



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»
по естественным наукам

Заключительный этап
2016-2017 уч. год

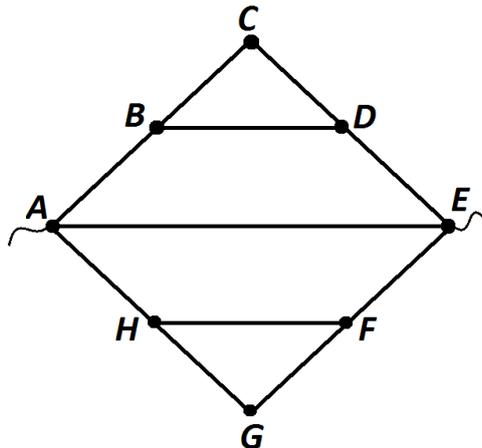
Задания, ответы и критерии оценивания

8 класс
Вариант 1

физика

Задача № 5 (10 баллов)

При построении данной конструкции использовалась однородная проволока постоянного сечения. Известно, что точки B , D , F и H располагаются равно посередине соответствующих сторон квадрата $ACEG$. Сопротивление отрезка AB равно $R_0 = 1 \text{ Ом}$. Определите сопротивление всей конструкции, если в электрическую цепь её подключают точками A и E .

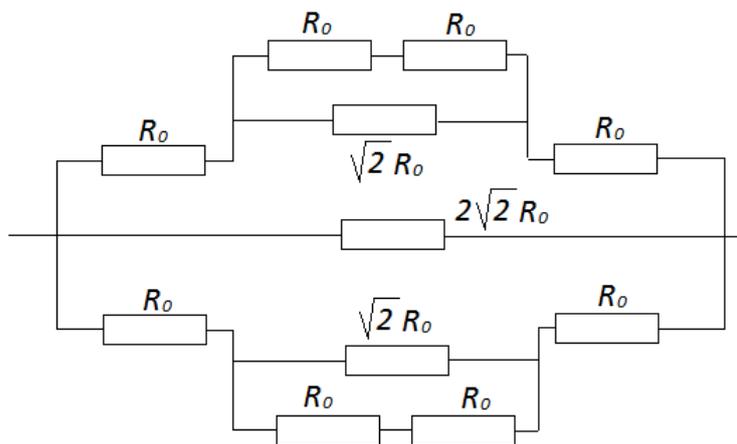


Ответ: 0,94 Ом

Решение и критерии оценивания:

Сопротивление резистора пропорционально его длине. (2 балла)

С учетом этого, предложенную схему можно заменить эквивалентной. (4 балла)



Её сопротивление: $R = \frac{4 + 2\sqrt{2}}{3 + 3\sqrt{2}} R_0 \approx 0,94 \text{ Ом}$ (4 балла)

Задача № 6 (10 баллов)

В кастрюлю налили 2 л воды, взятой при температуре $t = 0^\circ\text{C}$, и довели её до кипения за 10 мин. После этого, не снимая кастрюлю с плиты, добавили лед при температуре $t = 0^\circ\text{C}$. И в следующий раз вода начала кипеть только через 15 мин. Определите массу добавленного льда. Удельная теплоемкость воды $c_B = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 1,68 кг

Решение и критерии оценивания:

Масса исходной воды: $m_B = \rho V = 2 \text{ кг}$ (2 балла)

Мощность плиты в первом случае: $P = \frac{c_B m_B \Delta T}{t_1}$. (2 балла)

А во втором: $P = \frac{\lambda m_{\text{л}} + c_B m_{\text{л}} \Delta T}{t_2}$. (2 балла)

Получаем:

$\frac{c_B m_B \Delta T}{t_1} = \frac{\lambda m_{\text{л}} + c_B m_{\text{л}} \Delta T}{t_2}$. Откуда $m_{\text{л}} = \frac{c_B m_B \Delta T t_2}{t_1 (\lambda + c_B \Delta T)} = \frac{4200 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 15}{10(330000 + 4200 \cdot 100)} = 1,68 \text{ кг}$ (4 балла)

Задача № 7 (15 баллов)

Для того чтобы тело полностью погруженное в жидкость находилось в равновесии, к нему прикладывают силу $F = 2 \text{ Н}$. Определите плотность тела, если его объем $V = 1 \text{ л}$, а плотность жидкости $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 1200 кг/м^3

Решение и критерии оценивания:

Необходимо рассматривать две ситуации: (1 балл)

Первая – тело пытается всплыть. В этом случае условие равновесия:

$$F_a = mg + F. \quad (4 \text{ балла})$$

В результате получаем: $\rho_{\text{ж}} g V = \rho_{\text{т}} V g + F$

$$\rho_{\text{т}} = \frac{\rho_{\text{ж}} g V - F}{g V} = \frac{10 - 2}{10 \cdot 10^{-3}} = 800 \text{ кг/м}^3 \quad (3 \text{ балла})$$

Вторая – тело пытается утонуть. В этом случае условие равновесия:

$$F_a + F = mg. \quad (4 \text{ балла})$$

В результате получаем: $\rho_{\text{ж}} g V + F = \rho_{\text{т}} V g$

$$\rho_{\text{т}} = \frac{\rho_{\text{ж}} g V + F}{g V} = \frac{10 + 2}{10 \cdot 10^{-3}} = 1200 \text{ кг/м}^3 \quad (3 \text{ балла})$$

Задача № 8 (15 баллов)

100 г льда, взятого при температуре $t_{\text{л}} = -5 \text{ }^\circ\text{C}$, смешали с водой, взятой при температуре $t_{\text{в}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Известно, что конечная температура в сосуде $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу добавленной воды. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$, удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

Ответ: $0,0028 \text{ кг} \leq m_{\text{в}} \leq 0,811 \text{ кг}$

Решение и критерии оценивания:

Две крайние ситуации, возможные в данной задаче:

Первая ситуация – в сосуде останется только лед при температуре $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

(2 балла)

Уравнение теплового баланса в этом случае: $c_{\text{л}}m_{\text{л}}5 = c_{\text{в}}m_{\text{в}}10 + \lambda m_{\text{в}}$.

(2 балла)

Получаем, что: $m_{\text{в}} = \frac{2100 \cdot 0,1 \cdot 5}{4200 \cdot 10 + 330000} \approx 0,0028 \text{ кг}$

(2 балла)

Вторая ситуация – в сосуде останется только вода при температуре $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

(2 балла)

Уравнение теплового баланса в этом случае: $c_{\text{л}}m_{\text{л}}5 + \lambda m_{\text{л}} = c_{\text{в}}m_{\text{в}}10$.

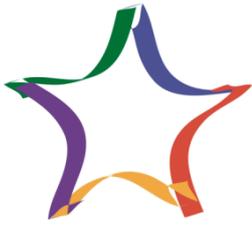
(2 балла)

Получаем, что: $m_{\text{в}} = \frac{2100 \cdot 0,1 \cdot 5 + 330000 \cdot 0,1}{4200 \cdot 10} \approx 0,811 \text{ кг}$

(2 балла)

Масса добавленной воды $0,0028 \text{ кг} \leq m_{\text{в}} \leq 0,811 \text{ кг}$

(3 балла)



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»
по естественным наукам

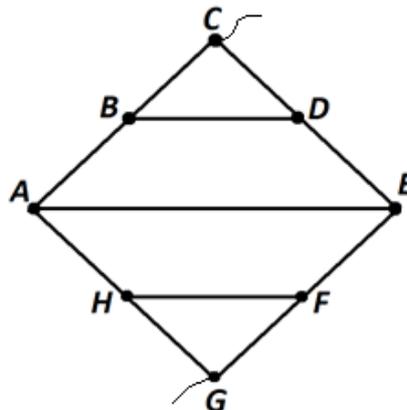
Заключительный этап
2016-2017 уч. год

Задания, ответы и критерии оценивания

8 класс
Вариант 2 **физика**

Задача № 5 (10 баллов)

При построении данной конструкции использовалась однородная проволока постоянного сечения. Известно, что точки B , D , F и H располагаются равно посередине соответствующих сторон квадрата $ACEG$. Сопротивление отрезка AB равно $R_0 = 1 \text{ Ом}$. Определите сопротивление всей конструкции, если в электрическую цепь её подключают точками C и G .

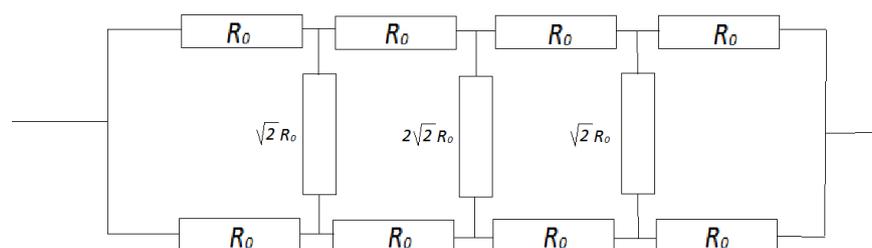


Ответ: 2 Ом

Решение и критерии оценивания:

Сопротивление резистора пропорционально его длине. (2 балла)

С учетом этого, предложенную схему можно заменить эквивалентной: (4 балла)



Её сопротивление: $R = 2R_0 \approx 2 \text{ Ом}$

(4 балла)

Задача № 6 (10 баллов)

В кастрюлю налили 3 л воды, взятой при температуре $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, и довели её до кипения за 12 мин. После этого, не снимая кастрюлю с плиты, добавили лед при температуре $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$. И в следующий раз вода начала кипеть только через 15 мин. Определите массу добавленного льда. Удельная теплоемкость воды $c_B=4200\text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda=3,3\cdot 10^5\text{ Дж/кг}$, плотность воды $\rho=1000\text{ кг/м}^3$.

Ответ: 2,1 кг

Решение и критерии оценивания:

Масса исходной воды: $m_B = \rho V = 3\text{ кг}$ (2 балла)

Мощность плиты в первом случае: $P = \frac{c_B m_B \Delta T}{t_1}$. (2 балла)

А во втором: $P = \frac{\lambda m_{\text{л}} + c_B m_{\text{л}} \Delta T}{t_2}$. (2 балла)

Получаем:

$$\frac{c_B m_B \Delta T}{t_1} = \frac{\lambda m_{\text{л}} + c_B m_{\text{л}} \Delta T}{t_2}. \text{ Откуда } m_{\text{л}} = \frac{c_B m_B \Delta T t_2}{t_1 (\lambda + c_B \Delta T)} = \frac{4200 \cdot 3 \cdot 100 \cdot 15}{12(330000 + 4200 \cdot 100)} = 2,1\text{ кг} \text{ (4 балла)}$$

Задача № 7 (15 баллов)

Для того чтобы тело полностью погруженное в жидкость находилось в равновесии, к нему прикладывают силу $F=5\text{ Н}$. Определить плотность тела, если его объем $V=1\text{ л}$, а плотность жидкости $\rho_{\text{ж}}=1000\text{ кг/м}^3$.

Ответ: 1500 кг/м³

Решение и критерии оценивания:

Необходимо рассматривать две ситуации: (1 балл)

Первая – тело пытается всплыть. В этом случае условие равновесия:

$$F_a = mg + F. \text{ (4 балла)}$$

В результате получаем: $\rho_{\text{ж}} g V = \rho_{\text{т}} V g + F$

$$\rho_T = \frac{\rho_{ж} g V - F}{g V} = \frac{10 - 5}{10 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ кг/м}^3 \quad (3 \text{ балла})$$

Вторая – тело пытается утонуть. В этом случае условие равновесия:

$$F_a + F = mg. \quad (4 \text{ балла})$$

В результате получаем: $\rho_{ж} g V + F = \rho_T V g$

$$\rho_T = \frac{\rho_{ж} g V + F}{g V} = \frac{10 + 5}{10 \cdot 10^{-3}} = 1500 \text{ кг/м}^3 \quad (3 \text{ балла})$$

Задача № 8 (15 баллов)

50 г льда, взятого при температуре $t_{Л} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, смешали с водой, взятой при температуре $t_{В} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Известно, что конечная температура в сосуде $t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите массу добавленной воды. Удельная теплоемкость воды $c_{В} = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}$, удельная теплоемкость льда $c_{Л} = 2100 \text{ Дж/кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

Ответ: $0,0028 \text{ кг} \leq m_{В} \leq 0,418 \text{ кг}$

Решение и критерии оценивания:

Две крайние ситуации, возможные в данной задаче:

Первая ситуация – в сосуде останется только лед при температуре $t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

(2 балла)

Уравнение теплового баланса в этом случае: $c_{Л} m_{Л} 10 = c_{В} m_{В} 10 + \lambda m_{В}$. **(2 балла)**

Получаем, что: $m_{В} = \frac{2100 \cdot 0,05 \cdot 10}{4200 \cdot 10 + 330000} \approx 0,0028 \text{ кг}$ **(2 балла)**

Вторая ситуация – в сосуде останется только вода при температуре $t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

(2 балла)

Уравнение теплового баланса в этом случае: $c_{Л} m_{Л} 10 + \lambda m_{Л} = c_{В} m_{В} 10$. **(2 балла)**

Получаем, что: $m_{В} = \frac{2100 \cdot 0,05 \cdot 10 + 330000 \cdot 0,05}{4200 \cdot 10} \approx 0,418 \text{ кг}$ **(2 балла)**

Масса добавленной воды $0,0028 \text{ кг} \leq m_{В} \leq 0,418 \text{ кг}$ **(3 балла)**