

## 4.7.2 Эффект Поккельса

Александр Романов Б01-107

### 1 Введение

#### 1.1 Цель работы

Исследовать интерференцию рассеянного света, прошедшего кристалл; наблюдать изменение характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

#### 1.2 В работе используются

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

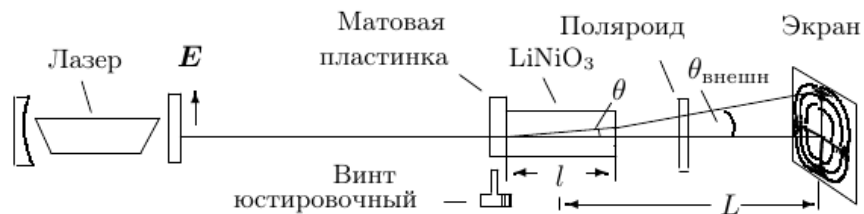


Рис. 1: Схема для наблюдения интерференционной картины

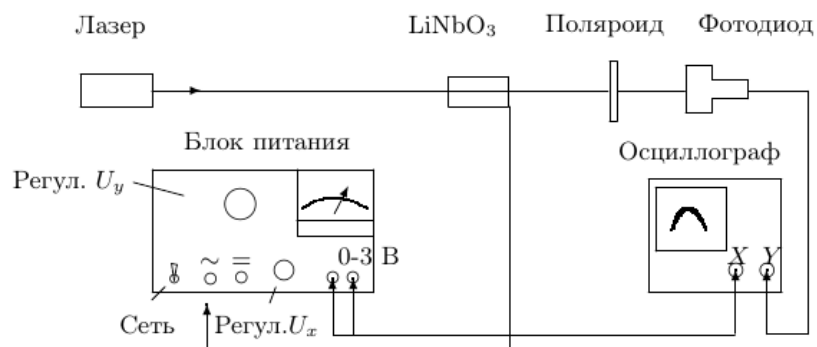


Рис. 2: Схема для изучения двойного лучепреомления в электрическом поле

## 2 Работа

### 2.1 Измерение радиусы тёмных колец на экране

Измерив радиусы тёмных колец на экране получим значения:

$m$	1	2	3	4	5	6
$r, \text{ cm}$	2.9	4.3	5.3	6.1	6.7	7.2

Измерим расстояние  $L$  от середины кристалла до экрана:

$$L = 84 \text{ cm}$$

Проиллюстрируем зависимость  $r^2$  от  $m$ :

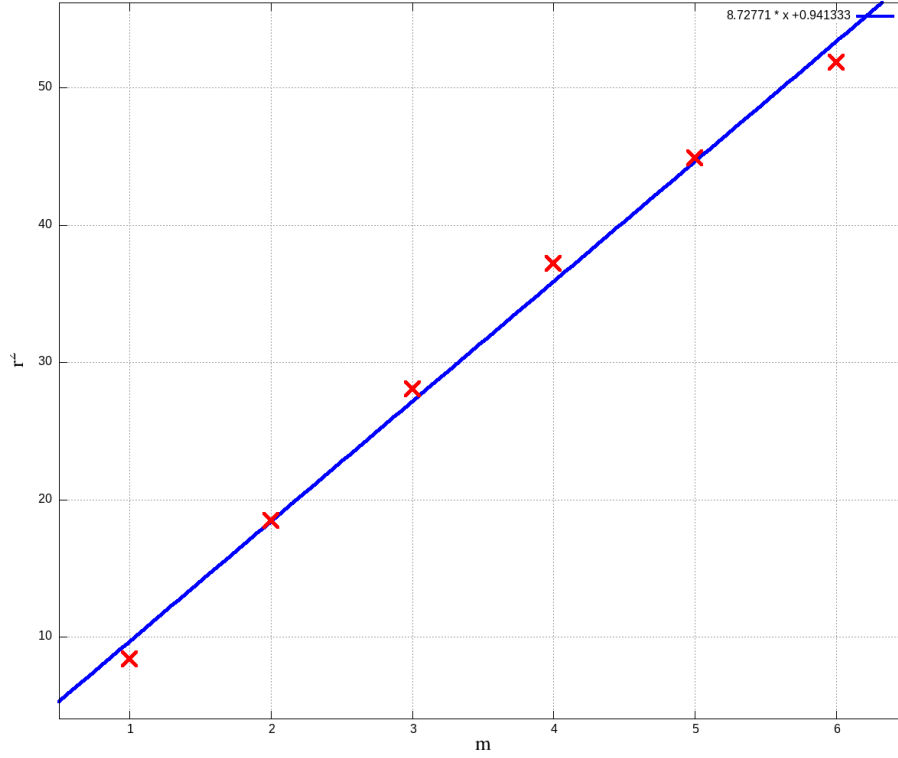


Рис. 3: Схема для изучения двойного лучепреомления в электрическом поле

Получена зависимость вида  $r^2 = k \cdot m + b$ :

$$k = (8.72 \pm 0.25) \text{ cm}^2$$

$$b = (0.94 \pm 0.42) \text{ cm}^2$$

Из формулы

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

Получим для значений  $n_0 = 2.29$ ,  $\lambda = 0.63 \text{ } \mu\text{m}$ ,  $l = 2.6 \text{ cm}$ :

$$(n_0 - n_e) = \frac{\lambda}{l} \frac{(n_0 L)^2}{k} \simeq 0.103 \pm 0.01 \quad (1)$$

## 2.2 Определение полуволнового напряжения ниобата лития

Убедимся что направление лазерного луча совпадает с направлением на центр интерференционной картины.

Подключим разъём блока питания на постоянное напряжение, установим регулятор на минимальное напряжение и включим блок питания в сеть.

Увеличивая напряжение на кристалле определим полуволновое напряжение по максимальной яркости пятна на экране:

$$U_{\lambda/2} = 435 \text{ V} \quad (2)$$

И по положению следующего минимума - волновое напряжение

$$U_{\lambda} = U_{\lambda/2} = 960 \text{ V}$$

Проделаем всё то же самое для параллельной поляризации лазера и анализатора:

$$U_{\lambda/2} = 900 \text{ V}$$

$$U_{\lambda} = U_{\lambda/2} = 1440 \text{ V}$$

## 2.3 Круговая поляризация

Выставим четвертьволновое напряжение и вращая поляризатор убедимся что свет имеет круговую поляризацию. (Яркость не изменяется).

## 2.4 Фигуры Лиссажу

Установим вместо экрана фотодиод (Рис. ??) и подключим его к  $Y$ -входу осциллографа. Убрав напряжение до нуля, переключим разъём блока питания на переменное напряжение. С трёхвольтового выхода БП подадим сигнал на  $X$ -канал осциллографа. Таким образом, отклонение луча осциллографа по оси  $X$  будет пропорционально напряжению  $U$  на кристалле, а по оси  $Y$  - интенсивности прошедшего через анализатор сигнала  $I_{out}$

Постепенно повышая напряжение на кристалле, будем наблюдать на экране фигуры Лиссажу, соответствующие зависимости  $I_{out}$  для скрещенных поляризаций лазера и анализатора. Объясним от фигуры Лиссажу симметричности.

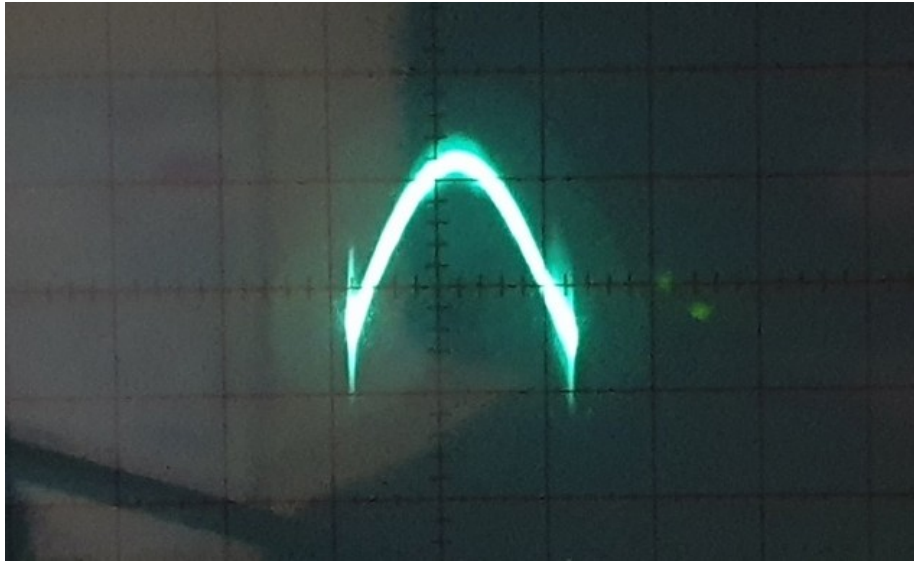


Рис. 4: Фигура Лиссажу

Наблюдая за фигурой Лиссажу, определим (по вольтметру на источнике питания) полуволновое напряжение  $U_{\lambda/2}$  как  $\Delta U$ , соответствующее переходу от максимума к минимуму на осциллограмме.

$$U_{\lambda/2} = \Delta U = 480V$$

Это значение довольно точно совпадает со значением  $U_{\lambda/2}$  для поперечной поляризации, полученным в (2).

## 2.5 Изменение фигуры Лиссажу

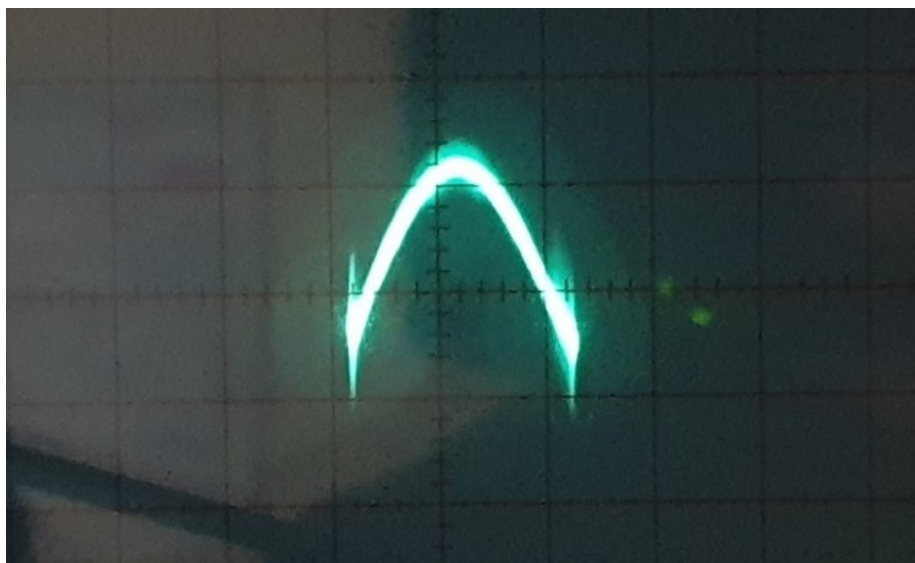


Рис. 5: Фигура Лиссажу при  $U = U_{\lambda/2}$

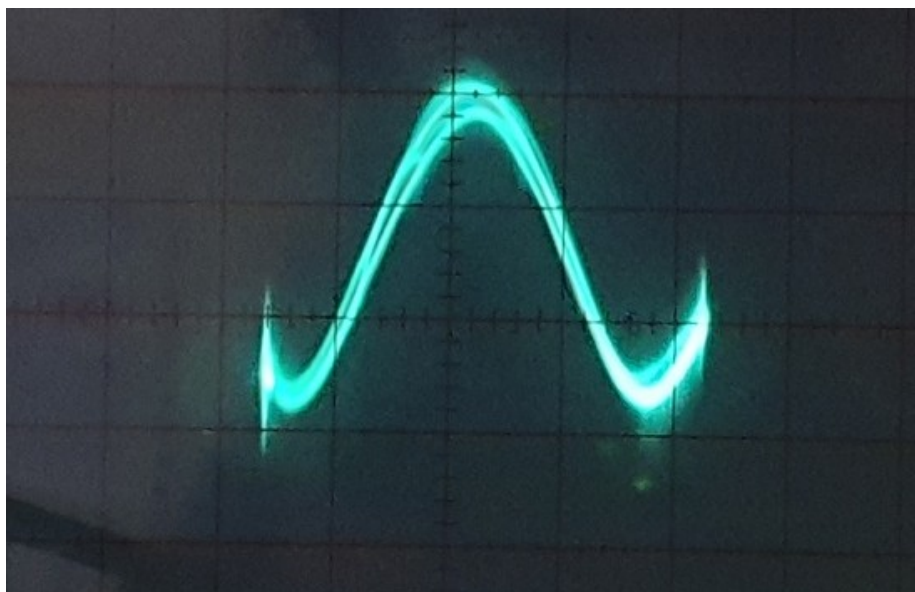


Рис. 6: Фигура Лиссажу при  $U = U_{\lambda}V$

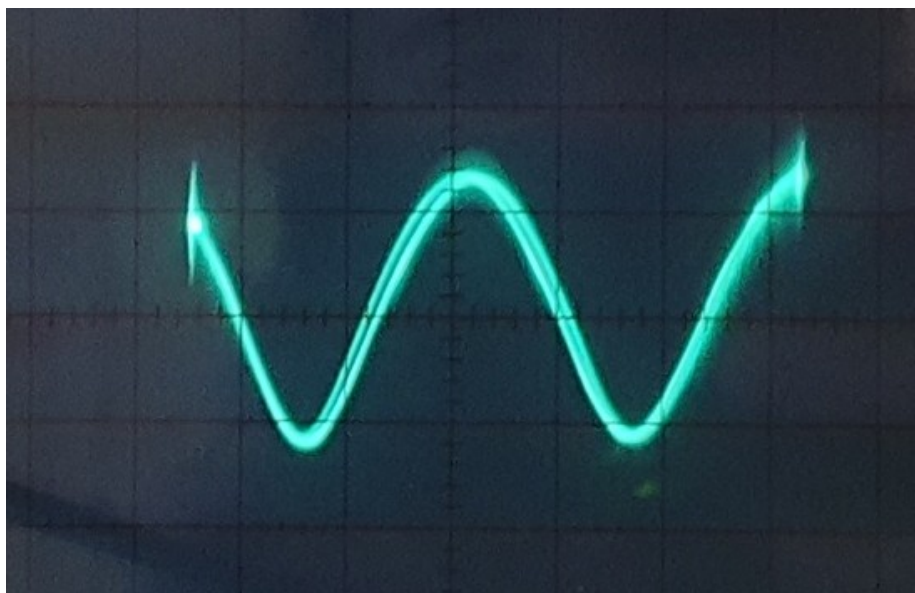


Рис. 7: Фигура Лиссажу при  $U = U_{\lambda/2}$

### 3 Выводы

В ходе лабораторной работы:

1. Было произведено ознакомление с эффектом Поккельса (Зависимости показателя преломления света в кристалле под действием электрического поля и пропорциональности этого изменения от напряжения)
2. Было получено значение двулучепреломления ниобата лития

$$n_0 - n_e = 0.103 \pm 0.01$$

3. Было измерено полуволновое напряжение для скрещенных поляризаций лазера и поляризатора/анализатора. Полученные значения в пунктах: 2.2 -  $U_{\lambda/2} = 435 \text{ V}$  и 2.4 -  $U_{\lambda/2} = 480 \text{ V}$  оказались достаточно близки и укладываются в приемлемый диапазон (несколько сотен вольт).