

Эффект Поккельса*

Иван Едигарьев

Московский Физико-Технический Институт
Факультет Общей и Прикладной Физики, 526т

Цель работы: исследовать интерференцию рассеянного света, прошедшего кристалл; наблюдать изменение характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

В работе используются: гелий-неоновый лазер, поляризатор, кристалл ниобата лития, матовая пластинка, экран, источник высоковольтного переменного и постоянного напряжения, фотодиод, осциллограф, линейка.

I. ЗАДАНИЕ

I. Юстировка системы

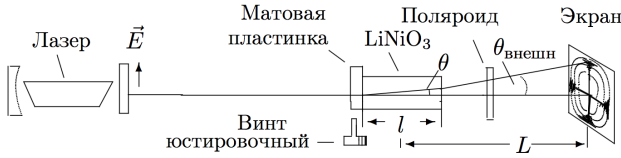


Рис. 1. Схема для наблюдения интерференционной картины

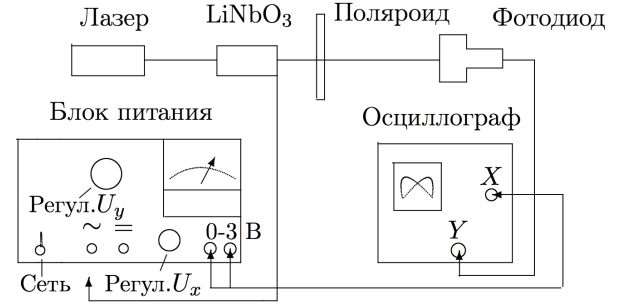


Рис. 2. Схема для изучения двойного лучепреломления в электрическом поле

1. Соберём оптическую схему согласно рис. 1. Включим лазер и установим анализатор (без кристалла в схеме) так, чтобы лазерное излучение через него не проходило (скрещенные поляризации).
2. Поставим кристалл и установим перед ним вплотную к кювете матовую пластинку. Расстояние от кристалла до экрана определяет размер интерференционной картины и её контрастность.
3. Получим на экране интерференционную картину. Отклоняя кристалл с помощью юстировочного винта (рис. 1) и поворачивая рейтер с кюветой вокруг вертикальной оси, добьёмся совмещения центра коноскопической картины с положением луча на экране в отсутствие матовой пластинки.
4. Повернём анализатор на 90° и убедимся, что коноскопическая картина изменилась на негативную. Вернём анализатор в прежнее положение (горизонтальное разрешённое направление).

I. Измерения

1. Измерим радиусы тёмных колец $r(m)$ и расстояние L от середины кристалла до экрана.

$$L = (75 \pm 1) \text{ cm}$$

Также запишем величины $n_0, l\lambda$:

$$n_0 = 2,29$$

$$l = (2,7 \pm 0,3) \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,63 \text{ }\mu\text{m}$$

Построим график $r^2 = f(m)$. По углу наклона прямой определим двулучепреломление $(n_0 - n_e)$ ниобата лития.

Построим двухпараметрический фит к модели:

$$y = \beta x + \alpha$$

Будем считать распределение ошибок гауссовым и, минимизируя функционал нормы L_2 , получим значения β и α , а также их оценочные дисперсии.

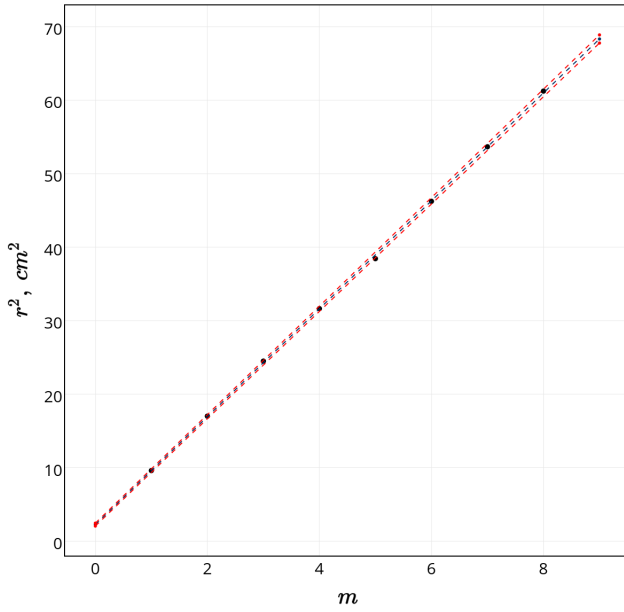
$$\beta = (7.34 \pm 0.04^{\text{stat}}) \text{ cm}^2$$

$$\alpha = (2.3 \pm 0.2^{\text{stat}}) \text{ cm}^2$$

Как можно видеть, $\alpha = 0.0$ не принадлежит 95% доверительному интервалу параметра α

* 4.7.2

График.1



$$(n_0 - n_e) = \frac{\lambda (n_0 L)^2}{l \beta} = (0.937 \pm 0.005^{stat} \pm 0.142^{syst})$$

2. Ещё раз убедимся, что направление лазерного луча совпадает с направлением на центр интерференционной картины, и уберём матовую пластинку.
3. Подключим разъём блока питания на постоянное напряжение (=), установим регулятор напряжения на минимальное напряжение и включим блок питания в сеть.
4. С увеличением напряжения на кристалле яркость пятна на экране увеличивается и достигает максимума при $U = U_{\lambda/2}$. При $U = 2U_{\lambda/2} = U_{\lambda}$ яркость снова будет минимальной и т.д. Продолжаем то же для параллельных поляризаций лазера и анализатора. Определим полуволновое напряжение ниобата лития.

$$U_{\lambda/2}^{\perp} = (1035 \pm 30) \text{ V}$$

$$U_{\lambda/2}^{\parallel} = (780 \pm 30) \text{ V}$$

5. Подадим на кристалл напряжение $U = \frac{1}{2}U_{\lambda/2} = U_{\lambda/4}$ (четвертьволновое напряжение). Поляризация на выходе кристалла должна быть круговой. Убедимся в этом, вращая анализатор и наблюдая за яркостью пятна на экране.
6. Установим вместо экрана фотодиод (рис. 2) и подключим его к Y-входу осциллографа. Убрав напряжение до нуля, переключим разъём с постоянного (=) на переменное напряжение (~).

С трёхвольтового выхода блока питания подадим сигнал на вход X осциллографа. Отклонение луча осциллографа по оси X, таким образом, будет пропорционально напряжению U на кристалле, а по оси Y-интенсивности прошедшего через анализатор сигнала $I_{\text{вых}}$.

7. Постепенно повышая напряжение на кристалле, наблюдаем на экране осциллографа фигуры Лиссажу, соответствующие зависимости $I_{\text{вых}}(U)$ для скрещенных поляризаций лазера и анализатора. Слегка поворачивая кристалл, сделаем фигуру Лиссажу симметричной. Определим по фигурам Лиссажу полуволновое напряжение $U_{\lambda/2}$ как ΔU , соответствующее переходу от максимума к минимуму сигнала на осциллограмме. Сравним значения полуволнового напряжения, полученные при постоянном и переменном напряжении.

$$U_{\lambda/2}^{\perp} = (855 \pm 30^{syst \pm 81}) \text{ V}$$

$$U_{\lambda/2}^{\parallel} = (735 \pm 30^{syst} \pm 35^{stat}) \text{ V}$$

8. Зарисуем фигуры Лиссажу для напряжений $U_{\lambda/2}$, U_{λ} , $U_{3\lambda/2}$ при скрещенных поляризациях лазера и анализатора. Проследим, как меняется картина при переходе к параллельным поляризациям.