



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

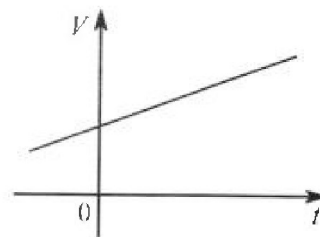
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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



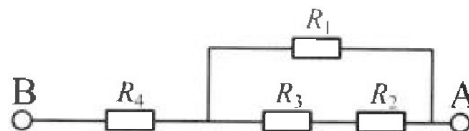
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. 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 мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

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.

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}}$ цепи.

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



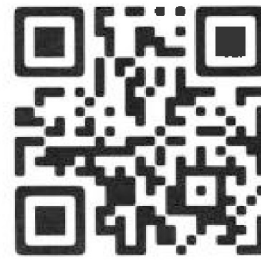
2. Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .



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.

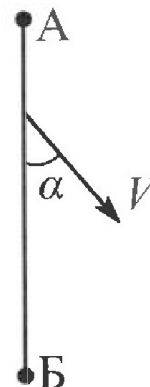
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α 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 α 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/с².

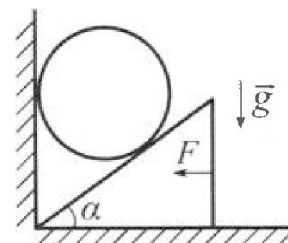
1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.

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 α 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/с².

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



1. Найдите угол α , 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 α сила N_1 максимальная по величине?

5. Найдите максимальную величину N_{MAX} этой силы.



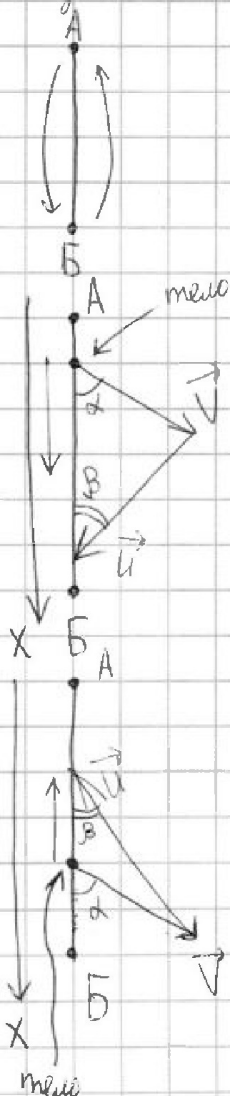
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



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

$$V = 15 \text{ м/с}$$

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

$$A \rightarrow B:$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$

$$B \rightarrow A:$$

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

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

$$(V + U)_x =$$

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

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

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

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

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

$$\text{no m. Буерака: } X = 12,5; \frac{1}{2} \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (V + U)_x = -3 \text{ м/с}$$

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

$$= \frac{2400 - 100}{-3} = 300 - \frac{100}{-3} =$$

$$= 300 - \frac{20 + 30}{-3} = 300 - \frac{50}{-3} = 300 + \frac{50}{3} = 300 + 16,66 = 316,66$$

$$\approx 317 \text{ с}$$

$$\text{Также, } (V - U)_x =$$

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

$$= 15 \cdot 0,6 - 20 \cdot 0,8 = 9 - 16 = -7$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$

$$= -7 \text{ м/с}$$



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

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!

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

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

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

$$= S \cdot \frac{2U \cos \beta}{U^2 (1 - \sin^2 \beta) - V^2 (1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{2US \cos \beta}{U^2 - V^2 + V^2 \sin^2 \alpha - U^2 \sin^2 \beta} =$$

$$= \frac{2US \cos \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}{U^2 - V^2 + V^2 \sin^2 \alpha - U^2 \sin^2 \beta \cdot \frac{V^2}{U^2}} = \frac{2US \cos \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}{U^2 - V^2} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \frac{V^2}{U^2}$$

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

$$T_{\min} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \sqrt{1 - \frac{V^2}{U^2}} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \cdot \frac{\sqrt{U^2 - V^2}}{U} = 2S \cdot \frac{\sqrt{U^2 - V^2}}{(U^2 - V^2)^2} =$$

$$= \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx \frac{800}{2.65} =$$

$$= \frac{160}{0.4 + 0.13} = \frac{160}{0.53} = 300 \quad \frac{16}{53} \cdot 10 \cdot 10^{\frac{2}{2}} = \frac{16}{53} \cdot 10^{\frac{3}{2}} = 0.5 \cdot 10^5 = 3000$$

Ответ: $U = 20 \text{ м/с}$

$T_1 = 800$

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

$T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx 3000$

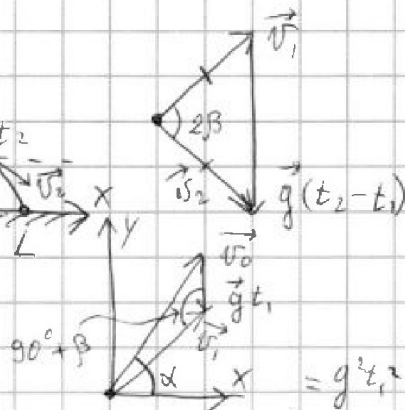
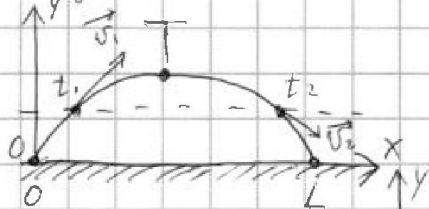
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



$$|v_1| = |v_2|$$

$$\Delta h / y \Rightarrow g(t_2 - t_1) = 2 \cdot v_1 \Rightarrow$$

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

$$\beta = 45^\circ$$

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

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

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

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

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

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

$$v_0 = \frac{v_1}{\sqrt{2}} + gt_1; T = \frac{v_0}{g} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} + gt_1 = \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 =$$

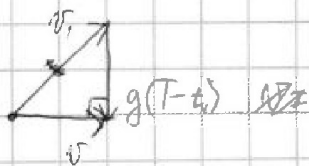
$$= \frac{t_2 + t_1}{2} = 10$$

$$L = (v_0)_x \cdot 2T = (t_1 + t_2) \cdot \frac{v_1}{\sqrt{2}} = (t_1 + t_2) \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = \frac{10(1.5^2 - 0.5^2)}{2} =$$

$$= 5 \cdot 2 = 10 \text{ м}$$

Около точки с вращением T опишем, 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: $T = 10$
 $L = 10 \text{ м}$
 $R = 2.5 \text{ м}$



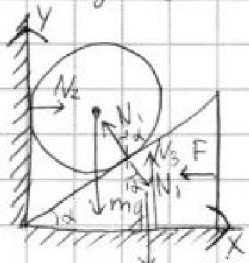
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Oy для шара:

$-mg + N_1 \cos \alpha = 0$
 $N_1 \cos \alpha = mg$

Примем At.

$\frac{a_1 \Delta t^2}{2} = \frac{a_2 \Delta t^2}{2} = \tan \alpha \Rightarrow a_2 = a_1, \tan \alpha =$

$= \sqrt{3} \Rightarrow a_1 = \frac{a_2}{\sqrt{3}}$

$N_1 \sin \alpha = ma_1$

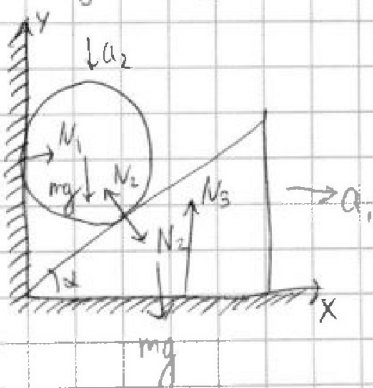
$-mg + N_1 \cos \alpha = -ma_2 \Rightarrow N_1 \cos \alpha = m(g - a_2)$

$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{ma_1}{m(g - a_2)} = \tan \alpha \Rightarrow a_1 = \sqrt{3}(g - a_2) \Rightarrow$

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

t_0 - время до соударения. v_0 - скорость шара в момент соударения

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



Ox для шара: $N_1 - N_2 \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = N_2 \sin \alpha$

$N_2 \cos \alpha = m(g - a_2)$

$N_1 = \frac{m(g - a_2) \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg \sin \alpha}{4 \cos \alpha \sin \alpha} =$

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

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



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!

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{m(g-a_2)}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \left(1 - \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha} \\ &= mg \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin^2 \alpha} \\ N_1 &= \frac{m(g-a_2)}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \left(1 - \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha - \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} \\ &= mg \cdot \frac{1}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \\ &= mg \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha + \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin^2 \alpha} \\ N_1 &= \frac{mg \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha} = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) = \\ &= mg \cdot \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) = mg \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = mg \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = mg \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\frac{1}{\cos^2 \alpha}} = \\ &= mg \cdot \operatorname{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 \text{ при } \max \sin(2\alpha); \max \sin &= 1, \text{ при } 90^\circ \Rightarrow \sin(2\alpha) = 1 \text{ при} \\ \alpha = 45^\circ \Rightarrow N_{\max} &= \frac{mg}{2} \cdot 1 = mg \cdot \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$

$H = 20 \text{ м}$

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

$\alpha \text{ при } N_{\max} = 45^\circ$

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



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
☐

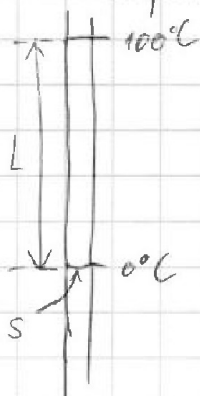
СТРАНИЦА

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 4.

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



$$\begin{aligned} 0^\circ\text{C}: \frac{m}{\rho} &= V_0 \\ 100^\circ\text{C}: \frac{m}{\rho_{100}} &= V_0 \cdot \beta \end{aligned} \Rightarrow \frac{\rho_{100}}{\rho} = \frac{V_0}{V_0 \cdot \beta} \Rightarrow \rho_{100} = \rho \cdot \frac{1}{\beta} =$$

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

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

$$b = V_0$$

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

$$\cancel{\frac{m}{\rho}} \cdot \cancel{\frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}} \cdot \cancel{\frac{t}{t_{100} - t_0}} + \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

Скорость изменения от 0°C до 100°C , тогда:

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

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

$$= 0,06 \text{ мм}^2$$

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

$$\Delta V = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$S = 0,06 \text{ мм}^2$$



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.



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

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

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

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

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

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

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

то

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

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

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

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

$$P = 160 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 4,44 \text{ Вт}$$



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
☐

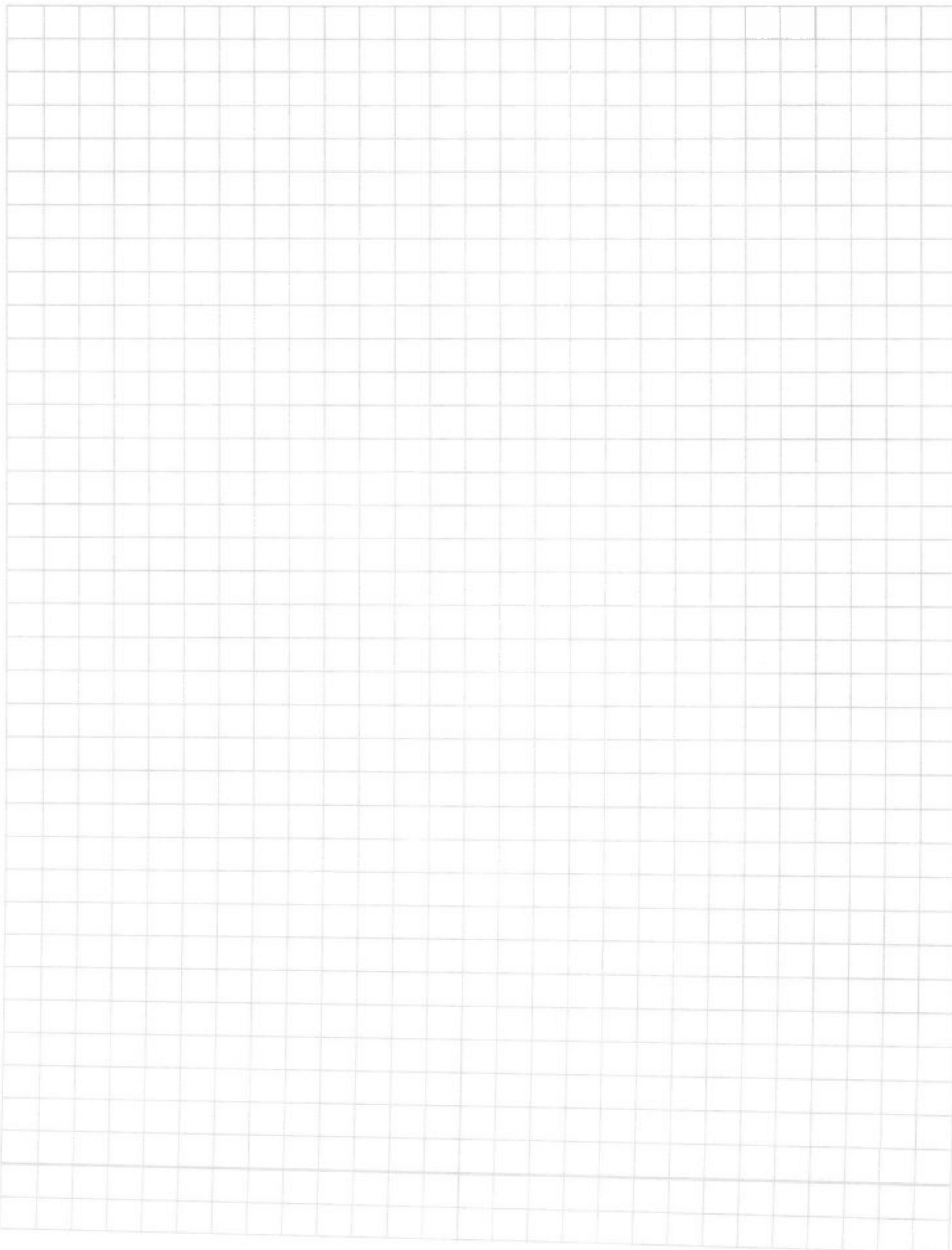
5
☐

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!

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

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

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 2,6 \\ \hline + 15,6 \\ 5,2 \\ \hline 6,46 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 24 \\ 2,4 \\ \hline + 18,9 \\ 5,4 \\ \hline 3,29 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 53} \\ \underline{16} 3 \\ 160 \\ \underline{159} \end{array}$$

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!

