

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

### **«ТОНКИЕ ЛИНЗЫ»**

Работу выполнил студент

Группы 2об\_ИВТ-2

Фролов А.А.

**Цель работы:** освоить методику получения изображений с

помощью линз, оценивать и измерять фокусное расстояние линз.

**Принадлежности:** собирающая линза, рассеивающая линза, коллиматор, параллельный пучок, линейка.

### Ход работы

#### Задание 1

Получив от преподавателя собирающую линзу, оценить грубо ее фокусное расстояние: •  
Оценить кривизну преломляющих поверхностей линзы. Используя формулу (1) и считая, что показатель преломления линзы равен  $n=1.5$ , рассчитать ее фокусное расстояние.

$$R = \frac{h^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}{2h}, \quad (1)$$

$$F = 2R, \quad (2)$$

h	1,9
d	10,8
r	5,4
R	8,62

F	17,25
---	-------

h – выпуклость, см

d – диаметр линзы, см

r – радиус линзы, см

R – радиус кривизны, см

F – фокусное расстояние, см

#### Задание 2

Определение фокусного расстояния собирающей линзы с помощью параллельного пучка. Помещая собирающую линзу в параллельный пучок света, можно собрать лучи в точке, находящейся в фокусе линзы (рис 1). Расстояние от экрана до линзы в этом случае равно фокусному расстоянию:  $f = a_2$ . Параллельный пучок света получают от специального устройства – коллиматора. На экране видно световое пятно, диаметр которого равен диаметру параллельного пучка света.

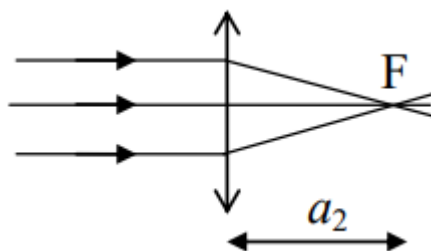


Рис. 1

№	f	f - f <sub>ср</sub>
1	11,1	0,04
2	11,2	0,14
3	11	0,06
4	11	0,06
5	11	0,06
f <sub>ср</sub>	11,06	0,07

f – фокусное расстояние, см.

f<sub>ср</sub> – усредненное фокусное расстояние, см.

Абсолютная погрешность = 0,07 см.

Погрешность линейки = 0,05 см в среднем.

Суммарная погрешность вычисляется по формуле (3).

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \approx 0,086 \text{ см} \quad (3)$$

$$f = 11,06 \pm 0,09 \text{ см}$$

### Задание 3

Измерить фокусное расстояние собирающей линзы методом Бесселя. Метод Бесселя заключается в следующем. Пусть расстояние между предметом и экраном  $L > 4f$ , при этом существуют два разных положения линзы, при которых на экране получаются четкие изображения предмета (в одном случае уменьшенное, а в другом – увеличенное (рис 2)).

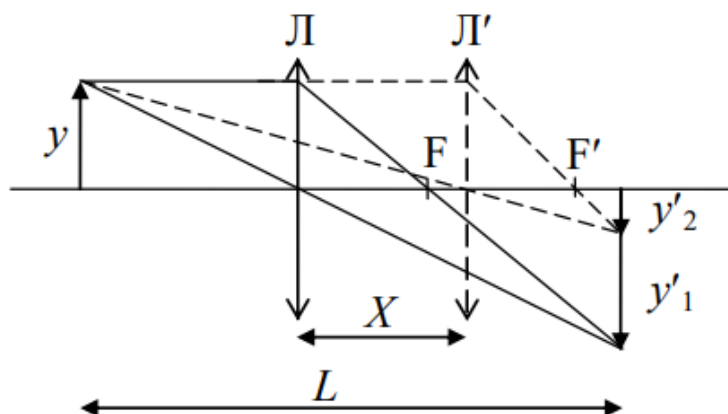


Рис. 2

$$L \approx X_1 + X_2$$

(4)

Вычисляем X по формуле (5).

$$X = |X_2 - X_1| \quad (5)$$

Вычисляем f по формуле (6).

$$f = \frac{L^2 - X^2}{4L} \quad (6)$$

№	L	X1	X2	X	f	Абс. Погр.	Относ. Погр.
1	78	13,1	64	50,9	11,20	0,06	0,6
2	100	12,8	86	73,2	11,60	0,47	4,2
3	65	14	51	37	11,0	0,15	1,3
4	59	14,4	44	29,6	11,04	0,10	0,9
5	50	15,8	34	18,2	10,84	0,29	2,6
f <sub>ср</sub>	-	-	-	41,78	11,13	0,21	1,9

$$f = 11,13 \pm 0,21 \text{ см}$$

#### Задание 4

Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы с помощью параллельного пучка.

Смещая в параллельный пучок рассеивающую линзу, получим расходящийся пучок света (рис. 3).

Тогда фокусное расстояние может быть определено по формуле (7).

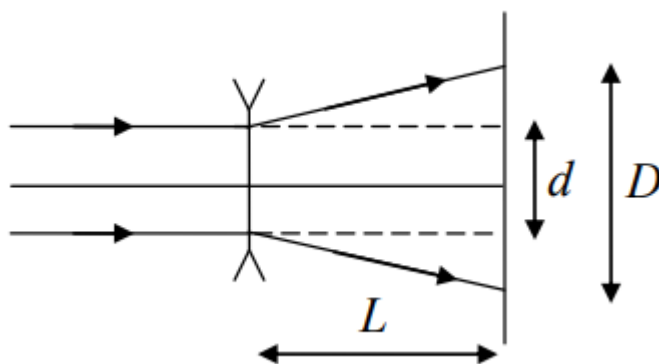


Рис. 3

$$f = \frac{dL}{D-d} \quad (7)$$

где L – расстояние от линзы до экрана; d – диаметр параллельного пучка на экране; D – диаметр пучка, после прохождения рассеивающей линзы.

№	d	D	L	f	Абсол. Погр
1	3,1	5,5	11,5	14,85	0,84
2	3,1	7	19,3	15,34	0,36
3	3,1	8	25,7	16,26	0,56
4	3,1	9	30,3	15,92	0,22
5	3,1	10,2	36,9	16,11	0,41
f <sub>ср</sub>	3,1	-	-	15,70	0,48

Абсолютная погрешность = 0,48 см

Погрешность линейки = 0,05 см

Суммарная погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \approx 0,48 \text{ см} \quad (3)$$

$$f = 15,70 \pm 0,48 \text{ см}$$

### Вывод

В ходе лабораторной работы было экспериментально определено фокусное расстояние трёх разных линз: одной — расчётным методом, и двух других — экспериментальными методами.

Для первой собирающей линзы была выполнена грубая оценка по радиусу кривизны её поверхностей, которая дала результат  $F \approx 17,25 \text{ см}$ .

Для второй собирающей линзы было проведено два независимых экспериментальных измерения:

Метод параллельного пучка дал результат:  $f = (11,06 \pm 0,09) \text{ см}$ .

Метод Бесселя подтвердил этот результат с несколько большей погрешностью:

$$f = (11,13 \pm 0,21) \text{ см}.$$

Сравнивая результаты, можно заключить, что оба метода дали хорошо согласующиеся значения в пределах погрешности, что подтверждает их надежность.

Для рассеивающей линзы методом параллельного пучка было получено фокусное расстояние  $f = (15,70 \pm 0,48) \text{ см}$ . По смыслу метода это расстояние является модулем фокусного расстояния ( $|f|$ ).

**Общий вывод:** Работа позволила на практике освоить основные методы определения фокусного расстояния линз: расчётный, метод параллельного пучка и метод Бесселя. Результаты измерений для собирающей линзы разными методами согласуются между собой. Были получены навыки оценки абсолютной и относительной погрешностей измерений. Основными источниками погрешностей являются неточность установки линзы и экрана, параллакс при отсчете по линейке и ограниченная точность измерительных инструментов.