

**Олимпиада «Ломоносов 2012 – 2013» по физике**  
**Отборочный этап**

**Задание для 7-х – 9-х классов**

*Первый тур*

**Разминочное задание**

Строительный кирпич имеет размеры  $25 \times 12 \times 6$  см и плотность  $1,8 \text{ г/см}^3$ . Найдите массу кирпича. Ответ приведите в килограммах, округлив до двух знаков после запятой.

**Решение.**  $m = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,06 \cdot 1,8 \cdot 10^3 = 3,24$  кг. **Ответ:**  $m = 3,24$  кг.

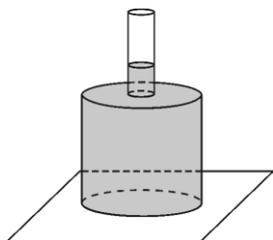
**Основное задание**

1. Эскалатор метро поднимает идущего по нему вверх пассажира за время  $t_1 = 2$  мин, а стоящего на нём – за время  $t_2 = 3$  мин. Сколько времени  $t$  спускался бы пассажир по неподвижному эскалатору, если бы шёл с той же по модулю скоростью, с какой он поднимался по движущемуся эскалатору? Ответ приведите в минутах, округлив до целых.

**1. Решение.** Пусть длина эскалатора равна  $L$ , модуль скорости эскалатора  $v_э$ , а модуль скорости пассажира относительно эскалатора  $v_п$ . Тогда  $v_э t_2 = L$ ,  $(v_э + v_п)t_1 = L$  и  $v_п t = L$ . Отсюда

$$t = \frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1} = 6 \text{ мин.} \quad \text{Ответ: } t = \frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1} = 6 \text{ мин.}$$

2. В дне цилиндрической открытой банки вместимостью  $V_0 = 100 \text{ см}^3$  проделали отверстие и припаяли к дну трубку, расположив ее перпендикулярно дну. Затем банку поставили вверх дном на тонкий лист резины, лежащий на горизонтальном столе, как показано на рисунке. Потом через трубку в банку стали медленно наливать воду. Когда объем налитой воды превысил  $V = 110 \text{ см}^3$ , вода начала подтекать из-под края банки на резиновый лист. Найдите массу  $m$  банки с трубкой, если площади поперечного сечения банки и трубки равны соответственно  $S = 10 \text{ см}^2$  и  $s = 1 \text{ см}^2$ . Плотность воды равна  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ . Ответ приведите в граммах, округлив до целых.



**2. Решение.** Вода начнёт вытекать из-под банки, когда сила давления воды на дно банки станет чуть больше силы тяжести, действующей на банку с трубкой, и силы атмосферного давления, т.е.

при условии  $(\rho g h + p_a)(S - s) \geq mg + (S - s)p_a$ . Здесь  $p_a$  – атмосферное давление,  $h = \frac{V - V_0}{s}$  –

высота столба воды в трубке. Отсюда находим, что

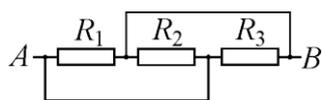
$$m \leq \frac{\rho(V - V_0)(S - s)}{s} = \frac{1 \cdot (110 - 100) \cdot (10 - 1)}{1} = 90 \text{ г.} \quad \text{Ответ. } m \leq \frac{\rho(V - V_0)(S - s)}{s} = 90 \text{ г.}$$

3. Туристы, собираясь в зимний поход, взяли с собой портативный примус и запас бензина. На привале им потребовалась вода для приготовления пищи. Они решили растапливать снег в железном котелке, поставив его примус. Стояла оттепель и температура снега была равна  $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ , причем снег был мокрым, т.е. его масса состояла на 80% из массы кристалликов льда и на 20% из массы воды. Какую массу  $m_б$  бензина затратили туристы, чтобы получить  $V = 2$  литра воды при

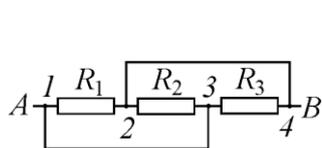
температуре  $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ? Плотность воды  $\rho = 1\text{ г/см}^3$ , удельная теплоемкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2\text{ кДж/(кг}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$ , масса котелка  $M = 400\text{ г}$ , удельная теплоемкость железа  $c_{\text{ж}} = 0,46\text{ кДж/(кг}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота сгорания бензина  $q = 44\text{ МДж/кг}$ . Считайте, что на нагрев воды и котелка идет  $\eta = 40\%$  количества теплоты, выделяющейся при сгорании бензина. Ответ приведите в граммах, округлив до целого.

**3. Решение.** Масса воды, которую требуется получить,  $m_{\text{в}} = \rho V = 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2\text{ кг}$ , масса льда, который нужно растопить,  $m_{\text{л}} = m_{\text{в}} \cdot \frac{80}{100} = 2 \cdot 0,8 = 1,6\text{ кг}$ . Количество теплоты, требующееся для растапливания льда при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , равно  $Q_1 = m_{\text{л}} \lambda = 1,6 \cdot 330 = 528\text{ кДж}$ . Количество теплоты, требующееся для нагревания котелка и воды до температуры  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $Q_2 = (Mc_{\text{ж}} + m_{\text{в}}c_{\text{в}}) \cdot (t - t_0) = (0,4 \cdot 0,46 + 2 \cdot 4,2) \cdot 100 = 858,4\text{ кДж}$ . Количество теплоты, выделяющееся при сгорании бензина,  $Q_3 = \frac{(Q_1 + Q_2) \cdot 100\%}{\eta} = \frac{(528 + 858,4) \cdot 100}{40} = 3466\text{ кДж}$ . Масса сгоревшего бензина  $m_{\text{б}} = \frac{Q_3}{q} = \frac{3466}{44000} \approx 0,079\text{ кг} = 79\text{ г}$ .

**Ответ.**  $m_{\text{б}} = \frac{[0,8 \cdot \rho V \lambda + (Mc_{\text{ж}} + \rho V c_{\text{в}})(t - t_0)] \cdot 100\%}{\eta q} \approx 79\text{ г}$ .



**4.** Три резистора соединены в цепь, схема которой изображена на рисунке. Чему равно сопротивление цепи между точками A и B? Сопротивления резисторов  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $R_3 = 3R$ , где  $R = 11\text{ Ом}$ .



**4. Решение.** Исходная цепь и ее эквивалентная схема изображены на рисунке. Видно, что резисторы цепи соединены параллельно. Имеем  $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{11}{6R}$ . Отсюда  $R_{AB} = \frac{6}{11}R = 6\text{ Ом}$ . **Ответ.**  $R_{AB} = \frac{6}{11}R = 6\text{ Ом}$ .

**5.** Поезд начинает двигаться с постоянным ускорением и проходит начальный отрезок пути разгона, составляющий  $1/9$  часть от полного пути разгона, со средней скоростью  $v_{\text{ср}} = 10\text{ км/ч}$ . Какова скорость  $v$  поезда в конце пути разгона? Ответ приведите в км/ч и округлите до целых.

**5. Решение.** Поскольку движение поезда является равноускоренным с нулевой начальной скоростью, справедливы равенства:  $v_{\text{ср}} = \frac{v_1}{2}$ ,  $\frac{L}{9} = \frac{v_1 t_1}{2}$ ,  $L = \frac{vt}{2}$ . Здесь  $v_1$  – скорость поезда в конце девятой части пути разгона,  $t_1$  – время его движения на  $1/9$  пути разгона,  $t$  – полное время движения поезда на всем пути разгона,  $L$  – длина пути разгона. Из этих равенств следует, что  $v = 18v_{\text{ср}} \frac{t_1}{t}$ . По законам равноускоренного движения  $\left(\frac{t_1}{t}\right)^2 = \frac{1}{9}$ . **Ответ:**  $v = 6v_{\text{ср}} = 60\text{ км/ч}$ .