
ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4.09
"Исследование поляризации света"

Группа: V3203

Студенты:

Ганиева Ирина

Срывкин Никита

Преподаватель:

Сидельников Арсений Артурович

К работе допущен:

Работа выполнена:

Отчет принят:

1 Цель работы

- Изучение поляризованного света и определение показателей преломления

2 Задачи

- Экспериментально убедиться в справедливости закона Малюса
- Определить угол Брюстера и показатель преломления стекла

3 Объект исследования

Поляризаторы

4 Метод исследования

Многократные прямые измерения

5 Рабочие формулы и исходные данные

$$I = I_0 \cos^2 \alpha, \quad (1)$$

где I - интенсивность прошедшего света, I_0 - интенсивность падающего на поляризатор поляризованного света, α - угол между направлениями пропускания поляризатора и направлением колебаний светового вектора, падающего поляризованного света.

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{БР}} = n_{21}, \quad (2)$$

где n_{21} - показатель преломления второй среды, относительно первой, $\varphi_{\text{БР}}$ - угол Брюстера.

6 Экспериментальная установка

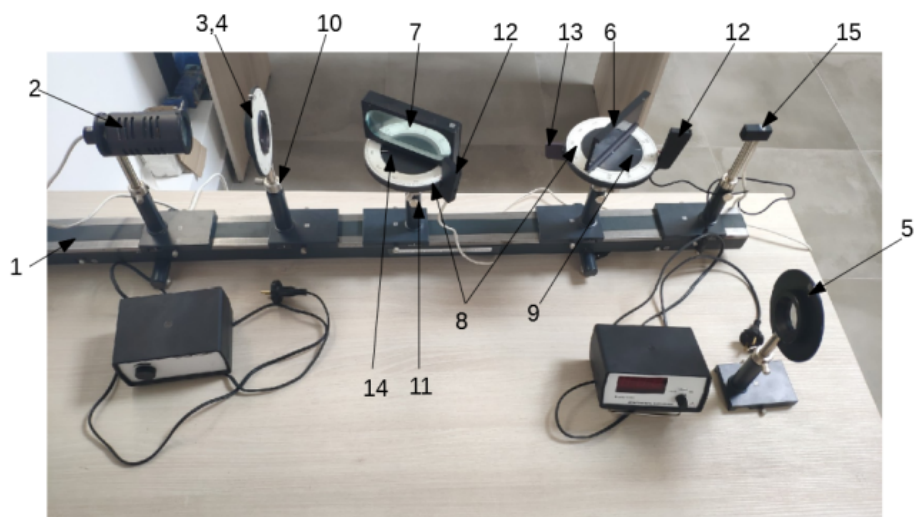


Рис. 1: Экспериментальная установка

1. Скамья
2. Источник света
3. Поляроид
4. Лимб
5. Поляроид
6. Черное зеркало
7. Стопа Столетова
8. Рифленое кольцо
9. Центральная часть столика
10. Стойка рейтера
11. Зажимной винт
12. Фоторезисторы
13. Кронштейны
14. Лимб
15. Фоторезистор

7 Результаты прямых измерений и их обработки

| Угол поворота α° | $\cos \alpha$ | $x = \cos^2 \alpha$ | Фототок I (мкА) |
|------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|
| 0 | 1 | 1 | 9.8 |
| 10 | 0.98 | 0.97 | 9.55 |
| 20 | 0.94 | 0.88 | 8.55 |
| 30 | 0.87 | 0.75 | 7.1 |
| 40 | 0.77 | 0.59 | 5.33 |
| 50 | 0.64 | 0.41 | 3.45 |
| 60 | 0.5 | 0.25 | 1.92 |
| 70 | 0.34 | 0.12 | 0.9 |
| 80 | 0.17 | 0.03 | 0.33 |
| 90 | 0 | 0 | 0.18 |
| 100 | -0.17 | 0.03 | 0.29 |
| 110 | -0.34 | 0.12 | 0.84 |
| 120 | -0.5 | 0.25 | 1.98 |
| 130 | -0.64 | 0.41 | 3.4 |
| 140 | -0.77 | 0.59 | 5.22 |
| 150 | -0.87 | 0.75 | 7.18 |
| 160 | -0.94 | 0.88 | 8.67 |
| 170 | -0.98 | 0.97 | 9.63 |
| 180 | -1 | 1 | 9.88 |

Таблица 1: Изучение закона Малюса

| Угол падения φ° | $i_{\text{пр}}^{(p)}$, мкА | $i_{\text{отр}}^{(p)}$, мкА | $i_{\text{пр}}^{(s)}$, мкА | $i_{\text{отр}}^{(s)}$, мкА |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 5 | 68.3 | 68.5 | 65.2 | 75.1 |
| 10 | 48.4 | 68.0 | 32.2 | 74.1 |
| 15 | 5.8 | 65.3 | 9.8 | 70.6 |
| 20 | 2.2 | 29.6 | 5.9 | 55.2 |
| 25 | 1.1 | 5.4 | 4.1 | 12.3 |
| 30 | 0.6 | 2.4 | 2.2 | 8.2 |
| 35 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | 5.9 |
| 40 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 3.7 |
| 45 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.8 |
| 50 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 |
| 55 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 60 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 65 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 70 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 75 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 80 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| 85 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Таблица 2: Изучение поляризованного света с помощью стопы Столетова

По данным таблицы 1 был построен график зависимости $I(\cos^2 \alpha)$. И рассчитана зависимость $I = I_0 \cos^2 \alpha$.

По данным таблицы 2 были построены соответственно графики 2 и 3 (случай для р- и s-компоненты).

Из анализа графика (рис. 3 случай р-компоненты) был найден угол, в котором зафиксировалось минимальное значение отраженного света:

$$\varphi \approx 55^\circ.$$

Показатель преломления материала, из которого изготовлено стекло таким образом равен:

$$n_{12} = \operatorname{tg}(55^\circ) = 1,43.$$

8 Графики

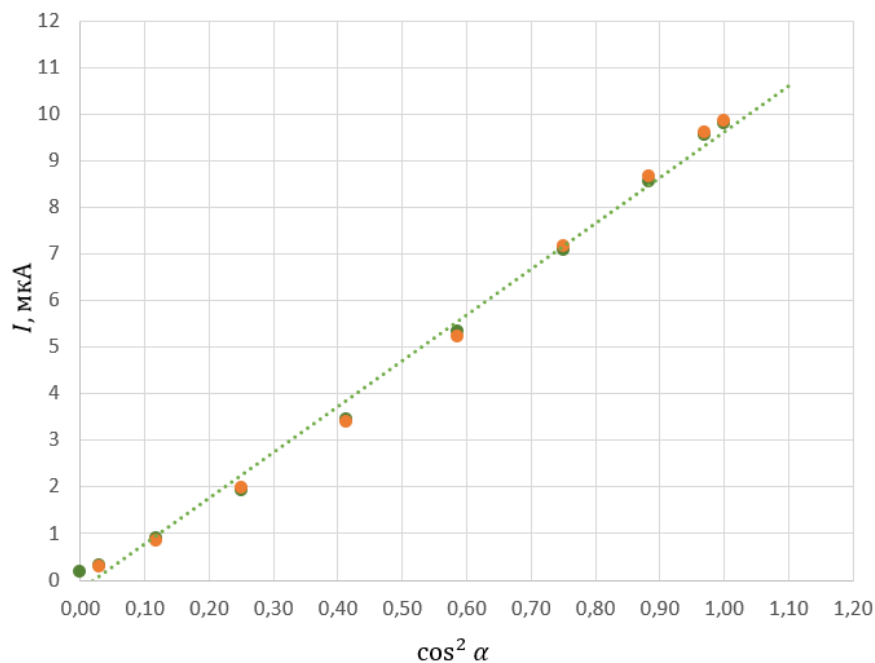


Рис. 2: График зависимости фототока I от $x = \cos^2 \alpha$

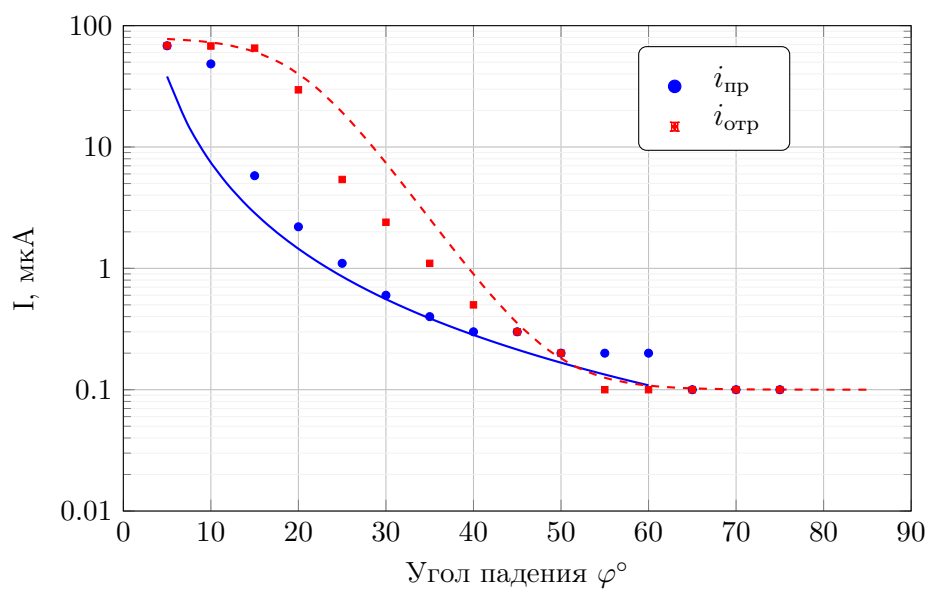


Рис. 3: График зависимости фототоков $i_{\text{пр}}^{(p)}$ и $i_{\text{отр}}^{(p)}$ от угла падения φ в p -компоненте поляризованного света

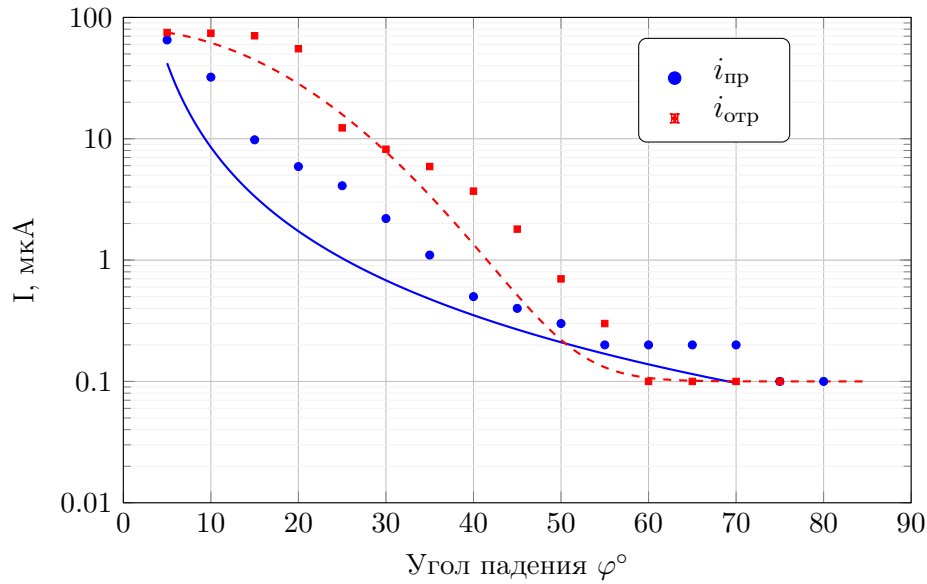


Рис. 4: График зависимости фототоков $i_{\text{пр}}^{(s)}$ и $i_{\text{отр}}^{(s)}$ от угла падения φ в s -компоненте поляризованного света

9 Расчёт погрешностей

Рассчитаем абсолютную погрешность n_{12} через частные производные (примем $\Delta\varphi_{\text{бр}} = 1^\circ$):

$$\Delta n_{12} = \frac{1}{\cos^2 \varphi_{\text{бр}}} \cdot \Delta \varphi_{\text{бр}} = 0,05.$$

Относительная погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta n_{12}}{n} \cdot 100\% = 4\%.$$

10 Окончательные результаты

$$n_{21} = (1.43 \pm 0.05); \varepsilon = 4\%$$

11 Выводы и анализ результатов работы

Были проведены измерения фототока в зависимости от угла поворота анализатора для проверки закона Малюса. По построенному графику $I(\cos^2 \alpha)$, можно сказать, что закон Малюса выполняется, т.к. полученная зависимость близка к линейной.. Также были проведены измерения фототока при отражении и преломлении в зависимости от поляризации излучения. По графику был определён угол Брюстера $\varphi_{\text{БР}} = 55^\circ$ в точке, где фототок для отражённого излучения р-поляризации. Был вычислен относительный показатель преломления $n_{21} = 1.43$.