



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Брянский государственный технический университет

Кафедра «Общей физики»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № _____

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О)

Отметка о допуске: _____

Отметка о защите: _____

Брянск 20 ____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 53

Исследование внешнего фотоэффекта.

Цель работы: Исследование внешнего фотоэффекта, построение вольтамперной и световой характеристик фотоэлемента.

Теоретическое введение

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

Фотоэлектрический эффект был открыт в 1887 году немецким физиком Г. Герцем и в 1888–1890 годах экспериментально исследован А. Г. Столетовым.

Исследование закономерностей фотоэффекта можно провести с помощью установки, схема которой представлена на рис. 1. Свет, проникающий через кварцевое окошко, освещает фотокатод, изготовленный из исследуемого материала. Электроны, испущенные вследствие фотоэффекта, перемещаются под действием электрического поля к аноду. В результате в цепи прибора течет фототок, измеряемый амперметром. Напряжение между анодом и катодом можно изменять с помощью потенциометра R , а измерять вольтметром V . Полученная зависимость фототока I от напряжения между электродами U , называемая **вольтамперной характеристикой**, представлена на рис. 2. Характеристика снимается при неизменном световом потоке Φ .

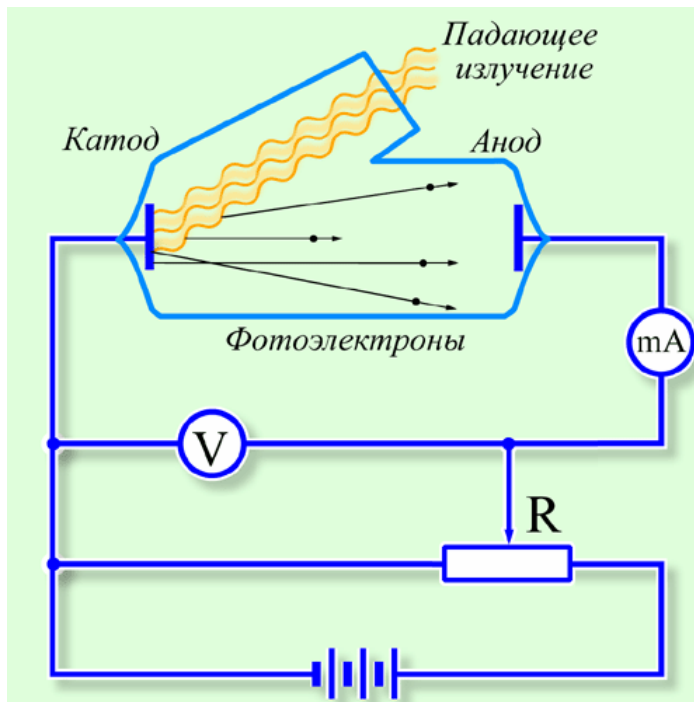


Рисунок 1.

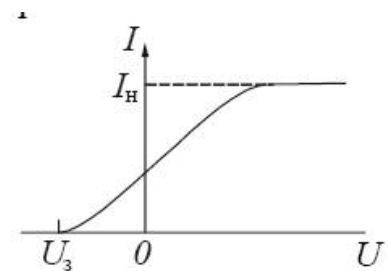


Рисунок 2

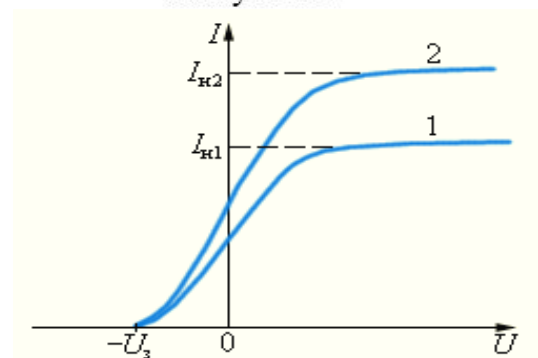


Рисунок 3.

Из анализа этой кривой можно сделать следующие выводы. При некотором не очень большом напряжении фототок достигает насыщения. Это значит, что все электроны, испущенные катодом, попадают на анод. Сила тока насыщения I_n будет определяться количеством электронов, испускаемых катодом в единицу времени под действием света. Пологий ход кривой указывает на то, что электроны вылетают из катода с различными по величине скоростями. При напряжении $U=0$ часть электронов долетает до анода «самостоятельно», без помощи ускоряющего поля. Для того чтобы обратить силу тока в нуль, нужно приложить обратное, т.е. задерживающее напряжение U_3 . При таком напряжении ни одному из электронов, даже обладающему при вылете из катода наибольшим значением скорости $v_{\max}$ не удастся достигнуть анода.

Энергетический баланс при фотоэффекте выражается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

где $h\nu$ - энергия светового кванта (фотона), переданная электрону

$A_{\text{вых}}$ - работа выхода электрона на поверхность вещества;

$\frac{mv_{\max}^2}{2}$ - максимальная кинетическая энергия освободившегося электрона;

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ (Дж·с) - постоянная Планка;

ν - частота падающего светового излучения.

Уравнение Эйнштейна дает теоретическое обоснование **законов фотоэффекта**, экспериментально установленных Столетовым:

1. Максимальная скорость фотоэлектронов определяется частотой света ν_0 и не зависит от его интенсивности.

2. Фототок насыщения в вакуумном фотоэлементе пропорционален световому потоку (рис. 3, кривая 2 соответствует большему световому потоку $\Phi_1 < \Phi_2$).

3. Для каждой поверхности существует минимальная частота ν_0 (так называемая красная граница фотоэффекта), при которой еще возможен внешний фотоэффект.

$$\nu_0 = \frac{A_{\text{вых}}}{h}$$

При частоте света $\nu < \nu_0$ фотоэффект отсутствует.

Внешний фотоэффект находит широкое практическое применение. Приборы, действие которых основано на явлении фотоэлектрического эффекта, называются фотоэлементами.

Простейший тип **вакуумного фотоэлемента** представляет собой откачанный стеклянный баллон, одна половина которого покрыта изнутри металлом, играющим роль фотокатода, а анод обычно выполняется в виде кольца. Между анодом и катодом с помощью батарей (или выпрямителя) создается

разность потенциалов. При неосвещенном катоде ток в цепи фотоэлемента отсутствует.

Газонаполненный фотоэлемент по своему внешнему виду, устройству и схеме включения не отличается от вакуумного фотоэлемента. Различие заключается в том, что его стеклянный баллон содержит инертный газ (обычно аргон или неон), давление которого лежит в пределах от 1,00 до 0,05 мм рт.ст.. Ионизация молекул газа электронами, летящими с катода, приводит к увеличению тока, текущего в цепи фотоэлемента, поэтому на вольтамперной характеристике отсутствует ток насыщения (рис. 4).

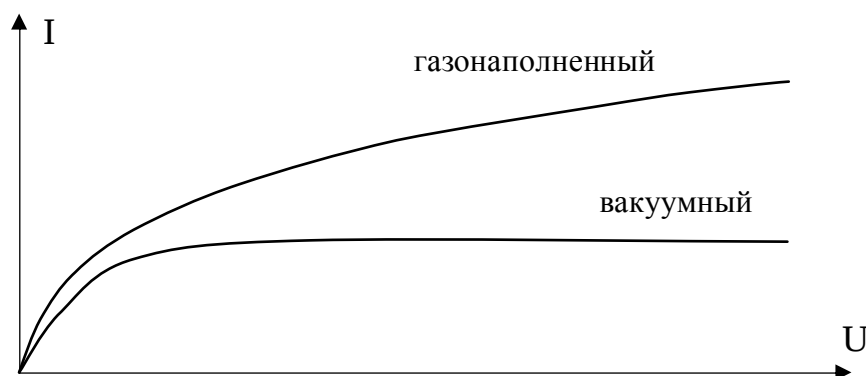


Рисунок 4

Порядок выполнения работы часть 1

В первой части необходимо снять вольтамперную характеристику фотоэлемента, а также зависимость ее от светового потока. Для проведения исследования используется фотоэлемент с центральным анодом, вакуумный или газонаполненный (рис.1)



Рисунок 5

1. С разрешения преподавателя включить питание установки.

2. Установить лампу на скамье на отметке указанной в табличке на столе R_1 , м.
3. Включить универсальный вольтметр нажатием кнопки «сеть».
4. Снять крышку с фотоэлемента.
5. С разрешения преподавателя включить блок питания. Регулировка напряжения производится потенциометром блока питания, при этом значения напряжения следует смотреть на вольтметре.
6. Снимать показания гальванометра (ток в фотоэлементе) руководствуясь значениями напряжения указанные в табличке на столе для данной лабораторной работы. Данные занести в таблицу 1.
7. Повторить измерения для второго расстояния указанного в табличке на столе R_2 , м. Данные занести в таблицу 1.

№ п/п	$R_1 =$, м			$R_2 =$, м		
	U, В	N, дел.	J, А	U, В	N, дел.	J, А
1						
2						
...						
п						

8. Рассчитать соответствующие силы токов J по формуле:

$$J = C \cdot N, \quad (1)$$

где C - постоянная гальванометра, указанна в табличке на столе.

9. По полученным данным построить графики вольтамперных характеристик в одной системе координат и сделать вывод о том, вакуумный или газонаполненный фотоэлемент используется в работе.

часть 2

Во второй части необходимо найти зависимость фототока от величины светового потока при постоянном напряжении на фотоэлементе. Искомая зависимость называется световой характеристикой фотоэлемента.

1. Установить лампу на скамье на расстоянии 100см от фотоэлемента.
 2. Потенциометром блока питания установить первое значение напряжения U_1 указанное в табличке на столе.
 3. Записать показания гальванометра в делениях шкалы прибора.
 4. Не изменяя напряжения на фотоэлементе, передвигайте лампу по скамье на расстояние 90, 80, 70 и т.д. при этом каждый раз записывая показания гальванометра. Данные заносить в таблицу 2.
 5. Потенциометром блока питания установить второе значение напряжения U_2 указанное в табличке на столе.
 6. Снова установить лампу на расстояние 100см от фотоэлемента и записать показания гальванометра в делениях шкалы прибора.(табл.2)
 7. Далее повторить действия указанные в пункте 4.
- таблица 2.

№ п/п	U ₁ = , В				U ₂ = , В			
	R, м	N, дел	J, А	Φ, Лм	R, м	N, дел	J, А	Φ, Лм
1								
2								
...								
п								

8. По формуле (1) рассчитать силу тока.

9. Рассчитать световой поток падающий на фотоэлемент по формуле:

$$\Phi = J \cdot \omega \quad (2)$$

где J- сила света лампы (указана в табличке на столе)

ω - телесный угол, внутри которого распределен световой поток Φ

$$\omega = \frac{S}{R^2}, \quad \text{где } S - \text{площадь круга (указана в табличке на столе)}$$

R-расстояние от источника света.

Следовательно
$$\Phi = \frac{J \cdot S}{R^2}$$

10. Постройте график зависимости величины фототока от светового потока.

Используя график, рассчитайте чувствительность фотоэлемента:

$$\gamma = \frac{\Delta J}{\Delta \Phi}$$

Контрольные вопросы.

1. Что понимают под фотоэлектрическим эффектом? В чем состоит основное отличие внешнего фотоэффекта от внутреннего?
2. Что такое фотон? Как выражается энергия, импульс и масса фотона? Какова связь между ν и λ для фотона?
3. Напишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объясните на его основании закономерности, установленные Столетовым.
4. Что называется красной границей фотоэффекта и как объясняется существование ее по квантовой теории фотоэффекта?
5. Объясните вольтамперную характеристику фотоэлемента.
6. Объясните вид световой характеристики фотоэлемента.

Список рекомендуемой литературы.

Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.- М.: «Наука», 1970.- С.276-281.