

В данной задаче требуется оценка погрешностей!

Внимание! Запишите в начале вашей работы номер зеркала, указанный на его обратной стороне!

Задание №1. Механическое.

1. Если уравновесить линейку на цилиндре, то при ее малом отклонении от положения равновесия возникнут колебания (см. Рис. 1).
2. Измерьте зависимость периода таких колебаний линейки T от диаметра цилиндра d .
3. Положите линейку на поверхность зеркала. Запустите аналогичные колебания линейки на поверхности зеркала и измерьте их период.
4. Постройте график, позволяющий на основе данных предыдущих пунктов определить радиус кривизны зеркала. Найдите значение радиуса.

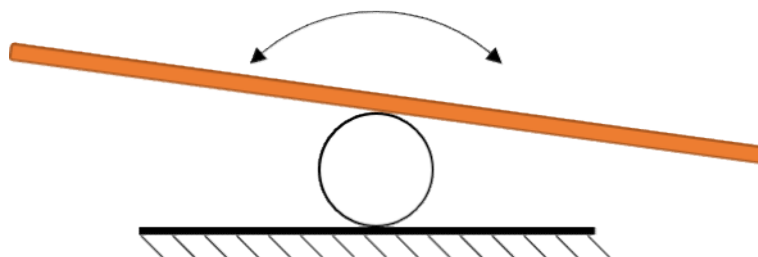


Рис. 1. Установка

Оборудование. Набор цилиндров разного диаметра (мензурки 100 и 250 мл, мерные стаканы 250 и 1000 мл, шприц 20 мл), линейка 30 см металлическая, секундомер, штангенциркуль, пластилин, зеркало.

Задание №2. Оптическое.

Определите радиус кривизны зеркала оптическим методом.

Оборудование. Лист пористого материала, приклеенный к столу, две иголки, линейка, пластилин, листы бланка работы, зеркало.

Примечание. Бланки с оптическими построениями пронумеруйте и сдайте вместе с работой.



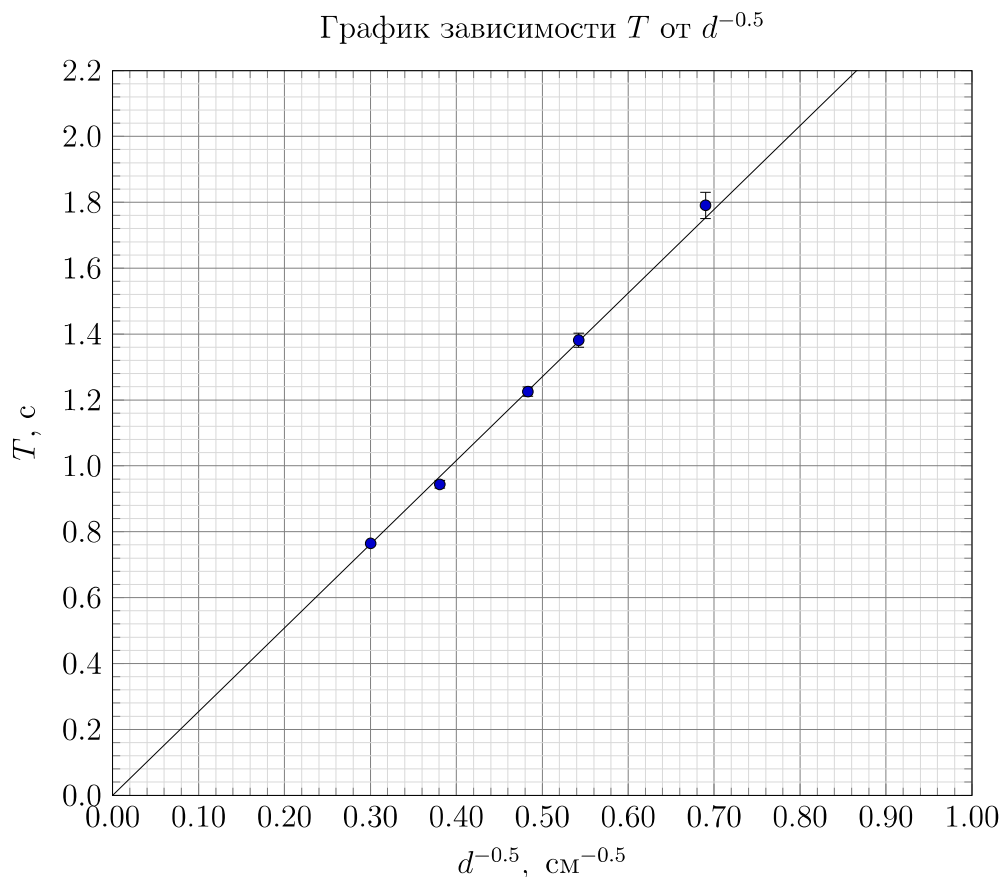
Решение

Измерим диаметры цилиндров штангенциркулем. Для повышения точности будем измерять период не одного колебания, а нескольких. Чтобы предотвратить вращение цилиндров во время измерений приклеим их пластилином к столу. Период колебания линейки на зеркале получился меньше, чем самый малый из периодов колебаний на цилиндрах. В этом случае необходимо воспользоваться методом экстраполяции графика, то есть продолжения его до значения по координате периода равного периоду колебаний линейки на зеркале. Однако, исследованная зависимость не является линейной функцией. Поэтому продолжить график в исходных координатах не представляется возможным. Найдем координаты, в которых исследуемый график является линейной функцией. Предположим, что зависимость является степенной функцией. Тогда можно сказать, что степень является отрицательной. С другой стороны очевидно, что изменение периода происходит медленнее, чем обратная пропорциональность. Предположим, что зависимость периода колебаний от диаметра цилиндра выражается функцией $T(d^{-0.5})$. Тогда построим график исследованной зависимости в координатах T и $d^{-0.5}$.

Видно, что график хорошо описывается прямой пропорциональностью. Действительно, ведь период колебаний линейки на плоской поверхности с $d = \infty$ равен 0. Найдя период колебаний линейки на зеркале (усреднив полученное значение для 10 периодов) $T_3 = 0.55 \pm 0.03$ с, можем получить значение преобразованной координаты диаметра зеркала $d^{-0.5} = 0.217$ см $^{-0.5}$. Тогда окончательно для радиуса зеркала получаем:

$$r = d/2 = 10.6 \pm 0.9 \text{ см.} \quad (1)$$

d , см	$d^{-0.5}$, см $^{-0.5}$	n	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	$\langle t \rangle$, с	T , с	σ_T , с
2.1	0.690	4	7.28	7.18	7.03	7.16	1.79	0.022
3.4	0.542	5	6.61	6.68	6.82	6.70	1.38	0.015
4.3	0.483	5	6.04	6.15	6.19	6.13	1.23	0.012
6.9	0.381	5	4.63	4.72	4.81	4.72	0.94	0.012
11.1	0.300	5	3.85	3.81	3.81	3.82	0.76	0.004



Для определения радиуса кривизны оптическим методом, найдем его оптический центр, основываясь на факте, что луч, пущенный в оптический центр зеркала, возвращается по тому же пути. Для проведения оптических построений закрепим зеркало с помощью пластины на листе бумаги, предварительно закрепленном на пористой подложке с помощью пластины. Установим перед зеркалом иглу и будем перемещать голову так, чтобы глаз мог видеть только саму иглу, а ее изображение было бы в тени иглы. Вставим вторую иглу на линию между глазом и первой иглой, чтобы теперь и первая игла, и ее изображение оказались в тени второй иглы. Соединив прямой линией места положений первой и второй иглы получим траекторию луча, идущего в оптический центр зеркала. Проведем этот опыт повторно. На месте пересечения получившихся лучей и будет лежать оптический центр зеркала (см. рисунок 2).

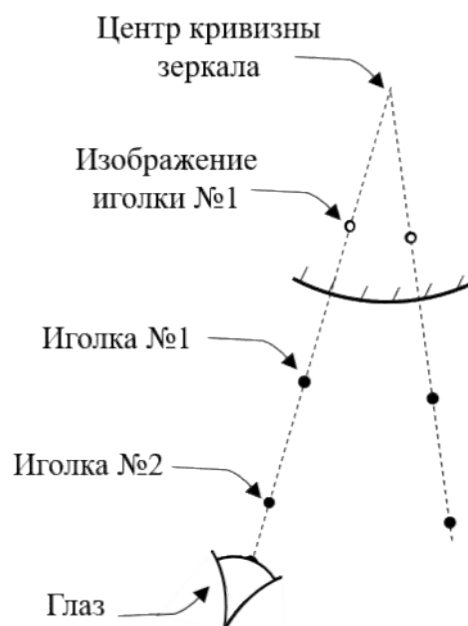


Рис. 2. Установка для оптических построений

Надо отметить, что лучи следует выбирать так, чтобы между ними был достаточно большой угол. Тогда небольшая ошибка в построении луча не будет приводить к существенному сдвигу точки пересечения. Проведя несколько лучей получим, область их пересечения. Таким образом, можно установить, что радиус кривизны зеркала $r = 10.0 \pm 0.5$ см.