



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

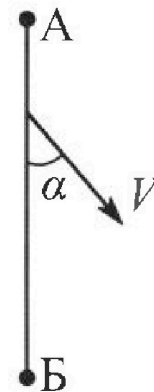


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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

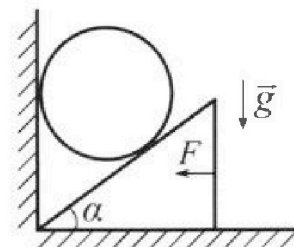
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту $A \rightarrow B$ в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} 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

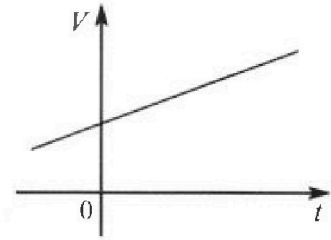


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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



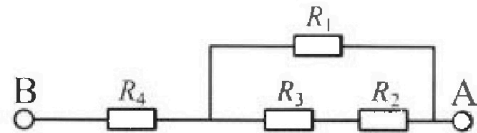
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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
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!

3)

$$\frac{2S \cdot \sqrt{v^2 - v_0^2} \cdot \sin^2 \alpha}{v^2 - v_0^2}$$

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

чем меньше $v^2 - v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha$ тем меньше $T_{\min} \Rightarrow$ чем

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

3) Ответ: при $\alpha = 90^\circ$

4)

$$T_{\min} = \frac{2S \cdot \sqrt{v^2 - v_0^2} \cdot \sin^2 \alpha}{v^2 - v_0^2} \quad (\text{см. пункт 3})$$

$$T_{\min} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot \sqrt{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2} \cdot 1^2}{20^2 - 15^2} = \frac{\approx 4000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} \text{ с} = \frac{4000}{\sqrt{175}}$$

4) 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!

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

Равному времени, двум:

$$S = v' \cdot T_1$$

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

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

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

$$= \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

2) Ответом: $T_1 = 80 \text{ с}$

3)



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

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

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

(минимумно)

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

2), только поменяв направление движения и вычислив T_2)

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



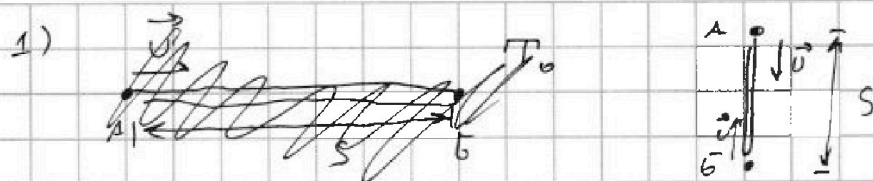
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) $T_0 = 200 \text{ c}$
 $S = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$
2) $V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\sin \alpha = 0,8$
 $U = ?$
 $T_1 = ?$
 $d = ?$
 $T_{\text{min}} = ?$



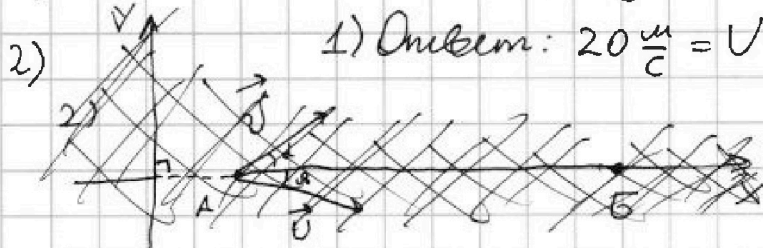
Равномерное прямолинейное движение

$$v \cdot T_0 = 2S$$

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

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

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



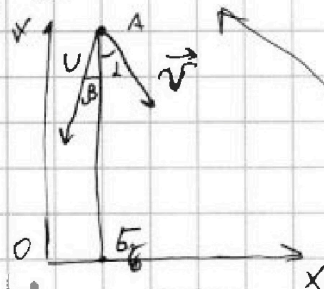
β -угол скорости U к пути прямой AB

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

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

Тогда тело движется по прямой AB со скоростью

$$v_{\text{пл.к.}} = v \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta \quad (v_{\text{пл.к.}} \text{ — скорость тела})$$



По ам. правилу косинусов

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

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

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

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

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

(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.

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!

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

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

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

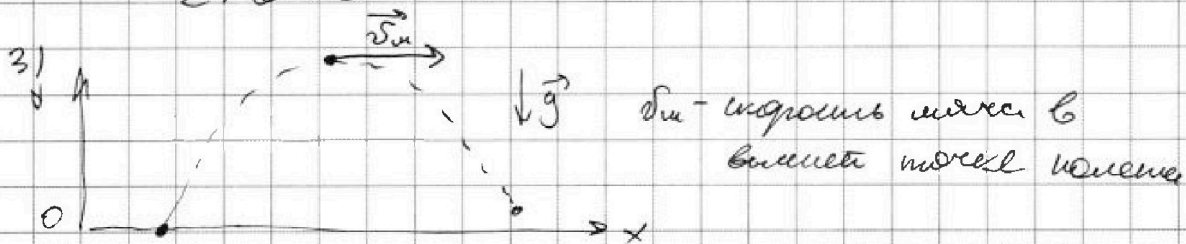
(2) \rightarrow (3)

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

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

$$= 10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{2}{4} m = 10 m$$

2) Ответ: $L = 10 m$



Пл.к. в высшей точке δ проекция скорости $v_{0y} = 0 \Rightarrow$

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

По формуле радиуса кривизны (м.к. мяч в высшей точке $\Rightarrow a_{y,c} = g$)

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

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

3) Ответ: $R = 2,5 m$

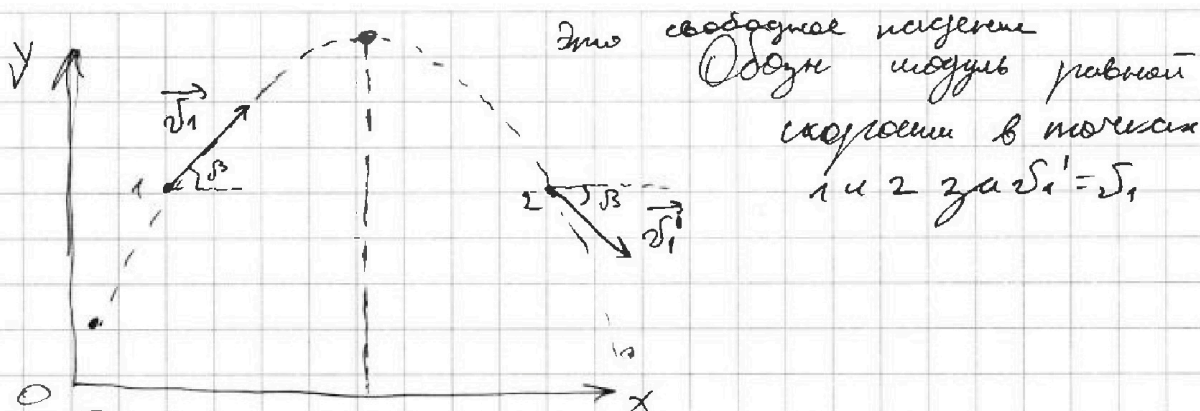


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

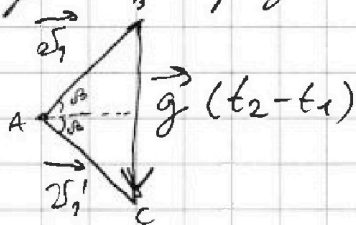


Пл.к. в точках 1 и 2 равные скорости по модулю
 \Rightarrow они симметричны относительно вертикальной или проходящей через наибольшую точку параболы линии \Rightarrow из точки 1 в наибольшую точку тело летело столько же, сколько из наибольшей точки в точку 2
 а именно $\frac{t_2 - t_1}{2}$. А в точку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

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

1) Ответ: $T = 1c$

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



Поскольку т.к. $v_1 = v_1'$ и $2\beta = 90^\circ \Rightarrow \angle B = 45^\circ$ \Rightarrow $\triangle ABC$ - 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)



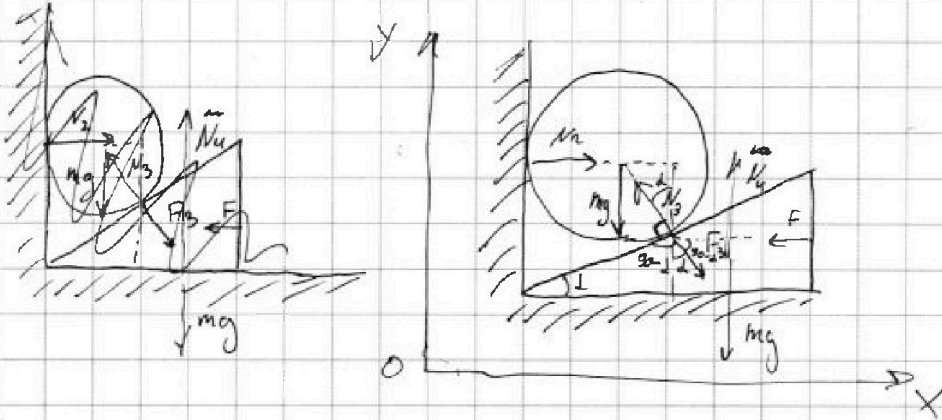
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

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

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

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

1) Ответ: $\alpha = 60^\circ$



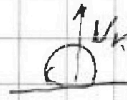
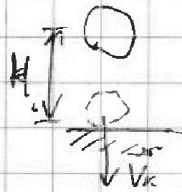
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) П.к. ^{на курс} движутся ^{массы} ^{постоянные}
массы \Rightarrow они движутся равноускоренно.
Для П.к. v , они движутся без нач
скорости



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

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

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



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!

Часто из графика $V(t)$ имеет линейную зависимость \Rightarrow представим 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 $V' = \frac{m}{\rho}$, но при объеме при t_{100} равен $\beta V' = \beta \frac{m}{\rho}$.

Представим эти значения в (1)

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

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

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

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

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

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

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

(4) \rightarrow (2)

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

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

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

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

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



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.

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!

(4), (5) → (1)

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

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

Поместим 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) → (6)

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

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

$$\Delta V = \left(\frac{0,042 \cdot (201,12 - 1)}{0,82 \cdot (100 - 0)^\circ \text{C}} \right) (50 - 40)^\circ \text{C} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 10 \text{ м}^3 =$$

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

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

3)



Задача (объем $\Delta V'$)
Найти объем $\Delta V'$ 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!

То же же

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

(11) \rightarrow (10)

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

Тогда введем 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)

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

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

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

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

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

3) Ответ: $S = 0,0006 \text{ см}^2$



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!

Итого по закону Джоуля-Ленца

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

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

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

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

(1) \rightarrow (3)

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

(1) \rightarrow (4)

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

(2) \rightarrow (5)

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

Из (6), (7), (8), (9) самая маленькая мощность рассеивается на резисторе R_2 и равна

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

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

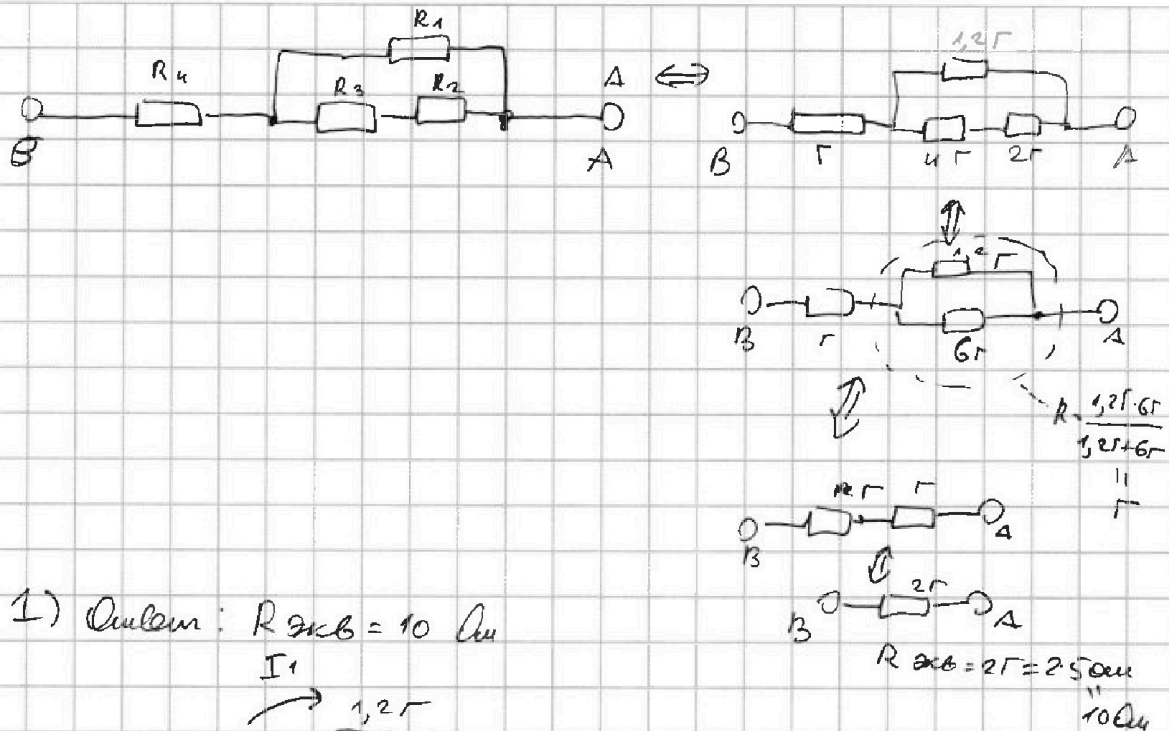


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

По первому правилу Кирхгофа:

$$I_1 + I_2 = I$$

$$I_1 = 5 I_2$$

Мощность на всей цепи по зак. Джоуля-Ленца:

$$6 I_1 = P \quad 6 I_2 = I$$

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

$$P = R_{экв} \cdot I^2$$

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

2) Ответ: $P = 160 \text{ Вт}$

3) Обе мощности на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 совпадают. Витно P_1, P_2, P_3, P_4

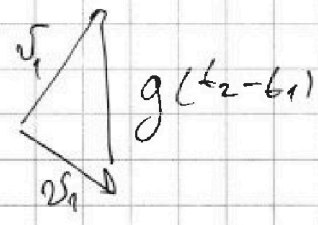


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

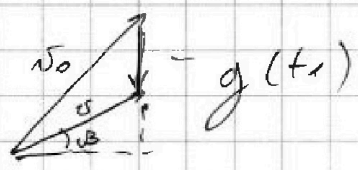
1 2 3 4 5 6 7

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!



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



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

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

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

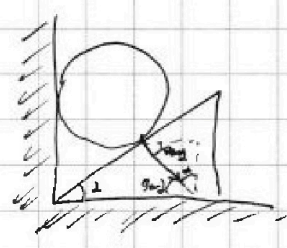
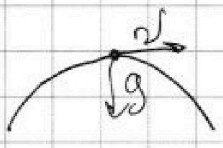
$$v_0 \cdot \cos \alpha = g(t_2 - t_1)$$

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

$$L = v_{0x} \cdot T \quad \delta_2 L = v_1 \cdot \cos \beta = \cancel{g(t_2 - t_1)} \cdot \cos \beta$$

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

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



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

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

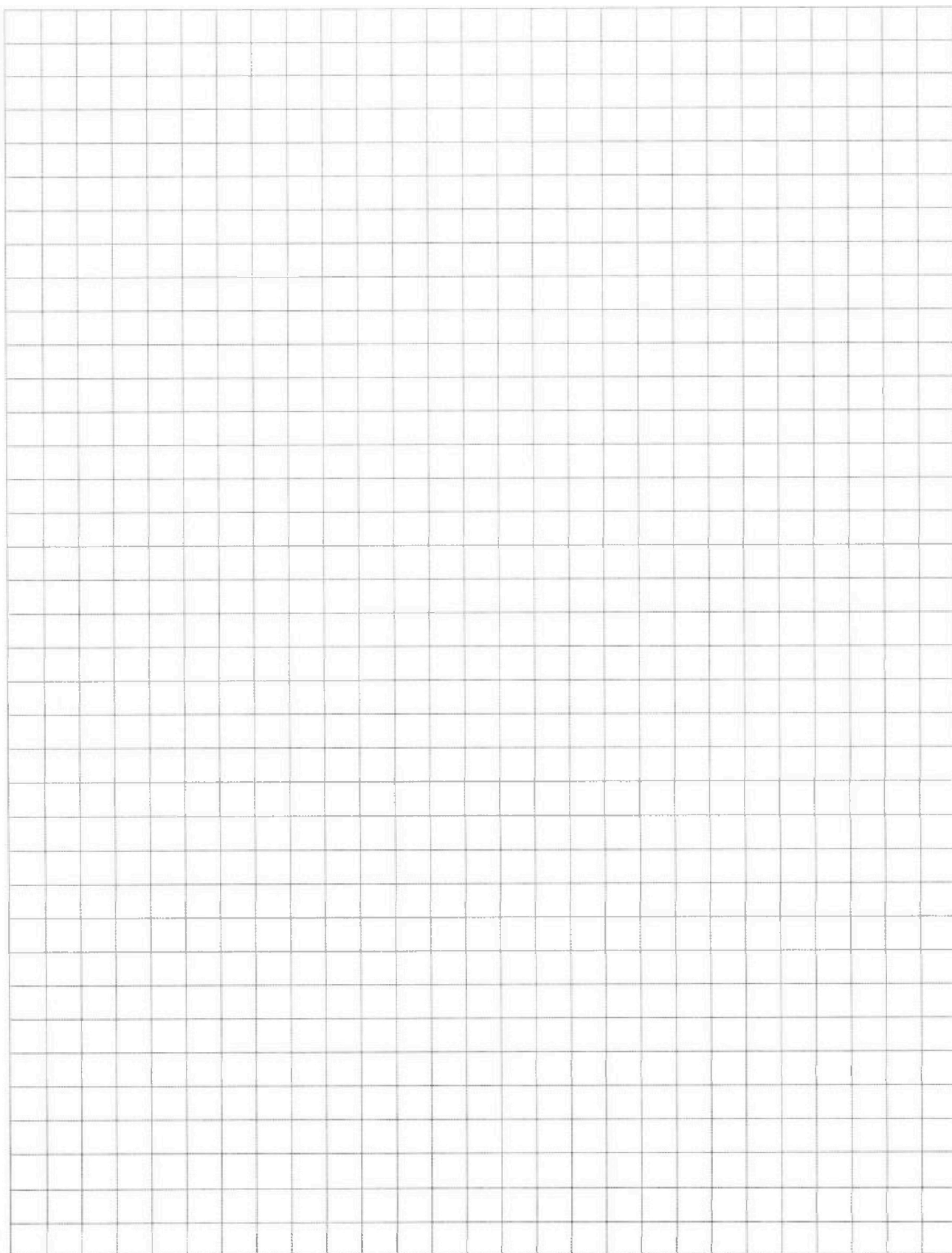


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



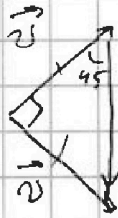


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

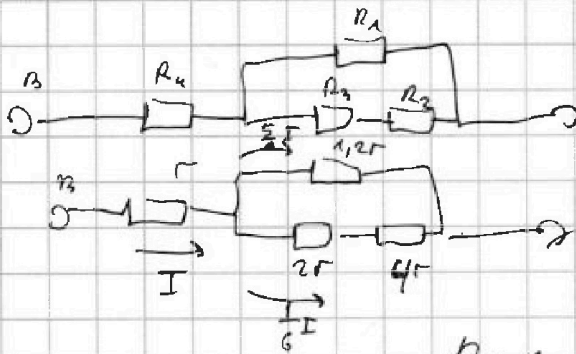
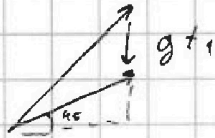
1 2 3 4 5 6 7

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!



$$v = g(t_2 - t_1) \cdot \sin 45^\circ$$



1, 2

~~1, 2, 3~~

$$\frac{1,2 \cdot 6}{1,2 + 6} = r$$

$$R_{eq} = 2r$$

$$P = I^2 \cdot 2r$$

$$I^2 r \left(\left(\frac{5}{6}I\right)^2 \cdot 1,2r + \left(\frac{1}{6}I\right)^2 \cdot 2r + \left(\frac{1}{6}I\right)^2 \cdot 4r \right)$$

$$\frac{25}{36} \cdot 1,2 I^2 r \quad \frac{1}{18} I^2 r \quad \frac{1}{9} I^2 r$$

$$\frac{25}{36} \cdot \frac{36}{30} I^2 r$$

$$\frac{18}{18} I^2 r$$

$$\frac{15}{18} I^2 r$$

$$\frac{1}{18} I^2 r + \frac{2}{18} I^2 r$$

$$V(t) = V_0 + tk$$

$$V(t_0) = \frac{m}{5} + t_0 \cdot k$$

$$V(t_{100}) = \frac{m}{5} + t_{100} \cdot k$$

$$\frac{m}{5} + t_{100} \cdot k = \beta \left(\frac{m}{5}\right)$$

$$V(t) = V_0 + tk$$

$$\frac{m}{5} = V_0 + t_0 k$$

$$\beta \frac{m}{5} = V_0 + t_{100} k$$

$$k(t_{100} - t_0) = (\beta - 1) \frac{m}{5}$$

$$k = \frac{(\beta - 1) \cdot m}{5(t_{100} - t_0)}$$

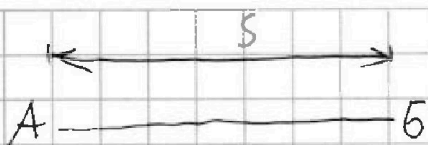
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



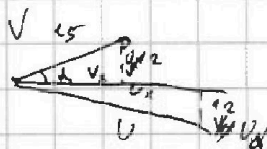
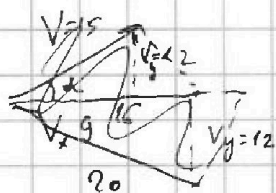
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



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



$$\begin{array}{r} 4 \\ 15 \\ \times 9 \\ \hline 135 \\ 225 \\ - 135 \\ \hline 90 \\ 81 \\ \hline 9 \\ 16 \\ \times 16 \\ \hline 256 \\ 128 \\ \hline 64 \\ 8 \\ \hline 8 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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