

Лабораторная работа № 541. Отражение Брэгга: определение постоянной решетки монокристаллов

Цели и задачи:

- Изучение и сравнение отражение Брэгга на монокристаллах LiF и NaCl
- Определение постоянной решетки монокристаллов LiF и NaCl

Замечания по технике безопасности

Этот рентгеновский аппарат выполнен по всем правилам дизайна рентгеновской аппаратуры, это полностью защищенное устройство для учебного использования, этот аппарат одобрен для использования в школах Германии.

Встроенные защитные и экранированные приспособления уменьшают мощность дозы вне рентгеновского аппарата до $1 \mu\text{Sv/ч}$, которая имеет порядок величины естественного фона.

- Перед вводом в эксплуатацию рентгеновского аппарата, проверьте, нет ли повреждений его конструкции (смотрите в инструкции рентгеновского аппарата);
- Не допускайте посторонних лиц к рентгеновскому аппарату;

Не допускайте перегрева рентгеновской трубки.

- Перед включением высокого напряжения, проверьте, работает ли вентилятор, охлаждающий рентгеновскую трубку;

Гониометр позиционируется исключительно шаговым электродвигателем.

- Не блокируйте ручку мишени и ручку датчика и не прикладываете силу, чтобы переместить их.

Теоретическая часть

Дифракцию рентгеновского излучения можно представить как отражение от соседних плоскостей. Тогда условие наблюдения дифракционных максимумов будет выглядеть следующим образом, (рисунок 1):

$$2d \sin\theta = n\lambda \quad (\text{Закон Брэгга}) \quad (1)$$

n – порядок дифракции

λ - длина волны

d – расстояние между плоскостями

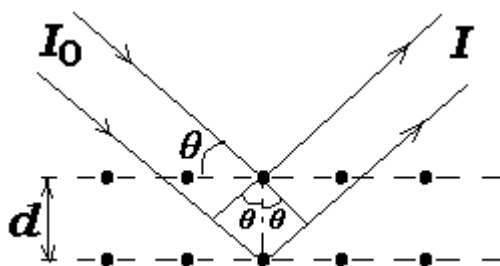


Рисунок 1. Отражение рентгеновских лучей от двух плоскостей

В кристалле с кубической решеткой, например, как в NaCl (рисунок 2), зависимость постоянной решетки и межплоскостного расстояния линейна

$$a = 2d,$$

в этом случае, закон Брэгга можно записать в виде

$$a = (n\lambda) / \sin\theta,$$

который позволяет определить постоянную решетку, зная порядок дифракции, длину волны и угол.

Для этой работы значение длины волны λ можно найти из таблицы 1

Линия	λ (pm)
K α	71.08
K β	63.09

Таблица 1. Длина волны характеристического рентгеновского излучения молибдена.

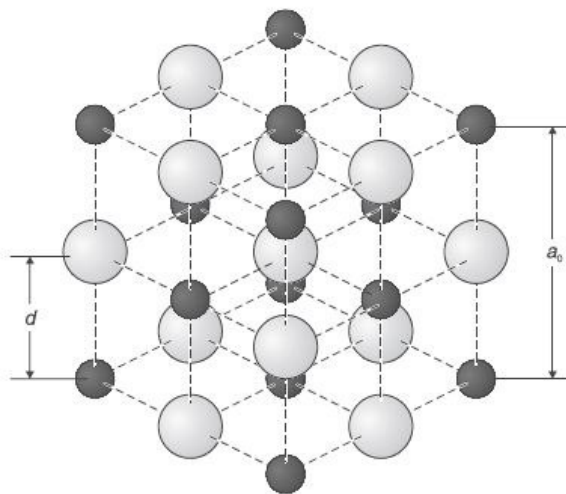


Рисунок 2. Кристаллическая решетка NaCl

Экспериментальная установка

- Рентгеновский аппарат марки LD Didactic;
- Рентгеновская трубка с молибденовым анодом;
- Рентгеновская трубка с медным анодом;
- Гониометр;
- Столик для образцов;
- Торцевой счетчик;
- Ноутбук.

Подготовительные работы

Подготовьте экспериментальную камеру рентгеновского аппарата, как показано на рисунке 3.

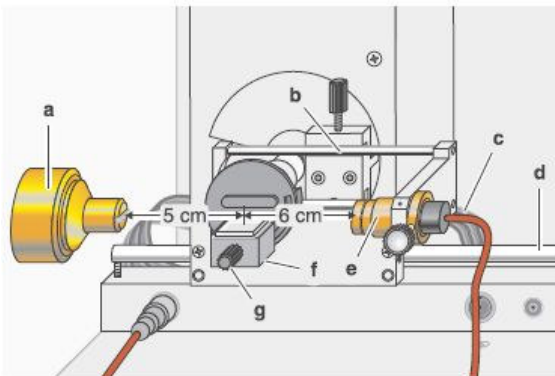



Рисунок 3. Экспериментальная камера для определения постоянной решетки в монокристаллах LiF и NaCl.

- Установите коллиматор (a);
- Установите гониометр на рельс (d) и подключите к нему кабель (c);
- Снимите защитный колпачок на торцевом счетчике;
- Установите торцевой счетчик в гнездо (e);
- Соедините кабель торцевого счетчика с разъемом GM TUBE (Гейгер);
- Установите и закрепите столик для образца;
- Меняя положение гониометра на рельсе и положение торцевого счетчика, с помощью крепления (b), добейтесь, чтобы расстояние между коллиматором и серединой столика было 5 см, а расстояние между торцевым счетчиком и серединой столика 6 см, как показано на рисунке 3;
- При помощи ручки ADJUST, выбирая поочередно опции TARGET и SENSOR, установите столик и торцевой счетчик в горизонтальное положение; это будет нулевым положением, сохраните его, нажимая кнопки TARGET, COUPLED и β limits;
- Подключите рентгеновский аппарат к ноутбуку через USB кабель;

- Включите рентгеновский аппарат, кнопка включения с левой стороны аппарата;
- Включите ноутбук, зайдите под пользователем Студент и запустите программу

X-ray Apparatus  с рабочего стола.

Проведение эксперимента

Брэгговское отражение на монокристалле LiF (NaCl):

- Ослабьте винт (g), положите монокристалл LiF для первого измерения (NaCl для второго измерения) на столик (f), осторожно

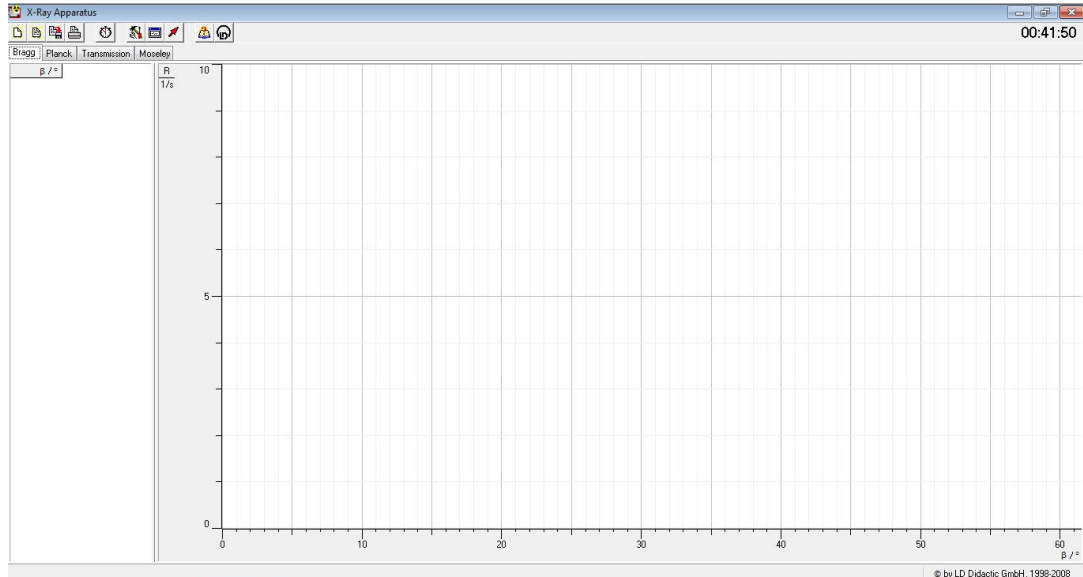



Рисунок 2. Интерфейс X-Ray Apparatus

- В программе X-ray Apparatus кнопкой  вызовите меню настроек;
- Укажите в меню настроек следующие параметры (см. рисунок 2)

Goniometer → Coupled

Parameter → $U = 35 \text{ kV}$, $I = 1 \text{ mA}$, $\beta_{\min} = 10^\circ$, $\beta_{\max} = 40^\circ$, $\Delta\beta = 0.1^\circ$, $\Delta t = 10 \text{ s}$

Не закрывайте меню настроек

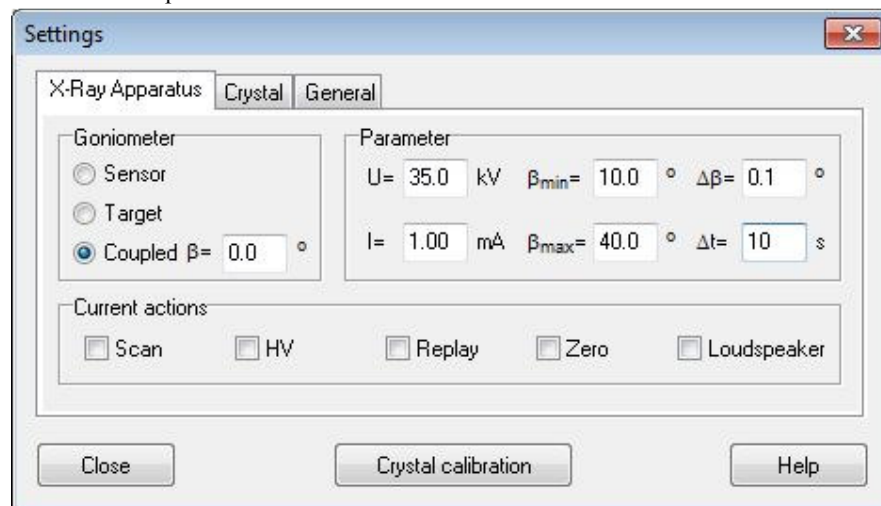



Рисунок 2. Меню настроек

- Запустите запись спектра, нажав кнопку автоматического сканирования Scan в меню настроек;
- Сохраните  полученный спектр

Рассчитайте по полученным спектрам постоянную решетки монокристаллов LiF и NaCl