

Сферические aberrации



Экспериментально исследовать направление приосевых и внеосевых параллельных лучей света при преломлении на плосковыпуклой линзе.

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/5f9afaddcefcd90003a6dd11>

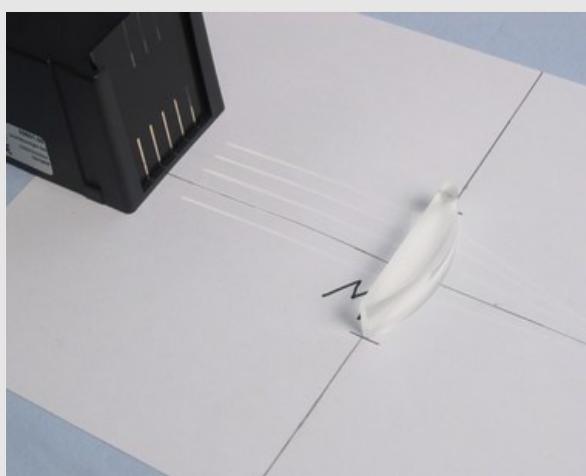
PHYWE



Информация для учителей

Описание

PHYWE



Сферические aberrации линз

Сферические aberrации (дефекты) линзы возникают, когда монохроматический свет попадает на сильно изогнутую линзу. Луч, удаленный от оси, преломляется сильнее, чем лучи, находящиеся вблизи от нее. Преломленные лучи больше не объединяются в одну точку на оптической оси. Это и приводит к размытости изображения.

Ошибки линз необходимо учитывать при проектировании систем линз, и тогда при определенных условиях они могут быть сведены к минимуму.

Дополнительная информация для учителей (1/5)

предварительные знания



Учащимся следует знать оптические пути преломленного света на плосковыпуклых линзах.

Принцип



Лучи падающего параксиального света преломляются при прохождении через плосковыпуклую линзу так, что они встречаются на оптической оси в одной точке. Точки пересечения внеосевых световых лучей с оптической осью значительно отклоняются от этой точки и располагаются ближе к линзе.

Дополнительная информация для учителей (2/5)

Цель



В ходе этого эксперимента учащиеся узнают об одной из наиболее распространенных дефектов линз - сферической аберрации. В связи с экспериментами с системами линз это подготавливает учащихся к пониманию того, почему высококачественные оптические приборы всегда содержат сложные системы линз. Кроме того, знания о преломлении света на выпуклых линзах закрепляются и переносятся в новую ситуацию.

Задачи



Экспериментально исследовать направление приосевых и внеосевых параллельных лучей света при преломлении на плосковыпуклой линзе.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

Инструкции по подготовке и выполнению работы

В этом эксперименте следует обратить особое внимание на то, что настройка экспериментальной установки с помощью светового луча, падающего вдоль оптической оси, должна выполняться учеником очень аккуратно. Плоская поверхность линзы должна лежать точно на вертикальной линии пересечения линий.

Последующее дополнение траектории луча, в том числе и для области внутри линзы, является хорошей отправной точкой для закрепления закона преломления.

Дополнительная информация для учителей (4/5)

Примечание

Хроматическая аберрация, которая уже видна при внимательном наблюдении, может быть продемонстрирована учащимся, но более детальное исследование на этом этапе еще не проводится.

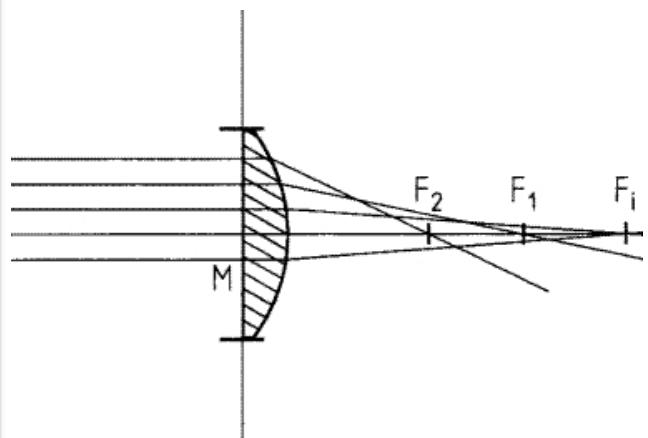
В предварительном эксперименте работа может быть также выполнена с большой диафрагмой (без пятищелевой диафрагмы). В этом случае наблюдается внутреннее яркое световое поле, которое заканчивается длинным концом, а также более слабый и короткий световой конус.

Дополнительная информация для учителей (5/5)

Обратите внимание на результаты

Записи учащихся должны быть похожи на те, что показаны на рисунке.

Для большей ясности маркировка на лучах света не показана.



Представление траектории луча

Инструкции по технике безопасности

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



Информация для студентов

Мотивация

Дефекты линз - это отклонения от идеального оптического изображения, создаваемого оптической системой, например, фотообъективом. Это приводит к искаженному или даже размытому изображению.

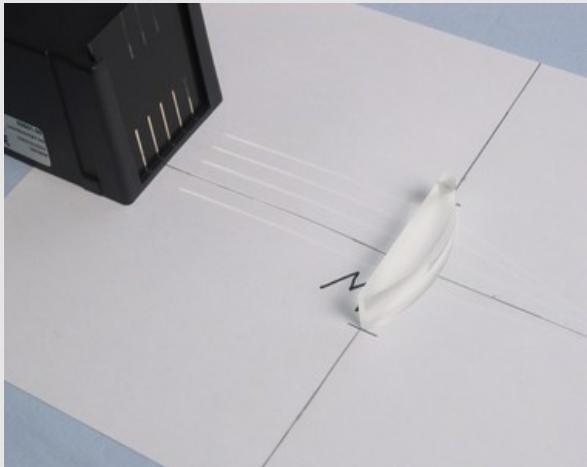
При сферической аберрации линзы лучи света, находящиеся далеко и параллельно оптической оси, преломляются сильнее на плосковыпуклой линзе, чем световые лучи, расположенные близко к оптической оси. В результате лучи света за линзой не пересекаются в отдельной точке, что приводит к размытости изображения. Знание таких дефектов линз необходимо для создания сложных систем линз.



Объективы фотоаппаратов как пример комбинации линз со сферической аберрацией

Задача

PHYWE



Экспериментальная установка

Что такое aberrации линзы?

- Изучите направление ближних и дальних лучей света, падающих на плосковыпуклую линзу.

Материал

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

Дополнительные



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

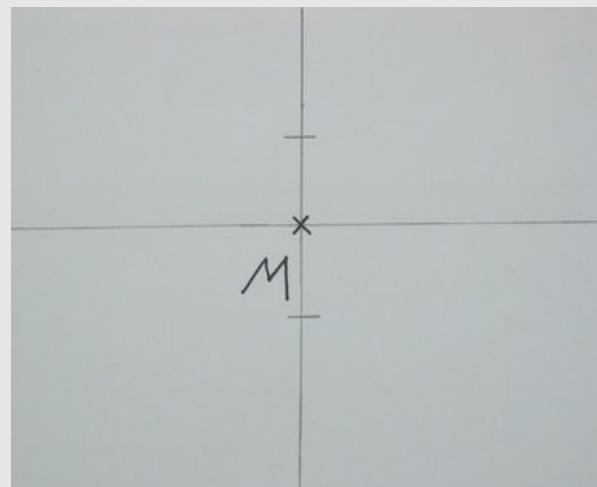
Подготовка (1/2)



Внимание!

Убедитесь, что линзы плоской поверхностью точно находятся на вертикальной линии пересечения линии, и что их положение не меняется во время проведения эксперимента.

- Нарисуйте в центре две пересекающиеся под прямым углом линии. Обозначьте точку пересечения линии - т. M .
- Поставьте отметки на вертикальной линии на расстоянии 3 см сверху и снизу от т. M .

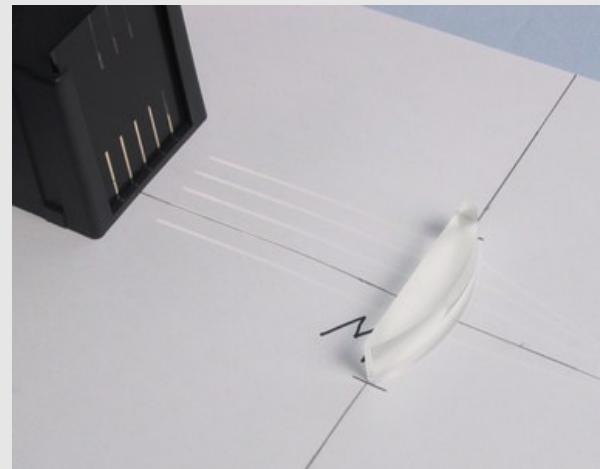


Подготовительная работа

Подготовка (2/2)

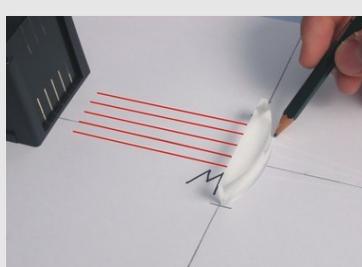


- Поместите плосковыпуклую линзу (шероховатой стороной вниз) плоской поверхностью точно на вертикальную линию пересечения линий в пределах двух меток.
- Вставьте пятищелевую диафрагму в осветитель со стороны объектива и поместите его на расстоянии примерно 10 см от плоской поверхности линзы.



Подготовительная работа

Выполнение работы (1/3)

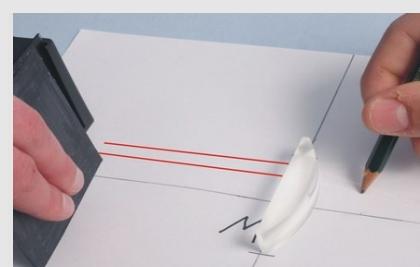
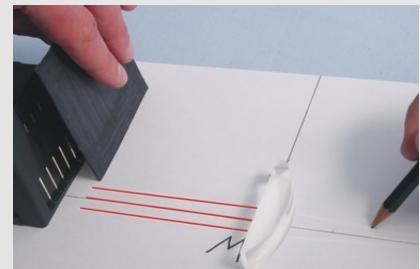



- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~).
- Переместите осветитель немного вверх до тех пор, пока три световых луча не будут находиться выше и параллельно оптической оси. Четвертый луч света должен попасть в линзу точно по оптической оси и пройти сквозь нее, не преломляясь.
- Отметьте контуры линзы тонким карандашом.
- Опишите направление световых лучей после прохождения через линзу.

Выполнение работы (2/3)

PHYWE

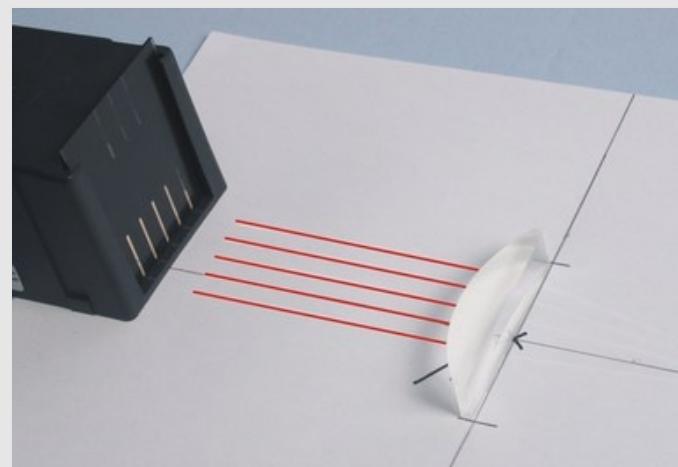
- Закройте две верхние щели диафрагмы так, чтобы только три световых луча вблизи оси попадали на линзу. Обратите внимание и запишите свои наблюдения.
- Отметьте на оптической оси точку пересечения лучей и обозначьте ее как F_1 . Отметьте ход световых лучей.
- Теперь закройте три нижние щели диафрагмы так, чтобы на линзу попадали только два верхних световых луча вне оси. Наблюдайте за ходом световых лучей и запишите результаты.
- Отметьте траекторию двух лучей света и отметьте точки пересечения с оптической осью с помощью точек F_1 и F_2



Выполнение работы (3/3)

PHYWE

- Теперь поверните линзу на 180° так, чтобы изогнутая поверхность теперь была обращена к осветителю
- Повторите отдельные этапы эксперимента, но не отмечая лучи света и точки фокуса. Наблюдайте и сравните результаты. Что Вы замечаете?
- Выключите источник питания и снимите с бумаги осветитель и линзу.
- Если соединить вместе соответствующие метки, то станет виден ход лучей света

Поворот линзы на 180°



Протокол

Задача 1

10°

Сформулируйте утверждение о положении точек пересечения с оптической осью для параллельного света, падающего близко к оси или от нее на плосковыпуклой линзе.

Для этого завершите следующее предложение:

При прохождении через линзу лучи света, падающие параллельно оптической оси и близко к оси, так, что они встречаются в одной точке. вдали от оси значительно отклоняются от этой точки и располагаются к линзе.

- на оптической оси
- ближе
- плосковыпуклую
- преломляются
- Лучи света

Проверить

Задача 2

10° 

Сформулируйте утверждение о положении точек пересечения с оптической осью для параллельного света, падающего близко к оси или от нее на плосковыпуклой линзе.

Когда изогнутая поверхность плосковыпуклой линзы направлена в сторону от источника света, то точка пересечения внеосевых лучей света находится ближе к точке пересечения лучей вблизи оси с оптической осью.

Когда изогнутая поверхность плосковыпуклой линзы направлена в сторону источника света, то точка пересечения внеосевых лучей света находится ближе к точке пересечения лучей вблизи оси с оптической осью.

Задача 3



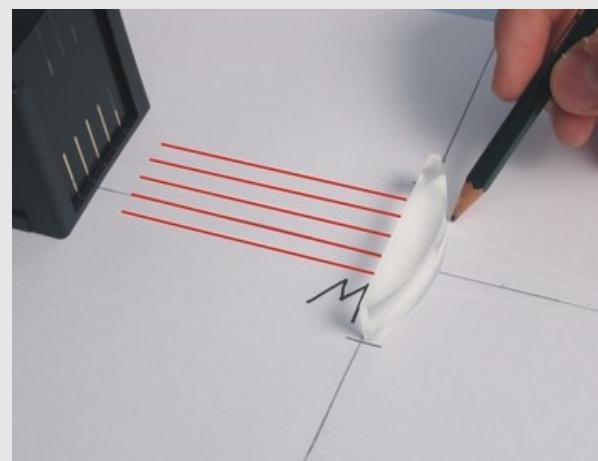
Как ошибка линзы, которую Вы исследуете, влияет на изображение объекта, созданного с помощью выпуклой линзы?

Изображение объекта отражается по горизонтали

Изображение объекта поворачивается на 180°.

Изображение объекта искажено.

Изображение объекта размыто



Преломление на плосковыпуклом зеркале

Слайд	Оценка / Всего
Слайд 20: Точки пересечения лучей вблизи и вдали от оси	0/5
Слайд 21: Положение линзы planovex	0/1
Слайд 22: Влияние ошибки объектива на изображение	0/1

Общая сумма

0/7

 Решения Повторить

14/14