

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.

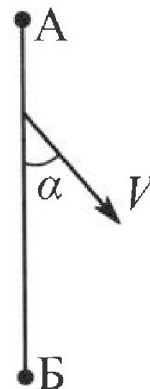
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

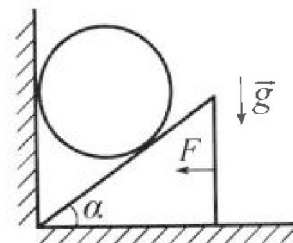
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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

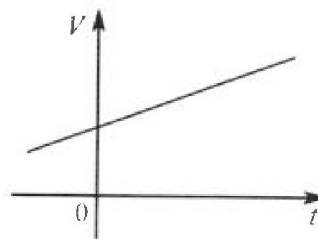
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



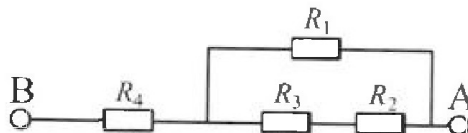
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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.

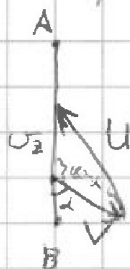
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

На обратном пути треугольнике скорости направлены:



на угол между скоростью U_2 и V равен $180^\circ - \alpha$

Аналогично находим скорость U катера U_2 :

$$U^2 = V^2 + U_2^2 - 2U_2V\cos(180^\circ - \alpha) = V^2 + U_2^2 + 2U_2V\cos\alpha$$

$$U_2^2 + 2U_2V\cos\alpha + V^2 - U^2 = 0$$

$$\frac{D}{4} = U_2^2 \cos^2\alpha - V^2 + U^2 = U^2 - V^2 \sin^2\alpha$$

$$U_2 = -V\cos\alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2\alpha}$$

$$T_{обр} = \frac{S}{U_2}$$

Общее время T катера вычисляется из времени $T_{пр} = \frac{S}{U}$ на маршруте $A \rightarrow B$ и времени $T_{обр}$ на маршруте $B \rightarrow A$.

$$T = T_{обр} + T_{пр} = \frac{S}{U} + \frac{S}{U_2} = \frac{S(U + U_2)}{U U_2} = S \frac{V\cos\alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2\alpha} - V\cos\alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2\alpha}}{(U^2 - V^2 \sin^2\alpha - V^2 \cos^2\alpha)(U^2 - V^2 \sin^2\alpha + V^2 \cos^2\alpha)}$$

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

Без нахождения производной ожидаем, что функция $T(\sin^2\alpha)$ убывающая. Необходимо добиться максимального значения $\sin^2\alpha$ чтобы время T было минимальным. $\sin\alpha \in [0, 1]$; $\sin^2\alpha \in [0, 1]$. $\sin^2\alpha = 1$ при $\alpha = 90^\circ$ (или 270°). Найдем минимальное время:

$$T_{\min} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot \sqrt{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 1}}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{4000 \text{ м} \cdot \sqrt{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{4000 \text{ м}}{5\sqrt{7} \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{800 \text{ м}}{\sqrt{7} \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} \approx 305 \text{ с}$$

Order: 20° , 80° , 90° , $\frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$

$U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_1 = 80 \text{ с}$; $\alpha = 90^\circ$; $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$



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
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!

Общая расстояние $A \rightarrow B \rightarrow A$ равно $2AB = 2S = 2$

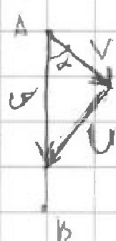
$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

вектор

Скорости бесплотника в ЛСО сонаправлен с прямой AB изобразим



Треугольника скоростей:



U — абсолютная скорость в ЛСО.
по теореме косинусов:

$$U^2 = V^2 + u^2 - 2uV \cos \alpha$$

$$u^2 - 2uV \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$$

Решим квадратное уравнение относительно u :

$$\frac{D}{4} = V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2 = U^2 + V^2 (\cos^2 \alpha - 1) = U^2 - \sin^2 \alpha V^2$$

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

— перед $\sqrt{\frac{D}{4}}$ ставим не плюс, а минус, так u может принимать только одно и только положительное значение

$$(*) T_1 = \frac{S}{u} = \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - \sin^2 \alpha V^2}}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$T_1 = \frac{2 \text{ км}}{15 \text{ м/с} \cdot 0,6 + \sqrt{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 0,64 \cdot 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 80 \text{ с}$$

Время полета из AB определяется координатой *



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

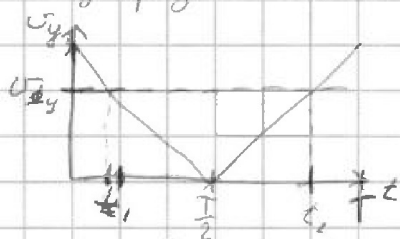


СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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!

Изобразим качественный график $v_y(t)$:



$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ — линейная зависимость.

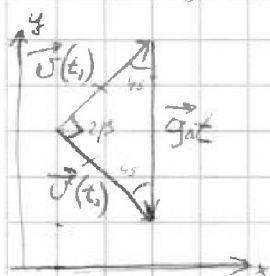
$v_y(t) = v_{y0} + g_y t$ — линейная зависимость.

$v_{y1} = v_y(t_1) = v_y(t_2)$. Величину обратного движения и

симметрии графика можно сказать, что $\frac{T}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2}$;

$$T = t_1 + t_2 = 1,5c + 0,5c = 2c. \quad T = 2c.$$

Нарисуем треугольник скорости $\Delta t = t_2 - t_1$. Заметим, что v_x постоянен в течение всего полета.



Спроецируем $\vec{v}(t)$ на ось x . В силу того, что $\vec{g}$ направлено вертикально вниз, ось x и y треугольник ориентирован верно.

$$v_x = v(t) \cos 45^\circ$$

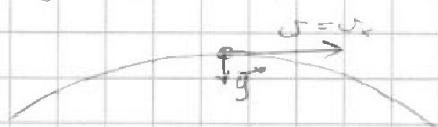
$$v(t) = g \Delta t \cdot \cos 45^\circ$$

$$v_x = v_x(t) = g \Delta t \cos 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = g(t_2 - t_1) \cos^2 45^\circ$$

$$v_x = 10 \frac{m}{c^2} (1,5c - 0,5c) \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = 5 \frac{m}{c}$$

$$L = T \cdot v_x = 2c \cdot 5 \frac{m}{c} = 10m.$$

В высшей точке траектории вертикальная составляющая скорости равна нулю, значит $v = v_x$. Единственное ускорение действует вдоль и только равно g .



Радиус кривизны $R_{кр}$ — тангенциальное ускорение отсутствует, значит $a_n = g$ в данный момент времени:

$$a_n = \frac{v^2}{R_{кр}}; \quad R_{кр} = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v^2}{g}$$

$$R_{кр} = \frac{(5 \frac{m}{c})^2}{10 \frac{m}{c^2}} = 2,5m$$

Ответ: $T = 2c$; $L = 10m$; $R_{кр} = 2,5m$.



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!

Найдем II 3.4. для клина:

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

На ОХ: $P_2 \cdot \sin \alpha - F = 0$

$$P_2 = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{3}mg}{\sin \alpha}$$

$$P_2 = N_2 \text{ по III 3.4.}$$

II 3.6. для шара:

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = 0$$

На ОУ: $N_2 \cdot \cos \alpha - mg = 0$

$$N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\frac{\sqrt{3}mg}{\sin \alpha} = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

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

$$\alpha = \arctan(\sqrt{3}) = 60^\circ$$

в момент триггера

Найдем конечную скорость v . Из ЗСЭ для шара:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

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

Арифметическая сумма шар или энергию $W = mgh$; $\Delta W = A$

А работа N_2 равна изменению энергии шара (N_1 перпендикулярно движению и не учитывается)

$$mg(h-h) = N_2 \Delta W = A$$

$$mg(h-h) = -N_2 h \cos \alpha$$

$$0 = -N_2 h \cos \alpha$$

$$0 = -N_2 h \cos \alpha$$

$$h-h = \sqrt{3}h \cos \alpha$$

$$h-h = h$$

$$\Delta W = A_{N_2} + A_{N_1}$$

$$mg(h-h) = mgh - N_2 h \cos \alpha$$

$$mg(h-h) = h(mg - \sqrt{3} \cos \alpha mg)$$

$$h-h = 0$$

примем на ось Z

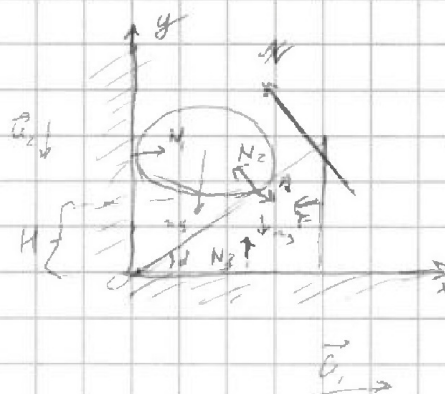
Из второй кинематической связи ускорений шаров

и клина равны по модулю: $a_{mz} = a_{kz}$

$$-a_{kz} \cos \alpha = -a_m = \sin \alpha$$

$$a_{kz} = a_m \tan \alpha = \sqrt{3} a_m$$

$$\text{из ЗСЭ } a_{kz} = g$$





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

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!

Найти на 3м газ чашка ; моп.

$$\vec{N}_2 + \vec{P}_2 + m\vec{g} = m\vec{a}$$

на ось x:

$$P_2 \sin \alpha = ma$$

$$P_2 = N_2 = \frac{ma}{\sin \alpha}$$

на ось y:

$$mg - N_2 \cos \alpha = ma$$

$$mg - ma \cot \alpha = ma$$

$$a = \frac{g}{\cot \alpha + 1} = \frac{g}{\frac{1}{\tan \alpha} + 1}$$

$$\Delta W = A$$

$$mg(H-h) = N_2 \cos \alpha H$$

$$mg(H-h) = \frac{ma}{\sin \alpha} \cos \alpha H$$

$$H-h = \frac{\cos \alpha}{\cot \alpha + 1} H$$

$$H \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\cot \alpha + 1} \right) = h$$

$$H = \frac{h}{1 - \frac{\cos \alpha}{\cot \alpha + 1}} = \frac{0,15 \text{ м}}{1 - \frac{0,5}{\frac{1}{\sqrt{3}} + 1}} = \frac{h \cot \alpha}{\cot \alpha + 1 - \cos \alpha} = \frac{0,15 \text{ м}}{\sqrt{3} - 1} = \frac{8 \sqrt{3} + 4}{8} = \frac{8 \sqrt{3} + 4}{8} \text{ м}$$



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
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!

Вид линейной зависимости: $y = kx + b$

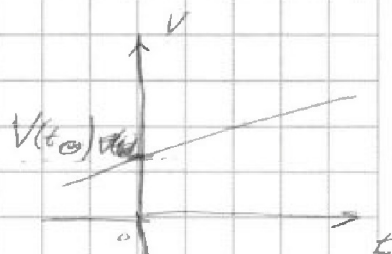
$V(t) = kt + b$ где k и b некоторые величины.

$$V(t_0) = k \cdot 0 + b = b = k \cdot t_0 + b$$

$$V(t_{100}) = kt_{100} + b$$

$$\frac{V(t_{100})}{V(t_0)} = \beta \text{ из условия.}$$

$$\frac{V(t_{100})}{V(t_0)} = \frac{k \cdot t_{100} + b}{b} = \frac{k}{b} t_{100} + 1 = \beta \Rightarrow k = \frac{b}{t_{100}} (\beta - 1)$$



$$V(t_0) = \frac{m}{\rho} = b$$

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

Зная k и b можно написать окончательную формулу:

$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho t_{100}} t + \frac{m}{\rho} \quad \text{это промежуточный ответ для дальнейшего хода где } t_0 = 0$$

Можно пересчитать t_0 учитывая что t_0 не обязательно 0.

$$b + t_0 = k t_0 + b, \quad b = \frac{m}{\rho} - k t_0$$

$$\frac{k t_{100} + b}{k t_0 + b} = \beta,$$

$$k t_{100} + b = k t_0 \beta + b \beta$$

$$k t_{100} + \frac{m}{\rho} - k t_0 = k t_0 \beta + \frac{m}{\rho} \beta - k t_0 \beta$$

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

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

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

$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m(t_{100} - t_0 \beta)}{\rho(t_{100} - t_0)} \quad \leftarrow \text{это формула является окончательным ответом на первый пункт задачи.}$$



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!

$$|\Delta V| = |V(t_1) - V(t_2)| = V(t_1) - V(t_2).$$

$$|\Delta V| = V(t_1) - V(t_2) = \frac{m(\beta-1)}{\rho t_{\text{до}}} (t_1 - t_2) = \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\rho t_{\text{до}} (t_1 - t_2 - 1)}{t_{\text{до}}} = \frac{m(\beta-1)}{\rho t_{\text{до}}} (t_1 - t_2)$$

$$|\Delta V| = \frac{0,047(1,12-1)}{0,8 \text{ г/см}^3 \cdot 1000} (50^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = \frac{3}{5000} \text{ см}^3 = \frac{3}{5} \text{ мм}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

Увеличение ΔL можно вычислить

$$q_{\Delta L} = \frac{L}{t_{\text{до}} - t_0} = \frac{100 \text{ мм}}{100^\circ\text{C}} = 1 \frac{\text{мм}}{^\circ\text{C}}. \quad q \text{ показывает, как изменяется высота}$$

та относительно радиус-супра в зависимости от температуры.

$h(t) = q t + h(t_0)$ — сущ. высота супра.

Зная ΔV найдем S ; $\Delta h = h(t_1) - h(t_2)$

$$|\Delta V| = S \cdot |\Delta h|$$

$$\frac{|\Delta V|}{|\Delta h|} = S = \frac{|\Delta V|}{q(t_1 - t_2)}$$

$$S = \frac{0,6 \text{ мм}^3}{1 \frac{\text{мм}}{^\circ\text{C}} \cdot (50^\circ - 40^\circ)} = 0,06 \text{ мм}^2$$

$$\text{Отсюда: } V(t) = \frac{m(\beta-1)}{\rho(t_{\text{до}} - t_0)} t + \frac{m(t_{\text{до}} - t_0 \beta)}{\rho(t_{\text{до}} - t_0)}; \quad |V| = 0,6 \text{ мм}^3; \quad S = 0,06 \text{ мм}^2.$$



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.

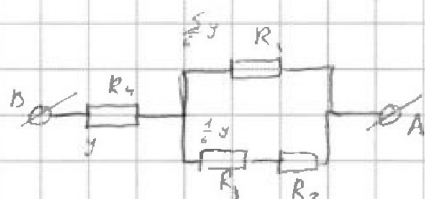
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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!



В резисторах 2 и 3 соединены последовательно: $R_{23} = R_2 + R_3$
резисторы 1 и 2,3 соединены параллельно
 $R_{23} = R_2 + R_3 = 2r + 4r = 6r$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{12r \cdot 6r}{6r + 12r} = \frac{4,2r^2}{7,2r} = 1r,$$

резистор 4 соединен с остальными последовательно:

$$R_{1234} = R_{3кв} = R_4 + R_{123} = r + r = 2r$$

$$R_{3кв} = 2r = 2 \cdot 50\Omega = 100\Omega,$$

$$P = UI = I^2 R_{3кв} = (4A)^2 \cdot 100\Omega = 160 Вт$$

Рассмотрим, как распределяется ток на резисторах.

$$I_4 = I = 4A \text{ — это очевидно;}$$

т.е. резистор 1 с рз. 2,3 соединены параллельно. $U_1 = U_{23}$

$$I_1 \cdot R_1 = I_{23} \cdot R_{23}$$

$$\frac{I_1}{I_{23}} = \frac{R_{23}}{R_1} = \frac{6r}{12r} = 0,5$$

$$I_1 = 0,5 I_{23}$$

$$I = I_1 + I_{23} = 6 I_{23} \quad I_{23} = \frac{1}{6} I \quad I_1 = \frac{1}{12} I$$

итого на резисторе 1 пойдет ток $\frac{1}{12} I$; на резисторах 2 и 3 $\frac{1}{6} I$
Рассчитаем мощности и найдем максимальную.

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{1}{12} I\right)^2 \cdot 12r = \frac{1}{12} I^2 r = \frac{1}{12} \cdot 16A^2 \cdot 60\Omega = 80 Вт$$

$$P_2 = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot R_2 = \frac{1}{36} \cdot 16A^2 \cdot 10\Omega = \frac{40}{9} Вт \approx 4,44 Вт$$

$$P_3 = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot R_3 = \frac{1}{36} \cdot 16A^2 \cdot 4r \text{ Зависит от значения } P_2$$

$$P_4 = I^2 \cdot R_4 = 16A^2 \cdot 50\Omega = 80 Вт$$

$$P_1 = \left(\frac{1}{12} I\right)^2 \cdot R_1 = \frac{1}{144} \cdot 16A^2 \cdot 60\Omega = \frac{20}{9} Вт \approx 2,22 Вт$$

Наименьшая мощность рассеивается на резисторе 2

$$P_{min} = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot R_2 = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot 2r = \frac{1}{36} \cdot 16A^2 \cdot 60\Omega = \frac{40}{9} Вт \approx 4,44 Вт$$

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 0

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!

$$t_0 = 0^\circ\text{C}; t_{\text{кв}} = 100^\circ\text{C}$$

$\sqrt{3}$

$$\frac{1}{8} \cdot 16 \cdot 10 = \frac{4}{9} \cdot 10 = \frac{40}{9} = 4 \frac{4}{9}$$

$$A \rightarrow B \rightarrow A$$

$$V(t_{\text{кв}}) = V(t_0) \beta$$

$$T_0 = 700^\circ\text{C}$$

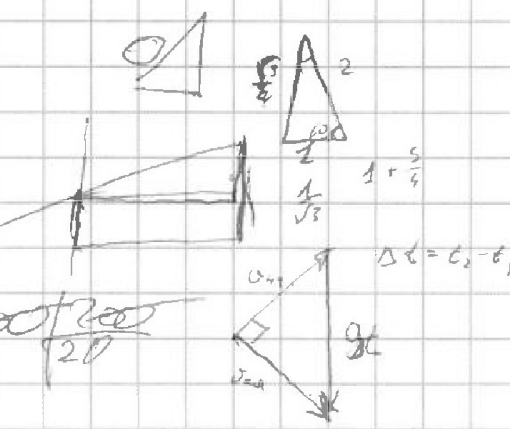
$$S = 2 \text{ км}$$

$$V = kx + b$$

$$\frac{1 - \frac{0.5\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}}}{1+\sqrt{3}} = \frac{1+\sqrt{3}-0.5\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} = \frac{1+0.5\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}}$$



$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 225 \\ \hline 064 \\ 900 \\ \hline 1350 \\ 144 \end{array}$$

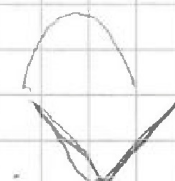


$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 3} \\ 18 \overline{) 66} \\ \hline 20 \overline{) 28} \end{array}$$

$$U^2 =$$

$$4,44 + 8,88 = 13,32$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ - 144 \\ \hline 256 \end{array}$$



$$U^2 \pm \frac{a}{a} = \frac{a}{a}$$

$$156 \frac{1}{3} + 4 \frac{4}{9} + 2 \frac{2}{9} = 1$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 0,6 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,04 \cdot 0,12 = 0,0048 \\ 0,8 \cdot 10 = 8 \\ 4 \cdot 12 = 48 \\ \hline 800 \end{array}$$

$$2000 \overline{) 25}$$

$$m_y = \sqrt{5} m_y \frac{1}{a}$$

$$A = U_a = U_y t$$

$$P = U_y = y R$$

$$2000 \overline{) 9} \quad \sqrt{256}$$

$$256 = 16^2$$

$$\begin{array}{r} 2000 \overline{) 25} \\ 2000 \overline{) 8000} \\ \hline 100 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 6 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ \times 225 \\ \hline 145 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4000 \overline{) 145} \\ 15 \end{array}$$

$$n = 125$$

$$\frac{904 \cdot 0,12}{8} = \frac{48}{80000}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{4}{12}$$

$$\frac{40}{9}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 145 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$146 \frac{1}{3} + 4 \frac{4}{9} + 2 \frac{2}{9} = 152 \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{r} 145 \overline{) 25} \\ 7 \end{array}$$

$$7,25$$

$$\frac{800}{7}$$

$$\frac{16}{36} = \frac{4}{9} \cdot 6 = \frac{8}{3} \cdot 25$$

$$\times 25$$

$$\frac{200}{3}$$

$$\sqrt{3} = \frac{4}{6}$$

$$\frac{2}{6} - \frac{9}{6} =$$

$$\frac{1}{3} + \sqrt{3} - \frac{3}{2} =$$

$$\frac{1+\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} + 1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \sqrt{3}$$



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
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!

6.0

8. (18)

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \\ \hline 29 \\ \hline 89 \end{array}$$