

4.7.3 (5.16). ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

30 июля 2015 г.

В работе используются: оптическая скамья с осветителем; зелёный светофильтр; два поляроида; чёрное зеркало; полированная эбонитовая пластинка; стопа стеклянных пластинок; слюдяные пластины разной толщины; пластины λ (длина волны), $\lambda/2$ и $\lambda/4$ для зелёного света.

ЗАДАНИЕ

В работе предлагается с помощью чёрного зеркала определить разрешённые направления поляроидов; определить характер поляризации света, отражённого от стопы под углом Брюстера, и света, прошедшего стопу; оценить угол Брюстера для эбонита; выделить пластины $\lambda/2$ и $\lambda/4$; определить направления большей и меньшей скоростей для пластины $\lambda/4$; исследовать интерференцию поляризованных лучей.

I. Определение разрешённых направлений поляроидов

а) Разместите на оптической скамье осветитель S , поляроид P_1 и чёрное зеркало (пластиинку чёрного стекла) так, чтобы плоскость падения была горизонтальна (рис. 5, вид сверху). Свет, отражённый от зеркала, рассматривайте сбоку, расположив глаз таким образом, чтобы вблизи оси вращения зеркала можно было увидеть изображение диафрагмы осветителя.

б) Поворачивая поляроид вокруг направления луча, добейтесь наименьшей яркости отражённого пятна.

Оставьте поляроид в этом положении и вращением зеркала вокруг вертикальной оси снова добейтесь минимальной интенсивности отражённого луча. При повороте зеркала необходимо перемещать глаз по горизонтали, чтобы следить за отражённым, а не рассеянным пучком. Уточните положения поляроида и зеркала, соответствующие минимуму интенсивности, и определите разрешённое направление поляроида.

Запишите отсчёт по лимбу поляроида P_1 , соответствующий найденному разрешённому направлению. Зарисуйте схему и опишите результат.

в) Определите разрешённое направление второго поляроида. Для этого поставьте вместо чёрного зеркала второй поляроид и, глядя навстречу лучу, скрестите поляроиды (вращением второго поляроида добейтесь минимальной яркости луча).

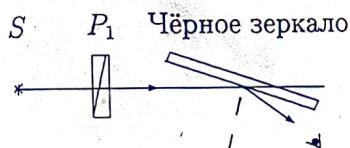


Рис. 5. Определение
разрешённого направления
поляроида

II. Определение показателя преломления (угла Брюстера) для эбонита

- а) Поставьте на скамью вместо чёрного зеркала (рис. 5) эбонитовую пластину с круговой шкалой.

Поверните эбонитовое зеркало вокруг вертикальной оси так, чтобы его плоскость была перпендикулярна лучу (на глаз). Отметьте начало отсчёта по лимбу.

Установив направление разрешённых колебаний полярида P_1 горизонтально, найдите угол поворота эбонита φ_B , при котором интенсивность отражённого луча минимальна (угол Брюстера). Оцените неточность установки угла.

б) Повторите измерения, добавив светофильтр Φ , и сравните результаты.

в) По углу Брюстера рассчитайте показатель преломления эбонита и сравните с табличным.

III. Исследование поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах

Поставьте вместо эбонитового зеркала стопу стеклянных пластинок и подберите для неё такое положение, при котором свет падает на стопу под углом Брюстера.

Осветите стопу неполяризованным светом (снимите поляризатор с оптической скамьи) и, рассматривая через поляриды (рис. 6) свет, отражённый от стопы, определите ориентацию вектора E в отражённом луче; затем определите характер поляризации света в преломлённом луче. Опишите результат.

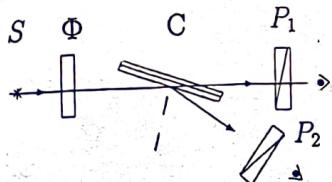


Рис. 6. Исследование стопы

IV. Определение главных направлений двоякпреломляющих пластин

- а) Поставьте кристаллическую пластинку (однородную, а не мозаичную!) между скрещенными поляридами P_1 и P_2 (рис. 7).

б) Вращая пластинку вокруг направления луча и наблюдая за интенсивностью света, проходящего сквозь второй полярид, определите, при каком условии главные направления пластины совпадают с разрешёнными направлениями поляридов.

в) Повторите опыт для второй пластины.



Рис. 7. Определение
главных направлений
в пластинах

V. Выделение пластин $\lambda/2$ и $\lambda/4$

- Добавьте к схеме, изображённой на рис. 7, зелёный фильтр.
- Установите разрешённое направление полярида P_1 горизонтально, а главные направления исследуемой пластинки — под углом 45° к горизонтали.
- С помощью второго полярида установите, какую поляризацию имеет свет, прошедший пластинку: круговую или линейную с переходом в другой квадрант. Опишите результат.

VI. Определение «быстрой» и «медленной» оси в пластинке $\lambda/4$

- Поставьте между скрещенными поляридами зелёный фильтр и пластинку чувствительного оттенка (λ для зелёного света), имеющую вид стрелки. Световой вектор, ориентированный вдоль направления стрелки, проходит с большей скоростью, перпендикулярный — с меньшей.

Установите разрешённое направление первого полярида горизонтально и убедитесь с помощью второго полярида, что эта пластинка не меняет поляризацию зелёного света.

- Уберите зелёный фильтр и поставьте между скрещенными поляридами пластинку λ (стрелка под углом 45° к разрешённым направлениям поляридов). Глядя сквозь второй полярид на стрелку, убедитесь, что она имеет пурпурный цвет (зелёный свет задерживается вторым поляридом, а красная и синяя компоненты проходят).

- Добавьте к схеме пластинку $\lambda/4$ (рис. 8), главные направления которой совпадают с главными направлениями пластины λ и ориентированы под углом 45° к разрешённым направлениям скрещенных поляридов.

При повороте рейтера со стрелкой на 180° вокруг вертикальной оси цвет стрелки меняется от зелено-голубого до оранжево-жёлтого. В каком случае «быстрые» оси обеих пластин совпадают? Объясните явление и опишите результат.

- Для последнего упражнения установите направление «быстрой» оси в пластинке $\lambda/4$ горизонтально.

VII. Интерференция поляризованных лучей

Расположите между скрещенными поляридами мозаичную слюдянную пластинку. Она собрана из 4-х узких полосок слюды, лежащих по сторонам квадрата (две полоски $\lambda/4$ и по одной — $\lambda/2$ и $3\lambda/4$). В центральном

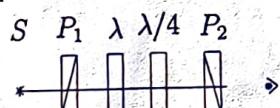


Рис. 8. Определение направлений большой и меньшей скорости

квадратике слюды нет. Главные направления всех пластинок ориентированы параллельно сторонам квадрата.

а) Вращая пластинку, наблюдайте за изменениями (цвета или интенсивности) в отдельном квадратике.

б) Теперь, не трогая пластиинки, вращайте второй поляроид. Чем отличается эффект? Опишите и объясните результат.

VIII. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне

а) Нарисуйте эллипс поляризации для вектора E , вышедшего из пластиинки $\lambda/4$, и укажите на нём, какая из его осей соответствует большей скорости (произвольно). Рядом нарисуйте две вышедших из пластиинки синусоиды: $x(t)$ и $y(t)$ со сдвигом фаз в четверть периода. Проанализируйте графики и определите направление вращения электрического вектора в эллиптически поляризованной волне.

б) Снова поставьте между скрещенными поляроидами зелёный фильтр, а за ним — пластиинку произвольной толщины (это может быть пластиинка $\lambda/4$ с соседней установки).

в) Получите эллиптически-поляризованный свет. Для этого установите разрешённое направление первого поляроида под углом $10\text{--}20^\circ$ к горизонтали так, чтобы вектор E падающего на пластиинку света был расположен в первом квадранте. Установите разрешённое направление второго поляроида вертикально и, вращая пластиинку, найдите минимальную интенсивность света, прошедшего второй поляроид. Таким образом получен эллипс поляризации с вертикально ориентированной малой осью.

Вращая второй поляроид, убедитесь, что свет поляризован эллиптически, а не линейно (в наборе есть пластиинки $\lambda/4$ и $\lambda/2$).

г) Для определения направления вращения светового вектора установите между поляроидами дополнительную пластиинку $\lambda/4$ с горизонтально ориентированной «быстрой» осью. В этом случае свет на выходе из второй пластиинки будет линейно поляризован. Если пластиинки поодиночке дают эллипсы, в которых световые векторы вращаются 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 векторы вращаются в одну сторону. А как вращается вектор E в пластиинке $\lambda/4$, вы определили в п. VIII-а.

30-VII-2015 г.