

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017
Физика, I тур, вариант 1
РЕШЕНИЯ

9 класс

1. (40 баллов) Частица начинает движение вдоль оси x из точки с координатой x_0 ($x_0 > 0$), достигает максимальной координаты $2x_0$ и через время t после начала движения проходит точку $x = 0$. Найти ускорение частицы, считая его постоянным.

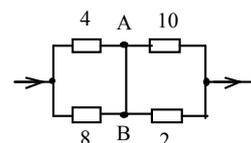
Ответ: Ускорение равно $2\left(3 + 2\sqrt{2}\right)\frac{x_0}{t^2}$.

Решение: Обозначим через t_1 время движения частицы от точки x_0 до точки $2x_0$, через t_2 время движения от точки $2x_0$ до точки $x = 0$ и через a – величину ускорения частицы. Составим систему уравнений:

$$2x_0 - x_0 = \frac{at_1^2}{2}, \quad 2x_0 = \frac{at_2^2}{2}, \quad t_1 + t_2 = t.$$

В первой формуле учтено, что время движения от точки x_0 до точки $2x_0$ равно времени обратного движения между этими точками. Решая систему уравнений, находим ускорение a .

2. (30 баллов) Значения сопротивлений, из которых собран участок цепи, приведены в омах, сопротивление переключки АВ пренебрежимо мало. Найти ток через переключку АВ, если во внешней цепи протекает ток 6 А.



Ответ: Ток через переключку равен 3 А.

Решение: Подтекающий слева из внешней цепи ток 6 А делится между включенными параллельно резисторами с номиналами 4 Ом и 8 Ом в пропорции 2:1. Отсюда находим, что ток через резистор 4 Ом равен 4 А, а через резистор 8 Ом равен 2 А. Аналогично находим, что ток через резистор 10 Ом равен 1 А, а через резистор 2 Ом равен 5 А. Рассматривая баланс токов, например, для узла А, находим, что ток через переключку равен 3 А и течет от А к В.

3. (30 баллов) В цилиндрический сосуд с водой поместили деревянный брусок объема V . При этом давление воды на дно не изменилось, и половина объема бруска оказалась выше края сосуда. Найти массу бруска. Плотность воды ρ считать известной.

Ответ: Масса бруска равна $\rho V/2$.

Решение: Поскольку давление воды на дно не изменилось, ясно, что часть воды из сосуда вылилась, уровень воды в сосуде с плавающим бруском находится вровень с краем сосуда и половина объема бруска погружена в воду. Из закона Архимеда и условия плавания находим, что масса бруска равна $\rho V/2$.

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017
Физика, I тур, вариант 2
РЕШЕНИЯ

9 класс

1. (40 баллов) Частица начинает движение вдоль оси x из точки с координатой x_0 ($x_0 > 0$), достигает максимальной координаты $2x_0$ и через время t после начала движения проходит точку $x = 0$. Найти начальную скорость частицы, считая ускорение частицы постоянным.

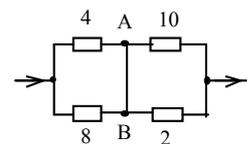
Ответ: Начальная скорость частицы равна $2(1 + \sqrt{2})\frac{x_0}{t}$.

Решение: Обозначим через t_1 время движения частицы от точки x_0 до точки $2x_0$, через t_2 время движения от точки $2x_0$ до точки $x = 0$ и через a – величину ускорения частицы. Составим систему уравнений:

$$2x_0 - x_0 = \frac{at_1^2}{2}, \quad 2x_0 = \frac{at_2^2}{2}, \quad t_1 + t_2 = t.$$

В первой формуле учтено, что время движения от точки x_0 до точки $2x_0$ равно времени обратного движения между этими точками. Решая систему уравнений, находим время $t_1 = \frac{t}{1 + \sqrt{2}}$. Поскольку средняя скорость частицы при движении от x_0 до $2x_0$ равна $V/2$ (V – начальная скорость), то $x_0 = Vt_1/2$. В итоге находим $V = 2(1 + \sqrt{2})\frac{x_0}{t}$.

2. (30 баллов) Значения сопротивлений, из которых собран участок цепи, приведены в омах, сопротивление переключки АВ пренебрежимо мало. Во сколько раз ток во внешней цепи превышает ток через переключку АВ.



Ответ: Ток во внешней цепи превышает ток через переключку в 2 раза.

Решение: Обозначим ток во внешней цепи через I . Этот ток делится между включенными параллельно резисторами с номиналами 4 Ом и 8 Ом в пропорции 2:1. Отсюда находим, что ток через резистор 4 Ом равен $2I/3$, а через резистор 8 Ом равен $I/3$. Аналогично находим, что ток через резистор 10 Ом равен $I/6$, а через резистор 2 Ом равен $5I/6$. Рассматривая баланс токов, например, для узла А, находим, что ток через переключку равен $I/2$, т.е. в два раза меньше тока во внешней цепи, и течет от А к В.

3. (30 баллов) В цилиндрический сосуд с водой поместили деревянный брусок массы m . При этом сила давления воды на дно увеличилась на половину веса бруска, и половина объема бруска оказалась выше края сосуда. Какой максимальный объем воды можно было долить в сосуд без перелива через край до помещения в него бруска? Плотность воды ρ считать известной.

Ответ: Максимальный объем воды, который можно было долить, равен $m/(2\rho)$.

Решение: Поскольку сила давления воды на дно увеличилась на величину, меньшую веса бруска, ясно, что часть воды из сосуда вылилась и уровень воды в сосуде с плавающим бруском находится вровень с краем сосуда. Изменение силы давления воды на дно ΔF можно записать как произведение изменения давления у дна на площадь дна, т.е. в виде $\Delta F = \rho g \Delta h S$, где g – ускорение свободного падения, Δh – повышение уровня воды (от первоначального до края сосуда), S – площадь дна сосуда. Приравнявая ΔF к $mg/2$, находим, что $\Delta h S = m/(2\rho)$. Очевидно, $\Delta h S$ и есть искомый объем.