

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
2018/2019 УЧЕБНЫЙ ГОД
9 КЛАСС (РЕШЕНИЯ)**

1. (10 баллов) Пройдя $3/8$ длины моста, собака услышала сигнал догоняющего её автомобиля. Если собака побежит назад, то встретится с автомобилем у одного конца моста, а если побежит вперёд, то встретится с ним у другого конца моста. Во сколько раз скорость автомобиля больше скорости собаки?

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 4$.

Решение. Пусть S расстояние автомобиля до моста, а l – длина моста. Тогда $\frac{3}{8}l$ – расстояние, пройденное собакой от начала моста, и $\frac{5}{8}l$ осталось до конца моста, V_1 – скорость автомобиля, а V_2 – скорость собаки.

Составим системы:

собака бежит к началу моста $S = V_1 t_1$, $\frac{3}{8}l = V_2 t_1$, тогда получим:

$$\frac{8S}{3l} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1);$$

собака бежит к концу моста $S + l = V_1 t_2$ и $\frac{5}{8}l = V_2 t_2$, тогда получим:

$$\frac{8(S+l)}{5l} = \frac{V_1}{V_2} \quad (2).$$

Приравнявая левые части уравнений (1) и (2) получим:

$$\frac{8(S+l)}{5l} = \frac{8S}{3l}, S = \frac{3}{2}l.$$

Подставим найденное значение в формулу (1) и выразим $\frac{V_1}{V_2}$:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{8 \cdot \frac{3}{2}l}{3l} = 4.$$

2. (10 баллов) Отверстие в горизонтальном дне сосуда закрыто лёгким полусферическим колпачком радиусом R (рис. 1). Сосуд наполнен жидкостью плотностью ρ . Дно сосуда находится на глубине H . Найдите силу, с которой колпачок давит на дно сосуда. Ускорение свободного падения равно g . Объём шара радиусом R равен $V_{\text{шара}} = \frac{4 \cdot \pi \cdot R^3}{3}$.

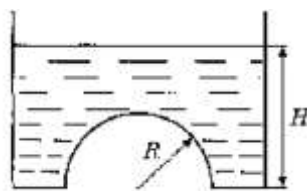


Рис. 1

Ответ: $F = \pi \rho g R^2 (H - \frac{2}{3} R)$

Решение. Так как колпачок легкий и его веса учитывать не надо, то давление на дно сосуда определится весом жидкости над колпачком: $F = mg$. Масса m определится объемом V воды над колпачком, а это разность объемов цилиндра и полушара:

$$V = \pi R^2 H - \frac{2}{3} \pi R^3,$$

$$F = \pi \rho g R^2 (H - \frac{2}{3} R).$$

3. (10 баллов) Цилиндр радиуса R зажат между движущимися со скоростями v_1 и v_2 параллельными рейками (рис. 2). С какой угловой скоростью вращается цилиндр? Проскальзывания нет.

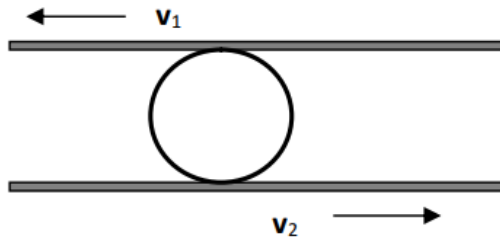


Рис. 2

Ответ: $\omega = \frac{V_r}{R} = \frac{V_1 + V_2}{2R}$.

Решение. Так как проскальзывания нет, то центр цилиндра будет двигаться поступательно в ту сторону, в которую движется рейка с большей скоростью.

Пусть скорость центра цилиндра V_0 , тогда скорость точек касания с рейками сложится из поступательной скорости центра цилиндра и линейной скорости этих точек вследствие вращательного движения $-V_r$.

Пусть $V_1 > V_2$, тогда получим: $V_1 = V_0 + V_r$ и $V_2 = V_r - V_0$.

Отсюда $V_0 = \frac{V_1 - V_2}{2}$, подставив в первое уравнение, получим:

$$V_1 = \frac{V_1 - V_2}{2} + V_r.$$

Тогда для линейной скорости этих точек вследствие вращательного движения получим: $V_r = \frac{V_1 + V_2}{2}$.

Из этого выражения видно, что и при $V_2 > V_1$ решение будет тем же.

Для угловой скорости получим:

$$\omega = \frac{V_r}{R} = \frac{V_1 + V_2}{2R}.$$

4. (10 баллов) На горизонтальную поверхность льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут однокопеечную монету нагретую до температуры $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Монета проплавляет лед и опускается в образовавшуюся лунку. На какую часть своей толщины она погрузится в лед? Удельная теплоемкость материала монеты $C = 380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, его плотность $\rho = 8,9 \text{ г}/\text{см}^3$. Удельная теплота плавления льда $3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Ответ: $d_1/d = 0,55$.

Решение. Теплота, отданная монетой при остывании:

$$Q_1 = cm_1\Delta t.$$

Теплота, затраченная на плавление льда:

$$Q_2 = m_{\text{л}}\lambda.$$

Тогда из уравнения теплового баланса можем записать:

$$cm_1\Delta t = \lambda m_{\text{л}}.$$

Пусть S – площадь одной из сторон монеты, d – ее толщина, а d_1 – глубина лунки, тогда:

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = Sdp, \quad m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} Sd_1.$$

Подставив выражения для масс, получим:

$$cSdp\Delta t = \lambda Sd_1 \rho_{\text{л}}$$

Отношение $d_1/d = (c\rho\Delta t)/(\lambda\rho_{\text{л}}) = 0,55$.

5. (10 баллов) Найти ток в цепи, если сопротивление каждой стороны квадрата, а также сопротивление диагоналей равно $r = 4 \text{ Ом}$. Напряжение, приложенное к схеме $U = 19,5 \text{ В}$. (рис. 3)

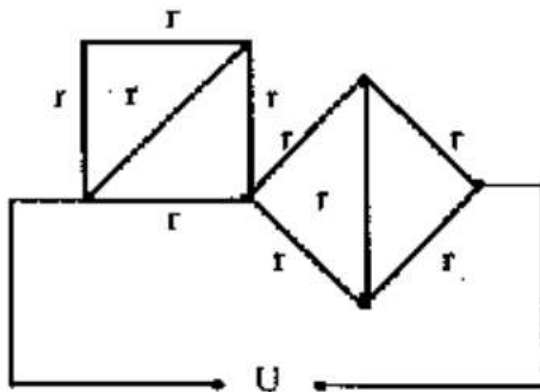


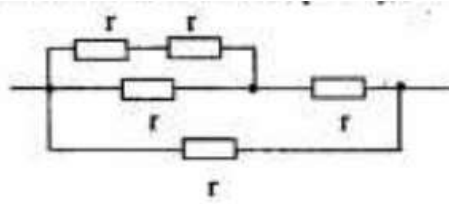
Рис. 3

Ответ: $I = 3 \text{ А}$.

Решение. Сопротивление правого квадрата R_2 считается просто, так как диагональ можно убрать.

Тогда $R_2 = 2r \cdot 2r / (2r + 2r) = r$.

Эквивалентная схема левого квадрата будет:



Сопротивление верхней части $R_{\text{вер}} = \frac{2r}{3} + r = \frac{5r}{3}$.

Общее сопротивление квадрата $R_1 = \frac{\frac{5r \cdot r}{3}}{\frac{5r}{3} + r} = \frac{5r}{8}$.

Общее сопротивление цепи $R = \frac{5r}{8} + r = \frac{13r}{8} = \frac{13}{2} \text{ Ом} = 6,5 \text{ Ом}$.

Ток в цепи $I = U/R = 3 \text{ А}$.