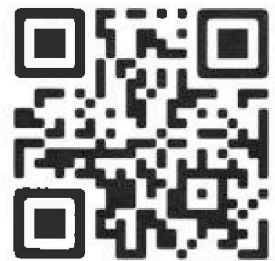


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

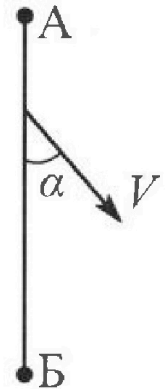


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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.

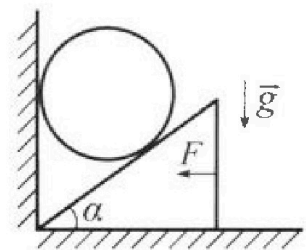
3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис.). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=0,4$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

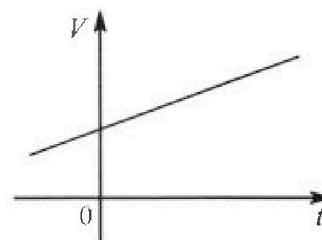
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



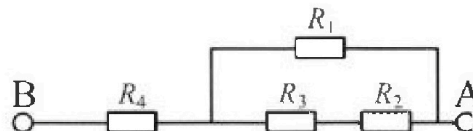
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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} .



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 4

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!

№1 Дано:

$$T_0 = 200 \text{ с}$$

$$S = 2 \text{ км}$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$u - ?$$

$$T_1 - ?$$

$$L_{\min} - ?$$

$$T_{\min} - ?$$

$$1) u = \frac{2S}{T_0} = \frac{4 \text{ км}}{200 \text{ с}} = \frac{4000}{200} \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

2) ~~Период в с. о.~~
Тогда веревка ~~возвращается~~ тогда новая скорость аппарата:

$$v_1 = u + v$$

Кратчайшее время достигается при v_1 направленной вдоль АВ.

Тогда:



По Т. косинусов:

$$u^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos \alpha$$

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

$$400 = 225 + v_1^2 - 2 \cdot 15 \cdot 0,6 v_1$$

$$v_1^2 - 18v_1 - 175 = 0$$

$$D = 18^2 + 4 \cdot 175 = 324 + 700 = 32^2$$



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 4

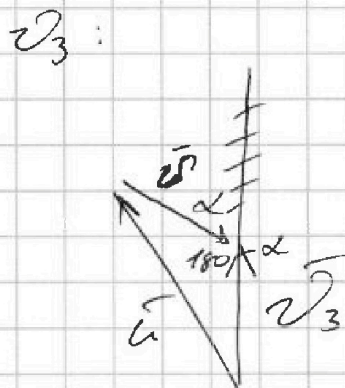
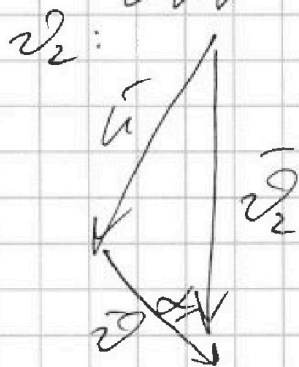
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$v_1 = \frac{18 \pm 32}{2} \text{ м/с}$$

$$v_1 > 0 \Rightarrow v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_1} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 80 \text{ с}$$

3) ~~Ветер воздуха~~
Пусть v_2 — скорость
воздуха от А к Б, v_3 — от Б к А.



По Т. косинусов:

$$u^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha$$

$$u^2 = v^2 + v_3^2 + 2vv_3 \cos(180 - \alpha) =$$
$$= v^2 + v_3^2 - 2vv_3 \cos \alpha$$

$$v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$

$$v_3^2 + 2vv_3 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$



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.



2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

3 из 4

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!

D_2 - дискриминант для ур-ия $c v_2$

D_3 - $c v_3$

$$D_2 = (\cancel{2v_2 \cos \alpha} - 2v \cos \alpha)^2 - 4(v^2 - u^2)$$

$$D_3 = (2v \cos \alpha)^2 - 4(v^2 - u^2)$$

$D_2 = D_3 \Rightarrow$ обозначим как

$$D: \begin{cases} D = D_2 \\ D = D_3 \end{cases}$$

Отбросим корни
с минусом,
т.к. $v_2 + v_3 > 0$

$$\begin{cases} v_2 = \frac{2v \cos \alpha + \sqrt{D}}{2} \\ v_3 = \frac{-2v \cos \alpha + \sqrt{D}}{2} \end{cases}$$

$$v_2 + v_3 = \sqrt{D}$$

$$T_{\min} = \frac{S}{v_2} + \frac{S}{v_3} = \frac{S}{v_2} + \frac{S}{\sqrt{D} - v_2} = \frac{S\sqrt{D} - Sv_2 + Sv_2}{\sqrt{D}v_2 - v_2^2} = \frac{S\sqrt{D}}{\sqrt{D}v_2 - v_2^2}$$

$T_{\min}$ минимально при макс. знаменателе.



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

4 из 4

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!

$$f(v_2) = \sqrt{D'} v_2 - v_2^2 - \text{парабола};$$

ветви вниз. $x_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{\sqrt{D'}}{-2} =$

$$= \frac{\sqrt{D'}}{2} \Rightarrow v_2 = v_3 = \frac{\sqrt{D'}}{2}$$

~~$$f_{\max} = \frac{D}{-2} = \frac{D}{4} = \frac{D}{2}$$~~

$$v_2 = \frac{2v \cos \alpha + \sqrt{D'}}{2} = \frac{\sqrt{D'}}{2}$$

$$v \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$\underline{\underline{\alpha = 90^\circ}}$$

$$4) T_{\min} = \frac{S}{v_2} + \frac{S}{v_3}$$

$$v_3 = v_2 = \frac{\sqrt{4v^2 \cos^2 \alpha - 4(v^2 - a^2)}}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{4(20^2 - 15^2)}}{2} = \frac{\sqrt{4(20^2 - 15^2)}}{2} = 5\sqrt{7}$$

$$T_{\min} = \frac{2S}{v_2} = \frac{2 \cdot 2000}{5\sqrt{7}} = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } 20 \text{ м/с}; 80 \text{ с}; 90^\circ; \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с.}$$



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.



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!

№2.

Дано:

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

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

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

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$T = ?$

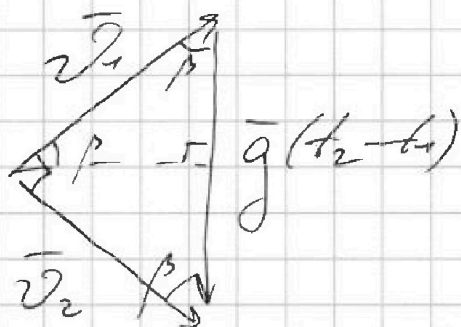
$L = ?$

$R = ?$

v_{0x} - проекция нач. ск. v_0 на Ox , v_{0y} - на Oy .



1) $v_1 = v_2$



Обозначим $(t_2 - t_1) = \Delta t$

Тогда: $v_1 = v_2 = g \Delta t \cos \beta = \frac{g \Delta t \sqrt{2}}{2}$

2) $v_{1y} = v_1 \sin \beta$, $v_{2y} = v_2 \sin \beta$

$$v_{1y} = v_{0y} - g t_1$$

$$\frac{g \Delta t}{2} = v_{0y} - g t_1$$

$$v_{0y} = g \left(\frac{\Delta t}{2} + t_1 \right)$$



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!

3) На макс. высоте $v_y = 0$

~~$$v_{0y} - g \Delta t = 0$$~~

$$v_{0y} - g \Delta t = 0$$

$$\Delta t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{g \Delta t}{g} + \Delta t = \underline{\underline{1 \text{ c}}}$$

$$\begin{aligned} 4) v_1^2 &= v_{0x}^2 + (v_{0y} - g \Delta t)^2 = \\ &= v_{0x}^2 + \frac{g^2 \Delta t^2}{4} = \frac{g^2 \Delta t^2}{2} \end{aligned}$$

$$v_{0x} = \underline{\underline{\frac{g \Delta t}{2}}}$$

$$L = 2 \Delta t \cdot v_{0x} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 10 \text{ м}$$

5) В высшей точке $a_T = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$v = v_{0x} = \frac{g \Delta t}{2} ; a_n = g$$

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{g^2 \Delta t^2}{4g} = \frac{g \Delta t^2}{4} = \underline{\underline{2,5 \text{ м}}}$$

Ответ: 1 с; 10 м; 2,5 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 9

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!

№3.
Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

$$h = 0,15 \text{ м}$$

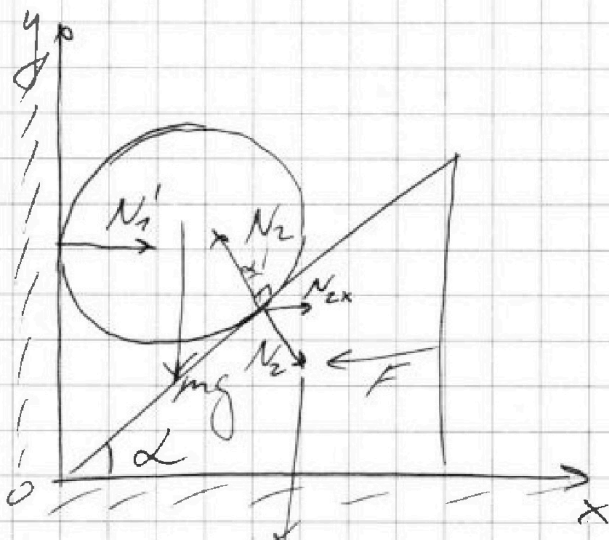
α - ?

N_1 - ?

N_2 - ?

α_{max} - ?

N_{max} - ?



1) Шарик ^{и клин} в покое $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \sum F = 0$

$$\left. \begin{aligned} \text{На } OY: mg &= N_2 \cos \alpha \\ \text{На } OX: N_2 \sin \alpha &= F \end{aligned} \right\}$$

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

$$\alpha = 60^\circ (= \arctan \sqrt{3})$$

2) В процессе движения шарик не отрывается от стенки. Рассмотрим небольшое смещение клина по оси OX Δx :

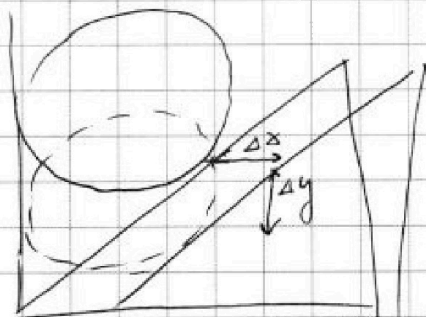


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!



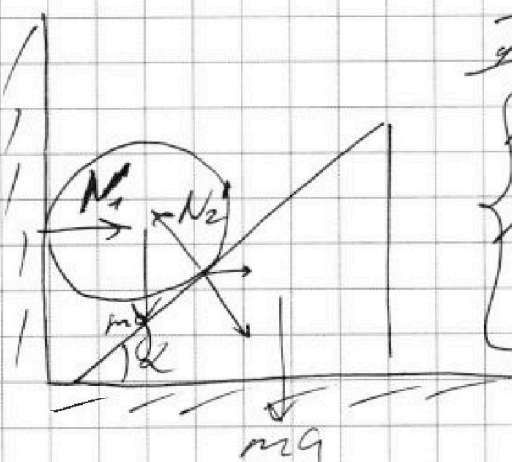
$$\Delta y = \Delta x \tan \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_m = a_k \tan \alpha$$

a_m - ускорение шарика

a_k - ускорение клина

3)



II 3-х Ньютона:

$$ma_k = N_2' \sin \alpha$$

$$ma_m = mg - N_2' \cos \alpha$$

$$a_m = a_k \tan \alpha = a_k \sqrt{3}$$

$$mg - N_2' \cos \alpha = \sqrt{3} \cdot N_2' \sin \alpha$$

$$mg = N_2' (\sqrt{3} \sin \alpha + \cos \alpha) =$$

$$= N_2' \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) = 2 N_2'$$

$$N_2' = \frac{mg}{2}$$

$$a_m = g - \frac{N_2' \cos \alpha}{m} = g - \frac{g}{2} = \frac{1}{2} g$$

Шарик не скользит. гор.-но $\Rightarrow$ $\mu \geq 0$ $\Rightarrow$ $\mu \geq 0$ $\Rightarrow$ $\mu \geq 0$

$$N_1 = N_2' \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} mg = \frac{\sqrt{3}}{4} H$$



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.



СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!

$$\alpha_{\max} = 45^\circ$$

$$N_{\max} = \frac{mg \sin \alpha_{\max}}{\sin \alpha_{\max} + \cos \alpha_{\max}}$$

$$= mg \sin \alpha_{\max} \cos \alpha_{\max} = mg = 4 \text{ Н}$$

Ответ: ~~0,2 м~~ 60° ; $0,2 \text{ м}$;

~~$\sqrt{3} \text{ Н}$~~ ; $\alpha_{\max} = 45^\circ$; 4 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 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!

№4. Дано.
 $m = 0,042$
 $t_{100} = 100^\circ\text{C}$

$$\beta = 1,12$$

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

$$\rho = 0,82/\text{cm}^3$$

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

$$l = 10\text{ cm}$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$V(t) - ?$$

$$pV - ?$$

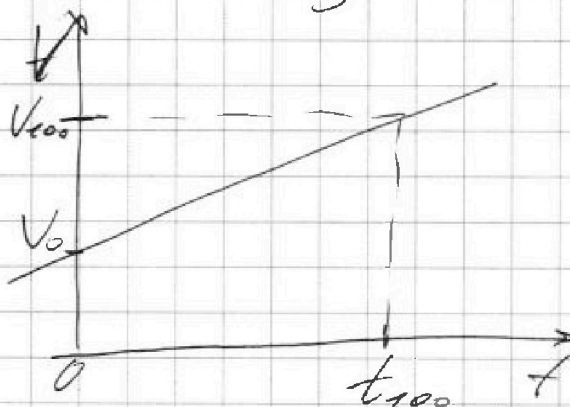
$$S - ?$$

1) Зависимость

линейная $\Rightarrow$

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

$$b = V_0 = \frac{m}{\rho}$$



V_0 - объем при t_0 ;

V_{100} - объем при t_{100}

$$k = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{100} - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{\beta \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho}}{t_{100} - t_0} =$$

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

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



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!

Подставим числа:

$$V(t) = (6 \cdot 10^{-5} t + 0,05) \text{ см}^3$$

$$2) t_1: V_1 = \frac{m(p-1)}{S(t_{100}-t_0)} t_1 + \frac{m}{S} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-5} \cdot 50 + 0,05 =$$

$$= 0,053 \text{ см}^3 = 53 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$t_2: V_2 = \frac{m(p-1)}{S(t_{100}-t_0)} t_2 + \frac{m}{S} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-5} \cdot 40 + 0,05 = 0,0524 = 52,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$|\Delta V| = V_1 - V_2 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 =$$

$$= \underline{\underline{6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3}}$$

$$3) \Delta V_{100} = V_{100} - V_0 = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 100 + 0,05 -$$

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

$$S = \frac{\Delta V_{100}}{6} = \underline{\underline{6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2}}$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m(p-1)}{S(t_{100}-t_0)} t + \frac{m}{S};$$

$$|\Delta V| = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3;$$

$$S = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$$



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.



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!

№5.

Дано:

$$R_1 = 1,2 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 2 \Omega$$

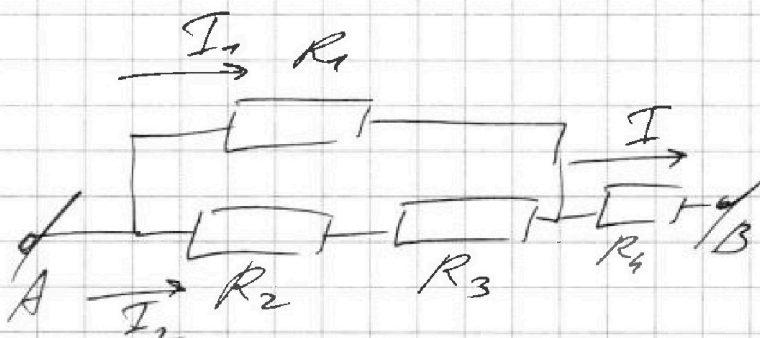
$$U = 5 \text{ В}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

$$R_{\text{экв}} - ?$$

$$P - ?$$

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



$$1) R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)} = 2 + \frac{1,2 \cdot (2 + 4)}{1,2 + 2 + 4} = 2 + \frac{7,2}{7,2} = 3 \Omega$$

$$= 2 + \frac{7,2 \Omega^2}{7,2} = 3 \Omega = 3 \Omega$$

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

(по 3-му закону Кирхгофа - Ленца)

$$3) \begin{cases} I_1 + I_2 = I \\ I_1 R_1 = I_2 (R_2 + R_3) \end{cases}$$

$$1,2 I_1 = 6 I_2$$

$$I_1 = 5 I_2$$

$$6 I_2 = 4 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \text{ А}$$

$$I_1 = \frac{10}{3} \text{ А}$$



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!

$$4) P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{100}{9} \cdot 6 = \frac{200}{3} \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{4}{9} \cdot 10 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = \frac{4}{9} \cdot 20 = \frac{80}{9} \text{ Вт}$$

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

$$P_{\text{min}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

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

$$P = 160 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{min}} = \frac{40}{9} \text{ Вт (на резисторе } R_2)$$



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
3 из 4

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!

4) При соприкосновении с гор-ной
стенкой поверхностью шарик
отрывается от стенки $\Rightarrow$
на него перестают действовать
гор. силы $\Rightarrow$ он отлетит
вверх.

ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh, \quad v - \text{скорость шарика у пов-сти}$$

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

$$\mu = \frac{v^2}{2a_{\text{ш}}} = \frac{2gh}{2 \cdot \frac{3g}{4}} = \frac{4}{3} h = \frac{0,6}{3} = \underline{\underline{0,2 \text{ м}}}$$

$$5) \begin{cases} N_1 = N_2' \sin \alpha \\ N_2' = \frac{mg}{\lg \alpha (\sin \alpha + \cos \alpha)} \end{cases}$$

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

$$f(\alpha) = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha + \cos \alpha} = \sin \alpha \cos \alpha$$

$$f(\alpha) \rightarrow \max \text{ при } \sin(2\alpha) = 1 \Rightarrow \underline{\underline{\alpha = 45^\circ}}$$



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!

$$f'(x) = (\cos x (\sqrt{3} \sin x + \cos x) + \text{Чифовик} + (\sqrt{3} \cos x - \sin x) \sin x):$$

$$: (\sqrt{3} \sin x + \cos x)^2 \quad N_2' = \frac{mg}{\sqrt{3} \sin x + \cos x}$$

$$2 \frac{\cos^2 x - \sin^2 x}{(\sqrt{3} \sin x + \cos x)^2} \quad N_2 = \frac{mg \sin x}{\sqrt{3} \sin x + \cos x}$$

$$\cos x = \sin x \quad mg - N_2' \cos x =$$

$$x = 45^\circ \quad \sqrt{3} N_2' \sin x$$

$$= \frac{\cos^2 x - \sin^2 x + 2\sqrt{3} \sin x \cos x}{(\sqrt{3} \sin x + \cos x)^2} = 0$$

$$\sin^2 x = 1 - \cos^2 x$$

$$2\cos^2 x - 1 + 2\sqrt{3} \cos x \sqrt{1 - \cos^2 x} = 0$$

$$(2\cos^2 x - 1)^2 = (-2\sqrt{3} \cos x \sqrt{1 - \cos^2 x})^2$$

$$4\cos^4 x - 4\cos^2 x + 1 = 12\cos^2 x -$$

$$- 12\cos^4 x \quad (\sqrt{3})^2 = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$16\cos^4 x - 16\cos^2 x + 1 = 0$$

$$\cos^2 x = x$$

$$f(x) = \frac{\sqrt{3} \sin x + \cos x}{\sin x}$$

$$16x^2 - 16x + 1 = 0$$

$$= \sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\sin x = \cos x = 256 - 64 = 192$$

$$x = 45^\circ \quad f'(x) = \frac{1}{\cos^2 x} - \frac{1}{\sqrt{3} \cos^2 x} + \frac{1}{\cos^2 x} - \frac{1}{\sin^2 x}$$



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!

Черновик.
4) При соприкосновении с гор.
поверхностью шарик отрывается
от ~~стенки~~ стенки $\Rightarrow$ на
него перестают действовать гор.

силы $\Rightarrow$ он ~~летит~~ летит вверх.

$$3C3: \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right)' = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh, \quad v - \text{скорость в}$$

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

$$\left(\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}\right)' = \frac{-\sin \alpha \cdot \sin \alpha - \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$N = \frac{v^2}{a_{\text{н}}} = \frac{2gh}{3g} \cdot 4 = \frac{0,3}{3} \cdot 9 = 0,9 \text{ м.}$$

$$5) N_1 = N_2' \sin \alpha$$

$$N_2' = \frac{mg}{\sqrt{3}(\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$N_1 = \frac{mg \sin \alpha}{\sqrt{3}(\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$g(\alpha) = \sqrt{3} + \sqrt{3} \tan \alpha$$

$$\sqrt{3} \tan^2 \alpha = \sqrt{3} - 1$$

$$\sqrt{3} \tan \alpha = \sqrt{3} - 1$$

$$N_1 = mg \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + \sqrt{3} - 1}$$

$$f(\alpha) = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{3} \sin \alpha + \cos \alpha}$$

$$= \frac{\sqrt{3} - 1}{3 - \sqrt{3} + 1}$$

Найдём максимум с помощью
производной $\sin \alpha \cos \alpha$



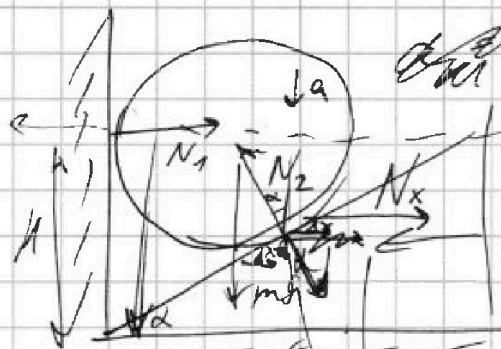
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!

Черновик.



$$V_2 = \frac{m(\beta - 1)}{S(H_{100} - t_0)} \cdot f + \frac{m}{S}$$

$$mg = N_2 \cos \alpha$$

$$F = N_2 \sin \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{R}{mg}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3} \frac{m}{c}$$

$$K = \frac{v^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{m^2}{c^2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^{-4}$$

$$m_{\text{ак}} = N_x = N_2' \sin \alpha$$

$$N_1 = N_2' \sin \alpha = \sqrt{3} mg$$

$$N_2 m_{\text{ак}} = mg - N_2' \cos \alpha = (6 \cdot 10^{-5} \text{ t} + 0,05) \text{ cm}^3$$

$$mg - N_2' \cos \alpha = \sqrt{3} N_2' \sin \alpha$$

$$mg = N_2' (\sin \alpha \sqrt{3} + \cos \alpha)$$

$$V_1 = \frac{m}{S} = 2 N_2'$$

$$V_2 = \beta \frac{m}{S}$$

$$N_2' = \frac{mg}{2}$$

$$m_{\text{ак}} = mg - N_2' \cos \alpha =$$

$$= mg - \frac{mg}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} mg$$

$$L = \frac{V_2 - V_1}{(H_{100} - t_0)} = \frac{m(\beta - 1)}{S(H_{100} - t_0)} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100}$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,08 \cdot 1000} = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,12}{1000} = \frac{0,06}{1000}$$

$$= 6 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{cm}^3}{^\circ\text{C}}$$

$$f = V_1 = \frac{m}{S} = 0,05 \text{ cm}^3$$



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!

Черновик.

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

$$V_1 = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 50 + 0,05 =$$

$$= 3 \cdot 10^{-3} + 0,05 = 0,053 \text{ см}^3 = 53 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$\frac{0,056}{0,05} = 1,12$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 40 + 0,05 =$$

$$= 2,4 \cdot 10^{-3} + 0,05 = 0,0524 = 52,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 =$$

$$= 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$$

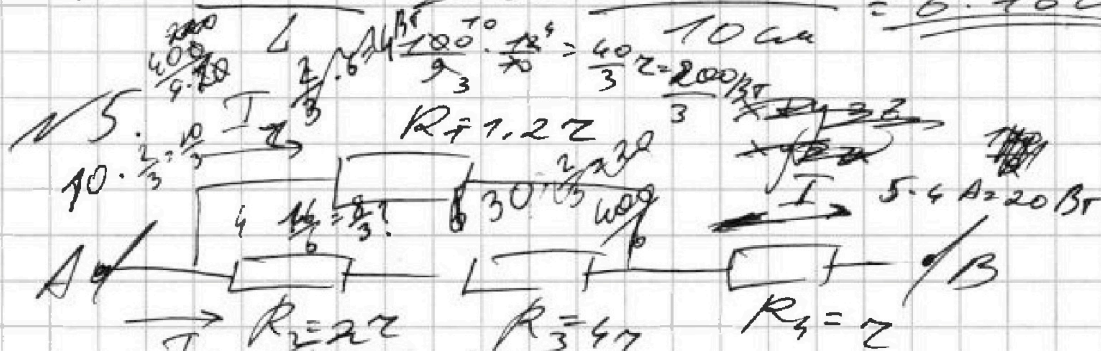
$$6I_1 = 6A$$

$$1,2I_2 = 6I_1 \quad I_1 = \frac{2}{3}A$$

$$\Delta V_{100} = 0,006 \text{ см}^3$$

$$I_2 = 5I_1 = \frac{10}{3}A$$

$$S = \Delta V_{100} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$



$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 7 + \frac{1,2 \cdot 6}{7,2} =$$

$$= 2 \Omega = R = I^2 R_{\text{экв}} = 16 \cdot 10 \text{ Вт} = 160 \text{ Вт}$$



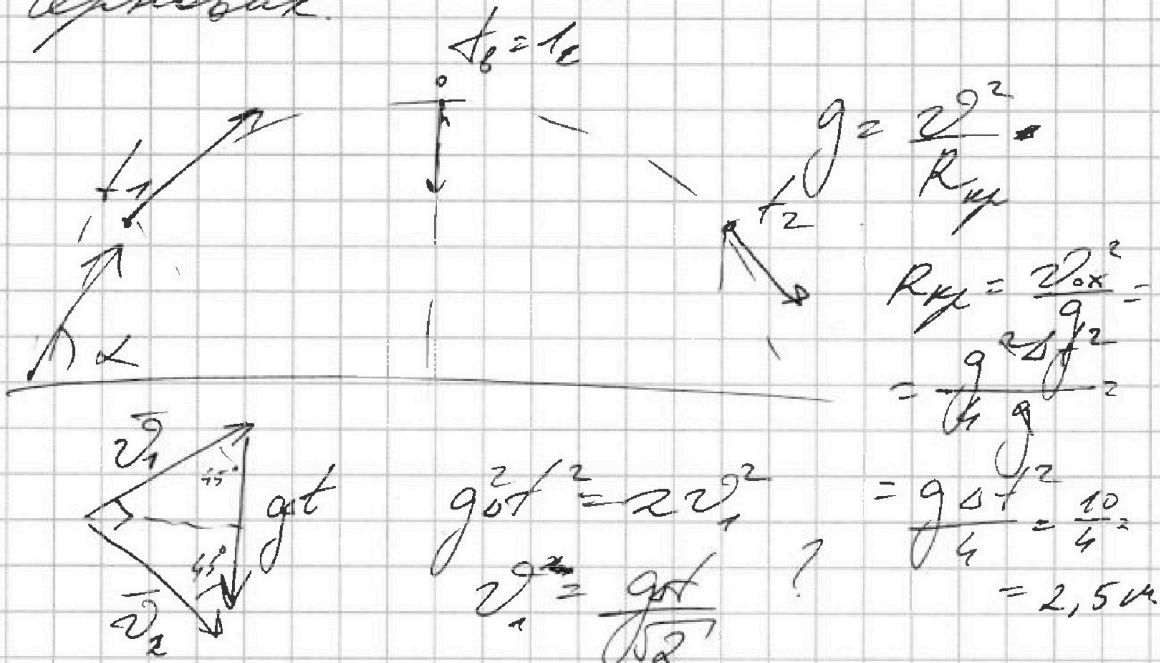
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



$$g \Delta t^2 = 2v_1^2$$
$$v_1^2 = \frac{g \Delta t^2}{2}$$

$$v_1 = \frac{g \Delta t}{\sqrt{2}}$$

$$v_1 \sin 45 = v_{0y} - g t_1$$
$$\frac{g \Delta t}{2} = v_{0y} - g t_1$$

$$v_{0y} = g \left(\frac{\Delta t}{2} + t_1 \right)$$

$$v_1^2 = v_{0x}^2 + (v_{0y} - g t_1)^2 = v_{0x}^2 + \frac{g^2 \Delta t^2}{4}$$
$$= \frac{g^2 \Delta t^2}{2}$$

$$v_{0x} = \frac{g \Delta t}{2}$$

Мен

$$L = 2 \Delta t \cdot v_{0x} = 2 \cdot \frac{10 \cdot 1}{2} = 10 \text{ м}$$



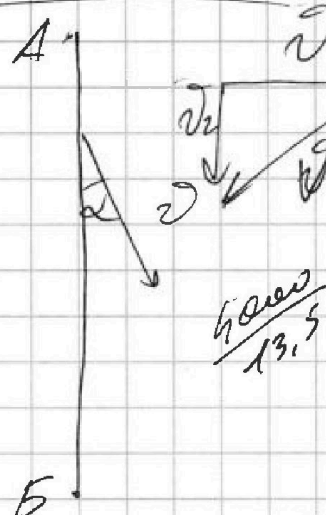
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

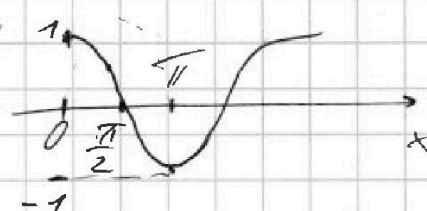
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$\sqrt{40000} \cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$-1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 0 \cdot \frac{1}{2} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$v_{2\max}$
 $v_{3\max}$

$$u^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha \quad 5\sqrt{4}$$

$$u^2 = v^2 + v_3^2 - 2vv_3 \cos(180 - \alpha) =$$

$$= v^2 + v_3^2 + 2vv_3 \cos \alpha \quad \frac{2000 \cdot 2}{5\sqrt{4}}$$

$$v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0 \quad 2,7$$

$$v_3^2 + 2vv_3 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0 \quad 13,5$$

$$2v_2 - 2v \cos \alpha = 0 \quad v_2 + v_3 = \sqrt{20}$$

$$v_2 = \frac{2v \cos \alpha + \sqrt{20}}{2} \quad T = \frac{5^4}{\sqrt{20} - x} + \frac{5^4}{x}$$

$$v_3 = \frac{-2v \cos \alpha + \sqrt{20}}{2} \quad y = \frac{8x + 5\sqrt{20} - 8x}{\sqrt{20} - x - x^2}$$
$$y_{\min} = 20 - 2x = 0 \quad x = \frac{\sqrt{20}}{2}$$