

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 33

ПРОВЕРКА ЗАКОНА МАЛЮСА

Выполнил студент гр. _____

Ф.И.О. _____

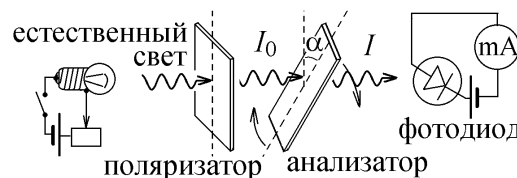
Подпись преподавателя _____
(обязательна после окончания эксперимента)

дата _____

Цель работы: ознакомление с явлением поляризации света и экспериментальная проверка закона Малюса.

Описание установки

В данной работе источником естественного света является лампочка, свет которой последовательно проходит через два поляризатора. Первый поляризатор пропускает плоско-поляризованный свет со световым вектором \vec{E} и с интенсивностью $I_0 \sim \vec{E}^2$. Второй поляризатор (анализатор) можно вращать вокруг направления распространения света, меняя угол α между осями пропускания поляризаторов в пределах $0 \leq \alpha \leq 360^\circ$. Согласно закону Малюса анализатор пропустит свет с величиной светового вектора $E_{\parallel} = E \cos \alpha$ и с интенсивностью $I = I_0 \cos^2 \alpha$. (*)



Прошедший через анализатор свет попадает на фотодиод, в цепи которого находится миллиамперметр. Величина фототока, измеряемого миллиамперметром, пропорциональна интенсивности прошедшего через анализатор света или освещенности фотодиода $E \sim I$. Реальные поляризаторы пропускают часть естественного света и минимальная освещенность фотодиода отлична от нуля.

Порядок выполнения работы

1. Включить установку.

2. При вращении анализатора меняется интенсивность прошедшего через него света, пропорциональная освещенности фотодиода и пропорциональная току, текущему через фотодиод. Поэтому измерительный прибор, измеряющий фототок, проградуирован в единицах освещенности E и является люксметром – прибором, измеряющим освещенность.

Вращая анализатор, надо определить и записать как наибольшее значение показываемой прибором освещенности E_{\max} , так и наименьшее значение освещенности E_{\min} . При этом надо также записать значение угла α_0 на лимбе анализатора, соответствующее E_{\max} , которое соответствует началу отсчета углов α в законе Малюса (*).

3. Если α_1 – показания угла поворота на лимбе анализатора, то следует установить указатель лимба на значении $\alpha_1 = \alpha_0$ (люксметр покажет максимальную освещенность E_{\max}), а затем, поворачивая лимб анализатора через каждые 15° до 360° ($\alpha_1 = \alpha_0 + 15^\circ, \alpha_1 = \alpha_0 + 30^\circ, \dots, \alpha_1 = \alpha_0 + 360^\circ$), записывать показания люксметра, соответствующие углу поворота $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, в таблицу 1.

$E_{\max} = \dots\dots\dots, E_{\min} = \dots\dots\dots$

Таблица 1

α , град	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Освещенность E , лк													
α , град	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	
Освещенность E , лк													

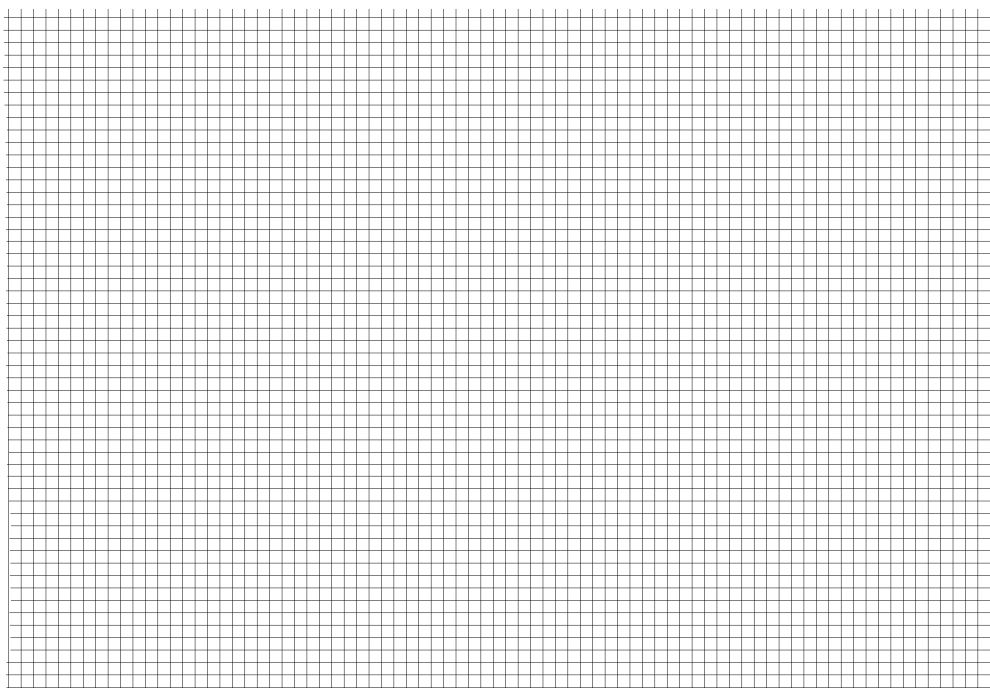
4. Согласно закону Малюса одинаковым значениям $\cos^2 \alpha$ должны соответствовать одинаковые значения освещенности. Их следует перенести из таблицы 1 в таблицу 2. При этом для учета систематической ошибки, связанной с неполной (частичной) поляризацией света, пропускаемой системой из поляризатора и анализатора, следует из каждого результата вычесть минимальное значение освещенности E_{\min} , и в таблицу 2 записать уже разность $E^* = E - E_{\min}$.

Таблица 2.

$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$		$\cos^2 \alpha =$	
α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк	α , град	E^* , лк
0		15		30		45		60		75		90	
180		165		150		135		120		105		270	
360		195		210		225		240		255			
		345		330		315		300		285			
$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$		$E^*_{\text{ср}} =$	

5. Для всех углов α , указанных в этой таблице в одном столбце величина $\cos^2 \alpha$ будет одинакова. Для значений освещенности E^* , соответствующей этой величине $\cos^2 \alpha$, надо найти и занести в таблицу 2 среднее значение $E^*_{\text{ср}}$.

6. По данным таблицы 2 построить график зависимости $E^*_{\text{ср}} = f(\cos^2 \alpha)$, который должен быть прямой линией в случае выполнения закона Малюса (*).



Контрольные вопросы к лабораторной работе № 33

1. Почему световую волну описывают единственным световым вектором?
2. В каком направлении движется световая волна, в которой вектор \vec{E} направлен вдоль оси y , а вектор \vec{H} - вдоль оси x ?
3. Атомы испускают поляризованное излучение. Как образуется естественный свет?
4. Чем отличается естественный и плоско-поляризованный свет?
5. Каким образом поляризатор превращает естественный свет в плоско-поляризованный? Имеются ли другие способы получения плоско-поляризованного света из естественного?
6. Как изменится интенсивность естественного света после прохождения поляризатора?
7. Сформулируйте закон Малюса.
8. Естественный свет с интенсивностью I_0 падает на систему из трех поляризаторов. Оси пропускания крайних поляризаторов 1 и 3 скрещены под углом 90° , а ось центрального поляризатора 2 образует угол α с осью поляризатора 1 (см. рис.А). Свет с какой интенсивностью I выйдет из этой системы? При какой величине угла α эта интенсивность будет максимальной и чему равна I_{max} ?
9. Как определить степень поляризации частично-поляризованного света? Вычислите её величину по полученным в работе результатам измерений. 10. Чему равна степень поляризации смеси из плоско-поляризованного света с интенсивностью I и естественного света с интенсивностью $I/2$?

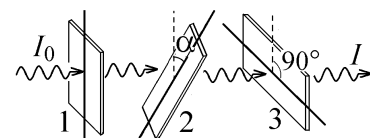


Рис.А

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика – СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. - §98.
2. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С. Электромагнетизм и оптика, - изд. ТулГУ. 2010, гл.10 §§1,3.