

Лабораторная работа № 92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА И РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА

Выполнил студент _____ Группа _____

Отметка о защите _____

Цель работы – проверить уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, определить постоянную Планка и работу выхода электрона из металла.

Приборы и принадлежности: фотоэлемент вакуумный, источник света, два светофильтра, зеркальный гальванометр, вольтметр, потенциометр.

Общие положения

Внешним фотоэлектрическим эффектом (фотоэффектом) называется испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения (света). Электроны, вылетающие из вещества, называются фотоэлектронами, а электрический ток, образуемый ими при движении во внешнем электрическом поле, называется фототоком.

Явление фотоэффекта можно объяснить, если предположить, что свет испускается и поглощается веществом порциями (квантами).

Энергия кванта $\varepsilon = h\nu$ поглощается электроном полностью. Часть этой энергии, равная работе выхода $A_{\text{вых}}$, затрачивается на то, чтобы электрон мог покинуть вещество. Остаток энергии образует кинетическую энергию вылетевшего электрона. В этом случае должно выполняться соотношение

$$h\nu = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} + A_{\text{вых}}, \quad (1)$$

Соотношение (1) называется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта.

Чтобы фототок прекратился, нужно приложить задерживающее напряжение. Работа электрического поля по задержанию электронов будет равна кинетической энергии вылетевших электронов:

$$eU = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – модуль заряда электрона. Сделав замену в (1) и (2), получим:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU. \quad (3)$$

Если освещать катод поочередно светом с частотами ν_1 и ν_2 , и измерять значения задерживающих напряжений U_1 и U_2 , то согласно уравнению (3) можно записать:

$$h\nu_1 = A_{\text{вых}} + eU_1;$$

$$h\nu_2 = A_{\text{вых}} + eU_2.$$

Решая систему уравнений, получим:

$$h = \frac{e(U_1 - U_2)}{\nu_1 - \nu_2}. \quad (4)$$

Работу выхода электрона принято измерять не в джоулях, а в электрон-вольтах. ($1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж). Выразив из записанной системы уравнений работу выхода и разделив её на заряд электрона, получим формулу для расчёта работы выхода в электрон-вольтах:

$$A_{\text{ВЫХ}} = \frac{(v_2 U_1 - v_1 U_2)}{v_1 - v_2}, \quad [A_{\text{ВЫХ}}] = \text{эВ} \quad (5)$$

где частота света

$$v = \frac{c}{\lambda}. \quad (6)$$

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме, λ – длина волны соответствующего светофильтра.

Описание экспериментальной установки

Схема установки приведена на рисунке 1. Источником света является лампочка Н. Свет, проходя через светофильтр S, освещает катод К фотоэлемента ФЭ. В работе используется вакуумный сурьмяно-цезиевый фотоэлемент СЦВ-3. Он выполнен в виде стеклянного баллона, воздух из которого откачан до давления $10^{-6} \div 10^{-7}$ мм рт. ст. (рис. 1). На одну половину внутренней поверхности баллона на подкладочный слой магния или серебра нанесен тонкий слой сурьмы, а затем слой цезия. Образующееся при этом соединение Cs_3Sb служит катодом. Красная граница фотоэффекта для данного материала, в силу малости работы выхода, находится в видимой части спектра. В центральной части баллона расположен металлический анод А.

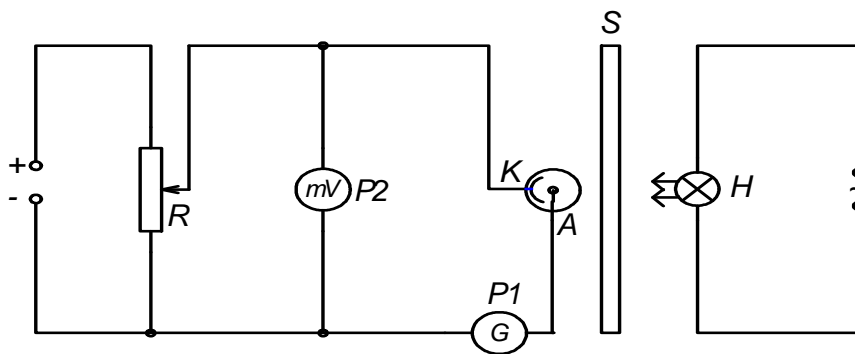


Рисунок 1

Под действием постоянного напряжения, приложенного к фотоэлементу, электроны, вылетевшие из катода, достигают анода и создают в замкнутой цепи ток, величину которого измеряют гальванометром G . Движением электронов можно управлять с помощью внешнего электрического поля, которое можно подобрать таким, чтобы ток через гальванометр был равен нулю.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой рассчитывается частота света. Поясните смысл обозначений.
4. Запишите формулы, по которым Вы будете рассчитывать постоянную Планка и работу выхода электрона. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Включить микроамперметр и подготовить его к работе.
2. Определить цену деления вольтметра.

3. Вставить в держатель один из светофильтров и записать указанную для него длину волны.
4. Подключить к электросети схему.
5. Убедиться в наличии фототока (измеряемого микроамперметром). Затем с помощью потенциометра R добиться того, чтобы фототок (ток микроамперметра) стал равен нулю. Величину задерживающего напряжения определить по показанию вольтметра. Измерения повторить не менее трех раз.
6. Заменить светофильтр и провести измерения с ним согласно п. 3, 5.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. По формуле (6) рассчитать частоты ν_1 и ν_2 .
2. Найти средние значения задерживающего напряжения для каждой длины волны.
3. По формуле (4) рассчитать постоянную Планка h , подставляя средние значения задерживающего напряжения.
4. По формуле (5) рассчитать работу выхода $A_{\text{вых}}$, подставляя средние значения задерживающего напряжения.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чём оно заключается?
2. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и поясните смысл входящих в него величин.
3. Полученные значения постоянной Планка и работы выхода сравните с табличными значениями. Сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ

измерений к лабораторной работе № 92

Выполнил(а) _____

Группа _____

Определение цены деления приборов

№ п/п	Прибор	Предел подключения с указанием единицы измерения	Число делений на шкале прибора	Цена деления с указанием единицы измерения
1	Вольтметр			

№ п/п	Цвет светофильтра	λ , нм	ν , Гц	U , мВ	h , Дж·с	$A_{\text{вых}}$, эВ
1						
2						
3						
				среднее		
1						
2						
3						
				среднее		

Дата _____

Подпись преподавателя _____