



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

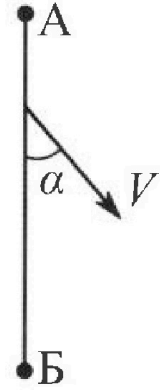


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 15$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .

2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .

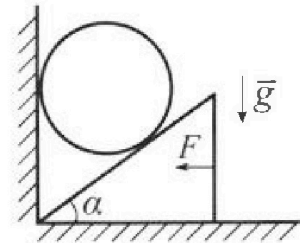


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до подъема на максимальную высоту.
2. Найдите дальность  $L$  полета от старта до падения на площадку.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

3. Клин с углом  $\alpha$  при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=0,4$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Систему удерживают в покое горизонтальной силой  $F = \sqrt{3}mg$ .



1. Найдите угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

2. Найдите перемещение  $H$  шара до соударения.
3. Найдите силу  $N_1$ , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

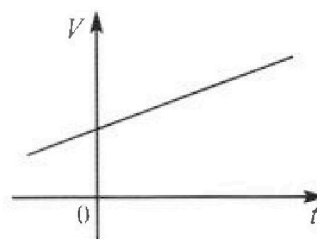


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  и  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  равно  $L=100$  мм. В термометре находится  $m=0,04$  г спирта.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем спирта в  $\beta = 1,12$  раза больше объема спирта при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность спирта при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

- Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .



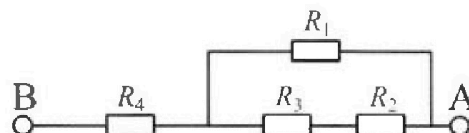
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

- Найдите убыль  $|\Delta V|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
- Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$ , здесь  $r = 5$  Ом.

- Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{ЭКВ}}$  цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока  $I = 4$  А.



- Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
- На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{MIN}}$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$T_0 = 2000$$

$$S = 2 \mu\text{m}$$

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = 0,8 = \frac{4}{5}$$

2)  $T_1 = ?$

3)  $\alpha = ?$

5)  ~~$T_{\min} = ?$~~

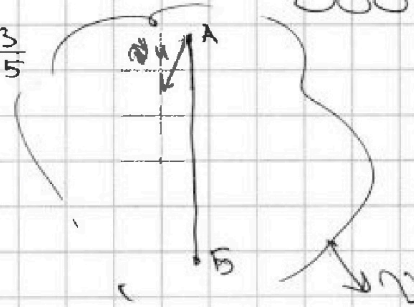
1)  $u = ?$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{3}{5}$$

$$T_0 = \frac{2S}{u}$$

$$u = \frac{2S}{T_0} = \frac{4 \mu\text{m}}{2 \cdot 2000} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В с.о. воздуха

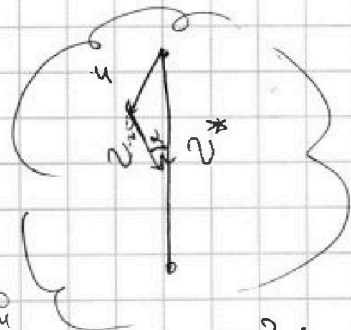


В ЛСО:

$$\vec{v}^* = \vec{u} + \vec{v}$$

по 5. моменту скорости

$$v^* = \frac{S}{T_1}$$



по Th cos:

$$u^2 = v^2 + \left(\frac{S}{T_1}\right)^2 - 2v \frac{S}{T_1} \cos \alpha$$

$$u^2 T_1^2 = v^2 T_1^2 + S^2 - 2vST_1 \cos \alpha$$

$$T_1^2 (v^2 - u^2) - 2vST_1 \cos \alpha + S^2 = 0$$

$$T_1 = \frac{2vS \cos \alpha \pm \sqrt{(2vS \cos \alpha)^2 - 4S^2(v^2 - u^2)}}{2(v^2 - u^2)}$$

$$\begin{array}{r} -225 \\ 81 \\ \hline 144 \\ 1600 \\ 144 \\ \hline 1456 \end{array} \quad \begin{array}{r} 364 \\ 1456 \\ \hline 400 \\ 144 \\ \hline 356 \end{array}$$

$$T_1 \geq 0$$

$$1456 = 4 \cdot 364 = 16 \cdot 91$$

$$\begin{array}{r} 1456 \\ 144 \\ \hline 91 \end{array}$$

$$= \frac{2 \cdot 15 \cdot 2000 \cdot \frac{3}{5} \pm \sqrt{4 \cdot 15^2 \cdot 2000^2 \cdot \frac{9}{25} - 4 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot (15^2 - 10^2)}}{2 \cdot (15^2 - 10^2)}$$

и т.д.  $T_1 \geq 0$  мкм -

$$= \frac{2 \cdot 15 \cdot 2000 \cdot \frac{3}{5} \pm 2 \cdot 2000 \sqrt{1456 \cdot 9 \cdot 9 - 125 + 1600}}{2 \cdot (225 - 1000)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{2000 \cdot 9 - \sqrt{20000}}{1075} = 80 \frac{9 - \sqrt{80}}{1075}$$

$$= \frac{2000 \cdot 25}{200 \cdot 180} = \frac{1375 \cdot 25}{125 \cdot 180} = \frac{125}{125} \cdot \frac{1375}{180} = \frac{1375}{180}$$

$$= \frac{356 \frac{1}{4}}{36 \cdot 180} = \frac{356 \frac{1}{4}}{6480}$$

$$\frac{80}{5 \cdot 16} = \frac{80}{80} = 1$$



инвариантный п. 2 з. скорости

Всегда имеет место  $u \perp v_1$

н.к.  $\cos 90^\circ = 0$

$T_{min}$  при  $\alpha \rightarrow \max$

$\rightarrow T_{min}$  при  $\tan \alpha = \frac{4}{15} = \frac{40}{15} = \frac{8}{3}$

$$\left. \begin{aligned} u^2 &= v^2 + \left(\frac{S}{T_1}\right)^2 - 2vS T_1 \cos \alpha \\ u^2 &= v^2 + \left(\frac{S}{T_2}\right)^2 + 2vS T_2 \cos \alpha \end{aligned} \right\} \text{для минимума } T \cos \alpha \text{ при } A \rightarrow B$$

$$\left(\frac{S}{T_2}\right)^2 - \left(\frac{S}{T_1}\right)^2 + 2vS T_2 \cos \alpha + 2vS T_1 \cos \alpha = 0$$

$$S^2 \left( \frac{T_1^2 - T_2^2}{T_1^2 T_2^2} \right) + 2vS \cos \alpha (T_1 + T_2) = 0$$

$$S \frac{(T_1 - T_2)}{T_1 T_2} + 2vS \cos \alpha = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\frac{S}{T_2} = \frac{S}{T_1} = \sqrt{u^2 - v^2}$   
 $T_1 = T_2 = \frac{\sqrt{u^2 - v^2}}{S}$   
 $T_{min} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2}}{S} = \frac{2\sqrt{400 - 225}}{2000}$   
 $= \frac{\sqrt{400 - 225}}{1000} = \frac{\sqrt{175}}{1000} = \frac{\sqrt{17}}{20}$

Ответ:  $u = \frac{2S}{T_0} = 20 \text{ м/с}$

$T_1 = \frac{2vS \cos \alpha - \sqrt{(2vS \cos \alpha)^2 - u^2(v^2 - u^2)}}{2(v^2 - u^2)}$   
 $= \frac{80(285 - 9)}{7} \text{ с}$

$\alpha = 90^\circ$

$T_{min} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2}}{S} = \frac{\sqrt{17}}{20} \text{ с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$t_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ c}$$

$$2\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

T - ?

L - ?

R - ?

м.к. скорости и момента

$t_1$  и  $t_2$  - времена по маятнику

и в этот момент маятник был

на одной и той же высоте

(из  $\Delta ABC \Rightarrow$ )  $\Rightarrow$  перевернул маятник

было к маятнику (максимум это следует из

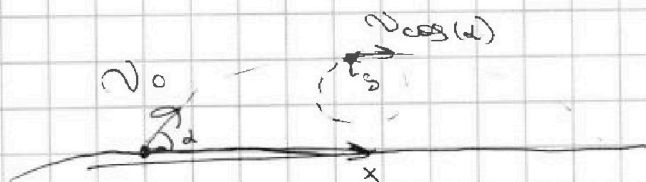
пределах нашей скорости)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow T = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ c}$$

$$\sin \beta = \frac{g(t_2 - t_1)}{2v_1}$$

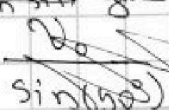
$$v_1 = \frac{g \sin \beta \cdot g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta}$$

$$= \frac{10 \cdot 1}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$v_0 = \sqrt{v_1^2 + (t_1 g)^2 - 2 t_1 g \cos(\beta + 90^\circ)}$$

тогда маятник перевернется:



$$= \sqrt{50 + 205 + 225 \sqrt{2} \frac{1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{1000}{2}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{(t_1 + t_2)g}{2} = \sin \alpha$$

$$\frac{10}{5\sqrt{2}} = \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$x\left(\frac{t}{2}\right) = v_0 \cos \alpha \cdot t \quad \text{и} \quad \cancel{x(2T) = 2v_0 \cos \alpha T = 2 \cdot 5\sqrt{5} \cdot 1 = 10\sqrt{5} \text{ м}}$$

$$L = x(2T) = 2v_0 \cos(\alpha) T = 2 \cdot 5\sqrt{5} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot 1 = 10 \text{ м}$$

$$L = 10 \text{ м}$$

$$R = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g} = \frac{\left(5\sqrt{5} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2}{10} = \frac{25}{10} = \frac{5}{2} \text{ м}$$

Итого:  $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$

$$L = 10 \text{ м}$$

$$R = \frac{5}{2} \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F = \sqrt{3} mg$$

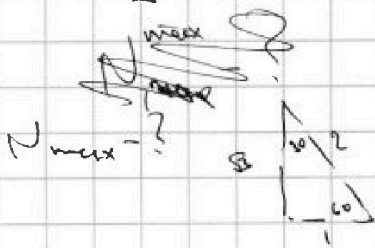
$$h = 0,15 \text{ м}$$

$\alpha$  - ?

$H$  - ?

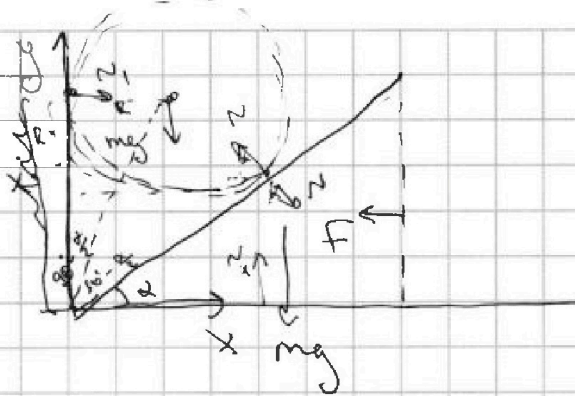
$N_1$  - ?

$\alpha_1$  - ?



$N_{\text{max}}$  - ?

$$\Rightarrow \alpha = 60^\circ$$



1 УР для шара на о. y:

$$N \cos \alpha = mg$$

1 УР для клина на о. x:

$$N \sin \alpha = F$$

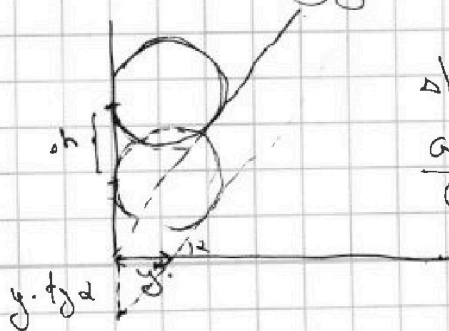
$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3}$$

~~$x = R + H$  так как соударение происходит~~

~~когда клинная точка касается шара~~

~~$$\tan \left( 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{R}{x}$$~~

Возпользуемся методом наименьших параметров



$$\Delta h = y \tan \alpha$$

$$\frac{a_m}{a_{\text{клин}}} = \tan \alpha = \sqrt{3}$$

$$a_m = \sqrt{3} a_{\text{клин}}$$





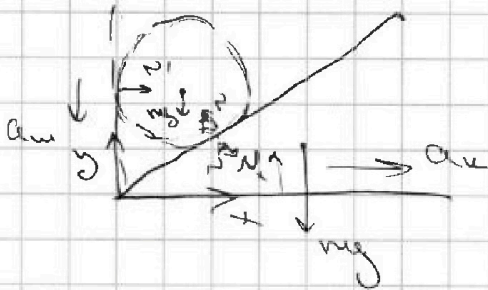
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Поле скатания сила  $F$ :



2ЗН на о. x для кинем:

$$N \sin \alpha = m a_x$$

2ЗН на о. y для шара:

$$N \cos \alpha - mg = -m a_{\text{ном}}$$

$$\frac{m a_x}{\tan \alpha} - m g = -m a_{\text{ном}}$$

$$\frac{a_x}{\tan^2 \alpha} + a_{\text{ном}} = g$$

$$a_x \cdot \left( \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} \right) = g$$

$$a_x = \sin^2(\alpha) g = \frac{3}{4} g$$

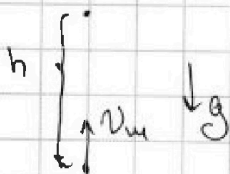
скорость шара

в момент соударения

$$\frac{v_m^2 - 0}{2 a_x} = H$$

$$v_m = \sqrt{2 a_x H}$$

в момент соударения первая амплитуда будет на тех высоте после того как он первый раз амплитудой от горизонтальной по - ну



$$h = \frac{0 - v_m^2}{-2g}$$

$$v_m = \sqrt{2gh}$$

$$2 a_x H = 2gh$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$g \sin^2 \alpha \cdot H = gh$$

$$H = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{4}{3} h = \frac{0,15 \cdot 4}{3} = \frac{0,05 \cdot 4}{1} = 0,2 \text{ м}$$

2.3.11. какое место как управит  $F$  гудшара на 0. x:

$$-N \sin \alpha + N_1 = 0 \cdot m$$

$$N_1 = N \sin \alpha$$

$$N_1 = m a_k = m \frac{a_{\text{ш}}}{\sin \alpha} = mg \frac{\sin^2 \alpha}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg \sin(\alpha) \cos(\alpha) =$$

$$= mg \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} mg$$

$$N_1 = mg \sin(\alpha) \cos(\alpha) = mg \frac{\sin(2\alpha)}{2} = \frac{mg}{2} \sin(2\alpha)$$

$$N_1 \text{ max при } \sin(2\alpha) = \text{max}$$

$$\sin(2\alpha) \text{ max} = 1$$

$$2\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$N_{\text{max}} = \frac{mg}{2} = 1$$

Ответ: 1.  $\alpha = \arctg(\sqrt{3}) = 60^\circ$

2.  $H = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{4}{3} h = 0,2 \text{ м}$

3.  $N_1 = \frac{mg}{2} \sin(2\alpha) = \frac{\sqrt{3}}{4} mg = \sqrt{3} H$

4.  $\alpha = 45^\circ$

5.  $N_{\text{max}} = \frac{mg}{2} = 2 H$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

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

$$\beta = 1,12$$

$$\rho = 0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$m = 0,042$$

$$t_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$V(t_0) = \frac{m}{\rho}$$

$$V(t_{100}) = \beta \cdot \frac{m}{\rho}$$

$$k = \frac{V(t_{100}) - V(t_0)}{t_{100} - t_0} = \frac{\frac{m}{\rho}(\beta - 1)}{t_{100} - t_0}$$

$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} t + \frac{0,04}{0,8}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,12}{80 \cdot 100} t + \frac{4}{80} = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{10^3} t + \frac{1}{20} = 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{см}^3}{^\circ\text{C}} t + 0,05 \text{ см}^3$$

$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho} = 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{см}^3}{^\circ\text{C}} t + 0,05 \text{ см}^3$$

$$\Delta V = V(t_1) - V(t_2) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_1 + \frac{m}{\rho} - \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_2 - \frac{m}{\rho}$$

$$\Delta V = \frac{m(\beta - 1)(t_1 - t_2)}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 10 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 100}$$

$$= \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 0,6}{8 \cdot 2} = 0,6 \text{ см}^3$$

$$\Delta V_1 = V(t_{100}) - V(t_0) = LS = \frac{m(\beta - 1)t_{100}}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho} - \frac{m(\beta - 1)t_0}{\rho(t_{100} - t_0)} - \frac{m}{\rho}$$

$$= \frac{m(\beta - 1)(t_{100} - t_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho}$$

$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$R_1 = 1,2r$$

$$R_2 = 2r$$

$$R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

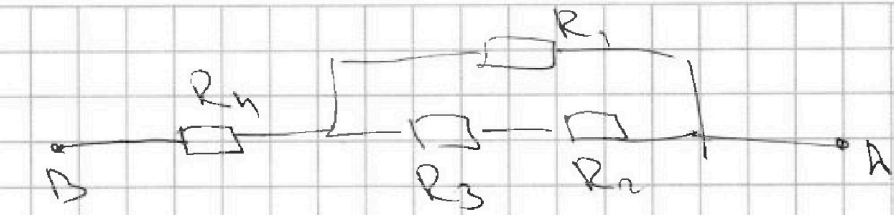
$$r = 5 \Omega$$

$$R_{\text{экв}} = ?$$

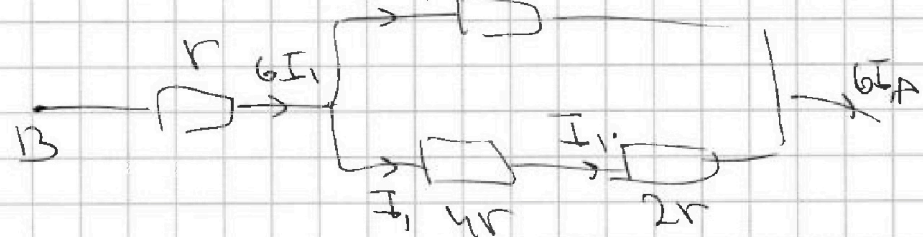
$$I = 4A$$

$$P_2 = ?$$

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



Методом последовательного сложения



\* Расставим токи обратно по цепи

$$R_{\text{экв}} = \frac{6I_1 r + 6I_1 r}{6I_1} = 2r = 10 \Omega$$

$$6I_1 = I$$

$$P = I^2 R_{\text{экв}} = 2I^2 r = 160 \text{ Вт}$$

$$P_1 = 30 I_1^2 r = 25 \cdot 1,2$$

$$P_2 = 2 I_1^2 r$$

$$P_3 = 4 I_1^2 r$$

$$P_4 = 36 I_1^2 r$$

← мощности соответствующих резисторов

$$P_2 = P_{\text{min}} = 2 I_1^2 r = \frac{2 I^2}{36} r = \frac{I^2 r}{18} = \frac{16}{18} = \frac{8}{9} \text{ Вт}$$

$$= \frac{16 \cdot 5}{18} = \frac{8 \cdot 5}{9} = \frac{40}{9}$$

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 2r = 10 \Omega$

$$P = 2I^2 r = 160 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{min}} = \frac{I^2 r}{18} = \frac{40}{9} \text{ Вт на 2-ом резисторе}$$



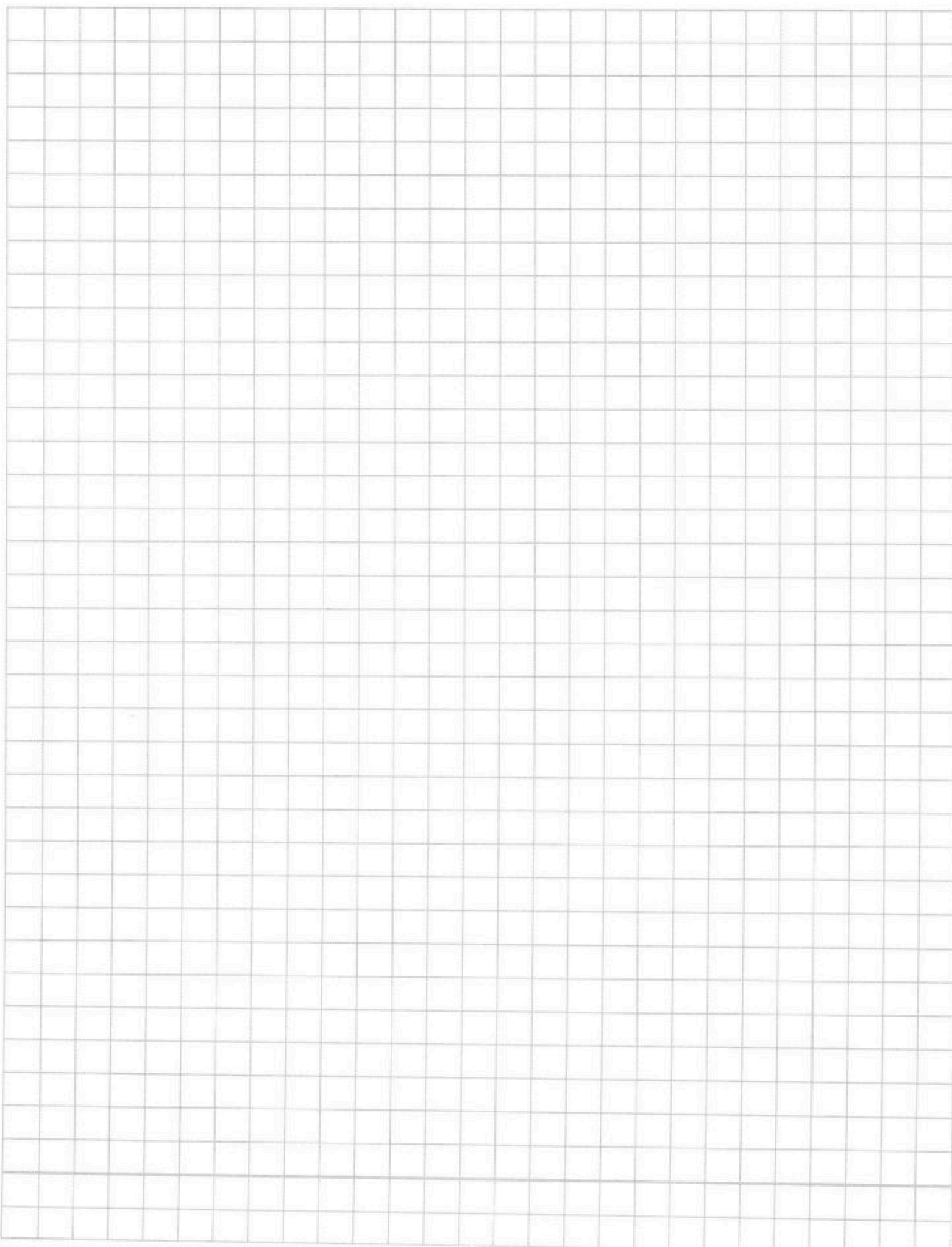
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^4}{8} = 6 \cdot 10^4 \text{ см}^2 \Rightarrow 0,06 \text{ мм}^2$$

Омден: 
$$V(t) = \frac{m(\beta-1)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)} t + \frac{m}{\rho}$$

$$\Delta V = \frac{m(\beta-1)(t_1 - t_2)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)} = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$S = \frac{m(\beta-1)}{\rho L} = 0,06 \text{ мм}^2$$