

4.7.3

ПОЛЯРИЗАЦИЯ

Егор Берсенеv

1 Цель работы

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света.

2 Оборудование

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

В естественном свете ориентация векторов \vec{E} и \vec{H} в плоскости, перпендикулярной вектору \vec{S} меняется хаотически. Все направления - равноправны.

При помощи поляризаторов естественный свет может быть превращен в линейно поляризованный, то есть такой в котором пара векторов \vec{E} и \vec{H} не меняет со временем своей ориентации.

Наиболее общий тип поляризации - эллиптическая поляризация. В этом случае конец вектора \vec{E} описывает эллипс. Если спроектировать его на два взаимно перпендикулярных направления, то получим

$$E_x = E_{x0} \cos \omega t, \quad E_y = E_{y0} \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

При прохождении света через поляризатор справедлива следующая формула (*закон Малюса*):

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (2)$$

где α - угол между разрешенной плоскостью и плоскостью колебаний.

3 Ход работы

3.1 Определение разрешенной плоскости колебаний

Соберем оптическую схему, состоящую из осветителя, поляроида и черного зеркала. Будем поворачивать поляроид, находя минимальную яркость отражения при угле зеркала в 45° . Затем будем поворачивать зеркало, опять же, добиваясь минимальной яркости. Уточним положение поляроида. Показание на лимбе поляроида №1 — 3° , на лимбе поляроида №1 — 36° ,

3.2 Исследование угла Брюстера

Заменим черное зеркало на эбонитовую пластинку. Выставляя пластинку перпендикулярно определим угол на лимбе. Он равен $\alpha_0 = 174 \pm 0.5^\circ$. Угол, при котором яркость минимальна равен $\alpha_1 = 232 \pm 0.5^\circ \Rightarrow \Delta\alpha = 58 \pm 1^\circ \Rightarrow n = \tan \Delta\alpha = 1.6 \pm 0.07$

Теперь установим зеленый светофильтр и повторим измерение с ним. Угол, при котором яркость минимальна равен $\alpha_1 = 233 \pm 0.5^\circ \Rightarrow \Delta\alpha = 59 \pm 1^\circ \Rightarrow n = \tan \Delta\alpha = 1.66 \pm 0.07$

3.3 Исследование стопы. Определение направления вектора \vec{E}

Теперь заменим эбонитовую пластинку на стеклянную стопу. Также найдем угол Брюстера. Освещая стопу неполяризованным светом определим направление вектора \vec{E} . Поскольку колебания электрического вектора лежат в плоскости, перпендикулярной плоскости падения, то с помощью поляроидов легко находим его направление.

Наблюдая прошедший через стопу стеклянных пластинок луч света, убеждаемся, в том что плоскости поляризации у отраженного и преломленного лучей взаимно перпендикулярны.

3.4 Определение главных направлений в двоякопреломляющих пластинках. Отбор $\lambda/4$ и $\lambda/2$

Пластика в четверть длины волны создает сдвиг фаз на $\frac{\pi}{2}$, тем самым обеспечивая круговую поляризацию. На опыте это можно наблюдать следующим образом: если при вращении второго поляризатора интенсивность света не меняется, то мы наблюдаем именно круговую поляризацию. В случае с пластинкой в половину длины волны происходит лишь поворот плоскости колебаний электрического вектора с переходом в другой квадрант, тип поляризации при этом, однако, не меняется. Следовательно, наш свет все еще линейно поляризован, а значит, мы можем найти такое положение поляроида, при котором свет будет практически полностью затемнен.

3.5 Определение быстрого и медленного направления

С помощью пластинки чувствительного оттенка определим у пластинки в $\lambda/4$ главные направления, соответствующие большей и меньшей скорости распространения света. Установим между скрещенными поляроидами последовательно пластинки в одну длину волны и в половину длины волны. Зеленый светофильтр уберем. Повернем пластинку в $\lambda/4$ до тех пор пока прошедший свет не станет зеленовато-голубым. Тогда главное направление, соответствующее большей скорости будет совпадать со стрелкой.

3.6 Исследование интерференции поляризованных лучей

Поместим между поляроидами пластинку, собранную из листков слюды. Проведем наблюдение в следующих двух случаях: а) пластинка поворачивается между скрещенными поляроидами. В этом случае меняется яркость света, так как меняется поляризация. б) пластинка неподвижна, поворачивается анализатор. В этом случае меняется цвет, поскольку происходит сдвиг фаз. Оба явления проявляются вследствие интерференции поляризованных лучей.

4 Вывод

Поляризованный свет обладает большим числом свойств, которые можно применять для исследования оптических характеристик различных приборов и веществ.