

Московский Физико-Технический Институт

Отчёт по эксперименту

1.2.3

Определение моментов инерции твёрдых тел с помощью трифиллярного подвеса

Выполнил:
Студент 1 курса ФАКТ
Группа Б03-504
Подмосковнов Лев

Теоритические сведения

$$I = \int r^2 dm$$

Для цилиндра: $I = \frac{mr^2}{2}$

Для кольца: $I = \frac{mR_1^2 + R_2^2}{2}$

$$I = kmT^2$$

$$k = \frac{gRr}{4\pi^2 z_0}$$

Результаты измерений и обработка данных

$$R = (114.6 \pm 0.5) \text{мм}$$

$$r = (30.5 \pm 0.3) \text{мм}$$

$$m = (934.7 \pm 0.5) \text{г}$$

$$z_0 = (218.1 \pm 0.5) \text{см}$$

$$k = (4.04 \cdot 10^{-4}) \text{ м}^2/\text{с}^2$$

Пустая платформа

№ опыта	Кол-во колебаний n	$t, \text{ с}$	$I, 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2$
1	20	87.84	7.28
2	20	88.01	7.31
3	20	88.01	7.31

Радиус платформы: $R_0 = (12.5 \pm 0.5) \text{см}$

Теоритический момент инерции: $I = (7.30 \cdot 10^{-3}) \text{кг} \cdot \text{м}^2$

Проверка аддитивности моментов инерции

Радиус диска: $R_0 = 8 \text{ см}$

Масса диска: $m = 881.7 \text{ г}$

Внутренний радиус кольца: $R_1 = 8 \text{ см}$

Внешний радиус кольца: $R_2 = 8.4 \text{ см}$

Масса кольца: $m = 772.1 \text{ г}$

№ опыта	Кол-во колебаний n	$t, \text{ с}$	$I, 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
1	20	74.02	3.51
2	20	74.21	3.55
3	20	73.97	3.51
4	20	74.28	3.57
5	20	74.14	3.53

Диск

Теоритический момент инерции: $I = (3.53 \cdot 10^{-3}) \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

№ опыта	Кол-во колебаний n	$t, \text{ с}$	$I, 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
1	20	83.63	4.48
2	20	83.44	4.42
3	20	83.66	4.56
4	20	83.63	4.48
5	20	83.58	4.33

Кольцо

Теоритический момент инерции: $I = (4.48 \cdot 10^{-3}) \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

№ опыта	Кол-во колебаний n	$t, \text{ с}$	$I, 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
1	20	75.29	8.03
2	20	75.28	8.03
3	20	75.20	7.91
4	20	75.35	8.06
5	20	75.31	8.04

Кольцо+Диск

Теоритический момент инерции: $I = (8.01 \cdot 10^{-3}) \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Как видно из таблицы, аддитивность моментов инерции соблюдается.

Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера

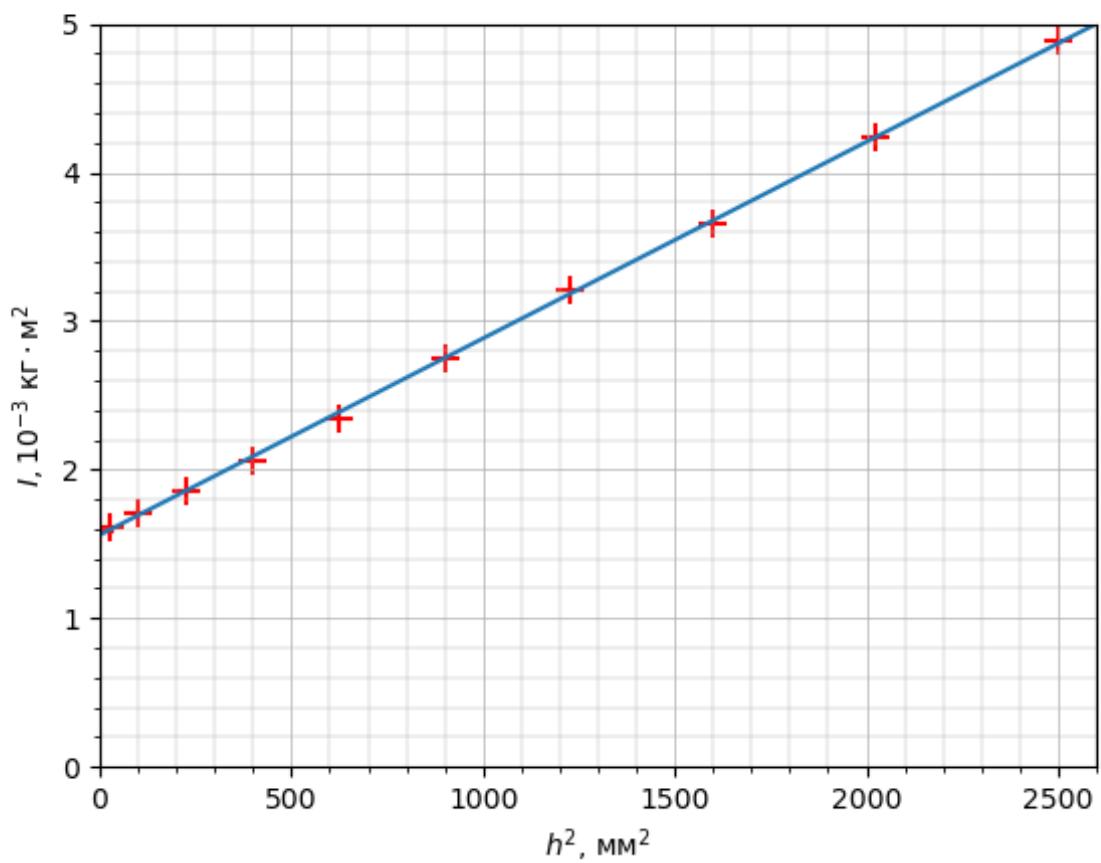
Найдем коэффициенты по МНК:

$$I = b = (1.142 \pm 0.005) \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$m = k = (1.336 \pm 0.006) \text{ кг}$$

Как видно из эксперимента, формула Гюйгенса-Штейнера работает, а массы цилиндра, вычисленные по МНК, лежат в пределах допустимой погрешности.

№	$h, \text{мм}$	$T, \text{с}$	$I, 10^{-3} \text{ кГ} \cdot \text{м}^2$
1	0	3.094	1.58
2	5	3.098	1.61
3	10	3.116	1.71
4	15	3.142	1.86
5	20	3.188	2.12
6	25	3.226	2.34
7	30	3.294	2.75
8	35	3.370	3.21
9	40	3.444	3.66
10	45	3.550	4.34
11	50	3.634	4.88



Вывод

С помощью трифиллярного подвеса можно определять момент инерции с достаточно большой точностью. Такая точность обусловлена малой погрешностью измерения времени и условиями, при которых колебания подвеса можно считать слабозатухающими.

Мы экспериментально доказали аддитивность моментов инерции с помощью различных тел.

Полученная зависимость $I(h^2)$ аппроксимируется линейной зависимостью, что подтверждает формулу Гюйгенса-Штейнера ($I = I_c + Mh^2$, где I – момент инерции тела, I_c – момент инерции тела относительно центра, M – масса тела, а h – расстояние между двумя осями, в нашем случае – между осью вращения и половинками диска).