



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

домашнее

Вариант № 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по сризике

Дербуновича Леонида Станиславовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Выход 13-53
Вернулся 13-57.
Работа дана 15¹¹*

Дата
«09» февраля 2024 года

Подпись участника
ЛС

Черновик

N 1.1

v_0 - начальная скорость h - высота подъема

$$h = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

Проем пролетев еще камень не остановился

~~$$v_0 = g(t_2 + t_1) \quad v_0 = g(t_2 + t_1)$$~~

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

$$2h = 2v_0 t_1 - gt_1^2$$

$$v_0(t_2 - t_1) - \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2} + gt_1^2 = 0$$

$$v_0 = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2} - gt_1^2$$

не $t_2 - t_1$ - порогит камень после того как пролетит высоту h , пролетает высоту x и останавливается. Далее за время t_4 камень пролетает

$$h - x = 420 \cdot 5 - 25 \cdot 4,8 - 420 \cdot 5 \cdot 0,5$$

$$t_3 + t_4 = t_2$$

$$t_3 + t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = 1200 \text{ мочки. } H - \text{наивысшая высота.}$$

$$h + x = H$$

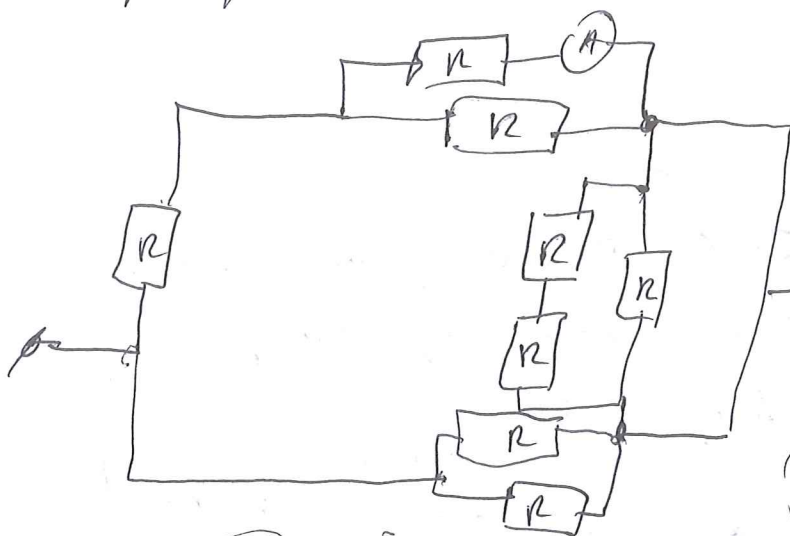
$$h - x = \frac{gt_4^2}{2}$$

1	2	3	4	5	2
18	18	20	20	9	85

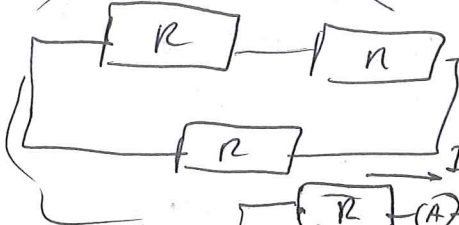
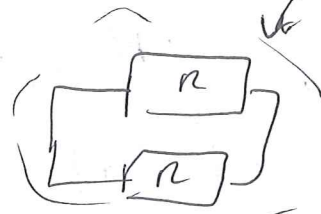
Поля в ОП.
Бревиер

Цисторик N4

Картина эквивалентную схему

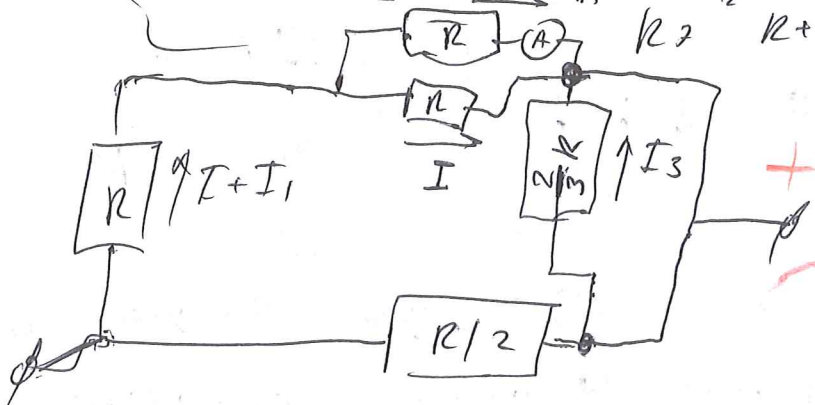


$$R_2 = \frac{R}{2}$$

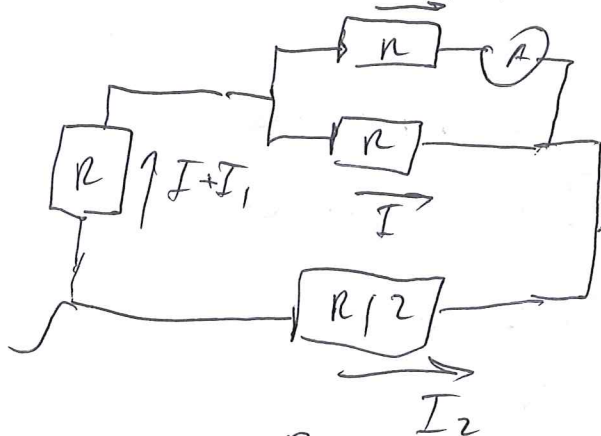


$$R_2 = \frac{2}{3}R$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R}$$



$I_3 = 0$ м.к. $\frac{2}{3}R$ - замкнутая +



$I_2 = I$ м.к.
 $IR = I_1 R$ $RA \ll R$

$RA = 0 = 2I$

$$I_2 \cdot \frac{R}{2} = U = (I + I_1)R$$

$$+ IR = 3IR$$

$$U_0 = I_2 \cdot \frac{R}{2} = 3IR$$

$$I_2 = 6I$$

$$I_1 = I_A = I$$

Чистоврик

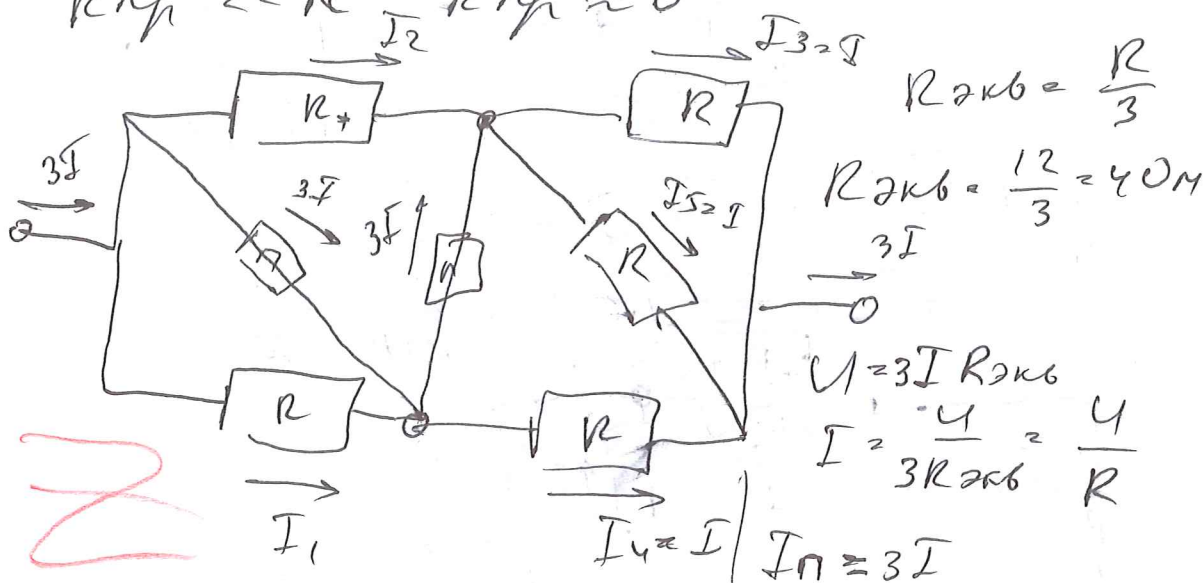
$$I_2 = \frac{U_0}{3R} = 16 \text{ mA} = +$$

$$\text{Ответ: } 16 \text{ mA} +$$

NS

Тока $I_n \leq 1 \text{ A}$ предохранителем можно заменить проводом т.к.

$$R_{np} \ll R \quad R_{np} \approx 0$$



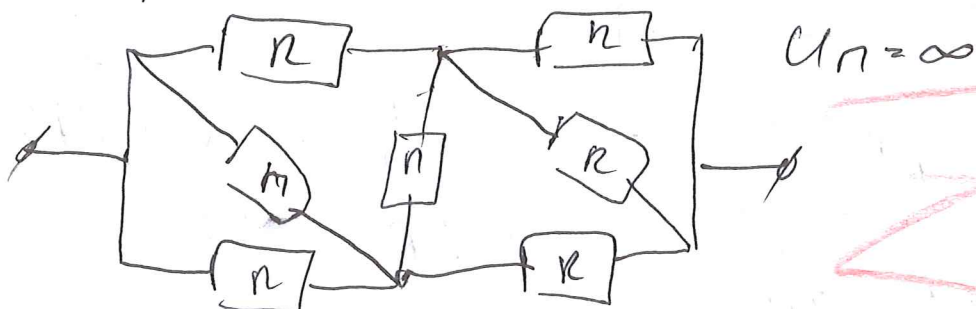
$I_1 = I_2 = 0$ т.к. резисторы замкнуты

$I_4 = I_3 = I_5$ т.к. резисторы соединены параллельно

$$U/R = U \quad 3I < 1 \text{ A} = I_n$$

$$I = \frac{U}{R} < \frac{I_n}{3}$$

Пусть $I_n = 1 \text{ A}$ тогда $R_n = \infty$



Расположим крест. секунды для 1 секунды
при достижении ЧИСТОБИК

$$\frac{U_K}{R} = \frac{I_H}{3}$$

$$U_K = \frac{I_H \cdot R}{3}$$

$$t = \frac{U_K}{\alpha} = \frac{I_H \cdot R}{3\alpha} = 4 \text{ мкс}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{I_H \cdot R}{3\alpha} = 4 \text{ мкс}$$

Нет второй части задания

W, нуль

$$h = \frac{v_0^2}{g} - v_0 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_1^2}{2}$$

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

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

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{g} + \frac{g t_1^2}{2} + \frac{g t_1^2}{2} - v_0 t_2 + 3 v_0 t_1 + \frac{g}{2} (t_2 + t_1)^2$$

$$= \frac{v_0^2}{g} - v_0 (t_2 + 3t_1) + g t_1^2 + \frac{g}{2} (t_2 + t_1)^2 = 0$$

$$D = (v_0 (t_2 + 3t_1))^2 - \frac{1}{4} \cdot 4 \cdot g (t_1^2 + \frac{1}{2} (t_2 + t_1)^2) = 0$$

$$v_0 = \frac{t_2 + 3t_1}{2} = \frac{g(t_2 + 3t_1)}{2}$$

- подставляем.

$$t_{\text{полета}} = \frac{2v_0}{g} = t_2 + 3t_1 = 6 \text{ с}$$

Ответ: 6 с

шестовик

№ 1

1 случай: камень не достиг верхней точки

$$v_0 > g(t_2 + t_1)$$

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

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

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

$$t_2 - t_1$$

$$= 35 \frac{m}{c} < g(t_2 + t_1) = 40 \frac{m}{c}$$

- не подходит

2 случай: камень пролетает h за время t_1 ; в третий раз пролетает t_3 летит от h до H_{max} , а дальше в третий раз пролетает t_4 - пролетает расстояние $h - (H_{max} - h) = 2h - H_{max}$

$$t_{пролета} = \frac{v_0}{g}$$

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$t_4 + t_3 = t_2$$

$$\frac{v_0}{g} = t_1 = t_3$$

$$H_{max} - h = x$$

$$x = (v_0 - g t_1) t_3 - \frac{g t_3^2}{2}$$

$$t_{проз} - t_1 = t_3$$

$$h - x = \frac{g t_4^2}{2}$$

Получаем уравнение:

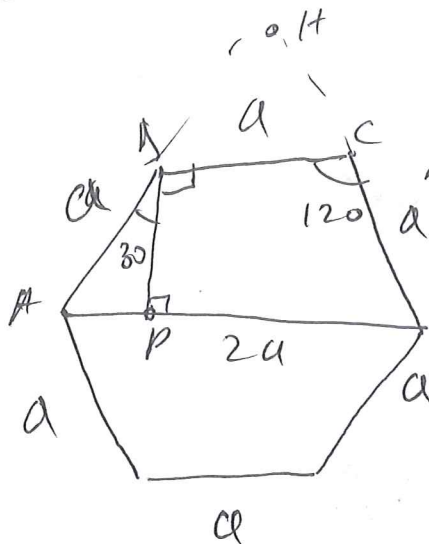
$$\frac{v_0^2}{g} - v_0(t_2 + 3t_1) + g t_1^2 + \frac{g}{2}(t_1 + t_2)^2 = 0$$

$$g D = (t_2 + 3t_1)^2 - 4 \cdot \frac{1}{g} \cdot g(t_1^2 + \frac{g}{2}(t_1 + t_2)^2) = 0$$

$$v_0 = \frac{y(t_2 + 3t_1)}{2} < g(t_2 + t_1) - \text{невозможно.}$$

$$t \text{ полета} = 2t \text{ падения} = \frac{2v_0}{g} = t_2 + 3t_1 = 0.5 \text{ секунд}$$

Ответ: 0.5



N2

дно призмы

$$AB = 2a$$

точки A B и B C пересекутся в H. ACH - равносторонний. ABH - тоже. BC - ср. линия.

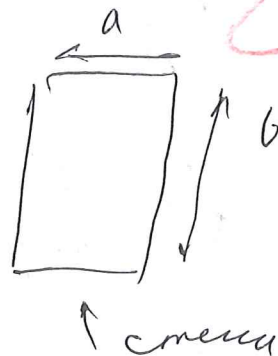
$$AB = 2a$$

$$\angle AHP = 30^\circ$$

$$HP = a \cdot \cos 30^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$S_{ABHA} = \frac{3\sqrt{3}a^2}{2}$$

$$S_{СТЕНА} = ab$$



$$p_1 = \frac{mg}{S_{ABHA}}$$

$$p_2 = \frac{mg}{S_{СТЕНА}}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{S_{СТЕНА}}{S_{ABHA}} = \frac{3\sqrt{3}a^2}{2ab^2} = \frac{3\sqrt{3}a}{2b}$$

$$b = \frac{3\sqrt{3}a p_2}{2p_1}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{S_{СТЕНА}}{S_{ABHA}} = \frac{2ab}{3\sqrt{3}a^2} = \frac{2b}{3\sqrt{3}a}$$

$$b = \frac{p_1 \cdot 3\sqrt{3}a}{2p_2}$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot b \cdot S_{ABHA} = \rho \cdot \frac{p_1 \cdot 3\sqrt{3}a}{2p_2} \cdot \frac{3\sqrt{3}a^2}{2}$$

$$= \rho \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{27}{4} \cdot a^3$$

$$P_1 = \frac{\rho \cdot b \cdot S_{\text{вн}} \cdot g}{S_{\text{вн}}} = \rho \cdot g \cdot \frac{P_1}{2\rho_2} \cdot 3\sqrt{3}a$$

Шестовик

$$2\rho_2^3 = \rho^3 \cdot g^3 \cdot 27 \cdot 3 \cdot \sqrt{3} \cdot a^3$$

$$m = \rho \cdot \frac{P_1}{\rho_2} \cdot \frac{27}{4} \cdot a^3$$

$$\frac{2\rho_2^3}{m} = \frac{\rho^3 \cdot g^3 \cdot 27 \cdot 3 \cdot \sqrt{3} \cdot a^3}{\rho \cdot \frac{P_1}{\rho_2} \cdot \frac{27}{4} \cdot a^3}$$

$$\frac{2\rho_2^2 \cdot \rho_2}{m} = \frac{\rho^2 \cdot g^3 \cdot 3 \cdot \sqrt{3} \cdot 4 \cdot \rho_2}{\rho_1}$$

$$\rho^2 = \frac{2\rho_2^2 \cdot \rho_1}{m \cdot g^3 \cdot 3\sqrt{3}}$$

$$\rho = \rho_2 \cdot \sqrt{\frac{2\rho_1}{m \cdot g^3 \cdot 3\sqrt{3}}} = 9100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $9100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

185

$$C_{\text{ф}} \cdot m_{\text{ф}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{ф}}) + C_{\text{с}} \cdot m_{\text{с}} (t_{\text{к}} - t_1) + C_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} (t_{\text{к}} - t_1) = C_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{к}}) + C_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} (t_1 - t_{\text{к}}) + C_{\text{с}} \cdot m_{\text{с}} (t_1 - t_{\text{к}})$$

$$m_{\text{ф}} = \frac{C_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{к}}) + C_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} (t_1 - t_{\text{к}}) + C_{\text{с}} \cdot m_{\text{с}} (t_1 - t_{\text{к}})}{C_{\text{ф}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{ф}})}$$

$$= 0,2 \text{ кг} = 200 \text{ г}$$

Ответ: 200 грамм

208

$h+x = \frac{v_0^2}{2g}$ Черныш $t_4 = t_2 - t_3$ $t_2+t_1 = t$

$h-x = \frac{gt_4^2}{2}$ $30.1 - \frac{10}{2} t_3 = \frac{v_0}{g} - t_1$ $2mg$

~~$h = \frac{v_0^2 + gt_4^2}{4g}$~~ $t_4 = t_2 + t_1$ $\frac{v_0}{g} p_2 = \frac{mg}{1700}$

$2h = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{gt_4^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + g(t_2+t_1 - \frac{v_0}{g})^2$

$2h = 2v_0t_1 - gt_1^2$

$\frac{v_0^2}{2g} = 2v_0t_1 + gt_1^2 + \frac{gt^2}{2} + \frac{2v_0}{2g} - g \frac{v_0}{g} = 0$

$\frac{v_0^2}{g} - v_0(2t_1 + t) + \frac{gt_1^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = 0$ $6 = \frac{v_0}{2g} - 3\sqrt{3}g$

$v_0 = 2$ $x_1 + x_2 = +50$ $\frac{v_0^2}{2g} - h = x$ $2 \cdot 4080^3 = 18 \cdot 1000$

$35 = \frac{10 \cdot x}{2}$ $5806 = 24a$ $50 \pm \sqrt{2500} = 37$

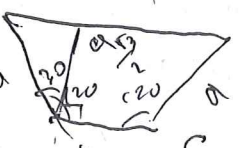
$2h = \frac{v_0^2}{2g} + g(t_1+t_2 - \frac{v_0}{g})^2$ $h = v_0t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$

$2h = 2v_0t_1 - gt_1^2$ $2v_0t_1 + gt_1^2 + \frac{g}{2}(t_4 - \frac{v_0}{g})^2$



$5x - x^2 = 5$ $-5x + 5 = 0$ $(5ab + 3\sqrt{3}a)$

$22 \cdot \frac{(5ab + 3\sqrt{3}a)}{2}$



$S_{\text{АНА}} = \frac{39}{2} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{3a \cdot 2}{2}$ $S_{\text{ААА}} = \frac{3\sqrt{3}a^2}{2}$ $2 \cdot 40806 = 0\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}a = 4080$

Решена

26-29-59-80
(1.8)

~~Число точек~~ ~~Чертобык~~

$$h = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{gt_1}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + g(t_1+t_2) - \frac{v_0^2}{2g}$$

$$2h = 2v_0 t_1 - g t_1^2$$

$$g t_1^2 - 2v_0 t_1 + 2h = 0$$

$$t_1 = \frac{2v_0 \pm \sqrt{4v_0^2 - 8gh}}{2g} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g}$$

Условие: $v_0 \geq \sqrt{2gh}$

Условие: $v_0 \leq g(t_1+t_2) = 40 \frac{m}{c} (t_1+t_2 - \frac{v_0}{g})$

$1300v - g(t_1+t_2) < 0$

$v_0 = 30 \pm \sqrt{50} \frac{m}{c}$

Черт. $t_1 = \frac{v_0}{g}$

$100,25 = 5 \cdot 0,25$

$2 \cdot 4000 \sqrt{13} \cdot 1000$

$2 \cdot 9 \cdot 1000$

$2 \cdot 9 \cdot 100$

$2 \cdot 9 \cdot 50$

$2 \cdot 9 \cdot 25$

34

$\rho_1 = \frac{mg}{S_{стены} \cdot H}$

$\rho_2 = \frac{mg}{S_{стены} \cdot H} \cdot \frac{H}{H}$

$S_{стены} = 2 \cdot AH \cdot \frac{(AB+BC)}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$

$S_{стены} \geq ab$

$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{S_{стены}}{S_{стены}} = \frac{3\sqrt{3}a}{2b} = \frac{4000 \text{ Па}}{0,73 \text{ Па}}$

$a \approx 1706$

$\rho_2 = \frac{S_{стены} \cdot \rho_1 \cdot \rho_2}{S_{стены}} = \frac{S_{стены} \cdot \rho_1 \cdot \rho_2}{S_{стены}}$

сторона

сприжен - a

a BC = 2a

можно погнать T. косинусов.

AH = a \cdot \cos \angle BAH

стены

высота стены

$$\frac{2 \cdot 4000^2 \cdot 0.5 \cdot 1000}{1 \cdot 1000 \cdot 3}$$

N1

ЧЕТВЕРТЬ

1 случай: камень не достиг верхней точки

$$v_0 \geq g(t_1 + t_2)$$

h - некоторый участок

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

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

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

$= 35 \frac{m}{c}$ - не подходит

т.к. $35 \frac{m}{c} < g(t_1 + t_2) = 40 \frac{m}{c}$

2 случай

камень достигает верхней точки и падает. условие $v_0 \leq g(t_1 + t_2) = 40 \frac{m}{c}$

$$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} < 2h$$

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$t_{подъема} = \frac{v_0}{g}$$

t_3 - время полета от h до H_{max}

t_4 - время полета от H_{max} до $H_{max} + h + x$

$$H_{max} - h = x$$

После подъема не H_{max}

камень еще еще пролетает

$$h - x$$

$$h - x = \frac{g t_u^2}{2}$$

$$t_3 + t_4 = t_2$$

$$t_4 = t_2 - t_3$$

$$x = (v_0 - g t_1) \cdot t_3 - \frac{g t_3^2}{2}$$

$$t_3 = \frac{v_0}{g} - t_1$$

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

Продолжение работы

№ 2 ЧЕРТОВАТЬ

$$p_1 = \frac{mg}{S_{\text{АНА}}}$$

$$p_2 = \frac{mg}{S_{\text{СТЕНА}}}$$

$$\angle \text{ДАН} = 30^\circ$$

$$\text{АН} = a \cdot \cos 30 = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$S_{\text{АНА}} = 2 \cdot \text{АН} \cdot \left(\frac{\text{АВ} + \text{ВС}}{2} \right) = \frac{3a}{2} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = 3\sqrt{3} a^2$$

$$S_{\text{СТ}} = a \cdot b$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{S_{\text{СТ}}}{S_{\text{АНА}}} = \frac{2ab}{3\sqrt{3}a^2}$$

$$b = \frac{p_1}{2p_2} \cdot 3\sqrt{3}a$$

$$V_{\text{ПРИЗ}} = b \cdot S_{\text{АНА}} = b \cdot 3\sqrt{3} a^2$$

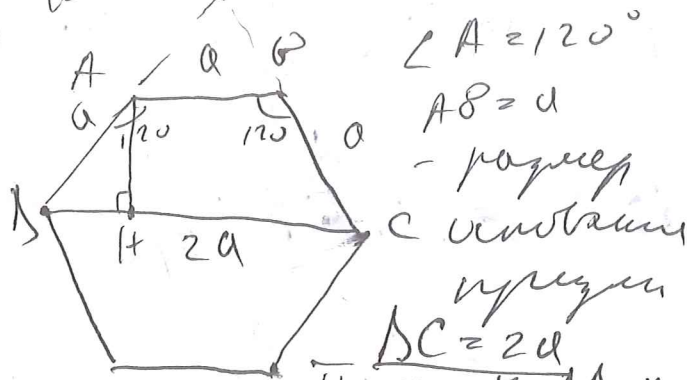
$$p_1 = \frac{mg}{S_{\text{АНА}}} = \frac{\rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot g \cdot b \cdot S_{\text{АНА}}}{S_{\text{АНА}}} = \rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot g \cdot \frac{p_1}{2p_2} \cdot 3\sqrt{3}a$$

$$\rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot g \cdot b \cdot S_{\text{АНА}} = \rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot g \cdot \frac{p_1}{2p_2} \cdot 3\sqrt{3}a$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 = \rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot g \cdot \frac{p_1}{2p_2} \cdot \frac{27}{2} a^3$$

$$a = \frac{2m p_2}{\rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot p_1} \cdot \frac{2}{27}$$

$$a = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2m \cdot p_2}{\rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot p_1} \cdot 2} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{4m p_2}{\rho_{\text{ПРИЗ}} \cdot p_1}}$$

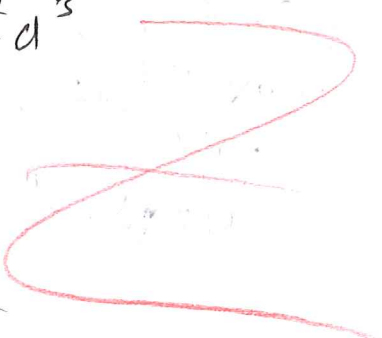
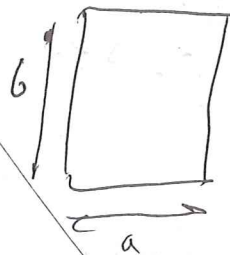


$\angle A = 120^\circ$
 $AB = a$
 - размер

с основания
 призмы

$$BC = 2a$$

Продолжить АВ и ВС до пересечения
 и получить равносторонний треугольник
 со стороной АВ - с. линия
 $\frac{3a}{2} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = 3\sqrt{3} a^2$
 ↓ стена



$$p_1^3 = \rho_1^3 \cdot g^3 \cdot \frac{p_1^3}{6\rho_2^3} \cdot 27 \cdot 3\sqrt{3} a^3$$

$$p_1^3 = 1 = \rho_1^2 \cdot g^3 \cdot \frac{1}{8\rho_2^3} \cdot 27 \cdot 3\sqrt{3} \cdot \frac{4m\rho_2}{27\rho_1 \cdot p_1}$$

$$1 = \rho_1^2 \cdot g^3 \cdot \frac{1}{\rho_2^2 \cdot \rho_1} \cdot 3\sqrt{3} \cdot \frac{4m}{8}$$

$$\rho_1 = \sqrt{\frac{2\rho_2^2 \cdot \rho_1}{g^3 \cdot 3\sqrt{3} \cdot 4m}} = \rho_2 \cdot \sqrt{\frac{2\rho_1}{g^3 \cdot 3\sqrt{3} \cdot m}}$$

$$= 5700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$= 4080 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \cdot 1000}{1000 \cdot 8 \cdot 1.1}}$$

$$\rho_2 = 5700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

ρ_3

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_k - t_0) + c_2 \cdot m_2 \cdot (t_k - t_1) + c_3 \cdot m_3 \cdot (t_k - t_1)$$

$$= c_3 \cdot m_3 \cdot (t_0 - t_k)$$

пусть $c_{завис} = c_3$
 начальная температура воды
 $t_{воды} = t_1$

$$m_1 = \frac{c_3 \cdot m_3 \cdot (t_0 - t_k) - c_2 \cdot m_2 \cdot (t_k - t_1) - c_1 \cdot m_1 \cdot (t_k - t_1)}{c_1 \cdot (t_k - t_0)}$$

$$= 0,2 \text{ кг} = 200 \text{ г}$$

Ответ: 200 г

$$4200 \cdot 0,2 = 8400$$

$$4200 \cdot \frac{1}{4} \cdot 20 = 21000$$

$$21000 - 8400 = 12600$$

$$\frac{12600}{4200} = 3$$