

15-MAVZU. OLAMNING HOZIRGI ZAMON FIZIK TASAVVURI

Yer yuziga kosmosdan kelayotgan nurlarni *kosmik nurlari* deb nomlanadi. Bu nurlarni birlamchi va ikkilamchi nurlar tarzida o'rganamiz.

Birlamchi kosmik nurlarga Yer atmosferasiga olam fazodan juda katta tezlikda uchib keladigan atom yadrolari oqimi (asosan, protonlar va α -zarralar) kiradi. Bu yadrolarning havo tarkibiga kiruvchi atomlar yadrolari bilan to'qnashishidan yangi yadrolar va turli elementar zarralar hosil bo'ladi; ularning oqimlari *ikkilamchi kosmik nurlar* deyiladi. Birlamchi kosmik nurlarning ancha miqdori atmosferada yutiladi, shuning uchun Yer yuziga, asosan, ular vujudga keltirgan ikkilamchi kosmik nurlar yetib keladi.

Kosmik nurlarni 1912 yilda nemis fiziklari V.Gess, Gokkel va Gyunkellar kashf qilishdi. Bu nurlarning kelib chiqishi sabablari haligacha aniqlangan emas, bu to'g'rida faqat qator gipotezalar mavjud. Ular orasida haqiqatga yaqinrog'i V.L.Ginzberg va I.S. Sheklovskiylarning gipotezasi bo'lib, unda kosmik nurlar o'ta yangi yulduzlarning chaqnashida generatsiya qilinadi deb faraz qilinadi.

Birlamchi kosmik nurlar zarralarning o'rtacha kinetik energiyasi taxminan 10^4 MeV , ayrim zarralar 10^{12} MeV chamasida energiyaga ega bo'ladi. Bunday zarralarning modda bilan to'qnashishida, asosan, yangi yadro reaksiyalari vujudga keladi.

Ikkilamchi nurlanish ikki komponentdan iborat: birinchisi yumshoq komponenta, u $8\text{-}10 \text{ sm}$ qalinlikdagi qo'rg'oshinda yutiladi, ular elektron pozitron juftlari jalasidan iborat. Ikkinchisi qattiq komponent 10 sm bo'lgan qo'rg'oshindan bemalol o'tib keta oladi, qattiq komponenta mezonlar oqimidan iborat. Mezonlar kosmik nurlar qattiq komponentasining jism bilan ta'sirlashuvini o'rganish tufayli kashf qilindi. Mezonlar massasi elektron massasidan 200 marta kattadir. Musbat va manfiy mezonlar mavjud bo'lib, ular mos ravishda μ^+ va μ^- harflar bilan belgilanadi. Myumezon zamonaviy massa qiymati $m_\mu \approx 207 m_e$ ga teng. Myumezonlar $\tau \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ davr ichida



sxema bo'yicha yemiriladi.

Kosmik nurlarni o'rganish jarayonida yana bir necha elementar zarralar kashf etildi.

15.1. Elementar zarralar

Hozirgi vaqtda barqaror bo'lgan va o'rtacha yashash vaqti 10^{-17} s dan kam bo'lmagan 35 ta elementar zarra mavjud. Bulardan tashqari o'rtacha yashash vaqti $10^{-22} \div 10^{-23} \text{ s}$ bo'lgan *rezonanslar* deb ataladigan 100 dan ortiq zarralar ham mavjud.

Barcha elementar zarralar tinch holatdagi massasi, elektr zaryadi, o'rtacha yashash vaqti va boshqa ba'zi fizik kattaliklari bilan xarakterlanadi.

Elementar zarralarni ularning tinch holatdagi m_0 massalariga ko'ra quyidagi 4 guruhga ajratish mumkin:

1. Fotonlar ($m_0=0$);
2. Leptonlar yoki yengil zarralar ($0 < m_0 < m_e$);
3. Mezonlar yoki o'rta og'irlikdagi zarralar ($m_e < m_0 < m_r$);
4. Barionlar yoki og'ir zarralar ($m_r < m_0 < m_d$);

bu yerda m_e , m_r va m_d lar mos ravishda elektron, proton va deytрон (og'ir vodorod yadrosi) ning tinch holatdagi massalari. Barionlar o'z navbatida yana nuklonlar va giperonlarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda deyarli barcha zarralarning (foton, pinol-mezon va etamezon dan tashqari) antizarralari mavjudligi aniqlandi. Antizarrani belgilash uchun zarraning belgisidan foydalaniladi, faqat belgi tepasiga chiziqcha qo'yiladi. 24.1-jadvalda zarralar va ularning antizarralari keltirilgan.

24.1 – jadval.

Zarralar nomi	Belgisi		Tinchlikdagi massa, MeV	Yashash doimiyligi, s
	zarra	antizarra		

Foton	γ		0	Barqaror
	Leptonlar			
elektron	e^-	e^+	0,511	Barqaror
Myumezon	μ^-	μ^+	106	$2 \cdot 10^{-6}$
neytrino	ν	$\bar{\nu}$	0	Barqaror
	Mezonlar			
Pi-mezon	π^+	π^-	140	$2,6 \cdot 10^{-8}$
Pi-nol-mezon	π^0		135	$0,8 \cdot 10^{-16}$
Ka-mezon	k^+	k^-	491	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Ka-nol-mezon	K^0	\bar{K}^0	498	$10^{-10}-10^{-8}$
eta-mezon	η		549	$2,4 \cdot 10^{-10}$
	Barionlar			
proton	p	\bar{p}	938,2	Barqaror
neytron	N	\bar{N}	939,6	$0,9 \cdot 10^3$
lyambda-giperon	λ	$\bar{\lambda}$	1116	$2,5 \cdot 10^{-11}$
sigma-plyus-giperon	Σ^+	$\bar{\Sigma}^+$	1180	$0,8 \cdot 10^{-19}$
sigma-nol-giperon	Σ^0	$\bar{\Sigma}_0$	1192	$<10^{-11}$
sigma-minus-giperon	Σ^-	$\bar{\Sigma}^-$	1197	$1,5 \cdot 10^{-10}$
ksi-nol-giperon	Ξ^0	$\bar{\Xi}^0$	1315	$3 \cdot 10^{-10}$
ksi-minus-giperon	Ξ^-	$\bar{\Xi}^-$	1321	$1,7 \cdot 10^{-10}$
omega-minus-giperon	Ω^-	$\bar{\Omega}^-$	1672	$1,3 \cdot 10^{-10}$

24.1-jadvaldan ko‘rinadiki, barcha zarralar to‘rt guruhga joylashtirilgan. Birinchi guruhga o‘zining xususiyatlari bilan boshqa zarralardan ajralib turadigan elektromagnit magnit kvanti – foton kiradi.

Elementar zarralardan faqat uchasi – elektron, proton va neytronlar asosiydir; atomlar va bizni o‘rab olgan butun moddiy olam shu zarrachalardan tuzilgan. Elementar zarraning zaryadi $+1e$, $-1e$ ga yoki 0 ga teng; ikki va undan ortiq zaryadli zarralar yo‘q. Elementar zarralarning ko‘pchiligi barqaror emas va ularning ko‘pchiligini yashash vaqti nihoyatda qisqadir.

Har bir zarraga (foton va pinol-mezondan tashqari) antizarra mos keladi. Zarra va anti zarraning massasi, elektr zaryadining miqdori bir xil, ammo zaryad ishorasi qarama-qarshidir. Zarra va antizarraga elektron va pozitron (antielektron), proton va antiproton, myu-plyus-mezon va myu-minus-mezon lar misol bo‘ladi va hokazo.

Zarra antizarra bilan to‘qnashganda boshqa elementar zarralarga aylanadi, bunda ularning ikkalasi ham avvalgi holdagi mavjudligini yo‘qotadi. Bu jarayon **juftlar annigilyatsiyasi** deb yuritiladi.

Juftlar annigilyatsiyasiga proton va antiprotonning pinol-mezonga ($P + \bar{P} \rightarrow 2\pi^0$) aylanishi, elektron va pozitronning fotonlarga ($e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$) aylanishi misol bo‘ladi.

Annigilyatsiyaga teskari jarayon ham uchraydi, bunday jarayonlar natijasida zarralar va ularga mos antizarralar paydo bo‘ladi. Bu jarayon **juftlarning hosil bo‘lishi** deb ataladi. Juftlarning hosil bo‘lishiga fotonning elektron va pozitronga aylanishi misol bo‘la oladi.

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+.$$

Shunday qilib, bir-biriga aylana olish elementar zarralarning eng xarakterli belgisidir. Elementar zarralar bo‘linmaydi, lekin ular bir-biriga aylanish xususiyatiga ega.

Savollar

Elementar zarrachalarning hosil bo‘lish sabablarini va elementar zarralar fizikasi nimalarni o‘rganishini tushuntiring.

Barcha elementar zarralarning xarakterli xususiyati, ularning bir-biriga aylanishidan iborat ekanini tushuntiring.

Barcha barqaror elementar zarralarni sanab bering va juftlar annigilyatsiyasi nima ekanligini tushuntiring.

Tarixda kuchli o'zaro ta'sirlanuvchi zarralarning Kvark nazariyasi yaratilishini va bu nazariyani tasdiqlovchi eksperimental tadqiqotlarni gapiring.