# Тема: Явление фотоэффекта. Объяснения явления фотоэффекта. Формула Эйнштейна. Применение фотоэффекта.

***Цель:*** рассмотреть явление фотоэффекта и выяснить основные его законы. Побуждать учащихся к преодолению трудностей в процессе умственной деятельности, воспитать интерес к физике.

**Ход урока**

**I.** **Организационный момент**

**II.** **Повторение**

- Как изменится частота измерения, если энергию кванта увели­чить в 2 раза?

- Какие из физических явлений не смогла объяснить классиче­ская физика?

- Как испускают энергию атомы согласно гипотезе Планка?

- Как излучает энергию нагретое тело согласно теории Максвелла?

- Все ли тела излучают энергию?

- Запишите формулу энергии М. Планка?

- Чему равна постоянная Планка?

**III.** **Изучение нового материала**

***Эксперимент 1***

Цинковая пластинка соединена с электродом и освещается элек­трической дугой без стеклянной оптики. Цинковую пластину заря­жают один раз отрицательным зарядом, а другой раз потенциально. В первом случае электрометр разряжается, во втором - нет.

Опыт с отрицательно заряженной цинковой пластинкой повто­ряют. Но пучок света перекрывают непрозрачным экраном, а затем убирают, эффект обнаруживается при освещении практически сразу (через 10~9с).

Эксперимент с отрицательно заряженными пластинками других металлов. По времени разряда электрометра до нуля делают вывод о скорости разряда пластин.

***Эксперимент 2***

Повторяют опыт с отрицательно амальгамированной пластинкой, установленной один раз на расстоянии 1 м от источника света, а дру­гой - на расстоянии вдвое меньше. Скорость разряда электрометра увеличивается.

Эксперимент с отрицательно заряженными пластинками цинка и меди. Экраном из органического стекла перекрывают источник ульт­рафиолетового излучения. На цинке фотоэффект есть, на меди - нет.

**Выводы:** фотоэффект состоит из вырывания электронов из по­верхности металла при его освещении. Электрическое поле отрица­тельно заряженной пластинки металла способствует уносу эмитированных электронов с поверхности металла, а электрическое поле положительно заряженной пластинки возвращает электроны в ме­талл. Данное явление практически безынерционно. Интенсивность фотоэффекта зависит от рода металла, величины светового потока и спектрального состава излучения.

**Влияние знака электрического заряда пластинки на фотоэлектрон**

***Волновая теория***

Освобождение электронов с поверхности металла не является ме­ханическим эффектом. При падении электромагнитной волны на поверхность металла переменное электрическое поле вызывает ко­лебания свободных электронов в металлах: их кинетическая энергия возрастает. При большой интенсивности электромагнитного излуче­ния, а значит, напряженности *Е* электрического поля, кинетическая энергия электрона может достичь величины, достаточной для того, чтобы преодолеть силы притяжения к металлу и покинуть его. Одна­ко опыты показывают, что фотоэффект наступает даже при малых интенсивностях света. Это не может быть объяснено на основе вол­новой теории.

***Квантовая картина***

При поглощении фотона энергия фотона *E = hv* передается

свободному электрону. Она расходуется на освобождение электро­на из металла - на работу выхода и на сообщении ему кинетиче­ской энергии.

При этом энергия фотона передается электрону в металле только целиком, а сам фотон перестает существовать.

Сегодня внешним фотоэффектом мы называем явление, когда под действием электромагнитного излучения вещество испускает электроны. Начало этому открытию было положено еще в 1887 г., когда Генрих Герц, занимаясь опытами с электромагнитными вол­нами, заметил, что если осветить цинковую пластину ультрафиоле­товым светом, **то** она зарядится.

Количественная закономерность фотоэффекта была установлена А. Г. Столетовым.

*Первый закон*

Фототок насыщения пропорционален световому потоку, падаю­щему на металл:

где *v-* коэффициент пропорциональности, называемый фоточув­ствительностью вещества.

Следовательно, число электронов, выбиваемых за 1 с из вещест­ва, пропорционально интенсивности света, падающего на это веще­ство.

*Второй закон*

Изменяя условия освещенности А. Г. Столетов установил, что кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты.

Если к освещенному электроду подключить положительный по­люс батареи, то при некотором напряжении фототок прекращается. Это явление не зависит от величины светового потока. Используя закон сохранения энергии:1/2mv2=*eU3,*

где *е* - заряд; *т*- масса электрона; *и -* скорость электрона; *U3 -*запирающее напряжение, - устанавливают, что если частоту лучей, которыми облучают электрод, увеличить, то *U3 > U3* , поэтому

Следовательно, *v2>vx.*

Таким образом, кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света.

*Третий закон*

Заменяя в приборе материал фотокатода, Столетов установил третий закон фотоэффекта.

Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, т. е. существует наименьшая частота vmin, при которой еще возможен фотоэффект.

При *v < vmm* - ни при какой интенсивности волны падающего света на фотокатод фотоэффект не произойдет.

*Четвертый закон*

Фотоэффект практически безынерционен.

А. Эйнштейн, развив идею Планка (1905 г.), показал, что законы фотоэффекта могу] быть объяснены при помощи квантовой теории.

Явление фотоэффекта экспериментально доказывает, что свет имеет прерывистую структуру.

Излученная порция *E-hv* сохраняет свою индивидуальность и

поглощается веществом только целиком. На основании закона со­хранения энергии:

Шестнадцать лет спустя классическую простоту уравнения Эйн­штейна Шведская академия наук отметила Нобелевской премией. Но в 1905 г. когда уравнение было написано впервые, на него ополчи­лись все, даже Планк.

А. Эйнштейн поступил так, как будто до него вообще не сущест­вовало физики, или, по крайней мере, как человек, ничего не знаю­щий об истинной природе света. Здесь сказалась замечательная осо­бенность Эйнштейна: в совершенстве владея логикой, он больше доверял интуиции и фактам, причем случайных фактов в физике для него не существовало. Поэтому в явлении фотоэффекта он видел не досадное исключение из правил волновой оптики, а сигнал природы о существовании еще неизвестных, но глубоких законов. Так уж случилось, что исторически сначала были изучены волновые свойст­ва света. Только в явлении фотоэффекта физики впервые столкну­лись с его корпускулярными свойствами. У большинства из них инерция мышления была настолько велика, что они отказывались верить.

**IV, Закрепление изученного материала**

- В чем состоит явление фотоэффекта?

- Когда и кем было открыто явление фотоэффекта?

- Нарисуйте схему установки опыта Герца и объясните, в чемсуть опыта.

- Объясните опыты А. Г. Столетова.

**IV, Подведение итогов урока**

**Домашнее задание**

§ 49. 50. Упражнение 38. Задачи с задачника по Рымкевич А.П