

Лабораторная работа № 1.2

ДВИЖЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОЙ СИЛЫ

1.2.1. Цель работы

Целью работы является исследование движения тела под действием постоянной силы и экспериментальное определение свойств сил трения покоя и движения, а также массы тела.

1.2.2. Краткая теория

Динамика – раздел механики, изучающий законы движения тел и причины, которые вызывают или изменяют это движение.

Динамическими характеристиками движения материальной точки являются импульс и сила.

Импульс \vec{p} материальной точки – векторная физическая величина, являющаяся мерой ее механического движения и численно равная произведению массы на скорость.

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (1.2.1)$$

Масса m – мера инертности тел, она характеризует способность тела под действием данной силы приобретать вполне определенное ускорение.

Сила \vec{F} – векторная физическая величина, характеризующая взаимодействие тел, в результате которого тела приобретают ускорение или деформируются. Сила характеризуется направлением, величиной (модулем) и точкой приложения.

Принцип суперпозиции (независимости действия сил): если на материальную точку одновременно действуют несколько сил, то действие каждой силы происходит независимо от других сил.

$$\vec{F}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i. \quad (1.2.2)$$

В основе динамики лежат три закона Ньютона.

Основным законом динамики поступательного движения является второй закон Ньютона, показывающий изменение механического движения материальной точки под действием приложенных сил.

$$m\vec{a} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i. \quad (1.2.3)$$

Векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на его ускорение.

Другая (более общая) форма записи второго закона Ньютона

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i. \quad (1.2.4)$$

Быстрота изменения импульса определяется суммой всех сил, действующих на тело.

Всякое тело, движущееся по горизонтальной поверхности другого тела, при отсутствии действия на него других сил с течением времени замедляет свое движение и останавливается. Это можно объяснить существованием силы трения, которая препятствует скольжению соприкасающихся тел друг относительно друга.

Силы трения зависят от относительных скоростей тел.

Если соприкасающиеся тела неподвижны друг относительно друга, то существует сила трения покоя (рис. 1.2.1).

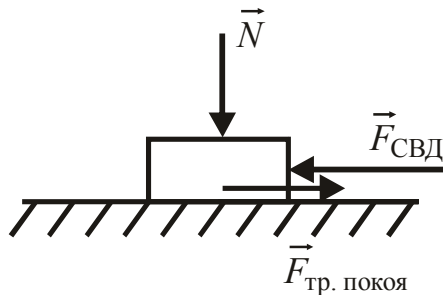


Рис. 1.2.1. Сила трения покоя

Свойства силы трения покоя:

- 1) направлена против составляющей силы, стремящейся вызвать движение ($\vec{F}_{\text{свд}}$);
- 2) равна по величине $\vec{F}_{\text{свд}}$;
- 3) имеет максимальное значение, пропорциональное величине силы \vec{N} , сжимающей поверхность по нормали.

Если происходит относительное перемещение этих тел, то возникает сила трения скольжения.

Свойства силы трения скольжения:

- 1) направлена против скорости;
- 2) не зависит от величины скорости;
- 3) сила трения скольжения пропорциональна силе нормального давления, с которым одно тело действует на другое.

$$F_{\text{тр}} = k N. \quad (1.2.5)$$

1.2.3. Порядок выполнения работы

Запустите программу «Открытая физика 1.1». Выберите «Механика» и «Движение по наклонной плоскости». Нажмите вверху внутреннего окна кнопку с изображением страницы. Прочитайте краткие теоретические сведения. Закройте окно теории, нажав кнопку с крестом в правом верхнем углу внутреннего окна.

Рассмотрите внимательно рисунок 1.2.2, найдите регуляторы с движками, задающие массу тела m , внешнюю силу $F_{\text{вн}}$, коэффициент трения μ и угол наклона плоскости к горизонту α и запишите их в соответствующую таблицу в отчете (см. с. 6).

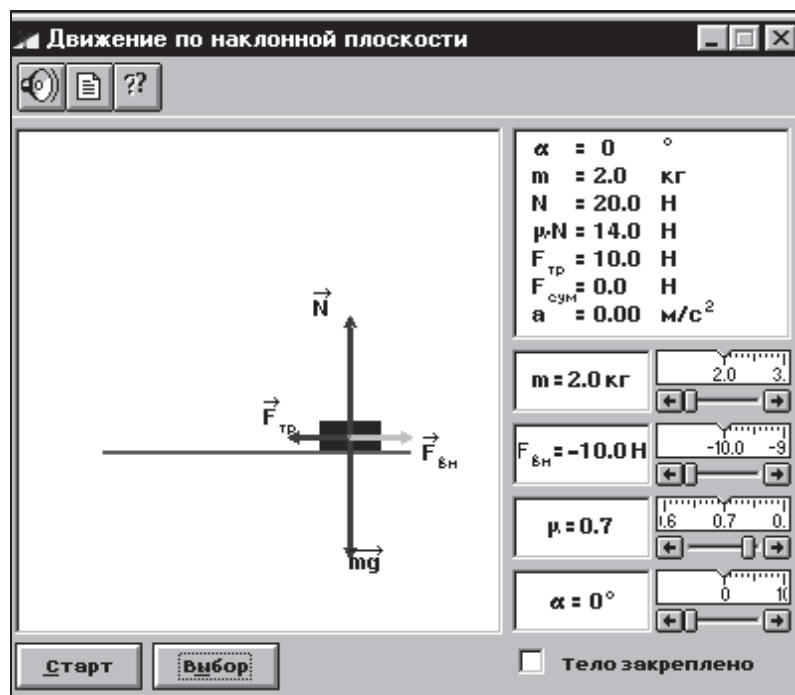


Рис. 1.2.2. Движение по наклонной плоскости

Нарисуйте наклонную плоскость и тело в форме кубика на ее поверхности. Покажите все силы, действующие на тело. Если затрудняетесь, то прочитайте снова краткие теоретические сведения.

Установите с помощью движков регуляторов:

- 1) массу тела, указанную в таблице 1.2.1 для вашей бригады;
- 2) угол наклона плоскости (см. табл. 1.2.1);
- 3) первое значение коэффициента трения для вашей бригады;
- 4) значение внешней силы, равное нулю.

Коротко нажав левую кнопку мыши, уберите метку около надписи «Тело закреплено». Понаблюдайте за движением тела по наклонной плоскости и маленького квадратика на графике зависимости силы трения от скорости (справа вверху). Когда движение тела закончится, установите любое другое значение внешней силы. Затем опять уберите метку и снова наблюдайте за движением тела и маленького квадратика.

Приступайте к измерениям, изменяя значение внешней силы от нуля до 10 Н с шагом 1 Н. Выставив значение силы, снимайте фиксацию и наблюдайте поведение кубика. Если тело не движется, то перед следующим измерением нажмите на кнопку «Выбор».

Величину силы трения и ускорения найдите в окне эксперимента и запишите в табл. 1.2.2.

Повторите измерения для второго коэффициента трения, значение которого указано в табл. 1.2.1.

Таблица 1.2.1

Исходные данные

Номер бригады	m , кг	α , град.	μ_1	μ_2	Номер бригады	m , кг	α , град.	μ_1	μ_2
1	2,2	10	0,2	0,3	5	3	5	0,1	0,2
2	2,4	15	0,3	0,4	6	2,4	0	0,05	0,15
3	2,6	5	0,1	0,2	7	2,8	5	0,1	0,2
4	2,8	0	0,1	0,15	8	3	10	0,15	0,25

Таблица 1.2.2

Результаты измерений

$m = \underline{\hspace{2cm}}$ кг

Номер измерения	$\mu_1 =$			$\mu_2 =$		
	$F_{\text{вн.}}$, Н	$F_{\text{тр.}}$, Н	a , м/с ²	$F_{\text{вн.}}$, Н	$F_{\text{тр.}}$, Н	a , м/с ²
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
$m_{\text{эксп.}}$, кг						

3.2.4. Обработка результатов измерений

1. Для каждого значения коэффициента трения постройте графики зависимости силы трения и ускорения от внешней силы.

2. По наклону графика зависимости ускорения от внешней силы (см. с. 7) определите экспериментальное значение массы $m_{\text{эксп}}$, используя формулу

$$m_{\text{эксп}} = \frac{\Delta F}{\Delta a}. \quad (1.2.6)$$

3. Рассчитанные значения занесите в табл. 1.2.2.

4. Вычислите среднее значение $m_{\text{эксп}}$.

5. Рассчитайте среднюю абсолютную и относительную погрешности определения массы тела (см. с. 7 – 8).

6. Запишите ответ и сделайте вывод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что изучает динамика?
2. Дайте определение импульса материальной точки.
3. Что такое масса?
4. Дайте определение силы.
5. Сформулируйте второй закон Ньютона.
6. Как возникает сила трения?
7. Опишите свойства силы трения покоя.
8. При каких условиях возникает сила трения скольжения?
9. Перечислите свойства силы трения скольжения.
10. Запишите формулу, определяющую максимальное значение силы трения покоя.