
ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4.01
"Определение фокусного расстояния линз методом Бесселя"

Группа: V3203

Студент:

Ганиева Ирина

Преподаватель:

Сидельников Арсений Артурович

К работе допущен:

Работа выполнена:

Отчет принят:

1 Цель работы

- Определение фокусных расстояний положительной и отрицательной линз с помощью метода Бесселя

2 Задачи

- Определение положение линз, которое соответствуют уменьшенному и увеличенному изображению предмета
- Вычислить фокусное расстояние положительной и отрицательной линзы

3 Объект исследования

Положительная и отрицательная линзы

4 Метод исследования

Метод Бесселя

5 Рабочие формулы и исходные данные

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

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

$$\frac{1}{f_{\text{сист}}} = \frac{1}{f_{\text{пол}}} + \frac{1}{f_{\text{отр}}} \quad (3)$$

f - главное фокусное расстояние тонкой линзы
 a_1 - расстояние от линзы до предмета
 a_2 - расстояние от линзы до изображения
 L - расстояние от предмета до экрана
 A - расстояние между двумя положениями линзы
 $f_{\text{сист}}$ - фокусное расстояние системы линз
 $f_{\text{пол}}$ - фокусное расстояние положительной линзы
 $f_{\text{отр}}$ - фокусное расстояние отрицательной линзы

6 Измерительные приборы

Наименование	Тип прибора	Диапазон измерений	Погрешность
Линейка	механический	0-1.2 м	1 мм

7 Экспериментальная установка

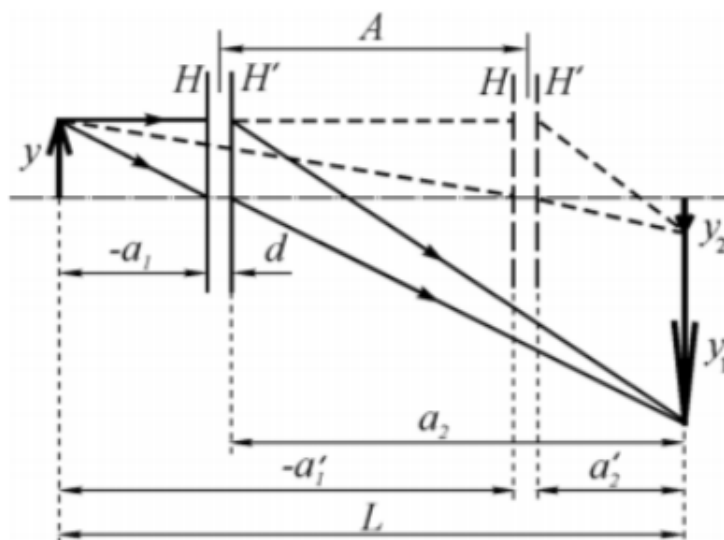


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

8 Результаты прямых измерений и их обработки

№ опыта	x_1 , см	$\langle x_1 \rangle$, см	x_2 , см	$\langle x_2 \rangle$, см	$A_{\text{сист1}}$, см
1	19.8	19.93	97.45	97.42	77.48
2	20		97.3		
3	20		97.5		

Таблица 1: Для системы линз, $L_1 = 110$ см

№ опыта	x_1 , см	$\langle x_1 \rangle$, см	x_2 , см	$\langle x_2 \rangle$, см	$A_{\text{пол1}}$, см
1	17	17.07	102.5	102.55	85.48
2	17.1		102.5		
3	17.1		102.65		

Таблица 2: Для положительной линзы, $L_1 = 110$ см

№ опыта	x_1 , см	$\langle x_1 \rangle$, см	x_2 , см	$\langle x_2 \rangle$, см	$A_{\text{сист2}}$, см
1	20.5	20.5	77	77.03	56.53
2	20.4		77.1		
3	20.6		77		

Таблица 3: Для системы линз, $L_2 = 90$ см

№ опыта	x_1 , см	$\langle x_1 \rangle$, см	x_2 , см	$\langle x_2 \rangle$, см	$A_{\text{пол2}}$, см
1	17.3	17.25	82.45	82.45	65.2
2	17.2		82.5		
3	17.25		82.4		

Таблица 4: Для положительной линзы, $L_2 = 90$ см

9 Расчет косвенных измерений

$$f_{\text{полож1}} = \frac{102.55 \cdot 7.45}{102.55 - 7.45} = 8.03 \text{ см}$$

$$f_{\text{полож2}} = \frac{82.45 \cdot 7.55}{82.45 - 7.55} = 8.31 \text{ см}$$

$$f_{\text{сист1}} = \frac{110^2 - 77.48^2}{4 \cdot 110} = 13.86 \text{ см}$$

$$f_{\text{сист2}} = \frac{90^2 - 56.53^2}{4 \cdot 90} = 13.6 \text{ см}$$

$$f_{\text{отриц1}} = \frac{f_{\text{сист1}} \cdot f_{\text{пол1}}}{f_{\text{пол1}} - f_{\text{сист1}}} = -19.12 \text{ см}$$

$$f_{\text{отриц2}} = \frac{f_{\text{сист2}} \cdot f_{\text{пол2}}}{f_{\text{пол2}} - f_{\text{сист2}}} = -21.3 \text{ см}$$

10 Расчет погрешностей измерений

$$\Delta L, \Delta x_1, \Delta x_2 = 0.1 \text{ см}$$

$$\Delta A_{\text{сист1}} = \sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2} = 0.14 \text{ см}$$

$$\Delta f_{\text{сист1}} = \sqrt{\left(\frac{A_{\text{сист1}}}{2L_1} \Delta A_{\text{сист1}}\right)^2 + \left(\frac{4L_1^2 + A_{\text{сист1}}^2}{4L_1^2} \Delta L_1\right)^2} = 0.12 \text{ см}$$

$$\Delta f_{\text{пол1}} = \sqrt{\left(\frac{a_1^2}{(a_1 - a_2)^2} \Delta a_2\right)^2 + \left(\frac{a_2^2}{(a_1 - a_2)^2} \Delta a_1\right)^2} = 0.12 \text{ см}$$

$$\Delta f_{\text{отр1}} = \sqrt{\left(\frac{f_{\text{пол1}}^2}{(f_{\text{пол1}} - f_{\text{сист1}})^2} \Delta f_{\text{сист1}}\right)^2 + \left(\frac{f_{\text{сист1}}^2}{(f_{\text{пол1}} - f_{\text{сист1}})^2} \Delta f_{\text{пол1}}\right)^2} = 0.7 \text{ см}$$

11 Окончательные результаты

$$f_{\text{пол1}} = (80.3 \pm 1.2) \text{ мм}$$

$$f_{\text{сист1}} = (138.6 \pm 1.2) \text{ мм}$$

$$f_{\text{отр1}} = (-191 \pm 7) \text{ мм}$$

12 Выводы и анализ результатов работы

В ходе работы были определены положения линз, соответствующие уменьшенному и увеличенному изображениям предмета. Удалось определить фокусные расстояния положительной линзы, системы из положительной и отрицательной линзы методом Бесселя и с помощью этого вычислить фокусное расстояние отрицательной линзы. Большое значение абсолютной погрешности говорит о неточном проведении измерений, так как определение чёткости уменьшенного изображения, было затруднительно, из-за мелкости изображения.