



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.

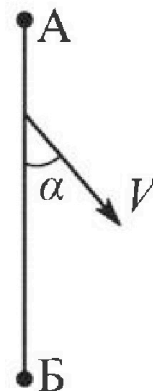
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

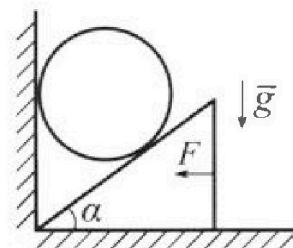
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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

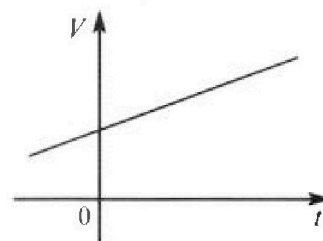
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



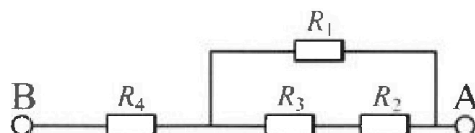
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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 T_{min} зависит только от $\cos \beta$, а
 $\cos \beta_{min} = \sqrt{1 - \frac{u^2}{u^2}}$ (ф-ла выше 4 листа)

$$\Rightarrow T_{min} = \frac{25 \cdot u \cdot \sqrt{1 - \frac{u^2}{u^2}}}{u^2 - u^2} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{15 \text{ км/ч}}{20 \text{ км/ч}}\right)^2}}{(20 \text{ км/ч})^2 - (15 \text{ км/ч})^2}$$

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

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

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

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

ω_2 — частота вращения O' и радиус r

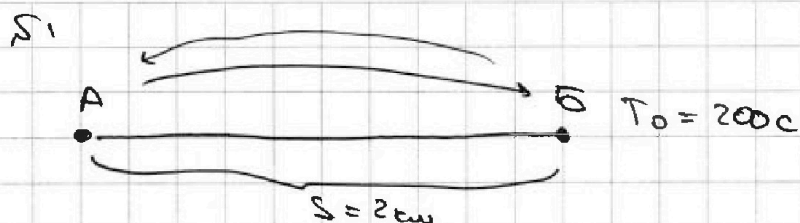


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

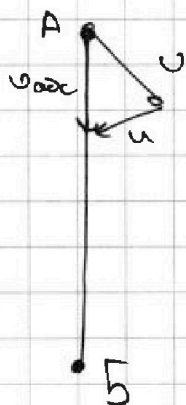
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



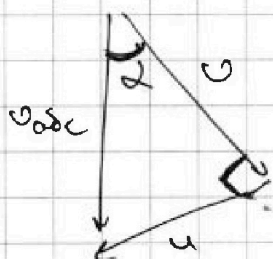
Заметим, что при полете $A-B-A$, проходим 2 расстояния AB

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

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



те необходимо, чтобы полетел из A в B , но u_{abc} должна быть на линии AB (прямая, но когда идет u_{abc} совпадает с линией AB)



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

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

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

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

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

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



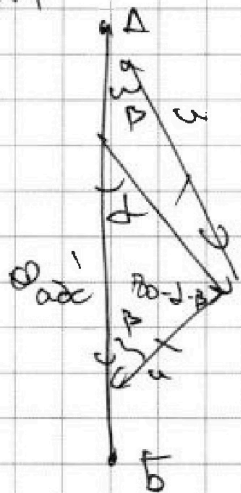
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



~~$v_{ac} = v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta$~~

$$v_{ac} = v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta$$

$$v_{ac} = u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha$$

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

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

т. к. $\frac{v}{\sin \beta} = \frac{u}{\sin \alpha}$ $\frac{v^2}{\sin^2 \beta} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha}$

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

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

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

~~$T_{ac} = \frac{2S \cdot u \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta + v^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta}$~~

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

$$T_{ac} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta + (v^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta)}$$

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

* - раскленд



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 $\cos \mu \neq$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

обозначим β как $\beta_{\min}$

0, где β мин

и β макс

отражены в β

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

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

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



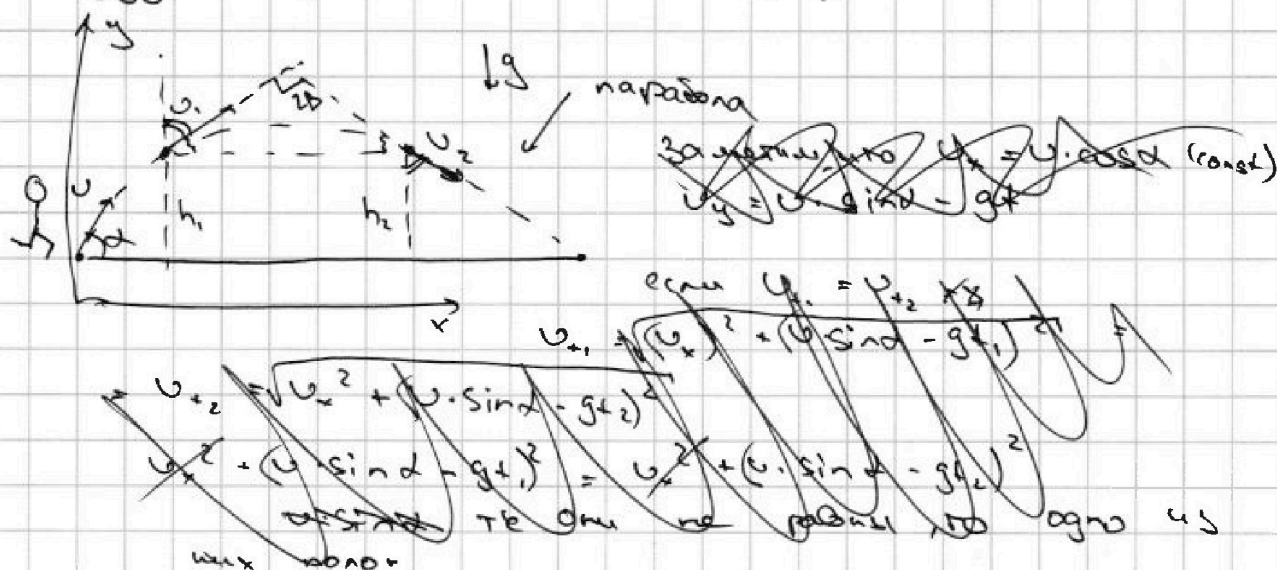
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 кюри)



Заметим, что по зс: $mgh_1 + \frac{mu_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{mu_2^2}{2}$
 т.к. $u_1 = u_2$ по зс $\Rightarrow \frac{mu_1^2}{2} = \frac{mu_2^2}{2}$

$$\Rightarrow gh_1 = gh_2 \Rightarrow h_1 = h_2$$

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

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

$$t^2 \cdot \frac{g}{2} - u \sin \alpha \cdot t + h = 0 \quad \text{т.к. } \frac{g}{2} = \dots \frac{2}{g}$$

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

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

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

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



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!

Задача 2
Заметим, что параболы симметричны

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

$T_{\text{пол}} - \text{время полета}$
от начала и до
возврата на землю

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

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

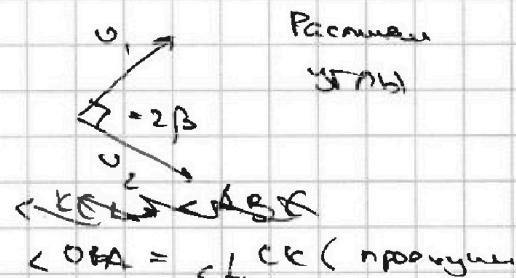
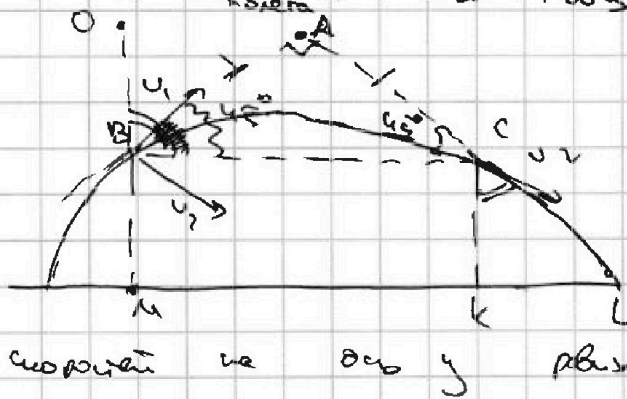
~~Заметим, что параболы симметричны~~

$$2T = T_{\text{пол}} \quad (\text{так как симметрична парабола})$$

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

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

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



$$\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC \quad (\text{углы при основании})$$

$$\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \beta \Rightarrow AB = AC$$

$$L = v \cdot \cos \alpha \cdot (t_2 - t_1) \Rightarrow \varphi = \alpha(1)$$



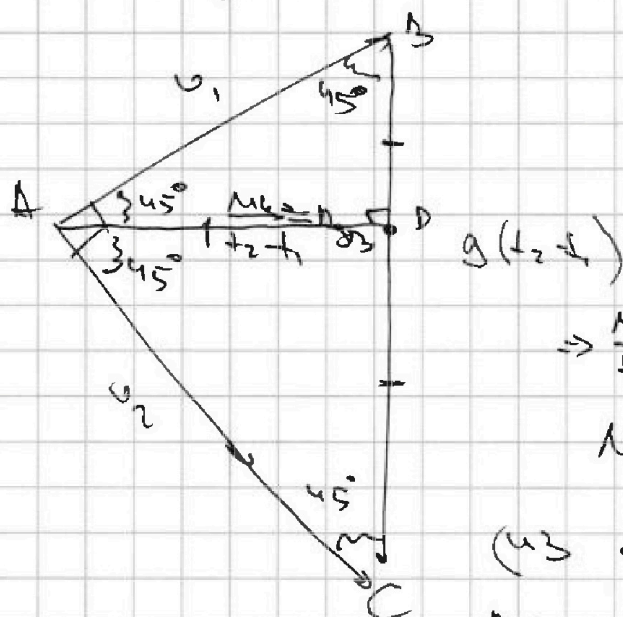
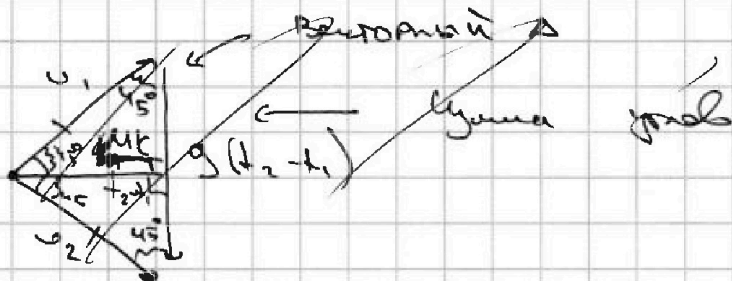
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

За



Рассчитаем угол в вершине

Δ :
из подобия ΔABD , ΔDC - $Pr \Delta$

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

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

(из формулы 1 стр 2) :

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

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

$$\Rightarrow L = u \cdot \cos 45^\circ \cdot 2T = u \cdot \cos 45^\circ \cdot T_{\text{пол}} = 5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 10 \text{ м}$$

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



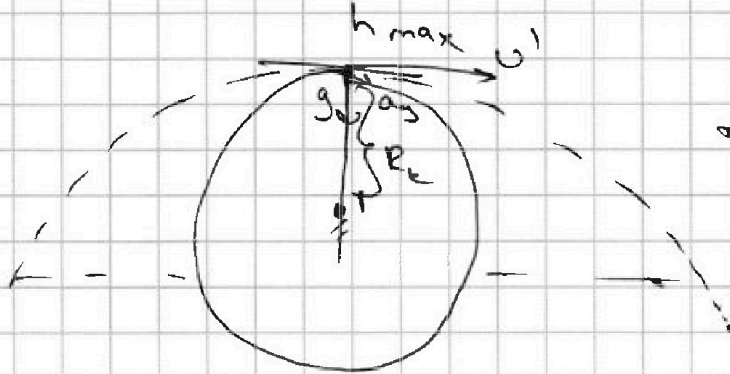
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 (верт. направление)

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

R_k - радиус кривизны = R

Найдем $v' = v \cdot \cos \alpha$ (верт. проекция)

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

$\rightarrow (a_y = g \text{ на оси } y \text{ направл. от } O \text{ в центр окружности и из точки вверху})$

$$R = \frac{(v \cdot \cos \alpha)^2}{g} = \frac{(\frac{1}{2} g (t_2 - t_1))^2}{g} = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = \boxed{2.5 \text{ м}}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = 2.5 \text{ м}$$



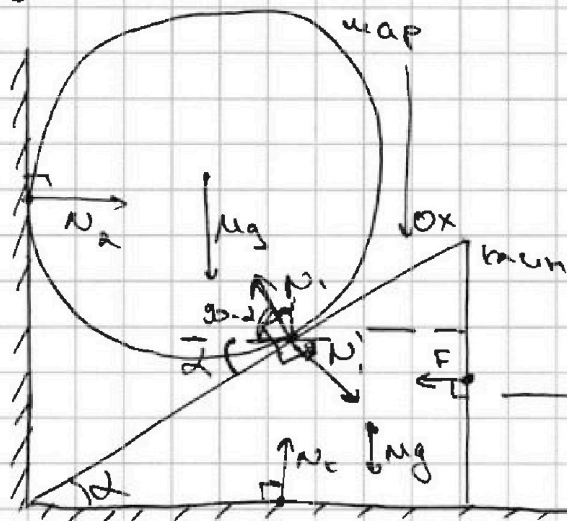
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

53



Возьмем ПЗН для шара, O_x :

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

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

Возьмем ПЗН для клина на O_y :

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

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

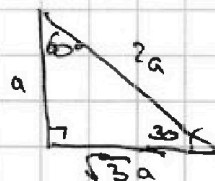
Заметим, что $N_1 = N_1'$ (реакции опоры) - условие неопрокидывания

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

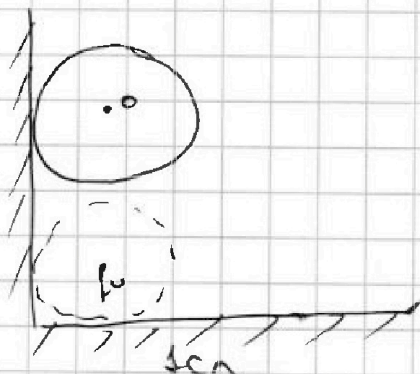
$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} \cdot 20}{20} = \sqrt{3}$$

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

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

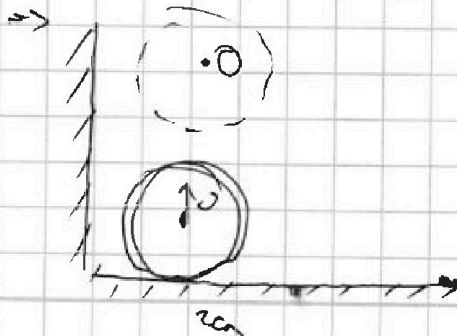


Заметим, что если удар абсолютно упругий, то



$v = \text{const}$ (абсолютно упругий)

мы разогнались сначала до скорости v далее абсолютно упруго отскочим





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!

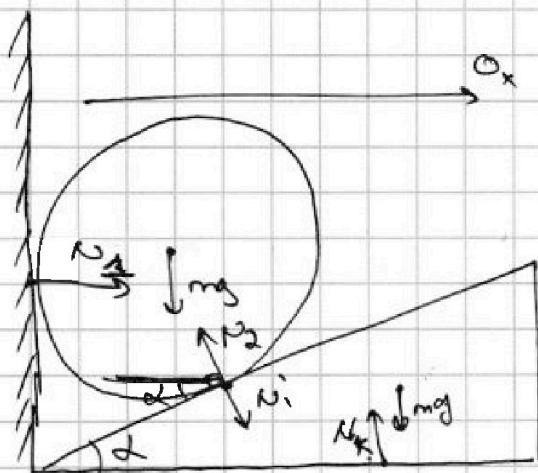
$\Rightarrow$ получаем, что движение было равноускоренным, т.е. $a = \frac{0 - 0}{2\tau} = 0$

по 3-й: $\textcircled{1} \text{ см } mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$

1 см 2 см

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

Ответ: $H = 0,15 \text{ м} = h$



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

Заметим, что шар по оси x уравновешен (т.е. все силы не имеющие по оси x)

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

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

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

Ответ: $N_1 = \sqrt{3}mg = F$

теперь рассмотрим шар, не зная, что $\alpha = 60^\circ$:

$N_2 \sin \alpha =$



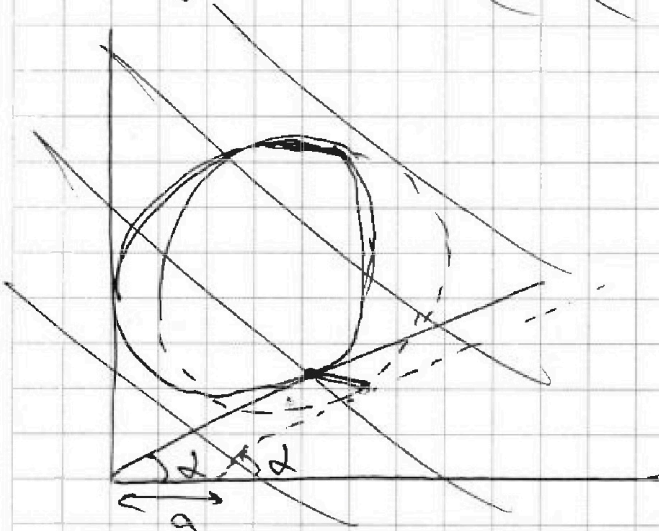
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

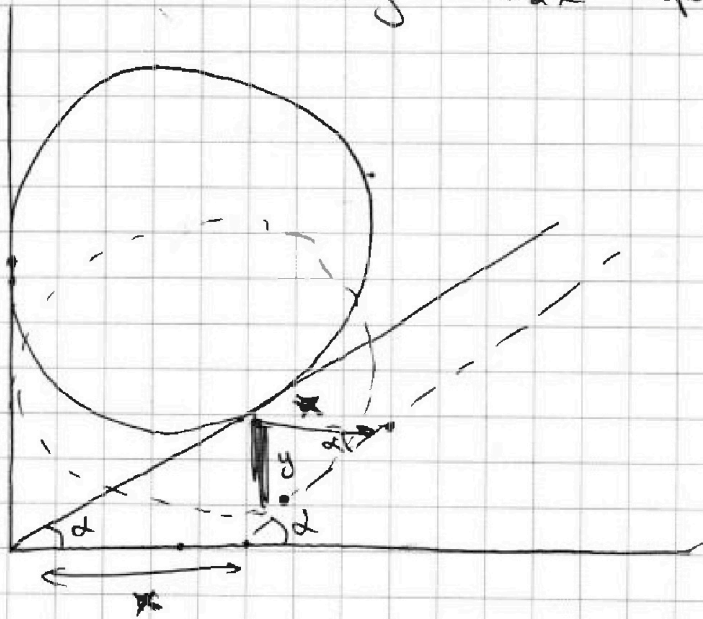
СТРАНИЦА
3 из 4

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



$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$y = x \cdot \tan \alpha \quad \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right)^2$$

$$a_{\text{н}} = a_{\text{с}} \cdot \tan \alpha$$

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

$$= \frac{\pi}{3 \cdot R} = \pi \cdot g$$



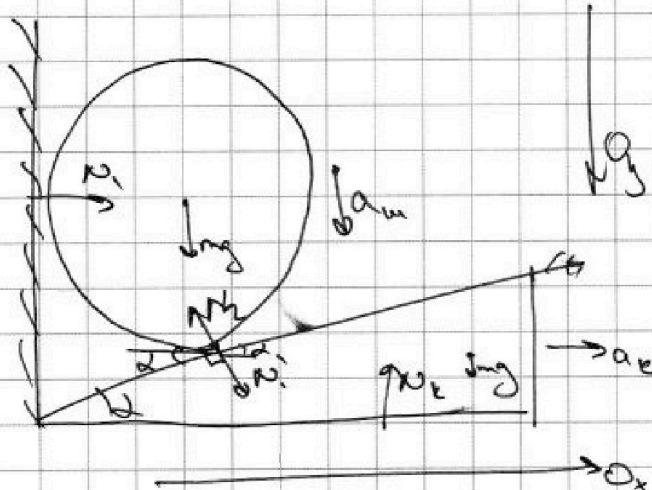
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 волю:



II 3n O x B kmm:

$$\Rightarrow a_{cm} = N_1' \cdot \cos(\alpha - \alpha)$$

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

$$N_1' = N_2 \text{ (реакция)}$$

II 3n O y, map:

$$mg - N_2 \cdot \cos \alpha = m a_m$$

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

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

II 3n O x, map: $N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$

$$N_1 = \frac{a_{cm}}{\sin \alpha}$$

$$N_2 = \frac{mg - m a_m}{\cos \alpha} = \frac{a_{cm}}{\sin \alpha}$$

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

Всё



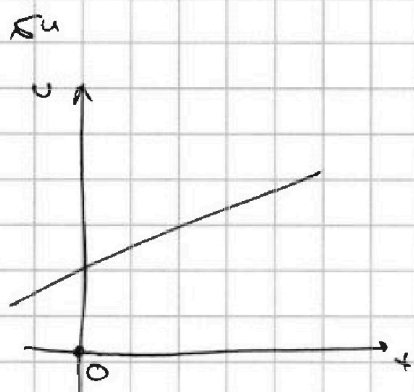
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Порта QR-кода недопустима!



$$t_{100} = \beta t_0$$

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

где α - коэффициент t_x - температура

считая

$V_{\text{считая}}$ - объем считая при t_x (t)
температура

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

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

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

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

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

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

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

$$V_{50} - V_{10} = \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0) \right) - \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{10} - t_0) \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \left(\cancel{1} + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0) - \cancel{1} - \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{10} - t_0) \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_{10}) = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_{10})$$

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

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



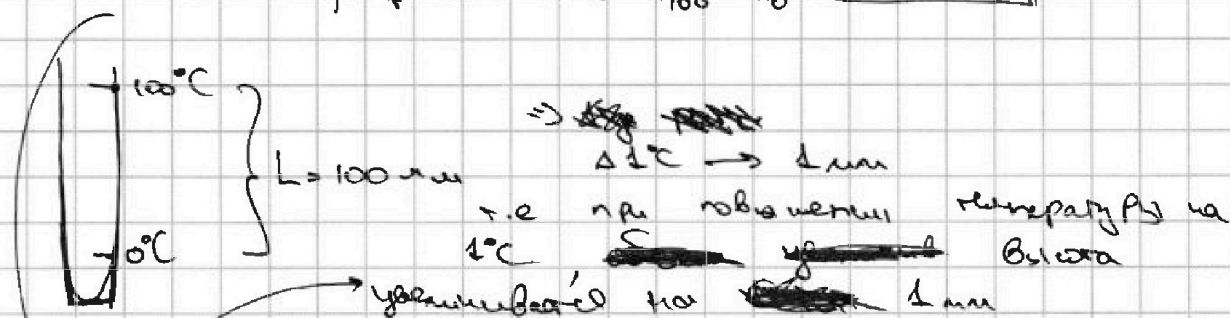
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{4 \cdot 0,12 \cdot 1000}{80 \cdot 100} \text{ мм}^2 = \frac{4 \cdot 0,12}{8,2} \text{ мм}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

Ответ: $S = \frac{m}{\rho} \frac{\beta - 1}{(t_{100} - t_0) \cdot k} = 0,06 \text{ мм}^2$

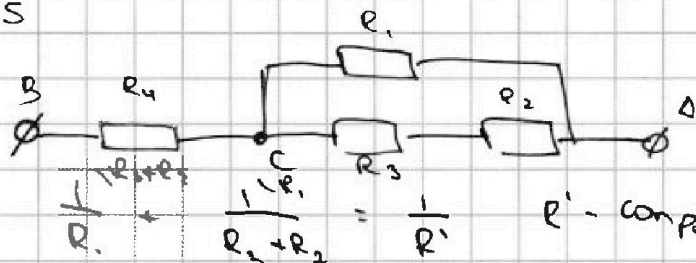


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

55



R' - сопротивление по узлам AC

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

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

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

$$R_{AB} = R_{\text{экв}} = R_4 + R' = R_4 + \frac{R_1(R_3 + R_2)}{R_3 + R_2 + R_1} = R_4 + r = 2r = 10 \text{ Ом}$$

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

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

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

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

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

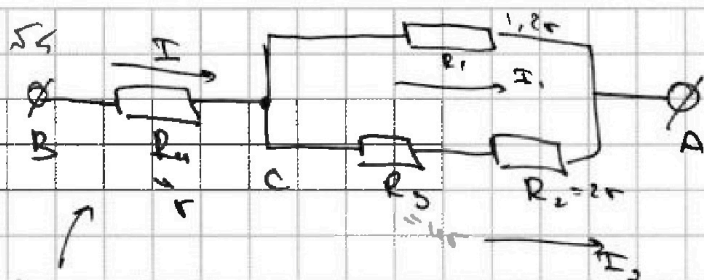


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 токи. $I = I_1 + I_2$ (правило Кирхгофа)

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

~~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. одна и та же разность потенциалов), то

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

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

$$5I_2 = I_1$$

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

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

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

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

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

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

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



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

