

МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.7.2

Эффект Поккельса

Студент

Алексей ДОМРАЧЕВ
615 группа

Преподаватель

Андрей Александрович
ЗАБОЛОТНЫХ



1 апреля 2018 г.

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 пластиинка, экран, источник высоковольтного переменного и постоянного напряжения, фотодиод, осциллограф, линейка.

Теоретическая справка. Эффектом Поккельса называется изменение показателя преломления света в кристалле под действием электрического поля, причём это изменение пропорционально напряжённости электрического поля.

Во время обработки результатов мы воспользуемся формулой, выражающей зависимость квадрата радиуса m -ого темного кольца на коноскопической картине от m :

$$r_m^2 = \frac{\lambda}{l} \frac{(n_0 L)^2}{(n_0 - n_e)} m \quad (1)$$

Выполнение работы. Соберем оптическую схему согласно рис 1. Проведем настройку поляроида, с помощью света, который отражается от стола, на который направлена лампа, добьемся минимума освещенности, угол на лимбе при этом равен 21° . Включив лазер мы получили коноскопическую картину(рис 2). Измерим расстояние от кристалла до экрана $L = 85 \pm 0.2$ см. Также измерим радиусы темных колец и занесем их в таблицу 1

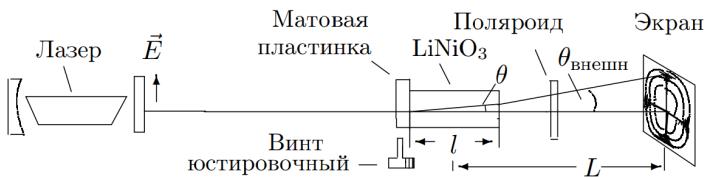
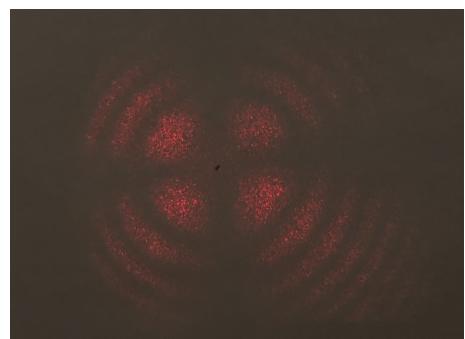


Рис. 1: Схема для наблюдения коноскопической картины.

Проведем настройку поляроида, с помощью света, который отражается от стола, на который направлена лампа, добьемся минимума освещенности, угол на лимбе при этом равен 21° . Включив лазер мы получили коноскопическую картину(рис 2). Измерим расстояние от кристалла до экрана $L = 85 \pm 0.2$ см. Также измерим радиусы темных колец и занесем их в таблицу 1

Таблица 1: Радиусы интерференционных колец

m	1	2	3	4	5	6
r , см	3.0	4.4	5.4	6.3	7.0	7.7
r^2 , см^2	9.0	19.4	29.2	39.7	49.0	59.3



Подадим на кристалл постоянный ток. С увеличением напряжения на кристалле яркость пятна на экране увеличивается и достигает максимума при $U_{\lambda/2} = 450$ В, при $U_\lambda = 2U_{\lambda/2} = 900$ В яркость снова становится минимальной.

Проделав то же самое для параллельных поляризаций лазера и поляроида, мы получили значения близкие к предыдущим: $U_{\lambda/2} = 465$ В, $U_\lambda = 900$ В.

Теперь подадим на кристалл переменный ток и соберем схему согласно рис 2. По фигурам Лиссажу на экране осциллографа определим $U_{\lambda/2} = 2$ В для переменного тока.

Обработка результатов. Изобразим график из данных в таблице 1 на рис. 3.

С помощью МНК подсчитаем коэффициент наклона аппроксимационной прямой. Получим, что ее коэффициент наклона $b = 10.0 \pm 0.1 \text{ см}^2 = 10 \pm 0.1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Отсюда определим двулучепреломление $(n_0 - n_e)$ ниобата лития, из формулы (1) $n_0 - n_e = \frac{\lambda(n_0 L)^2}{lb} = \frac{0.63 \cdot (2.29 \cdot 0.85)^2}{0.026} \cdot 10^{-3} = 9.2 \cdot 10^{-2}$

Рассчитаем погрешность этого измерения:

$$\sigma_{n_0 - n_e} = (n_0 - n_e) \sqrt{4 \cdot \varepsilon_L^2 + \varepsilon_b} = 9.2 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{4 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 + 0.01^2} = 0.1 \cdot 10^{-2}$$

В итоге получаем: $n_0 - n_e = 9.2 \pm 0.1 \cdot 10^{-2}$

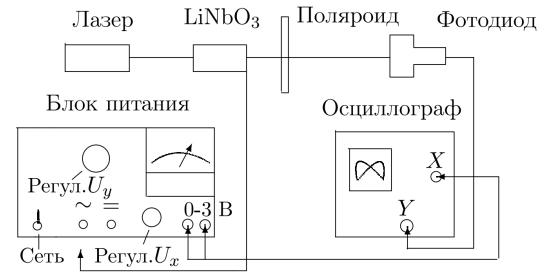


Рис. 2: Схема для изучения двойного лучепреломления в электрическом

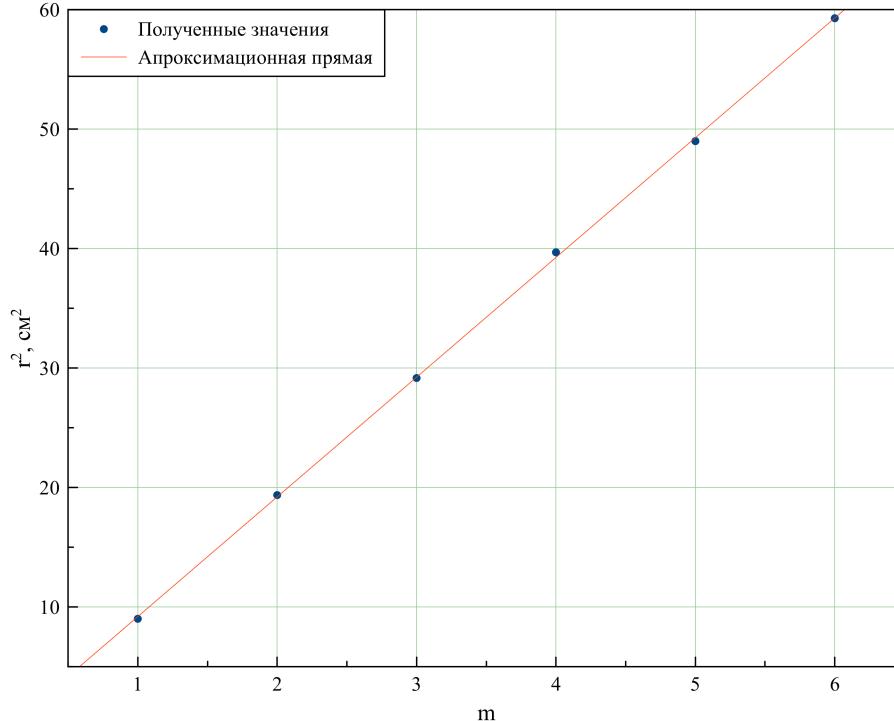
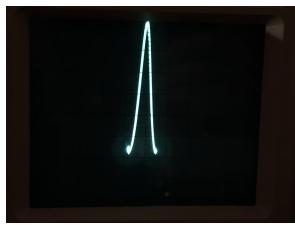


Рис. 3: Зависимость квадрата радиуса от порядкового номера

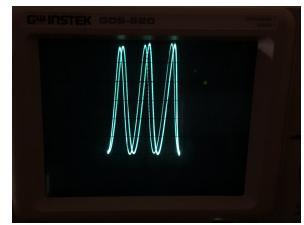
Получим на экране осциллографа фигуры Лиссажу для напряжений $U_{\lambda/2}, U_{\lambda}, U_{3\lambda/2}$ и сфотографируем их.



$$U_{\lambda/2}$$



$$U_\lambda$$



$$U_{3\lambda/2}$$

Рис. 4: Фигуры Лиссажу.

Вывод. Мы пронаблюдали эффект Поккельса и провели эксперимент, в следствии которого изменение показателя преломления света в кристалле под действием электрического поля, причем установили, что это изменение пропорционально напряженности электрического поля. Измерив радиусы интерференционных колец мы определили двулучепреломление ниобата лития, оно оказалось равным $n_0 - n_e = 9.2 \pm 0.1 \cdot 10^{-2}$, т.е. с ошибкой не более чем 1%. Подав на кристалл постоянное напряжение получили свет, поляризованный по кругу и определили полуволновое напряжение $U_{\lambda/2} = 465$ В.