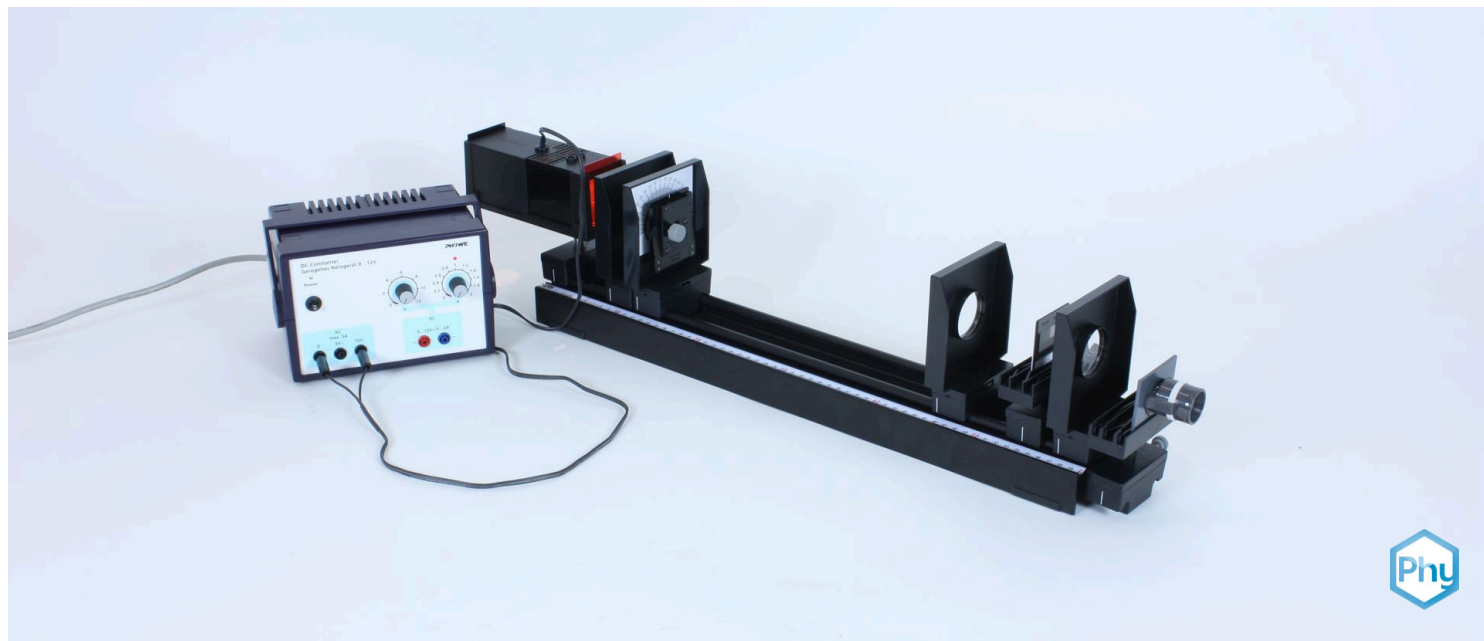


Определение длины волны с помощью дифракционной решетки



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:

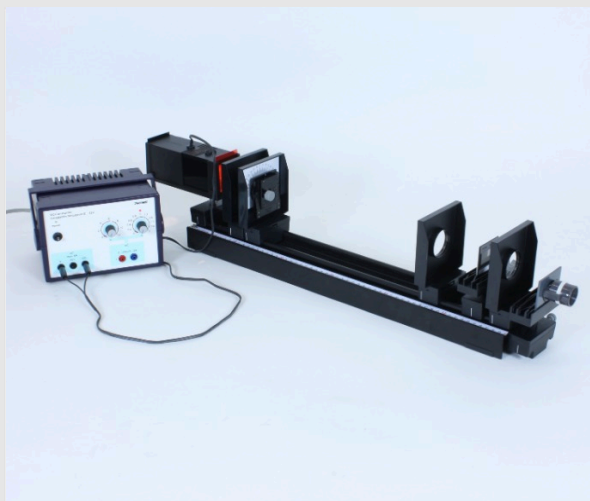
<http://localhost:1337/c/618929a51aeb390003863b6c>

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 решетка.

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

Дополнительная информация для учителей (1/5)

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 (2/5)

PHYWE

Цель



Эксперименты желательно проводить для практического определения длин волн при дифракции на оптических пропускающих решетках.

Дальнейшие цели заключаются в развитии представлений о величине длин волн видимой части спектра, а также о знании того, что в экспериментах по определению длины волны светофильтра необходимо учитывать значительный допуск, если не используются дорогостоящие специальные фильтры для определенных длин волн.

Задачи



Учащиеся должны определить предельные длины волн цветов видимого спектра при дифракции на пропускающей решетке и соответствующие полосы пропускания для красного, зеленого и синего фильтров.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты могут быть проведены в полутемном помещении. Чтобы предотвратить затухание дифракционных спектров, следует работать с напряжением 6 В ~ и с достаточно узкой световой щелью.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты могут быть проведены в полутемном помещении. Чтобы предотвратить затухание дифракционных спектров, следует работать с напряжением 6 В ~ и с достаточно узкой световой щелью.

Дополнительная информация для учителей (4/5)

PHYWE

Примечания

Измерения и расчеты могут показать, что, как и в данном случае, верхний предел диапазона пропускания красного фильтра превышает экспериментально определенную верхнюю границу длины волны видимого света. Эта противоречивая ситуация объясняется тем фактом, что когда измерения проводятся во всем спектре белого света, наиболее удаленный видимый красный цвет исчезает из-за яркости спектра. Если учащиеся получают аналогичные результаты, то им следует снова включить источник питания и наблюдать дифракционную картину поочередно без и с использованием красного фильтра.

Дополнительная информация для учителей (5/5)

PHYWE

Примечания

Если имеется экспериментальная лампа (11615-05), спектральная лампа (например, Hg, 08120-14) и катушка индуктивности или ограничитель для спектральных ламп (13662-93), то длины волн определенных спектральных линий могут быть определены с помощью той же экспериментальной установки.

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 решетка, 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, $f=+100$ мм	09820-02	1
7	Линза на скользящей опоре, $f=+300$ мм	09820-04	1
8	Скользкая опора для оптической скамьи	09822-00	2
9	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	1
10	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	2
11	Измерительная лупа	09831-00	1
12	Решетка, 80 линий/ мм	09827-00	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

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=+100 мм	09820-02	1
7	Линза на скользящей опоре, f=+300 мм	09820-04	1
8	Скользкая опора для оптической скамьи	09822-00	2
9	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	1
10	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	2
11	Измерительная лупа	09831-00	1
12	Решетка, 80 линий/ мм	09827-00	1
13	Щель, регулируемая до 1 мм	11604-07	1
14	Держатель для диафрагм	11604-09	1

Подготовка (1/6)

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 (2/6)

PHYWE

- Соберите осветитель как показано на рисунках 3 и 4 и закрепите его в левой части основания штатива так, чтобы сторона объектива была направлена в сторону от оптической скамьи (рис. 5).
- Установите непрозрачный экран перед линзой осветителя (рис. 6).



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6

Подготовка (3/6)

PHYWE

- Установите на оптической скамье линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 6 см (рис. 7).



Рисунок 7

Подготовка (4/6)

PHYWE

- Вставьте регулирующую щель (световую щель) в держатель диафрагмы и закрепите ее на рамке со шкалой на расстоянии 9,5 см (рис. 8).
- Установите линзу с $f = +300$ мм на расстоянии около 40 см, а другую линзу с $f = +300$ мм в дальний конец оптической скамьи (рис. 9).



Рисунок 8



Рисунок 9

Подготовка (5/6)

PHYWE

- Установите линзу с $f = +100$ мм с правой стороны так, чтобы передняя сторона была направлена от оптической скамьи вправо (рис. 10).
- Расположите держатель пластины на скользящей опоре слева от линзы с $f = +100$ мм так, чтобы пружины были направлены в сторону линзы чтобы впоследствии решетку можно было удерживать как можно ближе к этой линзе (рис. 11).



Рисунок 10



Рисунок 11

Подготовка (6/6)

PHYWE

- Установите держатель пластины с оптикой для наблюдения (измерительной лупой) на скользящую опору как можно ближе к правой краю оптической скамьи (рис. 12); для этого в правой части регулируемого основания штатива поверните до упора винт с накаткой.



Рисунок 12

Выполнение работы (1/3)

PHYWE

- Перемещайте скользящую опору с лупой вдоль оптической оси, пока освещенная щель не окажется в фокусе.
- Вставьте решетку с 80 линиями / мм ($g = 0,0125$ мм) в рамку правого держателя пластины перед линзой с $f = +100$ мм (рис. 14).



Рисунок 13

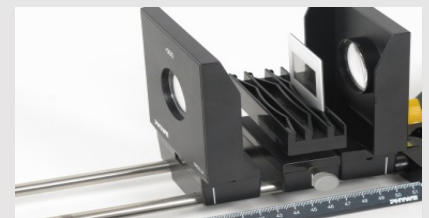


Рисунок 14

Выполнение работы (2/3)

PHYWE

- Отрегулируйте экспериментальную схему так, чтобы световая щель была параллельна линиям решетки; а оптимальная ширина световой щели была достаточно резкой и яркой, чтобы интерференционная картина не смешивалась.
- Измерьте с помощью лупы расстояние d_{\max} едва видимого красного и расстояние d_{\min} едва видимого фиолетового от максимума яркости 0-го порядка (рис. 15).
- Измерьте расстояние e между центром линзы с $f = +100$ мм и плоскостью наблюдения (рис. 15) и запишите измеренные значения.

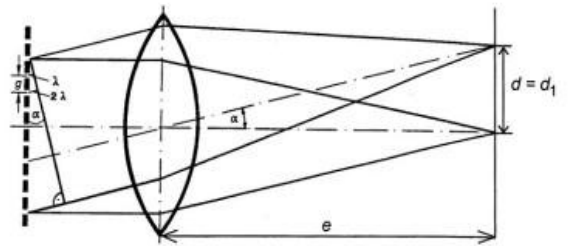


Рисунок 15

Выполнение работы

PHYWE

- Вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 16) и измерьте с помощью увеличительного стекла расстояние d_{\max} внешней и расстояние d_{\min} внутренней границы дифракционной полосы 1-го порядка от максимума яркости 0-го порядка.
- Укажите цветовой диапазон и запишите показания.
- Выполните измерения также для зеленого и синего фильтров.
- Выключите источник питания.



Рисунок 16

PHYWE



Протокол

Задание 1

PHYWE

Описание наблюдений

Дифракция белого света на решетке приводит к появлению взаимно [] цветных полос (спектров), которые [] расположены, образуя яркую белую полосу. Если смотреть на эту белую полосу, [] цвет наиболее удален, а [] - наименее удален.

☒ Проверьте

Задание 2

PHYWE

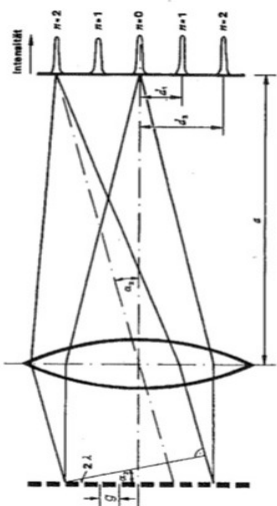


Рисунок 17

Определение длины волны

Согласно рис. 17: $\sin(\alpha_n) =$ и $\tan(\alpha_n) =$ Для малых углов α применяется приближение: $=$ Из этого следует: $=$ Путем преобразования получаем: \Leftrightarrow $=$ Поэтому для $n = 1$ $\lambda = g \cdot (d/e)$

✓ Проверьте

Задание 3

PHYWE

Расчет критических длин волн

	Цветовая гамма	Диапазон длин волн $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$	
Белый свет:	от фиолетового до темно-красного	<input type="text"/>	<input type="text" value="440 нм — 655 нм"/>
Красный фильтр:	от желто-зеленого до темно-красного	<input type="text"/>	<input type="text" value="655 нм — 714 нм"/>
Зеленый фильтр:	от синего до оранжевого	<input type="text"/>	<input type="text" value="405 нм — 714 нм"/>
Синий фильтр:	от голубого к зелёному	<input type="text"/>	<input type="text" value="571 нм — 738 нм"/>
Синий фильтр 2:	от синего к красному	<input type="text"/>	<input type="text" value="417 нм — 548 нм"/>

✓ Проверьте