

## 4.1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ $\alpha$ -ЧАСТИЦ ПО ВЕЛИЧИНЕ ИХ ПРОБЕГА В ВОЗДУХЕ

Северилов Павел 674

## 1 Теоретическое введение

Энергию альфа-частиц удобно определять по величине их пробега в веществе. Рассмотрим подробно взаимодействие заряженных частиц с веществом. Альфа-частицы при прохождении вещества чаще всего теряют энергию в результате неупругих столкновений с атомами. Этот процесс можно рассматривать как процесс непрерывного столкновения. Рассеиваемая энергия не превышает  $4mE/M$ . Атомные электроны можно считать свободными в силу того, что энергия налетающей частицы значительно превышает энергию связи электронов в атомах:

$$E_e = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2m} \left( \frac{Ze^2}{y^2} \cdot \frac{2y}{v} \right) = \frac{2e^4 Z^2}{mv^2 y^2} \quad (1)$$

Если плотность электронов в среде  $n = nZ$ , то потеря энергии заряженной частицей на единице пути в результате взаимодействия с электронами в слое  $2\pi y dy$  будет выражаться как:

$$dE(y) = \frac{4\pi n Z z^2 e^4}{mv^2} \frac{dy}{y} \quad (2)$$

Преобразуя выражение и вводя обозначение  $\bar{I}$ :

$$\ln \frac{E_{max}}{E_{min}} = \ln \frac{2mv^2}{\bar{I}} \quad (3)$$

$$\left( \frac{dE}{dx} \right) \simeq 2\pi \frac{e^4 z^2}{mv^2} nZ \ln \frac{2mv^2}{\bar{I}} \quad (4)$$

Величину  $\frac{dE}{dx}$  называют тормозную способность вещества. Зависимость тормозной способности от пути называется кривой Брэгга. Две такие кривые для движения  $^{210}\text{Po}$  и  $^{214}\text{Po}$  показаны на рисунке. Характерный подъем называется пиком Брэгга.

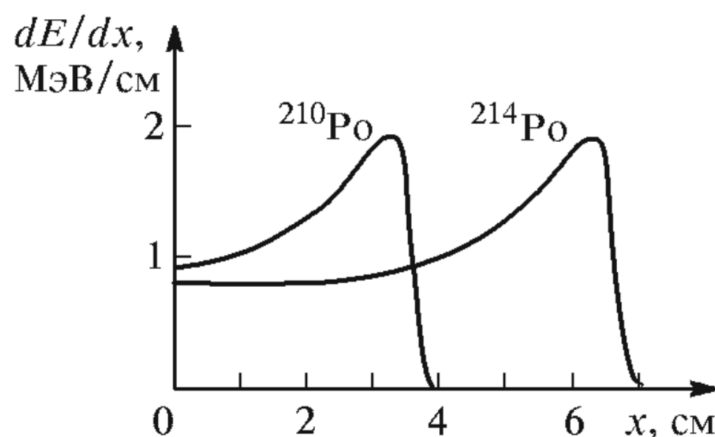


Рис. 1: Кривая Брэгга

## 2 Экспериментальная часть

В этой работе мы исследуем длину пробега альфа-частиц тремя способами:

1. С помощью счетчика Гейгера
2. С помощью сцинтилляционного счетчика
3. С помощью ионизационной камеры

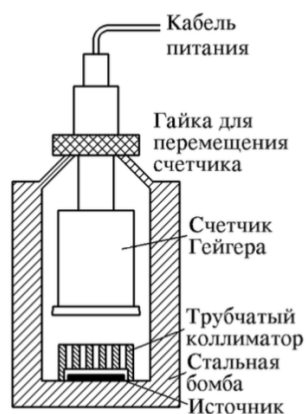


Рис. 3. Установка для измерения пробега  $\alpha$ -частиц с помощью торцевого счетчика Гейгера

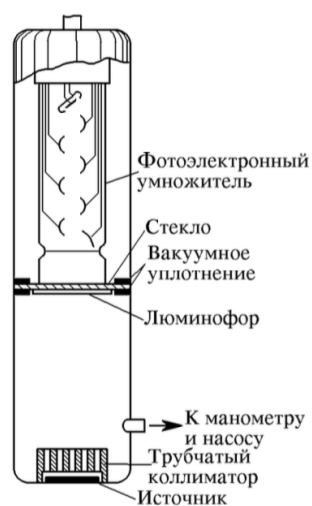


Рис. 4. Установка для измерения пробега  $\alpha$ -частиц с помощью сцинтилляционного счетчика

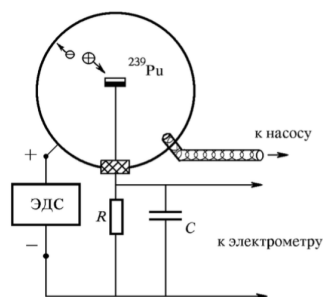


Рис. 5. Схема устройства ионизационной камеры

### 3 Экспериментальные данные

С помощью счётчика Гейгера исследуем скорость счёта альфа-частиц в зависимости от расстояния до счётчика. Построим график и определим среднюю и экстраполированную длину пробега.

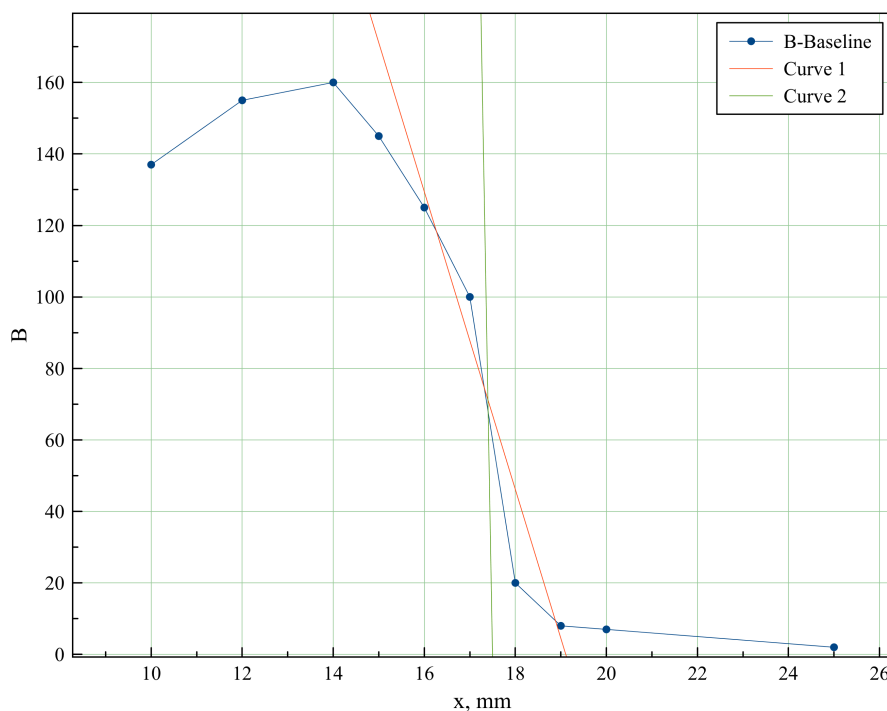


Рис. 2: Зависимость количества счётов от расстояния

Отсюда получим экстраполированную длину  $\alpha$ -частиц:  $R = 19 \text{ mm}$ . Средняя длина пробега равна  $R = 17,5 \text{ mm}$ . Рассчитаем энергию:  $E = 3.33 \text{ MeV}$  (из формулы  $R = 0.32E^{3/2}$ )

Повторим исследование с помощью ионизационной камеры. Построим график зависимости тока от давления в камере:

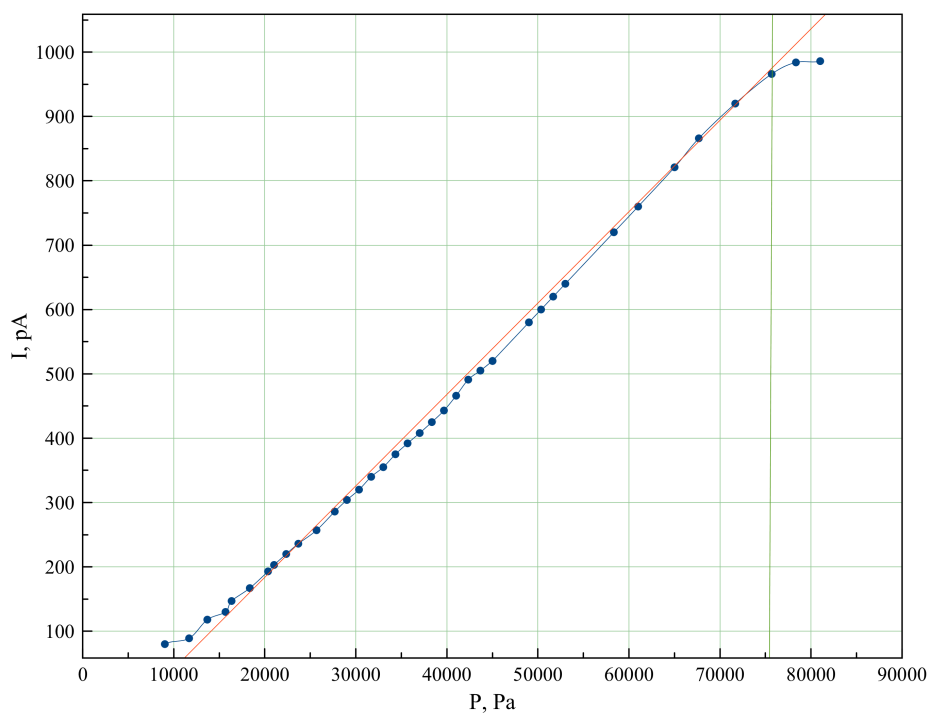


Рис. 3: Зависимость тока от давления

Экстраполированная длина пробега  $R = 38.8mm$ . Отсюда энергия частиц равна  $E = 5.28MeV$

Исследуем длину пробега с помощью сцинтилляционного детектора:

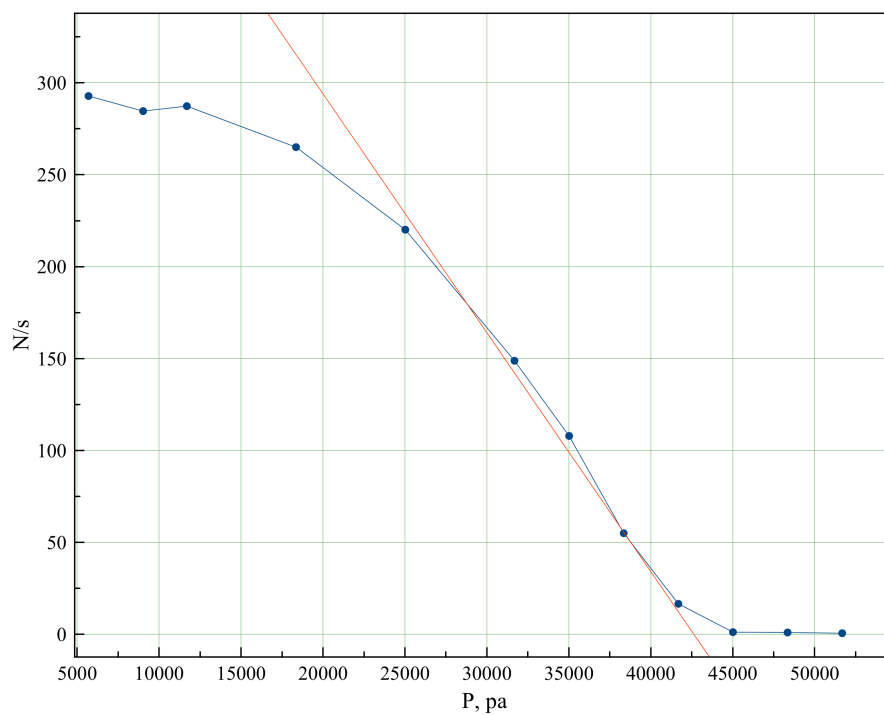


Рис. 4: Сцинтилляционный счетчик

Экстраполированная длина пробега  $R = 38.2mm$ . Энергия частиц равна  $E = 5.22MeV$

## 4 Вывод

Измерили пробег альфа-частиц в воздухе с помощью счетчика Гейгера, сцинтиляционного счетчика и ионизационной камеры. По этим данным определили энергию альфа-частиц. Энергия  $\alpha$ -частиц при распаде  $^{239}\text{Pu}$  можно считать приблизительно равной 5.15 МэВ. Наиболее точным методом оказалась ионизационная камера, наименее точным — счётчик Гейгера.