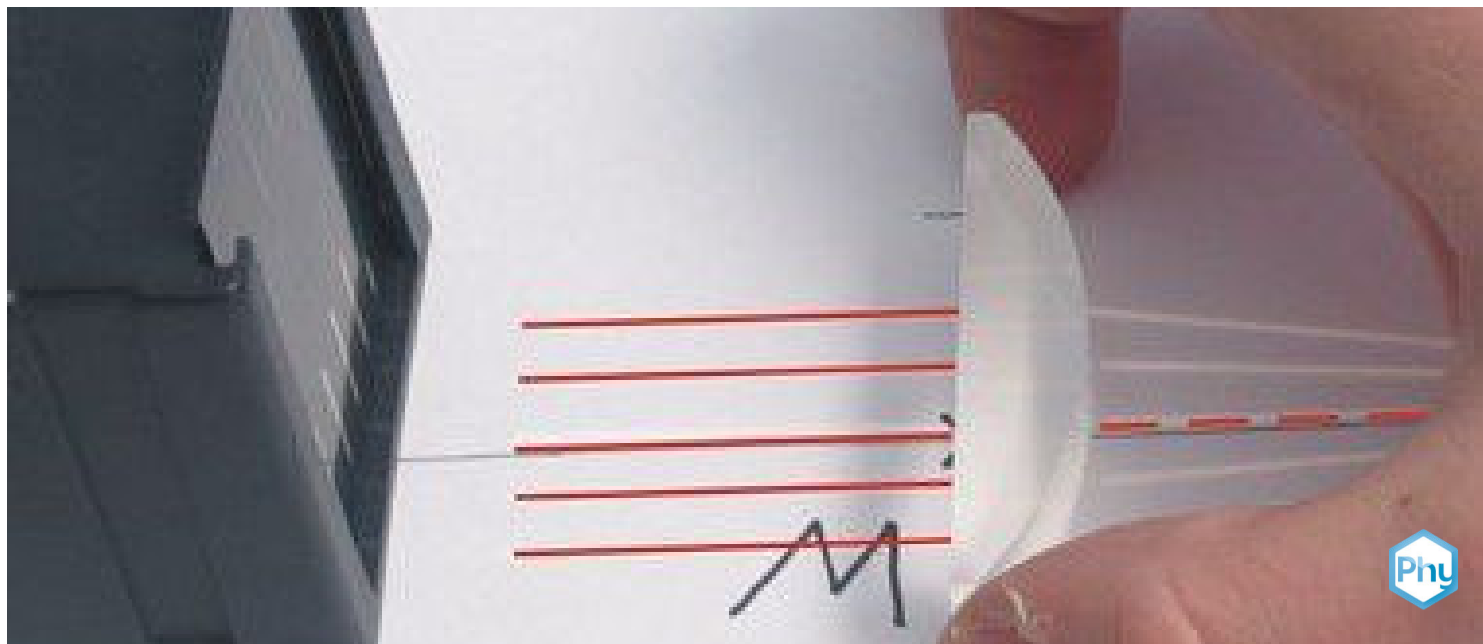


Хроматические aberrации



После первой части эксперимента (большая диафрагма), в которой можно отчетливо наблюдать окрашенные края световых конусов, целью дальнейших экспериментов является выявление выраженного разложения цвета при изучении узких лучей света вблизи и вне от оптической оси.

Физика

Свет и оптика

Оптические приборы и линзы



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f9b1e11cefc90003a6dec5>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Хроматические aberrации линзы

Сферическая и хроматическая aberrации - две наиболее известные погрешности изображения в оптической системе, для коррекции которых в высококачественные оптические устройства встраиваются сложные системы линз (ахроматические линзы).

Хроматическая aberrация вызывается зависящим от длины волны преломлением в линзе. Коротковолновый свет (синий) обычно преломляется сильнее, чем длинноволновый (красный) свет. После преломления за линзой световые лучи не встречаются на оптической оси в точке, и из-за этого возникают ошибки изображения.

Дополнительная информация для учителей (1/4)

PHYWE

предваритель знания



Учащиеся должны иметь представление о траектории луча на выпуклых линзах и призмах и уметь применять закон преломления.

Принцип



При преломлении белого света плосковыпуклой линзой отдельные лучи света разбиваются на спектральные цвета в зависимости от расстояния между падающими лучами и оптической осью.

Дополнительная информация для учителей (2/4)

PHYWE

Цель



С помощью этого эксперимента есть хорошие возможности повторить как закон преломления, так и закон преломления света на призме в применении к новой ситуации ("Преломление на линзах"). С другой стороны, этот эксперимент дает представление о композиции белого света от различных цветов вплоть до зависимости преломления от длины волны.

Задачи



После первой части эксперимента (большая диафрагма), в которой можно отчетливо наблюдать окрашенные края световых конусов, целью дальнейших экспериментов является выявление выраженного разложения цвета при изучения узких лучей света вблизи и вне от оптической оси.

Дополнительная информация для учителей (3/4)

PHYWE

Примечание

В связи с исследованием разложения цвета на вогнутой линзы, можно обсудить возможности коррекции дефектов линзы с помощью подходящей комбинации выпуклых и вогнутых линз.

Поскольку точка пересечения преломленных лучей света не может быть четко зафиксирована из-за возникающей сферической аберрации и малого фокусного расстояния, исследование преломления монохроматического света в плосковыпуклой линзе не дает однозначного результата.

Дополнительная информация для учителей (4/4)

PHYWE

Инструкции по подготовке и выполнению работы

Если соблюдается заданное положение линзы и осветителя, а экспериментальная установка тщательно отрегулирована с помощью светового луча, падающего вдоль оптической оси, то достигается оптимальный результат эксперимента. Плоская поверхность линзы должна лежать точно на вертикальной линии пересечения линий.

Разложение цветов на вогнутой линзе гораздо менее заметно, чем на выпуклой. Это происходит только тогда, когда луч света проходит через линзу на большом расстоянии от оптической оси.

Поскольку линза осветителя также имеет хроматические аберрации, то в четвертой части эксперимента необходимо использовать световой луч, генерируемый с помощью однощелевой диафрагмы, проходящий вдоль оптической оси через линзу осветителя.

При соответствующем затемнении помещения можно наблюдать почти все цвета спектра.

Инструкции по технике безопасности

К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE

К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

PHYWE



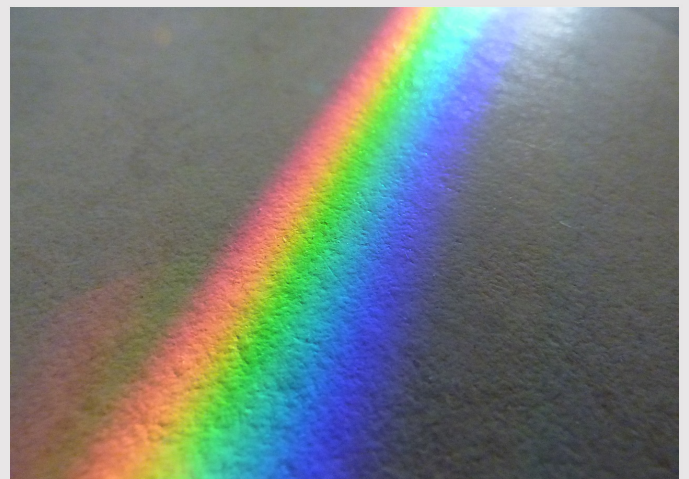
Информация для студентов

Мотивация

PHYWE

Сферическая и хроматическая aberrации - две наиболее известные погрешности изображения в оптической системе, для коррекции которых в высококачественные оптические устройства встраиваются сложные системы линз (ахроматические линзы).

Хроматическая aberrация возникает из-за того, что свет преломляется в зависимости от длины волны. Например, когда призма преломляется, белый свет разделяется на его спектральный цвет, и можно наблюдать радугу.



Расщепление света на спектральные цвета

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Осветитель, галоген, 12В/20 Вт	09801-00	1
2	Блок в виде плосковыпуклой линзы, $f=+100\text{мм}$	09810-04	1
3	Блок в виде плосковогнутой линзы, $f=-100\text{мм}$	09810-05	1
4	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1

Материал

PHYWE

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Осветитель, галоген, 12В/20 Вт	09801-00	1
2	Блок в виде плосковыпуклой линзы, $f=+100\text{мм}$	09810-04	1
3	Блок в виде плосковогнутой линзы, $f=-100\text{мм}$	09810-05	1
4	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1

Дополнительные

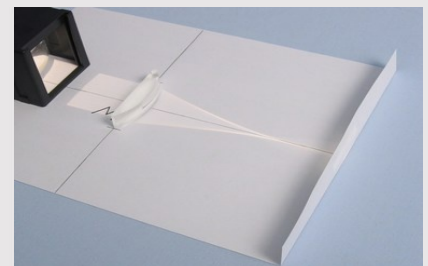
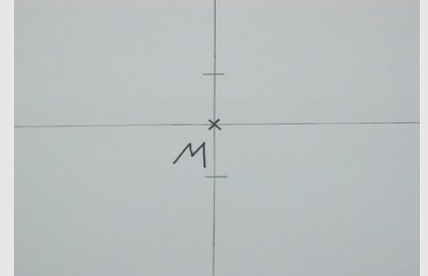
PHYWE

Позиция	Материал	Количество
1	Линейка (ок. 30 см)	1
2	Белый лист бумаги (формат A4)	1
3	Ластик	1

Подготовка

PHYWE

- Нарисуйте две пересекающиеся под прямым углом линии на расстоянии 12 см от левого края листа. Точкой пересечения прямых является т. *М*.
- Нарисуйте на вертикальной линии на расстоянии 3 см от т. *М* по одной метке.
- Согните лист вверх, как экран, примерно на 2 см от правого края.
- Поместите плосковыпуклую линзу (шероховатой стороной вниз) плоской поверхностью на вертикальную линию пересечения линий внутри двух отметок.
- Поместите осветитель со стороны объектива, но без диафрагмы на левом краю листа напротив плоской поверхности линзы.



Выполнение работы (1/4)

PHYWE

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~).

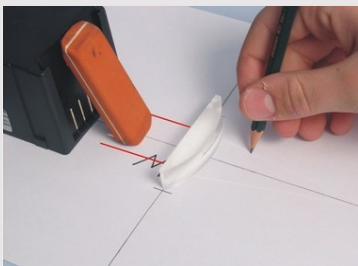
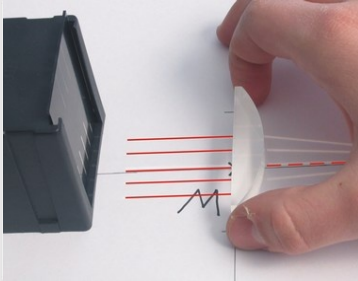
Часть 1

- Перемещайте осветитель до тех пор, пока широкий луч света полностью не попадет через линзу в направлении оптической оси.
- Наблюдайте за краями световых конусов в области фокуса. Запишите свои наблюдения.



Выполнение работы (2/4)

PHYWE

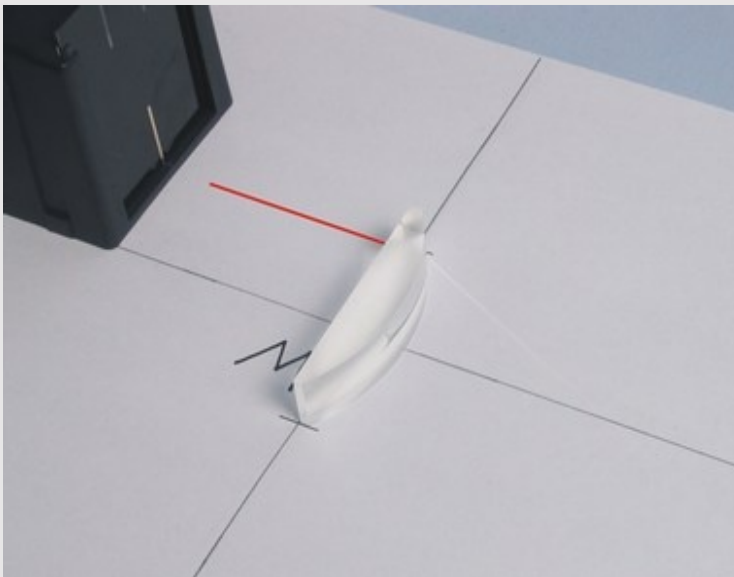


Часть 2

- Вставьте пятищелевую диафрагму со стороны объектива осветителя и перемещайте его до тех пор, пока центральный луч света не будет проходить точно вдоль оптической оси.
- Наблюдайте за краями узких лучей света, когда они попадают на экран, и запишите свои наблюдения.
- Закройте три внутренних световых луча и отметьте красный и синий края двух лучей на на сгибе (экране), а центр двух лучей света - непосредственно за линзой.
- Отследите прохождение красного или синего света, т.е. соедините центр луча (линзы) с красным или синим краем (экраном).

Выполнение работы (3/4)

PHYWE



Часть 3

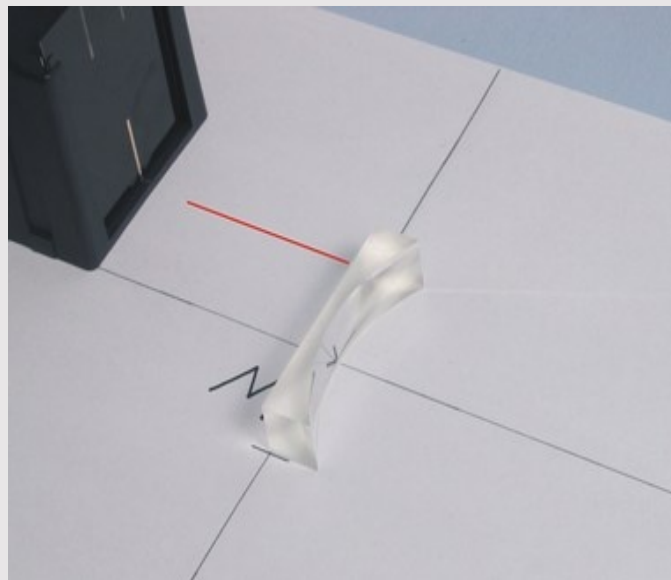
- Вставьте щелевую диафрагму в осветитель и перемещайте его до тех пор, пока луч света не пройдет через линзу по самому краю.
- Опишите положение и порядок цветов, которые следует наблюдать за линзой.

Выполнение работы (4/4)

PHYWE

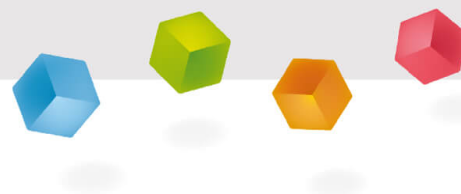
Часть 4

- Теперь замените плосковыпуклую линзу на плосковогнутую и повторите часть 3 эксперимента.
- Запишите свои наблюдения.
- Выключите источник питания и снимите с бумаги осветитель и линзу.



PHYWE

Протокол



Задача 1

10° PHYWE



Какие явления возникают, когда белый свет преломляется плосковыпуклой линзой?

В зависимости от расстояния между падающими лучами света и оптической осью происходит разложение отдельных световых пучков на спектральные цвета.

Белый свет преломляется в плосковыпуклой линзе и после преломления все еще распознается как белый.

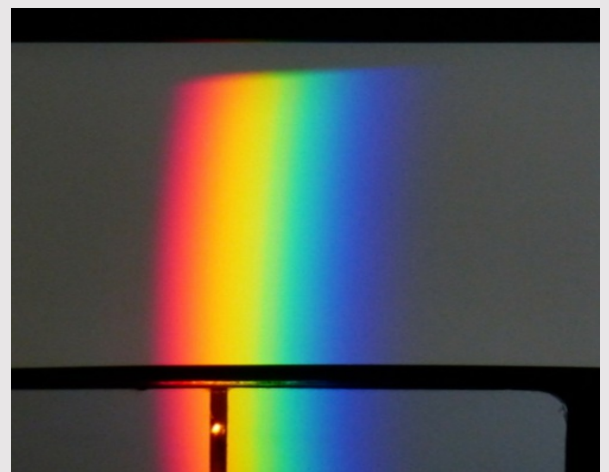
В зависимости от расстояния между падающим лучом света и оптической осью отдельные световые пучки делятся на два цвета (красный и желтый).

Задача 2

10° PHYWE

Оцените правдивость следующего утверждения:

Разделение цветов тем лучше и интенсивнее, чем дальше световые лучи удаляются от оптической оси после общей точки пересечения (внеосевые лучи света).

☐ правильно☐ неправильно☒ Проверить

Отображение спектральных цветов

Задача 3

PHYWE

Каковы причины появления разной интенсивности цвета на выпуклой линзе?
Заполните пробелы в тексте!

Лучи белого света, падающие параллельно [] и близко к ней,
при прохождении через плосковыпуклую линзу преломляются не так
[], как в случае преломления [] от оси. Тем
не менее, с ними изменение цвета можно наблюдать намного []
. Значит, между [] и цветом света существует определенная
зависимость.

☒ Проверить

Задача 4

PHYWE

Каков результат второй части эксперимента с фокусным расстоянием для красного и синего света?

- ☐ Фокусное расстояние для синего света несколько ближе к линзе, чем для красного света, поэтому фокусное расстояние отличается.
- ☐ Фокусное расстояние для красного света немного ближе к линзе, чем для синего света, поэтому фокусное расстояние отличается.
- ☐ Точка фокуса для синего света находится в том же месте, что и для красного света, поэтому фокусное расстояние одинаковое.

☒ Проверить

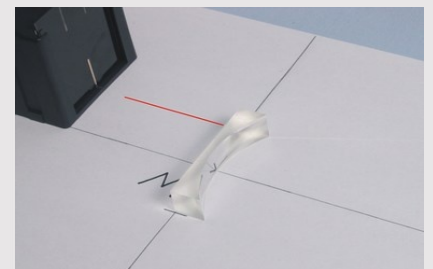
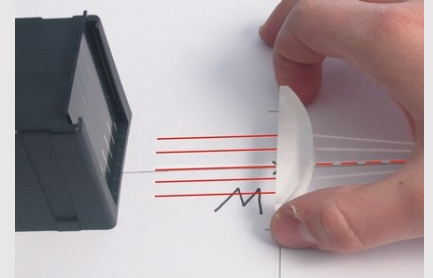
Задача 5

PHYWE

Отличаются ли положение и последовательность цветоделения на выпуклой линзе от положения на вогнутой линзе?

При преломлении на вогнутой линзе порядок цветов (по отношению к оптической оси) обратный порядку разложения цветов на выпуклой линзе.

При преломлении на вогнутой линзе порядок цветов (по отношению к оптической оси) идентичен порядку разложения цветов на выпуклой линзе.



Дополнительная задача

PHYWE



Объектив камеры как пример системы линз

Оцените правдивость следующего утверждения:

Существуют линзы или системы линз практически без дефектов цвета.

☐ правильно

☐ неправильно

☒ Проверить