



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Брянский государственный технический университет

Кафедра «Общей физики»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № ____

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О)

Отметка о допуске: _____

Отметка о защите: _____

Брянск 20 ____

Лабораторная работа №47

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА И ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Цель работы – проверка закона Малюса и исследование явления вращения плоскости поляризации.

Теоретическое введение.

Световые волны являются поперечными электромагнитными волнами. Они характеризуются периодическим изменением напряженности электрического поля E и магнитного поля H . Каждый атом излучает световую волну не непрерывно, а цугами, т. е. ограниченными во времени «обрывками» гармонической волны. В пределах одного цуга направление вектора E остается неизменным. Так как световые волны испускаются в источнике миллиардами атомов независимо друг от друга, то векторы E и H , оставаясь в каждом цуге взаимно перпендикулярными, в общем световом потоке ориентированы по всевозможным направлениям (рис. 1). Такой свет называется естественным.

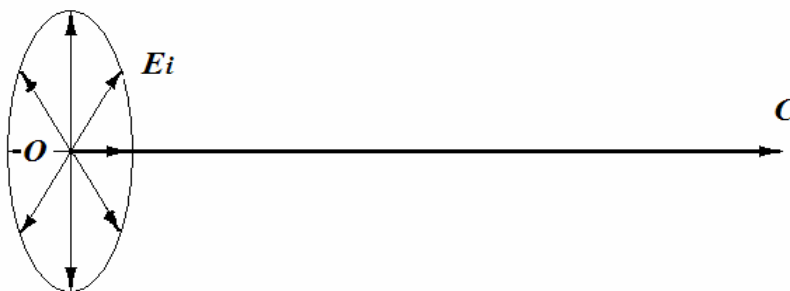


Рис. 1

Свет, у которого направление колебаний вектора E не меняется со временем в любой точке пространства, называется линейно поляризованным (рис. 2). В оптике плоскость, проходящая через вектор H и направление распространения световой волны, называется плоскостью колебаний (на рис. 2 плоскость Q). Плоскость же, содержащая вектор E и луч, называется плоскостью поляризации (плоскость P на рис. 2). Очевидно, что эти плоскости взаимно перпендикулярны.

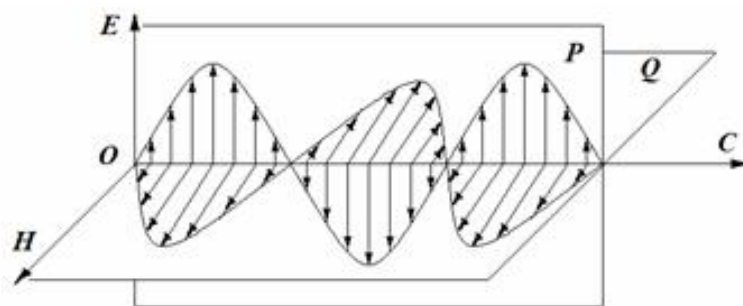


Рис. 2

Ниже мы будем говорить только о векторе E напряженности электрического поля. Это обусловлено, во-первых, тем, что, зная E , всегда можно определить H , используя уравнения электродинамики; во-вторых, взаимодействие поля с веществом определяется только напряженностью электрического поля.

Поляризация света имеет место при двойном лучепреломлении или при отражении и преломлении света на границе двух изотропных диэлектриков. Кроме того, существуют кристаллы, обладающие способностью пропускать волну, имеющую определенное направление колебаний электрического вектора, но сильно поглощать волну с перпендикулярным направлением колебаний вектора E . подобным свойством – создавать линейную поляризацию – обладают прозрачные для видимых лучей тонкие слои некоторых органических веществ – так называемые поляроиды. Они используются в качестве поляризатора и анализатора в нашей установке. Поляризатор – диэлектрик, позволяющий получить линейно поляризованный свет из естественного, анализатор – тот же диэлектрик, использованный для анализа поляризации.

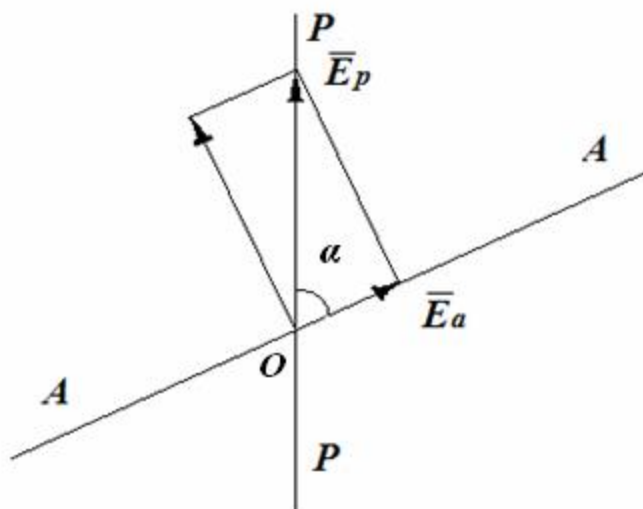


Рис. 3

Вектор напряженности электрического поля света, пройдя поляризатор (плоскость P-P на рис. 3), колеблется с амплитудой E_p . Луч света распространяется перпендикулярно плоскости рисунка (проходит через точку O). Если главная плоскость анализатора (плоскость A-A на рис.) составляет с плоскостью P-P угол α , то анализатор пропустит только составляющую

$$E_a = E_p \cos \alpha \quad (1)$$

Вторая составляющая, перпендикулярная плоскости A-A, через анализатор не пройдет.

Интенсивность света пропорциональна квадрату амплитуды. Поэтому следствием формулы (1) будет

$$I_a = I_p \cos^2 \alpha, \quad (2)$$

где I_a - интенсивность света, прошедшего поляризатор и анализатор,

I_p - интенсивность света, прошедшего только поляризатор,

α – угол между главными осями поляризатора и анализатора.

Формула (2) есть закон Малюса, экспериментальной проверке которого посвящена 1-я часть работы.

Во второй части работы изучается вращение плоскости поляризации оптически активным веществом. Явление вращения плоскости поляризации обусловлено асимметрией в строении отдельных молекул среды (например, раствор сахара в воде, кварц). Угол поворота плоскости поляризации зависит от толщины оптически активного вещества, длины световой волны, а у раствора, кроме того, от концентрации.

Если поляризатор и анализатор скрещены (т.е. плоскость P-P перпендикулярна плоскости A-A), то свет через анализатор не пройдет и экран будет темным (рис. 4).

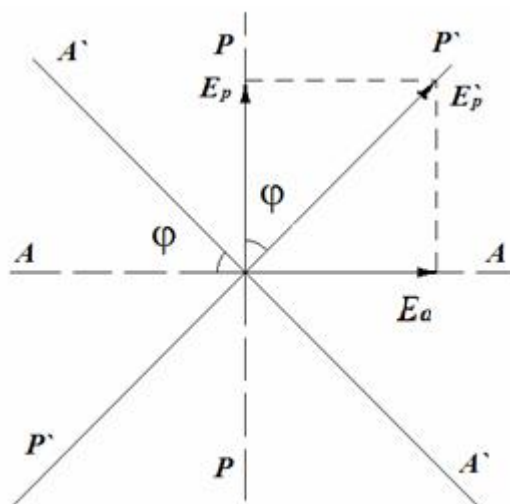


Рис. 4

Если теперь между поляризатором и анализатором поместить тонкую пластинку кварца так, чтобы луч в ней шел вдоль оптической оси, то экран светлеет. Это происходит потому, что кварц поворачивает плоскость поляризации на угол φ (вектор E'_p на рисунке), и теперь через анализатор проходит свет (вектор E_a на рисунке). Поворачивая анализатор на тот же угол φ в ту же сторону, можно опять получить темноту (новое положение $A'A'$ на рис. 4).

Наблюдать поворот плоскости поляризации при помощи оптически активных веществ можно только в случае монохроматического света. Если же через поляризатор и анализатор прошел белый свет, то при вращении анализатора окраска экрана будет меняться, т.к. плоскость поляризации лучей разного света поворачивается кварцем на разный угол, т.е. имеет место вращательная дисперсия. Используя светофильтры, можно определить зависимость угла поворота плоскости поляризации от длины волны.

Техника безопасности.

При выполнении работы необходимо соблюдать общие правила по безопасным методам работы на электроустановках.

Порядок выполнения работы.

Приборы и принадлежности:

1. Осветитель
2. Кварцевые пластины
3. Револьверная диафрагма со светофильтрами
4. Поляризатор
5. Анализатор
6. Объектив
7. Рейтер для установки кварцевых пластин
8. Милливольтметр
9. Экран
10. Фотоэлемент



Часть 1

1. Многопредельный милливольтметр должен быть подсоединен к схеме.

2. Поворотом револьверной диафрагмы установить отверстие без светофильтра.

3. Включить осветитель.

4. Перемещая объектив вдоль скамьи, добиться четкого изображения на экране. При этом отверстие фотоэлемента в экране должно находиться в центре изображения. Фотоэлемент подсоединен к милливольтметру. ЭДС фотоэлемента прямо пропорциональна интенсивности света, падающего на экран, поэтому интенсивность света можно измерять в делениях милливольтметра.

5. Нулевое деление лимба анализатора установить против риски.

6. Вращением поляризатора добиться максимальной освещенности (т.е. максимального показания милливольтметра). При этом главные плоскости поляризатора и анализатора параллельны и $I_a = I_p$, $\alpha = 0$.

7. Меняя угол α от 0° до 180° , через каждые 15° записывать соответствующие показания милливольтметра.

α ,град	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
I_a , дел													

8. Построить экспериментальную кривую $\cos^2 \alpha = I_a / I_p$ взяв за I_p значение I_a при $\alpha = 0^\circ$. и здесь же, пользуясь таблицей 1, построить

теоретическую кривую $\cos^2 \alpha$. Совпадение теоретической и экспериментальной кривой является доказательством закона Малюса.

α	0	15	30	45	60	75	90
$\cos^2 \alpha$	1	0.93	0.74	0.49	0.25	0.07	0
α	180	165	150	135	120	105	90

Таблица 1.

Часть 2

1. Поворотом револьверной диафрагмы ввести красный светофильтр.

2. Установить лимб анализатора на нулевое деление. Поворотом поляризатора получить минимальную освещенность экрана (что соответствует минимальному показанию вольтметра).

3. Взять с подставки штатив с кристаллом кварца и установить его в рейтер. Легким поворотом штатива вокруг оси получить равномерную освещенность экрана. Поворотом анализатора по часовой стрелке, глядя против хода луча (так как применяемый в данной работе кварц – правовращающий), вновь получить максимальное затемнение экрана. Отметить угол поворота анализатора – это и есть угол поворота плоскости поляризации света данной длины волны кварцем данной толщины.

4. Рассчитать удельный угол вращения плоскости поляризации, данные занести в таблицу 2.

$$\alpha = \frac{\varphi - \varphi_0}{h} \quad \text{где } \varphi_0 = 0^\circ \quad (3)$$

где h – толщина кварца (указана на оправе кварца в мм).

5. Определить аналогично удельный угол вращения плоскости поляризации для кварцев другой толщины. Рассчитать средний удельный угол вращения плоскости поляризации.

6. Работая с кварцем наименьшей толщины, измерить удельный угол вращения плоскости поляризации для оранжевого, желтого, зеленого света. По данным опыта построить график зависимости $\varphi_{\text{уд1}}(\lambda)$.

цвет	красный	оранжевый	желтый	зеленый
$\lambda, \text{нм}$				
$\Phi_{\text{уд}1}, \text{град/мм}$				
$\Phi_{\text{уд}2}, \text{град/мм}$				
$\Phi_{\text{уд}3}, \text{град/мм}$				
$\Phi_{\text{уд.сред}}, \text{град/мм}$				

таблица 2

Контрольные вопросы.

1. Какой луч называется естественным, поляризованным, частично поляризованным?
2. Каким способом получают поляризованные лучи? Какими опытами можно установить, является ли луч поляризованным?
3. Закон Малюса (формулировка и вывод).
4. В чем заключается явление двойного лучепреломления и как оно объясняется? Как устроены призмы Николя и поляроиды?
5. Почему интенсивность естественного света при прохождении через поляризатор уменьшается в два раза?
6. Какие вещества называются оптически активными? Как зависит угол поворота плоскости поляризации от длины пути в оптически активных средах и от концентрации раствора?
7. Для чего во второй части работы применяются светофильтры?

Список рекомендуемой литературы.

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.- М.: Наука, 1968,- С.91-107.
2. Зисман Г.А., Тодес О.И. Курс общей физики. Т.3,- М.:Наука, 1968.- С. 109-118, 130,131.
3. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высш.шк. 1965,- С. 231-234.