

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Кафедра физики

Лабораторная работа № 101

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

студента: _____ группы: _____

ДОПУСК		ВЫПОЛНЕНИЕ	
дата	подпись	дата	подпись

1. Изучаемое физическое явление:

Кинематика и динамика материальной точки, закон всемирного тяготения, закон сохранения механической энергии.

2. Формулировка поставленной задачи:

Измерить ускорение свободного падения, оценить погрешности измерений.

3. Таблица характеристик измерительных приборов:

Название прибора	Диапазон измерений	Число делений	Класс точности	Приборная погрешность	Цена деления
линейка					
секундомер					

4. Схема и описание лабораторной установки. Вывод расчетной формулы.

Для измерения ускорения свободного падения используется экспериментальная установка, изображенная на рис. 101.1.

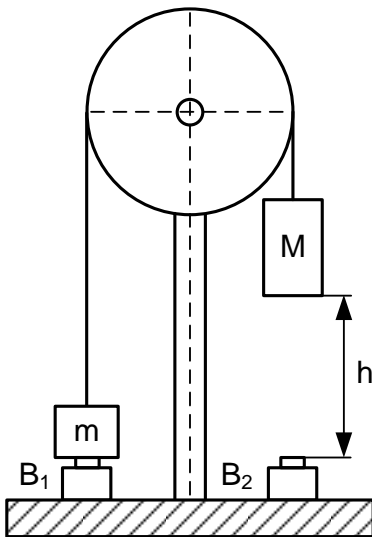


Рис. 101.1

На верхнем конце металлической стойки закреплен блок, через который перекинута нить с двумя грузами разных масс m и M , причем $m < M$. Так как $m \neq M$, то система грузов будет двигаться. Если расстояние, пройденное грузом M , равно h , то изменение потенциальной энергии системы грузов равно $(M - m)gh$. Эта энергия переходит в кинетическую энергию поступательного движения системы грузов $(m + M)v^2/2$ и вращательного движения блока $I\omega^2/2$. Пренебрегая работой, совершаемой силой трения, на основании закона сохранения механической энергии получим:

$$(M - m)gh = \frac{(m + M)v^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}, \quad (101.1)$$

где v — скорость поступательного движения грузов;

ω — угловая скорость вращательного движения блока; I — момент инерции блока.

Учитывая, что $\omega = v/R$ (нить в блоке не проскальзывает), где R — радиус блока, соотношение (101.1) запишем в виде

$$(M - m)gh = \left(m + M + \frac{I}{R^2} \right) \cdot \frac{v^2}{2}. \quad (101.2)$$

Скорость v в (101.2) заменим ее значением, выраженным через перемещение h груза M и время движения t , которые необходимо измерить экспериментально. Для этого используем соотношения

$$h = \frac{at^2}{2} \quad (101.3)$$

и

$$v = at, \quad (101.4)$$

где a – ускорение поступательного движения грузов.

Выражая ускорение a из (101.3) и подставляя его в (101.4), получим

$$v = \frac{2h}{t}. \quad (101.5)$$

Подставляя в соотношение (101.2) скорость v из (101.5) и решая его относительно g , получим

$$g = \left(m + M + \frac{I}{R^2} \right) \cdot \frac{2h}{(M - m)t^2}. \quad (101.6)$$

Значения m , M , I и R являются техническими параметрами лабораторной установки. Время движения системы грузов t измеряется электронным секундомером. Для включения и выключения секундомера на основании установки имеются два выключателя B_1 и B_2 . Выключатель B_1 с разомкнутыми в исходном состоянии контактами установлен под грузом m , а B_2 с замкнутыми в исходном состоянии контактами расположен под грузом M (рис. 101.1). Расстояние h , пройденное системой грузов, измеряется с помощью линейки от основания груза M до его положения в момент размыкания контактов выключателя B_2 .

5. Результаты измерений и их обработка.

№ п/п	m , г	M , г	h , м	t , с	$\langle t \rangle$, с	ε	ε^2	S_n	t_α $\alpha = 0,95$	Δt , с	$t = (\langle t \rangle \pm \Delta t)$, с
1	52,6	62,6									
2	62,6	72,8									
3	52,6	62,6									
4	62,6	72,8									

Параметры экспериментальной установки

m_1 , кг	m_2 , кг	M_1 , кг	M_2 , кг	I , кг·м ²	R , м
$52,6 \cdot 10^{-3}$	$62,6 \cdot 10^{-3}$	$62,6 \cdot 10^{-3}$	$72,8 \cdot 10^{-3}$	$120 \cdot 10^{-6}$	$50,0 \cdot 10^{-3}$

Δm_1 , кг	Δm_2 , кг	ΔM_1 , кг	ΔM_2 , кг	ΔI , кг·м ²	ΔR , м
$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$

6. Формулы для оценки погрешностей косвенных измерений.

$$\langle g \rangle = \left(\langle m \rangle + \langle M \rangle + \frac{\langle I \rangle}{\langle R \rangle^2} \right) \cdot \frac{2 \langle h \rangle}{(\langle M \rangle - \langle m \rangle) \langle t \rangle^2},$$

$$\Delta g = \langle g \rangle \cdot \sqrt{2 \left(\frac{\Delta m}{\langle M \rangle - \langle m \rangle} \right)^2 + \left(\frac{2 \Delta t}{\langle t \rangle} \right)^2}.$$

m , кг	M , кг	h , м	$\langle t \rangle$, с	Δt , с	$\langle g \rangle$, м/с ²	Δg , м/с ²	δg , %
$52,6 \cdot 10^{-3}$	$62,6 \cdot 10^{-3}$						
$62,6 \cdot 10^{-3}$	$72,8 \cdot 10^{-3}$						
$52,6 \cdot 10^{-3}$	$62,6 \cdot 10^{-3}$						
$62,6 \cdot 10^{-3}$	$72,8 \cdot 10^{-3}$						

7. Запись окончательного результата.

Результаты измерений представить в виде $g = (\langle g \rangle \pm \Delta g)$, м/с².

$g_1 =$

$g_2 =$

$g_3 =$

$g_4 =$

ВЫВОД: _____
