Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Радіофізичний факультет

**Звіт**

лабораторної роботи №4

з курсу ядерної фізики

студентів 4 курсу кафедри квантової радіофізики

Нікитенка Артема Леонідовича

Слойки Миколи Ігоровича

Київ-2011

***Тема:*** визначення періоду напіврозпаду довгоживучого бета-активного товстого препарату

***Мета роботи:*** ознайомлення з величинами, які характеризують нестабільність атомних ядер та основами методів їх вимірів; визначення періоду напіврозпаду довгоживучих радіоактивних ядер у джерелі.

**Короткі теоретичні відомості**

Незалежно від виду самовільного ядерного перетворення (альфа-, бета-розпад, випромінювання гамма-квантів і т.д.) зміна кількості радіоактивних ядер *N* описується експоненціальним законом:



Тут *N0* — початкова кількість ядер ( в момент часу *t = 0*), λ — стала радіоактивного розпаду, *t* — час, за який відбувається розпад, *T* — період напіврозпаду . Це співвідношення називають основним рівнянням радіоактивного розпаду. Стала радіоактивного розпаду λ є однією з фізичних характеристик нестабільних ядер. Також для характеристики нестабільних ядер користуються іншою величиною — середнім часом життя τ, який дорівнює оберненій сталій радіоактивного розпаду:

.

Період напіврозпаду — час, протягом якого початкова кількість ядер *N0* зменшується в 2 рази:

*N = N0* */ 2*.

Cтала радіоактивного розпаду пов’язана з періодом напіврозпаду наступним співвідношенням:

*T =*ln*2 /*λ

Активність *А* радіоактивного препарату — це величина, що вимірюється кількістю ядер, які розпадаються за одиницю часу:

*А = dN / dt*

*А =*λ *N*

З урахуванням усіх поправок активність препарату потрібно обчислювати за такою формулою:



Поправка на поглинання бета-частинок на шляху від препарату до лічильника:

,

де Δ — товщина шару половинного поглинання (мг/см2), в даній роботі Δ = 78 мг/см2. Товщина шару половинного поглинання залежить від максимальної енергії *Emax* бета-частинок.

Більшість джерел, з якими зустрічаються на практиці, має не дуже тонкий шар радіоактивної речовини. В ньому розсіюються та поглинаються частинки, які виникають в глибині препарату. Для врахування поглинання в препараті (самопоглинання) використовується емпірична формула

,

де ρ*d* — масова товщина препарату ( ρ*d = m / Sшару*), а Δ — товщина шару половинного поглинання, що й у формулі (3). Маса препарату *m* визначається з використанням ваг, а площа шару поглиначу *Sшару* [см2] — співпадає з площею поверхні контейнера, заповненого шаром препарату.

Поправка на ймовірність утворення бета-частинки при розпаді ядра 40K, враховується множником  *p = 0.89*.

Поправку на відбиття від підкладки вважаємо рівною одиниці ( *q = 1*), тому що відбиті частинки з великою ймовірністю поглинаються в препараті. Якби препарат був тонким, то ця поправка мала б значення, яке більше за одиницю.

Кількість радіоактивних ядер обчислюють за виміряною масою *m*, відомому хімічному складу, тобто молярній масі *МKCl* та розповсюдженості радіоізотопу за формулою:

,

де *NA* — стала Авогадро, *p*40 — розповсюдженість ізотопу препарату  в суміші ізотопів (*p*40*= 1.19·10-4*, тобто серед двох існуючих ізотопів калію  та  радіоактивний ізотоп зустрічається з імовірністю *p*40).

Отже, можна визначити період напіврозпаду *T* даного бета-активного препарату:

.

**Хід роботи**

1. Заповнимо контейнер 10 пластинами природної солі KCl, виміряємо їх середню товщину та проведемо вимірювання інтенсивності з препаратом та без нього (фон)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Aω | Aω(фон) |
| 1 | 167 | 29 |
| 2 | 164 | 15 |
| 3 | 196 | 20 |
| 4 | 159 | 18 |
| 5 | 163 | 13 |
| 6 | 155 |  |
| 7 | 176 |  |
| 8 | 154 |  |
| 9 | 163 |  |
| 10 | 196 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| № | L, мм |
| 1 | 2,25 |
| 2 | 3,42 |
| 3 | 3,53 |
| 4 | 2,75 |
| 5 | 3,63 |
| 6 | 3,62 |
| 7 | 2,46 |
| 8 | 2,19 |
| 9 | 3,85 |
| 10 | 2,45 |

1. Отримаємо середні значення величин:

Aω=(1,69±0,12) c-1

L=3,02 мм

Aω(фон)=0,19 c-1

Отже, з урахуванням фону, маємо

Aω=(1,5±0,12) c-1

1. Обчислимо всі необхідні поправки для знаходження активності препарату:

r0=13,5 мм; r=11,8 мм; h=7,78 мм; h/ r0=0,58; r/ r0=0,87; Отже, ω=0,19.

p=0,89; q=1;

△=78 мг/см2; m=2420 мг;

pd=m/Sшару=m/r2=2420/3,14\*(1,18)2=553,23 мг/см2;

;

Отже,   
  
Розрахуємо кількість радіоактивних ядер:

Na=6.023\*1023; m=2,420 г; p40=1,19\*10-4;

MKCl=39+35=74 г/моль;

Визначимо період напіврозпаду препарату KCl:

c=8.984\*108 років

**Висновок:** в результаті виконання лабораторної роботи було декілька разів виміряно значення інтенсивності випромінювання препарату та фонове випромінювання, знайдено середнє значення випромінювання препарату та фонового випромінювання (Aω=(1,69±0,12) c-1 та Aω(фон)=0,19 c-1 відповідно). Потім було знайдено масу (m=2420 мг) та середню товщину препарату (L=3,02 мм). Наступним кроком було обраховано необхідні значення поправок, зокрема поправку на поглинання бета-частинок, поправка на поглинання в самому препараті.В кінці лабораторної роботи було знайдено активність препарату з усіма поправками (), кількість радіоактивних ядер (), та з допомогою цих даних було знайдено період напіврозпаду бета-активного препарату (). Знайдений практичний період напіврозпаду дещо не співпадає з теоретичним значенням ((), це може бути пов’язане з тим, що в процесі вимірювання було присутнє значне фонове випромінювання.