

Әбілдаев Ә.Х., Шинбулатов С.К.*

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан *e-mail: saken_199303@mail.ru

ЖҰҚА ПОЛИМЕР ҚАБЫРШАҚТАРДАН ӨТКЕН α-БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СПЕКТРІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыста жұқа полимер қабыршақтардан өткен Pu-238 изотопының α-бөлшектерінің энергетикалық спектрі бойынша тәжірибелік нәтижелер алынған. Зерттелініп отырған қабыршақтардан өткен α-бөлшектер үшін Ландау таралуы тұрғызылған. Тәжірибеден алынған энергетикалық спектрді Ландау таралуымен салыстыра отырып, зерттеліп жатқан полимер қабыршақтардағы кристаллдардың үлесі тәжірибенің қателігінен арtpайтыны анықталды, яғни қабыршақтардың ішіндегі монокристаллдардың үлесі аз екені белгілі болды. Ең алдымен плутоний изотопын альфа-спектрометрге салып, калибрлеп аламыз. Сосын плутоний 238 изотопы бетіне полимер қабыршақты жауып, компьютерде спектрлік анализді көруге арналған арнайы бағдарламалық орта көмегімен энергетикалық спектрін аламыз. Осылайша 1-қабыршақтың 4 аумағын үшін осы процессті қайталаймыз. Спектрлік анализ бағдарламалық ортасында канал немесе электронвольт өлшемімен көруге болады. Дәл осындай жолмен 2-қабыршақтың 3 аумағын альфа-спектрометреде П8-332 изотопының бетіне қабыршақты салу арқылы орындаймыз. Альфа спектрометриялық әдіс көмегімен зерттелініп отырған қабыршақтан шыққан α-бөлшектердің энергетикалық спектрін аламыз. Сонымен қатар қабыршақтың құрамын, яғни оның кристалды немесе аморфты екенін анықтаймыз және зерттейміз. Егер қабыршақ кристалды құрам болса, онда α-бөлшектің энергетикалық спектрі өркеш-өркеш болады. Ал егер аморфты болса энергетикалық спектрі біркелкі болады.

Түйін сөздер: альфа-бөлшек, энергетикалық спектр, Ландау таралуы.

Abildaev A.Kh., Shinbulatov S.K.*

Al Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan *e-mail: saken_199303@mail.ru

The study of the energy spectrum of α-particles transmitted through thin polymer films

Experimental results were obtained in the work on the measurement of the energy spectra of α-particles Pu-238 passed through thin polymer films. Landau distributions were obtained for α-particles that passed through the films. Comparison of experimental results with theoretical calculations is carried out. We came to the conclusion that the films are not single crystals, crystalline inclusions constitute an insignificant fraction within experimental errors. In the work, the isotope of plutonium was used for calibration. The first stage is calibration, to adjust the readings of the output value, in our case to adjust the energy spectra. After calibration with the help of element P8-332, we obtain energy spectra of alpha particles. Covering the surface of the source with thin polymer films, we obtain analyzes on the computer. The work consists of several parts. In the first part we obtain the energy spectra of a thin polymer film under the number one. In exactly the same way, in the second part we obtain the energy spectra of alpha particles transmitted through thin polymer films № 2. The work was to determine the composition of polymer films and analyze the energy spectrum. Relying on the results of the study, we can say that the polymer films we are studying are not crystalline films, but rather single crystals, as stated above. In the experiment and in calculations, the difference between our spectra and the Landau distribution is shown. Between the Landau distribution and our experiment, the differences are insignificant and therefore the experimental graphs, that is, the energy spectra, are uniform.

Key words: alpha particle, energy spectrum, Landau distribution.

Абилдаев А.Х., Шинбулатов С.К.*

Әль-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан *e-mail: saken_199303@mail.ru

Исследование энергетического спектра α -частиц прошедших через тонкие полимерные пленки

В работе получены экспериментальные результаты по измерению энергетических спектров α -частиц Pu-238, прошедших через тонкие полимерные пленки. Построены распределения Ландау для α -частиц, прошедших через исследуемые пленки. Проведены сравнения экспериментальных результатов с теоретическими расчетами. Сделан вывод о том, что исследуемые пленки не являются монокристаллами, кристаллические включения составляют незначительную долю, находящиеся в пределах экспериментальных ошибок. Сначала изотоп плутония помещается в альфа-спектрометр для калибровки. Далее, накрывая изотоп плутония-238 полимерной пленкой, с помощью программы энергетического анализа на компьютере получаем энергетический спектр. Таким образом повторяем процесс для полимерной пленки №1 четырех её областей. В программе спектрального анализа измерения можно снимать в каналах или электронвольтах. Точно таким образом на альфа спектрометре выполняем анализ, накрывая изотоп П8-332 пленкой №2 для 3-х областей. Альфа спектрометрическим методом получаем энергетический спектр α -частиц, прошедших через изучаемые пленки. Также можем определить и изучить состав полимерных пленок, т.е. являются ли пленки кристаллическими или аморфными. Если плёнка кристаллическая, то энергетический спектр α -частиц будет бугристый, иначе спектр будет равномерным.

Ключевые слова: α -частица, энергетический спектр, распределение Ландау.

Кіріспе

Альфа-спектрометрия арқылы альфа бөлшектің заттан өткеннен кейінгі энергетикалық спектрі зат туралы өте қызық ғылыми материалдар береді, спектрдің түріне қарай заттың аморфты немесе кристалды екенін анықтауға болады. Аморфты деп кристал торының реттелген қашықтығы өте жақын араға таралатын түрін айтады.

Жалпы аморфты қабыршақ кристалдыға қарағанда, яғни реттілігі бар полимерге қарағанда көп уақытқа төзімді болып табылады.

Зерттеудің басты мақсаты ретінде ғарыштық құрылғыларды жұқа қабыршақпен қаптау және нақты қандай полимермен қаптау тиімді, сондай-ақ төзімділігі қандай екенін зерттеу. Ал альфа-спектрометриялық әдіс осы мақсатқа қол жеткізуге септігін тигізеді. Жоғарыда атап өткендей полимер қабыршақ аморфты болса, онда ол көптеген температуралық және өзге де сыртқы ортаның әсеріне төзімді болып келеді.

Қабыршақ туралы белгілі мағлұматтарды спектр берген мағлұматтармен салыстыру арқылы оның құрамын анықтауға болады.

Альфа-спектрометриялық зерттеу

Зерттеу жұмысында альфа-спектрометрге алдымен энергиялары әртүрлі альфа-бөлшектерді шығаратын изотопты салып калибрлеп аламыз. Онда бірнеше энергетикалық спектр (пик) пайда болады (сурет 1). Ал альфа-спектрометрдегі

қысым 0,43 мм. сын. бағ.-дейін төмендетіледі, яғни вакуумдық ортаны құрайды.

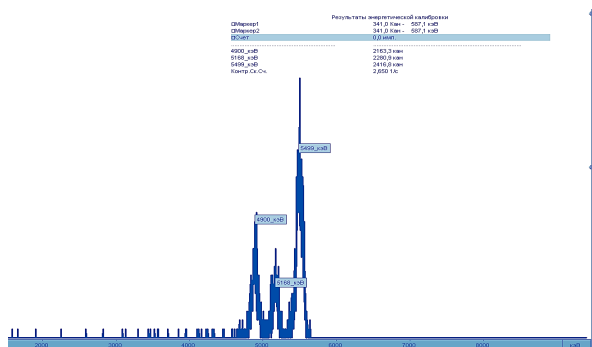
Келесі кезекте (П8-332) Pu-238, $E_\alpha=5525$ кэВ альфа көзін салып энергетикалық спектрін аламыз (сурет 2). Осы изотоп бетіне жағылған пластинаның бетін полимер қабыршақпен жауып мотор арқылы камерадан ауаны сорып аламыз. Төменде көрсетілгендей (сурет 3) энергетикалық спектр пайда болды. Бұл жұмыста №1 қабыршақты (полимер) пайдаланып оның әртүрлі аумағынан өткен альфа-бөлшектердің энергетикалық спектрін алдық. 3-6 суреттерде №1 қабыршақтың әртүрлі 4 аумағынан өткен альфа-бөлшектердің спектрлері көрсетілген. 7,8,9-суреттерде №2 ұлпаның 3 аумағы көрсетілген.

Суреттерден көрініп тұрғандай беті жабылмаған изотоптан алған спектрімізге қарағанда беті полимер қабыршақпен жабылған изотоптан алған спектрдің ең ықтимал мәні ΔE шамаға ығысып түскен. ΔE бір қабыршақтың әртүрлі аумағы үшін әртүрлі болып шықты. Бұл ауытқулар бір қабыршақтың қалыңдығы бет бойынша біркелкі емес екендігін көрсетеді. №1 қабыршақтың 4 аумағынан алынған спектрлерді статистикалық өңдеуден өткізіп ΔE -нің орташа мәнін таптық. Дәл осындай жұмыстарды №2 қабыршақпен де жасадық.

Төменде біз зерттеп шыққан екі қабыршақтың өз бойларынан өткен альфа-бөлшектердің энергиясын қанша мөлшерде жұтқанының орташа мәндері көрсетілген.

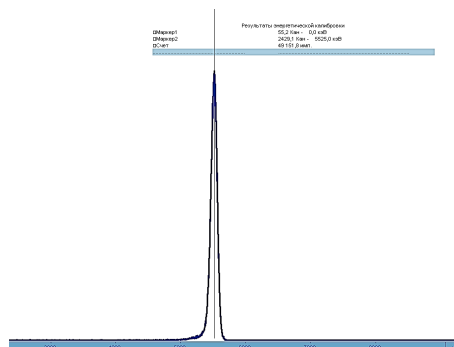
$$\langle \Delta E \rangle_{\text{№1}} = (466 \pm 8) * 10^3 \text{ эВ},$$

$$\langle \Delta E \rangle_{\text{№2}} = (415 \pm 9) * 10^3 \text{ эВ}.$$

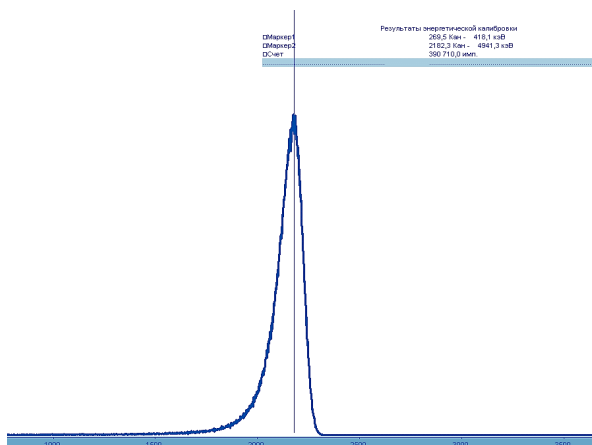


Маркер 1: 341,0 Кан – 587,1 кэВ; Маркер 2: 341,0 Кан – 587,1 кэВ, Интеграл: 0,000000 1/с; 5499 кэВ – 2416,8 канал.

1-сурет – Альфа-спектрометрді калибрлеу кезіндегі энергетикалық спектр

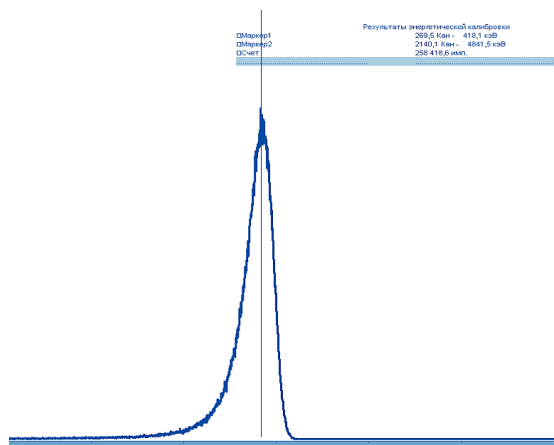


2-сурет – П8-332 элементінің энергетикалық спектрі



Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 2182,3 Кан – 4941,3 кэВ; Интеграл: 651,175 1/с; Трапеция: – 5 216,599 1/с.

3-сурет – П8-332 элементі сәулесінің қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (1)



Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 2136,8 Кан – 4833,8 кэВ; Интеграл: 519,501 1/с; Трапеция: – 4 020,255 1/с.

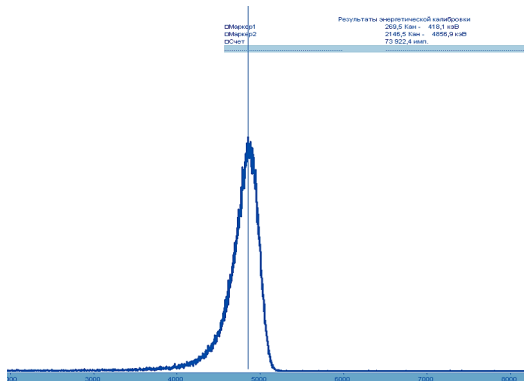
4-сурет – П8-332 элементі сәулесінің қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (2)

Біз зерттелген әрбір қабыршақтың массасын микроаналитикалық таразыда өлшеп, олардың беттік тығыздықтарын таптық. [1] жұмыста ұсынылған әдіс бойынша толықтырылған Ландау таралуын тұрғызып, ол қабыршақтан өткен альфа-бөлшектің жоғалтқан энергиясын есептегенде

$$\langle \Delta E \rangle_{\text{№1 Лан}} = (570 \pm 20) * 10^3 \text{ эВ},$$

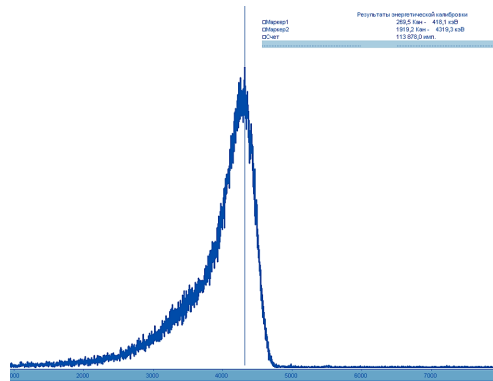
$$\langle \Delta E \rangle_{\text{№2 Лан}} = (620 \pm 20) * 10^3 \text{ эВ}$$

болып шықты. Бұл есептеулер біз зерттеген қабыршақтардың толық аморфты, яғни кристалдық дәрежесі нольге тең екенін көрсетіп тұр.



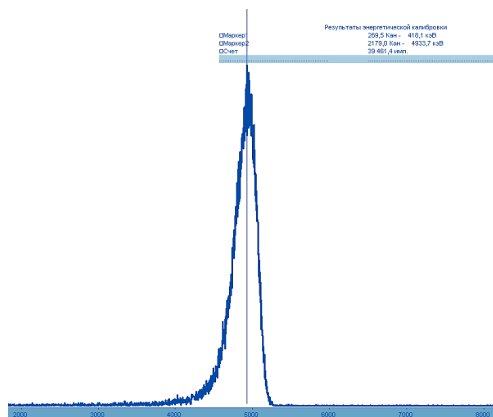
Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 2146,5 Кан – 4856,9 кэВ; Интеграл: 472,326 1/с; Трапеция: – 4 066,191 1/с.

5-сурет – П8-332 элементі сәулесінің қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (3)



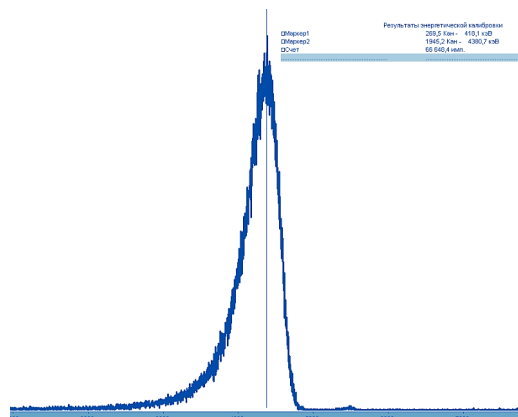
Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 1919,2 Кан – 4319,3 кэВ; Интеграл: 593,241 1/с; Трапеция: – 1 382,176 1/с.

6-сурет – П8-332 элементі сәулесінің қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (4)



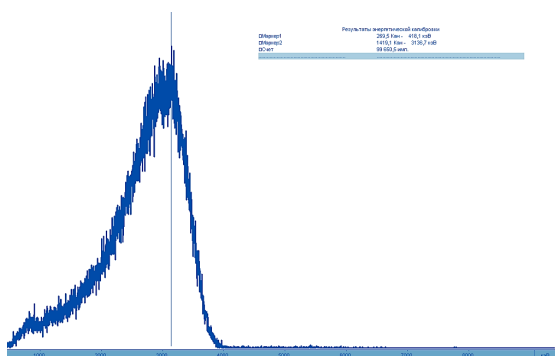
Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 2179,0 Кан – 4933,7 кэВ; Интеграл: 441,446 1/с; Трапеция: -3 997,236 1/с.

7-сурет – П8-332 элементі сәулесінің 2-ші қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (5)



Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 1945,2 Кан – 4380,7 кэВ; Интеграл: 488,547 1/с; Трапеция: – 1 796,730 1/с.

8-сурет – П8-332 элементі сәулесінің 2-ші қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (6)



Маркер 1: 269,5 Кан – 418,1 кэВ; Маркер 2: 1419,1 Кан – 3136,7 кэВ; Интеграл: 485,099 1/с; Трапеция: -157,252 1/с.

9-сурет – П8-332 элементі сәулесінің 2-ші қабыршақтан өткендегі энергетикалық спектрі (7)

Қорытынды

Зерттелініп отырған қабыршақтарды 2 түрінің де ішіндегі монокристалдардың үлесі жеткілікті мөлшерде аз екені анықталды. Қабыршақтар аморфты (изотропты) болып шықты.

Әдебиеттер

- 1 Әбілдаев Ә.Х., Ермағанбетова С.Д., Алимов Д. Альфа-бөлшектердің тәжірибеден алынған энергетикалық спектрін қарапайым құраушыларға жіктеу // ҚазҰУ-нің хабаршысы, физика сериясы. – 2010. – №1 (32). – Б.85-89.
- 2 Әбілдаев Ә.Х., Ермағанбетова С.Д. Альфа-спектрометрдің көмегімен жұқа полимер ұлпалардың кристалдық деңгейлерін анықтау, жіктеу // ҚазҰУ-нің хабаршысы, физика сериясы. – 2010. – №1 (32). – Б.80-84.
- 3 Ландау Л. О потерях энергии быстрыми частицами на ионизацию / В книге Ландау Л.Д. Собрание трудов. – М. Наука, 1969. – Том 1. – С. 482-490.

References

- 1 A.Kh. Abildaev, S.D. Ermaganbetova, D. Alimov, Al-Farabi Kaznu bulletin. Physics series, 1(32), 85-89, (2010) (in kaz.).
- 2 A.Kh. Abildaev, S.D. Ermaganbetova, D. Alimov, Al-Farabi Kaznu bulletin. Physics series, 1(32), 80-84, (2010) (in kaz.).
- 3 L. Landau, O poterjah jenergii bystryimi chasticami na ionizaciju, V knige Landau L.D. Sobranie trudov, T.1. M: Nauka, 1969, 482-490. (in russ.).