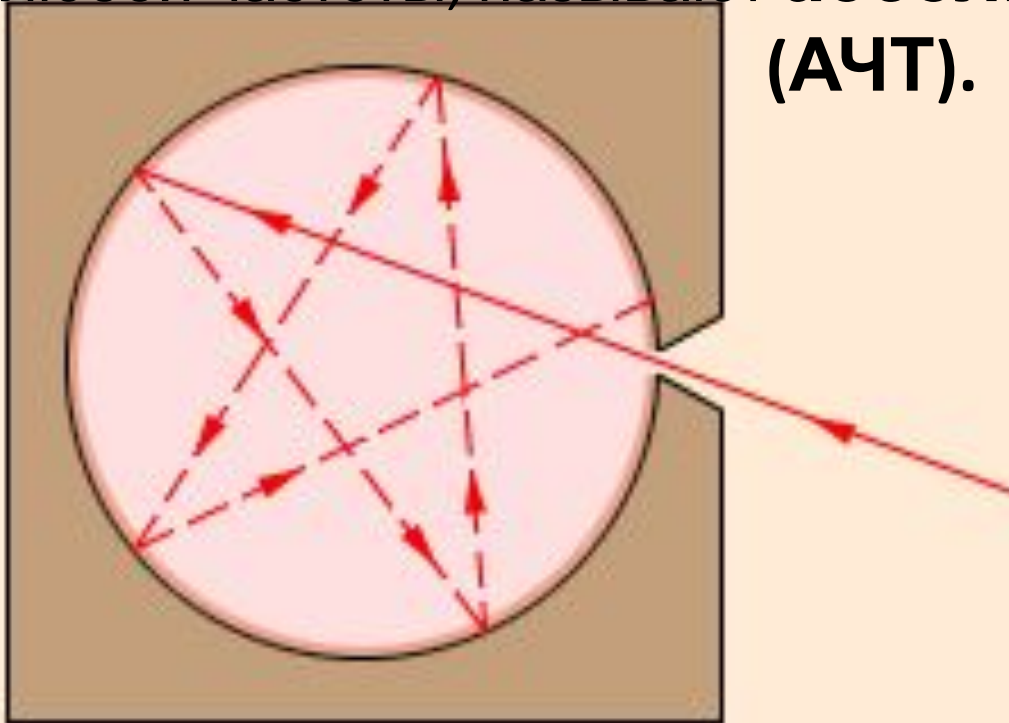


Квантовая физика- раздел современной физики, в котором изучаются свойства, строение атомов и молекул, движение и взаимодействие микрочастиц.

Тело, которое при любой неразрушающей его температуре полностью поглощает всю энергию падающего на него света

любой частоты, называют **абсолютно черным телом (АЧТ)**.



Модель абсолютно черного тела - небольшое отверстие в ящике сферической формы.

1. АЧТ – идеализация.
2. АЧТ – наиболее интенсивный источник теплового излучения.
3. Излучение АЧТ определяется только его температурой.

# •Светимости тела

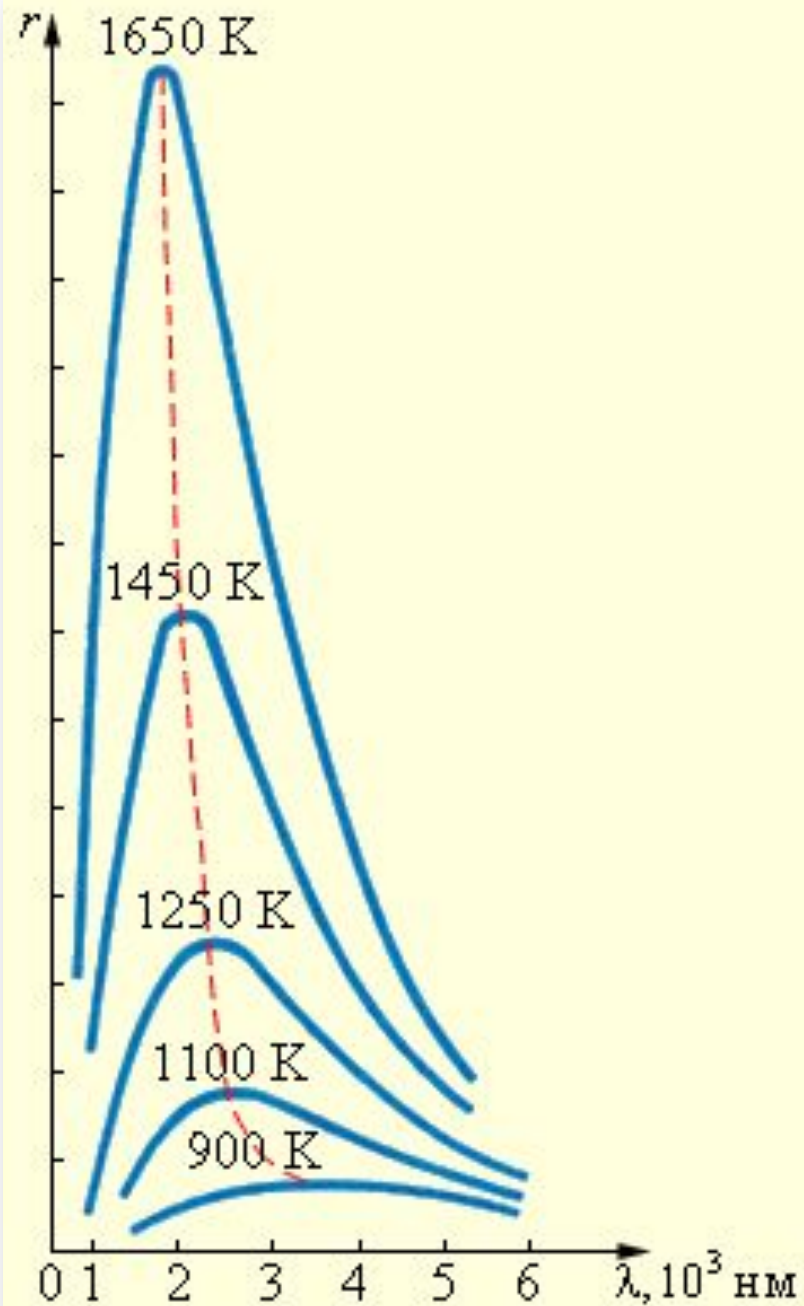
- Интегральной** светимостью называется отношение мощности излучения к площади поверхности излучателя
- Спектральной** светимостью тела  $r$  в интервале длин волн от  $\lambda$  до  $\lambda+\Delta\lambda$  называется отношение светимости в данном диапазоне длин волн к ширине диапазона

$$R = \frac{P}{S}$$

$$r_{\lambda} = \frac{\Delta R}{\Delta \lambda}$$

# Закон Стефана-Больцмана

- интегральная светимость  $R(T)$  абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры  $T$ :  
$$R(T) = \sigma T^4$$
- $\sigma = 5,671 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ .



Спектральное распределение  $r(\lambda, T)$  излучения черного тела при различных температурах

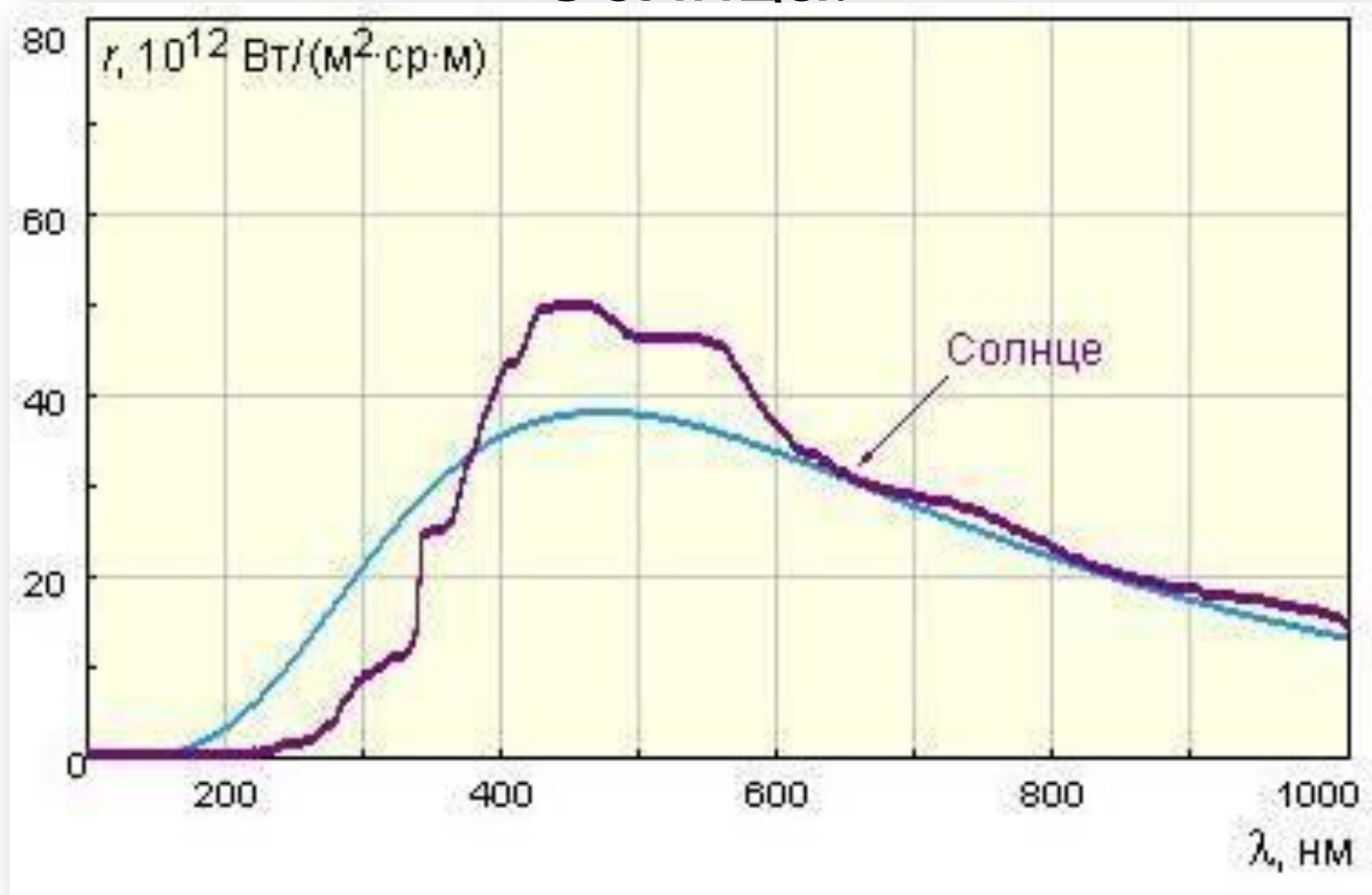
# Закон смещения Вина

Длина волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум энергии излучения абсолютно черного тела, обратно пропорциональна абсолютной температуре  $T$

$$\lambda_m T = b \quad \text{или} \quad \lambda_m = b / T.$$

$b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$  - постоянная Вина

# Распределение энергии излучения в спектрах АЧТ(при $T = 6200\text{K}$ ) и Солнца.



Гипотеза Планка: процессы излучения и поглощения электромагнитной энергии нагретым телом происходят не непрерывно, а конечными порциями – квантами. Квант – это минимальная порция энергии, излучаемой или поглощаемой телом.

- $E = h\nu, \quad p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$
- $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с- постоянная Планка

$$r(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$$



## Частица вещества

## Частица электромагнитного поля (фотон)

$$m_0 \neq 0$$

$m_0$  не существует. Не имеет массы покоя.

$$v < c$$

$$v = c$$

Могут при взаимодействии изменять скорость, двигаться а ускорением

При взаимодействии с веществом поглощаются и излучаются

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$E = hv$$

Обладают энергией

Обладают энергией

$$p = mv$$

$$p = mc = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Имеют электрический заряд или не имеют электрического заряда

Не имеют электрического заряда

Выполняются законы сохранения энергии и импульса

# Фотоэффект



```
graph TD; A[Фотоэффект] --> B[В жидких и твердых телах]; A --> C[В газах]; B --> D[Внешний фотоэффект (фотоэлектронная эмиссия) — явление вырывания электронов из вещества(тв.т, ж.т) под действием света. Поглощение фотонов сопровождается вылетом электронов за пределы тела.]; B --> E[Внутренний — электрон, оставаясь в теле, изменяет свое энергетическое состояние.]; C --> F[Фотоионизация — фотоэффект, наблюдаемый в газах и состоящий в ионизации атомов (молекул) под действием излучения.];
```

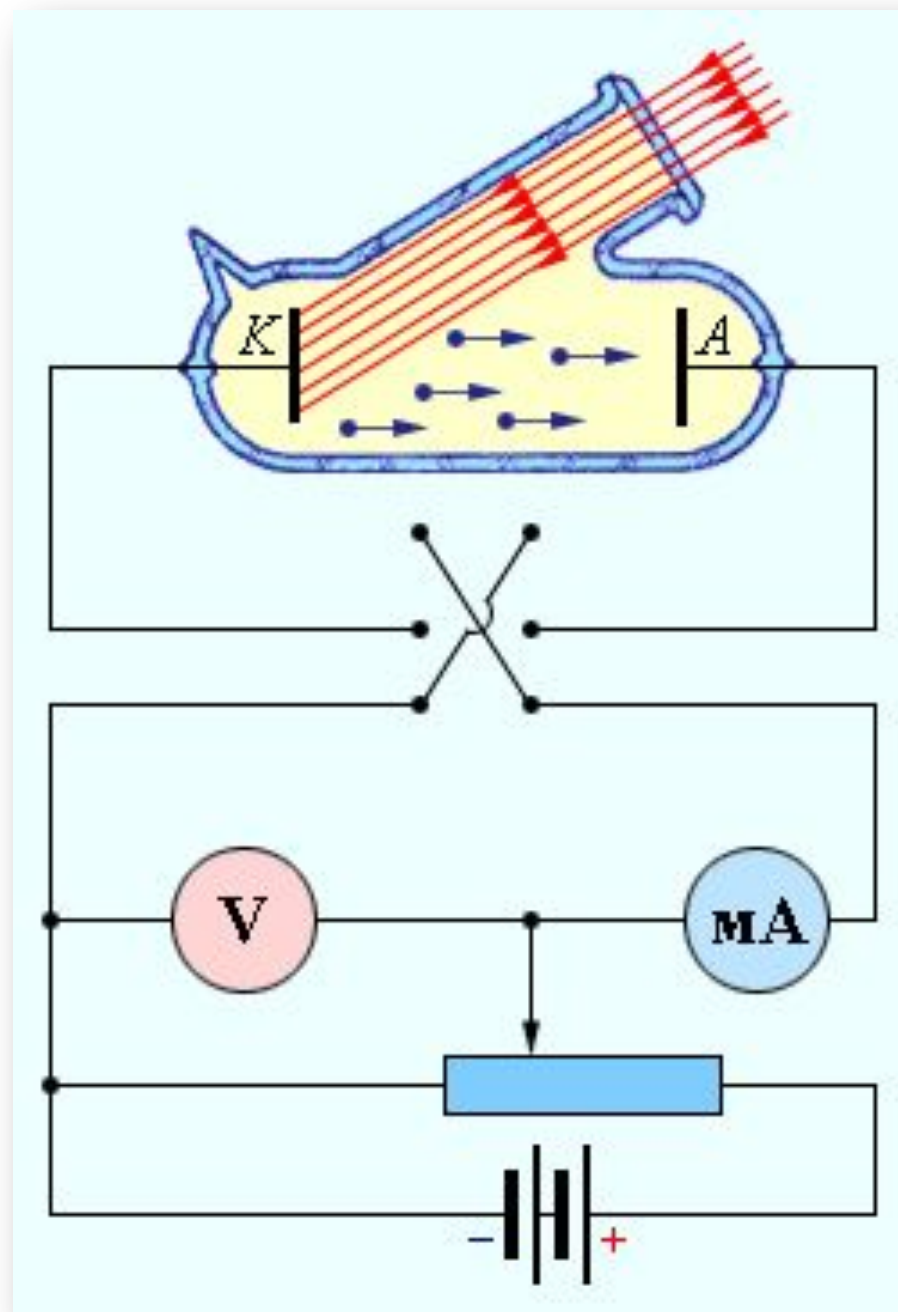
В жидких и  
твердых телах

В газах

**Внешний фотоэффект**  
(фотоэлектронная эмиссия)  
— явление вырывания электронов из вещества(тв.т, ж.т) под действием света.  
Поглощение фотонов сопровождается вылетом электронов за пределы тела.

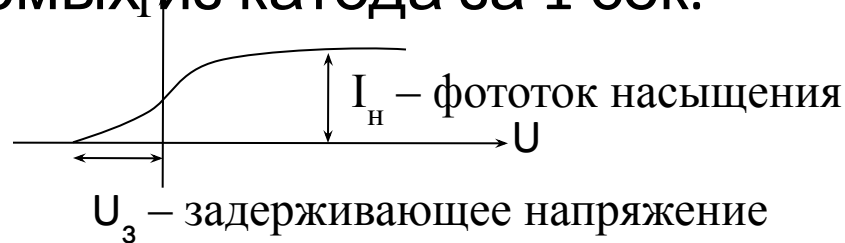
**Внутренний** —  
электрон, оставаясь в теле, изменяет свое энергетическое состояние.

**Фотоионизация** —  
фотоэффект,  
наблюдаемый в газах  
и состоящий в  
ионизации атомов  
(молекул) под  
действием  
излучения.



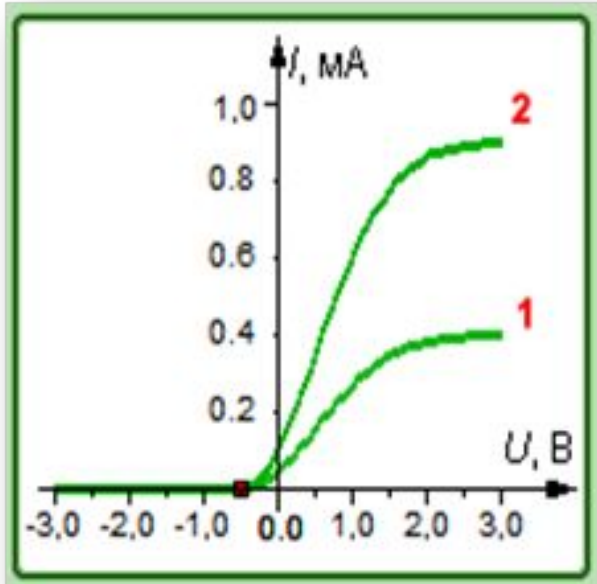
[Модель](#)

1. При фотоэффекте электрон покидает катод.
2. Фототок возникает практически одновременно с освещением фотокатода (Столетов – до  $t = 10^{-3}$ с, теперь до  $t = 10^{-9}$ с.)
3. Фототок подчиняется закону Ома.  $I_H$  – определяется числом фотоэлектронов, вырываемых из катода за 1 сек.

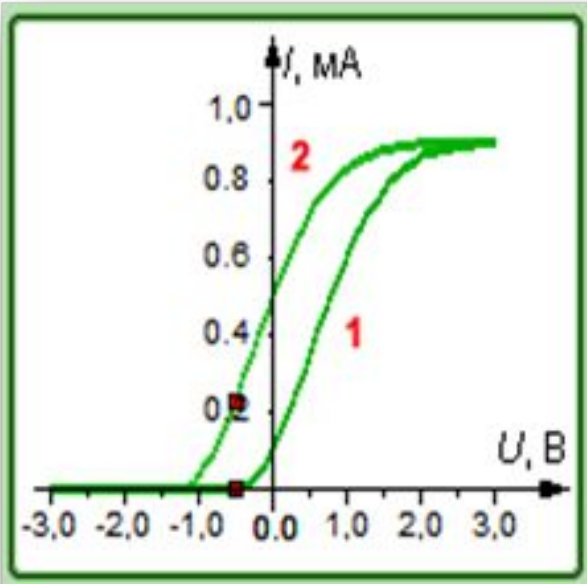


4. Фототок существует и тогда, когда в цепи нет источника тока.
5. Что бы фототок стал равным нулю, нужно приложить задерживающее напряжение  $U_3$ .
6. Измерив  $U_3$ , можно определить максимальное значение скорости фотоэлектронов.

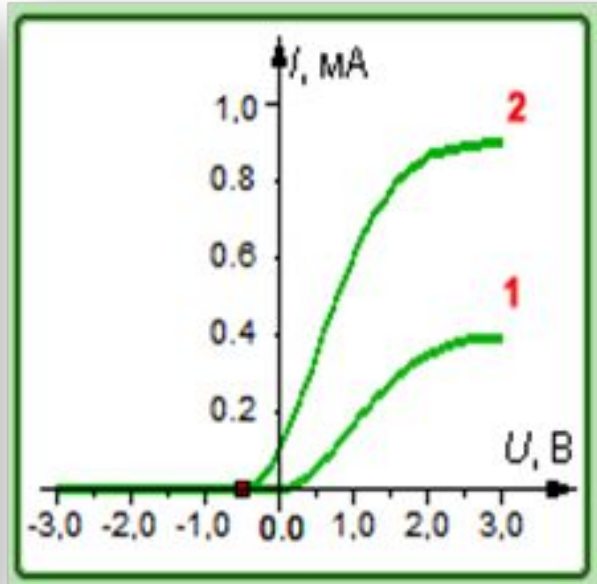
$$\left( \frac{mv^2}{2} \right)_{\max} = eU_3$$



$$I_2 > I_1$$



$$v_2 > v_1$$



$$I_2 > I_1, v_1 > v_2$$

# Законы фотоэффекта:

- Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с увеличением частоты света  $\nu$  и не зависит от его интенсивности.
- Для каждого вещества существует так называемая красная граница фотоэффекта, т. е. наименьшая частота  $\nu_{\min}$  ( $\lambda_{\max}$ ), при которой еще возможен внешний фотоэффект.
- Число фотоэлектронов, вырываемых светом из катода за 1 с (фототок насыщения), прямо пропорционально интенсивности света.
- Фотоэффект практически безынерционен, фототок возникает мгновенно после начала освещения катода при условии, что частота света  $\nu > \nu_{\min}$ .

«Сама электромагнитная волна  
состоит из отдельных порций –  
квантов.»

А. Эйнштейн.

$$E_{\phi} = h\nu = A + E_k + E'$$

где  $E'$  – энергия электрона, которая тратится на нагревание вещества, происходящее из-за случайных столкновений электронов в веществе, если электрон находится на глубине вещества.

$A$  – работа выхода.

$E_k$  – кинетическая энергия электрона, покинувшего вещество.

Если электрон выбивается с поверхности металла, то  $E' = 0$ :

$$h\nu = A + E_k$$