

Работа 4.16

Проверка закона Малюса

Оборудование: источник света, поляриды, фотоэлемент, микроамперметр, гониометр.

Введение

Обычно плоско поляризованный свет получают из естественного с помощью специальных поляризационных приспособлений, называемых *поляризаторами*. Основное свойство таких приспособлений заключается в том, что они могут свободно пропускать световые волны, электрический вектор напряженности которых колеблется в строго определенных направлениях. Это направление называется *главным направлением*. Полностью задерживаются колебания, перпендикулярные этому направлению. Колебания амплитуды A , совершающиеся в плоскости, образующей угол φ с главным направлением поляризатора, можно разложить на два колебания с амплитудами $A_{\parallel} = A \cos \varphi$ и $A_{\perp} = A \sin \varphi$ (рис. 4.35), луч перпендикулярен к плоскости рисунка.

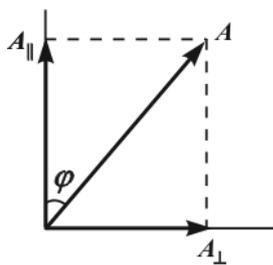


Рис. 4.35

Первое колебание пройдет через прибор, второе будет задержано. Интенсивность прошедшей световой волны пропорциональна $A_{\parallel}^2 = A^2 \cos^2 \varphi$, т. е. равна $I \cos^2 \varphi$, где I — интенсивность колебаний с амплитудой A .

В естественном свете все значения φ равновероятны. Поэтому доля света, прошедшего через поляризатор, будет равна среднему значению $\cos^2 \varphi$, т. е. $1/2$. При вращении поляризатора вокруг направления распространения естественного луча интенсивность прошедшего света остается одной и той же, изменяется лишь ориентация плоскости колебаний света, выходящего из прибора.

Пусть на поляризатор падает плоско поляризованный свет амплитуды A и интенсивности I_0 . Через прибор пройдет составляющая колебания с амплитудой $A = A_0 \cos \varphi$, где φ — угол между плоскостью колебаний падающего света и главным направлением. Следовательно, интенсивность прошедшего света I определяется выражением

$$I = I_0 \cos^2 \varphi . \quad (1)$$

Это соотношение называют *законом Малюса*.

Поставим на пути естественного луча два поляризатора, главные направления которых образуют угол φ . Первый назовем поляризатором Π , второй — анализатором A . Пройдя сквозь поляризатор Π , свет становится плоско

поляризованным. Анализатор A сможет пропустить только те колебания, которые совпадают с его главным направлением. Если главные направления поляризатора и анализатора совпадают, то интенсивность прошедшего света будет максимальной. Если же анализатор повернуть так, что его главное направление составит угол 90° с главным направлением поляризатора, то интенсивность проходящего света будет равна нулю.

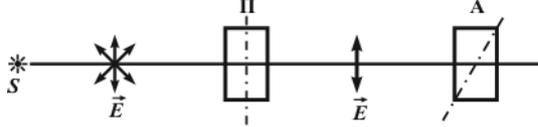


Рис. 4.36

Установка для проверки закона Малюса (рис. 4.36) состоит из источника света S , двух поляроидов P и A и фотоэлемента, закрепленных на гониометре. Пройдя сквозь поляризатор P , свет, ставший плоско

поляризованным, падает на анализатор A , а затем на фотоэлемент, соединенный с микроамперметром. Интенсивность прошедшего через анализатор света определяется по закону Малюса (1).

Порядок выполнения работы

Задание 1. Проверка закона Малюса.

1. Установите поляроиды таким образом, чтобы фототок был максимальным. Поскольку величина фототока пропорциональна интенсивности света, падающего на фотоэлемент $i = kI$, то этому положению поляроидов будет соответствовать угол $\varphi = 0$.

2. Исследуйте зависимость i от угла φ , изменяя угол от 0° до 90° (через 10 градусов).

3. Вычислите $\frac{i_n}{i_0} = \frac{I_n}{I_0}$ для каждого значения φ (i_0 — максимальное значение фототока).

4. Результаты измерений запишите в таблицу:

№ п/п	φ	i	i_0	i/i_0
-------	-----------	-----	-------	---------

5. Постройте график зависимости $\frac{I_n}{I_0}(\varphi)$.

6. На том же графике постройте теоретическую кривую $y(\cos^2 \theta)$.

7. Сравнивая эти кривые, убедитесь в выполнении закона Малюса.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ УИР

Покажите, что линейно поляризованную волну с произвольным направлением поляризации можно представить как суперпозицию двух

распространяющихся в том же направлении волн правой и левой круговых поляризаций.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается основное свойство поляризационных приборов?
2. В чем заключается отличие поляризатора от анализатора?
3. Какая плоскость называется плоскостью поляризации?
4. Какая часть света выходит из поляризатора?
5. Какому углу между поляроидами соответствует максимум фототока?

Почему?

6. Можно ли в опыте добиться такого положения, чтобы фототок стал равным нулю?
7. Сформулируйте и запишите закон Малюса.
8. Что подтверждает выполнимость закона Малюса?
9. Как на опыте можно определить, имеет ли исследуемый свет линейную поляризацию?
10. Почему излучение обычных источников света не является поляризованным?