

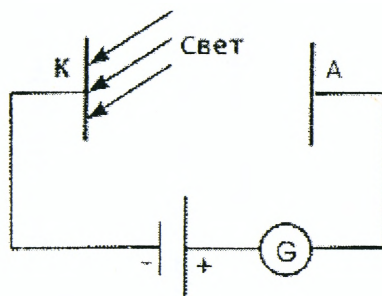
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра физики

Методические указания к лабораторной работе

К1 «ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА»



В методических указаниях приведено описание лабораторной работы по квантовой физике К1 "ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФЕКТА", в которой экспериментально проверяются законы фотоэффекта и определяются световая и спектральная характеристики вакуумного фотоэлемента.

Лабораторная работа предназначена для студентов всех инженерных специальностей и всех форм обучения в БрГТУ.

Составители: К.И. Русаков, к. ф.-м. н., профессор
З.В. Русакова, старший преподаватель

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО КУРСУ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

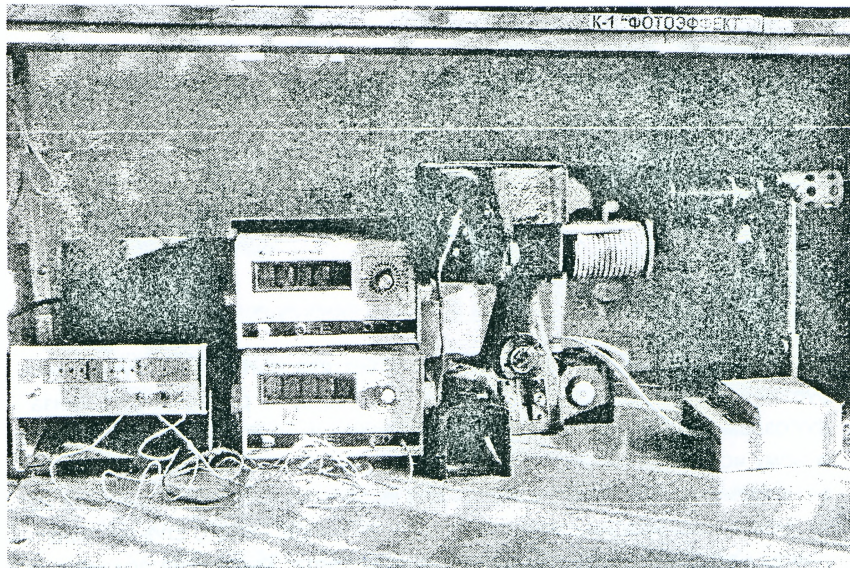
Лабораторная работа К1

«ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА»

Цель работы: снятие вольт-амперной характеристики вакуумного фотоэлемента, его световой характеристики и спектральной характеристики.

Оборудование: вакуумный фотоэлемент, стабилизированный источник регулируемого напряжения, источник света с лампой накаливания, универсальный монохроматор с призмным диспергирующим элементом, вольтметр, микроамперметр, соединительные провода.

Комплектность установки на рабочем месте:

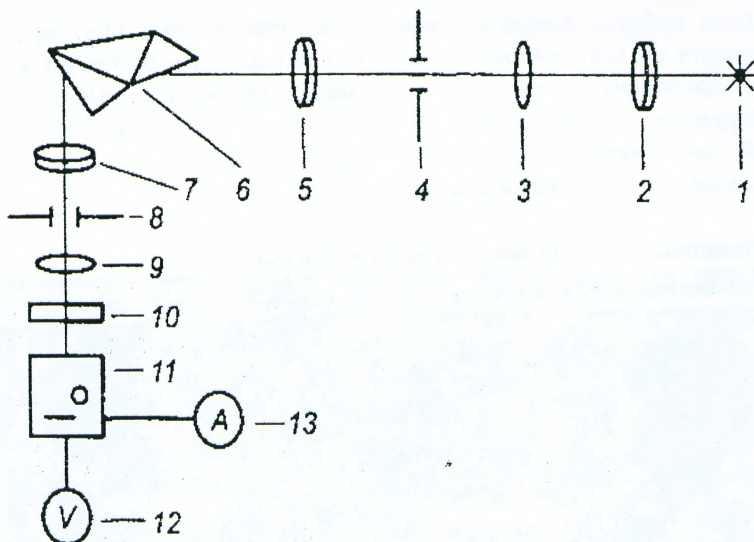


источник питания постоянного тока Б5-43,
универсальный вольтметр В7-27 (включен в режиме микроамперметра),
универсальный вольтметр В7-27 (включен в режиме вольтметра),
универсальный монохроматор УМ-2, осветитель на штативе,
источник питания осветителя

Рисунок 1 – Внешний вид экспериментальной установки и ее состав (слева направо):

Описание установки:

Схема экспериментальной установки показана на рис. 2. Излучение от источника света (лампы накаливания) 1 падает на конденсор 2, собирающую линзу 3 и входную щель 4 монохроматора. Затем свет проходит коллиматор 5,



дисперсионную призму 6 и с помощью объектива зрительной трубы 7 проецируется на плоскость выходной щели 8, за которой размещаются линза 9 и фотоземлет 10 (вакуумный или полупроводниковый), подключенный к цифровому источнику питания 11, а также вольтметр 12 и микроамперметр 13. Монохроматор УМ-2 предназначен для выделения узкой спектральной области (монохроматизации светового потока) из непрерывного спектра излучения лампы накаливания, служащей источником света. Кварцевая призма в монохроматоре является диспергирующим элементом, т.е. отклоняет световые волны разной длины (составляющие белый свет), на разные углы. На выход монохроматора за счет вращения барабана, вызывающего поворот призмы, подается определенная длина волн света. Длина волны света, выходящего из монохроматора, определяется по показанию углового барабана на градуировочной кривой монохроматора УМ-2, находящегося на рабочем месте.

Перед началом работы проверьте, подключены ли к сети 220 В источник света, источник питания постоянного тока и два универсальных вольтметра.

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Определение вольтамперных характеристик вакуумного фотоэлемента при различных длинах волн падающего на него света

1. Включить осветитель и универсальные вольтметры. На источнике питания установить напряжение 2,0 В.
2. Открыть входную щель монохроматора на ширину 4,0 мм и за счет перемещения источника света добиться максимального показания измерителя фототока.
3. С помощью градуировочной кривой монохроматора установить на барабане значение угла поворота, соответствующее длине волны 480 нм.
4. Снять вольтамперную характеристику фотоэлемента (зависимость фототока от напряжения), изменяя напряжение с шагом 0,5 В в диапазоне от 2,0 до 9,99 В.
5. Снять вольтамперные характеристики на нескольких длинах волн света по указанию преподавателя.
6. Построить графики вольтамперных характеристик по измеренным данным, откладывая напряжение U по оси абсцисс, значения фототока I_{ϕ} по оси ординат.
7. Сделать выводы.

Задание 2. Определение световой характеристики фотоэлемента

1. Включить напряжение 9,99 В на источнике питания.
2. Установить длину волны 550 нм на барабане монохроматора с помощью градуировочного графика.
3. Установить начальную ширину входной щели 1,0 мм.
4. Измерить фототок, меняя ширину щели с шагом 0,3 мм до максимального значения 4,0 мм.
5. Построить график зависимости фототока от ширины щели X .
6. Сделать выводы.

Задание 3. Определение спектральной характеристики фотоэлемента

1. Включить напряжение 9,99 В на источнике питания.
2. Установить длину волны 480 нм на барабане монохроматора с помощью градуировочного графика.
3. Установить ширину входной щели 4,0 мм.
4. Измерить фототок, меняя длину волны с шагом 20 нм до значения 700 нм.
5. Построить график зависимости фототока от длины волны света.
6. Сделать выводы.

Краткие теоретические сведения

Среди различных явлений, в которых проявляется воздействие излучения на вещество, важное место занимает *фотоэлектрический эффект*, суть которого состоит в испускании веществом электронов под воздействием падающего на него света. Открытие фотоэффекта относят к 1887 г., когда Г. Герц в ходе эксперимента установил, что освещение ультрафиолетовым излучением катода искрового промежутка облегчает его электрический пробой. Систематические исследования В. Гальвакса и А.Г. Столетова показали, что в опыте Герца дело сводится к вырыванию носителей электрических зарядов из электродов под воздействием излучения.

Явление вырывания электронов из твердых и жидких веществ под воздействием света получило название *внешнего фотоэффекта*.

Опытным путем были получены следующие основные *законы внешнего фотоэффекта*:

1) число фотоэлектронов N , которые вырываются из катода за единицу времени, пропорционально интенсивности света, падающего на вещество;

2) максимальная начальная скорость фотоэлектронов определяется частотой света и не зависит от его интенсивности;

3) для каждого вещества существует минимальная частота света, при которой еще возможен внешний фотоэффект. Эта частота названа *красной границей фотоэффекта*. Величина красной границы зависит от химической природы вещества и состояния его поверхности.

Для выхода из металла электрон должен совершить работу по преодолению силы притяжения со стороны других частиц. Эта работа получила название *работы выхода* ($A_{\text{в}}$). В результате поглощения фотона света электрону передается энергия $h\nu$ ($h=6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка, ν – частота света). Если $h\nu=A_{\text{в}}$, то электрон может выполнить работу выхода и вырваться из металла; если $h\nu>A_{\text{в}}$, то электрон, который покинул пределы металла, будет обладать энергией $E = h\nu - A_{\text{в}}$. Эта часть энергии фотона идет на сообщение электрону кинетической энергии

$$mv^2/2 = h\nu - A_{\text{в}}, \quad \text{или} \quad h\nu = A_{\text{в}} + mv^2/2.$$

Данное соотношение называют *уравнением Эйнштейна для внешнего фотоэффекта*.

Для красной границы фотоэффекта имеем: $h\nu_0 = A_{\text{в}}$, откуда $\nu_0 = A_{\text{в}}/h$.

Контрольные вопросы

1. Законы внешнего фотоэффекта.
2. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
3. Что такое работа выхода?
4. Красная граница фотоэффекта.
5. Объяснить законы фотоэффекта на основании уравнения Эйнштейна.
6. Сущность явления фотоэффекта
7. Применение фотоэлементов в науке и технике.

Составители:

Русаков Константин Иванович
Русакова Зоя Витальевна

Методические указания к лабораторной работе

К1 «ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА»

Ответственный за выпуск: Русаков К.И.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 26.01.2011 г. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».

Усл. печ. л. 0,47. Уч. изд. л. 0,5. Заказ № 18. Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.