

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель начальника
главного управления по
образованию

Могилевского облисполкома



И.Г. Лошкевич

«22» марта 2021г.

ЗАДАНИЯ

для проведения городских, районных олимпиад
по учебному предмету «Физика»

Дата проведения: 1 апреля 2021 г.

Время выполнения заданий: 10.00 – 13.00.

VIII класс

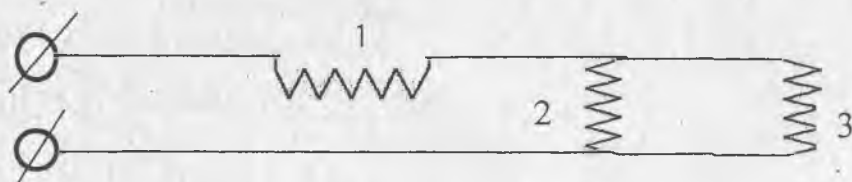
1. Насос перекачивает по горизонтальной трубе воду, наполняющую бассейн. Во сколько раз нужно увеличить мощность насоса, чтобы наполнить бассейн вдвое быстрее? Силы трения не учитывать.

2. Эскалатор метро движется со скоростью v_1 . Пассажир заходит на эскалатор и начинает идти по его ступеням следующим образом: делает шаг на одну ступеньку вперед и два шага по ступенькам назад. При этом он добирается до другого конца эскалатора за время t . Через какое время пассажир добрался бы до конца эскалатора, если бы шел следующим образом: делая два шага вперед и один шаг назад? Скорость пассажира относительно эскалатора при движении вперед и назад одинакова и равна v_2 . Размеры ступеньки много меньше длины эскалатора.

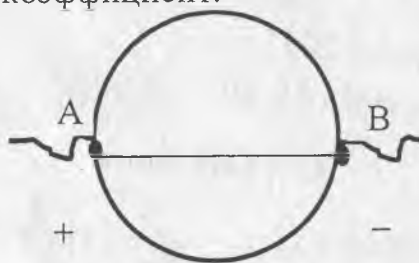
3. Над чашкой очень горячей воды поднимается пар. Скорость подъема пара, оцениваемая на глаз, равна $v = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Считая, что весь поднимающийся над чашкой пар имеет температуру 100°C , оцените скорость остывания чашки с очень горячей водой за счет испарения воды (эта скорость измеряется в градусах за секунду). Масса воды в чашке $m = 200\text{г}$, площадь поверхности воды $S = 30\text{см}^2$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, плотность водяного пара при 100°C $\rho = 0,58 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

4. Электрический нагреватель имеет три одинаковые спирали (см. рис.). Он опущен в сосуд с водой. Спустя время $t_0 = 9$ мин, когда вода нагрелась от температуры $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = 50^\circ\text{C}$, спираль 3 перегорела. На

сколько больше времени из-за этого придется ждать, пока вода закипит? Потери теплоты не учитывать, напряжение на клеммах считать постоянным.



5. Из однородной проволоки изготовили кольцо с перемычкой по диаметру АВ (см. рис.). На сколько процентов изменится сопротивление между точками А и В, если перемычку перерезать? Примечание: длина окружности определяется по формуле $l = 2\pi R$, где R – радиус окружности, а $\pi \approx 3,14$ – числовой коэффициент.



1. В первом случае мощность насоса $P_1 = \frac{A_1}{t_1}$. (1 балл)

Совершенная работа $A_1 = \Delta E_k = E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$. (1 балл)

Масса прокачанной воды $m = \rho S v_1 t_1$. (2 балла)

Тогда работа и мощность равны соответственно:

$$A_1 = \frac{\rho S v_1^3 t_1}{2}, \quad P_1 = \frac{\rho S v_1^3}{2}. \quad (2 \text{ балла})$$

Во втором случае аналогично $P_1 = \frac{\rho S v_2^3}{2}$. (1 балл)

Тогда $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3$. (1 балл)

Так как масса воды в обоих случаях одинаковая, то $\rho S v_1 t_1 = \rho S v_2 t_2$, откуда $\frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2}$. (1 балл)

Следовательно $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^3 = 8$. (1 балл)

Мощность надо увеличить в 8 раз.

Всего 10 баллов

2. Пусть один шаг занимает время t_1 . Тогда в первом случае за время $3t_1$ пассажир сместится относительно земли на $S_1 = 3t_1 v_1 - v_2 t_1$. (2 балла)

Средняя скорость движения пассажира $\langle v \rangle = \frac{S_1}{3t_1} = \frac{L}{t}$, где L – длина эскалатора. (1 балл)

Отсюда $L = \frac{3v_1 - v_2}{3} \cdot t$. (1 балл)

Из этой формулы видно, что при $v_2 \geq 3v_1$ пассажир не сможет достичь противоположного конца эскалатора. (1 балл)

При втором варианте «два шага вперед и один шаг назад» за время $3t_1$ пассажир смещается на $S_2 = 3t_1 v_1 + v_2 t_1$. (2 балла)

В этом случае средняя скорость движения пассажира $\langle v \rangle_2 = \frac{S_2}{3t_1} = \frac{L}{t'_1}$, где t'_1 – искомое время. (1 балл)

С учетом выражения для L получаем $t'_1 = \frac{3v_1 - v_2}{3v_1 + v_2} \cdot t$. (2 балла)

Всего 10 баллов

3. За промежуток времени Δt за счет испарения с поверхности воды образуется объем пара $V = S v \Delta t$, массой $\Delta m = \rho S v \Delta t$. (3 балла)

На образование пара затрачено $Q = L \Delta m = L \rho S v \Delta t$, (2 балла)

что вызывает охлаждение воды на $\Delta T = \frac{Q}{cm} = \frac{L \rho S v \Delta t}{cm}$. (2 балла)

Отсюда скорость охлаждения $\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{L \rho S v}{cm} \approx 0,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}$. (3 балла)

Всего 10 баллов

4. До перегорания спирали сопротивление нагревателя $R = 1,5R_1$, где R_1 – сопротивление одной спирали. Мощность нагревателя $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$, где U – напряжение на клеммах. (3 балла)

Уравнение теплового баланса при нагревании воды от t_1° до t_2° имеет вид $c(t_2^\circ - t_1^\circ) = P_1 t_0$, где c – теплоемкость воды. (1 балл)

Если бы спираль не перегорела, то время нагревания воды от t_2° до кипения было бы: $t_1 = \frac{c(t_{\text{кип}} - t_2^\circ)}{P_1}$. (2 балла)

С двумя спиралями сопротивление нагревателя $R_2 = 2R_1$, его мощность $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$. (3 балла)

Поэтому для такого нагревания воды потребуется время $\tau_2 = \frac{c(t_{\text{кип}} - t_2^\circ)}{P_2}$. (2 балла)

Тогда $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1 = \frac{(t_{\text{кип}} - t_2^\circ) \cdot t_0}{3(t_2^\circ - t_1^\circ)} = 5$ мин. (4 балла)

Всего 15 баллов

5. В первом случае сопротивление участка цепи AB

$$R_{AB1} = \frac{\frac{R_1 R_2}{2}}{\frac{R_1}{2} + R_2}. \quad (2 \text{ балла})$$

Во втором случае $R_{AB2} = \frac{R_1}{2}$. (2 балла)

Сопротивление полуокружности $R_1 = \pi R_0 r$, а диаметр перемычки $R_2 = 2R_0 r$, где R_0 – радиус кольца, r – сопротивление единицы длины проволоки. (2 балла)

$$\text{Тогда } R_{AB1} = \frac{2\pi R_0 r}{\pi + 4}, \quad R_{AB2} = \frac{\pi R_0 r}{2}. \quad (4 \text{ балла})$$

Составим пропорцию: если R_{AB1} принять за 100%, а R_{AB2} за x , то

$$x = \frac{R_{AB2} \cdot 100\%}{R_{AB1}}. \quad (2 \text{ балла})$$

Искомая величина $\varepsilon = x - 100\% = \left(\frac{R_{AB2}}{R_{AB1}} - 1\right) \cdot 100\% = \frac{\pi}{4} \cdot 100\% \approx 79\%$. (2 балла)

Сопротивление R_{AB} увеличится примерно на 79%. (1 балл)

Всего 15 баллов