

# **Работа 1.2.3**

## **Определение момента инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса**

Валеев Рауф Раушанович  
группа 825

21 октября 2018 г.

**Цель работы:** измерение момента инерции ряда тел и сравнение результатов с расчетами по теоретическим формулам; проверка аддитивности моментов инерции и справедливости формулы Гюйгенса-Штейнера.

**В работе используются:** трифилярный подвес, секундомер, счетчик числа колебаний, набор тел, момент инерции которых надлежит измерить (диск, стержень, полый цилиндр и другие).

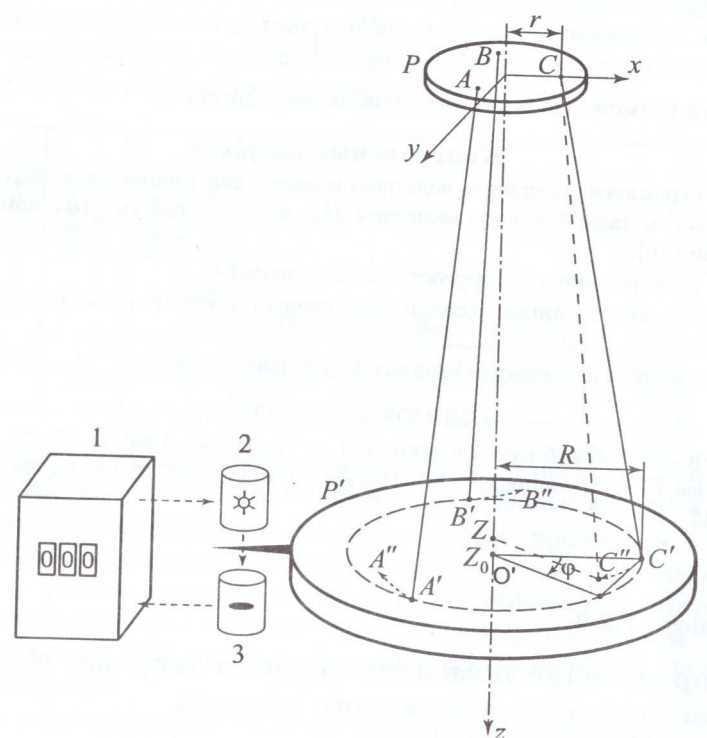


Рис. 1. Трифилярный подвес

1. Проверяем пригодность установки (рис. 1) для возбуждения крутильных колебаний.
2. Проверяем, что время изменения периода крутильных колебаний в 2-3 раза много больше периода колебаний. Проверяем для ненагруженной платформы.
3. Находим оптимальную амплитуду, то есть такую, чтобы период не зависел от амплитуды колебаний, так как запускали по кнопке, то это примерно половина от максимальной амплитуды, которую мы можем сделать.
4. Измеряем параметры  $z_0 = (2,14 \pm 0,001)$  м,  $R = (0,1145 \pm 0,0005)$  м,  $r = (0,0305 \pm 0,0003)$  м. По ним вычисляем константу установки  $k = (4,14 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$  по формуле

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

$$\sigma_k = k \sqrt{\left(\frac{\sigma_R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_r}{r}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z_0}}{z_0}\right)^2}$$

5. Так же нам понадобятся массы всех представленных грузов:

$$m_{platform} = (0,9347 \pm 0,0003) kg$$

$$m_{ring} = (0,7479 \pm 0,0003) kg$$

$$m_{disk} = (0,5847 \pm 0,0003)kg$$

$$m_{beam} = (1,2728 \pm 0,0003)kg$$

6. Измеряем периоды колебаний ненагруженной платформы и платформы со каждым грузом по отдельности и с диском и кольцом (табл. 1)

7. Определяем моменты инерции каждого груза по формуле

$$I = kmT^2$$

$$\sigma_I = I \sqrt{\left(\frac{\sigma_k}{k}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + 2 \left(\frac{\sigma_T}{T}\right)^2}$$

8. Определяем  $I$  ненагруженной платформы (табл. 2).

9. Определяем момент инерции двух тел из набора сначала порознь, потом вместе (табл. 2). Проверяем аддитивность момента инерции, т.е. что  $I_{together} = I_1 + I_2$ . То есть  $0,01428 = 0,0121 + 0,0096 - 0,0074$  и действительно равно с погрешностью в 1%.

10. Помещаем на платформу диск, разрезанный по диаметру. Постепенно его раздвигая так, чтобы центр масс оставался на оси вращения снимаем зависимость  $I(h)$  (табл. 3)

11. Строим график зависимости  $I(h^2)$  и определяем по нему массу и момент инерции диска.

12. Исходя из графика масса равна 1,35 кг, что равно реальной массе с точностью до 1%. Так же Нулевой импульс сходится с таблицей.

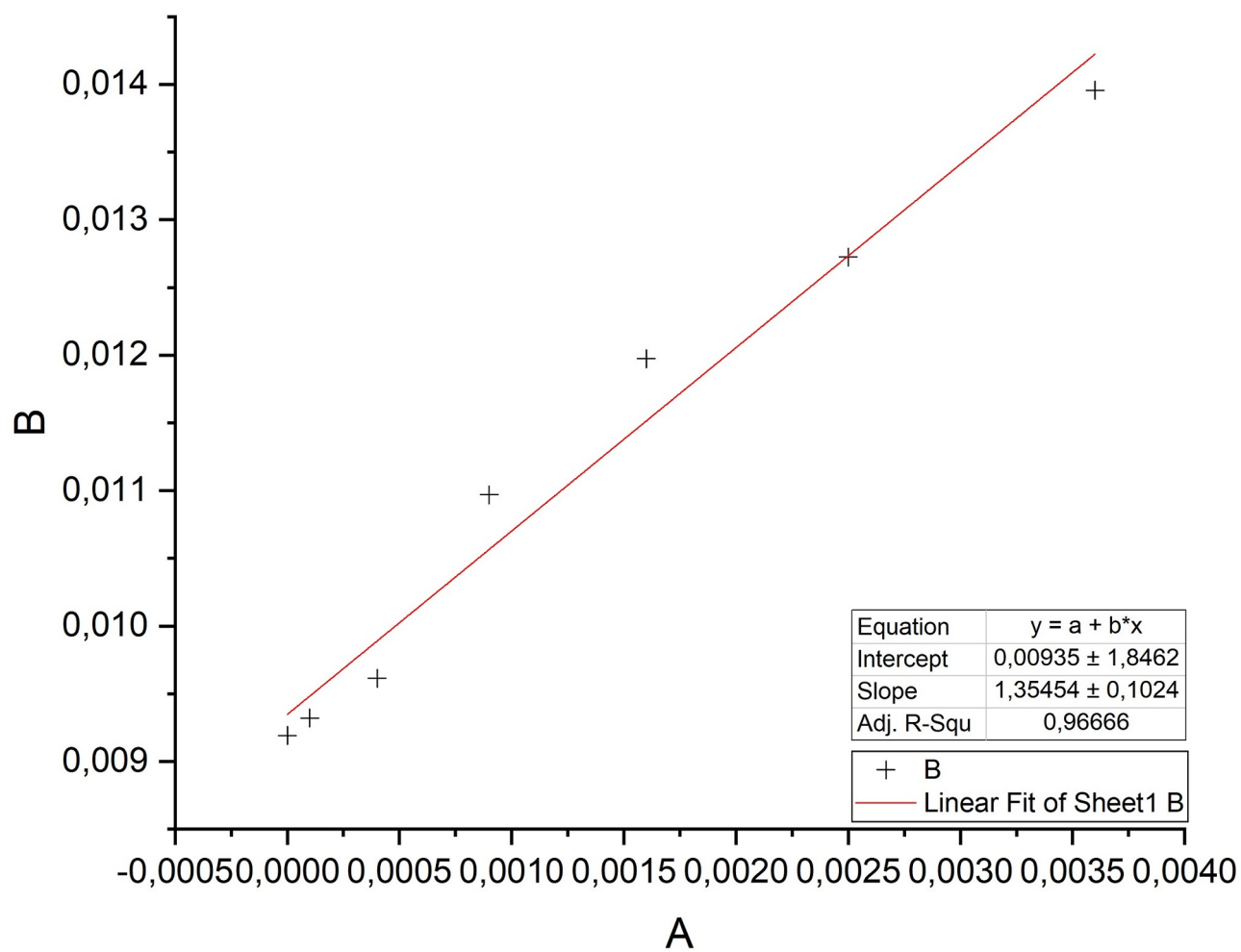
13. Измеряем все теоретические значения моментов инерции грузов по формулам

$$I_{disk} = \frac{mR^2}{2}$$

$$I_{ring} = mR^2$$

$$I_{platform} = \frac{mR^2}{2}$$

$$I_{stick} = \frac{mL^2}{12}$$



Тело	$T, \text{ с}$					$T_{sr}, \text{ с}$	$\sigma_{T_{sr}}, \text{ с}$
Платформа	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	0,02
Платформа с кольцом	4,16	4,16	4,17	4,16	4,16	4,16	0,02
Платформа с диском	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	0,02
Платформа с бруском	3,68	3,67	3,67	3,68	3,67	3,67	0,02
Платформа с диском и кольцом	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	0,02

Таблица 1:  $T$

Тело	$I_{pract}, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$	$I_{teor}, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$	$\sigma_I, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$	$\varepsilon, \%$
Платформа	0,00744	0,00731	0,00009	2
Платформа с кольцом	0,0121	0,0120	0,0001	1
Платформа с диском	0,0096	0,0094	0,0001	2
Платформа с бруском	0,0123	0,0124	0,0002	1
Платформа с диском и кольцом	0,0143	0,0143	0,0002	0

Таблица 2:  $I$

$T, \text{ с}$	$h, \text{ м}$
3,1258	0
3,1476	0,01
3,1968	0,02
3,4148	0,03
3,5679	0,04
3,6781	0,05
3,8518	0,06

Таблица 3:  $I(h)$