

План-конспект урока физики в 11 классе.

Учитель Дворянчикова М.А. МОУСОШ №2 п.Безенчук

Тема: Законы фотоэффекта.

Тип урока: урок - исследование.

Цель: Раскрыть взаимосвязь гипотезы Планка с явлением фотоэффекта; объяснить это явление и его законы на основе квантовой теории.

Сформировать понятия: фотоэффект, законы фотоэффекта;

формировать умения: работать с компьютерными моделями, анализировать и сравнивать результаты измерений, делать выводы; показать познаваемость явлений природы; развить физическое мышление, познавательную самостоятельность учащихся.

Оборудование: Компьютерный класс, медиапроектор, экран, БЭНП «Физика. 7-11 классы» компании «Кирилл и Мефодий»

План урока

Этап	Время, мин	Приемы и методы обучения
I. Организационный.	1-2	Словесный
II. Актуализация знаний о квантах энергии.	3-4	Словесно-репродуктивный. Фронтальный опрос.
III. Изучение нового материала	20-25	Словесный, наглядный. Проблемно-поисковый. Групповая исследовательская работа.
IV. Закрепление знаний	5-8	Проблемно-поисковый
V. Подведение итогов урока. Домашнее задание.	3-4	Словесный. Запись задания на доске и в дневниках

1. Сообщение цели урока.

Сегодня мы продолжим изучать квантовую физику:

Цель урока: получить доказательства квантовой природы света. Мы познакомимся с явлением фотоэффекта, изучим его при помощи компьютерной модели и установим его закономерности. Вы должны научиться анализировать результаты работы с компьютерной моделью, делать выводы на основе этого анализа и объяснять полученные опытным путем закономерности.

II. Краткая беседа по материалу прошлого урока:

- Какое явление в конце XIX века было невозможно объяснить с точки зрения

классической электродинамики Максвелла?

- В чем состояла проблема?
- Была ли она разрешена?
- Может ли тело изучать полкванта энергии?
- От чего зависит энергия кванта?
- Как рассчитать энергию кванта?
- Как энергия кванта зависит от длины волны излучения?
- У какого излучения-энергия кванта больше: у инфракрасного или ультрафиолетового?
- Есть ли доказательства правильности квантовой гипотезы?

III. Изучение нового материала

1. Знакомство с явлением фотоэффекта:

Тема сегодняшнего урока «Фотоэффект». Явление фотоэффекта доказывает квантовую природу света, но его изучали задолго до появления квантовой теории. В 1887 г. Генрих Герц, пытаясь обнаружить электромагнитные волны, заметил, что разрядный промежуток срабатывает эффективнее, если его подвергнуть воздействию ультрафиолетового излучения. Но Герца интересовали другие задачи, об этом явлении он только упомянул в своей статье. Этот факт заинтересовал профессора Московского университета Александра Григорьевича Столетова.

В 1888 году А.Г. Столетов начал изучать заинтересовавшее его явление. Он провел серию опытов, которые мы сейчас наблюдаем.

(Показ видео «Внешний фотоэффект под воздействием ультрафиолетового излучения» на большом экране)

Уменьшение заряда цинковой пластинки объяснили потерей электронов под действием света. Таким образом, фотоэффект - это вырывание светом электронов с поверхности металла. Запишите это в тетрадь.

Но почему именно ультрафиолетовое излучение вызывает фотоэффект? Дать объяснение этому факту Столетов не смог. Однако он сумел измерить количественные характеристики фотоэффекта и установить между ними связь.

Для измерения количественных характеристик данного явления Столетов изготовил прибор, который впоследствии получил название фотоэлемент. (Рассказ сопровождается показом слайдов) Он соединил цинковую пластинку с отрицательным полюсом батареи. Включенный в цепь гальванометр показывает силу тока, создаваемого зарядами, покидающими пластину.

Используя вакуумный стеклянный баллон с двумя электродами, ученый исследовал зависимость силы тока в баллоне от напряжения между электродами при различных условиях освещенности катода. Как выглядит вольтамперная характеристика фотоэлемента при неизменной освещенности катода, вы видите на экране. (слайд)

Если к освещаемой пластине присоединен положительный полюс батареи, то при некотором

значении напряжения, называемым задерживающим, ток прекращается. Это происходит, потому что электроны, вырванные светом, электрическое поле возвращает на пластину. Используя закон сохранения энергии, можно найти максимальную кинетическую энергию электронов, вырванных светом $\frac{mv^2}{2} = eU$ -слайд.

Если к освещаемой пластине присоединен отрицательный полюс батареи, то сначала с ростом напряжения ток растет, а затем наступает насыщение, т.е. величина тока перестает зависеть от приложенного напряжения (слайд).

Сейчас вы, используя компьютерную модель, повторите опыты Столетова и выясните, какие закономерности присущи фотоэффекту. У каждой группы будет свое задание. После выполнения исследования, результаты вашей работы мы обобщим, сравним с выводами, полученными А.Г.Столетовым и объясним полученные закономерности.

В папке вашего класса вы найдете папку «Фотоэффект». В ней находятся два файла: «задание» и «отчет». Внимательно ознакомьтесь с заданием, затем разверните интерактивную модель (отображается на панели задач) и выполните задания. Результаты вашей работы отразите в файле «отчет», который затем отправите на учительский компьютер в папку «Фотоэффект. Отчеты»

2. Групповая исследовательская работа.

Содержание файлов с заданиями. Используются два вида заданий. Для групп с одинаковыми заданиями указаны различные числовые данные измеряемых величин. В состав группы входят 4 человека, сидящие за соседними компьютерами (по двое). Они имеют возможность советоваться друг с другом.

Для 1,3,5 групп.

Выясните, что происходит в трубке при изменении интенсивности падающего света (мощности излучения).

Для этого при неизменной частоте (длине волны) падающего света изменяйте интенсивность излучения от минимального до максимального значения.

Что происходит с электронами в трубке?

Как меняется график зависимости силы тока от напряжения?

Откройте файл «отчет» и, пользуясь предложенным трафаретом, зарисуйте примерный вид графиков зависимости $I(U)$ для указанных значений длины волны и мощности. Сделайте вывод о зависимости (или независимости) измеряемых величин.

(В отчете указаны значения:

для 1 группы: длина волны -400нм, мощность:0,1мВт, 0,5мВт, 1мВт;

для 3 группы: длина волны -500нм, мощность:0,1мВт, 0,5мВт, 1мВт;

для 5 группы: длина волны -540нм, мощность:0,1мВт, 0,5мВт, 1мВт)

Для 2, 4, 6 групп.

Выясните, что происходит в трубке при изменении длины волны падающего света (частоты излучения).

Для этого при неизменной мощности (интенсивности) падающего света изменяйте длину волны излучения от минимального до максимального значения.

Что происходит с электронами в трубке?

Как меняется график зависимости силы тока от напряжения?

Откройте файл «отчет» и, пользуясь предложенным трафаретом, зарисуйте примерный вид графиков зависимости $I(U)$ для указанных значений длины волны и мощности. Сделайте вывод о зависимости (или независимости) измеряемых величин.

(В отчете указаны значения:

для 2 группы: мощность: 0,1 мВт, длина волны - 400 нм, 500 нм, 540 нм;

для 4 группы: мощность: 0,5 мВт, длина волны - 500 нм, 540 нм, 620 нм;

для 6 группы: мощность: 1 мВт, длина волны - 540 нм, 620 нм, 640 нм.

Пример бланка отчета прилагается.)

Отчеты, присланные учащимися, копируются в сводную таблицу, которая затем проецируется на большой экран.

3. Обобщение результатов работы, выводы.

На экране вы видите результаты вашей исследовательской деятельности. В столбцах таблицы изображены вольтамперные характеристики для различных значений мощности, в строках - для различных длин волн.

Группы, исследовавшие зависимость силы тока от напряжения для различных значений мощности, расскажите о своих наблюдениях. (Выслушивается отчет одной из групп, остальные при необходимости дополняют)

Вывод: Сила тока насыщения прямопропорциональна мощности излучения. К такому же выводу пришел Столетов. Данное утверждение носит название первого закона фотоэффекта. Запишите его в тетрадь. (Слайд с записью 1 закона фотоэффекта)

Группы, исследовавшие зависимость силы тока от напряжения для различных значений длин волн, расскажите, к каким выводам пришли вы.

(Выслушивается отчет 2 группы, 4 группа дополняет. При необходимости напомнить, какая связь существует между задерживающим напряжением и максимальной кинетической энергией электронов.)

Вывод: Максимальная кинетическая энергия вырванных электронов возрастает с увеличением частоты света и не зависит от его интенсивности. (Слайд с записью 2 закона фотоэффекта)

Это второй закон фотоэффекта, открытый Столетовым. Запишите его в тетрадь.

А теперь выслушаем отчет 6 группы. (Выясняется, что эта группа смогла построить только один график, так как при значении длины волны больше 620 нм график «пропал». 4 группа это тоже могла заметить, так как у них условие «граничное»)

Ребята, это не сбой в работе программы и не ошибка. Столетов также обнаружил, что при некотором значении частоты падающего света фотоэффект прекращается. Это значение получило название красной границы фотоэффекта. Это открытие Александр Григорьевич

сформулировал в виде третьего закона. Давайте запишем его.

Существует красная граница фотоэффекта, т.е. частота, ниже которой свет уже не способен вызвать фотоэффект. (Слайд с записью 3 закона фотоэффекта)

Столетов обнаружил еще одну закономерность — фотоэффект начинается практически мгновенно.

4. Объяснение явления фотоэффекта.

Явление фотоэффекта мы исследовали, закономерности выяснили, осталось - объяснить. Первое объяснение ученые пытались дать с классической точки зрения, с волновой. Давайте и мы попробуем дать объяснение законам фотоэффекта с точки зрения волновой теории.

1. Увеличение интенсивности света означает увеличение амплитуды колебаний электрического поля, следовательно, количество вырванных электронов увеличивается, и сила тока в цепи становится больше.
2. С другой стороны, более сильное поле должно заставлять электроны двигаться быстрее, следовательно, должна возрастать кинетическая энергия и соответственно запирающее напряжение должно становиться больше. Вы видели, что этого не происходит. Частота волны не должна влиять на кинетическую энергию электронов, а она влияет.
3. И совсем непонятным было, почему не всякое излучение вызывает фотоэффект. Ведь, если энергии не хватает, нужно подождать немного, электрон накопит энергию и вылетит наружу.

4. И последнее: фотоэффект начинается практически мгновенно. Столетов измерил безинерционность этого явления с точностью до $0,001\text{с}$, а классическая физика требовала значительно большего времени для накопления электроном энергии. Таким образом, объяснить закономерности фотоэффекта с точки зрения волновой теории оказалось невозможно.

В 1905 г. А. Эйнштейн, развивая идеи Планка, предлагает гипотезу, что любое излучение существует в форме дискретных сгустков, порций энергии. При взаимодействии с веществом оно ведет себя подобно частице и передает свою энергию не веществу в целом, а только отдельной частице — электрону. При этом электрон должен поглотить энергию всего кванта. Эту частицу Эйнштейн назвал фотоном. Отдав свою энергию электрону, фотон перестает существовать, а электрон, получив энергию, может вылететь из металла. Но сначала он должен преодолеть электростатическое притяжение положительных ионов на поверхности металла, другими словами, совершить работу для своего выхода.

Энергия кванта света затрачивается на совершение работы выхода и на получение кинетической энергии электроном:

(Демонстрируется слайд с формулой Эйнштейна)

Запишите эту формулу в тетрадь.

Эта формула, предложенная Эйнштейном, представляет собой закон сохранения энергии в системе фотон - электрон. Именно за вывод этого уравнения Эйнштейн получил Нобелевскую

премию в 1921 году.

Итак, согласно теории Эйнштейна, свет ведет себя как поток частиц. Давайте вспомним закономерности фотоэффекта и попробуем объяснить их с точки зрения квантовой теории.

1. Как вы думаете, что происходит с ростом интенсивности света? Как это влияет на силу тока в цепи? (Увеличивается число фотонов, вырывается большее количество электронов, сила тока в цепи растет)
2. Как меняется энергия фотона с ростом частоты света? Как при этом меняется энергия вырванного электрона? (Увеличивается, следовательно в соответствии с уравнением фотоэффекта, увеличивается энергия вырванного электрона)

Почему с ростом интенсивности света не меняется кинетическая энергия электронов? (Интенсивность света определяет количество фотонов, а не их энергию)

3. Почему фотоэффект начинается при определенной частоте света? (Если энергия фотона мала, то ее может оказаться недостаточно, чтобы электрон мог совершить работу выхода)

Посмотрите на эту формулу. Она определяет красную границу фотоэффекта. Запишите ее в тетрадь. (Слайд: $h\nu_{\text{мин}} = A_{\text{вых}}$)

Энергия фотона должна равняться работе выхода, чтобы фотоэффект начался. Для разных металлов работа выхода различна. (Слайд - таблица: работа выхода для разных металлов)

Таким образом, теория Эйнштейна помогла разрешить противоречия. Просто интересное поначалу явление оказалось революционным событием в физике и в течение нескольких лет оставалось единственным доказательством справедливости квантовой теории.

IV. Закрепление знаний, контроль за усвоением материала.

Давайте подведем итоги изучения нового материала.

- С каким новым явлением вы сегодня познакомились?
- Каким образом явление фотоэффекта доказывает правильность квантовой теории?
- Прочитайте формулировку 1 закона фотоэффекта и попробуйте его объяснить.
- Объясните второй закон фотоэффекта.
- Почему фотоэффект происходит не при любой частоте падающего света?
- Какое значение для науки имело открытие фотоэффекта?

Сегодня мы познакомились с явлением, которое долгое время не могло получить объяснения из-за нехватки знаний. Но пытливые умы всегда ищут и находят ответы, совершают новые открытия, показывая нам многообразие и многоликость нашего мира. Сегодня мы еще раз убедились в том, что законы природы познаваемы. Но чтобы познать мир и подарить людям результаты своего познания, требуется упорство и трудолюбие. Над изучением явления фотоэффекта трудился не один ученый, благодаря их труду мы смогли узнать о таком необычном для нас явлении, как дуализм, двойственность свойств света: с одной стороны свет, как мы знаем, является электромагнитной волной, с другой стороны, явление фотоэффекта

доказывает его квантовую природу. С явлением дуализма света мы познакомимся на следующих уроках.

V. Итоги урока.

Анализ работы класса на уроке. Выставление оценок.

Домашнее задание:

- 1. §88-§89, Упр.12№1;**
2. Задача на «5»: Придумать задачу, которая решалась бы с использованием модели «Фотоэффект»