

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №66

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ
С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №66

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ
С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Цель работы: Измерить ускорение свободного падения с помощью физического маятника.

Приборы и принадлежности: маятник, секундомер, приспособление для определения центра масс маятника.

Общие положения

Физическим маятником называется твёрдое тело, совершающее под действием силы тяжести колебания относительно неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр масс.

Используемый в работе физический маятник состоит из металлического стержня с опорными призмами R_1 и R_2 и чечевицами D_1 и D_2 , которые можно закреплять в любом месте стержня (рис.1).

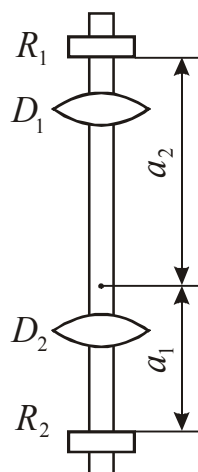


Рисунок 1

Период колебаний физического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mga}}, \quad (1)$$

где J – момент инерции маятника относительно оси колебаний;

m – масса маятника;

a – расстояние от точки подвеса до центра масс.

Момент инерции маятника относительно оси колебаний рассчитывается по теореме Штейнера:

$$J = J_c + ma^2, \quad (2)$$

где J_c – момент инерции маятника относительно оси, проходящей через центр масс параллельно оси колебаний.

Тогда

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_c + ma^2}{mga}}. \quad (3)$$

Если маятник подвесить на опорную призму R_1 , то его период колебаний

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{J_c + ma_1^2}{mga_1}}. \quad (4)$$

Если перевернуть маятник и подвесить его на опорную призму R_2 , то период колебаний станет равным

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{J_c + ma_2^2}{mga_2}}. \quad (5)$$

Проведя математические преобразования, получим:

$$mga_1T_1^2 = 4\pi^2(J_c + ma_1^2); \quad mga_2T_2^2 = 4\pi^2(J_c + ma_2^2).$$

Вычтем из первого равенства второе:

$$mg(a_1T_1^2 - a_2T_2^2) = 4\pi^2m(a_1^2 - a_2^2).$$

Из полученного соотношения найдем ускорение свободного падения

$$g = \frac{4\pi^2(a_1^2 - a_2^2)}{a_1T_1^2 - a_2T_2^2}. \quad (6)$$

Период колебаний T определяют экспериментально, измеряя время t , за которое совершается N колебаний:

$$T = \frac{t}{N}. \quad (7)$$

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины в работе измеряются непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой в этой работе рассчитывается ускорение свободного падения. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Установить чечевицы D_1 и D_2 на разных расстояниях от середины маятника.
2. Определить центр масс системы, пользуясь специальным приспособлением, имеющимся на рабочем месте. Измерить a_1 и a_2 .
3. Подвесить маятник на призму R_1 и измерить при помощи секундомера время N полных колебаний ($N \cong 20 \div 30$). При этом отклонение нижнего конца маятника от положения равновесия не должно превышать 2–3 см.
4. Снять маятник, подвесить его на призму R_2 и измерить время N полных колебаний.
5. Сместить одну из чечевиц маятника на 2–3 см (расстояние от середины маятника до чечевиц должно быть разным). Повторить измерения согласно пп. 2, 3, 4 при новом расположении чечевиц.
6. Сместить другую чечевицу маятника на 2–3 см (расстояние от середины маятника до чечевиц должно быть разным). Повторить измерения согласно пп. 2, 3, 4 при новом расположении чечевиц.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать периоды колебаний T_1 и T_2 маятника для каждого опыта по формуле (7).
2. Рассчитать ускорение свободного падения g для каждого опыта по формуле (6). Найти среднее значение $g_{\text{ср}}$.
3. Рассчитать доверительный интервал как для прямых измерений.
4. Найти относительную погрешность измерений. Результат записать в стандартном виде:

$$g = g_{\text{ср}} \pm \Delta g$$

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний.
2. Какой маятник называется физическим? Запишите формулу периода колебаний физического маятника. Поясните смысл обозначений.
3. Сформулируйте теорему Штейнера. Запишите формулу.
4. При каких условиях колебания физического маятника можно считать гармоническими?
5. Сравните полученное значение ускорения свободного падения с табличным значением. Сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 66

Выполнил(а) _____

Группа _____

№ п/п	a_1 , см	a_2 , см	N	t_1 , с	t_2 , с	T_1 , с	T_2 , с	g , м/с ²
1								
2								
3								
среднее								

Дата _____

Подпись преподавателя _____