



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

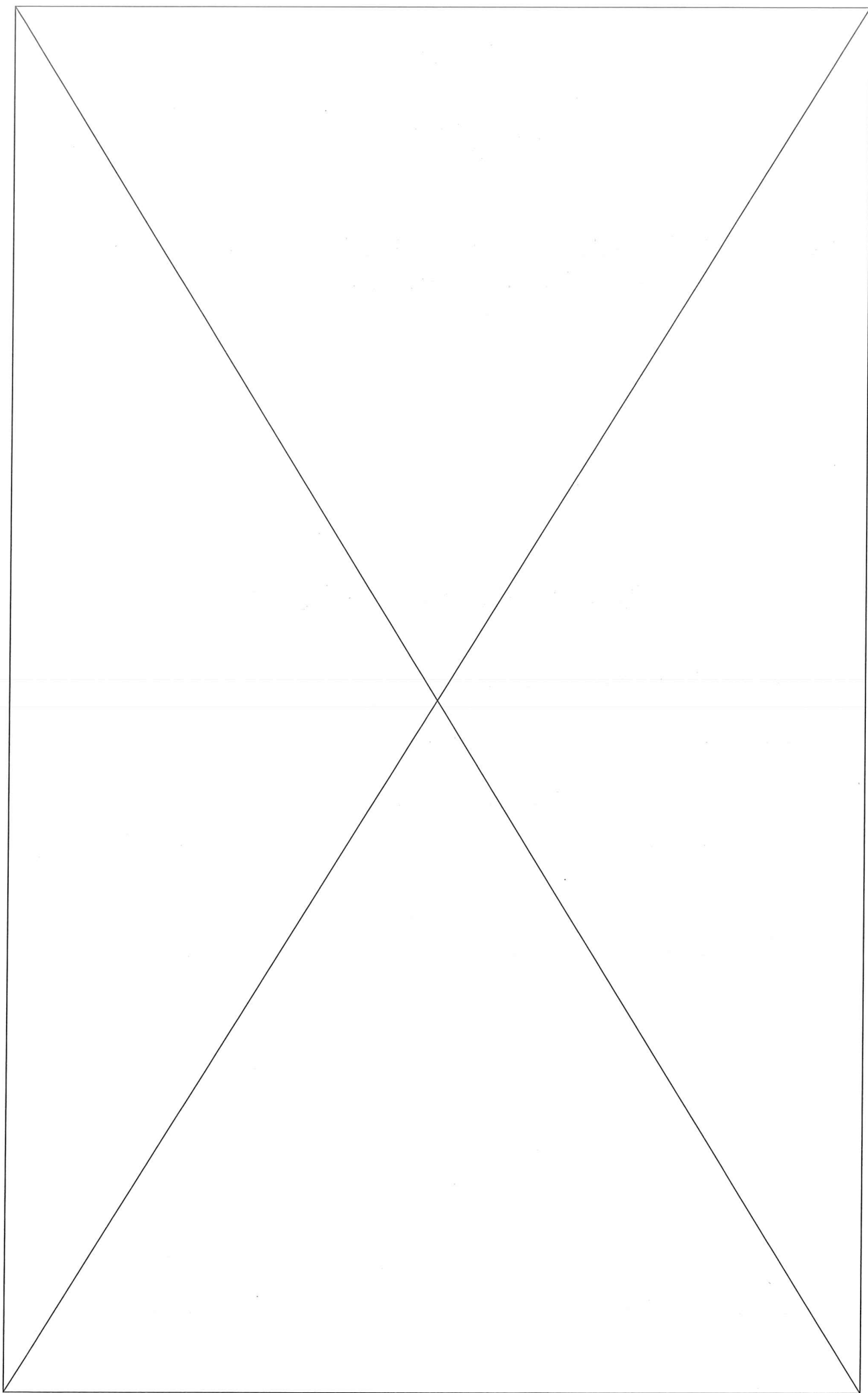
по Физике  
профиль олимпиады

Лаврова Анастасия Александровна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

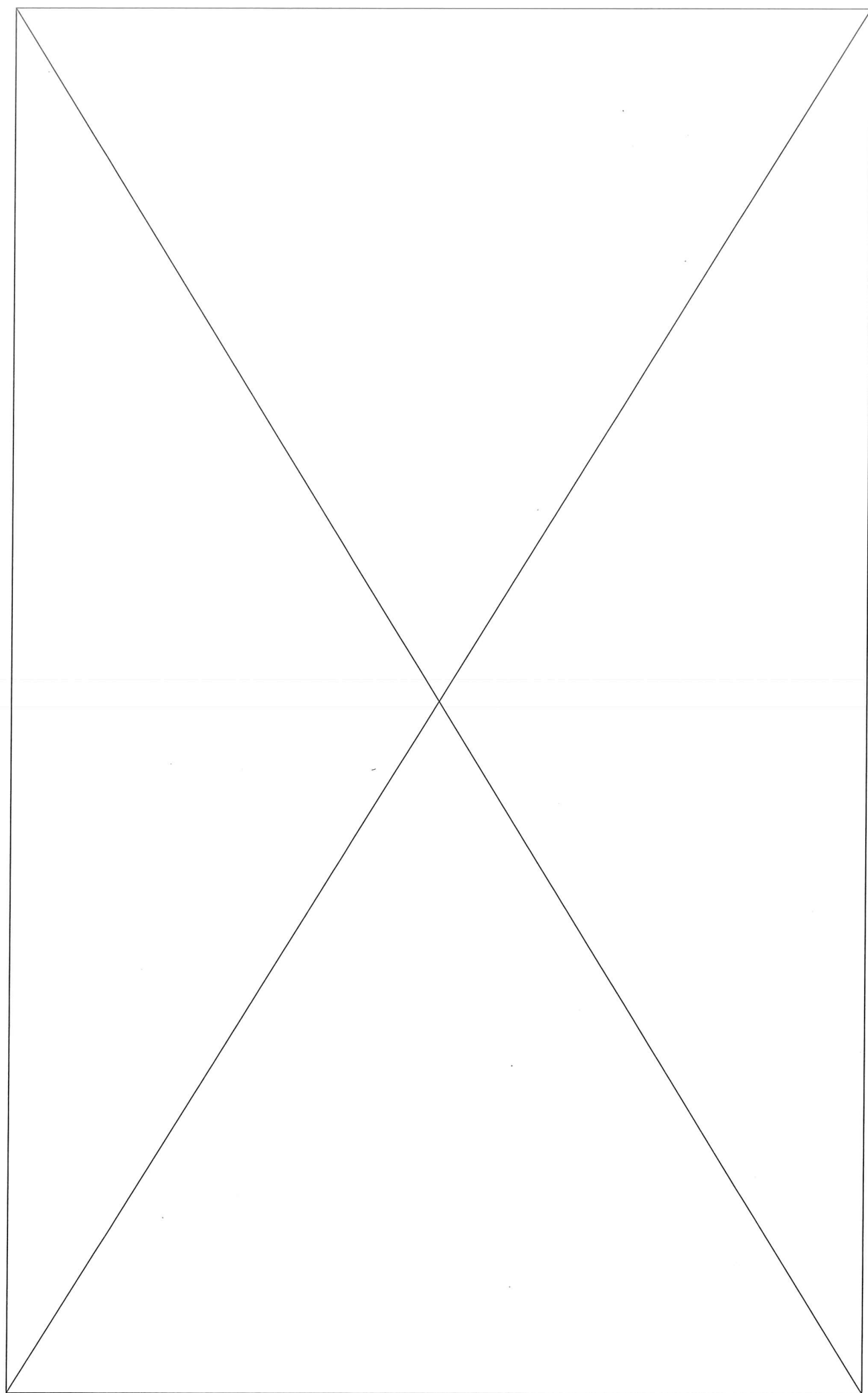
Выход 16 58  
Приход 16 58

Дата  
«13» февраля 2026 года

Лаврова Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Задача 3 Чистовик

Дано:  
 $m_p = 500 \text{ г}$   
 $m_1 = 300 \text{ г}$   
 $t_1 = 90^\circ \text{С}$   
 $m_3 = 400 \text{ г}$   
 $t_3 = 5^\circ \text{С}$   
 $m_2 = 250 \text{ г}$   
 $t_2 = -10^\circ \text{С}$   
 $c_p = 500 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{С)}$   
 $c_w = 100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{С)}$   
 $\lambda = 340 \text{ кДж/кг}$   
 Найти:  $t_k$

Сначала мы имеем систему из воды и льда при  $t_1 = 90^\circ \text{С}$ . После добавления воды при  $t_3 = 5^\circ \text{С}$  установившаяся температура  $t$ . Верно уравнение теплового баланса:

$$c_w \cdot m_1 \cdot (t_1 - t) + c_p \cdot m_p (t_1 - t) = c_w \cdot m_3 \cdot (t - t_3)$$

$$t_1 (c_w \cdot m_1 + c_p \cdot m_p) - t (c_w \cdot m_1 + c_p \cdot m_p + c_w \cdot m_3) + c_w \cdot m_3 \cdot t_3 = 0$$

$$t = \frac{t_1 (c_w \cdot m_1 + c_p \cdot m_p) + c_w \cdot m_3 \cdot t_3}{c_w \cdot m_1 + c_p \cdot m_p + c_w \cdot m_3}$$

$$= \frac{90 (4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) + 4200 \cdot 0,4 \cdot 5}{4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,4}$$

$$= \frac{90 \cdot 1510 + 8400}{1510 + 680} = \frac{144300}{3190} = 45,23^\circ \text{С}$$

Далее кипение льда и установившаяся  $t_k$ :

$$c_w \cdot m_6 (t - t_k) + c_p \cdot m_p (t - t_k) = m_2 \cdot c_l \cdot (0 - t_2) + \lambda \cdot m_2 + c_w \cdot m_2 t_k$$

$$m_6 = m_1 + m_3$$

$$t (c_w (m_1 + m_3) + c_p \cdot m_p) - t_k (c_w \cdot (m_1 + m_3) + c_p \cdot m_p + c_w \cdot m_2) - \lambda \cdot m_2 + m_2 c_l \cdot t_2 = 0$$

$$t_k = \frac{t (c_w (m_1 + m_3) + c_p \cdot m_p) - \lambda \cdot m_2 + m_2 c_l t_2}{c_w (m_1 + m_3) + c_p \cdot m_p + c_w \cdot m_2}$$

Черновик



$$W = \frac{A}{T} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 \cdot R_0}{R_0^2} = \frac{U^2}{2R_0}$$

$$A = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

$$W = \frac{A}{60 \text{ сек}}$$

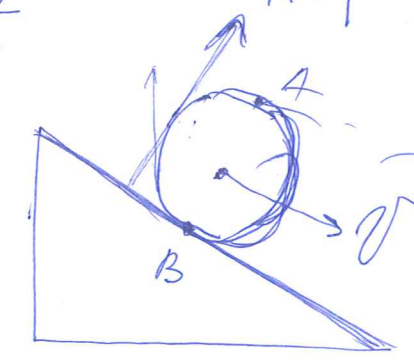
$$\omega = \frac{2\ell}{r \cdot t}$$

$$\omega = \frac{2\ell}{r \cdot t^2}$$

$$\frac{\ell}{2\pi r} = \frac{a r t^2}{2}$$

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

$$a = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t^2}$$



$$\frac{720}{616} = \frac{308}{2,33} = \frac{1040}{1160}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = 2\pi \cdot R$$

$$T = \frac{2\pi \cdot R}{g \sin \alpha}$$

$$\omega_A = \omega_{\text{сп}} + \omega = g \sin \alpha \cdot \frac{R}{2}$$

$$\omega_B = \omega - \omega_{\text{сп}}$$

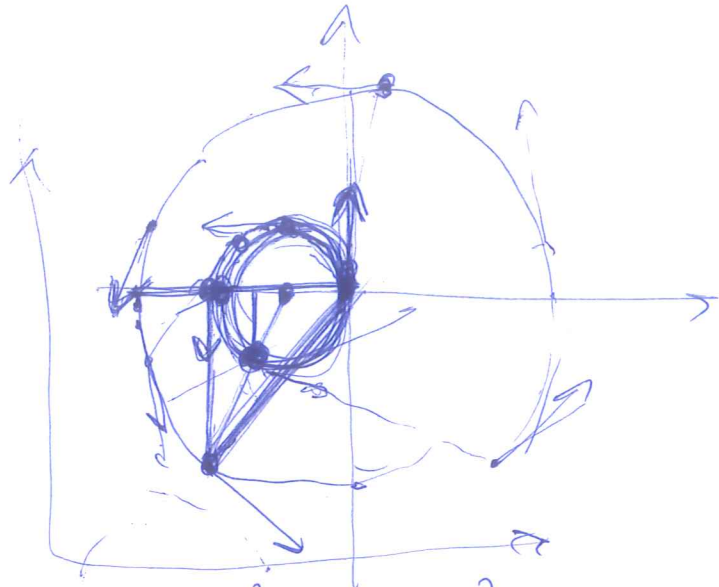
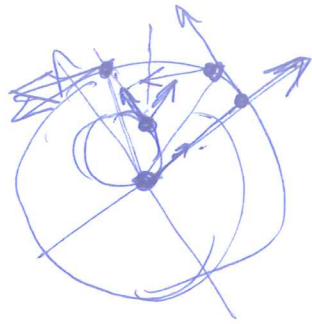
$$\omega = \frac{2\pi \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \ell}{2}}{2\pi \cdot \frac{\sin \alpha \cdot R}{g}}$$

$$\ell_0 = 2\pi \cdot \frac{2\pi R}{g} \quad \omega = at \quad \ell_0 = \frac{at^2}{2}$$

Чертовик

$$\frac{2\pi r}{\sigma_2} = \frac{2\pi R}{\sigma_1}$$

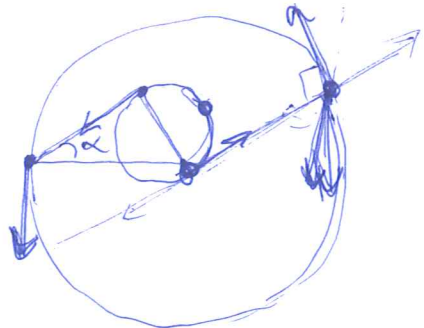
$$r = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \cdot R = \frac{21}{25} \cdot R$$



$$a_y = \frac{\sigma_1^2}{R} = \frac{\sigma_2^2}{2r}$$

$$r = \frac{\sigma_2^2}{2\sigma_1^2} \cdot R =$$

$$\frac{\sigma_2^2}{R} = \frac{\sigma_1^2 \cos^2 \alpha}{\sin \alpha \cdot \frac{2r}{R}} = \frac{576}{1250} \cdot R \quad \Delta V = \frac{\sigma^2}{\sin \alpha} = \frac{\sigma^2}{\frac{R \cdot \sigma}{2r}} = \frac{2r \sigma}{R}$$



$$a_1 = \frac{\sigma_1^2}{R} \frac{\Delta V}{\sigma_1} = \frac{2\sigma_2}{t}$$

$$\frac{\sigma_2^2}{R} = \frac{2\sigma_2}{t}$$

$$t = \frac{2R}{\sigma_2}$$

$$l = \omega t = \frac{\sigma_1^2}{R} \cdot \frac{2R}{\sigma_2}$$

49-77-33-88 (5,3)

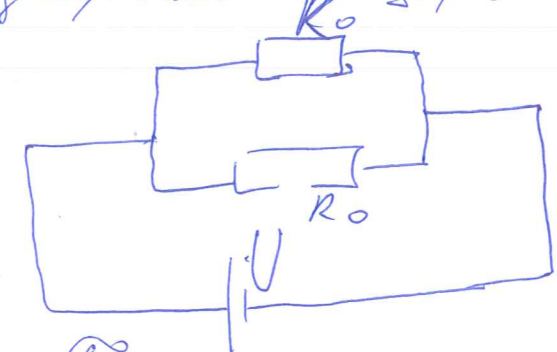
Чистовик

$$\begin{aligned} & t(4200 \cdot 0,7 + 500 \cdot 0,5) - 340 \cdot 10^3 \cdot 0,25 = 0,25 \cdot 100 \cdot 10 \\ & = \frac{4200 \cdot 0,7 + 500 \cdot 0,5 \cdot 4200 \cdot 0,25}{t(2940 + 250) - 85 \cdot 10^3 - 40} = \\ & = \frac{2940 + 250 + 1050}{144300 - 85000 - 40} = \frac{59260}{4240} = \\ & = \frac{4523 \cdot 3190 - 85 \cdot 10^3 - 40}{4240} = \\ & = \frac{144300 - 85000 - 40}{4240} = \frac{59260}{4240} = \end{aligned}$$

Ответ:  $14^\circ\text{C} = 13,97^\circ\text{C} \approx 14^\circ\text{C}$

Задача 4

Систему из стержней можно представить в виде схемы из параллельно соед. резисторов:



Дано:  
 $t_1 = 8,6^\circ\text{C}$   
 $U = 200\text{В}$   
 $N = 2 \rightarrow$   
 $\rightarrow$  стержни из никеля  
 $d = 4\text{мм}$   
 $t_2 = 40^\circ\text{C}$   
 $d = 0,6\text{мм}$   
 $\rho = 1,1\text{Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$   
 $\epsilon = 4200\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$   
 $\rho_0 = 1000\text{кг}/\text{м}^3$

Пусть сопр. каждого  $= R_0$   
 Тогда общее сопр.  $R = \frac{R_0^2}{2R_0} = \frac{1}{2}R_0$

Найти:  
 $L$

Найдём мощность нагревателя:  
 $W = \frac{U^2}{R} = \frac{2U^2}{R_0}$   
 Воспользуемся отн:

$W = \frac{Q}{t}$   
 Рассмотрим данный период времени  $t = 60\text{сек}$ .

За время  $t$  нагревается  $4$  м воды: Черновик  
 $m_0 = \rho \cdot V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 =$   
 $= 4 \text{ кг}$

$$Q = c \cdot m_0 \cdot \Delta t = c \cdot m_0 \cdot (t_2 - t_1)$$

$$W = \frac{Q}{t} = \frac{c \cdot m_0 \cdot (t_2 - t_1)}{t} = \frac{2V^2}{R_0}$$

$$R_0 = \frac{2V^2 \cdot t}{c \cdot m_0 \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 60}{4200 \cdot 4 \cdot 31,4}$$

$$= \frac{48 \cdot 10^5}{4 \cdot 4200 \cdot 314 \cdot 10} = \frac{10^4 \cdot 2}{7 \cdot 314}$$

$$R_0 = \rho \cdot \frac{l}{S} = \rho \cdot \frac{4l}{\pi d^2}$$

$$l = \frac{R_0 \cdot \pi \cdot d^2}{4\rho} = \frac{2V^2 \cdot t \cdot \pi d^2}{c \cdot m_0 \cdot (t_2 - t_1) \cdot 4\rho}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot 0,36}{4 \cdot 1,1 \cdot 7 \cdot 314}$$

$$= \frac{10^2 \cdot 0,72}{30,8} = \frac{72}{30,8} \approx$$

$$\approx 2,33 \text{ м}$$

$$L = l \cdot N = 4,66 \text{ м} \approx 5 \text{ м}$$

Ответ: 5 м

Черновик → Дамел

$$H = L \bar{L}_1 = \frac{v_1^2 \sin^2 \beta}{2g \sin \alpha} \mp R \cdot \tan \beta / 2 \sin \beta$$

$$\begin{aligned} L_1 &= L \cdot \sin \beta = \sqrt{L_2^2 - R^2} \cdot \sin \beta = \\ &= \sqrt{\frac{R^2}{\cos^2 \beta / 2} - R^2} \sin \beta = \\ &= R \sqrt{\frac{\sin^2 \beta / 2}{\cos^2 \beta / 2}} \sin \beta = \\ &= R \cdot \tan \beta / 2 \sin \beta \end{aligned}$$

~~H<sub>max</sub> достигн. при sin β<sub>max</sub> = 1~~

$$H_{\max} = \frac{v_1^2}{2g \sin \alpha} + R$$

H<sub>max</sub> достигн. при sin β<sub>max</sub> = 1

$$\begin{aligned} H_{\max} &= \frac{v_1^2}{2g \sin \alpha} \mp R \cdot \tan 45^\circ \cdot 1 = \\ &= \frac{v_1^2}{2g \sin \alpha} \mp R \\ &= \frac{100}{10} \end{aligned}$$

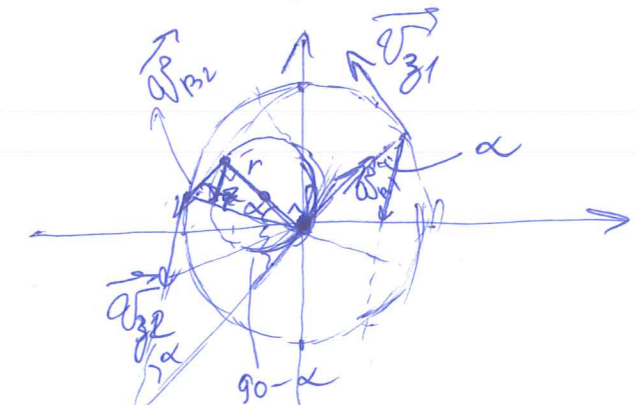
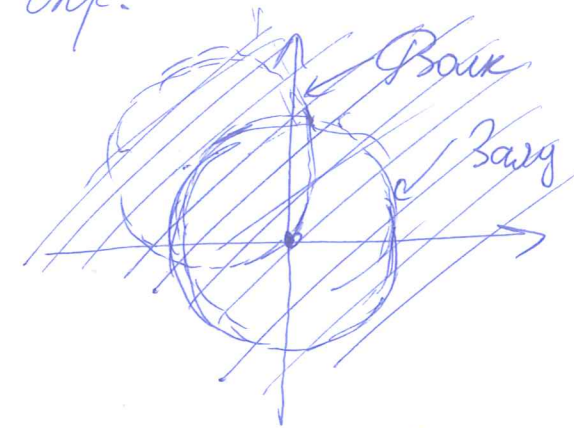
sin β/2 = 0

12

Задача 1 Чистовик

Дано:  
 $v_1 = 25 \text{ км/с}$   
 $R = 30 \text{ м}$   
 $v_2 = 24 \text{ км/с}$   
 $\neq$   
 Найти:  
 $L$

Если ~~на~~ направление вектора скорости веха меняется по напр. точки движ. по окр., то он сам движется по окр.

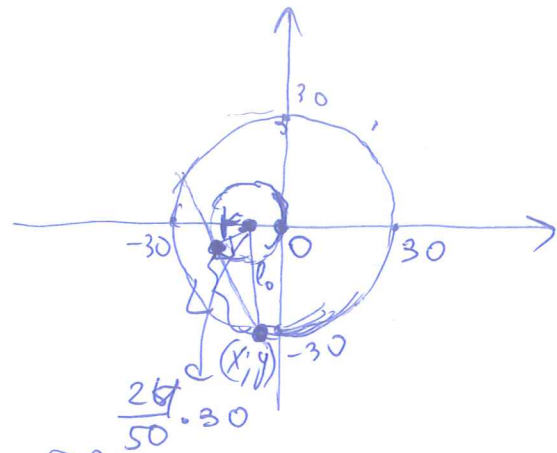


Найти соотн.  $a_x$  и  $a_y$  веха и зайца.

$$\begin{aligned} a_{x\beta} &= \frac{v_2^0}{t} \\ a_{x\gamma} &= \frac{\Delta v_{\gamma 1}^0}{t} = \frac{v_{\gamma 1}^0 \cos \alpha}{t} = \\ &= \frac{v_{\gamma 1}^0 \cdot \frac{2r}{R}}{t} = \frac{v_1 \cdot \frac{2r}{R}}{t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{x\beta} &= a_{x\gamma} \\ v_2^0 &= v_1 \cdot \frac{2r}{R} \quad \text{и} \quad r = \frac{v_2}{2v_1} \cdot R = \frac{24}{50} R \end{aligned}$$

Чистовик



Найдём расстояние в произв. точке

$$L = \sqrt{l_0^2 - r^2}$$

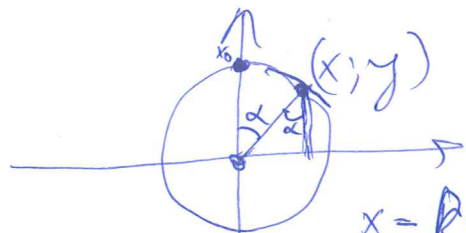
$$l_0 = \sqrt{(x+r)^2 + y^2}$$

$$L = \sqrt{x^2 + 2rx + r^2 + y^2 - r^2}$$

$$= \sqrt{x^2 + y^2 + 2rx}$$

$$= \sqrt{900 + 2rx}$$

Найдём зависимость  $x(t)$



$$x = R \cdot \sin \alpha = R \cdot \sin(\omega t)$$

$$\alpha = \omega t - \frac{2\pi r}{R}$$

$$= R \cdot \sin\left(\frac{2\pi r}{R} \cdot t\right)$$

$$25 \text{ км/ч} = \frac{25000}{3600} \text{ м/с} = \frac{250}{36} \text{ м/с} \approx 7 \text{ м/с}$$

$$L = \sqrt{900 + \frac{48}{50} \cdot R \cdot R \cdot \sin\left(\frac{48}{30} \cdot t\right)}$$

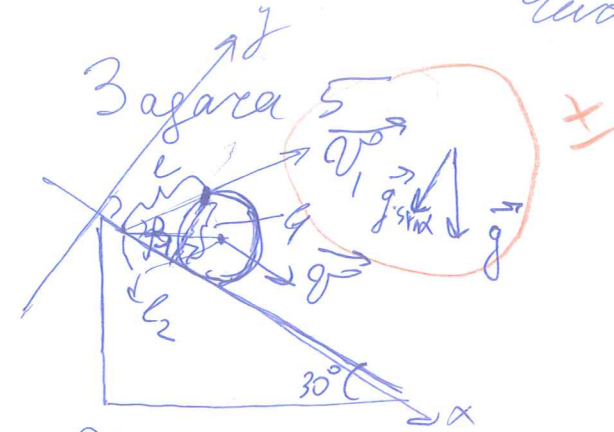
Ответ:

$$= \sqrt{900 + 0,96 R^2 \cdot \sin(0,47 \cdot \pi \cdot t)}$$

Чистовик

Дано:  
 $v_0 = 10 \text{ м/с}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

Найти:  
 $\mu_{\text{max}}$



Каму оприваема с  $v_0$

$$= \omega R$$

Найдём  $v_0$

$$\omega = a \cdot t$$

$$v_0 = g \sin \alpha \cdot t$$

$$2\pi \cdot \frac{l}{2\pi R} = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$l = \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$a = \frac{2l}{t^2 \cdot R}$$

$$\omega = \frac{2l}{t \cdot R} = \frac{g \sin \alpha \cdot t \cdot R}{g \sin \alpha \cdot t \cdot R} = \frac{g \sin \alpha}{v \cdot R} = \frac{v}{R}$$

$$v_1 = v_0$$

Равномерно произв. движ.

$$y(t) = v_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$v_y(t) = v_0 \cdot \sin \beta - g \sin \alpha \cdot t$$

$$v_y(t_1) = 0 = \frac{v_0 \sin \beta}{\sin \beta} - g \sin \alpha \cdot t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \beta}{g \sin \alpha}$$

$$y(t_1) = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{g \sin \alpha} - \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g \sin \alpha} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g \sin \alpha} = L$$