

МОШ, 2018/19, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Шины и спидометр

Согласно техническому паспорту, Васиной машине предназначены 15-дюймовые колёсные диски с диаметром шин 627 мм. Когда пришло время сменить машине шины, Вася решил покрасоваться, и он купил 16-дюймовые диски с диаметром шин 652 мм. На сколько секунд изменится время прохождения 1 км с новыми шинами, если машина едет, согласно спидометру, со скоростью 90 км/ч? Спидометр машины измеряет скорость по числу оборотов колеса.

Подсказка

Спидометр считает обороты колеса, а не пройденный путь. Как за один оборот меняется путь при смене диаметра?

Ответ

Время уменьшится примерно на 1,5 с.

Решение

Когда колёса автомобиля совершают один полный оборот, автомобиль проходит расстояние, равное πd_1 , где d_1 — диаметр «правильных» колёс. Число оборотов колёс в секунду в этом случае равно

$$n_1 = \frac{v_1 t}{\pi d_1},$$

где $v_1 = 90$ км/ч, $t = 1$ с.

В случае «неправильных» колёс, хоть спидометр и показывает скорость v_1 , автомобиль движется со скоростью

$$v_2 = \frac{n_1 \pi d_2}{t} = v_1 \frac{d_2}{d_1}.$$

Таким образом, автомобиль с новыми шинами проходит 1 км быстрее на

$$\Delta t = \frac{S}{v_1} - \frac{S}{v_2} \approx 1,5 \text{ с.}$$

2 Гвоздь в плавающем стакане

Внутри плавающего стакана лежит гвоздь. Объём погруженной части стакана в воду равен $V_1 = 388$ мл. Когда гвоздь вынули из стакана и опустили в воду, предварительно привязав его ниткой к дну стакана, то он повис, не касаясь дна. Объём погруженной части стакана в воду равен $V_2 = 372$ мл. Затем нить перерезали. Объём погруженной части стакана в воду уменьшился до $V_3 = 220$ мл. Во сколько раз плотность гвоздя больше плотности воды?

Подсказка

Сравните массы вытесненной воды в трёх состояниях: разница между ними связана с весом гвоздя и его объёмом.

Ответ

$$\rho/\rho_0 = 10,5.$$

Решение

В первом и втором случаях объём вытесненной воды одинаков, ведь по закону Архимеда её вес равен суммарному весу гвоздя и стакана. Если V — объём гвоздя, то

$$V + V_2 = V_1.$$

В первом и третьем случае масса вытесненной воды отличается на массу гвоздя, то есть

$$\rho V = \rho_0(V_1 - V_3),$$

где ρ — плотность гвоздя, а ρ_0 — воды. Окончательно получаем

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_1 - V_3}{V_1 - V_2} = 10,5.$$

3 Нагревание и остывание воды

Закрытый сосуд с водой массой m поставили на нагревательный элемент в результате чего, температура жидкости повысилась от 70°C до 71°C за 7 с. Если увеличить массу воды в два раза, а мощность нагревательного элемента в три раза, то изменение температуры от 70°C до 71°C происходит за 4 секунды. Найдите время, за которое температура воды массой $2m$ понизится от 71°C до 70°C , если нагревательный элемент отключить? Теплоёмкостью самого сосуда пренебречь.

Подсказка

Сосуд теряет тепло в окружающую среду. Считайте, что в этом узком интервале температур мощность потерь одна и та же во всех трёх опытах.

Ответ

$$t_3 = 56 \text{ с.}$$

Решение

Считаем, что в указанном интервале температур ежесекундный отток тепла q одинаков — во всех случаях «охлаждение» происходит с поверхности сосуда. Тогда тепловой баланс даёт следующие соотношения:

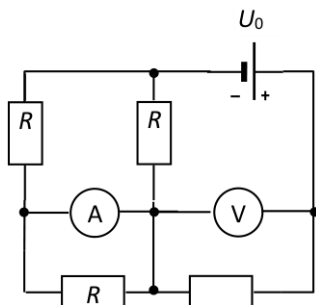
$$\begin{aligned} C\Delta T &= (N - q) t_1, \\ 2C\Delta T &= (3N - q) t_2, \\ 2C\Delta T &= q t_3, \end{aligned}$$

где $t_1 = 7 \text{ с}$, $t_2 = 4 \text{ с}$, C — теплоёмкость воды массой m .

Отсюда находим $t_3 = 56 \text{ с}$.

4 Резисторы, амперметр и вольтметр

Четыре резистора, амперметр и вольтметр подключили к идеальной батарейке с $U_0 = 9\text{ В}$, как показано на рисунке. Найдите показания идеальных приборов, если $R = 1\text{ Ом}$.



Подсказка

Через идеальный амперметр можно считать, что нет падения напряжения, а через идеальный вольтметр ток не идёт. Какие резисторы при этом оказываются соединены параллельно, а какой выпадает из цепи?

Ответ

Амперметр показывает 1 А, вольтметр — 8 В.

Решение

Так как амперметр идеальный, следовательно, через «нижний» резистор R ток не течёт. Общее сопротивление цепи:

$$R_{\text{общ}} = 4R + \frac{R}{2} = 4,5R = 4,5\text{ Ом}.$$

Ток, протекающий через батарейку, равен 2 А. Показание амперметра равно 1 А. Показание вольтметра 8 В.