

Тема 5.3.2. Фотоны. Энергия и импульс фотона

Характер взаимодействия порции энергии — кванта — с веществом, оказался очень похожим на взаимодействие частиц с веществом. Свойства излучения, которые обнаруживаются при его испускании или поглощении, называют корпускулярными (корпускула — частица). Сама же порция электромагнитного излучения получила название частицы — фотон.

Квантовая теория приписывает новой частице — фотону — следующие характеристики:

а) масса фотона равна нулю;

б) энергия фотона $E_\phi = h\nu$, где ν — частота излучения;

в) импульс фотона равен $p = \frac{h\nu}{c}$ и совпадает с направлением распространения излучения.

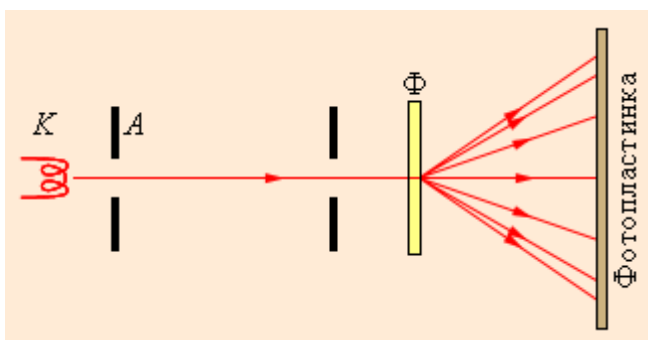
Равенство нулю массы фотона означает невозможность его нахождения в покоем состоянии. Фотон всегда движется и причем только со скоростью света.

Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля

Электромагнитное излучение обладает и волновыми, и корпускулярными свойствами. Такое сочетание свойств обозначается термином *корпускулярно-волновой дуализм*. При распространении света проявляются волновые свойства света, а при взаимодействии с веществом — корпускулярные. Это не означает, что свет излучается как поток частиц, затем превращается в волну и распространяется волной, а при поглощении превращается обратно в фотоны. Электромагнитное излучение одновременно обладает и волновыми, и корпускулярными свойствами. Это справедливо и для любого излучения, но при увеличении его частоты корпускулярные свойства проявляются ярче.

Через некоторое время после того, как представления о двойственной структуре света утвердились в научных кругах, было высказано предположение, что и другие частицы, а точнее их движение, могут быть описаны волной. Другими словами, движение любых частиц, имеющих энергию E и импульс p , можно рассчитать с помощью теории волн. При этом движущаяся частица представляется как волна с частотой $\nu = \frac{E}{h}$ и длиной волны $\lambda = \frac{h}{p}$. Эти волны получили название *волны де Бройля* в честь ученого, высказавшего это предположение.

Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля было получено в 1927 году. Пучок электронов, рассеивающийся на кристалле (тонкой золотой фольге), дал отчетливую дифракционную картину, подобную той, которая возникает при рассеянии на кристалле рентгеновского излучения. В этих экспериментах кристалл играл роль естественной дифракционной решетки. По положению дифракционных максимумов была определена длина волны электронного пучка, которая оказалась в полном соответствии с формулой де Бройля.



К — накаливаемый катод,

А — анод,

Ф — фольга из золота.

Впоследствии дифракционные явления были обнаружены также для нейтронов, протонов, атомных и молекулярных пучков. Экспериментальное доказательство наличия волновых свойств микрочастиц привело к выводу о том, что это универсальное явление природы, общее свойство материи. Следовательно, волновые свойства должны быть присущи и макроскопическим телам. Однако вследствие большой массы макроскопических тел их волновые свойства не могут быть обнаружены экспериментально. Например, пылинке массой 10^{-9} г, движущийся со скоростью 0,5 м/с соответствует волна де Бройля с длиной волны порядка 10^{-21} м, т. е. приблизительно на 11 порядков меньше размеров атомов. Такая длина волны лежит за пределами доступной наблюдению области. Этот пример показывает, что макроскопические тела могут проявлять только корпускулярные свойства.

Дифракция электронов и нейтронов на кристаллах.

