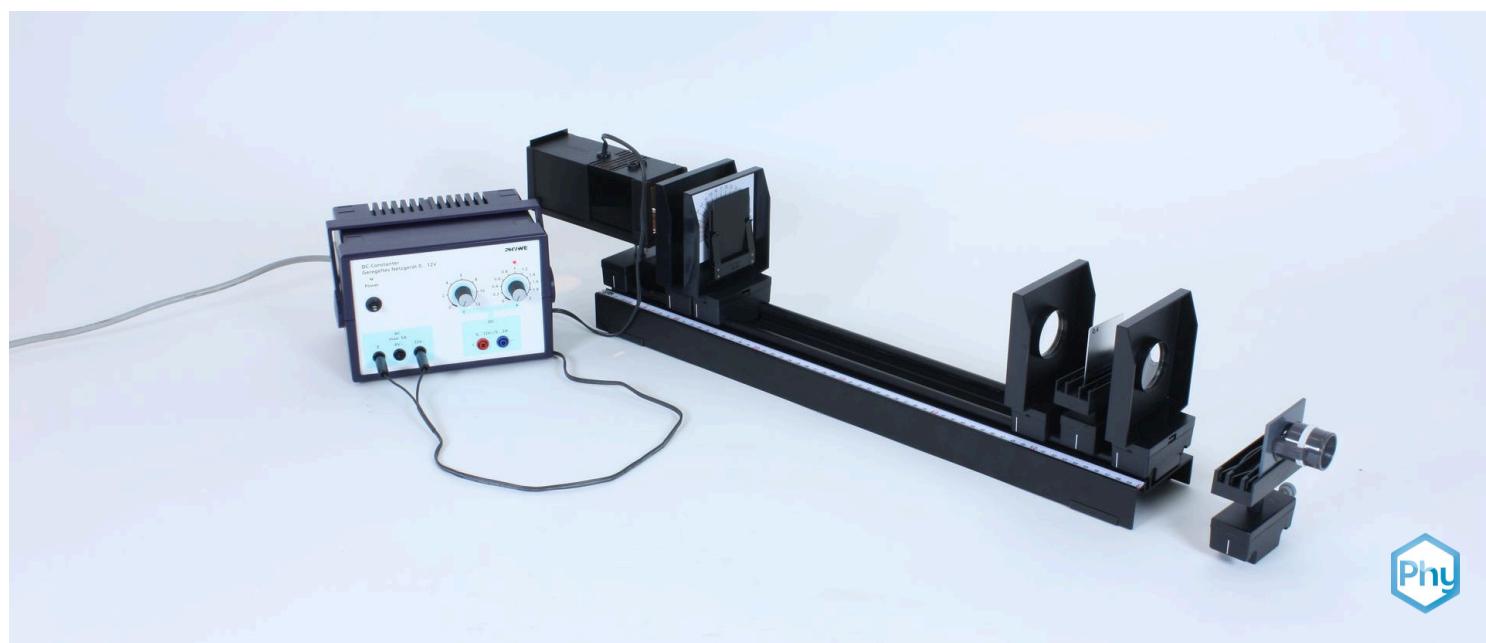


Дифракция на круглом отверстии



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

лёгкий

1

10 Минут

10 Минут

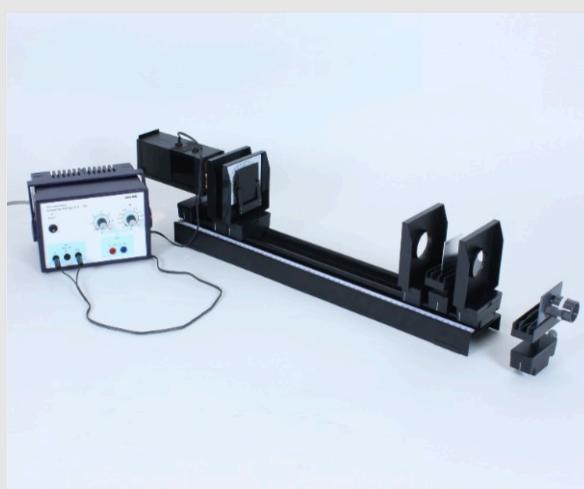
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/61910e0f91ea7700037a4c58>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE

Экспериментальная установка

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

Этот эксперимент создает соответствующие условия для того, чтобы волновая природа света стала видимой, когда свет проходит через круглое отверстие. Это явление можно объяснить с помощью модели световых волн Гюйгенса.

Дополнительная информация для учителей (1/4)

Предварительные знания



Принцип



Для этого эксперимента ученикам необходимы знания об интерференционной картине при дифракции на узкой щели или препятствии.

При дифракции света на круглом отверстии возникают интерференционные картины с концентрическими круговыми кольцами. Согласно принципу Гюйгенса, падающий световой пучок рассматривается как волновой фронт, причем каждая точка на этом волновом фронте представляет собой начальную точку для новой волны, так называемой элементарной волны. Отдельные элементарные волны накладываются друг на друга, и вследствие когерентности возникает интерференционная картина.

Дополнительная информация для учителей (2/4)

Цель



Задачи



На основе своих знаний о дифракции на узкой щели или препятствии учащиеся должны уметь предсказать, какую структуру будет иметь интерференционная картина, и проверить это в эксперименте.

Учащиеся должны исследовать интерференционные картины, возникающие при дифракции света на круглом отверстии малого диаметра, а затем с их помощью определить длину волны красного света.

Дополнительная информация для учителей (3/4)



Примечания по подготовке и выполнению работы

Экспериментальная комната должна быть хорошо затемнена, так как круговая апертура, выступающая в качестве источника света, может иметь лишь небольшой диаметр, поэтому работать нужно с лучами света низкой интенсивности. Это затрудняет корректировку расположения экспериментальной установки, тщательное выполнение которой имеет решающее значение для результата.

Для изготовления перфорированной диафрагмы с $d = 0,1$ мм вырезается кусок картона и протыкается посередине острием иглы, которое должно быть как можно более тонким. Диаметр отверстия должен быть $0,1 \dots 0,15$ мм, но не больше, и проверяться с помощью измерительной лупы.

Дополнительная информация для учителей (4/4)



Примечания

Количественную связь между диаметром дифракционного отверстия и диаметром 1-го минимума интенсивности можно определить, если удастся получить дифракционные картины даже при использовании дифракционных диафрагм с $d = 1$ мм и $d = 0,1$ мм, но это очень сложно при использовании имеющихся средств и условий освещения.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

PHYWE



Информация для учеников

Мотивация

PHYWE



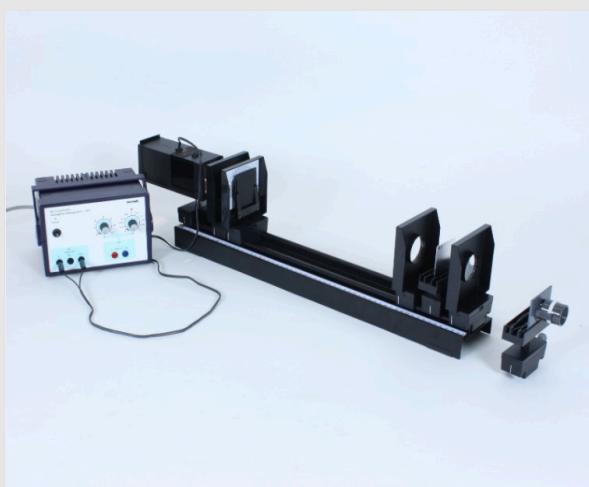
Солнце как естественный источник света

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

В зависимости от формы дифракционных объектов, интерференционные картины также изменяются соответствующим образом.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

1. Исследуйте интерференционные картины, возникающие при дифракции света на круглом отверстии малого диаметра.
2. Используйте круглые отверстия малого диаметра для определения длины волны красного света.

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	Диафрагмы, d=1, 2, 3, 5 мм	09815-00	1
6	Линза на скользящей опоре, f=+50 мм	09820-01	1
7	Линза на скользящей опоре, f=+300 мм	09820-04	2
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	Диафрагма, d=0,4 мм	08206-04	1
13	Держатель для диафрагм	11604-09	1
14	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
15	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
16	Картонные листы 200x300 мм, черные, 10 шт.	06306-01	1

Подготовка (1/5)

PHYWE

- Вырежьте из картона (50 x 50 мм) шаблон диафрагмы с круглым отверстием диаметром около 0,1 мм в центре.
- Соберите оптическую скамью из двух штативных стержней и регулируемых частей основания и поместите шкалу (рис. 1 и рис. 2).



Рисунок 1



Рисунок 2

Подготовка (2/5)

PHYWE

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



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6

Подготовка (3/5)

PHYWE

- Установите на оптической скамье линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 6 см (рис. 7).
- Установите на рамку со шкалой держатель диафрагмы с самодельной диафрагмой (рис. 8).



Рисунок 7



Рисунок 8

Подготовка (4/5)

PHYWE

- Поместите на оптической скамье рамку со шкалой примерно на расстоянии 9,5 см (рис. 9).
- Установите линзу с $f = +300$ мм на расстоянии около 40 см, а другую линзу с $f = +300$ мм в конце оптической скамьи (рис. 10).

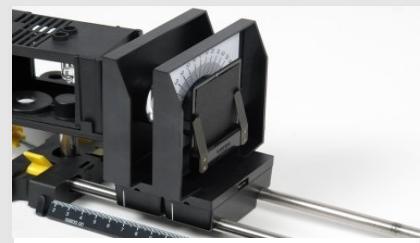


Рисунок 9

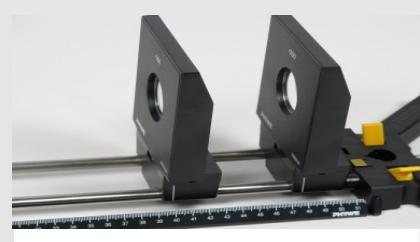


Рисунок 10

Подготовка (5/5)



- Поместите между этими линзами держатель пластины на скользящей опоре (рис. 11).
- Поместите оптику для наблюдения (измерительную лупу) в держатель пластины на скользящей опоре на расстоянии 30 см справа от оптической скамьи (рис. 12).



Рисунок 11



Рисунок 12

Выполнение работы (1/4)



Рисунок 13

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания (рис. 13).
- Перемещайте измерительную лупу вдоль оптической оси до тех пор, пока отверстие диафрагмы, служащее источником света, не окажется в фокусе плоскости наблюдения.

Выполнение работы (2/4)

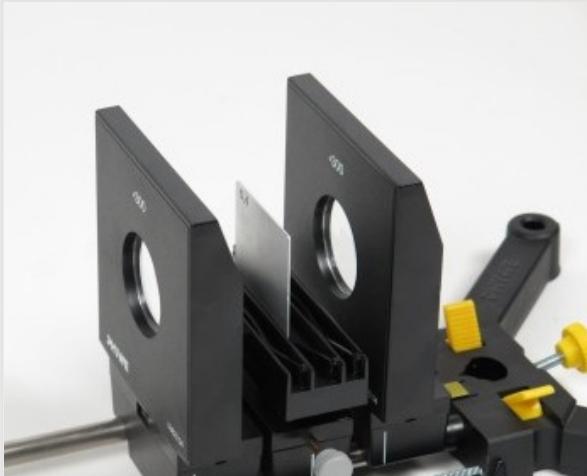


Рисунок 14

- Теперь закрепите диафрагму с точечным отверстием $d = 0,4$ мм в держателе пластины между линзами с $f = +300$ мм таким образом, чтобы отверстие было освещено равномерно и симметрично. (рис. 14).
- Наблюдайте и опишите дифракционную картину.

Выполнение работы (3/4)

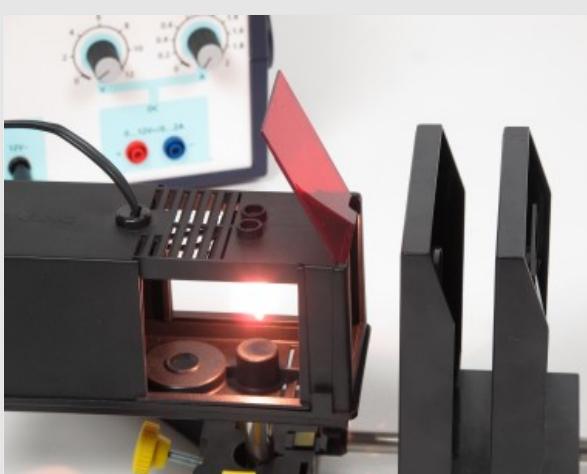


Рисунок 15

- Вставьте красный фильтр в свободную прорезь корпуса осветителя (рис. 15).
- Наблюдайте и опишите дифракционные картины.
- Измерьте центральный диаметр $2r_1$ первого минимума интенсивности и, по возможности, второго минимума $2r_2$.
- Запишите результат.

Выполнение работы (4/4)

PHYWE

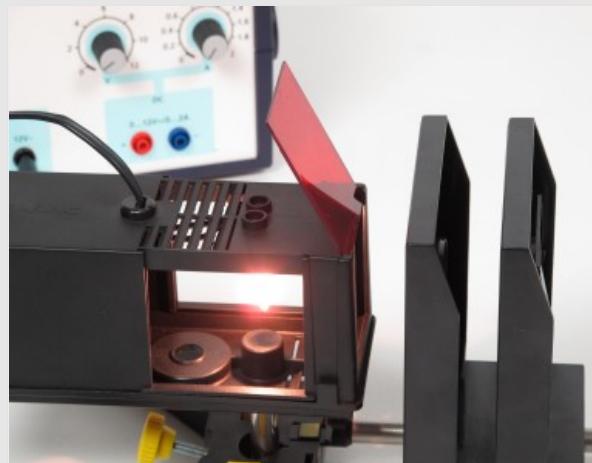


Рисунок 15

- Измерьте и запишите расстояние e плоскости наблюдения от правой линзы с $f = +300$ мм.
- Заменить диафрагму с $d = 0,4$ мм на диафрагму с $d = 1$ мм и наблюдать дифракционную картину; Теперь замените диафрагму с $d = 0,1$ мм на диафрагму с $d = 0,4$ мм и диафрагму с $d = 1$ мм на диафрагму с $d = 0,1$ мм.
- Наблюдайте за дифракционной картиной и выключите источник питания.

Выполнение работы (4/4)

PHYWE



Рисунок 15

- Измерьте и запишите расстояние e плоскости наблюдения от правой линзы с $f = +300$ мм.
- Заменить диафрагму с $d = 0,4$ мм на диафрагму с $d = 1$ мм и наблюдать дифракционную картину; Теперь замените диафрагму с $d = 0,1$ мм на диафрагму с $d = 0,4$ мм и диафрагму с $d = 1$ мм на диафрагму с $d = 0,1$ мм.
- Наблюдайте за дифракционной картиной и выключите источник питания.



Протокол

Задание 1

PHYWE

Заполните пробелы в тексте

Дифракционная картина состоит из белого круглого диска и концентрических круговых окрашенных [] полос, интенсивность которых резко [] по направлению к внешней стороне. Каждое из этих круглых колец содержит [] от фиолетового до красного, если смотреть из общего центра.

спектр

интерференционных

уменьшается

Проверьте

Задание 2

PHYWE

Сравните диаметры 1-го минимума интенсивности и сравните его с диаметрами дифракционных отверстий.

- Чем меньше диаметр дифракционного отверстия, тем больше диаметр 1-го минимума интенсивности.
- Чем меньше диаметр дифракционного отверстия, тем меньше диаметр 1-го минимума интенсивности.
- Независимо от диаметра дифракционного отверстия диаметр 1-го минимума интенсивности всегда остается одним и тем же.

✓ Проверьте

Задание 3

PHYWE

Уравнение длины волны

Каково уравнение для дифракции света на узком препятствии?

Вычислите среднюю длину волны света, проходящего через цветной фильтр, предполагая, что это уравнение применимо к дифракции на узком круглом отверстии.

$$\lambda = \frac{b}{\sqrt{e^2 + d_n^2}}$$

<i>e</i>
<i>d_n</i>
<i>n</i>
<i>b</i>

Расстояние от дифракционной щели до плоскости наблюдения

Расстояние *n*-го интерференционного минимума от оптической оси
Порядок интерференционного минимума

Ширина щели

✓ Проверьте