

**Определение фокусного расстояния положительной и отрицательной линзы различными методами**

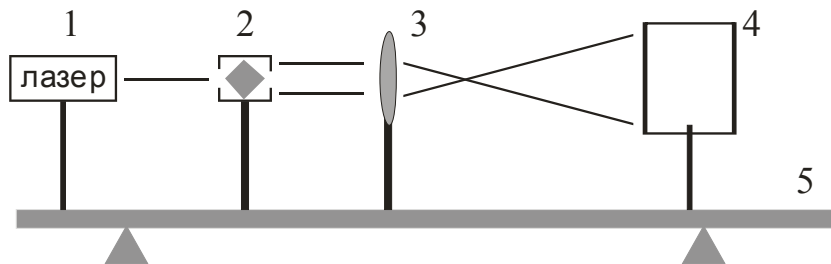
**Упражнение 1.** Определение фокусного расстояния положительной линзы в параллельных лучах.

**Цель:**

В работе определяют фокусное расстояние положительной линзы. Расчеты и измерения в работе проводятся в предположении, что линзы тонкие и все расстояния приближенно отсчитываются от центра линзы.

**Принадлежности:** направляющая, набор рейтеров, лазер, призма, набор положительных линз, экран, линейка.

**Методика проведения.** Фокусное расстояние положительной линзы определяют, изучая прохождение параллельных лучей лазерного света через положительную линзу. Схема опыта дана на рисунке 1.6. Луч света лазера падает на специальную призму и расщепляется на два параллельных пучка. Эти пучки после прохождения линзы собираются в фокусе, далее опять расходятся. Расстояние от центра линзы до точки пересечения лучей является фокусным расстоянием линзы  $f$ . Передвижением линзы (или экрана) следят за ходом прохождения лучей после линзы и добиваются, чтобы экран попадал в точку схождения лучей. В этом случае экран отстоит от линзы на фокусном расстоянии  $f$ . Опыт проводят несколько раз. После этого определяют среднее значение фокусного расстояния линзы и ошибку.

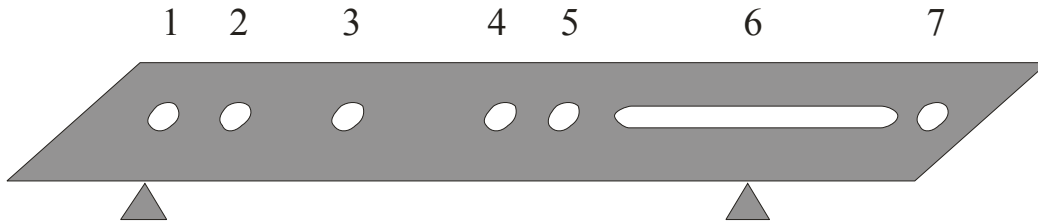


**Рис. 1.6.** Схема установки. 1 – Лазер. 2 – Призма. 3 – Линза. 4 – Экран.  
5 – Направляющая.

**Задание**

1. Соберите схему согласно рис. 1.6. Для этого лазер в оправе и на рейтере ставится в положение 1 направляющей (см.рис.1.7), делительная призма в оправе и на рейтере ставится в положение 2 на направляющей. Экран наблюдения в оправе и на рейтере, помещается в положение 7 направляющей.

*Внимание! Все наблюдения за лазерным лучом во время настройки оптической схемы и выполнения задания проводить только по картинкам на экране.*



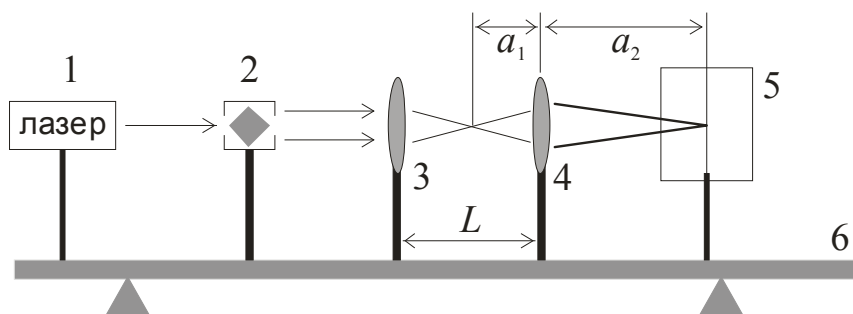
**Рис. 1.7.** Направляющая скамья.

2. Включите лазер. Установите делительную призму так, чтобы ее грань разделяла луч лазера на два. Перемещая призму по высоте, убедитесь в приблизительно одинаковой интенсивности света в обоих лучах.
3. Добейтесь параллельности лазерных пучков.
4. Найдите фокусное расстояние среднефокусной положительной линзы. Для этого поставьте линзу в оправе и на подставке в паз 6 направляющей. Передвигая линзу по пазу, добейтесь, чтобы оба луча сошлись в одной точке на экране. Измерьте расстояние между серединой линзы и экраном. Поторите опыт несколько раз. Определите средние значения фокусного расстояния линзы. Оцените ошибку.
5. Тем же способом найдите фокусное расстояние длиннофокусной положительной линзы.

**Упражнение 2.** Определение фокусного расстояния положительной линзы по формуле линзы.

**Цель:** В работе определяют фокусное расстояние положительной линзы исходя из формулы линзы. Расчеты и измерения в работе проводят в предположении, что линзы тонкие и все расстояния приблизительно измеряют от центра линзы.

**Принадлежности:** направляющая, набор рейтеров, лазер, призма, набор линз, экран, линейка.



**Рис. 1.8.** 1 – Лазер. 2 – Призма. 3, 4 – Линзы. 5 – Экран. 6 – Направляющая.

**Методика проведения.** Схема опыта дана на рис. 1.8. Вспомогательная линза 3 собирает параллельные лучи в точке, называем ее предметной. Фокусное расстояние этой линзы известно. В опыте положение предметной точки проектируется на экран линзой 4, фокусное расстояние которой необходимо найти. Линза 4 помещена на некотором расстоянии  $L$  от вспомогательной линзы 3. Перемещением линзы 4, (или перемещением экрана) добиваются, чтобы лазерные лучи сошлись в

точку на экране (проекция предметной точки). После этого определяют расстояния  $a_1$  и  $a_2$ , где:  $a_1$  – расстояние от середины искомой линзы до предметной точки;  $a_2$  – расстояние от середины линзы (4) до экрана,  $L$  - расстояние между линзами (линзы считаем тонкими).

**Дополнение к упражнению 2.** Вместо создания предметной точки вспомогательной линзой 3 в эту плоскость ставится объект-сетка или объект-шкала. Они могут быть использованы в схеме при определении фокусного расстояния линз по формуле линзы. Размер сетки (шкалы) может быть найден по величине изображения ее на экране, полученного с помощью короткофокусной линзы.

### **Задание**

1. Соберите схему согласно рис. 1.8. Для этого лазер в оправе и на рейтере ставится в положение 1 направляющей (см. рис. 1.7), делительная призма в оправе и на рейтере ставится в положение 2. Длиннофокусная линза в оправе и на рейтере ставится в положение 5. Короткофокусная линза в оправе и на рейтере ставится в паз 6. Экран наблюдения помещается в положение 7 направляющей. Возможно, при выполнении задания понадобится увеличить расстояние между короткофокусной линзой и экраном. Используйте в этом случае дополнительную подставку. Соблюдается соосность расположения деталей схемы.

*Внимание! Все наблюдения за лазерным лучом во время настройки оптической схемы и выполнения задания проводить только по картинкам на экране.*

2. Включите лазер. Установите делительную призму так, чтобы ее грань разделяла луч лазера на два. Перемещая призму по высоте, убедитесь в приблизительно одинаковой интенсивности света в обоих лучах.
3. Перемещая короткофокусную линзу, добейтесь схождения лучей на экране наблюдения в одну точку. Измерьте расстояния, необходимые для определения фокусного расстояния короткофокусной линзы. Проведите опыт несколько раз. Найдите средние значения величин и определите ошибку. Зная величину фокусного расстояния длиннофокусной линзы, определите фокусное расстояние искомой и ошибку.

**Упражнение 3.** Определение фокусного расстояния отрицательной линзы.

**Цель:** В работе определяют фокусное расстояние отрицательной линзы.

**Принадлежности:** направляющая, набор рейтеров, лазер, призма, положительная линза, отрицательная линза, экран, линейка.

**Методика проведения.** Определение фокусного расстояния отрицательной линзы затрудняется тем, что изображение предмета получается мнимым (лучи расходятся), и поэтому расстояние до него не может быть непосредственно измерено. Эту трудность можно обойти с помощью вспомогательной положительной линзы с известным фокусным расстоянием.

Параллельные лазерные лучи (см. рис. 1.9) после прохождения призмы 2 падают на вспомогательную линзу 3 и далее попадают на отрицательную линзу 4. Подбирая расстояние  $L$  между

линзами 3 и 4 добиваются параллельности пучков на выходе оптической системы. Это происходит если задний фокус положительной линзы совпадает с передним фокусом отрицательной линзы (следует помнить, что в этом случае передний фокус отрицательной линзы расположен за линзой). Зная положение фокуса линзы 3, можно определить фокусное расстояние отрицательной линзы.

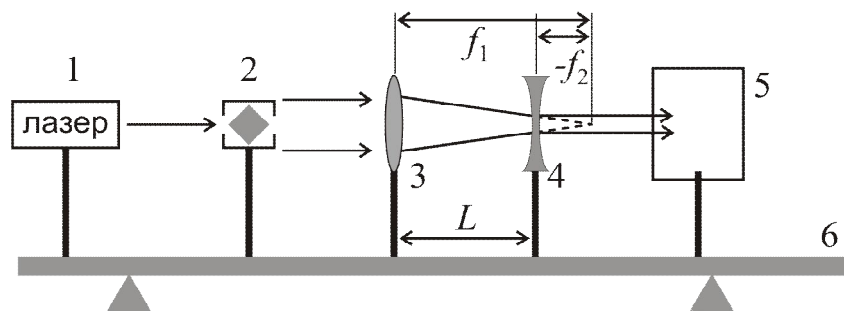


Рис. 1.9. 1 – Лазер. 2 – Призма. 3, 4 – Линзы. 5 – Экран. 6 – Направляющая.

### Задание

1. Соберите схему согласно рис. 1.9. Для этого лазер в оправе и на рейтере ставится в положение 1 направляющей, делительная призма в оправе и на рейтере ставится в положение 2. Длиннофокусная линза в оправе и на рейтере ставится в положение 5. Отрицательная линза в оправе и на рейтере ставится в паз 6. Экран наблюдения в оправе и на рейтере, помещается в положение 7 направляющей. Соблюдается соосность расположения деталей схемы.

*Внимание! Все наблюдения за лазерным лучом во время настройки оптической схемы и выполнения задания проводить только по картинкам на экране.*

2. Включите лазер. Установите делительную призму так, чтобы ее грань разделяла луч лазера на два. Перемещая призму по высоте, убедитесь в приблизительно одинаковой интенсивности света в обоих лучах.
3. Передвигая по пазу отрицательную линзу добейтесь параллельности лучей падающих на экран.
4. Измерьте расстояние  $L$  между линзами. Зная величину фокусного расстояния длиннофокусной линзы, найдите фокусное расстояние отрицательной линзы и ошибку опыта.