

*Жувикина Ирина Алексеевна, учитель физики, математики и астрономии,
доктор физико-математических наук*

Мурашов Валентин Михайлович, учащийся 11 А класса

Ракецкий Максим Андреевич, учащийся 11 А класса

*Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №352*

Красносельского района Санкт-Петербурга

**РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ
«ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВ СВЕТА»
ДЛЯ 11 КЛАССА БАЗОВОЙ ПРОГРАММЫ**

Базовая программа по физике для 11 класса предусматривает изучение волновой природы света, однако недостаточное решение задач по этой теме делает ее изучение слишком абстрактным и, как следствие, неинтересным для обучающихся. Для решения задач по этой теме требуется серьезная математическая подготовка, но базовая программа по математике и физике и сильное ограничение числа учебных часов создают непреодолимые сложности на этом пути. Поэтому мы решили разработать лабораторную работу, позволяющую на практике «потрогать» волновые свойства света. Мы исходили из того, что работа должна давать возможность измерить какую-нибудь чисто волновую характеристику света (например, длину волны) и визуально увидеть какой-нибудь эффект, обусловленный исключительно волновой природой света, с которым не приходится иметь дело в повседневной жизни (мы выбрали дифракцию белого света на дифракционной решетке). При этом мы исходили из возможностей оборудования обычного физического кабинета школы с базовой программой по физике.



Самым неоднозначным выбором при разработке данной лабораторной работе была необходимость использования лазерного излучения. Для обеспечения необходимой безопасности лабораторная работа проводилась в парах. Один участник пары являлся ответственным за работу с лазером. Его обязанностью было не на секунду не отвлекаться от прибора и следить за направлением излучения. Включать лазер разрешалось лишь при по завершении подготовки вторым участником пары всех остальных элементов и лишь на строго необходимое время. Все участники работы в обязательном порядке проходили дополнительный специальный инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале по технике безопасности.

Поскольку лазерное излучение достаточно яркое, то не требовалось полного оптического затемнения помещения учебной аудитории. Оказалось достаточным затемнения окон с помощью простых жалюзи.

Лабораторная работа «Исследование волновых свойств света»

Цель работы. Исследование волновых свойств света: определение длины

световой волны лазерного излучения с помощью дифракционной решетки; изучение дифракции белого света на дифракционной решетке.

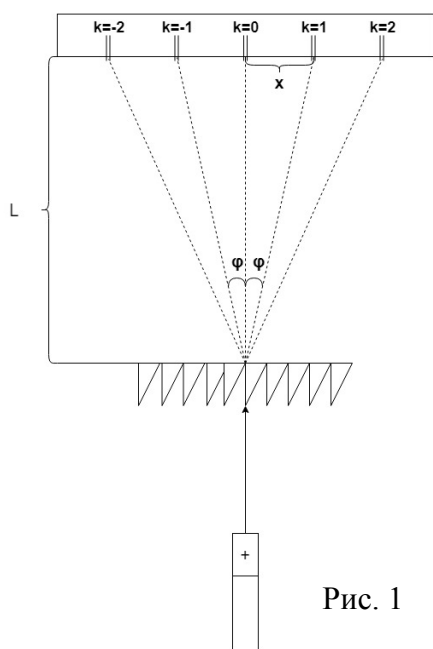


Рис. 1

Описание работы. Дифракцией волны называется явление отклонения направления распространения волны от прямолинейного при прохождении вблизи препятствий, геометрические размеры которых сравнимы с длиной волны. Дифракционная решётка — оптический элемент, действие которого основано на использовании явления дифракции света. Представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов

(щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность. Лазер – это оптический квантовый генератор электромагнитного излучения, которое с достаточной точностью можно считать монохроматическим.

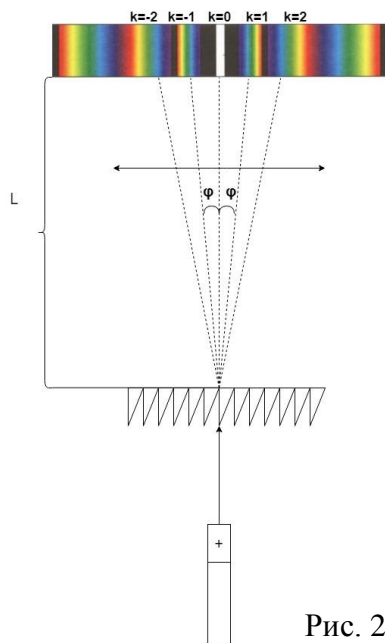


Рис. 2

При освещении дифракционной решетки лазерным излучением на экране формируется ряд освещенных пятен - дифракционных максимумов. (Рис.1) При освещении дифракционной решетки белым светом дифракционная картина на экране усложняется. Максимум нулевого порядка оказывается белым, а максимумы других порядков представляют собой радужные пятна – результат разложения белого света в спектр. (Рис.2)

Работа состоит из двух заданий. При выполнении первого требуется определить длину волны излучения двух лазеров – красного и зеленого. Для этого надо получить на экране дифракционную картину, измерить линейкой ее параметры и на основе формулы дифракционной решетки вычислить длину волны лазерного излучения. Второе задание предполагает получение на экране четкой дифракционной картины, получающейся при освещении дифракционной решетки белым светом и описание этой картины.

Расчет длины волны лазерного излучения проводится на основе формулы дифракционной решетки

$$d \sin \varphi = k\lambda.$$

Здесь d - постоянная решетки, φ - угол наблюдения дифракционного максимума, k - порядок дифракционного максимума, λ - длина волны лазерного излучения.



Оборудование

1. Зеленый и красный лазеры
2. Дифракционная решетка
3. Экран
4. Держатель 2 шт
5. Штатив с лапкой и муфтой 2 шт
6. Дифракционная решетка
7. Линза собирающая
8. Оптический рельс
9. Линейка

Ход работы

Задание 1. Измерение длины волны лазерного излучения

Собираем оптическую схему согласно рисунку. При прохождении излучения красного лазера через дифракционную решетку на экране наблюдаются максимумы нулевого и первого порядков, при этом максимумы первого порядка располагаются симметрично друг другу относительно нулевого максимума.

Аналогичная картина наблюдается и с зелёным лазером, но также можно увидеть и максимумы более высоких порядков, симметрично расположенные относительно максимума нулевого порядка.

Результаты измерения положения дифракционных максимумов x в зависимости от расстояния L между дифракционной решеткой и экраном заносим в таблицу. Используя соотношения

$$\sin(\varphi) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + L^2}}$$
$$\lambda = \frac{d \sin(\varphi)}{k} = \frac{dx}{k \sqrt{L^2 + x^2}}$$

Вычисляем длины волн красного и зеленого лазерного излучения.



Результаты измерений для красного и зеленого лазеров приведены соответственно в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Красный лазер

k	d, мм	L, м	x, м	λ , нм
1	0,002	0,15	0,042	539
1	0,002	0,20	0,055	530
1	0,002	0,25	0,07	539

Таблица 2. Зелёный лазер

k	d, мм	l, м	x, м	λ , нм
1	0,002	0,15	0,051	644
1	0,002	0,20	0,069	652
1	0,002	0,25	0,085	644

В качестве результата измерения следует привести среднее значение величин, приведенных в последнем столбце. В качестве погрешности принять погрешность по разбросу.

Вывод. Измеренные длины волн оказались близки к длинам волн указанным в паспортных данных лазеров.

Задание 2. Дифракция белого света

Дополняем оптическую схему собирающей линзой между ДР и экраном и светим на ДР светодиодным источником света белого цвета. На экране наблюдаются максимум нулевого порядка и максимумы первого порядка, разложенные в спектр от фиолетового (ближе к центру) до красного (дальше от центра). Данное явление связано с разной длиной волны у составляющих волн, из которых состоит белый свет.



Выводы. Дифракционная решетка является спектральным прибором, белый свет имеет сложный спектральный состав, угол отклонения света возрастает с увеличением длины волны.



Рис. 3

Заключение

Данная лабораторная работа была выполнена обучающимися 11 классов 352 школы с углубленным изучением немецкого языка (фото на рис.3). В ходе лабораторной работы учащимся гуманитарной гимназии удалось лучше понять волновую природу света. Стоит отметить, что данная работа показывает возможность проведения опытов по волновой оптике с помощью оборудования обычного физического кабинета школы с базовой программой по физике.

