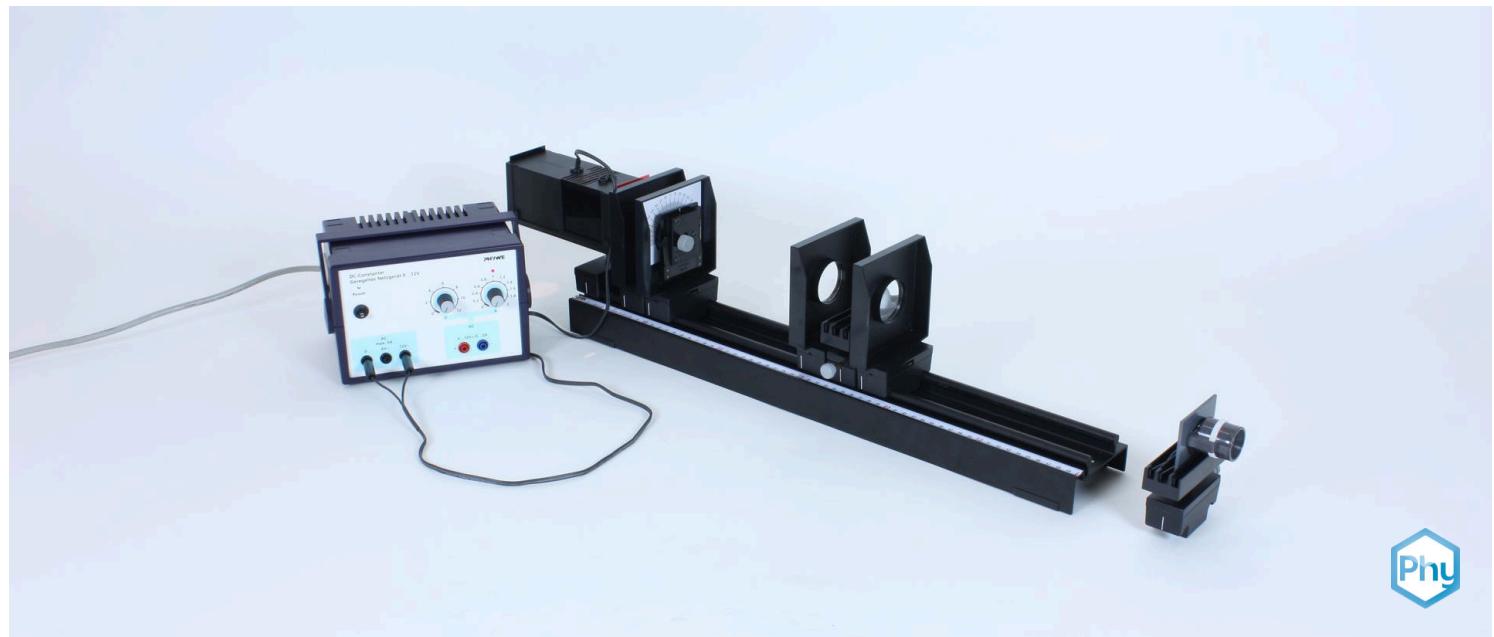


# Разрешающая способность дифракционной решетки



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция

Физика

Свет и оптика

Спектрометрия и рефрактометрия



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/619290f99348ba0003cb9737>

**PHYWE**

## Информация для учителей

### Описание

**PHYWE**

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)



### 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)



### 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 помочь 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



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

PHYWE



## Информация для учеников

## Мотивация

PHYWE

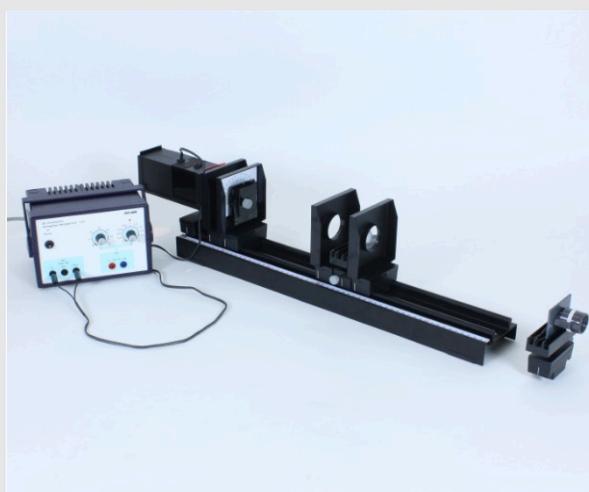


Микроскоп для оптического увеличения

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



Экспериментальная установка

Исследуйте, как разрешающая способность решетки зависит от:

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

## 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	Линза на скользящей опоре, f=+50 мм	09820-01	1
6	Линза на скользящей опоре, f=+300 мм	09820-04	2
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	Картонные листы 200x300 мм, черные, 10 шт.	06306-01	1

## Подготовка (1/4)

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 (2/4)

PHYWE

- 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

- 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

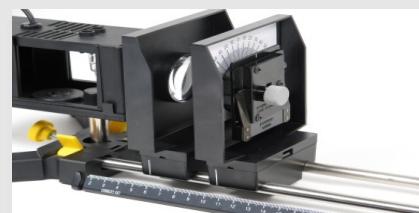


Рисунок 8

## Подготовка (4/4)

PHYWE

- 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).

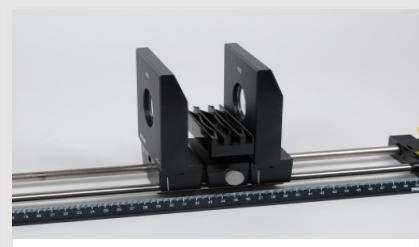


Рисунок 9



Рисунок 10

## Выполнение работы (1/5)

PHYWE



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 изображение щели составляла около 0,2 мм.

## Выполнение работы (2/5)

PHYWE



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



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

### Эксперимент 2

- Снимите красный фильтр, а в остальном оставьте экспериментальную установку, как в эксперименте 1.
- Включите источник питания и посмотрите на дифракционную картину, созданную 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

### Эксперимент 2

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

PHYWE



## Протокол

12/14

## Задание 1



### 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.

тройной  
двойной  
три  
максимумы  
два  
ярче

Проверьте

## Задание 2



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 и более высоких порядков возрастают.
- 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.

Проверьте

## Задание 3

PHYWE

### Изменение ширины дифракционного спектра

С увеличением порядка

ширина 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

14/14