

11 класс

Задача 2. Оптический чёрный ящик.

Внутри чёрного ящика (трубы с отверстиями, закрытыми плоскими стеклами) находится оптическая система. В её состав входят две дифракционные решетки и круглая диафрагма, прислонённая вплотную к одной из решёток.

Определите:

- ✓ 1. расстояния от решёток до конца серой трубки, обозначенного стрелочкой; 4,5 см,
13,5 см.
- ✓ 2. угол между штрихами решёток; 66°
- ✓ 3. периоды (расстояния между штрихами) дифракционных решёток; 6,5 мм
18,3 мм.
- ✓ 4. диаметр диафрагмы 0,9 см.

Оборудование. Чёрный ящик с подставкой, бумажная линейка (с миллиметровыми делениями), лазер (длина волны $\lambda \approx 650 \pm 10$ нм) на подставке, миллиметровая бумага, лист бумаги (выдерните из тетради).

XLV Всероссийская олимпиада по физике. Заключительный этап

11 класс

Задача 1. Плотность пластилина.

Определите плотность пластилина.

Примечание. Если вам понадобится формула для кинетической энергии пружины массы M , один конец которой закреплён, а другой движется со скоростью v вдоль оси пружины, то вы можете считать, что

$$E_{\text{кин}} = \frac{Mv^2}{6}.$$

Массы пружины M и гайки m_0 , выраженные в граммах, указаны на рабочем столе.

Выданный вам пластилин по окончании работы оставить на рабочем месте.

Оборудование. Кусок пластилина, гайка массы m_0 , пружина массы M , нить, секундомер, штатив, лист бумаги нестандартных размеров.

$$\rho = 1,3 \text{ г/см}^3$$

$$E_p = 35\%$$

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 μ . Максимальная сила сухого трения возникает при скольжении одного тела по другому:

$$(F_{тр})_{max} = \mu N,$$

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:

$$\vec{F}_{тр} = -\beta \vec{v}.$$

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 μ 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 $v_{уст}$ скольжения от угла наклона алюминиевой балки. При каждом значении угла α 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 β между силой "магнитного торможения" и скоростью движения магнита.

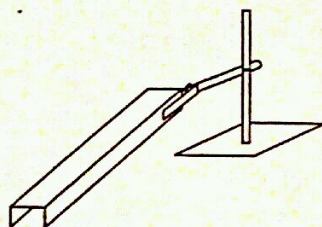


Рис. 1

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.

9 класс

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

Комнатная температура t_k задается организаторами олимпиады. Работы погрешностей не требуется.

- 1. Определите экспериментально значение коэффициента a .
- 2. Постройте графический график зависимости $U(\Delta t)$ напряжения между концами термопары от разности температур, при которых находятся спаи термопары, в диапазоне $25 \text{ °C} \leq \Delta t \leq 90 \text{ °C}$.

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 τ .

5. Найдите угловые коэффициенты γ_A и γ_B наклонов касательных к графику при температурах воды в пробирке $t_A = 65 \text{ °C}$ и $t_B = (t_A + t_k)/2$ и их отношение.

6. Характерное время остывания воды в пробирке вычисляется по формуле

$$\tau_0 = -\frac{t - t_k}{\gamma},$$

где t — температура воды в пробирке, а γ — 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, пластиковая 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.

XLV Всероссийская олимпиада по физике. Заключительный этап

10 класс

Задача 2. Серый ящик

Вам выдан "серый ящик" с пронумерованными выводами (рис. 4). Внутри него находится пять резисторов с сопротивлением r и один резистор с сопротивлением R , соединенные, как показано на рисунке 5. Однако соответствие между выводами ящика и выводами на приведённой электрической схеме неизвестно.

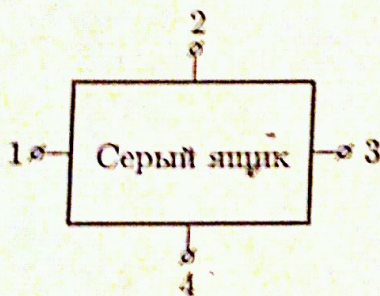


Рис. 4

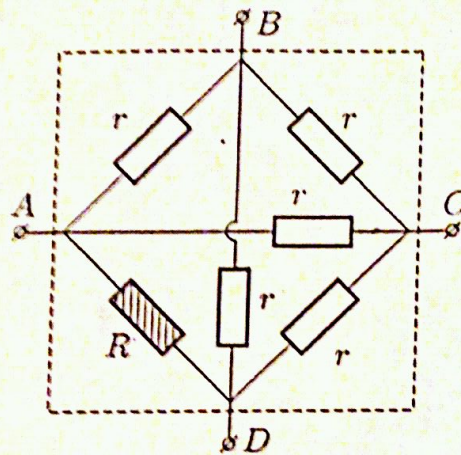


Рис. 5

1. Укажите в работе номер выданного вам ящика.
 2. Измерьте значения сопротивлений между каждой парой выводов "серого" ящика и занесите результаты измерений в таблицу.
 3. Используя полученные в ходе измерений данные, предложите способ установления верного соответствия между парами выводов $A - D$ и $B - C$ и цифрами 1, 2, 3, 4.
 4. Определите значения сопротивлений R и r .
 5. Оцените погрешности найденных величин.
- Оборудование. "Серый ящик", мультиметр в режиме омметра.

XLV Всероссийская олимпиада по физике. Заключительный этап

10 класс

Задача 1. Определение вязкости масла.

Если сферическое вязкое тело падает в бесконечной жидкой среде, и вязкость жидкости много больше вязкости этого тела, то на него действует сила вязкого трения, которая вычисляется по формуле Стокса:

$$F = 4\pi\eta r v,$$

где v — скорость шарика относительно жидкости, r — радиус шарика, η — коэффициент вязкости.

Если же сферическое вязкое тело падает в трубе с жидкостью, то уточнённая формула принимает вид:

$$F = 4\pi\eta r v \left(1 + 2,4 \frac{r}{R} \right),$$

где r и R — радиусы тела и трубы соответственно. Эта формула применима в случае движения шарика вдоль оси цилиндрической трубы.

Определите вязкость масла. Для этого:

1. Придумайте и опишите способ получения капель воды одинакового размера и определите их радиус.
2. Имеет ли смысл пользоваться уточнённой формулой? Ответ обоснуйте.
3. Определите коэффициент вязкости экспериментально, проведя серию из не менее 15 измерений.
4. Повторите измерения, используя вторую иглу. Сравните полученные значения коэффициента вязкости.
5. Оцените погрешности измерений. Оцените путь релаксации — длину участка, на котором устанавливается скорость шарика.

Примечание. Вязкость воды много меньше вязкости масла. В случае избытка жидкости в цилиндре, обратитесь к дежурному по аудитории. Если вы утопили пробку в масле, обратитесь к дежурному по аудитории.

Оборудование. Мерный цилиндр известного диаметра D с маслом, стакан с водой, 2 иглы разных диаметров, шприц 2 мл, шприц 1 мл, секундомер, пенопластовая пробка.