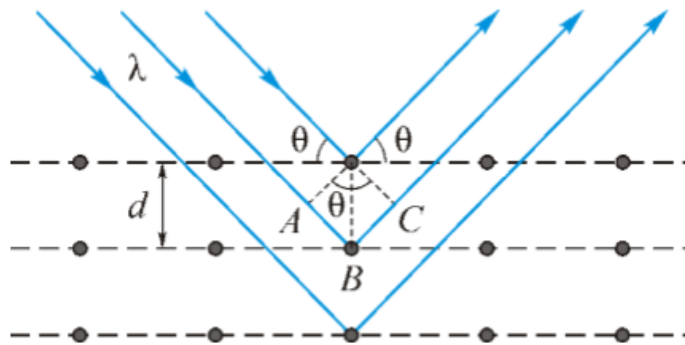


29. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Формула Вульфа-Брэгга. Рентгеновская спектроскопия и рентгеноструктурный анализ

Рентгеновские лучи представляют собой электромагнитные волны с длиной волны $\lambda \approx 10^{-8} - 10^{-10}$ м.

Если кристаллическое тело рассматривать как совокупность параллельных атомных плоскостей, находящихся на расстоянии $d \approx 10^{-10}$ м друг от друга, то для рентгеновских лучей его можно рассматривать естественной трехмерной дифракционной решеткой. Процесс дифракции рентгеновского излучения представляется как отражение излучения от системы этих плоскостей кристаллической решетки. Дифракционные максимумы возникают в направлениях, в которых вторичные (рассеянные атомами) волны распространяются с одинаковыми фазами.

Рентгеновское излучение частично отражается от кристаллографических плоскостей (плоскостей, в которых лежат узлы кристаллической решетки). Эти вторичные волны интерферируют между собой.



Разность хода двух волн, отразившихся от соседних плоскостей

$$ABC = 2d \sin \theta, \text{ где } \theta - \text{ угол скольжения}$$

Дифракция рентгеновских лучей - рассеяние рентгеновских лучей кристаллами (или молекулами жидкостей и газов), при котором из начального пучка лучей возникают вторичные отклонённые пучки той же длины волны, появившиеся в результате взаимодействия первичных рентгеновских лучей с электронами вещества.

Дифракционные максимумы удовлетворяют условиям Лауэ:

$$a(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = h\lambda,$$

$$b(\cos \beta - \cos \beta_0) = k\lambda,$$

$$c(\cos \gamma - \cos \gamma_0) = \ell \lambda,$$

где a, b, c – периоды кристаллической решетки по трем осям; $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ – углы, образованные падающими лучами; α, β, γ – углы, между рассеянными лучами и осями кристалла; h, k, ℓ – индексы Миллера.

Условие Вульфа-Брегга

Условие Вульфа — Брегга определяет направление максимумов дифракции упруго рассеянного на кристалле рентгеновского излучения. Вторичные когерентные волны, отразившись от различных атомных слоев интерферируют между собой. Дифракционный максимум удовлетворяет условию

$$2d \sin \theta = m\lambda \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

– формула Вульфа-Брегга

где d — межплоскостное расстояние, θ — угол скольжения (*брегговский угол*), m — порядок дифракционного максимума, λ — длина волны.

Дифракция рентгеновских лучей наблюдается в кристаллах, поликристаллах, аморфных телах, жидкостях и газах. Зависимость величины и пространственного распределения интенсивности рассеянного излучения от структуры и других физических характеристик образца легла в основу рентгено-структурного анализа и рентгенографии материалов.

Применение рентгеновской дифракции:

1) *Рентгеноструктурный анализ*

По известным λ и θ находят межплоскостные расстояния и определяют кристаллическую структуру.

2) *Рентгеновская спектроскопия*

По известным d и θ находят длину волны рентгеновского излучения.