



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

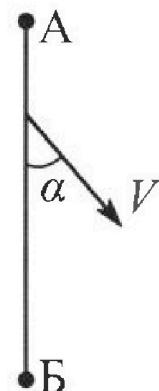


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние АБ 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 АБ (см. рис.), $\sin \alpha = 0,8$.



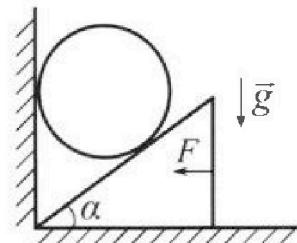
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальна?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.

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 поконится 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



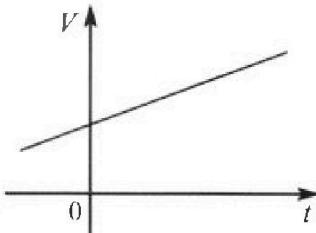
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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 $\rho = 0,8 \text{ г}/\text{см}^3$. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

- Следуя предоставленным опытным 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 $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

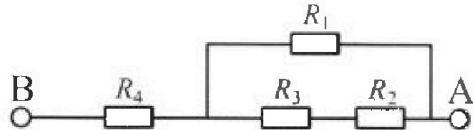


- Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3 .
- Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2 .

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

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4 \text{ А}$.



- Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
- 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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

(5)

$$\frac{2S_2\sqrt{v^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{v^2 - v^2}$$

Значение α не зависит от α \Rightarrow так же не зависит, как значение $T_{min} \Rightarrow$

Чем меньше $v^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha$ тем меньше $T_{min} \Rightarrow$ Чем больше $\sin^2 \alpha$, тем меньше $T_{min} \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$

3) Ответ: при $\alpha = 90^\circ$

4) $T_{min} = \frac{2S_2\sqrt{v^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{v^2 - v^2}$ (см. пункт 3)

$$T_{min} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ кг} \cdot \sqrt{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2 - 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2} = \frac{2 \cdot 4000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} \text{ с} = \frac{4000}{\sqrt{125}} \text{ с}$$

4) Ответ: $T_{min} = \frac{4000}{\sqrt{125}} \text{ с}$

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$v' = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \cos^2 \alpha}$$

Решаем цепочкой дважды:

$$S = v' \cdot T_1$$

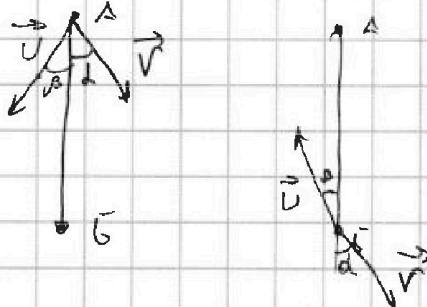
$$T_1 = \frac{S}{v'}$$

$$T_1 = \frac{S}{\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$T_1 = \frac{2000 \text{ м}}{\sqrt{(15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 0,8^2} + \sqrt{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 0,8^2}} = \frac{2000 \text{ м}}{9 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

$$2) \text{ Делим: } T_1 = 80 \text{ с}$$

3)



время $A \rightarrow B$ равно T_1

время $B \rightarrow C$ равно T_2

$$T_{\min} = T_1 + T_2 \quad T_1 = \frac{S}{\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \cos^2 \alpha}} \quad (\text{см. пункт 2})$$

$$T_{\min} = \frac{S}{\frac{(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \cos^2 \alpha})}{S} + \frac{S}{\frac{(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \cos^2 \alpha})}{S}}} =$$

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

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



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Дано:

$$1) T_0 = 200 \text{ с}$$

$$S = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$$

$$2) V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

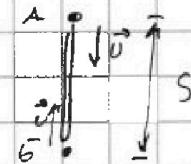
$$U - ?$$

$$T_1 - ?$$

$$\angle - ?$$

$$T_{\min} - ?$$

1)



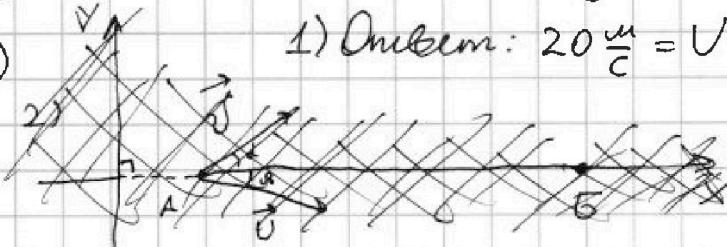
Равномерное прямолинейное движение

$$U \cdot T_0 = 2S$$

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

$$U = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) 1) \text{Ответ: } 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = U$$



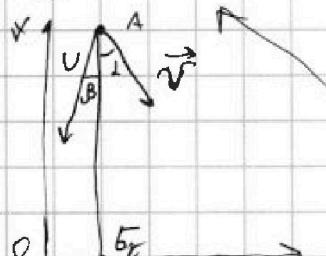
β - угол скорости U к
нормали прямой AB

П.в. надо не сходить с прямой AG \Rightarrow сумма проекций скорости не OX главна O :

$$2 \cdot \sin \alpha = U \cdot \sin \beta \quad (1)$$

Тогда надо уменьшить по прямой AG со скоростью

$$U' = \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} \quad (\text{так как } \text{скорость меняется})$$



По осн. приложении
треугольника

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

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

$$U' = \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} = U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$U' = \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \beta} \quad (2)$$

(1) \rightarrow (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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Пл.к. при свободном падении достигает времени поглощ подъема на максимальную высоту равна времени падения с максимальной высоты или земли (при условии, что земля горизонтальна) \Rightarrow
 \Rightarrow время подъема всего падения ненее 2T

Планета в проекции на ось OX $y(S = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2)$

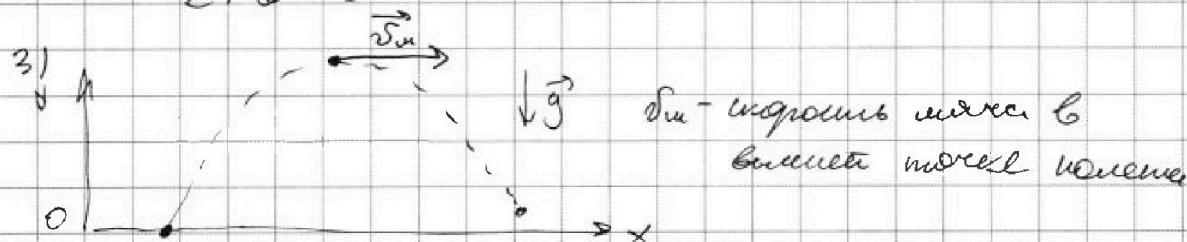
$$L = v_0 t \cdot 2T \quad (3)$$

(2) \rightarrow (2)

$$\boxed{L = g(t_2 - t_1) \cdot 2T \cdot \cos\beta \cdot \sin\beta}$$

$$L = 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot (1,5\text{c} - 0,5\text{c}) \cdot 2 \cdot 1\text{c} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \\ = 10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{2}{4} \text{m} = 10 \text{m}$$

2) Ответ: $L = 10 \text{m}$



Пл.к. в высшей точке ~~ди~~ проекция координаты $y_{\text{ди}} = 0$ \Rightarrow
 $\Rightarrow v_m = v_x = g(t_2 - t_1) \cdot \cos\beta \cdot \sin\beta = 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow (1) орбита радиуса кривизны

$$a_{\text{кр}} = \frac{v_m^2}{R}$$

$$R = \frac{v_m^2}{g} \Rightarrow R = \frac{(g(t_2 - t_1) \cdot \cos\beta \cdot \sin\beta)^2}{g}$$

$$R = \frac{(10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} (1,5\text{c} - 0,5\text{c}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2})^2}{10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}} = \frac{(10 \cdot 1 \cdot \frac{2}{4})^2}{10} \text{m} = 2,5 \text{m}$$

3) Ответ: $R = 2,5 \text{m}$

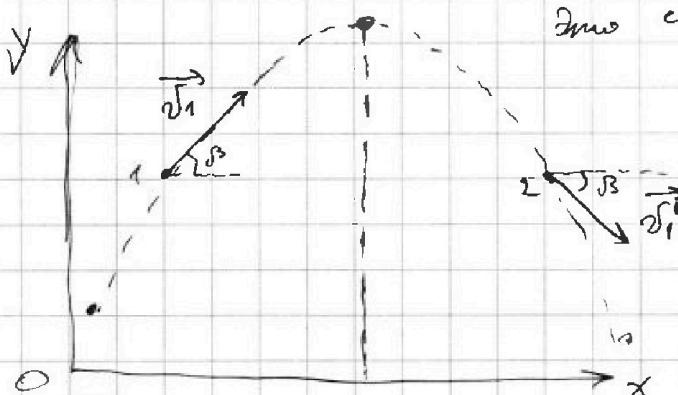


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Это свободное падение
один модуль равной
скорости в точках
1 и 2 задан $v_1 = v_2$

П.к. в точках 1 и 2 равные скорости по модулю

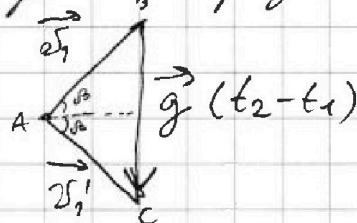
\Rightarrow они имеют одинаковую относительную вертикальную
скорость проходящей через начальную точку
линии связи \Rightarrow из точки 1 в
найбольшую точку 2 можно попасть
только из наибольшей точки в точку 2

а именно $\frac{t_2 - t_1}{2}$, а в точку 1 с помощью
брюса это по условию можно t_1 . Тогда
искомое $T = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} = \boxed{\frac{t_1 + t_2}{2}}$

$$T = \frac{0,5\text{c} + 1,5\text{c}}{2} = 1\text{c}$$

1) Ответ: $T = 1\text{c}$

2) Векторный треугольник - движение вектора \vec{v}_1 на \vec{v}_2



Понятно п.к. $\vec{v}_1 = \vec{v}_1'$ и
 $2\beta = 90^\circ \Rightarrow 1\beta = 45^\circ$ - равнобедренный
векторный треугольник $\Rightarrow \vec{v}_2 = g(t_2 - t_1) \cdot \sin 45^\circ \Rightarrow$
 $\vec{v}_2 = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta$ (1)

П.к. проекция скорости при свободном падении
на ось Ox постоянна $\Rightarrow v_{ox} = v_1 \cos \beta = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cos \beta$
(2)



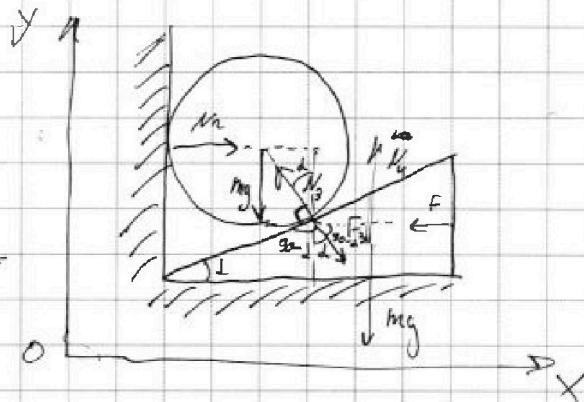
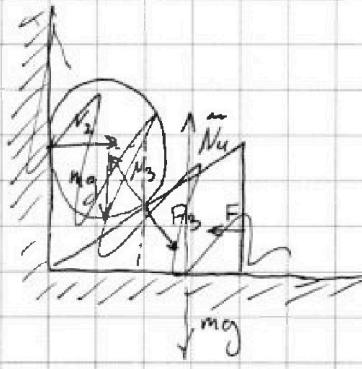
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

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

1)



II Зак Ньютона для случая

$$\vec{N}_2 + \vec{mg} + \vec{N}_3 = \vec{0}$$

В проекции на OY

$$N_3 \cdot \cos \alpha = mg \Rightarrow N_3 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

III Зак Ньютона

$$N_3 = F_3 \Rightarrow F_3 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

II Зак Ньютона для случая кинеса

$$\vec{F}_3 + \vec{F} + \vec{N}_4 + \vec{mg} = \vec{0}$$

В проекции на OX

$$F_3 \cdot \sin \alpha = F$$

$$\frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = F$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} \quad (\text{но } \tan \alpha = \sqrt{3})$$

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

$$\tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

1) Ответ: $\alpha = 60^\circ$



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.

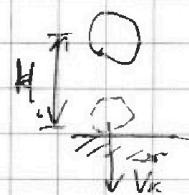
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

2) Пл. v. - начальная скорость движения тела в исходном положении \Rightarrow Оно движется равноускоренно.

Пл. Пл. v. Оно движется без начальной скорости



?

$$V_k \quad h = gt^2 \quad t = \frac{v_k}{g}$$

$$H = \frac{v_k + v_0^2}{2} t$$

$$h = \frac{v_k^2}{2g}$$

без

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



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Исходя из условия $V(t)$ имеет линейную зависимость \Rightarrow предположение в таком виде:

$$V(t) = V_0 + t \cdot k \quad (1) \quad \text{где } V_0 - \text{какой-то одн}$$

ак k - какой-то разнущий коэффициент

Пусть V' - действ. при t_0 , тогда $V' = \frac{m}{g}$, но

еще одног при t_{100} уравн. $\beta V' = \beta \frac{m}{g}$.

Подставим это уравнение в (1)

$$V(t_0) = V_0 + t_0 k$$

$$V(t_{100}) = V_0 + t_{100} k$$

$$\frac{m}{g} = V_0 + t_0 k \quad (2)$$

$$\beta \frac{m}{g} = V_0 + t_{100} k \quad (3)$$

$$(3) - (2)$$

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

$$k = \frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)} \quad (4)$$

$$(4) \rightarrow (2)$$

$$\frac{m}{g} = V_0 + \frac{m}{g} \cdot \frac{(\beta - 1)}{(t_{100} - t_0)} \cdot t_0$$

~~$$V_0 = \frac{m}{g} \left(1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{(t_{100} - t_0)} \right)$$~~

$$V_0 = \frac{m}{g} \left(\frac{(t_{100} - t_0) - (\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right)$$

$$V_0 = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - t_0 - \beta t_0 + t_0}{t_{100} - t_0} \right)$$

$$V_0 = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) \quad (5)$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 3

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

(4), (5) \rightarrow (1)

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t \left(\frac{m(\beta-1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \quad (7)$$

$$2) \Delta V = V(t_1) - V(t_2) \quad (6)$$

Поменявши t_1 и t_2 в (7)

$$V(t_1) = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_1 \left(\frac{m(\beta-1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \quad (8)$$

$$V(t_2) = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_2 \left(\frac{m(\beta-1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \quad (9)$$

(8), (9) \rightarrow (5)

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

$$\boxed{\Delta V = \left(\frac{m(\beta-1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) (t_1 - t_2)}$$

$$\Delta V = \left(\frac{0,042 \cdot (1,12-1)}{0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (100-0) \text{m}^3} \right) (50-40) \text{m}^3 = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 10 \text{m}^3 =$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{8} \text{m}^3 = 0,01 \cdot 0,06 \text{m}^3 = 0,0006 \text{m}^3$$

2) Ответ: $\Delta V = 0,0006 \text{m}^3$

3) 

Изменение объема струи между отверстиями t_{100} и t_0 двумя способами:

с одной стороны

$$\Delta V = L \cdot S \quad (12)$$

с другой стороны

$$\Delta V' = V(t_{100}) - V(t_0) \quad (10)$$

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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

Но у нас есть

$$V(t_{100}) = \beta(V(t_0)) \quad (11)$$

$$(11) \rightarrow (10)$$

$$\Delta V' = V(t_0)(\beta - 1) \quad (13)$$

Подставляем t_0 в (4)

$$V(t_0) = \frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_0 \left(\frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \quad (14)$$

$$(14) \rightarrow (13)$$

$$\Delta V' = (\beta - 1) \left(\frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_0 \left(\frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \right) \quad (15)$$

$$(12) \rightarrow (15)$$

$$L \cdot S = (\beta - 1) \left(\frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_0 \left(\frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \right)$$

$$S = \frac{(\beta - 1) \left(\frac{m}{g} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t_0 \left(\frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)} \right) \right)}{L}$$

$$S = \frac{(1,12-1) \left(\frac{0,042}{0,8 \frac{\text{kg}}{\text{м}^3}} \left(\frac{100^\circ\text{C} - 1,12 \cdot 0^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} \right) + 0^\circ\text{C} \left(\frac{0,042(1,12-1)}{0,8 \frac{\text{kg}}{\text{м}^3}(100^\circ\text{C}-0^\circ\text{C})} \right) \right)}{10 \text{ см}} =$$

$$= \frac{(0,12) \left(\frac{0,04}{0,8} \left(\frac{100}{100} \right) + 0 \right)}{10} \text{ см}^2 = \frac{0,04}{0,8} \frac{0,12 \cdot 0,04}{10} \text{ см}^2 =$$

$$= \frac{0,12 \cdot 0,04}{8} \text{ см}^2 = 0,01 \cdot 0,06 \cdot \text{см}^2 = 0,0006 \text{ см}^2$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: } S = 0,0006 \text{ см}^2$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Проверка по заслуживающим

$$P_4 = I^2 \cdot R_4 \Rightarrow P_4 = I^2 r \quad (6)$$

$$P_2 = I^2 R_2 \quad (3)$$

$$P_3 = I^2 R_3 \quad (4)$$

$$P_1 = I^2 R_1 \quad (5)$$

(1) \rightarrow (3)

$$P_2 = \frac{I^2 \cdot 2r}{36} = \frac{1}{18} I^2 r \quad (7)$$

(1) \rightarrow (4)

$$P_2 = \frac{I^2 \cdot 4r}{36} = \frac{1}{9} I^2 r = \frac{2}{18} I^2 r \quad (8)$$

(2) \rightarrow (5)

$$P_1 = \frac{25 \cdot 1,2r I^2}{36} = \frac{5}{6} I^2 r = \frac{15}{18} I^2 r \quad (9)$$

Уз (6), (7), (8), (9) самая маленькая мощность рассеиваемая на резисторе R_2 и равна

$$P_{\min} = \frac{1}{18} I^2 r = \frac{1}{18} \cdot 4^2 \cdot 5 \text{ Ом} = \frac{10}{9} \text{ Вт}$$

3) Доказем, что на резисторе R_2 и равна $P_{\min} = \frac{10}{9} \text{ Вт}$

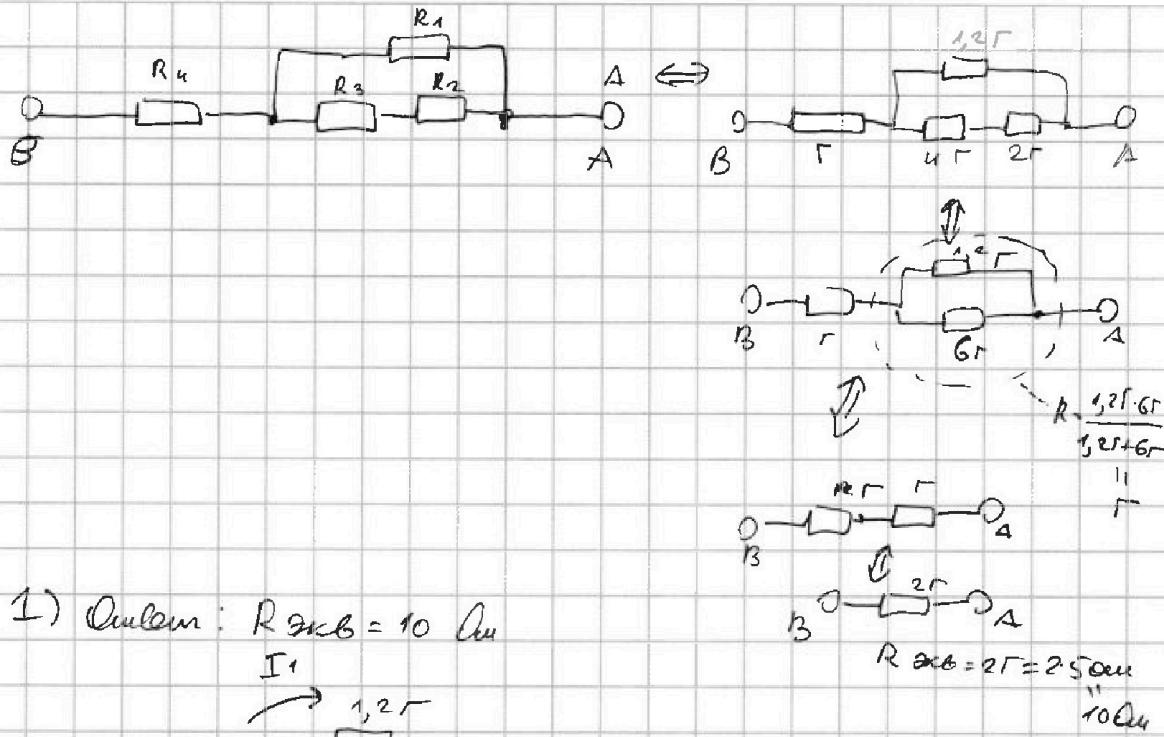


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

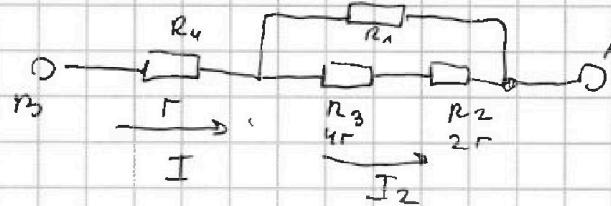
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



$$1) \text{ Ответ: } R_{\text{экв}} = 10 \Omega$$

I₁



Дл.к. параллельное
соединение

$$I + 1.2r = I_2(4r + 2r)$$

$$\frac{I}{I_1} = 5$$

По первому правилу Кирхгофа:

$$I_1 + I_2 = I$$

$$6I_1 = I \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{I}{6}$$

$$6I_2 = I \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{I}{6}$$

$$I_1 = \frac{5I}{6}$$

Последнее или более упрощенное выражение:

$$P = R_{\text{экв}} \cdot I^2$$

$$P = 10 \Omega \cdot (4A)^2 = 160 \text{ Вт}$$

$$2) \text{ Ответ: } P = 160 \text{ Вт}$$

3) Обозначим мощности на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 соответственно
величины P_1, P_2, P_3, P_4

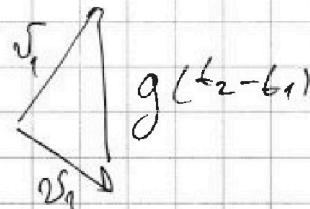


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

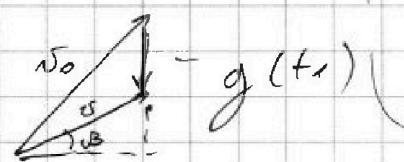
СТРАНИЦА
ИЗ

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!



$$g(t_2 - t_1)$$

$$v_1 = \sin 45 \cdot g(t_2 - t_1)$$



$$g(t_1)$$

$$\sqrt{2} \cdot \sin \alpha = g t_1$$

$$\sqrt{2} \cdot \cos \alpha = v_1 \cdot \cos \beta$$

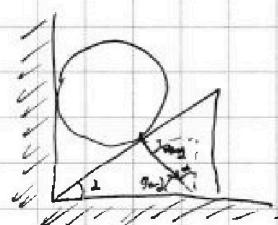
$$\sqrt{2} \cdot \sin \alpha = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta + g t_1$$

$$\sqrt{2} \cdot \cos \alpha = g(t_2 - t_1)$$

$$T = t_1 + \frac{t_1 + t_2}{2} = 0,5 \text{ c} + \frac{0,5 \text{ c} + 1,5 \text{ c}}{2} = 1,5 \text{ c}$$

$$L = \underbrace{v_0 \cdot T}_{\text{L}} \quad v_2 = v_1 \cdot \cos \beta = \cancel{t_2 \cdot g \cdot \sin(t_2 - t_1)} \\ = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$L = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta \cdot T$$



$$g = \frac{\omega^2 r}{R}$$

$$R = \frac{v^2}{g}$$



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!

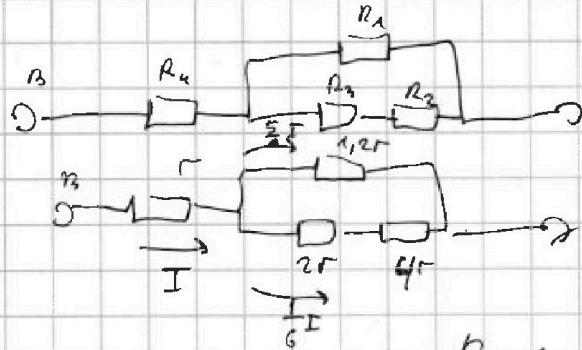
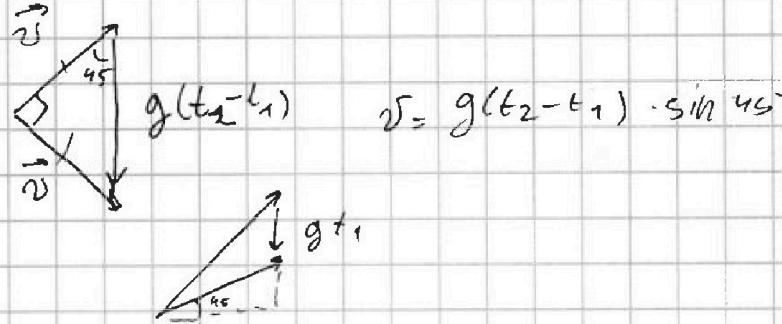
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



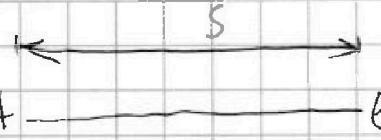
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



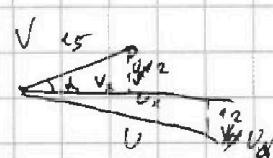
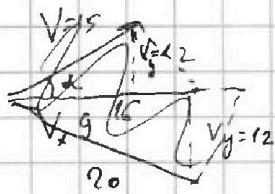
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2\text{km}}{200\text{s}} = \frac{2 \cdot 2000\text{m}}{200\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$\begin{array}{r} 4 \\ 15 \\ \times 0,8 \\ \hline 120 \\ -120 \\ \hline 0 \\ 3 \\ 16 \\ \times 16 \\ \hline 225 \\ -144 \\ \hline 81 \\ 400 \\ -144 \\ \hline 256 \\ 256 \\ 128 \\ 64 \\ 32 \\ 8 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$U_x = \sqrt{U^2 - 2V_U}$$

$$U_x = \sqrt{U^2 - (2V \cdot \sin \alpha)^2}$$

$$U_x = \sqrt{U^2 - (2V \cdot \sin \alpha)^2}$$

$$U_{\text{сум}} = U_x + U_y = \sqrt{U^2 - (2V \cdot \sin \alpha)^2} + \sqrt{U^2 - (2V \cdot \cos \alpha)^2}$$

$$T_1 = \frac{S}{U_{\text{сум}}} = \frac{S}{\sqrt{U^2 - (2V \cdot \sin \alpha)^2} + \sqrt{U^2 - (2V \cdot \cos \alpha)^2}} =$$

$$= \frac{2000\text{m}}{16 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{2000\text{m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}} =$$

$$= 20 \cdot 25 \cdot 4 \text{ s} = \underline{\underline{800\text{s}}}$$

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

$$1 \quad \frac{S}{\sqrt{U^2 - (2V \cdot \sin \alpha)^2}} = 25 \cdot \cos \alpha$$

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

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

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