

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 91

ИЗУЧЕНИЕ ВАКУУМНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 91

ИЗУЧЕНИЕ ВАКУУМНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы – снять вольтамперную характеристику вакуумного фотоэлемента, проверить первый закон фотоэффекта и определить интегральную чувствительность фотоэлемента.

Приборы и принадлежности: вакуумный фотоэлемент СЦВ-3, источник питания, микроамперметр, вольтметр, реостат, люксметр.

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 определенная частота, при которой фотоэффект прекращается. Эту частоту ν_0 и соответствующую ей 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.

На основании первого закона фотоэффекта можно записать:

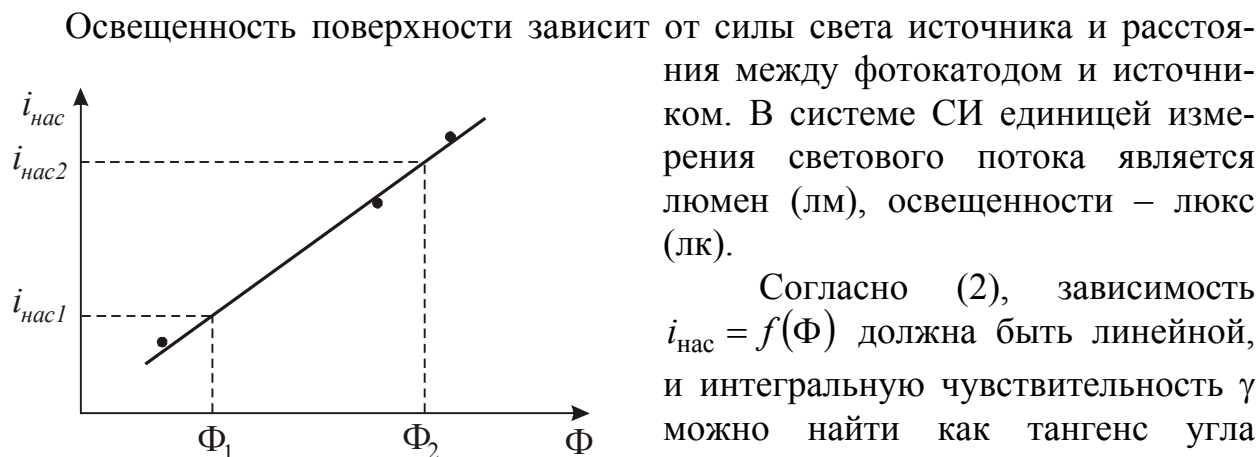
$$i_{\text{нас}} = \gamma\Phi, \quad (2)$$

где $i_{\text{нас}}$ – ток насыщения, Φ – световой поток.

Коэффициент пропорциональности γ является характеристикой фотоэлемента и называется интегральной чувствительностью. Для различных вакуумных фотоэлементов чувствительность γ лежит в пределах $1 \div 100$ мкА/лм.

Световой поток Φ можно определить, зная площадь фотокатода S и освещенность его поверхности E :

$$\Phi = ES. \quad (3)$$



$$\gamma = \frac{i_{нас2} - i_{нас1}}{\Phi_2 - \Phi_1}. \quad (4)$$

Рисунок 1

Описание экспериментальной установки

Вакуумный сурьмяно-цезиевый фотоэлемент СЦВ-3 выполнен в виде стеклянного баллона, воздух из которого откачан до давления $10^{-6} \div 10^{-7}$ мм рт. ст. 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. Площадь катода для данного фотоэлемента $S=4,0$ см². В центральной части баллона находится металлический анод A .

Схема установки представлена на рис. 2.

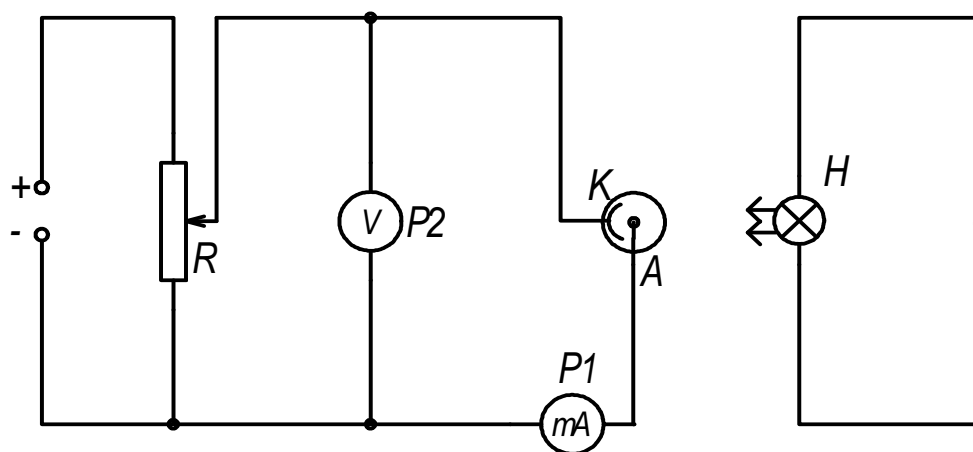


Рисунок 2

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Какие графики необходимо построить по результатам работы? Нарисуйте схематический вид ожидаемых зависимостей.
4. Запишите формулы, по которым Вы будете рассчитывать световой поток, интегральную чувствительность фотоэлемента. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Определить цену деления приборов.
2. Установить фотоэлемент на расстоянии 15 см от источника. Измерить люксметром освещенность фотоэлемента.
3. Снять вольт-амперную характеристику, т.е. зависимость силы фототока от напряжения. Следует иметь в виду, что при малых напряжениях небольшое изменение напряжения вызывает значительное изменение тока. Поэтому в интервале от 0 до 5 В нужно напряжение изменять через 1 В. Затем шаг изменения напряжения можно увеличить до 5 В. Для построения графика $i=f(U)$ снимают не менее 10 пар значений напряжения и тока, из них не менее 5 пар значений должно быть в области насыщения.
4. Повторить измерения еще два раза согласно п. 2, 3, каждый раз увеличивая расстояние на 10 см.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать световой поток для каждого расстояния по формуле (3).
2. Построить графики зависимости силы тока от напряжения $i=f(U)$ по результатам каждого опыта. Графики построить на одной координатной сетке.
3. По графикам определить значения фототока насыщения для каждого светового потока.
4. Построить график зависимости фототока насыщения от светового потока $i_{\text{нас}} = f(\Phi)$.
5. Используя график $i_{\text{нас}} = f(\Phi)$, рассчитать интегральную чувствительность фотоэлемента по формуле (4).

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чём оно заключается?
2. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта. Какой закон Вы проверяли в данной работе?
3. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и поясните смысл входящих в него величин.
4. Сравните графики, полученные экспериментально, с теоретическими зависимостями. Сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 91

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			
2	Микроамперметр			

Площадь катода фотоэлемента $S =$ _____

№, п/п	r , см	E , лк	U , В	i , мкА	r , см	E , лк	U , В	i , мкА	r , см	E , лк	U , В	i , мкА
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Дата _____

Подпись преподавателя _____