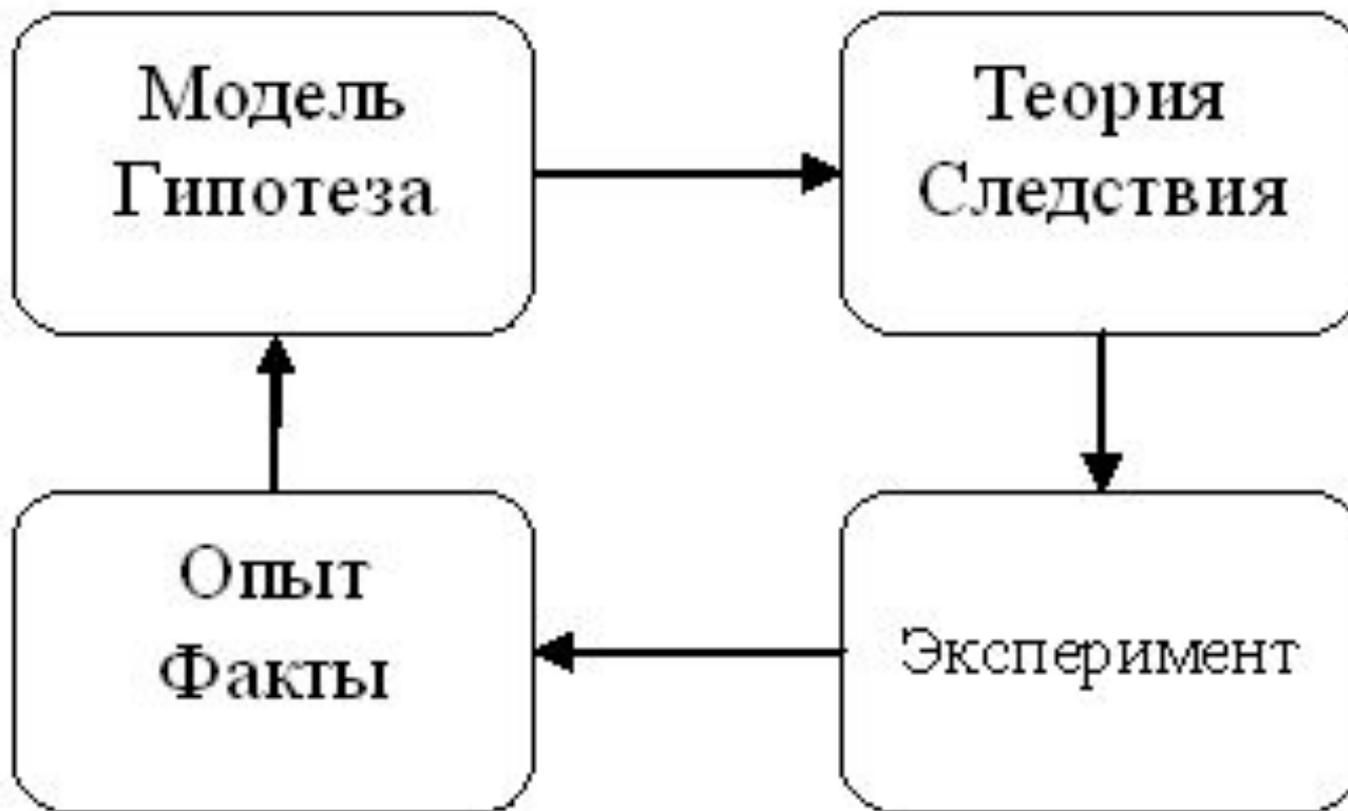
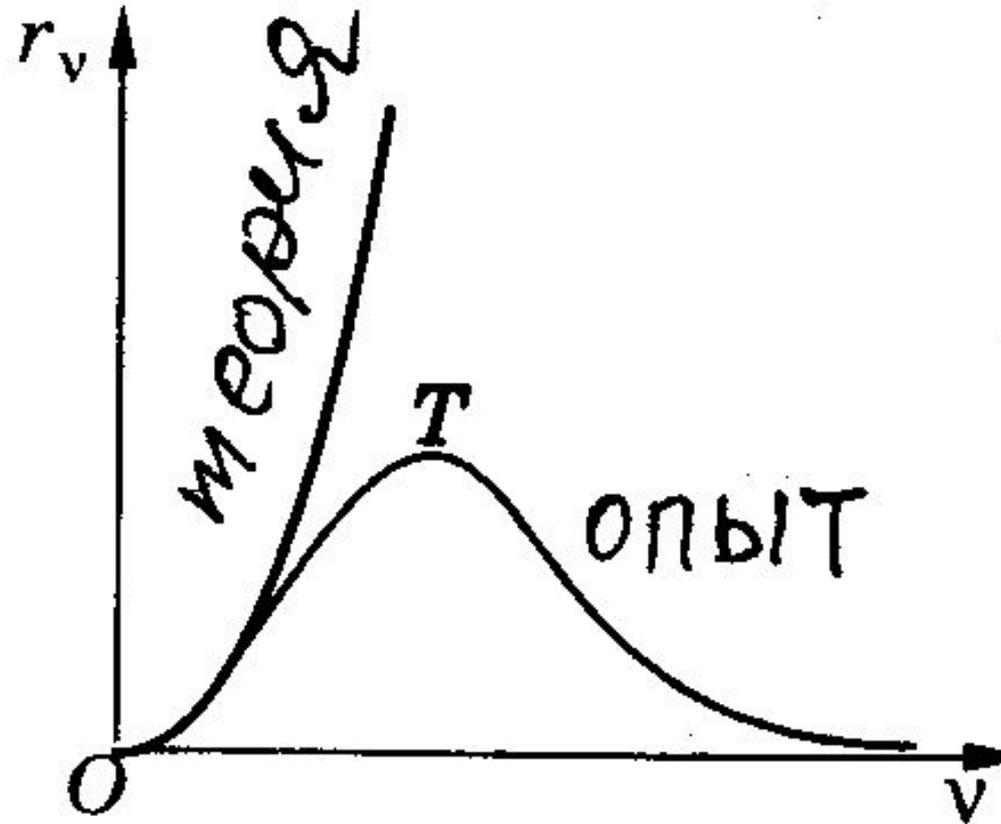


Световые кванты. Решение задач.

Цикл научного познания



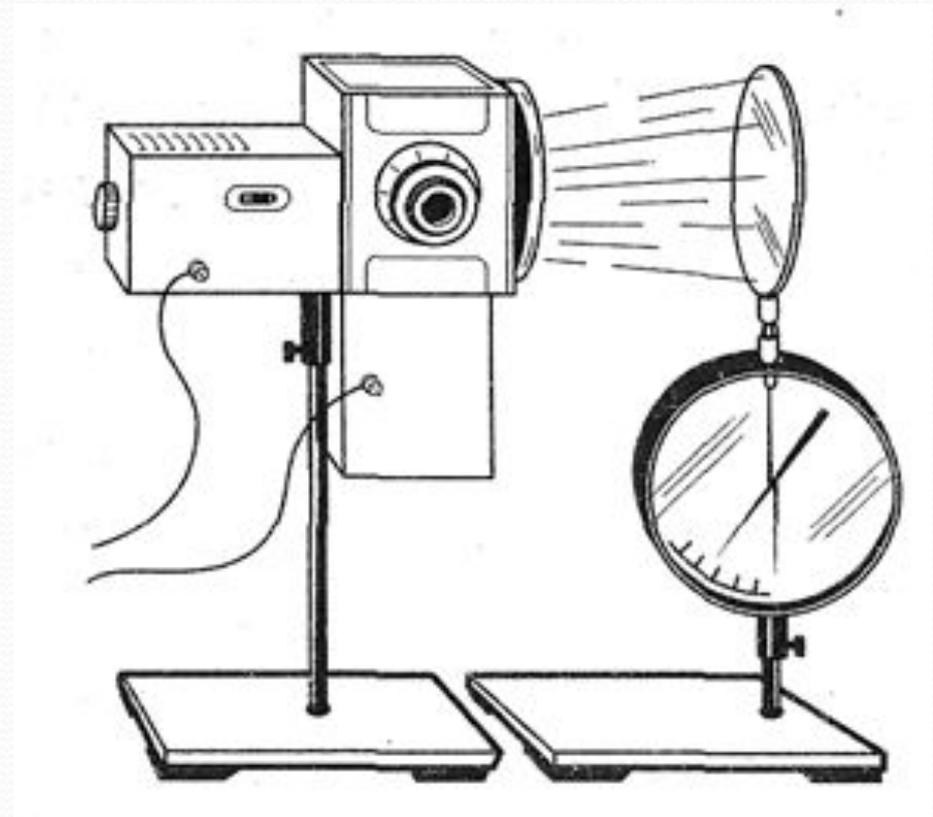
Распределение энергии в спектре теплового излучения абсолютно черного тела



Тепловое излучение абсолютно черного тела:
ультрафиолетовая катастрофа – расхождение
классической теории теплового излучения с опытом

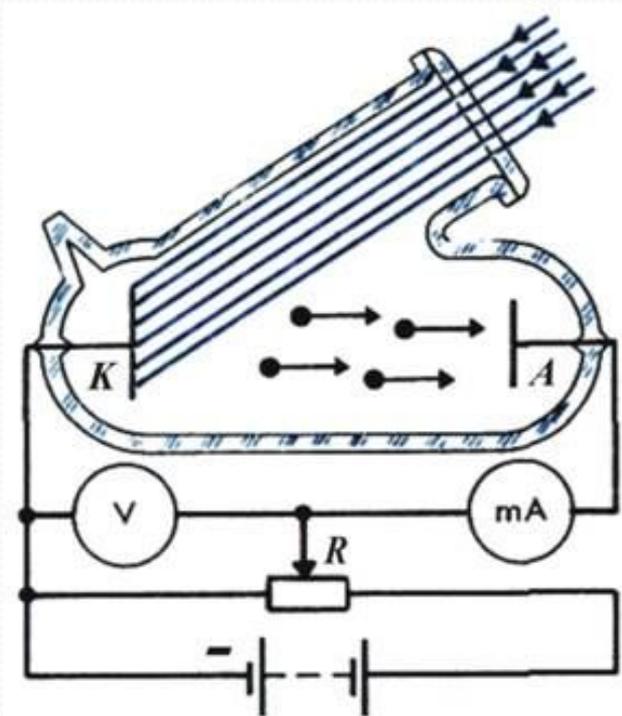
Герц Генрих (1857-1894)

В 1886—87 гг. Герц впервые наблюдал и дал описание внешнего фотоэффекта.



Александр Григорьевич Столетов (1839-1896)

Внешний фотоэффект был открыт в 1887 г. Г. Герцем, а исследован детально в 1888-1890 гг. А. Г. Столетовым.



Макс Планк (1858-1947)

Гипотеза Планка — гипотеза, выдвинутая 14 декабря 1900 года Максом Планком и заключающаяся в том, что при тепловом излучении энергия испускается и поглощается не непрерывно, а отдельными квантами (порциями). Каждая такая порция-квант имеет энергию E , пропорциональной частоте ν излучения:

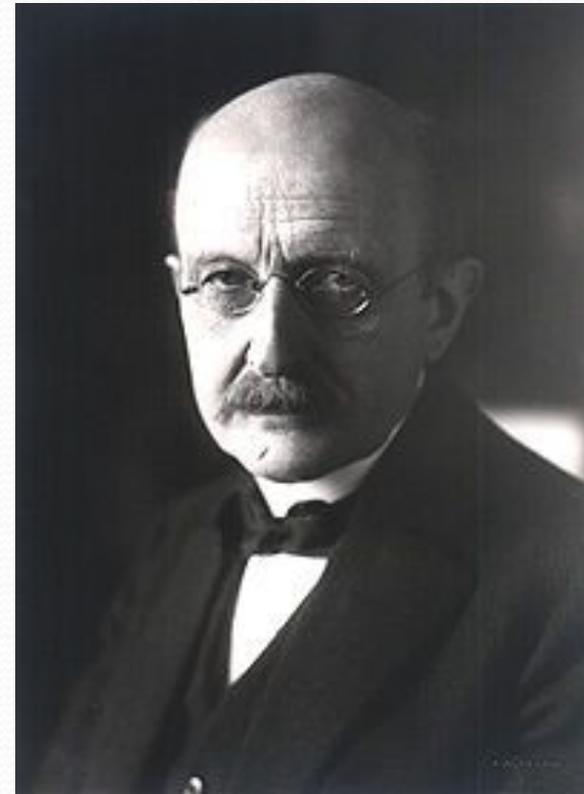
$$E = h\nu = \hbar\omega$$

где h или $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ — коэффициент пропорциональности, названный впоследствии постоянной Планка.

В 1918 г. Планк был удостоен Нобелевской премии за открытие квантов энергии.

Позднее гипотеза Планка была подтверждена экспериментально.

Выдвижение этой гипотезы считается моментом рождения квантовой механики.



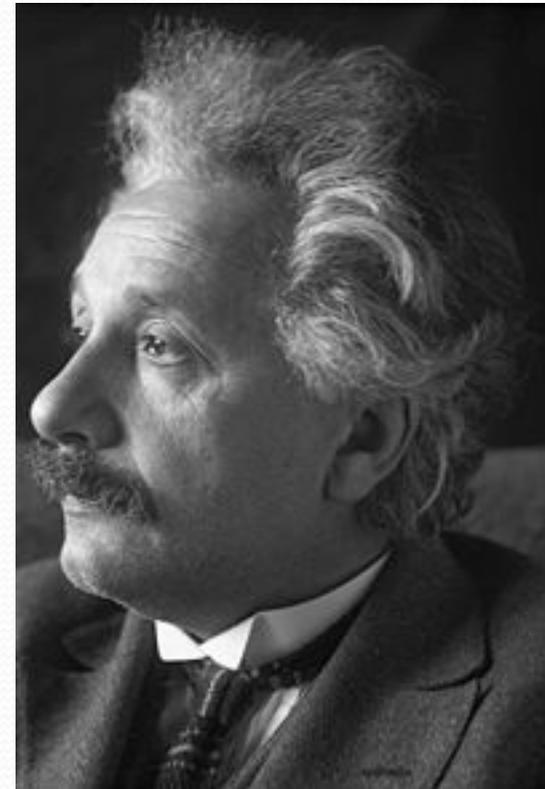
Альберт Эйнштейн

(1879-1955)

Эйнштейн впервые ввел представление о частицах света – фотонах.

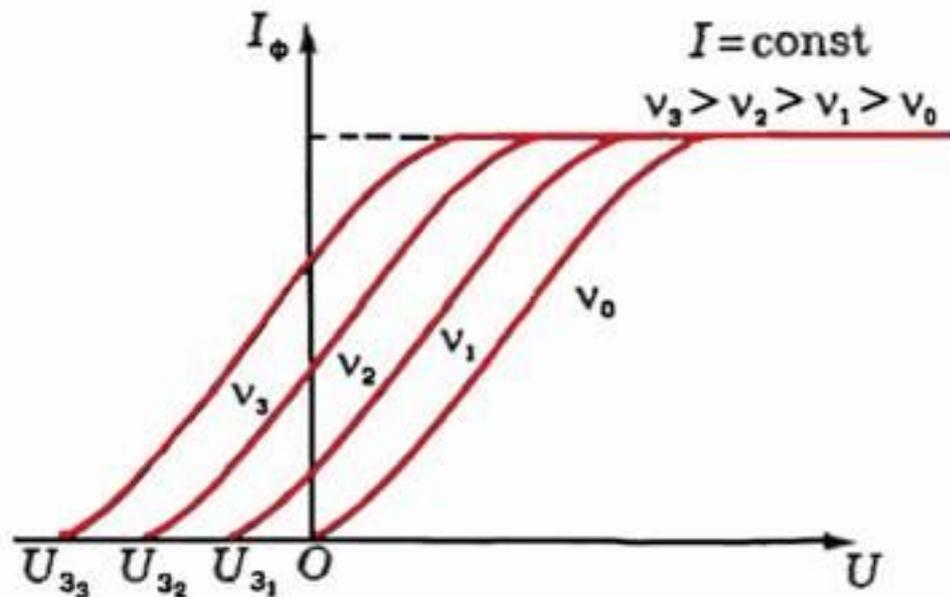
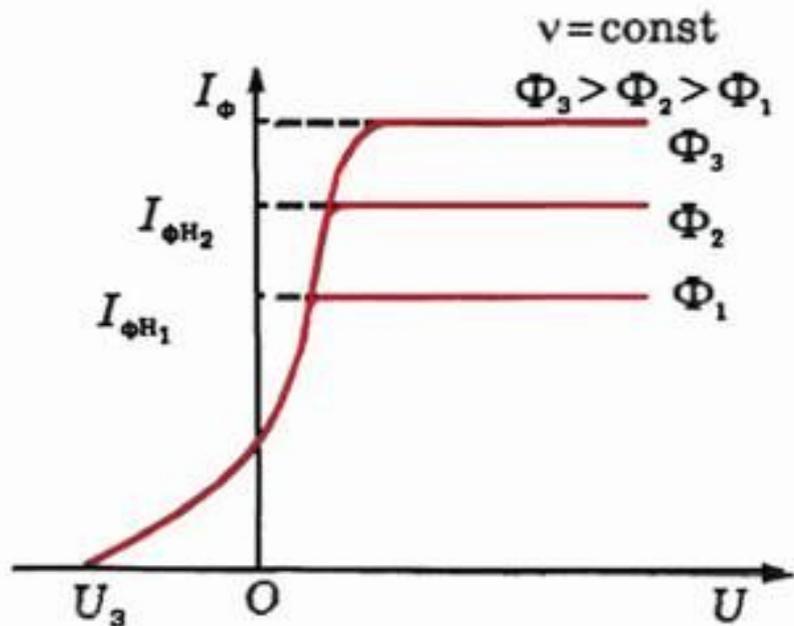
Свет имеет прерывистую структуру и поглощается отдельными порциями – квантами – фотонами.

В 1905 году удостоен Нобелевской премии по теории фотоэффекта.



Законы А.Г. Столетова

1. Число фотоэлектронов, вырываемых за 1 с с поверхности катода, пропорционально интенсивности света, падающего на это вещество.
2. Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит линейно от его частоты.
3. Красная граница фотоэффекта зависит только от рода вещества катода.
4. Фотоэффект практически безынерционен, так как с момента облучения металла светом до вылета электронов проходит время $\approx 10^{-9}$ с.



Теория фотоэффекта

Соотношение между задерживающим напряжением и максимальной кинетической энергией фотоэлектронов:

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

где m – масса электрона, e – модуль заряда электрона.

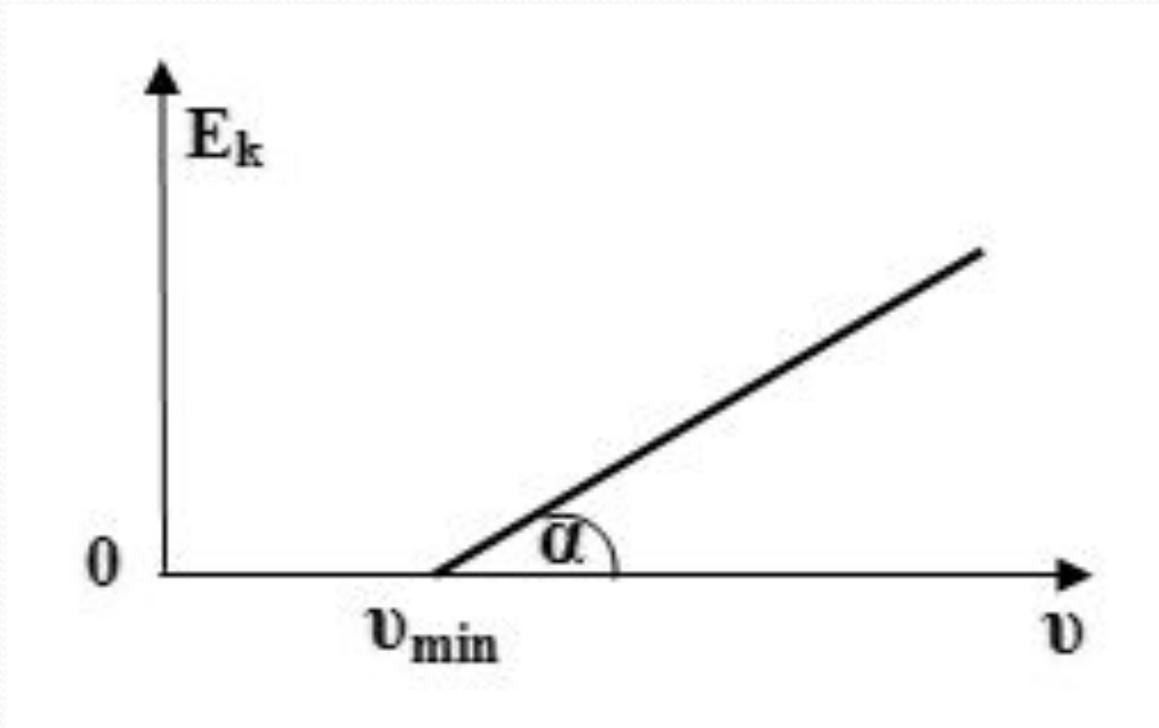
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

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

где A – работа выхода электронов из металла.

Уравнение получено в предположении, что каждый электрон поглощает один фотон

КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРОНОВ ОТ ЧАСТОТЫ



$$\nu_{min} = \frac{A}{h}$$
$$h = \text{tg } \alpha$$

$$E_k = \frac{m_e v^2}{2} = h\left(\nu - \frac{A}{h}\right)$$

Работа выхода

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

$$1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Металл	Работа выхода A, эВ
Алюминий	4,25
Вольфрам	4,54
Железо	4,31
Медь	4,4
Никель	4,5
Олово	4,39
Платина	5,32
Ртуть	4,52
Серебро	4,3
Цинк	4,24

График зависимости

$$E_k = f(\nu)$$

$$E_k = h\nu - A_\phi$$

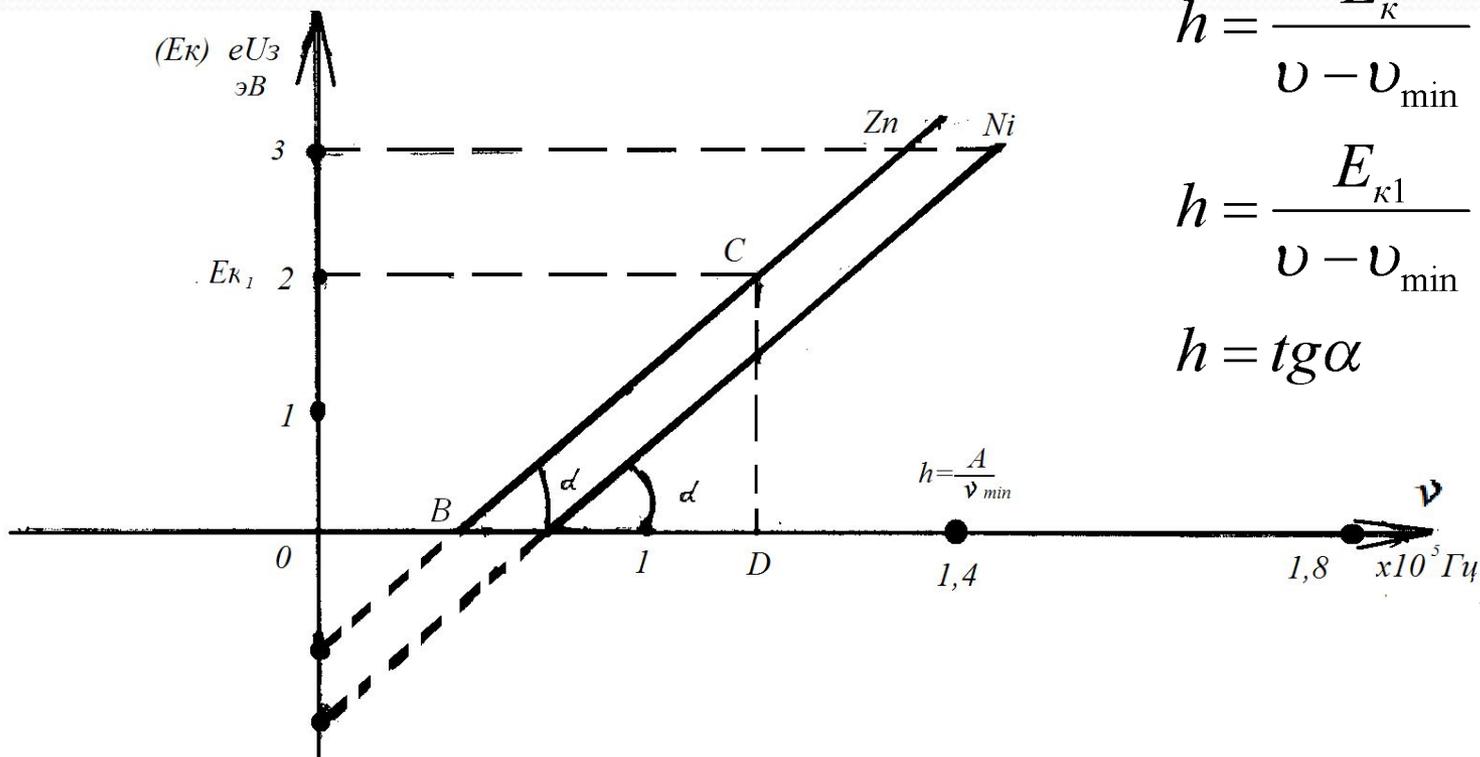
$$A_\phi = h\nu_{\min}$$

$$E_k = h\nu - h\nu_{\min}$$

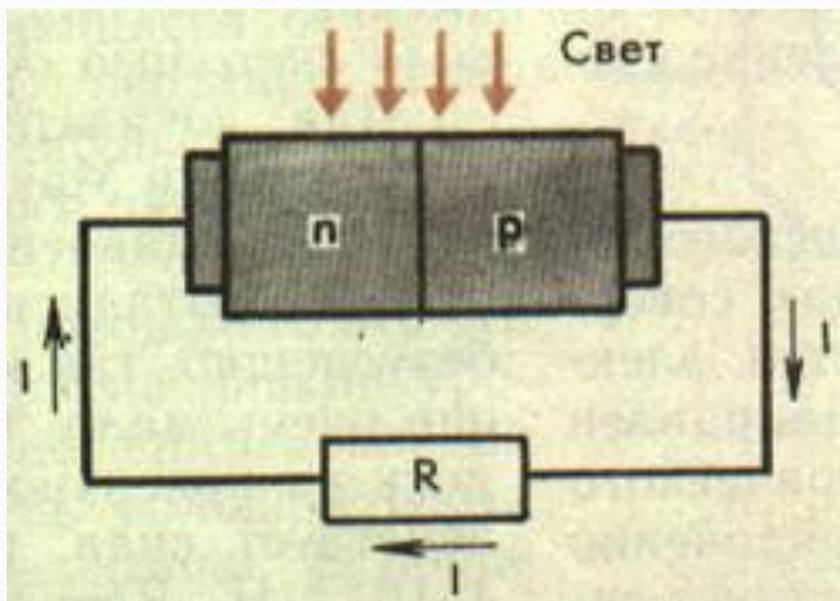
$$h = \frac{E_k}{\nu - \nu_{\min}}$$

$$h = \frac{E_{k1}}{\nu - \nu_{\min}} = \frac{CD}{BD} = \operatorname{tg}\alpha$$

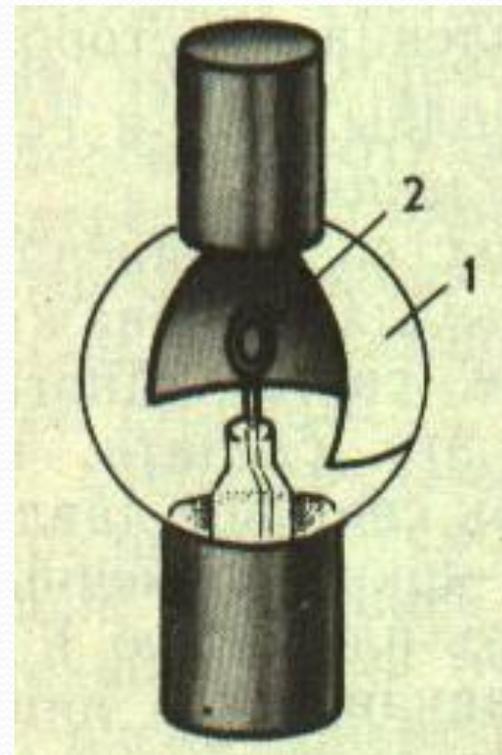
$$h = \operatorname{tg}\alpha$$



Применение фотоэффекта



Полупроводниковые фотоэлементы.



Вакуумные фотоэлементы.

Применение фотоэффекта



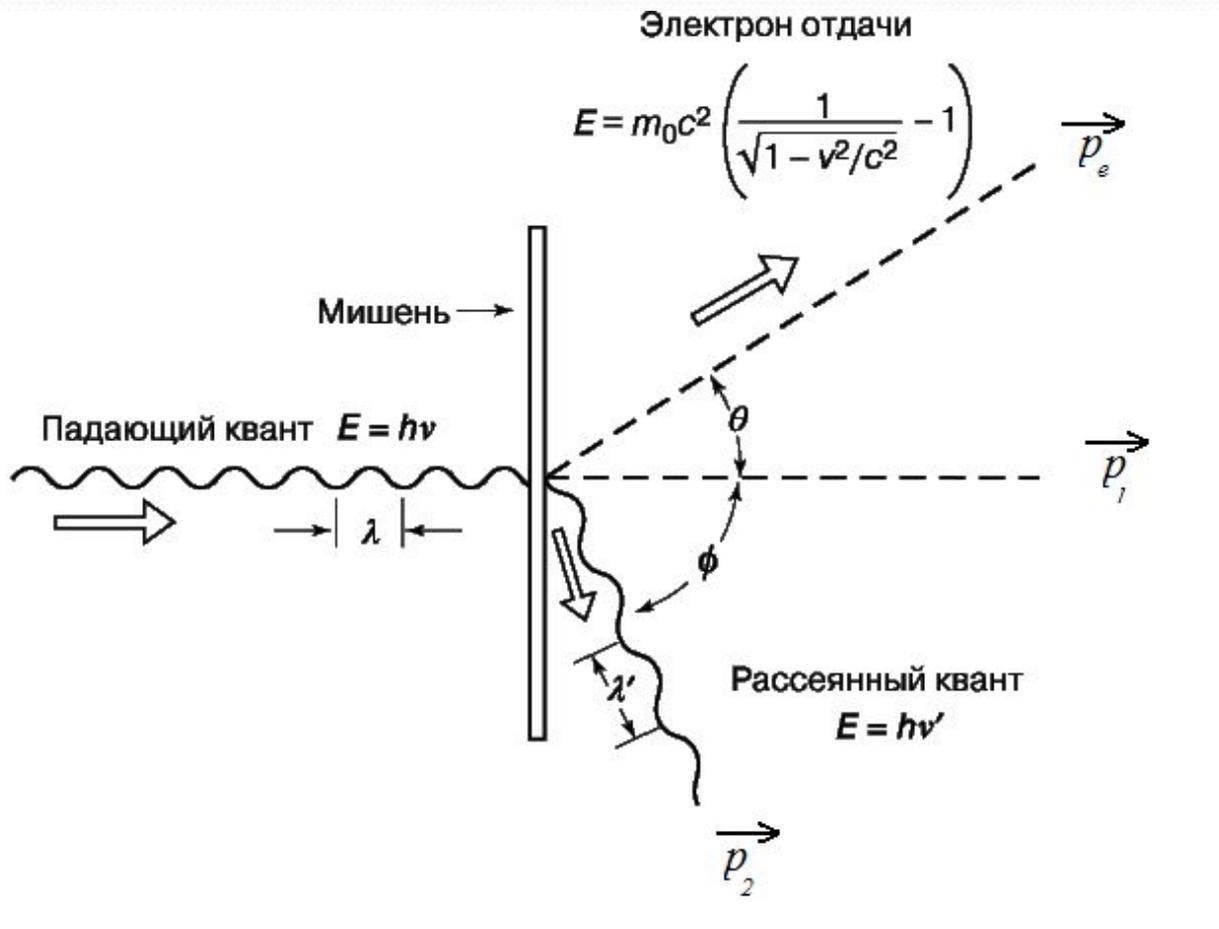
Солнечные батареи на Международной космической станции

Артур Холли Комптон (1892-1962)

В 1927 г. обнаружил и дал теоретическое обоснование эффекту изменения длины волны рентгеновского излучения вследствие рассеяния его электронами вещества, чем доказал существование фотона. За это открытие Комптон был награждён Нобелевской премией.



Эффект Комптона

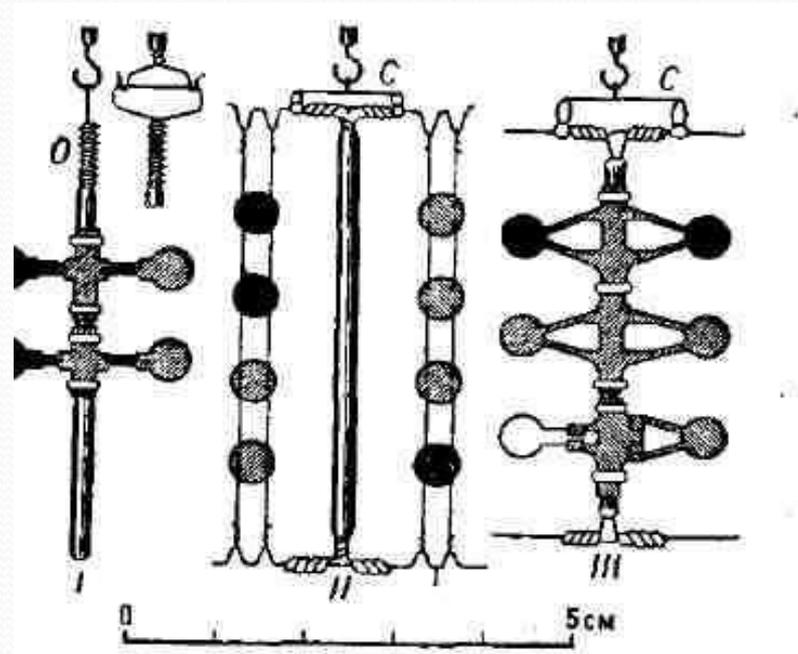


$$\Delta\lambda = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\theta}{2}$$
$$\lambda_k = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Петр Николаевич Лебедев (1866-1912)

Впервые измерил давление
света на твердые тела и газы.

$$p = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$$



Луи де Бройль (1892-1987)

Согласно гипотезе де Бройля (1923 г.) каждая материальная частица обладает волновыми свойствами.

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

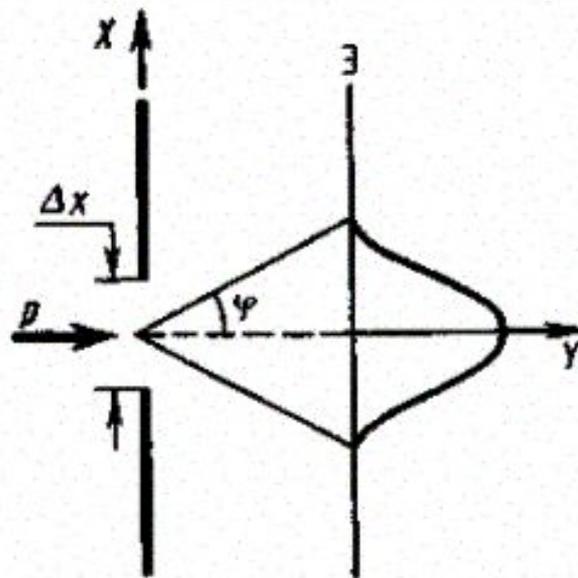
В 1929 г. «за открытие волновой природы электронов» Луи де Бройль был удостоен Нобелевской премии по физике.



Джозеф Джон Томсон (1856-1940)



Обнаружил волновые свойства электронов в опытах по дифракции электронов при прохождении сквозь золотую фольгу (1927 г.).



$$\lambda = \lambda_B$$

Цикл научного познания

