

Лекция 3
15 сентября 2026 года

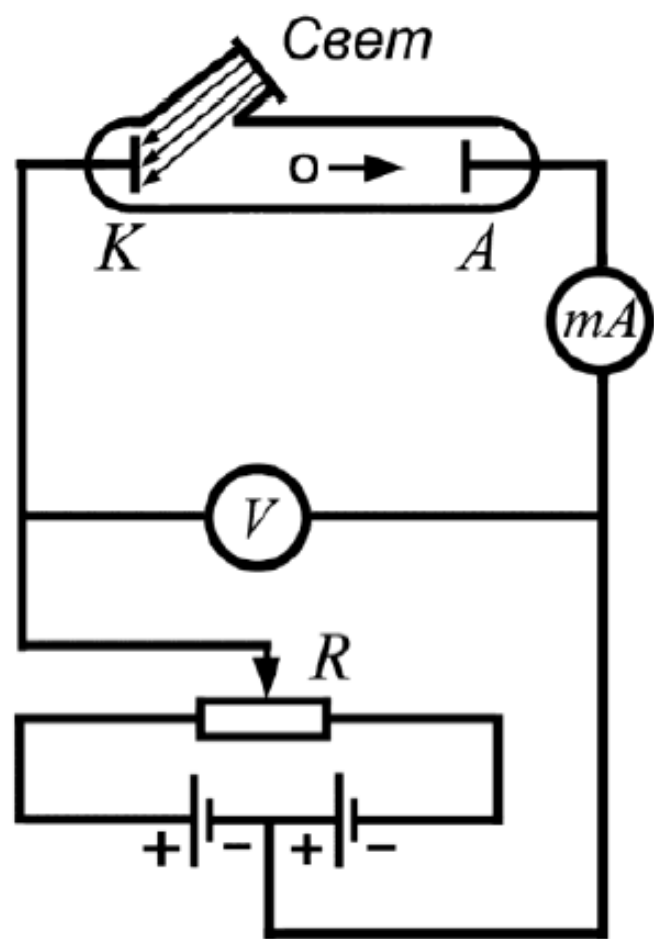
44. Фотоэффект

Фотоэлектрическим эффектом (фотоэффектом) называется высвобождение электронов под действием электромагнитного излучения.

Различают фотоэффект *внутренний, вентильный и внешний*.

Внутренний фотоэффект – это вызванные электромагнитным излучением *переходы электронов внутри* полупроводника или диэлектрика из связанных состояний в свободные без *вылета наружу*. В результате концентрация носителей тока внутри тела увеличивается, что приводит к возникновению **фотопроводимости** – повышению электропроводности полупроводника или диэлектрика при его освещении.

Вентильный фотоэффект (разновидность внутреннего фотоэффекта) – возникновение ЭДС (**фото-ЭДС**) при освещении контакта двух разных полупроводников или полупроводника и металла (при отсутствии внешнего электрического поля). Вентильный фотоэффект используется в солнечных батареях для прямого преобразования солнечной энергии в электрическую.

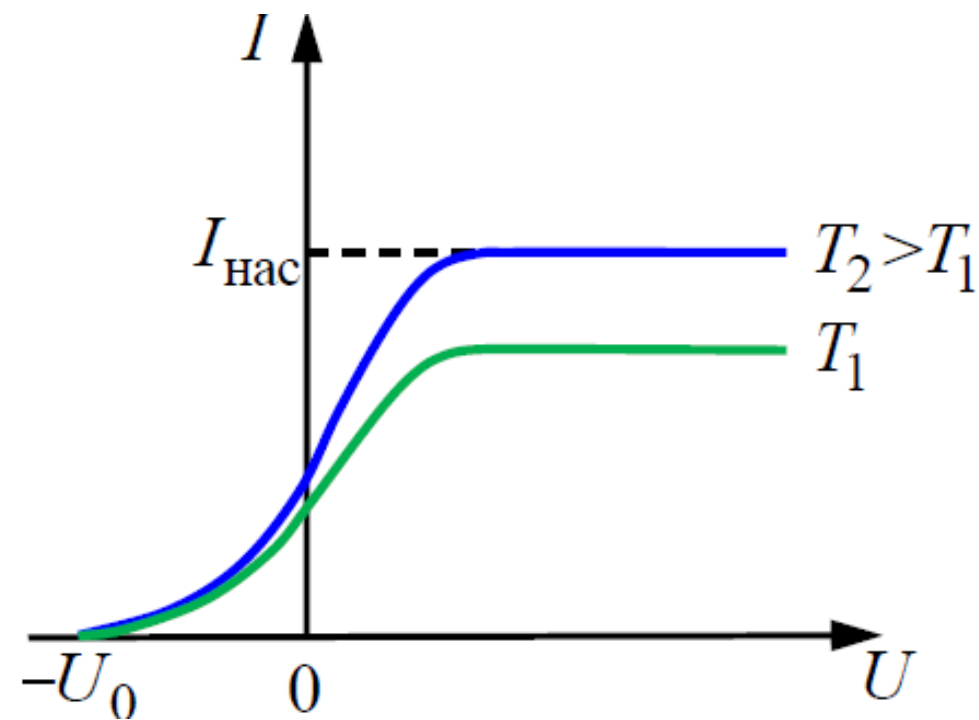


кой фотоэффекта.

Внешним фотоэффектом (фотоэлектронной эмиссией) называется испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения.

Схема для исследования внешнего фотоэффекта. Два электрода (катод K из исследуемого металла и анод A) в вакуумной трубке подключены к батарее так, что можно изменять не только значение, но и знак подаваемого на них напряжения. Ток, возникающий при освещении катода монохроматическим светом (через кварцевое окошко) измеряется включённым в цепь миллиамперметром. Зависимость фототока I , образуемого потоком электронов, испускаемых катодом под действием света, от напряжения U между катодом и анодом называется **вольт-амперной характеристикой** фотоэффекта.

По мере увеличения U фототок постепенно возрастает пока не выходит на насыщение. Максимальное значение тока $I_{\text{нас}}$ – фототок насыщения – определяется таким значением U , при котором все электроны, испускаемые катодом, достигают анода: $I_{\text{нас}} = en$, где n – число электронов, испускаемых катодом в 1 с. При $U = 0$ фототок не



исчезает, поскольку фотоэлектроны при вылете из катода обладают некоторой начальной скоростью. Для того чтобы фототок стал равным нулю, необходимо приложить **задерживающее напряжение** U_0 .

При $U = U_0$ ни один из электронов, даже обладающий при вылете максимальной начальной скоростью, не может преодолеть задерживающего поля и достигнуть анода: $K_{\text{max}} = mv_{\text{max}}^2/2 = eU_0$, т. е., измерив задерживающее напряжение U_0 , можно определить максимальное значение скорости v_{max} и кинетической энергии K_{max} фотоэлектронов.

45. Законы фотоэффекта

- (1) **Закон Столетова:** при фиксированной частоте падающего света число фотоэлектронов, испускаемых фотокатодом в единицу времени, пропорционально интенсивности света (сила фототока насыщения пропорциональна энергетической освещённости E_e катода).
- (2) Максимальная начальная скорость (максимальная начальная кинетическая энергия) фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а определяется только его частотой ν .
- (3) Для каждого вещества существует **красная граница фотоэффекта** – минимальная частота ν_0 света (зависящая от химической природы вещества и состояния его поверхности), ниже которой фотоэффект невозможен.

Для объяснения механизма фотоэффекта **Эйнштейн предположил**, что свет частотой ν не только **испускается** отдельными квантами (согласно гипотезе Планка), но и **распространяется** в пространстве и **поглощается** веществом отдельными порциями (квантами), энергия которых $\varepsilon_0 = h\nu$.

Кванты электромагнитного излучения, движущиеся со скоростью c распространения света в вакууме, называются **фотонами**.

Энергия падающего фотона расходуется на совершение электроном **работы выхода** A из металла (см. стр. 3–31) и на сообщение вылетевшему фотоэлектрону кинетической энергии.

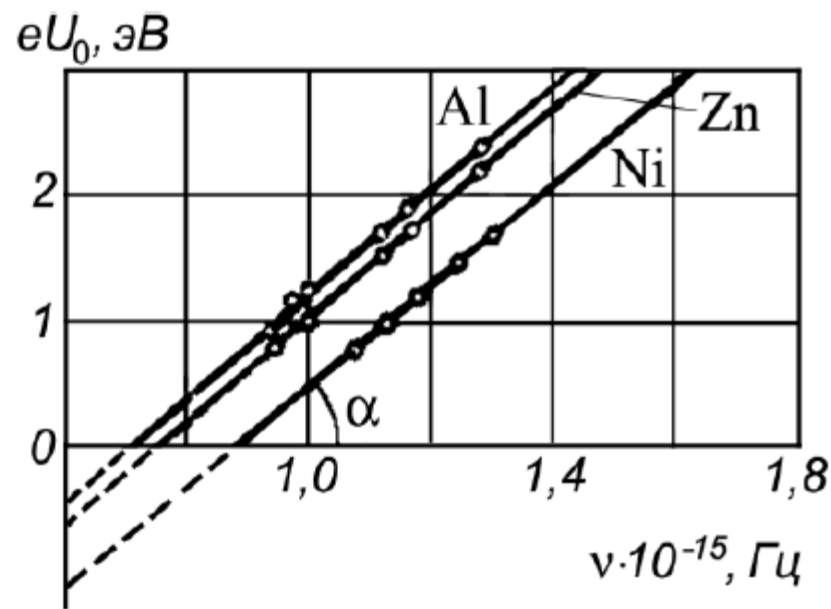
Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта:

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

Это уравнение объясняет зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света (2-й закон).

Предельная частота $\nu_0 = \frac{A}{h}$ (или $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$), при

которой кинетическая энергия фотоэлектронов становится равной нулю, и есть красная граница фотоэффекта (3-й закон).



Другая форма записи уравнения Эйнштейна: $eU_0 = h(\nu - \nu_0)$.

На рисунке изображена зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты облучающего света для алюминия, цинка и никеля. Все прямые параллельны друг другу, причём производная $d(eU_0)/d\nu$ не зависит от материала катода и численно равна постоянной Планка h . Отрезки, отсекаемые на оси ординат, численно равны работе A выхода электронов из соответствующих металлов.