

## **508. ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА КРИСТАЛЛАМИ. ПРОВЕРКА ЗАКОНА МАЛЮСА**

### **508.1. Цель работы**

Проверка закона Малюса.

### **508.2. Разделы теории**

Поляризация света, закон Малюса. [1. Гл.25, §190–196]; [2. Гл.XIX, §134–140]; [3. Гл.6, 6.1, 6.3–6.7].

### **508.3. Приборы и принадлежности**

Экспериментальная установка, включающая поляризатор, анализатор, фотодатчик, микроамперметр, источник света с оптической системой, блок питания Б2-2.

### **508.4. Теоретическое введение**

Интенсивность излучения  $I$  прямо пропорциональна квадрату амплитуды световых колебаний

$$I = kA^2,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности.

Плоскополяризованный свет получают, пропуская естественный свет через поляризаторы, в качестве которых используются среды, анизотропные в отношении колебаний вектора  $\vec{E}$ , например кристаллы турмалина. Поляризаторы можно использовать и для анализа поляризованного света, тогда их называют анализаторами. Поляризаторы свободно пропускают колебания, параллельные главному сечению поляризатора, и полностью или частично задерживают колебания, перпендикулярные главному сечению поляризатора.

Если поляризаторы ориентированы произвольно, то интенсивность прошедшего через них света будет зависеть от угла  $\varphi$

(рис. 508.1) между главными сечениями поляризатора и анализа-

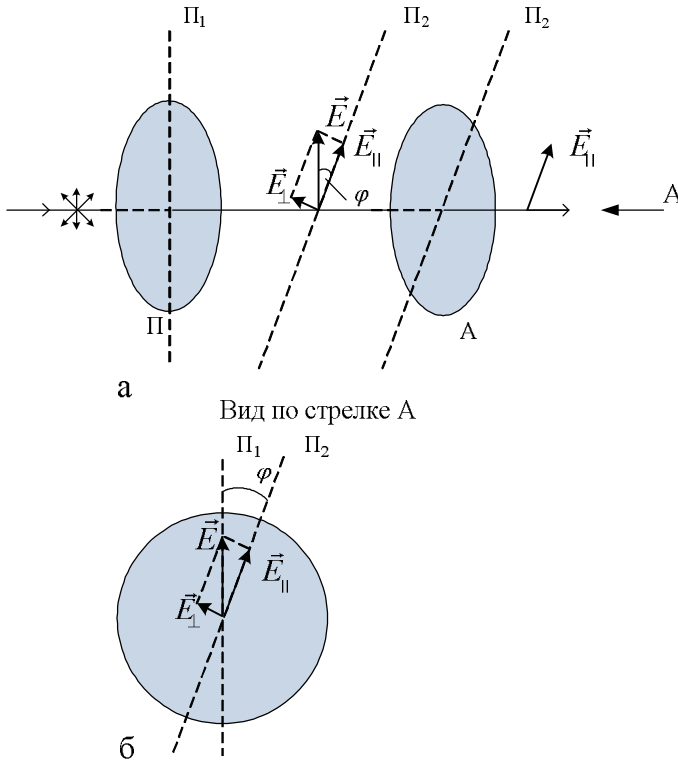


Рис. 508.1

тора  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  соответственно. Обозначим амплитуду электрического вектора, прошедшего через поляризатор  $\Pi$ ,  $\vec{E}$ . Разложим вектор  $\vec{E}$  на две компоненты: параллельную главному сечению анализатора  $A$  ( $\vec{E}_{\parallel}$ ) и перпендикулярную ему ( $\vec{E}_{\perp}$ ).

Тогда  $E_{\parallel} = E \cos \varphi$ , а интенсивность света, проходящего через  $A$ , равна  $I = kE_{\parallel}^2 = kE^2 \cos^2 \varphi = I_1 \cos^2 \varphi$ , или

$$I = I_1 \cos^2 \varphi, \quad (508.1)$$

где  $I_1$  – интенсивность плоскополяризованного света, падающе-

го на А;  $\varphi$  – угол между плоскостью колебания вектора  $\vec{E}$  и главным сечением поляризатора А.

Соотношение (508.1) является аналитическим выражением закона Малюса.

Если на поляризатор падает естественный свет, у которого направление колебаний вектора  $\vec{E}_0$  хаотически меняется в пространстве, то  $\cos^2 \varphi$  равновероятно принимает значения от 0 до 1. Тогда, при прохождении поляризатора интенсивность света будет уменьшаться в два раза, так как

$$I_1 = \langle I_0 \cos^2 \varphi \rangle = I_0 \langle \cos^2 \varphi \rangle = \frac{1}{2} I_0, \quad (508.2)$$

где  $\langle \rangle$  – обозначает усреднение по времени меняющейся величины.

### 508.5. Описание установки и методики измерений

Для проверки закона Малюса в работе используется экспериментальная установка, схема которой показана на рис. 508.2. Луч естественного света от лампы 1 падает на поляризатор 2, жестко закрепленный в корпусе прибора, его главное сечение фиксировано. Вышедший поляризованный луч интенсивностью  $I_1$  направляется на анализатор 3 и, пройдя через него и матовое стекло 4, попадает на фотодатчик 5. Ток датчика, пропорциональный интенсивности света  $I$ , пропущенного системой двух поляризаторов, регистрируется микроамперметром 6. Анализатор 3 скреплен с барабаном 7, который поворачивается вокруг направления распространения луча. На ободе барабана нанесена шкала 8, позволяющая измерять угол поворота барабана. Цена деления шкалы барабана –  $1^\circ$ .

Интенсивность  $I$  линейно поляризованного света после прохождения через анализатор 3 зависит от угла  $\varphi$ , образованного плоскостью колебаний падающего на анализатор луча с главным сечением анализатора. Если главное сечение анализатора

совпадает с плоскостью колебаний луча ( $\varphi = 0^0$ ), то интенсивность выходящего луча будет максимальной (равна интенсивности  $I_1$  падающего луча) и минимальной при угле  $\varphi = 90^0$ .

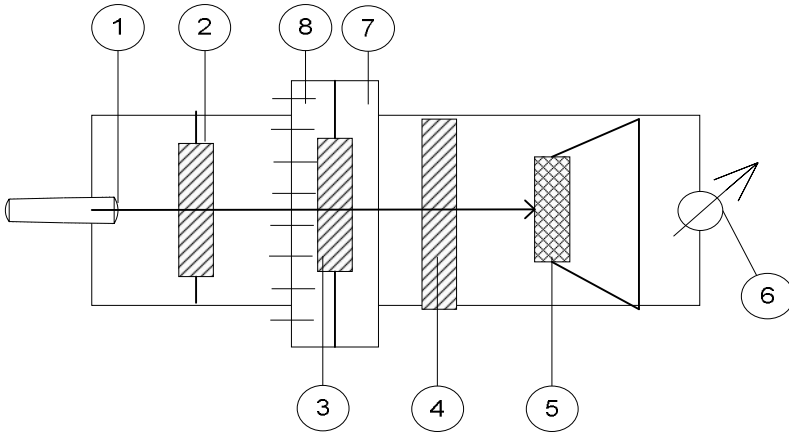


Рис. 508.2

### 508.6. Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Ознакомиться с экспериментальной установкой.
2. Включить блок питания Б2-2, включить осветитель прибора (выключатель на шнуре питания).

3. Медленно вращая барабан 7 с анализатором 3, добиться максимального отклонения стрелки микроамперметра 6. Согласно формуле (508.1), для этого положения  $\varphi = 0^0$  интенсивность  $I_1 = I = I_{\max}$ . Отметить указателем-стрелкой на барабане 7 положение нуля шкалы 8. Повернуть барабан по шкале на  $90^0$ , отклонение стрелки прибора 6 должно быть минимально. Вернуть барабан в начальное положение, отмеченное указателем-стрелкой и проверить показания микроамперметра. Если они не совпадают с первоначальными, повторить настройку установки.

4. Снять зависимость интенсивности света (силы тока, протекающего через микроамперметр) от угла поворота анализатора (барабана). Поворачивая барабан  $\gamma$  в пределах от  $0$  до  $180^0$  с шагом  $10^0$ , снять показания значений силы тока. Полученные данные записать в таблицу.

5. По результатам эксперимента построить график зависимости  $I = I(\varphi)$ .

6. Построить теоретический график зависимости  $I = I_1 \cos^2 \varphi$ , принимая  $I_1 = I_{\max}$ .

7. Проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте закон Малюса.

2. Какая электромагнитная волна называется поляризованной? Степень и виды поляризации.

3. Почему и как естественный луч в кристалле делится на два луча?

4. Чем отличается обыкновенный луч от необыкновенного?

5. Как изменятся интенсивности естественного и плоскополяризованного лучей, проходящих через анализатор?

6. Укажите, как надо расположить двоякопреломляющий кристалл, чтобы обыкновенный и необыкновенный лучи имели одинаковое направление.

7. Между двумя скрещенными поляризаторами поместили третий. Как будет меняться на экране интенсивность света при вращении третьего поляризатора? Выразите интенсивность прошедшего через систему света аналитически.