

Исследование резонансного поглощения γ квантов

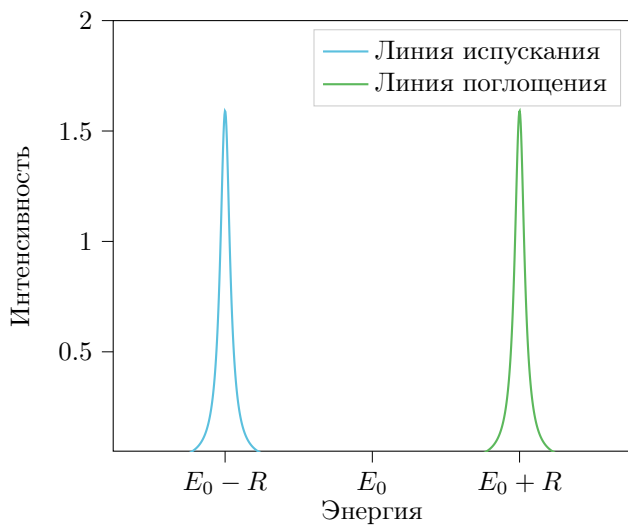
Шмаков Владимир Евгеньевич - ФФКЭ гр. Б04-105

3 марта 2024 г.

Цель работы

Теоретические сведения

Смещение линий вследствие эффекта Мессбауэра



В работе рассматривается процесс резонансного поглощения γ квантов. Кванты, испущенные возбуждённым ядром налетают на поглотитель, содержащий те же ядра в невозбуждённом состоянии. Вследствие отдачи (эффекта Мессбауэра), ядро, испускающее γ квант, приобретает импульс равный по абсолютной величине импульсу γ кванта. Вследствие этого эффекта линии поглощения и испускания смещаются на величину R - энергию отдачи:

$$R = \frac{p^2}{M_{\text{я}}} = \frac{E_{\gamma}^2}{2M_{\text{я}}c^2} \quad (1)$$

Методика

Оборудование

Экспериментальная установка

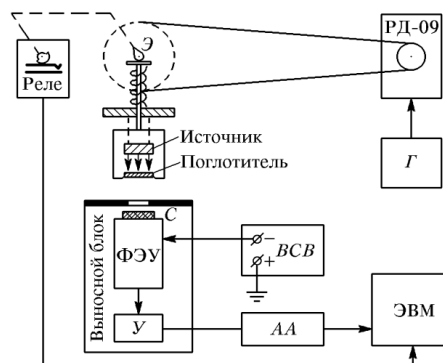


Рис. 1: Схема экспериментальной установки.

Схема экспериментальной установки изображена на рисунке 1. Для детектирования γ - квантов используется ФЭУ. Пересчетное устройство позволяет устанавливать верхний и нижний пороги срабатывания. Таким образом, налетающие γ - кванты могут быть отсортированы по энергии (проанализирован спектр источника).

Поглотитель γ - излучения приводится в движение посредством механизма преобразования вращательного движения в поступательное. «Источником» вращательного движения является электронный двигатель РД-09.

Обработка экспериментальных данных

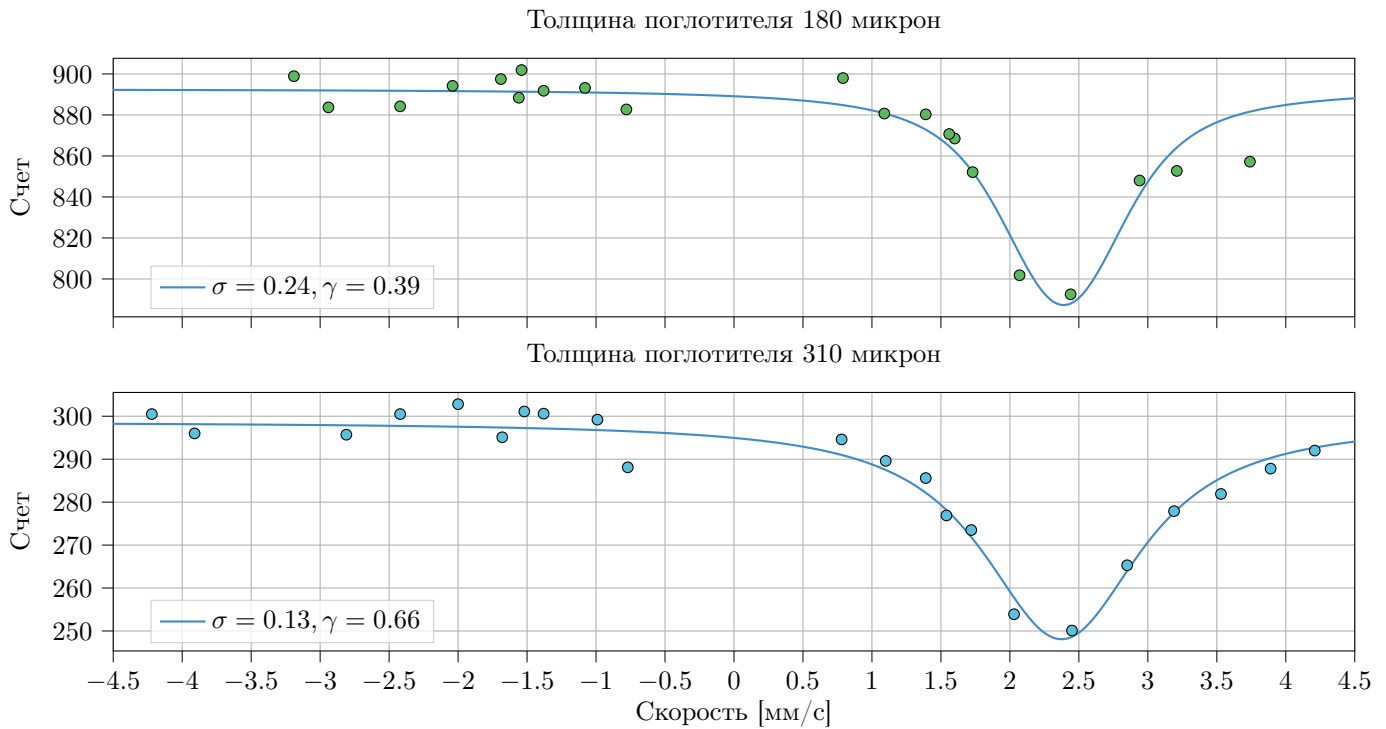


Рис. 2: Экспериментальные точки, приближенные контуром Воигта(смотрите формулу 2)

Для предварительных выводов приблизим данные контуром Воигта, часто используемом в спектроскопии.

$$f(x) = O - A \cdot V(x + B, \sigma, \gamma),$$

$$\text{где } V(x, \sigma, \gamma) = \int_{-\infty}^{\infty} G(x', \sigma) L(x - x', \gamma) dx' \quad (2)$$

Функция $V(x, \sigma, \gamma)$ - свёртка плотностей «центрированных» нормального распределения и распределения Коши. Параметр σ - дисперсия нормального распределения, γ - коэффициент масштаба распределения Коши.

Другими словами, величины σ и γ показывают степень родства искомого профиля с естественным и Лоренцевским профилем. Как видно на рисунке 2, параметр γ всегда больше параметра σ . ДОБАВИТЬ ВЫВОД ИЗ ЭТОГО

Найдём параметры контура точнее:

1. Переведём результаты измерений в диапазон (0, 1)

Вычтем из каждого экспериментального значения I_i максимально достигнутое значение счета $\max_i I_i$.

Отнормируем выборку I_i

2. Рассмотрим полученные данные с точки зрения таблично заданной плотности вероятности. Пользуясь генератором случайных чисел построим выборку с заданной плотностью. Пользуясь статистическими методами оценим характерные параметры полученной выборки.
3. Методом максимального правдоподобия найдем параметры исходного распределения. Оценим качество приближения пользуясь критерием χ^2 .

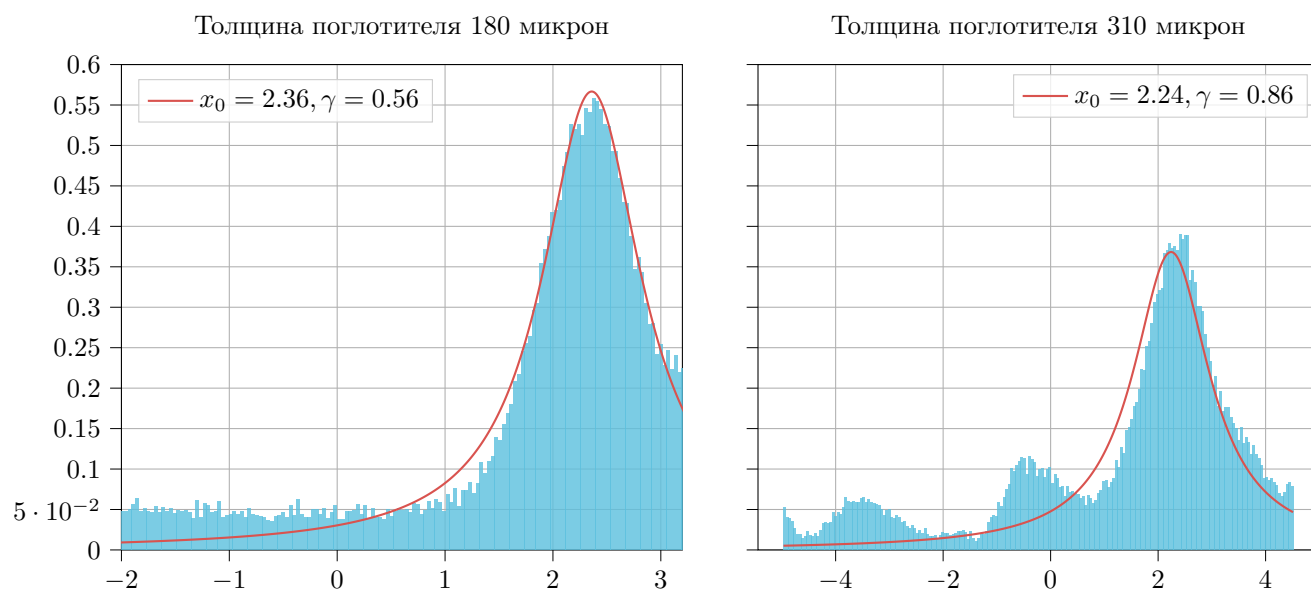


Рис. 3: Нахождение параметров распределений методом максимального правдоподобия

Вывод