



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Леонов Антон Андреевич**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9655792

	1	2	3	4	Σ
Задача	25	25	25	25	100
Вопрос					

W1

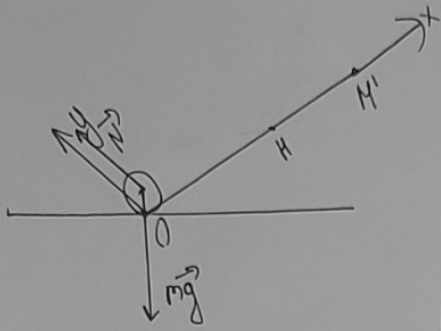
Дано:

$l = 0,6 \text{ m}$

$t_1 = 1 \text{ c}$

$t_2 = 2 \text{ c}$

$v_0 = ?$



1) По 2-й Записи Ньютона Через секунду шар прошел l (оказавшись в точке H), но через 2 секунды он опять оказался в точке H, это значит повторил от той же шар за произвольное время между t_2 и t_1 достиг максимального точки Т.Р. Нрав (H' на рисунке). Шар прошел за произвольное времени между t_2 и t_1 (2HH')

Время поворота из O в H' это $t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2}$, и в точке H' скорости совпадают, $at = v_0$

$$a = \frac{v_0}{t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2}} \quad (= (t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2}) a = v_0$$

2) $S = at^2 = v_0 t_1 - \frac{at^2}{2}$

$$S = v_0 t_1 - \frac{(\frac{v_0}{t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2}}) t_1^2}{2}$$

$$S = v_0$$

$$0,6 = v_0 - \frac{v_0}{1,5 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$0,6 = \frac{2}{3} v_0$$

$$v_0 = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

Ответ: $0,9 \frac{\text{m}}{\text{c}}$

УСТОЯВКА W1

Условие

N2

Дано:

$t = 6.0^{\circ}\text{C}$

$m_{\Lambda} = 100\text{г}$

$m_{\text{B}} = 55\text{г}$

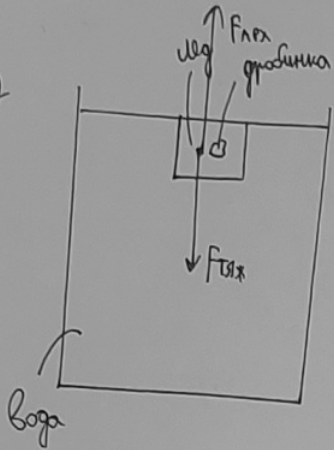
$\rho_{\text{B}} = 1\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$\rho_{\Lambda} = 0.9\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$\lambda = 340\frac{\text{Вт}\cdot\text{м}}{\text{К}}$

$Q_{\text{min}} = ?$

1)



① - максимальный момент

1) Если тело плавает, то $F_{\text{Арх}} \geq F_{\text{тяж}}$

2) Найдем массу льда в момент, когда

$F_{\text{тяж}} = F_{\text{Арх}}$

$F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{B}} g V_{\text{T}} = \rho_{\text{B}} g m_{\Lambda}$ $F_{\text{тяж}} = (m_{\Lambda} + m_{\text{B}}) g$

$V_{\text{T}} = V_{\Lambda} = \frac{m_{\Lambda}}{\rho_{\Lambda}}$

3) $\frac{\rho_{\text{B}} g m_{\Lambda}}{\rho_{\Lambda}}$, $m_{\Lambda} g + m_{\text{B}} g$

$\frac{1000 \cdot 100 \cdot \text{г}}{900}$, $100\text{г} + 55\text{г}$

$m_{\Lambda} (\frac{1000}{9} - 10) = 9.05$

$m_{\Lambda} = \frac{9.05}{\frac{10}{9}} \text{г} = \frac{8.145}{100 \cdot \frac{10}{2}} \cdot \text{г} = \frac{45}{1000} \text{г} = 45\text{г}$

4) $100\text{г} - 45\text{г} = 55\text{г}$ масса растаявшего льда

5) $Q = m \cdot \lambda = 55\text{г} \cdot 340\frac{\text{Вт}\cdot\text{м}}{\text{К}} = 18700\text{Вт}\cdot\text{м}$
 Если добавить десятичные знаки можно получить момент и 18700, то лед с границей поглотит момент.

Ответ: 18700 Вт·м.

У С Т О В И К . N 2

W3

Дано:

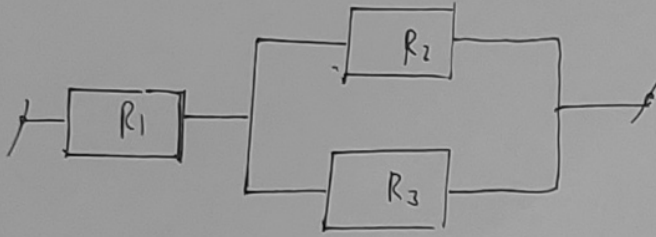
$R_1 = 10 \Omega$

$R_2 = 20 \Omega$

$R_3 = 30 \Omega$

$N_1 = 25 \text{ Вт}$

$N_2 = ?$



1) $I_1 = I_2 + I_3$ т.к. соединены последовательно

2) $N_1 = U I_1 = I_1^2 R_1 \Rightarrow I_1 = 5 \text{ А}$

$$I_1 = \sqrt{\frac{N_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{25 \text{ Вт}}{10 \Omega}} = 5 \text{ А}$$

3) Рассмотрим 2 и 3 резистора они соединены последовательно $\Rightarrow U_2 = U_3$ и $I_2 + I_3 = 5$ ①

$$\textcircled{2} \begin{cases} I_2 R_2 = I_3 R_3 \\ I_2 + I_3 = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2I_2 = 3I_3 \\ I_2 + I_3 = 5 \end{cases} \textcircled{2}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} 2I_2 = 3(5 - I_2) \\ I_3 = 5 - I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2I_2 = 15 - 3I_2 \\ I_3 = 5 - I_2 \end{cases}$$

Решим (1)

$2I_2 = 15 - 3I_2$

$-5I_2 = -15$

$I_2 = 3$

4) $N_2 = I_2 U_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 9 \cdot 20 = 18 \text{ Вт}$

Ответ: 18 Вт.

Учитель W3

W4.

Dano:

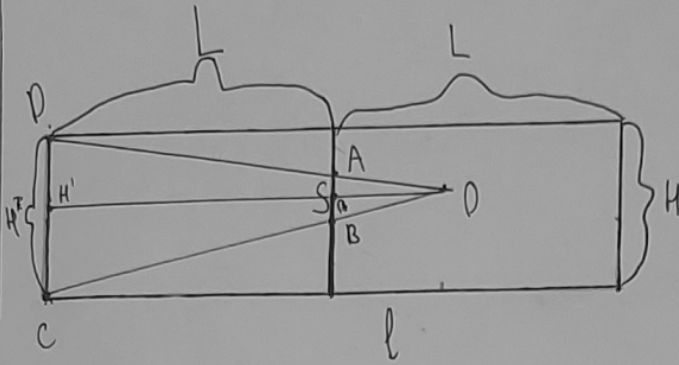
$L = 5\text{ m}$

$H = 3\text{ m}$

$l = 2\text{ m}$

$S = ?$

Умножив W34



- 1) $\triangle ODC \sim \triangle OAB$ по 2-л
- $\angle OAB = \angle ODC$ как бугн
- с оом мн $AB \parallel DC$ и OA - обн
- $\angle OBA = \angle OCD$ к. бугн. с оом
- мн $AB \parallel DC$ и CB с оом

2) $\frac{H}{OD} = \frac{S}{OA}$

3) $OH' \perp DC$ (т.к. $DO = OC$)

OH' - бугн. и бугн.

4) $\text{Угол } \angle DOC = 2\alpha \Rightarrow \angle DOH = \frac{\alpha}{2}$

5) $\cos \angle DOH = \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{HO}{OD}$

6) $\frac{L+l}{OD} = \cos \frac{\alpha}{2} \Rightarrow OD = \frac{L+l}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

7) $\cos \angle QOA = \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{SO}{AO} = \frac{p}{AO}$

8) $AO = \frac{p}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

$\frac{DC}{DO} = \frac{AB}{AO}$

$\frac{3}{\frac{7}{\cos \frac{\alpha}{2}}} = \frac{S}{\frac{p}{\cos \frac{\alpha}{2}}} \Rightarrow S = \frac{3}{7} p$

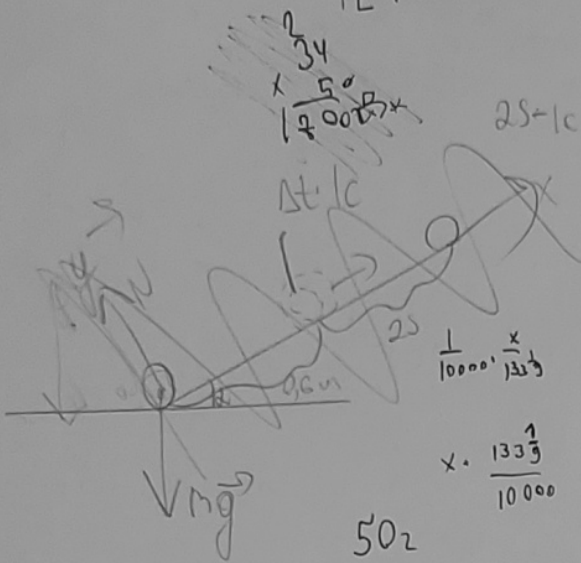
Ответ: $\frac{6}{7} \text{ м}$

4E PHO BUK W1

340.50, 55, ~~0,055~~

$V = 0,00055$

$133 \frac{1}{3} \text{ cm}^3$



$\frac{1}{10000} \cdot \frac{x}{133 \frac{1}{3}}$

mg mg $V_n = \frac{100}{0,9} \cdot \frac{1000}{9}$

$1 \text{ m} \cdot 10000$
 $100 \text{ cm}^2 \cdot 1 \text{ m}$

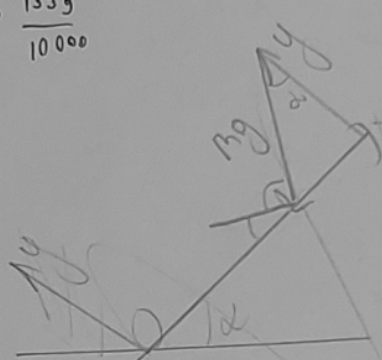
$\frac{340,8 \text{ N}}{2}$

$x \cdot \frac{133 \frac{1}{3}}{10000}$

50,2

$N \text{ ay} = N$

$g \cdot V \cdot \rho$
 $g = 0,9 \cdot V$
 $\frac{990}{9} \cdot V \text{ cm}^3$



$133 \frac{1}{3} \text{ H} - F_{APX}$
 $\frac{100 \cdot 10 \cdot 133 \frac{1}{3}}{10000}$

$\frac{2}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{cm}^2}$

$N = mg \cos \alpha$
 $mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \cdot \mu$

Em. ch. 12
1042 mg = 1,04H
F_{APX}

$S \frac{at}{2} V_{ot} - \frac{at^2}{2}$

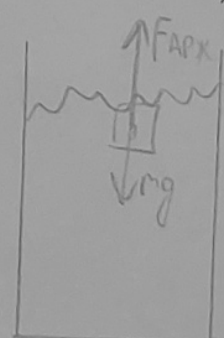
$S \cdot V_0 - \frac{g \sin \alpha}{2}$

$0,6 \cdot V_0 - \frac{g \sin \alpha}{2}$

$V_0 = 0,6 + \frac{g \sin \alpha}{2}$

$V_0 = 0,6 + 55 \text{ H} \cdot \text{m}^2$

$1,05 \text{ H} - \text{ft}$
 $133 \frac{1}{3} \text{ H} - F_{APX}$
w/2 $105 \cdot 0,105 \text{ m}$
 $1,05 \text{ H} - \text{ft}$



$F_{APX} = g \cdot V_k$
 $F_{APX} = 1 \cdot 10$

W2

Dana

$t = 0^\circ\text{C}$

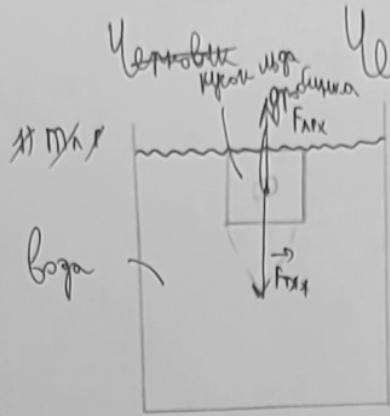
$m = 1002$

$m_A = 52$

$\rho_B = \frac{12}{180}$

$\rho_A = 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

$d = 340 \frac{\text{g}}{2}$



- $[H] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
- 1) Нам известно, что тело находится в равновесии, поэтому тело находится $F_{Arch} = F_T$
 - 2) $F_{Т} = (m_A + m_B)g = 0,105 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1,05 \text{ Н} = 1 \frac{105}{20} \text{ Н}$
 - 3) $F_{Arch} = \rho_A g V_{\text{т}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot V_{\text{т}}$
 $m_A = \rho_A \cdot V_A \Rightarrow V_A = \frac{m_A}{\rho_A}$
 - 4) $V_A = V_{\text{т}}$ - т.к. V_A полностью погружено в воду $\Rightarrow F_{Arch} = \rho_A g V_A$
 $= 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{52 \text{ г}}{1000} = 52 \text{ Н}$

Q-?

Найти значение $F_{Arch} - F_T$

$$\frac{0,105}{0,104} = \frac{16}{100} \cdot \frac{4}{25}$$

$$\frac{11}{180} = \frac{11}{180} \cdot \frac{16}{100} \cdot \frac{4}{25}$$

$$11 \cdot 200 \sqrt{32} = 120$$

$$\frac{11}{180} \approx \sqrt{\frac{16}{100}}$$

~~Расстояние между центрами тяжести $F_{Arch} - F_T$ равно нулю, поэтому не надо считать $\rho_A g (m_A + m_B) - (m_A \cdot 0,000 + m_B)g$.~~

$$= \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,052}{900} = 100 \cdot 0,052 = 52,104 \cdot 10$$

б) $F_{Arch} - F_T = \frac{1000 \cdot 10 \cdot (0,052)}{900} = 1,04$

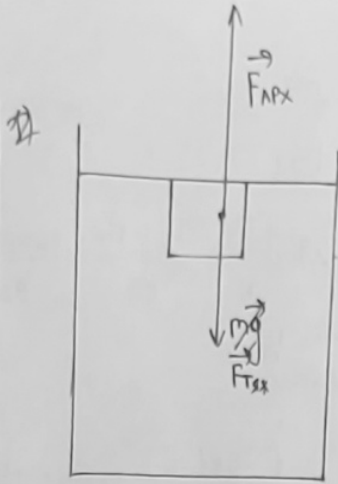
$$= 10 \frac{1,1}{9} = 1,04 \cdot 0,16 \text{ Н}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{20} \cdot \frac{10^{20}}{9} = \frac{21}{20} \cdot \frac{200 - 189}{180} = \frac{11}{180}$$

$$\frac{11 \cdot 100}{180 \cdot 16} = \frac{11}{180 \cdot 16} = \frac{1100}{18 \cdot 16} = \frac{55}{18 \cdot 8}$$

W2

Дано:
 $t = 0^\circ\text{C}$
 $m_A = 100\text{ г}$
 $m_B = 5\text{ г}$
 $\rho_1 = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
 $\rho_2 = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
 $\lambda = 340 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$

Q_{min} = ?

1) Если тело плавает, то $F_{арх} \geq F_{тяг}$

2) Найдем критический момент, когда $F_{тяг} = F_{арх}$

$$F_{арх} = \rho_2 g V_T = \frac{\rho_2 g m_A}{\rho_1} \quad F_{тяг} = (m_A + m_B) g$$

$$V_T = V_A = \frac{m_A}{\rho_1}$$

$$3) \frac{\rho_2 g m_A}{\rho_1} = (m_A + m_B) g$$

$$\frac{100 \cdot 10 \cdot \rho_1}{900} = m_A g + m_B g$$

$$\frac{100}{9} \cdot m_A = 10 m_A + 0,05$$

$$m_A \left(\frac{100}{9} - 10 \right) = 0,05$$

$$m_A = \frac{0,05}{\frac{10}{9} - 10} = \frac{0,05 \cdot 9}{10 - 100} = \frac{0,45}{-90} = -0,005 \text{ кг} = -5 \text{ г}$$

4) $100 - 45 = 55\text{ г}$ - величина, на которую уменьшится масса льда

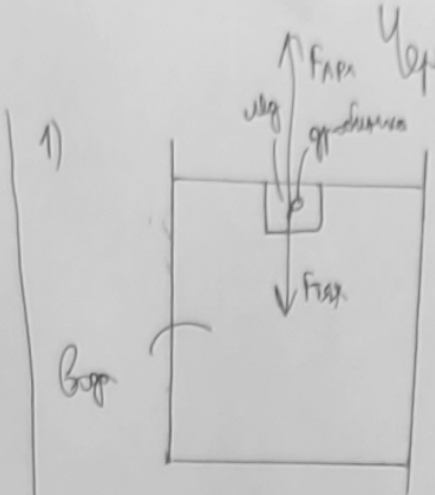
5) $Q = m \cdot \lambda = 55 \cdot 340 \frac{\text{Вт}}{\text{м}} = 18700 \text{ Вт}$. - если предположить бесконечно малый коэффициент потерь к 18700 Вт , то нужен ледяной поплавок.

Ответ: 18700.

Числовой ответ УФРМОВИЧ И

Dato:
 $m_A = 100 \text{ kg}$
 $m_B = 52 \text{ kg}$
 $\rho_B = 12 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
 $\rho_A = 0,92 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
 $\lambda = 340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

$Q_{\text{min}} = ?$



1) $F_{Apa} \geq F_{Bpa}$ $F_{Apa} \cdot F_{Bpa}$ $0,085 \cdot 10$
 $\frac{100 \cdot m_A}{9} = 0,05 + 10 m_A$ $0,05$

$F_{Apa} = \frac{\rho_B \cdot m_A}{\rho_A} = \frac{10000 \cdot 10 \cdot 0,1}{900} = \frac{10}{9} H$

$F_{Bpa} = 105 H \cdot (m_A + m_B) / g$ $\frac{100}{9} m_A = 10 m_A = 0,05$

2) $F_{Apa} - F_{Bpa} = \frac{10}{9} - \frac{21}{20} = \frac{200 - 189}{180} = \frac{11}{180}$ $m_A \left(\frac{100}{9} - 10 \right) = 0,05$

3) $F_{Apa} = \frac{100}{9} \cdot 0,05 = 11 - 1,04 = 9,16$ $m_A \cdot \left(\frac{0,05}{9} \right)$

$F = 1,04$

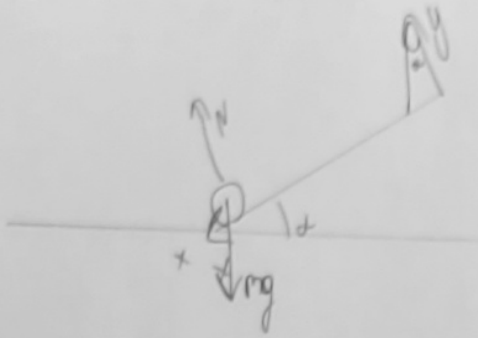
4) $\frac{11}{120} = \frac{8}{50} = \frac{11 \cdot 50 - 8 \cdot 120}{16 \cdot 50}$ $\frac{5 \cdot 9}{100} = \frac{9}{20}$

$\frac{11 \cdot 5 - 8 \cdot 16}{18 \cdot 5} = 55 -$ $\frac{45}{100} = 45\%$

60

$\times \begin{array}{r} 340 \\ 2 \\ \hline 680 \\ 680 \\ \hline 1360 \\ 1360 \\ \hline 2720 \\ 2720 \\ \hline 5440 \end{array}$

Upravljanje W6



$mg \cos \alpha \cdot N$
 $mg \sin \alpha \cdot m a$

$$S \cdot v_0 t_1 - \left(\frac{v_0}{a} \right) \cdot a \cdot g \sin \alpha$$

$$S \cdot v_0 = \frac{S + \frac{v_0^2}{1,5}}{t} \cdot v_0$$

$$0,6 \cdot v_0 - \frac{v_0}{0,25} = \frac{S + \frac{v_0^2}{1,5} \cdot v_0}{t}$$

$$v_0 \cdot t - \frac{4v_0 + 1}{2} = \frac{S \cdot v_0 (t - \frac{t^2}{1,5})}{\frac{t-t_1}{2} + t_1}$$

$$0,6 \cdot v_0 - 2v_0 + \frac{1}{2} = \frac{v_0 \cdot \frac{0,6}{(1 - \frac{11}{15})} \cdot \frac{1,5}{5}}{\frac{10,8 \cdot 1,5^3}{10 \cdot 8} - \frac{3}{2} \frac{t_1}{c}}$$

$$\frac{t-t_1}{2} + t_1 \quad \frac{M}{c-c^3} \cdot S$$

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

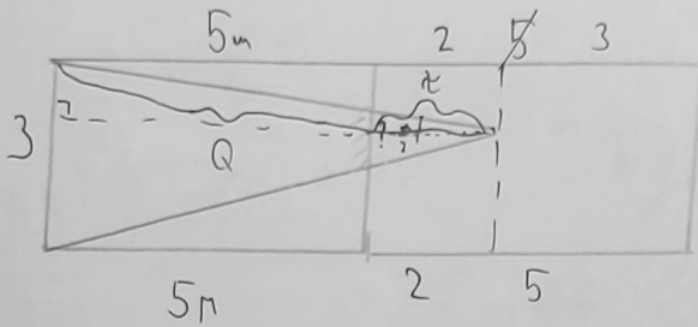
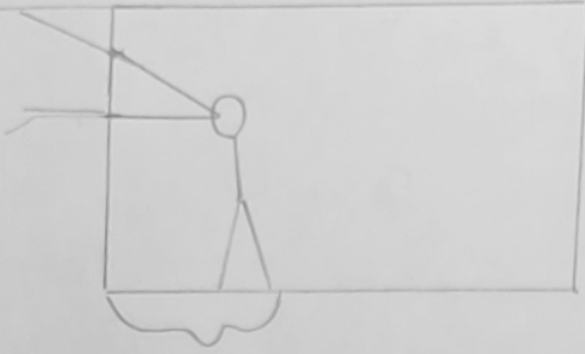
$$S \cdot \frac{a t^2}{2} = \frac{S + \frac{a t^2}{2}}{t} \cdot v_0$$

$$\frac{S + \frac{v_0^2}{1,5} t^2}{t} \cdot v_0 = \frac{S + g \frac{v_0}{1,5} t^2}{t} \cdot T_1$$

$$v_0 \cdot \frac{0,6}{1 - \frac{1,5}{2}} = \frac{v_0 \cdot a}{t}$$

$$a \cdot \frac{v_0}{\frac{t-t_1}{2} + t_1}$$

Чепуха в 5



$$\frac{2 \cdot 3 \cdot Q}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{1}{7}$$

$$\frac{3}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\frac{3Q}{7} \cdot \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

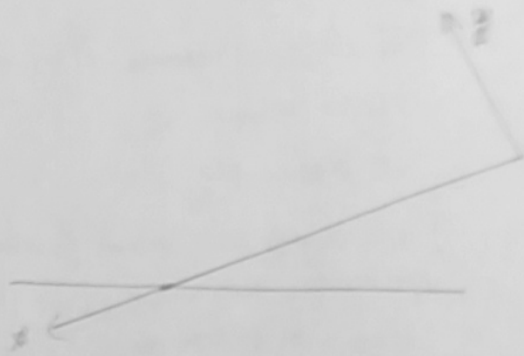
$$\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{1}{Q}$$

$$\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{7} \cdot 7$$

$$\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot 7 = \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot 2$$

$$\frac{3}{7} = \frac{X}{2}$$

$$X = \frac{6}{7} M$$



Упражнение №4

$$\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 = t_0 \quad (3)$$

$$t_2$$

$$T_0 a_0 = a \frac{T_0}{\omega}$$

$$a \frac{T_0}{\omega}$$

$$\frac{a}{\omega}$$

$$T_0 - T_0 a + \frac{T_0 a^2}{2}$$

$$-0,5 - T_0 a + \frac{T_0 a^2}{2}$$

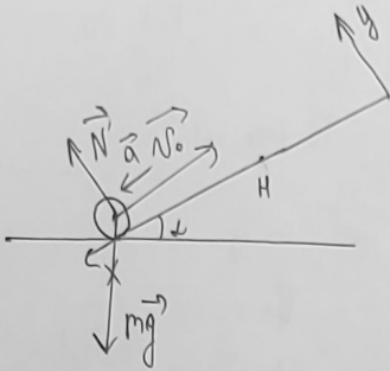
$$-0,5 - T_0 a + \frac{T_0 a^2}{2}$$

$$-0,5 - \frac{2}{3} T_0$$

$$T_0 = \frac{6 - 3}{10 - 2} = \frac{3}{8} = 0,375$$

W1

Дано: l
 $l = 0,6 \text{ м}$
 $t_1 = 1 \text{ с}$
 $t_2 = 2 \text{ с}$
 $v_0 = ?$



УРМОВИ-УЗ

1) Пусть угол между осью и горизонтом равен α

2) По 2 закону Ньютона: $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$Oy: N - mg \cos \alpha$$

$$Ox: mg \sin \alpha = ma$$

3) Через секунду после начала движения от точки A и оказалась в точке H, через 2 секунды от начала оказалась в точке H B)

1) У шар осевой максимальной высоты H, где скорость обнуляется, времени за которое он поднялся на H max (считая от начала, когда шар в точке H, равно $t_2 - t_1$

4) Время за которое шар поднялся на H max, где его скорость обнуляется равно $\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1$

$$5) v_0 = g \sin \alpha \left(\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 \right)$$

$$g \sin \alpha = v_0 \left(\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 \right)$$

$$6) v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = S$$

$$v_0 t_2 - \frac{v_0 \left(\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 \right) t_2^2}{2} = S$$

$$v_0 \left(t_1 - \frac{\left(\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 \right) t_2^2}{2} \right) = S$$

$$v_0 = \frac{0,6}{1 - \frac{1,5}{2}} \cdot \frac{1}{c}$$

$$v_0 = \frac{0,6}{0,25} = 2,4 \cdot \frac{1}{c}$$

Ответ: $2,4 \frac{1}{c}$.

W2

Дано:

$m = 100 \text{ кг}$

$t = 6.0^\circ\text{C}$

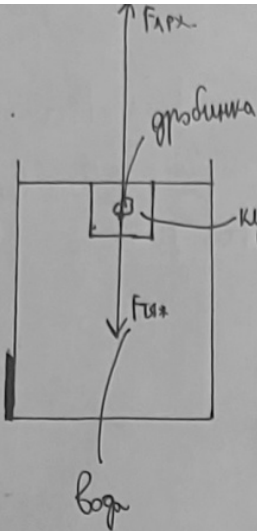
$m_B = 5 \text{ кг}$

$\rho_B = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$\rho_A = 0.9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$h = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$Q_{\text{min}} = ?$



Черновик W8

1) В черновом задании сказано, что краску и воду с гравитацией
равнодействующая $F_{\text{Арх}} > F_{\text{тяг}}$

2) $V_A = \frac{m_A}{\rho_A} \Rightarrow F_{\text{Арх}} = \rho_A \cdot g \cdot V_A = \frac{\rho_A \cdot g \cdot m_A}{\rho_A} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0.1}{1000} \cdot H = \frac{10}{9} H$

Т.е. объемная гравитация - $V_T \cdot V_A$
или можно предположить

3) $F_{\text{тяг}} = (m_B + m_A) \cdot g = 0,105 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1,05 \text{ Н} = 1 \frac{1}{20} \text{ Н}$

4) Найти разность сил архимедова с силой тяжести

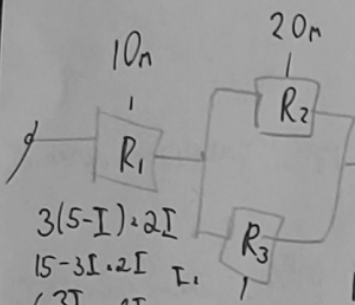
$\Delta F = F_{\text{Арх}} - F_T = 1 \frac{1}{9} \text{ Н} - 1 \frac{1}{20} \text{ Н} = \frac{10}{9} - \frac{21}{20} = \frac{200 - 189}{180} = \frac{11}{180}$

5) Найти разность сил архимедова с силой тяжести, если вода
расширится $1/2$ объема

Черновик

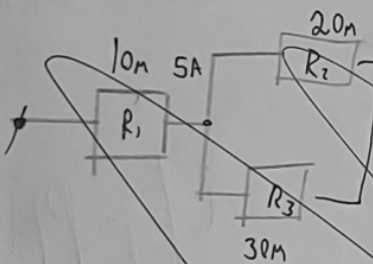
$-5I_1 = -15$
 $I_1 = 3$

$15 - 3I_1 = 2I_2$



$I_1 = 3$
 $U \cdot I^2 R = 3 \cdot 2 = 15$

6)



$\frac{R_2}{R_3} = \frac{I_2}{I_3}$

$\Delta F' = F_{\text{Арх}}' - F_T' = \frac{1000 \cdot 10 \cdot (0.099)}{900} \cdot H = 1,04 \text{ Н}$

$I_1 = 1,04 \text{ Н}$

$10 - 2I_1 = 3I_2$

$10 - 2I_1$

$N = U \cdot I = I^2 R$

$25 \cdot I$

$I = 5A$

$U_2 = I_2 R_2 = I_3 R_3$

$I_2 = 3I_3$

$2I_2 = 3I_3$

$I_2 + I_3 = 5$

$I_2 = 5 - I_3$

$2(5 - I_3) = 3I_3$

$10 - 2I_3 = 3I_3$

$10 = 5I_3$

$I_3 = 2$

$I_2 = 3$

$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_3}{I_1}$

~~$2I_1 = 3I_3$~~

~~$I_2 + I_3 = 5$~~

~~$2I_2 = 3I_3$~~

~~$I_2 = 5 - I_3$~~

$U = U$

$U = I_1 R_1 = I_2 R_2$

$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_3}{I_1}$