

-2. Стекланный песок

Условие

Задание 11-2. Стекланный песок.

В формулировке задания 1 были даны подробные инструкции. Поэтому при выполнении этого задания Вам предоставляется гораздо большая свобода и возможность проявить свои таланты. Целью данной работы является изучение оптических свойств стеклнного песка.

Приборы и оборудование: песок стекланный, отражательная полоска, источник света – лазер с источником питания, линзы собирающая и рассеивающая, экран, стеклнная пластинка, штатив с лапками, пластилин для крепления, линейка, бумага для дополнительных экранов.

Часть 1. Собирающая линза.

1.1 Измерьте с максимальной точностью фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз. Оцените погрешность найденных значений. Приведите схему установки, кратко опишите последовательность измерений.

Всегда более точные результаты получаются при исследовании зависимостей, например... угла отклонения луча от... Заметим, что измерять расстояния от предмета до линзы и от линзы до изображения не рекомендуется – погрешности велики!

Часть 2. Изображения песчинок.

2.1 Получите на экране увеличенные изображения песчинок. Приведите оптическую схему, с помощью которой вы получили изображения, укажите геометрические параметры установки. 2.2 Получите изображения при нескольких расстояниях от песчинок до линзы. Постройте график зависимости размеров изображения песчинок от расстояния от них до линзы. 2.3 Используя все полученные данные, найдите средний диаметр песчинок.

Если несколько песчинок положить на стеклнную пластинку, то они удерживаются на ней безо всякого клея.

Часть 3. Рассеяние света песком.

3.1 Направьте луч лазера на отдельную группу и небольшую кучку песчинок. Кратко опишите результат рассеяния света песчинками. Какие интересные особенности Вам удалось увидеть в проходящем свете? 3.2 Исследуйте рассеяние света «назад» от отдельных песчинок и от их небольшой группы. Качественно (т.е. без формул) объясните появление ярких круговых пятен света.

Не забудьте привести оптические схемы. Лист бумаги с проделанным отверстием можно использовать как экран.

Часть 4. Светоотражающая полоска.

Для того, чтобы препятствия на дороге, машины и люди были лучше видны в свете фар, используют светоотражательные материалы. Кусок такого материала предоставлен Вам.

4.1 Опишите наиболее интересные наблюдаемые вами «картинки» в свете, отраженном полоской. 4.2 Иногда утверждают, что основой подобных отражателей являются стеклянные шарики, содержащиеся в краске. Подтверждают, или опровергают подобное утверждение ваши наблюдения?

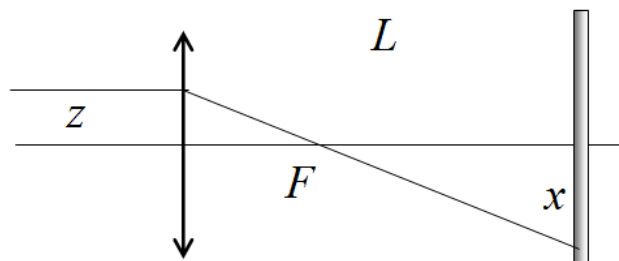
Решение

Задание 11-2. Стеклянный песок.

Часть 1. Собирающая линза.

1.1 Для измерения фокусного расстояния линз с высокой точностью можно измерить зависимость смещения луча на экране x от смещения линзы z . Как следует из рисунка эти величины связаны геометрическим соотношением

$$\frac{z}{F} = -\frac{x}{L - F} \quad (1)$$



Из которого следует, что

$$x = -\frac{L - F}{F} z \quad (2)$$

По коэффициенту наклона легко измеряемой зависимости $x(z)$ можно рассчитать фокусное расстояние собирающей линзы. Аналогично можно получить формулу и провести необходимые измерения и для рассеивающей линзы.

2.2 Чтобы получить увеличенное изображение стеклянных песчинок, необходимо использовать собирающую линзу, причем песчинки должны располагаться вблизи фокальной плоскости линзы. Для подсветки песчинок можно использовать рассеивающую линзу.

2.3 После получения изображения следует измерить диаметр изображения песчинок D . Выразим этот размер через параметры установки.

$$D = D_0 \frac{b}{a} \quad (3)$$

где a, b расстояния от предмета (песчинок) до линзы и от линзы до экрана с изображением песчинок, соответственно. В эксперименте проще измерять расстояние от линзы до экрана, поэтому величину a можно выразить из формулы линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{bF}{b - F} \quad (4)$$

Подстановка этого выражения в формулу (3) дает:

$$D = D_0 \frac{b - F}{F} \quad (5)$$

Таким образом, зависимость размера изображения песчинки от величины b является линейной. Экспериментальное исследование этой зависимости с последующей обработкой по методу наименьших квадратов позволяет рассчитать размер песчинки D_0 с небольшой погрешностью.

Часть 3. Рассеяние света песком.

3.1 Для получения картин рассеяния света удобней использовать штатив с лапками для крепления оптических элементов. При рассеянии вперед наблюдается монотонное изменение интенсивности света на экране, никаких характерных элементов в этой картине не наблюдается. При рассеянии света небольшой кучкой песчинок иногда на экране возникают ярко освещенные с четкими краями круглые световые пятна. Их возникновение обусловлено переотражением света от нескольких песчинок.

3.2 При рассеянии назад регулярно возникают описанные круглые пятна света. Поэтому предположение о переотражении света, высказанное в предыдущем пункте подтверждается. Возникновение этих круглых пятен аналогично возникновению радуги при преломлении света в капельках воды.

Часть 4. Светоотражающая полоска.

4.1 В зависимости от места попадания света на светоотражающую полоску на экране возникают разнообразные световые пятна, форма и положение которых заметно отличаются при смещении луча по полоске.

4.2 При некоторых положениях луча на полоске в отраженном свете наблюдаются круглые пятна, подобные пятнам, возникающим при рассеянии света на стеклянных шариках. Это наблюдение говорит о том, что в светоотражающий слой полоски включены стеклянные шарики.