

9 класс

Авторы задач: Бычков А.И., Воробьев И.И.

Задача 1. 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.

Возможное решение. Когда колеса автомобиля совершают один полный оборот, автомобиль проходит расстояние равное πd_1 , где d_1 - диаметр «правильных» колес. Число оборотов колес 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» колес, 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

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

Критерии оценивания.

- | | |
|---|---------|
| 1. $n_1 = \frac{v_1 t}{\pi d_1}$ | 3 балла |
| 2. $v_2 = \frac{n_1 \pi d_2}{t}$ | 3 балла |
| 3. $\Delta t = \frac{s}{v_1} - \frac{s}{v_2}$ и численный ответ | 4 балла |

Задача 2. 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?

Возможное 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

$$V + V_2 = V_1.$$

Во первом и третьем случае масса вытесненной воды отличается на массу гайки, то есть $\rho V = \rho_0(V_1 - V_3)$,

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

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

Критерии оценивания.

- | | |
|---------------------------------|----------|
| 1. $V + V_2 = V_1$ | 4 балла |
| 2. $\rho V = \rho_0(V_1 - V_3)$ | 5 баллов |
| 3. $\frac{\rho}{\rho_0} = 10,5$ | 1 балл |

Задача 3. 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.

Возможное 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:

$$C\Delta T = (N - q)t_1,$$

$$2C\Delta T = (3N - q)t_2,$$

$$2C\Delta T = qt_3,$$

где $t_1 = 7$ с, $t_2 = 4$ с, C – теплоемкость воды массой m .

Отсюда находим $t_3 = 56$ с.

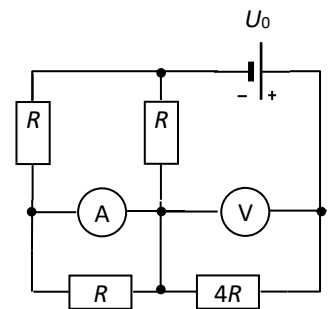
Критерии оценивания.

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Указание на наличие оттока тепла | 1 балл |
| 2. Отток во всех случаях одинаковый | 2 балла |
| 3. $C\Delta T = (N - q)t_1$ | 1 балл |
| 4. $2C\Delta T = (3N - q)t_2$ | 1 балл |
| 5. $2C\Delta T = qt_3$ | 1 балл |
| 6. $t_3 = 56$ с | 4 балла |

Задача 4. Четыре резистора, амперметр и вольтметр подключили к идеальной батарееке с $U_0 = 9$ В, как показано на рисунке. Найдите показания идеальных приборов, если $R = 1$ Ом.

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

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



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

Критерии оценивания.

- | | |
|--|---------|
| 1. Через «нижний» резистор R ток не течет | 3 балла |
| 2. $R_{\text{общ}} = 4,5 \text{ В}$ | 2 балла |
| 3. Ток, протекающий через батарейку, равен 2 А | 2 балла |
| 4. Показание амперметра равно 1 А | 1 балл |
| 5. Показание вольтметра 8 В | 2 балла |

Численные ответы по вариантам

<i>Вариант 1</i>	Задача 1	$\Delta t = 2,1 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 11,7$
	Задача 3	$t_3 = 56 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 9 \text{ Ом}$ $I = 1,3 \text{ А}$ $I_A = 0,7 \text{ А}$ $U_V = 10,7 \text{ В}$
<i>Вариант 2</i>	Задача 1	$\Delta t = 1,8 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 11,25$
	Задача 3	$t_3 = 56 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 4,5 \text{ Ом}$ $I = 1,3 \text{ А}$ $I_A = 0,7 \text{ А}$ $U_V = 5,3 \text{ В}$
<i>Вариант 3</i>	Задача 1	$\Delta t = 5,9 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 8$
	Задача 3	$t_3 = 40 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 9 \text{ Ом}$ $I = 0,9 \text{ А}$ $I_A = 0,4 \text{ А}$ $U_V = 7,1 \text{ В}$
<i>Вариант 4</i>	Задача 1	$\Delta t = 2,9 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 13,3$
	Задача 3	$t_3 = 112 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 13,5 \text{ Ом}$ $I = 0,9 \text{ А}$ $I_A = 0,45 \text{ А}$ $U_V = 10,7 \text{ В}$
<i>Вариант 5</i>	Задача 1	$\Delta t = 1,5 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 10$

	Задача 3	$t_3 = 160 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 4,5 \text{ Ом}$ $I = 2,2 \text{ А}$ $I_A = 1,1 \text{ А}$ $U_V = 8,9 \text{ В}$
<i>Вариант 6</i>	Задача 1	$\Delta t = 2,8 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 8,75$
	Задача 3	$t_3 = 36 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 4,5 \text{ Ом}$ $I = 0,9 \text{ А}$ $I_A = 0,45 \text{ А}$ $U_V = 3,5 \text{ В}$
<i>Вариант 7</i>	Задача 1	$\Delta t = 0,8 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 12,4$
	Задача 3	$t_3 = 66 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 45 \text{ Ом}$ $I = 0,2 \text{ А}$ $I_A = 0,1 \text{ А}$ $U_V = 8 \text{ В}$
<i>Вариант 8</i>	Задача 1	$\Delta t = 1,5 \text{ с}$
	Задача 2	$\frac{\rho}{\rho_0} = 10,5$
	Задача 3	$t_3 = 56 \text{ с}$
	Задача 4	$R_{\text{общ}} = 4,5 \text{ Ом}$ $I = 2 \text{ А}$ $I_A = 1 \text{ А}$ $U_V = 8 \text{ В}$