

Министерство образования и науки РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2015-2016гг.

ФИЗИКА (заключительный этап) 8 класс (решения)

8 класс

II этап

1. В стеклянный сосуд прямоугольной формы и квадратным дном со стороной $3a$ вставлен медный стержень квадратного сечения со стороной a и длиной l . Затем в сосуд наливают ртуть до уровня стержня. Рассчитайте, во сколько раз изменится сопротивление данной конструкции, если медный стержень вынуть из ртути, но до соприкосновения поверхностей. Удельное сопротивление меди $\rho_m = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, ртути $\rho_p = 0,958 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Решение:

Параллельное соединение (до вынимания):

$$R_m = \rho_m \frac{l}{a^2} R_p = \rho_p \frac{l}{9a^2 - a^2} = \rho_p \frac{l}{8a^2} \quad (2 \text{ балла})$$

$$R_1 = \frac{\rho_m \rho_p l}{a^2 (\rho_p + 8\rho_m)} \quad (2 \text{ балла})$$

Последовательное соединение (после вынимания)

$$R_2 = R_m + R_p' - ? \quad (2 \text{ балла})$$

Высота ртути в стакане уменьшится до h , объем ртути

не изменился.

$$V_p = (3a)^2 l - a^2 l = 9a^2 l - a^2 l = 8a^2 l \quad (2 \text{ балла})$$

$$V_p = (3a)^2 h = 9a^2 h \quad (2 \text{ балла})$$

-это теперь «длина» ртутного проводника.

$$R_p' = \rho_p \frac{h}{(3a)^2} = \frac{\rho_p \frac{8}{9} l}{9a^2}$$

$$R_2 = \rho_m \frac{l}{a^2} + \frac{\rho_p \frac{8}{9} l}{9a^2} = \frac{9\rho_m l + \rho_p \frac{8}{9} l}{9a^2} = \frac{l(\rho_m + \frac{8}{9}\rho_p)}{9a^2}$$

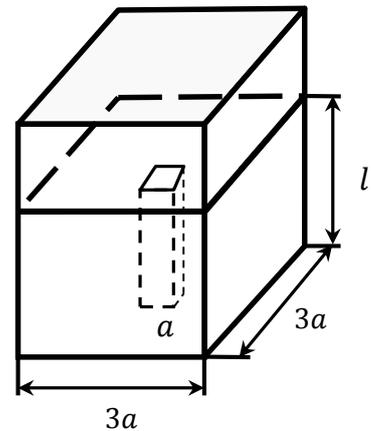
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l(\rho_m + \frac{8}{9}\rho_p)}{9a^2} \cdot \frac{\rho_p a^2 + 8a^2 \rho_m}{\rho_m \rho_p l} = \frac{(\rho_m + \frac{8}{9}\rho_p)(\rho_p + 8\rho_m)}{9\rho_m \rho_p} \quad (6 \text{ баллов})$$

$$\rho_m = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

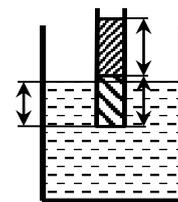
$$\rho_p = 0,958 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(0,017 + \frac{8}{9} \cdot 0,958)(0,958 + 8 \cdot 0,017)}{9 \cdot 0,017 \cdot 0,958} = \frac{0,869 \cdot 1,094}{0,147} = 6,47 \approx 6,5 \quad (4 \text{ балла})$$

Ответ: в 6,5 раз



2. В сосуд с ртутью плотностью $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ погрузили на $h = 72 \text{ см}$ стеклянную трубку, закрытую с одной стороны пластинкой. В трубку необходимо налить последовательно одинакового объема воды (плотностью $\rho_1 = 10^3 \text{ кг/м}^3$) и масла (плотностью $\rho_2 = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), чтобы пластинка отпала. Определите высоту воды и масла в трубке.



Решение:

$$V_1 = V_2 \quad h_1 = h_2 \quad (4 \text{ балла})$$

$$\rho g h = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = g h_1 (\rho_1 + \rho_2) \quad (4 \text{ балла})$$

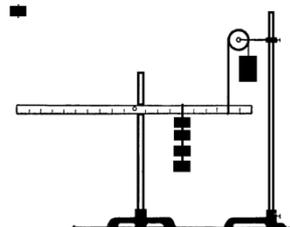
$$\rho h = h_1 (\rho_1 + \rho_2) \quad (4 \text{ балла})$$

$$h_1 = \frac{\rho h}{\rho_1 + \rho_2} \quad (4 \text{ балла})$$

$$h_1 = \frac{13,6 \cdot 10^3}{10^3 + 0,9 \cdot 10^3} = 0,720 \text{ м} \quad (4 \text{ балла})$$

Ответ: 0,720 м

3. На рисунке дана установка, в которой равноплечий рычаг нагружен четырьмя одинаковыми грузами по 50 г. Определите массу большого груза, привязанного к верёвке перекинутой через неподвижный блок. Цена деления на рычаге составляет 5 см.



Решение:

$$M_1 = M_2 - \text{относительно оси закрепленного рычага}$$

$$M_1 = (4 \cdot 5 \text{ см})(4 \cdot 50 \text{ г})$$

$$M_2 = (8 \cdot 5 \text{ см}) m \text{ г}$$

$$20 \cdot 200 = 40m$$

$$m = 100 \text{ г}$$

(4 балла)

(4 балла)

(4 балла)

(4 балла)

(4 балла)

Ответ: 0,1 кг

4. Между г. Томском и г. Тайга расстояние 208 км. Пассажир электрички тратит на дорогу 2 ч 01 мин. Средняя скорость движения электрички $v = 127,3 \text{ км/ч}$. Какое время занимают остановки?

Решение:

$$\Delta t = t - \frac{l}{v}$$

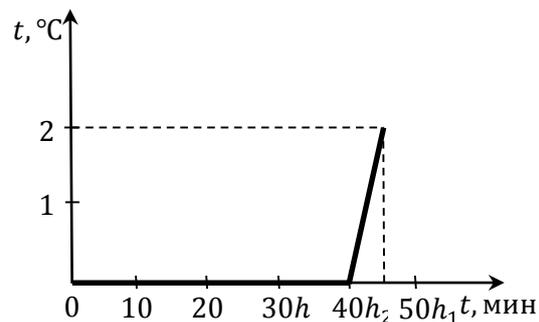
(10 баллов)

$$\Delta t = 7260 - \frac{208000}{35,37} = 1319,3 \text{ с} = 22 \text{ мин}$$

(10 баллов)

Ответ: 22 мин

5. В школьной лаборатории проведен эксперимент, в котором представлен график зависимости температуры смеси льда с водой от времени. Сосуд с данной смесью массой 7 кг был внесен в теплое помещение, где сразу же начали проводить измерения. Из графика необходимо определить начальную массу льда в сосуде, если удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг, а теплоемкость воды - $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



Решение:

$Q_1 = Pt_1$ $Q_2 = Pt_2$ – количество тепла, подводимого к сосуду за время t_1 и t_2 соответственно.

P – тепловая мощность, которая в помещении постоянна.

С другой стороны, $Q_1 = \lambda m_0$ и $Q_2 = cm\Delta t$

Приравняем соответствующие количества теплоты:

$$Pt_1 = \lambda m_0 \quad Pt_2 = cm\Delta t \quad (10 \text{ баллов})$$

Поделим почленно:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\lambda m_0}{cm\Delta t} \quad (4 \text{ балла})$$

И выразим первоначальную массу льда

$$m_0 = \frac{t_1 cm\Delta t}{t_2 \lambda} \quad (6 \text{ баллов})$$
$$m_0 = \frac{40 \cdot 4200 \cdot 7 \cdot 2}{5 \cdot 3,4 \cdot 10^5} = 1,38 \text{ кг}$$

Ответ: 1,38 кг