

Бичина Марина, Карташов Константин Б04-005,
Лабораторная работа №. 5.1.1 «Экспериментальная
проверка уравнения Эйнштейна для фотоэффекта и
определение постоянной Планка»

Цель работы:

1. Исследовать зависимость фототока от
 - (а) величины задерживающего потенциала
 - (б) частоты падающего излучения
2. вычислить постоянную Планка

Теоретическая справка:

Фотоэффект – явление испускания электронов фотокатодом, облучаемым светом. Это явление хорошо объясняется фотонной теорией света: взаимодействие монохроматического света с веществом можно описывать как взаимодействие с веществом частиц, называемых фотонами, которые обладают энергией $\hbar\omega$ и импульсом $\hbar\omega/c$. При столкновении фотона с электроном фотокатода энергия фотона полностью передается электрону, и фотон прекращает свое существование. Энергетический баланс этого взаимодействия для вылетающих электронов описывается уравнением

$$\hbar\omega = E_{max} + W \quad (1)$$

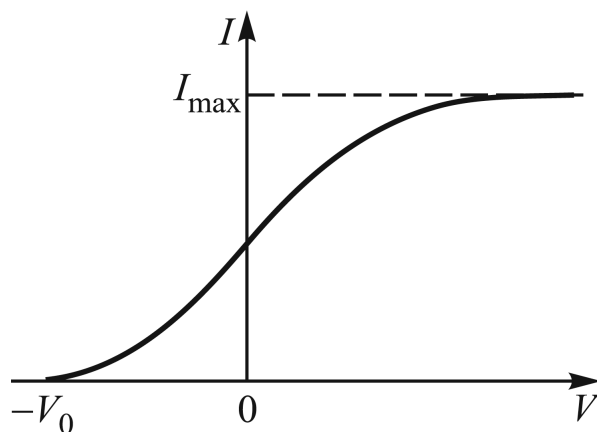


Рис. 1: Зависимость фототока от напряжения на аноде фотоэлемента

Где E_{max} – максимальная кинетическая энергия электрона после выхода из фотокатода

W — работа выхода электрона из катода (реально энергетический спектр вылетевших из фотокатода электронов непрерывен — он простирается от нуля до E_{max})

Для измерения энергии вылетевших фотоэлектронов вблизи фотокатода обычно располагается анод, на который подается задерживающий ($V < 0$) или ускоряющий

($V > 0$) потенциал. При достаточно больших ускоряющих напряжениях фототок достигает насыщения (рис. 1): все испущенные электроны попадают на анод.

При задерживающих потенциалах на анод попадают лишь электроны, обладающие достаточно большой кинетической энергией, в то время как медленно движущиеся электроны заворачиваются полем и возвращаются на катод. При некотором значении $V = -V_0$ (потенциал запираения) даже наиболее быстрые фотоэлектроны не могут достичь анода. Следовательно, максимальная кинетическая энергия E_{max} электронов связана с запирающим потенциалом V_0 соотношением $E_{max} = eV_0$. Тогда (1) примет вид, называемый **уравнением Эйнштейна**:

$$eV_0 = \hbar\omega - W \quad (2)$$

Чтобы определить величину запирающего напряжения, надо правильно экстраполировать получаемую токовую зависимость к нулю, т. е. определить, какова функциональная зависимость $I(V)$. Расчет для плоского катода, освещаемого светом, и параллельному ему аноду приводит к зависимости

$$\sqrt{I} \propto V_0 - V \quad (3)$$

т. е. корень квадратный из фототока линейно зависит от запирающего напряжения

В работе изучается зависимость фототока из фотоэлемента от величины задерживающего потенциала V для различных частот света ω , лежащих в видимой области спектра. С целью экспериментальной проверки уравнения Эйнштейна определяются потенциалы запираения V_0 при разных частотах света и строится зависимость $V_0(\omega)$, которая, как это следует из (2), должна иметь вид

$$V_0(\omega) = \frac{\hbar\omega - W}{e} \quad (4)$$

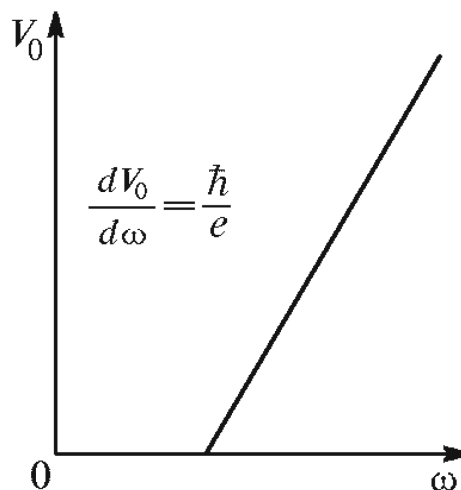


Рис. 2: Зависимость запирающего потенциала от частоты света

Потенциал запираения V_0 для любого катода линейно зависит от частоты света ω . По наклону прямой на графике $V_0(\omega)$ (рис. 2) можно определить постоянную Планка:

$$\frac{dV_0}{d\omega} = \frac{\hbar}{e} \quad (5)$$

Как показывает формула (5), угол наклона прямой $V_0(\omega)$ не зависит от рода вещества, из которого изготовлен фотокатод.

Описание установки: Принципиальная схема установки представлена на рисунке 3. Установка состоит из:

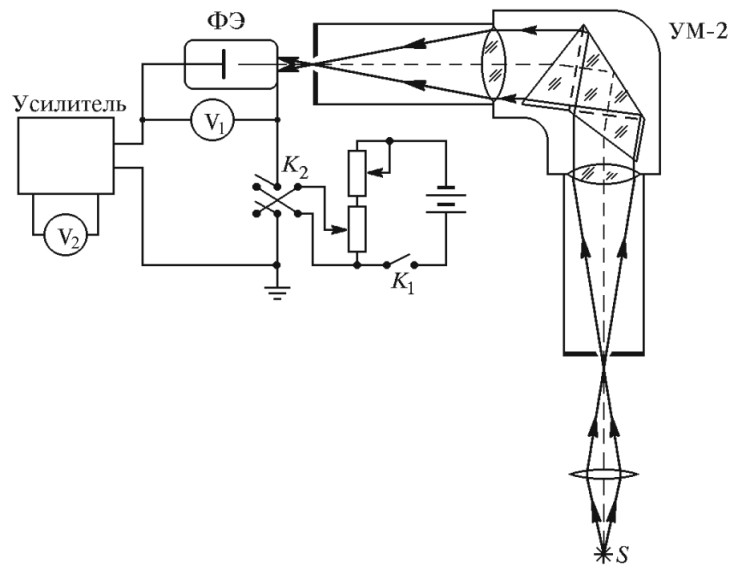


Рис. 3: Принципиальная схема установки

1. Источника света S (лампа накаливания), свет от которого фокусируется входную на щель с помощью конденсора
2. Призматического монохроматора УМ-2, выделяющего узкий спектральный интервал
3. Фотозлемента ФЭ (конструктивно представляет собой откачанный до высокого вакуума стеклянный баллон диаметром 25 мм и высотой 30 мм, внутри которого расположены фотокатод и анод)
4. Усилителя постоянного тока

Ход работы:

1. Произведем градуировку монохроматора

Выводы:

- 1.