

Цели урока:

Дидактическая (учебная) – изучить явление фотоэлектрического эффекта, его закономерности, области применения; продолжить подготовку к ЕГЭ (задача части I, задача части II на квантовую физику);

Развивающая – подготовить обучающихся к пониманию процессов и явлений, происходящих по законам квантовой физики; учить систематизировать учебный материал, выделяя доминирующие элементы знания; развивать умение работать с формулами при решении задач;

Воспитательная – формирование научного мировоззрения; тренировка памяти, внимания, самостоятельности, ответственности за собственные знания и их применение.

Межпредметные связи – математика (числовой инструментарий).

Обеспечение занятия

Раздаточный материал – листы проверки домашнего задания (на каждого учащегося).

Технические средства обучения: компьютер, проектор (библиотека),

демонстрация опыта Герца: <https://www.youtube.com/watch?v=j65lSrOIEms>,

видео для проведения эксперимента: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2013/02/09/otkrytyy-urok-po-teme-fotoeffekt>

презентация по теме «Фотоэффект» (закрепление).

Используемые технологии – системное усвоение знаний по физике, икт, проблемное обучение.

Требования к результатам усвоения учебного материала

Студенты должны:

знать – гипотезу М.Планка о квантах;

уметь – практически использовать физические знания.

Формируемые компетенции:

ЛР 1 чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки;

ЛР 6 умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

МР 2 использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно- следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;

ПР 2 владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;

ПР 3 сформированность умения решать физические задачи;

СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ

I. Организационный момент.

1. На прошлом занятии было рассмотрена гипотеза Планка о квантах.

Проверка домашнего задания (ЛР 6) - индивидуальные карточки (работа в парах)

№ вопроса	Вопрос	Ответ
A1	Отдельная порция электромагнитной энергии, поглощаемая атомом называется: 1. джоулем; 2. электрон-вольт; 3. квантом; 4. электроном.	
A2	Гипотезу о том, что атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями, выдвинул: 1) М. Фарадей; 2) Д. Джоуль; 3) М. Планк; 4) А. Эйнштейн.	
A3	Энергия кванта пропорциональна: 1) длине волны; 2) времени излучения; 3) скорости кванта; 4) частоте колебаний;	
A 4	Записать формулу для вычисления кинетической энергии	

А 5	Перевести в Дж 1 эВ	
В 1	Записать формулу для вычисления работы электрического поля	

Объявление темы урока: Слово «фотоэффект» состоит из двух слов фото- свет (от греческого), эффект (от латинского) действие. **Вопрос:** какое словосочетание получается? «Фотоэффект» - это действие света. Если это действие, то сегодня мы должны разрешить **проблему:** какой эффект может произвести свет с веществом? **И найти ответы на вопросы:** каким законам он подчиняется, от каких характеристик зависит и где он нашёл применение. Выдает задание: «Исходя из темы урока, сформулируйте цель, которую вы хотели и могли бы достигнуть на уроке». Цели- каким законам данное явление подчиняется, от каких характеристик зависит и где оно нашло применение.

II. Мотивация темы, активизация познавательного интереса:

внешний фотоэффект рассматривается как одно из возможных решений повышения КПД полезной энергии.

III. Актуализация опорных знаний и подведение итогов; проверка уровня сформированности знаний, умений (комбинированный урок)

Сейчас проведем «Конкурс эрудитов». **Будьте внимательны.**

Рассмотрим предисторию открытия фотоэффекта.

- 1) Фотоэлектрический эффект был открыт в 1887 году немецким физиком Г. Герцем. Опыт Герца (не полностью, первую часть: (0 -2.08)) <https://www.youtube.com/watch?v=j65lSrOIEms>

Вопрос: Кто спровоцировал уход заряда с цинковой пластины? Причиной ухода зарядов с цинковой пластины является свет.

Вопрос: При каком знаке стекает заряд? Тело теряет заряд только в том случае, если оно заряжено отрицательно.

- 2) **Презентация моя** (с формулой фотоэффекта). В 1888г- Дж. Томсоном был открыт электрон.

Наиболее полно данное явление в 1888–1890 г. экспериментально исследовано А. Г. Столетовым (ЛР 1 чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки) Русский физик, выпускник Московского университета, стажировался у Г. Магнуса, Г.Кирхгофа и В. Вебера.

Столетов был прекрасным педагогом и считал, что физическое образование и развитие физики невозможно без серьезной экспериментальной базы. В 1872 году при горячем участии Столетова была организована первая физическая лаборатория и физический институт при Московском университете. В созданной Столетовым физической лаборатории и при его участии были поставлены знаменитые эксперименты П. Н. Лебедева по измерению давления света.

- 3) **Продолжаем «Конкурс эрудитов». Будьте внимательны.**

Вопрос: какой знак имеет электрон? Отрицательный.

Вопрос: Выполняется ли закон Ома при фотоэффекте? Исследуя зависимость фототока от приложенного напряжения, А.Г. Столетов установил, что он не подчиняется закону Ома. Из графика видно, что фототок сначала растёт, а затем при сравнительно не большом напряжении перестаёт расти. **Вопрос:** Как называется максимальное значение фототока? Максимальное значение фототока называют фототоком насыщения.

К следующему слайду. Закономерности, открытые А.Г. Столетовым, представлены на слайде.

- 4) **Продолжаем «Конкурс эрудитов». Будьте внимательны.**

Вопрос: что значит красная граница фотоэффекта? **Вопрос:** В какой зависимости находится фототок насыщения и интенсивность света, падающего на катод? **Вопрос:** чем определяется максимальная скорость фотоэлектронов? **Вопрос:** зависит ли скорость фотоэлектронов от интенсивности света? Нет.

Вопрос: Связывается ли фототок с инерцией? Нет, фототок возникает одновременно с освещением катода с точностью до одной миллиардной доли секунды.

- 5) В1900г. К.Планком была высказана гипотеза. **Продолжаем «Конкурс эрудитов». Будьте внимательны.**

Вопрос: В чем суть гипотезы Планка? Суть гипотезы Планка состоит в дискретности излучения света.

Вопрос: поясните понятие дискретности света? Свет излучается не непрерывным потоком, а порциями-квантами.

1.	В	чём	суть	гипотезы	М.	Планка?
Свет может	излучаться	отдельными	порциями (фотонами)	со	световой энергией	- квантами.
2.От	чего	зависит	энергия	кванта	излучения?	
энергия	кванта	излучения	зависит	от	частоты	излучения
3.Докончить	предложение:			Фотон	это...	

- световой квант. Фотоном можно назвать и квант любых электромагнитных волн

- 6) И стало ясно, что фотоэффект (или точнее – внешний фотоэффект) состоит в вырывании электронов из вещества под действием падающего на него света;

IV. Изучение нового материала.

1. *Теоретическая часть* комбинированного занятия:

Слайд 6 презентации. Объяснение явления мое.

Закрепим теоретические знания явления фотоэффекта.

- 1) Наблюдение внешнего фотоэффекта; (не полностью 0 – 3.00)
<https://www.youtube.com/watch?v=nEOmjPOWPQE>
- 2) Ток насыщения, закон сохранения энергии (не полностью 5.47 – 8.00)
<https://www.youtube.com/watch?v=nEOmjPOWPQE>

- 3) **Запишем уравнение фотоэффекта на доске.**

2. *Практическая часть* комбинированного занятия (формирование умений):

Переходим к практической части занятия. Видео для проведения эксперимента:

<https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2013/02/09/otkrytyy-urok-po-teme-fotoeffekt>.

- 7) **Продолжаем «Конкурс эрудитов». Будьте внимательны.**

Выполняем задания и заносим ответы в таблицу на доске:

Задания:

- а) определить красную границу для цезия (658 нм),
- б) меняя длину волны, пронаблюдать изменения силы тока от напряжения, измерить запирающий потенциал U_z для различных длин волн, ток насыщения. Заполнить часть таблицы на доске

№ опыта	U , В	λ , нм	I , мА	U_z , В	E_{ϕ} , 10^{-19} , Дж	E_k , 10^{-19} , Дж
1	1	440	1,8	3		
2	1	500	1,4	2		
3	1	550	1,2	1,5		
4	1	600	1	1		

- с) сделать выводы по результатам (При приближении к красной границе фототок уменьшается и уменьшается запирающее напряжение (кинетическая энергия фотоэлектронов)).

V. Закрепление материала (МР 2; ПР 2; ПР 3)

1. Решение задач по физике.

№ 1 (Задача части I ЕГЭ). Работа выхода электрона из металла составляет 4,28 эВ. Найти граничную длину волны фотоэффекта.

Дано:	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$A_{\text{в}} = hc / \lambda$
$A_{\text{в}} = 4,28 \text{ эВ}$	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	$\lambda = hc / A_{\text{в}}$
	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	$\lambda = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} / 4,28 \text{ эВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
$\lambda = ?$		$\lambda = 290 \cdot 10^{-9} \text{ м}$

№2. (Задача части II ЕГЭ на квантовую физику). С какой скоростью вылетают электроны с поверхности цезия при освещении желтым светом с длиной волны 590 нм?

Дано: $\lambda_{\text{кр}} = 658 \text{ нм}$ $\lambda = 590 \text{ нм}$ $v = ?$	$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	$E_{\phi} = A_{\text{в}} + K$, где $E_{\phi} = hc / \lambda$ $A_{\text{в}} = hc / \lambda_{\text{кр}}$ $K = mv^2 / 2$, тогда $hc / \lambda = hc / \lambda_{\text{кр}} + mv^2 / 2$, отсюда $v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} \right)}$
--	--	---

		$v = \sqrt{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{\frac{(658 - 590) \cdot 10^9}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 653 \cdot 590}}} = 2,67 \cdot 10^5$ Ответ: $v = 0,27$ Мм/с
--	--	---

2. Предлагаются на вопросы для самоконтроля.

№ вопроса	Вопрос	Ответ
1	От чего зависит число фотоэлектронов, вырываемых в единицу времени с поверхности катода при фотоэффекте?	
2	От чего зависит скорость фотоэлектронов?	
3	От чего зависит величина красной границы фотоэффекта?	
4	На разные металлы падают фотоны одинаковой частоты. Одинакова ли скорость фотоэлектронов, вылетевших из металлов?	
5	Какое предположение о взаимодействии фотонов с электронами вещества лежит в основе уравнения Эйнштейна?	

8) VI. Подведение итогов урока и «Конкурса эрудитов».

ВЫВОДЫ:

1. А. Эйнштейн смог вывести уравнение, описывающее процессы, происходящие при фотоэффекте; (1921 г. – Нобелевская премия); А. Эйнштейну удалось показать, что квантовая теория имеет право на существование. Применяя ее для объяснения все новых явлений, он непрерывно увеличивал число ее сторонников. Последние сомнения в существовании световых квантов отпали.
2. Соберем все ранее сформулированные выводы:
 - Тело теряет заряд только в том случае, если оно заряжено отрицательно (по первому видео).
 - Причиной ухода зарядов в цинковой пластине является свет, причём под действием квантов света выбиваются только электроны.
 - Интенсивность выбивания электронов зависит от рода металла.
 - В результате фотоэффекта возникает ток, который называется фототок. Фототок – движение вырванных светом из катода электронов.
 - Исследуя зависимость фототока от приложенного напряжения, А.Г. Столетов установил, что он не подчиняется закону Ома. Из графика видно, что фототок сначала растёт, а затем при сравнительно небольшом напряжении перестаёт расти. Максимальное значение фототока называют фототоком насыщения.
 - Если изменить полярность источника напряжения, то сила тока уменьшится и при некотором задерживающем напряжении она станет равной нулю. В этом случае электрический ток тормозит фотоэлектроны до полной остановки, а затем возвращает их на катод.

И еще одно очень важное замечание, на которое я хочу обратить ваше внимание. Если электроны, вырванные светом, покидают вещество, то такой фотоэффект называют внешним.

Законы фотоэффекта

1. Фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности света, падающего на катод
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов прямо пропорциональна частоте света и не зависит от его интенсивности
3. Для каждого вещества существует минимальная частота света, называемая красной границей фотоэффекта, ниже которой фотоэффект невозможен.

VII. Домашнее задание. Рефлексия.

1. Домашнее задание: Учебник Физика 11 под ред. Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев. § 88-89
2. Упр. 12 № 6.

ФИО педагога: В.С.Окунева

Примечание:

Оценочный лист

№ вопроса	№ стола	Замечания.	ФИО эксперта
1			
2			
3			
4			
5			

Раздаточный материал:

1. Проверка домашнего задания на карточках (работа в парах):

№ вопроса	Вопрос	Ответ
A1	Отдельная порция электромагнитной энергии, поглощаемая атомом называется: 1. джоулем; 2. электрон-вольт; 3. квантом; 4. электроном.	
A2	Гипотезу о том, что атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями, выдвинул: 1) М. Фарадей; 2) Д. Джоуль; 3) М. Планк; 4) А. Эйнштейн.	
A3	Энергия кванта пропорциональна: 1) длине волны; 2) времени излучения; 3) скорости кванта; 4) частоте колебаний;	
A 4	Записать формулу для вычисления кинетической энергии	
A 5	Перевести в Дж 1 эВ	
B 1	Записать формулу для вычисления работы электрического поля	

2. Вопросы для самоконтроля на карточках

№ вопроса	Вопрос	Ответ
1	От чего зависит число фотоэлектронов, вырываемых в единицу времени с поверхности катода при фотоэффекте?	
2	От чего зависит скорость фотоэлектронов?	
3	От чего зависит величина красной границы фотоэффекта?	
4	На разные металлы падают фотоны одинаковой частоты. Одинакова ли скорость фотоэлектронов, вылетевших из металлов?	
5	Какое предположение о взаимодействии фотонов с электронами вещества лежит в основе уравнения Эйнштейна?	

№ опыта	U , В	λ , нм	I , мА	U_z , В	$E_f, 10^{-19}$, Дж	$E_k, 10^{-19}$, Дж
1	1	440				
2	1	500				
3	1	550				
4	1	600				