



+ 1 *госмет*

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

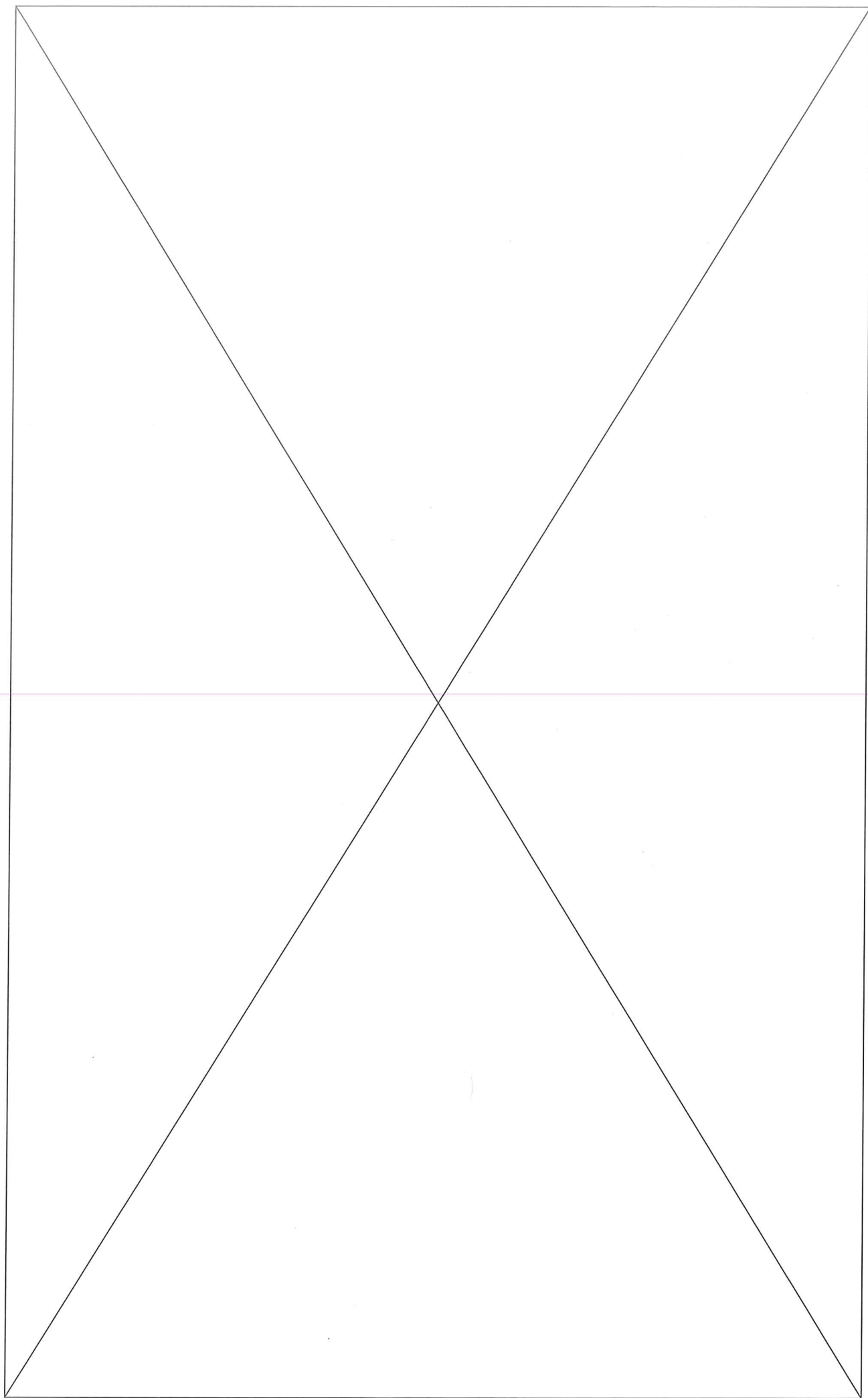
Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

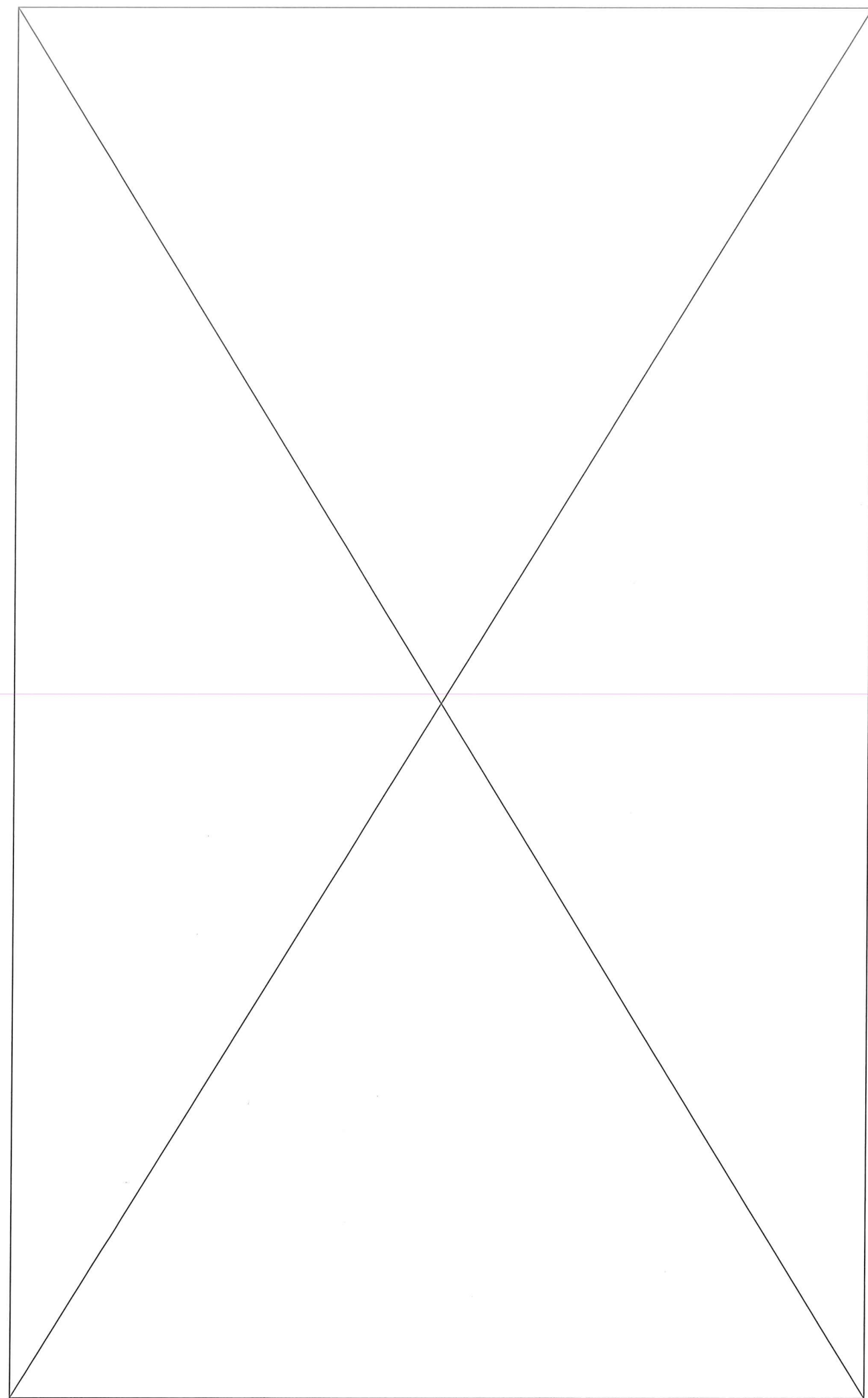
Свиридова Ярослава Олеговича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» 02 2026 года

Подпись участника  
*Я.Свиридов*



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

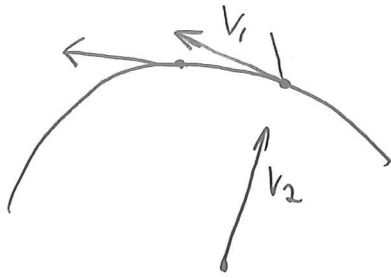


Выполнять задания на титульном листе запрещается!

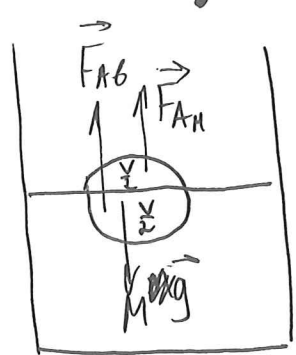
Черновик



$$\begin{array}{r} 5905 \overline{) 424} \\ \underline{424} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \\ 11 \phantom{0} \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 1 \\ 44 \phantom{0} \\ \underline{+ 2} \\ 154 \end{array}$$



$$\frac{V}{2} \rho_b g + \frac{V}{2} \rho_m g = Mg$$

$$V \left( \frac{\rho_b + \rho_m}{2} \right) = Mg$$

$$V \left( \frac{\rho_b + \rho_m}{2} \right) = m + \Delta m$$

$$\Delta m = V \left( \frac{\rho_b + \rho_m}{2} \right) - m$$

$$V \left( \frac{1 + 0,92}{2} \right) - m =$$

$$= \frac{192}{2} - 20 = 96 - 20 = 76 \text{ г}$$

$$\begin{array}{r} 1010 \phantom{0} \\ 14430 \\ \underline{- 8525} \\ 5905 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 151 \\ \underline{+ 9} \\ 1359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 151 \\ \underline{+ 90} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 341 \\ \underline{+ 5} \\ 840 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 341 \\ \underline{+ 25} \\ 725 \\ \underline{+ 1405} \\ 1682 \\ \underline{+ 682} \\ 8525 \end{array}$$

14

03-06-21-66  
(5.10)

№2

Dano:

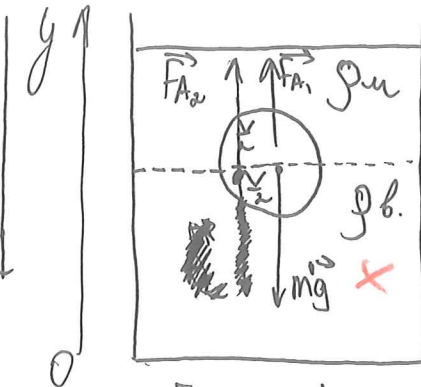
$V = 100 \text{ см}^3$

$m = 20 \text{ г}$

$\rho_b = 12 / \text{см}^3$

$\rho_m = 0,922 / \text{см}^3$

$\Delta m = ?$



$F_A = \rho_m \cdot V \cdot g$

$m' = m + \Delta m$

$m'g + F_{A2} + F_{A1} = m'a +$   
усл. равновесии  
на Oy  $a = 0$

$F_{A2} + F_{A1} = m'g +$

$\rho_b \cdot \frac{V}{2} \cdot g + \rho_m \cdot \frac{V}{2} \cdot g = m'g +$

$\left( \frac{\rho_b + \rho_m}{2} \right) V = m + \Delta m$

$\Delta m = \left( \frac{\rho_b + \rho_m}{2} \right) V - m$

$\Delta m = \left( \frac{12 / \text{см}^3 + 0,922 / \text{см}^3}{2} \right) 100 \text{ см}^3 - 20 \text{ г}$

$\Delta m = 76 \text{ г}$

Ответ: 76 г

Воспользуемся  
формулой по  
изменению  
плотности

1	2	3	4	5	6
1	20	20	15	15	88
1	20	20	15	15	88

Условие

Условие

Условие

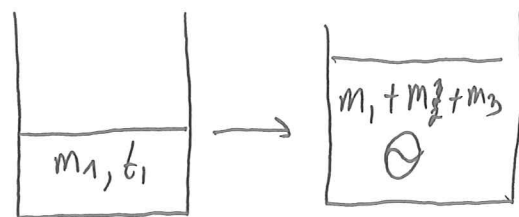
Условие

Условие

Условие

1

№3  
 Дано:  
 $m_{\text{оп}} = 0,5 \text{ кг}$   
 $m_1 = 0,3 \text{ кг}$   
 $t_1 = 90^\circ \text{C}$   
 $m_3 = 0,4 \text{ кг}$   
 $t_3 = 5^\circ \text{C}$   
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$   
 $m_2 = 0,25 \text{ кг}$   
 $t_2 = -10^\circ \text{C}$   
 $c_{\text{оп}} = 500 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$   
 $c_b = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$   
 $c_n = 100 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$   
 $\lambda = 340000 \text{ Дж/кг}$



$|Q_{\text{отг}}| = Q_{\text{нагр}}$

$c_b m_1 (t_1 - \theta) + c_{\text{оп}} m_{\text{оп}} (t_1 - \theta) = c_b m_3 (\theta - t_3) + c_n m_2 (t_0 - t_1) + \lambda m_2 + c_b m_2 (\theta - t_0)$

$(c_b m_1 + c_{\text{оп}} m_{\text{оп}}) (t_1 - \theta) = c_b m_3 (\theta - t_3) + c_n m_2 (t_0 - t_1) + \lambda m_2 + c_b m_2 (\theta - t_0)$

$(1260 + 250)(90 - \theta) = 4200 \cdot 0,4 (\theta - 5) + 0,25(1000 + 340000 + 42 \cdot 25 \theta)$

$151 \theta (90 - \theta) = 42 \cdot 4 \theta (\theta - 5) + 25 \theta + 25 \cdot 340 \theta + 25 \cdot 42 \theta$

$151 \cdot 90 - 151 \theta = 168 \theta - 168 \cdot 5 + 25 \theta + 25 \cdot 341 + 25 \cdot 42 \theta$

$151 \cdot 90 + 168 \cdot 5 - 25 \cdot 341 = 151 \theta + 168 \theta + 25 \theta + 105 \theta$

$\theta = \frac{5905}{424} \approx 14^\circ \text{C}$

Ответ:  $14^\circ \text{C}$

Черновик

$c_b m_1 (t_1 - \theta) = c_{\text{оп}} m_{\text{оп}} (t_1 - \theta)$

$t_1 : 90^\circ \text{C} \rightarrow t_2$

$c_b m_1 (t_1 - \theta) + c_{\text{оп}} m_{\text{оп}} (t_1 - \theta) = c_b m_3 (\theta - t_3) + c_n m_2 (0 - t_2) + \lambda m_2 + c_b m_2 (\theta - 0)$

$4200 \cdot 0,3 (90 - \theta) + 500 \cdot 0,5 (90 - \theta) = 4200 \cdot 0,4 (\theta - 5) + 2100 \cdot 0,25 (0 + 10) + 340000 \cdot 0,25 + 4200 \cdot 0,25 (\theta - 0)$

$(1260 + 250)(90 - \theta) = 1680 (\theta - 5) + 210 \cdot 25 + 3400 \cdot 25 + 42 \cdot 25 \theta$

$1510 (90 - \theta) = 1680 (\theta - 5) + 3652 \cdot 25 + 3610 \cdot 25 + 42 \cdot 25 \theta$

$151 (90 - \theta) = 168 (\theta - 5) + 1826 \cdot 5 \theta$

$151 \cdot 90 - 151 \theta = 168 \theta - 168 \cdot 5 + 1826 \cdot 5$

$151 (90 - \theta) = 168 (\theta - 5) + 361 \cdot 25 + 21 \cdot 5 \theta$

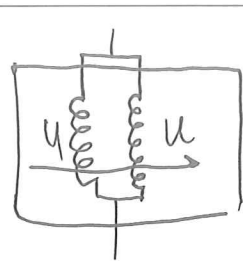
$151 \cdot 90 - 151 \theta = 168 \theta - 168 \cdot 5 + 361 \cdot 25 + 21 \cdot 5 \theta$

$151 \cdot 90 + 168 \cdot 5 - 361 \cdot 25 = 319 \theta + 105 \theta$

$5(151 \cdot 18 + 168 - 361 \cdot 5) = 424 \theta$

$1081,5 = 5405$   
 $\frac{5405}{424} = 12,75$

$\frac{151}{361} = 0,418$   
 $\frac{168}{1805} = 0,093$   
 $\frac{1208}{151} = 7,99$   
 $\frac{2418}{1081,5} = 2,236$



Чертовски

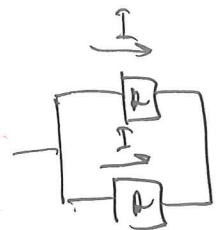
за время  $\tau = 1 \text{ мин}$   
проходит  $q = 4 \text{ м Ватт}$

$$Q = c m \Delta t = 4200 \cdot 4 \cdot (40 - 8,6)$$

$$31,4 = 4 \cdot 314 \cdot 420$$

зас

$$N = 2 \frac{U^2}{R}$$



$IR = U$

$$N \cdot \tau = Q$$

$$N = \frac{420 \cdot 314 \cdot 4}{60} = 23 \cdot 314 \text{ Вт}$$

$$\frac{U^2}{R} = 23 \cdot 314 \cdot 314 \text{ Вт}$$

$$R = \frac{400 \cdot 200 \cdot 200}{14 \cdot 314}$$

$$R = \frac{L \cdot \rho}{S} = \frac{200 \cdot 200}{14 \cdot 314}$$

$$\frac{L \cdot \rho}{\pi d^2} = \frac{200 \cdot 200}{14 \cdot 314}$$

$$N = 2 \frac{U^2}{\frac{L \rho}{\pi d^2}} = \frac{c \cdot a \cdot \rho \cdot \Delta t}{\tau}$$

$$\frac{U^2}{\frac{2 \cdot 4 \cdot \rho}{\pi d^2}} = c \cdot a \cdot \rho \cdot \Delta t$$

$$\pi d^2 \cdot U^2 = 2 \rho c a \rho \Delta t$$

$$L = \frac{\pi d^2 \cdot U^2}{2 \rho c \cdot a \cdot \rho \Delta t}$$

$\pi \approx 3,14$

03-06-21-66  
(5.10)

№ 4

Дано

$t_1 = 8,6^\circ \text{C}$

$U = 200 \text{ В}$

$N = 2$

$a = 4 \text{ м} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

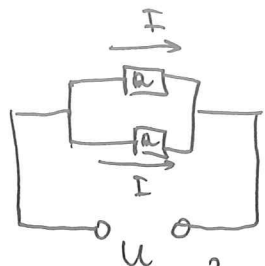
$t_2 = 40^\circ \text{C}$

$\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{м} / \text{м}^2$

$c = 4200 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot ^\circ \text{C}$

$\rho_0 = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$

$L = ?$



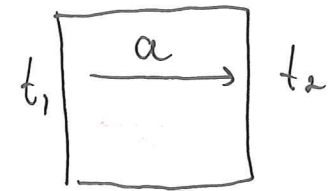
$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

$$U = IR$$

$$P_{\text{сумм}} = N \cdot \frac{U^2}{R}$$

$$P_{\text{сумм}} = \frac{N \cdot U^2 \cdot S}{\rho L}$$



$$N = \frac{Q}{dt}$$

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

$$m = a \cdot dt \cdot \rho_0$$

$$N = \frac{c \cdot a \cdot dt \cdot \rho_0 (t_2 - t_1)}{dt} = c a \rho_0 (t_2 - t_1)$$

$$N = P_{\text{сумм}}$$

$$c a \rho_0 (t_2 - t_1) = \frac{N \cdot U^2 \cdot S}{\rho L}$$

$$L = \frac{N \cdot U^2 \cdot S}{\rho \cdot c \cdot a \cdot \rho_0 (t_2 - t_1)} = \frac{N^2 \cdot U^2 \cdot \pi d^2}{4 \cdot \rho \cdot c \cdot a \cdot \rho_0 (t_2 - t_1)}$$

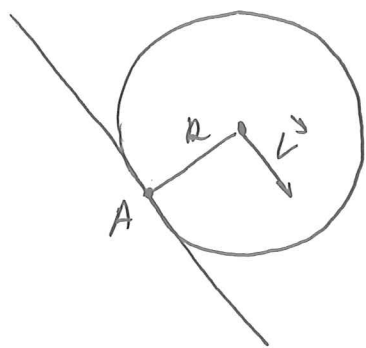
$$L = \frac{2 \cdot 200 \cdot 200 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,6}{1,1 \cdot 4200 \cdot 4 \cdot \frac{1}{15} \cdot 1000 \cdot 314 \cdot 10^{-3}} = \frac{2 \cdot 314 \cdot 6 \cdot 6}{11 \cdot 42 \cdot 4 \cdot \frac{100}{15} \cdot 10 \cdot 314 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{3 \cdot 3}{11 \cdot 4 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = \frac{9}{154} \approx \frac{900}{154} \approx 6 \text{ м}$$

Ответ: 6 м

№5  
Дано  
 $v = 10 \text{ м/с}$

0) Вращательное движение:  
 $v_{\text{вр.}} = \omega R$

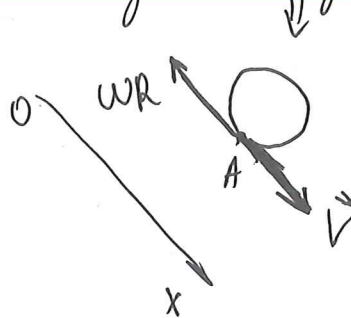


3)



1) Движение каждой точки, а точнее — скорость в каждый момент времени определяется суммой скорости вращения всего колеса и вращательной скоростью всего колеса

2) у точки A (соприкас. колеса и поверхности) скорость равна 0, т.к. это движение без проскальзывания



в проекции на OX

$$v - \omega R = 0$$

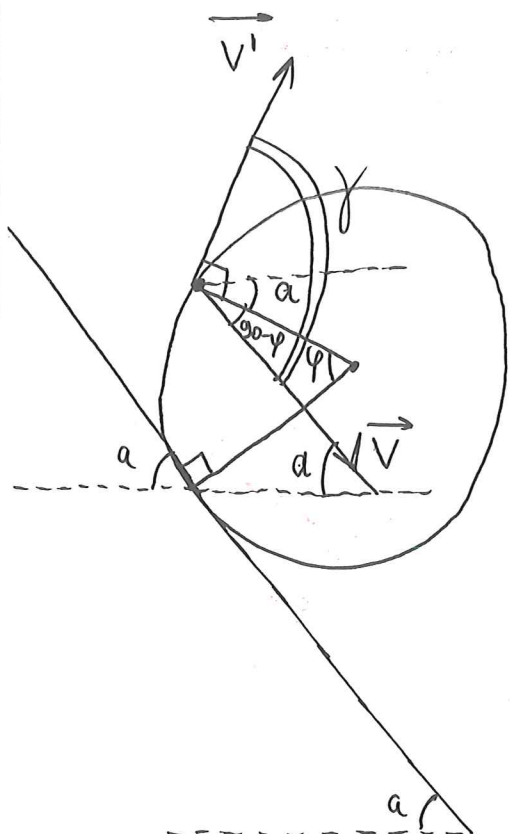
$$v = \omega R$$

⇓  
скорость в каждой точке состоит из двух векторов, равных по модулю по радиусу по направлению

4) Каждую точку на окружности будем характеризовать через угол φ, угол между радиусом к поверхности и к этой точке — γ

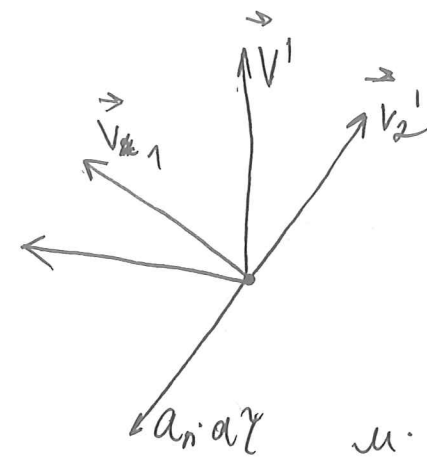
$$\gamma = 90 + 90 - \varphi$$

4



2

Чертов



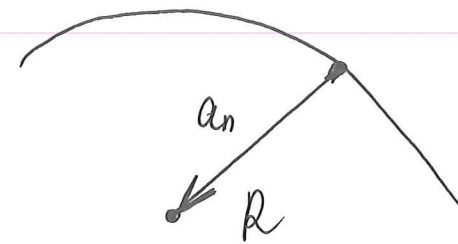
$$\frac{N \cdot u \cdot u \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho \cdot c \cdot a \cdot \rho_0 (t_2 - t_1)}$$

$$u \cdot B \cdot B \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot c \cdot u^3$$

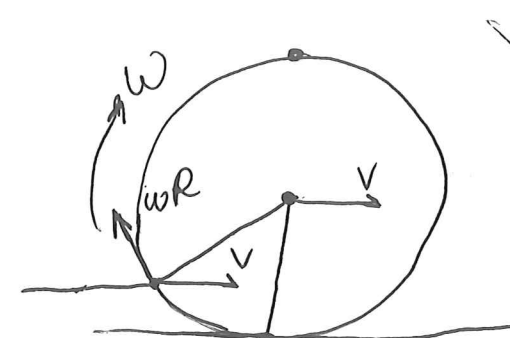
$$4 \cdot D \cdot u \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot D \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu \cdot \mu$$

$$u$$

2



2



2

2

2

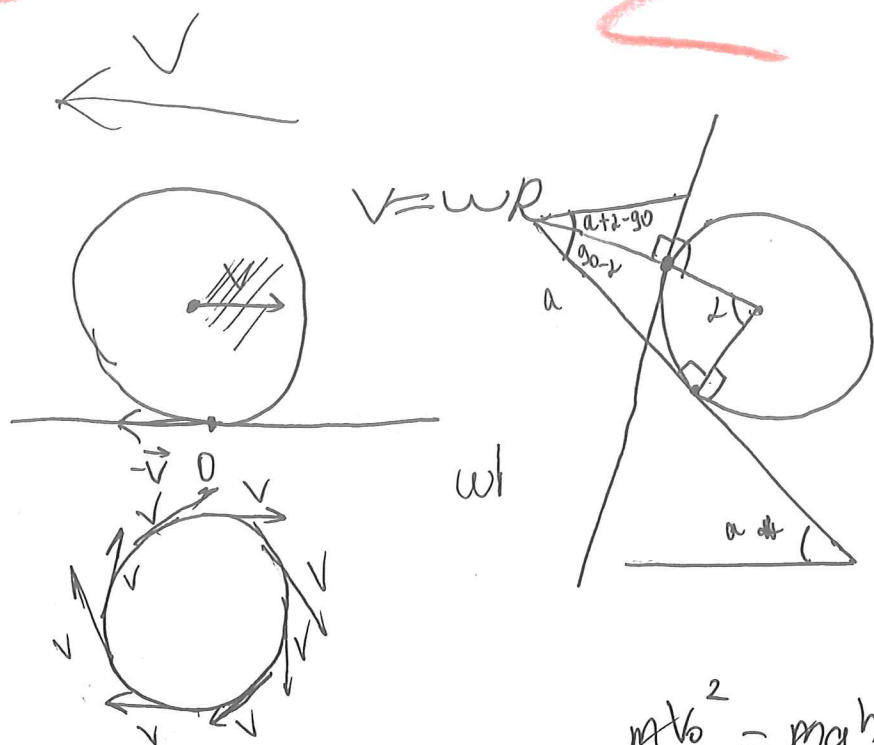
2

11

Черновик

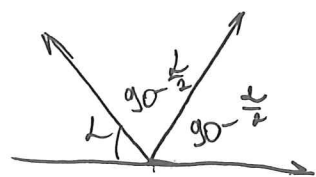
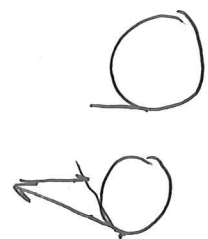
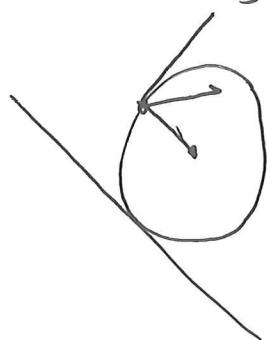
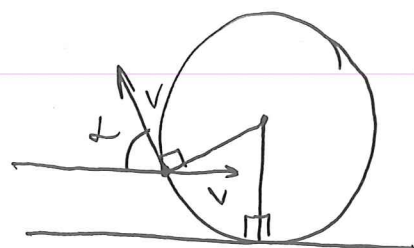
2

2



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$



$$v' = \sqrt{v^2 + v^2 - 2v^2 \cos 2\alpha}$$

$$v' = v \sqrt{2 - 2\cos 2\alpha}$$

$$h_{max} = \frac{v^2(2 - 2\cos 2\alpha)}{2g} = \frac{v^2}{g}(1 - \cos 2\alpha)$$

10

03-06-21-66  
(5.10)

параллельны перпендикуляру, что симметрично  
вектор скорости  $\vec{u}$   
касается по Т. косинусов  
 $\cos 180 - \gamma = -\cos \gamma$



$$u^2 = v^2 + v^2 - 2v^2 \cos 180 - \gamma$$

$$u^2 = 2v^2 + 2v^2 \cos \gamma$$

$$u^2 = v^2(2 + 2 \cos \gamma)$$

$$u^2 = v^2(2 + 2 \cos 180 - \gamma)$$

$$u^2 = v^2(2 + 2 \cos \varphi - 2 \cos \varphi)$$

2

Максимальная высота отн-но нач. положению точки достигается  
если вся кинетическая энергия перейдет в потенциальную

при  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ , где  $\Delta h$  - высота на которую поднимется  
тело отн-но своему положению  
на склоне

$$\Delta h = \frac{u^2}{2g}$$

$$\Delta h = \frac{v^2(2 + 2 \cos \varphi)}{2g}$$

15

$1 - \cos \varphi$  достигает макс. при  $\varphi = \pi$   $\cos \varphi = -1$   
и это значение = 2

$$\Delta h_{max} = \frac{2v^2}{g}$$

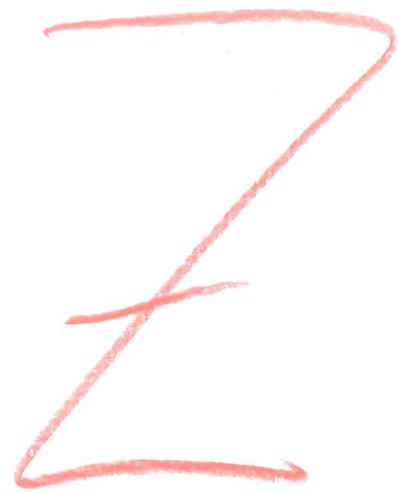
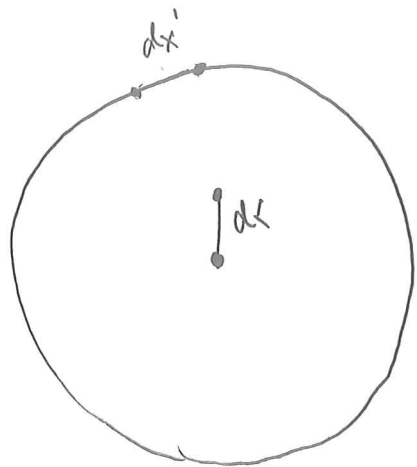
$$\Delta h_{max} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10}{10} \text{ м} = 20 \text{ м}$$

Ответ: 20 м

10

5

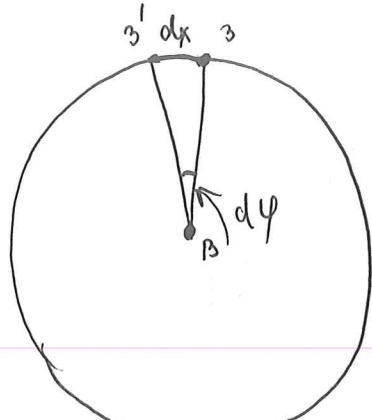
N1



N1

Дано:

- $V_1 = 25 \text{ км/ч}$
- $V_2 = 24 \text{ км/ч}$
- $R = 30 \text{ м}$



при  $a \rightarrow \infty$

$dx^a, dx^{a+1} \dots$  будут

выпрямляться на одну окружность

и картина с траекториями зайца и волка

будет выглядеть так:

так и при этом у этих окружностей будет общий

центр, т.е. их угловые скорости постепенно сравняются

и радиус окружности, по которой будет двигаться волк

будет  $r$ , т.е.

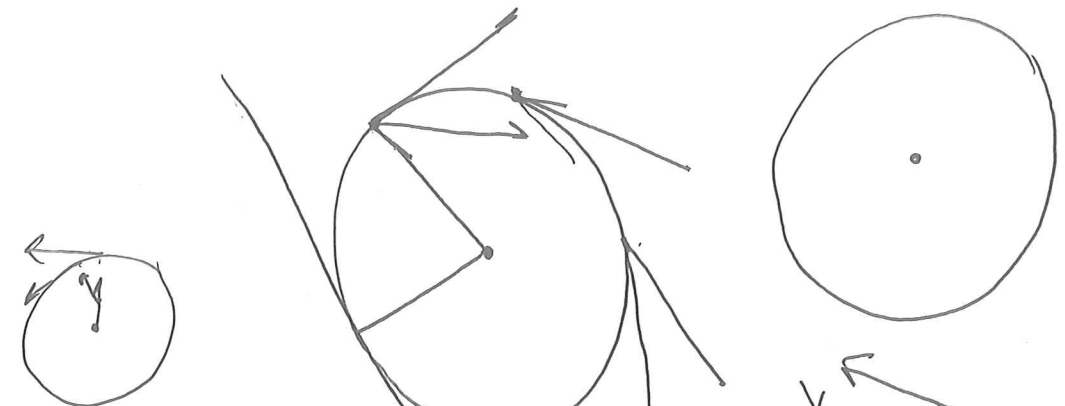
$$V_1 = \omega R$$

$$V_2 = \omega r$$

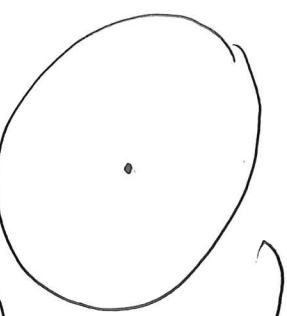
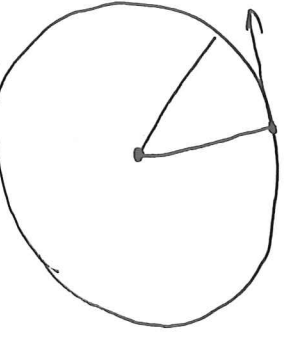
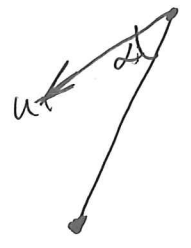
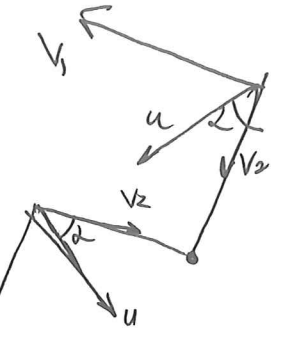
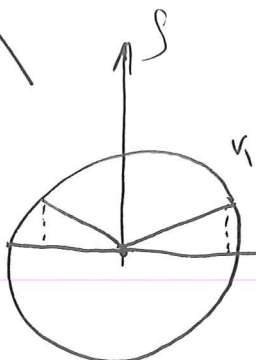
$$\frac{r}{R} = \frac{V_2}{V_1}$$

6

Чертовик

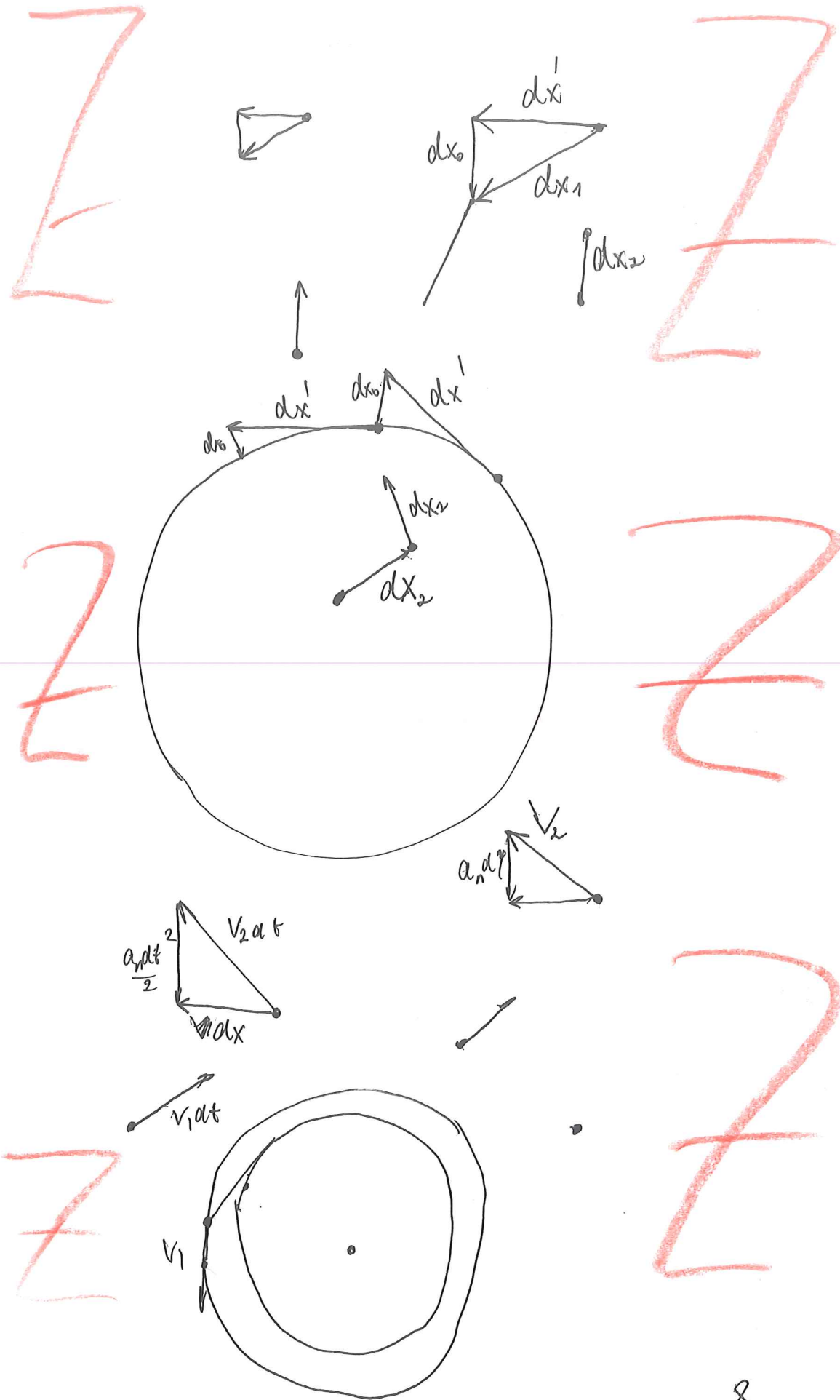


$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$



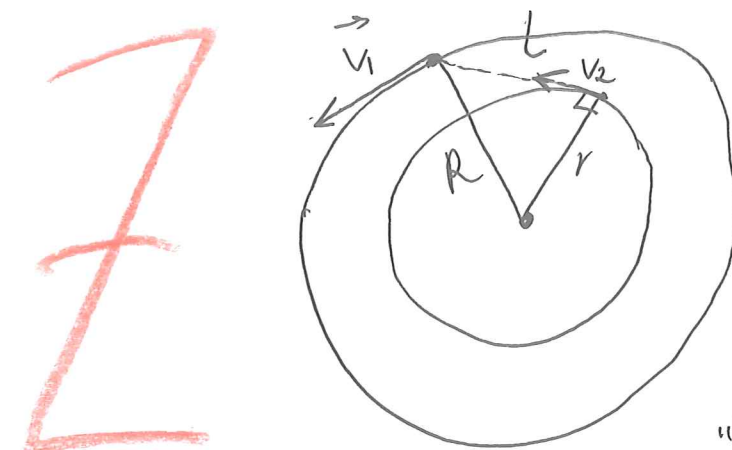
9

Черновик



03-06-21-66  
(5.10)

№1



и в такой случае  
расстояние между  
зубцами и впадинами  
будет  $l$  и  
равно  $\sqrt{R^2 - r^2}$

Уточнение  
т.к. зубцы и впадины  
"смещаются" на  $d\varphi$  радианов

-  $dt$ , то  $l$  будет оставаться постоянным

$$L = \sqrt{R^2 - r^2} = 900 - \sqrt{30^2 - 23,8^2} = \sqrt{1,2 \cdot 58,8} =$$

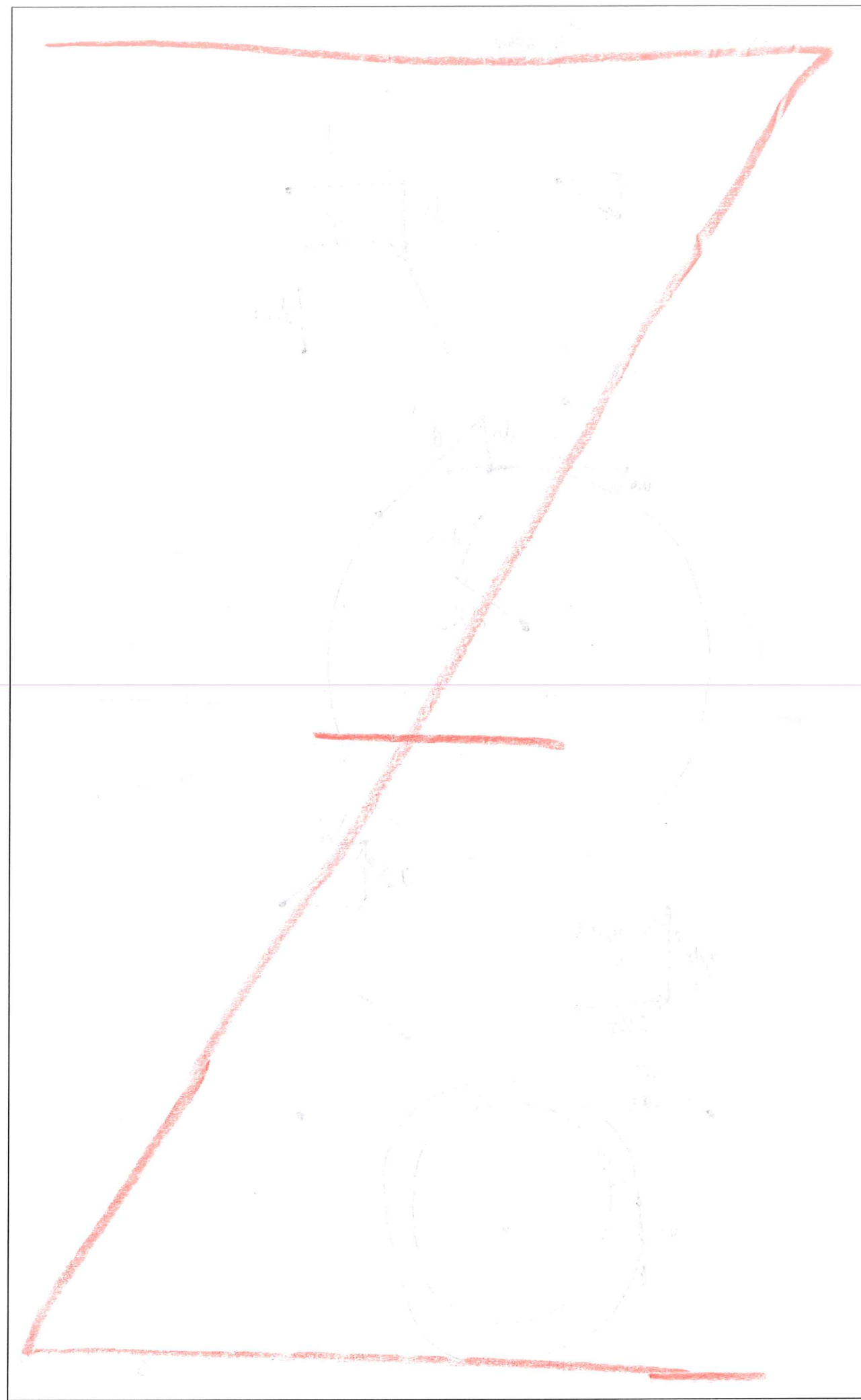
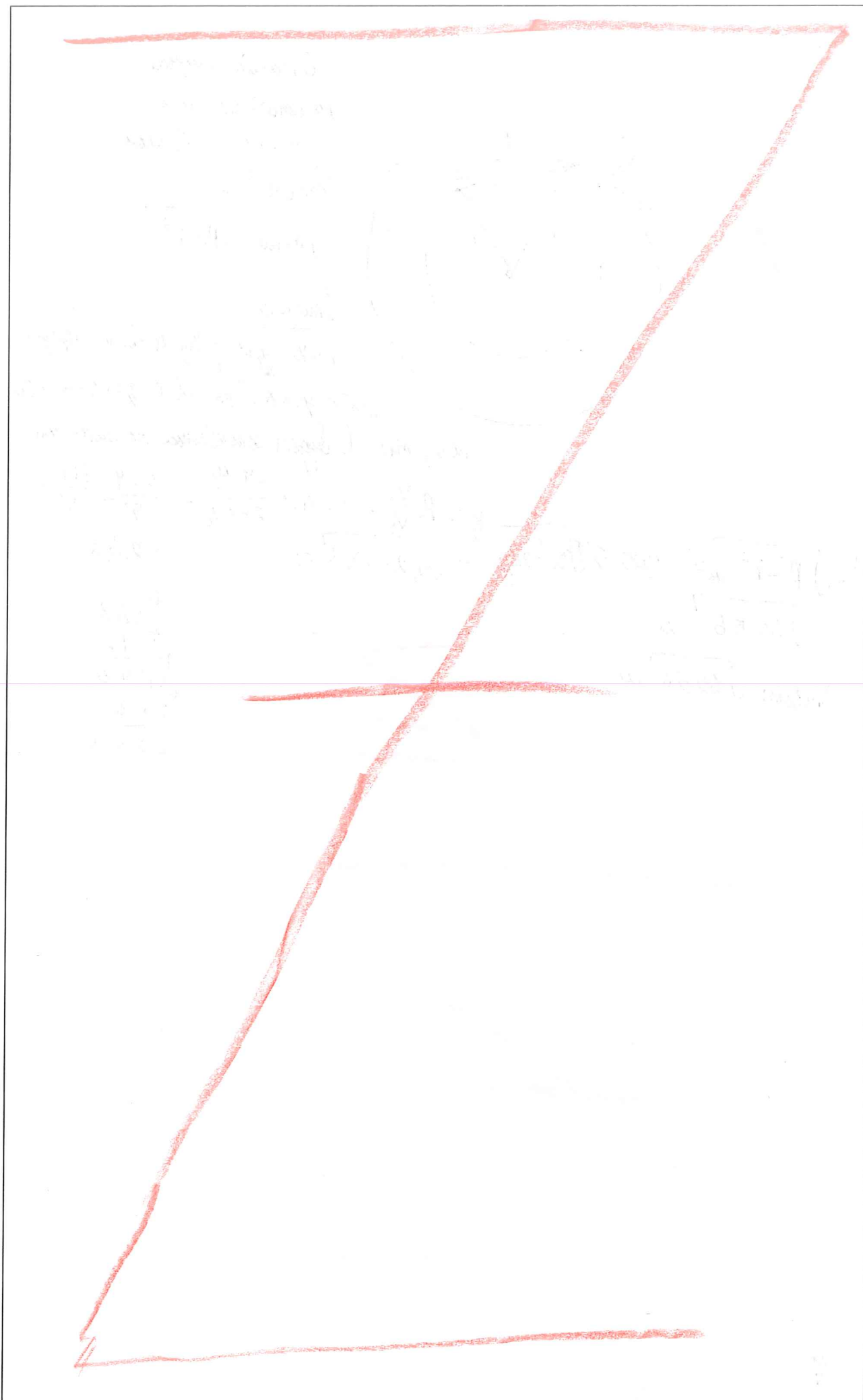
$$= \sqrt{60,56} \text{ м}$$

Объем:  $\sqrt{60,56} \text{ м}$

$$r = R \frac{v_2}{v_1} = 30 \text{ м} \cdot \frac{24 \text{ м/с}}{29 \text{ м/с}} = \frac{6 \cdot 24}{5} = \frac{144}{5} =$$

$$= 28,8$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ + 588 \\ + 12 \\ \hline 1146 \\ + 588 \\ \hline 6056 \end{array}$$



Ирина  
оценки с 82 до 88

*(Handwritten signature)*

Председателю апелляционной  
комиссии олимпиады школьников  
«Ломоносов» Ректору МГУ имени  
М.В. Ломоносова академику В.А.  
Садовничему от участника  
заключительного этапа по профилю  
физика

Свиридова Ярослава Олеговича

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 82 балла, поскольку считаю, что в задаче номер 1 приведено полное решение и допущена арифметическая ошибка в последнем действии, в указанных жюри критериях указано, что за. Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

13.03.2026

*(Handwritten signature)*

