

Основной элемент кристалла.

Debye U. Scherer. Atombau. Phys. Zeitschr. 19 p. 474, 1918.

Из многочисленных измерений над кристаллами, произведенных Bragg'ом следует, что интенсивность рассеянных атомом какого-либо элемента рентгеновых лучей будет пропорциональна квадрату числа электронов в атоме.

Из данных Barkla следует, что та же величина будет пропорциональна первой степени атомного числа N . Оба закона можно примирить тем, что в случае большой длины волны по сравнению с величиной радиуса атома рассеянные волны будут совпадать по фазе, и тогда произойдет сложение амплитуд отдельных колебаний и мы будем иметь закон Bragg'a. Для случая коротких волн колебания от различных электронов будут отличаться по фазе и тогда произойдет сложение интенсивностей, что будет соответствовать закону Barkla. Наконец, для случая весьма малых углов рассеяния независимо от длины волны мы получим закон Bragg'a, так как разница фаз колебаний от двух электронов, относительное положение которых определяется координатами ξ , η и ζ , будет $\frac{(\alpha - \alpha_0)\xi + (\beta - \beta_0)\eta + (\gamma - \gamma_0)\zeta}{c}$, где α, β и γ — косинусы углов рассеянного луча и α_0, β_0 и γ_0 — косинусы для падающего, c — скорость света. Для весьма малых углов

рассеяния приведенное выражение для фазы будет близко к нулю и следовательно рассеяние будет происходить по закону Bragg'a.

Пользуясь этим, можно установить, является ли элементом кристаллической решетки ион или нейтральный атом.

Возьмем KCl, который состоит из двух кубических решеток с центрированными гранями. Из рассмотрения структурного множителя следует, что интенсивность отражения от граней с четными индексами должна быть пропорциональна $(K+Cl)^2$, где под K и Cl понимаем атомные числа, соответствующие калию и хлору, и для плоскостей с нечетными индексами интенсивность должна быть пропорциональна $(K-Cl)^2$. Если решетка построена из ионов, то атом калия должен иметь $19-1$ электрон, а хлор $-17+1$.

Следовательно, плоскости с нечетными индексами не должны давать отражения. На произведенном снимке с KCl по методу Debye'я и Scherer'a были обнаружены линии соответствующие и нечетным индексам. Результат отрицательный, как будто бы говорящий в пользу существования нейтральных атомов. Нулевой метод мог дать отрицательный результат вследствие существования теплового движения атомов, обуславливающего некоторую хотя бы слабую интенсивность отраженных лучей от граней с нечетными индексами. Для решения вопроса был взят другой кристалл, а именно FLi, которого атомные числа соответственно 9 и 3.

По снимку была определена интенсивность рассеянных лучей, соответствующих как плоскостям с четными индексами, так равно и с нечетными. Для первых интенсивность для малых углов должна быть пропорциональна $(F+Li)^2$, а для вторых $(F-Li)^2$.

Затем были построены кривые, выражающие зависимость интенсивности рассеяния от $H^2 = h_1^2 + h_2^2 + h_3^2$ (где h_1, h_2, h_3 — индексы граней) отдельно для плоскостей с четными индексами и нечетными (сумма квадратов индексов будет пропорциональна синусам $1/2$ углов отклонения).

Путем сравнения двух кривых можно было построить кривую, выражающую зависимость отношения $\frac{F+Li}{F-Li}$ от H^2 . Аналитическое выражение этой кривой будет $\frac{F+Li}{F-Li} = 1,52$.

Здесь $\frac{F+Li}{F-Li}$ величина, пропорциональная отношению интенсивностей отражения от плоскостей с четными и нечетными индексами.

При $H^2=0$ кривая пересекает ось ординат в точке, где $\frac{F+Li}{F-Li} = 1,523 + 0,0728H^2 - 0,00234 H^4$.

Возможны три случая: 1) когда атомы нейтральны, тогда $\frac{F+Li}{F-Li} = \frac{9-3}{9-3} = 2$; 2) когда фтор приобрел один электрон от лития, тогда $\frac{F+Li}{F-Li} = \frac{10+2}{10-2} = 1,5$ и 3) когда фтор взял два электрона от лития, тогда $\frac{F+Li}{F-Li} = \frac{11+1}{11-1} = 1,2$. Экспериментально найденное отношение 1,52 соответствует второму случаю, т.е. когда решетка состоит из ионов.

Н. Селяков.