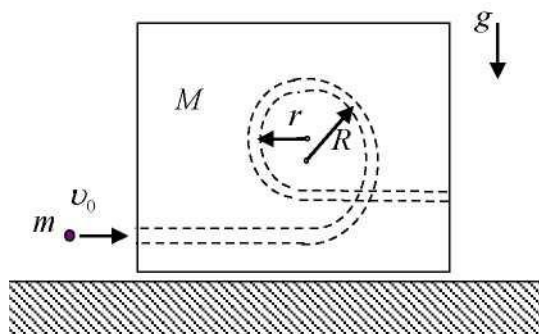


**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников по физике  
2017- 2018 учебный год**

**10 класс**

*Полное правильное решение каждой задачи оценивается в 10 баллов.*

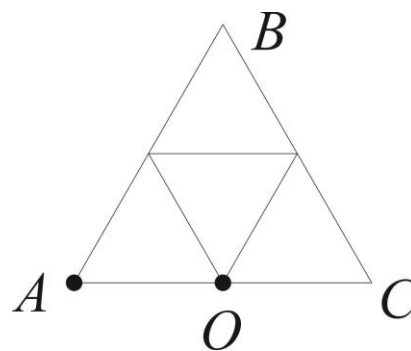
1. На абсолютно гладком столе покоится деревянный брусок. В нем просверлен гладкий канал, который имеет вид двух сопряженных окружностей с горизонтальными отводами. (См. рисунок) Через нижний отвод в канал влетает маленький шарик. Радиусы большой и малой полуокружностей равны, соответственно,  $R$  и  $r$ . Трения нигде нет, брусок не отрывается от поверхности. С какой скоростью  $v_0$  должен влетать шарик, чтобы он мог сделать полный оборот внутри бруска.



2. Размеры заднего окна одноместного автомобиля 120x45 см. Водитель сидит на расстоянии 2 м от заднего окна. Каковы должны быть минимальные размеры плоского зеркала заднего вида, висящего на расстоянии 0,5 м перед водителем, чтобы водитель имел наилучший обзор дорожной обстановки за автомобилем?

3. Ведро, наполненное 10 л льда при температуре  $-10^\circ\text{C}$  поставили в раковину под поток воды. Температура водопроводной воды была  $20^\circ\text{C}$ , а температура воды в сливе раковины  $5^\circ\text{C}$ . Зная, что поток воды из крана равен 1 л/мин. Определите, через какое время лед полностью растает.

4. Юный техник Иван узнал о фракталах (самоподобных фигурах, построенных из множества подобных фигур) и решил изготовить модель такого объекта. В качестве основной фигуры он выбрал равносторонний треугольник и затем начал вписывать в него подобные с меньшим размером. Проведя 1 итерацию Иван остановился. Зная, что сопротивление проводника, длиной  $AB$ , изготовленного из той же проволоки, из которой был сделан треугольник равно  $60\text{ Ом}$  определите сопротивление между точками  $A$  и  $O$ .



5. Опишите метод определения коэффициента трения деревянной линейки о поверхность стола с использованием следующего оборудования: 2 одинаковые деревянные линейки (одна из них короче другой), лист миллиметровой бумаги и транспортир. Наклонять стол запрещено.

**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников по физике  
2017- 2018 учебный год  
10 класс**

*Ответы и указания к решению*

1. Очевидно, что при минимальной начальной скорости шарика, которая позволяет ему сделать полный оборот в канале, скорость шарика в верхней точке канала должна быть равна скорости бруска (скорость шарика относительно бруска равна нулю).

Пусть скорости бруска и шарика, когда он оказался в верхней точке равны  $u$ . Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mg2R$$

Запишем закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, направленную вправо.

$$mv_0 = mu + Mu$$

Решив систему из этих уравнений найдем минимальную скорость:

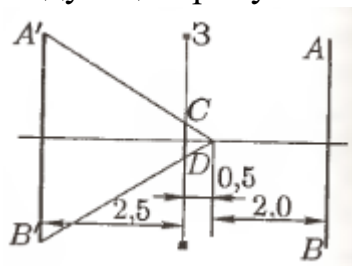
$$v_0 = \sqrt{\frac{4gR(M + m)}{M}}$$

Условие прохождения канала:

$$v_0 \geq \sqrt{\frac{4gR(M + m)}{M}}$$

Если в решении указан только знак равенства, то за задачу выставляется 9 баллов. Последний балл ставится за указание того, что нас также устроит любая скорость больше минимальной. Если в решении указан только знак неравенства, то за задачу выставляется максимальный балл.

2. Решение поясняется следующим рисунком.



На рисунке  $AB$  – заднее стекло,  $A'B'$  – его изображение в зеркале  $3$ . Очевидно, что работает лишь выделенный участок зеркала  $CD$ . Из подобия

треугольников  $A'B'O$  и  $CDO$  получаем:  $\frac{A'B'}{CD} = \frac{3}{0,5}$ ;  $CD=20$  см. Аналогично

для вертикального размера зеркала:  $\frac{45}{h} = \frac{3}{0,5}$ ;  $h=7,5$  см.

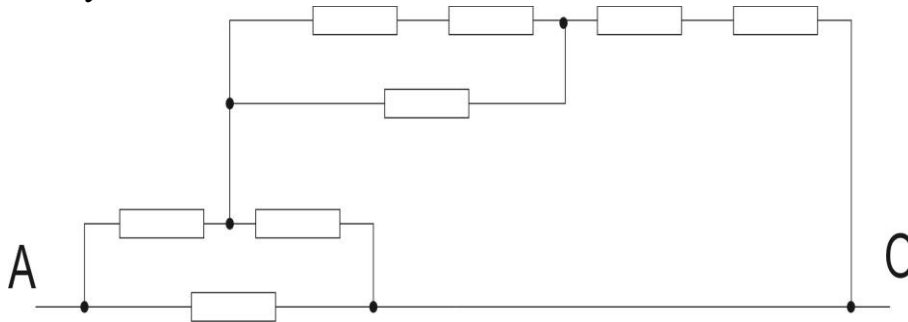
3. За все время проведения эксперимента проточная вода передаст системе количество теплоты равно  $Q_{\text{воды}} = cm\Delta T = c\rho q\Delta T \cdot \Delta t$ . Эта теплота пойдет на нагрев льда, его плавление и нагрев полученной воды, т.е.

$$Q_1 = \lambda V \rho_a + c_2 V \rho_l \Delta T_1 + c_1 V \rho_l \Delta T_2;$$

$$\Delta t = \frac{(\lambda + c_2 \Delta T_1 + c_1 \Delta T_2)}{c \rho q \Delta T} = \frac{(340 \cdot 10^3 + 2,1 \cdot 10^3 \cdot 10 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 5) \cdot 900 \cdot 10^{-2}}{4200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 15}$$

$$= \frac{(340 + 21 + 21) \cdot 9}{4,2 \cdot 150} = 54,8 \text{ мин}$$

4. Сопротивление легко определяется, если использовать эквивалентную схему



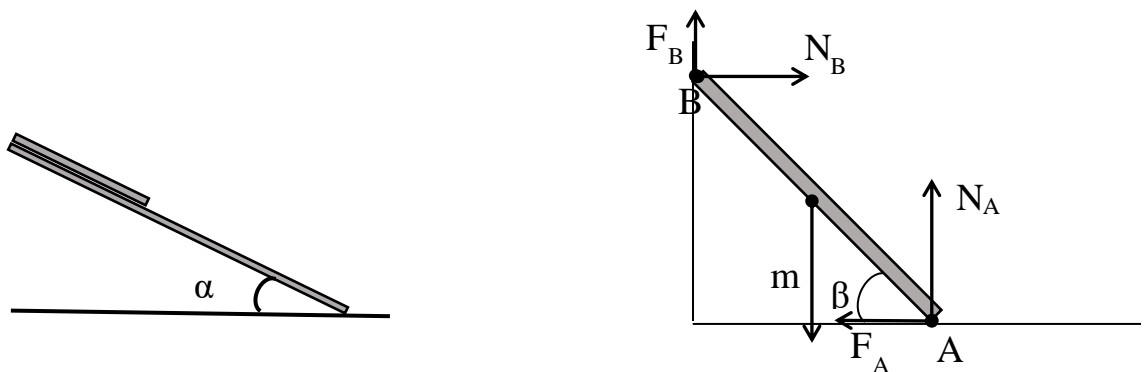
Каждое сопротивление в этой схеме равно 3 Ом

Несложно получить итоговую формулу

$$R_o = \frac{19}{30} R = 1,9 \text{ Ом}$$

5. Первоначально определим коэффициент трения одной линейки по другой, или дерева по дереву. Для этого меньшую линейку кладем поверх большей и поднимаем один конец более длинной, фиксируя угол, при котором линейка начнет соскальзывать. Тогда коэффициент трения дерева по дереву составит  $\mu_1 = \operatorname{tg} \alpha$ , где  $\alpha$  – угол наклона линейки в самом начале соскальзывания второй линейки.

Для определения коэффициента трения о стол определим критический угол  $\beta$ , при котором линейка начинает скользить, будучи установленной между



вертикальной линейкой и столом, как указано на рисунке.

Запишем условия равновесия линейки для сил в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси, а также равенство нулю суммы моментов сил относительно точки В:

$$N_B = F_A;$$

$$N_A + F_B = mg;$$

$$N_A \cdot l \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} mg \cdot l \cdot \cos \beta + F_A \cdot l \cdot \sin \beta.$$

Решая полученную систему уравнений, находим выражение для коэффициента трения дерева о стол  $\mu_2$ :

$$\mu_2 = \frac{I}{\mu_1 + 2 \cdot \operatorname{tg} \beta}, \text{ или, с учетом выражения для } \mu_1, \mu_2 = \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha + 2 \cdot \operatorname{tg} \beta}.$$

Лист миллиметровой бумаги можно использовать для более точной фиксации положения линейки во втором опыте.

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Определение коэффициента трения линейки по линейке	2
Идея об определении коэффициента трения о стол	2
Запись необходимых условий равновесия	2
Решение системы уравнений	3
Окончательный вариант ответа	1