



95-87-66-98
(1.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Володина Дмитрия Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

работо сдается в 16:00. ФФ —

Дата

«09» февраля 2024 года

Подпись участника

ВФ

95-87-66-98
(1.3)

Бровицкий
Петровская Г.А.
1 | 2 | 3 | 4 | 5
14 | 20 | 19 | 16 | 20 | 89

(вопросы гд.г.г.)

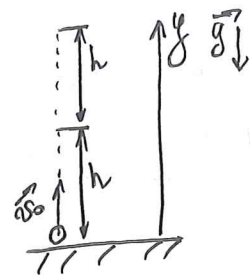
штурвик

1.1

Дано:

$t_1 = 1c$
 $t_2 = 3c$
 $t = ?$

Решение:



h - участок пути, который камень пролетел за t_1 , а потом - за t_2

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

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

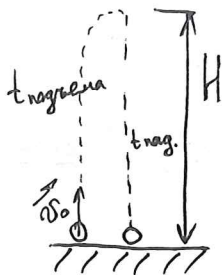
$$2v_0 t_1 - g t_1^2 = v_0 (t_1 + t_2) - g \frac{(t_1 + t_2)^2}{2}$$

$$2v_0 - 10 = 4v_0 - 80$$

$$2v_0 = 70$$

$$v_0 = 35 \text{ (м/с)}$$

$v_0 = 8 \text{ м/с}$
нет



$$H = v_0 t_n - g \frac{t_n^2}{2}$$

$$t_{\text{нагнетия}} = t_{\text{траг}} = t_n ; t = 2t_n$$

$$H = g \frac{t_n^2}{2}$$

$$\frac{g t_n^2}{2} = v_0 t_n - g \frac{t_n^2}{2}$$

$$g t_n^2 = v_0 t_n \quad | \quad \frac{t_n}{t_n}$$

$$g t_n = v_0$$

$$t_n = \frac{v_0}{g} = \frac{35 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 3,5 \text{ с}$$

$$t = 2t_n = 7 \text{ с}$$

Ответ: 7 с

нет
решения
в общем виде

числовой №1.3

Дано:

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

$$t_b = 100^\circ \text{C}$$

$$t_{\text{op}} = 35^\circ \text{C}$$

$$m_c = 80 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}$$

$$m_z = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C} = t_z = t_c$$

$$t_k = 80^\circ \text{C}$$

$$c_z = c_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$c_{\text{op}} = 800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$c_c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$m_{\text{op}} = ?$

Решение:

$$1) \cancel{Q_{\text{пол}}} = \cancel{Q_{\text{отг}}} \quad Q_{\text{отг}} = Q_{\text{пол}}$$

$$c_b m_b (t_b - t_k) = c_{\text{op}} m_{\text{op}} (t_k - t_{\text{op}}) + c_z m_z (t_k - t_z) + c_c m_c (t_k - t_c)$$

$$m_{\text{op}} = \frac{c_b m_b (t_b - t_k) - c_z m_z (t_k - t_z) - c_c m_c (t_k - t_c)}{c_{\text{op}} (t_k - t_{\text{op}})}$$

$$m_{\text{op}} = \frac{4200 \cdot 0,25 \cdot 20 - 4200 \cdot 0,05 \cdot 60 - 250 \cdot 0,08 \cdot 60}{800 \cdot 45} = \frac{42 \cdot 25 \cdot 20 - 42 \cdot 5 \cdot 60 - 25 \cdot 8 \cdot 6}{800 \cdot 45} = \frac{15(14 \cdot 5 \cdot 20 - 14 \cdot 60 - 5 \cdot 8 \cdot 2)}{800 \cdot 45}$$

$$= \frac{14 \cdot 5 \cdot 20 - 14 \cdot 60 - 5 \cdot 8 \cdot 2}{800 \cdot 3} = \frac{10(14 \cdot 5 \cdot 2 - 14 \cdot 6 - 8)}{800 \cdot 3} = \frac{14 \cdot 5 \cdot 2 - 14 \cdot 6 - 8}{80 \cdot 3}$$

$$= \frac{4(7 \cdot 5 - 7 \cdot 3 - 2)}{80 \cdot 3} = \frac{7 \cdot 5 - 7 \cdot 3 - 2}{20 \cdot 3} = \frac{35 - 21 - 2}{60} = \frac{12}{60} =$$

$$= 0,2 \text{ (кг)}$$

$$\text{Ответ: } 0,2 \text{ кг}$$

нет разницы
в числах
в числах

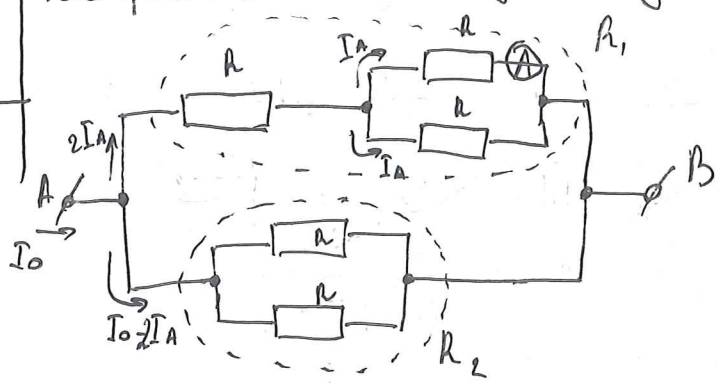
19 баллов

95-87-66-98
(1.3)

Дано:
 $R = 125 \text{ Ом}$
 $U_0 = 6 \text{ В}$
 $I_A = ?$

Решение:
построим эквивалентную схему.

почему так можно?



\pm

1) $R_1 = R + \frac{R}{2} = 187,5 \text{ Ом}$, $R_2 = \frac{R}{2} = 62,5 \text{ Ом}$

$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{62,5 \cdot 187,5}{187,5 + 62,5} \approx 48 \text{ Ом}$

$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{6 \text{ В}}{48 \text{ Ом}} = \frac{1}{8} \text{ А}$

2) $2I_A R + I_A R = \frac{I_0 \cdot 2I_A}{2} \cdot R$

$3I_A = \frac{I_0 \cdot 2I_A}{2}$

$6I_A = I_0 - 2I_A$

$I_A = \frac{I_0}{8}$

$I_A = \frac{1}{64} \text{ А}$

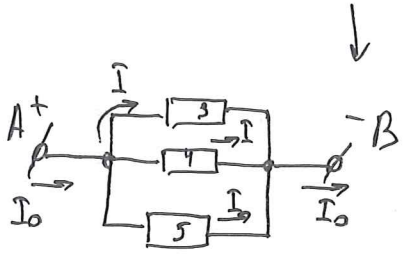
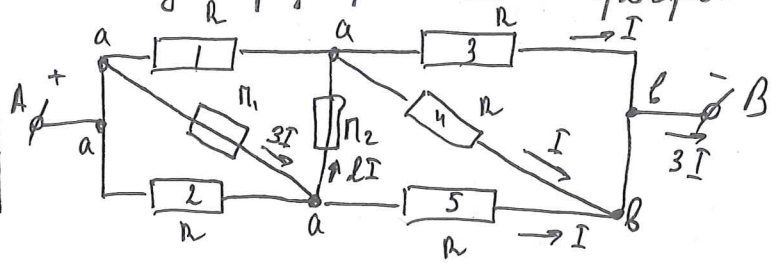
Ответ: $\frac{1}{64} \text{ А}$

ответ в общем виде?

шкалик ≈ 1.5

Дано:
 $R = 12 \Omega$
 $U(t) = dt$
 $d = 1 \text{ В/мм}$
 $I_n = 1 \text{ А}$
 $t_1 = ?$ $t_2 = ?$

Решение:
 1) построим эквивалентную схему для первого времени, пока не одним предохранителем не перегорит



$I_0 = 3I$

первым перегорит предохранитель Π_1 , т.к. ~~через него~~ \rightarrow через него идёт большин ток

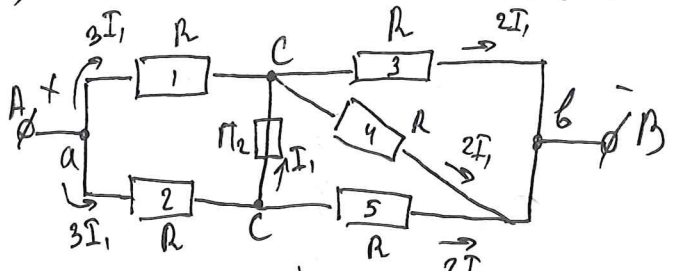
$3I = 1 \text{ А}$, $I = \frac{U}{R}$

$1 \text{ А} = 3 \frac{U}{12 \Omega}$

$U = 4 \text{ В}$

$t_1 = 4 \text{ мм}$ (+)

2) схема после перегорания 1 предохранителя



через Π_1 идёт ток I_1

$I_1 = 1 \text{ А}$

$R_0 = 6 \Omega + 4 \Omega = 10 \Omega$

$I_0 = 6 \text{ А}$

$U_0 = I_0 \cdot R_0$

$U_0 = 60 \text{ В}$

$t_2 = \frac{U_0}{d} = 60 \text{ мм}$ +

Ответ: Π_1 через 4 мм; Π_2 через 60 мм.

95-87-66-98
(1.3)

штатив ≈ 1.2

Дано:
 $m = 1 \text{ кг}$
 $p_1 = 6000\sqrt{3} \text{ Па}$
 $p_2 = 4080 \text{ Па}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\rho - ?$

Решение:

1) $p_1 = \frac{F}{S_1}$

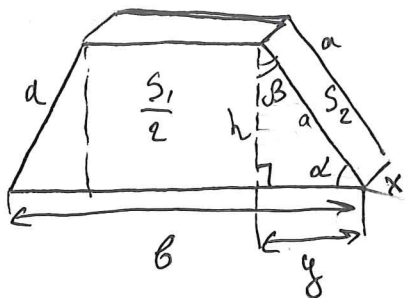
$S_1 = \frac{F}{p_1}, F = mg$

$S_1 = \frac{mg}{p_1}$

2) $m = \rho V$

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V - ?$

3) представим призму в виде двух фигур: ставим прямоугольника и нижней стороной - трапецией



a - сторона шестиугольника

h - высота

x - ребро

$\alpha = 60^\circ$ - т.к. угол шестиугольника $- 120^\circ$

$\beta = 90^\circ - \alpha = 30^\circ \Rightarrow a = 2y$

$\sin \alpha = \frac{h}{a}$

$h = a \cdot \sin \alpha$

$\frac{S_1}{2} = \frac{a+b}{2} \cdot h$

$S_1 = (a+b) \cdot a \cdot \sin \alpha$

$b = 2y + a$

$b = 2a$

$S_1 = 3a^2 \cdot \sin \alpha$

$\frac{10}{6000\sqrt{3}} = 3a^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$3a^2 \cdot 18000 = 20$

$3a^2 \cdot 18000 = 20$

$a = \frac{1}{30\sqrt{3}} \text{ (м)}$

$V = S_1 \cdot x$

$S_2 = a \cdot x$

$x = \frac{S_2}{a}$

$V = \frac{S_2 \cdot S_1}{a}$

$V = \frac{10}{6000\sqrt{3}} \cdot \frac{10}{4080} \cdot 30\sqrt{3}$

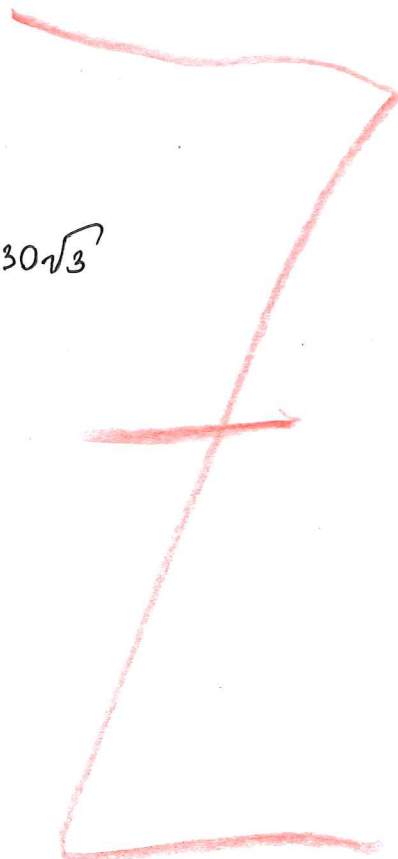
$V = \frac{1}{8160} \text{ (м}^3\text{)}$

$\rho = \frac{m}{V}$

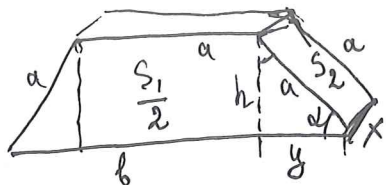
$\rho = \frac{1 \text{ кг}}{\frac{1}{8160} \text{ м}^3}$

$\rho = 8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \oplus$

Ответ: $8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



геометрия.



$$S_2 = a \cdot x$$

$$x = \frac{S_2}{a}$$

$$V_{1/2} = S_{1/2} \cdot x$$

$$V = S_1 \cdot x$$

x - ребро

$$V = \frac{S_1 \cdot S_2}{a}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$V = \frac{10}{6000\sqrt{3}} \cdot 4080 \cdot 30\sqrt{3}$$

$$V = \frac{10 \cdot 10 \cdot 30\sqrt{3}}{6000\sqrt{3} \cdot 4080}$$

$$V = \frac{3}{6 \cdot 4080} = \frac{1}{8160}$$

$$a = 2y$$

$$\cos \alpha = \frac{y}{a}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{a}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{y}$$

$$\frac{S_1}{2} = \frac{(a+b)h}{2}$$

$$S_1 = (a+b)h$$

$$b = 2y + a$$

$$b = 2a$$

$$S_1 = 3a \cdot h$$

$$S_1 = 3a \cdot \sin \alpha \cdot a$$

$$S_1 = 3a^2 \cdot \sin 60$$

$$\frac{10}{6000\sqrt{3}} = 3a^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$3a^2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6000\sqrt{3} = 20$$

$$3a^2 \cdot 18000 = 20$$

$$3a^2 \cdot 900 = 1$$

$$3a^2 = \frac{1}{900}$$

$$a = \frac{1}{30\sqrt{3}}$$

$$a = \frac{1}{30\sqrt{3}}$$

~~а = 1/30√3~~

$$a^2 = \frac{1}{3 \cdot 900}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1}{\frac{1}{8160}}$$

$$\rho = 8160$$

методом н 1.5

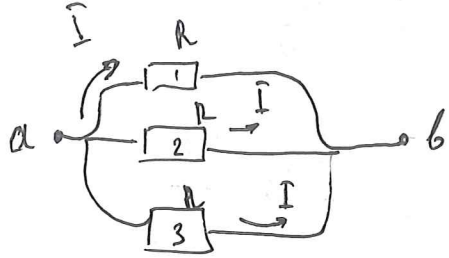
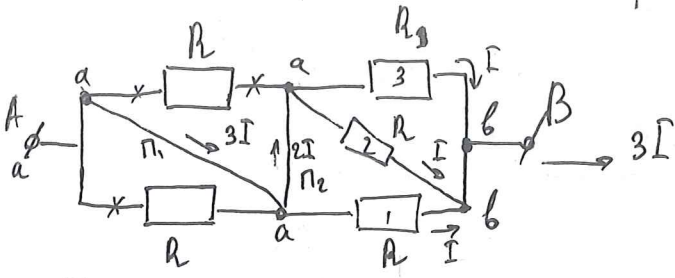
$R = 12 \Omega$

$U(t) = \alpha t$

$I_n = 1 A$

$\alpha = 1 B/mm$

Π_1 - первый перегорит



$I = \frac{U}{R}$

$3I = 3 \frac{U}{R} = \frac{3U}{12\Omega} = \frac{1}{4} U$

$3I = 1 A$

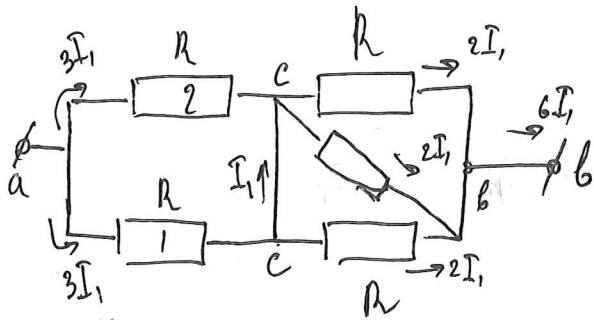
$I = \frac{1}{3}$

$1 = \frac{1}{4} U \quad U = 4$

при $U = 4$ перегорит 1 предохранитель

$U = \alpha t$

$t_1 = \frac{U}{\alpha} = \frac{4 B}{1 B/mm} = 4 \text{ мм}$



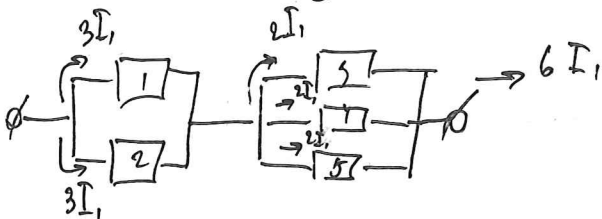
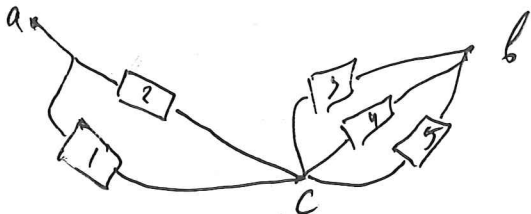
$I_1 = 1 A$

$R_0 = 6 + 4 = 10 \Omega$

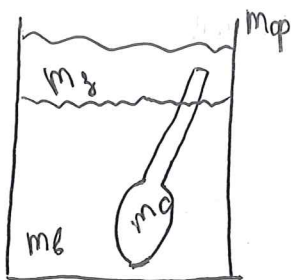
$I_0 = 6 A$

$U = I R = 6 \cdot 10 = 60 B$

$t_2 = \frac{U}{\alpha} = 60 \text{ мм}$



термометр № 1.3



$$\begin{array}{llll}
 t_в = 100^\circ\text{C} & t_ф = 35^\circ\text{C} & m_с = 80\text{г} & m_з = 50\text{г} \\
 m_в = 250\text{г} & m_ф = ? & t_1 = 20^\circ\text{C} & t_2 = 20^\circ\text{C} \\
 c_в = 4200 & c_ф = 800 & c_с = 250 & c_з = 4200
 \end{array} \quad \Rightarrow t_k = 80^\circ\text{C}$$

$$Q_{отг} = Q_{пол}$$

$$c_в m_в (t_в - t_k) = c_ф m_ф (t_k - t_ф) + c_с m_с (t_k - t_1) + c_з m_з (t_k - t_2)$$

$$m_ф = \frac{c_в m_в (t_в - t_k) - c_с m_с (t_k - t_1) - c_з m_з (t_k - t_2)}{c_ф (t_k - t_ф)}$$

$$m_ф = \frac{4200 \cdot 0,25 \cdot 20 - 250 \cdot 0,08 \cdot 60 - 4200 \cdot 0,05 \cdot 60}{800 \cdot 45} =$$

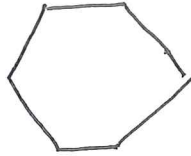
$$= \frac{42 \cdot 25 \cdot 20 - 25 \cdot 8 \cdot 6 - 42 \cdot 5 \cdot 60}{800 \cdot 45} = \frac{1}{800 \cdot 45} (42 \cdot 5 \cdot 20 - 5 \cdot 8 \cdot 6 - 42 \cdot 60) =$$

$$= \frac{1}{800 \cdot 45} (14 \cdot 5 \cdot 20 - 5 \cdot 8 \cdot 2 - 14 \cdot 60) = \frac{1}{800 \cdot 3} (14 \cdot 5 \cdot 2 - 4 \cdot 2 - 14 \cdot 6) = \frac{1}{80 \cdot 3} (7 \cdot 5 \cdot 2 - 2 - 7 \cdot 6)$$

$$= \frac{1}{40 \cdot 3} (7 \cdot 5 - 2 - 7 \cdot 3) = \frac{35 - 2 - 21}{60} = \frac{12}{60} = \frac{6}{30} = \frac{3}{15} = \frac{1}{5}(\text{кг}) = 0,2(\text{кг})$$

чертежи №1.2

$m = 1 \text{ м}$



$$p_1 = 6\sqrt{3} \text{ нПа}$$

$$P_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{10 \text{ Н}}{S_1}$$

$$S_1 = \frac{10 \text{ Н}}{6\sqrt{3} \text{ нПа}}$$

$$F = mg = 10 \text{ Н}$$

$$S_1 = (2a + 2a \cos \alpha) \cdot a \sin \alpha$$

$$2a^2 \sin \alpha + 2a^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha = S_1$$

$$2a^2 \left(\frac{2\sqrt{3}}{2 \cdot 2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) = S_1$$

$$m = \rho V$$

$$2a^2 \frac{3\sqrt{3}}{4} = S_1$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$a^2 \frac{3\sqrt{3}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = S_1$$

$$a^2 = \frac{2S_1}{3\sqrt{3}}$$

$$a^2 = \frac{2 \cdot 10000\sqrt{3}}{3\sqrt{3}} = 4000$$

$$a^2 = \frac{2 \cdot 10}{3\sqrt{3} \cdot 600\sqrt{3}} = \frac{20}{3 \cdot 300}$$

$$a = 200$$

$$a^2 = \frac{1}{3 \cdot 3 \cdot 300}$$

$$a^2 = \frac{1}{2400}$$

$$\frac{S_1}{2} = \frac{a+b}{2} h$$

$$a = \sqrt{\frac{1}{2400}}$$

$$S_1 = (a+b) h$$

$$\frac{180(n-2)}{n}$$

$$b = 2x + a$$

$$\frac{180 \cdot 4}{6 \cdot 5} = 120$$

$$x = a \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{a}$$

$$b = a \cdot \cos \alpha + a$$

$$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{a}$$

$$h = \sin \alpha \cdot a$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{a} \Rightarrow h = a \sin \alpha$$

$$150 \cdot 3 = 2250$$

$$a = \frac{h}{\sin 60}$$

$$(500 + 250) \cdot 3$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{a} \Rightarrow x = \cos \alpha \cdot a$$

$$15 \cdot 15 \cdot 10$$

$$b = 2x + a$$

$$3 \cdot 5^2 \cdot 5 \cdot 2$$

$$b = 2 \cos \alpha \cdot a + a$$

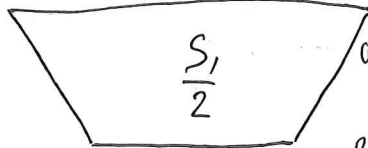
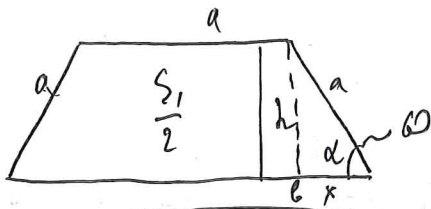
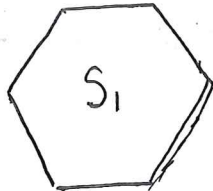


$$p_2 = 4080 \text{ Па}$$

$$S_2 = \frac{F}{p_2} = \frac{10 \text{ Н}}{4080 \text{ Па}}$$

$$S_2 = a \cdot c$$

$$c = \frac{S_2}{a} = \frac{4080}{200}$$



$$a^2 = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2}{6000\sqrt{3} \cdot 5\sqrt{3}} = \frac{40}{150 \cdot 3 \cdot 5}$$

$$a^2 = \frac{1}{2250}$$

$$S_1 = (a+b)h$$

$$S_1 = (a + a \cdot \cos \alpha + a) \sin \alpha \cdot a$$

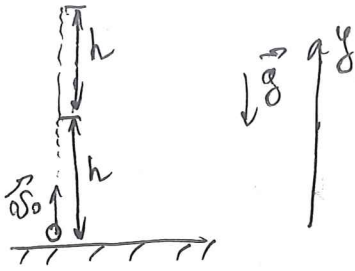
$$S_1 = \sin \alpha \cdot 2a^2 + \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot a^2$$

$$S_1 = \sin \alpha \cdot a^2 (2 + \cos \alpha)$$

$$S_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a^2 \left(\frac{5}{2} \right)$$

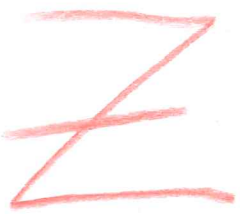
$$\frac{2S_1 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 5} = a^2$$

№1.1. вертикаль

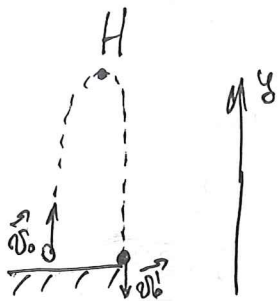


$$h \rightarrow t_1 = 1c \quad t - ?$$

$$h \rightarrow t_2 = 3c$$



$$\begin{cases} h = v_0 t_1 - g \frac{t_1^2}{2} \Rightarrow \\ 2h = v_0 (t_1 + t_2) - g \frac{(t_1 + t_2)^2}{2} \\ 2v_0 t_1 - g t_1^2 = v_0 (t_1 + t_2) - g \frac{(t_1 + t_2)^2}{2} \\ 2v_0 - 10 = 4v_0 - 80 \\ 2v_0 = 70 \\ v_0 = 35 \text{ м/с} \end{cases}$$



$$\begin{cases} H = v_0 t_n - g \frac{t_n^2}{2} \\ H = g \frac{t_n^2}{2} \end{cases} \quad \underline{t_{\text{взлета}} = t_{\text{падения}}}$$

$$g \frac{t_n^2}{2} = v_0 t_n - g \frac{t_n^2}{2}$$

$$g t_n^2 = v_0 t_n$$

$$g t_n = v_0$$

$$t_n = \frac{v_0}{g} \Rightarrow t_n = 3,5c \Rightarrow \boxed{t = 2t_n = 7c}$$

$$35 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 35 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} \cdot 3,6$$

