

---

Московский Физико-Технический Институт  
(государственный университет)

Лабораторная работа по курсу общей физики № 4.7.3

---

## Изучение поляризованного света

---

**Автор:**

Филиппенко Павел Б01-001



Долгопрудный, 2022

## Ход работы и обработка данных

### Определение разрешённых направлений поляроидов

1. Разместим на оптической скамье осветитель  $S$ , поляроид  $P_1$  и чёрное зеркало. Поворачивая поляроид вокруг направления луча, добьёмся наименьшей яркости отражённого пятна. Оставим поляроид в этом положении и вращением зеркала вокруг вертикальной оси снова добьёмся минимальной интенсивности отражённого луча.

Для первого поляроида разрешённое направление горизонтальное, на лимбе  $\alpha_1 \approx 78^\circ \pm 2^\circ$ .

2. Вместо чёрного зеркала поставим второй поляроид. Скрестим их, определим разрешённое направление второго поляроида – горизонтальная волна, на лимбе  $\alpha_2 \approx 36^\circ \pm 2^\circ$ .

### Определение угла Брюстера для эбонита

1. Поставим на скамью вместо чёрного зеркала эбонитовую пластину с круговой шкалой.
2. Повернем эбонитовое зеркало вокруг вертикальной оси так, чтобы его плоскость была перпендикулярна лучу, начальная метка отсчета на шкале  $\alpha_0 = 214^\circ$ .
3. Установим направление разрешённых колебаний поляроида  $P_1$  горизонтально и найдите угол поворота эбонита  $\varphi_B$ , при котором интенсивность отражённого луча минимальна: его абсолютное значение равно  $\varphi_B = 273^\circ - 214^\circ = 59^\circ$ .
4. Повторим измерения, добавив светофильтр. Угол Брюстера в этом эксперименте оказался равным  $\varphi_B = 56^\circ$ .
5. По углу Брюстера рассчитаем показатель преломления.

$$n = \tan \varphi_B \Rightarrow n = 1.66 \quad (1)$$

Табличное значение показателя преломления эбонита  $n = 1.6$ .

### Исследование стопы

Поставим стопу стеклянных пластинок вместо эбонитового зеркала и подберем для неё такое положение, при котором свет падает на стопу под углом Брюстера. Осветим стопу неполяризованным светом и, рассматривая через поляроиды свет, отражённый от стопы, определим ориентацию вектора  $\mathbf{E}$  в отражённом луче и в преломлённом луче.

Для отраженного света  $\gamma_1 = 85^\circ$

Для прошедшего света  $\gamma_2 = 171^\circ$

### Определение главных плоскостей двоякопреломляющих пластин

Поставим кристаллическую пластинку между скрещенными поляроидами. Вращая пластинку вокруг направления луча и наблюдая за интенсивностью света, проходящего сквозь второй поляроид, определим, при каком условии главные направления пластинки совпадают с разрешёнными направлениями поляроидов. Повторим опыт для второй пластинки.

Минимумы на первой пластинке наблюдаются при углах:

$$\alpha_1 = 12^\circ \quad \alpha_2 = 102^\circ \quad \alpha_3 = 190^\circ \quad \alpha_4 = 282^\circ$$

Минимумы на второй пластинке наблюдаются при углах:

$$\alpha_1 = 44^\circ \quad \alpha_2 = 134^\circ \quad \alpha_3 = 224^\circ \quad \alpha_4 = 314^\circ$$

## Выделение пластин $\lambda/2$ и $\lambda/4$

Добавим к схеме зелёный фильтр; установим разрешённое направление поляроида горизонтально, а главные направления исследуемой пластинки — под углом  $45^\circ$  к горизонтали.

Рассмотрим эффект от двух представленных пластинок:

1. Изучении первой пластинки: при вращении второго поляроида слегка (но не особо сильно) меняется цвет, а интенсивность света остается неизменной, то есть мы наблюдаем эллиптическую (или круговую поляризацию).
2. Изучение второй пластинки: при вращении второго поляроида меняется интенсивность света, то есть мы наблюдаем линейную поляризацию.

Нам известно, что пластинка  $\lambda/2$  не меняет характер поляризации, при её повороте, а пластинка  $\lambda/4$  создаёт сдвиг фаз  $\pi/2$  между колебаниями. Поскольку до прохождения пластинки свет был поляризован линейно (после прохождения через первый поляроид) изменение поляризации на эллиптическую (исчезновение минимумов при наблюдении) детектирует пластинку  $\lambda/4$ , сохранение минимумов (сохранение линейной поляризации) детектирует пластинку  $\lambda/2$ .

**Вывод:** наблюдаемая пластинка №1 –  $\lambda/4$ , пластинка №2 –  $\lambda/2$ .

## Определение направлений большей и меньшей скоростей в пластинке $\lambda/4$

1. Поставим между скрещенными поляроидами пластинку чувствительного оттенка ( $\lambda$  для зелёного света), имеющую вид стрелки. Световой вектор, ориентированный вдоль направления стрелки, проходит с большей скоростью, перпендикулярный – с меньшей.

Установим разрешённое направление первого поляроида горизонтально и убедимся с помощью второго поляроида, что эта пластинка не меняет поляризацию зелёного света в условиях предыдущего опыта.

2. Уберем зелёный фильтр и поставим между скрещенными поляроидами пластинку  $\lambda$  (стрелка под углом  $45^\circ$  к разрешённым направлениям поляроидов). Глядя сквозь второй поляроид на стрелку, убедимся, что она имеет пурпурный цвет (зелёный свет задерживается вторым поляроидом, а красная и синяя компоненты проходят).
3. . Добавим к схеме пластинку  $\lambda/4$ , главные направления которой совпадают с главными направлениями пластины  $\lambda$  и ориентированы под углом  $45^\circ$  к разрешённым направлениям скрещенных поляроидов
4. Теперь уберём пластину чувствительного оттенка. После второго поляроида интенсивность минимальная – значит, быстрая ось пластинки направлена горизонтально, направление вращения правое, направление колебаний в первом и третьем квадрантах (разность фаз  $\pi/4$ ). При повороте рейтера со стрелкой на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси цвет стрелки меняется от зелёно-голубого до оранжево-жёлтого.

## Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне

1. Снова поставим зелёный фильтр, а за ним между скрещенными поляроидами – пластинку произвольной толщины ( $\lambda/4$ ).
2. Получим эллиптически-поляризованный свет. Для этого установим разрешённое направление первого поляроида под углом  $10 - 20^\circ$  к горизонтали так, чтобы вектор **E** падающего на пластинку света был расположен в первом квадранте. Установим разрешённое направление второго поляроида вертикально и, вращая пластинку, найдём минимальную интенсивность света, прошедшего второй поляроид. Вращая второй поляроид, убедитесь, что свет поляризован эллиптически, а не линейно. Таким образом, получим эллипс поляризации с вертикально ориентированной малой осью.
3. Для определения направления вращения светового вектора в эллипсе установим между поляроидами дополнительную пластинку  $\lambda/4$  с известными направлениями «быстрой» и «медленной» осей, ориентированными по осям эллипса поляризации анализируемого света. В этом случае вектор **E** на выходе будет таким, как если бы свет прошёл две пластинки  $\lambda/4$ : свет на выходе из второй пластинки будет линейно поляризован. Если пластинки поодиночке дают эллипсы, вращающиеся в разные стороны, то поставленные друг за другом, они скомпенсируют разность фаз, и вектор **E** на выходе останется в первом и третьем квадрантах. Если же световой вектор перешёл в смежные квадранты, значит, эллипсы вращаются в одну сторону.

После второго поляроида интенсивность света максимальна. Значит, две пластины усиливают друг друга, световой вектор перешёл в смежные квадранты, эллипсы вращаются в одну сторону.

## Интерференция поляризованных лучей

Расположим между скрещенными поляроидами мозаичную слюдяную пластинку. Она собрана из 4-х узких полосок слюды, лежащих по сторонам квадрата (две полоски  $\lambda/4$  и по одной –  $\lambda/2$  и  $3\lambda/4$ ).

Вращаем пластинку: изменяется интенсивность света с периодичностью  $\pi/4$

Вращаем второй поляроид: изменяется цвет пластинок также с периодичностью  $\pi/4$ .