

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова
Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию
LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

Экспериментальный тур РОФ 2019

10 класс

Задача

(20 баллов)

Тема: Изучение силы трения между двумя концентрическими цилиндрическими поверхностями

Требования:

- Расчетные формулы должны содержать только измеряемые и известные величины;
- Каждый решаемый этап вводится в соответствующую часть листа ответов;
- В расчетах и ответах учитывать значащие цифры и инструментальные погрешности;
- После выполнения работы всё оборудование сдается ассистентам.

Введение:

Силы трения являются очень важными в нашей повседневной жизни. В отсутствие других сил силы трения приводят к остановке тела находящегося в движении. Трение приводит к износу подвижных деталей машин, и инженеры прилагают много усилий, чтобы его уменьшить. С другой стороны, без трения мы не смогли бы ходить, не смогли бы держать ручку в руках, а даже если бы смогли – она бы не писала, не был бы возможен колёсный транспорт.

В самом деле, пока поверхность одного тела скользит относительно поверхности другого тела, со стороны каждого из них действует сила трения параллельная их поверхностям. Сила трения, действующая на тело, направлена в сторону противоположную его движению. Сила трения всегда направлена на прекращение движения и никогда на его поддержание. Сила трения существует между поверхностями тел даже когда они покоятся относительно друг друга.

Оборудование и материалы:

1. Школьный динамометр
2. Штатив для лабораторных работ с муфтой.
3. Миллиметровая линейка
4. Шарик известной массы m .
5. Металлической тело цилиндрической формы со шляпкой на одном конце, которое имеет известную массу M .
6. Тело 1 с отверстием цилиндрической формы, расположенное в желобе.
7. Тело 2 с отверстием цилиндрической формы, расположенное в желобе определённой длины. (Диаметры отверстий практически совпадают с диаметром цилиндра)
8. Миллиметровая бумага формата А4 – 1 лист.

NB: Массы тел указаны в каждом наборе.

Ход работы:

NB: Для расчётов используйте значение ускорения свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова
Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию
LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

Экспериментальный тур РОФ 2019

10 класс

1. Определение силы трения между цилиндрическими поверхностями при помощи динамометра. (5,0 баллов)

1.1. Аккуратно установите тело 1 в вертикальное положение и зафиксируйте на штативе (см. Рис. 1).

1.2. Измерьте линейкой длину металлического цилиндра, а затем опустите его на определённую глубину в отверстие. Измерьте длину выступающей части цилиндра h' . Определите длину части, находящейся в отверстии $h = h_0 - h'$. (0,2 балла)

1.3. Подвесьте металлический цилиндр к динамометру и потяните его медленно и равномерно вертикально вверх. Зафиксируйте максимальное показание динамометра в момент, когда цилиндр начинает движение.

1.4. Выполните измерения из пунктов 1.2 - 1.3 ещё 4 – 6 раз, каждый раз опуская металлический цилиндр в отверстие на различную глубину.

1.5. Запишите формулу для силы трения. Вычислите её значение. (0,4 балла)

1.6. Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу. Укажите единицы измерения. (2,4 балла)

1.7. Постройте на миллиметровой бумаге график зависимости силы трения от глубины, на которую опущен металлический цилиндр $F_{fr} = f(h)$. (1,0 балла)

1.8. Запишите выводы. (1,0 балла)

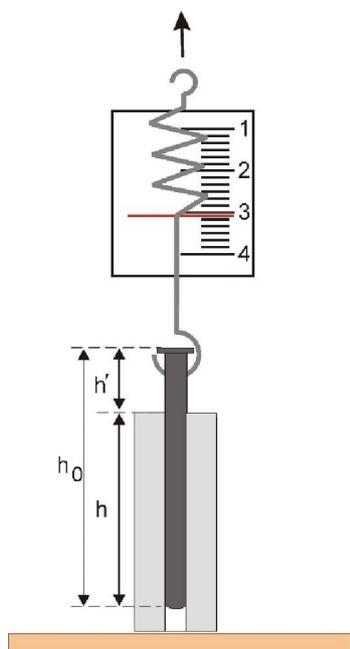


Рисунок 1. Схема установки из П 1.

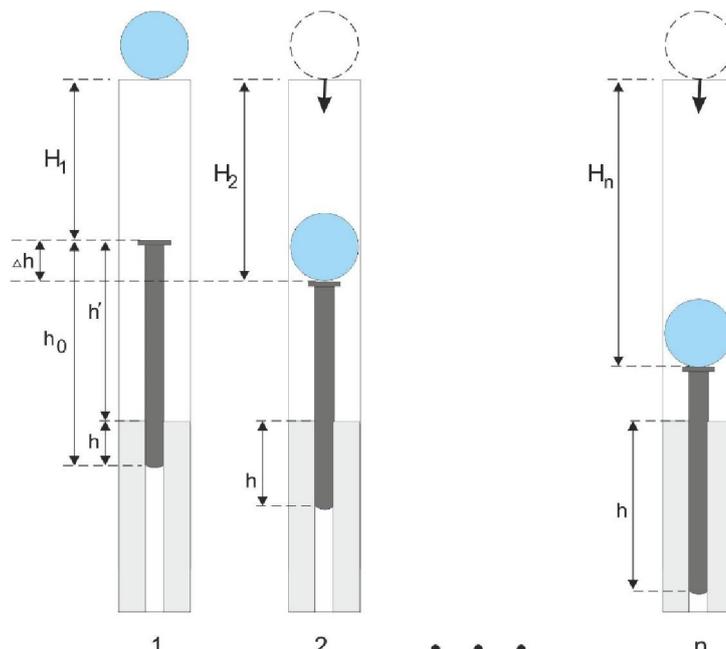


Рисунок 2. Схема выполнения измерений в П. 2.

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова
Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию
LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

Экспериментальный тур РОФ 2019

10 класс

2. Определение силы трения между цилиндрическими поверхностями с помощью свободно падающего шарика. (15,0 баллов)

2.1. Установите тело 2 с отверстием вертикально и закрепите его на штативе аналогично пункту 1.1. (см. Рис. 2)

2.2. Погрузите металлический цилиндр в отверстие на небольшую глубину. Измерьте линейкой высоту H_1 от верхнего края цилиндра до верхнего края желоба. (0,1 балла)

2.3. Плавно отпустите с верхнего края желоба металлический шарик, чтобы он ударил по металлическому цилиндру.

2.4. Измерьте высоту H_2 от верхнего края цилиндра до верхнего края желоба. (0,1 балла)

2.5. Определите длину $\Delta h = H_2 - H_1$, на которую погрузился металлический цилиндр и длину цилиндра h , находящуюся в отверстии. (0,3 балла)

2.6. Выведите формулу для расчёта силы трения F_{fr} между цилиндрическими поверхностями для данного случая. (4,5 балла)

2.7. Используя измерения, выполненные в пунктах. 2.2, 2.4, 2.5 и значения m и M , определите силу трения. (0,5 балла)

2.8. Не вытаскивая металлический цилиндр из отверстия повторите пункты 2.3, 2.4, 2.5 и 2.7 ещё 4 – 6 раза.

2.9. Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу. Укажите единицы измерения. (6,0 балла)

2.10. Постройте на миллиметровой бумаге график зависимости силы трения от глубины, на которую опущен металлический цилиндр $F_{fr} = f(h)$. (1,0 балла)

2.11. Выведите формулы для относительной ε_{rel} и абсолютной погрешностей ΔF_{fr} . (1,0 балла)

2.12. Вычислите значения относительной ε_{rel} и абсолютной ΔF_{fr} погрешностей для одного измерения. Запишите конечный результат. (0,5 балла)

2.13. Запишите выводы. (1,0 балла)

Задачи предложили:

Д. Ника, доктор-хабилитат физических наук, профессор
(Государственный Университет Молдовы);

В. Дуцак, доктор физико-математических наук, доцент
(Государственный Университет Молдовы);

А. Кирица, доктор физических наук, доцент-исследователь
(Государственный Университет Молдовы);

К. Антонюк, научный сотрудник (Государственный Университет Молдовы).

К. Исакова, научный сотрудник (Государственный Университет Молдовы).

Л. Дамьян, лектор (Государственный Университет Молдовы).