

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей и технической физики

Отчёт по лабораторной работе

По дисциплине:

Физика

(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема:

**Измерение длины световой волны с помощью прозрачной
дифракционной решетки**

Выполнил: студент гр. НГС-21-1
(шифр группы)

_____ (подпись)

Стратонов В. А.
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Проверил:

_____ (должность)

_____ (подпись)

_____ (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2023

Цель: определить длину световой волны с помощью прозрачной дифракционной решетки.

Краткое теоретическое содержание:

1. Явления, изучаемые в работе: интерференция и дифракция света.

2. Основные физические понятия, процессы и величины:

Дифракционная решетка – это прозрачная пластина с нанесенными на нее непрозрачными штрихами равной ширины.

Постоянная (период) дифракционной решетки – сумма непрозрачных штрихов равной ширины и одинаковых прозрачных щелей дифракционной решетки.

Дифракция - явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий.

Видимый свет- электромагнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом, с длинами от $4 \cdot 10^{-7}$ м до $7 \cdot 10^{-7}$ м.

Интерференция света - сложение световых пучков, ведущее к образованию светлых и темных полос.

Когерентные источники - источники, излучающие волны одинаковой частоты с постоянной разностью фаз.

Длина волны - расстояние между двумя ближайшими друг к другу точками в пространстве, в которых колебания происходят в одинаковой фазе.

Интенсивность света - скалярная физическая величина, количественно характеризующая мощность, переносимую волной в направлении распространения.

СХЕМА УСТАНОВКИ

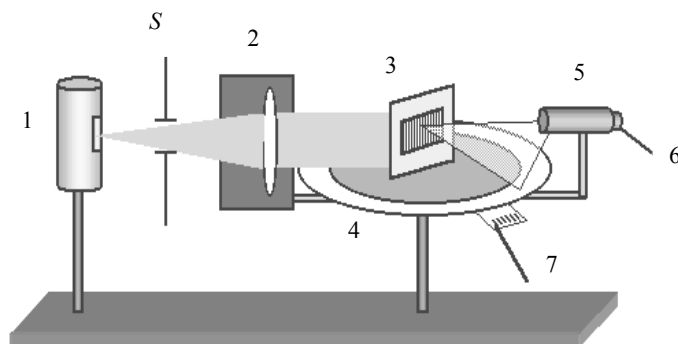


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

Источником оптического излучения с линейчатым спектром служит ртутная лампа 1 (рис.2). Коллиматор 2 (собирающая линза установлена на фокусном расстоянии от входной щели S) формирует параллельный пучок света, который падает на дифракционную решетку 3. Дифракционная решетка установлена на столике гониометра 4, так что ее штрихи расположены вертикально, а плоскость перпендикулярна оси коллиматора. Излучение, прошедшее

дифракционную решетку, попадает в зрительную трубу 5, имеющую визир в фокальной плоскости окуляра 6. Наблюдая в окуляр спектральную линию, совмещают ее с визиром, поворачивая для этого подвижную часть столика вместе с укрепленной на ней зрительной трубой. Измерение углов дифракции производится по лимбу 7 гониометра.

ОСНОВНЫЕ РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ

1. Период дифракционной решетки d , м:

$$d = \frac{1}{N}, \text{ где}$$

N – число штрихов.

2. Длина волны λ , м:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}, \text{ где}$$

d – период дифракционной решетки, м;

φ – угол между волной и дифракционной решеткой, град;

k – порядок дифракции.

ХОД РАБОТЫ

Таблица 1. Результаты измерений

Цвет спектральной линии	k (порядок)	Номер измерения	φ_{-k}	φ_{+k}	2φ	φ	$\sin\varphi$	λ	$\Delta\lambda$	
			град.	град.	град.	град.	-	10^{-7} м		
фиолетовый	1	1	97,55	100,6	3,05	1,52	0,02652	5,30		
		2	97,50	100,5	3,00	1,50	0,02617	5,20		
		3	97,55	100,6	3,05	1,52	0,02652	5,30		
		Среднее				1,50		5,26	3,51	
	2	1		96,68	101,1	4	4,46	2,23	0,03891	3,90
		2		96,66	101,1	3	4,47	2,23	0,03891	3,90
		3		96,68	100,1	6	4,48	2,24	0,03908	3,90
		Среднее					2,23		3,90	1,74

		1	95,21	102,7 0	7,49	3,74	0,06522	4,30		
	3	2	95,24	102,6 5	7,41	3,70	0,06453	4,30		
		3	95,22	102,6 6	7,44	3,72	0,06488	4,30		
		Среднее				3,72		4,30	1,15	
зеленый	1	1	97,78	101,1 3	3,34	1,67	0,02914	5,87		
		2	97,75	101,1 0	3,34	1,67	0,02914	5,87		
		3	97,76	101,1 2	3,36	1,68	0,02931	5,86		
		Среднее				1,67		5,86	3,50	
	2	1	95,73	102,2 9	6,56	3,28	0,05721	5,72		
		2	95,70	102,2 5	6,54	3,27	0,05704	5,70		
		3	95,71	102,2 6	6,54	3,27	0,05704	5,70		
		Среднее				3,27		5,70	1,74	
	3	1	94,22	103,7 2	9,5	4,75	0,08280	5,52		
		2	94,20	103,7 0	9,5	4,75	0,08280	5,52		
		3	94,21	103,7 1	9,5	4,75	0,08280	5,52		
		Среднее				4,75		5,52	1,16	
	желтый	1	1	97,50	101,0 8	3,58	1,79	0,03123	6,24	
			2	97,47	101,0 5	3,58	1,79	0,03123	6,24	

		3	97,48	101,0 6	3,58	1,79	0,03123	6,24	
		Среднее				1,79		6,24	3,48
	2	1	95,62	102,5 8	6,96	3,48	0,06070	6,07	
		2	95,60	102,5 5	6,94	3,47	0,06052	6,06	
		3	95,61	102,5 6	6,74	3,47	0,06052	6,06	
		Среднее				3,47		6,06	1,74
		3	93,73	104,0 4	10,3	5,15	0,08976	5,99	
	3	2	93,70	104,0 2	2	5,16	0,08993	5,99	
		3	93,72	104,0 3	10,3	5,15	0,08976	5,99	
		Среднее				5,15		5,99	1,16

Исходные данные:

$N = 50$ шт/мм.

Погрешности прямых измерений:

$\Delta\varphi = 1' = 0,017^\circ = 0,0003$ рад.

Погрешность косвенных измерений:

$\Delta\lambda = d \cdot \Delta\varphi$.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Период дифракционной решетки d , м:

$$d = \frac{1}{N} = \frac{0,001}{50} = 0,00002 \text{ (м)}.$$

Длина волны фиолетовой спектральной линии (1 порядок) для 1-го измерения $\lambda_{\phi 1}$, м:

$$\lambda_{\phi 1} = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k} = \frac{0,00002 \cdot \sin(1,52^\circ)}{1} = 5,3 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}.$$

Среднее значение длины волны фиолетовой спектральной линии $\overline{\lambda}_\phi$, м:

$$\overline{\lambda}_\phi = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_{\phi i} = \frac{(5,26 + 3,90 + 4,30) \cdot 10^{-7}}{3} = 4,48 \cdot 10^{-7} (\text{м}) = 448 (\text{нм}).$$

Длина волны зеленой спектральной линии (1 порядок) для 1-го измерения $\lambda_{з1}$, м:

$$\lambda_{з1} = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k} = \frac{0,00002 \cdot \sin(1,67^\circ)}{1} = 5,87 \cdot 10^{-7} (\text{м}).$$

Среднее значение длины волны зеленой спектральной линии $\overline{\lambda}_з$, м:

$$\overline{\lambda}_з = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_{зi} = \frac{(5,86 + 5,70 + 5,52) \cdot 10^{-7}}{3} = 5,69 \cdot 10^{-7} (\text{м}) = 569 (\text{нм}).$$

Длина волны желтой спектральной линии (1 порядок) для 1-го измерения $\lambda_{ж1}$, м:

$$\lambda_{ж1} = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k} = \frac{0,00002 \cdot \sin(1,79^\circ)}{1} = 6,24 \cdot 10^{-7} (\text{м}).$$

Среднее значение длины волны желтой спектральной линии $\overline{\lambda}_{жс}$, м:

$$\overline{\lambda}_{жс} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_{жсi} = \frac{(6,24 + 6,06 + 5,99) \cdot 10^{-7}}{3} = 6,09 \cdot 10^{-7} (\text{м}) = 609 (\text{нм}).$$

Среднее значение угла отклонения (1 порядок) для 1-го измерения $\lambda_{\phi 1}$, м:

$$\overline{\varphi}_{\phi 1} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3}{3} = \frac{1,50^\circ + 1,52^\circ + 1,50^\circ}{3} = 1,50^\circ$$

Погрешность косвенных измерений (1 порядок) для 1-го измерения длины волны $\Delta \lambda_{\phi 1}$, м:

$$\Delta \lambda_{\phi 1} = \frac{\Delta \varphi}{\overline{\varphi}_{\phi 1}} \cdot \overline{\lambda}_{\phi 1} = \frac{1^\circ}{1,50^\circ} \cdot 5,26 \cdot 10^{-7} = 3,51 \cdot 10^{-7} (\text{м}) = 351 (\text{нм})$$

Среднее значение погрешности косвенных измерений для измерения длины волны $\Delta \lambda_\phi$, м:

$$\overline{\Delta \lambda}_\phi = \frac{\Delta \lambda_{\phi 1} + \Delta \lambda_{\phi 1} + \Delta \lambda_{\phi 1}}{3} = \frac{(3,51 + 1,74 + 1,15) \cdot 10^{-7}}{3} = 2,01 \cdot 10^{-7} (\text{м}) = 201 (\text{нм}).$$

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

$$\lambda_\phi = \lambda_{\phi \text{ср}} \pm \Delta \lambda = (448 \pm 201) \text{ нм.}$$

$$\lambda_з = \lambda_{з \text{ср}} \pm \Delta \lambda = (569 \pm 213) \text{ нм.}$$

$$\lambda_{жс} = \lambda_{жс \text{ср}} \pm \Delta \lambda = (609 \pm 212) \text{ нм.}$$

ВЫВОД

В ходе данной лабораторной работы при помощи дифракционной решетки были определены длины волн фиолетового, зеленого и желтого цветов, которые, с учетом погрешности прямых и косвенных измерений, составили: $\lambda_{\phi} = (448 \pm 201) \text{ нм}$; $\lambda_{\text{з}} = (569 \pm 213) \text{ нм}$; $\lambda_{\text{ж}} = (609 \pm 212) \text{ нм}$.