

Муниципальное образование «Гурьевский городской округ»

Всероссийская олимпиада школьников по физике (школьный этап)

2017-2018 учебный год

10 класс

Максимальное количество баллов – 50

Время выполнения – 3 астрономических часа

Задание 1. (10 баллов)

Задание 2. (10 баллов)

Задание 3. (10 баллов)

Задание 4. (10 баллов)

Задание 5. (10 баллов)

Задание 1. За какое время t_0 пройдет мимо неподвижного наблюдателя поезд, состоящий из $N=10$ вагонов, если третий вагон прошел мимо него за $t=4$ с? Поезд движется равноускоренно, его начальная скорость равна нулю.

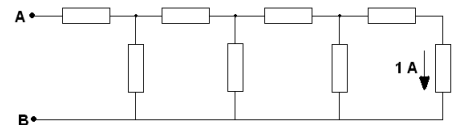
Задание 2. При взвешивании тела на одной чашке неравноплечих рычажных весов его масса оказалась равной $m_1 = 450$ г, на другой $m_2 = 800$ г. Какова истинная масса тела?

Задание 3. В большой льдине с температурой $t_0=0$ °С, сделано углубление объемом $V=160$ см³. В него налили $m=60$ г воды с температурой $t_1=75$ °С. Какой объем будет иметь свободное от воды углубление после остывания воды? Удельная теплоемкость воды

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3.4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ плотность льда

$$\rho = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Задание 4. Каждый резистор цепи имеет сопротивление 1 Ом. Через резистор, расположенный справа, протекает ток 1 А. Каково напряжение между точками А и В?



Задание 5. Трамвай массой $m = 22,5$ т движется со скоростью $v = 36$ км/ч по горизонтальному пути. Коэффициент трения $\mu = 0,01$, напряжение в линии $U = 500$ В, общий КПД двигателя и передачи $\eta = 75\%$. Определить силу тока в моторе.

Решения задач и примерные критерии оценивания

1. $Nl = \frac{at_0^2}{2}$, где t_0 - время, за которое прошел весь поезд

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 Nl}{a}}$$

Пусть t_3 и t_2 - время, за которое прошли 3 вагона и два вагона.

$$3l = \frac{at_3^2}{2} \Rightarrow t_3 = \sqrt{\frac{6l}{a}}$$

$$2l = \frac{at_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{4l}{a}}$$

Время движения третьего вагона

$$t = t_3 - t_2 = \sqrt{\frac{l}{a}}(\sqrt{6} - \sqrt{4}) = 0,45\sqrt{\frac{l}{a}}$$

$$\frac{t_0}{t} = \frac{\sqrt{\frac{2Nl}{a}}}{0,45\sqrt{\frac{l}{a}}} = \frac{\sqrt{2N}}{0,45} \approx 10$$

$$t_0 = 10t = 40c$$

Критерии оценивания:

Вывод формулы нахождения времени для всего поезда – 3 балла

Вывод формулы нахождения времени третьего вагона – 3 балла

Вывод расчетной формулы 3 балла

Математические расчеты – 1 балл.

2. Пусть масса тела М

$$Mgl_1 = m_1gl_2$$

$$m_2gl_1 = Mgl_2$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{m_1l_2}{m_2l_1} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{450}{800}} = \frac{3}{4}$$

$$Mgl_1 = m_1gl_2$$

$$Ml_1 = m_1l_2$$

$$M = \frac{m_1l_2}{l_1} = 450z \cdot \frac{4}{3} = 600z$$

Критерии оценивания:

Записано условие равновесия для первого случая – 2 балл

Записано условие равновесия для второго случая – 2 балл

Найдено соотношение длин – 3 балла

Получена формула для массы тела в общем виде – 3 балла

3. Начальный объем полости $V=160 \text{ см}^3$. Объем налитой воды $V_1=60 \text{ см}^3$. Остывая до 0°C , вода отдает льдине количество тепла $Q = cm_1(t_1 - t_0)$, остывая до $t_0=0^\circ\text{C}$. Ясно, что часть

льда расплавится, а конечная температура системы будет $t_0=0^{\circ}\text{C}$. Масса льда,

превратившегося в воду $m_2 = \frac{cm_1(t_1 - t_0)}{\lambda} = \frac{4200 \cdot 0.06 \cdot 75^{\circ}}{3.4 \cdot 10^5} = 0.0556\text{кг}$. При этом он

освободит объем $V_2 = \frac{m_2}{\rho_{\text{л}}} = \frac{55.6}{0.9} = 61.7\text{см}^3$. Однако, полученная из него вода займет

объем $V_3 = \frac{m_2}{\rho_{\text{в}}} = \frac{55.6}{1.0} = 55.5\text{см}^3$. В итоге, свободная часть полости будет иметь объем $V -$

$$V_1 + V_2 - V_3 = 160 - 60 + 61.7 - 55.5 = 106.2 \text{ см}^3.$$

Критерии оценивания:

Записано уравнение количества теплоты, отданного водой – 2 балла

Составлено уравнение для массы льда, превратившегося в воду – 3 балла

Рассчитан освободившийся объём – 2 балл

Рассчитан объём свободной части полости – 3 балла

4. Обозначим резисторы, как показано на верхнем рисунке. Через резисторы R_7 и R_8 протекает ток силой 1 А, потому что резисторы включены последовательно. Сопротивление $R_{78} = 2R = 2 \text{ Ом}$, а напряжение $U_{78} = 2 \text{ В}$. Сила тока через резистор R_6 будет равна $I_6 = U_{78}/R_6 = 2 \text{ А}$.

Через резистор R_5 будет равен $I_5 = I_6 + I_{78} = 3 \text{ А}$, а напряжение на нем 3 В.

Напряжение на резисторе R_4 будет определяться $U_4 = U_5 + U_{678} = 5 \text{ В}$. Через это резистор будет протекать ток $I_4 = 5 \text{ А}$.

Через резистор R_3 будет протекать ток I_3 , который можно определить: $I_3 = I_4 + I_5 = 8 \text{ А}$. Напряжение на нём будет равно $U_3 = 8 \text{ В}$.

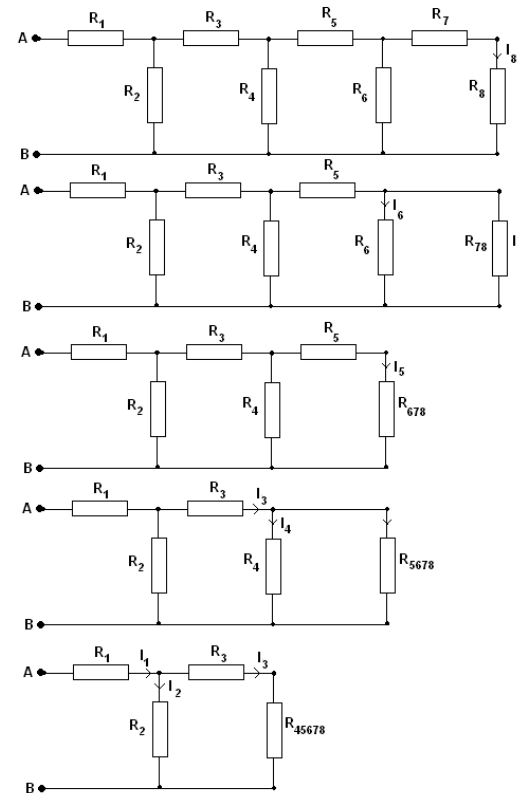
Напряжение на резисторе R_2 $U_2 = U_3 + U_4$. $U_2 = 13 \text{ В}$.

Через резистор R_2 будет протекать ток $I_2 = U_2/R_2$, $I_2 = 13 \text{ А}$.

Через резистор R_1 ,будет протекать ток $I_1 = I_2 + I_3$ или $I_1 = 13 \text{ А} + 8 \text{ А} = 21 \text{ А}$, а напряжение на нем будет равно $U_1 = 21 \text{ В}$.

Напряжение между точками А и В будет равно $U_{AB} = U_1 + U_2 = 21 \text{ В} + 13 \text{ В} = 34 \text{ В}$.

Ответ: $U_{AB} = 34 \text{ В}$.



Критерии оценивания:

Записана формула закона Ома для участка цепи – 1 балл

Записана формула для определения силы тока в неразветвленной части цепи – 1 балл

Записаны закономерности последовательного соединения резисторов- 2 балла

Записаны закономерности параллельного соединения резисторов- 2 балла

Правильно нарисованы эквивалентные цепи – 3 балла

Определено напряжение между точками А и В-1 балл

5. При движении по горизонтальному пути мощность расходуется на преодоление силы трения, поэтому можем записать:

$$P = F_{mp} v = \mu m g v .$$

$$\eta = \frac{P_{пол}}{P_{затр}} , \quad P_{затр} = I \cdot U , \quad \text{тогда} \quad P_{пол} = \eta \cdot IU .$$

Из первого и последнего выражений получим:

$$\mu m g v = \eta \cdot IU .$$

откуда

$$I = \frac{\mu m g v}{\eta U} = 60 \text{ A} .$$

Критерии оценивания:

Проведены рассуждения о работе силы трения – 2 балла.

Получена формула мощности – 2 балла

Записана формула КПД – 1 балл

Записана формула затраченной мощности – 1 балл

Получено выражение для силы тока в общем виде – 3 балла

Правильно найдена величина силы тока – 1 балл