

# **Отчет о выполнении лабораторной работы 1.3**

## **"Эффект Рамзауэра"**

Калашников Михаил, Б03-202

**Цель работы:** Исследование энергетической зависимости вероятности рассеяния электронов атомами ксенона, определение энергии электронов, при которых наблюдается "просветление" ксенона, и оценивание размера его внешней электронной оболочки.

## 1. Теоретические сведения

Эффективным сечением реакции называется величина, характеризующая вероятность перехода системы двух сталкивающихся частиц в результате их рассеяния в определенное конечное состояние. Сечение  $\sigma$  равно отношению числа  $N$  таких переходов в единицу времени к плотности  $nv$  потока рассеиваемых частиц.

$$\sigma = \frac{N}{nv}$$

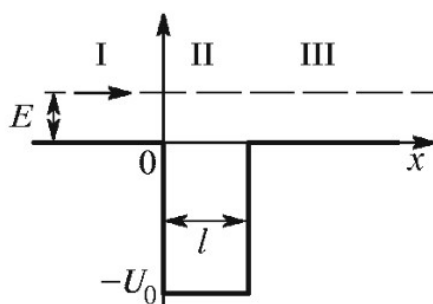
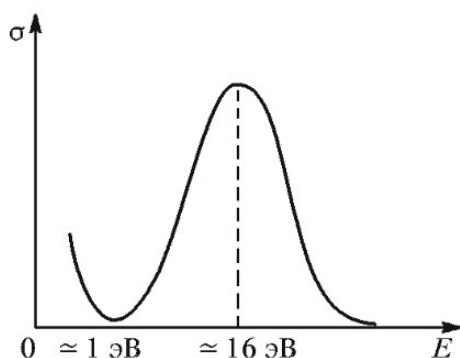


Рис. 2: Схематическое изображение прямоугольной

Рис. 1: Качественная картина результатов измерения потенциальной ямы, над которой пролетает частица с энергией  $E$

Объяснение эффекта, приведенного на рисунке выше, требует учета волновой природы электронов. Рассмотрим электрон, проходящий через плоскую прямоугольную потенциальную яму шириной  $l$  и глубиной  $U_0$ . Уравнение Шредингера в данном случае примет вид:

$$[H]\psi + k^2\psi = 0, \quad \text{где } k^2 = \begin{cases} k_1^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} & \text{в областях I и III;} \\ k_2^2 = \frac{2m(E+U_0)}{\hbar^2} & \text{в области II.} \end{cases} \quad (1)$$

Коэффициент прохождения  $D$  при этом равен отношению квадратов амплитуд прошедшей и падающей волн:

$$D^{-1} = 1 + \frac{U_0^2}{4E(E+U_0)} \sin^2 k_2 l.$$

Коэффициент прохождения максимален при условии:

$$k_2 l = \sqrt{\frac{2m(E+U_0)}{\hbar^2}} l = n\pi, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Рассмотрим интерференцию электронных волн де Бройля в атоме. Прошедшая волна усилится дважды отраженной при условии  $\Delta = 2l = \lambda'$ . С другой стороны, прошедшая волна ослабится если  $\Delta = 2l = (3/2)\lambda'$ . Получим два уравнения:

$$2l = \frac{h}{\sqrt{2m(E_1 + U_0)}}, \quad 2l = \frac{3}{2} \frac{h}{\sqrt{2m(E_2 + U_0)}}.$$

Решая эти два уравнения можно найти эффективный размер атома  $l$  и эффективную глубину потенциальной ямы атома:

$$l = \frac{h\sqrt{5}}{\sqrt{32m(E_2 - E_1)}}, \quad U_0 = \frac{4}{5}E_2 - \frac{9}{5}E_1.$$

## 2. Экспериментальная установка

Для изучения эффекта Рамзауэра используется тиратон ТГЗ-01/1.3Б, заполненный инертным газом.

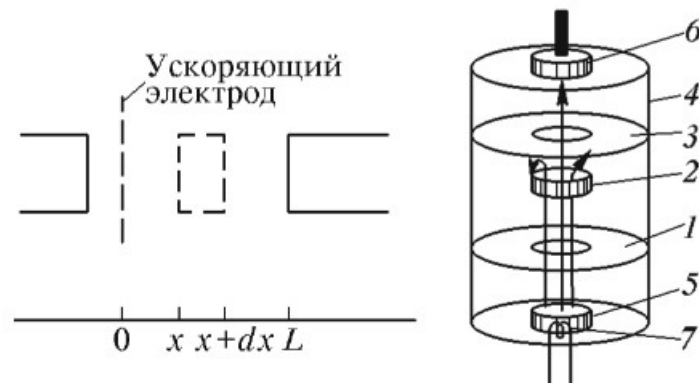


Рис. 3: Схематическое изображение тиратона (слева) и его конструкция (справа): 1, 2, 3 – сетки; 4 – внешний металлический цилиндр; 5 – катод; 6 – анод; 7 – накаливаемая спираль

Электроны, эмитируемые катодом тиратона, ускоряются напряжением  $V$ , приложенным между катодом и ближайшей к нему сеткой. Затем электроны рассеиваются на атомах ксенона.

## 3. Проведение эксперимента

## 4. Обработка результатов

## 5. Выводы