

Отчет о выполнении работы №1.4.1
Изучение экспериментальных погрешностей на
примере физического маятника

Воейко Андрей Александрович, Б01-109

Долгопрудный, 2021

1 Аннотация

В работе проверяется справедливость формулы для периода колебаний физического маятника, теоремы Гюйгенса, определяется ускорение свободного падения.

2 Теоретические сведения

На рисунке 1 изображен стержень без груза. Момент инерции относительно точки подвеса вычисляется по формуле 1.

$$I_0 = \frac{m_0 l^2}{12} + m_0 a^2, \quad (1)$$

где I – момент инерции, l – длина стержня, m_0 – масса стержня с призмой, a – расстояние от точки подвеса до центра масс.

Возвращающий момент силы тяжести равен:

$$M = -m_0 g a \sin \phi \approx -m_0 g a \phi. \quad (2)$$

Таким образом,

$$\frac{d^2 \phi}{dt^2} \sim -\phi.$$

Период колебаний можно найти по формуле 3.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m_0 g a}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{l^2}{12} + a^2}{g a}} \quad (3)$$

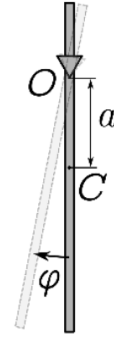


Рис. 1: Стержень в качестве физического маятника.

Приведенная длина физического маятника $l_{пр}$ (взята из $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$):

$$l_{пр} = a + \frac{l^2}{12a}. \quad (4)$$

Расстояние от груза до центра масс $x_{ц}$:

$$x_{ц} = \frac{m_0 x_{ц0} + m_{г} y}{m_0 + m_{г}}, \quad (5)$$

где m_0 – масса стержня с призмой, $x_{ц0}$ – расстояние от центра масс без груза до призмы, $m_{г}$ – масса груза, y – расстояние от призмы до ц. м. груза.

Поскольку груз имеет сложную форму, следует один раз вычислить $x_{ц}$ для первого измерения, а потом находить ее изменение по изменению y из формулы 5. Тогда аperiod колебаний составит:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + m_{г} y^2}{(m_0 + m_{г}) g x_{ц}}}. \quad (6)$$

Отсюда выводим g :

$$g = \frac{I_0 + m_{\Gamma} y^2}{(m_0 + m_{\Gamma}) x_{\text{ц}}} \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} \frac{m_0(\frac{l^2}{12} + a^2) + m_{\Gamma} y^2}{m_0 x_{\text{ц},0} + m_{\Gamma} y}. \quad (7)$$

3 Оборудование и экспериментальная установка

4 Результаты измерений и обработка данных

4.1 Результаты измерений

4.2 Обработка данных

5 Выводы