

9 класс

Задача 1. Магнитное торможение

Различают два вида сил трения.

Сила сухого трения возникает на границе двух твёрдых тел. Эта сила характеризуется коэффициентом сухого трения  $\mu$ . Максимальная сила сухого трения возникает при скольжении одного тела по другому:

$$(F_{\text{тр}})_{\text{max}} = \mu N,$$

где  $N$  — сила нормального давления.

Сила сухого трения практически не зависит от относительной скорости соприкасающихся тел.

Сила вязкого трения  $F_v$  возникает при движении твёрдого тела в жидкости или газе. Эта сила при достаточно малых скоростях пропорциональна скорости тела:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = -\beta\vec{v}.$$

Она всегда направлена противоположно относительной скорости  $\vec{v}$ . Этой же закономерности подчиняется сила "магнитного торможения", возникающая при движении намагниченного тела по проводящей поверхности. Сила магнитного торможения возникает из-за магнитного взаимодействия намагниченного тела с электрическими токами, возникающими в немагнитном проводнике, по которому скользит тело. Силу магнитного торможения также условно называют силой вязкого трения.

В данной задаче предлагается исследовать скольжение намагниченной шайбы известной массы по алюминиевой балке, покрытой бумагой, при различных углах наклона балки.

1. Укажите номер установки в тетради.
2. Изготовьте наклонную плоскость с помощью штатива и алюминиевой балки, как показано на рисунке 1.
3. Определите коэффициент  $\mu$  сухого трения между магнитной шайбой и полоской бумаги.
4. Если положить магнит на наклонную балку и отпустить, то через некоторое время устанавливается движение с постоянной скоростью.

Снимите зависимость установившейся скорости  $v_{\text{уст}}$  скольжения от угла наклона алюминиевой балки. При каждом значении угла  $\alpha$  измерения следует проводить не менее трёх раз, и определять среднее значение скорости.

Для одного произвольного угла убедитесь, что на выбранном участке измерений скорость движения действительно постоянна.

5. Определите коэффициент пропорциональности  $\beta$  между силой "магнитного торможения" и скоростью движения магнита.

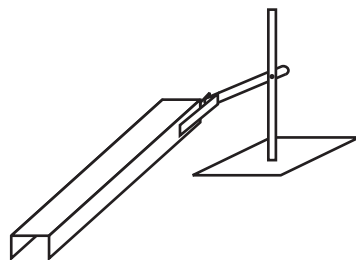


Рис. 1

**Внимание!!!** Магнит достаточно сильный, поэтому будьте аккуратны, если поблизости есть металлические предметы. Рекомендуем снять и отложить в сторону механические часы.

После окончания работы оставьте установку в первоначальном состоянии. Расчёт погрешностей не требуется.

**Оборудование.** Штатив, алюминиевая балка с наклеенными полоской бумаги и измерительной лентой, магнит с известной массой  $m = 15,4$  г, линейка, секундомер, миллиметровая бумага.

Задача 2. Остывание воды

В этой задаче предлагается изучить процесс остывания малой порции воды. Так как этого нельзя сделать при помощи термометра, то предлагается использовать термопару медь-константан.

Если один из спаев термопары находится при температуре  $t_1$ , а другой — при температуре  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ), то напряжение между концами термопары зависит от разности температур  $\Delta t = t_2 - t_1$ :

$$U = a \cdot \Delta t + b \cdot (\Delta t)^2,$$

где  $b = 5 \cdot 10^{-5}$  мВ  $\cdot$   $^{\circ}\text{C}^{-2}$  при условии, что один из спаев расположен в воде, а второй — в смеси воды со льдом.

Комнатная температура  $t_{\text{к}}$  задается организаторами олимпиады. Расчёт погрешностей не требуется.

1. Определите экспериментально значение коэффициента  $a$ .
2. Постройте градуировочный график зависимости  $U(\Delta t)$  напряжения между концами термопары от разности температур, при которых находятся спаи термопары, в диапазоне  $25^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq 90^{\circ}\text{C}$ .
3. Изготовьте из проволоки подставку для пробирки и закрепите в ней пробирку. Налейте в неё горячей воды, потом вылейте и снова налейте примерно до метки 1,5 мл. Снимите зависимость температуры остывающей воды в пробирке от времени остывания. Рекомендуется проводить измерения времени в моменты изменения показаний милливольтметра.
4. Постройте график зависимости температуры  $t$  воды в пробирке от времени  $\tau$ .
5. Найдите угловые коэффициенты  $\gamma_A$  и  $\gamma_B$  наклонов касательных к графику при температурах воды в пробирке  $t_A = 65^{\circ}\text{C}$  и  $t_B = (t_A + t_{\text{к}})/2$  и их отношение.
6. Характерное время остывания воды в пробирке вычисляется по формуле

$$\tau_0 = -\frac{t - t_{\text{к}}}{\gamma},$$

где  $t$  — температура воды в пробирке, а  $\gamma$  — угловой коэффициент наклона касательной к графику зависимости температуры воды в пробирке от времени при температуре воды в пробирке  $t$ .

Найдите характерное время остывания воды при  $t = t_A$  и  $t = t_B$ , а также их отношение.

*Примечание.* Лед и горячая вода выдаются по требованию участника.

**Оборудование.** Термопара медь-константан, милливольтметр, пластмассовая пробирка, проволока для подставки, пластиковый стаканчик с водой при комнатной температуре, сосуд со смесью воды и льда, секундомер, два листа миллиметровой бумаги для построения графиков.