

Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана

Специализированный учебно-научный центр
Лицей №1580 при МГТУ им. Н. Э. Баумана

Кафедра «Основы физики»

Лабораторный практикум по физике
Электронное издание
10 класс

МЕХАНИКА

Лабораторная работа М–5
Определение коэффициента трения
скольжения

Москва, 2014

Лабораторный практикум по физике. Механика. — Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Лабораторный практикум по физике для 10 класса состоит из лабораторных работ для занятий учащихся 10 классов в Специализированном учебно-научном центре МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Лабораторные работы, приведенные в сборнике, позволят учащимся глубже изучить законы физики и получить навыки проведения экспериментальных физических исследований.

Составители лабораторных работ:

И. Н. Грачева, В. И. Гребенкин, А. Е. Иванов,
И. А. Коротова, Е. И. Красавина, А. В. Кравцов,
Н. С. Кулеба, Б. В. Падалкин, Г. Ю. Шевцова,
Т. С. Цвечинская.

Под редакцией И. Н. Грачевой, А. Е. Иванова, А. В. Кравцова.

- © Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, 2014
- © Лицей №1580 при МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014

5.1 Цель работы

Целью работы является измерение коэффициента трения скольжения.

5.2 Основные теоретические сведения

Сухое трение возникает на поверхностях соприкосновения твердых тел. Сила трения имеет электромагнитную природу. Ее возникновение обусловлено межмолекулярным взаимодействием. Эта сила направлена вдоль поверхности соприкосновения.

Сила трения скольжения возникает при относительном движении соприкасающихся поверхностей и направлена противоположно относительной скорости. Этим она отличается от силы трения покоя, которая направлена противоположно приложенной силе.

Модуль силы трения скольжения пропорционален модулю нормальной силы N реакции опоры

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \quad (5.1)$$

где μ — коэффициент трения скольжения.

Выражение (5.1) называют уравнением Амонтона. Коэффициент трения скольжения μ не зависит от силы N и площади соприкосновения, но сильно зависит от степени шероховатости и рода вещества соприкасающихся тел.

Коэффициент μ слабо зависит от относительной скорости поверхностей и в большинстве практических применений этой зависимостью пренебрегают.

Сила трения скольжения является неконсервативной силой, работа этой силы зависит от формы траектории. Сила трения скольжения направлена противоположно относительной скорости соприкасающихся тел, а значит, и противоположно перемещению одного тела относительно другого. Из этого следует, что работа силы трения отрицательна.

5.3 Методика проведения эксперимента и описание экспериментальной установки

Измерение коэффициента трения скольжения производится на основе использования теоремы о кинетической энергии, в соответствии с которой изменение кинетической энергии тела равно сумме работ внешних сил, приложенных к телу.

Рассмотрим схему экспериментальной установки, приведенную на рис. 5.1. На горизонтальную площадку 1 помещают брусок 2 и пружинный динамометр 4, связанные нитью 3. Динамометр закреплен за штырь 5. При отодвигании бруска от динамометра пружина динамометра деформируется, и на брусок начинает действовать сила F_y упругости со стороны динамометра. После освобождения брусок будет двигаться до остановки. Во время движения бруска работу совершают сила упругости пружины F_y и сила трения скольжения $F_{\text{тр}}$. Если растянутая вначале пружина динамометра окажется недеформированной, то изменение кинетической энергии бруска $\Delta K = 0$ и конечное значение потенциальной энергии, накопленное пружиной, $\Pi_{\text{кон}} = 0$, значит

$$A_{\text{упр}} + A_{\text{тр}} = 0. \quad (5.2)$$

Работа силы упругости пружины связана с изменением потенциальной энергии пружины как

$$A_{\text{упр}} = \Delta \Pi = \frac{F_{\text{упр}}}{2} x, \quad (5.3)$$

где x — деформация пружины.

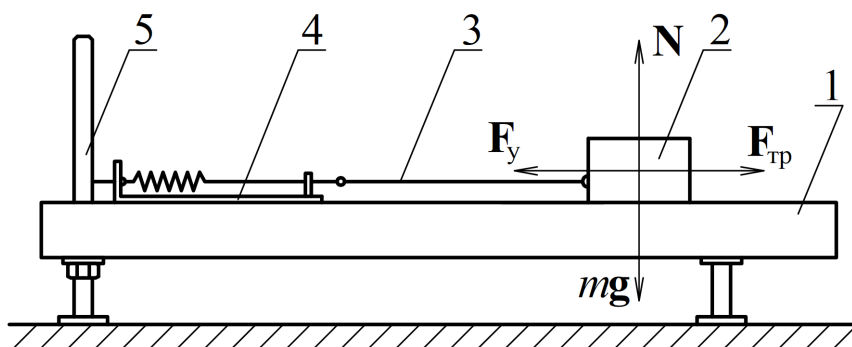


Рис. 5.1: Схема экспериментальной установки

Работа силы трения на пути s

$$A_{\text{тр}} = -\mu mgs. \quad (5.4)$$

Из выражений (5.2)–(5.4) следует, что

$$\mu = \frac{F_{\text{упр}}x}{2mgs}. \quad (5.5)$$

5.4 Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. В процессе домашней подготовки подготовьте в протоколе эксперимента таблицу 5.1.

Таблица 5.1

№ опыта	№ измерения	m , кг	F_y , Н	x , м	s , м	$\langle s \rangle$, м	μ	$\Delta\mu$
1	1							
	2							
2	1							
	2							
3	1							
	2							

2. К динамометру и бруску привяжите нить длиной примерно 0,1 м.
3. Брусок и динамометр поместите на площадку и закрепите динамометр за штыврь.
4. Массу бруска запишите в таблицу 5.1. Масса бруска указана на самом бруске.
5. Оттяните рукой брусок так, чтобы показания динамометра были $F_y = 3,0$ Н. Измерьте линейкой деформацию пружины x .
6. Значения F_y и x запишите в таблицу 5.1.
7. Заметьте положение бруска. Отпустите брусок. Измерьте линейкой путь s , пройденный бруском, измеренное значение запишите в таблицу 5.1.

8. Повторите пп. 5–7.
9. Поместите на брусок дополнительный груз, масса которого указана на установке. Значение суммы масс бруска и дополнительного груза запишите в таблицу 5.1.
10. Повторите пп. 5–8.
11. Снимите дополнительный груз с бруска. Повторите пп. 5–8, но при значении силы упругости $F_y = 4,0$ Н.
12. Для каждого опыта вычислите среднее значение $\langle s \rangle$ по формуле

$$\langle s \rangle = \frac{s_1 + s_2}{2} \quad (5.6)$$

13. Для каждого опыта вычислите абсолютную погрешность

$$\Delta\mu = \mu \sqrt{\varepsilon_F^2 + \varepsilon_x^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_s^2}, \quad (5.7)$$

где $\varepsilon_F = \frac{\Delta F}{F}$; $\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x}$; $\varepsilon_m = \frac{\Delta m}{m}$; $\varepsilon_s = \frac{\Delta s}{s}$;
 $\Delta s = \frac{s_1 - s_2}{2}$;
 ΔF , Δm , Δx — приборные погрешности.

14. Сравните полученные результаты, сделайте выводы, напишите заключение к работе.

5.5 Контрольные вопросы

1. Зависит ли коэффициент трения скольжения от массы бруска и от силы упругости пружины?
2. Какие изменения нужно внести в экспериментальную установку, чтобы получить другое значение коэффициента трения скольжения?
3. Какие преобразования энергии происходят при выполнении эксперимента?