

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 26.04.2022 10:39:09
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-
Проректор по учебной работе
_____ Е.А. Кудряшов
«__» _____ 2010 г.

ВНЕШНИЙ ФОТОЭФФЕКТ

Методические указания по выполнению лабораторной работы
№ 74 по оптике для студентов инженерно-технических
специальностей

УДК 681.787.2

Составители: В.Н. Бурмистров, Л.П. Петрова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук, доцент *В.М. Пауков*

Внешний фотоэффект [Текст]: методические указания по выполнению лабораторной работы по оптике № 74 для студентов инженерно-технических специальностей / Курск. гос. техн. ун-т; сост.: В.Н. Бурмистров, Л.П. Петрова. Курск, 2010. 7 с.: табл. 2. Библиогр.: с.7.

Содержат сведения по изучению явления внешнего фотоэффекта.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением для студентов инженерно-технических специальностей.

Предназначены для студентов инженерно-технических специальностей дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. Уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.
Курский государственный технический университет.
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с явлением внешнего фотоэффекта, его закономерностями, снятие вольтамперных характеристик фотоэлемента.

Принадлежности: лабораторная установка для снятия вольтамперных характеристик фотоэлемента с блоком питания, микроамперметром и вольтметром, источник света.

Теоретическое введение

Внешний фотоэффект – явление вырывания электронов с поверхности вещества под действием электромагнитного излучения. Был обнаружен Герцем в 1887 г., наблюдавшим усиление процесса разряда при облучении искрового промежутка ультрафиолетовым светом.

Первые фундаментальные исследования внешнего фотоэффекта выполнил русский ученый Столетов в 1888-1889 гг. Опыты Столетова имели феноменологический характер. Тем не менее, они позволили сформулировать основные закономерности внешнего фотоэффекта:

- свет оказывает разряжающее действие на отрицательно заряженные тела,
- наибольшее действие на заряженные тела оказывает ультрафиолетовое излучение,
- незаряженные тела под действием света приобретают положительный электрический заряд,
- фототок, возникающий под действием света, пропорционален энергетической освещенности катода и зависит от состояния его поверхности,
- фотоэффект практически безынерционен.

Точные количественные исследования фотоэффекта выполнили в 1898-1899 годы Дж. Томсон и Ф. Ленард, измерившие отношение заряда вырванной частицы к ее массе, и доказавшие, что этими частицами являются электроны. Ими же было установлено, что энергия вылетающих фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света и прямо пропорциональна его частоте. Кроме того, оказалось, что для различных металлов существуют

свои предельно низкие частоты света, ниже которых фотоэффект не наблюдается.

Теорию внешнего фотоэффекта дал А. Эйнштейн в 1905 г. Он высказал идею, что свет не только испускается, как это предполагал Планк, но и распространяется и поглощается отдельными порциями (квантами) с энергией $E = h\nu$. Таким образом, распространение света нужно рассматривать не как непрерывный волновой процесс, а как поток локализованных в пространстве дискретных световых квантов, движущихся со скоростью распространения света в вакууме. Кванты электромагнитного излучения получили название фотонов.

Согласно квантовой теории Эйнштейна энергия фотона расходуется на вырывание электрона из металла $A_{\text{вых}}$ и на сообщение вырванному электрону кинетической энергии:

$$h\nu = \hbar\omega = \frac{m_e v_m^2}{2} + A_{\text{вых}}. \quad (1)$$

Если же энергии фотона не достаточно для совершения работы выхода электрона из металла, то фотоэффект не будет иметь места независимо от интенсивности светового потока. Таким образом, условием *красной границы фотоэффекта* является равенство:

$$h\nu = A_{\text{вых}}. \quad (2)$$

В настоящее время законы фотоэффекта формулируются следующим образом:

1. при неизменном спектральном составе света, падающего на фотокатод, фототок насыщения пропорционален энергетической освещенности катода;

2. для данного вещества фотокатода максимальная начальная скорость фотоэлектронов зависит от частоты света и не зависит от его интенсивности;

3. для каждого материала фотокатода существует предельно низкая частота света, при которой еще возможен внешний фотоэффект, называемая «красной границей» фотоэффекта.

Второй и третий законы, а также безынерционность фотоэффекта, невозможно объяснить в рамках классической электромагнитной теории света Дж. Кл. Максвелла. Согласно этой теории вырывание электронов проводимости из металла является результатом их «раскачивания» в электрическом поле световой волны, а

амплитуда «раскачивания» должна возрасти при увеличении интенсивности света.

Объяснение всех особенностей фотоэффекта оказалось возможным лишь с позиции квантовой теории света. Из уравнения Эйнштейна следует, что максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона возрастает с увеличением частоты падающего излучения и не зависит от его интенсивности: числа фотонов (2 закон). Так как с уменьшением частоты света кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшается, то при некоторой достаточно малой частоте кинетическая энергия фотоэлектронов станет равной нулю и фотоэффект прекратится (3 закон).

Кроме внешнего существует еще и внутренний фотоэффект. Оба явления нашли широкое применение при создании фотоэлементов, фотоумножителей, солнечных батарей, в телевидении и фотохимии.

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Снятие вольтамперной характеристики фотоэлемента.

1. Включить в сеть 220 В блок питания установки и осветительную лампочку.
2. Установить лампочку на расстоянии 25 см от фотоэлемента.
3. Изменяя ускоряющее напряжение от нуля до максимального, записывать соответствующие показания микроамперметра через 2 В до 10-15 В, затем – через 5-10 В.
4. Повторить измерения пункта 3, установив лампочку на расстоянии 40 см от фотоэлемента. Заполнить таблицу 1:

Таблица 1

расстояние от фотоэлемента до лампы			
$r, м$		$r, м$	
$i, мкА$	$U, В$	$i, мкА$	$U, В$

5. Построить обе зависимости $i = f(U)$ на одном графике. Найти токи насыщения для каждого случая.

Задание 2. Изучение зависимости фототока насыщения от энергетической освещенности катода.

1. Снять зависимости фототока i насыщения от расстояния между фотоэлементом и лампой в пределах от 30 см до 70 см с шагом в 5 см при максимальном ускоряющемся напряжении. Результаты занести в таблицу 2:

Таблица 2

$r, м$									
$i, мкА$									
$E, кд/м^2$									

2. Построить график зависимости фототока от расстояния $i = f(r)$.

3. Рассчитать освещенность фотокатода: $E = \frac{I}{r^2}$, где I – сила света лампы накаливания, r – расстояние между фотоэлементом и лампой. Сила света лампы в кд. примерно численно равна мощности лампы в Вт.

4. Построить график зависимости фототока от энергетической освещенности фотокатода $i = f(E)$.

5. Сделать выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Фотоэффект, виды фотоэффекта.
2. Квантовые свойства света, представления о фотонах.
3. Физические основы фотоэффекта и его закономерности.

Применение фотоэффекта.

4. Фотоэлементы и фотоумножители, их устройство, принцип действия, основные характеристики и практическое применение.

5. Сущность эксперимента, объяснение полученных результатов.

Библиографический список:

1. **Савельев И. В.** Курс общей физики т.3 [Текст]: учеб. пособие / И. В. Савельев; М.: Наука, 1982.
2. **Королев Ф. А.** Курс физики. Оптика. Атомная и ядерная физика. [Текст]: учеб. пособие / Ф. А. Королев; М.: Просвещение, 1979.
3. **Ландсберг Г. С.** Оптика [Текст]: учеб. пособие / Г. С. Ландсберг; М.: Наука, 1976.