

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой И1
индекс кафедры
Борейшо А.С.
Фамилия ИО подпись
« 07 » сентября 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на учебную практику
наименование практики
Обучающемуся группы И1М31 Поначевной Ирине Федоровне
группа Фамилия Имя Отчество
Направление/специальность 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии
нужное подчеркнуть код полное наименование направления/специальности
Руководитель практики Погода А.П., к.ф.-м.н., преподаватель
Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность
Тема задания на практику: Ознакомление с материально-техническим обеспечением
кафедры, создание плана по материально-техническому расширению оснащения кафедры
Срок прохождения практики: с 01.09.18 г. по 21.12.18 г.
Место прохождения практики: БГТУ «Военмех»

Должность обучающегося на практике: магистрант
1. Виды работ и требования к их выполнению: 1) Ознакомление с материально-техническим обеспечением кафедры и сборка экспериментальной установки
1) Проведение занятий для студентов бакалавриата по выполнению лабораторного исследования в рамках одного из курсов кафедры
2) Разработка и внедрение инструментов оценивания усвоения материала
2. Виды отчетных материалов и требования к их выполнению: дневник, отчет

3. ПЛАН-ГРАФИК практики

№ эта-па	Наименование этапа	Срок завершения этапа	Виды работ	Форма отчетности
1	Ознакомление с материально-техническим обеспечением кафедр-ры и сборка экспериментального стенда	28.09.18	Исследо-вание	отчет
2	Проведение занятий для студентов бакалавриата по выполнению ла-бораторного исследования в рам-ках одного из курсов кафедры	16.11.18	Разработка	отчет
3	Разработка и внедрение инстру-ментов оценивания усвоения ма-териала	01.12.18	Разработка	отчет

Дата выдачи задания:

« 07 » сентября 2018 г.

Руководитель практики: А.П. Погода

« 07 » сентября 2018 г.

Срок сдачи отчетных документов:

« 20 » декабря 2018 г.

Обучающийся: Ирина Поначевная

« 07 » сентября 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

Факультет И
индекс факультета
Выпускающая кафедра И1
индекс кафедры
Группа И1М31
индекс группы

Заведующий кафедрой И1
индекс кафедры
Борейшо А.С.
Фамилия ИО
« 20 » декабря 2018 г.
подпись

ОТЧЕТ

о прохождении учебной практики

наименование практики

Поначевной Ирины Федоровны

Фамилия, имя, отчество обучающегося

обучающегося по
направлению/специальности
нужное подчеркнуть

12.04.05

код

Лазерная техника и лазерные
полное наименование направления/специальности
технологии

Руководитель практики:

Погода А.П., к.ф.-м.н., преподаватель

Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

Срок прохождения практики: с 01.09.2018 г. по 21.12.2018 г.

Должность обучающегося на практике: магистрант

Руководитель практики:

Погода
Подпись

Погода А.П.

Фамилия ИО

« 20 »

декабря

2018 г.

отлично

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

Содержание

1 Ознакомление с материально-техническим обеспечением кафедры и сборка экспериментальной установки для проведения лабораторных работ для студентов бакалавриата.....	3
2 Материалы для проведения лабораторной работы по курсу «Основы оптики» для студентов бакалавриата.....	6
3 Разработка и внедрение инструментов оценивания усвоения материала....	18

1 Ознакомление с материально-техническим обеспечением кафедры и сборка экспериментальной установки для проведения лабораторных работ для студентов бакалавриата

Кафедра И1 "Лазерная техника" факультета "И" Информационные и управляющие системы" ведет подготовку бакалавров и магистров по направлению «Лазерная техника и лазерные технологии», профили «Лазерные системы в ракетной технике и космонавтике» и «Лазерные техника и лазерные технологии».

Сложившаяся система преподавания предполагает использование в процессе обучения современных компьютерных информационных технологий, в том числе 3D-проектирования опtotехнических систем, компьютерного моделирования сложных физических процессов, компьютерного дизайна. Успешное применение студентами самых передовых компьютерных технологий обусловлено имеющимся в составе кафедры современным компьютерным классом с неограниченным доступом в Интернет и мультимедийными аудиториями для проведения лекционных и практических занятий.

Более того, на базе кафедры успешно существуют оптические лаборатории, оснащенные современным оборудованием. Получение практических навыков при сборке и работе с экспериментальными оптическими стендами способствуют повышению квалификации и уровня знаний студентов кафедры.

В процессе прохождения практики мной была собрана оптическая экспериментальная установка для проведения лабораторных работ по курсу «Основы оптики» для студентов бакалавриата. Схема установки приведена на рисунке 1.1.

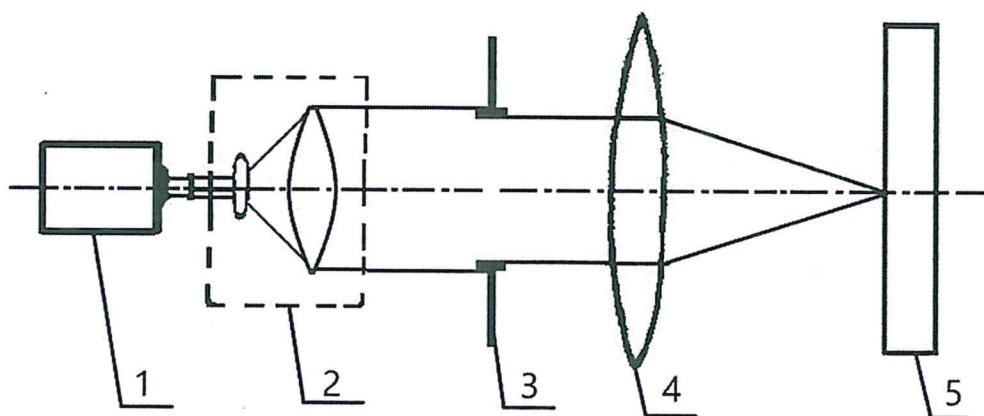


Рисунок 1.1 – Установка для нахождения фокусного расстояния ЛЗ : 1 – Гелий-неоновый лазер (источник излучения), 2 – расширитель пучка, 3 – диафрагма, 4 – фокусирующая линза , 5 – экран.

Целью лабораторной работы было измерение фокусных расстояний линз, поиск положения собирающей линзы относительно точечного источника для получения параллельного пучка и изображения с единичным увеличением.

В качестве источника когерентного монохроматического излучения использован гелий-неоновый лазер. Параллельный узкий пучок света от источника (1) проходит через систему двух линз Л1 и Л2 (2), которая представляет собой расширитель пучка. Чтобы регулировать диаметр пучка, перед собирающей линзой ЛЗ (4) устанавливается диафрагма (3). Далее излучение попадает на экран (5).

Ниже приведены оптические схемы для проведения эксперимента.

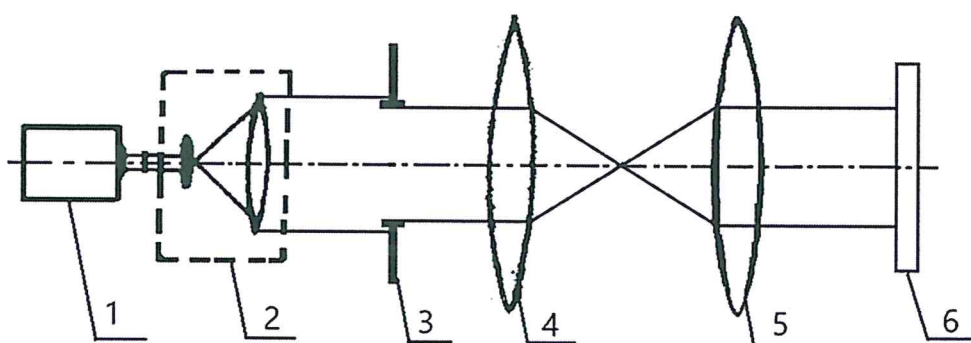


Рисунок 1.2 – Оптическая схема для измерения фокусных расстояний линз, поиск положения собирающей линзы относительно точечного источника для получения параллельного пучка

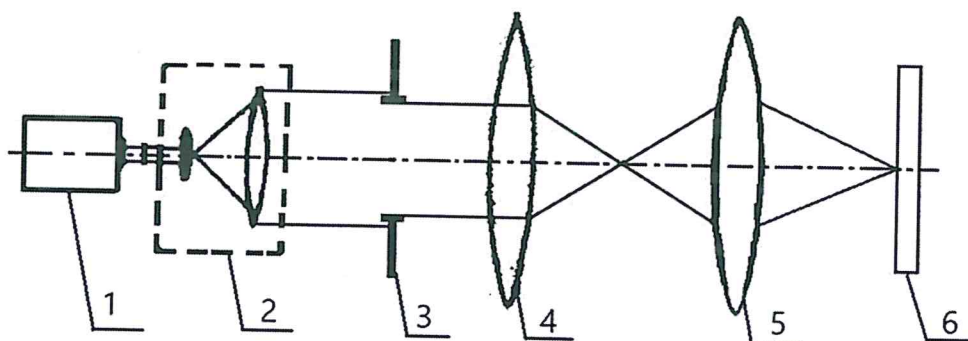


Рисунок 3 – Оптическая схема для получения изображения с единичным увеличением

В качестве источника когерентного монохроматического излучения использован гелий-неоновый лазер. Свет от точечного источника (1-4) падает на линзу Л4 (5). В зависимости от положения Л4 на экране (6) наблюдается разное изображение.

К задачам проведения эксперимента относятся:

1) Определение фокусного расстояния ЛЗ:

- имея источник излучения и экран, расстояние между которыми постоянно, найти такое положение ЛЗ, чтоб на экране увидеть сфокусированную точку лазерного излучения.

2) Определение фокусного расстояния Л4, получение изображения с единичным увеличением. Имея точечный источник света (1-4) и еще одну линзу необходимо:

- Найти положение Л4, которое даст на выходе параллельный пучок света.
- Найти положение Л4, которое дает единичное увеличение ($\Gamma=1$) объекта.

2 Материалы для проведения лабораторной работы по курсу «Основы оптики» для студентов бакалавриата

Для проведения лабораторных работ и теоретической подготовки студентов были собраны и описаны краткие теоретические сведения

2.1 Преломление на сферической поверхности

Рассмотрим простейший случай преломления света на одной сферической поверхности, разграничивающей однородные среды с показателями преломления n_1 и n_2 . Пусть эта поверхность обладает симметрией вращения относительно одной из прямых ОС, проходящей через центр кривизны сферической поверхности, которую будем называть главной оптической осью (рис. 2.1).

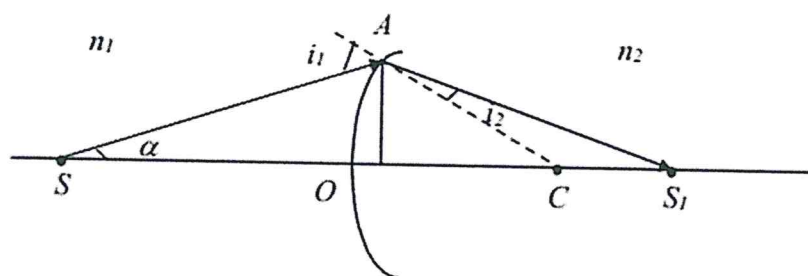


Рисунок 2.1- Ход луча через одиночную сферическую поверхность

В дальнейшем все отрезки вдоль оси будем отсчитывать от точки О, считая их *положительными*, если они откладываются от точки О *вправо*, т. е. в направлении распространения света, и *отрицательными* – если они откладываются *влево*. Допустим, что точечный источник света S находится на оптической оси системы. Произвольный луч SA, падающий на сферическую поверхность под углом i_1 к нормали поверхности, после преломления на поверхности под углом i_2 пройдет по пути AS_1 . Обозначим длины AS и AS_1 через a_1 и a_2 , соответственно.

Распишем площади полученных треугольников. Из рис. 2.1 видно, что

$$S_{\Delta SAC} + S_{\Delta CAS} = S_{\Delta SAS} \quad (1)$$

Учитывая, что $a_1 < 0$, $a_2 > 0$, можно записать:

$$S_{\Delta SAC} = -\frac{1}{2}a_1 \cdot R \cdot \sin(i_1) \quad (2)$$

$$S_{\Delta CAS} = \frac{1}{2}a_2 \cdot R \cdot \sin(i_2) \quad (3)$$

$$S_{\Delta SAS} = -\frac{1}{2}a_1 \cdot a_2 \cdot \sin(i_1 - i_2) \quad (4)$$

где $AC = R$ – радиус кривизны преломляющей поверхности. Он отсчитывается от сферической поверхности к ее центру и положителен в нашем случае. Подставляя выражения (2), (3), (4) в формулу (1), получим:

$$\frac{n_2}{a_2} - \frac{n_1}{a_1} = \frac{n_2 \cos(i_2) - n_1 \cos(i_1)}{R} \quad (5)$$

Согласно формуле (5), положение точки $S1$ зависит от угла наклона α падающего луча к оптической оси, т. е. от угла падения i_1 и преломления i_2 . Ограничимся малыми углами α , i_1 , i_2 . Лучи, удовлетворяющие такому условию, называются параксиальными (приосевыми). Для них можно записать

$$\cos(i_1) \approx \cos(i_2) \approx 1; AS_1 \approx OS_1, AS \approx OS$$

В этом приближении формула (5) принимает вид:

$$\frac{n_2}{a_2} - \frac{n_1}{a_1} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (6)$$

В случае параксиального приближения положение точки $S1$ не зависит от угла α . Следовательно, все параксиальные лучи, выходящие из одной точки оптической оси, после преломления на сферической поверхности пересекутся в одной точке, лежащей также на оптической оси. Точка $S1$ поэтому будет оптическим изображением точки S в параксиальных лучах, а расстояния a_1 и a_2 будут обозначать соответственно расстояния от сферической поверхности до предмета и до изображения. Формуле (6) можно придать вид:

$$n_1 \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{R} \right) = n_2 \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{R} \right) \quad (7)$$

откуда следует, что произведение $n \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{R} \right)$ при преломлении сохраняет свою величину. Его называют *нулевым инвариантом Аббе*.

Основное уравнение (6) охватывает все случаи преломления лучей на сферической поверхности. Пользуясь установленным выше правилом знаков, можно разобрать случай выпуклой ($R > 0$) или вогнутой поверхности ($R < 0$). Точно так же, в зависимости от того, будут ли a_1 и a_2 иметь разные знаки или одинаковые, мы будем иметь случаи, когда изображение располагается с противоположной по сравнению с источником стороны преломляющей поверхности или лежит по одну сторону с ним. В первом случае ($a_2 > 0$) точка, именуемая изображением, есть действительно точка пересечения преломленных лучей. Такое изображение называется *действительным*. Во втором случае ($a_2 < 0$) преломленные лучи, идущие во второй среде, остаются расходящимися и реально не пересекаются. Название изображения относится к той воображаемой точке, которая представляет собой место пересечения предполагаемого продолжения преломленных лучей. Такое изображение называется *мнимым*.

2.2 Изображение малых предметов. Увеличение

Выберем в качестве предмета линию A_1B_1 , перпендикулярную к оптической оси, и построим ее изображение A_2B_2 (рис. 2.2).

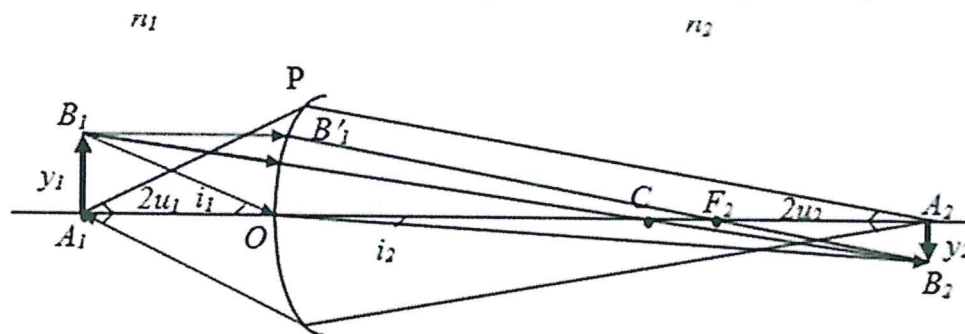


Рисунок 2.2 - Получение изображения через одиночную сферическую поверхность

Для графического отыскания точки B_2 можно провести луч $B_1B'_1 \parallel A_1O$, тогда преломленный луч должен пройти через фокус F_2 . Луч B_1C , проходящий через центр C сферической поверхности, не изменяет направления своего распространения. Отношение линейных размеров

изображения ($y_2 = A_2B_2$) и предмета ($y_1 = A_1B_1$) носит название *линейного* или *поперечного увеличения* Γ :

$$\Gamma = \frac{y_2}{y_1} = \frac{A_2B_2}{A_1B_1}$$

Из треугольников A_1B_1O и A_2B_2O имеем

$$\frac{y_1}{a_1} = \operatorname{tg}(i_1), \quad \frac{y_2}{a_2} = \operatorname{tg}(i_2)$$

где a_1 и a_2 – расстояния от преломляющей поверхности до предмета и до его изображения, соответственно.

При малых размерах A_1B_1 и A_2B_2 (параксиальное приближение)

$$\frac{\operatorname{tg}(i_1)}{\operatorname{tg}(i_2)} = \frac{\sin(i_1)}{\sin(i_2)} = \frac{n_2}{n_1}$$

так что

$$\frac{y_1 a_2}{a_1 y_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{или} \quad \frac{y_2}{y_1} = \Gamma = \frac{n_1 a_2}{n_2 a_1} \quad (8)$$

Для преломляющей системы n_1 и n_2 всегда положительно и поэтому знак Γ определяется знаком отношения a_2/a_1 . Для расположений, соответствующих действительному изображению, как на рис. 2, a_1 и a_2 имеют разные знаки, т. е. Γ – отрицательно, и изображение перевернутое; для мнимых изображений – наоборот. Плоскость предмета A_1B_1 и плоскость его изображения A_2B_2 являются сопряженными по отношению к данной оптической системе. Сопряженные плоскости называются главными, если для них $\Gamma = 1$, т. е. изображение получается прямым и в натуральную величину. Из формул (6) и (8) следует, что для сферической поверхности главные плоскости совпадают между собой и представлены плоскостью, касательной к сфере в точке O , т. е. $a_1 = a_2 = 0$. Поэтому фокусные расстояния сферической поверхности следует считать расстояниями от главных плоскостей до фокусов. На рис. 2 изображены также углы u_1 и u_2 , определяющие максимальное раскрытие (апертуру) пучков, падающих на сферическую поверхность (угол $2u_1$), и сопряженных им изображающих пучков (угол $2u_2$). Предельное значение этих углов определяется

требованием соблюдения условий параксиальности, когда изображение небольшого предмета будет передаваться без искажения.

Для параксиальных лучей $A_1P \approx A_1O = a_1$ и $PA_2 \approx OA_2 = a_2$, поэтому

$$tg(u_1) = u_1 = \frac{PO}{a_1} \quad tg(u_2) = u_2 = \frac{PO}{a_2} \quad \frac{u_1}{u_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

На основании (8) имеем

$$\Gamma = \frac{y_2}{y_1} = \frac{n_1 a_2}{n_2 a_1} = \frac{n_1 u_1}{n_2 u_2} \quad \text{или} \quad y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2 \quad (9)$$

Соотношение (9) носит название теоремы Лагранжа - Гельмгольца и справедливо для области параксиальных лучей.

Получение четких изображений при употреблении пучков со значительной апертурой возможно лишь при выполнении условия синусов Аббе:

$$y_1 n_1 \sin(u_1) = y_2 n_2 \sin(u_2) \quad (10)$$

Строение пучка, преобразованного оптической системой, может быть только таким, какое допускают условия (9) или (10).

2.3 Общая формула линзы

Линзой называется тело из однородного прозрачного материала, ограниченное двумя сферическими поверхностями или сферической поверхностью и плоскостью. Материалами для линз служат: в видимой области – стекло различных марок; в ультрафиолетовой области – кварц, флюорит; в инфракрасной области – кварц, каменная соль, сильвин и т.д.

Линза называется тонкой, если ее толщина мала по сравнению с радиусами кривизны ограничивающих поверхностей. У тонкой линзы имеются два главных фокуса, расположенных симметрично на главной оптической оси относительно линзы.

Рассмотрим систему, двух преломляющих сферических поверхностей (рис.2.3).

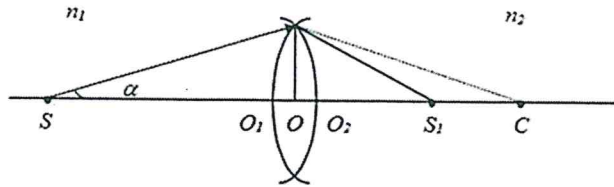


Рисунок 2.3 - Ход луча через систему двух сферических поверхностей

Любой параксиальный луч, проходящий через O , практически не испытывает преломления, так как для этих лучей участки обеих поверхностей линзы можно считать параллельными, и лучи, проходя через них, не меняют направления, а лишь смещаются параллельно самим себе. Так как толщиной линзы мы пренебрегаем, то смещение это ничтожно мало и луч практически проходит без преломления, если с обеих сторон линзы находится одинаковая среда. Луч, проходящий через оптический центр, называется *осью линзы*. Ось, проходящая через центры обеих поверхностей, называется *главной*, остальные оси называются *побочными*. Преломление на первой сферической поверхности создало бы без второй поверхности в сплошном стекле с показателем преломления n изображение в точке C , расположенной на расстоянии $OC = a$, так что

$$\frac{n}{a} - \frac{n_1}{a_1} = \frac{n - n_1}{R_1} \quad (11)$$

где $a_1 = OS$;

R_1 – радиус кривизны первой поверхности линзы;

n_1 – показатель преломления среды, в которой расположен предмет.

Для второй поверхности промежуточное изображение C будет служить предметом. Изображение такого предмета после преломления на второй поверхности, получаемое в точке S_1 , и будет окончательным изображением источника S , которое дает линза. Здесь опять применима формула (6), которая будет иметь вид:

$$\frac{n_2}{a_2} - \frac{n}{a} = \frac{n_2 - n}{R_2} \quad (12)$$

где R_2 - радиус кривизны второй поверхности;

$a_2 = S_1O$;

n_2 – показатель преломления среды, в которой находится изображение.

Складывая равенства (11) и (12), получим формулу тонкой линзы:

$$\frac{n_2}{a_2} - \frac{n_1}{a_1} = \frac{n_2 - n}{R_2} + \frac{n - n_1}{R_1} \quad (13)$$

где $\frac{n_2 - n}{R_2} + \frac{n - n_1}{R_1} = \Phi_1 + \Phi_2 = \Phi$ – оптическая сила тонкой линзы, равная сумме оптических сил обеих преломляющих поверхностей.

Если справа и слева от линзы находятся одна и та же среда, с показателем преломления n_0 , т. е. $n_1 = n_2 = n_0$, тогда формула (13) примет вид:

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = \left(\frac{n - n_0}{n_0} \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = (N - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{n_0} \Phi \quad (14)$$

где $N = \frac{n}{n_0}$ – относительный показатель преломления.

Общая формула линзы (13) справедлива для тонких линз любой формы (двояковыпуклых, двояковогнутых и т. д.) при любом расположении предмета и соответствующем расположении фокуса. Нужно только принять во внимание знаки a_1 , a_2 , R_1 , R_2 , считая их положительными, если они отложены вправо от линзы, по ходу луча, и отрицательными, если они отложены влево от линзы (против хода луча). Если предмет удаляется от линзы (a_1 возрастает по абсолютной величине), то изображение перемещается. Положение изображения, соответствующее предельному случаю, когда источник удален в бесконечность, носит название *фокуса линзы*. Фокус линзы есть точка, сопряженная бесконечно удаленной точке главной оси, или место схождения лучей, параллельных главной оптической оси. Расстояние от линзы до фокуса есть *фокусное расстояние тонкой линзы*. Плоскость,

проходящая через фокус перпендикулярно к главной оси, называется *фокальной* плоскостью. Для фокусных расстояний с использованием формулы (14) имеем следующие соотношения:

$$\text{при } a_1 \rightarrow -\infty, a_2 = f_2 = \frac{1}{(N-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)} = \frac{n_0}{\Phi} \quad (15)$$

$$\text{при } a_2 \rightarrow \infty, a_1 = f_1 = \frac{1}{(N-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)} = -\frac{n_0}{\Phi} \quad (16)$$

Если справа и слева от линзы находится одна и та же среда, то фокусные расстояния линзы равны по величине и противоположны по знаку, т. е. фокусы лежат по разные стороны от линзы. Если по обе стороны линзы располагаются разные среды ($n_1 \neq n_2$), то фокусные расстояния f_1 и f_2 , определяемые из формулы (13), разные и относятся между собой как

$$\frac{f_1}{f_2} = -\frac{n_1}{n_2}.$$

В зависимости от знака и величины R_1 и R_2 , а также от знака ($N - 1$) величина f_1 может быть положительной либо отрицательной, т. е. фокус может быть *мнимым* или *действительным*. То же относится и к f_2 , причем нетрудно видеть, что если первый фокус мнимый, то и второй тоже будет мнимым, и наоборот. Если фокусы действительны, т. е. параллельные лучи после преломления сходятся, то линза называется *собирающей* или *положительной*. Фокус такой линзы - действительный ($F > 0$), поскольку пересекаются сами лучи.

При мнимых фокусах параллельные лучи после преломления в линзе становятся расходящимися. Поэтому такие линзы называются *рассеивающими* или *отрицательными*. В фокусе рассеивающей линзы пересекаются продолжения лучей (воображаемые, мнимые лучи), которые до преломления были параллельны ее главной оптической оси. Этим и поясняется, что фокус рассеивающей линзы обозначают как мнимый ($F < 0$)

Если материал тонкой линзы преломляет сильнее, чем окружающая среда ($n > n_0$, $N - 1 > 0$), то собирательными будут линзы, утолщающиеся к середине (двояковыпуклые, плосковыпуклые, вогнуто-выпуклые). К рассеивающим линзам принадлежат *двояковогнутые, плосковогнутые, выпукло-вогнутые*, т. е. линзы утончающиеся к середине. Если материал тонкой линзы преломляет меньше, чем окружающая среда, то линзы меняются свойствами.

Вводя фокусное расстояние линзы, придадим формуле линзы вид:

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{f}, f = f_2 = -f_1 \quad (17)$$

Легко видеть, что изменение величины a_1 приводит к изменению a_2 того же знака, т. е. изображение сдвигается вдоль оси в том же направлении, что и предмет. Исключение составляет лишь точка $a_1 = f_1$, при прохождении которой изображение переходит из $a_1 = +\infty$ в $a_2 = -\infty$.

На рис. 2.4 показано построение изображений и перемещение их в зависимости от перемещения предмета для положительной (рис. 2.4, а) и отрицательной (рис. 2.4, б) тонких линз, находящихся в воздухе. Для построения выбраны лучи, ход которых заранее известен. К таким лучам относятся:

1) луч, идущий параллельно оптической оси. В пространстве изображений ему соответствует сопряженный луч, идущий через задний фокус F_2 ;

2) наклонный луч, проходящий через передний фокус F_1 . Сопряженный ему луч пойдет параллельно оптической оси.

На рис. 2.4 а, б показано построение изображения для семи положений предмета, заданных расстоянием a_1 :

1) $a_1 > 2f$; 2) $a_1 = 2f$; 3) $a_1 > f$; 4) $a_1 = f$; 5) $a_1 < f$; 6) $a_1 = 0$;

7) предмет расположен за линзой;

8) предмет находится в переднем фокусе отрицательной линзы.

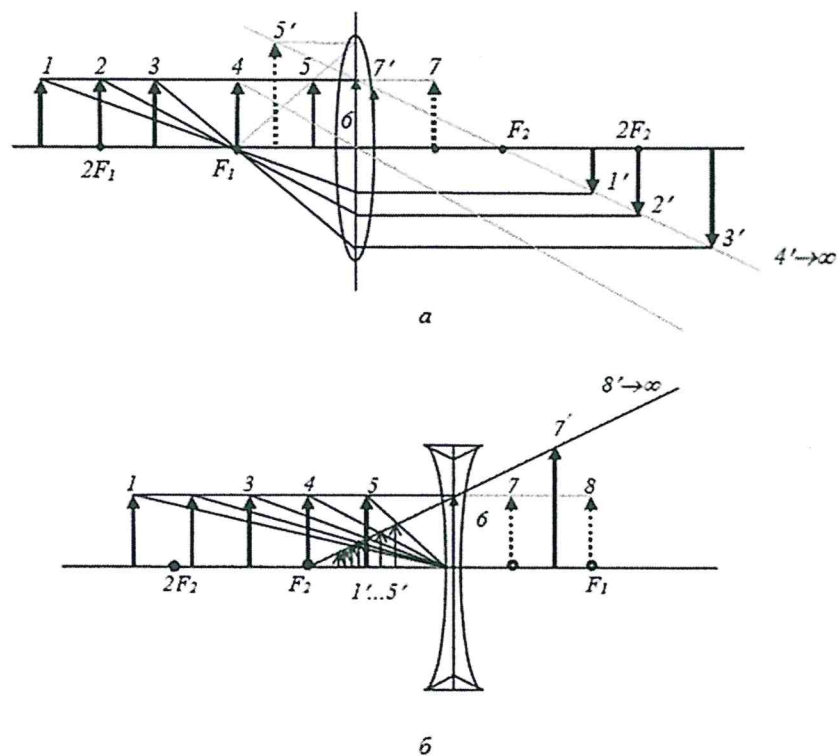


Рисунок 2.4 - Различные положения предмета для положительной (а) и отрицательной (б) линз

Предметы, расположенные справа от линзы, могут быть только мнимыми, так как они образуются мысленным продолжением падающих на линзу лучей. На рисунке эти предметы изображены штриховыми линиями.

Лучи, служащие для построения – условные; они могут не быть параксиальными и вообще могут не проходить через линзу (рис. 2.5).

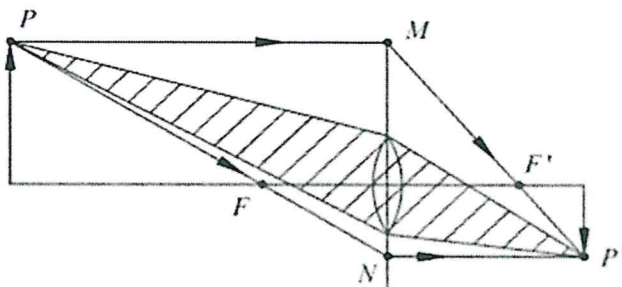


Рисунок 2.5 - Использование непараксиальных лучей при построении изображения идеальной линзой

2.4 Идеальные оптические системы

Оптическая система называется идеальной, если выполняются следующие условия:

1) каждая точка в пространстве предметов изображается только одной сопряженной с ней точкой в пространстве изображений (стигматичность изображения);

2) отрезок или луч в пространстве предметов изображается только одним сопряженным с ним отрезком или лучом в пространстве изображений;

3) плоскость, перпендикулярная к главной оптической оси, в пространстве предметов, изображается сопряженной с ней плоскостью, также перпендикулярной к оптической оси, в пространстве изображений.

Изложенное раньше показывает, что идеальная оптическая система может быть осуществлена в виде центрированной оптической системы, если ограничиться параксиальными лучами. Как показывает теория, изображение предметов с помощью идеальной оптической системы может быть построено без детального исследования хода лучей внутри системы и требует только знания ряда так называемых кардинальных точек и плоскостей, задание которых полностью описывает все свойства оптической системы.

2.5 Определение главного фокусного расстояния собирательной линзы

Способ 1. При получении действительного изображения собирательной линзой ($\Phi > 0$) в воздухе ($n \cong 1$) формулу (14) тонкой линзы с учетом (15) и (16) можно записать в виде:

$$\frac{1}{|a_1|} + \frac{1}{|a_2|} = \frac{1}{f} = \Phi \quad (18)$$

где $|a_1|$ и $|a_2|$ – расстояния от линзы до предмета и изображения, соответственно. Отсюда

$$|f| = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} \quad (19)$$

- формула Гаусса

Способ 2. Пусть величина предмета y_1 , а величина его изображения y_2 . Поскольку

$$\frac{y_1}{a_1} = \frac{y_2}{a_2} \quad (20)$$

то формулу Гаусса (19) можно преобразовать к виду:

$$|f| = a_2 \frac{y_1}{y_1 + y_2} \quad (21)$$

На опыте измеряют величины a_2, y_1, y_2 .

Способ 3 (способ Бесселя). При заданном положении экрана и предмета существует два положения линзы, при которых получается резкое изображение, если только расстояние между предметом и экраном не меньше, чем $4|f|$. Убедитесь в этом на опыте. Объясните это теоретически (можно использовать обратимость хода лучей или соображения симметрии). Пусть в первом положении линза дает увеличенное изображение, тогда $b > a$. Во втором положении будет получаться уменьшенное изображение, причем a и b поменяются местами (рис. 2.6).

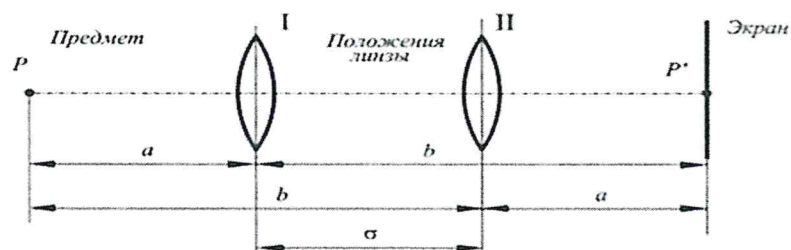


Рисунок 2.6- Определение фокусного расстояния для различных положений линзы

Обозначим: $a + b = z$, $b - a = \sigma$

Очевидно z – расстояние от источника до экрана; σ – расстояние между двумя положениями линзы, при которых получается резкое изображение. Выразим a и b через z и σ и подставим в формулу Гаусса (18):

$$|f| = (z^2 - \sigma^2) / 4z \quad (22)$$

3 Разработка и внедрение инструментов оценивания усвоения материала

Для оценки усвоения студентами материала были разработаны вопросы для допуска к выполнению работы, требования к оформлению отчета, а так же список контрольных вопросов для успешной защиты лабораторной работы.

При подготовке к лабораторной работе студентам необходимо дать ответы на вопросы, приведенные ниже, и решить задачу.

Список вопросов:

1. Написать без вывода общую формулу тонкой линзы и пояснить смысл всех величин, входящих в нее.

2. Рассмотреть различные случаи построения хода лучей в собирающих и рассеивающих линзах.

3. Дано:

$$n_1=1.51$$

$$f_1=100 \text{ мм}$$

$$n_2=1.47$$

$$f_2=80 \text{ мм}$$

Рассчитать радиусы кривизны линз, расстояния положения линз, воспользовавшись формулой тонкой линзы.

Требования к оформлению отчета:

1. Цели, задачи
2. Схема установки
3. Порядок выполнения
4. Полученные результаты и их обоснование
5. Ответы на контрольные вопросы

Список контрольных вопросов:

1. Что называется линзой?
2. Какие линзы называются выпуклыми, вогнутыми, собирающими, рассеивающими?
3. Всегда ли вогнутая линза является рассеивающей?

4. Что называется оптическим центром линзы, главной оптической осью?
5. Что понимают под фокусом линзы?
6. Какой фокус называется действительным, а какой мнимым?
7. В каких единицах измеряется, от чего зависит оптическая сила линзы?
8. Какими лучами удобно пользоваться при построении изображения точечного предмета в линзе?
9. Какое минимальное число их надо взять?
10. Как записывается формула тонкой линзы?
11. Какое правило знаков используется при записи этой формулы?
12. Что называется линейным увеличением?
13. Как рассчитывается линейное увеличение линзы?
14. Где и какое получится изображение действительного предмета, находящегося за двойным фокусным расстоянием собирающей линзы?
15. При каком условии собирающая линза дает мнимое изображение?
16. На каком расстоянии надо поместить предмет перед собирающей линзой, чтобы получить увеличенное изображение предмета?

ДНЕВНИК

прохождения _____ учебной _____ практики

Обучающегося группы И1М31 Поначевной Ирины Федоровны
наименование практики группа Фамилия Имя Отчество

По направлению/специальности 12.04.05 Лазерная техника и лазерные
нужное подчеркнуть код полное наименование направления/специальности
технологии


Срок прохождения практики: с 01.09.18 г. по 21.12.18 г.

Место прохождения практики: БГТУ «Военмех»
полное наименование организации

В должности: _____ магистрант
указать должность

Дата	Вид работ	Примечание
28.09.18	Ознакомление с материально-техническим обеспечением кафедры и сборка экспериментальной установки для проведения лабораторных занятий для студентов бакалавриата	
16.11.18	Проведение занятий для студентов бакалавриата по выполнению лабораторного исследования в рамках одного из курсов кафедры	
01.12.18	Разработка и внедрение инструментов оценивания усвоения материала	

Обучающийся


подпись

« 20 » _____ декабря 2018 г.