

## УПРАЖНЕНИЕ 16. ОПРЕДЕЛЯНЕ ЕНЕРГИЯТА НА ГАМА-ЛЪЧИ ПО СЛОЯ НА ПОЛУОТСЛАБВАНЕ

Цел на упражнението е изучаване взаимодействието на  $\gamma$ -лъчи с веществото в т. нар. *геометрия на преминаване* и прилагането на един стар и прост метод за определяне енергията на  $\gamma$ -източник.

Теоретични бележки

Интензитетът на тесен, успореден, моноенергетичен сноп  $\gamma$ -лъчи отслабва при преминаване на  $\gamma$ -лъчите през слой вещество с дебелина  $d$  по експоненциален закон (вж. Допълнение 2):

$$(II.41) \quad I(d) = I_0 e^{-\mu d}.$$

Тук  $I_0$  е началният интензитет, а  $\mu$  пълният коефициент на отслабване, който отчита всички взаимодействия на  $\gamma$ -лъчите при преминаване през веществото. Пълният коефициент на отслабване се дава с

$$(II.42) \quad \mu = \mu_{\text{фот}} + \mu_{\text{Комп}} + \mu_{\text{дв}} + \mu_{\text{е-п}}$$

където  $\mu_i = n \sigma_i$ ,  $n$  е броят атоми в единица обем от веществото, а  $\sigma_i$  парциалното ефективно сечение за съответния процес на взаимодействие.

Основните процеси, водещи до отслабване в интензитета на падащия сноп  $\gamma$ -лъчи, са фотоефект, ефект на Комптън и възникване на двойка електрон-позитрон. Приносът на всеки от тези три процеса съществено зависи от енергията на  $\gamma$ -лъчите и от атомния номер на веществото.

Експерименталното определяне на слоя на полуотслабване се свежда до следното. Измерва се интензитетът на сноп  $\gamma$ -лъчи в зависимост от дебелината на няколко поглътителя от един и същ материал. Построява се зависимостта на отслабването на интензитета от дебелината на поглътителите в полулогаритмичен мащаб. Получената графика представлява права с ъглов коефициент, равен на коефициента на отслабване за съответното вещество (линеен, ако дебелината е дадена в метри, или масов, ако се работи с масова дебелина). Слойт на полуотслабване се получава от израза

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

### Опитна постановка

Опитната постановка е дадена схематично на фиг. II.20. Използва се сцинтилационен детектор с кристал NaI(Tl) и фотоелектронен умножител. Измерванията се провеждат в условия на *добра геометрия* (положение I), което означава отделяне на тесен сноп  $\gamma$ -лъчи с помощта на оловен колиimator и се ограничава попадането в детектора на  $\gamma$ -лъчи, разсеяни от поглътителите и защитата. При дебелина на поглътителите, превишаваща дължината на средния свободен пробег на  $\gamma$ -лъчите  $\lambda = 1/\mu$  в съответното вещество, значителна роля играе многократното разсейване.

### Изпълнение на упражнението

1. Измерва се пълният спектър на моноенергетичния източник на  $\gamma$ -лъчи  $^{137}\text{Cs}$ . Чрез подходящ избор на праг и прозорец на едноканалния амплитуден анализатор (ЕАА) регистрирането на импулси се ограничава само в областта на фотопика. Всички следващи измервания на преминалите през поглътителите  $\gamma$ -лъчи се извършват за така избрания енергетичен интервал (режим на диференциално броене с широк прозорец, покриващ пика на пълното поглъщане).
2. Измерва се фонът със статистическа точност 3 %.
3. Поставя се радиоактивният източник и се измерва скоростта на броене без поглътители с точност  $1 \pm 3$  %.

4. Между източника и детектора се поставят последователно тънки оловни пластинки и се измерва скоростта на броене със същата точност. Прави се корекция за фон.

5. Същата процедура се повтаря за медни пластинки.

6. Построяват се кривите на отслабване за олово и мед в полулогаритмичен мащаб и се определят коефициентите на отслабване за двата метала.

7. Пресмята се дебелината на слоя на полуотслабване за оловен и меден поглътител. С помощта на номограмата от фиг. II.21 се определя енергията на  $\gamma$ -лъчите.

8. Определят се ефективните сечения за олово и мед.