**6. ФОТОНЫ. ЭФФЕКТ КОМПТОНА.**

При объяснении фотоэффекта Эйнштейн предположил, что свет не только поглощается, но и распространяется в виде дискретных частиц – квантов (фотонов (1926)). Опыт Боте подтвердил гипотезу Эйнштейна. В опыте слабый пучок рентгеновских лучей падал на фольгу и рассеивался на фольге - Ф. Рассеянное излучение попадало на два счетчика, которые срабатывали при этом. Результаты попадания фиксировались на движущейся ленте. Отметки на ленте слева и справа располагались хаотично, не совпадали. Это говорит о том, что происходит рассеяние частиц – квантов, а не волны.

Опыт Боте экспериментально доказывает существование световых частиц – квантов. Так как световая волна распространяется со скоростью то и соответствующие ей частицы имеют эту скорость. Из специальной теории относительности (СТО) следует, что масса частиц, движущихся со скоростью равна нулю. Из связи между энергией и импульсом следует, что энергия фотона и его импульс связаны соотношением

Согласно гипотезе Планка, энергия фотона . Следовательно импульс фотона

Итак, фотон — это частица со свойствами:

1. Масса фотона

2. Скорость фотона равна .

3. Энергия фотона

4. Импульс фотона 2πℏ/λ=ℏk.

Ряд явлений говорит о том, что свет — это поток фотонов с вышеуказанными свойствами. Однако интерференции и дифракции не могут быть объяснены исходя из таких представлений. Эти явления объясняются на основе волновых представлений. Таким образом свет обнаруживает корпускулярно-волновой дуализм (двойственность) – в одних явлениях ведет себя как поток частиц, в других как волна.

Корпускулярные свойства света четко проявляются в эффекте Комптона (1923) – рассеянии рентгеновских лучей веществом. Комптон обнаружил, что в рассеянных лучах, наряду с излучением первоначальной длины волны содержатся лучи большей длины волны . В опыте узкий пучок монохроматического излучения, длина волны которого , направлялся на рассеивающее вещество (РВ). Спектральный состав исследовался с помощью рентгеновского спектрографа (кристалл (Кр) и ионизационная камера (ИК)). При различных углах рентгеновский спектрограф фиксировал излучение с длиной волны первичного излучения и излучение с длиной волны , зависящей от угла рассеяния . Интенсивность рассеянного излучения зависела от атомного номера вещества (чем больше номер, тем меньше интенсивность).

Все особенности эффекта Комптона можно объяснить, рассматривая рассеяние как процесс упругого столкновения рентгеновских фотонов с практически свободными электронами. Так как рентгеновские фотоны обладают большой энергией, то следует использовать релятивистские формулы для законов сохранения энергии и импульса, выполняющихся при упругом ударе.

Возведем оба уравнения в квадрат и произведем замену . В результате получаем систему

Приравняв правые стороны уравнений, получаем

Произведя замены

Получаем формулу

Комптоновская длина волны

Результаты измерений Комптона находятся в полном согласии с полученной формулой. Рентгеновское излучение в этом эффекте ведет себя как поток частиц – фотонов.

Если фотон взаимодействует с атомом как целое, то в стоит масса атома, а не электрона. Поэтому . Мы наблюдаем в рассеянном излучении на угол и длину волны . Поэтому же с ростом атомного номера ослабевает интенсивность смещенной линии.