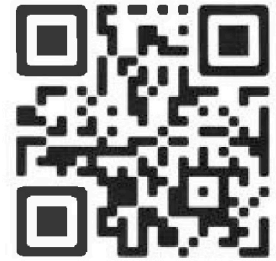




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02



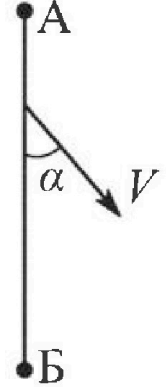
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.



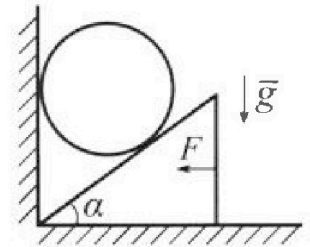
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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.



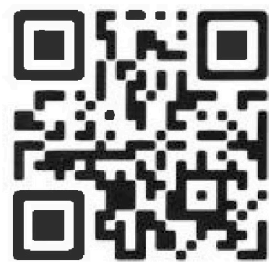
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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

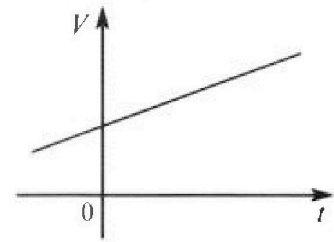
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



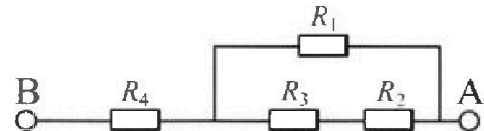
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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
5 ИЗ 5

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!

* так как τ_{min} зависит только от $\cos \beta$, а

$$\cos \beta_{min} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (\text{ф-ла внизу 4 листа})$$

$$\Rightarrow \tau_{min} = \frac{2S \cdot v \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{c^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot 20 \text{ м/с} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{15 \text{ м/с}}{300 \text{ м/с}}\right)^2}}{(300 \text{ м/с})^2 - (15 \text{ м/с})^2}$$

~~$\Rightarrow \cos \beta =$~~

$$= \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{400 - 225}{400}}}{400 - 225} \text{ с} =$$

$$= \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{175}{400}}}{175} \text{ с} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20}{175}$$

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = \pm \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

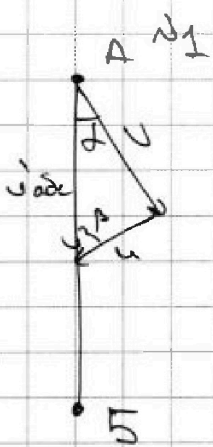
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



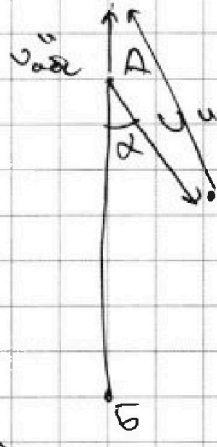
- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

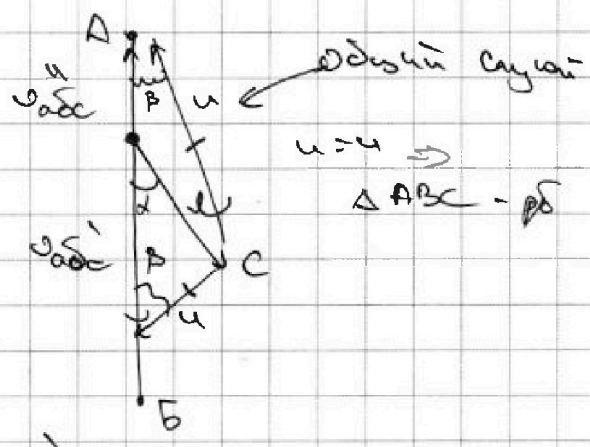
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



туда ($A \rightarrow B$)

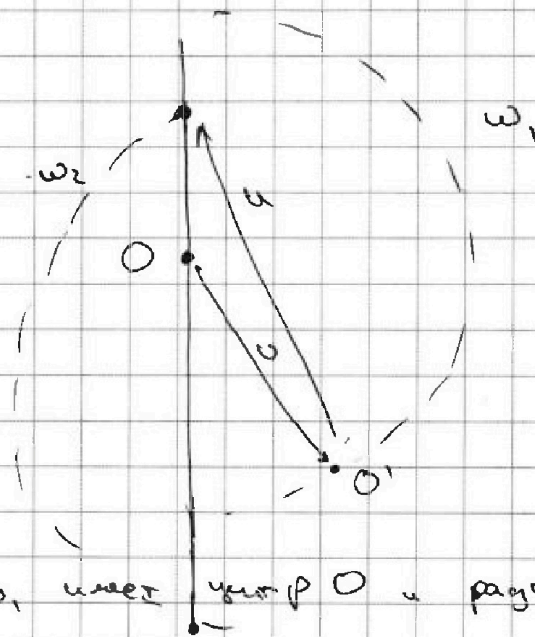
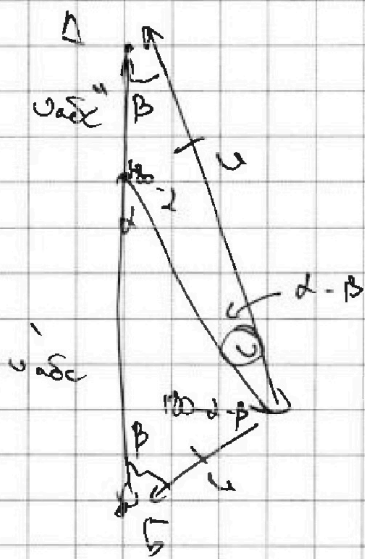


обратно ($B \rightarrow A$)



$\tau \sin: \Delta CA: \frac{u}{\sin \alpha} = \frac{c}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{c}{u} \cdot \sin \alpha$

$T_{\text{одн}} = \frac{u}{c \sin \alpha} + \frac{u}{c \sin \beta}$



ω_1 имеет центр O и радиус u

ω_2 имеет центр O' и радиус u

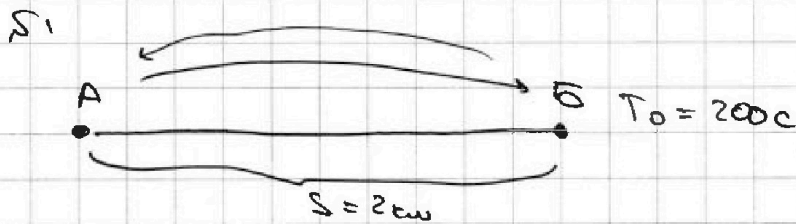


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 5

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!



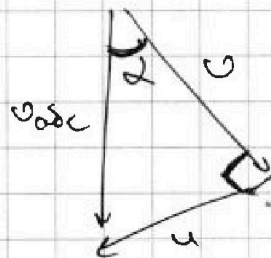
Заметим, что при полете $A-B-A$, пройденное расстояние AB

$$\Rightarrow u = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2\text{км}}{200\text{с}} = \frac{2 \cdot 2000\text{м}}{200\text{с}} = \boxed{20\text{ м/с}}$$

Ответ: $u = \frac{2S}{T_0} = 20\text{ м/с}$



те необходимо, чтобы маршрут из A в B , по u_{abc} гарантированно был по линии AB (прямая, но может быть u_{abc} образует с прямой AB)



$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 0,8 \\ \cos \alpha &= \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \\ &= \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6 \\ \Rightarrow \tan \alpha &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3} = \\ &= \frac{u}{15} \end{aligned}$$

$\frac{u}{15} = \frac{20\text{ м/с}}{15\text{ м/с}} = \frac{4}{3} = \tan \alpha \Rightarrow \Delta$ скоростей - прямоугольный треугольник \Rightarrow угол между u и $u_{abc} = 90^\circ$

$$\Rightarrow u_{abc}^2 = u^2 + v^2 \quad \text{+ Пифагора}$$

$$\begin{aligned} u_{abc} &= \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{400\text{ м}^2/\text{с}^2 + 225\text{ м}^2/\text{с}^2} = \\ &= \sqrt{625\text{ м}^2/\text{с}^2} = 25\text{ м/с} \end{aligned}$$

$$T_1 = \frac{S}{u_{abc}} = \frac{2000\text{ м}}{25\text{ м/с}} = \frac{8000}{100}\text{ с} = \boxed{80\text{ с}}$$

Ответ: $T_1 = \frac{S}{\sqrt{u^2 + v^2}} = \frac{S}{\sqrt{(\frac{2S}{T_0})^2 + v^2}} = 80\text{ с}$



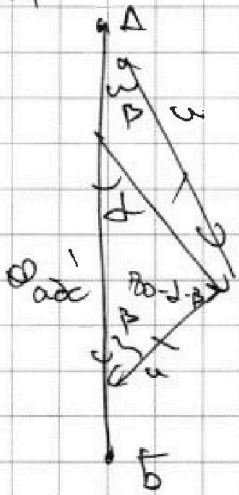
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

N1



~~$\cos \alpha = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$~~

$$U \cos \alpha = U \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta$$

$$U \cos \alpha = u \cdot \cos \beta - U \cdot \cos \alpha$$

$$T_{\text{path}} = S \cdot \left(\frac{1}{U \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta} + \frac{1}{u \cdot \cos \beta - U \cdot \cos \alpha} \right) = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta - U^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta - U^2 \cos^2 \alpha} \rightarrow \min$$

$$T_{\text{path}} \cdot \sin \beta = \frac{U}{\sin \alpha} = \frac{u}{\sin \alpha} \quad \frac{U^2}{\sin^2 \alpha} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha}$$

$$\frac{U^2}{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{u^2}{\cos^2 \alpha - \cos^2 \beta}$$

$$U^2 - U^2 \cos^2 \alpha = u^2 - u^2 \cos^2 \beta$$

$$U^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta = U^2 \cos^2 \alpha$$

возведем

~~$$T_{\text{path}} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta + U^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta}$$~~

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{u^2}{U^2} + \frac{u^2}{U^2} \cos^2 \beta}$$

$$T_{\text{path}} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta + (U^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta)}$$

$$= \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta - U^2 + u^2 + u^2 \cos^2 \beta} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 - U^2}$$



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
4 из 5

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!

допишем ограничения на $\cos \beta$

$$\cos \beta = \pm \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} + \frac{u^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta}$$

$$1 - \frac{u^2}{v^2} + \frac{u^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \geq 0$$

$$\frac{u^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \geq \frac{u^2}{v^2} - 1 \quad | : \frac{u^2}{v^2}$$

$$\cos^2 \beta \geq 1 - \frac{v^2}{u^2}$$

$$1 - \frac{u^2}{v^2} + \frac{u^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \leq 1$$

$$\frac{u^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \leq \frac{u^2}{v^2}$$

$$\cos^2 \beta \leq 1$$

$$\cos \beta \geq \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}}$$

обозначим β_1 и β_2

$$\cos \beta \leq -\sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}}$$

0, где β принимает
то β бывает

отрицательным

$$\Rightarrow \cos \beta \leq -\sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}} \text{ — не используется}$$

$$1 \geq \cos \beta \geq \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}}$$

$$\Rightarrow \cos \beta \text{ min} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}} \text{ по ограничениям}$$



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

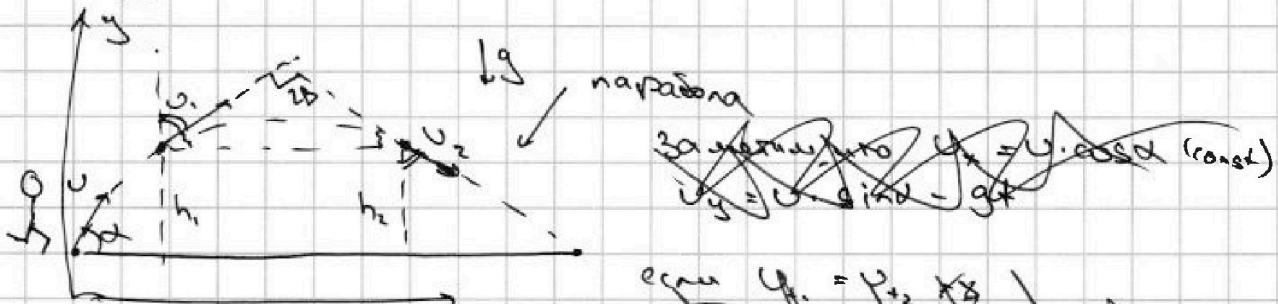
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

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

52

Заметим, что тело полетит по параболе, т.е. когда футболист кидает мяч, он придает ему скорость u и угол α . А это, как мы знаем, баллистика (сопротивление воздуха нет, это был ответ юрты)



если $u_x = u_2 \cdot \cos \alpha$

$$u_x^2 = (u \cdot \sin \alpha - g t_1)^2 + (u \cdot \cos \alpha)^2$$

$$u_x^2 - (u \cdot \sin \alpha - g t_1)^2 = u_x^2 + (u \cdot \cos \alpha)^2$$

или наоборот

Заметим, что по закону: $mgh_1 + \frac{m u_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{m u_2^2}{2}$

где $u_1 = u_2$ по условию $\Rightarrow \frac{m u^2}{2} = \frac{m u^2}{2}$

$\Rightarrow g h_1 = g h_2 \Rightarrow h_1 = h_2$

Кр $y = 0 = u \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

$h = u \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$ ← квадратное уравнение на t с двумя корнями t_1, t_2

$t^2 \cdot \frac{g}{2} - u t \sin \alpha + h = 0$ $\cdot \frac{g}{2} = \cdot \frac{g}{2}$

$t^2 - \frac{2 u \sin \alpha}{g} t + \frac{2 h}{g} = 0$

т. Вспомогательное: $t_1 + t_2 = \frac{2 u \sin \alpha}{g}$

$t_1 + t_2 = \frac{2 h}{g}$

$h = \frac{t_1 + t_2}{2} \cdot g = \frac{0,50 + 1,50}{2} \cdot 10 \text{ м/с}^2$
 $= \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 9 \text{ м} = \frac{15}{4} \text{ м}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 4

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

Заметим, что парабола симметрична

$$\begin{cases} v_x = v \cdot \cos \alpha \\ v_y = v \cdot \sin \alpha - gt \\ x = v \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = v \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$T_{одн}$ - все время полета от начала и до приземления на землю

при h_{max} : $v_y = 0$ $v \sin \alpha = \frac{g T_{одн}}{2}$

$$\frac{2v \sin \alpha}{g} = T_{одн} = t_1 + t_2 \quad (\text{с учетом симметрии})$$

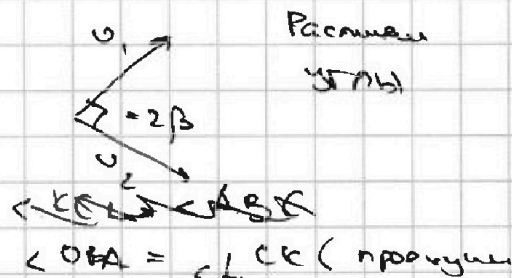
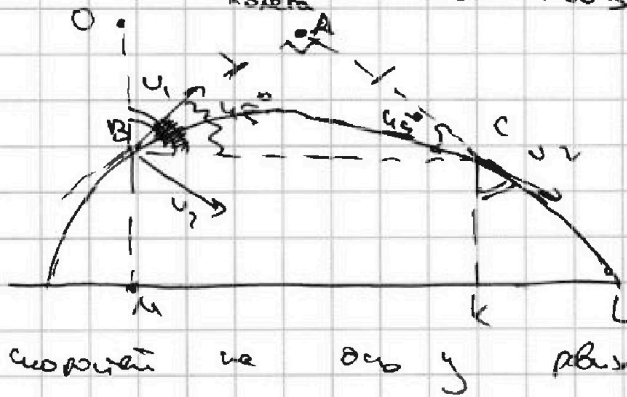
~~2T = T_{одн}~~

$2T = T_{одн}$ (так как симметрична парабола)

$$T_{одн} = t_1 + t_2 \Rightarrow T = \frac{T_{одн}}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$$

Ответ: $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$

$L_{полета} = v \cdot \cos \alpha \cdot T_{одн} = v \cdot \cos \alpha \cdot 2T$



$\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC$ (углы у основания)
 $\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \beta = 45^\circ$ $AB = AC$

$MK = v \cdot \cos \alpha (t_2 - t_1) \rightarrow \varphi \cdot \cos \alpha$



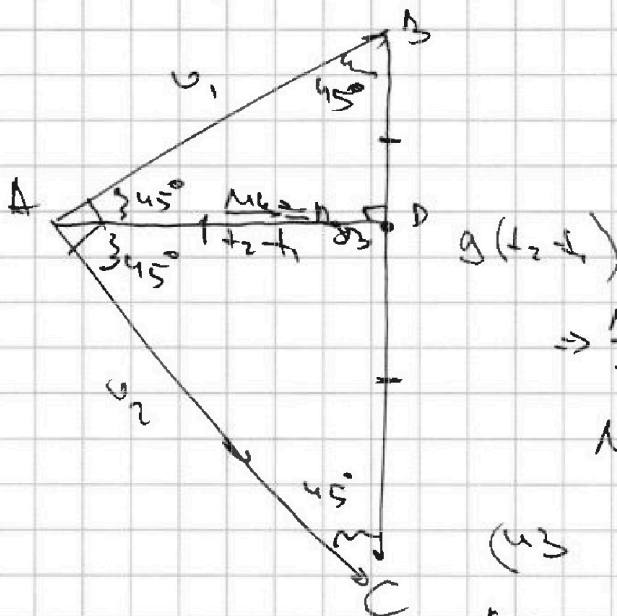
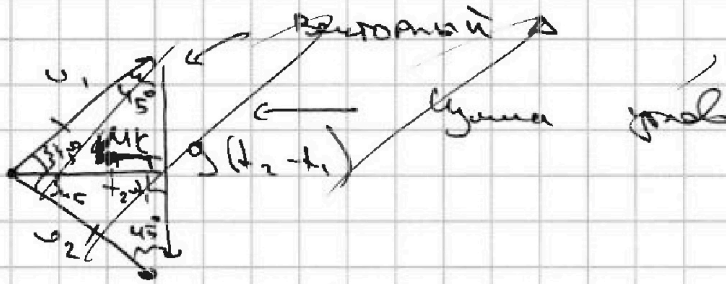
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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

2a



Рассчитаем угол в вершине

Δ :
v3 параллельно v1
 $\Delta ABD, ADC - \text{пр}$

$$\Rightarrow \frac{MK}{t_2 - t_1} = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)$$

$$MK = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)^2$$

(v3 параллельно v1 и $\sin 45^\circ$) :

$$MK = v \cdot \cos 45^\circ (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)^2$$

$$v \cdot \cos 45^\circ = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 5 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow L = v \cdot \cos 45^\circ \cdot 2T = 5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} =$$

$$= \boxed{10 \text{ м}}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1) \cdot (t_1 + t_2) = 10 \text{ м}$$



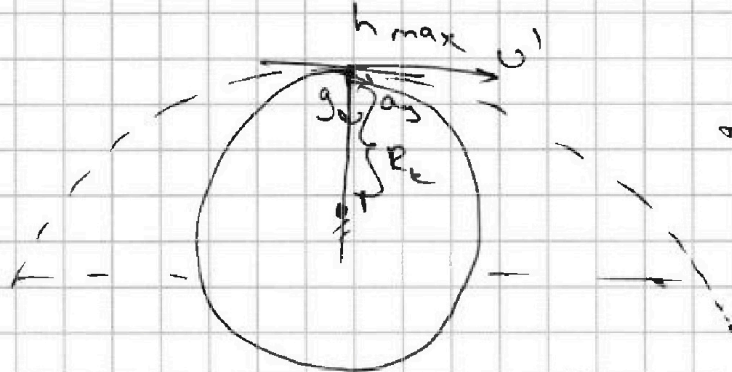
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

52



Заметим, что g направлено только в центр окружности (перпендикулярно касательной)

$$a_y = \frac{v^2}{R_k}$$

R_k - радиус кривизны = R

Косинус $v' = v \cdot \cos \alpha$ (касательная к траектории)

$$a_y = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_y} = \frac{v^2}{g} \quad \text{т.к. } g = a_y \text{ (направлено } g \text{ на ось } a_y = g)$$

\rightarrow ($a_y = g$ на оси y направлено от центра в центр окружности и из центра вверх)

$$R = \frac{(v \cdot \cos \alpha)^2}{g} = \frac{(\frac{1}{2} g (t_2 - t_1))^2}{g} = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = \boxed{2,5 u}$$

Ответ: $R = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = 2,5 u$



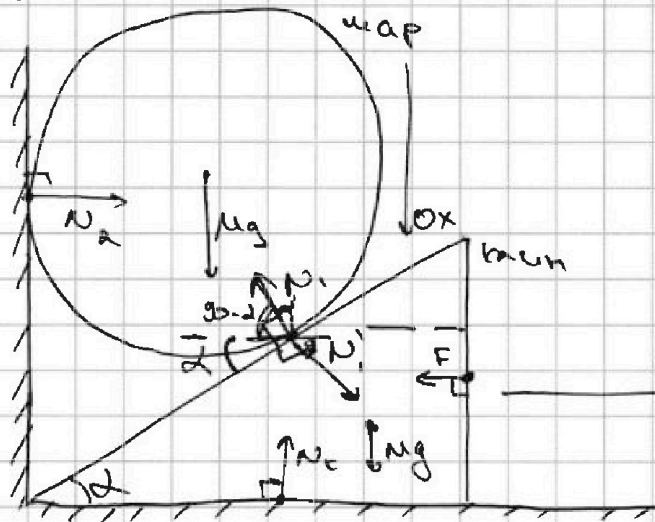
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

53



Заметим Π_{Ox} для шара, Ox :

$$N_1 \cdot \cos \alpha = mg$$

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

Заметим Π_{Oy} для клина на Oy :

$$N_1' \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = F$$

$$N_1' = \frac{F}{\sin \alpha}$$

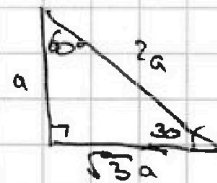
Заметим, что $N_1 = N_1'$ (реакция опоры) - условие равновесия

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

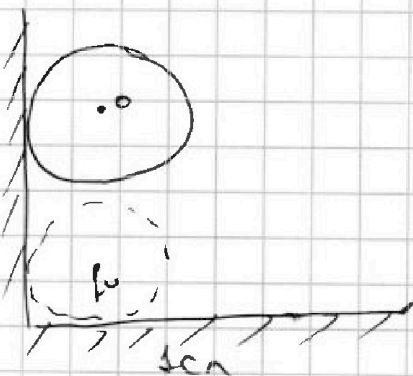
$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2a}{2a} = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$$

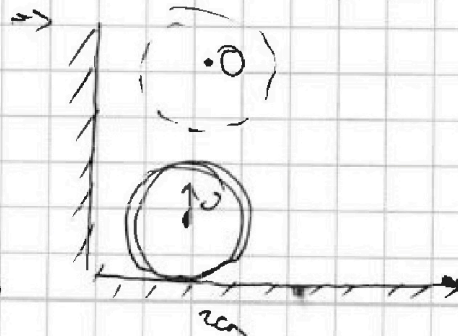
$$\Rightarrow \boxed{\alpha = 60^\circ} \text{ - Ответ}$$



Заметим, что если удар абсолютно упругий, то



мы разогнались сначала до скорости u далее абсолютно упруго отбили



$u = \omega R$ (абсолютно упругий)



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

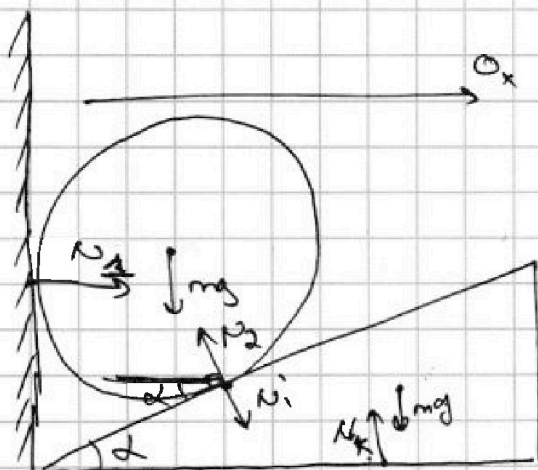
\Rightarrow получаем, что движение было равноускоренным т.е. $a = \frac{0 - 0}{2cn} = 0$

по 3-2: $\textcircled{1}$ $cn \quad mgh + \frac{0^2 - 0^2}{2} = \frac{0^2 - 0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} = \frac{m v^2}{2} = mgh + \frac{0^2 - 0^2}{2}$

$2cn$ $2cn$

$\Rightarrow mgh = mgh$
 $\Rightarrow H = h = 0,15 \text{ м}$

Ответ: $H = 0,15 \text{ м} = h$



Заметим, что реакция F уравновешивает N_1 , сейчас же N_1 никак не уравновешивает (где была).

Заметим, что шар по оси x уравновешен (т.е. не сдвигается по оси x)

$\Rightarrow N_2 \cdot \cos(90 - \alpha) = N_1$

~~$N_2 = N_1 = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{3} mg}{\frac{1}{2}} = 2 mg$~~

~~$N_1 = \frac{F}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = \sqrt{3} mg$~~

Ответ: $N_1 = \sqrt{3} mg = F$

теперь рассмотрим шар и угол, не знаю, что $\alpha = 60^\circ$:

$N_2 = \sin \alpha =$



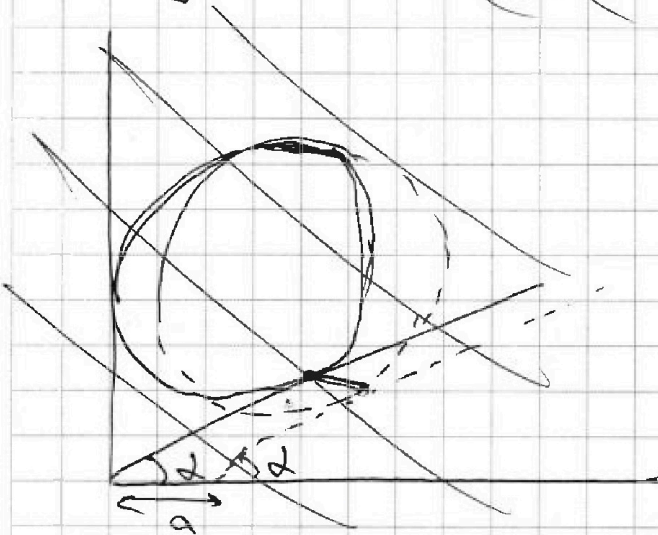
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

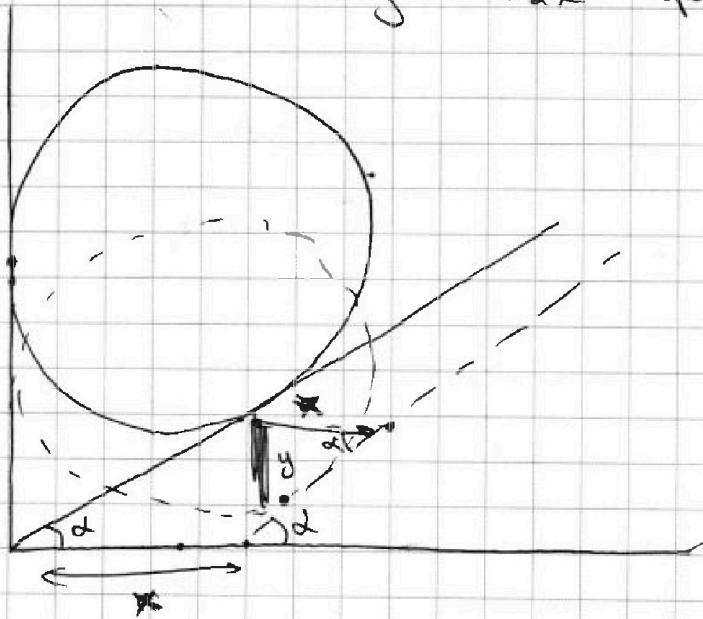
СТРАНИЦА
3 из 4

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

53
Метод малых перемещений.



Метод малых перемещений



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x}$$

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$a_{\text{н}} = a_{\text{с}} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$a_{\text{с}} = \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}g$$



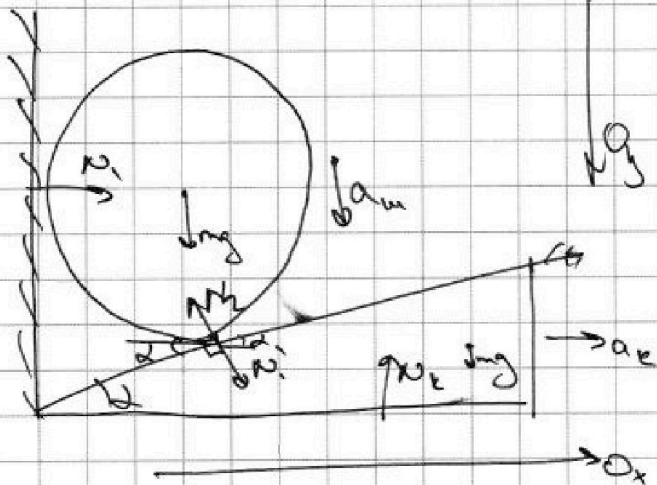
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 4

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

Задача по - ко бому:



$\uparrow \sum \text{в } O \times B \text{ кин.}$
 $\Rightarrow a_{em} = N_1' \cdot \cos(\alpha - \alpha)$

$$N_1' = \frac{a_{em}}{\sin \alpha}$$

$$N_1' = N_2 \quad (\text{реакция})$$

$\uparrow \sum \text{в } O_y \text{ стат.}$

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

$$mg - \frac{a_{em}}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = m \cdot \frac{a_{em}}{\sin \alpha}$$

$$g - \frac{a_{em}}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = a_{em} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

~~$\uparrow \sum \text{в } O_x \text{ стат.}$~~ $N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$

~~$$N_1 = \frac{a_{em} m}{\sin \alpha}$$~~

$$N_2 = \frac{mg - ma_m}{\cos \alpha} = \frac{a_{em} m}{\sin \alpha}$$

$$\frac{g - a_m}{\cos \alpha} = \frac{a_{em}}{\sin \alpha}$$

Вот

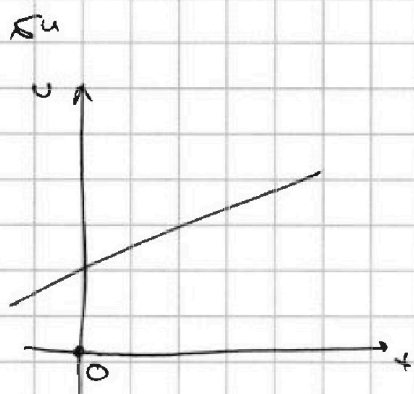


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$t_{100} = \beta V_0$$

$$V_{\text{счета}} = V_0 (1 + \alpha (t_x - t_0))$$

где α - коэффициент t_x - температура

считаем $V_{\text{счета}}$ - объем сосуда при t_{100} (t) температура

$$\beta V_0 = V_0 (1 + \alpha (t_{100} - t_0))$$

$$\beta = 1 + \alpha (t_{100} - t_0)$$

$$\frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} = \alpha$$

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \quad V_0 - \text{объем при } 0^\circ\text{C}$$

$$V = V_0 (1 + \alpha (t_x - t_0))$$

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

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

$$V_{50} - V_{40} = \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0) \right) - \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{40} - t_0) \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \left(\cancel{1} + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0) - \cancel{1} - \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{40} - t_0) \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0 - t_{40} + t_0) = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_{40})$$

$$= \frac{0,04 \text{ г}}{0,8 \text{ г/см}^3} \cdot \frac{1,12 - 1}{100} \cdot 100 = \frac{4}{80} \text{ см}^3 \cdot \frac{0,12}{10} = \frac{4 \cdot 12}{80 \cdot 10 \cdot 100} \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{4 \cdot 12}{200 \cdot 10 \cdot 100} \cdot 1000 \text{ мм}^3 = \frac{48}{200} \text{ мм}^3 = \boxed{0,6 \text{ мм}^3}$$



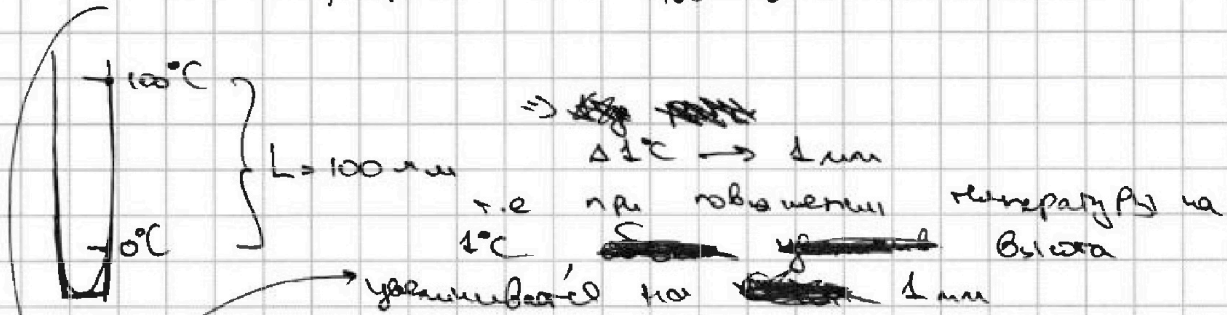
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Order: $\Delta U = \frac{m}{\rho} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} = \boxed{0,6 \text{ мм}^3}$



$$\Delta U = S \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \Delta t \cdot k, \text{ где } k = 1 \frac{\text{мм}}{^\circ\text{C}}$$

$$\Delta U = S \cdot \Delta t \cdot k = \frac{m}{\rho} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$$

$$\Delta t = t_{50} - t_{40}$$

$$S = \frac{m}{\rho} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot \frac{1}{(t_{50} - t_{40}) \cdot k} =$$

$$= \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{(t_{100} - t_0) \cdot k} = \frac{0,04 \text{ г}}{0,8 \text{ г/см}^3} \cdot \frac{1,12 - 1}{100^\circ\text{C} \cdot 1 \frac{\text{мм}}{^\circ\text{C}}} =$$

$$= \frac{4}{80} \text{ см}^3 \cdot \frac{0,12}{100 \text{ мм}} = \frac{4}{80} \cdot 1000 \text{ мм}^3 \cdot \frac{0,12}{100 \text{ мм}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 0,12 \cdot 1000}{80 \cdot 100} \text{ мм}^2 = \frac{4 \cdot 0,12}{8,2} \text{ мм}^2 = \boxed{0,6 \text{ мм}^2}$$

Ответ: $S = \frac{m}{\rho} \frac{\beta - 1}{(t_{100} - t_0) \cdot k} = 0,6 \text{ мм}^2$



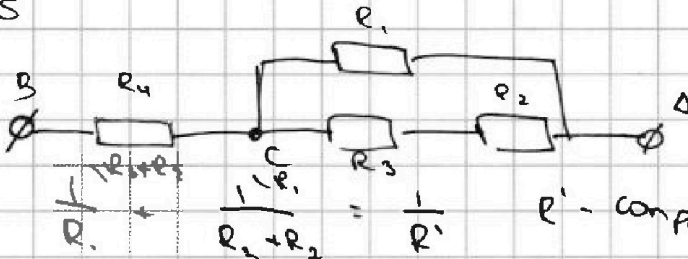
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

SS



R' - сопротивление ко узлам AC

$$\frac{R_3 + R_2 + R_1}{R_1(R_3 + R_2)} = \frac{1}{R'}$$

$$R' = \frac{R_1(R_3 + R_2)}{R_3 + R_2 + R_1}$$

$$\frac{1,2\pi \cdot (2\pi + 4\pi)}{1,2\pi + 2\pi + 4\pi} = \frac{1,2 \cdot 6\pi}{7,2} = \pi$$

$$R_{AB} = R_{зкв} = R_4 + R' = R_4 + \frac{R_1(R_3 + R_2)}{R_3 + R_2 + R_1} = R_4 + \pi = 2\pi =$$

$$= 10 \text{ Ом}$$

Ответ: $R_{зкв} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 10 \text{ Ом}$

Заметим, что $R_{зкв}$ - эквивалентное сопротивление, то есть если заменить цепь на резистор с сопротивлением $R_{зкв}$, то ток и напряжение (на его концах) будут такими же, как и у схемы. То есть, заменив схему на $R_{зкв}$, получим, что $I_{вход}$ (выходной ток) и $I_{выход}$ (выходный ток) $\rightarrow P$ - const (то есть P не сохраняется на эквивалентном резисторе так же, как и на цепи)

\Rightarrow найдем мощность $P_{зкв} = P$ (на цепи)

$$P = IU = I^2 R_{зкв} = (4A)^2 \cdot 10 \text{ Ом} = 16A^2 \cdot 10 \text{ Ом} =$$

$$= 160 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = I^2 \cdot R_{зкв} = 160 \text{ Вт}$

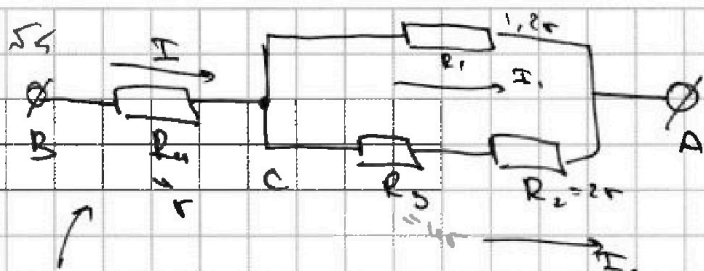


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



Рассчитали ток. $I = I_1 + I_2$ (правило Кирхгофа)

Разница нет, где именно падает ток (т.А или т.В), так как на всех элементах будет падать то же напряжение и те же токи ($R = \text{const}$ где n - та данная числ.)

~~В~~ C - точка узла соединено R_1 , R_2 , R_3 .

те на R_1 и $R_2 + R_3$ падает одно и то же напряжение (т.к. одно и то же разность потенциалов), то

$$\frac{R_1}{R_2 + R_3} \cdot I_1 = (R_2 + R_3) \cdot I_2 \quad (\text{3-й закон Ома - равенство})$$

$$\frac{R_1}{R_2 + R_3} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1,2r}{2r + 4r} = \frac{1,2r}{6r} = \frac{1}{5}$$

$$5I_2 = I_1$$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 6I_2 \quad I_2 = \frac{I}{6} \quad I_1 = \frac{5}{6}I$$

$$P_1 = R_1 \cdot (I_1)^2 = 1,2r \left(\frac{5}{6}I\right)^2 = 1,2r \frac{25}{36} I^2 = \frac{r}{6} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^2 I^2 \cdot r =$$

$$= \frac{5}{6} I^2 r = \frac{15}{18} I^2 r$$

$$P_2 = (I_2)^2 \cdot R_2 = \frac{I^2}{36} \cdot 2r = \frac{1}{18} I^2 r$$

$$P_3 = (I_2)^2 \cdot R_3 = \frac{I^2}{36} \cdot 4r = \frac{1}{9} I^2 r = \frac{2}{18} I^2 r$$

$$P_4 = R_4 \cdot I^2 = r \cdot I^2 = \frac{18}{18} I^2 r \Rightarrow \text{наименьшее} - P_2$$

$$P_{\min} = P_2 = \frac{1}{18} I^2 r = 16 \text{ A}^2 \cdot \frac{1}{18} \cdot 50 \text{ Ом} = \frac{40}{9} \text{ Вт} = \boxed{4 \frac{4}{9} \text{ Вт}} - \text{Ответ}$$



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!

