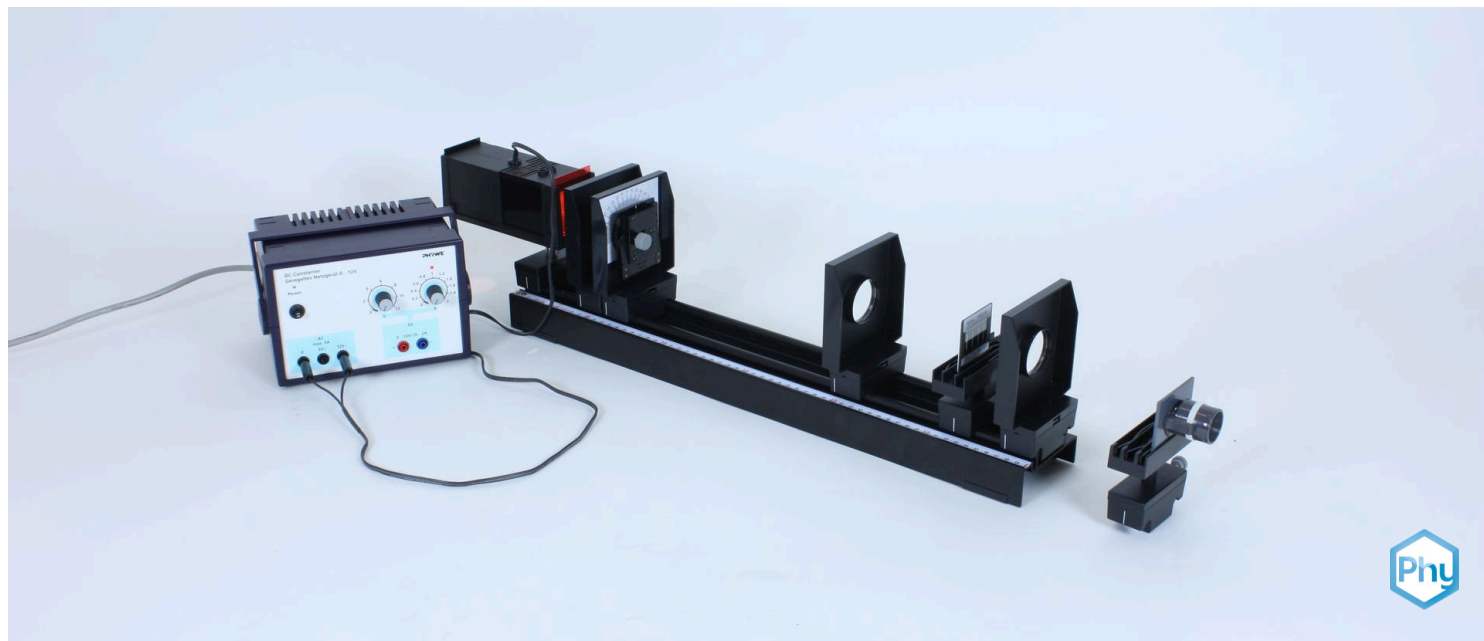


Дифракция на нескольких щелях



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция



Уровень сложности

лёгкий



Кол-во учеников

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

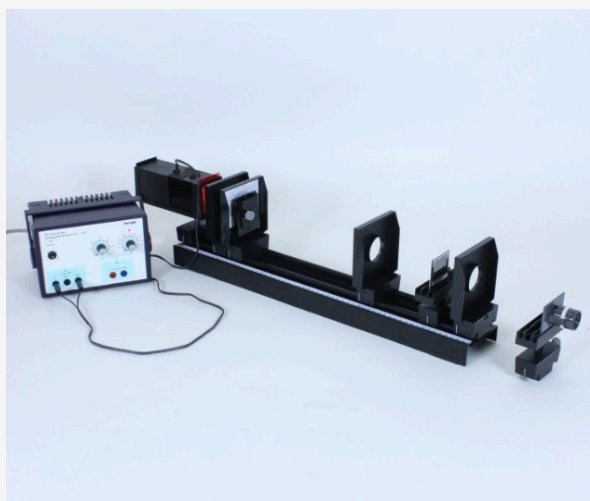
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/61881e5d6a649a0003eb2842>

PHYWE

Информация для учителей

Описание



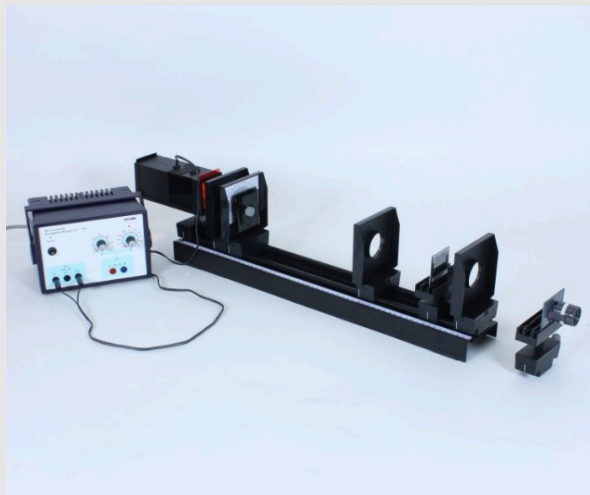
Экспериментальная установка

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

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

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

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

Этот эксперимент создает подходящие условия, чтобы можно было увидеть дифракционные явления света через множественную 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 понять, что, когда свет дифрагирует на n – щелях между двумя соседними основными максимумами, возникает $n - 1$ вторичных минимумов и $n - 2$ вторичных максимума, которые особенно четко видны между главным максимумом 0-го порядка и главным максимумом 1-го порядка.

Задачи



Они также должны выяснить, что интенсивность вторичных максимумов уменьшается по мере увеличения числа n щелей и становится незначительным в случае пропускающей решетки, а интенсивность главных максимумов увеличивается с увеличением n и становится очень большой в случае решетки.

Попросите учащихся изучить дифракционные картины, полученные от 2, 3, 4 или 5 щелей одинаковой ширины (несколько щелей), и сравнить дифракционную картину решетки с дифракционными картинами нескольких щелей.

Дополнительная информация для учителей (3/4)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперимент можно проводить в помещении с нормальной освещенностью. Если настройка была выполнена тщательно и аккуратно, она не вызовет никаких технических трудностей.

Поэтому рекомендуется начинать исследования с 4-кратной щели (это может быть также 3-кратная или 5-кратная щель, но не 2-кратная), чтобы ученики лучше ориентировались в своих наблюдениях.

Дополнительная информация для учителей (4/4)

PHYWE

Примечания

При объяснении учащимся возникновения вторичных максимумов или минимумов, можно указать, что, в случае дифракции на щели минимум интенсивности возникает тогда, когда цуги волн, отклоненные под определенным углом за счет дифракции на соседних щелях, имеют разность хода $\lambda / 2$, и что другие разности хода также могут привести к гашению: Например, три цуга волн, каждый из которых имеет разность хода $\lambda / 3$ по отношению друг к другу ($\Delta 1 = \lambda / 3$; $\Delta 2 = 2\lambda / 3$), компенсируют друг друга.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

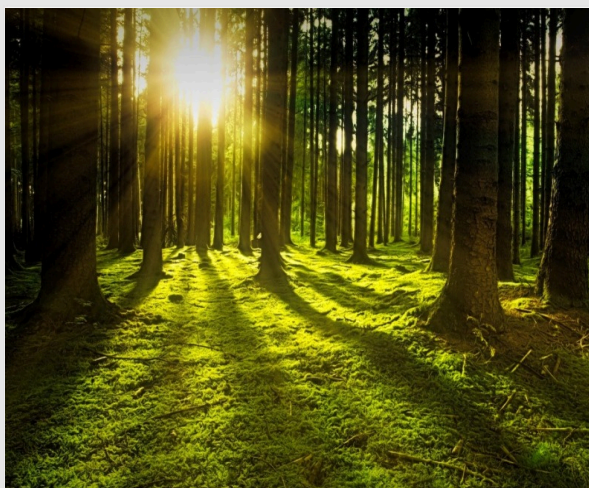
PHYWE



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.

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	1
7	Скользящая 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 множественными щелями	08526-00	1
12	Дифракционная решетка, 4 линии/мм	08532-00	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
16	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
17	Картонные листы 200x300 мм, черные, 10 шт.	06306-01	1

Оборудование

PHYWE

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	1
7	Скользящая 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 множественными щелями	08526-00	1
12	Дифракционная решетка, 4 линии/мм	08532-00	1
13	Щель, регулируемая до 1 мм	11604-07	1
14	Держатель для диафрагм	11604-09	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 красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 7).



Рисунок 7

Подготовка (4/5)

PHYWE

- Вставьте регулирующую щель (световую щель) в держатель диафрагмы (рис. 8, рис. 9) и закрепите ее на рамке со шкалой (рис. 10).
- Установите на оптической скамье линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 6 см и рамку со шкалой на расстоянии около 9,5 см (рис. 11).



Рисунок 8



Рисунок 9



Рисунок 10

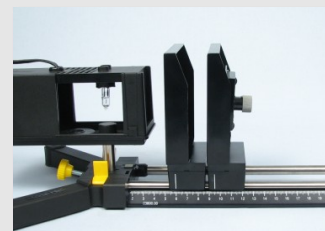


Рисунок 11

Подготовка (5/5)

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. 12).
- Установите другую скользящую опору с держателем пластины и увеличительным стеклом на расстоянии примерно 30 см справа от оптической скамьи (рис. 13).

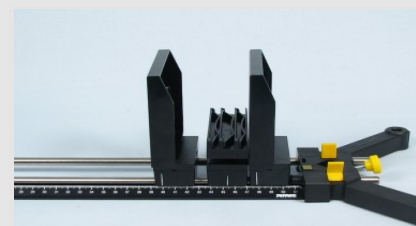


Рисунок 12



Рисунок 13

Выполнение работы (1/5)

PHYWE

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания (рис. 14).
- Получите четкое изображение световой щели, перемещая лупу в плоскости наблюдения.
- Вставьте диафрагму с 4 отдельными щелями в держатель пластины между линзами (рис. 15).



Рисунок 14

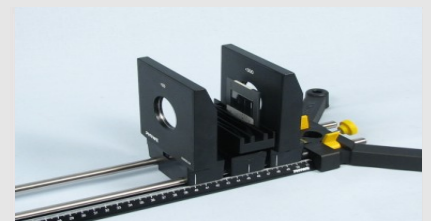


Рисунок 15

Выполнение работы (2/5)

PHYWE

- Переместите множественную щель с $n = 4$ на оптическую ось и закройте другие множественные щели непрозрачными экранами (рис. 16).
- Наблюдайте дифракционные картины. Если необходимо, отрегулируйте расположение диафрагмы со щелью таким образом, чтобы обеспечить параллельность световой щели и множественной щели, равномерное (симметричное) освещение множественной щели и оптимальную ширину световой щели.

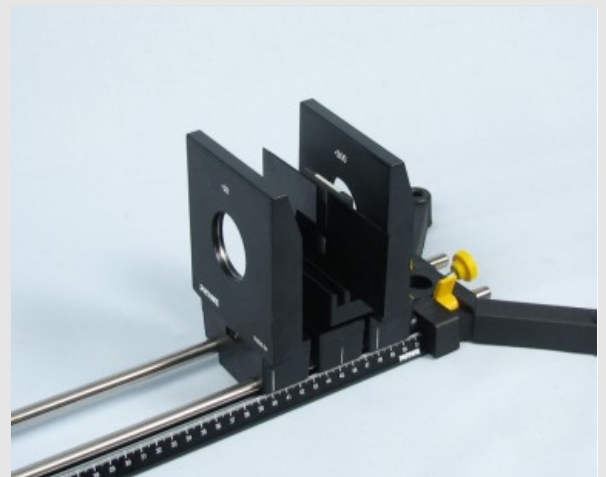


Рисунок 16

Выполнение работы (3/5)

PHYWE

- Изучите дифракционные картины с точки зрения возможных второстепенных максимумов и минимумов интерференции, возникающие между ожидаемыми максимумами, которые называются основными максимумами.
- Определите количество вторичных максимумов и минимумов и внесите результаты в таблицу. Оцените интенсивность основного и вторичного максимумов (отметьте интенсивность как высокая, средняя, низкая или очень низкая), а также запишите эту оценку в таблицу.

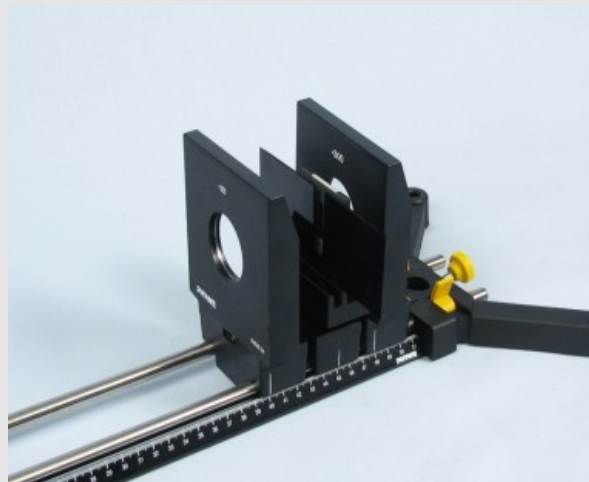


Рисунок 16

Выполнение работы (4/5)

PHYWE

- Вместо множественной щели с $n = 4$ последовательно вставьте щели с $n = 2, 3$ и 5 и действуйте так же, как описано ранее.
- Оставьте ширину световой щели неизменной и замените диафрагму с множеством щелей на решетку с 4 штрихами / мм (рис. 17).

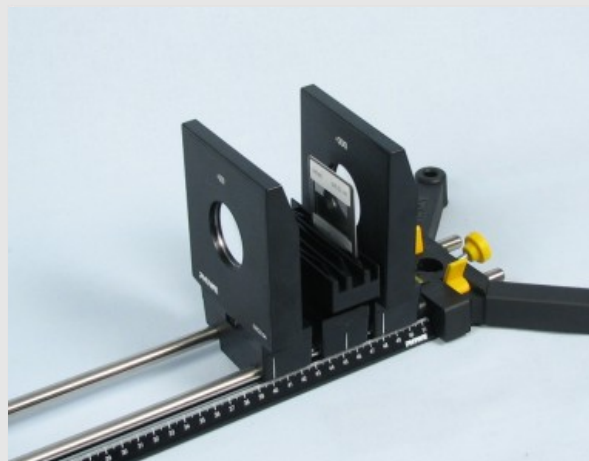


Рисунок 17

Выполнение работы (5/5)

PHYWE

- Закройте решетку двумя непрозрачными экранами так, чтобы первоначально широкая область решетки оставалась открытой симметрично относительно оптической оси (рис. 18).
- Равномерно переместите две непрозрачные диафрагмы к оптической оси и тем самым уменьшите площадь, занимаемую решеткой (т.е. уменьшите количество освещенных дифракционных щелей); наблюдайте дифракционную картину.
- Опишите наблюдения письменно и выключите источник питания.

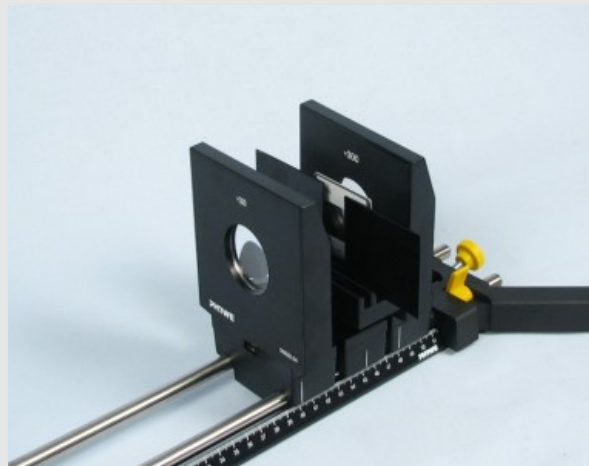
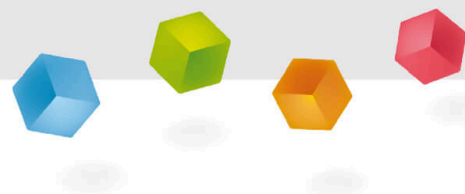


Рисунок 18

PHYWE

Протокол



Задание 1

PHYWE

Как меняются интенсивности вторичного и основного максимумов с увеличением числа n кратных щелей?

- ☐ С увеличением n щелей интенсивность вторичных максимумов уменьшается, а количество распознаваемых основных максимумов и их интенсивность увеличиваются.
- ☐ Количество n щелей не влияет на интенсивность, и вторичный, и главный максимумы светят с одинаковой интенсивностью.
- ☐ Интенсивность вторичных максимумов возрастает с увеличением числа n щелей, в то время как основные максимумы теряют интенсивность.

☒ Проверьте

Задание 2

PHYWE

Влияние числа n щелей в множественной щели

Следующее относится к числу вторичных максимумов $N_{n\max}$:

$$N_{n\min} = n - 1$$

Следующее относится к числу вторичных минимумов $N_{n\min}$:

$$N_{n\max} = n - 2$$

$$N_{n\max} = n - 3$$

$$N_{n\min} = n - 4$$

☒ Проверьте

Задание 3

PHYWE

Какие наблюдения можно сделать при использовании дифракционной решетки?

- ☐ Чем больше площадь освещаемой решетки, тем больше снижается интенсивность и количество основных максимумов, которые можно распознать.
- ☐ По мере уменьшения ширины освещаемой области возникает множество боковых максимумов, интенсивность которых мала. Если область становится все более узкой, количество вторичных максимумов уменьшается, а их интенсивность увеличивается.
- ☐ При использовании решетки вторичные максимумы больше не видны, а число и интенсивность основных максимумов очень велики, если освещена достаточно большая часть решетки.

✓ Проверьте