

# эффект Рамзауэра (5.1.3)

Манро Эйден Б01-3036

**Цель работы:** получить ВАХ эффекта на экране осциллографа; измерить расстояние между характерными точками в вольтах; снять ВАХ в статическом режиме; по результатам измерений рассчитать размер электронной оболочки атома, оценить глубину потенциальной ямы и потенциал ионизации атома, заполняющего лампу.

## Теоретическая часть

### Основная идея

Эффект Рамзауэра наблюдается при упругом рассеянии электронов с энергией до  $\sim 10$  эВ на атомах аргона. Атом ведёт себя как преломляющая среда для электронной волны с показателем преломления:

$$n = \sqrt{1 - \frac{U}{E}}, \quad (1)$$

где  $U$  — потенциальная энергия внутри атома,  $E$  — полная энергия электрона.

### Модель прямоугольной ямы

Атом моделируется как одномерная прямоугольная потенциальная яма шириной  $l$  и глубиной  $U_0$ . Решение уравнения Шрёдингера даёт коэффициент прохождения электрона:

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

где

$$k_2 = \sqrt{\frac{2m(E + U_0)}{\hbar^2}}. \quad (3)$$

Минимум рассеяния (просветление) достигается при условии:

$$k_2 l = \pi n, \quad n \in \mathbb{N}. \quad (4)$$

### Интерференция волн де Бройля

Энергии электронов при первом интерференционном максимуме и минимуме удовлетворяют:

$$2l = \frac{h}{\sqrt{2m(E_1 + U_0)}}, \quad 2l = \frac{3h}{2\sqrt{2m(E_2 + U_0)}}. \quad (5)$$

Эффективная ширина атома и глубина потенциальной ямы:

$$l = \frac{h\sqrt{5}}{\sqrt{32m(E_2 - E_1)}}, \quad U_0 = \frac{4}{5}E_2 - \frac{9}{5}E_1. \quad (6)$$

## Вероятность рассеяния

$$w(U) = -\frac{1}{C} \ln \frac{I(U)}{I_0}, \quad (7)$$

где  $I_0$  — ток катода,  $C$  — постоянная.

## Экспериментальная установка

В нашей для изучения эффекта Рамзауэра используется тиратрон ТГЗ-01/1.3Б, заполненный инертным газом. Схематическое изображение тиратрона и его конструкция приведены на рис. 1а.

Схема установки для изучения эффекта Рамзауэра приведена на рис. 1б. На лампу Л подаётся синусоидальное напряжение частоты 50 Гц от источника питания ИП, С — стабилизированный блок накала катода; исследуемый сигнал подаётся на электронный осциллограф (ЭО); цифрами обозначены номера ножек лампы.

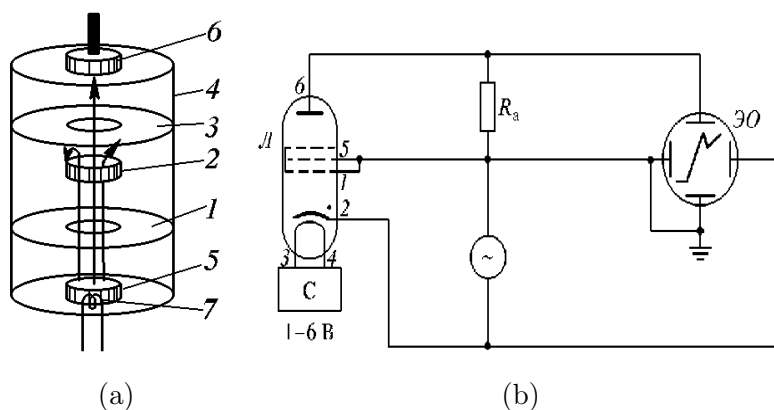


Рис. 1: Экспериментальная установка.

Схема экспериментальной установки, изображённая на рис. 1б в нашей работе конструктивно осуществлена следующим образом. Лампа-тиратрон ТГЗ-01/1.3Б, заполненная инертным газом, расположена непосредственно на корпусе блока источника питания (БИП). Напряжение к электродам лампы подаётся от источников питания, находящихся в корпусе прибора. Регулировка напряжения и выбор режима работы установки производится при помощи ручек управления, выведенных на лицевую панель БИП.

## Обработка данных

Таблица 1: Некоторые измеряемые величины и их погрешность.

|             | $V$ , В | $E_1$ , эВ | $E_2$ , эВ | $E_{\text{ион.}}$ , эВ | $U$ , В | $I$ , мА |
|-------------|---------|------------|------------|------------------------|---------|----------|
| Величина    |         |            |            |                        |         |          |
| Погрешность |         |            |            |                        |         |          |

Таблица 2: Результаты измерений в динамическом режиме.

| $V$ , В | $E_1$ , эВ | $E_2$ , эВ | $E_{\text{пробоя}}$ , эВ |
|---------|------------|------------|--------------------------|
|         |            |            |                          |

Таблица 3: Результаты измерений в статическом режиме.

| $U_{\text{накала}}$ |          |         |          |         |          |
|---------------------|----------|---------|----------|---------|----------|
|                     |          |         |          |         |          |
| $U$ , В             | $I$ , мА | $U$ , В | $I$ , мА | $U$ , В | $I$ , мА |
|                     |          |         |          |         |          |