

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Цель работы: ознакомление с внешним фотоэффектом и фотоэлементами; определение зависимости фототока от анодного напряжения и освещенности; расчет чувствительности фотоэлементов и квантового выхода фотоэффекта.

Приборы и принадлежности: вакуумный и газонаполненный фотоэлементы; оптическая скамья, лампа накаливания, источник питания для фотоэлементов, вольтметр, амперметр, люксметр, каретка для фотоэлементов.

ВВЕДЕНИЕ

Фотоэлементы, действие которых основано на внешнем фотоэффекте, бывают вакуумные и газонаполненные. Последние наполнены инертным газом при давлении порядка 0,005–1 мм.рт.ст.

Фототок в вакуумном фотоэлементе (при постоянном световом потоке) при увеличении анодного напряжения достигает насыщения. Фототок в газонаполненном фотоэлементе при увеличении анодного напряжения плавно возрастает. При некотором достаточно большом напряжении сила тока резко увеличивается, и начинается самостоятельный разряд. Возникновение самостоятельного разряда недопустимо, так как при этом разрушается светочувствительный слой.

Отношение фототока I к световому потоку Φ , падающему на фотоэлемент, называют *чувствительностью* фотоэлемента:

$$\gamma = \frac{I}{\Phi} \quad (1)$$

Чувствительность фотоэлемента зависит от анодного напряжения и спектрального состава света. За единицу чувствительности принимают микроампер на люмен (мкА/лм).

Отношение числа фотоэлектронов, вылетевших из катода, к числу фотонов падающего монохроматического света называется *квантовым выходом* фотоэффекта δ .

Число вылетевших в одну секунду электронов можно найти, измерив фототок I в режиме насыщения, а число фотонов можно определить зная падающий на фотоэлемент световой поток Φ . Квантовый выход, таким образом, будет равен

$$\delta = \frac{\left(\frac{I}{e}\right) K_m}{\left(\frac{\Phi}{h\nu_0}\right)} \quad (2)$$

где e – заряд электрона, $K_m = 683$ лм/Вт – световая эффективность потока излучения при $\lambda_0 = 550$ нм, $h\nu_0$ – энергия соответствующего фотона.

Световой поток Φ , падающий на фотоэлемент, можно найти по показаниям люксметра, дающего значение освещенности E при фиксированном расстоянии r , и известному диаметру окна фотоэлемента d :

$$\Phi = \frac{\pi d^2}{4} E$$

(3)

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Установка состоит из источника питания, двух фотоэлементов: 1) СЦВ-4 – сурьмяно-цезиевый вакуумный (фото 1), 2) ЦГ-4 – цезиевый газонаполненный; источника света – лампы накаливания; вольтметра и микроамперметра. При определении



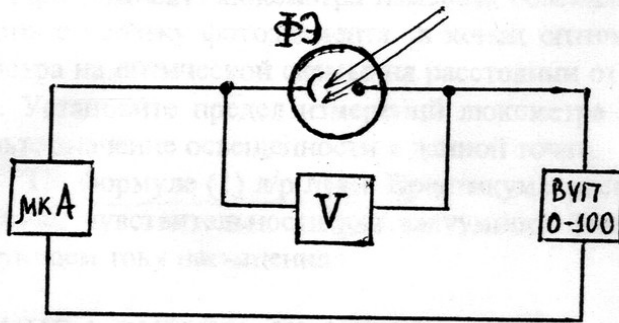


Рис. 4.1.1

освещенности используется люксметр. Приборы собраны по схеме, показанной на рисунке 4.1.1.

чувствительности фотоэлементов их располагают на оптической скамье в подвижной каретке, имеющей указатель расстояния от источника света.

Источник света в данной работе можно считать точечным, так как размер нити накаливания мал по сравнению с расстоянием r от лампы до фотоэлемента. Для измерения

ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Задание 1. Определение зависимости тока фотоэлемента от анодного напряжения (ВАХ)

Расположите вакуумный фотоэлемент СЦВ-4 в каретке на некотором фиксированном расстоянии от источника света (20 или 25 см). Включите выпрямитель. При постоянном световом потоке от лампы накаливания измерьте фототок, текущий через фотоэлемент, при 10-12 значениях анодного напряжения (вольтамперная характеристика фотоэлемента). Напряжение меняйте от 0 до 120 В.

Проведите аналогичные измерения с газонаполненным фотоэлементом ЦГ-4. Результаты измерения силы тока I при различных значениях анодного напряжения занесите в таблицу 1. По результатам измерений постройте графики функций $I=f(U)$ для обоих фотоэлементов.

Таблица 1

$U, В$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
СЦВ-4 $I, мкА$													
ЦГ-4 $I, мкА$													

Задание 2. Определение зависимости тока фотоэлемента от освещенности катода

Установите фотоэлемент СЦВ-4 в каретку на оптической скамье на фиксированном расстоянии от лампы (см. задание 1). При постоянном световом потоке лампы подайте на фотоэлемент анодное напряжение, соответствующее режиму тока насыщения. Перемещая каретку с фотоэлементом по оптической скамье с шагом в 5 см, измерьте фототок для 6-8 положений фотоэлемента.

Проведите аналогичные измерения с фотоэлементом ЦГ-4. Результаты измерений занесите в таблицу. Постройте графики функций $I=f(1/r^2)$ для вакуумного и газонаполненного фотоэлементов.

Таблица 2

	$r, см$								
	$1/r, см^{-2}$								
СЦВ-4	$I, мкА$								
ЦГ-4	$I, мкА$								

Задание 3. Расчет чувствительности фотоэлементов

При помощи люксметра измерьте освещенность E окна фотоэлемента. Для этого отодвиньте каретку фотоэлемента в конец оптической скамьи, расположите приемник люксметра на оптической скамье на расстоянии от источника света, используемом в задании 1. Установите предел измерений люксметра **500 лк** (со снятой матовой крышечкой).

Измерьте значение освещенности в данной точке.

Пользуясь формулой (1), рассчитайте чувствительность фотоэлементов. Расчет чувствительности для вакуумного фотоэлемента произведите при токе, соответствующем току насыщения.

За д а н и е 3. Оценка квантового выхода фотоэффекта для вакуумного фотоэлемента

Используя формулы (2) и (3) и значение тока насыщения, полученное в задании 1, рассчитайте квантовый выход фотоэффекта для сурьмяно-цезиевого вакуумного фотоэлемента.

ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Почему в фотоэлементах, работающих в области видимого света, светочувствительный слой делают из щелочных металлов?
2. Как объяснить различный характер зависимости фототока от освещенности в вакуумном и газонаполненном фотоэлементах?
3. При каком токе рассчитывается чувствительность газонаполненного фотоэлемента?
4. Перечислите эмпирические закономерности фотоэффекта. Какие закономерности не удается объяснить с позиции волновой теории света?
5. Что называется красной границей фотоэффекта и от чего зависит ее значение?
6. Почему квантовый выход много меньше единицы? Может ли квантовый выход фотоэффекта быть больше единицы?
7. Какие экспериментальные факты свидетельствуют о неделимости энергии фотона?