

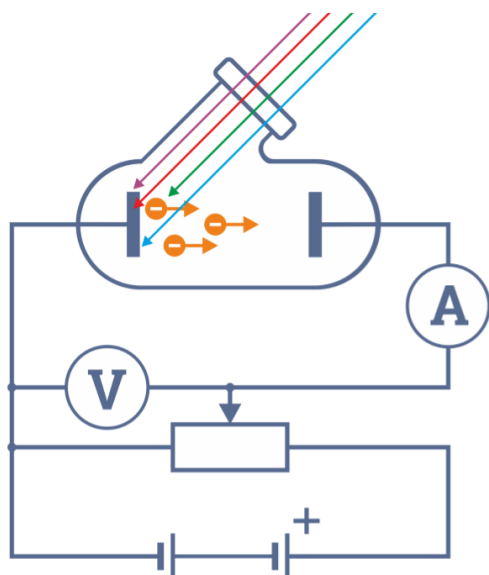
### 37. Внешний фотоэффект. Основные законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна

Гипотеза Планка, блестяще решившая задачу теплового излучения абсолютно черного тела, получила подтверждение и дальнейшее развитие при объяснении *фотоэффекта* — явления, открытие и исследование которого сыграло важную роль в становлении квантовой теории.

*Фотоэффектом* называется испускание электронов веществом под действием света.

Фотоэффект бывает трех видов:

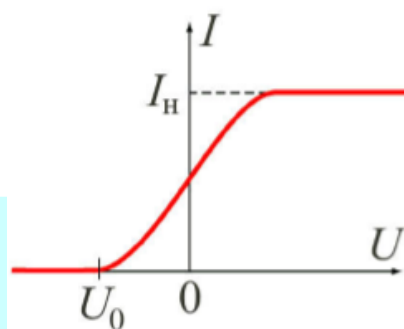
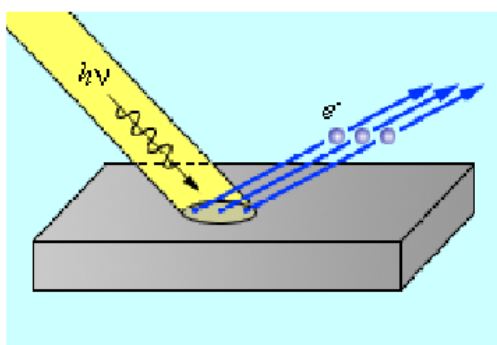
1. *Внешним фотоэлектрическим эффектом* называется испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения.
2. *Внутренний фотоэффект* - это вызванные электромагнитным излучением переходы электронов внутри полупроводника или диэлектрика из связанных состояний в свободные без вылета наружу.
3. *Вентильный фотоэффект* - возникновение э. д. с. (фото - э. д. с.) при освещении контакта двух разных полупроводников или полупроводника и металла (при отсутствии внешнего электрического поля).



В вакуумном стеклянном сосуде находятся два металлических электрода, например, анод – медный, катод – цинковый, которые включены в электрическую цепь, состоящую из гальванометра и источника тока. При отсутствии освещения фототок равен нулю. Если на катод направить световой поток определенной частоты, то гальванометр покажет наличие тока в цепи, т. к. из катода вырываются электроны, которые, достигнув анода, замыкают цепь.

Свет представляет собой поток фотонов. Энергия одного фотона равна  $\varepsilon_0 = h\nu = hc / \lambda$

Падая на металл, фотон отдает свою энергию электрону (сам при этом исчезает). Благодаря этой энергии фотоэлектрон выходит с поверхности металла и достигает анода, замыкая цепь.

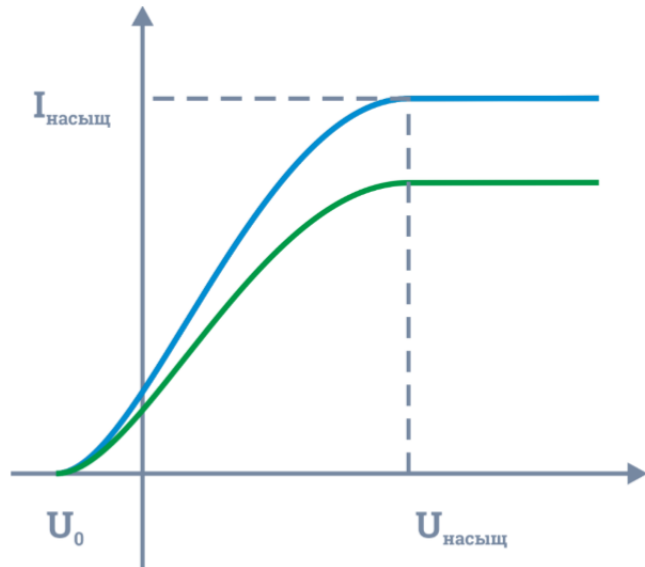


Вольтамперная характеристика

# ВАХ фотоэффекта

$I_{\text{насыщ}}$  – **фототок насыщения**, при котором все электроны, испускаемые катодом, достигают анода

$U_0$  – **задерживающее напряжение**, при котором ни один из электронов не может достигнуть анода



## Законы фотоэффекта

- I. При фиксированной частоте падающего света число фотоэлектронов, вырываемых из катода в единицу времени, пропорционально интенсивности света (сила фототока насыщения пропорциональна энергетической освещенности  $E_e$  катода).
- II. Максимальная начальная скорость (максимальная кинетическая энергия) фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а определяется только его частотой  $\omega$ .
- III. Для каждого металла существует красная граница фотоэффекта, т.е. минимальная частота  $\omega_0$  света (зависящая от химической природы вещества и состояния его поверхности), ниже которой фотоэффект невозможен.

## Уравнение Эйнштейна

Классическая физика не смогла объяснить явление фотоэффекта. Это удалось квантовой физике. Эйнштейн предположил, что фотоны не только испускаются порциями (квантами), но распространяются и поглощаются в виде квантов с энергией  $\varepsilon = h\nu$ . Им была предложена формула, которая выражает закон сохранения энергии для фотоэффекта

А. Эйнштейн предположил, что свет поглощается такими же порциями  $\hbar\omega$  (квантами), какими он, по предположению Планка, испускается.

→ (по закону сохранения энергии)

$$\hbar\omega = A + \frac{1}{2}mv_m^2 \quad - \text{уравнение Эйнштейна}$$

$A$  – работа выхода,  $v_m$  – максимальная скорость фотоэлектрона

→ все закономерности фотоэффекта объясняются

$$\omega_0 = \frac{A}{\hbar} \quad - \text{красная граница фотоэффекта}$$