

1-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: KOSMIK NURLAR TARKIBINI O'RGANISH

Ishning maqsadi:

Kosmik nurlar haqida ma'lumotga ega bo'lish, kosmik nurlar tarkibini o'rganishda zarur bo'lgan atama va tushunchalarning mohiyatini ochib berish

Nazariy qism:

Birlamchi kosmik nurlar asosan proton va boshqa barqaror atom yadrolaridan iborat bo'lib, ularning uzluksiz oqimi atmosferadan o'tib Yer sirtiga qadar yetib keladi. Birlamchi kosmik nurlarining tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1jadval

Yadrolar	Yadro zaryadi	Intensivligi	Umumiy oqimidagi ulushi (%)
Proton	1	1300 ± 100	92,9
Geliy yadrosi	2	94 ± 4	6,3
Engil yadrolar	3-5	$2,01 \pm 0,3$	0,13
O'rta yadrolar	6-9	$6,7 \pm 0,3$	0,4
Og'ir yadrolar	10	$2,0 \pm 0,3$	0,18
O'ta og'ir yadrolar	>20	$0,5 \pm 0,2$	0,05

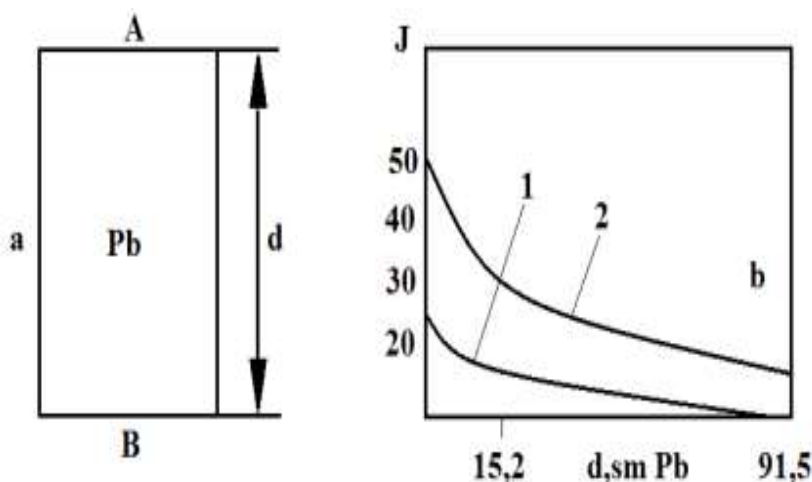
Birlamchi kosmik nurlar tarkibida oz miqdorda elektron, foton va neytronlar ham uchraydi.

Birlamchi koinot nurlarining o'rtacha energiyasi taxminan 10^{10} eV ga teng. Lekin ayrim zarralar energiyasi 10^{19} eV ga qadar borishi mumkin. Taqqoslash uchun zamonaviy tezlatkichlarda protonlarni 10^{11} - 10^{12} eV ga qadar tezlatish mumkinligini qayd qilib o'tish mumkin. Birlamchi kosmik nurlar Yer atmosferasiga tushgach, havodagi atom yadrolari bilan noelastik to'qnashadi. Havo tarkibini asosan azot (78,1%) va kislorod (21%) tashkil etadi. Shu atom yadrolari bilan to'qnashganda hosil bo'lgan juda ko'p miqdordagi yuqori energiyali ikkilamchi zarralar asosan nuklon va pionlardan tashkil topgan bo'ladi. Yuqori energiyali to'qnashishlarda giperon va K mezonlar ikkilamchi kosmik nurlarning 15-20% ni tashkil etadi. Ko'p yangi elementar zarralar kosmik nurlarning tarkibini o'rganish jarayonida kashf etilgan. Myuon, pion va K - mezonlar shular jumlasidandir.

Ikkilamchi kosmik nurlar yumshoq va qattiq komponentalardan tashkil topganligini ko'rsatib berish juda katta ahamiyatga ega. Bu kashfiyot teleskop deb ataluvchi qurilma yordamida bajariladi. Orasiga qo'rg'oshin yutgich joylashgan A va B qayd qilgichlar mos tushuv sxemasiga ulanib, vertikal joylashadi (1-rasm). Qo'rg'oshin qalinligini ortishi bilan mos tushishlar sonini o'lchash shuni ko'rsatadiki, A va V

qayd qilgichlar orqali o'tgan zarralar soni oldin tez kamayadi, so'ng qo'rg'oshin qalinligi 10 sm dan ortgach, undan yutilmay o'tgan zarralar intensivligi sekin kamaya boshlaydi (1-rasm, b).

Kosmik nurlarning 10 sm qalinlikdagi qo'rg'oshinda yutiluvchi komponentasi «yumshoq» va undan o'tuvchi komponentasi esa «qattiq» degan nom oldi. O'rganishlar kosmik nurlarning yumshoq komponentasi elektron, pozitron va fotonlardan, —qattiq komponentasi esa 1937 yilda kashf etilgan myuonlardan iborat ekanligini ko'rsatadi.



1-rasm

1-dengiz sathi 2-dengiz sathidan 3200 m balandlikda.

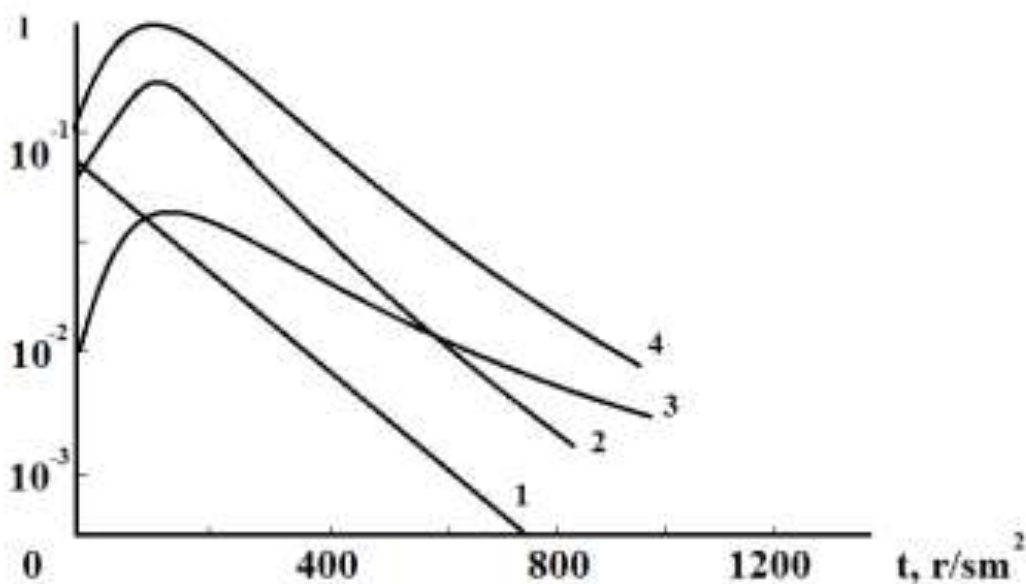
Yer atmosferasining qalinligi yuqori energiyali nuklonlarning havoda bir to'qnashishdan ikkinchi to'qnashishgacha erkin bosib o'tgan yo'lidan taxminan 15 marta kattadir. Shuning uchun, birlamchi kosmik nurlar atmosferadagi atom yadrolari bilan ko'p marta o'zaro ta'sirlashib ikkilamchi zarralarni hosil qiladi. Yer sathidan 20 km balandlikda uchraydigan zarralarning deyarli hammasi ikkilamchi zarralardan iborat bo'ladi. Ikkilamchi zarralar energiyasi 10^6 dan kam bo'lib qolguncha ular o'z navbatida yadroviy to'qnashishlarda yangi zarralarni hosil qilaveradi. Ikkilamchi kosmik nurlar tarkibida hosil bo'lgan pionlarning yemirilishi natijasida kosmik nurlarning qattiq komponentasini tashkil etuvchi myuonlar hosil bo'ladi. Mezonlar yemirilib ikkita kvantni, gamma - kvantlar esa elektron-foton juftligini va yuqori energiyali zaryadlangan zarralar esa tormozlanish nurlanishini hosil qiladi. Tormozlanish nurlanishi va myuonlar (yemirilib) o'z navbatida elektron-foton jasasining hosil bo'lishiga o'z hissalarini qo'shadilar. Shunday qilib, Yer sathida ikkilamchi kosmik nurlar tarkibi birlamchi kosmik nurlar tarkibidan mutlaqo farqlanadi.

Quyosh aktivligiga qarab kosmik nurlar intensivligining o'zgarishi, kosmik nurlarining kam qismi quyoshda bo'ladigan jarayonlarda hosil bo'lishini ko'rsatadi. Quyosh kosmik nurlari asosan proton va alfa – zarralardan tashkil topgan bo'ladi. Quyosh kosmik nurlarining energiyasi

odatda 400 MeV dan kam bo'ladi, lekin intensivligi $10^6\text{-}10^8 \text{ zarra/sm}^2\text{s}$ ga qadar boradi. Ayrim hollarda energiyasi bir necha GeV bo'lgan Quyosh kosmik nurlari ham uchraydi.

Kosmik nurlarning Yer atmosferasi bilan ta'siri natijasida hosil bo'lgan nurlanishlar Yerning magnit maydon ta'sirida «*Yer radiatsiyasi*» mintaqalari deb nom olgan hodisasini hosil qiladi. Yerning radiatsion mintaqalari hozir yaxshi o'rganilgan.

Kosmik nurlarning qattiq komponentasini tashkil etuvchi myuonlar o'z energiyasini ionizatsiya hisobiga kam yo'qotgani uchun u muhitda sust yutiladi. 2-rasmda koinot nurlari turli komponentalari intensivligining atmosfera qalinligiga qarab o'zgarishi ko'rsatilgan.



2-rasm

Rasmdan ko'rinishicha, kosmik nurlarning yadro-aktiv komponentasi atmosferada tez yutiladi (1-egri chiziqli) va dengiz sathida uning intensivligi nolga qadar kamayadi. Elektron-foton komponentasi esa (2-egri chiziq) atmosferaning yuqori qismida oldin ortadi, so'ng tez yutilib, dengiz sathida muayyan komponentaga qaraganda kamayadi. Dengiz sathida kosmik nurlar asosan myuon (3-egri chiziq), elektron va foton hamda neytronlardan tashkil topadi. Adronlar faqat 1% ni tashkil etadi. (2-rasmdagi 4-egri chiziq kosmik nurlarining to'la intensivligini o'zgarishini ko'rsatadi. « t » atmosferaning yuqori chegarasidan boshlab hisoblangan).

Kosmik nurlanishlarning zaryadlangan zarralar tashkil etuvchisi dengiz sathidan vertikal yo'nalishda quyidagi intensivlikka ega: qattiq komponenta uchun

$$J_q(0) = 0,82 \cdot 10^{-2} (\text{sm}^2 \cdot \text{sterad} \cdot \text{s})^{-1}$$

yumshoq komponenta uchun

$$J_{yu}(0) = 0,31 \cdot 10^{-2} (\text{sm}^2 \cdot \text{sterad} \cdot \text{s})^{-1}$$

To'liq intensivlik esa

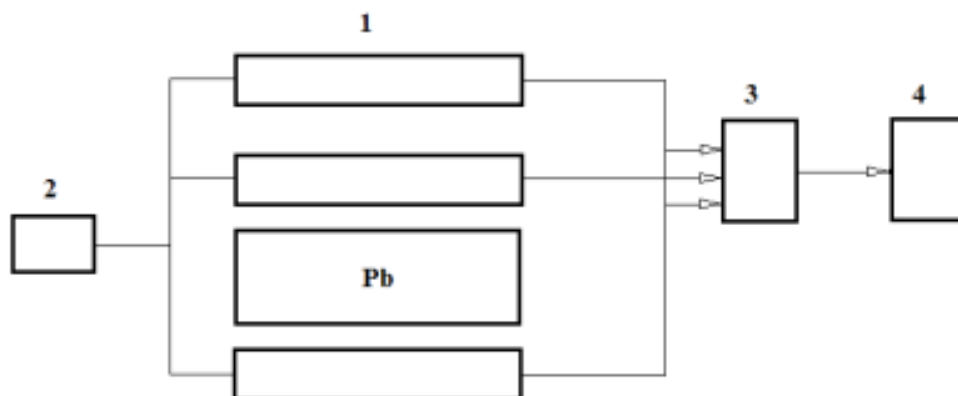
$$J(O) = J_q(O) + J_{yu}(O) = 1 \cdot 13 \cdot 10^{-2} (sm^2 \cdot sterad \cdot s)^{-1}$$

Kosmik nurlarning qattiq komponentasi intensivligi kuzatish burchagiga bog'liq ravishda o'zgaradi, chunki ma'lum balandlikda hosil bo'lgan myuonlar intensivligini o'lchovchi asbobga yetib kelguncha, ular turli burchak ostida atmosferada har xil masofani bosib o'tadi. Tik yo'nalishga nisbatan biror Q burchak ostida qayd qilinayotgan myuonlar ko'proq masofani bosib o'tilganligi uchun, ularning ko'proq qismi yemirilib ketadi.

O'lchashlar quyidagi bog'lanishni ko'rsatadi: Kosmik nurlarning dengiz sathida to'la energiyasi birlamchi kosmik nurlar energiyasining 3% dan kam qismini tashkil etadi, Energiyaning qolgan qismi atmosferada yuz bergan jarayonlar asosan ionizatsiya hisobiga yutiladi.

Qurilma chizmasi va ishlash prinsipi:

Kosmik nurlar tarkibini 1-rasmda chizmasi ko'rsatilgan qurilma yordamida o'rganish mumkin. Qurilma parallel ulangan Geyger Myuller sanagichlar qatoridan tashkil topgan.



3-rasm

Sanagichlar bitta kuchlanish manbaidan 2 dan ta'minlanadi. Mos tushuv asbobi - 3 ulangan bir necha Geyger - Myuller sanagichlari (1) qatoridan foydalanish natijasida tasodifiy mos kelishlar soni minimumga keltiriladi.

Tasodifiy mos kelishlar sonini quyidagi formula misolida aniqlash mumkin.

$$N_t = 2t^2 N_1 N_2 N_3 \quad (1)$$

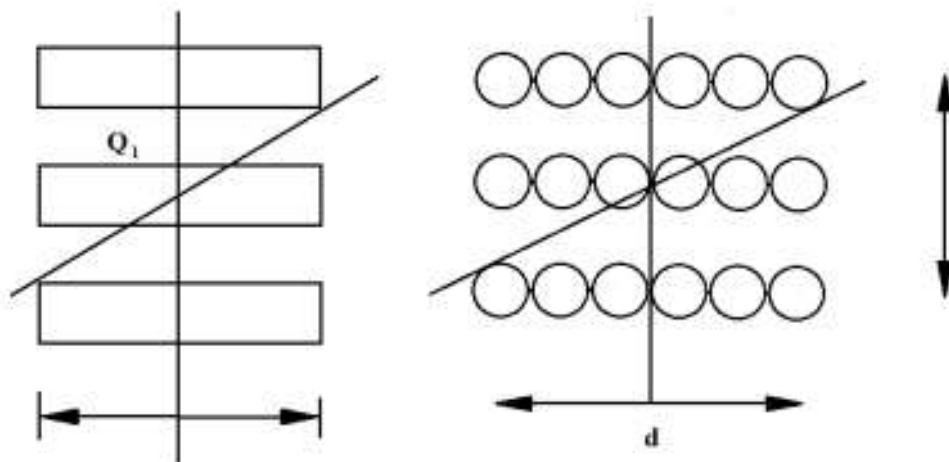
bu yerda, t – mos tushuv asbobining ajratish vaqti ($2 \cdot 10^{-2} s$), N_1 , N_2 , N_3 – lar har bir sanagichlar qatorida hosil bo'lgan impuls soni.

Kosmik nurlar intensivligi vaqt birligida bir birlikli (steradian) fazoviy burchak ichida kelayotgan va $1 sm^2$ yuzaga tushayotgan kosmik nurlar (zarralar) soni bilan o'lchanadi. Qurilmada sanalayotgan zarralarning soni (N) va o'lchanayotgan nurlar intensivligi (J) quyidagicha bog'lanadi:

$$J = \frac{N}{R} \quad (2)$$

bu yerda $R = ds_1 \cdot ds_2 \cdot dr^2$ qurilmaning yorug'lik kuchi deb ataladi. ds_1 va ds_2 birinchi va uchinchi sanagichlar qatorining sirti va r ular orasidagi masofa.

Qayd qilinayotgan kosmik nurlarining intensivligi faqat qurilmaning yorug'lik kuchigagina bog'liq bo'lmay, sanagichlar qatorining uzunligiga va qattiqligiga ham bog'liq bo'ladi.



4-rasm.

4-rasmdagi sanagichlarning kattaliklari (uzunligi l va kengligi d) bilan aniqlanuvchi Q_1 va Q_2 burchaklarning qiymatiga bog'liq ravishda qurilmada qayd qilinayotgan zarralar soni

$$dN = J(Q) \frac{ds_1 \cos Q_1 ds_2 \cos Q_2}{R^2} \quad (3)$$

bo'ladi. Bu yerda $J(Q)$ – Q burchak ostida kelayotgan kosmik nurlar intensivligi. R – birinchi va uchinchi sanagichlar orasidagi masofa. Kosmik nurlarning burchak bo'ylab taqsimoti $J(Q) = J(0) \cos^2 Q$ qonunga bo'ysunadi. Buni (3) formulaga qo'yib tenglamani ds_x va ds_2 lar bo'yicha integrallasak,

$$N = \frac{1}{4} J(0) l \left[\frac{l^2}{l^2 - d^2} + \frac{3l}{d} \arctg \frac{l}{d} \right]$$

bo'ladi. Bu (5) formuladan foydalanib tajribadan aniqlangan N uchun vertikal yo'nalishdagi kosmik nurlar intensivligini hisoblab topish mumkin.

Ishni bajarish tartibi:

1. Qurilma manbaga ulanib, 5 minutcha qizdiriladi.
2. Birinchi, ikkinchi va uchinchi sanagichlar qatoridan chiqayotgan impulsar soni (N_1 , N_2 , N_3) o'lchanadi. Olingan natijalar asosida (1) formuladan tasodifiy mos kelishlar soni N_l hisoblanadi.
3. Qurilmani mos tushuv asbobiga ulab, oldin qo'rg'oshinsiz, so'ng ikkinchi va uchinchi sanagichlar orasiga qo'rg'oshin qatlamlarini joylab, uning har xil qalinligi uchun mos kelishlar soni o'lchanadi.
4. O'lchash natijalaridan mos kelishlar sonining qo'rg'oshin qalinligiga bog'lanish grafigi chiziladi va kosmik nurlarning vertikal

yo'nalishidagi intensivligi $J(O)$ uning qattiq $J_q(O)$ hamda yumshoq $J_{yu}(O)$ komponentlarining intensivliklari hisoblanadi. O'lchash natijalarini hisoblashda (1) va (5) formulalardan foydalaniladi.

Sinov savollari:

1. Kosmik nurlarning umumiy xarakteristikalar
2. Birlamchi kosmik nurlar va ularning tarkibi
3. Ikkilamchi kosmik nurlar haqida nimalarni bilasiz?
4. Kosmik nurlardan foydalanish sohalari haqida nimalarni bilasiz?