



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант Физика 7-9

Место проведения САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

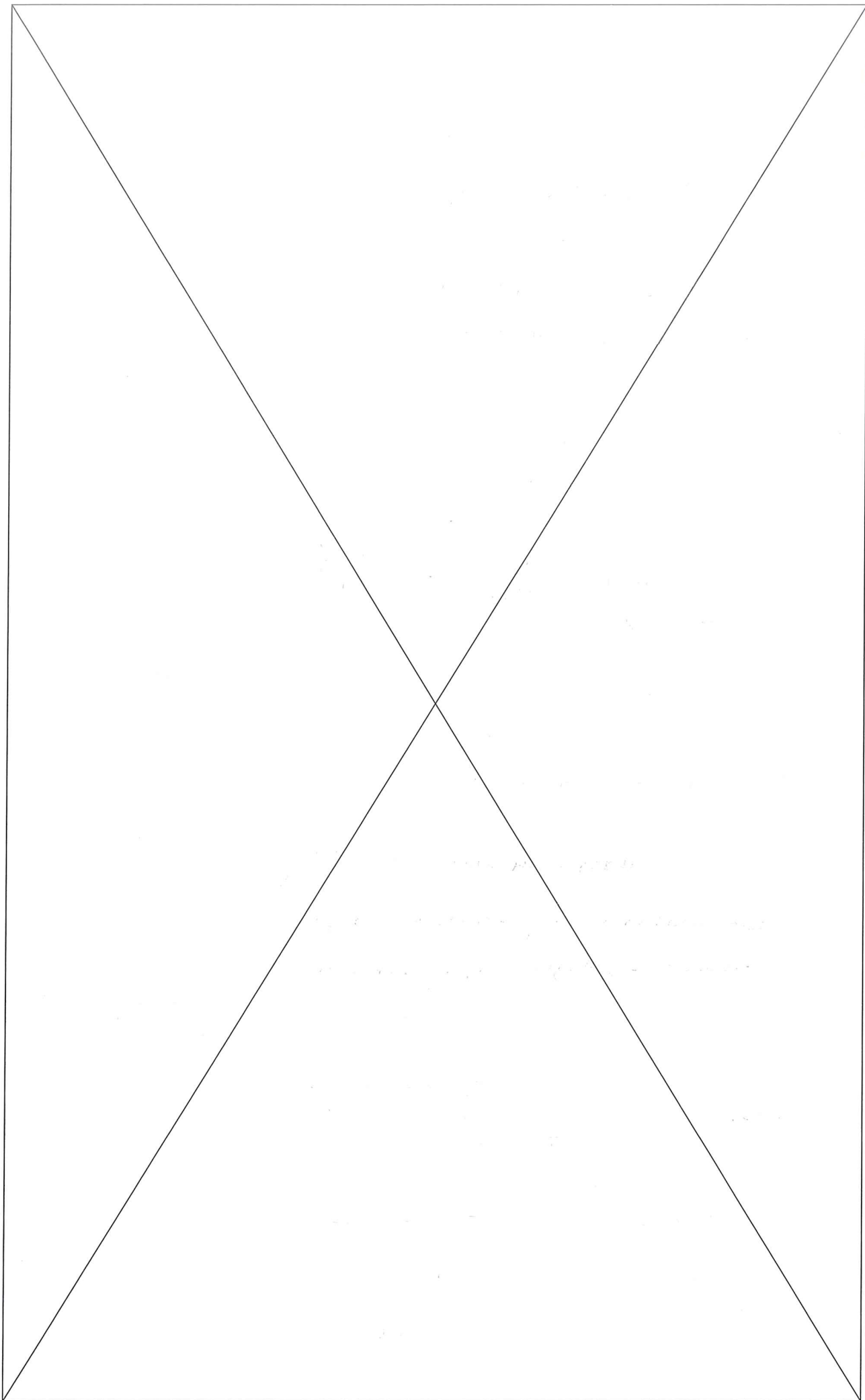
Олимпиада школьников «Покори Воробьёвы горы»
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

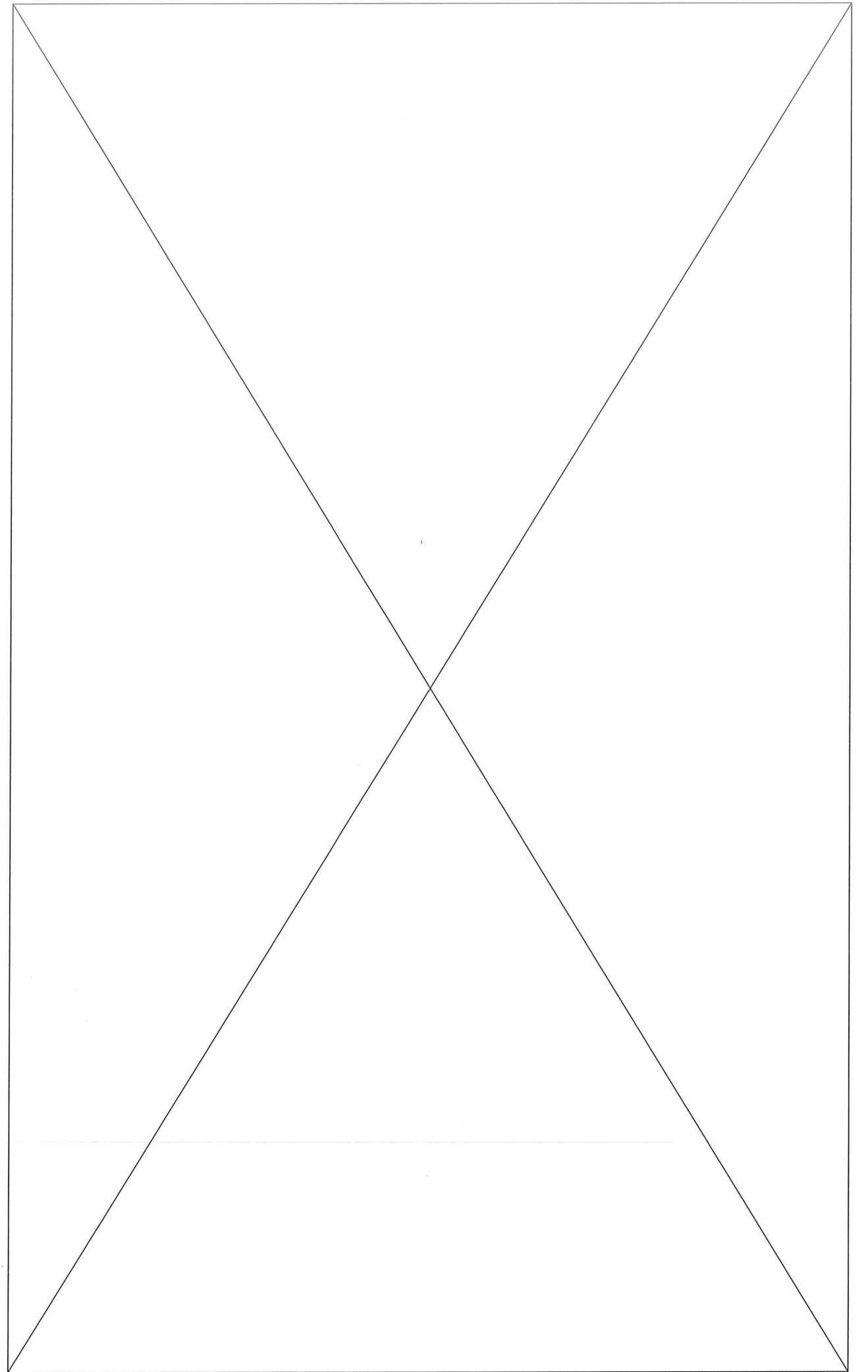
САМОЙЛОВА МИХАИЛА АЛЕКСАНДРОВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«03» АПРЕЛЯ 2026 года

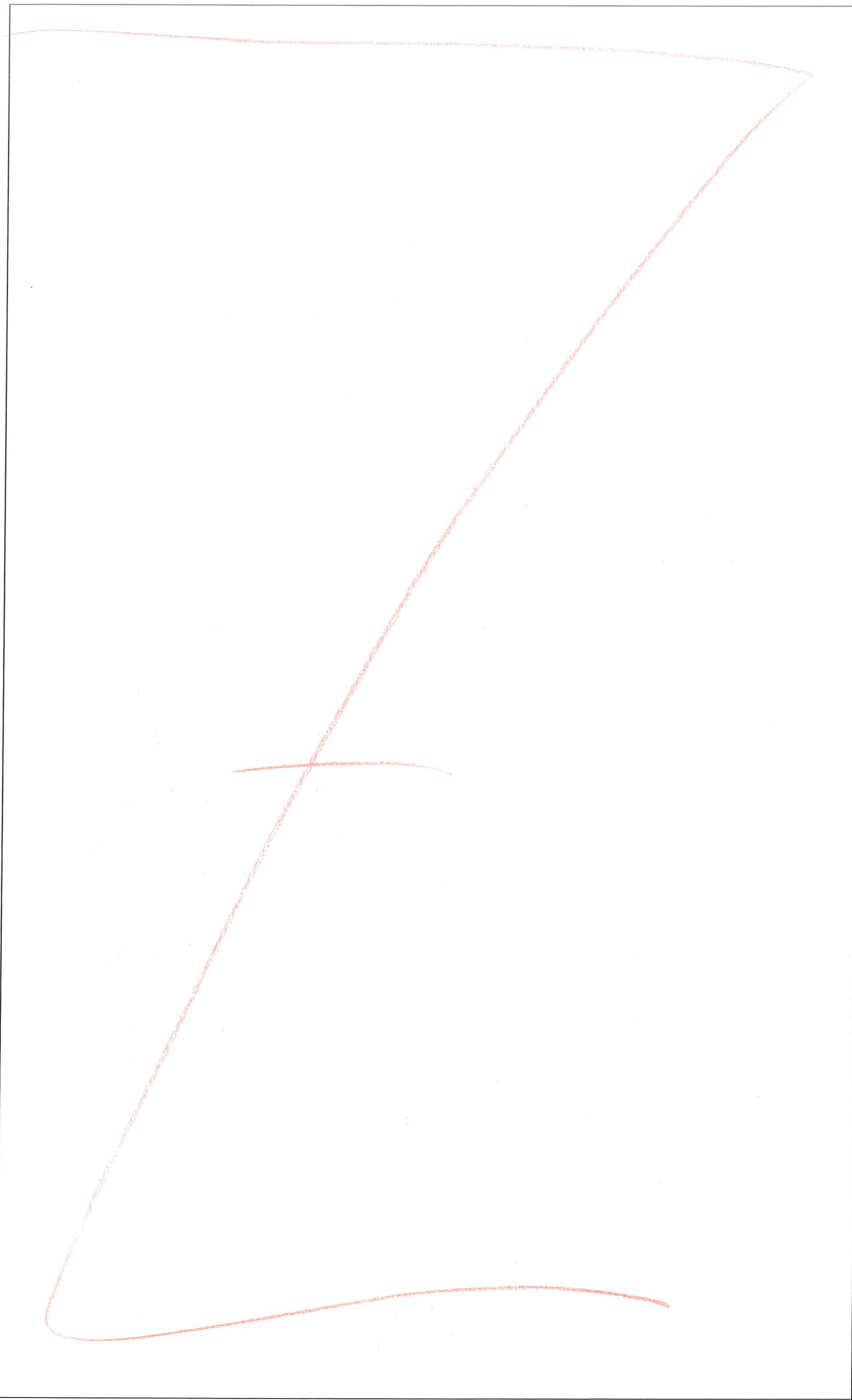
Подпись участника
Смо



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



75-04-64-23
(167.1)

ЧУ **ЧИСТОВИК**

Вопрос:

Сила натяжения легкого нерастяжимого троса, перекинутого через неподвижный блок, равна с обеих сторон от блока, если в оси блока нет трения. Если оно будет, то ~~будет~~ будет еще трение покоя, и, следовательно, возникнет момент силы, оттого моменты сил трения троса будут неравны, как и сам алы

Задача: Пусть радиус блока:

внутренний R , тогда

внешний $(1 + \frac{20\%}{100\%})R = 1,2R$

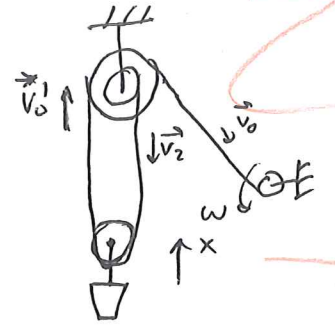
увеличе скорость ω , тогда

имеется трос

$v_0 = \omega R$

скорость по высоте троса

на большем радиусе тоже имеем равна v_0



увеличе скорость большого блока $\omega_2 = \frac{v_0}{1,2R}$

тогда скорость опускаемого конца

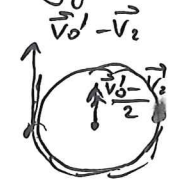
с массой радиуса $v_2 = \omega_2 R = \frac{v_0}{1,2}$

Завремя t Перемещ в ω блока ^{трос} части ~~ка~~

справа от блока ^{трос} вней ^{трос} вершиемокое скорости

троса слева $v_{0\text{л}} = v_{0\text{ср}} - v_{\text{пер}} = v_0 + v_2 = \frac{v_0 + v_0}{1,2}$

т.к. наша точка ^{трос} отн. блока ^{трос} подвижна, она ^{трос} будет ^{трос} мгновенным ^{трос} центром ^{трос} скорости.



радиус блока r

$\frac{v_0' + v_2}{2r} = \frac{v_{\text{ср}}}{r}$ с этого центра ^{трос} для $v_{\text{ср}} = \frac{v_0' + v_2}{2}$

74) Скорость центра

A	1	2	3	4	5
B	5	5	5	5	5
	3	20	10	4	20

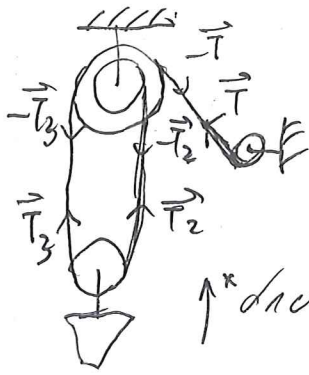
Время движения центра

Важно и доок
спешнее
без ускорения

тогда $\Sigma \Sigma H$
или x

$$T_2 + T_2 = mg$$

$$T_2 = \frac{mg}{2}$$



Сила натяжения
во всем поле висит до потолка
↑ сила равная T_3

равны так же сила на нитке
длина $T_3 = T_2$

Нить движется по блоку с постоянной
скоростью и не проскальзывает, значит
св движение скорость нитки

$$\Sigma M = R \Sigma \beta = 0$$

$\Sigma M = 0$ тогда ΣM по часовой = ΣM прот. часовой

$$T \cdot 1,2R + T_2 \cdot R = T_2 \cdot 1,2R$$

$$T = \frac{0,2 T_2}{1,2} = \frac{T_2}{6} = \frac{mg}{12}$$

$$= \frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{12} = \frac{50 \text{ Н}}{3} = \frac{48 \text{ Н}}{3} + \frac{2}{3} \text{ Н} = 16,67 \text{ Н}$$

Ответ: $v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $T = 16,67 \text{ Н}$

ЧИСТОВИК

мы
нашли
скорость
центра диска.

вернемся
в формулу ΣD

здесь скорость лотка

$$V_{\text{обс}} = V_{\text{отн}} + V_{\text{лота}} =$$

$$= \frac{V_0 + V_2}{2} - V_2 = \frac{V_0 - V_2}{2}$$

скорость лотка
равна скорости
груза

тогда скорость груза

$$V = \frac{V_0 - V_2}{2} = \frac{V_0 - \frac{V_0}{2}}{2} = \frac{0,2 V_0}{2,4} = \frac{V_0}{12}$$

$$= \frac{\omega R}{12} = \frac{30 \text{ рад/с} \cdot 0,12 \text{ м}}{12} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Сила натяжения
во всем поле висит до потолка
↑ сила равная T_3

равны так же сила на нитке
длина $T_3 = T_2$

Нить движется по блоку с постоянной
скоростью и не проскальзывает, значит
св движение скорость нитки

$$\Sigma M = R \Sigma \beta = 0$$

$\Sigma M = 0$ тогда ΣM по часовой = ΣM прот. часовой

$$T \cdot 1,2R + T_2 \cdot R = T_2 \cdot 1,2R$$

$$T = \frac{0,2 T_2}{1,2} = \frac{T_2}{6} = \frac{mg}{12}$$

$$= \frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{12} = \frac{50 \text{ Н}}{3} = \frac{48 \text{ Н}}{3} + \frac{2}{3} \text{ Н} = 16,67 \text{ Н}$$

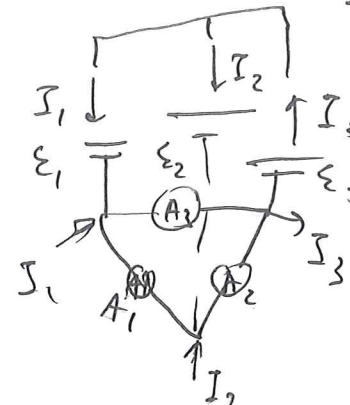
Ответ: $v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $T = 16,67 \text{ Н}$

$$I_3 = 27 \text{ А} \cdot \frac{18 - 3}{18 + 6 + 30} = 27 \text{ А} \cdot \frac{15}{54} = \frac{15 \text{ А}}{2} = 7,5 \text{ А} - \text{кратный ток}$$

$$I_2 = \frac{27 \text{ В} - 27 \text{ В} - 7,5 \text{ А} \cdot 30 \text{ м}}{30 \text{ м} + 10 \text{ м}} = \frac{-7,5 \cdot 3}{40} = -\frac{22,5 \text{ А}}{4}$$

$$= -\frac{20 \text{ А}}{4} - \frac{2,5 \text{ А}}{4} = -5 \text{ А} - 0,625 \text{ А} = -5,625 \text{ А} - \text{кратный ток}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = -5,625 \text{ А} + 7,5 \text{ А} = 1,875 \text{ А}$$



Полезная
А мощность

$$I_{A1} + I_{A3} = I_1 \quad I_{A3} = I_{A1} + I_{A2}$$

$$U = \omega n R L$$

$$I_{A3} R = I_{A1} R + I_{A2} R$$

$$I_2 + I_{A1} = I_{A2} \quad I_{A1} + I_{A1} + I_{A2} = I_1$$

$$I_3 = I_{A3} + I_{A2} \quad 2 I_{A1} + I_{A2} = I_1$$

$$I_{A1} + I_3 - I_{A2} = I_1 \quad 2 I_{A1} + I_{A1} + I_2 = I_1$$

$$I_{A2} = I_2 + I_{A1} \quad I_{A1} = I_1 + I_2$$

$$I_{A1} + I_3 - I_2 - I_{A1} = I_1 \quad I_{A1} = \frac{I_1 + I_2}{3}$$

$$I_{A2} = I_2 + I_{A1} = -5,625 \text{ А} - \frac{17}{12} \text{ А} = -\frac{45 \text{ А} \cdot 3 - 17 \cdot 2}{24} = -\frac{169}{24} \text{ А}$$

$$I_{A3} = I_{A1} + I_{A2} = -\frac{169}{24} \text{ А} - \frac{12 \text{ А}}{12} = -\frac{195}{12} \text{ А}$$

Ответ (мощности)

$$I_{A1} = \frac{17}{12} \text{ А} \quad I_{A2} = \frac{169}{24} \text{ А} \quad I_{A3} = \frac{195}{12} \text{ А}$$

Теперь, для достижения макс. температуры выльем столько холодной воды, сколько максимально сможем.

Отлично $\frac{V_1}{2}$

тогда $V_2 - V_0$ оставшаяся горячая вода.

т.к. мы хотим достичь макс. температуры можно использовать всю горячую воду

тогда $V_2 - V_0 \leq \frac{150-300 \text{ мл}}{2}$
 $\frac{200 \text{ мл}}{50 \text{ мл}} \leq V_0$

новая темп-ра T

$\rho \cdot \frac{V_1}{2} (T - T_2) = \rho \cdot (V_2 - V_0) (T_1 - T_2)$

T -температура

$T \left(\frac{V_1}{2} - V_2 + V_0 \right) = T_1 (V_2 - V_0) + T_2 \frac{V_1}{2}$

$T = \frac{T_1 (V_2 - V_0) + T_2 \frac{V_1}{2}}{\frac{V_1}{2} - V_2 + V_0}$

$= \frac{2T_1 V_2 - 2T_1 V_0 + T_2 V_1}{V_1 - 2V_2 + 2V_0}$

$= \frac{2T_1 (V_2 - V_0) + T_2 V_1}{V_1 - 2V_2 + 2V_0}$

$= \frac{2T_1 V_2 - 2T_1 V_0 + T_2 V_1}{V_1 - 2V_2 + 2V_0}$

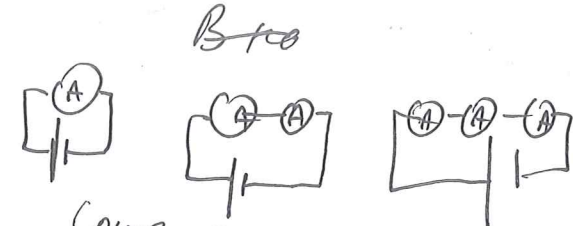
$= \frac{2T_1 V_2 V_1 - 2T_1 V_0 V_1 + T_2 V_1 V_2 - 2T_1 V_0^2 + T_2 V_1^2 + 2V_0 V_1 T_0}{V_1^2 + 2V_1 V_0 - 2V_2 V_1 - 2V_2 V_0 + 2V_0 V_1 + 4V_0^2}$

$= \frac{V_0^2 (-2T_1) + V_0 (4T_1 V_2 - 2T_1 V_0 + 2V_1 T_0) + 2T_1 V_2 V_1 + V_1^2 T_1}{4V_0^2 + V_0 (2V_1 - 2V_2 + 2V_1) + V_1^2 - 2V_2 V_1}$

ЧИСТОВИК

N3

ЧИСТОВИК



Сопр. А. индуктивности R, амперметра v

$I_1 = \frac{U_0}{R+r}$ $I_2 = \frac{U_0}{2R+r}$ $I_3 = \frac{U_0}{R+r}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{2R+r}{R+r}$

$\frac{I_1}{I_2} R + \frac{I_1}{I_2} r = 2R+r$

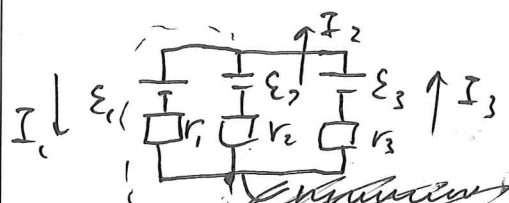
$r \left(\frac{I_1}{I_2} - 1 \right) = R \left(2 - \frac{I_1}{I_2} \right)$ $\frac{R}{r} = \frac{\frac{I_1}{I_2} - 1}{2 - \frac{I_1}{I_2}} = \frac{\frac{6A}{4A} - 1}{2 - \frac{6A}{4A}} = \frac{0,5}{0,5} = 1$

$I_3 = \frac{U_0}{R+r} = \frac{U_0}{4R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_0}{2R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_0}{R+r} = \frac{1}{2} I_1 = \frac{1}{2} \cdot 6A = 3A$

Ответ: ~~3A~~ $I_3 = 3A$ ✓

Задание

рассмотрим А-петли в источнике, как по цепи сопротивлений



$U = E_2 - I_2 r_2 = E_3 - I_3 r_3 = E_1 + I_1 r_1$

$I_1 = I_2 + I_3$

$E_2 - I_2 r_2 = E_3 - I_3 r_3 = E_1 + I_2 r_1 + I_3 r_1$

$E_2 - E_1 - I_3 r_1 = I_2 (r_2 + r_1)$

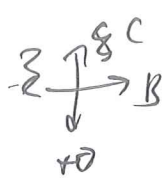
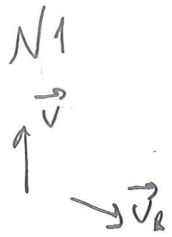
$I_2 = \frac{E_2 - E_1 - I_3 r_1}{r_2 + r_1}$

$E_2 - E_1 - I_3 r_1 = I_2 (r_2 + r_1)$

$E_2 r_2 + E_2 r_1 - E_3 r_2 + E_1 r_2 + I_3 r_3 r_2 = E_3 r_2 + E_3 r_1 - I_3 r_3 r_2$

$E_2 (r_2 + r_1) + E_3 (2r_2 + r_1) + E_1 r_2 = I_3 r_3 r_2 + E_3 (2r_2 + r_1) - E_3 (r_2 + r_1) - E_1 r_2$

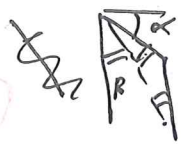
Вопрос:



числовик

в со
поперек
ветер дует
со скоростью
 $v_{отн} = v_{вет} - v_{пер} =$
 $= v_B - v$

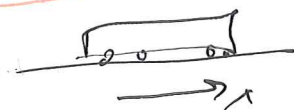
Даны
векторы \vec{v} с ветром в со паравиз



$2\beta + \alpha = 90$
 $\beta = \frac{90 - \alpha}{2} = \frac{90 - 30}{2} = 30^\circ$

Ответ: 30°

ЗАДАЧА
скорость поезда v_0
скорость человека v



вс v_0
абсолютная
скорость человека
ветеру $v_B = v + v_0$

назад $v_n = v - v_0$

$v_{отн} = 15l - 14$ расстояние (крайним
приближен.)

$v_{отн} = 15l$
 $v_{отн} = l$ - длина вагона

$(v + v_0)t = 15l$
 $(v - v_0)t = 14l$
 $\frac{v + v_0}{v - v_0} = \frac{15}{14}$
 $14v + 14v_0 = 15v - 15v_0$

$29v_0 = v$
 $(29v_0 + v_0)t = 15l$

$30v_0 t = 15l$

$2v_0 t = l$

$2l = l$

$L = 2 \cdot 18m = 36m$ Ответ: $L = 36m$

Промежуточные
столбцы
не счит.

(крайним
не счит.)

75-04-64-23
(167.1)

производим

$(\frac{u}{v})' = (u \cdot \frac{1}{v})' = u (\frac{1}{v})' + u' (\frac{1}{v}) =$

$= -u \frac{v'}{v^2} + \frac{u'}{v} = \frac{u'v - uv'}{v^2}$

при максимальной T производим

равно 0

$\frac{u'v - uv'}{v^2} = 0$

$u'v = uv'$

u - вычислено сверху v - снизу

$u' = 2v_0(-2T_1) + 4T_1v_2 - 2T_1v_1 + 2v_1T_0$

$v' = 8v_0 + 4v_1 - 2v_2$

$(-4v_0T_1 + 4T_1v_2 - 2T_1v_1 + 2v_1T_0) \cdot (4v_0^2 + v_0(4v_1 - 2v_2) + v_1^2 - 2v_1v_2) =$
 $= (-4v_0T_1 + 4T_1v_2 - 2T_1v_1 + 2v_1T_0) \cdot (4v_0^2 + v_0(4v_1 - 2v_2) + v_1^2 - 2v_1v_2) =$
 $= (-4v_0T_1 + 4T_1v_2 - 2T_1v_1 + 2v_1T_0) \cdot (4v_0^2 + 4v_0v_1 - 2v_0v_2 + v_1^2 - 2v_1v_2) =$
 $= (-4v_0T_1 + 4T_1v_2 - 2T_1v_1 + 2v_1T_0) \cdot (4v_0^2 + 4v_0v_1 - 2v_0v_2 + v_1^2 - 2v_1v_2) =$

$= -16v_0^3T_1 - 4v_0^2T_1(4v_1 - 2v_2) - 4v_0T_1v_1(v_1 - 2v_2) +$
 $+ 4T_1v_2v_0(4v_1 - 2v_2) + 4T_1v_2v_1(v_1 - 2v_2) - 8T_1v_1v_0^2 - 2T_1v_1v_0(4v_1 - 2v_2) =$
 $= -26T_1v_0^3 - 8T_1v_0^2v_1 + 4T_1v_0^2v_2 + 8v_0^2(4T_1v_2 - 2T_1v_1) +$
 $+ 4v_0v_1(4T_1v_2 - 2T_1v_1) - 2v_0v_2(4T_1v_2 - 2T_1v_1) -$
 $- 8T_1v_1v_0(2v_2 + v_1) + 4T_1v_1^2(2v_2 + v_1) - 2T_1v_1v_2(2v_2 + v_1) =$
 $= 4T_1v_0^2v_2 - 4v_0^2v_1^2 + 8v_0v_0v_2v_1 +$
 $+ 16T_1v_2v_0v_1 + 4T_1v_2v_1^2 - 8T_1v_1^2v_0 + 4T_1v_1v_2v_0 =$
 $= 4T_1v_0^2v_2 + 8v_0^2T_1v_2 + 16v_0v_1v_2T_1 - 8T_1v_0v_1^2 + 4T_1v_0v_1v_2$
 $- 16T_1v_1v_0v_2 - 8T_1v_1^2v_0 + 8T_1v_1v_2 + 4T_1v_1^3 - 2T_1v_1^2v_2$

ЧИСТОБИК

$$4V_0^2V_2 - 4V_0V_1^2 + 8V_0V_1V_2 + 16V_0V_1V_2 - 4V_1^2V_2^2 - 8V_0V_1^2 + 4V_0V_1V_2 = 32V_0^2V_2 - 8V_0V_1^2 + 4V_0V_1V_2 - 8V_0V_1^2 + 4V_1^3 - 2V_1^2V_2$$

$$28V_0^2V_2 + V_0(4V_1^2 - 24V_1V_2 + 8V_1^2) + 4V_1^3 - 2V_1^2V_2 + 4V_1V_2^2 = 0$$

$$14V_0^2V_2 + V_0(-22V_1V_2 - 2V_1^2) + 2V_1^3 - V_1^2V_2 + 2V_1V_2^2$$

$$14V_2 \cdot V_0^2 - 2V_1(6V_2 + V_1) \cdot V_0 + V_1(2V_1^2 - V_1V_2 + 2V_2^2)$$

$$\frac{D}{4} = V_1^2(6V_2 + V_1)^2 - 14V_2V_1(2V_1^2 - V_1V_2 + 2V_2^2) =$$

$$= 36V_2^2V_1^2 + 12V_2V_1^3 + V_1^4 - 28V_2V_1^3 + 14V_1^2V_2^2 - 28V_2^3V_1 =$$

$$= V_1^4 - 16V_1^3V_2 + 50V_1^2V_2^2 - 28V_1V_2^3 =$$

$$= (100\text{mm})^4 (3^4 - 16 \cdot 3^3 \cdot 2 + 50 \cdot 3^2 \cdot 2^2 - 28 \cdot 3 \cdot 2^3) =$$

$$= (100\text{mm})^4 (81 - 32 \cdot 27 + 50 \cdot 36 - 84 \cdot 8) =$$

$$= (100\text{mm})^4 (81 - 864 + 1800 - 672) = (100\text{mm})^4 (1881 - 1536) =$$

$$= (100\text{mm})^4 (1400 + 130 + 6) = 1536 = 100\text{mm}^4 \cdot 345 \approx 100\text{mm}^4 \cdot (18,5)^2$$

$$V_0 = \frac{300\text{mm} \cdot (6 \cdot 200\text{mm} + 300\text{mm}) \pm 100\text{mm}^2 \cdot 18,5}{14 \cdot 200\text{mm}} =$$

$$= \frac{4500\text{mm} \pm 1850\text{mm}}{28} = \frac{6350\text{mm}}{28} = 226,78\text{mm} \approx 225\text{mm} \Rightarrow V_0 = 225\text{mm}$$

$$V_0 = \frac{6350\text{mm}}{28} = 226,78\text{mm} \Rightarrow V_0 = 225\text{mm}$$

больше предела, значит макс. возможный диаметр

$$V_0 = \frac{3650\text{mm}}{28} = 130,35\text{mm} \approx 130\text{mm}$$

Приведем 2 варианта

ЧИСТОБИК

$$T_2 = \frac{300\text{mm} \cdot 100^\circ\text{C} + 2 \cdot 130\text{mm} \cdot 0}{300\text{mm} + 2 \cdot 200\text{mm}} =$$

$$= \frac{3}{7} \cdot 100^\circ\text{C}$$

$$T = \frac{2 \cdot 100^\circ\text{C} \cdot (200\text{mm} - 130\text{mm}) + \frac{3}{7} \cdot 100^\circ\text{C} \cdot 130\text{mm}}{300\text{mm} - 2 \cdot 200\text{mm} + 2 \cdot 130\text{mm}} =$$

$$= 100^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{2 \cdot 7 + \frac{3}{7} \cdot 13}{30 - 40 + 26} \right) = 100^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{14 + \frac{39}{7}}{16} \right) =$$

$$= 25^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{14 + \frac{39}{7}}{4} \right) = 25^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{14 + 5 + \frac{4}{7}}{4} \right) \approx 0,5$$

$$= \frac{25^\circ\text{C}}{4} \cdot (19,5) \approx 5 \cdot 25^\circ\text{C} = 125^\circ\text{C} ?$$

Если $V_0 = 150\text{mm}$

$$T_2 = \frac{200\text{mm} \cdot 100^\circ\text{C} + 2 \cdot 150\text{mm} \cdot 0}{300 + 2 \cdot 150} = \frac{100^\circ\text{C}}{3}$$

$$T = \frac{2 \cdot 100^\circ\text{C} \cdot (100 - 150) + \frac{100}{3} \cdot 150}{300 - 2 \cdot 200 + 2 \cdot 150} = \frac{100 + 50}{100} \cdot 100^\circ\text{C} =$$

Ответ: комнатный воздух - половина сосуда, $V_1 = \frac{300\text{mm}}{2} = 150\text{mm}$

$$T = 75^\circ\text{C}$$