

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ СОБИРАЮЩЕЙ ЛИНЗЫ**

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

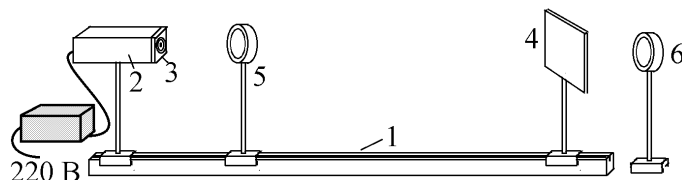
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_  
(обязательна после окончания эксперимента)

дата \_\_\_\_\_

**Цель работы:** определить фокусное расстояние тонкой собирающей линзы различными способами.

**Описание установки**

Схема установки изображена на рисунке. На оптической скамье 1 размещен осветитель 2, который включается в цепь ~220 В через трансформатор, а также экран 4. Предметом является черный прямоугольник на матовом стекле 3. Между экраном и осветителем устанавливается измеряемая линза 5 в держателе или две линзы 5 и 6, образующие оптическую систему. Осветитель и линзы устанавливают на одной высоте с центром экрана.



**Порядок выполнения работы**

1. Установить экран на расстоянии  $L \sim 80-100$  см от предмета 3. Перемещая держатель 5 с линзой по оптической скамье, получить чёткое изображение предмета на экране.

2. Измерить расстояния  $a$  от предмета до линзы и  $b$  от линзы до экрана. По формуле  $f = \frac{ab}{a+b}$  вычислить фокусное расстояние линзы  $f_1$ .

3. Измерить штангенциркулем или линейкой размеры сторон предмета (черного прямоугольника) на матовом стекле 3 и его изображения на экране: соответственно  $x_1$  и  $x_2$  (по горизонтали);  $y_1$  и  $y_2$  (по вертикали). Вычислить величину фокусного расстояния линзы по формулам

$$f_2 = \frac{x_2 a}{x_1 + x_2}, \quad f_3 = \frac{y_2 a}{y_1 + y_2}.$$

4. Измерения пп.2-4 провести для  $N=3$  различных положений линзы 5 на скамье, не меняя расстояния  $L$  между осветителем и экраном. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.

5. По формулам  $\langle f \rangle = \frac{1}{3} \sum f_i$ ,  $\Delta f = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \cdot \sum (\Delta f_i)^2}$ , где  $\Delta f_i = f_i - \langle f \rangle$  вычислить и занести в таблицу 1 среднее значение фокусных расстояний и погрешности их измерения.

Таблица 1.

№ пп	$a$ , см	$b$ , см	$x_1$ , см	$y_1$ , см	$x_2$ , см	$y_2$ , см	$f_1$ , см	$f_2$ , см	$f_3$ , см
1									
2									
3									
$\langle f_1 \rangle \pm \Delta f_1 = \pm$			см			$\langle f_2 \rangle \pm \Delta f_2 = \pm$			см
$\langle f_3 \rangle \pm \Delta f_3 = \pm$			см						

6. Определить фокусное расстояние  $f$  собирающей линзы по методу Бесселя, установив экран на расстоянии  $L \geq 60$  см от осветителя. Перемещая держатель с линзой 5 между осветителем и экраном, найти два таких положения линзы, при которых на экране видно чёткое изображение предмета (одно увеличенное, другое - уменьшенное).

7. Измерить расстояние  $z$  между этими положениями и рассчитать величину  $f$  по формуле

$$f = \frac{L^2 - z^2}{4L}.$$

Измерения и вычисления провести для  $N=3$  различных положений  $L$ .

8. Вычислить среднее значение  $\langle f \rangle = \frac{1}{3} \sum f_i$

и погрешность  $\Delta f = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \cdot \sum (\Delta f_i)^2}$ , где

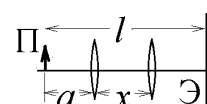
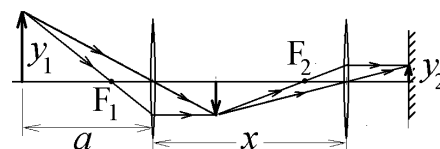
$\Delta f_i = f_i - \langle f \rangle$ . Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2.

№ пп	$L$ , см	$z$ , см	$f$ , см
1			
2			
3			
$\langle f \rangle \pm \Delta f = \pm$ см			

### Контрольные вопросы к лабораторной работе № 38

1. Что такое фокальная плоскость, главная плоскость, главная и побочная оптическая ось, главные фокусы, оптический центр тонкой линзы?
2. Почему левое и правое фокусные расстояния тонкой линзы одинаковы?
3. Сделайте построение действительного и мнимого изображения в тонкой собирающей линзе. В каком случае изображение будет действительным, а в каком мнимым? В каком случае оно увеличено, а в каком уменьшено?
4. Как осуществляется построение изображения в рассеивающей линзе? Сделайте такое построение. В каких случаях и почему фокусное расстояние тонкой линзы положительно, а в каких – отрицательно.
5. Как вычислить коэффициент линейного увеличения тонкой линзы?
6. Что такое оптическая сила линзы и в чем она измеряется?
7. Как с помощью формулы тонкой линзы можно рассчитать её фокусное расстояние? Каким образом можно определить это расстояние, зная радиусы кривизны поверхностей линзы и показатель преломления её материала?
8. Как определить фокусное расстояние системы из двух линз? из трёх линз? Как изменится это расстояние, если систему линз поместить в воду?
9. Докажите, что оптическая сила системы собирающих линз может быть меньше суммы оптических сил её линз?
10. Объясните методы определения фокусного расстояния линзы, используемые в работе. Объясните метод Бесселя.
11. Рассчитайте величину фокусного расстояния и коэффициент увеличения  $k = y_2/y_1$  системы двух линз. Расстояния  $a$  от предмета до первой линзы и  $x$  от первой до второй линзы, а также фокусные расстояния  $f_1$  и  $f_2$  линз взять по указанию преподавателя.
12. Две одинаковые тонкие собирающие линзы с фокусными расстояниями  $f = 20$  см и общей осью находятся на расстоянии  $x = 90$  см. Предмет П находится на расстоянии  $a = 60$  см перед первой линзой. На каком расстоянии  $l$  от предмета П надо установить экран Э, чтобы получить на нём чёткое, не перевёрнутое изображение предмета? Чему равен коэффициент увеличения этой системы?



Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – §§77,78
2. Лагун И.М., Колмаков Ю.Н. Физика, - изд. ТулГУ. 2023, стр.131-134