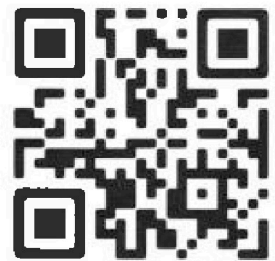


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

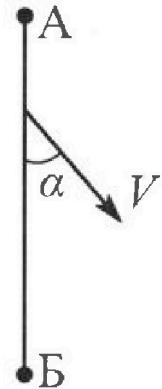


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.



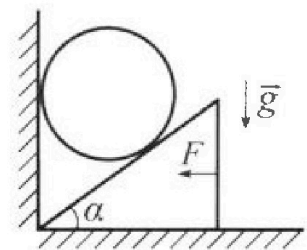
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

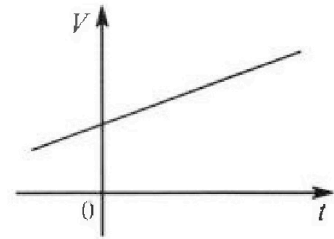
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.



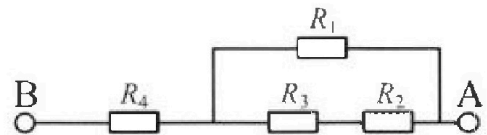
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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} .



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 - ?

α_{\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) ~~Перемещение в с.д.~~
Тогда ветер ~~воздуха~~. Тогда новая скорость аппарата:

$$\vec{v}_1 = \vec{u} + \vec{v}$$

Кратчайшее время достигается при \vec{v}_1 направленной вдоль AB.

Тогда:



По T 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

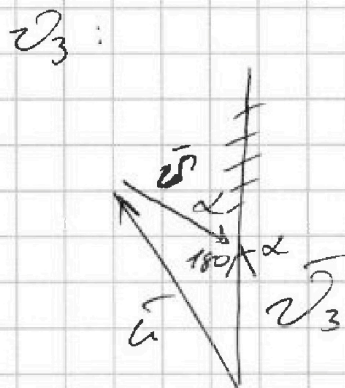
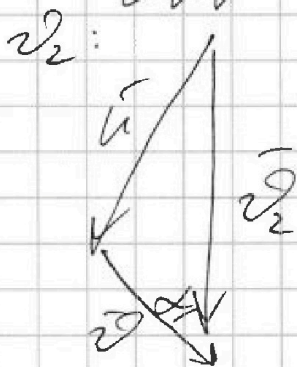
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

3) ~~Ветер в воздухе~~
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.

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!

D_2 - дискриминант для ур-ва с v_2

D_3 - с 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. $v_2 + v_3 > 0$

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

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

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

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

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

T_{\min} минимально при макс.

знаменателя.



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. $x_0 = \frac{-b}{2a} = \frac{-\sqrt{D}}{-2} = \frac{\sqrt{D}}{2} \Rightarrow v_2 = v_3 = \frac{\sqrt{D}}{2}$

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

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

$$v \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$\alpha = 90^\circ$$

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

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

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

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

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



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.

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!

№2.

Дано:

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

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

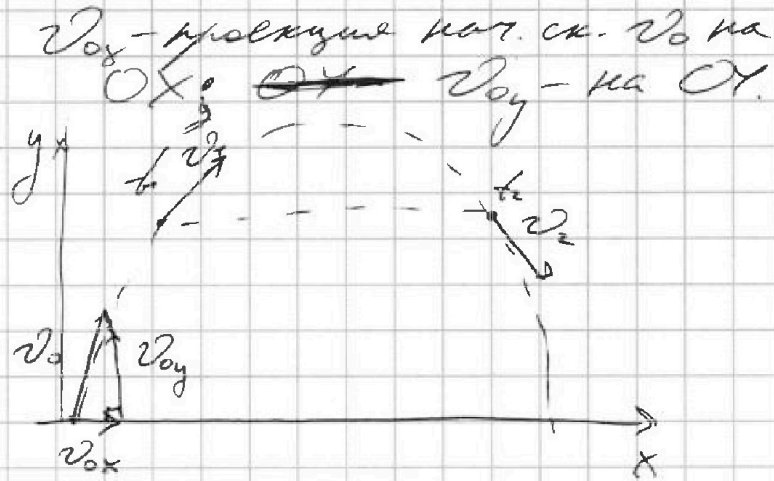
$$2\beta = 90^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

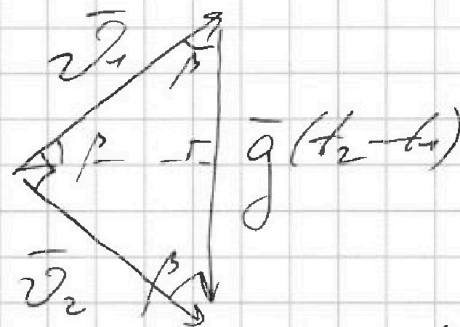
$T = ?$

$L = ?$

$R = ?$



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) $v_{1y} = v_1 \sin \beta$ ~~$v_1 \cos \beta$~~ $v_1 \sin \beta$

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

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

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



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 $v_y = 0$

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

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

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

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

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

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

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:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

$$\mu = 0,15$$

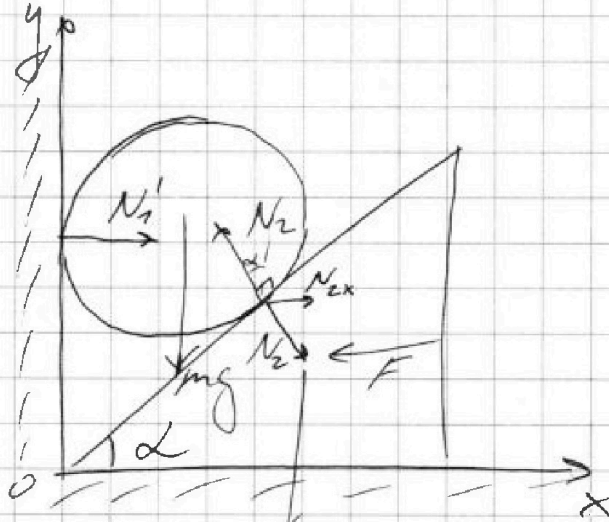
$$\alpha - ?$$

$$N - ?$$

$$N_1 - ?$$

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

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



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

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

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

$$\alpha = 60^\circ (\text{arc tg } \sqrt{3})$$

2) В процессе движения шарик не отрывается от стенки.

Рассмотрим небольшое смещение клина по оси Ox Δx :

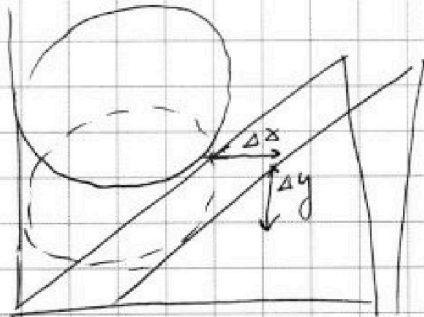


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



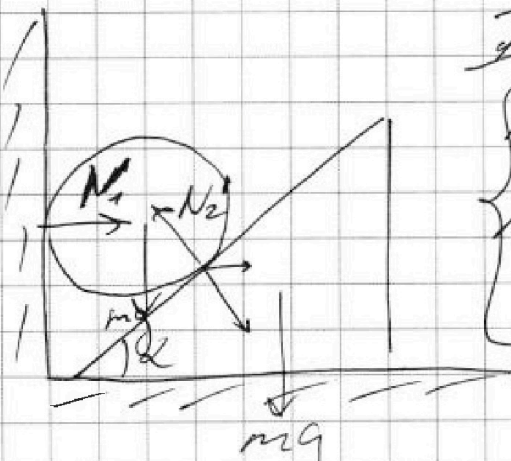
$$\Delta y = \Delta x \tan \alpha \Rightarrow$$

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

a_m - ускорение шарика

a_k - ускорение клина

3)



И 3-х Ньютона:

$$\begin{cases} m a_k = N_2' \sin \alpha \\ m a_m = mg - N_2' \cos \alpha \\ a_m = a_k \tan \alpha = a_k \sqrt{3} \end{cases}$$

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

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

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

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

$$a_m = g - \frac{N_2' \cos \alpha}{m} = g - \frac{g}{4} = \frac{3}{4} g$$

Шарик не скользит. гор. ко \Rightarrow $\sum F_x = 0$

$$N_1 = N_2' \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} mg = \underline{\underline{\sqrt{3} \text{ Н}}}$$



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
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!

$$\begin{aligned} \alpha_{\max} &= 45^\circ \\ N_{\max} &= \frac{mg \sin \alpha_{\max}}{f g \sin \alpha_{\max} + \cos \alpha_{\max}} = \\ &= mg \sin \alpha_{\max} \cos \alpha_{\max} = mg = 4 \text{ Н} \end{aligned}$$

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.
 $m = 20,0 \text{ г}$
 $t_{100} = 100^\circ \text{C}$

$$\beta = 1,12$$

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

$$\rho = 0,82 / \text{см}^3$$

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

$$l = 10 \text{ см}$$

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

$$V(t) - ?$$

$$|V| - ?$$

$$S - ?$$

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

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

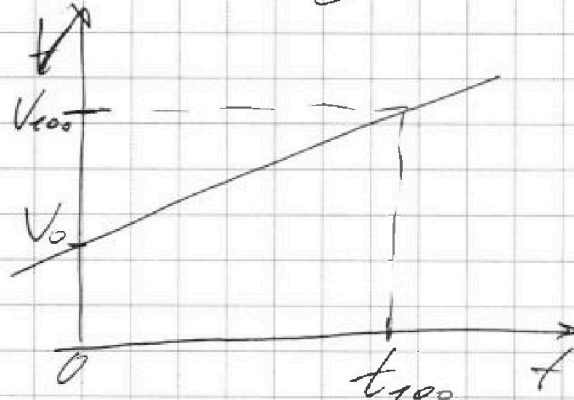
$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho}$$

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}



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!

Положительным числом:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$S = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$$



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.

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!

№5.

Дано:

$$R_1 = 1,2 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 2 \Omega$$

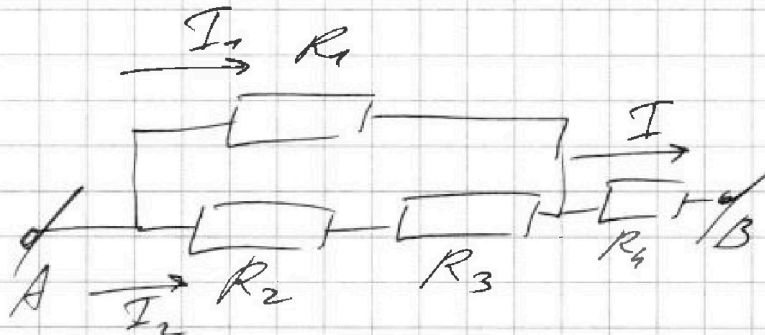
$$U = 5 \text{ Ом}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

$R_{\text{экв}} - ?$

$P - ?$

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



$$1) R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)}$$

$$= 2 + \frac{1,2 \Omega \cdot (2 \Omega + 4 \Omega)}{1,2 \Omega + 2 \Omega + 4 \Omega} =$$

$$= 2 + \frac{7,2 \Omega^2}{7,2 \Omega} = 2 \Omega = \underline{\underline{10 \text{ Ом}}}$$

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

(по 3-му закону Джоуля-Ленца)

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

$$1,2 I_1 = 6 I_2 \quad 6 I_2 = 4 \text{ А}$$

$$I_1 = 5 I_2 \quad I_2 = \frac{2}{3} \text{ А}$$

$$I_1 = \frac{10}{3} \text{ А}$$



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) Три шарика с вер-ной
стенки поверхностью шарика
отрывается от стенки \Rightarrow
на него перестают действовать
вер. силы \Rightarrow он отлетит
вверх.

ЗСЭ:

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

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

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

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

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

$$f(\alpha) = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \sin(2\alpha)$$

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



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!

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

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

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

$$\cos x = \sin x \quad mg - N_2' \cos x = \text{tg} x N_2' \sin x$$

$$x = 45^\circ$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\cos^2 x = x$$

$$f(x) = \frac{\text{tg} x \sin x + \cos x}{\sin x}$$

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

$$2 \text{tg} x + \frac{1}{\text{tg} x}$$

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

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



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!

4) Черновик.
Три шарика с гор. поверхности шарик отбивается от стенки \Rightarrow на него перестают действовать гор. силы \Rightarrow он движется вверх.

ЗСЭ: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$, v - скорость у пов-ти

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{ctg} \alpha = \sqrt{3} - 1$$

$$\text{ctg} \alpha = \sqrt{3} - 1$$

$$N_2 = mg \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + \sqrt{3} - 1}$$

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

Найдём максимум с помощью производной $\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\dots}$



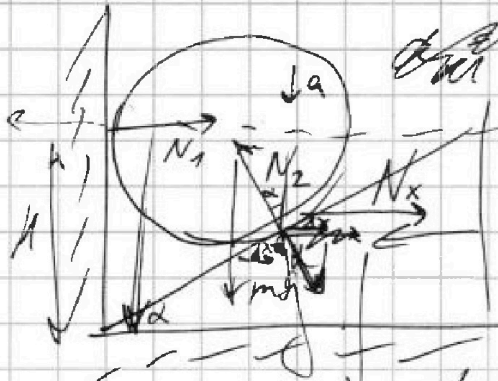
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



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

$$mg = N_2 \cos \alpha$$

$$F = N_2 \sin \alpha$$

$$tg \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} \cdot 40}{3 \cdot 10} = \frac{4}{3}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3 \cdot 4} = 2 \text{ м/с}$$

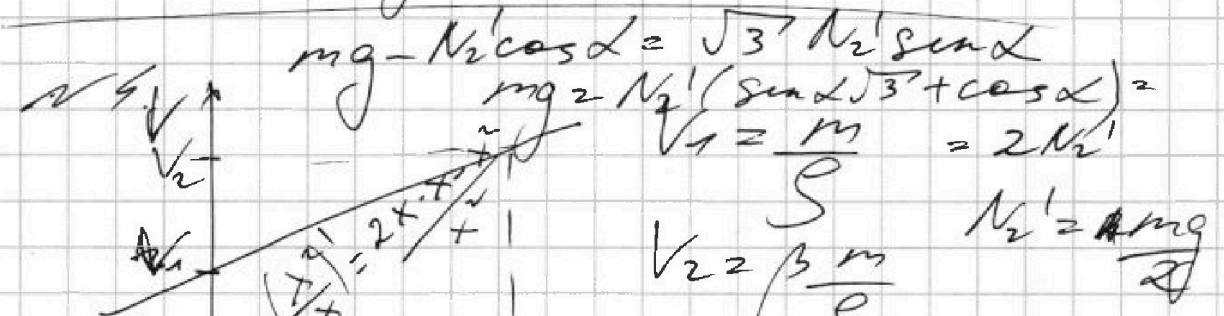
$$K = \frac{v^2}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$m a_{\text{к}} = N_x + N_2' \sin \alpha$$

$$a_{\text{к}} = a \cdot tg \alpha$$

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

$$N_2 m a_{\text{к}} = mg - N_2' \cos \alpha = (6 \cdot 10^{-5} \text{ т} + 0,05) \text{ м}^3$$



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

$$mg = N_2' (\sin \alpha \sqrt{3} + \cos \alpha) = 2 N_2'$$

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

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

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

$$m a_{\text{к}} = mg - N_2' \cos \alpha = mg - \frac{mg}{2} = \frac{1}{2} mg = \frac{3}{4} mg$$

$$a_{\text{к}} = \frac{3}{4} g$$

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

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

$$= 6 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = V_1 = \frac{m}{\rho} = 0,05 \text{ м}^3$$



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.

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

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

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

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

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

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

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

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

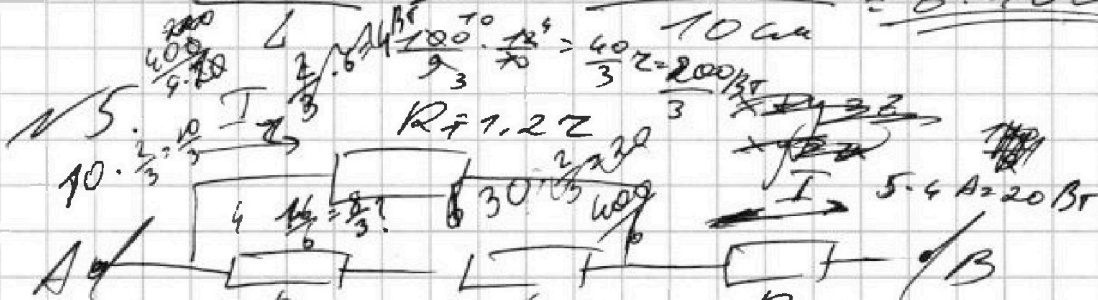
$$= 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$$

$$6 \mathcal{I}_1 = 6 \text{ A}$$

$$1,2 \mathcal{I}_2 = 6 \mathcal{I}_1 \quad \mathcal{I}_1 = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$\Delta V_{100} = 0,006 \text{ см}^3 \quad \mathcal{I}_2 = 5 \mathcal{I}_1 = \frac{10}{3} \text{ A}!$$

$$S = \Delta V_{100} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$$



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

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



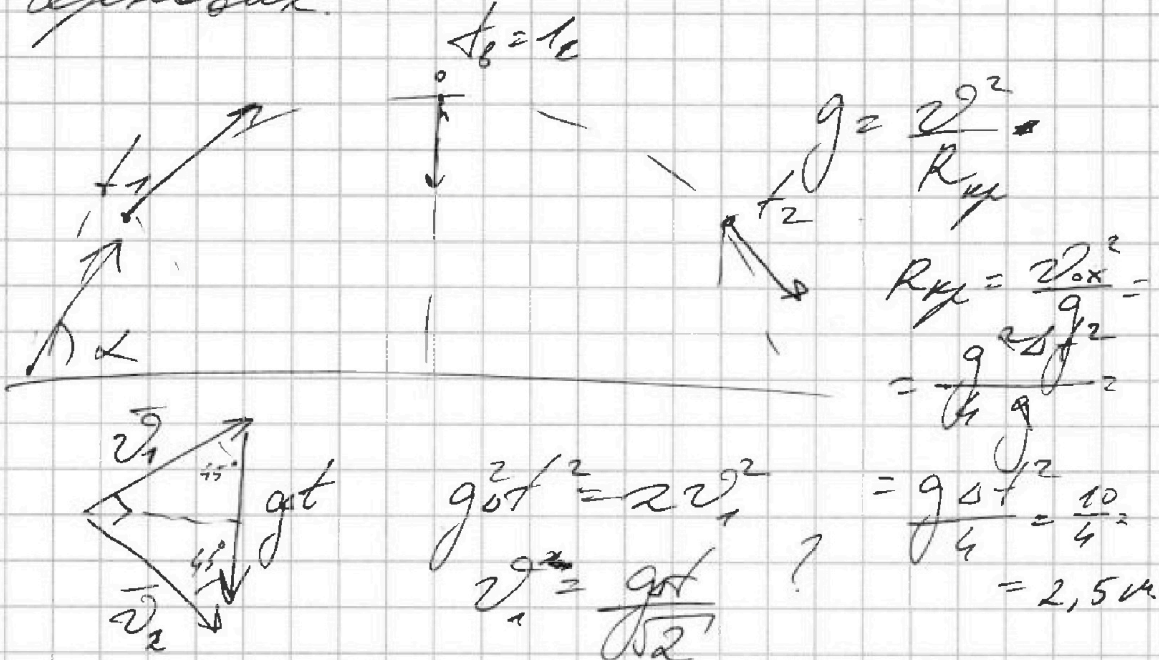
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$v_1 \cos 45 = v_{0y} - g \Delta t$$

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

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

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

$$\Delta t = \frac{\Delta t + \Delta t}{2} = 10$$

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

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

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

Масштаб

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



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

$\sqrt{4000} = 20\sqrt{10}$
 $\frac{4000}{13.5}$
 $v_2 = \sqrt{175} = 5.35 \cdot 26.7$
 v_3
 v_{2max}
 v_{3max}

$\cos(\alpha - \beta) = \cos\alpha \cos\beta + \sin\alpha \sin\beta$
 $\frac{1 \cdot \sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\sqrt{2} \cos x$

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

$u^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos\alpha = 5\sqrt{4}$
 $u^2 = v^2 + v_3^2 - 2vv_3 \cos(180 - \alpha) =$
 $= v^2 + v_3^2 + 2vv_3 \cos\alpha = \frac{2000 \cdot 2}{5\sqrt{4}}$
 $v_2^2 - 2vv_2 \cos\alpha + v^2 - u^2 = 0 \quad 27$
 $v_3^2 + 2vv_3 \cos\alpha + v^2 - u^2 = 0 \quad 13.5$
 ~~$2v_2 - 2v \cos\alpha = 0$~~ $v_2 + v_3 = \sqrt{D}$
 $v_2 = \frac{2v \cos\alpha + \sqrt{D}}{2} \quad T = \frac{5^H}{\sqrt{D} - x} + \frac{5^H}{x}$
 $v_3 = \frac{-2v \cos\alpha + \sqrt{D}}{2} = \frac{8x + 5\sqrt{D} - 8x}{\sqrt{D} - x - x}$
 $y_{ymin} = \frac{\sqrt{D} - x^2}{-2x} = 0 \quad x = \frac{\sqrt{D}}{2}$