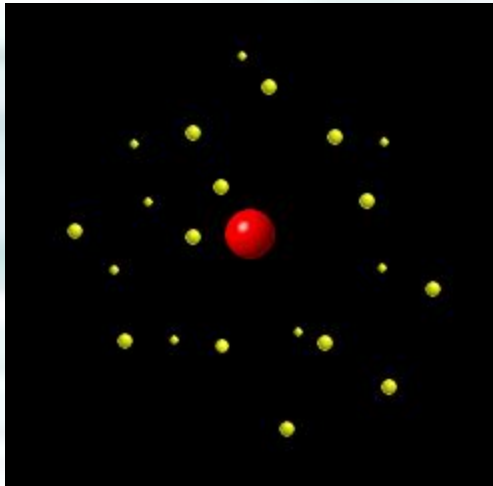


Фотоэффект. Законы фотоэффекта.



Завершение классической физики

В конце XIX в. многие ученые считали, что развитие физики завершилось по следующим причинам:

- 1. Больше 200 лет существуют законы механики, теория всемирного тяготения.**
- 2. Разработана МКТ.**
- 3. Подведен прочный фундамент под термодинамику.**
- 4. Завершена максвелловская теория электромагнетизма.**
- 5. Открыты фундаментальные законы сохранения (энергии, импульса момента импульса, массы и электрического заряда).**

Физические проблемы начала XX в.

- В конце XIX -- начале XX в. открыты:

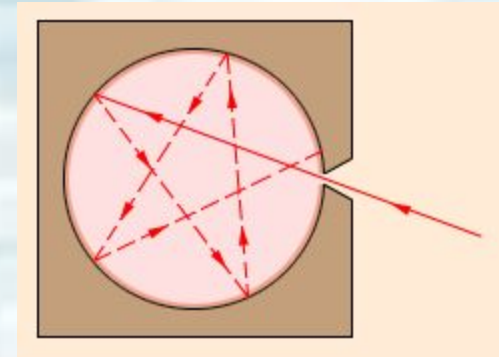
*X-лучи (рентгеновские лучи, В. Рентген),
явление радиоактивности (А. Беккерель),
Электрон (Дж. Томсон).*

Однако классическая физика не сумела объяснить эти явления.

- Теория относительности А. Эйнштейна потребовала коренного пересмотра понятия пространства и времени.
- Специальные опыты подтвердили справедливость гипотезы Дж. Максвелла об электромагнитной природе света. Можно было предположить, что излучение электромагнитных волн нагретыми телами обусловлено колебательным движением электронов. Но это предположение нужно было подтвердить сопоставлением теоретических и экспериментальных данных.

Модель абсолютно черного тела

- *Абсолютно черное тело* – мысленная *модель тела* полностью поглощающего электромагнитные волны любой длины (и, соответственно, излучающего все длины электромагнитных волн).



Модель абсолютно черного тела – небольшое отверстие в замкнутой полости

- *Проблема сводится к изучению спектрального состава излучения абсолютно черного тела. Решить эту проблему классическая физика оказалась не в состоянии.*

Гипотеза Планка (1900 г.)

- *Атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями — **квантами.***

- *Энергия E каждой порции прямо пропорциональна частоте излучения:*

$$E = h\nu$$

$h=6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка.

$$E = h\nu = \hbar \omega$$

$$\omega = 2\pi \nu$$

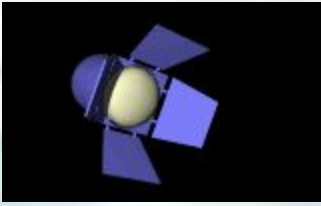
$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} = 6,59 \cdot 10^{-16} \text{ эВ} \cdot \text{с}$$

(1 эВ - энергия, которую приобретает элементарный заряд, проходя ускоряющую разность потенциалов 1 В)
1эВ=1,6·10⁻¹⁹ Дж).



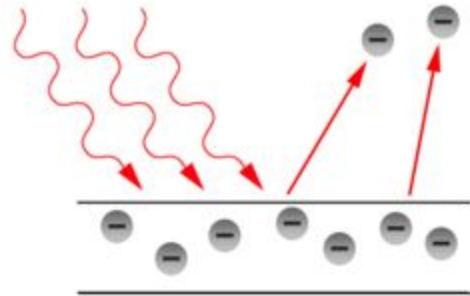
**Таким образом,
М. Планк указал путь
выхода из
трудностей, с
которыми
столкнулась теория
теплового излучения,
после чего начала
развиваться
современная
физическая теория,
называемая**

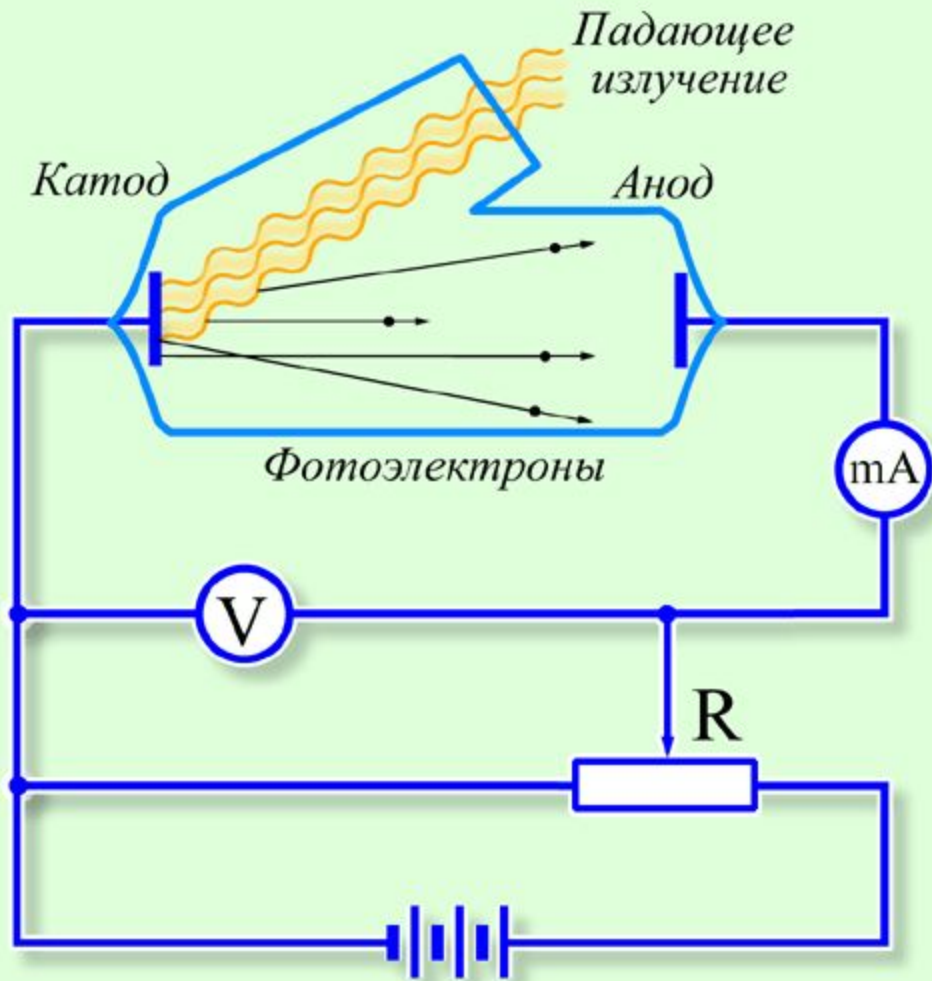
квантовой физикой



Фотоэффект-

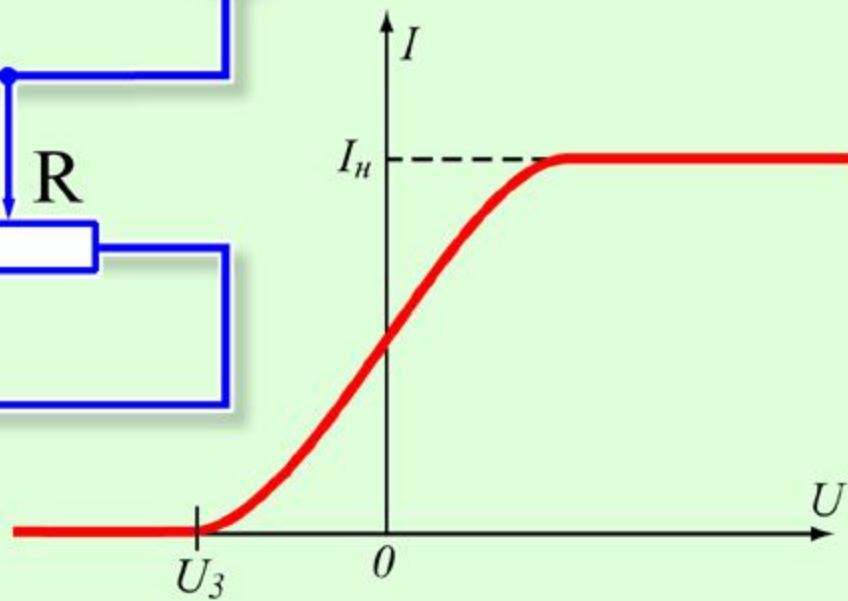
явление выбивания
электронов с поверхности
вещества под действием
света





$$\left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\max} = eU_3 = h\nu - A.$$

Уравнение Эйнштейна
для фотоэффекта



Законы фотоэффекта

Ток насыщения – максимальное значение силы тока (определяется числом электронов, испущенным за 1с освещённым электродом)

1

Фототок насыщения пропорционален интенсивности света, падающего на это вещество

2

Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от частоты

3

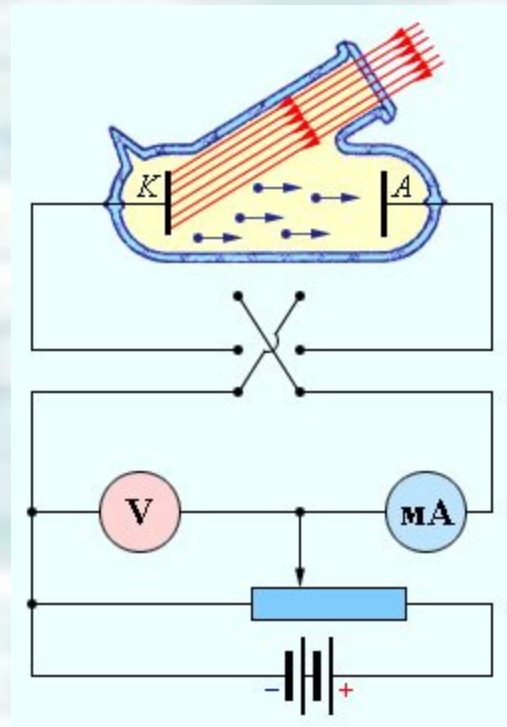
Для каждого вещества существует красная

граница фотоэффекта ($\nu_{кр}$), наименьшая частота ν_{min} , при которой еще возможен фотоэффект.



при $\nu < \nu_{кр}$ фотоэффекта не будет

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



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

Работа выхода

– работа, которую нужно совершить для освобождения электрона с поверхности тела.

Работа выхода зависит от природы данного вещества, состояния его поверхности, выражается обычно в электрон-вольтах.

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



$$A_{\text{ВЫХ}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} \Rightarrow$$

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{A_{\text{ВЫХ}}}$$

Фотон – световая частица (квант электромагнитного излучения)

- 1. Частица электромагнитного поля**
- 2. Распространяется со скоростью света**
- 3. Существует только в движении**
- 4. Масса покоя равна 0**

$$E = h\nu = mc^2 = pc = h \frac{c}{\lambda}$$

ФОТОН

$$p = \frac{h}{\lambda} \lambda = \frac{h}{p}$$

Электрон

$$\lambda_e = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\nu}$$

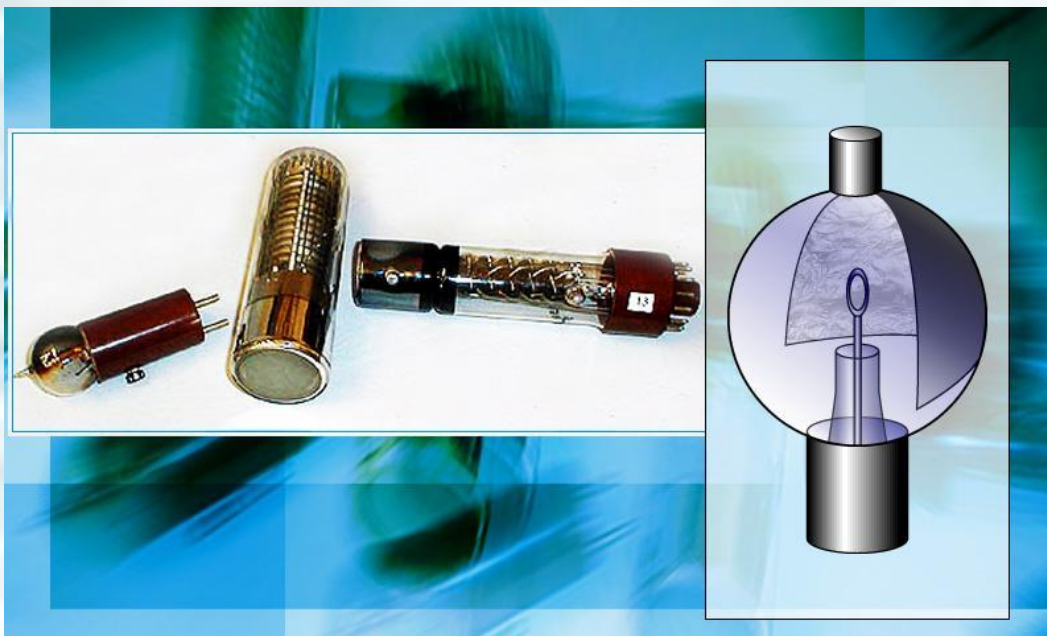
Свет обладает двумя свойствами

- 1. При распространении ведёт как волна**
- 2. При взаимодействии с веществом как частица**



Применение

1. Кино: воспроизводство звука
2. Фотоэлементы
3. Фотография



Решите задачи

- 1. Найти работу выхода электронов из металла, для которого красная граница фотоэффекта равна $6 \cdot 10^{14}$ Гц.
- 2. Определите наибольшую длину световой волны, при которой имеет место фотоэффект для платины $A = 8,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.
- 3. Определить максимальную кинетическую энергию электронов, вылетающих из калия при его освещении лучами с длиной волны 345 нм. Работа выхода электронов из калия 2,26 эВ.
- 4. Какую скорость получают вырванные из цинка электроны при облучении его светом с длиной волны 82 нм? Работа выхода электронов из цинка 3,5 эВ. Определите красную границу фотоэффекта для цинка.
- 5. Чему равна кинетическая энергия электронов, достигающих анода рентгеновской трубки, работающей под напряжением 100 кВ?

- Ответы: 1- $3,97 \cdot 10^{-19}$ Дж; 2- $2,34 \cdot 10^{-7}$ м; 3- $2,38 \cdot 10^{-19}$ Дж; 4- $2 \cdot 10^6$ м/с; $3,55 \cdot 10^{-7}$ м.

Домашнее задание

1. § 88-93

2. физ.д

3. р. 1210, 1223, 1226, 1225

презентация

