

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
DENOV TADBIRKORLIK VA PEDAGOGIKA INSTITUTI



FIZPRAKTIKUM (Yadro va elementar zarralar fizikasi)
FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI TO‘PLAMI

SH.S.Zamonova

MUNDARIJA

- 1 –**Laboratoriya ishi.** Beta-zarralarning energiyasini yarim yutilish usuli bilan aniqlash.....
- 2 –**Laboratoriya ishi.** Radioaktiv modda aktivligini aniqlash.....
- 3 –**Laboratoriya ishi.** Gamma – kvantlar va roentgen nurlarining moddada yutilish koeffitsiyentlarini aniqlash.....
- 4 –**Laboratoriya ishi.** Uzoq yashovchi izotopning yarim yemirilish davrini aniqlash
- 5 –**Laboratoriya ishi.** Koinot nurlarining yumshoq va qattiq komponentalarini aniqlash.....
- 6 –**Laboratoriya ishi.** Dozimetriya asoslari.....
- 7 –**Laboratoriya ishi.** Geyger – Myuller sanagichning sanash xarakteristikasini va o‘lik vaqtini kosmik nurlar yordamida aniqlash.....
- 8 –**Laboratoriya ishi.** Alfa – zarralar izlarini Vilson buluti kamerasi yordamida namoyish etish.....
- 9 –**Laboratoriya ishi.** Ba – 137m ning yarim yashash davrini aniqlash.....

Mavzu: Beta-zarralarning energiyasini yarim yutilish usuli bilan aniqlash

Ingichka beta – zarralar dastasi intensivligini ikki marta kamaytiradigan yutgich qalinligini yarim yutilish qatlami qalinligi deyiladi. Berilgan yutgich uchun, yarim yutilish qatlami qalinligi beta – spektrning maksimal energiyasiga bog'liq bo'ladi.

Beta – nurlanish yarim yutilish qatlami qalinligi Δ (mg/sm²) va beta – spektrning maksimal energiyasi E (MeV) orasidagi bog'lanish taxminan quyidagi empirik munosabatlar orqali beriladi:

$$\Delta = 55 E^{1,66} \quad 0,15 \leq E \leq 0,7 \text{ MeV} \quad \text{va}$$

$$\Delta = 53 E^{1,47} \quad 0,7 \leq E \leq 2,5 \text{ MeV}$$

Yarim yutilish qatlami qalinligi, beta – zarralar yutilish egri chizig'ini olish orqali aniqlanadi:

$$N_d = N_0 \cdot 2^{-\frac{\rho d}{\Delta}} \quad (1)$$

bu yerda, N_0 – beta zarralar oqim intensivligi, N_d —yutgichning ρd (mg/sm²) qalinlikdagi qatlamida beta zarralarning oqim intensivligi.

Yutilish egri chizig'ini olish uchun Geyger–Myuller sanagichidan iborat hisoblash qurilmasidan foydalaniladi. Sanagich ostiga radiofaol manba qo'yiladi va fon bilan birgalikda sanash tezligi o'lchanadi. Keyin umumiy fonni o'lchash uchun sanagich bilan radiofaol manba orasiga alyuminiy yutgich qo'yiladi va bu yutgich beta – nurlanishni to'la yutib qoladi. Shundan so'ng, alyuminiy yutgich o'rniga ketma–ket alyuminiy folgalar qo'yib borib, turli qalinlikdagi yutgichda sanash tezligi o'lchanadi. Yutgich qalinligini ortib borishi bilan yutgichdan o'tayotgan beta – nurlanish intensivligini o'lchash, intensivlik boshlang'ich intensivlikka nisbatan 3 – 4 marta kamayguncha qadar davom etgiriladi. Olingan sanash tezligidan qurilma foni ayirib tashlanadi.

$$N_d = N - N_f$$

Qurilma foniga quyidagilar kiradi: koinot nurlari, Yer va atrofdagi jismlarning beta va gamma – nurlanishi va shu bilan birga radiofaol manbada mumkin bo'lgan rentgen va gamma – nurlar foni.

(1) munosabatni logarifmlaymiz:

$$\lg N_d = \lg N_0 - \frac{\rho d}{\Delta} \cdot \lg 2 \quad (2)$$

(2) munosabatga belgilash kiritamiz:

$$y = \lg N_d; \quad A = \lg N_0; \quad x = \rho d; \quad a = \frac{\lg 2}{\Delta}$$

U holda (2) munosabat quyidagicha bo'ladi:

$$u = A - a x$$

Demak, sanash tezligining logarifmi yutgichning massali qalinligiga chiziqli bog'langan.

Tajriba natijalari asosida to'g'ri chiziq qurib, uni abtsissa o'qiga og'ishi «a»

aniqlanadi. Yarim yutilish qatlam qalinligi $\Delta = \frac{lgz}{a}$ ga teng bo'ladi.

Beta — spektrning maksimal energiyasini emperik formulalar, yoki 1 – jadval yordamida aniqlash mumkin.

Yutilish egri chizig'ini olishda beta – zarralar ingichka oqimini hosil qilgan ma'qul, chunki bu holda ularning yutgichda sochilishi bilan bog'liq effektlar kamayadi. Ingichka oqimni hosil qilish uchun latundan yoki qo'rg'oshindan yasalgan diafragma sanagich oldiga qo'yiladi. Yutgich folgalari sanagichga yaqin joylashtiriladi.

Ishning bajarish tartibi

1. Laboratoriya qurilmasi bilan tanishib chiqiladi va qurilma o'lchashga tayyorlanadi.

2. O'qituvchidan yutgichlarni (qalinligi 0,1 mm) va radiofaol manbani olib sanagich ostiga qo'yiladi.

3. Sanagich bilan manba orasiga beta – nurlanishni to'la yutadigan yutgichni (qalinligi 4 mm) qo'yib, qurilma foni 3 % statistik xatolik bilan o'lchanadi.

4. Alyuminiy folgalardan foydalanib yutilish egri chizig'i 1 % dan kam bo'lmagan statistik xatolik bilan o'lchanadi.

5. Sanash tezligi logarifmi bilan massali qalinlik orasidagi bog'lanish quriladi. To'g'ri chiziq og'maligi orqali yarim yutilish qatlam qalinligi topiladi

1-jadval yoki emperik formulalar orqali beta — spektrning maksimal energiyasi aniqlanadi.

Hisobot jadvali

№	t,c	I _f	d,MM	N	pd,Mr/sm ²	LgN _d	l, mg/sm ²	MeV
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Sinov savollari.

- Beta - zarralar spektrini tushuntiring.
- Beta - spektrning maksimal energiyasi deb nimaga aytiladi?
- β^+ va β^- spektrlari farqini tushuntiring
- K - qamrash.
- Yarim yutilish qatlami qalinligi deb nimaga aytiladi?
- Nima uchun yarim yutulish qatlami qalinligi mg/sm² larda o'lchanadi
- Nima uchun yarim yutilish qatlami qalinligini aniqlashda ikkita o'lchash bilan cheklanilmaydi?
- Neytrino spektri qanday?
- Qurilma foni deb nimaga aytiladi?

E, Mev	Δ , mg/sm ²	E, Mev	Δ , mg/sm ²	E, Mev	Δ , mg/sm ²
0,01	0,1	0,28	6,3	2,3	159
0,02	0,3	0,30	7,0	2,4	168
0,03	0,5	0,35	9,0	2,5	173
0,04	0,7	0,40	11,7	2,6	180
0,05	0,8	0,45	14,6	2,7	190
0,06	1,0	0,50	17,5	2,8	195
0,07	1,3	0,6	24	2,9	200
0,08	1,5	0,7	30	3,0	210
0,09	1,6	0,8	37	3,1	218
0,10	1,8	0,9	45	3,2	223
0,11	2,0	1,0	53	3,3	230
0,12	2,2	1,1	62	3,4	238
0,13	2,3	1,2	70	3,5	244
0,14	2,5	1,3	78	3,6	250
0,15	2,6	1,4	87	3,7	260
0,16	2,8	1,5	97	3,8	265
0,17	3,0	1,6	107	3,9	270
0,18	3,3	1,7	117	4,0	280
0,19	3,6	1,8	121	4,2	290
0,20	3,9	1,9	130	4,4	305
0,22	4,5	2,0	140	4,6	320
0,24	5,0	2,1	147	4,8	335
0,26	5,6	2,2	150	5,0	350

2-laboratoriya ishi

Mavzu: Radiaktiv modda aktivligini aniqlash

Ishning maqsadi:

1. Radiaktiv modda. Kimyoviy element. Radiaktiv izotop haqida tushincha berish.
2. Yadro nurlari va ularni qayd etish metodlarini o'rganish.
3. Yadro nurlarini qayd etishda qo'llaniladigan asbob uskunalarini o'rganish.
4. Berilgan radiaktiv kimyoviy elementning aktivligini aniqlash.

Radiaktiv kimyoviy elementning yig'indisidan tashkil topgan birikmaga radiaktiv modda deyiladi. Bu birikmaning agregat holatidan, ya'ni gaz, suyuq kristall, plazma bo'lishidan qat'iy nazar bu modda o'zining radiaktivlik xossasini saqlaydi va radiaktivlik qonuniga muvofiq yemiriladi. Har qanday agregat holatdagi radiaktiv modda kimyoviy elementlarning izotoplaridan tashkil topgan. Kimyoviy elementning bir necha izotopi bo'lishi mumkin. Demak, atom massalari turlicha

^{22}Na , ^{23}Na , ^{24}Na , atom zaryadi bir qiymatga $^{22}_{11}\text{Na}$, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{11}\text{Na}$ ega bo'lgan kimyoviy elementlarni izotoplar deyiladi. Misol, $^{26}_{13}\text{Al}$, $^{28}_{13}\text{Al}$; $^{22}_{11}\text{Na}$, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{11}\text{Na}$; $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$ va shu kabilar.

Agar bu izotop o'zidan yadro nurlarini chiqarsa, uni radiaktiv izotop deyiladi. Radiaktiv izotop yemirilish jarayonida, yemirilish turiga qarab, o'zidan alfa, beta, proton, neytron zarralarni va gamma kvantini chiqarib, aktivligini kamaytirib, energetik jihatdan eng pastki, ya'ni barqaror (stabil) holatiga o'tadi.

Bu radiaktiv izotop alfa-yemirilish, beta-yemirilish turi bilan yemiriladi. Gamma nurlarni uzunligi 10^{-10} - 10^{-12} m bo'lgan qisqa to'lqinli elektromagnit nurlanish bo'lib, u radiaktiv izotopning yemirilish jarayonida vujudga keladi.

γ – kvantlar materiallaridan yuksak o'tish va sust ionlashtirish qobiliyatiga ega bo'lib, ularning energiyasi $E_\gamma = 0,1 \text{ MeV}$ dan $E_\gamma = 3,0 \text{ MeV}$ gacha boradi. Gamma nuridan himoyalash uchun yuqori zichlikka ega bo'lgan modda va materiallarga misol: qo'rg'oshin ($\rho = 11,3 \cdot 10^3$), temir ($\rho = 7,9 \cdot 10^3$), beton ($\rho = 10^3$) va shu kabilar ishlatiladi.

Beta nurlanish – elektronlar oqimi bo'lib, u radiaktiv izotopning yemirilish jarayonida paydo bo'ladi. Beta zarrasining energiyasi E_β noldan 3,0 MeV gacha bo'lib, uzluksiz spektrli nurlanishdir. Beta zarracha, materiallaridan o'rtacha o'tish va yuqori bo'lmagan ionlashtirish qobiliyatiga ega. Beta zarrachadan himoyalash uchun o'rtacha va yuqori zichlikka ega bo'lgan materiallar, ya'ni qo'rg'oshin, alyuminiy, slyuda, zarqog'oz va suv ishlatiladi.

Alfa nurlanish – ikki marta ionlashgan geliy atomining oqimi bo'lib, u og'ir atomlarning yemirilish jarayonida hosil bo'ladi. Aktinoidlar gruppasidagi elementlar asosan alfa zarralarni nurlab yemiriladi. Alfa zarralar juda ko'p ionlashtirish va materialardan sust o'tish qobiliyatiga ega. Uning energiyasi $E_\alpha = 4 \text{ MeV}$ dan $E_\alpha = 9 \text{ MeV}$ gacha bo'ladi. Massasi $m_\alpha = 4$, zaryadi $x_e = 2$ ga teng, ya'ni $\alpha = {}^4_2\text{He}^2$.

Neytronli nurlanish – neytron, ya'ni zaryadsiz bo'lib, uning massasi elektron massasidan 1840 marta katta ($m_n = 1840m_e$, $m_p = 1836m_e$) neytron og'ir massali atom yadrolarini parchalanish jarayonida va yadro reaksiyalari paytida paydo bo'ladi, neytronning zaryadi yo'qligi sababli u atom yadrolariga erkin kirib sun'iy radiaktiv izotoplarni hosil qiladi.

Protonli nurlanish – zaryadi va massasi ham 1 ga teng bo'lgan zaryadli zarracha, ya'ni ionlashgan vodorod atomi oqimi bo'lib, materiallardan sust o'tish va yuqori ionlashtirish qobiliyatiga ega.

Proton yadro reaksiyalari jarayonida hosil bo'ladi. Uning massasi $m_p = m_n$. Muayyan radiaktiv atomlar miqdorining bir sekund vaqt mobaynida yemirilish tezligi moddaning aktivligi deyiladi.

Moddaning aktivligi, bu radiaktiv preparat miqdorining o'lchovidir.

Eslatma: maxsus tayyorlangan, tashqi muhitga o'z-o'zidan tarqalmaydigan ma'lum miqdordagi radiaktiv modda preparat deyiladi.

Radiaktiv izotopning yemirilish qonunini ko'rib chiqamiz. Har qanday radiaktiv izotop tashqi kuchlarning ta'siridan qat'iy nazar o'z-o'zidan ma'lum vaqt mobaynida yemiriladi, ya'ni radiaktiv bo'lgan atomlarning vaqt o'tishi bilan kamayib, boshqa

turdagi radiaktiv yoki radiaktiv bo'lmagan atom izotopiga aylanib boradi. Buni radiaktivlikning yemirilish qonuni deyiladi:

$$dN = -\lambda N(t)dt \quad (1)$$

bunda λ -radiaktiv atom (izotop) ning yemirilish doimiysi. dN -eng kichik vaqtda mavjud bo'lgan radiaktiv atomlar soni.

«Minus» ishorasi vaqt o'tishi bilan radiaktiv atomlar sonining kamayib borishini bildiradi.

Yuqoridagi formula umumiy radiaktiv atom yadrolari sonining vaqt birligidagi yemirilgan ulushini bildiradi. Ya'ni radiaktiv atom turg'un bo'lishi mumkin emas.

Keltirilgan (1) formulani $t=0$, $N_t - N_0$ shartni qanoatlantiruvchi holat uchun integrallab, yemirilmasdan qolgan atom yadrolarining biror vaqtdagi sonini topamiz:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Agar ma'lum vaqt oraligida radiaktiv atomlar soni ikki marta kamaysa, bu vaqt shu radiaktiv atomning yarim yemirilish davri bo'lib, yemirilish doimiysi orasidagi bog'lanishni yuqoridagi shartga muvofiq topamiz:

$$\frac{1}{2} = \frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

Bundan

$$\lambda t = \ln 2 = 0,693 \quad \lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

Endi, λ -radiaktiv atom yadrosining yemirilish doimiysi ifodasini (2) formulaga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$N_t = N_0 e^{-\frac{0,693}{T_{1/2}} t} \quad (3)$$

Radiaktiv atomi izotoplarning yarim yemirilish davri 10^{-9} sekunddan 10^{+9} yilgacha bo'ladi. Misol: Kaliy-41 radiaktiv izotopning yarim yemirilish davri $T_{1/2} = 6,7 \cdot 10^{-9}$ sekund, uran -238 izotopning yarim yemirilish davri $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^{+9}$ yil va h.k.

Radiaktiv izotopning nurlangan α, β, n, p -zarrachalari va γ -kvantlarini ma'lum turdagi asbob uskunalari yordamida qayd etiladi. Agar yadro nurlarining oqimini o'lchovi asbobning effektiv o'lchov qobiliyati ta'sirida o'zgarmasa ham unda preparat yoki biror modda radiaktivligini osongina o'lchash mumkin. Ammo o'lchovchi asboblarning effektiv o'lchov qobiliyati yadro nurlarining turiga qarab va boshqa ta'sirlar natijasida o'zgaradi. Bu ta'sirni hisobga olinsa, uning formulasiga tuzatish koeffitsientlarining kiritilishi zarur bo'ladi.

Radiaktiv moddaning chiqarayotgan nurlarini effektiv qayd etilishi har xil energiyada turlicha. Shuning uchun bu nurlanish qayd etuvchi asbobning ajrata olish qobiliyatiga (Qr), o'lchash geometriyasiga (w) bog'liq. Yadro nurining havo va qayd etuvchi asbob detektorining devorida yutilishini va sochilishini (s), teskari sochilishini (q), radiaktiv yemirilishini (p), qayd etuvchi asbobning effektivligini (E) va fotonni (N_ϕ) e'tiborga olganda modda aktivligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = \frac{(N - N_{\phi}) \cdot 10^{-6}}{3,7 \cdot 10^{10} K_p \cdot 10 \cdot s \cdot q \cdot p \cdot E \cdot K_e} \quad \text{kyuri.}$$

Bunda N – o'lchov asbobi yordamida 1 minut vaqtda hisoblangan to'la impuls soni, ya'ni preparat aktiv modda nurlagan yadro nurlari hamda asboblardagi elektr shovqin hisobiga paydo bo'lgan signallar hisobga olingan qismi. Agar noma'lum aktivlikka ega bo'lgan biror modda aktivligi ma'lum preparat aktivligiga solishtirish usuli bilan aniqlansa, quyidagi formuladan foydalanish kerak:

$$A = A_0 (K_e \cdot N - N_{\phi}) (K_e \cdot N_0 - N_{\phi})$$

bunda N va N_0 noma'lum va ma'lum bo'lgan moddalarning bir sekunddagi impuls soni. K_e -hisoblash asbobining ajrata olish qobiliyatiga kritiladigan tuzatma, N_{ϕ} -hisoblash asbobining fan hisobiga hosil bo'lgan impuls soni. A -nisbiy aktivlik deb yuritiladi.

O'lchash geometriyasi absolyut bir xil bo'lsa, soddalashtirish maqsadida asbobning ajrata olish qobiliyati tuzatma-koeffitsienti e'tiborga olinmasa ham bo'ladi,

ya'ni $N_0 \gg N_{\phi}$ bo'lganda $A = A_0 \frac{N - N_{\phi}}{N_0 - N_{\phi}}$ yoki

$$A = A_0 \frac{N - N_0}{N_0}$$

Eslatma: Aktivligi aniq bo'lmagan radiaktiv modda berilgan bo'lsa, yuqoridagi qoidalarga amal qilib, aniq radiaktiv modda sifatida radiy izotopining aktivligini olish mumkin.

$$A_0 = 1 \text{kyuri} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ yemirilish / sekund.}$$

Radiy izotopini solishtirish anchagina xatolikka olib keladi. Shunday bo'lsada, tushuncha berish maqsadida bu usuldan foydalanish mumkin.

Kerakli asboblari:

1. Asosiy moslama stsintilyatsion ditektoir bo'lib, u NaI kristali, fotokatod, FEK fotoelektron kuchaytirgich, KT-katod takrorlagichdan iborat.
2. «Bu-2» markali signallarni kuchaytirgich
3. «BD-2» markali diskremenator.
4. «PP9-2m» markali jamgaruvchi mashina.
5. «VV-2-2» markali yuqori kuchlanishli tok manbai
6. «BN-13-1» markali past kuchlanishli tok manbai
7. Radiaktiv modda.

Ishni bajarish tartibi:

1. Ish uchun kerakli moslamalar bilan tanishgach, 1-rasmdagi sxema asosida uskunani yig'ing va tok manbaiga ulashdan oldin sinov xonasi mudirining nazoratidan o'tkazing.

2. «PP9-2m» markali signal jamg'aruvchini ishlatish uchun uni ishga tushirish tartibi yozilgan ko'rsatma bilan tanishing yoki 1-laboratoriya ishining bajarish tartibidagi 7 va 8-bandlariga rioya qiling.

3. Elektr asboblarni 15-20 minut qizdirilgandan keyin «VV-2-2» blokdagi yuqori kuchlanish kalitini ulang va radiaktiv moddani ditektoir ustiga qo'ying.

4. «BD-2» diskriminator qulog'ini 0-100v oralig'ida o'zgartirib bir xil vaqtga mos keluvchi impulslar sonining eng ko'pini «PP9-2m» jamgaruvchining ko'rsatkichidan aniqlanadi va shu songa to'g'ri keluvchi diskriminator intervali moslanadi.

Misol: Agar eng katta son diskriminator qulog'ining 30 v ga to'g'ri kelsa, u shu holatda qoldiriladi.

5. Radiativ moddani detektor ustidan olib qo'yib «Shovqinini» ya'ni 100 sekundga to'g'ri keluvchi impulslarning sonini 5 marta o'lchab, o'rtachasi topiladi.

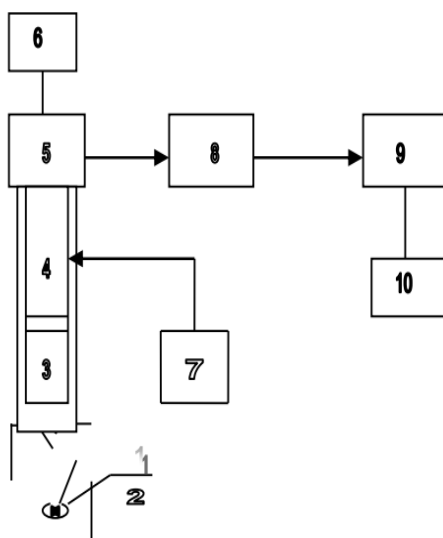
6. Aktivligi o'lchanishi kerak bo'lgan moddani detektor ustiga qo'yib, uning aktivligi A topiladi: $A(uM/c) = N - N_{\phi}$

7. Aktivligi ma'lum bo'lgan etalonni detektor ustiga qo'yib uning ham aktivligi A_0 aniqlanadi;

$$A_0 = N_0 - N_{\phi}$$

Bunda N va N_0 - aktivligi nom'lum va ma'lum bo'lgan radiativ modda aktivliklari A va A_0 ning «PP9-2m» jamg'aruvchi ko'rsatkichidagi N_{ϕ} bilan birgalikdagi qiymati.

8. $A = A_0 \frac{N - N_{\phi}}{N_0 - N_{\phi}}$ formula asosida noma'lum modda aktivligi besh marta aniqlangach uning absolyut va nisbiy xatolari topiladi.



1-rasm. Sintilyatsion detektor yordamida aktivlikni aniqlovchi moslamaning sxemasi.

1. Radiativ manba, 2. Kollimatorli qo'rg'oshin g'ilof, 3. NaI kristali, 4. FEQ-fotoelektron kuchaytirgich, 5. Katod takrorlagich, 6. BN-13-1 markali past kuchlanishli tok manbai, 7. VV-2-2 markali yuqori kuchlanishli tok manbai, 8. BD-2 markali signalni qiruvchi blok, 9. BU-2 markali signalni kuchaytirgich, 10. PP9-2m markali signallarni jamgaruvchi mashina.

3-laboratoriya ishi

Mavzu: Gamma –kvantlar va rentgen nurlarining moddada yutilish koefitsientlarini aniqlash

Ishning maqsadi.

1. Rentgen va γ -nurlarining moddadan o'tishi, sochilishi va yutilishi to'g'risida ma'lumot berish.
2. Rentgen va γ -nurlarining moddaga ta'sirida sodir bo'layotgan effektlar to'g'risida tasavvur hosil qilish.
3. Turli xil moddalarda rentgen va γ -nurlar yutilish koefitsientini aniqlash va natijalarni taqqoslash.
4. Rentgen va γ -nurlarni qayd etuvchi asboblardan tanishish va ularning harakteristikalarini o'rganish.

Yutilish koefitsienti to'g'risida ma'lumot

Gamma-kvant va rentgen nurlarining yutilish yoki absorptsiya natijasida kuchsizlanish sababi shundaki, rentgen nurlari energiyasining bir qismi moddada haqiqatdan ham yutiladi, yani issiqlikka aylanadi.

Agar rentgen nurlarining parallel dastasi monoxromatik bo'lsa, yani ayni bir o'zunlikdagi nurlardan iborat bo'lsa, u holda moddaning qalinligi dx bo'lgan cheksiz yupqa qatlamida dastaning kuchsizlanishi quyidagi sodda qonunga bo'ysunadi:

$$-dI = \mu I dx \quad (1)$$

bu yerda

J -qatlamga tushayotgan dastaning intensivligi,
 μ -kuchsizlanishni harakterlaydigan koefitsient.

Bu tenglamani integrallab, rentgen nurlarining moddaning chekli qalinligidagi qatlamida kuchsizlanish qonunini chiqaramiz:

$$J = J_0 e^{-\mu d} \quad (2)$$

J_0 -parallel dastaning modda qalinligi $d=0$ bo'lganidagi intensivligi. Yutilish koefitsienti μ ning o'lchamligi sm^{-1} bo'ladi, chunki daraja ko'rsatkichi μd o'lchovsiz kattalik bo'lishi kerak.

Dasta haqiqiy yutilish hisobiga ham, sochilish hisobiga ham kuchsizlanishi uchun kuchsizlanish koefitsienti ikkita koefitsientning: haqiqiy yutilish koefitsienti τ va sochilish koefitsienti δ yig'indisidan iborat bo'ladi.

τ va δ koefitsientlar binobarin, μ ham moddaning massasiga proporsional bo'ladi. Shu tufayli «massali koefitsientlar» deb ataluvchi koefitsientlardan, yani $\frac{\mu}{\rho}, \frac{\tau}{\rho}, \frac{\delta}{\rho}$ nisbatlardan foydalanish qulaydir: bu yerda ρ moddaning zichligi.

Ravshanki, ikkinchi formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$J = J_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} \rho d} \quad (3)$$

ρd – ko'paytma kesimi 1sm^2 va qalinligi d bo'lgan modda ustunining massasi, $\frac{\mu}{\rho}$ ning o'lchamligi sm^2 .

Agar $\rho d = 1$ bo'lsa, u holda $J = J_0 e^{-\frac{\mu}{\rho}}$ bo'ladi. Bundan $\frac{\mu}{\rho}$ rentgen nurlarining har bir kvadrat santimetrida 1 g moddaga ega bo'lgan qatlamda kuchsizlanishni harakterlashi kelib chiqadi.

Nazariy hisoblashlarda atom koeffitsientlar deb ataluvchi μ_a, τ_a, δ_a koeffitsientlardan foydalanish qulayroq. Bu koeffitsientlar ma'lum bir element uchun $\frac{\mu}{\rho}, \frac{\phi}{\rho}, \frac{\delta}{\rho}$ qiymatlarini atomning absolyut massalariga, ya'ni mazkur element gramm atomi A ning Avogadro doimiysi N_A ga nisbatiga ko'paytirilib aniqlanadi, ya'ni

$$\mu_a = \frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{A}{N_A}, \tau_a = \frac{\tau}{\rho} \cdot \frac{A}{N_A}, \delta_a = \frac{\delta}{\rho} \cdot \frac{A}{N_A}$$

Shunday qilib, masalan, μ_a kattalik sm^2 yuzada 1 atom bo'lgan qatlamdagi kuchsizlanishini xarakterlaydi. Yana shuni ham qayd qilish kerakki μ_a, τ_a, δ_a atom koeffitsientlarining o'lchamligi (sm^2) ekanligiga ishonch hosil qilish oson. Shuning uchun bu koeffitsientlarni atomning mos ravishda rentgen nurlarini kuchsizlantirish, yutish yoki sochishdagi effektiv kesimlari deb qarash mumkin.

Emperik yo'l bilan aniqlangan va amalda ancha to'g'ri bo'lgan quyidagi munosabatni keltiramiz:

$$\tau_a = c \cdot Z^4 \lambda^3$$

Bu yerda, s-biror doimiy kattalik, z-moddaning atom nomeri, λ -to'lqin o'zunlik.

Yuqoridagi belgilashlardan foydalanib yutilishning massali koeffitsienti ifodasini topamiz:

$$\frac{\tau}{\rho} = \frac{\tau_a}{A} N_a = \frac{c \cdot N_A}{A} Z^4 \lambda^3 \quad \text{yoki} \quad \frac{\tau}{\rho} = \frac{c^1}{A} Z^4 \lambda^3 \quad s^1 = s N$$

Bu formulalardan ko'rinib turib turibdiki, muayyan bir to'lqin uzunlikdagi nurlarning yutilishi atom nomerining ortishi bilan Z ning to'rtinchi darajasiga proporsional ravishda juda tez ortadi.

Kerakli asboblari

1. Asosiy moslama "BLBDB2-01" markali gologen lampali detektor hisoblanadi.
2. "PP9-2m" markali jamg'aruvchi mashina.
3. «UIM2» markali -12 v va +520 v kuchlanish beruvchi tok manbai.
4. Radioaktiv manba.
5. Radioaktiv manba qo'yiladigan hamda kollimator vazifasini bajaruvchi maxsus qo'rg'oshin g'ilof.
6. Turli xil moddalardan yasalgan va qalinligi aniq bo'lgan filtrlar.

Ishni bajarish tartibi:

1. Ish uchun kerakli moslamalar bilan tanishgach 1-rasmdagi sxema asosida uskunani yig'ing va tok manbaiga ulashdan oldin sinov xonasi mudirining nazoratidan o'tkazing.

2. «PP9-2m» markali jamg'aruvchi mashinani ishga tushirish uchun uni ishga tushirish tartibi yozilgan metodik ko'rsatma bilan tanishing.

3. Elektr asboblari tokka ulagandan keyin 10-15 minut qizdiring.

4. Radioaktiv manbani qo'ymasdan detektorning «shovqinini», y'ani 100 sekundga to'g'ri keluvchi impuls sonini besh marta o'lchab o'rtacha qiymatini aniqlang.

5. Rentgen yoki γ -nurlanishga ega radiaktiv manbani qo'rg'oshin g'ilofga qo'yib uning aktivligi J_0 aniqlanadi.

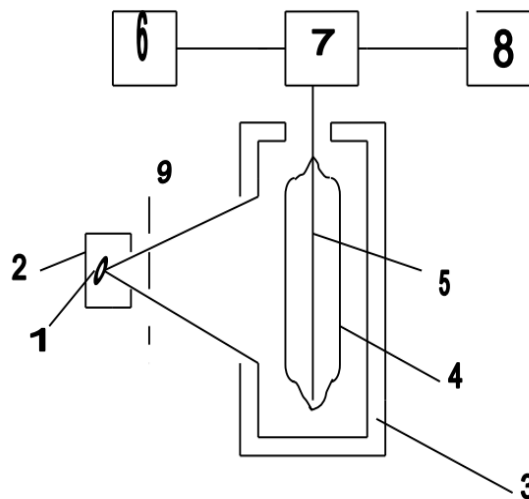
6. Keyinchalik navbat bilan filtrlar radioaktiv modda yo'liga qo'yilib rentgen yoki γ nurlanishning yutilish koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi va o'zaro taqqoslanadi:

$$\mu = \frac{\ln J_0 - \ln J}{d} \quad (4)$$

7. Detektor va filtr oralig'i shunday tanlanadiki, filtdan sochiladigan fotonlar qayd etilmasligi kerak.

8. Yutilish koeffitsienti aniqlanishi kerak bo'lgan filtr uchun tajriba besh marta takrorlanadi va absolyut hamda nisbiy xatolar aniqlanadi.

9. Aniq bitta materialning filtrlarini ketma-ket qo'yib rentgen yoki γ -nurlanishining to'liq yutilishiga to'g'ri kelgan qalinligi d aniqlanadi va $\ln J(d)$ ni d ga bog'liqlik grafigi chiziladi. Ushbu grafikdan foydalanib rentgen yoki γ nurlanishining energiyasini ham aniqlash mumkin.



1-rasm. «B» tipidagi qurilmaning sxemasi:

1. Radioaktiv pereparat. 2. Radioaktiv manba qo'yilgan kolimatorli qo'rg'oshin g'ilof. 3. Qo'rg'oshin quticha. 4. Tez so'nuvchi schyotchikning katodi. 5. Tez so'nuvchi schyotchikning anodi. 6. Katod takrorlagich. 7. UIM2-m markali past va yuqori kuchlanishli tok manbai. 8. PP9-2m markali jamg'aruvchi mashina. 9. Har xil filtrlar qo'yiladigan oraliq.

4-Laboratoriya ish

Mavzu:Uzoq yashovchi izotopning yarim yemirilish davrini aniqlash

Radioaktiv izotoplar ichida bir talay radioizotoplar uchraydiki, ularning aktivligi ko'p yillar, ba'zilariniki esa ming yillar davomida deyarli o'zgarmasdan qoladi. Bunday radioizotoplarning yarim yemirilish davrini ularning aktivligi kamayishi tezligi bo'yicha aniqlab bo'lmaydi. Ammo o'rganayotgan radioaktiv izotopning atomlar miqdori aniq bo'lganda, uning yarim yemirilish davrini aniqlash masalasi katta qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Bu holda masala radiaktiv preparatning mutloq aktivligini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Haqiqatdan ham agar radioaktiv izotopning yarim yemirilish davri juda ham katta bo'lsa, uning aktivligini (A) o'lchash davomida o'zgarmas deb hisoblash mumkin.

$$A = \lambda N \quad (1)$$

ifodadan yemirilish doimiysini

$$\lambda = \frac{A}{N} \quad (2)$$

yoki yarim yemirilish davrini

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693N}{A} \quad (3)$$

deb ifodalash mumkin.

Binobarin, uzoq yashovchi radioaktiv izotopning yarim yemirilish davrini $T_{1/2}$ ni aniqlash uchun preparatning absalyut aqtivligi - A va preparatdagi yadrolar sonini N aniqlash zarur.

Ushbu ishda massa soni $A=40$ bo'lgan kaliy radioaktiv izotopining yarim yemirilish davri aniqlanadi. Preparat KCl tuzidan tayyorlanadi. Kaliyning tabiiy radioaktiv izotopini $^{40}_{19}K$ tabiatda juda ham kam tarqalganligi (tabiatda tarqalganligi $p=0,0119\%$) sababli KCl tuzidan qalin nurlanish manbai tayyorlanadi. Bunday nurlanish manbalarining β - aktivligini aniqlash uslubi 2-ishda batafsil bayon qilinganligi uchun biz bunga to'xtalmaymiz. Preparatdagi radioaktiv kaliy - 40 atomlari quyidagicha aniqlanadi: namuna massasi va ma'lum ximiyaviy tarkib (KCl) bo'yicha undagi tabiiy radioaktiv kaliy - 40 miqdori (grammlarda) aniqlanadi. Kaliy izotoplarning tabiiy aralashmasidagi kaliy - 40 izotopining ulushi 0,000119 va kaliyning KCl tuzidagi ulishi esa 0,5 ekanligini bilgan holda $^{40}_{19}K$ izotopining namunadagi (preparatdagi) massasi (grammlarda) aniqlanadi.

Kaliy - 40 izotopining atomlar soni quyidagi formula bilan aniqlaniladi:

$$N = \frac{m_{K40}}{\mu} N_A \quad (4)$$

bu yerda $m_{K40} = 0,000119 \cdot 0,5 m_{KCl}$

m_{K40} - kaliy - 40 izotopning namunadagi massasi,

m_{KCl} - namuna massasi,

N_A - Avagadro soni,

$$\mu = 40 \frac{g}{mol}$$

(4) formulaga kattaliklar qiymatini qo'ysak,

$$N = \frac{0,000119 \cdot 0,5m \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{40} \quad (5)$$

(5) ni (1) ifodaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz

$$N = \frac{0,693 \cdot 1,19 \cdot 0,5m \cdot 6,02 \cdot 10^{19}}{40A} \quad (6)$$

Ishning bajarish tartibi

1. Radiometr tuzilishi bilan tanishish va uni ishga tayyorlang.
2. Sanagichga yuqori kuchlanish beriladi. Sanagichning kuchlanishin qiymati qilib, uning sanash xarakteristikasi bo'yicha plato o'rtasining ishchi nuqtasi olinadi.
3. KCl tuzidan yasalgan qalin preparatni sanagichga qo'yiladi va uning beta-aktivligini 2 - ishdagi uslubiyat bo'yicha aniqlanadi. Tuzatma kiritiladi va preparatning absolyut aktivligi aniqlanadi.
4. Solishtirma aktivlik A / m aniqlanadi.
5. Yuqoridagi, ya'ni (6) ifoda yordamida $^{40}_{19}\text{K}$ izotopining yarim yemirilish davri aniqlanadi. Olingan natijani adabiyotlardagi ma'lumotlar bilan solishtiring. O'lchash va hisoblash natijalarini hisobot jadvaliga kiriting.

Sinov savollari

1. Nima uchun Mendeleev davriy sistemasidagi ba'zi elementlar tabiiy radioaktiv izotoplariga (masalan, kaliy, rubidiy, uran) ega bo'lib, boshqalari esa ega emas, garchi barcha tabiiy izotoplarni hamma elementlardan olish mumkin bo'lsa ham?
2. Nima uchun ushbu ishda foydalanilgan uslubni qisqa yashovchi radioaktiv izotoplar yarim yemirilish davrini aniqlashga qo'llab bo'lmaydi?
3. Uzoq yashovchi izotoplar.
4. Radioizotoplar aktivligi va ularning SI - birliklar sistemasidagi o'lchov birligi.
5. Preparatning absolyut aktivligi.
6. Beta - aktivlikni tushuntiring.
7. Gamma — aktivlikni tushuntiring.
8. Aktivlikni o'lchash geometriyasi va detektorning effektivligi nima?

5-Laboratoriya ishi

Mavzu: Koinot nurlrining yumshoq va qattiq komponentalarini o'rganish

Birlamchi koinot nurlari asosan proton va boshqa barqaror atom yadrolaridan iborat bo'lib, ularning uzluksiz oqimi atmosferadan o'tib Yer sirtigaqadar yetib keladi. Birlamchi koinot nurlarining tarkibi 1-jadvilda keltirilgan.

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+0,3	0,13
O'rta yadrolar	6-9	6,7 ±0,3	0,4
Og'ir yadrolar	≥ 10	2,0 ± 0,3	0,18
O'ta og'ir yadrolar	>20	0,5 ±0,2	0,05

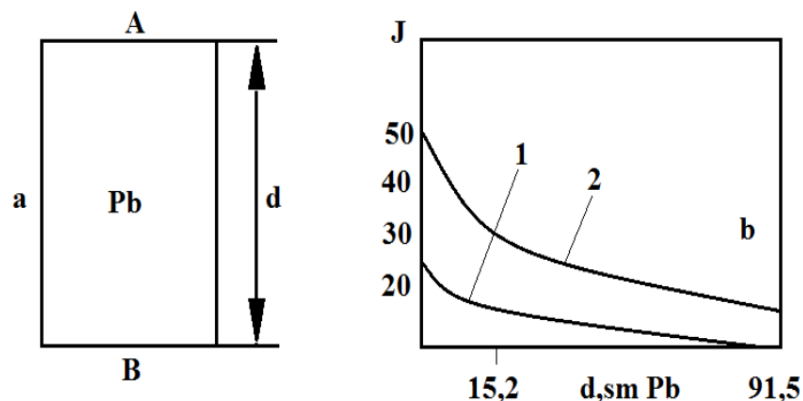
Birlamchi koinot nurlari tarkibida oz miqdorda elektron, foton va neytronlar ham uchraydi.

Birlamchi koinot nurlirining o'rtacha energiyasi taxminan 10^0 eV ga teng. Lekin ayrim zarralar energiyasi 10^{19} eV ga qadar borishi mumkin. Taqqoslash uchun zamonaviy tezlatkichlarda pratonlarni 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 egadi. 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 koinot nurlarining tarkibini o'rganish jarayonida kashf etilgan. Myuon, pion va K - mezonlar shular jumlasidandir.

Ikkilamchi koinot nurlari yumshoq va qatg'iq 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 mostushuv 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).

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



1-rasm

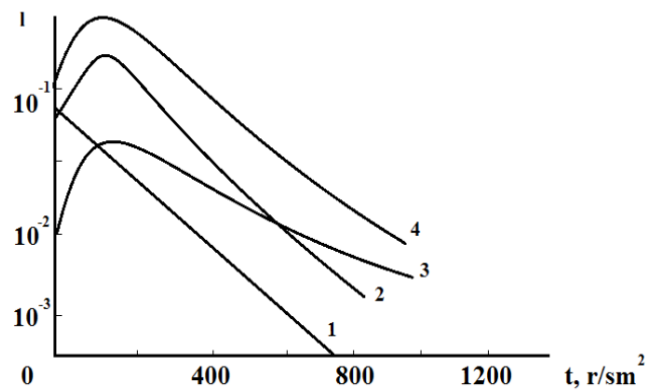
1-dengiz sathi, 2-dengiz sathidan 3200 m balandlikda

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 koinot nurlari 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 iobrat 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 (π^+, π^-) yemirilishi natijasida koinot nurlarining qattiq komponentasini tashkil etuvchi myuonlar ($[\mu]^+, \mu^-$) hosil bo'ladi $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$, $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu$, π^0 mezonlar yemirilib ikkita kvantni, gamma - kvantlan esa elektron - foton juftligini (2-rasm) va yuqori energiyali zaryadlangan zarralar esa tormozlanish nurlanishini hosil qiladi. Tormozlanish nurlanishi va myuonlar (emirilib) o'z navbatida elektron-foton jasasining hosil bo'lishiga o'z hissalarini qo'shadilar. Shunday qilib, Yer sathida ikkilamchi koinot nurlari tarkibi birlamchi koinot nurlari tarkibidan mutlaqo farqlanadi.

Quyosh aktivligiga qarab koinot nurlari intensivligining o'zgarishi, koinot nurlarining kam qismi quyoshda bo'ladigan jarayonlarda hosil bo'lishini ko'rsatadi. Quyosh koinot nurlari asosan praton va al'fa - zarralardan tashkil topgan bo'ladi. Quyosh koinot nurlarining energiyasi odatda 400 MeV dan kam bo'ladi, lekin intensivligi 10^6-10^8 zarra/sm²s ga qadar boradi. Ayrim hollarda energiyasi bir necha GeV bo'lgan Quyosh koinot nurlari ham uchraydi.

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

Koinot nurlarining qattiq komponentasini tashkil etuvchi myuonlar o'z energiyasini ionizatsiya hisobiga kam yo'qotgani uchun u muhitda sust yutiladi. 3-rasmda koinot nurlari turli komponentalari intensivligining atmosfera qalinligiga qarab o'zgarishi ko'rsatilga.



3-rasm

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

Konnot nurlarishshg zaryadlangan zarralar tashkil etuvchisi dengiz satxidan vertikal yo'nalishda quyidagi intensivlikka ega: qatgiq komponenta uchun

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

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

To'li intensivlik esa

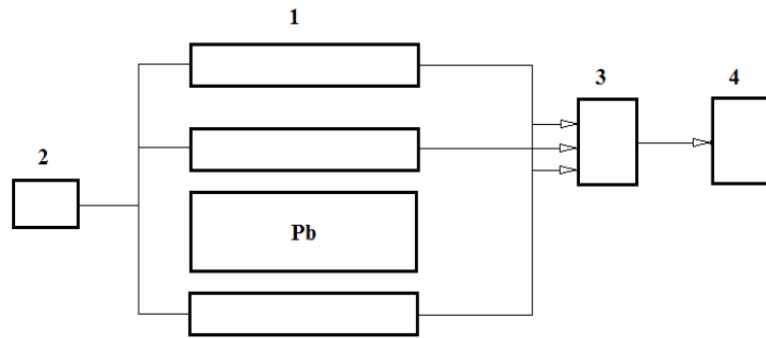
Koinot nurlarining qattiq komponentasi intensivligi kuzatish burchagiga bog'liq ravishda o'zgaradi, chunki ma'lum balandlikda hosil bo'lgan myuonlar itensivligini o'lchovchi asbobga yetib kelguncha, ular turli burchak ostida atmosferada har xil masofani bosib o'tadi. Tik yo'nalishga nisbatan biror Q bypchak ostida qayd qilinayotgan myuonlar ko'proq masofani bosib o'tilganligi uchun, ularnng ko'proq, qismi yemirilib ketadi. O'lchashlar quyidagi bog'lanishni ko'rsatadi:

$$J_q(Q) = J_q(0) \cos^2 Q$$

Koinot nurlarining dengiz satxida 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 printsipi

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



4-rasm

Sanagichlar bitta kuchlanish manбайдan 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.

$$N_T = 2\tau N_1 N_2 N_3$$

(1)

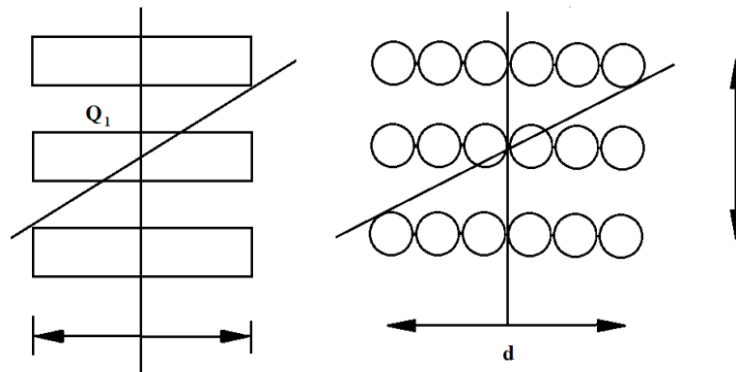
Bu yerda τ - mos tushuv asbobining ajratyivi vaqti ($2 \cdot 10^{-2}$, $N_1 N_2 N_3$ -lar har bir sanagichlar qatorida hosil bo'lgan impuls soni).

Koinot nurlari 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;

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

By yerda ds_1 va r birinchi va uchinchi sanagichlar qatorining sirti va r ular orasidagi masofa.

Qayt qilinayotgan koinot nurlarining intensivligi faqat qurilmaning yorug'lik kuchigagina bog'liq bo'lmay, sanagichlar qatorining uzunligiga va qattiqligiga ham bog'liq bo'ladi. 5-rasmdagi sanagichlarning kattaliklari (uzunligi l va kengligi d)



5-rasm

bilan aniqlanuvchi Q_1 va Q_2 burchaklarning qiymatiga bog'liq ravishda qurilmada qayd qilinayotgan zarralar soni

$$dN = \frac{J(Q)(dS_1 \cos Q_1 dS_2 \cos Q_2)}{R^2} \quad (3)$$

bo'ladi. Bu yerda $J(Q)$ – Q burchak ostida kelayotgan koinot nurlar intensivligi. R – birinchi va uchinchi sanagichlar orasidagi masofa. Koinot

$$J(Q) = J(O) \cos^2 Q$$

nurlarining burchak bo'ylab taqsimoti qonunga bo'ysunadi. Buri (3) formulaga ko'yib tenglamani dS_x va dS_2 lar bo'yicha integrallasak,

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

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

Ishning bajarish tartibi

1. Qurilma manbaga ulanib, 5 minutcha qizdiriladi.
2. Birinchi, ikkinchi va uchunchi sanagichlar qatoridan chiqayotgan impulslar soni ($N_1 N_2 N_3$) o'lchanadi. Olingan natijalar asosida (1) formuladan tasodifiy mos kelishlar soni N_1 hisoblanadi.
3. Qurilmani mostushuv asbobiga ulab, oldin qo'rg'oshinsiz, so'ng ikkinchi va uchunchi sanagichlar orasiga qo'rg'oshin qatlamlarini joylab, uning xar hil qalinligi uchun mos kelishlar soni o'lchanadi.
4. O'lchash natijalaridan mos kelishlar sonining qo'rg'oshin qalinligiga bog'lanish grafigi chiziladi va koinot nurlartning 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. Koinot nurlarining umumiy xarakteristikallari
2. Birlamchi koinot nurlari va ularning tarkibi
3. Ikkilamchn koinot nurlari

6-laboratoriya ishi. Dozimetriya asoslari.

Bu laboratoriya ishini bajarishdan maqsad dozimetriyaning asosiy tushunchalari, dozimetrlarning turlari, ularning ishlash printsipi va nihoyat, radiaktiv moddalar, turli nurlanish manbalari bilan ish ko'rilganda odamlar havfsizligini ta'minlash masalalari bilan talabalarni tanishtirishdir.

Gamma - nurlanish, neytronlar va turli yuqori energiyali zaryadlangan zarralar muhit orqali o'tganda muhit atomlari tarkibidagi elektronlar, atomlarning yadrolari bilan o'zaro ta'sirlashib, har xil effektlar yuzaga keltiradi. Masalan, gamma - kvantlar energiyasi bir necha MeV bo'lganda asosan fotoeffekt, kompton effekti va elektron pozitron juftlari hosil bo'ladi. Yuqori energiyali gamma - kvantlar esa turli fotoyadro reaksiyalarini hosil qiladi. Zaryadlangan zarralar esa muhit atomlarni ionlashtiradi. Shuningdek zaryadlangan zarralar muhitda tormozlanish nurlanishi, Vavilov - Cherenkov nurlanishi va turli xil yadroviy reaksiyalarini hosil qiladi.

Turli jismlarda, jumladan tirik organizm to'qimalarida ham xar hil nurlanishlar ta'sirida ma'lum energiya yutiladi va ulardagi atomlar ionlashadi yoki uyg'ongan xolatga o'tadi. Shuning uchun ham nurlanish dozasini o'lchash asosan ionizatsiya natijasida hosil bo'lgan zaryad miqdorini o'lchashga asoslangan bo'lish mumkin. Haqiqatdan ham gamma - kvantlar muhit orqali o'tganda yuqorida aytilgan effektlar natijasida elektron yoki pozitronlar yuzaga keladi.

Nurlanish ta'sirida tirik organizm xujayraisda turli o'zgarishlar yuz beradi. Masalan, nurlatilgan hujayralarning bo'linish mexanizmi va xromosom apparati buziladi, hujayralarning yangilash va bo'linish jarayonlari susayadi va x.k. Nurlanish organizmning turli qismlariga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ilik, qorataloq, jinsiy bezalar kabi hujayralari doimo yangilanib turuvchi to'qima va a'zolarga radiaktiv nurlanishlar ta'siri yainiqsa kuchli bo'ladi. Hujayralarning shikastlanishi va nobud bo'lishi esa alohida a'zolarning ishlash funksiyasining buzilishiga sabab bo'ladi va bular o'z navbatida odam organizmining halok bo'lishiga olib keladi.

Har qanday ionlatiruvchi nurlanishning yutilgan dozasi odatda D bilan belgilanib, bu kanalik biror elementar hajmdagi moddaga berilgan o'rtacha ionlantiruvchi nurlanish energiyasi dW ning o'sha elementar hajmdagi moddaning massasi dm ga nisbati bilan o'lchanadi:

$$D = \frac{dW}{dm} \quad (1)$$

(1) formulaga ko'ra ionlantiruvchi nurlanishning yutilgan dozasi SI birliklar sistemasida 1 J/kg larda o'lchanadi va 1 Grey (Gr) deb ataladi: 1Gr = 1J/kg.

Ionizatsion nurlanishning yutilgan dozasi rad deb ataluvchi birliklarda xam o'lanadi. $1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g} = 10^{-2} \text{ Gr}$.

Ionlantiruvchi nurlanishning yutilgan dozadini o'lchash uchun odatda nurlanishning hivoda hosil qilgan ionizatsiyasi aniqlanadi. Rentgen nuri yoki gamma – nurlar uchup nurlanish dozadini birligi rentgen (P) deb ataladi. Bir rentgen deb, rentgen yoki gamma – nurlarning shunday nurlanish dozadiga aytiladiki u, 0.001293 g havoda har birining zaryadi I SGSE zaryad birligiga teng bo'lgan turli ishorali ionlar juftini hosil qiladi.

Dozimetriyada ekspozitsion doza deb ataluvchi kanalik ham ishlatiladi. Ikkilimchi elektronlar to'la tormozlanib to'xtaganda hosil bo'lgan biror zaryadli ionlar miqdori dQ ning ionlashgan havo massasi dm ga nisbati bilan o'lanadigan fizik kanalik ekspozitsion doza deb ataladi.

$$D_e = \frac{dQ}{dm}$$

Ekspozitsion doza 1 Kl/kg larda o'lanadi: $1P = 2 \cdot 58 \cdot 10^4 \text{ Kl/kg}$. Ekspozitsion dozaning o'zgarish tezligi ekspozitsion dozaning quvvatini aniqlaydi.

Moddaga vaqt birligi ichida berilgan ionizatsion nurlanishning dozasi doza quvvati deb ataladi va ko'pincha P bilan belgilanadi.

$$P = \frac{D}{t} \quad (2)$$

Doza quvvati Gr/s yoki rad/s birliklarda o'lanadi.

Nurlanishning odam organizmiga ta'siri yutilgan energiyaning miqdori yoki hosil bo'lgan ionlar juftining miqdori bilangina aniqlanib qolmay, balkim ionizatsiya zichligiga ham bog'liq.

Ionizatsiya va organizm to'qimasining bir uzunlik birligiga teng masofasida ionlashtiruvchi zarralar hosil qilgan ionlar juftining miqdori bilai aniqlanadi. Turli zarralar turli ionlashtirish qobiliyatiga ega. Masalan, alfa – zarralar beta esa gamma - nurlarga qaraganda kuchli ionizatsiyalash qobiliyatiga ega. Shuning uchun yutilgan energiya miqdori bir xil bo'lganda ham alfa nurlarining ziyon keltiruvchi ta'siri beta yoki gamma nurlarnikidan kana bo'ladi.

Turli nurlarning biologik ta'sirini taqqoslash uchun sifat koeffitsenti (CK) yoki nisbiy biologik effektivlik deb ataluvchi kagtalikdan foydalaniladi. Bu kanaliklar energiya yutilishi bir xil bo'lganda ko'rilayotgan nurlanishning biologik ta'siri gamma - nurlanishning biologik ta'siridan necha marta kana ekanini ko'rsatadi. Masalan, gamma-nurlar, rentgen nurlari, elektron va pozitronlar uchun sifat koeffitsenti birga teng. Energiyasi 10 MeV bo'lgan alfa - nurlar va 10 MeV li protonlar uchup SK 10 ga teng. Og'ir tepki yadrolari uchun SK 20 va issiq neytronlar uchun SK 3 ga teng. Umuman neytronlarning sifat koeffitsenti ularning energiyasiga kuchli bog'liq. Neytron energiyasi ortishi bilan SK oldin ortadi so'ng kamayadi.

Sifat koeffitsentini hisobga oluvchi doza ekvivalent doza deb ataladi. Ekvivalent doza turli nurlanishlar ta'sirida hosil bo'lgan yutilish dozalarining yig'indisidan iborat bo'ladi.

Masalan har xil nurlanish uchun yutilish dozalari D_i va ularga tegishli sifat koeffitsentlari K_i bo'lsa ekvivalent doza

$$D_{ekv} = \sum D_i K_i$$

bo'ladi. Ekvivalent doza birligi rentgenning biologik ekvivalenti (ber) deb ataladi 1 rad dozaga ega bo'lgan rentgen yoki gamma-nurlarning to'qimada hosil qilgan biologik effektiga teng bo'lgan har qanday nurlanishning dozasi 1 berga teng deb qabul qilingan.

Shunday qilib 1 ber=1rad*K, bu yerda K-nurlanishning sifat koeffitsenti.

Radiatsion xavfsizlikni ta'minlash uchun har bir kishining bir yil davomida olish mumkin bo'lgan nurlanishining maksimal ekvivalent dozasi bslgilanadi. Agar kishi har yili olgan nurlanish dozasi shu chegara ekvivalent dozadan (CHED) optiqcha bunday nurlanish ta'sirida 50 yil davomida ishlaganda ham kishi sog'lig'ida sezilarli o'zgarish ro'y bermaydi. Radiativ nurlanishlar ta'sirida ishlovchi kishilar (A kategoriya) uchun chegara ekvivalent doza 5 ber/yil deb belgilangan. Boshqa kategoriyadagi kishilar uchun bu qiymat taxminan 10 marta kichak bo'lishi kerak. Har xil yoshdagi (A kategoriyadagi) ishchilar olishi mumkin bo'lgan doza qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$D = 5(N - 18) \quad (3)$$

Bu formulada N - ishchi yoshi. N<18 da formula ma'nosini yo'qotadi, chunki yoshi 18 dan kichik bo'lgan kishilar radiativ nurlanish bilan bog'lik bo'lgan ishga qo'yilishi taqiqlanadi. Hamma xollardi yoshi 30 yoshga to'lgan kishi uchun uning organizmida to'plangan doza 60 bardan ortmasligi kerak.

Radiativ manba aktivligi nurlanishning ionlashtiruvchi ta'sirini belgilay olmaydi. Bir xil aktivlikka ega bo'lgan xar xil nurlanishlar nurlanishning turiga, energiyasiga, muhitning tabiatiga bog'liq ravishda har xil ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun nurlanishlarning ionlashtiruvchi ta'sirini xarakterlash uchun ionizatsion doimiy deb ataluvchi fizik kanalikdan foydalaniladi. Aktivligi 1 mKi bo'lgan nuqtaviy radiativ mabaniy undan 1 sm uzoqlikdagi masofada joylashgan nuqtada hosil qilgan doza quvvati o'sha radiativ moddaning ionizatsion doimiysini aniqlaydi. Masalan bir xil energiyali gamma - nurlanish tarqatuvchi manbaniy ionizatsion doimiysi

$$K_\gamma = \frac{3600 \cdot 3,7 \cdot 10^7 (\tau + \delta) E_\gamma}{6 \cdot 8 \cdot 10^4 \left[\frac{P \cdot \text{sm}^2}{\text{mKu} \cdot \text{soat}} \right]}$$

Bu yerda E_γ - gamma kvantning MeV da o'lchangan energiyasi, τ havoda fotoelektrik yutilish koeffitsenti (sm^{-1}), δ -havoda kompton sohilish uchun yutilish koeffitsenti (sm^{-1}). Formuladagi o'zgarimas ko'paytma dozimetriyada ishlatiluvchi biliklarga (mKu, soat, R va MeV) o'tish natijasida hosil bo'ladi.

Beta - nurlanishli radiativ moddalar bilai ish ko'rilganda ikki xil dozimetriyani hisobga olish zapyp. Tashqi beta - nurlar oqimi maxsus o'lchagichlar yordamida o'lchanadi. Agar beta - radiativ manba kishi organizmiga kirgan bo'lsa, uinnt ta'sirini hisoblash uchun radiativ manbaniy yarim yemirilshi davrini, yemirishni sxemasini beta - nurlar energiyasini, radiativ izotopning konsentratsiyasini va uning kishi organizmida qanday taqsimlanganligini va nixoyat radiativ moddaning kishi orgganizmidan chiqib ketishini aniqlovchi funktsiyaning ko'rinishini bilish zapyp.

Radiaktiv moddaning organizmdagi boshlang'ich konsentratsiyasi S bo'lsa, vaqt o'tishi bilan uniig konsentratsiyasi quyidagicha kamayadi:

$$C_t = C_0 e^{-\frac{0,693t}{T_{ef}}} \quad (4)$$

$$T_{ef} = \frac{T_1 T_p}{T_1 + T_p} -$$

Bu yerda T_1 - organizmda radiaktiv modda yarmisining chiqish effektiv davri, $\frac{T_1}{2}$ manbaning yarim yemirilish davri.

T_p - manba yarmisining organizmdan chiqish davri. Alfa - zarralarning yutilgan dozasi quvvati ularning energiyasiga bog'liq va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P = 2,11 \cdot 10^4 E_n \left(\frac{rad}{soat} \right)$$

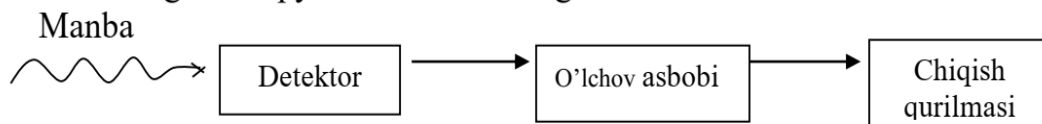
bu yerda E_n - MeV larda o'lchangan α - zarra energiyasi.

Neytronlar turli yadro reaksiyalarida hosil bo'ladi. Neytronning o'zi zaryadsiz bo'lganligi sababli biologik ta'sir etmaydi, lekin u yadrolar bilan to'qnashib, ularni harakatga keltiradi va orbitadagi elektronlarini yo'qotgan tepki atom ion sifatida muhit atomlarini ionlashtiradi. Sekin neytronlar esa muhit atomlarida yutilib, (n,γ) reaksiyani hosil qiladi. Hosil bo'lgan radiaktiv yadro zaryadlangan zarra yoki γ - kvant chiqarib, muhit atomlariga ta'sir ko'rsatadi. Neytronlarning ta'siri ikki bosqichda susaytiriladi. Biriichi bosqichda tez neytronlarni sekinlashshuvchi yengil elementli sekinlatgichlar (suv, parafin) ishlatilsa, ikkinchi bosqichda sekinlashgan neytronlarni yutuvchi (kadmiy, bor va ularning kimyoviy birikmalari) yutgichlardan foydalaniladi.

Dozimetrik asboblari - dozimetrlar

Ionizatsion nurlanishlarning dozasini o'lchovchi asboblari dozimetrlar deb ataladi. Ularning asosiy qismini turli detektorlar tashkil qiladi. Detektorlar turli sanagichlardan iborat. Nurlanishning turiga bog'liq ravishda u yoki bu sanagich tanlab olinadi. Masalan, gamma - kvantlarni Geyger - Myuller yoki sintsilatsion sanagichlar yordamida qayd qilish mumkin. Zaryadlangan zarralar intetsivligi ionizatsion kamera yordamida o'lchanishi mumkin. Detektor sifatida qanday sanagich ishlatilishiga qarab dozimetrlar sintsilyatsion, lyuminestsent, yarim o'tgazgichli, fotodozimetr va h.k larga bo'linadi. Rentgen yoki gamma - nurlarni eksozitsion dozasini o'lchaydigan asboblari esa rentgenometr deb ataladi.

Radiatsion xavf darajasini belgilovchi ekvivalent dozani o'lchaydigan dozimetrlar shkalasi berlarda gradirovkalanadn (ular bermetrlar deb ataladi). 1-rasmda dozimetrning umumiy sxemasi ko'rsatilgan.



1-rasm

Detektorda nurlanish yenergiyasi yutiladi. Unda hosil bo'lgan radatsion effektlar o'lchov asbobida qayd qilinadi. Sterelkali yoki o'zi yozar asbob elektromexanik sanagich (schetchik) tovush yoki yorug'lik signalizatorlari chiqish qurilmasi sifatida ishlatilishi mumkin.

Ekspluatatsiya usuliga qarab dozimetrlar statsionar, ko'chma yoki alohida, kishi olib yuruvchi (individual), dozimetrlarga ajratiladi. Masalan MRM-2 deb ataluvchi mikroretgenometr sferik shakldagi ionizatsion kameradan iborat bo'lib, energiyasi 25 keV dan 3 MeV ga qadar bo'lgan gamma - nurlarning doza kuvvatini 0,01 dan 30 MkR/s diapozon oralig'ida o'lchaydi. DK – 0,2 deb ataluvchi induvidual dozimetr odiy qalamga o'xshash bo'lib, cho'ntakda olib yuriladi. Uning ichiga miniator ionizatsion kamera va bir ipli (simli) elektrometr joylanadi. Ionizatsion kamera kondensator rolini o'ynaydi. Ionizatsion nurlanish ta'sirida ionizatsion kamera ichidagi havo ionlashadi va ionizatson kamerali kondensator razryadlanadi. Kondensatorning razryadlanish darajasi elektrometr ipining og'ishi bilan aniqlanib, nurlanish dozasi o'lchaydi. Sintsilyatsion dozimetrlarda, nurlanish tasirida sityatorida hosil bo'lgan yorug'lik chaqnashlari fotoko'paytirgich yordamida elektr signallariga aylanadi va o'lchov asboblari shu signallarni kayd qiladi.

Ishning bajarilish tartibi

1. Dozimetr tuzilishi tegishli qo'llanmadan o'rganilgach ishga tayyorlanadi.
2. Xonada mavjud bo'lgan tashqi nurlanishlar foni o'lchanadi.
3. Lobarantdan olingan radiaktiv manbani ish joyiga joylab, manba konteynerining sirtida va undan 0,5; 1,5 metr uzoqlikda bel, ko'krak va bosh balandligi satxlarda doza quvvati o'lchanadi. Konteynerni ochib yana yukorida ko'rsatilgai hollarda o'lchashlar o'tkaziladi.
4. Konteynerdan chiqayotgan nurlanish yo'liga turli materiallardan yasalgan yutgich - plastinalari joylab yuqorida aytilgan holatlarda manbaning doza quvvati o'lchanadi.
5. Masofaga bog'liq ravishda doza quvvatining 1/R qonunga ko'ra o'zgarishi o'lchash natijalari bilan tasdiqlanishi tekshiriladi.

6) Berilgan manba masalan, $^{177}_{32}\text{Ss}$ uchun uning aktivligi 0 – 20mKu

($E_{\gamma} = 0,66\text{MeV}$) bo'lganda R – 0,5; 1; 2 m masofalardagi gamma-nurlanish havfsiz bo'lishi uchun temir ekran qalinligini qanday qilib oliish kerakligi hisoblab

topiladi. Hisoblashlarda $P_0 = \frac{KQ}{R^2}$ ekspozitsioi doza quvvati formulasidai foydalanish mumkin. Temir ekran qalinligini hisoblashda quyidagi 1 jadvaldan foydalanish kerak. Jadvalda sm larda o'lchangan temir ekran ma'lum energiyali gamma -nurlanishlar doza quvvatini necha marta kamaytirishi (K) ko'rsatilgan (Buni hisooblashda xavo uchun to'la chiziqli koeffitsientining qiymati tegishli jadvaldan topilsin)

Temir ekran qalinligi

K	Gamma-kvant energiyasi						
	0,1	0,5	0,66	0,8	1,0	1,25	1,75
1,5	0,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,15	2,3
2	0,7	2,5	2,8	3,1	3,3	3,45	3,8
5	1,4	4,8	5,3	5,7	6,4	6,9	7,8
8	1,7	5,8	6,3	7,1	7,8	8,5	9,6
10	1,9	6,3	7,1	7,7	8,5	9,3	10,6
20	2,3	7,7	8,6	9,4	10,3	11,	13,0

Sinov savollari

1. Yutilgan doza va uning o'lchov birliklari
2. Nurlanish dozasi va doza quvvati
3. Sifat koeffitsenti
4. $\gamma - n$ nurlanish dozimetriyasi
5. β - nurlanish dozimetriyasi
6. α - zarralar va protonlar dozimetriyasi
7. Neytron nurlanish dozimetriyasi
8. Chegaraviy ruxsat etilgan nurlanish
9. Nuqtaviy manbaning doza quvvati
10. Atrofimizdagi radiaktivlik

7-laboratoriya ishi. Geyger-Myuller sanagichning sanash xarakteristikasini va o'lik vaqtini kosmik nurlar yordamida aniqlash.

Kerakli asboblari:

1. Ishning tavsifi.
2. Geyger-Myuller sanagichi.
3. Yuqori kuchlanish manbai.
4. PSO 2-4 tipidagi sanash qurilmasi.

Yadrolarning yemirilishida hosil bo'lgan nurlanishlarni qayd qiluvchi priborlarni *detektorlar* deb ataladi.

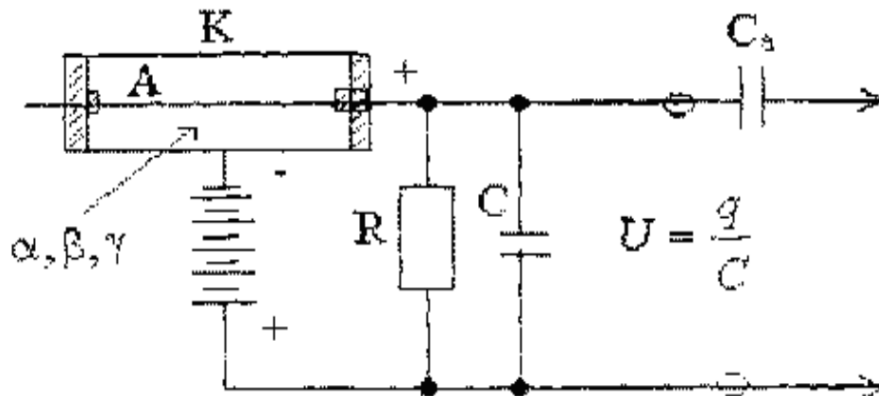
Ko'pincha detektorlarda, radioaktiv nurlanish o'tganda uning atomlari ionlanish hisobiga elektr signallari hosil bo'ladi. O'lchov asboblari esa u signallarini qayd qiladi va o'lchaydi.

Yuqorida aytilgan detektorlarga

- a) Ionizatsion kamera.
- b) Proportsional sanagich.
- v) Geyger-Myuller schetchigi.
- g) Kristal sanagich.
- d) Vilson kamerasi.

e) Uchqun kamerasimisol bo'ladi.

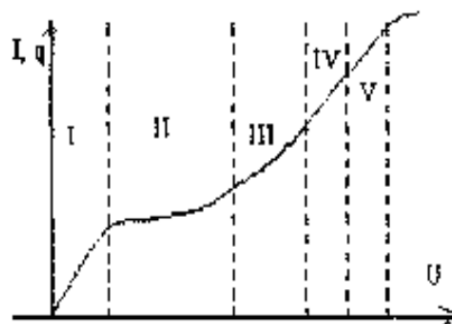
Bularning birinchi 3-tasi *gaz to'lgazilgan detektorlar* deb ataladi. Uning tuzilishi asosan kameradan iborat bo'lib, uning o'rtasidan izolatsiyalangan tola tortilgan bo'ladi. Tola-anod va kamera qarshisi yupqa metall ballon katod bo'lib xizmat qiladi. Agar anod va katod orasiga potentsial berilib anod-katod oralig'idagi gaz muhitdan radioaktiv nurlanish o'tsa, muhitdagi gaz molekulari ionlashadi va har bir aktda bir juft ion va elektron hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ion va elektron anod va katodga berib qo'yilgan potentsial ta'sirida tezlashib zlektronlar o'z yo'lida yana qo'shimcha ionlar hosil qiladi.



1- rasm

Elektr maydonida tezlashgan ionlar katodning ichki yuzasiga urilib undai qo'shimcha ion-elektron emissiya propeesiga asosan ikkilamchi elektronlar urib chikarib o'z navbatida bu zlektronlar ham katod-anod orasida tezlashib ular ham yana muhit gaz molekularini ionlashtirib ko'chki ionlashish protsessni hosil qiladi.

Anod-katod orasida razryad yuzaga keladi. Natijada anod-katodning razryad orqali qisqa tutashuvi yuzaga keladi va R qarshilikda $\tau = R \cdot C$ vaqgga teng kuchlanishnng tushuvchi impulsi elektr signali yuzaga keladi. Bu nmpulsni S_a - ajratuvchi kondensator orkali qayd qiluvchi priborga uzatiladi. Bunday quchlanishning pmpulsi xar bir kamera orqali o'tayotgan ionlashtiruvchi radiaktiv nurlanishda yuzaga keladi. Shu sababdan ham impulsar soni o'tgan radioaktiv zarrachalarga teng bo'ladi.



2- rasm

1-rasmda keltirilgan ionizatsiyaga asoslangan xam bosimda gaz tulg'azilgan kameraning Volt-amper xarakteristikasi 2-rasm da keltirilgan kabi bo'ladi, VAX kuchlanishga bog'liq bu grafikni chuqurroq tahlil qilinsa uni asosan 5 sohaga bo'lish mumkin, 1-chi ionazitsion kamerada ion va zlektronlar rekonbinatsiya chegarasi

bo'lib unda ionlar toki juda kichik bo'ladi, II-soha esa ionazitspon kamera rejimida bo'lib kameralash razryad toki o'zining to'yinish qiymatiga chiqadi va anod-katod potentsiallari farqning ancha qiymatida ham ion toki o'zgarmaydi.

Agar kameraga ionlashtiruvchi radioaktiv zarracha tushsa uning xosil qilgan zaryadini S kondensator integrallab, to'plab nurlanish dozasini katta zarracha energiyasini ham o'lchash mumkpn. S-soha esa ionlashtiruvchi radioaktiv nurlanish kamera sohasiga tushsa, u tokni biror III koeffitsentga kuchaytirib tok proporitsonat o'sish sohasiga to'g'ri keladi. Bunda M ni *gazni kuchaytirshi koeffitseshpi* deb ataladi. Shu sababdan ham bu sohani *proporitsiaial sanagich sohasi* deb ataladi.

Agar kameraga berilayotgan kuchlanishni yana ham oshira borilsa IV-sohaga o'tadi. Odatda bu sohani *Geyger-Myuller sohasi* deb ataladi. Ko'pincha radioaktiv zarrachalarning sonini proporsional sanagichlar yordamida sanaladi. Bunday sanagichlarda har bir tushgan radioaktiv zarracha bitta ko'chki ionizatsiya xisobiga hosil bo'lgan mustakil razryadlar soni orkali sanaladi. Boshqacha aytganda sanagich anod tolasiga yetib kelayotgan elektronlar hosil bo'lgan birlamchi elektronlardan gazli kuchaytirgich M marta ko'payib ko'chki hosil bo'ladn. Shu sababdan ham gazli kuchaytirgich uchun

$$M=N/n$$

bu yerda N – ko'chkida hosil bo'layotgan elektronlar soni, p - radioaktiv nur katod-anod orasidagi muhitdan o'tganda hosil bo'lgan birlamchi elektronlar. Sanagichlar hosil bo'ladigan mustaqil razryad radioaktiv zarrachalar intensivligi katta bo'lganda zarrachalar sonini aniq sanashga halaqit beradi, ya'ni razryad uchmasdan muhitga tushgan zarrachani sanagich sanay olmaydi. Shu sababdan ham hosil bo'lgan mustakil razryadni iloji boricha tez so'ndirish zarur bo'ladi.

Razryadni so'ndirishning bir qancha usuli mavjud. Birinchi sanagich anodiga ketma-ket katta qarshilik ulanadi. Natijada razryad boshlanishi bilan katta ballas qarshiligida kuchlanish tushib anod-katod kuchlanishi razryad yonish kuchlanishdan pasayib ketib razryad to'xtaydi.

Ikkinchisi. kameraga to'lg'azilgan gaz sostaviga -10% murakkab molekulali birikmalar bug'ini qo'shish yo'li bilan (spirt, atseton va boshqa bug'i). mustaqil razryadni so'ndirish mumkin. Odatda kuchni ionizatsiya birlamchi elektronlarning gaz molekuladari tolaga tushguncha ionlashtirib o'z navbatida elektronning gaz molekulalari bilan har to'qnashganda bitta ion va bitta elektron hosil bo'lib, elektronlar o'z yo'lida yana gaz molekulalarini ionlashtirib ko'chkiga asos bo'la boshlaydi. Lekin hosil bo'lgan nonlar katodning ichki yuzasiga urilganda elektronlar chiqib, u elektronlar ko'chki hosil qilishda ishtirok qilib, uni yana ham kuchaytiradi. Bundan tashqari, elsktronlar ta'sirida uyg'ongan atomlar va katod yuzida ionlar rekombinazatsiyasida ultrabinafsha nurlar xosil bo'ladi. O'z navbatida ultrabinafsha nurni yutgan atomlarda fotoeffekt hisobiga ko'shimcha elektronlar hosil bo'lib ko'chkini yana ham kuchaytiradi.

Kamera ichiga to'lg'azilgan gazga qo'shilgan murakkab molekulasi organik birikib ana shu ultrabinafsha nurlarni yutadi va uni parchalaydn. Natijada ultrabinafsha nur hisobiga hosil bo'ladigan elektronlar kamayadi, bu o'z navbatida razryadning so'nishini tezlashuviga olib keladi. Bundan tashqari tola atrofida hosil bo'lgan musbat ionlar tezda katod tomon tarqashi razryadni so'ndirishga olib keladi.

Bunday sanagichlar albatta ham o'lcham katta va katta kuchlanishda ishlaydi. Bundan tashkari murakkab molekulali qo'shimcha modda parchalanib ketsa, sanagich ishdan chiqadi uning xarakteristikasi tiklanmaydi.

Keyingi paytlarda sanagichlarni to'lg'azilgan gazni neon va qo'shimcha gaz sifatida 0.1% brom qo'llanishp sanagichning katod-anod kuchlanishini 200-450 V gacha kamaytirishga va o'lchamini kichraytirishga olib keldi va sanagichdagi razryad o'z-o'zidan so'nadigan bo'lar ekan, hamda sanagichning potentsial hisoblanadi. Neonning potentsial ionizatsiyaep 21,5 (upg'onish potentsial 16,5 eV) va bromning potentsnal ionizatsiyasi 12,8 eV bo'lganidan anod tola yonida elektr maydoni katta bo'lgani uchun atomlar soni ko'p gaz neon atomlari ko'plab uyg'onadi. Uning bunda11 uyg'ongan holatda bo'lish vaqti 10^{-4} - 10^{-2} larni tashkil qilgani uchun tola atrofida neon uygongan atomlar soni ko'payib ketishga olib keladi.

Neonning uyg'ongan holdan normol holga nurlanib qaytish paytida brom atomi bilan to'qnashishi brom atomining ionlashishga olib keladi. Ionlashish jarayonida hosil bo'lgan elektronlar anod-katod maydonida tezlashib, ular yana qo'shimcha ionlar hosil qiladi. Qisman ionlar va uygongan atomlar nurlanish hisobiga asosiy holatga qaytayotganda ultrabinafsha nurlanish chiqaradi. U nurlanish gazlarda kam yutilgani uchun sanashch katodi yuzidan fotoelektronlar urib chiqaradi. Bu elektron anod potentspali tezlashayotib yana qo'shimcha ionlar hosil qilib kuchli ionizatsiya - razryad hosil qiladi. Natijada tola atrofida musbat zaryadlar ko'plab to'planib kuchlanishning tushuvi kamayib elektr maydoni keskin susayadi. Bu hol o'z navbatida razryadnish to'xtashiga, so'nishiga odib keladi. SHunday qilib, bunday o'z-o'zidan so'nuvchi razryadli radpoaktiv nurlanishning zarracha yoki kvantlarining sanovchi sanagich u orqali o'tgan zarrachani bitta ko'chki razryad sifatida qayd qiladi va bu ko'chki razryad tezda so'nmaguncha keyingi sanagichga tushayotgan zarrachani kayd qila olmaydi. Shu razryad pantida tushgan zarralarni sanagich sanay olmaydi. Razryad yongandan zarralarni sanay olmaydigan paytni "o'lik vaqt" deyiladi. Sanagichning tolasi anod atrofida brom ionlarining ko'p apib ketishi va u ionlarning katodga qarab tarqadishi, anod-katod orasida kuchlanishning pasayib ketishiga va u o'z navbatida razryadning so'nishsha olib keladi. Shunday qilib, galoidli sanagichlar ham o'lcham kam ham ishchi kuchlanishi kichikligi va sanash xarakteristikasi ($\sim 10^7$ impl/sekund) yaxshiligi hozirgi zamonda uning ko'plab ishlashiga olib keldi.

Kosmik nurlanishni qayd qilish yo'li bilan sanagichning sanash xarakteristikasini olish.

Kosmik nurlar deb, Yerga kosmosdan kelib tushadigan elementar zarrachalar va atom zarrachalariga (asosan proton) aytiladi. Kosmik nurlarni birlamchi va ikkilamchilarga bo'linadi.

Birlamchi kosmik nurlar deb Yer atmosferasining yuqorigi chegarasiga yetib kelganlariga aytiladi. Ularni energiyalari juda katta va turlari xam ko'p bo'ladi. Bu birlamchi kosmik nurlar Yer atmosferasi yuqori katlamida atomlar bilan o'zaro ta'sirlashib ikkilamchi kosmik nurlanishlar xosil kiladi. Shu nkkilamchn kosmik nurlanishlar asosan ikki komponentdan iborat bo'ladi: birnichisi kam energiyali elektronlar pozitronlar va fotonlardan iborat bo'lgan β^- , β^+ , γ . ikkinchi komponenti

esa juda katta energiyali μ -mezonlar $m_\mu = 200m_c$ va boshqa elementar zarralardan iborat bo'ladi (μ -mezon, ν va $\bar{\nu}$).

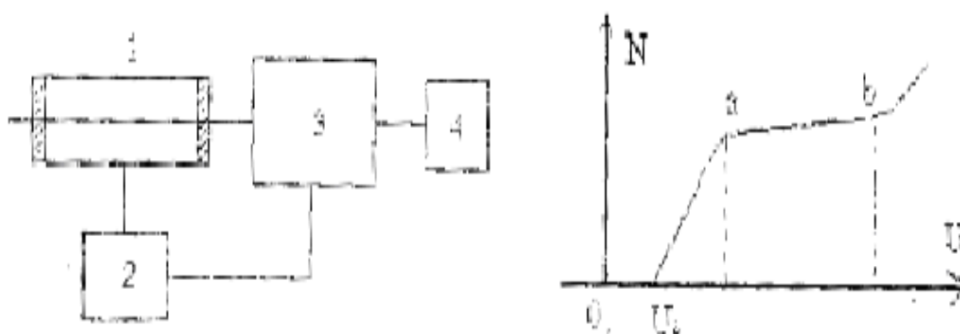
Bu komponentlarning kam energiyalarning "yumshoq" va katta energiyalarini esa "qattiq" komponentlar deb ataladi.

"Yumshoq" komponentlari (β va γ nurlanishlarni) qand qilishi uchun radiometr qo'llaniladi. Bundan radiometrlar asosan 1-Geyger-Myuller schetchigi, 2-yuksak kuchlanish to'rtlagich. 3-impulslarni kuchaytirgich va qayd qiluvchi 4-dan iborat bo'ladi (Rasm 3.).

Agar Geyger-Myuller sanagichiga berilayotgan yuksak kuchlanishini yetarli darajada kichik kuchlanishdan oshira borsak avvaliga sanagich xech qanday

zarrachani sanamaydi. Agar $N=f(U)$ grafigini (Rasm-8) tuzsak U_3 kuchlanishning qiymatida kurilma ikkilamchi kosmik nurlanish hisobiga yuzaga kelgan tabiiy radioaktiv fon hisobiga impulslarni qayd qila boshlaydi.

Geyger-Myuller sanagichga berilgan U_0 kuchlanishni sanagichda razryad yonish boshlanish kuchlanish deyiladi. Tabiiy radioaktiv fining nurlanish qiymati o'zgarmaganda kuchlanishni U_0 dan oshira borganda sanagichning sanash kobilyati osha boradi va a nuqtaga yetganda sanagichning vakt birligidagi sanashi to b nuqtaga mos kuchlanishgacha (kuchlanishni oshirganda ham o'zgarmay qoladi. Lekin kuchlanishning keyingi oshishi sanagichda mustakil razryad boshlangani uchun $N=f(U)$ keskin ko'tarilib ketadi. Sanagichning ana shu



3- rasm

$N=f(U)$ munosabatiga sanagichning sanash Xarakteristikasi deyiladi.

Sanagichga beriladigan ishchi kuchlanishi ana shu xarakteristikadan aniqlanib a va b orasida, a nuqtaga to'g'ri kelgan kuchlanishdan platada a va b oraliqning $2/3ab$ ga mos kuchlanish olinadi.

Sanagichning sanash xarakteristikasini aniqlash.

1. Qurilmani ishga tayyorlang.
2. Tok manbasidagi dekadniy pereklyuchatelni 0,5 V ga ko'ping.
3. B-1 blokning "Sbros" knopkasini bosib qurilmani ishga tayyorlang.
4. "Pusk" va sekundomerni birga ishga tushirib, 3-5 minutdan impulslar sonini qayd qiling.
5. Har 0,1 V dan o'lchashni takrorlab natijalarni jadvalga yozib $N=f(U)$ grafigini 2,5 V gacha tuzing.

Nazorat uchun savollar.

1. Koinot nurlarining birinchi va ikkinchi komponentlari tarkibi qanday?
2. Beta nurlanish qanday zaryadli zarralar oqimidan iborat?
3. Gamma nurlanishni tushuntirib bering.
4. Rentgen nurlanishi deb nimaga aytiladi?
5. Aktivlikning SI sistemasidagi va sistemaga kirmagan birliklarini izohlang?
6. Ish tartibini tushuntiring

8-laboratoriya ishi. Alfa – zarralar izlarini Vilson buluti kamerasi yordamida namoyish etish.

Tajribaning maqsadi:

Havo va suv, spirt bug'i aralashmasi o'ta to'yinishini Vilson bulutli kamerasida adiabatik kengayish orqali hosil qilish.

Kerakli asboblarni ro'yxati:

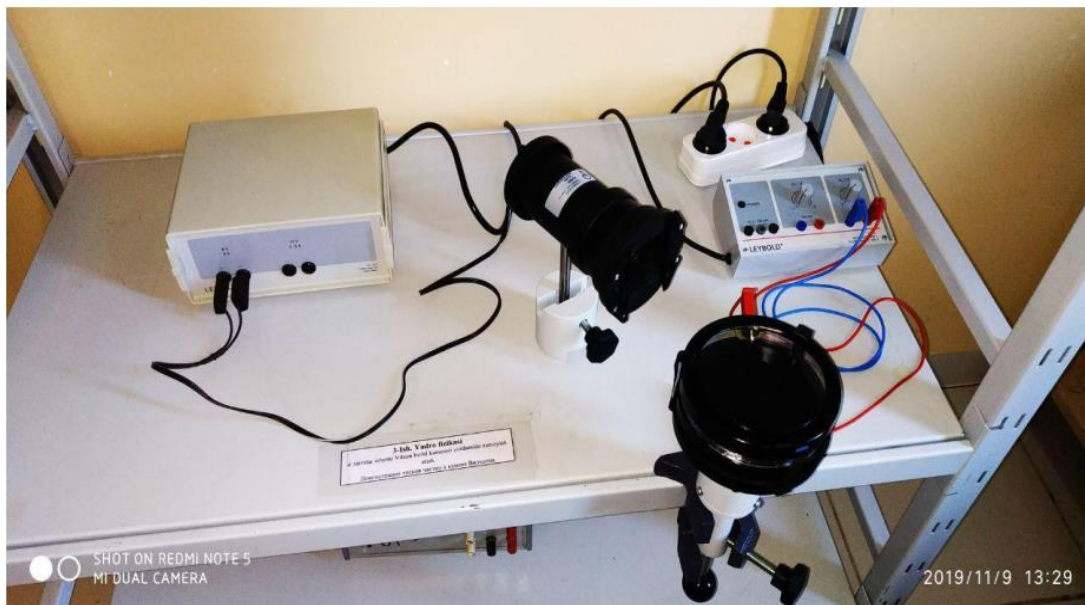
1. Vilson pufakli kamerasi	559 57
2. Vilson bulutli kamerasi uchun radiy preparati	559 59
3. Energiya manbai 450 V DC	522 27
4. Lampa, 6 V/30 W	450 51
5. Asferik kondensator	460 20
6. Transformator, 6 V AC, 12 V AC/30 VA.....	562 73
7. Stol qisqichi.....	301 06
8. Shtativ.....	300 11
9. Spirt(70%)	671 972
10. Kabellar jufti, 1 m, qizil va ko'k	501 46

Qisqacha nazariya

Alfa zarrachalarning izlarini Vilson bulutli kamerasidan foydalanib ko'rinadigan qilish mumkin. Alfa radiatsiya bilan taqqoslaganda, har ikkala beta va gamma radiatsiyalar juda kam ionlashtiruvchi hisoblanadi, shuning uchun bu tajribada foydalanilmaydi. Vilson bulutli kamerasida havo, suv va spirt aralashmasining to'yingan bug'lari qisqa sovitiladi va vakuum nasos yordamida hosil qilinadigan adiabatik kengayish tufayli o'ta to'yingan holatga o'tadi. Bu esa bug'ning kichik tuman tomchilari shaklida kondensatsiyalanishiga sabab bo'ladi; bu effekt kondensatsiyalanish markazlari yordamida amalga oshiriladi. Vilson kamerasida alfa zarrachalarning gaz molekulalari bilan to'qnashishida hosil bo'lgan ionlar xususiy holda bunday kondensatsiya markazlari bo'lishi mumkin. Har safar vakuum nasos aktivlashganda, alfa zarrachalar izlari bo'ylab o'ta to'yingan bug'lar birdaniga kondensatsiya markazlari atrofida kondensatsiyalanadi va bulut tomchilari hosil qiladi, ular esa illyuminatorida bir yoki ikki sekund ko'rinib turadi. Elektr maydoni kameradagi qoldiq ionlarni tozalaydi. Bu tajribada siz, yoki radiy preparatidan yoki toriy preparatidan alfa radiator sifatida foydalanishingiz mumkin. Ra-226 preparati Vilson bulutli kamerasi ichiga joylashtiriladi. Preparat bir tomonida teshigi bo'lgan, ichi bo'sh silindr ichiga joylashtiriladi alfa zarrachalar bu teshikdan xuddi nuqta tipidagi

manbadan chiqqanday chiqib keladi. Ra-226 yarim yemirilish davri 1622 a bo'lgan n-222 gacha energiyasi $E=4.78$ MeV bo'lgan alfa zarrachalar chiqarib yemiriladi.

Toriyning yemirilish mahsuloti Rn-220 gazsimon bo'lib, Vilson kamerasiga ventil yordamida kiritiladi, va butun kamera bo'yicha tekis taqsimlanadi. Turli yo'nalishlar bo'yicha tarqalayotgan zarrachalarning izini ko'rish mumkin. n-220 yemirilishi natijasida yarim yemirilish davri 55.2 s bo'lgan Po-216 hosil bo'ladi. Bunda dominant energiyasi $E=6.28$ MeV bo'lgan alfa zarrachalar chiqariladi.



1-rasm. Alfa zarrachalar izlarini vilson bulutli kamerasi yordamida namoyish etish qurilmasi.

Ishni bajarish tartibi.

- 1. Spirt-suv aralashmasini tayyorlash:** Polietilen butilkada taxminan 200 ml 50 % metanol yoki etanol va 50 % toza suv aralashmasini tayyorlang. Izoh: Kengaytirish bilan hosil qilinga to'yingan bug'ning kondensatsiyalanishi faqat alfa zarrachalar yordamida hosil qilingan ionlar tufayli bo'lishi mumkin, kamera ichiga qandaydir kirib qolgan boshqa zarralar tufayli kondensatsiyalanish hosil bo'lmaydi. Kameraning ichini changlardan toza tuting; agar lozim bo'lsa uni distillangan suv bilan yuving.
- 2. Stol qisqichini turg'un laboratoriya stoliga mahkamlang,** Vilson kamerasini yo'naltiruvchi truba bilan stol qisqichiga shunday mahkamlangki vakuum nasosni o'rnatish mumkin bo'lsin.
- 3. Kamera qopqog'ini bir qo'lingiz bilan mahkam ushlang va boshqasi bilan qisqichlarni oching;** keyin qopqoqni olib qo'ying va pastki plastinani olib qo'ying Shatunlarga katta va kichik prujinali qisqichlarga mahkamlang.

4. Pastki plastinaning jun qoplamasini spirt-suv aralashmasi bilan yaxshilab namlang, ammo aralashma ichiga solmang

5. Pastki plastinani uning oyoqlari bilan rezina O-halqa ustiga qo'ying. Rezina O-halqa kamera pastki qismining uchlariga bir tekis joylashganligiga ishonch hosil qiling Shatunlarni tagliklarga mahkamlab metal lineykada ko'rsatilgan joyga o'rning.

6. Barcha xavfsizlik choralariga rioya qilgan holda, Vilson kamerasi uchun radiy preparatini (559 59) uning shisha konteyneridan oling va uni asosiy plataning preparat tutgichiga kiriting.

7. Kamera qopqog'ini rezina prokladka ustiga to'g'ri joylashganiga ishonch hosil qilib joylashtiring, uni qisqichlar bilan mahkamlang. Kamera mahkamligini vakuum nasosni qisqa muddat qo'shib tekshirib ko'ring (kengayishga kam qarshilik, yoki tovush chiqishi teshik borligini ko'rsatadi); rezina prokladkani vakuum smazka bilan yaxshilab moylang va kamerani qayta yoping.

Izoh: Kamerani kuchli bir tomonlama qizdirish konveksiya oqimi hosil bo'lishiga tajriba bilan interferansiyalashishiga sabab bo'ladi: lampani Vilson bulutli kamerasiga juda yaqin qoymang.

8. Lampani va asferik kondensorni asosga mahkamlang va uni Vilson bulutli kamerasidan taxminan 15 sm masofaga o'rning. Lampani bulutli kameraning kuzatish oynasi sathida joylashadigan qilib sozlang.

– Lampani transformatorga ($U=6$ V) ulang.

– Lampa spiralini gorizontall ravishda to'g'rilang va parallel yoki kuchsiz sochilgan yorug'lik nuri hosil qiling va uni bulutli kameradan perpendikulyar ravishda o'tadigan qilib to'g'rilang.

Texnika xavfsizligi bo'yicha yo'riqnoma.

Radiaktiv moddalar bilan ishlashda “Radiatsiyadan himoyalash tartibi” qoidalariga qo'shimcha ravishda har bir mamlakatda, ta'lim muassasi tomonidan qabul qilingan talablar va qoidalarga amal qilinishi zarur. Xususan O'zbekiston Respublikasida radiatsion xavfsizlik to'g'risidagi qonun va ta'limda texnika xavfsizligi qoidalari shular jumlasidandir. Bu tajribada foydalaniladigan preparatlarga foydalanishga ruxsat berilgan. Shuning uchun qo'shimcha tekshiruvdan holi deyish mumkin. Foydalanilayotgan preparatlar ionlashtiruvchi nurlanish chiqargani uchun quyidagi texnika xavfsizligi qoidalariga amal qilish lozim:

- Begona kishilar qo'liga tushmasligini ta'minlang.
- Foydalanishdan oldin idishning butunligini tekshiring.
- Preparatni himoyalovchi konteynerda saqlang.

- Ekspozitsiya vaqti mumkin qadar kichik va aktivligi mumkin qadar past bo'lishi uchun preparatni konteynerdan faqat tajribani o'tkazish paytidagina oling.
- Preparatgacha bo'lgan masofani uzoqroq bo'lishini ta'minlash uchun namunani faqat metal tutgichning yuqorigi uchida tuting.

Nazorat savollari va topshiriqlar:

1. Tabiiy va suniy radioaktivlik nima?
2. Alfa, betta, gamma yemirilish.
3. Radioaktiv yemirilish qonuni.
4. Yarim yemirilish davri nimalarga bog'liq?
5. Yemirilish doimiysi nima?
6. Radiaktiv oltin ^{198}Au yadrosining 4 kun davomidagi emirilsh ehtimolligini, to'rtinchi kundagi emirilish ehtimolligini toping.
7. Radiyning yarim parchalanish davri $T_{1/2}=1602$ yil bo'lsa, uning parchalanish doimiysi topilsin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Muminov T.M., Xoliqov A.B., Xolmurodov Sh.X. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. -T.: O'zbekiston faylasuflar jamiyati, 2009.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: Учебник. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра. 7-е изд., стер. - СПб.: Изд-во «Лань», 2009. - 384 с.
3. Бекжонов Р.Д. Атом ядроси ва зарралар физикаси. -Т.:Ўкитувчи, 1994. -576 б.

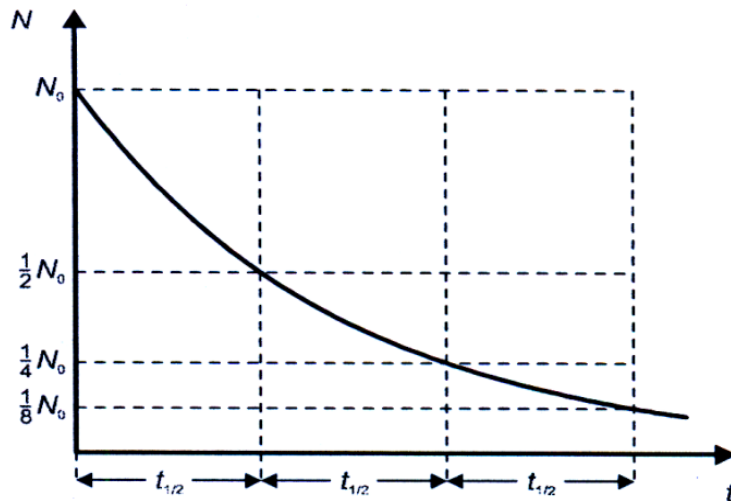
9-laboratoriya ishi. Ba – 137m ning yarim yashash davrini aniqlash.

Tajribaning maqsadi:

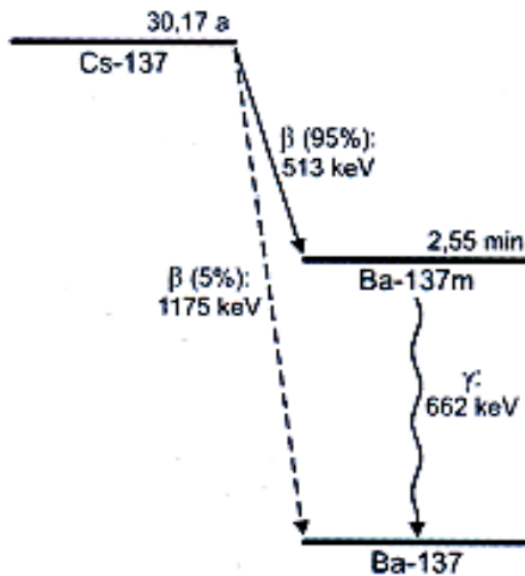
- Metastabil Ba – 137 m izatoplarini Cs – 137 preparatidan yuvib olish.
- Yuvish aktivligining vaqtga bog`liqligini o`lchash va Ba – 137 m izatopining yarim yemirilish davrini aniqlash.

Kerakli asboblari

1. Cs/Ba – 137 m izatop generatori – 559 815
 2. Oynali schetchik – 559 01
 3. GM karobka – 524 033
 4. Sensor CASSY – 524 010
 5. CASSY Lab – 524 200
 6. V shakldagi shtativ, 20 sm – 300 02
 7. Sterjen 47 sm – 300 42
 8. Leybold ko`p tutgichi – 301 01
 9. Universal tutgichlar, 0...80 mm – 666 555
 10. Test turubkalar to`plami 16x166 mm – 664 043
 11. Menzurka, 250 ml, ss, qattiq oyna – 664 103
- Qo`shimcha talab qilinadi:*
12. PC Windows95 / 98 / NT yoki kattaroq versiyasi



1-rasm. Radioaktiv yemirilish; radioaktiv yadrolar soni N vaqtning funksiyasi sifatida.



2-rasm. Cs – 137 ning sodda yemirilish sxemasi.

Qisqacha nazariya.

Agar biror namunada hiror radioaktiv yadro mavjud bo'lsa har bir yadro uchun yemirilish ehtimoliyati bir xil boladi. Ammo, qaysi bir yadro oniy ravishta yemirilayotganligini aytib bo'lmaydi. Agar namuna tarkibiga boshqa radioaktiv yadro qo'shilmasa, dastlabki turdagi radioaktiv yadrolar soni N berilgan vaqt intervali dt da quyidagicha qonuniyat bilan kamayib boradi.

$$dN = -\lambda N dt$$

λ - yemirilish doimiysi.

Shuning uchun N soni uchun yemirilish qonuni quyidagicha boladi.

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

N_0 - $t=0$ vaqtdagi radioaktiv yadrolar soni

Bu qonun yarim yemirilish davri uchun quyidagi munosabatni o'rnatadi.

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

ya'ni, $T_{1/2}$ vaqtdan keyin radioaktiv yadrolarning faqat yarmi yemirilmasdan qoladi (1-rasmga qarang). Namunaning aktivligi uchun, yani birlik vaqtdagi yemirilishlar uchun quyidagini olamiz:

$$A(t) = \lambda \cdot N(t)$$

Bundan quyidagi kelib chiqadi.

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \quad \text{bundan} \quad A_0 = \lambda \cdot N_0$$

Ya'ni aktivlik ham yarim yemirilish vaqtidan keyin ikki marta kamayadi.

Bu tajribada Ba^{137} izotopining Ba^{137m} metaslabil holatning yemirilish grafigida o'lchanadi, yarim yamirilish davri aniqlanadi. Ba^{137} uzoq vaqt, taqriban 30 yil yashovchi Cs-137 radioaktiv moddasining yemirilishi natijasida hosil bo'ladi. Cs-137 o'zidan β nurlar chiqarishi natijasida Ba^{137}

gacha yemiriladi. Yemirilishlarning 95 % da Ba-137m metastabil holatiga o'tiladi (Rasm 2. ga qarang), undan keyin yarim yemirilish davri 2.551 min bo'lgan Ba-137 asosiy holatga γ yemirilish natijasida o'tiladi.

Asosiy (ona) modda Cs/Ba-137m izotop generatorida saqlanadi, Cs-137 beta yemirilishida ishlab chiqilgan Ba-137m metastabil izotoplar izotop generatoridan natriy xloridning kislotali eritmasi bilan tajribaning boshlanishida yuvib olinadi. Keyin yuvishning aktivligi o'lchanadi.

Texnika xavfsizligi.

Radioaktiv preparatlar bilan ishlayotgan vaqtda, Germaniyada Radiatsiyadan Himoyalani Normalari (StrSchV) kabi davlat maxsus normalari kuzatilishi lozim. Bu tajribada foydalaniladigan radioaktiv moddalar ta'lim muassasalarida o'quv jarayoni uchun StrSchV talablar bo'yicha sinovdan o'tkazilgan. Ular o'zidan ionlashtiruvchi radiatsiya chiqarganligi uchun quyidagi xavfsizlik qoidalariga rioya qilinishi lozim.

1. Cs/Ba-137 m izotop generatorida ruxsat etilmagan shaxslarning ishlashi taqiqlanadi.

2. Cs/Ba – 137 m izotop generatoridan fpydalanishdan oldin uning zararlantiruvchiligiga ishonch hosil qiling.

3. Ekranlash maqsadi uchun Cs/Ba-137m izotop generatorini shkafda saqlang.

4. Minimum ekspozitsiya vaqti va minimum aktivlikka *erishish* uchun Cs/Ba-137m izotop generatorini faqat Ba-137m ni yuvish paytida xavfsiz konteynerdan oling. Ba-137 m ni yuvish paytida himoya qolqoplarini kiying. Taxminan 30 min dan keyin yuvilgan Ba-137 ning aktivligi uning dastlabki aktivligining mingdan biriga teng. Yuvish paytida Cs-137 bilan zararlantirish 50 Bk dan kam.



3-rasm. CASSY yordamida Ba – 137 metastabil izotopining yemirilish grafigini o`lchash qurilmasi.

5. Yuvilganni joylashtirgich bilan konteynerga joylashtirishdan oldin taxminan yarim soat kuting.

Eksperimental qurilma Rasm 3 da tasvirlangan.

Universal qisqichlarni shlativga taxminan 6 sm masofada mahkamlang.

Oynali schetchikni pastki universal qisqichga yuqoriga qaratib o`rnating va himoya qopqog`ini siljitib oling.

Tekshirish trubkasini yuqorigi universal qisqichga kirish oynasidan taxminan 0.5 sm masofada mahkamlang.

Sensor-CASSY ni kompyuterning serial kirishiga (ya`ni COMI ga) ulang, GM karobkaga ulang va oynali schetchikni ulang.

Ishni bajarish tartibi.

1. O`lchash parametrlarini o`rnatish.
2. CASSY Lab dasturmi chaqiring, dialog oynasining “Settings” dan “CASSY” registrida “Update Setup” ni bosing.
3. GM karobkaning displeyiga bosing, quyidagilarni tanlang.
4. O`lchash qiymati: “Rate RA1”, O`lchash diapozoni: “100 1/s”, O`lchash vaqti: 2 s.
5. Select in the register “Display” of the Dialog oynasining “Settings” dan “Display” registridan tanlang: x-axis: t , y-axis: RA1.
6. O`lchah parametrlarini tanlang.
7. “Automatic Recording”, “Interval 100 ms”.

Ba-137m ni yuvish.


1. Shpirts ustiga bir bo'lak plastik trubka qo'ying, shpirts ichiga taxminan 2 – 3 ml erituvchi oling, plastikni olib tashlang.
2. Cs/Ba~137m izotop generatorining (ko`k nomli platina) rezbali shleyfidagi himoya qopqog`ini bo`shatib oling shpirts uchini shleyf ustiga burab qo'ying (Rasm 4 ga qarang).
3. Cs/Ba-137m izotop generatorining chiqish shleyfidan himoya qopqog`ini oling, zaryadsiz ochgichni mahkamlangan test trubkasi ustiga o`rnating.



4-rasm. Ba – 137 m ni Cs/Ba – 137 m izotop generatoridan yuvib olish.

Yuvuvchi erituvchini Cs/Ba – 137 m izotop generatori orqali shpritsning pistoniga ehtiyotlik bilan bosib jonating. Yuvish 10 -20 s dan keyin tugashi lozim.

O'lchangan qiymatlarni yozish.

a) O'lchangan qiymatlarni yozishni F9 kalitni bosib yoki  knopkani bosish bilan boshlang, **700 s** da to'xtating.

b) knopka yordamida yoki F2 bilan o'lchash natijalarini saqlang (Faylning nomini tanish uchun esda saqlang).

Izoh:

Cs – 137 va qiz yadro Ba – 137 m o'rtasida radiaktiv muvozanat 20 minutlardan keyin tiklanadi shuning uchun shu vaqtdan keyin boshqa yuvishni o'tkazish mumkin.

Cs/Ba – 137 m izotop generatorining yashash vaqti uning ichiga kiruvchi yuvuvchi erituvchilar va juda kichik teshikli filtrning ifloslanishi tufayli chegaralangan bo'ladi. Agar yuqori tozalikka ega bo'lgan yuvuvchi erituvchilardan foydalanilsa generatorni 500 - 1000 marta qayta yuvish mumkin.

O'lchash misoli va baholash.

5-rasm da Ba-137m ning yemirilish grafigi ko'rsatilgan, Yarim yemirilish davrini keyingi baholash va aniqlashlar quyidagicha:

1. Sichqoncha o'ng tugmasi bilan diagrammani bosib, menyu bo'limidan "Fit Function → Exponential function e^x ", ni tanlang, ish diapozonining boshlanishi va oxirini sichqoncha bilan belgilang.

2. Alt+W kalitlar kombinatsiyasi bilan gorizontaal chiziqni faollashtiring, uni sichqoncha bilan schetchik tezligining yaxshi aniqlash qiymatiga (ya'ni 80

1/s) joylashtiring.

3. Tanlangan qiymatning yarmiga, to'rtidan biriga, sakkizdan biriga gorizontal chiziqlar joylashtiring.

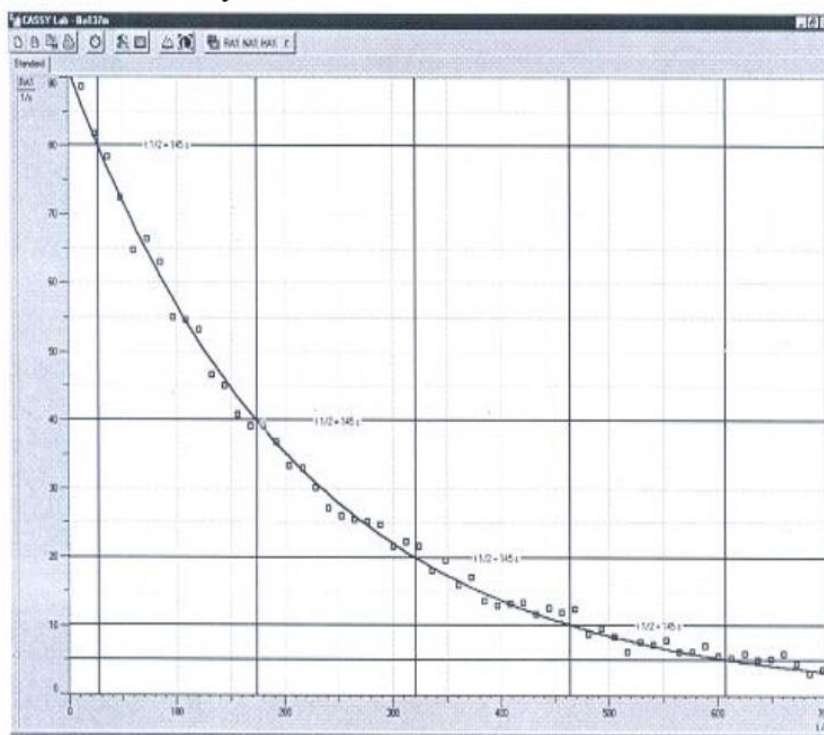
4. Alt+S kalitlar kombinatsiyasi bilan vertikal chiziqlarni faollashtiring, ularni sichqoncha yordamida ish grafigi bilan gorizontal chiziqlar kesmasiga joylashtiring.

5. Alt+D kalitlar kombinatsiyasi bilan o'lchashlar farqini faollashtiring, ikki qo'shni vertikal chiziqlar farqi orqali yarim yemirilish $T_{1/2}$ davrini aniqlang.

6. Rasm 5. dan $T_{1/2}=145.2$ s = 2.42 min ni olish mumkin. Adabiyotlarda keltirilgan qiymatlar: $T_{1/2}=153.08$ s=2.5514 min.

Natijalar.

Radioaktiv modlarning t vaqtda yemirilmay qolgan yadrolarining soni $N(t)$ va shu moddaning aktivligi $A(t)$ vaqtning funktsiyasi sifatida eksponensial ravishda kamayadi. Bu kamayish yarim yemirilish davri $T_{1/2}$ bilan xarakterlanadi. Bu vaqtda dastlabki yadrolar soni va moddaning aktivligi ikki marta kamayadi.



5-rasm. Ba – 137 m ning CASSY bilan o`lchangan va boholangan yemirilish grafigi.

Nazorat savollari va topshiriqlar:

1. Radioaktivlik.
2. Alfa, betta, gamma yemirilish.
3. Radioaktiv yemirilish qonuni.
4. Yarim yemirilish davri nimalarga bog`liq?
5. Yemirilish doimiysi nima?