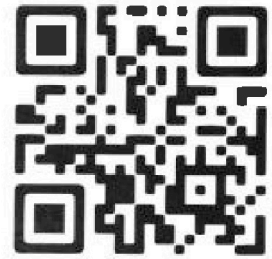




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

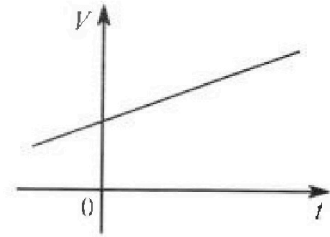


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



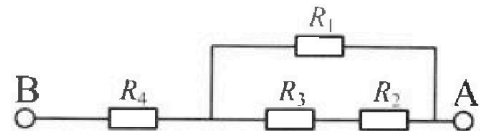
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

- 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  $P_{\text{MIN}}$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

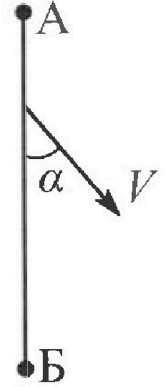


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

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  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .



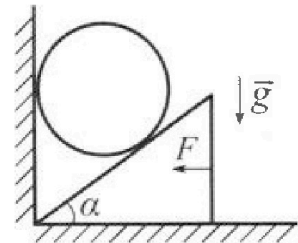
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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.



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.

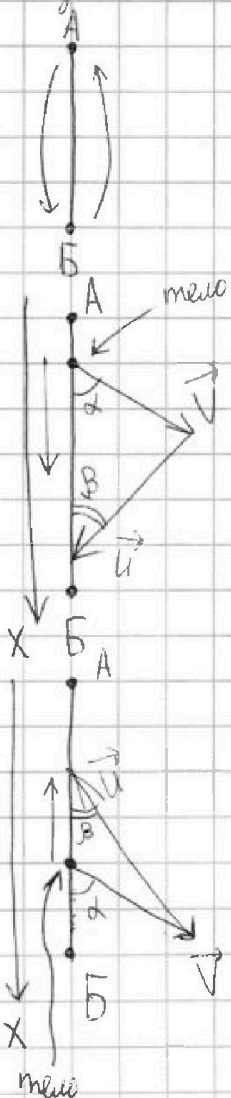
1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 1.



$$V = 0 \text{ м/с} \Rightarrow A-B-A = U \cdot T_0 = 2 \cdot S \Rightarrow U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{200} = \frac{2 \cdot 10^3}{100} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^1 = 20 \text{ м/с}$$

$$V = 15 \text{ м/с}$$

$$(V+U) \parallel AB$$

$$A \rightarrow B:$$

$$S = (V+U)_x \cdot t_1$$

$$V \cdot \sin \alpha = U \cdot \sin \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{V}{U} =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{15}{20} = 0,6$$

$$S = t_1 \cdot (V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,8^2} =$$

$$= \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

$$= \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$t_1 = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3}{15 \cdot 0,6 + 20 \cdot 0,8} = \frac{2 \cdot 10^3}{9 + 16} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3}{25} = \frac{20 \cdot 10^2}{25} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^2}{5} = \frac{40 \cdot 10}{5} = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_2 = t_2 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$B \rightarrow A:$$

$$-S = (V+U)_x \cdot t_2$$

$$(V+U)_x \text{ no m. } \cos:$$

$$\cancel{V \cdot \sin \alpha} =$$

$$U^2 = V^2 + (V+U)_x^2 + 2V(V+U)_x \cdot \cos$$

$$\cdot \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$400 = 225 + (V+U)_x^2 + 30 \cdot \cos \alpha \cdot (V+U)_x$$

$$175 = (V+U)_x^2 + 18(V+U)_x$$

$$X^2 + 18X - 175 = 0$$

$$\text{no m. Булема: } X = +25, -7 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (V+U)_x = -7 \text{ м/с}$$

$$t_2 = \frac{-S}{(V+U)_x} = \frac{2 \cdot 10^3}{7} = \frac{2000}{7} =$$

$$= \frac{2400 - 100}{7} = 300 - \frac{100}{7} =$$

$$= 300 - \frac{20 \cdot 30}{7} = 290 - \frac{30}{7} = 286 - \frac{2}{7} \approx$$

$$286$$

$$\text{Тогда, } (V-U)_x =$$

$$= V \cdot \cos \alpha - U \cdot \cos \beta$$

$$\cancel{T_1 = t_1 = 800}$$

$$T_{\min} = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta} + \frac{S}{V \cdot \cos \alpha - U \cdot \cos \beta} = \frac{2S}{V^2 \cos^2 \alpha - U^2 \cos^2 \beta} \cdot (V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta + V \cdot \cos \alpha - U \cdot \cos \beta) =$$

$$= \frac{2S}{V^2 \cos^2 \alpha - U^2 \cos^2 \beta} \cdot (2V \cdot \cos \alpha) = \frac{4S}{V^2 \cos^2 \alpha - U^2 \cos^2 \beta} \cdot V \cdot \cos \alpha$$

$$= \frac{4S}{V^2 - U^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4S}{V^2 - U^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$= \frac{4S}{V^2 - U^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4S}{V^2 - U^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow \alpha = 90^\circ, T_{\min} = \frac{2US}{V^2 - U^2} \cdot \frac{V}{U} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \cdot \frac{V}{U} = \frac{2S}{U} \sqrt{\frac{U^2 - V^2}{U^2 - V^2}} = \frac{2S}{U}$$





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!

$$= \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{5 \cdot 55}} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{175}} = \frac{4 \cdot 10^3}{5\sqrt{7}} =$$

$$= \frac{40 \cdot 10^2}{5\sqrt{7}} = \frac{8 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}}$$

$$T_{\min} = \frac{S}{v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta} + \frac{S}{-v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta} = S \cdot \frac{-v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta + v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta}{u^2 \cdot \cos^2 \beta - v^2 \cdot \cos^2 \alpha} =$$

$$= S \cdot \frac{2u \cos \beta}{u^2(1 - \sin^2 \beta) - v^2(1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{2uS \cos \beta}{u^2 - v^2 + v^2 \sin^2 \alpha - u^2 \sin^2 \beta} =$$

$$= \frac{2uS \cos \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}{u^2 - v^2 + v^2 \sin^2 \alpha - u^2 \sin^2 \beta} = \frac{2uS \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}{u^2 - v^2} = \frac{2uS}{u^2 - v^2} \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \frac{v^2}{u^2}$$

$$\min T_{\min} \Rightarrow \min \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \cdot \frac{v^2}{u^2} \Rightarrow \max \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

$$T_{\min} = \frac{2uS}{u^2 - v^2} \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}} = \frac{2uS}{u^2 - v^2} \cdot \frac{\sqrt{u^2 - v^2}}{u} = 2S \cdot \frac{\sqrt{u^2 - v^2}}{(u^2 - v^2)^2} =$$

$$= \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx \frac{800}{2,65} =$$

$$= \frac{160}{0,4 + 0,13} = \frac{160}{0,53} = 300 \quad \frac{16}{53} \cdot 10 \cdot 10^{\frac{2}{2}} = \frac{16}{53} \cdot 10^3 = 0,3 \cdot 10^5 = 3000$$

Ответ:  $u = 20 \text{ м/с}$

$T_1 = 300 \text{ с}$

при  $\alpha = 90^\circ$   $T_{\min} \text{ min}$

$T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx 300 \text{ с}$





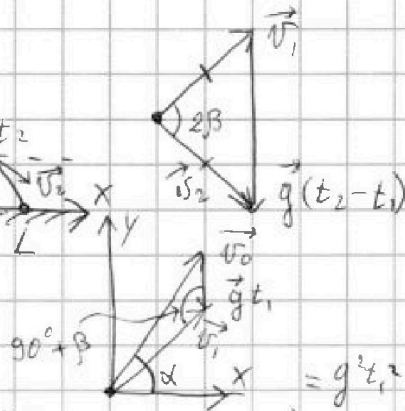
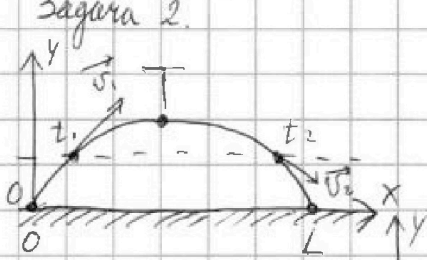
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

Задача 2.



$$|v_1| = |v_2|$$

$$\Delta h |y \Rightarrow g(t_2 - t_1) = \sqrt{2} \cdot v_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$v_0^2 = (gt_1)^2 + v_1^2 - 2v_1gt_1 \cdot \cos(135^\circ) =$$

$$= g^2t_1^2 + v_1^2 + 2v_1gt_1 \cdot \cos(45^\circ) =$$

$$= g^2t_1^2 + v_1^2 + 2v_1gt_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} =$$

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

$$= g^2 \left( t_1^2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{2} + 2t_1(t_2 - t_1) \right) = g^2 \left( \frac{(t_2 - t_1)^2}{2} + t_1t_2 \right) =$$

$$= g^2 \left( \frac{t_2^2}{2} - t_1t_2 + \frac{t_1^2}{2} + t_1t_2 \right) = g^2 \left( \frac{t_1^2 + t_2^2}{2} \right) \Rightarrow v_0 = \frac{g}{\sqrt{2}} \sqrt{t_1^2 + t_2^2}$$

$$v_{0y} = \frac{v_0}{\sqrt{2}} = gt_1; T = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} + gt_1 = \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 =$$

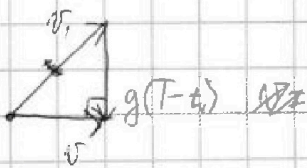
$$= \frac{t_2 + t_1}{2} = 10$$

$$L = (v_0)_x \cdot 2T = (t_1 + t_2) \cdot \frac{v_0}{\sqrt{2}} = (t_1 + t_2) \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = \frac{10(1,5^2 - 0,5^2)}{2} =$$

$$= 5 \cdot 2 = 10 \text{ м}$$

Около вершии со временем T опишу, как движение по кр., тогда:

$$g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g}; v = g(T - t_1) = 10(1 - 0,5) = 5 \text{ м/с}$$



$$R = \frac{g^2(T - t_1)^2}{g} = g \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_1 \right)^2 =$$

$$= 10 g \left( \frac{t_2 - t_1}{2} \right)^2 = g \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} = 10 \cdot \frac{(1,5 - 0,5)^2}{4} =$$

$$= 2,5 \cdot 1^2 = 2,5 \text{ м}$$

Ответ:  $T = 10$   
 $L = 10 \text{ м}$   
 $R = 2,5 \text{ м}$



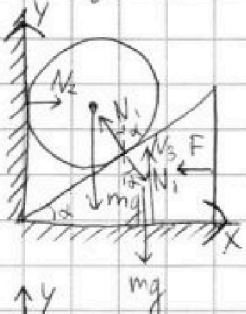
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

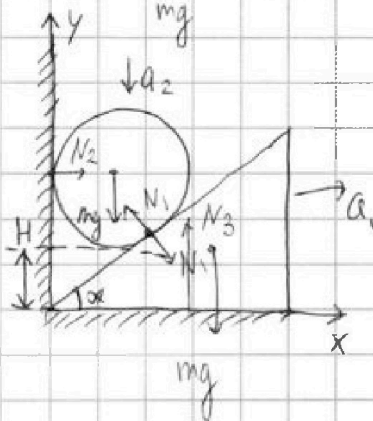
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

Задача 3.



Ox для клина:  $-F + N_1 \cdot \sin \alpha = 0$   
 $N_1 \cdot \sin \alpha = F$   
 $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3}$   
 $\tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$   
 $F \rightarrow 0$



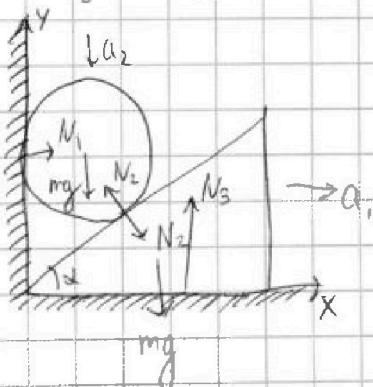
Принцип ст.

$\frac{a_1 \Delta t^2}{2} = \tan \alpha \Rightarrow a_2 = a_1, \tan \alpha =$   
 $= a_1 \cdot \sqrt{3} \Rightarrow a_1 = \frac{a_2}{\sqrt{3}}$   
 $N_1 \cdot \sin \alpha = ma_1$   
 $-mg + N_1 \cdot \cos \alpha = -ma_2 \Rightarrow N_1 \cdot \cos \alpha = m(g - a_2)$   
 $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{ma_1}{m(g - a_2)} = \tan \alpha \Rightarrow a_1 = \sqrt{3}(g - a_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{a_2}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}(g - a_2) \Rightarrow a_2 = 3(g - a_2) \Rightarrow 4a_2 = 3g \Rightarrow a_2 = \frac{3}{4}g$

~~то есть высота соударения~~  $v_0$  - скорость шара в момент соударения

$H = \frac{v_0^2}{2a_2}$   
 $h = \frac{v_0^2}{2g}$   
 $\Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{1}{2a_2} \Rightarrow H = h \cdot \frac{2g}{2a_2} = h \cdot \frac{g}{a_2} = h \cdot \frac{4}{3} = 0,15 \cdot \frac{4}{3} = 0,20 \text{ м}$



Ox для шара:  $N_1 - N_2 \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$   
 $N_2 \cdot \cos \alpha = m(g - a_2)$   
 $N_1 = \frac{m(g - a_2) \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{4 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha} =$

$= \frac{mg}{4 \cdot \cos \alpha} = \frac{mg}{4 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{mg}{2}$   
 $= \frac{mg}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{mg}{4}$

$a_1 = \tan \alpha (g - a_2); a_1 = \frac{a_2}{\tan \alpha} \Rightarrow a_2 = \tan^2 \alpha (g - a_2) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_2 = \tan^2 \alpha g - \tan^2 \alpha a_2 \Rightarrow a_2(1 + \tan^2 \alpha) = \tan^2 \alpha g \Rightarrow a_2 = g \cdot \frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$





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!

$$N_1 = \frac{m(g-a_2)}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha} = mg \left(1 - \frac{1+tg^2\alpha}{tg^2\alpha}\right) \cdot \frac{1}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha} = mg \cdot \frac{1}{tg^2\alpha} \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha$$

$$= mg \cdot \frac{1}{tg\alpha \cdot \sin^2\alpha}$$

$$N_1 = \frac{m(g-a_2)}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha} = mg \left(1 - \frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}\right) \cdot \frac{1}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha} = mg \cdot \frac{1+tg^2\alpha - tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha} \cdot \frac{1}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}$$

$$= mg \cdot \frac{1}{(1+tg^2\alpha) \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha} = mg \cdot \frac{1}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha + tg^2\alpha \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}$$

$$= mg \cdot \frac{1}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha + tg\alpha \cdot \sin^2\alpha}$$

$$N_1 = \frac{m(g-a_2)}{\cos\alpha} \cdot tg\alpha = mg \cdot tg\alpha \left(1 - \frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}\right) =$$

$$= mg \cdot tg\alpha \left(\frac{1}{1+tg^2\alpha}\right) = mg \cdot \frac{tg\alpha}{1+tg^2\alpha} = mg \cdot \frac{tg\alpha}{1 + \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}} = mg \cdot \frac{tg\alpha}{\frac{1}{\cos^2\alpha}} =$$

$$= mg \cdot tg\alpha \cdot \cos^2\alpha = mg \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \cdot \cos^2\alpha = mg \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha = mg \cdot \sin(2\alpha) \cdot \frac{1}{2} =$$

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

$\max N_1$  при  $\max \sin(2\alpha)$ ;  $\max \sin = 1$ , при  $90^\circ \Rightarrow \sin(2\alpha) = 1$  при  $\alpha = 45^\circ \Rightarrow N_{\max} = \frac{mg}{2} \cdot 1 = mg \cdot \frac{1}{2}$

Ответ:  $\alpha = 60^\circ$

$H = 20 \text{ м}$

$$N_1 = mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 4 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 10\sqrt{3} \approx 17 \text{ Н}$$

$\alpha$  для  $N_{\max} = 45^\circ$

$$N_{\max} = mg \cdot \frac{1}{2} = 4 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 20 \text{ Н}$$





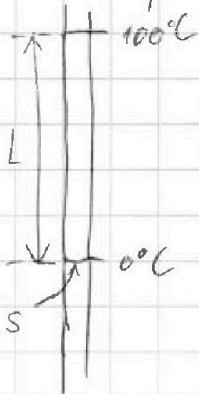
1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 4.

$V(t)$  график  $\Rightarrow$  ось ординат "100°C" ~~или~~ была ось ординат "0°C".



$$\left. \begin{array}{l} 0^\circ\text{C}: \frac{m}{\rho} = V_0 \\ 100^\circ\text{C}: \frac{m}{\rho_{100}} = V_0 \cdot \beta \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\rho_{100}}{\rho} = \frac{V_0}{V_0 \cdot \beta} \Rightarrow \rho_{100} = \rho \cdot \frac{1}{\beta} =$$

$$= \frac{0,8}{1,12} = \frac{80}{112} = \frac{20}{28} = \frac{5}{7} \text{ г/см}^3$$

$$V(t) = kt + b$$

$$b = V_0$$

$$k = \frac{V_0 \cdot \beta - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$$

~~$$V = \frac{m}{\rho} (\beta - 1) \cdot \frac{t}{t_{100} - t_0} + \frac{m}{\rho}$$~~

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

$$= \left| \frac{m}{\rho} (\beta - 1) \cdot \frac{1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_2 - t_1) \right| = \frac{m}{\rho} (\beta - 1) \cdot \frac{t_2 - t_1}{t_{100} - t_0} = \frac{0,04}{0,8} (1,12 - 1) \cdot \frac{50 - 40}{100 - 0} =$$

$$= 0,05 \cdot 0,12 \cdot 0,1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

Скритт напрема од 0°C до 100°C, мога:

$$L \cdot S = V_0 \beta - V_0 = \frac{m}{\rho} (\beta - 1) \Rightarrow S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,04(1,12 - 1)}{0,8 \cdot 10} =$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{8} = \frac{0,01 \cdot 0,12}{2} = \frac{10^{-2} \cdot 0,06}{1} = 0,06 \cdot 10^{-2} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2 =$$

$$= 0,06 \text{ мм}^2$$

Осмет:  $V(t) = \frac{m}{\rho} (\beta - 1) \cdot \frac{t}{t_{100} - t_0} + \frac{m}{\rho} = 0,06t + 50; \Rightarrow V \text{ мм}^3$

$$\Delta V = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$S = 0,06 \text{ мм}^2$$



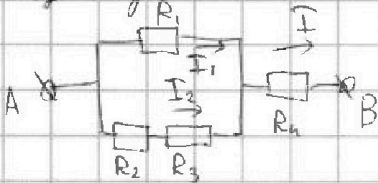
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Задача 5.



$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r + \frac{12r(2r + 4r)}{12r + 2r + 4r} =$$

$$= r + \frac{12 \cdot 6r}{12 + 2 + 4} = r \left( 1 + \frac{4,2}{4,2} \right) = 2r = 10 \text{ Ом}$$

$$P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 \cdot 10 = 160 \text{ Вт}$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 4^2 \cdot 5 = 80 \text{ Вт}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = P - P_4 = 80 \text{ Вт} \times$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = I R_{\text{экв}} - P_4 \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_{\text{экв}} - R_4}{R_1} = 4 \cdot \frac{10 - 5}{12} = \frac{10}{3} \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \text{ А}; P_1 = I_1^2 R_1 = \left(\frac{10}{3}\right)^2 \cdot 6 = \frac{600}{9} \text{ Вт} = \frac{200}{3} \text{ Вт} = 67 \text{ Вт} \times$$

$$P_2 + P_3 = P - P_4 - P_1 = 13 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2; P_3 = I_2^2 R_3 \Rightarrow R_2 < R_3 \Rightarrow P_2 < P_3 \Rightarrow P_2 - \min P$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 10 = \frac{40}{9} = \frac{36}{9} + \frac{4}{9} = 4 + \frac{4}{9} \approx 4,44 \text{ Вт}$$

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом}$

$P = 160 \text{ Вт}$

$2; P_2 = 4,44 \text{ Вт}$

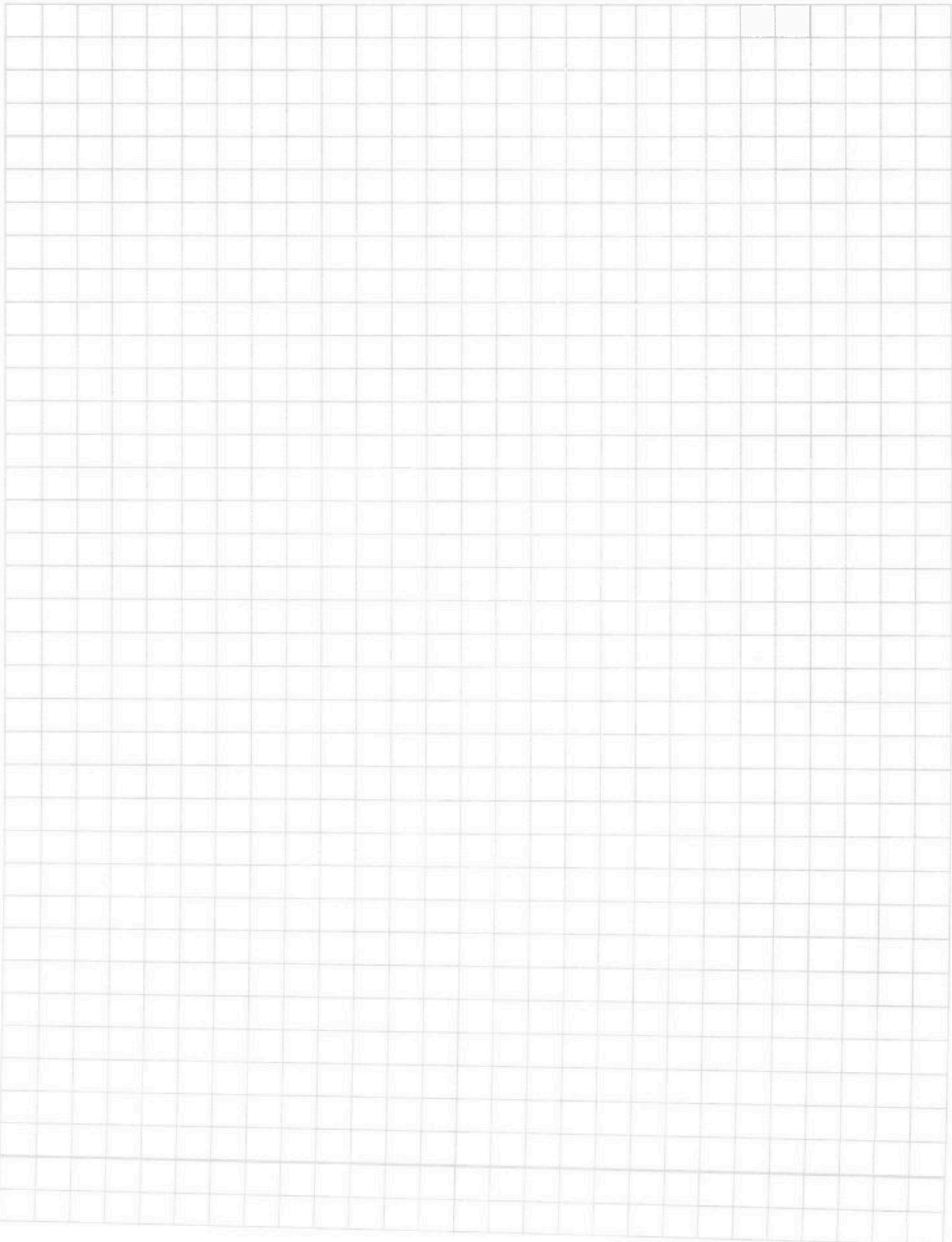


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
\_\_ 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!

$$\frac{2 \cdot 20 \cdot 2000}{125} \cdot 0,8 = \frac{80000}{125} \cdot 0,8 = \frac{16000}{35} \cdot 0,8 = \frac{3200}{7} \cdot 0,8 =$$

$$= \frac{320 \cdot 8}{7} = \frac{2560}{7} = \frac{2000 + 560}{7} = \frac{2000}{7} + 80 = 286 \text{ с}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ \times 2,6 \\ \hline + 156 \\ + 52 \\ \hline 676 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 24 \\ \times 2,4 \\ \hline + 189 \\ + 54 \\ \hline 329 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 53} \\ - 1603 \\ \hline 0160 \\ - 159 \\ \hline 159 \end{array}$$

Черновик



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!

