

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА И
РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА И РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА

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

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

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.

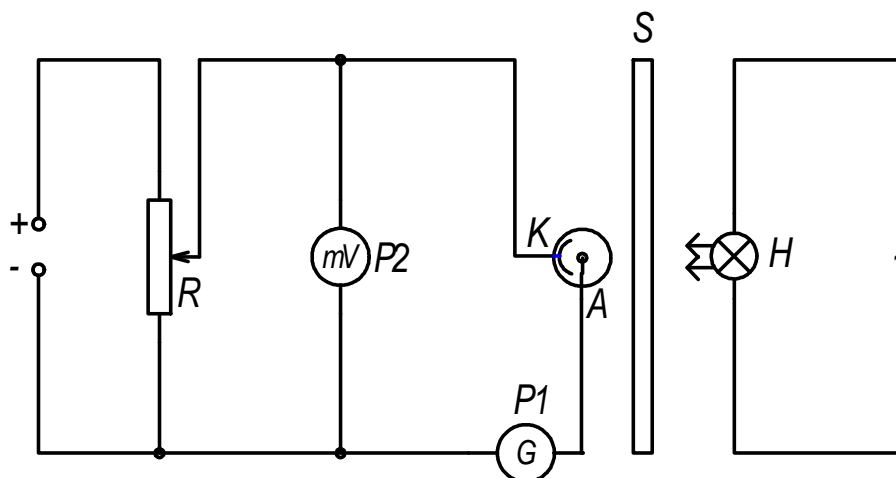


Рисунок 1

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.

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. Основные закономерности фотоэффекта заключаются в следующем:

1. Фототок насыщения пропорционален световому потоку при его неизменном спектральном составе.

2. Максимальная кинетическая энергия электронов, испускаемых с поверхности твердого тела, пропорциональна частоте падающего света и не зависит от его интенсивности.

3. Для каждого вещества существует минимальная частота, при которой фотоэффект прекращается. Эту частоту ν_0 и соответствующую ей максимальную длину волны λ_0 называют красной границей фотоэффекта.

А. Эйнштейн показал, что закономерности фотоэффекта легко объяснить, если предположить, что свет поглощается веществом такими же порциями (квантами), какими он, по гипотезе М. Планка, испускается. 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.

Работа электрического поля по задержанию электронов по закону сохранения энергии должна равняться кинетической энергии вылетевших электронов:

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

где e – модуль заряда электрона, а величина U называется задерживающим напряжением. Из уравнений (1) и (2) следует:

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

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:

$$\begin{aligned} h\nu_1 &= A_{\text{вых}} + eU_1; \\ h\nu_2 &= A_{\text{вых}} + eU_2. \end{aligned}$$

Решая систему уравнений, получим:

$$h = \frac{e(U_1 - U_2)}{v_1 - v_2} \quad (4)$$

и

$$A_{\text{вых}} = \frac{e(v_2 U_1 - v_1 U_2)}{v_1 - v_2}, \quad (5)$$

где

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

c – скорость света, λ – длина волны соответствующего светофильтра.

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. Подключить к электросети гальванометр. Зайчик гальванометра должен находиться на нуле.
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. При разомкнутом ключе К убедиться в наличии фототока (зайчик гальванометра отклоняется). Затем замкнуть ключ К и с помощью потенциометра R добиться того, чтобы фототок (ток через гальванометр) 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. По формуле (4) рассчитать три раза постоянную Планка h .
3. По формуле (5) рассчитать три раза работу выхода $A_{\text{вых}}$. Значение работы выхода выразить в электронвольтах. ($1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж).
4. Найти средние значения h и A .
5. Рассчитать абсолютную погрешность как для прямых измерений.
6. Найти относительную погрешность измерений. Результаты представить в стандартном виде:

$$h = \langle h \rangle \pm \Delta h$$
$$A_{\text{вых}} = (\langle A_{\text{вых}} \rangle \pm \Delta A)$$

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чем оно заключается?
2. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
3. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и поясните смысл входящих в него величин.
4. Как можно объяснить закономерности фотоэффекта на основе квантовой теории света?
5. Что называют красной границей фотоэффекта?
6. 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 _____