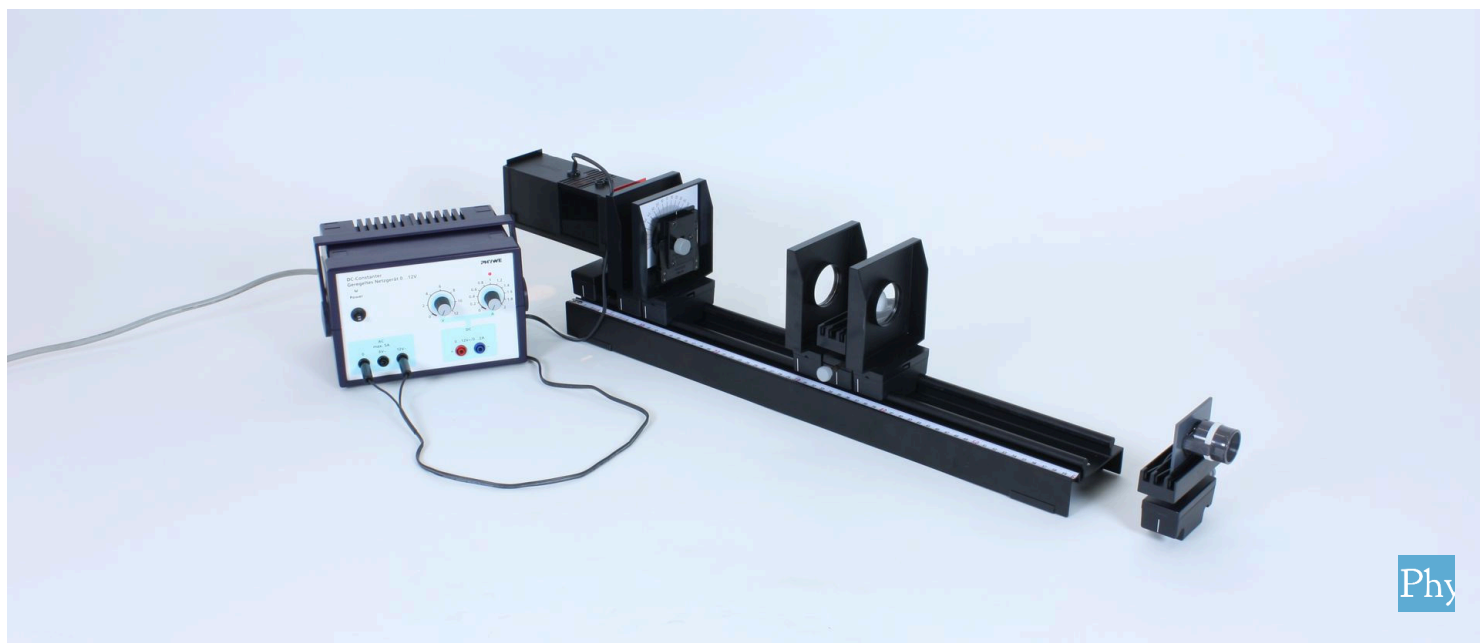


Разрешающая способность дифракционной решетки



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция

Физика

Свет и оптика

Спектрометрия и рефрактометрия



Уровень сложности

легко



Размер группы

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

PHYWE
excellence in science

Информация для учителей

Описание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Оптические приборы используются для увеличения мелких или удаленных объектов, чтобы глаз мог видеть больше деталей. Однако каждое устройство в разной степени разрешает рассматриваемый объект в зависимости от принципа действия и конструкции.

Для того чтобы иметь возможность сравнивать устройства между собой, существуют критерии, которые более подробно определяют разрешающую способность прибора.

Дополнительная информация для учителей (1/4)

PHYWE
excellence in science

Предварительные

знания



Учащиеся должны уже изучить явление дифракции света.

Принцип



Когда луч света попадает на оптическую решетку, он дифрагирует и образует за ней интерференционную картину, что можно объяснить с помощью принципа Гюйгенса. Два дифракционных максимума 0-го порядка можно отличить друг от друга именно тогда, когда выполняется критерий Рэлея. Этот критерий утверждает, что расстояние между дифракционными максимумами 0-го порядка не должно быть меньше половины расстояния между дифракционными минимумами 1-го порядка.

Дополнительная информация для учителей (2/4)

PHYWE
excellence in science

Цель



В этом эксперименте учащиеся должны выяснить, как количество щелей решетки и порядок дифракционного спектра влияют на спектральную разрешающую способность решетки.

Задачи



Ученики должны изучить, как разрешающая способность решетки зависит от количества задействованных щелей решетки и от порядка дифракционного спектра.

Дополнительная информация для учителей (3/4)

Примечания по подготовке и выполнению работы

Для оценки спектрального разрешения оптической решетки используется отношение $\lambda/\Delta\lambda$. Это отношение можно точно определить только в том случае, если сгенерировать линейчатый спектр, содержащий линии с подходящим расстоянием между ними $\Delta\lambda$.

В этом эксперименте даже с помощью относительно простых средств ученики могут получить достаточно информативные сведения о спектральном разрешении решетки.

Дополнительная информация для учителей (4/4)

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты можно проводить в полутемном помещении. Настроить их несложно, но для наблюдений учеников может потребоваться руководство и помощь со стороны учителя. В эксперименте 2 при использовании красного фильтра ученики должны выяснить, что спектры более высокого порядка перекрываются и что из-за снижения интенсивности дифракционных максимумов более высокого порядка их ширина может быть уменьшена.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE
excellence in science

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

PHYWE
excellence in science

Информация для учеников

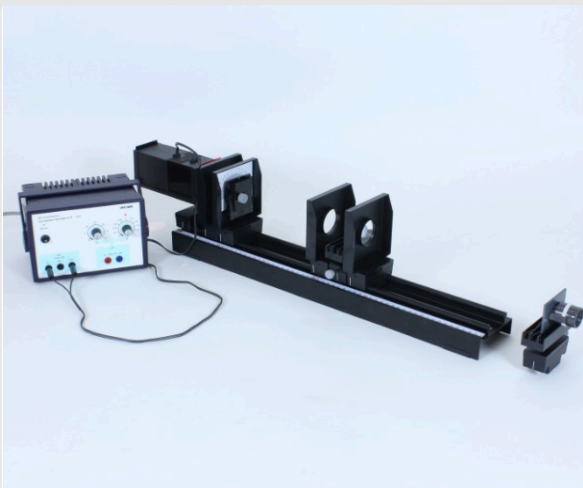
Мотивация

PHYWE
excellence in science

Микроскоп для оптического увеличения

Для распознавания и отображения удаленных или очень маленьких объектов используются оптические приборы. В принципе, их задача заключается в увеличении угла зрения. Однако следует помнить, что свет обладает волновыми свойствами. Это означает, что возникают дифракционные явления, которые влияют на разрешение и должны быть приняты во внимание.

Задачи

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Исследуйте, как разрешающая способность решетки зависит от:

1. количества задействованных щелей решетки и
2. порядка дифракционного спектра.

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 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	Картонные листы 200x300 мм, черные, 10 шт.	06306-01	1

Подготовка (1/4)

PHYWE
excellence in science

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



Рисунок 1



Рисунок 2

Подготовка (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Соберите осветитель как показано на рисунках 3 и 4.
- Закрепите осветитель 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 (3/4)

PHYWE
excellence in science

- Установите на оптической скамье линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 5,5 см (рис. 7).
- Установите рамку со шкалой на расстоянии 10 см и вставьте на рамку держатель диафрагмы с регулируемой щелью (рис. 8).



Рисунок 7

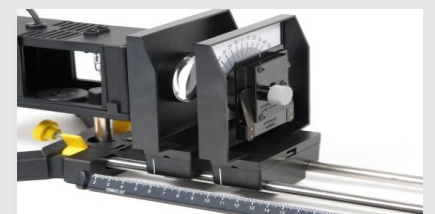


Рисунок 8

Подготовка (4/4)

PHYWE
excellence in science

- Установите на оптическую скамью линзу с $f = +300$ мм на расстоянии 30 см, вторую линзу с $f = +300$ мм на расстоянии 37 см и держатель пластины на расстоянии 34,5 см (рис. 9).
- Установите скользящую опору с держателем пластины и оптикой для наблюдения (измерительной лупой) на расстоянии примерно 50 см справа от оптической скамьи.
- Вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 10).

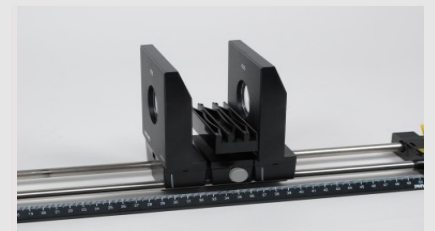


Рисунок 9



Рисунок 10

Выполнение работы (1/5)

PHYWE
excellence in science

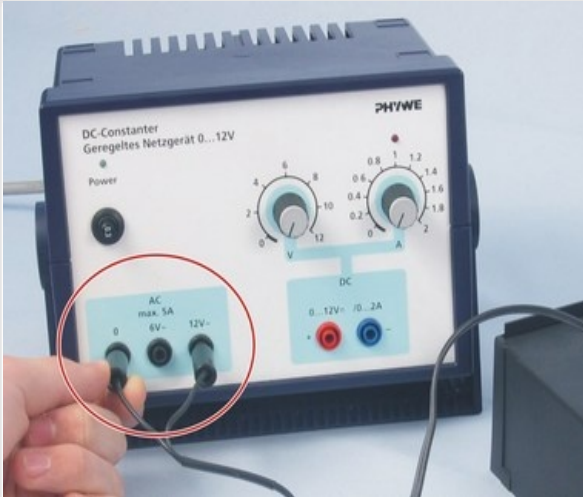


Рисунок 11

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания (рис. 11).
- Получите четкое изображение щели на плоскости наблюдения путем перемещения измерительной лупы вдоль оптической оси.
- Отрегулируйте ширину щели так, чтобы ширина изображения щели составляла около 0,2 мм.

Выполнение работы (2/5)

PHYWE
excellence in science



Рисунок 12

- Установите диафрагму с несколькими щелями в держатель пластины на расстоянии 34,5 см (рис. 12) и переместите сначала вдоль оптической оси двойную щель.
- Закройте другие несколько щелей панелями из черного картона (примерно 50 x 50 мм) и опишите дифракционную картину.

Выполнение работы (3/5)

PHYWE
excellence in science



Рисунок 12

- Вместо двойной щели поместите на пути луча одну за другой диафрагмы с тремя, четырьмя и пятью щелями и, наконец, решетку. Наблюдайте и опишите соответствующие дифракционные картины, обращая внимание на яркость и ширину дифракционных полос.
- Запишите наблюдения.
- Выключите источник питания.

Выполнение работы (4/5)

PHYWE
excellence in science

Эксперимент 2

- Снимите красный фильтр, а в остальном оставьте экспериментальную установку, как в эксперименте 1.
- Включите источник питания и посмотрите на дифракционную картину, создаваемую решеткой с 4 линиями/мм.
- Измерьте ширину дифракционных спектров 1-го, 2-го и 3-го порядка и запишите измеренные значения.

Выполнение работы (5/5)

PHYWE
excellence in science

Эксперимент 2

- Установите красный фильтр на место и измерьте ширину интерференционного максимума красного света, соответствующего полосе пропускания фильтра.
- Запишите показания.
- Выключите источник питания.

PHYWE
excellence in science

Протокол

Задание 1

PHYWE
excellence in science

Заполните пробелы в тексте!

В случае [] щели вторичный максимум появляется между максимумом 0-го порядка и максимумами 1-го порядка; максимумы первого порядка [] и резче, чем в случае [] щели.

В случае диафрагмы с 4-мя щелями между максимумом 0-го порядка и максимумом 1-го порядка возникают [] вторичных максимума и [] вторичных максимума для диафрагмы с 5-ю щелями. Максимумы 1-го и более высоких порядков становятся ярче и резче. В случае решетки вторичные [] исчезли; максимумы 1-го и выше (до 5-го порядка все еще отчетливо различимы) теперь еще ярче и резче.

двойной

два

три

тройной

ярче

максимумы

 Проверьте

Задание 2

PHYWE

Какой вывод о разрешающей способности решетки можно сделать на основании наблюдений?

- По мере увеличения числа щелей, участвующих в дифракции, интенсивность и резкость дифракционных максимумов 1-го порядка увеличиваются, хотя оба эти показателя уменьшаются с увеличением порядков.
- По мере увеличения числа щелей, участвующих в дифракции, тем меньше интенсивность и резкость дифракционных максимумов 1-го и более высоких порядков.
- По мере увеличения числа щелей, участвующих в дифракции, интенсивность и резкость дифракционных максимумов 1-го и более высоких порядков возрастают.

 Проверьте

Задание 3

PHYWE
excellence in science

Изменение ширины дифракционного спектра

С увеличением порядка ширины зоны, покрываемой решеткой

генерируемые дифракционные спектры, т.е. отдельные, входящие в спектр

диапазоны могут быть идентифицированы в дифракционных спектрах более высокого порядка

Разрешающая способность решетки тем лучше, чем больше порядок исследуемого дифракционного спектра.

хуже

лучше

сокращает

растет

ниже

выше

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 22: Описание наблюдений	0/6
Слайд 23: Решающая способность решетки	0/1
Слайд 24: Изменение ширины дифракционного спектра	0/3

Всего  ★ 0/10

👁 Решения

🔄 Повторите