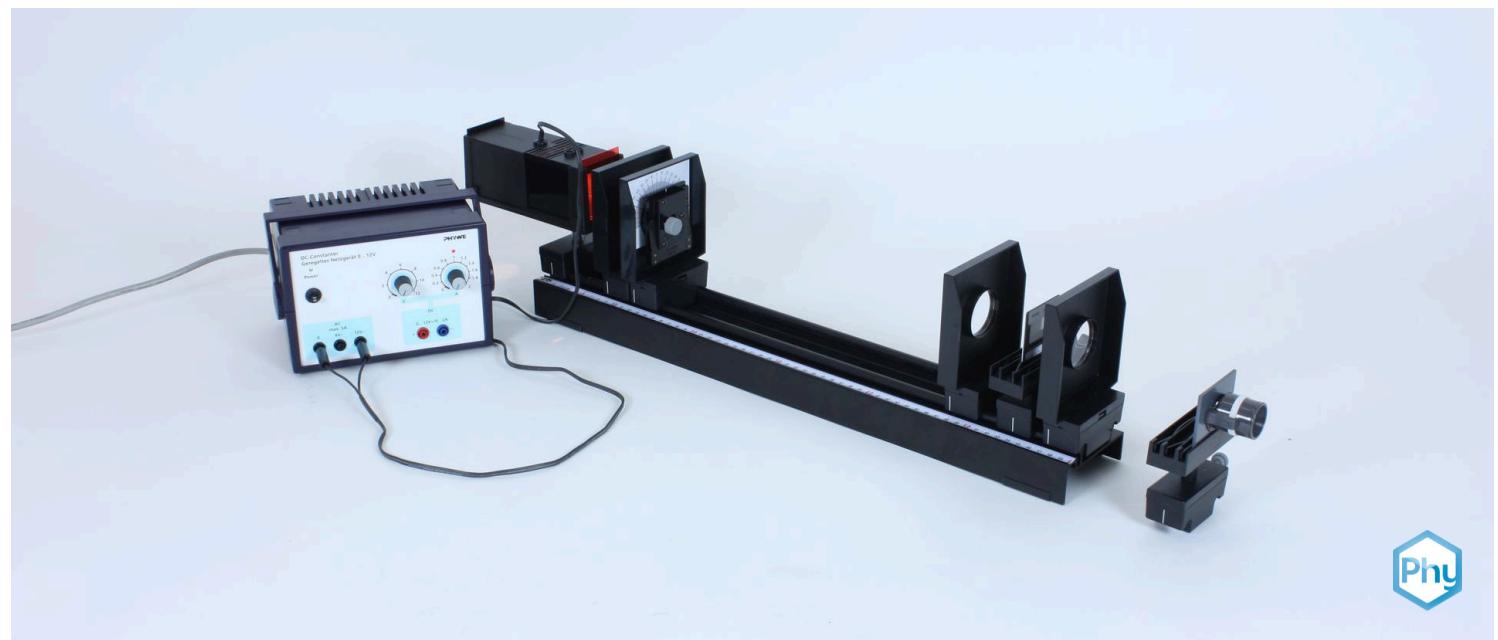


Условие когерентности



Физика

Свет и оптика

Дифракция и интерференция



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/6190e00391ea7700037a48f7>



Информация для учителей

Описание



Экспериментальная установка

Хотя наша повседневная жизнь сопровождается светом, интерференционные явления возникают не всегда. Это связано с тем, что прежде чем можно будет наблюдать интерференцию, световые волны сначала должны удовлетворять условию когерентности.

Дополнительная информация для учителей (1/4)

Предварительные знания



Принцип



Для проведения этого эксперимента учащимся не нужны какие-либо специальные знания.

Могут ли световые волны, которые накладываются друг на друга (перекрываются), также интерферировать, зависит от того, являются ли они когерентными или нет. Условие, которое должно быть выполнено для существования когерентности, может быть представлено в виде $d \cdot \sin\epsilon \ll \lambda$ или $d \cdot D/a \ll \lambda$.

Дополнительная информация для учителей (2/4)

Цель



Задачи



Цель первого эксперимента - проверить условие когерентности для красного света.

Во втором эксперименте учащиеся должны найти подтверждение тому, что свет с большей длиной волны легче удовлетворяет условию когерентности с той же протяженностью источника света, чем свет с меньшей длиной волны,

Учащиеся должны выяснить, какой ширины d должна быть световая щель, чтобы вторичные интерференционные максимумы возникали или исчезали при дифракции красного света на тройной щели. Затем они должны исследовать, приводит ли зеленый или синий свет при определенной ширине щели d также к интерференции.

Дополнительная информация для учителей (3/4)

Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперименты можно проводить при нормальной освещенности помещения. Тем не менее, рекомендуется использовать приглушенный свет, при котором шкала измерительной лупы все еще хорошо читается.

При установке критической ширины световой щели многое зависит от того, насколько данная щель и тройная щель параллельны друг другу.

Дополнительная информация для учителей (4/4)

Дополнительная информация

Когерентность зависит от пространственной протяженности (в эксперименте ширина световой щели d) и от используемого угла излучения (двойной щели). Поскольку размеры дифракционного объекта (тройной щели) малы по сравнению с расстоянием a от источника света до дифракционного объекта, $\sin\epsilon/2 \approx \tan\epsilon/2 \approx \epsilon/2 \approx (D/2)/a$ так что условие когерентности можно записать в приведенной выше форме. Их проверка требует измерения d , D и a .

Инструкции по технике безопасности



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

PHYWE



Информация для учеников

Мотивация



Солнце как естественный источник света

Свет - это видимая для человека область электромагнитного спектра. Хотя свет обладает волновыми свойствами, которые выражаются в интерференционных явлениях, они не всегда наблюдаются в повседневной жизни. В данном эксперименте исследуются условия, при которых свет может создавать интерференционную картину.

Задачи



Экспериментальная установка

1. Исследуйте, какой ширины d должна быть световая щель, чтобы вторичные интерференционные максимумы возникали или исчезали при дифракции красного света на тройной щели.
2. Исследуйте, приводит ли зеленый или синий свет при определенной ширине щели d также к интерференции.

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=+100 мм	09820-02	1
7	Линза на скользящей опоре, f=+300 мм	09820-04	2
8	Скользящая 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	Диафрагма, с 4 множественными щелями	08526-00	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

Подготовка (1/5)



Эксперимент 1

- 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)



- 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)



- Вставьте красный фильтр в прорезь корпуса осветителя (рис. 7).
- Поместите на оптическую скамью линзу с $f = +50$ мм на расстоянии 6 см (рис. 8).



Рисунок 7



Рисунок 8

Подготовка (4/5)



- Вставьте регулируемую щель (световую щель) в держатель диафрагмы и закрепите ее на рамке со шкалой на расстоянии 9,5 см (рис. 9).
- Установите линзу с $f = +300$ мм на расстоянии около 40 см, а другую линзу с $f = +300$ мм в дальний конец оптической скамьи (рис. 10).



Рисунок 9



Рисунок 10

Подготовка (5/5)

PHYWE

- Расположите держатель пластины на скользящей опоре между этими линзами (рис. 11).
- Установите на скользящую опору второй держатель пластины с оптикой для наблюдения (измерительной лупой) на расстоянии около 30 см от крайней правой линзы (рис. 12).

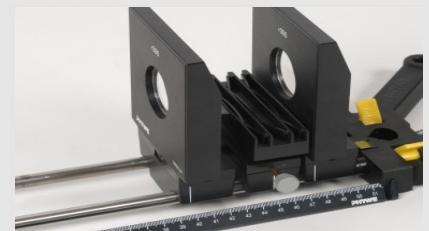


Рисунок 11



Рисунок 12

Выполнение работы (1/8)

PHYWE



Рисунок 13

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания (рис. 13).
- Перемещайте измерительную лупу вдоль оптической оси до тех пор, пока изображение наблюдаемой световой щели не станет резким.
- При необходимости на короткое время уменьшите напряжение на лампе до 6 В, чтобы избежать бликов при фокусировке изображения.

Выполнение работы (2/8)

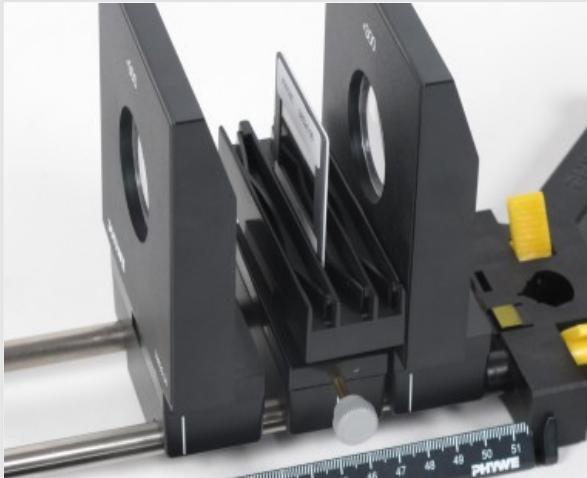


Рисунок 14

- Вставьте диафрагму с множеством щелей в рамку держателя пластины, которая стоит между линзами с $f = +300$ мм (рис. 14).
- Переместите тройную щель ($n = 3$) по оптической оси и закройте остальные несколько щелей черным картоном.
- Закройте световую щель.

Выполнение работы (3/8)

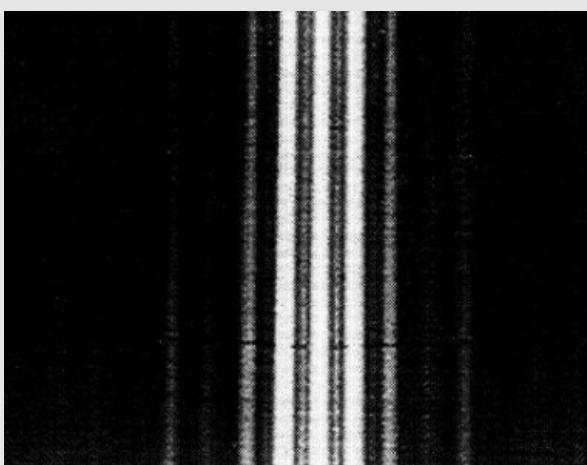


Рисунок 15

- Наблюдайте через оптику наблюдения дифракционные картины, возникающие при медленном открытии световой щели; Обратите особое внимание на вторичные максимумы (по одному), которые видны между главным максимумом 0-го порядка и главным максимумом 1-го порядка (см. рис. 15).
- При необходимости отрегулируйте: параллельность световой щели и тройной щели; равномерное освещение (симметричное относительно оптической оси) тройной щели.
- Открывайте световую щель все дальше и дальше, пока появляющиеся вторичные максимумы будут **больше просто неузнаваемы**.

Выполнение работы (4/8)

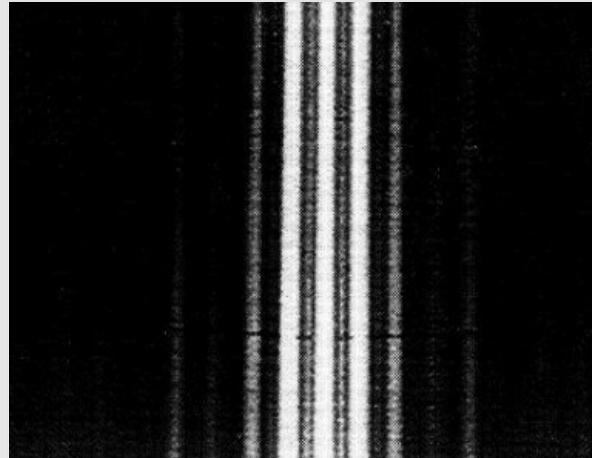


Рисунок 15

- Примечание: для того, чтобы иметь возможность определить с большей точностью ширину d световой щели, на которой вторичные максимумы больше не видны - или еще не видны, - следует снова немного уменьшить d , а затем снова увеличить ее и повторить это несколько раз.
- Не изменяйте ширину щели d и положение оптики наблюдения в дальнейшем.
- Измерьте и запишите расстояние a световой щели от первой линзы с $f = +300$ мм.

Выполнение работы (5/8)

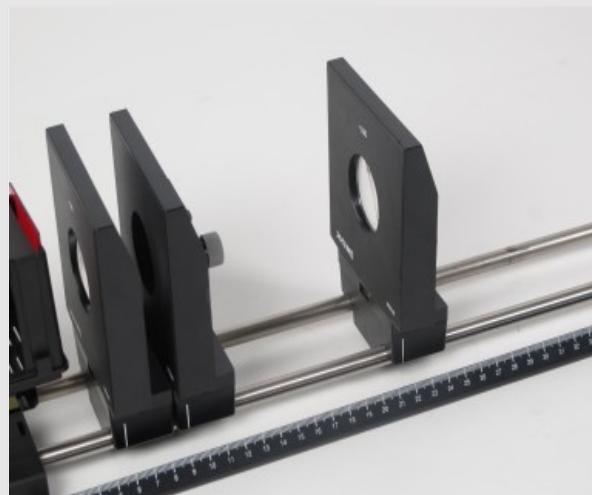


Рисунок 16

- Для определения ширины щели d измените экспериментальную установку следующим образом:
- Снимите обе линзы с $f = +300$ мм и держатель пластины с множественными щелями; Установите линзу с $f = +100$ мм на расстоянии около 22 см (рис. 16).
- Перемещайте линзу с $f = +100$ мм до тех пор, пока в плоскости наблюдения измерительной лупы не будет получено четкое изображение световой щели.

Выполнение работы (6/8)

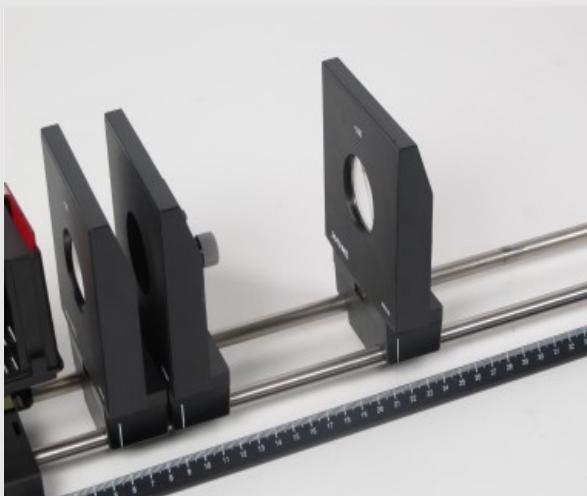


Рисунок 16

- Измерьте и запишите ширину d' разделенного изображения.
- Измерьте и запишите расстояние до изображения b (расстояние между линзой формирования изображения и плоскостью наблюдения) и расстояние до объекта g (расстояние между щелью и линзой формирования изображения).
- Выключите источник питания.

Выполнение работы (7/8)



Эксперимент 2

- Соберите экспериментальную установку, как для начала эксперимента 1.
- Включите источник питания и проверьте, по-прежнему ли световая щель находится в фокусе.
- Отрегулируйте тройную щель, как в эксперименте 1, и установите световую щель так, чтобы вторичные максимумы были едва различимы.

Выполнение работы (8/8)



- Замените красный фильтр на зеленый и найдите вторичные максимумы на дифракционной картине.
- Запишите наблюдения.
- Замените зеленый фильтр на синий.
- Наблюдайте дифракционную картину в этом случае и запишите результаты наблюдений.



Протокол

Задание 1

Заполните пробелы в тексте

Условие когерентности для света определенной [] выполняется тем лучше, чем меньше [] источника света ([] световой щели).
 Произведение $d \cdot \sin\epsilon$ или $d \cdot D/a$ должно быть меньше, чем меньше длина волны света, который предполагается когерентным, то есть способным создавать интерференцию.

длины волны

ширина

протяженность

 Проверьте

Задание 2

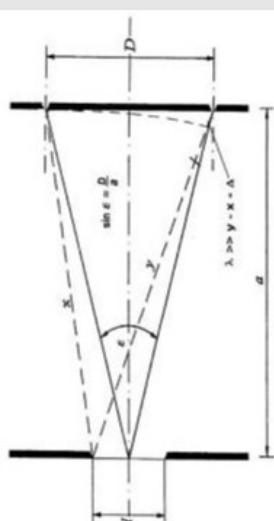


Рисунок 17

Условие когерентности $d \cdot \sin\epsilon \ll \lambda$ должно выполняться для световых волн, которые, как предполагается, интерферируют, когда накладываются друг на друга (перекрываются) (см. рис. 17, который иллюстрирует условия для двойной щели). Используйте измеренные значения, чтобы проверить, соблюдалось ли это условие в проведенном эксперименте; Предположим, что для красного света можно принять длину волны около 620 нм.

Условие когерентности выполняется для красного света.

Условие когерентности не выполняется для красного света.

Задание 3

Какое уравнение применяется к увеличению V при формировании изображения на линзах? Используйте это, чтобы вычислить ширину d световой щели, при которой первые второстепенные максимумы перестали быть (или еще не стали) видимыми.

 $V = g / b$ $V = d' / d$ $V = b / g$

Проверьте

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 26: Описание наблюдений

0/3

Слайд 27: Условие когерентности

0/1

Слайд 28: Увеличение для изображений линз

0/2

Всего

0/6

Решения

Повторите

16/16