



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 11050

Класс 9 Вариант 6 Дата Олимпиады 19.02.17

Площадка написания ТЦУ

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	7	3	7	7	8	10	10	8	8	14	66	шестьдесят шесть	

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 11050

№ 1.

Дано:

$$t_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$S = ?$

Решение:

1. П.к. через $0,5 \text{ c}$ скорость направлена горизонтально, то $v_y \text{ (через } 0,5 \text{ c)} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$v_y = v_{0y} - g t_1 = 0$$

$$v_{0y} = g t_1$$

$$2. h = v_{0y} t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \left| v_{0y} t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \right| \quad v_{0y2} = v_y = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

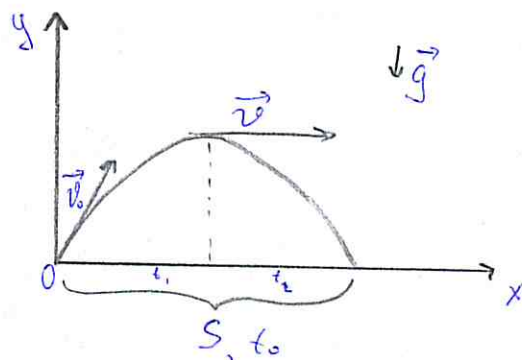
$$\frac{g t_1^2}{2} - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = t_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$t_0 = t_1 + t_2; t_0 = 0,5 \text{ c} + 0,5 \text{ c} = 1 \text{ c}$$

3. П.к. движение по ОХ равномерное, то $v_x = \text{const} = v$

$$S = v \cdot t_0; S = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ c} = 20 \text{ м}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$



№ 3.

Дано:

$$t_0 = 30^\circ \text{C}$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$t_1 = 40^\circ \text{C}$$

$t_2 = ?$

Решение:

1. Пусть в сосуде $M \text{ кг}$ воды, в кружке - $m \text{ кг}$.

2. Q_1 - нагревание $M \text{ кг}$ воды до $t_1, Q_1 = cM(t_1 - t_0)$.

Q_2 - охлаждение $m \text{ кг}$ воды до $t_1, Q_2 = cm(t_1 - t)$

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$cM(t_1 - t_0) + cm(t_1 - t) = 0 \quad | : c$$

$$\Rightarrow M = - \frac{m(t_1 - t)}{t_1 - t_0} = - \frac{m(40 - 100)}{40 - 30} = 6m$$

После этого в сосуде $m_2 = M + m = m - \frac{m(t_1 - t)}{t_1 - t_0} = 7m$ воды.

3. Q_3 - нагревание $m_2 \text{ кг}$ воды до $t_2, Q_3 = m_2 c(t_2 - t_1)$.

Q_4 - охлаждение $m \text{ кг}$ воды до $t_1, Q_4 = cm(t_1 - t)$

$$| Q = cm \Delta t$$



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 11050

№ 3 (Продолжение)

Уравнение теплового баланса:

$$Q_3 + Q_4 = 0$$

$$\left(c(m - m \frac{(t_1 - t_0)}{t_1 - t_0}) (t_2 - t_1) + c m (t_2 - t) = 0 \right) / \cdot \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{c m}$$

$$c \cdot 7m (t_2 - t_1) + c m (t_2 - t) = 0 / \cdot \frac{1}{cm}$$

$$7t_2 - 7t_1 + t_2 - t = 0$$

$$t_2 = \frac{7t_1 + t}{8}; t_2 = \frac{7 \cdot 40^\circ\text{C} + 100^\circ\text{C}}{8} = 47,5^\circ\text{C} \quad (7)$$

Ответ: $t_2 = 47,5^\circ\text{C}$

№ 5

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$T_0 = 60 \text{ Н}$$

$$a = ?$$

Решение:

По II закону Ньютона

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = \vec{T} + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$2\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$y: 2T \cos \alpha + (-mg) = ma$$

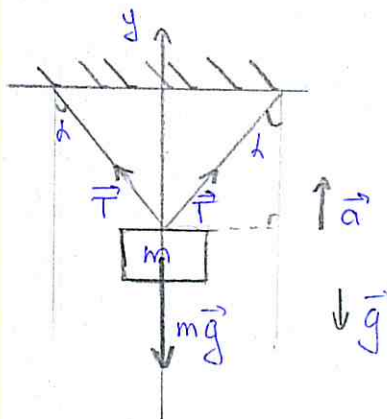
$$\Rightarrow a_0 = \frac{2T_0 \cos \alpha - mg}{m}$$

$$a_0 = \frac{2 \cdot 60 \text{ Н} \cdot \cos 30^\circ - 10 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{10 \text{ кг}} = \frac{120 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 98 \text{ Н}}{10 \text{ кг}} = \frac{(60\sqrt{3} - 98) \text{ Н}}{10 \text{ кг}}$$

$$= 0,52 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$a_0 = 0,52 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ - максимальное ускорение, при котором нити не рвутся при $a > a_0$ нити оборвутся.

Ответ: $a > 0,52 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



(8)

раств

ШИФР 11050

N 6.

Дано:
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $V_1 = 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3$

$t_1 = 100^\circ\text{C}$

$V_2 = 0,003 \text{ м}^3$

$t_2 = 20^\circ\text{C}$

$t_1' = 70^\circ\text{C}$

$t_2' = 20^\circ\text{C}$

$V_3 = 4,5 \text{ л} = 0,0045 \text{ м}^3$

$t_3 = ?$

$t_3' = ?$

Решение:

1. Скорость заполнения горячей водой $v_1 = \frac{V_1}{t_1}$; $v_1 = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$

Скорость заполнения холодной водой $v_2 = \frac{V_2}{t_2}$; $v_2 = \frac{0,001 \text{ м}^3}{\frac{1}{8} \text{ с}}$

2. Пусть кастрюля заполняется за $t_3 \text{ с}$.

$V_1 t_3 + V_2 t_3 = V_3$

$= 7 t_3 = \frac{V_3}{v_1 + v_2}$; $t_3 = \frac{0,0045 \text{ м}^3}{\frac{0,001 \text{ м}^3}{10 \text{ с}} + \frac{0,001 \text{ м}^3}{\frac{1}{8} \text{ с}}} = \frac{0,0045 \cdot 40 \text{ с}}{0,009} = 20 \text{ с}$

3. $V_1 = v_1 t_3$; $V_1 = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} = 0,002 \text{ м}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$V_2 = v_2 t_3$; $V_2 = \frac{0,001 \text{ м}^3}{\frac{1}{8} \text{ с}} \cdot 20 \text{ с} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Ответ: $t_3 = 20 \text{ с}$

Q_1 - охлаждение горячей воды (m_1) до t_3' . $Q_1 = c m_1 (t_1' - t_1)$

Q_2 - нагревание холодной (m_2) до t_3' . $Q_2 = c m_2 (t_3' - t_2')$

Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 = 0$

$\Rightarrow m_1 t_1' - m_1 t_1 + m_2 t_3' - m_2 t_2' = 0$

$t_3' = \frac{m_1 t_1' + m_2 t_2'}{m_1 + m_2}$; $t_3' = \frac{2 \text{ кг} \cdot 70^\circ\text{C} + 2,5 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C}}{2 \text{ кг} + 2,5 \text{ кг}} = \frac{190 \text{ кг} \cdot ^\circ\text{C}}{4,5 \text{ кг}} \approx 42,22^\circ\text{C}$

Ответ: $t_3 = 20 \text{ с}$, $t_3' \approx 42,22^\circ\text{C}$

N 7.

Дано:

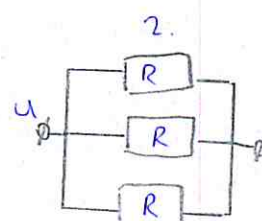
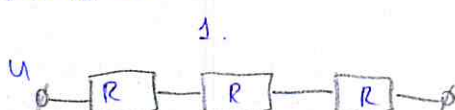
$t_1 = 40^\circ\text{C}$

$R_1 = R_2 = R_3 = R$

$Q_1 = Q_2 = Q$

$t_2 = ?$

Решение:



1) $Q = A = P t = \frac{U^2}{R} t \Rightarrow Q = \frac{U^2}{R} t$

2) $R_{\text{пол.}} = R_1 + R_2 + R_3 = 3R$ 1 - 1 + 1 1 2 D



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 11050

№ 7 (продолжение)

$$3) Q_{\text{пол.}} = \frac{U^2}{R_{\text{пол.}}} t_1 = \frac{U^2}{3R} t_1 = Q_1$$

$$Q_{\text{пар.}} = \frac{U^2}{R_{\text{пар}}} t_2 = \frac{3U^2}{R} t_2 = Q_2$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{U^2}{3R} t_1 = 3 \frac{U^2}{R} t_2 \quad | \cdot \frac{R}{U^2}$$

$$\frac{t_1}{3} = 3 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{t_1}{9}$$

$$t_2 = \frac{40}{9} \text{ с} \approx 4,44 \text{ с}$$

Ответ: $t_2 \approx 4,44 \text{ с}$.

№ 10.

Дано:

R

$U_2 = 4 \text{ В}$

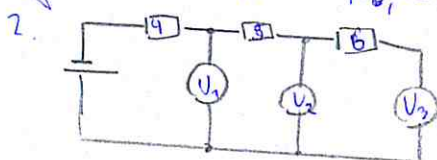
$U_3 = 2 \text{ В}$

$U_1 = ?$

Решение:

1. Т.к. резисторы одинаковые, то $R_4 = R_5 = R_6 = R$, т.к. вольтметры одинаковые, то $R_{U_1} = R_{U_2} = R_{U_3} = r$.

$$\text{Закон Ома: } R = \frac{U}{I}$$



2. Т.к. участки II и I соединены параллельно, то

$$U_2 = U_I = U_{II} = 4 \text{ В}$$

$$4. U_I = U_6 + U_3 \Rightarrow U_6 = U_I - U_3 = 4 \text{ В} - 2 \text{ В} = 2 \text{ В} = U_3$$

$$I_I = I_6 = I_3 = \frac{U_6}{R_6}$$

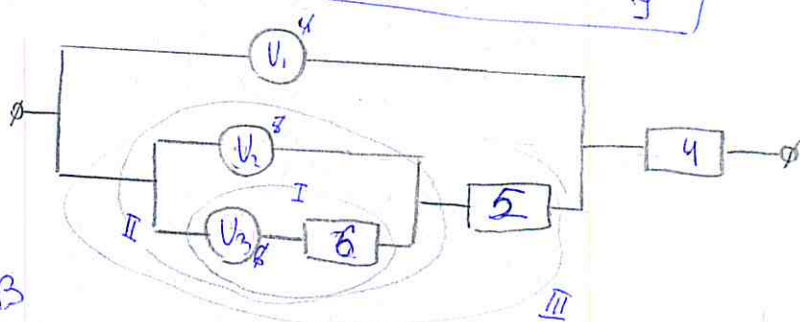
$$U_3 = I_3 R_3 \Rightarrow I_6 R_3 \Rightarrow R_3 = \frac{U_3}{I_6} = \frac{U_6}{U_6} \cdot R_6 = R_6 = R \Rightarrow r = R$$

$$5. U_1 = U_{III} = I_{III} R_{III}$$

$$I_{III} = I_{II} = I_2 + I_I = \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_6}{R_6} = \frac{4}{R} + \frac{2}{R} = \frac{6}{R}$$

$$R_{III} = R_5 + R_{II} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_6} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R} \Rightarrow R_{II} = \frac{2}{3}R$$



ШИФР 11050

N 10 (продолжение)

$$U_1 = I_{\text{ш}} R_{\text{ш}} = \frac{6^2 \cdot 5R}{R \cdot 3} = 10 \text{ (В)}$$

Ответ: $U_1 = 10 \text{ В}$

(14)

N 2

Дано:
 m
 R
 v
 μ
 $F_{\text{тр}} = ?$

Решение:

1. По II закону Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = \vec{a}m$$

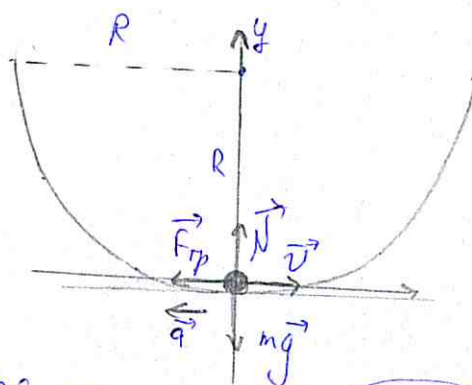
$$y: x: -F_{\text{тр}} + 0 + 0 = -am$$

$$F_{\text{тр}} = am$$

2. Т.к. тело движется по окружности то

$$3. F_{\text{тр}} = am = \frac{v^2 m}{R}$$

$$\text{Ответ: } F_{\text{тр}} = \frac{v^2 m}{R}$$

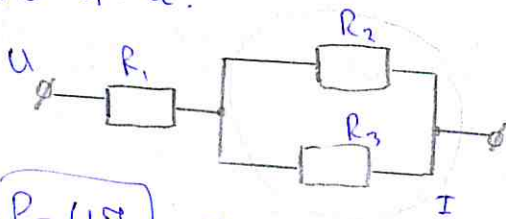


(3)

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Дано:
 $R_1 = 30 \Omega$
 $R_2 = 20 \Omega$
 $R_3 = 40 \Omega$
 $P_2 = 27 \text{ Вт}$
 $P_1 = ?$

Решение:



$P = UI$, По закону Ома: $R = \frac{U}{I}$

$$1. P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \Rightarrow U_2 = \sqrt{P_2 \cdot R_2}$$

$$U_2 = \sqrt{27 \text{ Вт} \cdot 20 \Omega} = 3\sqrt{6} \text{ В}$$

$$2. U_2 = U_3 = U_I$$

$$\% I_I = I_1 = \frac{U_I}{R_I} = \frac{U_2}{R_2}$$

$$3. \frac{1}{R_I} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20 \Omega} + \frac{1}{40 \Omega} = \frac{3}{40 \Omega} \Rightarrow R_I = \frac{40}{3} \Omega$$

$$4. P_1 = I_1^2 R_1 = I_1^2 R_I = \frac{U_2^2}{R_2} R_I = \frac{(3\sqrt{6})^2 \text{ В}^2 \cdot 3 \Omega}{20 \Omega} = \frac{9 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 9 \text{ Вт}}{20} = 81 \text{ Вт} \approx 90 \text{ Вт}$$

(7)