan $207 m_e$ ga teng bo'lgan, yashahs davri $2,2 \cdot 10^{-6}$ s ni tashkil qilgan zarralarni kashf qildilar. Bu zarralar μ - mezonlar yoki myuonlar (μ^+ , μ^-) deb nomlanadi.

π - mezonlar. 1947-yilda S.Pauell tinchlikdagi massasi $273m_e$ ga teng bo'lgan zarralarni kashf qildi. Bu zarralar π - mezonlar yoki pionlar (π^+ , π^-) deb nomlandi. Ularni erkin holatdagi yashash davri $2,55 \cdot 10^{-8}$ s ga teng. 1950-yilda massasi $723m_e$ teng bo'lgan elertneytral π^0 - mezon kashf qilindi.

K- mezonlar. 1950-yillardan boshlab kashf qilingan zarralarning soni keskin ortib bordi. Bular qatoriga K- mezonlar ham kiradi. Ularning zaryadi musbat, manfiy, nol bo'lishi mumkin. Massalari esa $966-974m$ atrofida.

Giperonlar. Keyingi zarralar guruhi *giperonlar* deyiladi. Ularning massalari $2180m_e$ dan $3278 m_e$ gacha oraliqda bo'ladi.

Rezonanslar. keyingi payrlarda yashash davrlari juda kichik bo'lgan *rezonanslar* deb ataluvchi zarralar kashf qilindi. Ularni bevosita qayd qilishning iloji bo'lmay, vujudga kelganini parchalashida hosil bo'lgan mahsulotlarga qarab aniqlanadi.

Umuman olinganda, dastlabki paytlarda bor-yo'g'i bir nechagina va materiyaning eng jajji gishtchalari deb hisoblangan elementar zarralar keyinchalik, shu qadar xilma-xil va shu qadar murakkab bo'lib chiqdi.

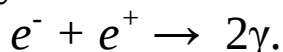
Antizarralar. Birinchi antizarralar – elektronning antizarrasi – *positron* kashf qilingandan so'ng, boshqa zarralarning ham antizarrasi yo'qmikan, degan savolli tug'diradi. Antizarralar 1955-yilda mis nishonni protonlar bilan bombardimon qilish natijasida hosil qilinadi. 1956-yilda esa antineytron kashf qilindi. Hozirgi

paytda har bir zarraning o'z antizarrasi, ya'ni massasi va spini teng, zaryadi esa qarama-qarshi bo'lgan zarra mavjudligi aniqlangan.

Elektron va protonlarning antizarralari zaryadining ishorasi bilan farq qilsa, neytron va antineytron xususiy magnit momentlarining ishorasi bilan farq qiladi. Zaryadsiz zarralar foton, π^0 - mezonlarning o'zlari va antizarralarining fizik xossalari bir xil.

Antizarralar to'g'risida ma'lumotga ega bo'lgandan keyin o'quvchida zarra va antizarra uchrashib qolsa nima bo'ladi, degan savol tug'ilishi tabiiy. Ushbu savolga javobni keyingi satrlarda topasiz.

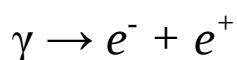
Modda va maydonning bir-biriga aylanishi. Elektronning o'z antizarrasi – pozitron bilan uchrashuvi ularning elektromagnit nurlanish kvantiga aylanishiga va energiya ajralishiga olib keladi. Bu hodisa *annigilyatsiya* deyiladi:



Nafaqat electron va pozitron, balki barcha zarralar ham o'z antizarralari bilan uchrashganda annigilyatsiyaga kirishadi. Boshqacha aytganda, ular elektromagnit maydon kvantlariga (fotonlarga) aylanadi.

Ushbu holda annigilyatsiya so'zi uncha qulay tanlanmagan. Chunki u lotincha "yo'qolish" degan ma'noni anglatadi. Aslida esa zarra va antizarra uchrashganda hech qanday yo'qolish ro'y bermaydi. Barcha saqlanish qonunlari to'la bajariladi. Materiya modda ko'rinishidan elektromagnit maydon kvantlari ko'rinishiga o'tadi, xolos.

Agar modaning elektrtomagnit maydon kvantlariga aylanish jarayoni ro'y bersa, unda teskarisi, maydon kvantlarining moddaga aylanish jarayoni ham ro'y bermaydimi, degan savol tug'iladi. Albatta ro'y beradi. Umuman olganda, biz bu jarayon bilan tanishmiz. Energiyasi electron va pozitronning tinchlikdagi energiyalari yig'indisidan katta bo'lgan γ - kvant $E_\gamma > 2m_0c^2 = 1,02$ MeV yadroning yonidan o'tadigan electron-pozitron juftligiga aylanishi mumkin:



Elektron-pozitron juftligining paydo bo'lishi va ularning annigilyatsiyasi materiyaning ikki shakli (maydon va modda) o'zaro bir-biriga aylanishlarini ko'rsatadi.

Antimodda. Agar zarralarning antizarralari mavjud bo'lsa, unda antiyadro, aniqrog' i antizarralardan tashkil topgan antimodda yo'qmikan? Antiyaadrolarning mavjudligi qayd qilingan. Birinchi antiyadro – antideytron (p va n larning bog'langan holati) 1965-yilda amerikalik fiziklar tomonidan topilgan. Keyinchalik esa serpuxovadagi tezlatgichda antigeliy (1970) va antitritiy (1973) yadrolari hosil qilinadi.

Zarralar bilan to'qnashganda annigilyatsiyaga uchrashi antizarralarning uzoq vaqt zarralar orasida bo'lishiga imkon bermaydi. Shuni alohida takidlash kerakki, annigilyatsiya jarayonida juda katta miqdorda energiya ajralib chiqadi. Solishtirish uchun aytish mumkinki, ajralib chiqadigan energiyadan millionlab marta kattadir. Shunday qilib, annigilyatsiyada o'zaro ta'sirlashadigan zarralarning barcha energiyasi boshqa turdagi energiyaga aylanadi, ya'ni annigilyatsiya mavjud energiya manbalari orasida eng katta energiya ajraladigan jarayondir. Agar olamning bizga yaqin biror joyida antimodda mavjud bo'lganda edi, kuchli miqdorda energiya ajralishi kerak edi. Lekin astofiziklar hanuzgacha bunday holni etmaganlar. Shuning uchun ham antimoddani o'rganish hozircha, faqat modda tuzilishini o'rganish yo'nalishidagi fundamental izlanishlardan iborat bo'lib qolmoqda.

Elementar zarralarning asosiy xossalari va ularni klassifikatsiyalash. Kvarklar

Elementar zarralar ta'sirlashuvining turlari. Zamonaviy tasavurlarga ko'ra, tabiatda to'rt xil fundamental ta'sirlashuv mavjud. Bular kuchli, elektromagnit, kuchsiz va gravitatsion ta'sirlashuvlardir. Bu ta'sirlashuvlarning har birini amalgam oshiruvchi zarralar va har biriga mos keluvchi o'z maydonlari mavjud.

Kuchli yoki yadroviy ta'sirlashuv. Bu ta'sirlashuv atom yadrosidagi nuklonlarning (proton va neytron) aloqasini ta'minlaydi va yadroni bir butun mahsulot sifatida saqlab turadi. Aynan uning sharofati bilan moddalarning barqarorligi ta'minlanadi. Kuchli ta'sirlashuv atom yadrosining radiusiga teng $\sim 10^{-15}$ m masofada namoyon bo'la boshlaydi. U nuklonlar o'rtasida π - mezonlar almashuvi bilan amalgam oshiriladi.

Elektromagnit ta'sirlashuv. Bunday ta'sirlashuv barcha elektr razryadga ega zarralar orasida mavjud. U kuchli ta'sirdan 137 marta kuchsiz. Ta'sir radiusi cheklanmagan. Elektromagnit maydon energiyasini tashuvchi zarra foton vositasida amalgam oshiriladi. Atomning mavjudligini ta'minlaydi. Eng to'la o'rganilgan ta'sirlashuv hisoblanadi.

Kuchsiz ta'sirlashuv. Asosan elementar zarralarning parchalanishida namoyon bo'ladi. B- yemirilish, μ - yemirilish kuchsiz ta'sirlashuvga yaxshi misol bo'ladi. U kuchli ta'sirdan 10^{14} marta kuchsiz bo'lib, oraliq bozonlari (z, w) vositasida amalgam oshiriladi.

Gravitatsion ta'sirlashuv. Bu barcha elementar zarralarga xos bo'lgan xususiyat, ya'ni ular bir-birlarini tortishadi. U kuchli ta'sirdan 10^{39} marta kuchsiz. Shuning ham mikroduyo jarayonlaridagi ta'siri e'tiborga olinmaydi. Gravitatsion maydon orqali, graviton deb ataluvchi ekzotik zarralar vositasida amalga oshiriladi.

“Buyuk birlashuv” nazariyasi. Yuqorida ta’kidlanganidek, har bir ta’sirlashuvning o’z qonunlari mavjud. Ammo olimlarning fikricha, bu ta’sirlashuvlarning barchasi yagona qonunga bo’ysunishi va soda qilib tushuntirilishi zarur. Boshqacha aytganda, har to’rtala ta’sirlashuvning ham shunday birlashuvi ro’y berishi kerakki, bir yuqorida ko’rgan ta’sirlashuvlar, bu yangi ta’sirlashuvning ma’lum sharoitlarda namoyon bo’ladigan xususiy holiga aylanmog’i lozim. Demak, yangi topilgan nazariya mavjud nazariyalarning umumlashmasi bo’lishi nazarda tutilmoqda. Bundan tashqari, yangi nazariya mavjud nazariyalarning hozirgacha noma’lum bo’lib kelgan ba’zi qirralarini aniqlashga imkon beradi, deb umid qilinmoqda. Ammo bu yo’ldagi ko’plab urinishlar hanuzgacha kutilgan natijani bermadi. Hozirgacha elektromagnit va kuchsiz ta’sirlashuvlarga yagona elektr kuchsiz ta’sirlashuvlarga yagona elektr kuchsiz ta’sirlashuvga birlashtirishning iloji topiladi, xalos. Kun tartibida kuchli, elektromagnit va kuchsiz ta’sirlarni birlashtiruvchi “Buyuk birlashuv” nazariyasi turibdi. Har to’rtala ta’sirlashuvlarni ham o’z ichiga oluvchi “superbirlashuv” nazariyasi ham o’rganilmoqda.

Xuddi shuningdek, elementar zarralarni ham ma’lum qonuniyatlar asosida jadvalga joylashtirish, ya’ni klassifikatsiyalash fiziklarning azaliy orzusidir. Shu maqsadda ularni to’rt guruhga bo’lishga kelishilgan.

Zarralarning nomi		Belgisi		Elektron massasi birligidagi massasi	Elektron massasi birligidagi zaryadi	Yasash vaqti, s
		Zarra	Antizarra			
	Foton	γ	γ	0	0	Doimiy
Leptonlar	Elektron neytrinosi	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	Doimiy
	Myuon neytrinosi	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	Doimiy
	Tau neytrino	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	0	0	Doimiy
	Elektron	e^-	e^+	1	-1	Doimiy
	Myuon	μ^-	μ^+	207	-1	$2,2 \cdot 10^{-6}$
	Tau-lepton	τ^-	τ^+	3492	-1	$1,46 \cdot 10^{-12}$

mezonlar	Pi-mezonlar (pionlar)		π^0 π^+	π^0 π^-	264,1 273,1	0	$1,83 \cdot 10^{-16}$ $2,6 \cdot 10^{-8}$
	Ka- mezonlar (kaonlar)		K K	K K	966,4 974,1	1	$1,2 \cdot 10^{-8}$ K^0_{s-} $8,9 \cdot 10^{-11}$ K^0_{L-} $5,2 \cdot 10^{-8}$
	Eta-nol- mezonlar		η^0	η^0	1074	0	$2,4 \cdot 10^{-19}$
Barionlar	Nuklonlar	Proton	p	p	1836,1	1	Doimiy (?) 10^3
		Neytron	n	n	1838,6	0	
	Giperonlar	Giperon- lyambda Giperon- sigma	Λ^0	Λ^0	2183,1	0	$2,63 \cdot 10^{-10}$
			Σ^+	Σ^+	2327,6	1	$8 \cdot 10^{-11}$
			Σ^0	Σ^0	2333,6	0	$5,8 \cdot 10^{-20}$
			Σ^-	Σ^-	2343,1	-1	$1,48 \cdot 10^{-10}$
		Giperon-ksi	Ξ^0	Ξ^0	2572,8	0	$2,9 \cdot 10^{-10}$
			Ξ^-	Ξ^-	2572,8	-1	$1,64 \cdot 10^{-10}$
Omega- minus giperon		Ω^-	Ω^+	3273	-1	$8,2 \cdot 10^{-11}$	

Fotonlar. Bu guruh faqat bitta zarra – elektromagnit nurlanish kvanti fotondan iborat.

Leptonlar. Leptonlar (“*leptos*” yunoncha – yengil ma’nosini anglatadi) elektromagnit va kuchsiz ta’sirlarda ishtirok etadi. Leptonlarga elektron, myuon va ay neytrinosi, elektron, myuon, tey-lepton va ularning antizarralari kiradi.

Mezonlar. Massasi 207 elektron massasidan katta, amo proton massasidan kichik bo’lgan zarralar mezonlar guruhini tashkil qiladi.

Barionlar. Og’ir zarralar. Ular potondan boshlanadi va nuklonlar, giperonlarni o’z ichiga oladi. Barcha ta’sirlashuvlarda ishtirok etadi.

Shu bilan birga, spinining qiymatiga qarab zarralar fermionlarga (spini $S = \frac{1}{2}$ bo'lgan zarralar) va bozonlarga (spini $S = 0$ yoki butun $S = 1$ bo'lgan zarralar) bo'linadi. Yashash davriga qarab, zarralar *barqaror* va *beqaror* zarralarga ajratiladi.

Kvarklar. Materiyaning eng kichik g'ishtchalari hisoblangan elementar zarralar murakkab tuzilishiga ega ekanligi ma'lum bo'lgandan so'ng, materiyaning haqiqatdan eng kichik g'ishtchalarini izlash muammosi vujudga keladi. Agar shunday zarralar mavjud bo'lsa, hozirgacha bizga ma'lum bo'lgan va murakkab tuzilishiga ega bo'lgan barcha zarralar ulardan tashkil topgan bo'lishi kerak. 1964- yilda amerikalik fizik M.Gell- Mann va D.J.Sveyglar mezonlar va D.J.Sveyglar mezonlar va barionlar *kvarklar* deb soda zareralardan tashkil topganligi to'g'risidagi gipotezani taklif qildilar. Bu gipotezaga muvofiq, barionlar uchta: u , d , s kvarklardan, antibarionlar esa muvofiq, barionlar antikvarkdan, tashkil topgan. Bu kvarklar yarim spinga ega bo'lishlari, zaryadlari esa elektron zaryadlarning $\frac{1}{3}$ va $\frac{2}{3}$ qismiga bo'lishlari kerak. Keyinchalik yana ikkita: c "Mafunkor" (ingilizcha "charm") va b "go'zal" (ingilizcha "beauty") kvarklari antikvarklari bilan birga kiritildi. Zamonaviy gipotezalarga ko'ra kvarklar ham leptonlar kabi oltita bo'lishi kerak. Lekin t "haqiqiy" (ingilizcha "truth") kvarkining mahsulini topish maqsadida qilinayotgan barcha urinishlar hozircha hech qanday natija bermaydi. Shu bilan birga kvark va antikvarklarning kombinatsiyalari mavjud mezonlarning barchasi vujudga kelishini tushuntib bera oldi. Shu nuqtai nazardan qaraganda, kvarklar hech qanday ichki tuzilishiga ega emas va ularni chin ma'noda elementar zarralar deb hisoblash mumkin.

Kosmik nurlar

Kosmik nurlar. 1912- yilda Yer sirtidagi havo qatlaminin ionlashuvi o'rgangan avstriyalik fizik V.F.Gess qiziq natijaga duch keldi. Uning fikriga ko'ra, havoning ionlashuvini asosan Yerdan chiqayotgan radioaktiv nurlar vujudga keltirishi va shuning uchun ham yuqoriga ko'tarilgan sari havoning ionlashuvi kamayishi kerak edi. Ammo tajriba natijasiga ko'ra 5000 m balandlikdagi havoning ionlashish darajasi Yer sirtinikidan 3 marta katta bo'lib chiqdi.

Ushbu holni tahlil qilgan olimlar, havoning ionlashuvini faqatgina Yerning radioaktivligi emas, balki koinotdan va Quyoshdan kelayotgan nurlar ham vujudga keltiriladi, degan xulosaga kelishdi. Bu nurlarga ***kosmik nurlar*** deb nom berildi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, kosmik nurlarning intensivligi yuqoriga ko'tarilgan sari tez ortadi va o'zining maksimal qiymatiga erishgach, yana kamaya. Taxminan 50 km balandlikdan boshlab intensivlik qariyb o'zgarmay qoladi. Kosmik nurlar *birlamchi* va *ikkilamchi* kosmik nurlarga ajratiladi.

Birlamchi kosmik nurlar. Bevosita kosmosdan keladigan nurlar birlamchi kosmik nurlar deyiladi. Tarkibini o'rganish, birlamchi kosmik nurlar yuqori energiyali elementar zarralar oqimidan iborat ekanligini ko'rsatadi. Uning to'qson foizidan ko'prog'ini protonlar, taxminan yeti foizini α - zarralar, bir foiz atrofida qismini og'irroq atomlarning ($Z > 20$) yadrolari tashkil qiladi. Birlamchi kosmik nurlarning asosiy qismi galaktikadan keluvchi, energiyasi 10^{21} eV gacha bo'lgan nurlar hisoblanib, ular o'zining shu qadar katta energiyasini yulduzlararo magnit maydonlar bilan to'qnashish natijasida oladi.

Shuni ham takidlash lozimki, kosmik nurlarning intensivligi vaqt davomida o'zgarib turadi. Bu Quyosh aktivligining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Quyoshda chaqnash ro'y bergab paytlarda kosmik nurlarning intensivligi o'nlab va hatto yuzlab foizgacha o'zgarib ketishi mumkin. Bu esa kosmik nurlarning ma'lum bir qismi Quyoshda hosil bo'lishini ko'rsatadi. Birlamchi kosmik nurlar Yer sirtidan 50 km balandliklargacha yetib keladi va

shuning uchun ham $h \geq 50$ km da kosmik nurlarning intensivligi o'zgarmas bo'ladi.

Ikkilamchi kosmik nurlar. Atmoisferaning yuqori qatlamlarigacha yetib kelgan birlamchi kosmik nurlar u yerdagi atom yadrolari bilan to'qnashib ikkilamchi kosmik nurlarni vujudga keltiradi. Yigirma kilometrdan pastda kosmik nurlarning asosiy qismi ikkilamchi nurlardan iborat bo'ladi. Balandlik kamayishi bilan nurlarning intensivligi ham kamaya boradi. Ikkilamchi kosmik nurlar tarkibiga qarab ikkita: yumshoq va qattiq tashkil etuvchilarga ajratiladi.

Yumshoq tashkil etuvchilar. Qo'rg'oshin kuchli yutiladigan nurlar ikkilamchi kosmik nurlarning yumshoq tashkil etuvchisi bo'ladi. Ular quyidagicha vujudga keladi. Kosmik nurlar tarkibidagi $E > 2m_e c^2$ energiyali γ - kvantlar atom yadrosining maydoniga tormozlanadi va elektron-pozitron juftligiga aylanadi. Hosil bo'lgan elektron va pozitronlar ham, o'z navbatida, tormozlanib, γ - kvantni vujudga keltiradi. Energiyasi $E > 2m_e c^2$ dan katta bo'lgan bu γ - kvantlar ham, o'z navbatida, yangi elektron-pozitron juftligiga aylanadi. Bu jarayon γ - kvantning energiyasi $E > 2m_e c^2$ dan kichik bo'lgunicha davom etadi. Unga *elektron- pozitron- foton jalasi* deyiladi. Garchi jalani vujudga keltiradigan birlamchi zarra katta energiyaga ega bo'lsada, jala zarralari "yumshoq" bo'lib, uncha qalin bo'lmagan moddadan ham o'tolmaydi. Shunday qilib, ikkilamchi kosmik nurlarning yumshoq tashkil etuvchilari elektron, pozitron va γ - kvantlardan iborat bo'ladi.

Qattiq tashkil etuvchilar. Ular qo'rg'ishiga katta singish qobiliyatiga ega. 1938- yilda K.Anderson va S.Niddermeyer qattiq tashkil etuvchilarning massalari $207m_e$ va yashash davrlari $2,2 \cdot 10^{-6}$ s bo'lgan musbat va manfiy zaryadlangan zarralar oqimidan iborat ekanligini aniqlashdi. Bu zarralarga myuonlar (μ^+ , μ^-) deb nom berishdi. 1947- yilda S.Pauell birlamchi kosmik nurlarning atom yadrolari bilan to'qnashuvlari natijasida $273 m_e$ massali, oldin no'malum bo'lgan zaryadlangan zarralar paydo bo'lishi aniqladi. Ularning erkin holatdagi yashash davri $1,8 \cdot 10^{-16}$ s dan kichik

bo'lmagan neytral π - mezon kashf qilindi. Poinlar nuklonlar bilan jadal ta'sirlashadigan zarralar hisoblanadi.

Umuman olganda, bu zarralarning mavjudligini yadro kuchlarinig tabiatini tushunturgan X.Yukava bashorat qilgan edi. Yuqorida aytilganidek, ular juda kichik yashash davriga ega bilib, quyidagi sxema bo'yicha parchalanadi:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu,$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$$

va kosmik nurlarning qattiq tashkil etuvchiligi zarralarni hosil qiladi. Poinlardan farqli ravishda, myuonlar yadro ta'sirlashuvlarida ishtirok etmaydi va o'z energiyasini ionlashtirishga srflaydi.

Yerning radiatson belbog'i. zaryadlangan Yer atrofidagi taqsimoti haqidagi dastlabki ma'lumolar Yerning sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan. Yer atrofidagi fazoda yerning magnit ta'sirida vujudga kelgan shunday belbog' mavjudki, undagi zaryadlangan zarralarning zichligidan yuz millionlab marta kattadir. Zarralardan iborat bunday *radiatsion belbog'* deyiladi.

Elementar zarralrni kuzatish va qayd qilish usullari

Zarralarni qayd qiluvchi asboblarning turlari. Radioaktiv moddalarning nurlanishini o'rganishdan asosiy maqsad – radioaktiv yemirilishda chiqariladigan zarraklarning tabiati, energiyasini va nurlanish intensivligini (radioaktiv modda 1 sekunda chiqaradigan zarralar sonini) aniqlashdan iborat. Ularni qayd qilishining eng keng tarqalgan usullari zarralarnig ionlashishiga va ftohotkimyoviy ta'sirlarga asoslangandir. Bu vazifani bajaruvchi asboblarn ham ikki turga bo'linadi:

1.Zarralarnifazoning biror qismidan o'tganligini qayd qiluvchi va ba'zi hollarda ularning ba'zi xarakteristikallari, masalan, energiyasini aniqlashga imkon beruvchi asboblarn. Bunday asboblarga ssintillyatsion (chaqnovchi) hisoblagich, Chernikov hisoblagichi, gaz zaryadli hisoblagich, yarimo'tkazgichli hisoblagich, yarim o'tkazgichli hisoblagich va impulsli ionlashtiruvchi kamera misol bo'la oladi.

2. Zarraning moddadagi izini kuzatishga, masalan, suratga tushirishga imkon beruvchi asboblarn. Bunday asboblarga vilson kamerasi, difuziyali kamera, pufakli kamera, fotoemulsiya usuli misol bo'la oladi. Biz quyida ularning ba'zilari bialn tanishib o'tamiz.

Sintillyatsion hisoblagich. Ish prinsipi tez zarralarning flyuoressiyanuvchi ekranga tushishida ro'y beradigan chaqnash – sintilyatsiyaning kuzatilishiga asoslangan. Hosil bo'lgan kuchsiz yorug'lik chaqnashi elektr impulslariga aylantiriladi va kuchaytirilib, maxsus apparatlar yordamida qayd qilinadi. α - zarra birinchi marta aynan shunday hisoblagich yordamida (1903- yil) qayd qilingan edi.

Gaz razryadli hisoblagich. Bunday hisoblagich, odatda, gaz to'ldirgan metall silindr (katod) va uning o'qi bo'ylab tortigan ingichka sim (anod)dan iborat bo'ladi. Qayd etiladigan zarra elektrodlar orasidan o'tganda gazni ionlashtiradi. Bu ionlar esa gaz, devor atomlari va molekulalar bilan to'qnashib, ularni ikkilamchi ionlashtiradi. Umuman olganda, ikki xil gaz razryadli

hisoblagich mavjud. Birinchisi, proporsional hisoblagich deyilib, unda gaz razryadli nomustaqil bo'ladi. Geyger – Myuller hisoblagichi deb ataluvchi ikkinchi xil hisoblagichda esa gaz razryadli mustaqil bo'ladi. Geyger – Myuller hisoblagichlarining ajrata olish vaqti 10^{-3} - 10^{-7} s ni tashkil qiladi, ya'ni shunday vaqt oralig'ida tushgan zarralar qayd qilinadi. Gaz razryadli hisoblagichlarning razryadlangan zarralarni qayd etish unumdorligi 100 % bo'lsa, γ - kvantlar uchun 5% tashkil etadi.

Vilson kamerasi. Kamera 1911- yilda ingiliz fiziigi Ch.Vilson tomonidan yaratilgan. U tez uchib ketayotgan zarralarning bug'simon holatdagi moddadan o'tganida, shu modda molekulalarini ionlashtirishiga asoslangan.

Vilson kameraning ishchi hajmi (1) suvning yoki spirtining to'yingan bug'I bo'lgan havo yoki gaz bilan to'ldirilgan. Porshen (2) pastga qarab tez harakatlanganda 1 hajmidagi gaz adibadik ravishda kengayadi va soviydi. Natijada gaz o'ta to'yingan holatiga keladi. Kameradan uchib o'tgan zarra o'z yo'lida ionlarni vujudga keltiradi va hajm kengayganda kondensatsiyalangan bug'lardan tomchilar hosil bo'ladi. Shunday qilib, zarra orasida ingichka tuman yo'l ko'rinmishidagi iz qoladi. Bu izni kuzatish yoki rasmga tushirish mumkin.

Fotoemulsiya usuli. 1927- yilda rus fizigi L.Misovkiy zaryadlangan zarralar izini qayd qilishning oddiy usulini taklif qiladi. Zaryadlangan zarralar fotoemulsiya orqali o'tganda, unda tasvir hosil qiluvchi ionizatsiyani vujudga keltiradi. Surat ochilgandan keyin zaryadlangan zarralarning izlari ko'rinibqoladi. Emulsiya juda qalin bo'lganligi uchun ham zarraning unda qoldirgan izi juda ham qisqa bo'ladi. Shuning uchun, fotoemulsiya usuli juda katta energiyali tezlatkichlardan chiqayotgan zarralar va kosmik nurlar vujudga keltiriladigan reaksiyalarni o'rganish maqsadida ishlatiladi.