

УПРАЖНЕНИЕ 15. ОПРЕДЕЛЯНЕ МАКСИМАЛНАТА ЕНЕРГИЯ НА БЕТА-СПЕКТЪРА ПО СЛОЯ НА ПОЛУОТСЛАБВАНЕ

Цел на упражнението е изучаване взаимодействието на β -лъчи с веществото в т. нар. *г еометрия на преминаване* и прилагането на един прост и елегантен метод за определяне на основния параметър в β -спектъра – неговата максимална енергия.

Теоретични бележки

Максималната енергия на β -спектъра е характерна за всеки β -радиоактивен нуклид, тъй като тя представлява разликата в атомните маси на матерното и дъщерното ядро. Тя може да бъде опитно определена, като се намери дебелината на слоя на полуотслабване (вж. изрази (III.26) и (III.27) от Допълнение 2).

Експерименталното определяне на слоя на полуотслабване се извършва по следния начин. Измерва се интензитетът на сноп β -лъчи в зависимост от дебелината на няколко алуминиеви погълтителя. Построява се зависимостта на отслабване на интензитета от дебелината на погълтителите в полулогаритмичен мащаб и от графиката се определя ъгловият коефициент на получената права. Този ъглов коефициент е равен на коефициента на отслабване μ . Сложът на полуотслабване се определя от израза

$$d_{1/2} = \ln 2 / \mu .$$

За определяне на максималната енергия се използват емпиричните изрази

$$d_{1/2} = 55 E_M^{1.66} \text{ за енергетичния интервал } 0,15 \leq E \leq 0,7 \text{ MeV,}$$

$$(II.40) \quad d_{1/2} = 53 E_M^{1.47} \text{ за } 0,7 \leq E \leq 2,5 \text{ MeV}$$

или графиката на фиг. II.17.

Радиоактивният източник може да съдържа два или повече β -радиоактивни нуклида, матерното ядро да претърпява два последователни β -разпадания или даже да има няколко групи β -лъчи. В тези случаи максималните енергии на отделните групи β -частици и техните относителни интензитета могат да бъдат намерени чрез анализ на кривата на отслабване. Процедурата за анализ на две последователни β -разпадания със съществено различаващи се максимални енергии на β -спектрите е следната. Построява се кривата на отслабване в полулогаритмичен мащаб β крива *ABC* на фиг. II.18. Отсечката

BC

е част от права, която представя отслабването на интензитета на най-твърдата компонента. Екстраполираме

BC

до нейното пресичане с ординатната ос и определяме ъгловия коефициент на правата *DBC*

, а оттам β слоя на полуотслабване и максималната енергия на най-твърдата компонента в β -спектъра. След това определяме относителния интензитет на тази компонента при нулева дебелина на поглътителя (точка

D) чрез антилогаритмуване. От логаритъма на пълния интензитет при същата дебелина (точка

A) определяме пълния интензитет I_0 . Нанасяме логаритъма от разликата върху ординатната ос β точка

E

. Разделяме участъка

DB

на 5-6 равни части. Намираме последователно интензитетите на твърдата компонента и пълния интензитет за съответната дебелина на поглътителя по техните логаритми и нанасяме логаритъм от разликата β , получена за стойност на абсцисата

d

i

.

Съединяваме получените точки с плавна линия. Ако се получи права, разлагането на кривата е завършено. Ако не, процедурата се повтаря до пълното разлагане на кривата. От получените прави определяме слоевете на полуотслабване и максималните енергии за отделните компоненти, а от точките на пресичането им с ординатната ос β техните относителни интензитета.

Опитна постановка

Използва се опитната постановка, показана на фиг. II.19. β -лъчите се регистрират с помощта на камбановиден брояч с тънко входно прозорче. Между брояча и радиоактивния източник се поставят последователно алуминиеви пластинки с различни дебелини и се измерва скоростта на броене. За да се намалят ефектите, свързани с разсейването на β -лъчите от поглътителя, пред прозорчето на брояча се поставя месингова диафрагма, отделяща достатъчно тесен сноп β -лъчи.

Изпълнение на упражнението

1. Между източника и брояча се поставя достатъчно дебел поглътител и се измерва фонът за 10 минути (този фон може да се дължи на съпровождащо β -лъчение).
2. Измерва се скоростта на броене без поглътители с точност 1%.
3. Между източника и брояча се поставят последователно алуминиеви пластинки с нарастваща дебелина и се измерва съответната скорост на броене със същата статистическа точност. Правят се корекции за фон.
4. Построява се кривата на отслабване в полулогаритмичен мащаб и се извършва разлагане на различни прави, ако получената графика не представя линейна зависимост.
5. Определят се коефициентите на отслабване за отделните компоненти на β -лъчението.
6. Пресмятат се съответните слоеве на полуотслабване. С помощта на фиг. II.17 се

определят максималните енергии.