

**Санкт-Петербургский национальный исследовательский
институт информационных технологий, механики и
ОПТИКИ**

Факультет фотоники и оптоинформатики

ИТМО

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4.12

“Исследование поляризационных свойств стеклянной призмы”

Группа: V3203

Студент: Срывкин Н.А., Ганиева И.И.

Преподаватель: Сидельников А.А.

К работе допущен: _____

Работа выполнена: _____

К отчёту допущен: _____

1. Цель работы

- Исследование характера поляризации лазерного излучения
- Экспериментальная проверка законов Малюса и Брюстера.

2. Задачи

- Определение степени поляризованности естественного и лазерного источника света.
- Экспериментальное определение коэффициентов пропускания поляризаторов.
- Определение угла Брюстера и показателя преломления стеклянной пластинки.

3. Объект исследования

- Установка с поляризаторами, стеклянной пластиной и двумя источниками света: лазерным и белым светом лампы.

4. Метод исследования

- Многократные прямые измерения.

5. Рабочие формулы и исходные данные

- Закон Малюса:

$$I_{\text{пр}} = k I_{\text{пад}} \cos^2 \varphi, \quad (1)$$

где $I_{\text{пр}}$ – интенсивность прошедшего света после поляризатора, $I_{\text{пад}}$ – интенсивность падающего света до поляризатора, φ – угол между направлением поляризации падающего света и направлением пропускания поляризатора.

- Степень поляризации света через значения интенсивности света:

$$P = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}}, \quad (2)$$

где I_{max} , I_{min} – максимальная и минимальная интенсивность соответственно, P – степень поляризации света.

- Коэффициент преломления через угол Брюстера:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{Бр}} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}, \quad (3)$$

где $\varphi_{\text{Бр}}$ – угол Брюстера, n_{21} – относительный коэффициент преломления второй среды относительно первой.

- Степень поляризации через коэффициент преломления:

$$P = \frac{(n^2 - 1)^2}{2(n^2 + 1)^2 - (n^2 - 1)^2}, \quad (4)$$

где n – показатель преломления среды, от которой отражается свет, относительно воздуха.

6. Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Фоторезистор	Электронный		

7. Схема установки

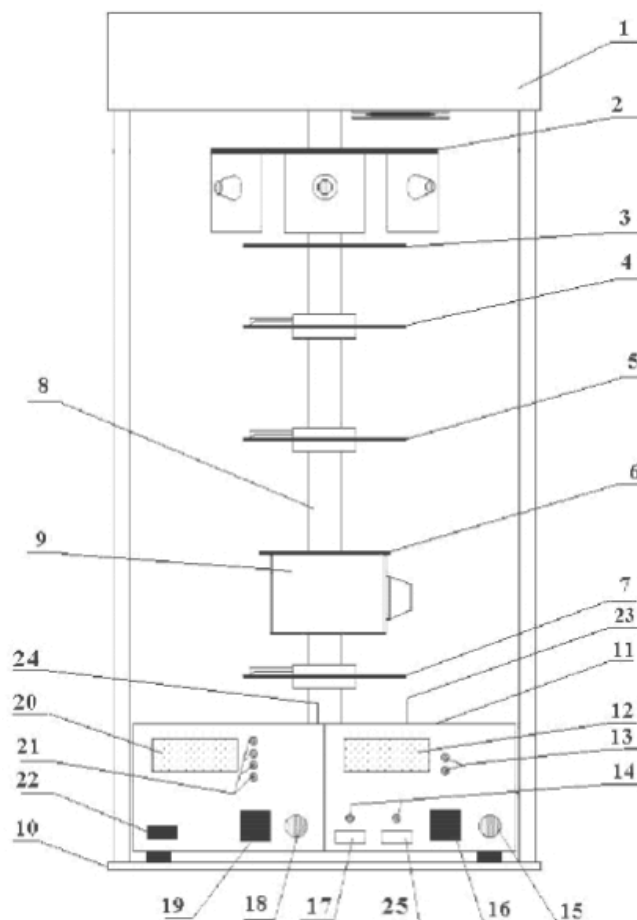


Figure 1: Схема экспериментальной установки. 1 – блок осветителей, 2 – турель, 3 – защитный экран, 4 – поляризатор, 5 – двулучепреломляющий одноосный образец, 6 – блок измерения угла Брюстера, 7 – анализатор, 8 – стойка, 9 – отсчетная вертикальная шкала, 10 – основание, 11 – электронный блок, 12 – индикатор измерений блока амперметра-вольтметра, 13 – индикатор режима измерений, 14 – индикаторы включенного источника, 15 – регулятор накала белого осветителя, 16 – кнопка переключения режима измерений, 17 – кнопка включения лазера, 18 – ручка установки относительной интенсивности, « $\frac{J}{J_0}$ », 19 – кнопка переключения фотоприемников, 20 – индикатор относительной интенсивности, 21 – индикаторы включенного фотоприемника, 22 – кнопка «Сеть», 23 – окно фотоприемников белого осветителя, 24 – окно фотоприемника лазерного излучения, 25 – кнопка включения лампы.

8. Результаты измерений и их обработки (таблицы, примеры расчётов):

- $I_{\Pi} = 1.543$
- Интенсивность лазера и света от угла поворота поляризатора:

Лазер

α	I_1	I_2	I_{cp}	I_{OTH}	$\cos^2(\varphi - \varphi_m)$
150	0.663	0.681	0.672	0.681	0.586
140	0.483	0.529	0.506	0.512	0.412
130	0.313	0.339	0.326	0.330	0.249
120	0.118	0.195	0.157	0.158	0.116
110	0.069	0.092	0.081	0.082	0.030
100	0.013	0.018	0.016	0.016	0.006
90	0.012	0.008	0.010	0.010	0.030
80	0.059	0.046	0.052	0.053	0.117
70	0.152	0.125	0.139	0.140	0.250
60	0.305	0.246	0.276	0.278	0.432
50	0.454	0.438	0.446	0.452	0.587
40	0.601	0.619	0.610	0.615	0.750
30	0.751	0.801	0.776	0.786	0.883
20	0.935	0.937	0.936	0.948	0.970
10	0.981	0.994	0.988	0.998	1.000
0	0.983	0.983	0.983	0.995	0.970
10	0.888	0.895	0.892	0.903	0.883
20	0.785	0.782	0.784	0.793	0.970
30	0.649	0.620	0.634	0.643	0.883
40	0.471	0.411	0.441	0.447	0.750
50	0.331	0.314	0.322	0.327	0.587

α	I_1	I_2	I_{cp}	I_{OTH}	$\cos^2(\varphi - \varphi_m)$
60	0.192	0.181	0.186	0.188	0.432
70	0.075	0.073	0.074	0.075	0.250
80	0.012	0.011	0.012	0.011	0.117
90	0.009	0.008	0.009	0.009	0.030
100	0.049	0.043	0.046	0.046	0.006
110	0.148	0.153	0.151	0.152	0.030
120	0.321	0.311	0.316	0.320	0.116
130	0.483	0.481	0.482	0.488	0.249
140	0.701	0.689	0.695	0.704	0.412
150	0.814	0.802	0.808	0.807	0.586

Белый свет

α	I_1	I_2	I_{cp}	I_{OTH}	$\cos^2(\varphi - \varphi_m)$
150	0.098	0.094	0.096	0.970	0.586
140	0.096	0.092	0.094	0.945	0.412
130	0.080	0.083	0.082	0.824	0.249
120	0.042	0.039	0.041	0.411	0.116
110	0.036	0.033	0.035	0.350	0.030
100	0.033	0.032	0.033	0.329	0.006
90	0.034	0.035	0.035	0.350	0.030
80	0.036	0.033	0.035	0.329	0.117

α	I_1	I_2	I_{cp}	I_{OTH}	$\cos^2(\varphi - \varphi_m)$
70	0.043	0.044	0.044	0.439	0.250
60	0.051	0.053	0.052	0.525	0.432
50	0.061	0.064	0.063	0.631	0.587
40	0.071	0.076	0.074	0.742	0.750
30	0.083	0.084	0.084	0.835	0.883
20	0.097	0.098	0.098	0.985	0.970
10	0.099	0.099	0.099	0.997	1.000
0	0.093	0.092	0.093	0.934	0.970
10	0.088	0.086	0.087	0.878	0.883
20	0.083	0.081	0.082	0.828	0.970
30	0.074	0.075	0.075	0.752	0.883
40	0.061	0.063	0.062	0.626	0.750
50	0.051	0.049	0.050	0.505	0.587
60	0.043	0.044	0.044	0.439	0.432
70	0.036	0.039	0.038	0.378	0.250
80	0.029	0.031	0.030	0.303	0.117
90	0.030	0.029	0.030	0.298	0.030
100	0.031	0.032	0.032	0.318	0.006
110	0.037	0.038	0.038	0.378	0.030
120	0.049	0.046	0.048	0.485	0.116
130	0.062	0.067	0.065	0.652	0.249

α	I_1	I_2	I_{cp}	$I_{отн}$	$\cos^2(\varphi - \varphi_m)$
140	0.077	0.082	0.080	0.803	0.412
150	0.093	0.091	0.092	0.929	0.586

- Интенсивность белого света от угла поворота поляризатора:

α	I_1	I_2	I_{cp}
30	0.244	0.249	0.25
32	0.242	0.24	0.24
34	0.241	0.241	0.24
36	0.234	0.229	0.23
38	0.221	0.194	0.21
40	0.174	0.153	0.16
42	0.102	0.105	0.10

α	I_1	I_2	I_{cp}
44	0.07	0.066	0.07
46	0.05	0.053	0.05
48	0.041	0.043	0.04
50	0.038	0.038	0.04
52	0.037	0.037	0.04
54	0.032	0.034	0.03
56	0.03	0.032	0.03

9. Расчёт результатов измерений (для прямых и косвенных измерений)

- Интенсивность белого света в системе с поляризатором:

$$I_{\min} = 0.018,$$

$$I_{\max} = 0.459.$$

- Интенсивность лазера в системе с поляризатором (повернутым на 45°), пластиной, поставленной под углом Брюстера и анализатором:

$$I = 0.002, \text{ при } \varphi_{\text{анализатора}} = 0^\circ$$

$$I = 0.001, \text{ при } \varphi_{\text{анализатора}} = 90^\circ$$

- Интенсивность белого света в системе с поляризатором (повернутым на 45°), пластиной, поставленной под углом Брюстера и анализатором:

$$I = 0.162,$$

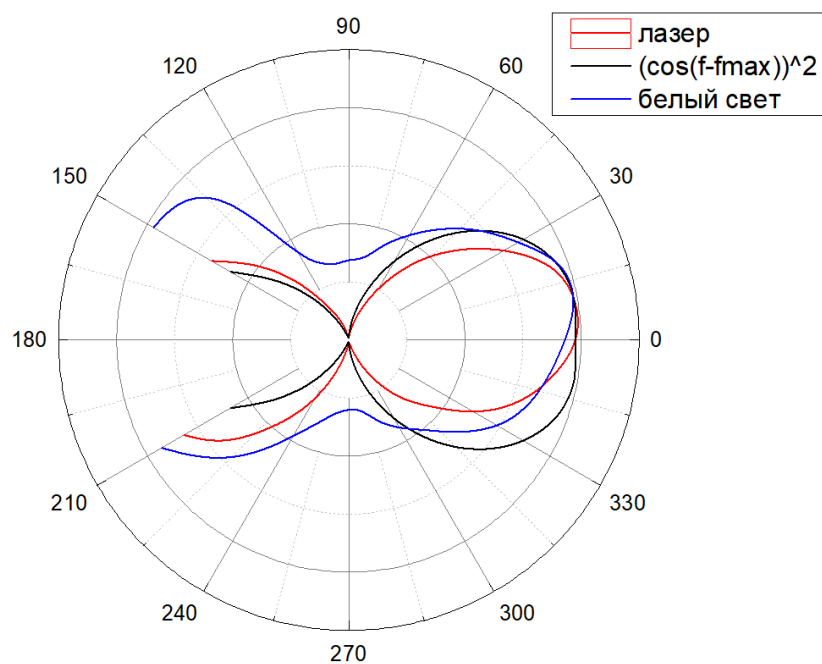
$$I = 0.001.$$

10. Расчёт погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений)

- $P_{\text{лазер}} = 0.98,$
- $K_{\parallel} = 0.64,$
- $K_{\perp} = 5.5 \cdot 10^{-3},$
- Степень поляризации белого света в схеме с поляризатором: $P_{\text{белый}} = 0.42,$

- Степень поляризации белого света в схеме с поляризатором и анализатором:
 $P_{\text{белый}} = 0.54$,
- $n = \operatorname{tg} \varphi_{\text{бр}} = \operatorname{tg} 55^\circ = 1.43$
- Степень поляризации лазера после прохождения его через пластинку через интенсивность: $P_{\text{лазер}} = 0.77$
- Степень поляризации лазера после прохождения его через пластинку через показатель преломления: $P_{\text{лазер}} = 0.38$
- Степень поляризации белого света после прохождения его через пластинку: $P_{\text{свет}} = 0.21$

11. Графики



12. Выводы и анализ результатов работы

- Были построены графики относительной интенсивности лазерного излучения от угла поворота поляризатора и квадрата косинуса поворота в полярных координатах. Был найден угол Брюстера $n = 1.43$, по которому определен коэффициент преломления вещества, из которого состоит пластинка. Найденный угол Брюстера соответствует показателю преломления, который физически невозможен для стекла. Такой результат может быть связан с возможными дополнительными отражениями от других оптических элементов или многократными отражениями внутри стеклянной пластинки. Найденные степени поляризации лазера, рассчитанные через интенсивность и через показатель преломления, близки по значению, но оба существенно ниже степени поляризации исходного лазерного излучения. Это также указывает на влияние неточностей в определении угла Брюстера и возможные потери поляризации при прохождении через пластинку. Такая же ситуация наблюдается со степенью поляризации для света.