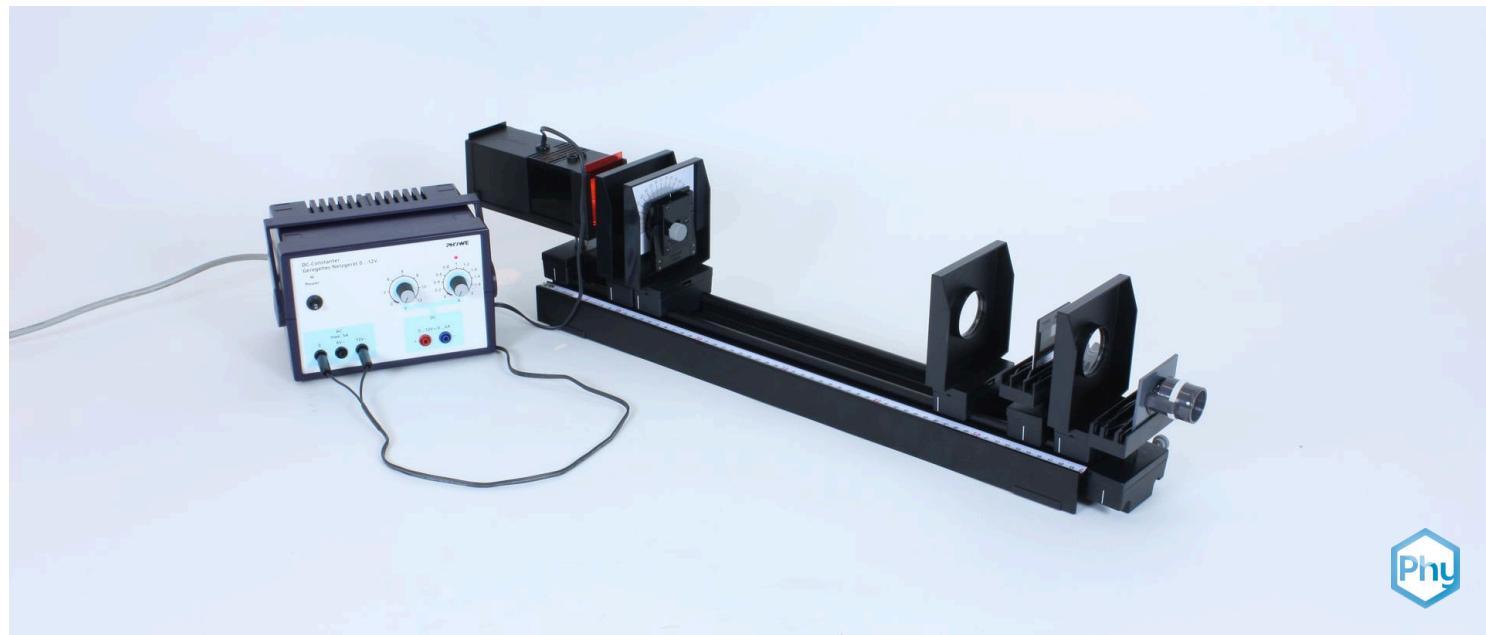


# Определение длины волны с помощью дифракционной решетки



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

лёгкий

1

10 Минут

10 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/618929a51aeb390003863b6c>

PHYWE



## Информация для учителей

### Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Дифракция света, хотя и не всегда наблюдаемая, происходит практически везде в повседневной жизни, даже на таких простых объектах, как решетка.

Этот эксперимент создает подходящие условия, чтобы можно было увидеть дифракционные явления света через дифракционную решетку. Это явление можно объяснить с помощью модели световых волн Гюйгенса.

## Дополнительная информация для учителей (1/5)

Предварительные  
знания



Принцип



Для проведения этого эксперимента учащимся не нужны какие-либо специальные знания.

Когда луч света попадает в щель, он там дифрагирует. Согласно принципу Гюйгенса, падающий световой пучок рассматривается как волновой фронт, причем каждая точка на этом волновом фронте представляет собой отправную точку для новой волны, так называемой элементарной волны. Отдельные элементарные волны накладываются друг на друга, и из-за когерентности возникает интерференционная картина.

## Дополнительная информация для учителей (2/5)

Цель



Задачи



Эксперименты желательно проводить для практического определения длин волн при дифракции на оптических пропускающих решетках.

Дальнейшие цели заключаются в развитии представлений о величине длин волн видимой части спектра, а также о знании того, что в экспериментах по определению длины волны светофильтра необходимо учитывать значительный допуск, если не используются дорогостоящие специальные фильтры для определенных длин волн.

Учащиеся должны определить предельные длины волн цветов видимого спектра при дифракции на пропускающей решетке и соответствующие полосы пропускания для красного, зеленого и синего фильтров.

## Дополнительная информация для учителей (3/5)

### Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты могут быть проведены в полутемном помещении. Чтобы предотвратить затухание дифракционных спектров, следует работать с напряжением 6 В ~ и с достаточно узкой световой щелью.

## Дополнительная информация для учителей (3/5)



### Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты могут быть проведены в полутемном помещении. Чтобы предотвратить затухание дифракционных спектров, следует работать с напряжением 6 В ~ и с достаточно узкой световой щелью.

## Дополнительная информация для учителей (4/5)



### Примечания

Измерения и расчеты могут показать, что, как и в данном случае, верхний предел диапазона пропускания красного фильтра превышает экспериментально определенную верхнюю границу длины волны видимого света. Эта противоречивая ситуация объясняется тем фактом, что когда измерения проводятся во всем спектре белого света, наиболее удаленный видимый красный цвет исчезает из-за яркости спектра. Если учащиеся получат аналогичные результаты, то им следует снова включить источник питания и наблюдать дифракционную картину поочередно без и с использованием красного фильтра.

## Дополнительная информация для учителей (5/5)



### Примечания

Если имеется экспериментальная лампа (11615-05), спектральная лампа (например, Hg, 08120-14) и катушка индуктивности или ограничитель для спектральных ламп (13662-93), то длины волн определенных спектральных линий могут быть определены с помощью той же экспериментальной установки.

## Инструкции по технике безопасности

PHYWE



Для этого эксперимента применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

PHYWE



## Информация для учеников

## Мотивация



Солнце как естественный источник света

Свет - это видимая для человека область электромагнитного спектра. С помощью дифракционных объектов, таких как решетка, можно наблюдать особое явление света - способность интерферировать, что указывает на волновой характер света.

Но как выглядит интерференционная картина и какие физические законы лежат в ее основе? Эти вопросы исследуются в данном эксперименте.

## Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Осветитель, галоген, 12В/20 Вт	09801-00	1
2	Нижняя часть светового ящика, со стержнем	09802-20	1
3	Оптическая скамья для лабораторных экспериментов, L = 600 мм	08376-00	1
4	Комплект цветных светофильтров, смесь аддитивных цветов	09807-00	1
5	Линза на скользящей опоре, f=+50 мм	09820-01	1
6	Линза на скользящей опоре, f=+100 мм	09820-02	1
7	Линза на скользящей опоре, f=+300 мм	09820-04	1
8	Скользящая опора для оптической скамьи	09822-00	2
9	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	1
10	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	2
11	Измерительная лупа	09831-00	1
12	Решетка, 80 линий/мм	09827-00	1
13	Щель, регулируемая до 1 мм	11604-07	1
14	Держатель для диафрагм	11604-09	1
15	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1

## Оборудование

PHYWE

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	<u>Осветитель, галоген, 12В/20 Вт</u>	09801-00	1
2	<u>Нижняя часть светового ящика, со стержнем</u>	09802-20	1
3	<u>Оптическая скамья для лабораторных экспериментов, L = 600 мм</u>	08376-00	1
4	<u>Комплект цветных светофильтров, смесь аддитивных цветов</u>	09807-00	1
5	<u>Линза на скользящей опоре, f=+50 мм</u>	09820-01	1
6	<u>Линза на скользящей опоре, f=+100 мм</u>	09820-02	1
7	<u>Линза на скользящей опоре, f=+300 мм</u>	09820-04	1
8	<u>Скользящая опора для оптической скамьи</u>	09822-00	2
9	<u>Рамка со шкалой на скользящей опоре</u>	09823-00	1
10	<u>Держатель пластин для 3 объектов</u>	09830-00	2
11	<u>Измерительная лупа</u>	09831-00	1
12	<u>Решетка, 80 линий/ мм</u>	09827-00	1
13	<u>Щель, регулируемая до 1 мм</u>	11604-07	1
14	<u>Держатель для диафрагм</u>	11604-09	1

## Подготовка (1/6)

PHYWE

- Соберите оптическую скамью из двух штативных стержней и регулируемых частей основания и поместите шкалу (рис. 1 и рис. 2).



Рисунок 1



Рисунок 2

## Подготовка (2/6)

PHYWE

- Соберите осветитель как показано на рисунках 3 и 4 и закрепите его в левой части основания штатива так, чтобы сторона объектива была направлена в сторону от оптической скамьи (рис. 5).
- Установите непрозрачный экран перед линзой осветителя (рис. 6).



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6

## Подготовка (3/6)

PHYWE

- Установите на оптической скамье линзу с  $f = +50$  мм на расстоянии 6 см (рис. 7).



Рисунок 7

## Подготовка (4/6)

PHYWE

- Вставьте регулируемую щель (световую щель) в держатель диафрагмы и закрепите ее на рамке со шкалой на расстоянии 9,5 см (рис. 8).
- Установите линзу с  $f = +300$  мм на расстоянии около 40 см, а другую линзу с  $f = +300$  мм в дальний конец оптической скамьи (рис. 9).

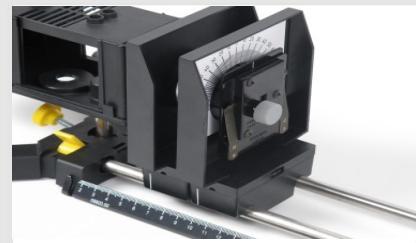


Рисунок 8



Рисунок 9

## Подготовка (5/6)

PHYWE

- Установите линзу с  $f = +100$  мм с правой стороны так, чтобы передняя сторона была направлена от оптической скамьи вправо (рис. 10).
- Расположите держатель пластины на скользящей опоре слева от линзы с  $f = +100$  мм так, чтобы пружины были направлены в сторону линзы чтобы впоследствии решетку можно было удерживать как можно ближе к этой линзе (рис. 11).

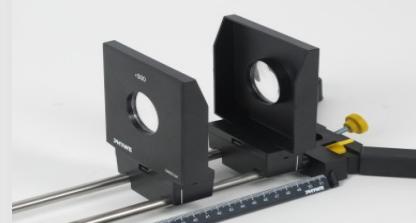


Рисунок 10

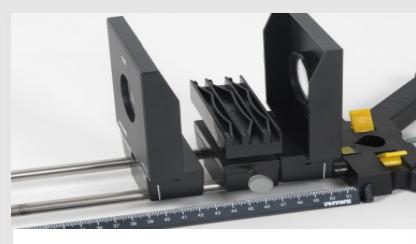


Рисунок 11

## Подготовка (6/6)

PHYWE

- Установите держатель пластины с оптикой для наблюдения (измерительной лупой) на скользящую опору как можно ближе к правой краю оптической скамьи (рис. 12); для этого в правой части регулируемого основания штатива поверните до упора винт с накаткой.



Рисунок 12

## Выполнение работы (1/3)

PHYWE

- Перемещайте скользящую опору с лупой вдоль оптической оси, пока освещенная щель не окажется в фокусе.
- Вставьте решетку с 80 линиями / мм ( $g = 0,0125$  мм) в рамку правого держателя пластины перед линзой с  $f = +100$  мм (рис. 14).



Рисунок 13

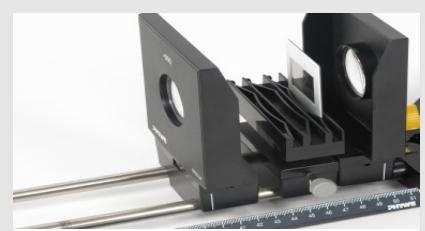


Рисунок 14

## Выполнение работы (2/3)

PHYWE

- Отрегулируйте экспериментальную схему так, чтобы световая щель была параллельна линиям решетки; а оптимальная ширина световой щели была достаточно резкой и яркой, чтобы интерференционная картина не смешивалась.
- Измерьте с помощью лупы расстояние  $d_{\max}$  едва видимого красного и расстояние  $d_{\min}$  едва видимого фиолетового от максимума яркости 0-го порядка (рис. 15).
- Измерьте расстояние  $e$  между центром линзы с  $f = +100$  мм и плоскостью наблюдения (рис. 15) и запишите измеренные значения.

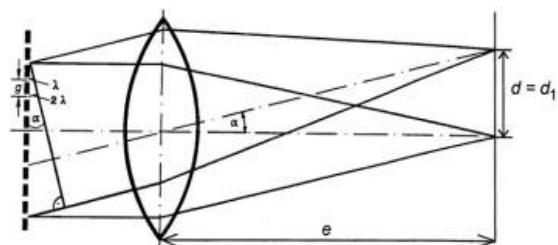


Рисунок 15

## Выполнение работы

PHYWE

- Вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 16) и измерьте с помощью увеличительного стекла расстояние  $d_{\max}$  внешней и расстояние  $d_{\min}$  внутренней границы дифракционной полосы 1-го порядка от максимума яркости 0-го порядка.
- Укажите цветовой диапазон и запишите показания.
- Выполните измерения также для зеленого и синего фильтров.
- Выключите источник питания.



Рисунок 16

**PHYWE**

## Протокол

### Задание 1

**PHYWE**

#### Описание наблюдений

Дифракция белого света на решетке приводит к появлению взаимно

красный

цветных полос (спектров), которые

параллельных

расположены, образуя яркую белую полосу. Если смотреть на эту белую полосу,

симметрично

цвет наиболее удален, а - наименее  
удален.

фиолетовый

**Проверьте**

## Задание 2

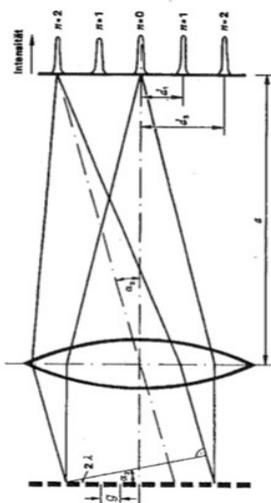


Рисунок 17

### Определение длины волны

Согласно рис. 17:  $\sin(\alpha_n) =$   и  $\tan(\alpha_n) =$

 $\sin(\alpha)$  $n \cdot (\lambda/g)$  $\lambda$  $\tan(\alpha)$  $d_n/e$ 

Для малых углов  $\alpha$  применяется приближение:  =

Из этого следует:  =

Путем преобразования получаем:  $\Leftrightarrow$   =

Поэтому для  $n = 1$   $\lambda = g \cdot (d/e)$

 $(g/e) \cdot (d_n/n)$ 

Проверьте

## Задание 3

### Расчет критических длин волн

**Цветовая гамма****Диапазон длин волн  $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$** 

440 нм – 655 нм

Белый свет:

от фиолетового до темно-красного

655 нм – 714 нм

Красный фильтр:

от желто-зеленого до темно-красного

405 нм – 714 нм

Зеленый фильтр:

от синего до оранжевого

571 нм – 738 нм

Синий фильтр:

от голубого к зелёному

417 нм – 548 нм

Синий фильтр 2:

от синего к красному

Проверьте