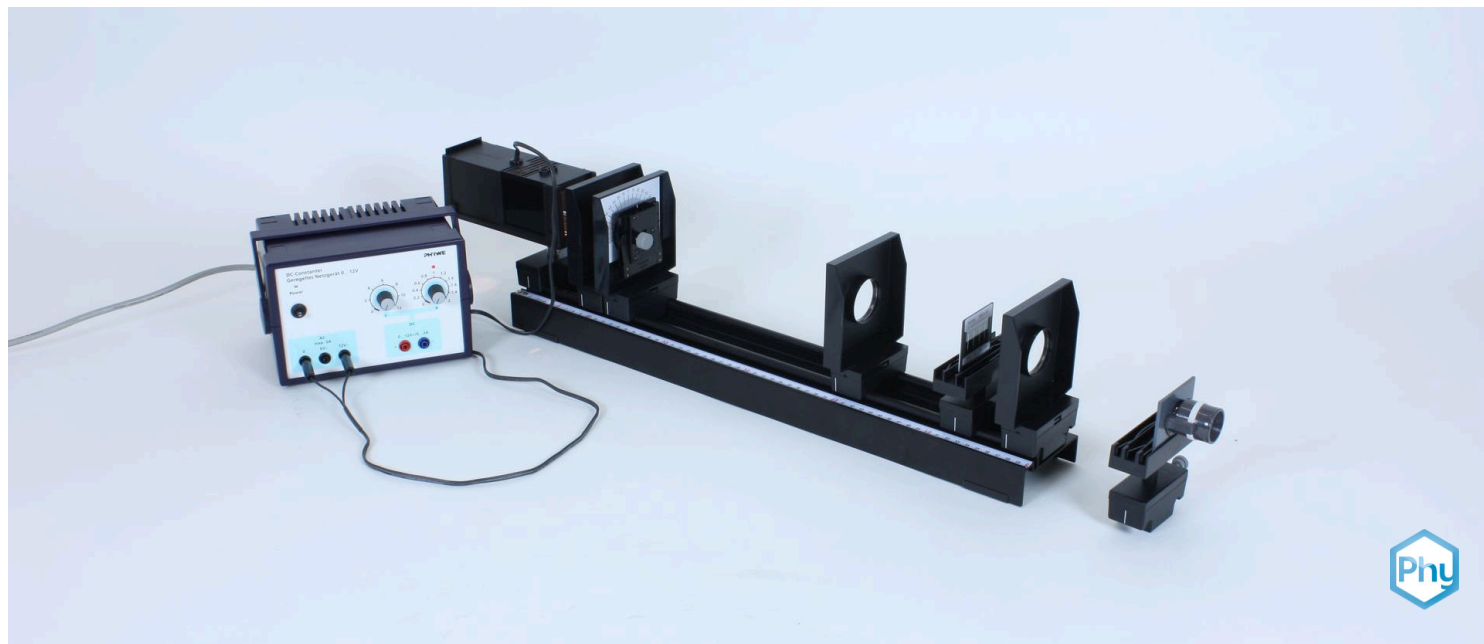


Дифракция на двойной щели



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:

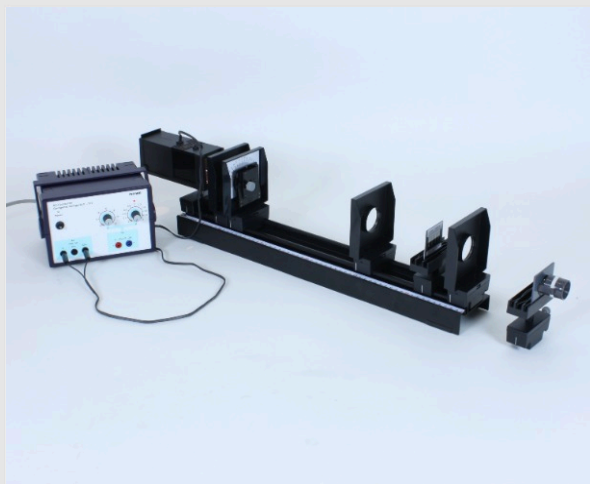
<http://localhost:1337/c/618bc7b964ac8c0003526706>

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 двойная щель.

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

Дополнительная информация для учителей (1/4)

PHYWE

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 (2/4)

PHYWE

Цель



С помощью этого эксперимента учащиеся должны узнать, что свет дифрагирует, когда проходит через двойную щель, и что за ней можно наблюдать дифракционную картину. Они также исследуют, как расстояние и ширина щели влияют на дифракционную картину.

Задачи



Ученики должны исследовать, как изменяется интерференционная картина во время дифракции на двойной щели, в зависимости от ширины щели b и расстояния между щелями g , а также определить длину волны красного света.

Дополнительная информация для учителей (3/4)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Настройка экспериментальной установки должна проводиться в хорошо затемненном помещении. Во время измерений с помощью оптики наблюдения необходимо немного осветить помещение, чтобы шкала была различима.

Регулировка не вызовет больших трудностей, если учащиеся будут сознательно добиваться того, чтобы световая щель и двойная щель всегда были параллельны друг другу и по оптической оси и чтобы обе щели двойной щели были освещены одинаково. Ширина световой щели должна быть установлена на подходящую величину.

Чтобы наблюдать яркость и резкость дифракционных изображений, учащиеся должны будут несколько раз сравнить дифракционные изображения различных двойных щелей друг с другом.

Дополнительная информация для учителей (4/4)

PHYWE

Дополнительная информация

Цель этого эксперимента - подготовить учащихся к пониманию того, как устроены оптические пропускающие решетки и как они работают.

Никаких измерений не потребуется для получения достаточных сведений о взаимосвязях между расстоянием между щелями и шириной щели, с одной стороны, и расстоянием, яркостью и резкостью интерференционных полос, с другой. Тем не менее, предлагается провести измерения расстояний между полосами, чтобы также сформулировать выводы о точности экспериментальных результатов на данном этапе.

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



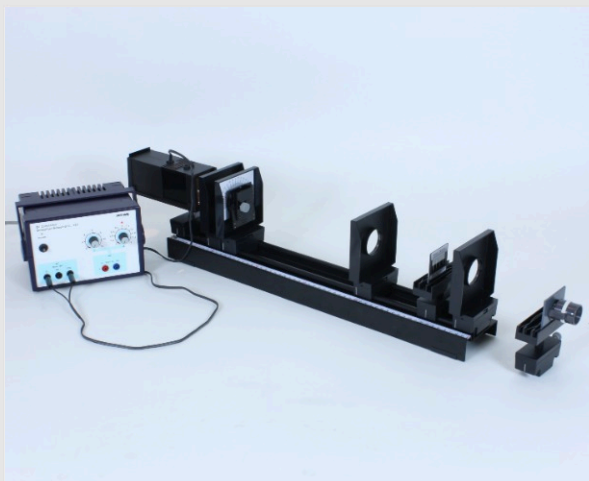
Солнце как естественный источник света

Свет - это видимая для человека область электромагнитного спектра. С помощью дифракционных объектов, таких как множественная щель, 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.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

1. Исследуйте, как изменяется интерференционная картина во время дифракции на двойной щели, в зависимости от ширины щели b и расстояния между щелями g .
2. Определите длину волны красного света.

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	1
9	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	2
10	Измерительная лупа	09831-00	1
11	Диафрагма, с 4 двойными щелями	08523-00	1
12	Щель, регулируемая до 1 мм	11604-07	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

- 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

- Вставьте регулирующую щель (световую щель) в держатель диафрагмы (рис. 7, рис. 8) и закрепите ее на рамке со шкалой (рис. 9).
- Установите на оптической скамье линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 6 см и рамку со шкалой на расстоянии около 9,5 см (рис. 10).



Рисунок 7



Рисунок 8



Рисунок 9

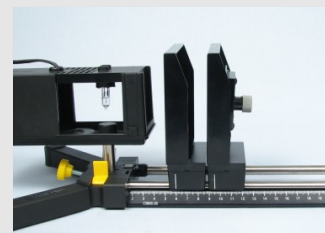


Рисунок 10

Подготовка (4/5)

PHYWE

- Установите линзу с $f = +300$ мм на расстоянии около 40 см, а другую линзу с $f = +300$ мм на правом краю оптической скамьи.
- Поместите скользящую опору с держателем пластины рядом перед правой линзой (рис. 11).
- Установите другую скользящую опору с держателем пластины и увеличительным стеклом на расстоянии 30 см справа от оптической скамьи (рис. 12).

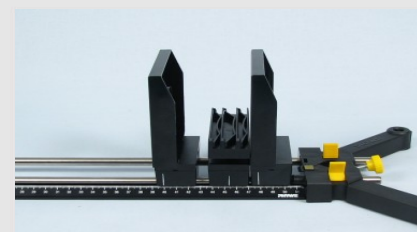


Рисунок 11



Рисунок 12

Подготовка (5/5)

PHYWE

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания (рис. 13).
- Получите четкое изображение световой щели (регулируемая щель), перемещая лупу в плоскости наблюдения вдоль оптической оси до тех пор.
- Вставьте диафрагму с 4 отдельными щелями в держатель пластины между линзами (рис. 14).



Рисунок 13

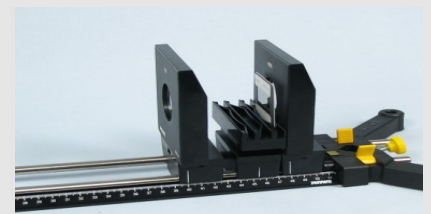


Рисунок 14

Выполнение работы (1/4)

PHYWE

1. Расстояние между интерференционными полосами

- Сдвиньте двойную щель с $b = 0,2$ мм и $g = 0,25$ мм вдоль оптической оси и закройте остальные щели непрозрачным экраном (рис. 15).
- При необходимости отрегулируйте экспериментальную установку так, чтобы световая щель и двойная щель проходили параллельно, двойная щель освещалась равномерно, а световая щель была отрегулирована так, чтобы дифракционная картина была яркой, но не сливалась.

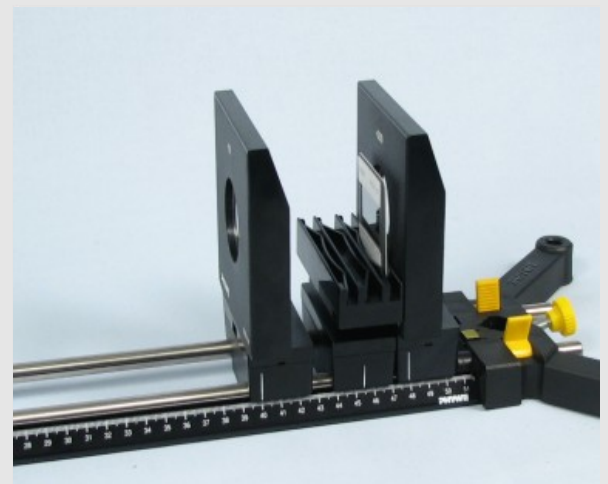


Рисунок 15

Выполнение работы (2/4)

PHYWE

- Вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 16).
- Определите расстояние d между интерференционными полосами с помощью оптики для наблюдения (измерительной лупы) и запишите измеренное значение для d .

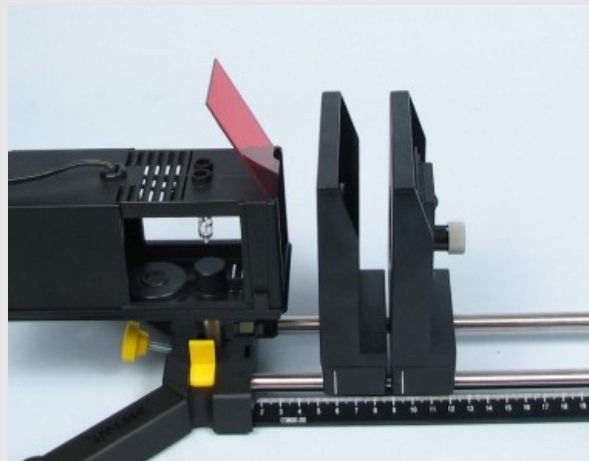


Рисунок 16

Выполнение работы (3/4)

PHYWE

- Измерьте расстояние e от лупы до правой линзы (рис. 17).
- Поместите 3 другие двойные щели на пути луча, измерьте в каждом случае расстояние d . Запишите измеренные значения.



Рисунок 17

Выполнение работы (4/4)

Часть 2 - Яркость и резкость интерференционных полос

- Поочередно переместите двойную щель с $b = 0,2$ мм и $g = 0,25$ мм и двойную щель с $b = 0,1$ мм и $g = 0,25$ мм на путь луча и сравните интерференционные картины друг с другом.
- Опишите яркость и резкость (ширину) интерференционных полос.
- Поместите двойную щель с $b = 0,1$ мм и $g = 0,5$ мм или $g = 1,0$ мм на путь луча.
- Опишите яркость и резкость полос интерферометра и, наконец, выключите питание.

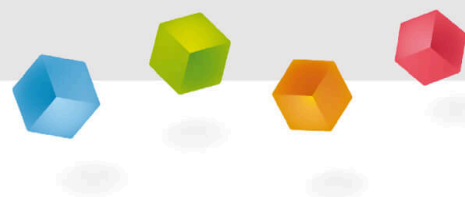
Выполнение работы (4/4)

Часть 2 - Яркость и резкость интерференционных полос

- Поочередно переместите двойную щель с $b = 0,2$ мм и $g = 0,25$ мм и двойную щель с $b = 0,1$ мм и $g = 0,25$ мм на путь луча и сравните интерференционные картины друг с другом.
- Опишите яркость и резкость (ширину) интерференционных полос.
- Поместите двойную щель с $b = 0,1$ мм и $g = 0,5$ мм или $g = 1,0$ мм на путь луча.
- Опишите яркость и резкость полос интерферометра и, наконец, выключите питание.

PHYWE

Протокол



Задание 1

PHYWE

Какие могут быть источники погрешности, приводящие к отклонениям в вычислении длины волны λ красного света?

- ☐ Красный фильтр имеет широкий диапазон пропускания, поэтому нельзя гарантировать, что всегда будет измеряться один и тот же красный цвет.
- ☐ Приведенные значения ширины щели b и расстояния между щелями g имеют определенный, но неизвестный допуск.
- ☐ При измерении значений для d_n и e ошибки считывания приводят к неточным измеренным значениям, которые учитываются при вычислении λ .

✓ Проверьте

Задание 2

PHYWE

Влияние ширины щели b и расстояния между щелями d

Чем больше b при постоянном g , тем интерференционные полосы.

Чем больше g при постоянной b , тем более число и резкость интерференционных полос и их расстояния друг от друга.

 маленький

 больше

 яркий

 темнее

☒ Проверьте

Задание 3

PHYWE

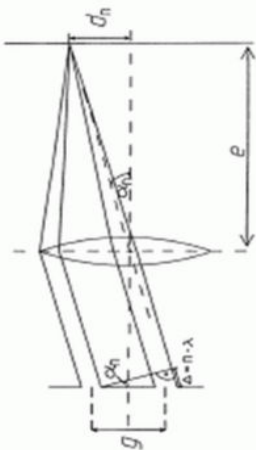


Рисунок 18

Какое уравнение можно вывести из рис. 18 для определения длины волны λ в случае дифракции на двойной щели?

Используйте эту формулу при вычислении длины волны красного света, которая получается из измеренных значений при использовании 4 различных двойных щелей.

☐ $\lambda = g \cdot d_n / (n \cdot e)$

☐ $\lambda = e \cdot d_n / (g \cdot n)$

☐ $\lambda = \Delta \cdot n \cdot \sin(\alpha_n) / (g + e)$

☒ Проверьте