



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.

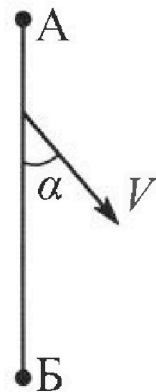
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

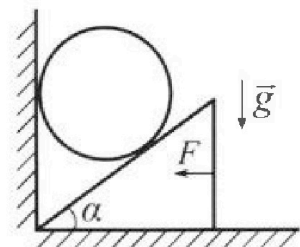
3. Найдите радиус R кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

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

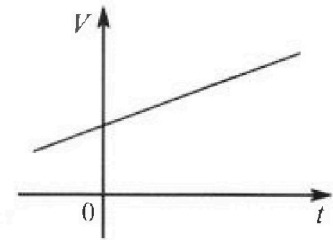
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



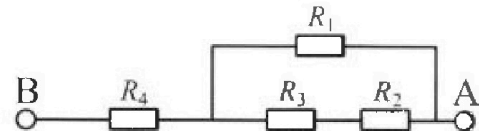
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

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

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

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



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



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 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!

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

Значения не зависят от $\alpha \Rightarrow$ чем меньше числитель, тем меньше время $T_{\min} \Rightarrow$

Чем меньше $v^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha$ тем меньше $T_{\min} \Rightarrow$ чем

большее $\sin \alpha$, тем меньше $T_{\min} \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$

3) Ответ: при $\alpha = 90^\circ$

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

$$T_{\min} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot \sqrt{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}}{20^2 - 15^2} = \frac{4000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} \text{ с} = \frac{4000}{\sqrt{175}}$$

$$4) \quad \text{Ответ: } T_{\min} = \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ с}$$



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
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!

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

Решаем прямолинейно:

$$S = v' \cdot T_1$$

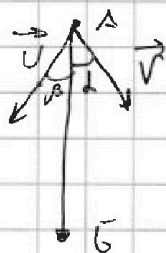
$$T_1 = \frac{S}{v'}$$

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

$$T_1 = \frac{2000 \text{ м}}{\sqrt{(15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 0,8^2} + \sqrt{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 0,8^2}} = \frac{2000 \text{ м}}{9 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

2) Ответ: $T_1 = 80 \text{ с}$

3)



Время $A \rightarrow B$ равно T_1
Время $B \rightarrow A$ равно T_2

$$T_{\min} = T_1 + T_2$$

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

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

$$= \frac{S(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}) + S(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha})}{(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha})(\sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha})} \quad (\text{поскольку направление движения и направление в})$$

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



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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) $T_0 = 200^\circ\text{C}$

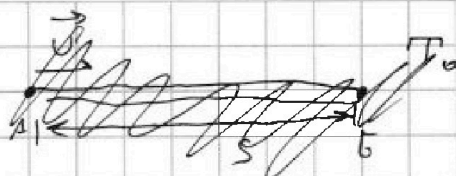
$S = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$

2) $V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\sin \alpha = 0,8$

$U = ?$
 $T_1 = ?$
 $d = ?$
 $T_{\text{min}} = ?$

1)

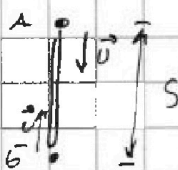


Равномерное прямолинейное движение

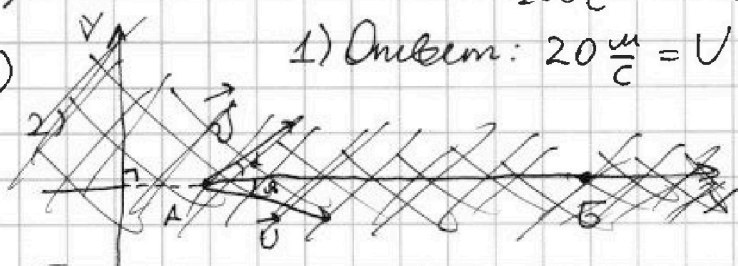
$U \cdot T_0 = 2S$

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

$U = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{200^\circ\text{C}} = 20 \frac{\text{м}}{^\circ\text{C}}$



2)



1) Ответ: $20 \frac{\text{м}}{^\circ\text{C}} = U$

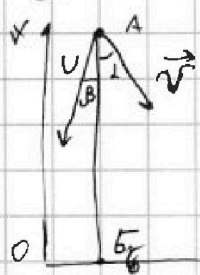
β -угол скорости U к
горизонтальной прямой AB

Пл.к. тело не сходит с прямой $AB \Rightarrow$ сумма проекций скорости на Ox равна 0:

$S \cdot \sin \alpha = U \cdot \sin \beta$ (1)

Тогда тело движется по прямой AB со скоростью

Вд: $v'_x = S \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta$ (v'_x — скорость тела)



По осм. приложен
математическое

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

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

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

Вд: $v' = S \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + U \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$

$v' = \sqrt{S^2 - S^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \beta}$ (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.

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!

П.к. при свободном падении камня время подъема камня на максимальную высоту равно времени падения с максимальной высотой на землю (при условии, что земля горизонтальна) $\Rightarrow$ время полета всего камня равно $2T$

Положим в проекции на ось Ox $v(s = v_0 t + \frac{a t^2}{2})$

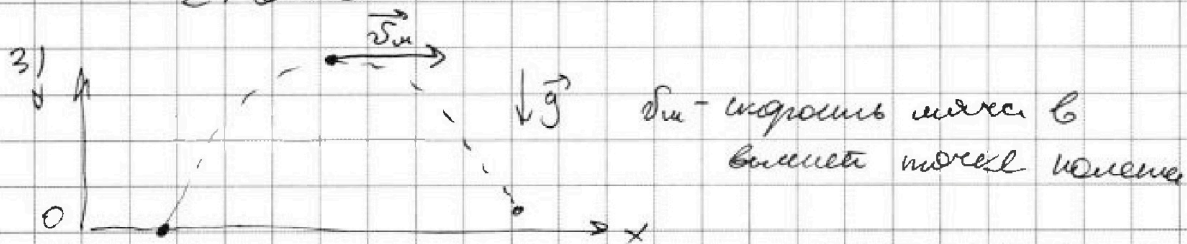
$$L = v_{0x} \cdot 2T \quad (3)$$

(2) $\rightarrow$ (3)

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

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

2) Ответ: $L = 10 m$



П.к. в высшей точке δ проекция скорости $v_{0y} = 0$ или ось Oy равна 0:

$$\Rightarrow v_{0y} = v_y = g(t_2 - t_1) \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta$$

По формуле радиуса кривизны

$$a_{\text{н.с.}} = \frac{v_{0y}^2}{R}$$

(т.к. н.с. в высшей точке $\Rightarrow a_{\text{н.с.}} = g$)

$$R = \frac{v_{0y}^2}{g} \Rightarrow R = \frac{(g(t_2 - t_1) \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta)^2}{g}$$

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

3) Ответ: $R = 2,5 m$

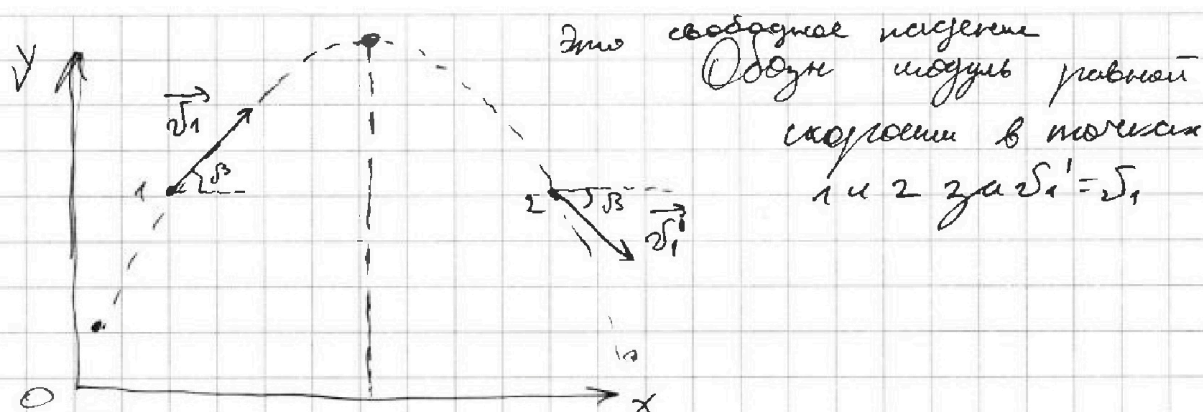


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

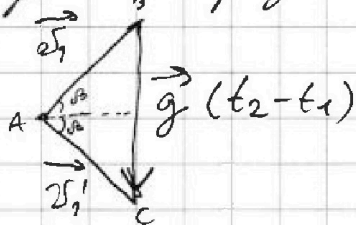


Пл.к. в точках 1 и 2 равные скорости по модулю
 $\Rightarrow$ они симметричны относительно вертикальной или проходящей через наивысшую точку полета линии $\Rightarrow$ из точки 1 в наивысшую точку тело летело столько же, сколько из наивысшей точки в точку 2
 а именно $\frac{t_2 - t_1}{2}$. А в точку 1 с момента броска оно по условию летело t_1 . Тогда искомое $T = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2}$

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

1) Ответ: $T = 1 \text{ с}$

2) Векторный треугольник: изменение вектора $\vec{v}_1$ на $\vec{v}_1'$



Получим т.к. $v_1 = v_1'$ и $2\beta = 90^\circ \Rightarrow \angle B = 45^\circ$ - равнобедренный прямоугольный треугольник $\Rightarrow v_1 = g(t_2 - t_1) \cdot \sin 45^\circ \Rightarrow v_1 = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta$ (1)

Пл.к. проекция скорости при свободном падении на ось OX постоянна $\Rightarrow v_{0x} = v_1 \cos \beta = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cos \beta$ (2)



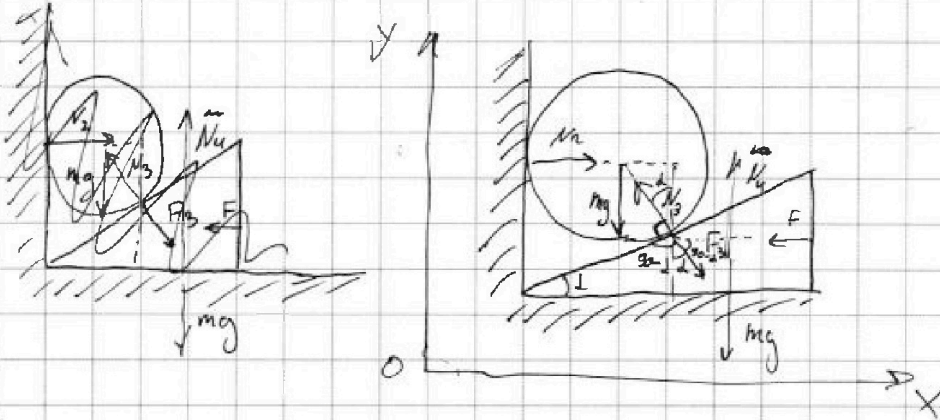
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1)



II Закон Ньютона для шара

$$\vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{N}_3 = \vec{0}$$

В проекции на OY

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

III Закон Ньютона

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

II Закон Ньютона для кубика:

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

В проекции на OX

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

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

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

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

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

1) Ответ: $\alpha = 60^\circ$



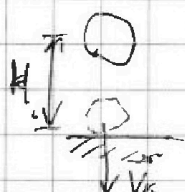
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) Пл. к. ^{на кассу} действуют только постоянные
силы $\Rightarrow$ Оне движется равноускоренно.
Для Пл. к. Оне движется без нач
скорости



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

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

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



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.

1	2	3	4	5	6	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!

Иногда из графика $V(t)$ имеет линейную зависимость $\Rightarrow$ предполагаем в таком виде:

$$V(t) = V_0 + t \cdot K \quad (1) \quad \text{(где } V_0 \text{ - какой-то объем, а } K \text{ - какой-то произвольный коэффициент)}$$

Пусть V' - объем при t_0 , тогда $V' = \frac{m}{\beta}$, но при объеме при t_{100} равен $\beta V' = \beta \frac{m}{\beta}$.

Представим эти значения в (1)

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

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

$$\frac{m}{\beta} = V_0 + t_0 K \quad (2)$$

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

~~(3) - (2)~~
(3) - (2)

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

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

(4) $\rightarrow$ (2)

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

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

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

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

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



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.



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)

Ответ: $V(t) = \frac{m}{\rho} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right) + t \left(\frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \right)$ (4)

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

Получаем t_1 и t_2 в (4)

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

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

(8), (9) $\rightarrow$ (6)

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

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

$$\Delta V = \left(\frac{0,042 \cdot (201,12 - 1)}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot (100 - 0)^\circ \text{C}} \right) (50 - 40)^\circ \text{C} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 10 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} =$$

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

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

3)



Найдём объём смеси между температурами 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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 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!

По закону

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

(11) $\rightarrow$ (10)

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

Подставим t_0 в (14)

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

(14) $\rightarrow$ (13)

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

(12) $\rightarrow$ (15)

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

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

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

$$= \frac{(0,12) \left(\frac{0,04}{0,8} \left(\frac{100}{100} \right) + 0 \right)}{10} \text{ см}^2 = \frac{0,12 \cdot 0,04}{10} \text{ см}^2 = \frac{0,0048}{10} \text{ см}^2 =$$

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

3) 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.



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!

Итого по закону Джоуля-Ленца

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

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 \quad (3)$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 \quad (4)$$

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \quad (5)$$

(1) $\rightarrow$ (3)

$$P_2 = \frac{I^2 \cdot 2r}{36} = \frac{1}{18} I^2 r \quad (14)$$

(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)

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

Из (6), (14), (8), (9) самая маленькая мощность рассеивается на резисторе R_2 и равна

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

3) Ответ: на резисторе R_2 и равен $P_{\min} = \frac{10}{9} \text{ Вт}$



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.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

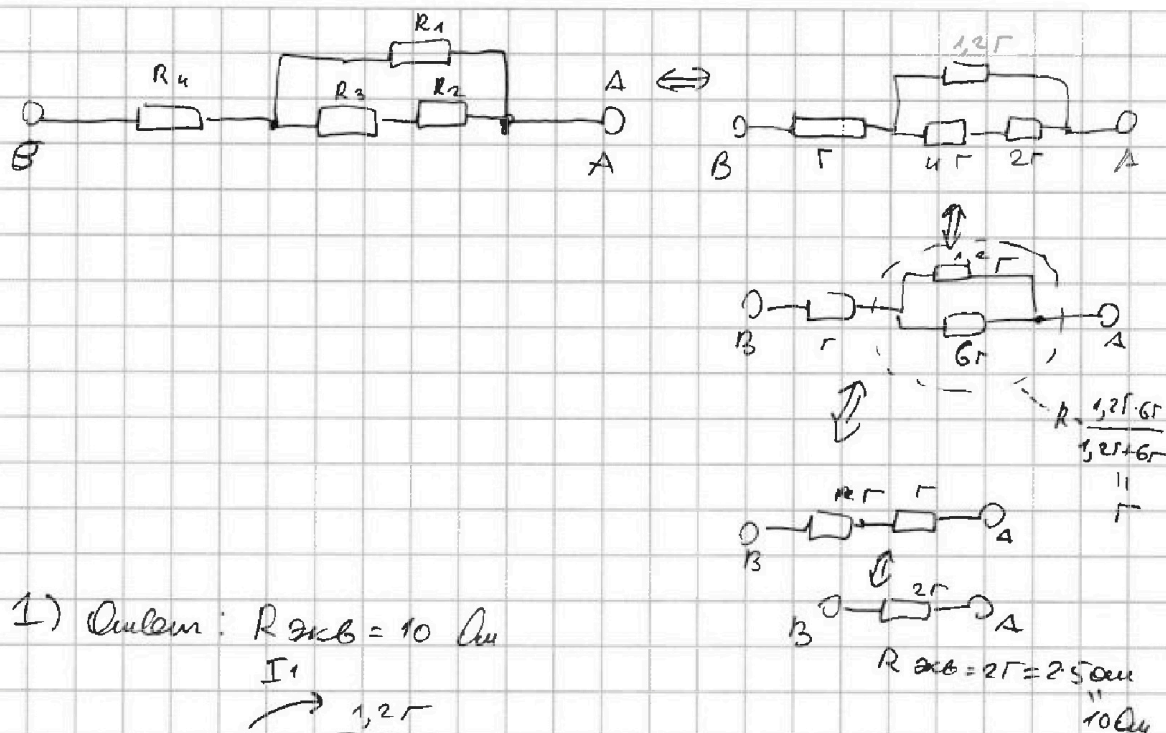
☒ 5

☐ 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!



П.к. параллельное соединение

$I_1 \cdot 1,2 \Omega = I_2 (4 \Omega + 2 \Omega)$

$I_1 = 5 I_2$

Мощность на всей цепи по зак. Джоуля-Ленца:

$P = R_{экв} \cdot I^2$

$R = 10 \text{ Ом} \cdot (4 \text{ А})^2 = 160 \text{ Вт}$

2) Ответ: $P = 160 \text{ Вт}$

3) Обозначим мощности на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 соответственно 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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

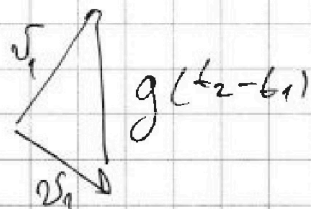
5
☐

6
☐

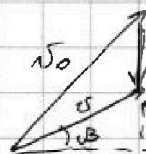
7
☐

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!



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



$$g(t_1)$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1 = v_1 \cdot \sin \beta$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha = v_1 \cdot \cos \beta$$

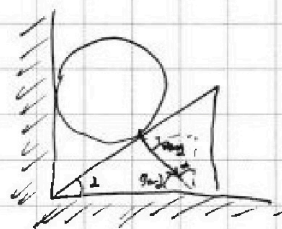
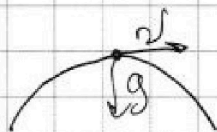
$$v_0 \cdot \sin \alpha = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta + g t_1$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha = g(t_2 - t_1)$$

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

$$L = \underline{v_{x1}} \cdot T \quad v_{x1} = v_1 \cdot \cos \beta = \cancel{g(t_2 - t_1)} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta$$
$$= g(t_2 - t_1) \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta$$

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



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



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
☐

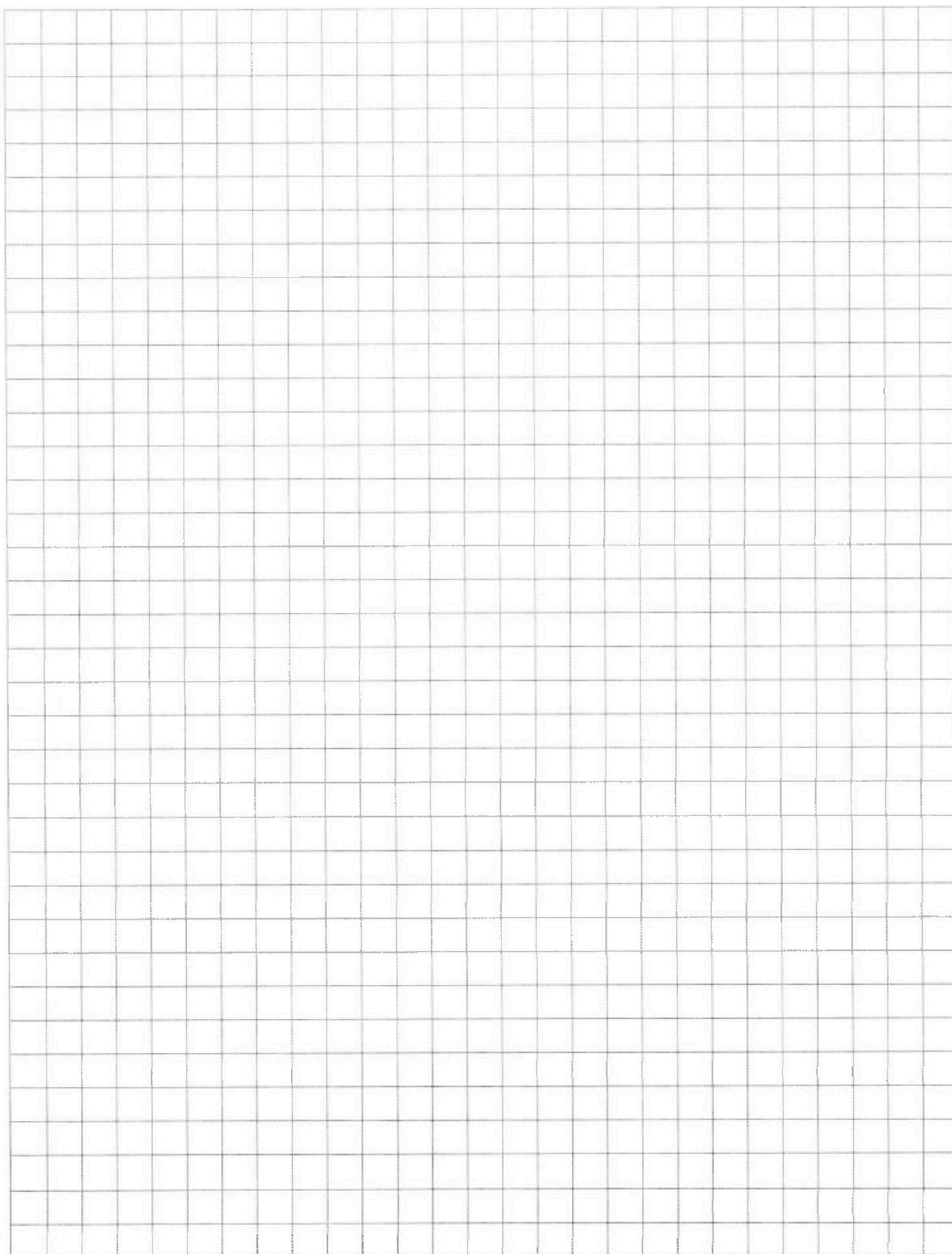
5
☐

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!

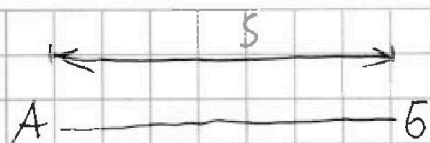


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

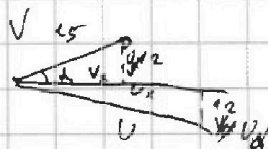
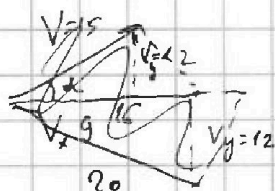
1 2 3 4 5 6 7

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!



$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\begin{array}{r} 4 \\ 15 \\ \times 2 \\ \hline 30 \\ 225 \\ - 144 \\ \hline 81 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 16 \\ \times 2 \\ \hline 32 \\ 256 \\ - 144 \\ \hline 112 \\ 88 \\ \hline 88 \end{array}$$

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

$$v_x = \sqrt{v^2 - (v \cdot \sin \alpha)^2}$$

$$v_{\text{sum}} = v_x + v = \sqrt{U^2 - (v \cdot \sin \alpha)^2} + \sqrt{v^2 - (v \cdot \sin \alpha)^2}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_{\text{sum}}} = \frac{S}{\sqrt{U^2 - (v \cdot \sin \alpha)^2} + \sqrt{v^2 - (v \cdot \sin \alpha)^2}}$$

$$= \frac{2000 \text{ м}}{16 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$= \frac{20 \cdot 25 \cdot 4 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ м}$$

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

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

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

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

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