

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 81

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ СВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛАМПОЧКИ И
ИЗУЧЕНИЕ ЕЁ СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 81

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ СВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛАМПОЧКИ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЁ СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Цель работы – определить силу света электрической лампочки и исследовать её световое поле.

Приборы и принадлежности: оптическая скамья; ползунок с диском, разделенным на градусы и электрической лампочкой; ползунок с фотоэлементом, люксметр, гальванометр зеркальный, источник питания.

Общие положения

Раздел оптики, в котором рассматриваются вопросы измерения энергии, переносимой электромагнитными волнами оптического диапазона, называется фотометрией. Переносимую световую энергию характеризуют световым потоком, силой света и освещённостью.

Наш глаз воспринимает из всего диапазона электромагнитных волн лишь

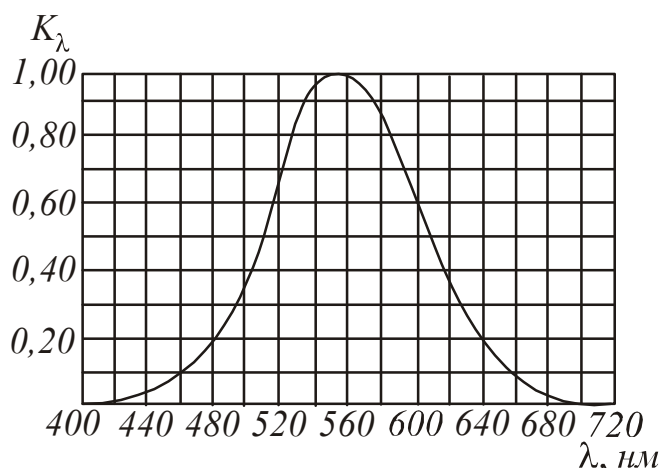


Рисунок 1

узкий участок, называемый видимым светом. Этому участку соответствуют длины волн от 380 нм до 760 нм. Чувствительность глаза к свету с разными длинами волн не одинакова. Она имеет максимум при $\lambda=555$ нм (зеленая часть спектра) и быстро падает к нулю при удалении от этого максимума (рис. 1). На этом графике по горизонтальной оси отложена длина волны λ , по вертикальной – относительная спектральная чувствительность глаза K_λ .

Относительная спектральная чувствительность K_λ – это отношение чувствительности при данной длине волны к чувствительности при $\lambda=555$ нм. Для этой длины волны K_λ равна единице. При том же потоке энергии оцениваемая зрительно интенсивность света для других волн оказывается меньшей. Соответственно, K_λ для этих длин волн меньше единицы.

В связи с такими особенностями глаза количественные характеристики световых пучков оцениваются не по энергии, которую они переносят, а по зрительному ощущению.

Введём понятие телесного угла.

Телесный угол – это угол, образованный конической поверхностью и численно равный отношению площади S , вырезаемой этим конусом на поверхности сферы радиусом r , к квадрату радиуса этой сферы (рис. 2):

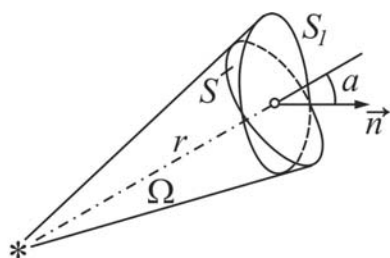


Рисунок 2

$$\Omega = \frac{S}{r^2}. \quad (1)$$

Телесный угол измеряется в стерadians (ср).

Если телесный угол опирается на некоторую площадку S_1 , нормаль к которой составляет угол α с радиусом (см. рис. 2), то

$$\Omega = \frac{S_1 \cos \alpha}{r^2}. \quad (2)$$

Полный телесный угол вокруг точки равен 4π стерadians.

Для характеристики интенсивности света с учётом его способности вызывать зрительное ощущение вводится величина Φ , называемая световым потоком.

Световой поток (Φ) – это физическая величина, равная мощности видимой части излучения, распространяющейся внутри данного телесного угла и оцениваемая по действию этого излучения на нормальный глаз.

Полный световой поток равен

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K_{\lambda} d\Phi_{\lambda}. \quad (3)$$

где $d\Phi_{\lambda}$ – поток энергии, излучаемый в интервале длин волн от λ_1 до λ_2 .

Источник света, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием от места наблюдения до источника, называется точечным. Точечные источники характеризуют силой света.

Сила света (I) точечного источника в данном направлении – физическая величина, равная световому потоку, приходящемуся на единицу телесного угла:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}. \quad (4)$$

Сила света измеряется в канделах (кд).

Если точечный источник излучает равномерно по всем направлениям, то он называется изотропным. Для изотропного источника выполняется следующее соотношение:

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}, \quad (5)$$

где Φ – полный световой поток, излучаемый источником. На основании этого соотношения вводится единица измерения светового потока – люмен.

Люмен (лм) равен световому потоку, излучаемому изотропным источником с силой света в 1 кд в пределах телесного угла в 1 стерadians.

Освещённость (E) – физическая величина, равная отношению светового потока к площади освещаемой поверхности:

$$E = \frac{\Phi}{S}. \quad (6)$$

Освещённость измеряется в люксах (лк).

Люкс (лк) – это освещённость, создаваемая световым потоком 1 лм, равномерно распределённым на площади 1 м².

Если поверхность освещается точечным источником, то освещённость в каждой точке поверхности может быть различной. Её можно выразить через силу света I , расстояние r от поверхности и угол α между нормалью к поверхности \vec{n} и направлением на источник:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}. \quad (7)$$

Записанное соотношение называется законом обратных квадратов.

Из (7) можно найти силу света источника:

$$I = \frac{E r^2}{\cos \alpha}. \quad (8)$$

Описание экспериментальной установки

Оптическая скамья представляет собой две металлические штанги, на которых установлены ползунки. На одном ползунке находятся диск, с нанесённой градусной шкалой, и электрическая лампочка во вращающемся патроне; на другом – фотоэлемент. Ползунки снабжены указателями, позволяющими определять их положение по шкале скамьи.

Свет от лампочки, световое поле которой изучается, попадает на фотоэлемент. Возникающий при этом фототок измеряется зеркальным гальванометром. Освещённость фотоэлемента измеряется люксметром. Изменяя расстояние между фотоэлементом и лампочкой, или поворачивая её, можно изменить освещённость фотоэлемента. Необходимо учитывать, что измеряемая освещённость фотоэлемента складывается из освещённости E , создаваемой лампочкой, и освещённости, создаваемой другими внешними источниками. Её мы назовем фоновой и обозначим $E_{\text{фон}}$. Тогда освещённость, создаваемую лампочкой в каждом опыте, можно рассчитать по формуле:

$$E = E_i - E_{\text{фон}}, \quad (9)$$

где E_i – измеренное значение освещённости.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать силу света. Поясните смысл обозначений.
4. Какой график надо построить по результатам работы?

Выполнение работы

Задание 1. Определение силы света электрической лампочки

1. Установить указатель диска на ползунке с лампочкой на 0°. (При этом $\alpha=0^\circ$).
2. Установить между лампочкой и фотоэлементом расстояние r_1 , равное 20 см.
3. Измерить освещённость фотоэлемента $E_{\text{фон}}$ при выключённой лампочке.

4. Включить лампочку и измерить освещённость E_1 фотоэлемента с помощью люксметра.
5. Увеличить расстояние r между лампочкой и фотоэлементом на 5 см, передвинув лампочку, и измерить освещённость E_2 фотоэлемента.
6. Повторить измерения еще три раза согласно п. 5, увеличивая расстояние между лампочкой и фотоэлементом на 5 см.

Задание 2. Исследование светового поля электрической лампочки

Световое поле представляет собой полярную диаграмму распределения силы света по различным направлениям. При изучении светового поля лампочки накаливания её нельзя считать точечным источником света, так как спираль имеет форму цилиндра, расположенного горизонтально.

Сила тока, протекающего через фотоэлемент, прямо пропорциональна освещённости. В свою очередь освещённость прямо пропорциональна силе света источника. Поэтому полярная диаграмма распределения силы тока воспроизводит диаграмму распределения силы света, но в другом масштабе.

1. Установить лампочку на расстояние $r=20$ см от фотоэлемента. Указатель диска установить на 0° . Открыть фотоэлемент и произвести отсчёт силы тока по шкале гальванометра.
2. Поворачивая лампочку так, чтобы указатель диска стоял на 10° , 20° , 30° и т.д. до 360° , и каждый раз открывая фотоэлемент, произвести отсчёт силы тока по шкале гальванометра (расстояние между лампочкой и фотоэлементом должно быть постоянным).

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Вычислить силу света I лампочки по формуле (8) по результатам каждого опыта ($\cos 0^\circ=1$), подставляя в неё значения освещённости, найденные по формуле (9).
2. Найти среднее значение силы света лампочки.
3. Начертить в полярных координатах кривую зависимости силы тока от угла поворота лампочки, откладывая по радиус-вектору силу тока.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какими физическими величинами можно охарактеризовать энергию, переносимую электромагнитными волнами?
2. Дайте определение светового потока. Запишите соответствующую формулу. В каких единицах он измеряется?
3. Дайте определение силы света. Запишите соответствующую формулу. В каких единицах она измеряется?
4. Дайте определение освещённости. Запишите соответствующую формулу. В каких единицах она измеряется?

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 81

Выполнил(а) _____

Группа _____

Задание 1

Фоновая освещённость $E_{\text{фон}} =$ _____

№ п/п	r , см	E_i , лк	E , лк	I , кд
1				
2				
3				
4				
5				
среднее				

Задание 2

Расстояние между лампочкой и фотоэлементом $r =$ _____

α°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i , дел										

α°	100	110	120	130	140	150	160	170	180
i , дел									

α°	190	200	210	220	230	240	250	260	270
i , дел									

α°	280	290	300	310	320	330	340	350	360
i , дел									

Дата _____

Подпись преподавателя _____