



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 06

Место проведения Уфа  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников «Покори Воробьевы горы!»  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Климова Андрей Валентинович  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«1» апреля 2023 года

Подпись участника

Климов

90-67-14-36  
(1342)

Числовик 5

задача 4  
отношение сопротивления вольтампер  
и источник

$$\frac{R}{r} = \frac{R}{R(\frac{E}{U_1} - 1)} = \frac{U_2}{E - U_2} \cdot \frac{U_1}{E - U_1} = \frac{U_1}{\frac{U_2}{\frac{U_2}{U_1} - 1} - U_1} =$$

$$= \frac{2U_2 - U_1}{U_1 - U_2} = \frac{U_2}{U_1 - U_2} - 1$$

$$\frac{R}{r} = \frac{(11,538 \pm 0,002) \text{ В}}{(11,765 \pm 0,002) \text{ В} - (11,538 \pm 0,002) \text{ В}} = 17 \quad ?$$

Максимальное отношение

$$\frac{R}{r} = \frac{(11,538 \pm 0,002) \text{ В}}{(11,765 - 0,002) \text{ В} - (11,538 \pm 0,002) \text{ В}} = 50,3$$

Минимальное

$$\frac{R}{r} = \frac{(11,538 - 0,002) \text{ В}}{(11,765 + 0,002) \text{ В} - (11,538 - 0,002) \text{ В}} - 1 = 48,93$$

Среднее  $\frac{R}{r} = 49,615 \pm 0,685$

Среднее  $\frac{50,3 + 48,93}{2}$ , погрешность  $50,3 - 49,615 =$   
 $= 0,685$

Задача

$E = \mathcal{E} = 14 \text{ В}; r = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 4 \text{ Ом}$

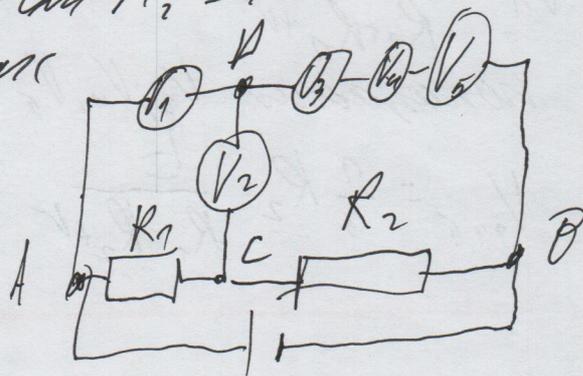
сила тока на резисторах

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$$

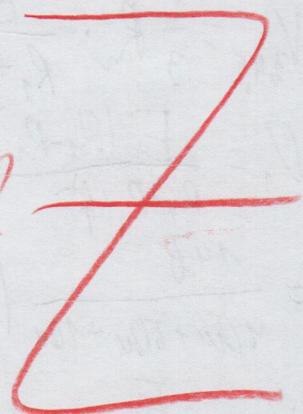
разность потенциалов между точками A и C

$$V_1 + V_2 = IR_1 = \frac{ER_1}{R_1 + R_2 + r} \text{ С и В}$$

$$V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = \frac{ER_2}{R_1 + R_2 + r} = V_2 + 3V_{2,4,5} \text{ так } V_3 = V_4 = V_5$$



1 2 3 4 5  
 5 20 5 16 71  
 3 20 0 15 55



числовое 6

показание АВ

$$V_1 + 3V_{3,4,5} = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + r}$$

из трех уравнений

$$V_{3,4,5} = \frac{2}{3} R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{2}{3} \cdot 4 \text{ Ом} \cdot \frac{14 \text{ В}}{4 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 3,7 \text{ В}$$

$$V_1 = \frac{E(R_1 - R_2)}{R_1 + R_2 + r} + 2R_2 \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} (R_1 + R_2) =$$

$$= \frac{14 \text{ В}}{4 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} (4 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}) = 12,6 \text{ В}$$

$$V_2 = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} \cdot R_2 = \frac{14 \text{ В}}{4 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} \cdot 4 \text{ Ом} = 5,6 \text{ В}$$

ответ: показание  $V_1$

$$V_1 = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + r} = ~~3,7~~ 12,6 \text{ В}$$

показание  $V_2$

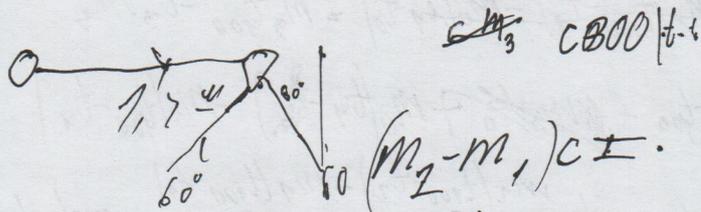
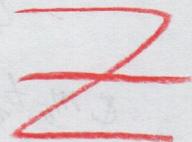
$$V_2 = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} R_2 = 5,6 \text{ В}$$

показание  $V_3, V_4, V_5$

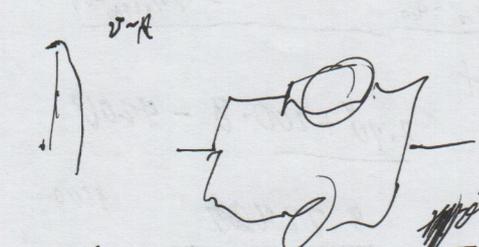
$$V_{3,4,5} = \frac{2}{3} R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = ~~12,6~~ 3,7 \text{ В}$$

90-67-14-36  
(134.2)

Чертеж 1



$(m_2 - m_1) c \pm v_+ \cos 30^\circ =$



$E - Ir = 11,765$

$I_1 = \frac{E}{r+R}$

$I_2 = \frac{E}{r+0,5R}$

$U_1 = E - I_1 R$

$U_1 = E \cdot \frac{E}{r+R}$

$U_2 = E - \frac{E}{r+0,5R} \cdot 13,8$

$\frac{U_1}{E} = \frac{E - U_1}{E} = \frac{1}{r+R}$

$\frac{E - U_2}{E} = \frac{1}{r+0,5R}$

$0,1 \cdot \frac{c}{\lambda} (100 \cdot 92) - 200(18)$   
 $c m_1 \cdot \frac{c}{\lambda} (100 \cdot 92 - 16 \cdot 46 \frac{c}{\lambda})$   
 $c 0,1 \cdot 92 = c m_0 \cdot 8 + \lambda \cdot m_c$

$c 0,2 \cdot 69 = c m_0 \cdot 31 + \lambda m_c$

$c (138 - 9,2) = 4 m_0 \cdot 23$

$\frac{4,6 \text{ K} \cdot ^\circ\text{C}}{23} = m_0 \cdot 23$

$0,2 \cdot \frac{200 \cdot 69 - 900 \cdot 92}{23}$

$900 \cdot \frac{138 - 92}{23} = \frac{46}{200}$

81  
429  
729  
6  
4374

Умножив на 2

$$m_0 t_3 - c m_0 t_0 + m_1 (t_{100} - t_1) - m_0 (t_1 - t_0) = m_3 t_{100} - t_3 m_3$$

$$t_3 (m_0 + m_3) = m_3 t_{100} + m_0 (t_1 - t_0) - m_1 (t_{100} - t_1)$$

$$m_3 t_{100} + t_1 \frac{m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} - m_1 t_{100} - t_1$$

$$3 \cdot 10^4 + \frac{8}{23} (138 \cdot 100 - 92 \cdot 100) - 92 \cdot 100 = 3 \cdot 10^4 + 200 \cdot 8 - 9200$$

$$\begin{array}{r} 1600 \\ 9200 \\ \hline 5000 \\ - 30000 \\ 9200 \\ \hline 20800 \\ 20800 \\ \hline 22400 \\ 5 \\ \hline 120 \end{array}$$

9200

$$\frac{R}{v}$$

$$\frac{8}{23} = \frac{32}{46}$$

$$92 - 16$$

$$0,5 = \frac{U_2}{U_1} E = 0,5 U_2$$

$$\frac{31}{31} = \frac{93}{93}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ - 3 \\ \hline 45 \\ 44,8^\circ \end{array}$$

$$\frac{2U_2 - U_1}{U_2 - U_1} = \frac{2U_2 - U_1}{U_2 - U_1} = 2$$

$$= 3000$$

$$m v_A^2 = m v_C^2$$

$$32400$$

$$\begin{array}{r} 32400 \\ 30 \\ \hline 20 \\ \hline 54^\circ \end{array}$$

$$U_2 \frac{2E}{U_1} - U_2 = E$$

$$U_2 \frac{2E}{U_1} - U_2 = E$$

$$\frac{E}{U_1} - 0,5 = \frac{U_2}{2U_2 - U_1} \cdot \frac{E}{0,5} = v_A^2 + \frac{v_C^2}{2}$$

$$E = \frac{U_2}{2 \frac{U_2}{U_1} - 1}$$

$$\sqrt{v^2 - 2v_A^2} = v_C$$

$$v_A = \sqrt{\frac{v^2 - v_C^2}{2}}$$

$$\frac{U_2}{2U_2 - U_1}$$

$$r U_1 + R U_1 = E R \quad r = \frac{E R}{U_1} - R \quad r = R$$

$$32 \frac{v^2}{4} = 2 v^2$$

## Чистовик 1

## Задача 2

Вопрос

Для температурной шкалы Цельсия отметка  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  соответствует температуре таяния льда и кристаллизации воды, ~~то есть температура~~ <sup>при нормальных условиях</sup> отметка  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  соответствует температуре кипения, парообразования, ~~воды~~ <sup>при нормальных условиях</sup>. Шкала линейная, градус одинаков, отметки распроделяются равномерно

Задача

Масса кипятка, добавленная в порцию соответственно:  $m_1 = 100 \text{ г}$  ~~и~~

$m_2 = 200 \text{ г}$ ;  $m_3 = 300 \text{ г}$ ;  $m_4 = 400 \text{ г}$ ;  $m_5$ .

Масса мокрого снега в камере из термоса  $m_0$ ; из нее льда  $m_1$

$t_1 = 8^\circ\text{C}$ ;  $t_2 = 31^\circ\text{C}$ ;  $t_5 = 0^\circ\text{C}$  ( $t_0, t_3$  температуры, устанавливающиеся в термосе

$t_4$  в четвертый. Средняя теплоемкость воды,  $\lambda$  - удельная теплота таяния льда. Требуется узнать массу, для первого термоса

$$cm_0(t_1 - t_0) + \lambda m_1 = cm_1(t_{100} - t_1) \quad (1) \text{ для второго}$$

$$cm_0(t_2 - t_0) + \lambda m_2 = cm_2(t_{100} - t_2) \quad (2) \text{ вычитая (2) - (1)}$$

$$cm_0(t_2 - t_1) = c(m_2(t_{100} - t_2) - m_1(t_{100} - t_1))$$

$$m_0 = \frac{m_2(t_{100} - t_2) - m_1(t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1}$$

## Числовик 2

задача 2

Ча (1)

$$m_d = \frac{c m_1 (t_{100} - t_1) - c m_0 (t_1 - t_0)}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} (m_1 (t_{100} - t_1) - m_0 (t_1 - t_0))$$

Для третьего периода

$$c m_0 (t_3 - t_0) + \lambda m_d = c m_3 (t_{100} - t_3)$$

$$t_3 = \frac{m_3 t_{100} + t_1 \frac{m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} - m_1 (t_{100} - t_1)}{\frac{m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} + m_3} =$$

$$= \frac{3002 \cdot 100^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C} \cdot \frac{2002 (100^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{31^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}} - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{\frac{2002 (100^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{31^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}} + 3002} =$$

$$= 44,8^\circ\text{C} \oplus$$

Аналогично в следующем

$$c m_0 (t_4 - t_0) + \lambda m_d = c m_4 (t_{100} - t_4)$$

$$t_4 = \frac{m_4 t_{100} + t_1 \frac{m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} - m_1 (t_{100} - t_1)}{\frac{m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} + m_4} =$$

$$= \frac{4002 \cdot 100^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C} \cdot \frac{2002 (100^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{31^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}} - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{\frac{2002 (100^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) - 1002 (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{31^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}} + 4002} =$$

$$= 54^\circ\text{C} \oplus$$

Для пятого

$$\lambda m_d = c m_5 (t_{100} - t_5)$$

$$m_5 = \frac{m_1 (t_{100} - t_1) - m_2 (t_{100} - t_2) - m_1 (t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} (t_1 - t_0)$$

Задача 3

$$m_2 = \frac{m_1(t_{100} - t_1) - \frac{m_2(t_{100} - t_2) - m_1(t_{100} - t_1)}{t_2 - t_1} (t_1 - t_0)}{t_{100} - t_1}$$

$$= \frac{100 \cdot (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}) - \frac{200 \cdot (100^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) - 100 \cdot (100^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{31^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}} (8^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}}$$

= 46 г

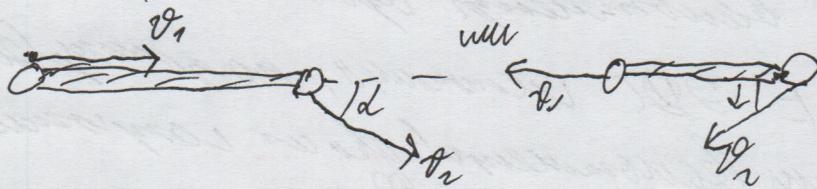
Ответ: температура в установившемся состоянии  $t_3 = 44,8^\circ\text{C}$ , в момент времени  $t_4 = 54^\circ\text{C}$ , конденсат в нем  $m_2 = 46$  г или мл.

Задача 1

Вопрос

скорость первой шайбы  $v_1 = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , второй  $v_2 = 60^\circ$  скорость шестерни равна скорости внешней шайбы, для внутренней шайбы  $v_1 = v_2 \cos \alpha$ , все это концы шестерни движется быстрее шайбы по оси, следовательно  $v_2 = \frac{v_1}{\cos \alpha} = \frac{1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\cos 60^\circ} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: величина скорости второй шайбы  $v_2 = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Задача

$v = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  скорость муфты А  $v_A$ , В -  $v_B$ , масса муфты  $m$ ,  $\gamma = 90^\circ$ ;  $\alpha = 45^\circ$   
 скорость муфты А относительно шестерни равна скорости В относительно шестерни  $\frac{v_A}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{v_B}{\cos \frac{\alpha}{2}}$ ;  $v_A = v_B$

Числовые 4

Задача 1

По закону сохранения энергии  
 $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{mv_A^2}{2} + \frac{mv_B^2}{2}$ , где  $v_c$  - скорость  
 мушкетера (вне дуги)

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_c^2}{2} + mv_A^2 \Rightarrow v_c = \sqrt{v^2 - 2v_A^2}$$

По закону сохранения импульса

$$mv = mv_c + mv_A + mv_B$$

$$v = v_c + 2v_A; \quad v_A = \frac{v - v_c}{2} \quad v_c = v - 2v_A$$

$$v_A(1) = \sqrt{\frac{v^2 - v_c^2}{2}} = \sqrt{2v_A v - 2v_A^2}$$

$$v_A^2 = 2v_A v - 2v_A^2; \quad v_A = \frac{2}{3}v = \frac{2}{3} \cdot 1,5 \frac{m}{c} = 1 \frac{m}{c}$$

Ответ: скорость мушкетера А

$$v_A = \frac{2}{3}v = 1 \frac{m}{c}$$

Задача 4

$$U_1 = (1,465 \pm 0,002)E; \quad U_2 = (1,538 \pm 0,002)E$$

Сопротивление вольтметра R, источник  
 E, ЭММ вольтметра одно сечение

$$I_1 = \frac{E}{r+R}, \text{ где } E \text{ ЭДС источника, по закону Ома}$$

$$U_1 = \frac{ER(1)}{r+R} \text{ если вольтметр один сопротивление}$$

$$\frac{RR}{R+R} = \frac{1}{2}R; \quad I_2 = \frac{E}{r+0,5R}; \quad U_2 = \frac{E \cdot 0,5R}{r+0,5R} \quad (2)$$

$$U_2(1) \quad r = R \left[ \frac{E}{U_1} - 1 \right] \text{ из (2) } U_2 = \frac{E \cdot 0,5R}{R \left[ \frac{E}{U_1} - 1 \right] + 0,5R} = \frac{E}{2 \frac{E}{U_1} - 1}$$

$$E = \frac{U_2}{2 \frac{U_2}{U_1} - 1}$$

Чертавыш 3

$$\begin{array}{r} 11,540 \\ \hline 11,763 - 11,540 \end{array}$$

$$0,223$$

$$\begin{array}{r} 11,540 \\ \hline 11,536 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,767 \\ \hline 11,536 \end{array}$$

$$V_2 = I R_1 = I (R_1 + R_2)$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 14 \\ 9 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$V_2 = \frac{I R_1}{R_1 + R_2} - V_1$$

$$V_2 = I R_2$$

Z

$$I R_1 - V_1 + 3 V_{3,4,5} = I R_2$$

$$V_1 = I (R_1 - R_2) + 3 V_{3,4,5}$$

$$I (R_1 - R_2) + 3 V_{3,4,5} = I (R_1 + R_2)$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 14 \\ 9 \\ \hline 112 \end{array}$$

$$\frac{112}{30}$$

$$3 \frac{22}{30}$$

$$I R_1 - I R_2 - I (R_1 + R_2)$$

$$\frac{2 R_2}{3}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ \hline 2079 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 223 \\ \hline 1115 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ 4 \\ \hline 924 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11540 | 223 \\ 1115 \phantom{0} \\ \hline 390 \\ 223 \\ \hline 640 \\ 669 \phantom{0} \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ \times 223 \\ \hline 669 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ \times 231 \\ \hline 11135 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11536 | 231 \\ 924 \phantom{0} \\ \hline 2296 \\ 2079 \\ \hline 2170 \\ 2079 \\ \hline 990 \\ 593 \\ \hline 214 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ 3 \\ \hline 693 \end{array}$$

Z

Числовое <sup>2</sup>радиус 3 |  $K=9$ радиус кривизны на максимальном  
расстоянии  $\frac{(9b)^2}{b} = 81k \frac{(kb)^2}{b}$  на расстоянииили  $\frac{b^2}{9b} = \frac{1}{9}b$ , отношение радиусов  
кривизны  $\frac{81b}{\frac{1}{9}b} = \frac{k^2b}{\frac{1}{9}b} = k^3$ , значити максимальная скорость,  
которую может приобрести  
радиус равен при  $v = 6 \frac{km}{c}$ 

$$v_1 = k^3 v = 9^3 \cdot 6 \frac{km}{c} = 1374 \frac{km}{c}$$

