

ФОТОЭФФЕКТ

11 КЛАСС

- Учитель физики
Григорьева Л.И.

Санкт-Петербург, СБГОУ
№ 155

Фотоэффект.

Фотоэлектрический эффект был открыт в 1887 году немецким физиком Г. Герцем был открыт в 1887 году немецким физиком Г. Герцем и в 1888–1890 годах экспериментально исследован А. Г. Столетовым. Наиболее полное исследование явления фотоэффекта было выполнено Ф. Ленардом в 1900 г. К этому времени уже был открыт электрон (Д. Томсон, 1897 г.), и стало ясно, что фотоэффект (или точнее – внешний фотоэффект) **состоит в вырывании электронов из вещества под действием падающего на него света.**

План исследования

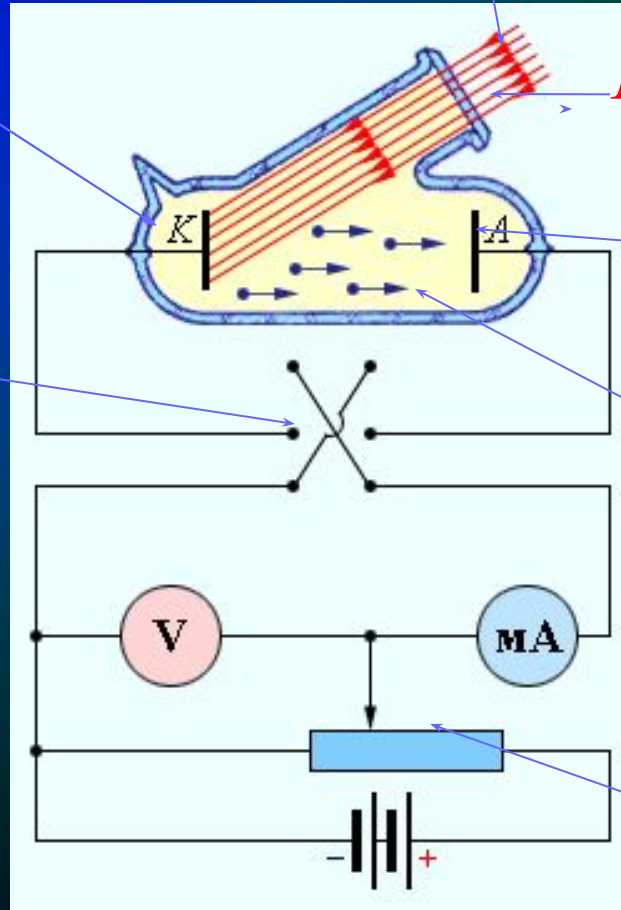
1. $I(U)$ -Вид зависимости, Физический смысл характерных точек
2. $I(U)$ -при различных значениях светового потока светом одной частоты
3. $I(U)$ при освещении светом разной частоты.
4. $I(U)$ для разного материала катода

Источник

**монохроматического
света длины волны λ**

Катод К

**Двойной ключ
для
изменения
полярности**



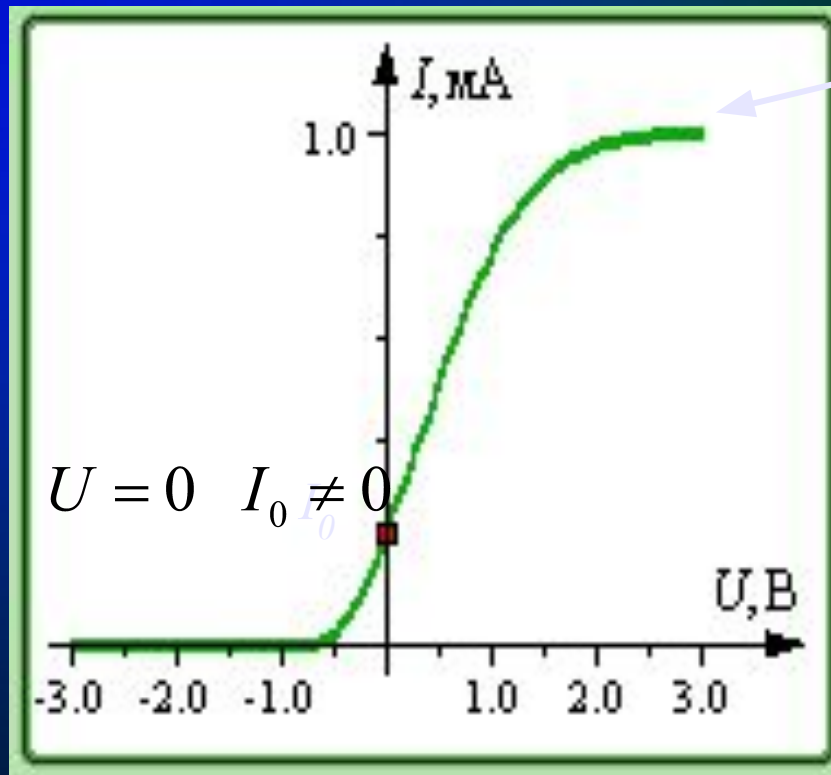
Кварцевое окошко

Анод А

**Стеклянный
вакуумный
баллон**

**Потенциометр для
регулирования
напряжения**

Анализ вольт-амперной характеристики.



- Начиная с некоторого значения напряжения сила тока в цепи перестает изменяться, достигнув насыщения.

При отсутствии внешнего поля ток не равен 0
Изменение направления внешнего поля приводит к исчезновению тока

Если за $t=1$ с из катода вылетает N электронов, то их суммарный заряд $|q|=|e|N$. Тогда

$$I=q/t=\text{const}=I_{\text{нас}}$$

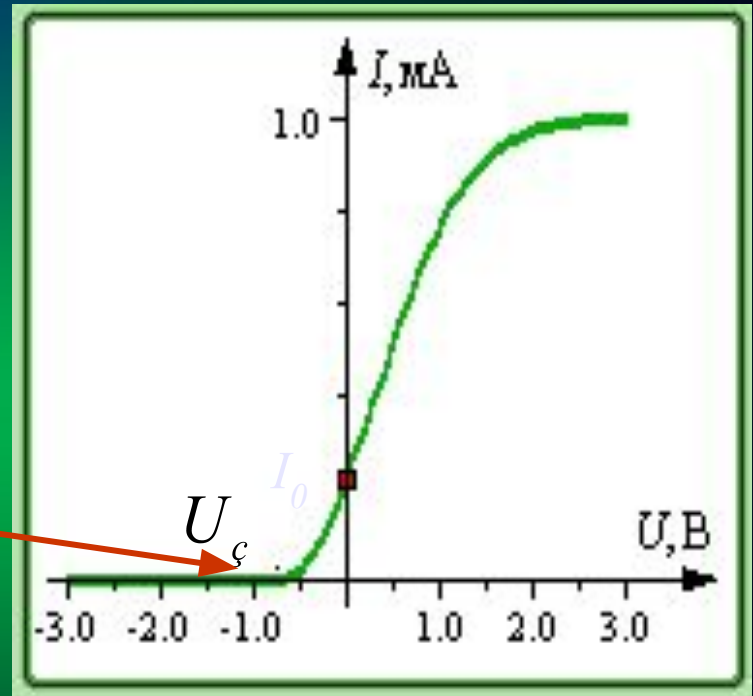
$$I_{\text{нас}} \sim N$$

Фототок насыщения (количество электронов, вырванных с поверхности катода) прямо пропорционален интенсивности света, падающего на катод (Φ)

Анализ вольт-амперной характеристики.

- При таком значении напряжения сила тока в цепи анода равна нулю.

*Напряжение
запирания
(запирающее
напряжение)*



При $U > U_\epsilon$ в результате облучения электроны, выбитые из электрода, могут достигнуть противоположного электрода и создать некоторый начальный ток.

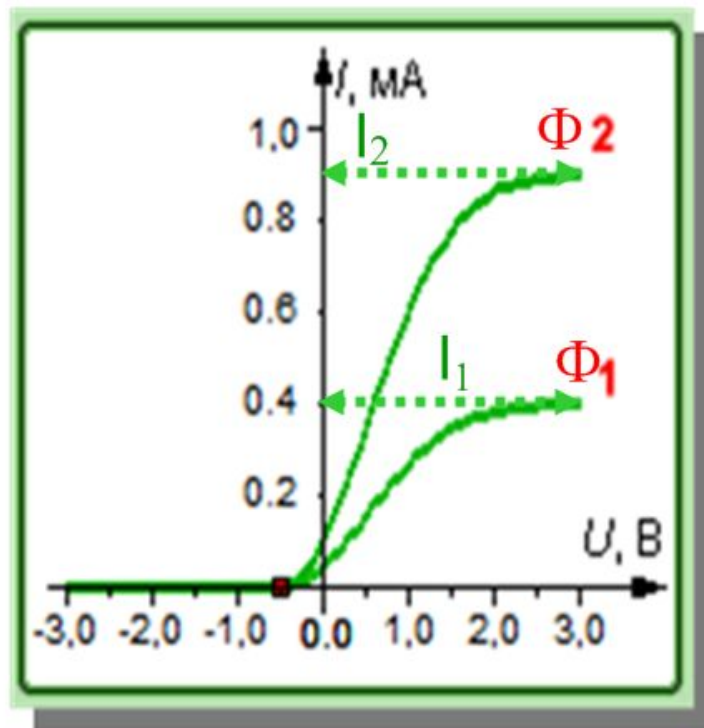
Согласно закону сохранения энергии

$$eU_3 = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

где m - масса электрона,
а v_{\max} - максимальная скорость
фотоэлектрона.

ВАХ от интенсивности светового потока одной частоты

Значение запирающего напряжения не меняется!



$$\Phi_2 > \Phi_1$$
$$I_2 > I_1$$
$$U_3 = \text{const}$$
$$\nu = \text{const}$$

Сила тока насыщения то есть число выбитых светом электронов за 1с растет

Первый закон фотоэффекта

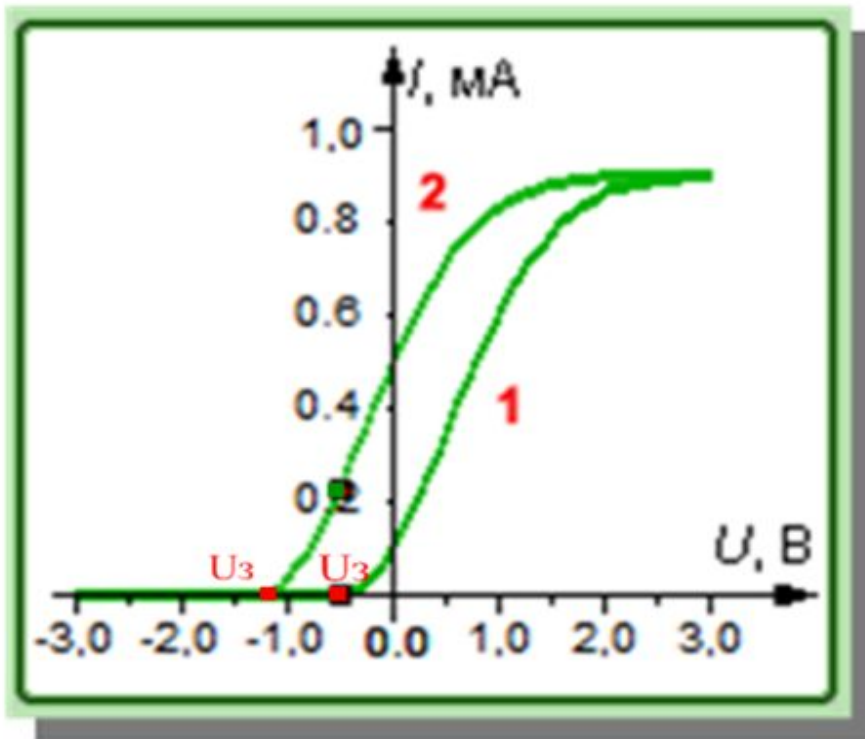
Фототок насыщения пропорционален световому потоку, падающему на металл.

ИЛИ

Количество фотоэлектронов, выбиваемых светом с поверхности металла за 1 с, прямо пропорционально поглощаемой за это время энергии световой волны.

ВАХ для световых потоков различных частот

при неизменной интенсивности светового потока



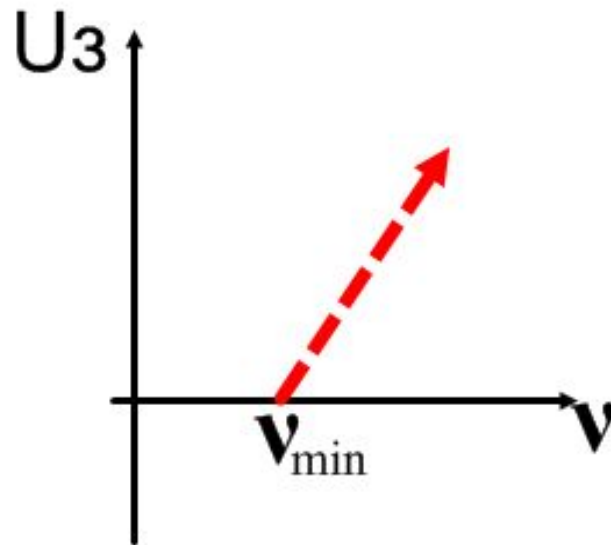
$$\nu_2 > \nu_1$$

$$U_2 > U_1$$

Значение
зарирающего
напряжения
зависит от
частоты
падающего
света

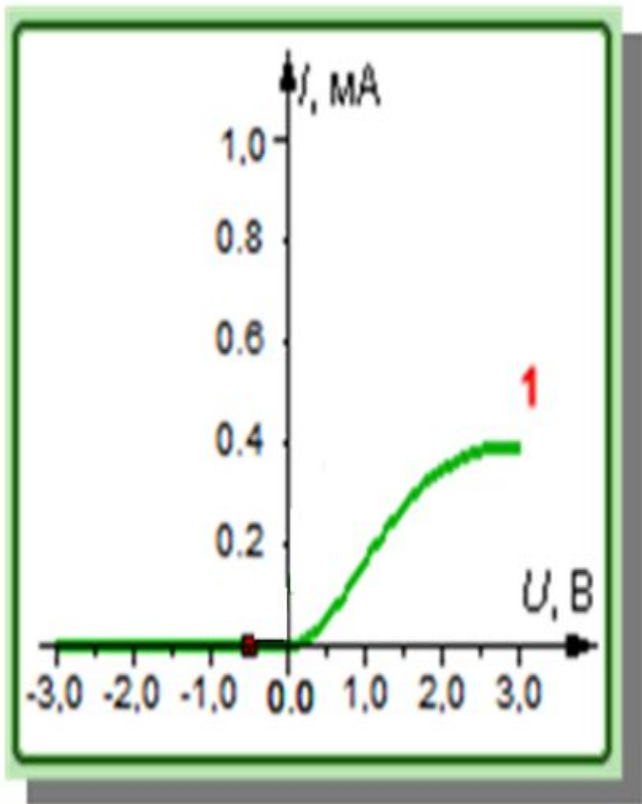
$$|e|U_3 = E_{\text{к}} = \frac{m\nu^2}{2}$$

Второй закон фотоэффекта



Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов прямо пропорциональна частоте света и не зависит от его интенсивности.

Третий закон фотоэффекта



при $\nu < \nu_{\min}$
 $U_3 = 0$
 $I = 0$

Каждому
веществу
соответствует
минимальная
частота
излучения
(красная
граница), ниже
которой
фотоэффект
невозможен

ν_{\min}
 λ

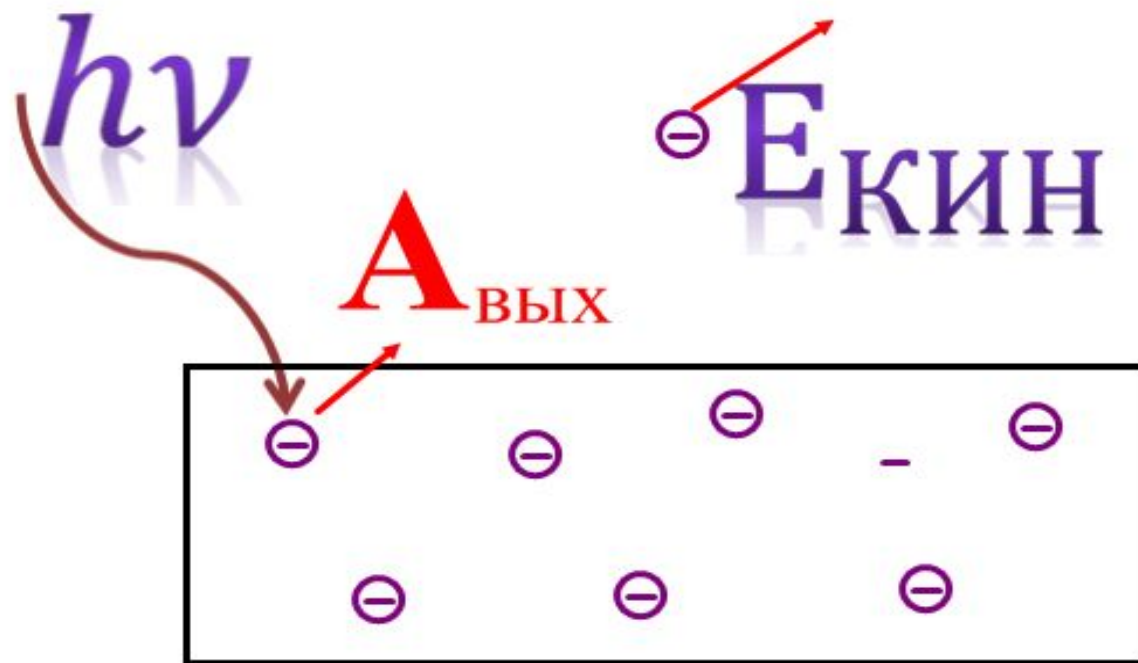
- ПОЧЕМУ ЭЛЕКТРОНЫ
ВЫЛЕТАЮТ ИЗ ВЕЩЕСТВА?
- ПОЧЕМУ СВЕТ ЛЮБОЙ ЧАСТОТЫ
НЕ ПРИВОДИТ К
ФОТОЭФФЕКТУ?
- ПОЧЕМУ КИНЕТИЧЕСКАЯ
ЭНЕРГИЯ ФОТОЭЛЕКТРОНОВ
ЗАВИСИТ ОТ ЧАСТОТЫ
ПАДАЮЩЕГО СВЕТА?

Объяснение фотоэффекта

- 1. Свет-поток частиц-квантов
- 2. Квант поглощается электроном целиком и вся энергия передается этому электрону
- 3. Энергия каждого фотона определяется формулой Планка $E = h\nu$



НА ЧТО РАСХОДУЕТСЯ ЭНЕРГИЯ ПОГЛОЩЕННОГО КВАНТА?



Работа выхода.

Энергию связи
электрона в
металле
характеризуют
работой
выхода

Вещество	Работа выхода, эВ
Цезий	1,8
Калий	2,2
Цинк	4,2
Серебро	4,3
Вольфрам	4,5
Платина	5,3

$$A = h\nu_{min}$$

Работа выхода –
минимальная
работа,
которую нужно
совершить для
удаления
электрона из
металла

= /

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта (закон сохранения энергии)

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

$h\nu$ - энергия кванта электромагнитного излучения

ν - частота излучения

h - постоянная Планка

A - работа выхода для данного вещества

$\frac{mv^2}{2}$ - кинетическая энергия фотоэлектронов

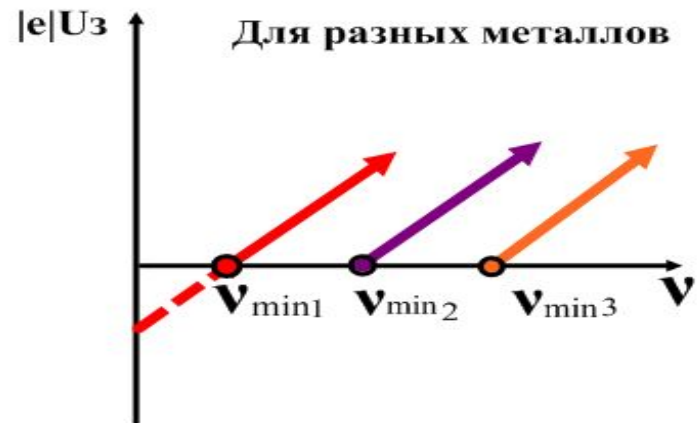
$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_{\text{зад}} \quad \frac{mv^2}{2} = eU_{\text{зад}}$$

Определение постоянной Планка

- $|e|U_3 = h\nu - h\nu_{\min}$

- Угол наклона прямых на оси частот одинаков для различных металлов

- $h = |e|U / (\nu - \nu_{\min})$



Вопросы и задачи:

1. По какой причине открытые окна домов днем кажутся черными, хотя в комнате достаточно светло из-за отражения дневного света от стен?
2. Приведите примеры абсолютно черных тел.
3. Найдите энергию фотона с длиной волны 400 нм.
4. Используя данные таблицы (см. слайд 12), найдите красную границу фотоэффекта для калия.
5. Найдите задерживающую разность потенциалов для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности натрия ($A_{\text{вых}}=2,28\text{эВ}$) светом с длиной волны 400 нм.