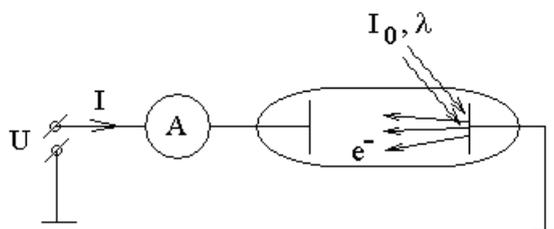


Экзамен. Фотоэффект. Опыты Столетова. Красная граница фотоэффекта.

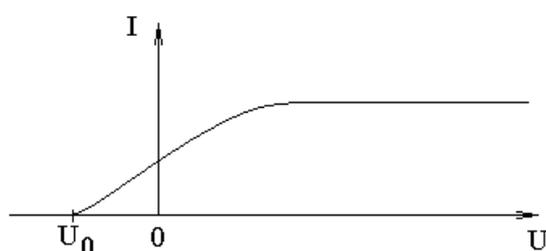
Формула Эйнштейна.

Фотоэффект — выбивание светом электронов из вещества.

Столетов измерял зависимость фототока тока I от напряжения U , длины волны света λ и интенсивности света I_0 в следующей схеме эксперимента.



Экспериментально наблюдалась следующая зависимость фототока от напряжения:



Рассмотрим график подробнее.

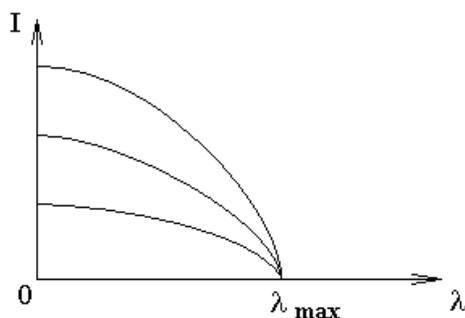
При нулевом напряжении $U = 0$ в схеме течет ток, так как электроны, выбитые светом из правого электрода, частично прилипают к левому электроду, образуя электрический ток.

Чтобы ток электронов остановить, нужно приложить запирающее напряжение U_0 , которое отталкивает подлетающие электроны. Это напряжение U_0 позволяет вычислить максимальную скорость выбиваемых электронов:

$$|eU_0| = \frac{mV_{\max}^2}{2} \quad \text{— ток электронов прекращается, когда источник}$$

запирающего напряжения забирает всю кинетическую энергию выбитых электронов.

Другой экспериментальный график зависимости тока I от длины волны света λ при разных интенсивностях света I_0 и при фиксированном напряжении U , например при $U = 0$:



Если длина волны света больше некоторого максимального значения $\lambda > \lambda_{\max}$, то фототока нет независимо от величины интенсивности облучающего электрода света.

Наличие λ_{\max} называют красной границей фотоэффекта.

Эйнштейн дал интерпретацию результатов опытов, предположив, что свет может поглощаться только порциями энергии $h\nu = \hbar\omega$ или квантами.

Тогда по закону сохранения энергии получаем

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mV_{\max}^2}{2} \text{ — формулу Эйнштейна для фотоэффекта.}$$

Здесь $h\nu$ — энергия кванта света, которая расходуется на работу выхода электрона из вещества $A_{\text{вых}}$ и остается в виде кинетической энергии электрона $\frac{mV^2}{2}$. Кроме того, до выхода из вещества электрон может растерять часть

энергии при неупругих столкновениях с другими электронами и ионами металла. Если электрон не потерял никакой части энергии, то скорость вылетевшего электрона будет максимальна, поэтому в уравнение Эйнштейна входит именно $\frac{mV_{\max}^2}{2}$, а не $\frac{mV^2}{2}$. Работа выхода электрона $A_{\text{вых}}$ — это работа необходимая для извлечения электрона из вещества. Эта энергия связи — табличная величина, своя для каждого вещества.

Из формулы Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$ следует, что $h\nu \geq A_{\text{вых}}$, и минимальная частота света, который выбивает электроны:

$$h\nu_{\min} = A_{\text{вых}} \quad \Rightarrow \quad \nu_{\min} = \frac{A_{\text{вых}}}{h}$$

$$\lambda\nu = c \quad \Rightarrow \quad \lambda_{\max}\nu_{\min} = c \quad \Rightarrow \quad \lambda_{\max} = \frac{c}{\nu_{\min}} = \frac{ch}{A_{\text{вых}}} \quad \Rightarrow$$

$$\lambda_{\max} = \frac{ch}{A_{\text{вых}}} \text{ — красная граница фотоэффекта.}$$

Фотоэффект является наиболее убедительным подтверждением квантовой природы света.