

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 135. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ

---

## *Введение*

Сила трения, это сила, препятствующая относительному движению соприкасающихся тел. Рассматривая силу трения между твёрдыми телами, различают силу трения покоя, силу трения скольжения и силу трения качения.

Если тела неподвижны друг относительно друга, то говорят о **силе трения покоя**  $F_{\text{тр.п.}}$ . Максимальное значение силы трения покоя не зависит от площади соприкасающихся поверхностей и пропорционально силе реакции опоры  $F_{\text{тр.п.макс}} = \mu_{\text{п}} \cdot N$ , где  $\mu_{\text{п}}$  - коэффициент трения покоя.

**Сила трения скольжения** возникает при относительном движении соприкасающихся тел. Она также пропорциональна силе реакции опоры  $F_{\text{тр.ск}} = \mu_{\text{ск}} \cdot N$ , но коэффициент пропорциональности  $\mu_{\text{ск}}$  называется коэффициентом трения скольжения. Коэффициенты трения зависят от материала соприкасающихся поверхностей. Коэффициент трения покоя больше коэффициента трения скольжения  $\mu_{\text{п}} > \mu_{\text{ск}}$  при малых скоростях, но последний слабо растёт с увеличением скорости относительного движения.

**Сила трения качения** возникает, например, при качении колеса по горизонтальной поверхности. Замедление вращения возникает вследствие малой деформации цилиндрической поверхности колеса и/или поверхности качения в месте их соприкосновения. Сила трения качения также пропорциональна силе реакции опоры  $F_{\text{тр.к}} = \mu_{\text{к}} \cdot N$ , где  $\mu_{\text{к}}$  - коэффициент трения скольжения.

В данной работе проверяются приведённые выше утверждения.

---

## *Приступая к работе необходимо*

### **Знать определения**

вектора;  
вертикали и горизонтали;  
силы;  
проекция силы.

### **Знать определения и свойства**

силы тяжести;  
веса;  
силы нормальной реакции опоры;  
силы трения покоя;  
силы трения скольжения;  
силы трения качения;  
коэффициента трения покоя;

коэффициента трения скольжения;  
коэффициента трения качения.

**Знать принцип действия**

динамометра

**Уметь**

измерять силу динамометром

---

***Цель работы***

Изучение сил трения при движении бруска по горизонтальной плоскости.

---

***Решаемые задачи***

- ✓ исследование силы трения покоя и скольжения как функции площади, веса и материала поверхности бруска;
- ✓ сравнение максимальной силы трения покоя и силы трения скольжения как функции веса бруска и определение коэффициентов трения;
- ✓ сравнение сил трения скольжения и качения как функции веса бруска и определение коэффициентов трения.

---

***Экспериментальная установка***

**Приборы и принадлежности:**

- ✓ два разных деревянных бруска;
- ✓ стол с ровной поверхностью;
- ✓ два динамометра с пределами 1Н и 10 Н;
- ✓ 7 разновесов от 0,1 до 2 кг;
- ✓ 6 цилиндрических стержней.

---

***Порядок выполнения работы***

**Упражнение 1. Исследование силы трения покоя и силы трения скольжения в зависимости от веса, площади и материала поверхности брусков.**

1. Используя динамометр, определите вес  $G_1$  большого деревянного бруска и вес  $G_2$  малого бруска.
2. Поместите малый брусок поверхностью покрытой пластиком на рабочий стол.

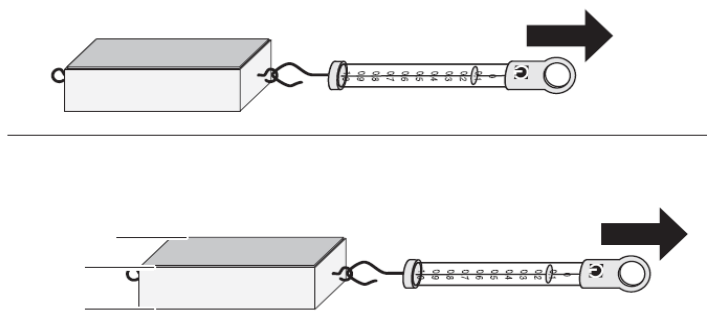


Рис.1 Измерение максимальной силы трения покоя (верх) и силы трения скольжения (низ)

3. Измерьте максимальную силу трения покоя тела о поверхность стола (см. Рис.1, верх). **Внимание!** Прикрепив динамометр к телу, медленно увеличивайте приложенную силу. Максимальное достигнутое значение силы, при которой тело остаётся неподвижным, будет равно максимальной силе трения покоя  $F_{\text{тр.п.макс}} = \mu_{\text{п}} \cdot N$ .
4. Измерьте силу трения скольжения  $F_{\text{тр.ск}} = \mu_{\text{ск}} \cdot N$ . Она равна горизонтальной силе, заставляющей брусок равномерно двигаться (см. Рис.1, низ).
5. Переверните брусок широкой деревянной поверхностью вниз, а затем узкой. Повторите измерения  $F_{\text{тр.п.макс}}$  и  $F_{\text{тр.ск}}$ .
6. Повторите описанные выше действия для большого бруска.

### Представление и анализ результатов

7. Результаты опытов занесите в Таблицу 1.

Таблица 2. Сила трения покоя и сила трения скольжения в зависимости от веса, площади и материала поверхности бруска.

	Материал	Площадь, см <sup>2</sup>	$F_{\text{тр.п.макс}}$ , Н	$F_{\text{тр.ск}}$ , Н
$G_1$ , Н	Пластик	12×6		
	Дерево	12×6		
	Дерево	12×3		
$G_2$ , Н	Пластик	12×6		
	Дерево	12×6		

**Упражнение 2. Исследование максимальной силы трения покоя и силы трения скольжения в зависимости от силы давления на поверхность.**

8. Поместите большой брусок поверхностью покрытой пластиком на рабочий стол и измерьте максимальную силу трения покоя и силу трения скольжения (см. Рис.2).

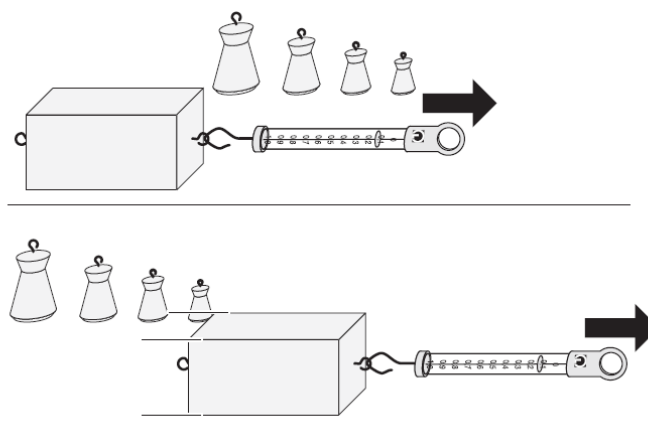


Рис. 2 Измерение максимальной силы трения покоя (верх) и силы трения скольжения (низ) в зависимости от силы тяжести.

9. Увеличьте вес бруска, добавив по очереди гири 0,1 кг, 0,2 кг, 0,5 кг и 1,0 кг и повторите измерения сил трения.  
 10. Выполните те же самые измерения (п.1) для деревянной поверхности бруска.  
 11. Результаты опытов занесите в Таблицу 2.

Таблица 2. Сила трения покоя и сила трения скольжения в зависимости от веса, площади и материала поверхности бруска.

G, Н	Страна с пластиком		Деревянная поверхность	
	$F_{тр.п.макс}$ , Н	$F_{тр.ск}$ , Н	$F_{тр.п.макс}$ , Н	$F_{тр.ск}$ , Н

**Упражнение 3. Исследование силы трения скольжения и силы трения качения в зависимости от силы тяжести.**

12. Положите стержни друг к другу (см. Рис.3, верх). Поместите большой брусок поверхностью покрытой пластиком на стержни. Положите гирию массой 0,5 кг на брусок.

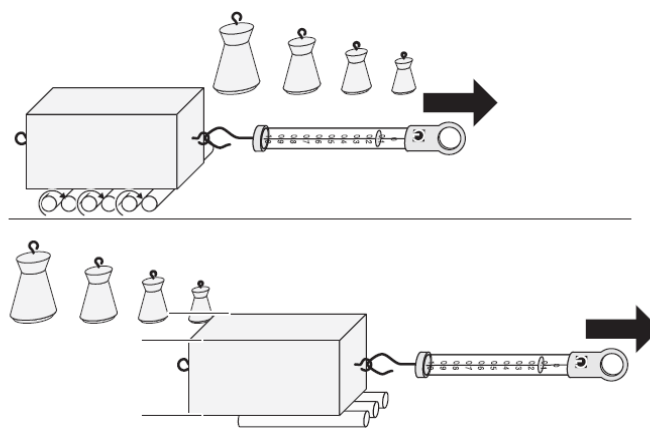


Рис. 3 Измерение силы трения качения (верх) и силы трения скольжения (низ) в зависимости от силы тяжести.

13. Измерьте силу трения качения (см. Рис.3, верх) поддерживая однородное движение.  
14. Увеличьте вес бруска, добавив по очереди гири 1 кг, 1,5 кг и повторите измерения сил трения.  
15. Расположите брусок вдоль стержней (см. Рис.3, низ) и проведите измерения силы трения скольжения при перечисленных выше условиях.  
16. Результаты опытов занесите в Таблицу 3.

Таблица 3. Сила трения скольжения и сила трения качения в зависимости от веса.

G, Н	$F_{\text{тр.ск}}, \text{ Н}$	$F_{\text{тр.к}}, \text{ Н}$

**Представление и анализ результатов**

1. Проанализируйте и сравните результаты измерений, представленные в таблице 1.
2. Постройте зависимости максимальной силы трения покоя и силы трения скольжения для двух поверхностей в зависимости от силы тяжести по данным таблицы 2.
3. Аппроксимируйте экспериментальные точки прямыми линиями, проходящими через начало координат. Наклон прямых эквивалентен коэффициентам трения  $\mu_{\text{п}}$  и  $\mu_{\text{ск}}$ . Использование всех полученных точек позволяет повысить точность измерения.

4. Результаты вычислений занесите в Таблицу 4.

Таблица 4. Коэффициент силы трения покоя и силы трения скольжения в зависимости от материала поверхности бруска.

Материал	$\mu_{\text{п}}$	$\mu_{\text{ск}}$
Пластик		
Дерево		

5. Постройте зависимости силы трения скольжения и силы трения качения от силы тяжести (Таблица 3).
6. Аппроксимируйте экспериментальные точки прямыми линиями, проходящими через начало координат. Наклон прямых эквивалентен коэффициентам трения  $\mu_{\text{ск}}$  и  $\mu_{\text{к}}$ . Использование всех полученных точек позволяет повысить точность измерения.
7. Результаты вычислений  $\mu_{\text{ск}}$  и  $\mu_{\text{к}}$  занесите в Таблицу 5.

Таблица 5. Коэффициент силы трения скольжения и силы трения качения.

Материал	$\mu_{\text{ск}}$	$\mu_{\text{к}}$
Пластик		

8. Сравните значения  $\mu_{\text{ск}}$  и  $\mu_{\text{к}}$ .

**Казанский (Поволжский) федеральный университет**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО МЕХАНИКЕ**

**КАЗАНЬ 2014**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МЕХАНИКЕ

(Учебно-методическое пособие  
для студентов естественнонаучных направлений обучения)

авторы пособия:

доцент кафедры общей физики *Скворцов А.И.*  
доцент кафедры общей физики *Налётов В.В.*  
доцент кафедры общей физики *Мухамедшин И.Р.*  
доцент кафедры общей физики *Недопекин О.В.*  
ассистент кафедры общей физики *Лысогогорский Ю.В.*  
ассистент кафедры общей физики *Ирисова И.А.*  
инженер кафедры общей физики *Староверов А.Е.*

Рецензент:

профессор кафедры общей физики КФУ *Фишман А.И.*,

В пособии описана методика постановки работ общего физического практикума по разделу механика курса общей физики. Пособие предназначено для студентов всех естественнонаучных направлений обучения.

© Институт физики Казанского университета.