



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

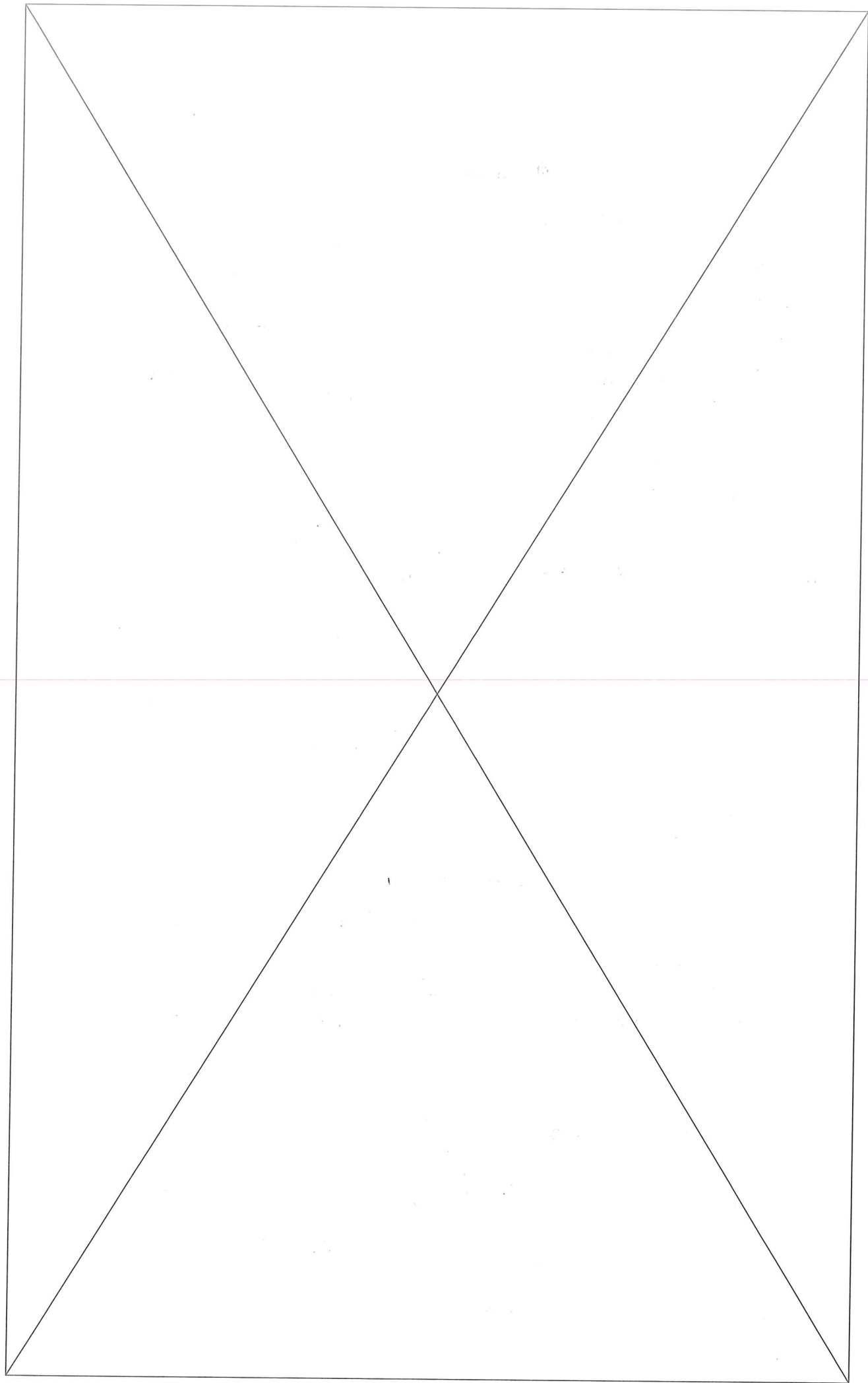
по физике
профиль олимпиады

Валера Анатолия Ивановича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

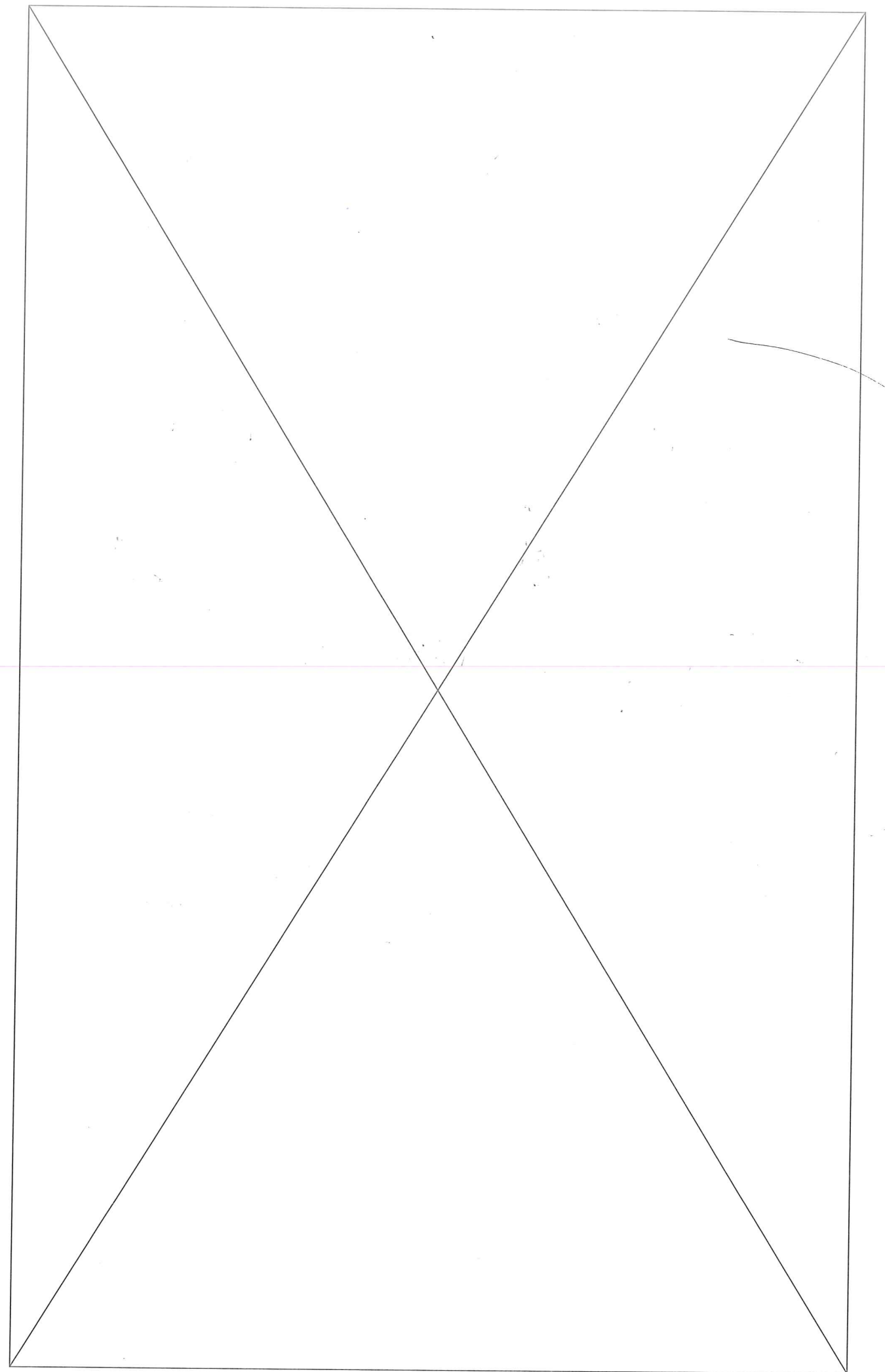
дешифровка

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
[Signature]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Числовик

Задача 9 (продолжение), мощность для обода, КПД = 100% (указано)

$$P = \frac{U^2}{R_0} = \Delta p v \Delta t c \cdot 6 \cdot 10^4$$

объем, выделенное для конкретной цепи

Δ - объем за время, из которого вычисляется фактически, что с точки зрения размерности всё верно.

Для мощности идет на маршрут $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ воды за 60 с от $8,6 \text{ с}^\circ \text{ до } 40 \text{ с}^\circ$

$$\frac{U^2}{4 R L} = \Delta p v \Delta t c \cdot 6 \cdot 10^4$$

$$\frac{\pi U^2 D^2}{2 R L} = \Delta p v (t_2 - t_1) c \cdot 6 \cdot 10^4$$

L - длина одной трубы, для циркулярной трубы диаметр d

$$L = \frac{\pi U^2 D^2}{2 R \Delta p v (t_2 - t_1) c \cdot 6 \cdot 10^4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 200^2 \cdot 0,6^2}{2 \cdot 1000 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 1,1 \cdot (40 - 8,6) \cdot 4200}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 200^2 \cdot 0,6^2}{2 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 10^4 \cdot 1,1 \cdot 31,4 \cdot 42 \cdot 10^2}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 200^2 \cdot 0,6^2}{2 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 31,4 \cdot 42 \cdot 10^9} = \frac{4 \cdot 0,36 \cdot 3,14 \cdot 10^4}{2 \cdot 26,4 \cdot 31,4 \cdot 42 \cdot 10^9}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,06}{26,4 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 2} = \frac{0,12}{10^{-6} \cdot 26,4} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{10^{-6} \cdot 26,4} = \frac{6}{13,2 \cdot 10^{-4}}$$

$$= \frac{3}{6,6 \cdot 10^{-4}} = \frac{1}{2,2 \cdot 10^{-4}} = \frac{10^4}{2,2} = \frac{10^5}{22} = \frac{5 \cdot 10^4}{11}$$

$$= \frac{50000}{11} = 4009 \frac{609}{11} = 4050 \frac{50}{11} = 4059 \frac{6}{11}$$

Ответ: 4054 м

масса = 2,8 кг ~~средняя~~ Числовик $C_{op} = m_{op} C_{op}$ (13)

$$m_1 = 0,3 \text{ кг вода}$$

УТВ:

$$t_1 = 90 \text{ с}^\circ \text{ вода}$$

$$m_3 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг вода}$$

$$t_3 = 50 \text{ с}^\circ \text{ вода}$$

$$m_2 = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг лёд}$$

$$t_2 = -10 \text{ с}^\circ \text{ лёд}$$

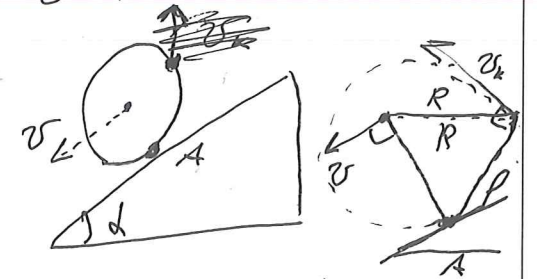
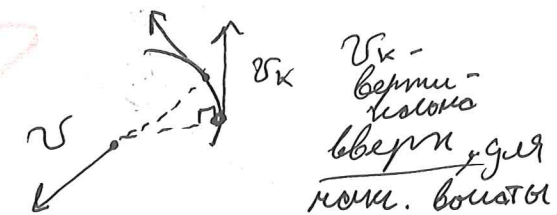
x - конечн. в y - конек t

$$① C_{op} (x - t_1) + m_1 c_b (x - t_1) + m_3 c_b (x - t_3) = 0$$

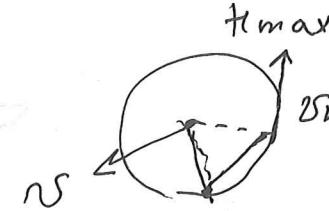
$$② C_{op} (y - x) + m_1 c_b (y - x) + m_3 c_b (y - x) + m_2 c_l (y - t_2) + m_2 \lambda + m_2 c_b (y - 0) = 0$$

$\alpha = 50^\circ$ без пружин (или своего)

$v = 10 \text{ м/с}$



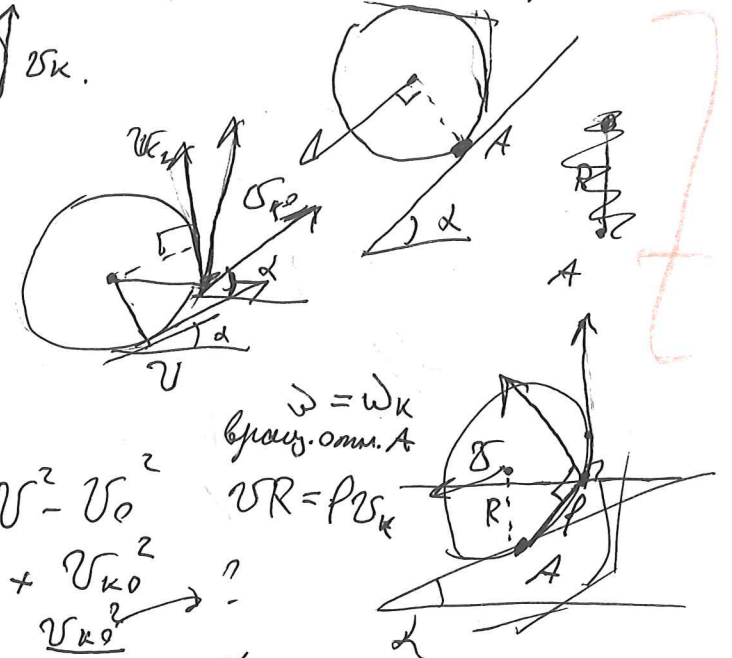
A - мгу.



на t от центра до A

$$H_{max} = 0 + \left(\frac{g t^2}{2} \right)$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$



$$2 H_{max} a = v^2 - v_0^2$$

$$+ 2 H_{max} g = + v_{k0}^2$$

$$H_{max} = \frac{v_{k0}^2}{2g} \rightarrow const$$

$\omega = \omega_k$ вращ. отн. A

$$vR = P v_k$$

Чертовик

$v_R = v_k \rho$

$\varphi = 120^\circ = \frac{2\pi}{3}$

$\rho^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos \varphi$

$\rho = \sqrt{2R^2(1 - \cos \varphi)} = R\sqrt{2(1 - \cos \varphi)}$

v_k должен иметь минимальную энергию на поверхности.

39-38-31-54
(5.7)

Читовик

Задача (3)

Запишем две импульсы: и запишем для них

(1) уравнение теплового баланса:

$$m_1 c_{\text{ж}} (x - t_1) + m_2 c_{\text{ж}} (x - t_2) + m_3 c_{\text{ж}} (x - t_3) = 0$$

где x - температура после первого опыта,

$$m_1 c_{\text{ж}} x - t_1 m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} x - t_2 m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}} x - t_3 m_3 c_{\text{ж}} = 0$$

$$x (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) - t_1 m_1 c_{\text{ж}} - t_2 m_2 c_{\text{ж}} - t_3 m_3 c_{\text{ж}} = 0$$

$$x = \frac{t_1 m_1 c_{\text{ж}} + t_2 m_2 c_{\text{ж}} + t_3 m_3 c_{\text{ж}}}{m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}}$$

$$= \frac{t_1 m_1 c_{\text{ж}} + c_{\text{ж}} (t_1 m_1 + t_2 m_2 + t_3 m_3)}{m_1 c_{\text{ж}} + c_{\text{ж}} (m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$= \frac{t_1 m_1 c_{\text{ж}} + c_{\text{ж}} (t_1 m_1 + t_2 m_2 + t_3 m_3)}{m_1 c_{\text{ж}} + c_{\text{ж}} (m_1 + m_2 + m_3)}$$

(2) Запишем УТБ для 2-й ситуации:

y - конечная температура после опыта.

$$m_1 c_{\text{ж}} (y - x) + m_2 c_{\text{ж}} (y - x) + m_3 c_{\text{ж}} (y - x) + m_2 c_{\text{л}} (0 - t_2) + m_2 \lambda + m_2 c_{\text{ж}} (y - 0) = 0$$

$$(y - x) (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) + m_2 c_{\text{л}} (0 - t_2) + m_2 \lambda + m_2 c_{\text{ж}} y = 0$$

$$y (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) - x (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) + m_2 (c_{\text{л}} (-t_2) + \lambda) + m_2 c_{\text{ж}} y = 0$$

$$y (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}}) = x (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) - m_2 (c_{\text{л}} (-t_2) + \lambda)$$

$$y = \frac{x (m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}}) - m_2 (c_{\text{л}} (-t_2) + \lambda)}{m_1 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}} + m_3 c_{\text{ж}} + m_2 c_{\text{ж}}}$$

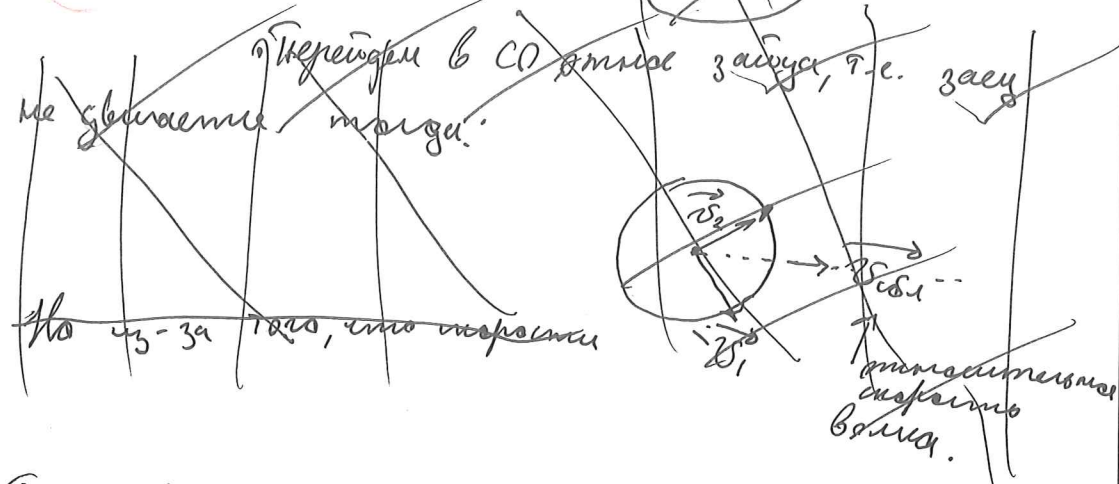
* в ур-ниях учитываются коэффициенты льда, но не парога, и срачевание воды, поэтому только почитайте.

Задача N_1

штовик

$t \gg 2\pi R/v_1$

время пробега
одного круга
забывает



Пусть dt - маленькое время за которое при $dt \rightarrow 0$, а ds - маленькое перемещение вала при малом времени dt , $dt \rightarrow 0$.



перемещение зайца и вала всегда перпендикулярны друг другу. тогда перемещение dh будет рассчитываться как: $dh = \sqrt{ds^2 + dt^2}$, в то время

как $ds = v_2 dt$; $dt = v_1 dt \Rightarrow \Rightarrow dh = \sqrt{dt^2(v_1^2 + v_2^2)} = dt \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$, тогда проинтегрировав все перемещение, мы найдем искомое наимое перемещение, сколько вала будет бегать за зайцем по линии "спирали" (см. рис.) но потом приблизиться к окружности и будет уже догонять зайца по ней, корректируя своё направление каждый dt , тогда, чтобы узнать искомое, нужно проинтегрироваться по времени.

$L = \int_0^t dh dt = \int_0^t dt \sqrt{v_1^2 + v_2^2} dt$ - переменная интегрируется по времени.

чертовик

нч.

$t_1 = 8,6 \text{ c}$

$U = 200 \text{ В} = \text{const}$

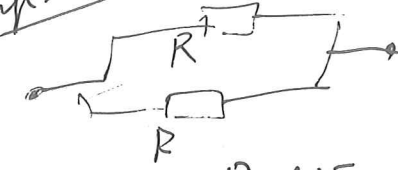
$N = 2$ $d = 4 \text{ м/мин}$

L - ?

$d = 0,6 \text{ м}$ $t_2 = 40 \text{ c}$

сопр. в одн. ветви

$R_2 = R_0$



$R = \frac{\rho l}{S}$

$R = \frac{4\rho l}{\pi D}$

$\pi R^2 = \frac{\pi D}{4}$

$P = UI$
 $P = \frac{A^2}{t}$

$Q = c \rho v \Delta t$

$t_2 - t_1$

$g = 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow M \approx 108 \text{ М}$

$[d] = 1/\text{мин} =$

$P = UI =$

$d \rho v c v (t_2 - t_1) \cdot 6 \cdot 10^{-4}$

$\frac{U^2}{R_0} = d \rho v c v (t_2 - t_1) \cdot 6 \cdot 10^{-4}$

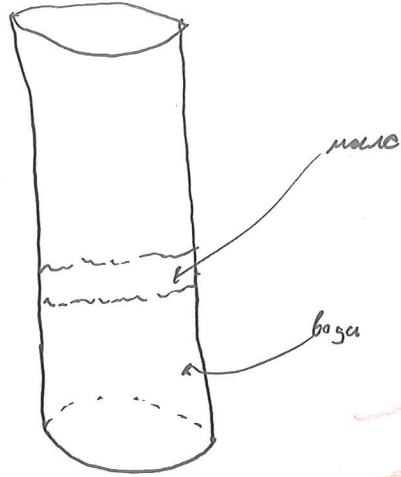
$\approx \frac{g \mu^3}{60 \text{ c}} = \frac{\mu^3}{\text{c}}$

научными
и инженерными

$L = \frac{U^2 \pi D}{4 \rho d \rho v c v (t_2 - t_1) \cdot 6 \cdot 10^{-4}}$

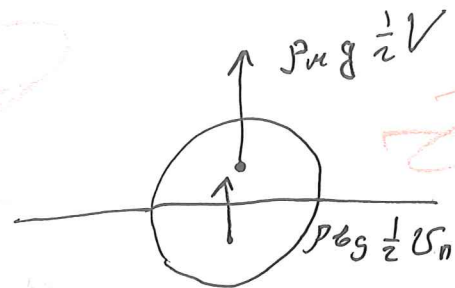
$\frac{U^2 \pi D}{2 \rho(L)} = d \rho v c v (t_2 - t_1) \cdot 6 \cdot 10^{-4}$

Черновик



$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$m = 202$$



1) $\rho_m = \frac{m}{V_m}$

объем массы сферы

$$V_m = \int \frac{4}{3} \pi R^3 dr = \frac{4}{3} \pi \cdot 3R^2 = 4\pi R^2 + C$$

объем массы сферы

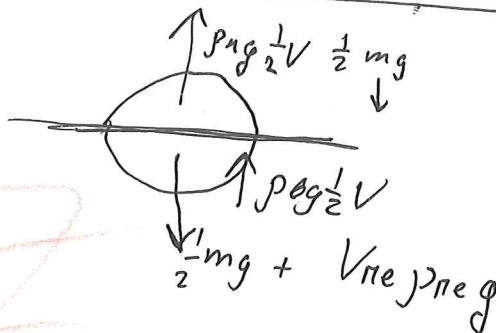
объем оболочки сферы

$$\rho_m g \frac{1}{2} V_m = \frac{1}{2} V_m \rho_m$$

$$\rho_b g \frac{1}{2} V_m + \rho_b g V_{shell} = \frac{1}{2} V_m \rho_m + V_{shell} \rho_{shell} g$$

2) $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

весь объем



$$\rho_m g \frac{1}{2} V = \frac{1}{2} mg$$

$$\rho_b g \frac{1}{2} V = \frac{1}{2} mg + V_{shell} \rho_{shell} g$$

$$\frac{1}{2} V g (\rho_m + \rho_b) = mg + V_{shell} \rho_{shell} g$$

$$m_{shell} = \frac{\frac{1}{2} V g (\rho_m + \rho_b) - mg}{g}$$

39-38-31-54 (5.7)

Задача (1) (продолжение)

числовик

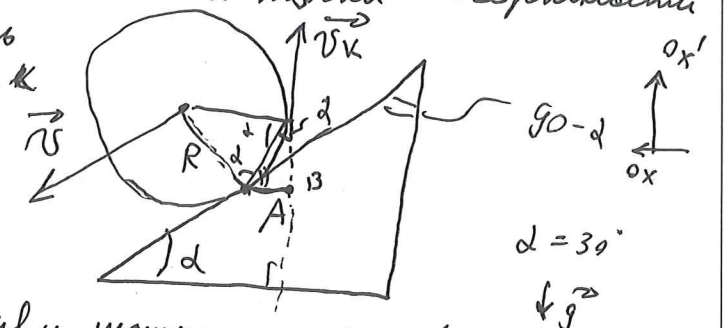
$$L = \int_0^t \sqrt{v_1^2 + v_2^2} dt = \frac{1}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \int_0^t dt = \frac{t}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$$

$$L = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \int_0^t dt = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} t \Rightarrow L = \sqrt{1204} t$$

$$L = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \int_0^t dt \Rightarrow L = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} t = \sqrt{1204} t$$

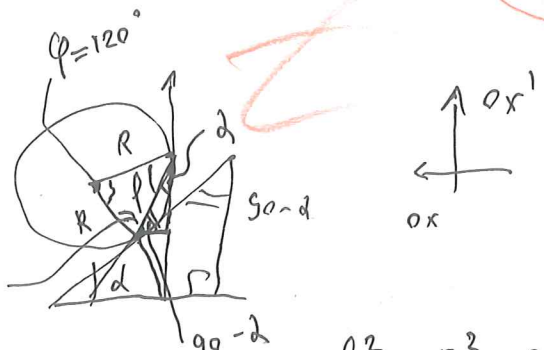
Задача (5)

• Тело движется без摩擦 (зависит), значит относительная скорость точки касания и точки поверхности т.е. в нашей системе скорость точки А равна нулю т.е. скорость поверхности равна нулю, т.е. точка А является мгновенным центром скоростей.



Итак получаемся при максимальной скорости касания на Ox' , проекция скорости на Ox как не изменяется, кроме знака, максимум при вертикальной v_k . Из теоремы о мгновенном центре скоростей следует, что все точки тела в данное мгновение (dt) вращаются вокруг центра с нулевой скоростью (А имеет нуль), мгновенный центр скоростей на перпендикуляре от мгновенной скорости векторов скоростей, зная как ориентирован v_k проведем перпендикуляр AB , тогда моментально $\omega_k = \omega = v_k R = v_k AB$

Из геометрии следует, что $AB = r \cos 60$
(см. рис. ниже)



r найдем из теоремы косинусов:

$$r^2 = 2R^2 - 2R^2 \cos \varphi$$

$$r^2 = 2R^2(1 - \cos \varphi)$$

$$r = \sqrt{2R^2(1 - \cos \varphi)}$$

$$r = R\sqrt{2(1 - \cos \varphi)}, \quad AB = R\sqrt{2(1 - \cos 120)} \cdot \cos 60.$$

$$v_{кAB} = vR \Rightarrow v_{к} = \frac{vR}{R\sqrt{2(1 - \cos 120)} \cdot \cos 60}$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow H_{\max} = \frac{v^2 - v_{к}^2}{-2g} \quad (\text{на } Ox')$$

кон. скорость в H_{\max} равна нулю, все энергии стала потенциальной

$$H_{\max} = \frac{v^2}{2g(\sqrt{2(1 - \cos 120)} \cos 60)^2} =$$

$$= \frac{v^2}{2g(2(1 - \cos 120) \cdot \cos^2 60)} = \frac{v^2}{2g(2 - 2\cos 120) \cdot \frac{1}{4}}$$

$\cos 120 = -\cos 60$, тогда наша формула:

$$H_{\max} = \frac{v^2}{2g(2 + 2\cos 60) \cdot \frac{1}{4}} = \frac{v^2}{20 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4}} = \frac{v^2}{15} = \frac{100}{15} = 6\frac{2}{3}$$

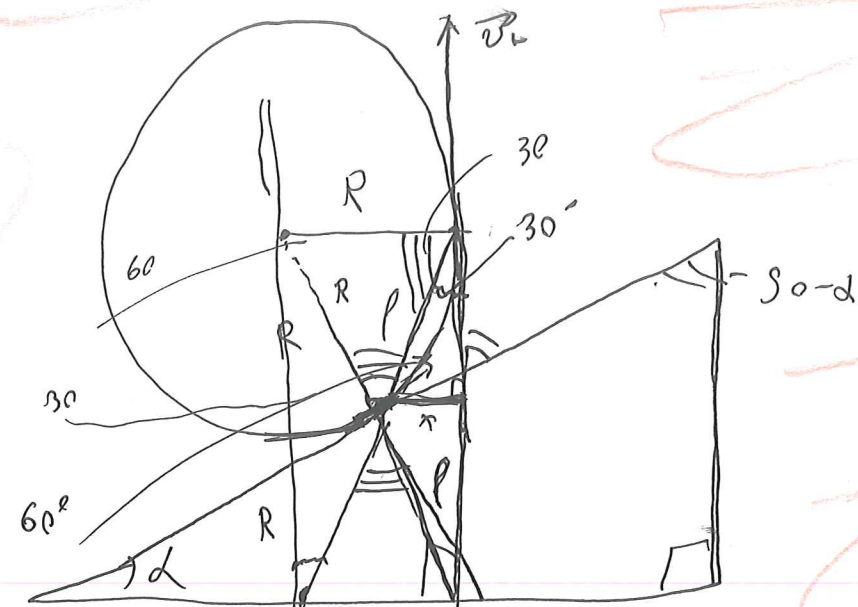
$$= \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3} \text{ м}$$

Ответ: $6\frac{2}{3} \text{ м}$

Черновик

$v_{к}$ - вертикаль

24
x 24
86
48
549
625
1204



$$\cos 60 = \frac{x}{r}$$

r по Th косинусов

$$36 \text{ км/ч} \rightarrow 10 \text{ м/с}$$

$$\frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} \rightarrow \frac{1}{3,6} \text{ с}$$

$$3,6$$