

# Исследование поляризации

Маслов Артём

Казаков Данила

Б01-104

29.04.2023

## Аннотация

В работе исследуются поляризационные свойства света. Определяются разрешенные направления поляроидов. По наблюдению отраженного света под углом Брюстера определяется показатель преломления эбонита. Исследуется качественный характер поляризации света в отраженного и прошедшего стеклянную стопу. Определяется тип пластинки  $(\lambda, \frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{4})$ , её главные направления. Для пластинки  $\frac{\lambda}{4}$  определяется направление вращения эллиптически поляризованной волны и быстрая и медленная оси. Исследуется интерференция поляризованных лучей.

## Теория

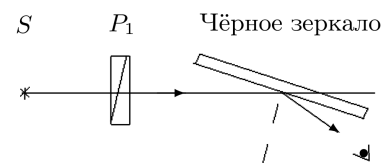
## Описание экспериментальной установки

## Оборудование

1. Оптическая скамья с набором рейтеров и осветителем.
2. Зелёный светофильтр.
3. Два поляроида.
4. Чёрное зеркало.
5. Полированная эбонитовая пластинка.
6. Стопа стеклянных пластинок.
7. Пластины в  $1/2$ ,  $1/4$  и  $1$  длину волны для зелёного света.

## Результаты измерений

1. С помощью метода чёрного зеркала было определено разрешённое направление первого поляроида  $\varphi_1 = 87^\circ \pm 1^\circ$ . Поляроид пропускает свет, плоскость колебаний которого горизонтальная.



С помощью первого поляроида было определено разрешённое направление второго поляроида  $\varphi_2 = 115^\circ \pm 1^\circ$ . Поляроид пропускает свет, плоскость колебаний которого вертикальная.

2. Определим показатель преломления эбонита по формуле:

$$n = \operatorname{tg} \varphi_B$$

Угол Брюстера без светофильтра  $\varphi_{B1} = 52^\circ \pm 3^\circ$ .

Угол Брюстера со светофильтром  $\varphi_{B2} \in [46^\circ \pm 3^\circ; 54^\circ \pm 3^\circ]$ .

$$n_1 = 1,28 \pm 0,13$$

$$n_2 \in [1,04 \pm 0,10; 1,38 \pm 0,14].$$

Погрешность косвенных измерений оценим по формуле:

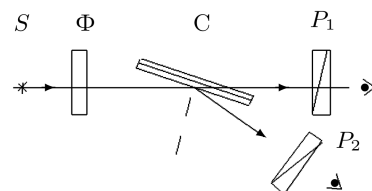
$$\sigma_n = \frac{\partial n}{\partial \varphi} \sigma_\varphi = \frac{\sigma_\varphi}{\cos^2 \varphi}$$

Табличное значение показателя преломления эбонита  $n_{\text{табл}} = 1,6 \div 1,7$ .

Расхождение табличных и экспериментальных значений показателя преломления скорее всего связано с неточностью определения угла Брюстера, так как минимальная интенсивность определялась на глаз.

3. Исследуем поляризационные свойства стопы стеклянных пластин при падении неполяризованного света под углом Брюстера.

Для света, прошедшего стопу стеклянных пластин, интенсивность горизонтальной компоненты больше интенсивности вертикальной.



У света отражённого от стопы стеклянных пластин горизонтальная компонента практически отсутствует, а вертикальная компонента хорошо видна.

Интенсивность вертикальной компоненты отражённого от стопы стеклянных пластин света больше интенсивности вертикальной компоненты прошедшего света.

4. Определим главные направления двойкопреломляющих пластин.

Пластина «2 в кружочке». Направления наименьшей интенсивности:

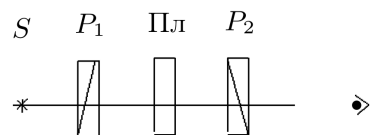
$$\varphi_{11} = 16^\circ.$$

$$\varphi_{12} = 110^\circ.$$

$$\varphi_{13} = 196^\circ.$$

$$\varphi_{14} = 288^\circ.$$

Пластина «2».



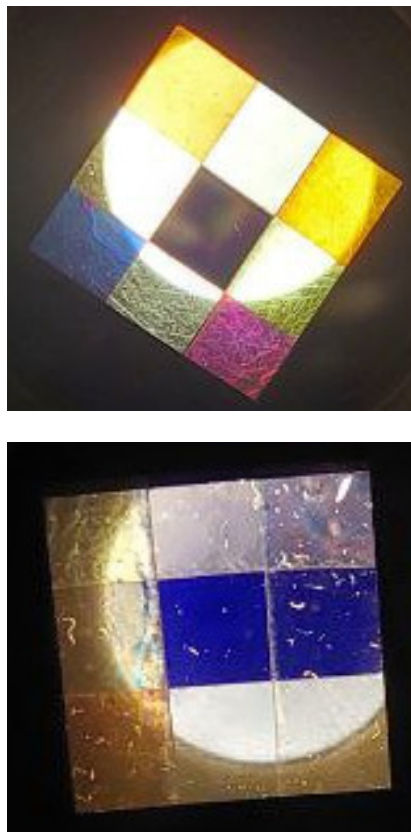


Рис. 1: На фотографии квадраты видны, как окрашены в синий, при наблюдении глаз воспринимал этот цвет как чёрный.

$$\varphi_{11} = 40^\circ.$$

$$\varphi_{12} = 130^\circ.$$

$$\varphi_{13} = 220^\circ.$$

$$\varphi_{14} = 310^\circ.$$

5. Добавим к схеме для определения главных направлений зелёный фильтр и повернём главные направления исследуемых пластин на  $45^\circ$  вокруг главной оптической оси системы, оба поляроида установим в горизонтальное положение пропускания. Если исследуемая пластина  $\frac{\lambda}{2}$ , то сквозь систему свет проходить не будет.

В результате эксперимента определили, что пластина «2» – пластина  $\frac{\lambda}{2}$  – на выходе создаёт линейную поляризацию, пластина «2 в кружочке» – пластина  $\frac{\lambda}{4}$  – на выходе создаёт эллиптическую поляризацию.

6. С помощью пластинки чувствительного оттенка в  $\lambda$  определили, что оси  $\varphi_0 = 155^\circ$  соответствует большая скорость распространения, так как в этом случае проходящий систему свет приобретает голубую окраску. В перпендикулярном направлении окраска проходящего света – оранжевая.

7. Исследуем интерференцию поляризованных лучей. Разместим между скрещенными поляроидами мозаичную слюдяную пластинку, собранную из 4 узких полосок слюды, лежащих по сторонам квадрата (две полоски  $\frac{\lambda}{4}$ , одна  $\frac{\lambda}{2}$  и ещё одна  $\frac{3\lambda}{4}$ ). В центре слюды нет, главные направления пластинок ориентированы параллельно сторонам квадрата.

Наблюдаемые картины при вращении поляроида  $P1$  при неизменном  $P2$ .

Наблюдаемые картины при вращении поляроида  $P2$  при неизменном  $P1$ .



Рис. 2: На фотографии квадраты видны, как окрашены в синий, при наблюдении глаз воспринимал этот цвет как чёрный.

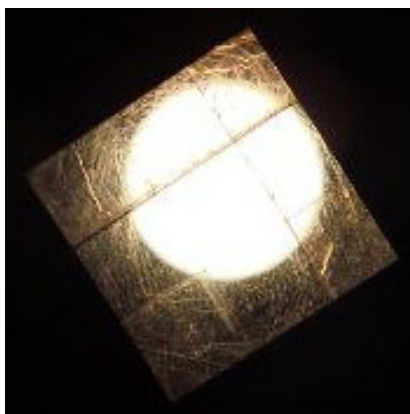


Рис. 3: Глаз зелёный верхний квадрат и оранжевый правый видел как прозрачные.

8. В работе было определено направление вращения эллиптически поляризованной волны – правая поляризация.

## Обсуждение результатов и выводы

С помощью метода чёрного зеркала было определено направление первого поляроида  $\varphi_1 = 87^\circ \pm 1^\circ$ , когда он пропускает горизонтальную волну.

С помощью первого поляроида было определено разрешённое направление второго поляроида  $\varphi_2 = 115^\circ \pm 1^\circ$ , когда он пропускает вертикальную волну.

Был определён показатель преломления эбонита:

$$n = 1,28 \pm 0,13.$$

$$n_{\text{табл}} = 1,6 \div 1,7.$$

Расхождение результатов связано с неточностью определения минимальной интенсивности глазом экспериментатора.

В работе были исследованы поляризационные свойства стопы стеклянных пластин.

Для света, прошедшего стопу стеклянных пластин, интенсивность горизонтальной компоненты больше интенсивности вертикальной.

У света отражённого от стопы стеклянных пластин горизонтальная компонента практически отсутствует, а вертикальная компонента хорошо видна.

Интенсивность вертикальной компоненты отражённого от стопы стеклянных пластин света больше интенсивности вертикальной компоненты прошедшего света.

Были определены разрешённые направления двоякопреломляющих пластин:

Пластина «2 в кружочке». Направления наименьшей интенсивности:

$$\varphi_{11} = 16^\circ.$$

$$\varphi_{12} = 110^\circ.$$

$$\varphi_{13} = 196^\circ.$$

$$\varphi_{14} = 288^\circ.$$

Пластина «2».

$$\varphi_{11} = 40^\circ.$$

$$\varphi_{12} = 130^\circ.$$

$$\varphi_{13} = 220^\circ.$$

$$\varphi_{14} = 310^\circ.$$

Было установлено, что пластина «2 в кружочке» – пластина длины  $\frac{\lambda}{4}$ , а пластина «2» – пластина  $\frac{\lambda}{2}$ .

Для пластины  $\frac{\lambda}{4}$  было определено, что быстрой оси соответствует угол  $\varphi = 155^\circ$  и направление эллиптической поляризации – правое.