

Эксперимент с бипризмой Френеля



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/617c396ca891aa00038c824a>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Помимо эксперимента с двойным зеркалом Френеля, эксперимент с бипризмой Френеля является одним из исторически значимых экспериментов, которые проводились в XVIII и XIX веках для доказательства волновой природы света.

Дополнительная информация для учителей (1/3)

PHYWE

Предварительные знания



Для проведения этого эксперимента ученикам не требуется никаких специальных предварительных знаний.

Принцип



В биспризме Френеля поверхности, на которые падает свет, исходящий из светящейся щели, образуют угол почти 180° . Если расходящийся пучок света попадает на край бипризмы, преломление приводит к появлению двух расходящихся когерентных пучков света, которые, кажется, исходят из двух мнимых щелей и интерферируют за пределами бипризмы.

Дополнительная информация для учителей (2/3)

PHYWE

Цель



Цель эксперимента - проиллюстрировать ученикам волновой характер света. Учащиеся узнают, как определить длину волны по интерференционной картине.

Задачи



Сначала учащиеся должны ознакомиться с постановкой эксперимента с бипризмой и описать интерференционные картины. Во втором эксперименте необходимо определить длину волны красного света. Используя другие фильтры, можно также определить длину волны для других цветов - возможно, используя разделение труда.

Дополнительная информация для учителей (3/3)

PHYWE

Примечания по подготовке и выполнению работы

Регулировку экспериментальной установки необходимо проводить в хорошо затемненном помещении. В частности, здесь необходимо добиться того, чтобы щель проходила параллельно тупому краю бипризмы, обращенной к ней, и чтобы обе плоскости падения бипризмы освещались с одинаковой интенсивностью.

Во время измерений с использованием наблюдательной оптики помещение должно быть освещено так, чтобы была видна шкала измерительного прибора.

Учащиеся должны знать, что при работе с наблюдательной оптикой они должны смотреть в линзу таким образом, чтобы поле зрения было равномерно освещено.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

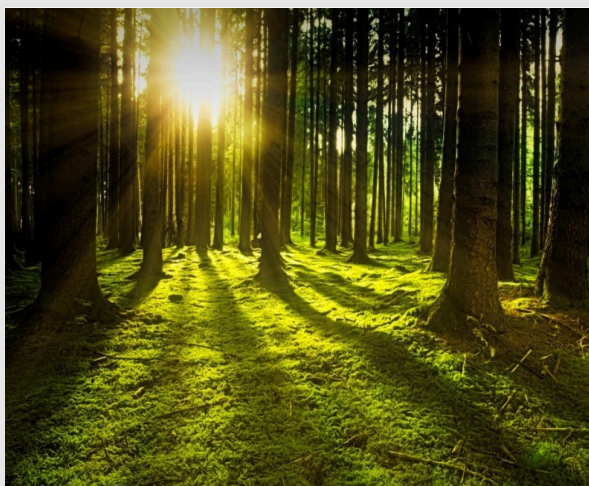
PHYWE



Информация для учеников

Мотивация

PHYWE



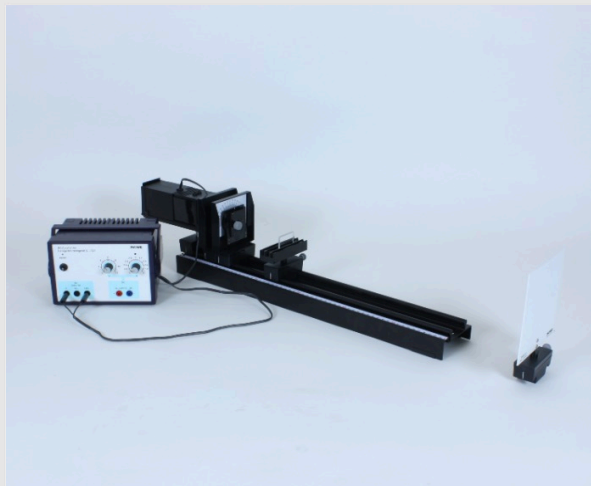
Солнце как естественный источник света

Свет - это видимая для человека область электромагнитного спектра. С помощью дифракционных объектов, таких как бипризмы, 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 рассматриваются в этом эксперименте.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

1. Направьте узкий луч света на тупую грань бипризмы Френеля и наблюдайте за происходящими явлениями.
2. Определите расстояние между мнимыми источниками света и используйте его и интерференционную картину для определения длины волны красного света.

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	Скользкая опора для оптической скамьи	09822-00	2
8	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	1
9	Экран, белый, 150x150 мм	09826-00	1
10	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	2
11	Измерительная лупа	09831-00	1
12	Бипризма Френеля	08556-00	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

Подготовка (1/4)

PHYWE

Эксперимент 1

- Соберите оптическую скамью с двумя штативными стержнями и регулируемым основанием штатива и поместите линейку, как показано на рис. 1.



Рисунок 1

Подготовка (2/4)

PHYWE

- Установите осветитель, как показано на рис. 2 и 3 и закрепите его в левой части основания штатива так, чтобы сторона объектива была направлена в сторону от оптической скамьи (рис. 4).
- Установите непрозрачный экран перед линзой осветителя (рис. 5).



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5

Подготовка (3/4)

PHYWE

- Прикрепите держатель диафрагмы с регулируемой диафрагмой к рамке со шкалой (рис. 6 - 8).
- Поместите линзу с $f = +50$ мм непосредственно рядом с осветителем и рамкой со шкалой на расстоянии около 8 см на оптической скамье (рис. 9).



Рисунок 6



Рисунок 7



Рисунок 8



Рисунок 9

Подготовка (4/4)

PHYWE

- Закрепите бипризму на держателе пластины, прикрепите ее к скользящей опоре и поместите на оптическую скамью на расстоянии около 21 см так, чтобы угол бипризмы был обращен к щели (рис. 10 и рис. 11).
- Поместите экран на скользящую опору на расстоянии около 90 см (рис. 12).
- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) (рис. 13) и включите его.

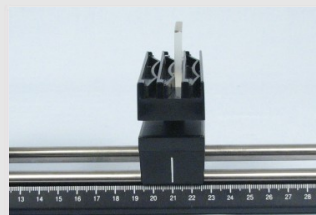


Рисунок 10

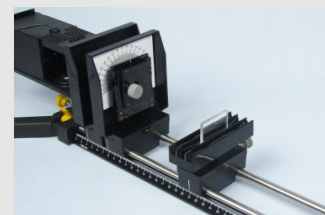


Рисунок 11



Рисунок 12



Рисунок 13

Выполнение работы (1/5)

PHYWE



Рисунок 14

- Наблюдайте за рисунком на экране. Если рисунок виден нечетко, поверните бипризму в сторону и, при необходимости, слегка поверните диафрагму со щелью так, чтобы свет попадал точно в центр бипризмы и щель была параллельна тупому углу.
- Снимите экран со скользящей опоры и замените его вторым держателем пластины с измерительной лупой (рис. 14).

Выполнение работы (2/5)

- Наблюдайте за интерференционными полосами.

Примечание: Если кольца распределены неравномерно, выполните точную регулировку еще раз. Для этого поместите скользящую опору с лупой на оптическую скамью. Теперь положение бипризмы и щели можно просто скорректировать и наблюдать за изменениями интерференционных полос. Затем снова установите увеличительное стекло на расстоянии 90 см, чтобы наблюдать интерференционные полосы.

- Опишите наблюдения и запишите их.

Выполнение работы (3/5)

PHYWE

Эксперимент 2

- Не изменяя экспериментальной установки, вставьте красный фильтр в центральную прорезь осветителя (рис. 15).

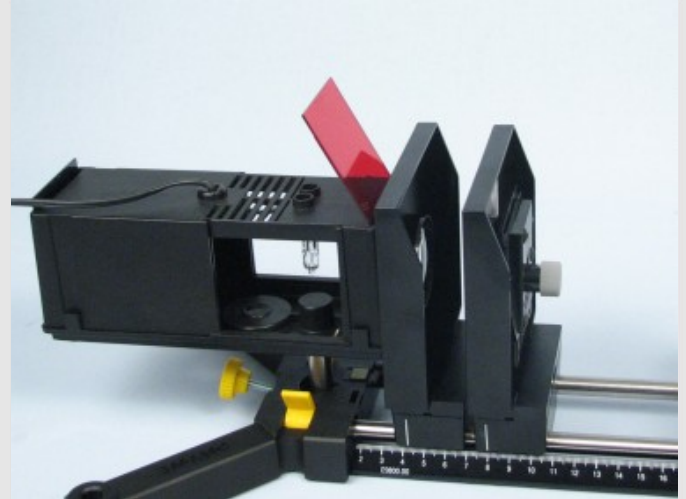


Рисунок 15

Выполнение работы (4/5)

PHYWE

- Измерьте расстояние d между красными интерференционными полосами с помощью лупы. Для этого измерьте расстояние d_n между $(n + 1)$ соседними полосами (рис. 16) и вычислите среднее значение. Запишите результат.
- Измерьте расстояние e между щелью и увеличительным стеклом и запишите результат.

d_n – Расстояние от n -ой полосы до центра интерференционной картины
 Δ – Разность фаз между 2 длинами волн света

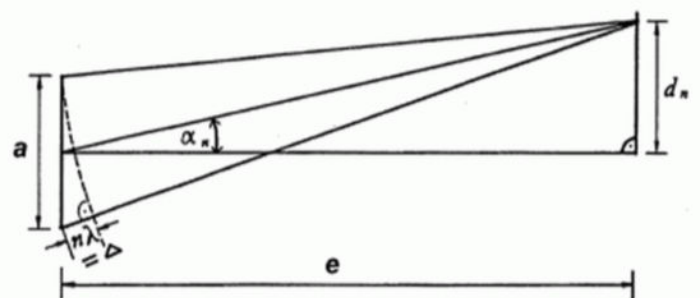


Рисунок 16

Выполнение работы (5/5)

PHYWE

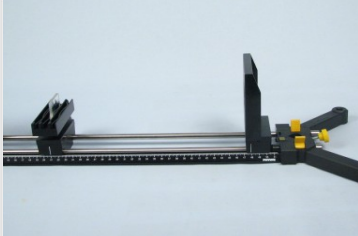


Рисунок 17

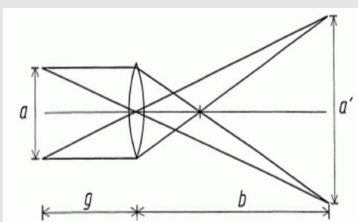
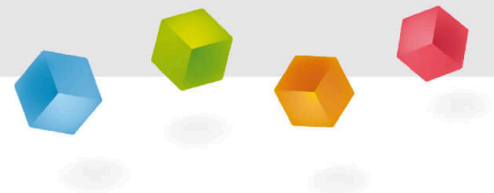


Рисунок 18

- Чтобы определить расстояние между двумя мнимыми источниками света, установите линзу с $f = +300$ мм на правом конце оптической скамьи (рис. 17). Удерживая экран на пути луча, перемещайте его до тех пор, пока мнимые щели не окажутся в фокусе.
- Установите лупу так, чтобы эти изображения были в фокусе. Измерьте расстояние a между изображениями (ср. рис. 18) и запишите их.
- Измерьте расстояние g между регулируемой щелью (или мнимыми щелями) и линзой с $f = +300$ мм и расстояние b между линзой и лупой (ср. рис. 18).
- Выключите источник питания.

PHYWE

Протокол



Задание 1

PHYWE

Заполните пробелы в тексте!

Луч света, выходящий из регулируемой щели, преломляется [] частями двумя половинами бипризмы. Преломленные лучи света, которые, кажется, исходят от двух [] источников света, перекрываются в одной части комнаты. И поскольку это [] лучи света, они [] и образуют интерференционные полосы. Если разность хода Δ двух световых лучей, каждый из которых исходит от одного из двух мнимых источников света, является [] кратным λ , то они усиливаются максимально, а при $\Delta = (2n - 1)(\lambda / 2)$ при $n = 1, 2, 3, \dots$ они (гасятся) ослабляются.

интерferируют

когерентные

целым

мнимых

равными

☒ Проверьте

Задание 2

PHYWE

Какое уравнение справедливо для достаточно малых углов α_n ?

$$\cos(\alpha_n) = \tan(\alpha_n)$$

$$\cos(\alpha_n) = \sin(\alpha_n)$$

$$\tan(\alpha_n) = \sin(\alpha_n)$$

Вычислите расстояние a между двумя мнимыми источниками, используя уравнение $a / a' = g / b$ (ср. рис.18) и запишите результат.

Задание 3

PHYWE

Теперь, используя рис. 16 и ответ из задания 2, выведите уравнение для расчета длины волны λ . С каким из следующих уравнений оно согласуется? Определите длину волны красного света.

☐ $\frac{\sin(\alpha_n)}{\tan(\alpha_n)} = n \cdot \lambda \cdot a$

☐ $\lambda = \frac{a \cdot d_n}{e \cdot n}$

☐ $\sin(\alpha_n) = \frac{n \cdot \lambda}{a}$

☒ Проверьте

Слайд	Оценка / Всего
Слайд 21: Возникновение интерференционных полос	0/5
Слайд 22: Аппроксимация малого угла и расстояние между зазорами	0/1
Слайд 23: Определение длины волны	0/2

Всего  ★ 0/8 Решения Повторите