

ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ.

Помимо энергии ($\varepsilon = h\nu = \hbar\omega$) фотон обладает также массой и импульсом.

$$\text{Масса фотона: } m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

(масса покоя фотона равна нулю)

Импульс фотона: $p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{\hbar\omega}{c}$ $\vec{p} = \hbar\vec{k}$

Обладая импульсом, фотоны оказывают давление на поверхности тел. Поглощенный фотон передает телу

импульс $\frac{h\nu}{c}$, отраженный фотон

передает импульс $2\frac{h\nu}{c}$.

Пусть в единицу времени на единицу площади поверхности падает N фотонов. Тогда все отраженные

фотоны передадут импульс $2 \frac{h\nu}{c} \rho N$, а все поглощенные

фотоны передадут импульс $\frac{h\nu}{c} \alpha N$.

Давление света на поверхность равно:

$$p = 2 \frac{h\nu}{c} \rho N + \frac{h\nu}{c} \alpha N$$

$$p = 2 \frac{h\nu}{c} \rho N + \frac{h\nu}{c} \alpha N \quad \rightarrow \quad p = \frac{h\nu}{c} N(2\rho + \alpha)$$

Если $\tau = 0$, то $\alpha = 1 - \rho$.

$$p = \frac{h\nu}{c} N(2\rho + 1 - \rho) = \frac{h\nu}{c} N(\rho + 1)$$

$h\nu N = I$ - энергия всех фотонов, падающих за единицу времени на единицу поверхности тела (интенсивность света)

$$p = \frac{I}{c}(\rho + 1)$$

Первые эксперименты по определению давления излучения на отражающие и поглощающие тела были выполнены П. Н. Лебедевым (1900 г.).

КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ СВЕТА:

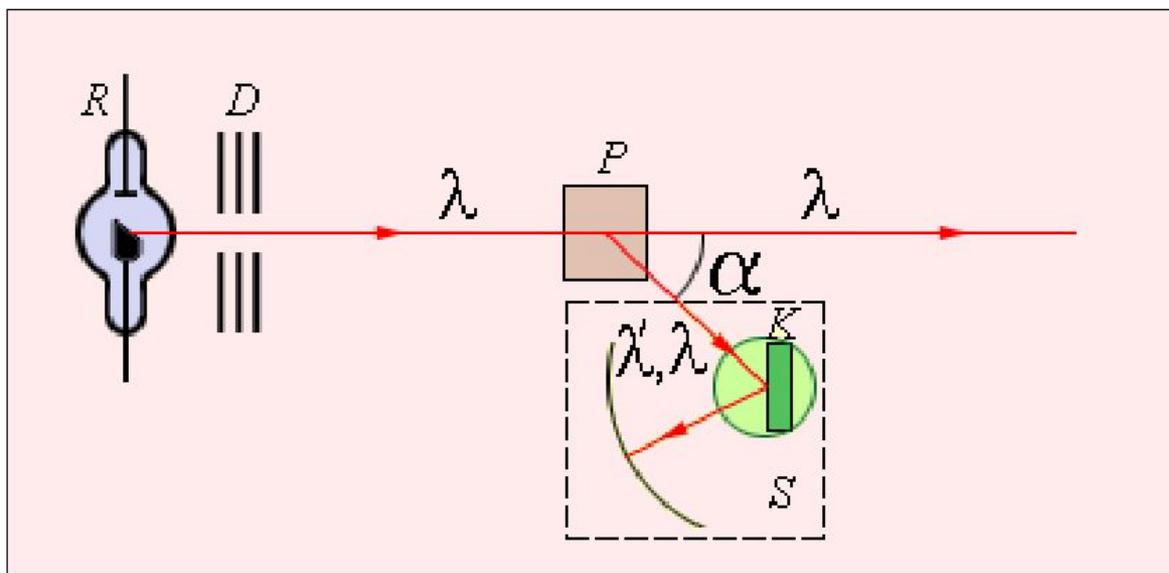
свету присущи одновременно квантовые и волновые свойства, причем в определенных условиях проявляются либо квантовые либо волновые свойства.

“Неужели мы должны считать свет состоящим из корпускул в понедельник, вторник и среду, пока мы проделываем опыты с фотоэффектом и эффектом Комптона, и представлять себе его волнами в четверг, пятницу и субботу, когда мы работаем с явлениями дифракции и интерференции?”

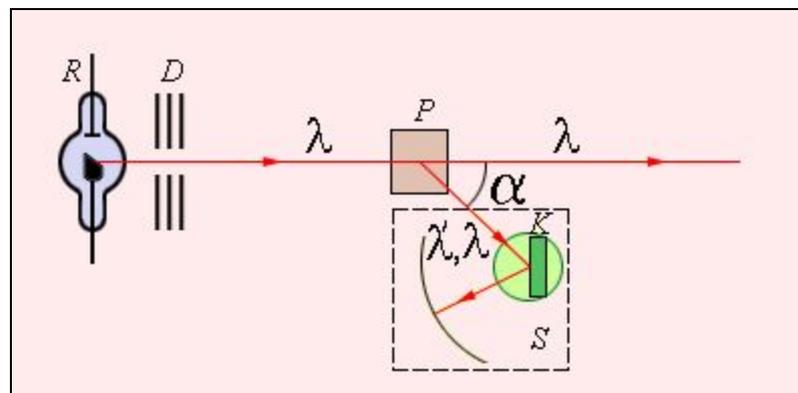
У. Брэгг

ЭФФЕКТ КОМПТОНА

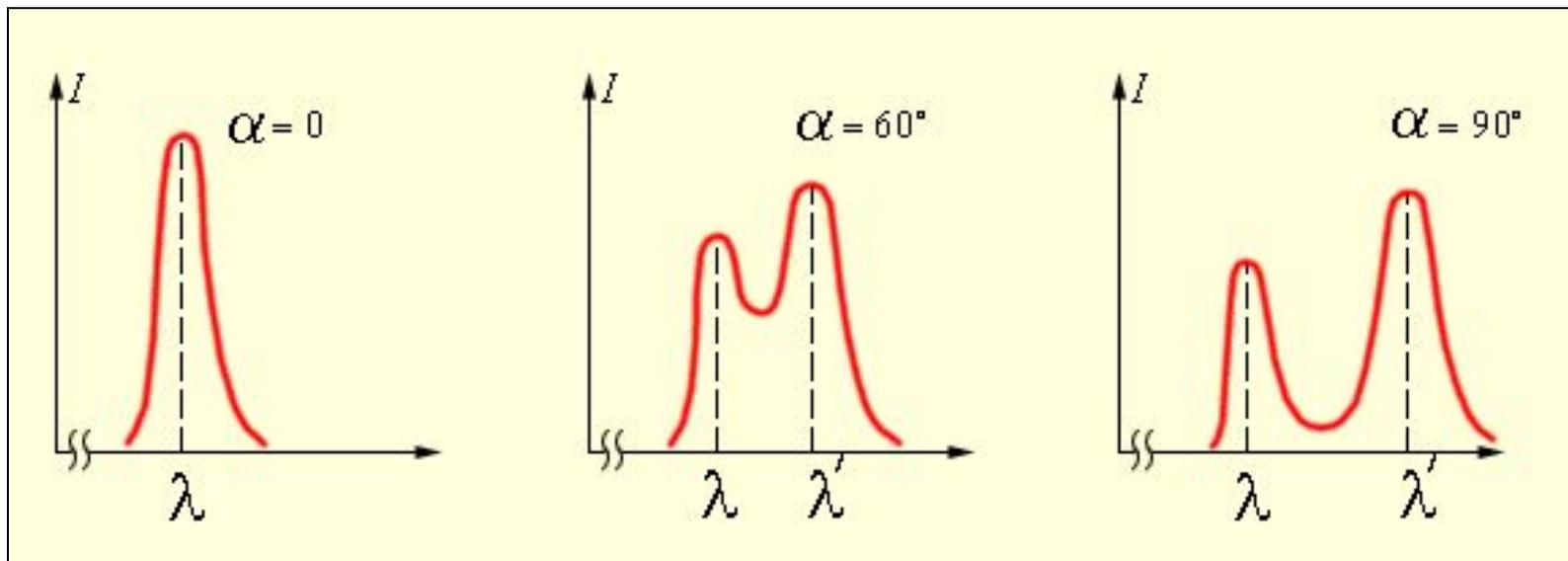
Исследуя в 1923 г. рассеяние рентгеновских лучей, Комптон пришел к открытию, получившему название **эффект Комптона**. Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны λ , исходящее из рентгеновской трубки, проходит через две диафрагмы и в виде узкого пучка направляется на рассеивающее вещество. Рассеянные лучи анализируются с помощью спектрографа рентгеновских лучей.



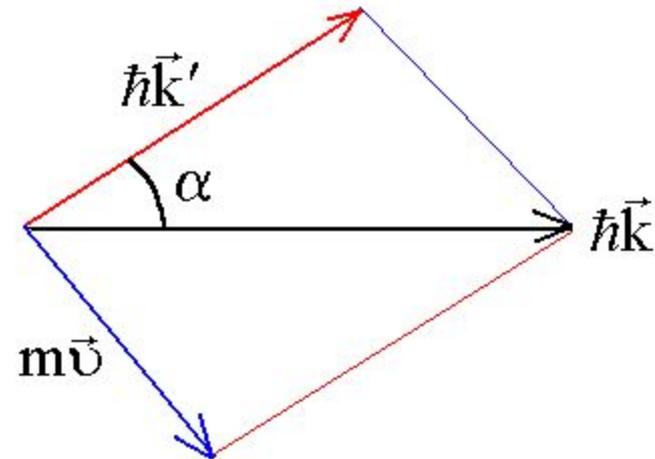
Комптон, исследуя рассеяние рентгеновских лучей различными веществами, обнаружил, что в рассеянных лучах наряду с излучением первоначальной длины волны λ содержатся также лучи большей длины волны λ' . Разность $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ оказалась зависящей только от угла α , образуемого направлением рассеянного пучка с направлением первичного пучка. От длины волны λ и от природы рассеивающего вещества $\Delta\lambda$ не зависит.



Результаты опыта Комптона



Данный эффект можно объяснить, рассматривая рассеяние как процесс упругого столкновения рентгеновских фотонов с практически свободными электронами вещества. При этом выполняются закон сохранения импульса и закон сохранения энергии:



$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{k} = m\vec{v} + \vec{k}' \\ \omega + m_0c^2 = \omega' + mc^2 \end{array} \right.$$

где \vec{k} - импульс фотона до столкновения;
 \vec{k}' - импульс фотона после столкновения;
 $m\vec{v}$ - импульс электрона после столкновения;
 ω - энергия фотона до столкновения;
 m_0c^2 - энергия покоя электрона;
 ω' - энергия фотона после столкновения;
 mc^2 - полная энергия электрона
 после столкновения.

$$\Delta\lambda = \lambda_K (1 - \cos \alpha)$$

λ_K - КОМПТОНОВСКАЯ ДЛИНА ВОЛНЫ ЭЛЕКТРОНА

$$\lambda_K = \frac{2\pi\hbar}{m_0c} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$