



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

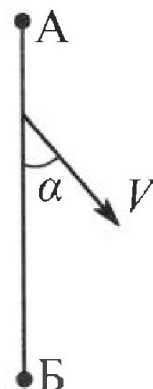


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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.

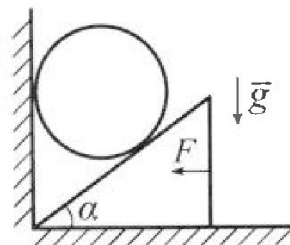
3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=0,4$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

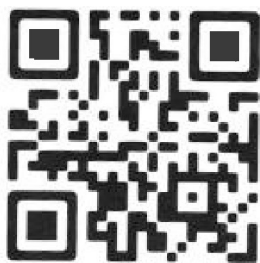
Систему удерживают в покое горизонтальной силой $F = \sqrt{3}mg$.

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

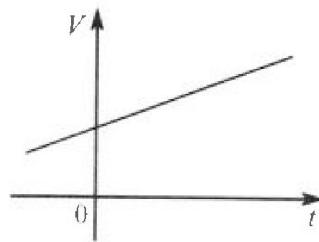
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



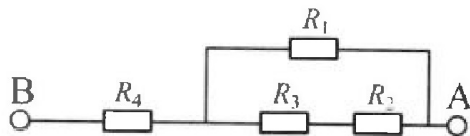
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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

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!

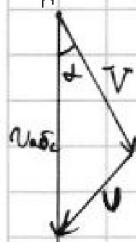
1. Пройденный путь: $2S$, время T_0 . Тогда:

$$U \cdot T_0 = 2S$$

$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Закон сложения скоростей:

2.1. $\vec{V}_{\text{адс}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{пер}}$; $V_{\text{отн}} = U$ $V_{\text{пер}} = V$



2.2. чтобы шарик был $A \rightarrow B$, $V_{\text{адс}}$ должна быть направлена из A к B . Тогда закон сложения $V_{\text{адс}} = U + V$ в виде векторного треугольника.

2.3. По теореме косинусов: $U^2 = V^2 + V_{\text{адс}}^2 - 2V \cdot V_{\text{адс}} \cos \alpha$

2.4. $\cos \alpha + 5; U^2 = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \sqrt{1 - 5 \cdot 4^2} = \sqrt{1 - 0,8} = \sqrt{0,36} = 0,6$

2.5. $V_{\text{адс}}^2 - 2V V_{\text{адс}} \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$

$$D = 4V^2 \cos^2 \alpha - 4 \cdot (V^2 - U^2) = 4 \cdot 15^2 \cdot 0,36 - 4 \cdot (15^2 - 20^2) = 4 \cdot 15^2 (0,36 - 1) + 4 \cdot 20^2 = 1600 - 64 \cdot 15^2 = 1600 - 64 \cdot 225 = 1600 - 14400 = -12800$$

$$V_{\text{адс}} = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{1024}}{2} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 0,6 \pm 32}{2} = \frac{18 \pm 32}{2}$$

отбрасываем 1 корень

$$V_{\text{адс}} = \frac{18 + 32}{2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$V_{\text{адс}} > 0$, поэтому

2.6. $T_1 \cdot V_{\text{адс}} = S$

$$T_1 = \frac{S}{V_{\text{адс}}} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{25} = 80 \text{ с}$$

3.1 $t = \frac{S}{V_{\text{адс}}}$ если t_{min} то $V_{\text{адс max}}$.

$$V_{\text{адс}} = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2}$$

$\cos \alpha_{\text{max}}$. $\cos \alpha_{\text{max}} = 1 \Rightarrow \alpha = 0$. То есть, если $\alpha = 0$ то

$V_{\text{адс}}$ максимально, а значит t минимально, где t - время полета по маршруту $A \rightarrow B$ когда тело летит из $B \rightarrow A$



По теореме косинусов

$$U^2 = V_{\text{адс}}^2 + V^2 - 2 V_{\text{адс}} V \cos (180 - \alpha)$$

$$V_{\text{адс}}^2 + 2 V_{\text{адс}} V \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$$



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.



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!

$$D = 4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2) = 1024$$

$$V_{адс_2} = \frac{-2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2}$$

не подходит, отбрасываем

$$t_0 = \frac{S}{V_{адс_1}} + \frac{S}{V_{адс_2}} = S \left(\frac{1}{2V \cos \alpha + \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}} + \frac{2}{-2V \cos \alpha + \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}} \right)$$

$$-4(V^2 - U^2)$$

$$t_0 = 2S \left(\frac{-2V \cos \alpha + \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)} + 2V \cos \alpha + \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{(4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)) - 4V^2 \cos^2 \alpha} \right)$$

$$t_0 = 2S \left(\frac{2\sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{-4(V^2 - U^2)} \right)$$

Видно, что t_0 мин при максимальных значениях $\cos \alpha$. Видно, что t_0 мин когда корень минимален, т.е. $\cos \alpha = 0$ и подкоренное выражение мин. Тогда $4V^2 \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$.

При $\alpha = 90^\circ$ время полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ минимально. Причем $4(U^2 - V^2) > 0$ значит такое возможно.

$$T_{min} = 2S \left(\frac{2\sqrt{4(U^2 - V^2)}}{-4(U^2 - V^2)} \right) = 2 \cdot 2000 \left(\frac{2\sqrt{4(20^2 - 15^2)}}{-4(20^2 - 15^2)} \right) =$$

$$= \frac{2 \cdot 2000 \cdot \sqrt{175}}{175} = \frac{16}{7} \sqrt{175} = \frac{16 \cdot 5\sqrt{7}}{7} = \frac{80\sqrt{7}}{7}$$

Ответ: 1. $U = 20 \frac{м}{с}$ 2. $T_1 = 80 с$ 3. $\alpha = 90^\circ$ 4. $T_{min} = \frac{80\sqrt{7}}{7}$



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

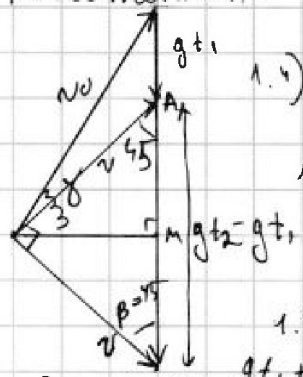
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$1.1) \vec{V}_0 + g t_1 = \vec{V}$$

V - модуль скорости через t_1 и t_2

$$1.2) \vec{V}_0 + g t_2 = \vec{V}$$

1.3) Представлено это в виде векторных треугольников, наложенных друг на друга.



1.4) В $\Delta \vec{V} + g(t_2 - t_1) = \vec{V}$ все углы по 45 д.к. - он ~~перпендикулярный~~ равнобедренный.

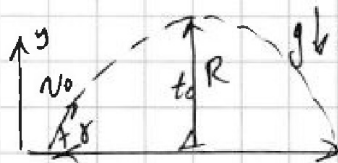
1.5) По теореме Пифагора

$$2V^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$$

$$V = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{10 \frac{m}{c} (1,5c - 1c)}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \frac{m}{c}$$

1.6) $AM = \frac{1}{2} g(t_2 - t_1)$ (м.к. треугол. равнобедренный)

$$1.7) \sin \delta = \frac{g t_1 + \frac{g(t_2 - t_1)}{2}}{V_0} = \frac{0,5 g t_1 + 0,5 g t_2}{V_0} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2 V_0}$$



1.8) уравн. г.в.м.: ~~то~~ (то = T!)

$$1.9) \text{ по } y: V_0 \sin \delta t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = 0$$

$$V_0 \sin \delta = \frac{g t_0}{2}$$

$$V_0 \cdot \frac{g(t_1 + t_2)}{2 V_0} = \frac{g t_0}{2}$$

$$T = t_0 = t_1 + t_2 = 2c.$$

$$2.1) \text{ по } x: V_0 \cos \delta T = L$$

$$2.2) V_0 \cos \delta = V \cos \beta \quad (\text{проекция скорости по } ox \text{ не меняется})$$

$$2.3) L = V \cos \beta T = L = \frac{10 \frac{m}{c} \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot 2c = 10 \text{ м}$$

В конце концов

Ответ: 1. $T = 2c$ 2. $L = 10 \text{ м}$

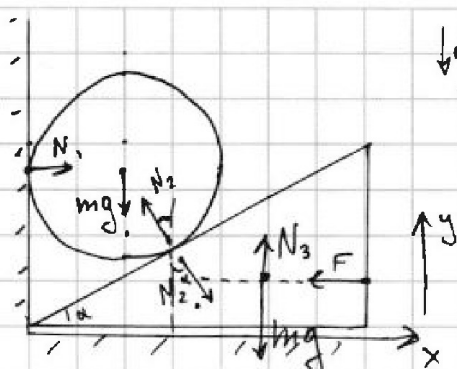


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



1.1) N_1, N_2, N_3 - силы реакции опор
II 3-х Ньютона:

1.1) для шара: $\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{mg} = 0$

$$Oy: -mg + N_2 \cos \alpha = 0$$

$$mg = N_2 \cos \alpha$$

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

1.2) для клина $\vec{N}_3 + \vec{mg} + \vec{F} + \vec{N}_2 = 0$

$$Ox: N_2 \sin \alpha = F$$

$$N_2 \sin \alpha - F = 0$$

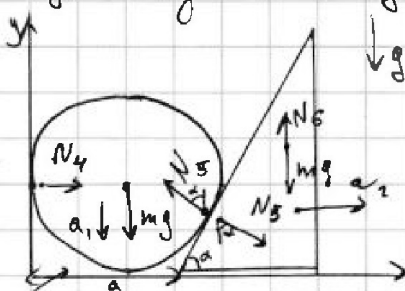
$$N_2 = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$3) \frac{mg}{\cos \alpha} = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$N_2 \sin \alpha = F$$

$$1.2) \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha = F$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$



сдвиг не происходит по клину.

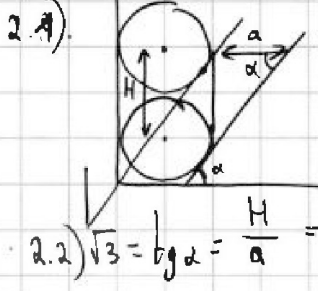
2.3) II 3-х Ньютона

для шара по Oy: $-a_{1y} \cdot m = -mg + N_5 \cos \alpha \Rightarrow a_{1y} \cdot m = mg - N_5 \cos \alpha$

2.4) для шара по Ox: $0 = N_4 - N_5 \sin \alpha \Rightarrow N_4 = N_5 \sin \alpha$

2.5) для клина по Ox: $a_2 \cdot m = N_5 \sin \alpha$

2.6) В момент когда шар отскакивает:



картинка до и после
если a - перемещение (до удара шара) клина.

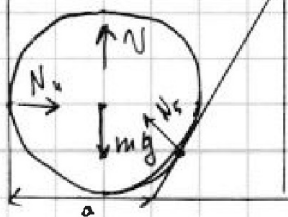
H - перемещение шара до удара
ускорение шара и клина
соответственно

$$2.2) \sqrt{3} = \tan \alpha = \frac{H}{a} = \frac{\frac{a_1 t^2}{2}}{\frac{a_2 t^2}{2}} = \frac{a_1}{a_2} > \text{ускорение шара и клина}$$

Видно, что горизонтальные силы не изменились $\Rightarrow$ тело полетит вверх, так как есть v с ускорением $\vec{v}$ в время t_1

$$2.7) v = g t_1$$

$$2.8) h = \frac{g t_1^2}{2} \text{ (конечная скорость - ноль)}$$





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



СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$2.9) V = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$$

2.10) А также:

$$H = \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad V = a_1 \cdot t_2$$

$$2.11) H = \frac{a_1}{2} \cdot \frac{V^2}{a_1^2} = \frac{V^2}{2a_1}$$

$$2.12) N_5 = \frac{a_2 m}{\sin \alpha} \quad (\text{из 2.5})$$

$$2.13) a_{1m} = mg - \cos \alpha \cdot \frac{a_2 m}{\sin \alpha} = mg - \frac{a_2 m}{\tan \alpha} \quad (\text{из 2.3})$$

$$2.14) a_2 = \frac{a_1}{\sqrt{3}} = \frac{a_1}{\tan \alpha} \quad (\text{из 2.2})$$

$$2.15) a_{1m} = mg - \frac{a_1 m}{\sqrt{3} \tan \alpha} = mg - \frac{a_{1m}}{\tan^2 \alpha}$$

$$a_1 \left(m + \frac{m}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} \right) = mg$$

$$a_{1m} \left(1 + \frac{1}{3} \right) = mg$$

$$\frac{4}{3} a_1 = g$$

$$a_1 = \frac{3g}{4}$$

$$2.16) H = \frac{V^2}{2 \cdot 3g} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot g} = \frac{2 \sqrt{2gh}}{3g} = \frac{2 \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15}}{3 \cdot 10} = \frac{2\sqrt{3}}{3 \cdot 10} = \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 5} = \frac{\sqrt{3}}{15} \text{ м}$$

$$3.1) N_1 = N_4$$

$$3.2) \text{ из 2.4: } N_1 = N_5 \sin \alpha = \frac{a_2 m}{\sin \alpha} \sin \alpha = a_2 \cdot m = \frac{a_1}{\sqrt{3}} \cdot m = \frac{3g}{4\sqrt{3}} \cdot m = \frac{0,4 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{3} \cdot 4}$$

$$= \frac{4 \cdot 10 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 16} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{3} = \sqrt{3} \text{ Н}$$

4.1) ~~н~~ Выразить N_1 через α без подстановки $\tan \alpha = \sqrt{3}$, как это делали ранее)

$$a_{1m} \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha} \right) = mg \Rightarrow a_1 = \frac{g}{1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}}$$



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
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!

$$a_1 = \frac{g \cdot \tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1}$$

$$N_1 = N_5 \sin \alpha = \frac{a_1 m}{\sin \alpha} \sin \alpha = \frac{a_1}{\tan \alpha} \quad m = \frac{g \tan^2 \alpha}{(\tan^2 \alpha + 1) \tan \alpha} \quad m =$$

$$2 \quad \frac{mg \tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} - \frac{mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + 1} = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{\cos \alpha (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)}$$

$$= mg \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2}{2} mg \sin \alpha \cos \alpha = \frac{mg}{2} \sin 2\alpha$$

$$N_1 \text{ max при } \sin 2\alpha \text{ max} = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$N_{\text{max}} = \frac{mg}{2} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{2} = 2 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } 1. \alpha = 60^\circ (\tan \alpha = \sqrt{3}) \quad 2. H = \frac{\sqrt{3}}{15} \text{ м} \quad 3. N_1 = \sqrt{3} H$$

$$4. \alpha = 45^\circ \quad 5. N_{\text{max}} = 2 \text{ Н}$$



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!

1.1) Начальный объем ширта V_0 , из графика видно, что при $t = 0^\circ\text{C}$ $V = V_0$.

1.2) Тогда: $V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0,04 \text{ г}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = \frac{4}{80} = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ см}^3$

1.3) Так как $V(\Delta T)$ линейная, она имеет вид:

$$V(\Delta T) = V_0(1 + \alpha \Delta T)$$

При $t_{100} = 100^\circ\text{C}$:

$$1,2 V_0 = V_0(1 + \alpha(t_{100} - t_0))$$

$$V(\Delta T) = V_0 + \alpha \Delta T$$

1.4) При $t_{100} = 100^\circ\text{C}$

$$1,2 V_0 = V_0 + \alpha(t_{100} - t_0)$$

$$\alpha = \frac{0,2 V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{0,2 \cdot 0,05 \text{ см}^3}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} = \frac{0,01}{100} = 10^{-4} \frac{\text{см}^3}{^\circ\text{C}}$$

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

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

1.5) Тогда зависимость $V(t)$

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

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

2.1) При $t_1 = 50^\circ\text{C}$

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

2.2) При $t_2 = 40^\circ\text{C}$

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

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

$$\Delta V = \frac{0,04 \text{ г}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{(1,12 - 1)}{(100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})} \cdot (50^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = \frac{5}{100} \cdot \frac{12}{100 \cdot 100} \cdot 10 = \frac{60}{100000} = \frac{6}{10000}$$

$$= 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \text{ мм}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

При t_{100} $\frac{\Delta V_1}{S} = L$



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!

$$\Delta V_1 = \frac{m(\beta-1)(t_{100}-t_0)}{\rho(t_{100}-t_0)} = \frac{(\beta-1)m}{\rho} = \frac{0,045 \cdot 0,12}{6,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}$$

$$S = \frac{\Delta V_1}{L} = \frac{0,045 \cdot 0,12}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 10 \text{ см}} = \frac{5 \cdot 12}{100 \cdot 100 \cdot 10} = \frac{60}{100000} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

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

2. $\Delta V = \frac{m(\beta-1)(t_1-t_2)}{\rho \cdot (t_{100}-t_0)} = 0,6 \text{ мм}^3$ 3. $S = 0,06 \text{ мм}^2$

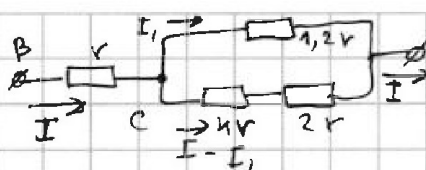


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1) R_{\text{экв}A} = \frac{1,2r + 6r}{1,2r \cdot 6r} = \frac{7,2r}{7,2r} = r$$

$$1.2) R_{\text{экв}B} = r + R_{\text{экв}A} = 2r = 2 \cdot 5 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$$

$$2.1) P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (P_1; P_2; P_3; P_4 \text{ - мощности, рассеиваемые на каждом резисторе})$$

$$2.2) \varphi_C - \varphi_A = I_1 \cdot 1,2r = (I - I_1) \cdot 6r$$

$$1,2 I_1 = 6I - 6I_1$$

$$6I = 7,2 I_1$$

$$I_1 = \frac{6}{7,2} I = \frac{60}{72} I = \frac{10}{12} I = \frac{5}{6} I$$

$$2.3) P = I^2 r + \left(\frac{5}{6} I\right)^2 \cdot 1,2r + \left(I - \frac{5}{6} I\right)^2 \cdot 6r = I^2 \left(r + \frac{35}{36} \cdot 1,2r + \frac{1}{36} \cdot 6r\right) =$$

$$= I^2 \left(1 + \frac{35 \cdot 1,2}{36} + \frac{1}{6}\right) r = I^2 r \left(1 + \frac{5}{6} + \frac{1}{6}\right) = 2 I^2 r = 2 \cdot (4 \text{ А})^2 \cdot 5 \text{ Ом} =$$

$$= 160 \text{ Вт}$$

$$3.1) \text{ На первом: } P_1 = 1,2r \cdot \left(\frac{5}{6} I\right)^2 = \frac{5}{6} I^2 r = \frac{15}{18} I^2 r$$

$$\text{На втором: } P_2 = 2r \cdot \left(\frac{1}{6} I\right)^2 = \frac{2}{36} I^2 r = \frac{1}{18} I^2 r$$

$$\text{На третьем: } P_3 = 4r \cdot \left(\frac{1}{6} I\right)^2 = \frac{4}{36} I^2 r = \frac{1}{9} I^2 r = \frac{2}{18} I^2 r$$

$$\text{На четвертом: } P_4 = I^2 \cdot r$$

После сравнения и получения, что на третьем резисторе

$$\text{рассеивается наименьшая мощность } P_{\min} = \frac{1}{18} I^2 r = \frac{1}{18} \cdot 16 \text{ А}^2 \cdot 5 \text{ Ом} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 1. R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом} \quad 2. P = 160 \text{ Вт} \quad 3. P_{\min} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$



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
___ 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!

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024 \\ 100 \cdot 10 \cdot 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 729 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 34 \\ 1156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 33 \\ 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,6 \\ 1,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 34 \\ 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 33 \\ 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 34 \\ 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 33 \\ 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 1024 \end{array}$$

$$a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$$

$$\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$400 - 225 = 175$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$v_1 = v_2 = v$$