

Лабораторная работа 4.7.2, Эффект Поккельса.

Радькин Кирилл, Б01-005

11.03.22

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.

Теоретическая справка:

- Эффектом Поккельса называется изменение показателя преломления света в кристалле под действием электрического поля, причём это изменение пропорционально напряжённости электрического поля. В первом приближении это изменение считается линейным относительно напряжённости.
- Эффект Поккельса может наблюдаться только в кристаллах, не обладающих центром симметрии. Вследствие линейности эффекта относительно внешнего поля E эл при изменении направления поля на противоположное должен меняться на противоположный и знак изменения показателя преломления Δn . Но в кристаллах с центром симметрии это невозможно, так как оба взаимно противоположных направления внешнего поля физически эквивалентны
- Выражение для радиуса m -ного темного кольца для случая, когда направление анализатора перпендикулярно поляризации лазерного излучения:

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

где: λ — длина волны лазерного излучения, l — длина кристалла, n_0 — показатель преломления кристалла для случая, когда вектор \vec{E} перпендикулярен оптической оси кристалла Z , n_e — показатель преломления для случая, когда вектор \vec{E} располагается вдоль оси Z

Ход работы:

1. Соберем оптическую схему, включим лазер, получим на экране интерференционную картину

2. Измерим радиусы темных колец $r(m)$ и расстояние L от середины кристалла до экрана, построим график.

$$L = 76.5 \text{ см}$$

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| $r, \text{ см}$ | 2.85 | 3.9 | 4.85 | 5.5 | 6.2 | 6.8 |
| m | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

3. Построим график r^2 от m

По углу наклона прямой определим лучепреломление $n_0 - n_e$

Необходимые табличные величины: $n_0 = 2.29$, $l = 26 \text{ мм}$, $\lambda = 0.63 \text{ мкм}$

Полученный угол наклона: $k = 7.62 \pm 0.67 \text{ см}^2$, тогда величина $n_0 - n_e = 0.097 \pm 0.011$

4. Подключим блок питания. Уберем матовую пластину, на экране появляется пятно. С увеличением напряжения яркость пятна увеличивается, достигает максимума при $U = U_{\lambda/2} = 300 \text{ В}$.

5. Подадим на кристалл напряжение $U = \frac{U_{\lambda/2}}{2}$ и убедимся, что поляризация на выходе кристалла получается круговой.

6. Установим вместо экрана фотодиод и подключим осциллограф

7. Определим по осциллографу полуволновое напряжение, соответствующее максимуму и минимуму сигнала на осциллограмме: $U_{\lambda/2} = 474 \text{ В}$.

8. Зафиксируем фигуры Лиссажу для напряжений $U_{\lambda/2}, U_{\lambda}, U_{3\lambda/2}$

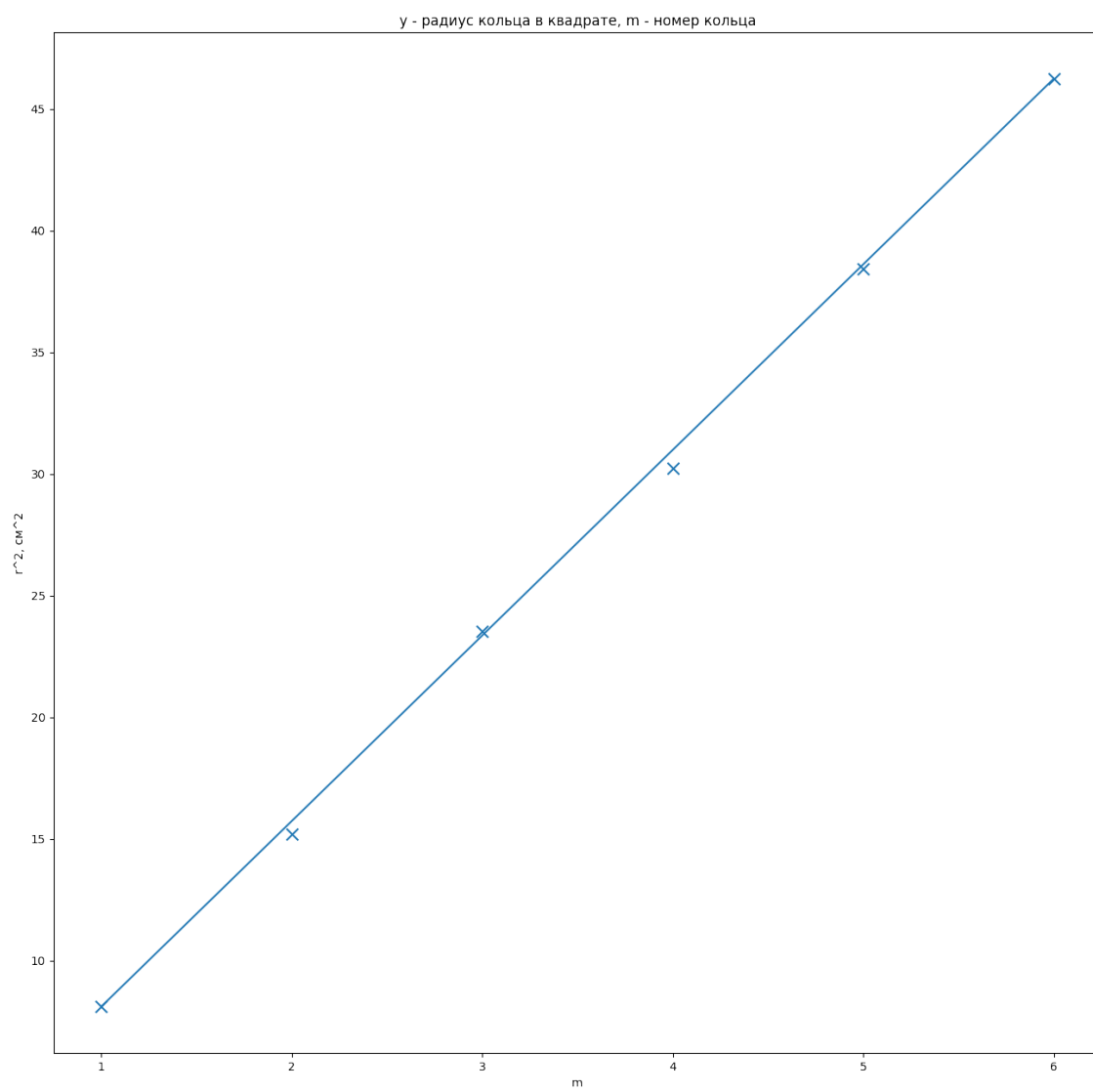


Рис. 1. r^2 от m

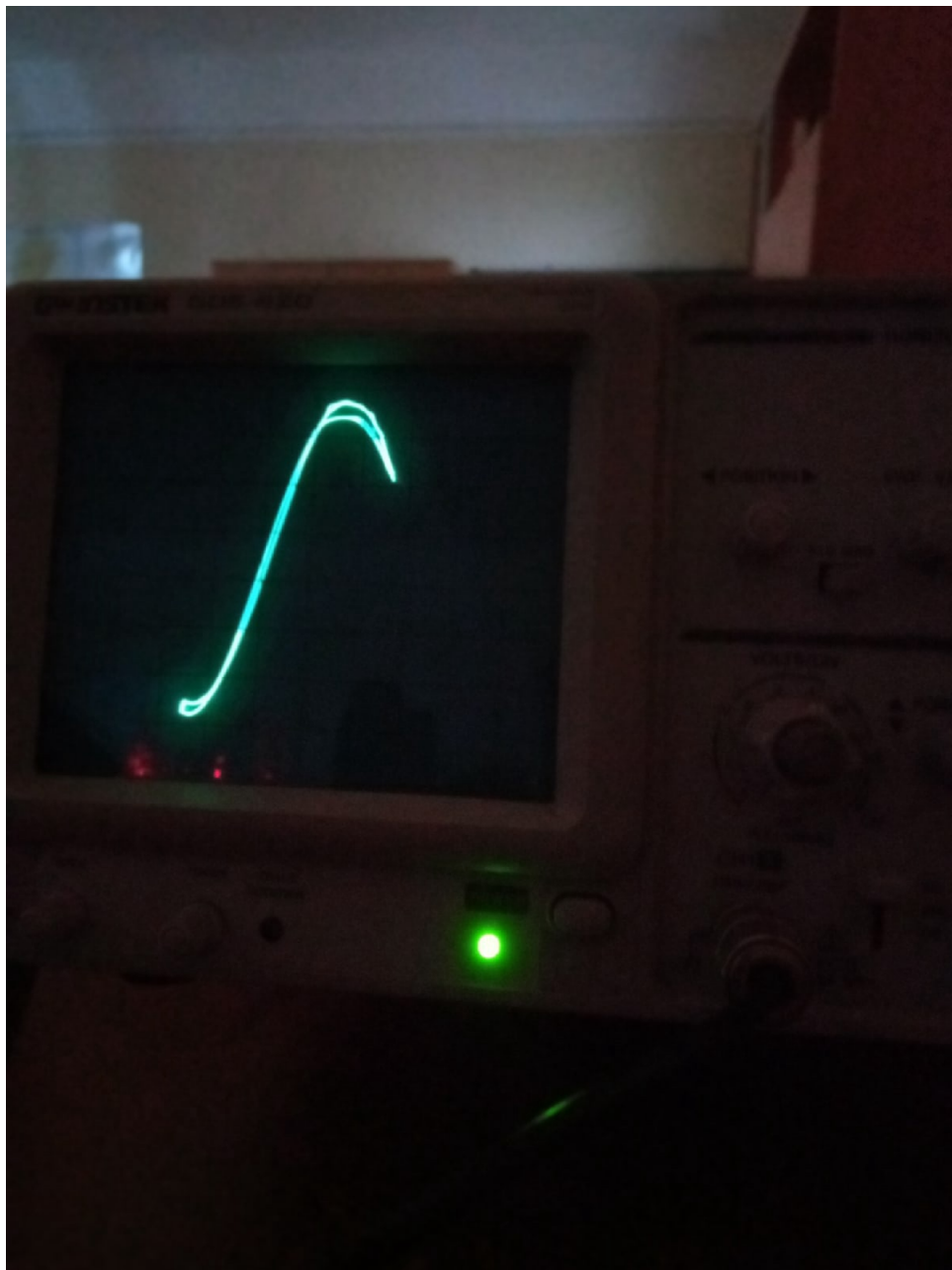


Рис. 2. Осциллограмма $U_{\lambda/2}$

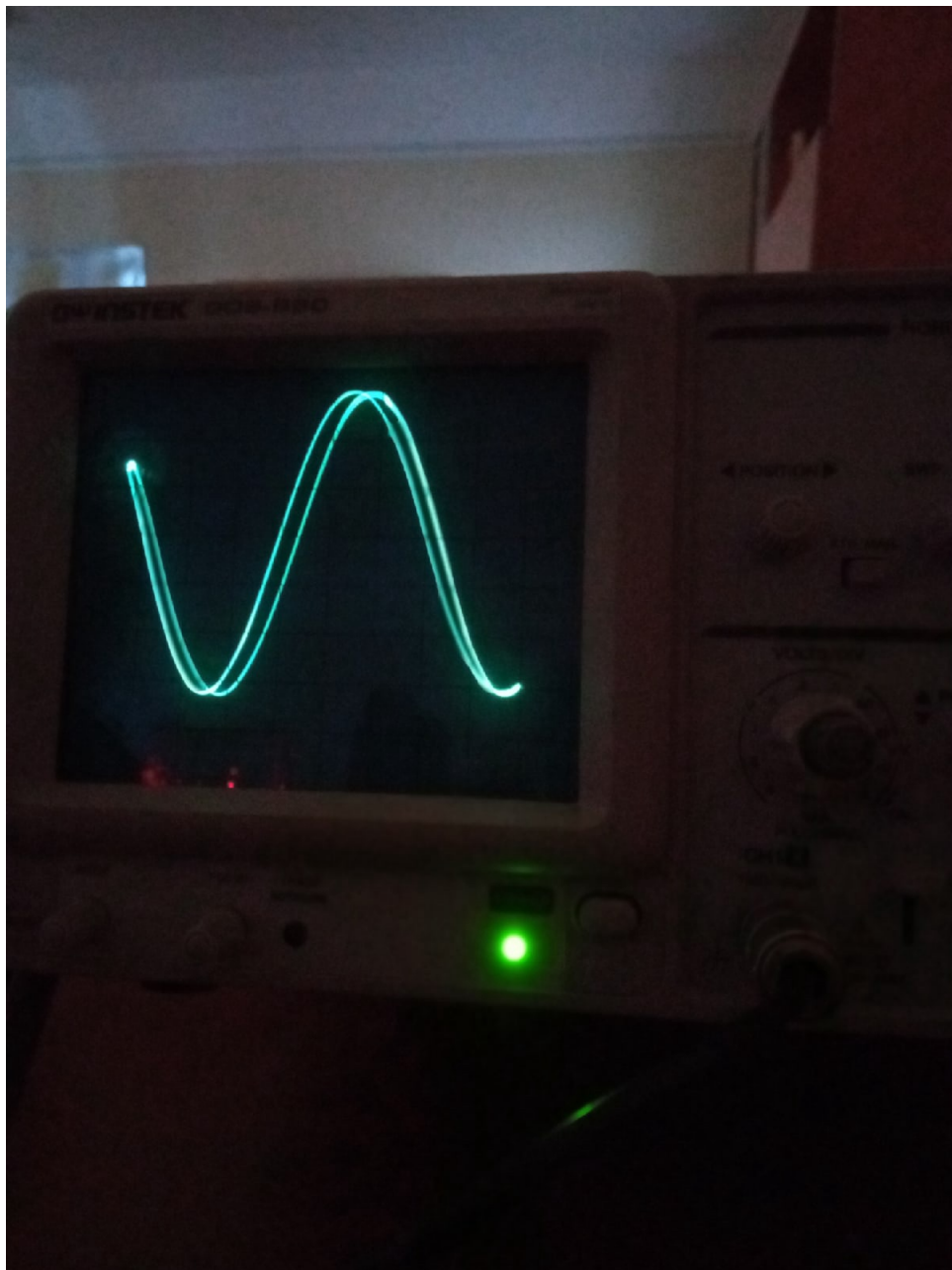


Рис. 3. Осциллограмма U_λ

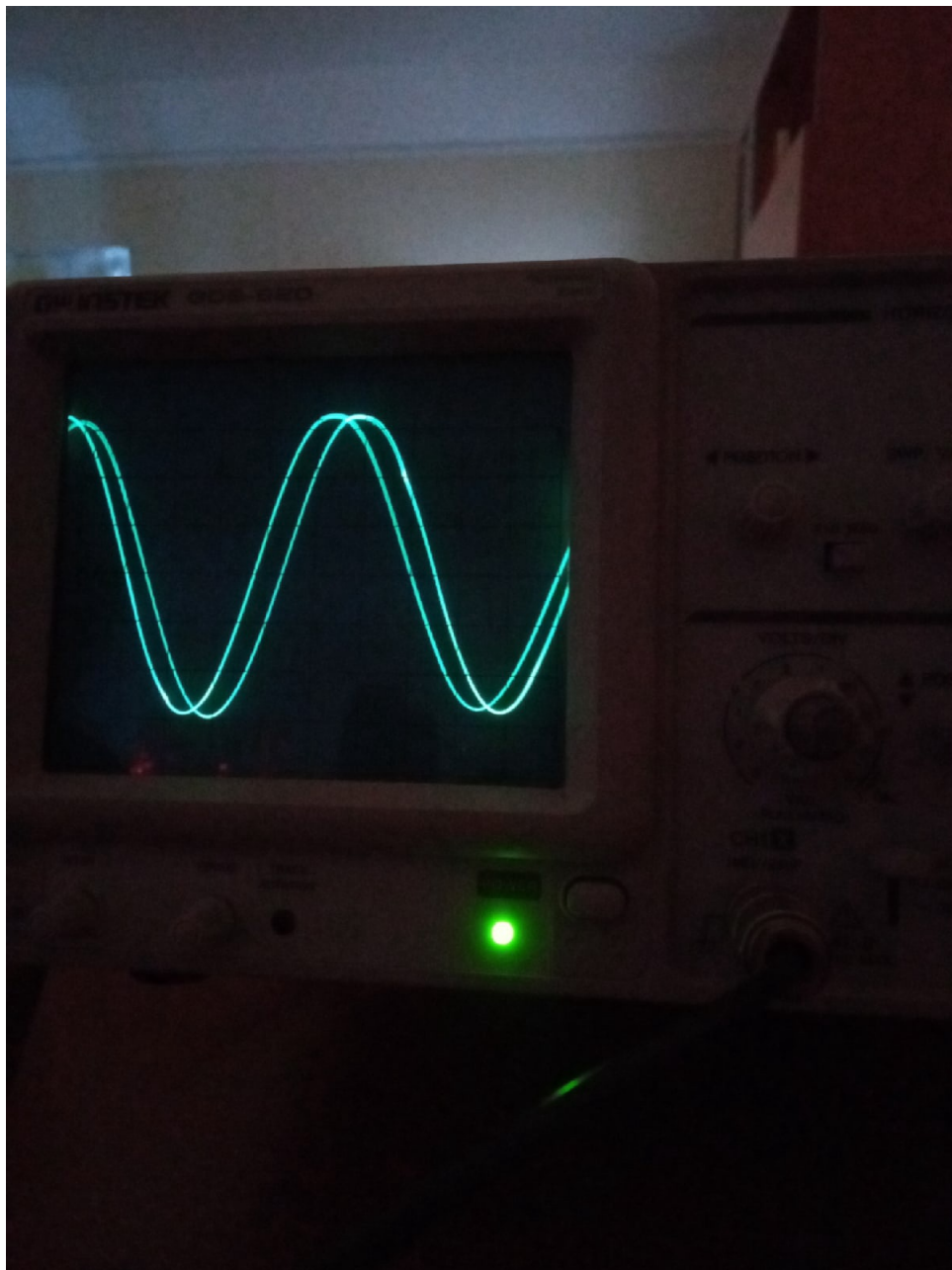


Рис. 4. Осциллограмма $U_{3\lambda/2}$