

Лабораторная работа № 4

Проверка закона Малюса

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение явления поляризации света, проверка закона Малюса.

ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Установка для изучения закона Малюса, состоящая из лампы, трансформатора, 2-х поляроидов, фоторезистора и микроамперметра.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Электромагнитная волна – это распространяющееся в пространстве электромагнитное поле.

В электромагнитной волне векторы напряженности E и H взаимно перпендикулярны. Плоскость, в которой лежат E и H , перпендикулярна вектору v скорости волны. Плоскость, в которой лежат E и v , называется **плоскостью колебаний**.

Одним из явлений, характеризующих свет как электромагнитную волну, является поляризация.

Поляризацией света называется явление, при котором колебания вектора напряженности электрического поля (светового вектора) упорядочены каким-либо образом. Свет, у которого упорядочены колебания, называется поляризованным.

Плоскостью поляризации называется плоскость, в которой лежат векторы E и v . На рисунках мы будем изображать только векторы напряженности электрического поля E .

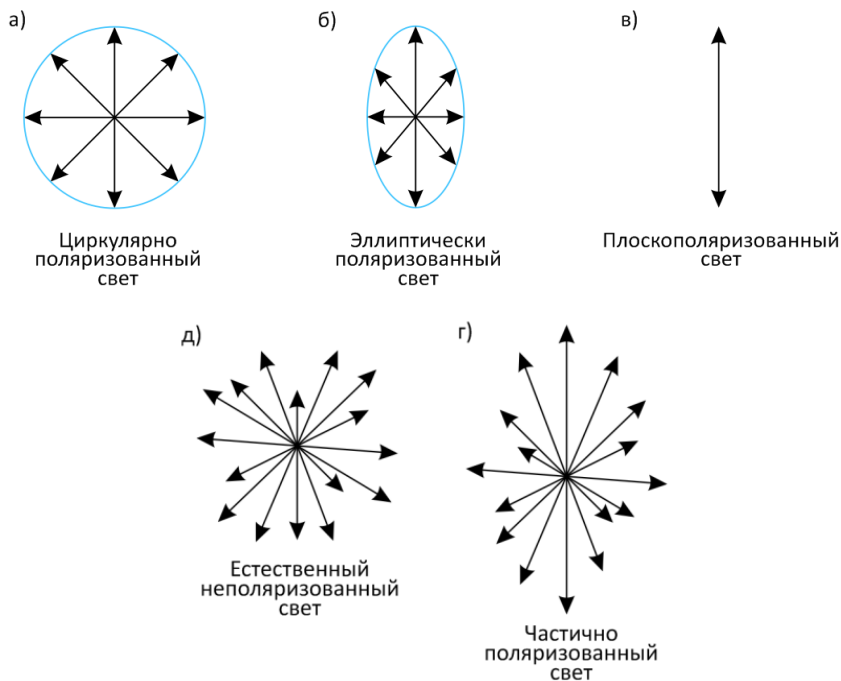


Рис. 1. Виды поляризации

В естественном свете (рис. 1д) вектор E колеблется в самых различных направлениях, в плоскополяризованном свете – в одной плоскости, в частично поляризованном свете (рис. 1г) колебания одного направления преобладают над колебаниями другого направления (это имеет место, например, при отражении и преломления).

На рис. 1 изображен свет, распространяющийся перпендикулярно плоскости рисунка.

Для получения плоскополяризованного света используются специальные кристаллы – **поляризаторы**. При прохождении через поляризатор свет поляризуется в плоскости параллельной *оптической оси* кристалла, называемой плоскостью пропускания кристалла.

Интенсивность света прошедшего через два кристалла-поляризатора (поляризатор и анализатор) подчиняется **закону Малюса**.

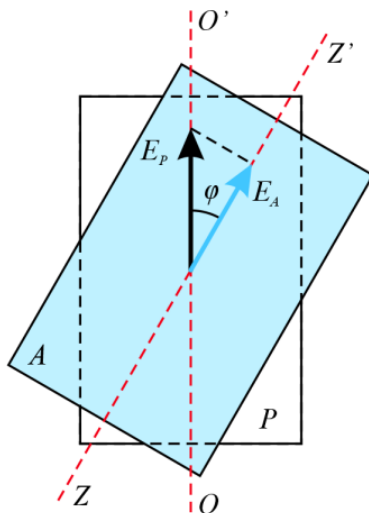


Рис. 2

Закон Малюса характеризует интенсивность света, прошедшего через анализатор A , в зависимости от угла φ между плоскостью пропускания поляризатора P и анализатора A (рис. 3):

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

где I и I_0 – интенсивность света, прошедшего через поляризатор и анализатор соответственно.

Если плоскость пропускания поляризатора OO' и анализатора ZZ' совпадают ($\varphi = 0$), то $I = I_0$, интенсивность света максимальна.

Если анализатор A повернуть вокруг оси на угол $\varphi = \frac{\pi}{2}$, колебания анализатор не пропускает, интенсивность минимальна, $I = 0$ (рис. 1в).

Закон Малюса выводится следующим образом. Пусть свет распространяется перпендикулярно чертежу (**рис.5**), где плоскости пропускания поляризатора и анализатора обозначены OO' и ZZ' , через E_P и E_A – амплитуда колебаний света, прошедшего через поляризатор и анализатор.

Из **рис. 5** видно, что $E_a = E_p \cos \varphi$. Так как интенсивность пропорциональна квадрату амплитуды, то имеем:

$$I = E_a^2 = E_p^2 \cos^2 \varphi = I_0 \cos^2 \varphi ,$$

где $I_0 = E_p^2$ – интенсивность света, прошедшего через поляризатор.

СХЕМА УСТАНОВКИ

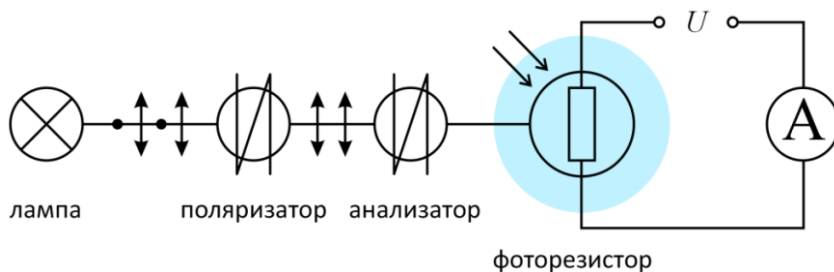


Рис. 3. Схема установки

Сопротивление фоторезистора при падении света на фотоэлемент, пропорционально интенсивности света.

ХОД РАБОТЫ

1. Снимите зависимость величины фототока $I(\varphi)$ от угла φ между плоскостями пропускания анализатора и поляризатора, изменяя φ в пределах от 0° до 90° через каждые 5° .
2. Результаты занесите в таблицу:
3. По экспериментальным данным постройте график экспериментальной зависимости

$$\frac{I}{I_0} = f(\varphi)$$

4. На этом же графике постройте теоретическую зависимость

$$\cos^2 \varphi = f(\varphi)$$

5. Сравните экспериментальные результаты с теоретическими и сделайте выводы.

Таблица

№	φ	I , мА	$\frac{I}{I_0}$	$\cos \varphi$	$\cos^2 \varphi$
1	0°				
2	5°				
3	10°				
...	...				
18	90°				

I_0 – показания микроамперметра при $\varphi = 0$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется поляризацией и какие свойства света она характеризует?
2. В чем отличие света естественного от поляризованного?
3. Как изображается на рисунке естественный и поляризованный свет?
4. Какую зависимость устанавливает закон Малюса?
5. Что называется двойным лучепреломлением и как объясняется оно с точки зрения волновой природы света?
6. Расскажите устройство и принцип работы николя, поляроида, стопки пластин. Сделайте чертеж.
7. Сформулируйте закон Брюстера.