

1. РАССЕЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Рентгеновские лучи являются электромагнитными волнами, поэтому они должны рассеиваться заряженными частицами. Из физики известно, что фотоны электромагнитного излучения обладают свойствами, как волны, так и частицы. Свойство фотонов, как частиц, предполагает при упругом столкновении их с заряженными частицами испускание фотонов с той же частотой, а при неупругом - наличие эффекта Комптона, с которым как будет показано ниже, связано уменьшение частоты рассеянной волны. Волновые же свойства предполагают преломление, отражение, рассеяние, дифракцию и поляризацию. Следовательно, обладая свойствами и частиц и волн, рентгеновские лучи испытывают два типа рассеяния - волновое рассеяние (Релеевское) и комптоновское рассеяние, или другими словами, когерентное и некогерентное рассеяние. Определенную роль играет и фотоэлектрическое поглощение фотонов (Рис.1). Эффекты связанности электронов в атоме учитываются путем введения форм-фактора для когерентного и функции рассеяния для некогерентного рассеяний. Вторичные эффекты, такие как флуоресценция и перенос электронов, несущественны в рассматриваемом энергетическом диапазоне с точки зрения влияния на исследуемое распределение прошедшего сквозь объект излучения.

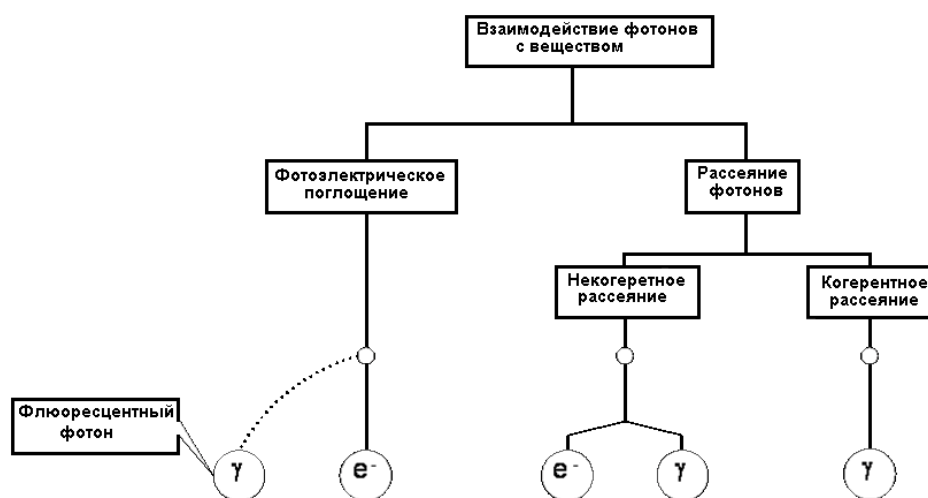


Рис.1. Схема процессов взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.

Когерентное рассеяние - это рассеяние излучения с сохранением частоты и с фазой, отличающейся на π от фазы первичного излучения. Таким образом, рассеянная волна может интерферировать с падающей волной или другими когерентно рассеянными волнами.

Некогерентное рассеяние возникает в результате эффекта Комптона, при котором энергия части рассеиваемых фотонов оказывается меньше энергии квантов первичного пучка. Соответственно, длина рассеиваемой волны в этом случае отличается от длины волны падающего излучения, а их фазы никак не связаны. Таким образом, рассеянное излучение не интерферирует с когерентно рассеянным и первичным излучениями.

В зависимости от энергии излучения и от материала преобладающим является тот или иной тип взаимодействия. Для низких энергий основную роль играет фотопоглощение фотонов. Вероятность фотоэффекта быстро падает с ростом энергии фотона. При увеличении энергии рентгеновского излучения основным механизмом взаимодействия фотонов с веществом становится комптоновское рассеяние. В случае если величина передаваемого импульса при столкновении кванта с электроном мала, рассеяние фотонов на атомных электронах происходит без потери энергии (Рэлеевское или когерентное рассеяние).

При рентгеноструктурном анализе кристаллических веществ обычно используется когерентно рассеянное излучение, а некогерентное чаще всего является мешающим фоном дифракционного профиля интенсивности.