

4.7.3 Поляризация

Александр Романов Б01-107

1 Введение

1.1 Цель работы

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света.

1.2 В работе используются

Оптическая скамья с осветителем; зелёный светофильтр; два поляроида; чёрное зеркало; полированная эбонитовая пластинка; стопа стеклянных пластинок; слюдяные пластинки разной толщины; пластинки в $1/4$ и $1/2$ длины волны; пластинка в одну длину волны для зелёного света (пластинка чувствительного оттенка).

1.3 Теоретическая справка

Сдвиг фаз поляризованной волны при прохождении через двоякопреломляющую пластинку:

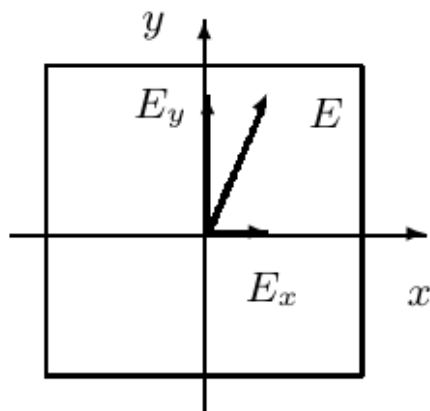


Рис. 1: Разложение линейно поляризованного света по главным направлениям двоякопреломляющей пластинки

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{m} = kd(n_x - n_y)$$

где k - волновое число (в пустоте), d - толщина кристаллической пластинки.

При сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний обладающих некоторым сдвигом фаз, образуется колебание, поляризованное по эллипсу. Есть разные случаи:

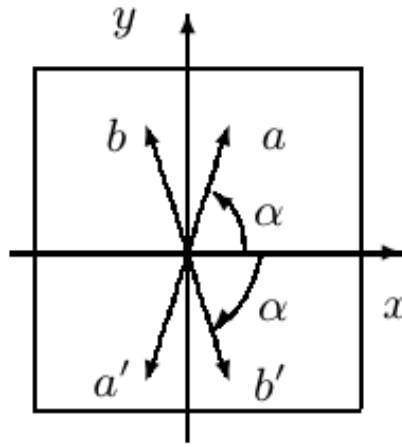


Рис. 2: Поворот направления колебаний с помощью пластинки в $\lambda/2$

1. Пластинка даёт сдвиг фаз в 2π (Пластинка в длину волны λ) Результат: поляризованная волна с тем же направлением колебаний.
2. Пластинка даёт сдвиг фаз в π (Пластинка в $\lambda/2$) Результат: Направление колебаний поляризованной волны повернуто относительно начального.
3. Пластинка даёт сдвиг фаз в $\pi/2$ (Пластинка в $\lambda/4$) Результат: Эллипс, главные оси которого совпадают с x и y .

2 Работа

2.1 Определение разрешённых направлений поляроида

Разместим на оптической скамье осветитель S , поляроид P_1 и чёрное зеркало.

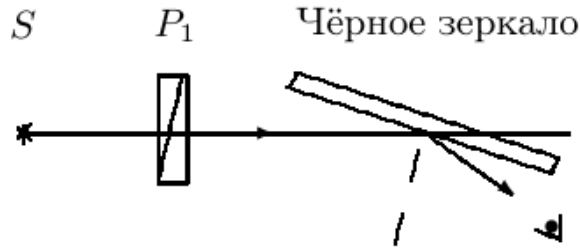


Рис. 3: Определение разрешённого направления поляроида

Поворачивая поляроид вокруг направления луча, а чёрное зеркало вокруг вертикальной оси, методом последовательных приближений, добьёмся наименьшей яркости отражённого пятна. Определим разрешённое направление поляроида: для P_1 разрешённое направление соответствует отметке 352 на его ободе. Заменяем чёрное зеркало вторым поляроидом и определим его разрешённое направление: отметка 300 на его ободе.

2.2 Определение показателя преломления эбонита

На схеме с Рис. 3 заменим чёрное зеркало эбонитовой пластиной. Поворачивая пластину, по лимбу определим угол Брюстера:

$$\varphi_b = 55^\circ$$

Неточность оценим $\pm 5^\circ$

Добавим в схему светофильтр Φ и повторим измерения. Получим значение Угла Брюстера:

$$\varphi_b = 52^\circ$$

По полученному значению угла Брюстера рассчитаем показатель преломления эбонита:

$$n = \tan \varphi_b = \tan 55^\circ = 1.42$$

Что отличается от табличного ($n = 1.6 - 1.7$). Что может быть обусловлено наличием окислений на эбонитовом образце (Их было видно невооружённым глазом).

2.3 Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах

Поставим вместо эбонитового зеркала стопу стеклянных пластинок под углом Брюстера.

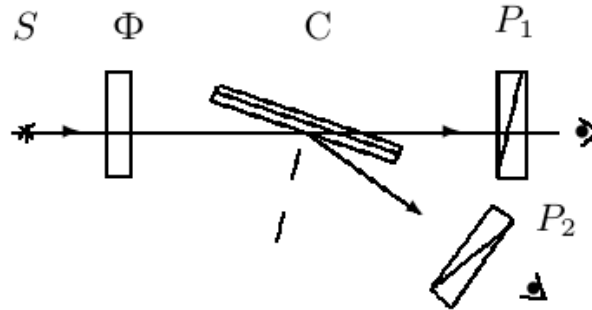


Рис. 4: Исследование стопы

Осветим стопу поляризованным светом и, рассматривая через поляроиды (Рис. 4) отражённый от стопы и преломлённый лучи, определим в них ориентацию вектора E :

$$E_{refr} = 91^\circ \text{ от горизонтали}$$

$$E_{refl} = 82^\circ \text{ от вертикали}$$

2.4 Определение главных направлений двоякопреломляющих пластин

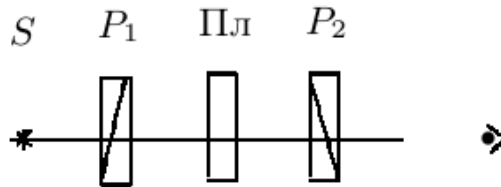


Рис. 5: Определение главных направлений в пластинках

Поставим кристаллическую пластинку между скрещенными поляроидами (Рис. 5).

Вращая пластину вокруг направления луча и наблюдая за интенсивностью света, проходящего через второй поляроид, определим, при каком условии главные направления пластинки совпадают с разрешёнными направлениями поляроидов:

- Совпадает с P_1 : 174°
- Совпадает с P_2 : 221°

Повторим для второй пластинки:

- Совпадает с P_1 : 291°
- Совпадает с P_2 : 336°

2.5 Определим какая из пластинок $\lambda/2$, а какая $\lambda/4$

Добавим к схеме на Рис. 5 зелёный фильтр.

Установим разрешённое направление P_1 горизонтально, а главные направления исследуемой пластинки под углом в 45° к горизонтали.

С помощью второго поляроида установим, какую поляризацию имеет свет, прошедший пластинку: круговую или линейную с переходом в другой квадрант.

Было выяснено что Первая пластинка это $\lambda/4$, а вторая - $\lambda/2$

2.6 Определим "Быструю"и "Медленную"оси в пластинке $\lambda/4$

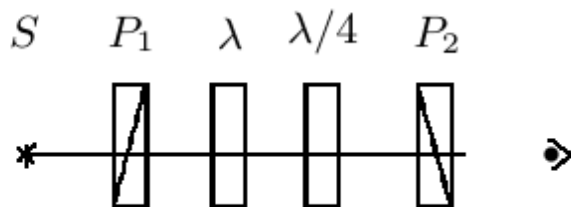


Рис. 6: Определение направлений большей и меньшей скорости

Поставим между скрещенными поляроидами пластинку чувствительного оттенка, имеющую вид стрелки, и убедимся, что эта пластинка не меняет поляризацию зелёного света.

Уберём зелёный фильтр и убедимся что стрелка имеет пурпурный цвет. Это происходит из-за того, что зелёный свет задерживается вторым поляроидом, а синяя и красная компоненты проходят.

Добавим к схеме пластину $\lambda/4$ (Рис. 6), главные направления которой совпадают с главными направлениями пластины λ и ориентированы под углом 45° к разрешённым направлениям скрещенных поляроидов.

При повороте рейтера на 180° вокруг вертикальной оси цвет стрелки меняется от зелёно-голубого до оранжево-жёлтого. В случае оранжево-жёлтого "быстрые"оси обеих пластин совпадают, т.к. стрелка немного краснеет и с $\lambda/4$ это усиливается, а если повернуть стрелку, то наоборот ослабляется. В одном положении проникают волны большой частоты, а во втором - меньшей.

2.7 Интерференция поляризованных лучей

Расположим между скрещенными поляроидами мозаичную слюдяную пластинку. Она собрана из 4 узких полосок слюды, лежащих по сторонам квад-

рата. (две полосы $\lambda/4$ и по одной $\lambda/2$ и $3\lambda/4$). В центральном квадратице слюды нет. Главные направления всех пластинок ориентированы вдоль сторон квадрата.

Вращая пластинку будем наблюдать за изменениями в отдельном квадратице. Он темнеет и светлеет.

Теперь не трогая пластинки, будем вращать второй поляроид. Теперь все квадратики кроме центрального не тускнеют, а приобретают и теряют яркие цвета.

3 Выводы

В ходе выполнения работы:

1. Были изучены методы получения поляризованного света, явление угла Брюстера.
2. Были определены разрешённые направления поляроидов P_1 и P_2 : 352° и 300° соответственно.
3. Был оценён показатель преломления у эбонита ($n = 1.42$). Это значение отличается от табличного ($n = 1.6 - 1.7$). Что может быть обусловлено наличием окислений на эбонитовом образце (Их было видно невооружённым глазом).
4. Были выделены пластинки $\lambda/4$ и $\lambda/2$. Оказалось что первая (с красным кружком) - это $\lambda/4$, а вторая (без кружка - $\lambda/2$).
5. Были получены красивые эффекты возникающие при интерференции поляризованных лучей.