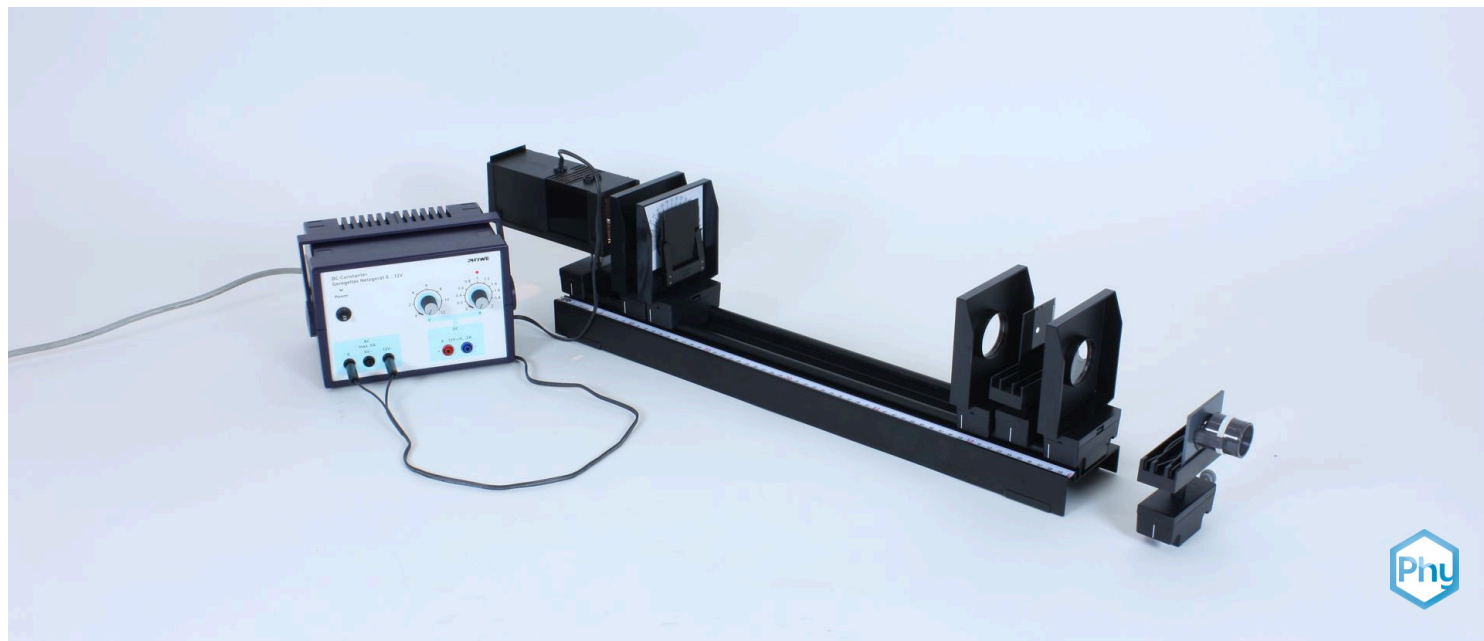


Дифракция от системы круглых отверстий одинакового размера



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция



Уровень сложности

лёгкий



Кол-во учеников

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

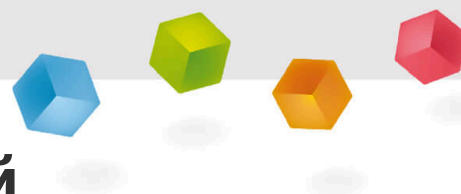
10 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/61911ba591ea7700037a4d47>

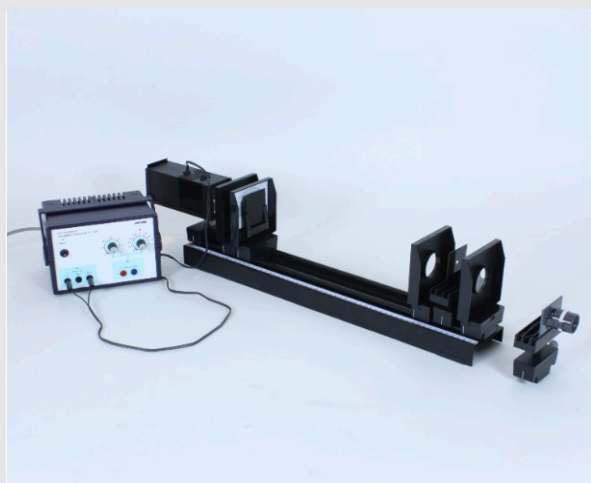
PHYWE

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 (1/6)

PHYWE

Предварительные знания



Принцип



Для учащихся будет преимуществом, если они уже имеют опыт работы с дифракцией на решетке - системе равноудаленных щелей одинаковой ширины - чтобы иметь возможность проводить аналогии с этим экспериментом.

Все круглые отверстия имеют одинаковую дифракционную картину, поскольку имеют (приблизительно) одинаковый диаметр. Путем наложения всех этих дифракционных картин создаются концентрические круги, наблюдаемые в эксперименте, диаметр которых зависит от длины волны используемого света, если в остальном схема эксперимента не изменяется, а расположение отверстий отражается в эти круги.

Дополнительная информация для учителей (2/6)

PHYWE

Цель



Ученики должны понимать, что по аналогии с дифракцией на линейной решетке - системе равноудаленных щелей одинаковой ширины - дифракция также происходит на системе равноудаленных (эквидистантных) круглых отверстий одинакового диаметра.

Задачи



Учащиеся должны направить узкий пучок света с круглым поперечным сечением на экран, в котором пробиваются отверстия одинакового размера с малым диаметром. Затем они должны исследовать дифракционные явления, возникающие при правильном расположении отверстий, с одной стороны, и нерегулярном - с другой. В этом эксперименте с помощью дифракционных картин необходимо также определить диаметр отверстий.

Дополнительная информация для учителей (3/6)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперимент можно проводить в полутемной комнате. Успех во многом зависит от того, насколько тщательно будет проведена настройка экспериментальной установки.

Изготовление диафрагм с отверстиями (по возможности) одинакового диаметра занимает относительно много времени. Поэтому рекомендуется выполнять эту подготовительную работу вне занятий. Из черного картона (06306.01) для набора панелей вырезают 4 квадрата со стороной 50 мм. Затем снизу панелей подкладывают картон, чтобы проколоть панели иглой таким образом, чтобы отверстия были одинакового размера.

Дополнительная информация для учителей (4/6)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Информация по оформлению панелей:

По возможности отверстия должны иметь (одинаковый) диаметр около 0,1 мм.

Диафрагма 1: отверстие в центре снимка.

Диафрагма 2: 10 - 15 отверстий на прямой линии, проходящей параллельно одной стороне панели через центр диафрагмы; равномерное расстояние между отверстиями 1 мм.

Диафрагма 3: примерно 10 x 10 отверстий в квадратном расположении, размер сетки 1 мм.

Диафрагма 4: около 100 отверстий с неравномерным расположением, среднее расстояние между отверстиями около 1 мм.

Дополнительная информация для учителей (5/6)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Чтобы сделать диафрагмы 2 и 3, рекомендуется на вырезанные квадраты положить миллиметровую бумагу. Чтобы диафрагма и миллиметровая бумага не двигались при прокалывании отверстий, они соединяются друг с другом с помощью скотча.

Диафрагмы четко пронумерованы в соответствии с описанием эксперимента.

Дополнительная информация для учителей (6/6)

PHYWE

Примечание

Тонкая алюминиевая фольга лучше, чем картон, подходит для изготовления панелей с отверстиями одинакового размера и максимально круглой формы. После изготовления диафрагм следует установить их на держатели пластин, чтобы сэкономить время в последующих экспериментах.

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



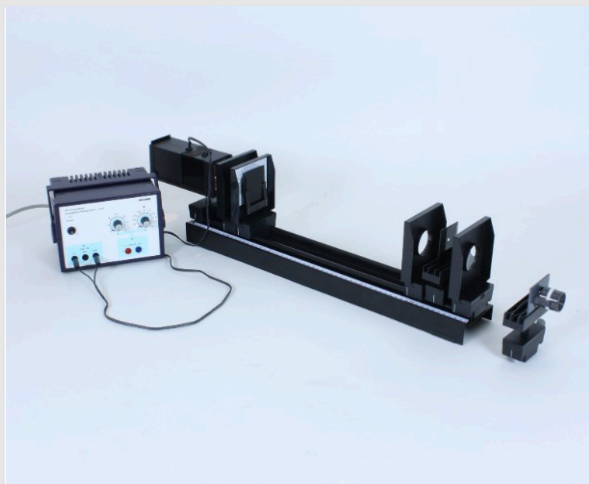
Солнце как естественный источник света

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. Направьте узкий луч света на диафрагму круглого сечения, в которой пробиты отверстия одинакового размера и малого диаметра.
2. Изучите дифракционные явления, возникающие при регулярном расположении отверстий, с одной стороны, и нерегулярном - с другой.
3. Определите диаметр отверстий с помощью дифракционных картин.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт No.	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=+300 мм	09820-04	2
7	Скользкая опора для оптической скамьи	09822-00	2
8	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	2
9	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	1
10	Измерительная лупа	09831-00	1
11	Держатель для диафрагм	11604-09	2
12	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
13	Рулетка, l=2 м	09936-00	1

Подготовка (1/5)

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 (2/5)

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 $f = +50$ мм на расстоянии 6 см (рис. 7).
- Установите на рамку со шкалой держатель диафрагмы с самодельной диафрагмой 1, которое имеет только одно отверстие ($d \approx 0,1$ мм) (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 на правый конец оптической скамьи (рис. 10).

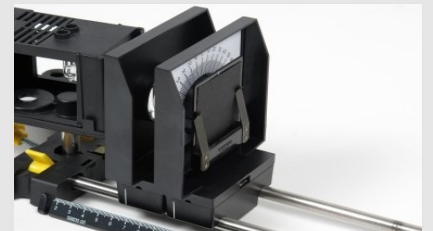


Рисунок 9

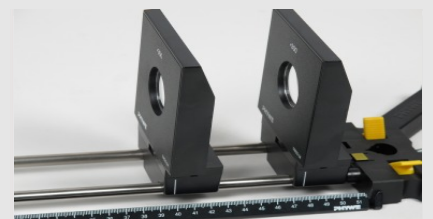


Рисунок 10

Подготовка (5/5)

PHYWE

- 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).

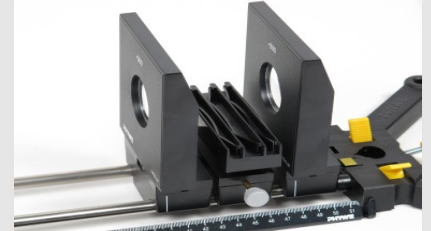


Рисунок 11



Рисунок 12

Выполнение работы (1/4)

PHYWE



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)

PHYWE



Рисунок 14

- Вставьте диафрагму, отверстия которой расположены по прямой линии (диафрагма 2), в держатель пластины, расположенный между линзами (рис. 14).
- Посмотрите на изображение через измерительную лупу и опишите его.
- Вместо диафрагмы 2 вставьте диафрагму 3, отверстия которой расположены в виде квадратной сетки.
- Рассмотрите и опишите полученное изображение и сравните ее с предыдущей картинкой.

Выполнение работы (3/4)

PHYWE

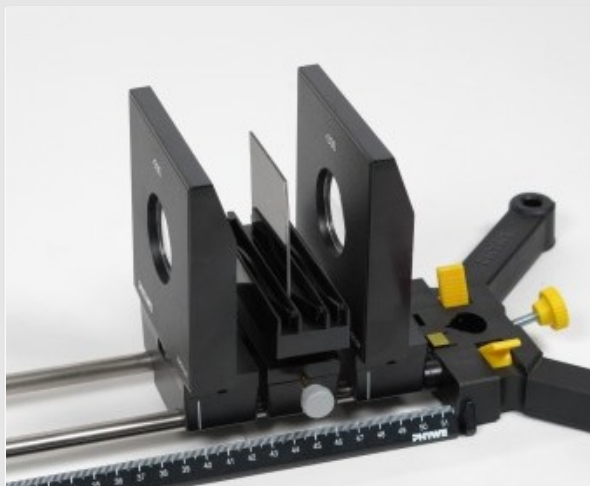


Рисунок 14

- Наконец, замените диафрагму 3 на диафрагму 4 с неравномерно расположенными отверстиями.
- Рассмотрите и опишите изображение и сравните ее с предыдущими картинками.
- Снова выберите диафрагму 3 для определения диаметра отверстий и вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя.

Выполнение работы (4/4)

PHYWE

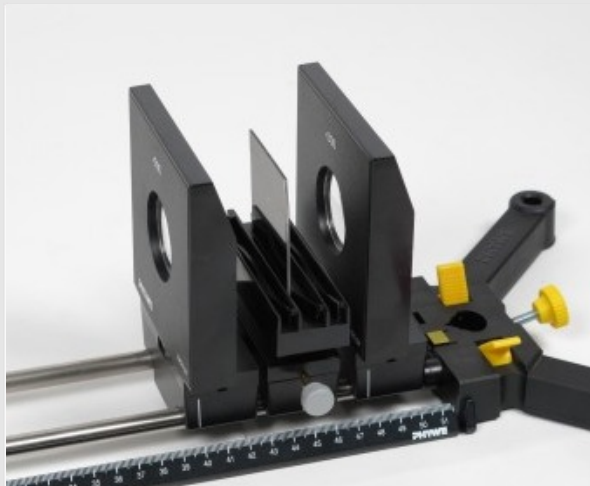
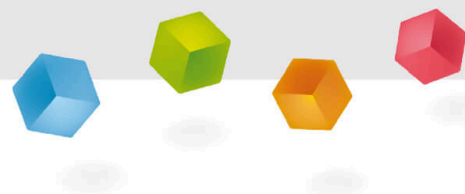


Рисунок 14

- Измерьте диаметр d_1 первого темного круга (1-й минимум интенсивности) и - по возможности - также второго темного круга, т.е. d_2 .
- Измерьте расстояние e между измерительной лупой и линзой на правом конце оптической скамьи.
- Выключите источник питания.

PHYWE

Протокол



Задание 1

PHYWE

Заполните пробелы в тексте

Видны два (или три) _____ круга. В общем центре - светлое пятно с _____ структурой. Каждый концентрический круг содержит _____ цвета, а именно внутренняя область каждого круга _____, внешняя область - _____.

линейной
концентрических
красная
спектральные
фиолетовая

✓ Проверьте

Задание 2

PHYWE

Для минимумов интенсивности дифракционных картин, полученных при дифракции на круглых диафрагмах с диаметром (D_m), применяются:

$$d = 1,22 \cdot \lambda \cdot 2 \cdot e / d_1 \quad (1\text{-го порядка}) \text{ и } d = 2,23 \cdot \lambda \cdot 2 \cdot e / d_2 \quad (2\text{-го порядка}).$$

Вычислите среднее значение диаметра d_m круглых отверстий диафрагмы. Пусть средняя длина волны света красного фильтра равна 650 нм. Каков порядок величины Вашего результата?

- ☐ Средний диаметр круглых отверстий составляет $\leq 0,01$ мм.
- ☐ Средний диаметр круглых отверстий составляет $\leq 0,001$ мм.
- ☐ Средний диаметр круглых отверстий составляет ≤ 1 мм.

Задание 3

PHYWE

Влияние расположения отверстий

Какова связь между расположением отверстий и структурой в дифракционной картине?

Вы можете увидеть структуру, соответствующую расположению отверстий.

одиночное отверстие:

Отверстия в ряду:

Отверстия в квадратной сетке:

Отверстия расположены
неравномерно:

неравномерно расположенные точки

точки, расположенные в квадрате

центральное световое пятно

Полосы в дифракционной картине

✓ Проверьте

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 24: Описание наблюдения

0/5

Слайд 25: Средний диаметр круглых отверстий

0/1

Слайд 26: Влияние расположения отверстий

0/4

Всего

0 / 10

Решения

Повторите