

Практическая работа № 27

Применение законов фотоэффекта при решении задач

Цель: научиться применять формулы красной границы фотоэффекта и уравнения Эйнштейна при решении задач, работать с текстом и отвечать на вопросы.

Место проведения: учебная аудитория.

Средства обучения:

– методические рекомендации к практической работе № 27.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий, ответы на вопросы с использованием книги.

Краткая теория

Фотоэлектрический эффект – вырывание электронов из атомов или молекул вещества под действием падающего света (излучения).

Если электроны, выбитые светом, вылетают за пределы вещества, фотоэффект называется внешним. Его наблюдают у металлов. Если же оторванные от своих атомов или молекул электроны остаются внутри освещаемого вещества в качестве свободных, то фотоэффект называется внутренним. Он наблюдается у некоторых полупроводников и в меньшей степени у диэлектриков.

В вакуумной трубке помещают исследуемую пластину К, служащую катодом, и вспомогательный электрод А, служащий анодом. Электроды К и А подключены к источнику напряжения. Напряжение между электродами измеряют вольтметром, ток в цепи – миллиамперметром (микроамперметром).

Эйнштейн предположил, что явление фотоэффекта является подтверждением дискретности света. Он показал, что любое монохроматическое излучение представляет собой совокупность квантов, энергия которых пропорциональна частоте. Коэффициентом пропорциональности является постоянная Планка $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Энергия кванта $h\nu$, падающего на вещество, расходуется на работу А вырывания электрона из вещества и на сообщение электрону кинетической энергии $\frac{mv^2}{2}$. Электрон, находящийся внутри вещества,

поглотив квант света, либо покидает вещество, либо остаётся внутри него. Это зависит от того, что больше: энергия поглощённого кванта света или работа выхода электрона. Если энергия поглощённого кванта больше работы выхода, то кинетическая энергия фотоэлектрона равна разности энергии поглощённого кванта света и работы выхода

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - A$$

$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$ - уравнением Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

Внутренний фотоэффект

Селеновый фотоэлемент с внутренним фотоэффектом (рис. 1).

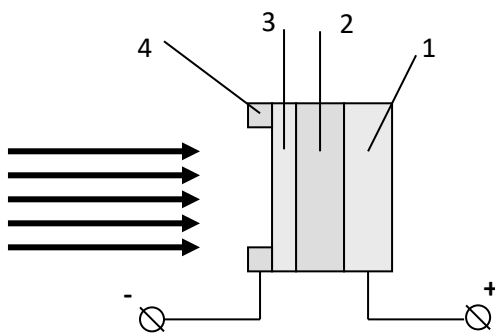


Рис. 1

Он состоит из железной пластинки круглой формы 1, покрытой слоем селена 2, на который нанесён тонкий полупрозрачный слой золота 3.

От железной пластинки и пластинки золота (на неё положено контактное кольцо 4) сделаны отводы к зажимам, с помощью которых фотоэлемент включают в электрическую цепь. В результате специальной обработки часть атомов золота проникает в селен, обладающий

дырочной проводимостью, и образуется в нём слой с электронной проводимостью. На границе двух слоёв с различным видом проводимости создаётся электронно-дырочный переход. При освещении фотоэлемента, в слелене образуются свободные носители заряда, которые под действием электрического поля электронно-дырочного перехода разделяются: электроны накапливаются в электронном полупроводнике, а дырки – в дырочном. В результате на зажимах фотоэлемента возникает электродвижущая сила. Если фотоэлемент подключить к фотоэлементу и осветить его, в цепи возникнет фототок. Сила фототока зависит от поверхностной плотности потока излучения.

Задания для аудиторной работы

1. Найти красную границу фотоэффекта для калия, если работа выхода равна $0,35 \cdot 10^{-18}$ Дж?
2. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом с частотой 10^{15} Гц? Работа выхода электронов оксида бария равна $0,16 \cdot 10^{-18}$ Дж.

Самостоятельная работа

Вариант 1

Часть А

Найти красную границу фотоэффекта для платины, если работа выхода равна $0,85 \cdot 10^{-18}$ Дж?

Часть В

Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона калия при его освещении лучами с длиной волны 400 нм, если работа выхода электронов у калия равна 2,26 эВ.

Часть С

Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вырванных с катода, если запирающее напряжение равно 1,5 В.

Вариант 2

Часть А

Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 10^{15} Гц.

Часть В

Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм.
Найти работу выхода электронов из меди.

Часть С

Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В?

Контрольные вопросы

1. Что такое внешний фотоэффект?
2. Что такое внутренний фотоэффект?
3. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.