

Экспериментальное задание 4

Изучение движения тела по наклонной плоскости

Цель работы:

- 1) определить значение коэффициента трения;
- 2) определить характер зависимости ускорения тела и модуля силы реакции опоры от угла наклона плоскости.

Оборудование: наклонная плоскость, штатив, брусок, лента измерительная.

Краткая теория

Эксперимент позволяет исследовать движение тела по наклонной плоскости.

Рассмотрим тело (брусок) массой m , находящееся на наклонной плоскости (рис. 1). Угол наклона плоскости α можно найти из следующих соотношений:

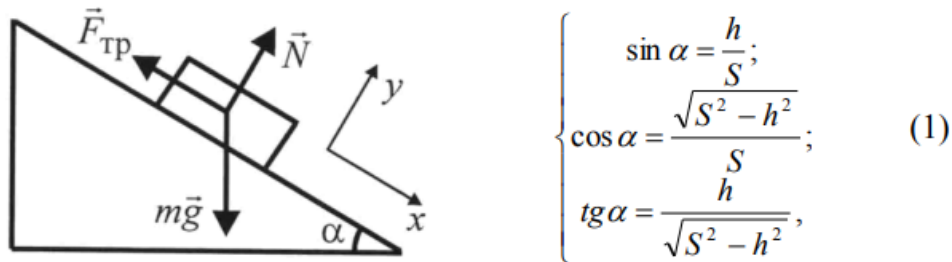


Рис. 1

где S – длина наклонной плоскости; h – ее высота, которая является переменной величиной в нашем эксперименте (рис.2).

Тело будет находиться в покое, если геометрическая сумма действующих на него силы тяжести, силы реакции опоры и силы трения равна нулю:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{мп}} = 0 \quad (2)$$

В проекциях на оси координат:

$$mg \sin \alpha = F_{\text{мп}}, \quad mg \cos \alpha = N \quad (3)$$

Если учесть, что максимальное значение силы трения покоя равно $F_{\text{тр}} = \mu N$, то коэффициент трения μ можно найти из соотношения

$$\mu = \frac{F_{\text{мп}}}{N} = \frac{mg \sin \alpha_0}{mg \cos \alpha_0} = \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (4)$$

где α_0 – максимальный угол, при котором тело еще остается в покое. Будем считать, что данное значение коэффициента трения покоя будет равно значению коэффициента трения скольжения.

Согласно второму закону Ньютона ускорение тела при его движении по наклонной плоскости можно найти по формуле

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (5)$$

Величину ускорения еще можно определить, если известны длина пути S и время движения t :

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (6)$$

I. Описание экспериментальной установки

Схема экспериментальной установки изображена на рисунке 2. Главной ее частью является плоскость 1, прикрепленная к штативу 2. По наклонной плоскости может скользить брусок 3, который при движении ударяется о пластинку 4. В момент столкновения тела с пластинкой измеряется время его движения с помощью секундомера.

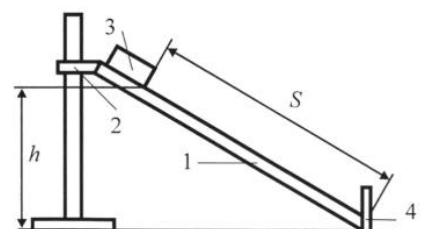


Рис. 2

II. Рекомендации по проведению эксперимента и обработке его результатов

1. Положите брусок на наклонную плоскость при малом угле наклона.
2. Медленно увеличивайте угол наклона плоскости до тех пор, пока не начнется соскальзывание бруска.
3. Измерьте в этом положении линейкой длину наклонной плоскости s и высоту h наклонной плоскости, данные занесите в таблицу 1.
4. Определите по формуле (4) значение коэффициента трения и повторите опыт еще 4 раза.
5. Найдите среднее значение коэффициента трения по формуле:

$$\mu_{cp} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_5}{5}.$$

6. Определите абсолютную погрешность измерения коэффициента трения по формуле:

$$\Delta\mu_{cp} = \frac{\Delta\mu_1 + \Delta\mu_2 + \dots + \Delta\mu_5}{5}, \quad \Delta\mu_1 = |\mu_{cp} - \mu_1|, \dots, \Delta\mu_5 = |\mu_{cp} - \mu_5|.$$

7. Рассчитайте относительную погрешность измерения коэффициента трения:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\mu}{\mu} \cdot 100\%.$$

8. Запишите окончательный результат определения коэффициента трения в виде:

$$\mu = \mu_{cp} \pm \Delta\mu_{cp}.$$

9. Далее увеличивайте угол наклона α путем увеличения высоты h , рассчитывайте ускорение тела при его движении по наклонной плоскости, используя формулы (5) и (6) и заполняйте таблицу 2.
10. Определите модуль силы реакции опоры во всех опытах по формуле (3).
11. Проанализируйте результаты эксперимента, представленные в таблице 2 и сделайте вывод о характере зависимости ускорения тела и модуля силы реакции опоры от угла наклона плоскости.

Таблица 1

Результаты измерений коэффициента трения скольжения

№	$s, \text{м}$	$h, \text{м}$	$\text{tg}\alpha$	μ	μ_{cp}	$\Delta\mu$	$\Delta\mu_{cp}$	$\varepsilon, \%$
1								
2								
3								
4								
5								

Таблица 2

Исследование зависимости ускорения тела от угла наклона плоскости

№	$t, \text{с}$	$s, \text{м}$	$h, \text{м}$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ м/с ²	$a = \frac{2S}{t^2}$ м/с ²	$N, \text{Н}$
1								
2								
3								
4								
5								

Контрольные вопросы

1. Каковы причины возникновения сил трения?
2. От чего зависит коэффициент трения?
3. Что происходит с весом тела при увеличении угла наклонной плоскости? Почему?