

Работа 5.1.2

Исследование эффекта Комптона

Работу выполнил Матренин Василий Б01-008

Цель работы: С помощью сцинтилляционного спектрометра исследовать энергетический спектр γ -квантов

1 Теория

При рассеянии γ -кванта на электроне выполняется соотношение Комптона:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \Theta) \quad (1)$$

Где λ_0 и λ_1 - длины волны γ -кванта до и после рассеяния соответственно; Θ - угол рассеяния γ -кванта.

Формулу (1) можно переписать в более удобном виде:

$$\frac{1}{\epsilon(\Theta)} - \frac{1}{\epsilon_0} = 1 - \cos \Theta \quad (2)$$

Где ϵ_0 - начальная энергия γ -кванта в единицах mc^2 ; $\epsilon(\Theta)$ - энергия рассеянного γ -кванта в единицах mc^2 .

Следует отметить, что формулы (1) и (2) применимы только для свободных электронов, что справедливо для легких атомов, для которых энергия связи мала в сравнении с энергией γ -кванта.

Формулу (2) можно переписать используя соотношение $\epsilon(\Theta) = AN(\Theta)$:

$$\frac{1}{N(\Theta)} - \frac{1}{N(0)} = A(1 - \cos \Theta) \quad (3)$$

Тогда можно определить энергию покоя электрона:

$$mc^2 = E_\gamma \frac{N(90)}{N(0) - N(90)} \quad (4)$$

Где E_γ - энергия испускаемых источником γ -квантов.

$E_\gamma = 662$ кэВ

2 Схема установки

Схема установки представлена на рисунке 1.

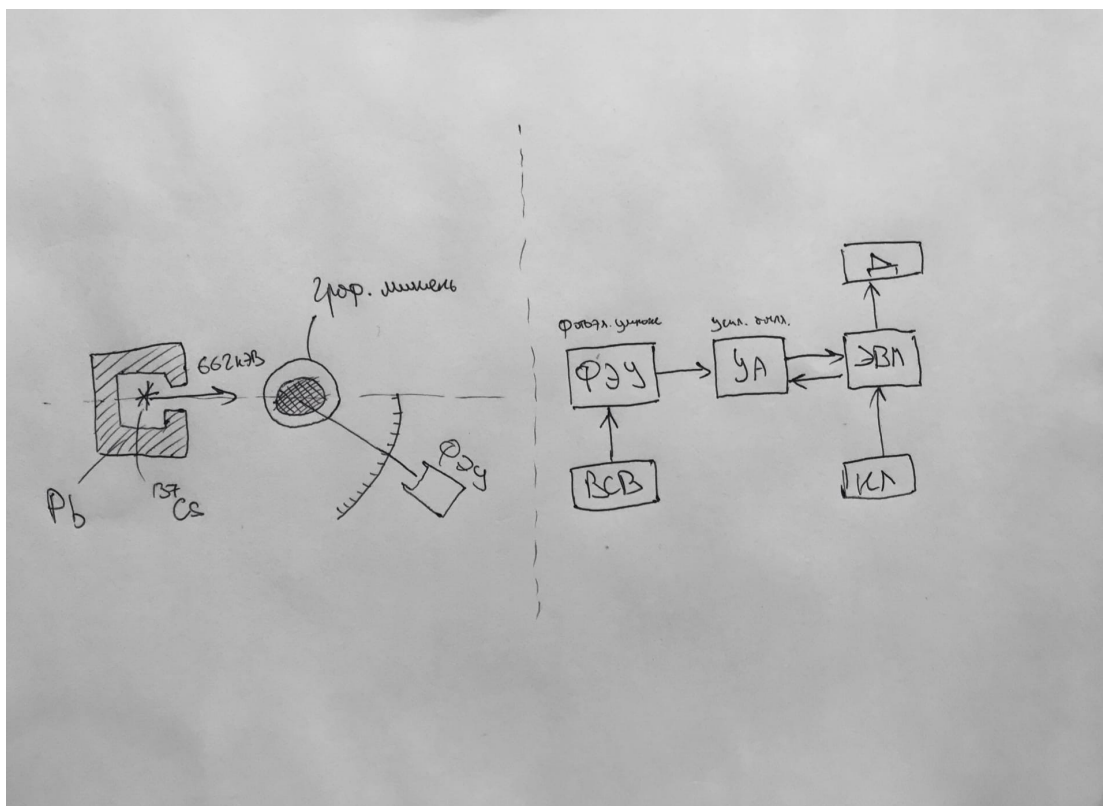


Рис 1. Схема установки

3 Ход работы

Подготовили установку к работе. Для углов больше 60° необходимо будет дополнительно учесть фоновые шумы. Они могут быть сняты отдельно при заблокированном излучении образца.

Сняли зависимость номера канала от угла наблюдения. Так же учли фоновые шумы. График $1/N [1 - \cos(\Theta)]$ представлен на рисунке 2.

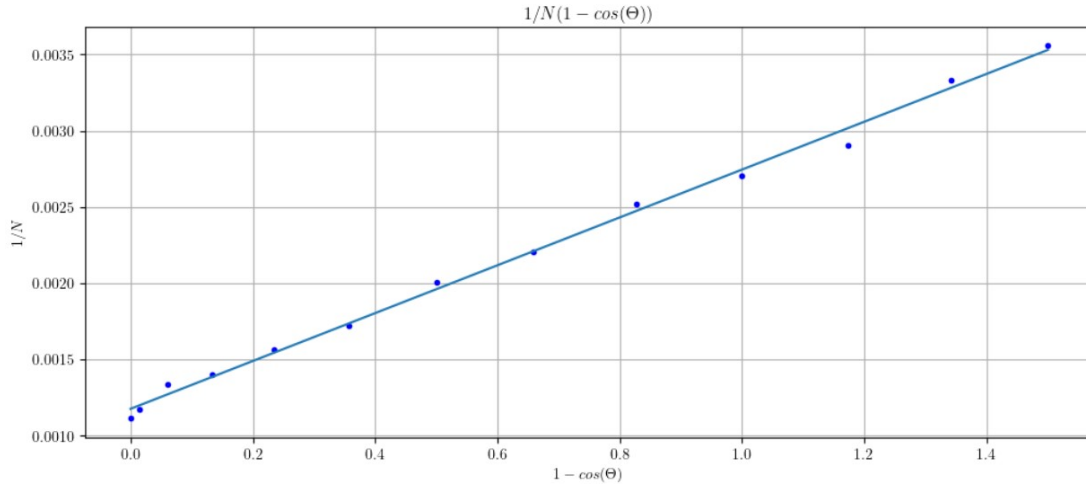


Рис 2. $1/N [1 - \cos(\Theta)]$

Из аппроксимации получил наилучшие значения каналов для $\Theta = 0^\circ$ и $\Theta = 90^\circ$:

$$N_{\text{наил}}(0) = \frac{1}{\frac{1}{N}(0)} = 851 \pm 21$$

$$N_{\text{наил}}(90) = \frac{1}{\frac{1}{N}(90)} = 364 \pm 9$$

Погрешности оценил исходя из следующих соотношений:

$$\sigma N = \sqrt{\sigma_{N_{\text{quad}}}^2 + N^2 \cdot \epsilon_{N_{\text{mes}}}^2} ; \sigma N_{\text{mes}} = 10$$

По формуле (4) рассчитал энергию покоя электрона:

$$m_e c^2 = (495 \pm 30) \text{ кэВ}$$

4 Вывод

В ходе данной работы был проверен закон Комптона и было рассчитано значение энергии покоя электрона. Теоретические данные совпадают с экспериментальными. Точность измерений можно существенно увеличить путем увеличения разрешения анализатора и уменьшения фоновых шумов.