



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

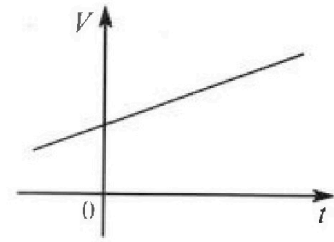


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками $t_0 = 0^\circ\text{C}$ и $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ равно $L=100$ мм. В термометре находится $m=0,04$ г спирта.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V спирта от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем спирта в $\beta = 1,12$ раза больше объема спирта при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность спирта при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 0,8$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ спирта от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.



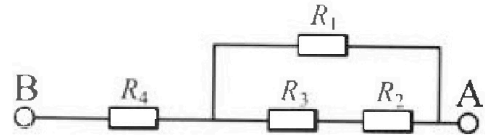
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$, здесь $r = 5$ Ом.

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{ЭКВ}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4$ А.

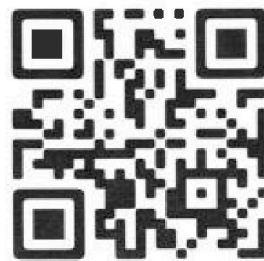


2. Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

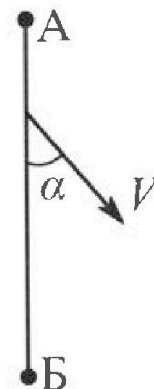


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.

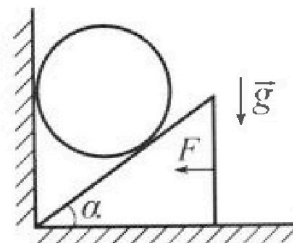


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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.



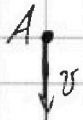
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

I



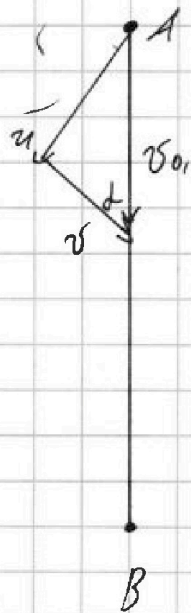
$$S_{A \rightarrow B \rightarrow A} = 2S; \quad v = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{2S}{T_0} = \frac{400 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

S

II. Для того, чтобы самолет летел по AB, его v_0 должна быть сонаправлена с AB.

$$\vec{v}_0 = \vec{u} + \vec{v}$$



$$T_1 = \frac{S}{v_0}$$

$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$

$$u^2 = v^2 + v_0^2 - 2vv_0 \cos \alpha$$

$$v_0^2 - 2v \cos \alpha \cdot v_0 + v^2 - u^2 = 0$$

$$D_1 = v^2 \cos^2 \alpha + u^2 - v^2 = u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)$$

$$v_0 = v \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)}$$

$$v_{01} = 15 \cdot 0,6 + \sqrt{400 - 225 \cdot 0,64}$$

$$v_{02} = 15 \cdot 0,6 - \sqrt{400 - 225 \cdot 0,64}$$

$v_{01} = 9 + 12 = 21 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $v_{02} < 0 \Rightarrow \text{не существует}$

$$\begin{array}{r} \times 225 \\ 900 \\ 1350 \\ \hline 19400 \end{array}$$

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

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



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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$\Rightarrow \begin{cases} v_{01} = 9 + \sqrt{256} \\ v_{01} = 9 - \sqrt{256} \end{cases} \Rightarrow v_{01} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$< 0 \Rightarrow$ нест. корень

v_{01} - абс. см.
направление $A \rightarrow B$
 v_{02} - абс. см.
направление $B \rightarrow A$

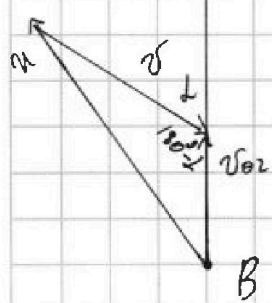
$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_0} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

$$\frac{2000}{200} \quad \frac{25}{80}$$

$$t = \frac{t_1 + t_2}{S} + \frac{S}{v_{02}} \quad (\text{время наезда})$$

обратный путь:



$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$

$$u^2 = v^2 + v_{02}^2 + 2vv_{02}\cos \alpha$$

$$v_{02}^2 + 2v \cdot \cos \alpha \cdot v_{02} + v^2 - u^2 = 0$$

$$D_1 = v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2 =$$

$$= u^2 + v^2(\cos^2 \alpha - 1) = u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)$$

$$v_{02} = -v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)}$$

$$v_{02} = -v \cos \alpha - \sqrt{\dots} \quad < 0 \Rightarrow \text{нест. корень}$$

$$t = \frac{S}{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)}} + \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)} - v \cos \alpha}$$

Неравенство Коши:

$$t \geq 2 \sqrt{\frac{S^2}{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)} - v^2 \cos^2 \alpha}$$

$t \rightarrow \text{min} \Rightarrow$ равенство

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 7

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!

$$T_{\min} = 2 \sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)} - v \cos \alpha = 2 \sqrt{u^2 - v^2}$$

$$T_{\min} = 2 \sqrt{\frac{(2000)^2 \text{ м}^2}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} = 2 \sqrt{\frac{2^3 \cdot 10^6 \text{ м}^2}{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}$$

$$= 2 \cdot 2 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{1}{175}} \text{ с} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{25 \cdot 7}} \text{ с}$$

$$= \frac{4 \cdot 10^3}{5 \cdot \sqrt{7}} \text{ с} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{8 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

В неравенстве Коши равенство достигается, когда 2 слагаемых равны:

$$(\sqrt{a} + \sqrt{b})^2 \geq 0$$

$$a + b \geq 2\sqrt{ab}$$

Удобно считать, \Rightarrow преобразуем 2 слагаемых в формуле ϵ

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

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

$$2 \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

Ответ: $u = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_1 = 800 \text{ с}$; $\alpha_{\text{оп}} = 90^\circ$;

$$T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{25}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$



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 7

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 предыдущих 2-х страницах, я
е помню векторы \vec{a} и \vec{b} и
геометрические величины, найденные
скорости самолёта v_1 и v_2 для
путей $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$ соответственно.

Далее я записал формулу
полного времени полёта:

$t = \frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2}$. Записав неравен-
ство Коши и найдя T_{\min} . Тогда,
зная, что равенство достигается
при равенстве массам,
находим при каком $t \rightarrow \min$.

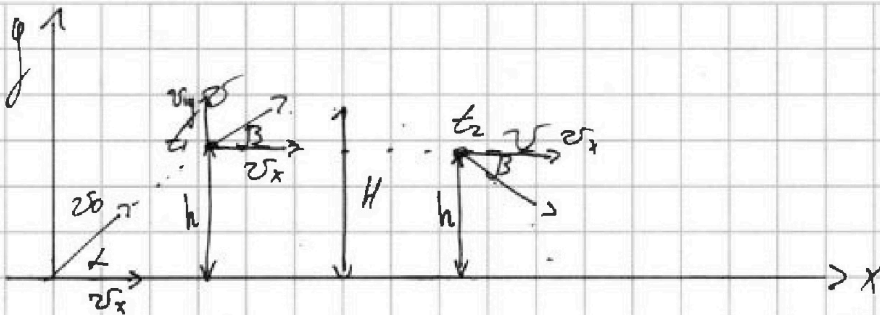


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

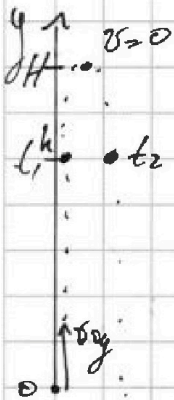


т.к. скорости одинаковы $\Rightarrow \exists C \Rightarrow$

\Rightarrow на одной высоте. Введем все

обратимое время броска, β - угол вектора \vec{v} с горизонталью.

Рассмотрим движение по вертикали:



$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{g}$$

$$t^2 - \frac{2v_{0y}}{g}t + \frac{2h}{g} = 0$$

Теорема Виета:

$$t_1 + t_2 = \frac{2v_{0y}}{g} \Rightarrow \boxed{v_{0y} = \frac{t_1 + t_2}{2} g} =$$

$$= \frac{2t}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 5 \text{ м}$$

~~.....~~

$$v_{iy} = v_{0y} - gt_1 \quad \} \Rightarrow$$

$$\tan \beta = \frac{v_{iy}}{v_x} \Rightarrow v_x = v_{iy}$$



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!

$$\Rightarrow v_x = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} t = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad T^2 - \text{время всего полёта}$$

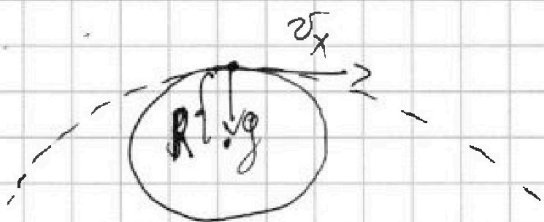
$$L = v_x \cdot T^2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{с} = 10 \text{м}$$

$$0 = v_{0y} T^2 - \frac{g T^2}{2} \Rightarrow T^2 = \frac{2 v_{0y}}{g} = \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2 \text{с}$$

3. Вследствие обратимости:

$$T = \frac{T^2}{2} = 1 \text{с} \quad (\text{время полёта до вершины})$$

3.



$$a_n = g = \frac{v_x^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v_x^2}{g}$$

$$= \frac{25 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2,5 \text{м}$$

$$R = 2,5 \text{м}$$

Ответ: 1) $T = 1 \text{с}$; 2) $L = 10 \text{м}$; 3) $R = 2,5 \text{м}$

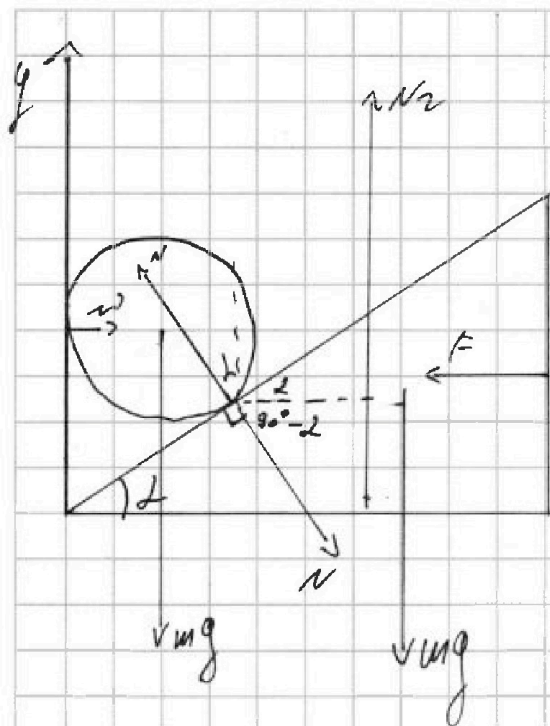
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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. 2 3 Н для колеса на x:

$$N \sin \alpha = F$$

2 3 Н для шара на y:

$$\begin{cases} mg = N \cos \alpha \\ N F = N \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

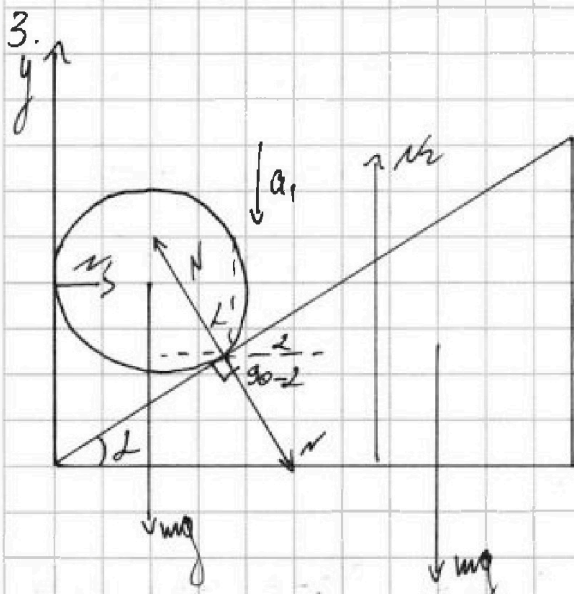
$$\frac{F}{mg} = \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan \frac{F}{mg}$$

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

~~2 3 Н для шара на x:~~

~~2 3 Н для шара на y:~~



2 3 Н на x и y для колеса и шара:

$$N \sin \alpha = m a_2 \quad (1)$$

$$mg - N \cos \alpha = m a_1 \quad (2)$$

$\rightarrow a_2$

Для того, чтобы найти неизвестные для ускорений, возьмем здесь методом наименьших изменений:

2 3 Н для шара на x:

$$N_1 = N \sin \alpha \quad (4)$$

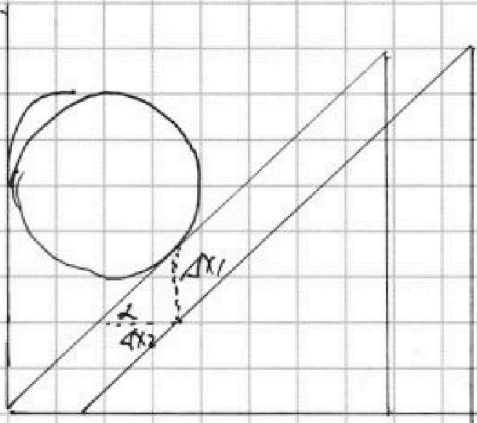


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1 \times 1}{4 \times 2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha_2$$

$$a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \quad (3)$$

Решим систему

$$\begin{cases} N \sin \alpha = m a_2 \\ m g - N \cos \alpha = m a_1 \\ a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \\ v_1 = v \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha = m a_2 \\ m g - N \cos \alpha = m \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$v_1 = m g \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$\Leftrightarrow \frac{m g - N \cos \alpha}{N \sin \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{m g}{N \sin \alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{m g}{N \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} =$$

$$N = m g \cos \alpha$$

4. Чтобы найти максимум, возведем выражение в квадрат и приравняем к нулю:

$$(\sin \alpha \cdot \cos \alpha)^2 = 0$$

$$\sin \alpha \cdot (-\sin \alpha) + \cos^2 \alpha = 0$$

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

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

$$\operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$5. v_{\max} = 0,4 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 2 \text{ м/с}$$

~~Ответ: 1) $\alpha = \arctg \sqrt{3} = 60^\circ$; 2) $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$; 3) $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$~~

~~4) $\alpha = 45^\circ$; 5) $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$~~

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.



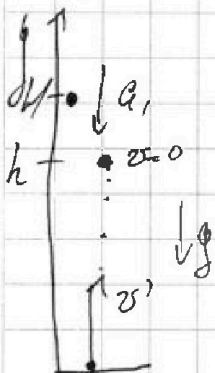
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 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!

Задача 2.

Тригонометрические без вращений:



$$\begin{cases} H = \frac{g h}{2a_1} \\ h = \frac{2h}{2g} \end{cases} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{g}{a_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{g}{a_1} \cdot h$$

Из тригонометрии найдем a_1 :

$$\begin{cases} mg \cos \alpha \sin \alpha = m \frac{a_1}{\cos \alpha} \Rightarrow a_1 = \frac{mg \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = g \cdot \sin^2 \alpha \\ mg - mg \cos^2 \alpha = m a_1 \end{cases}$$

$$H = \frac{g}{g \cdot \sin^2 \alpha} \cdot h = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{4h}{3}$$

3. (найдем ранее)

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ \text{при } \alpha &= 60^\circ: \end{aligned} \right\} N_1 = 4H \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} H$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $H = \frac{4}{3} h$; $N_1 = mg \cos \alpha \sin \alpha = \sqrt{3} H$

$\alpha_{кр} = 45^\circ$; $N_{max} = 2H$



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!

$$1. V(t) = v_0 + \kappa t$$

$$\kappa = \frac{v_{100} - v_0}{t_{100} - t_0} = \frac{v_0 (\beta - 1)}{t_{100} - t_0}$$

$$V(t) = v_0 + v_0 \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t = v_0 \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t \right) =$$

$$v_0 = \frac{m}{\rho}$$

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

$$2. \Delta V = V(t_{50}) - V(t_0) = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_{50} - 1 - \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_0 \right) =$$

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

$$\Delta V = \frac{0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{0,12}{10 \text{ нс}} \cdot 10 \text{ нс} =$$

$$= \frac{0,04}{0,8} \text{ см}^3 \cdot 0,012 = \frac{1}{20} \text{ см}^3 \cdot 0,012 =$$

$$= \left(\frac{10}{20} \cdot 1,2 \right) \text{ см}^3 = 0,6 \text{ см}^3$$

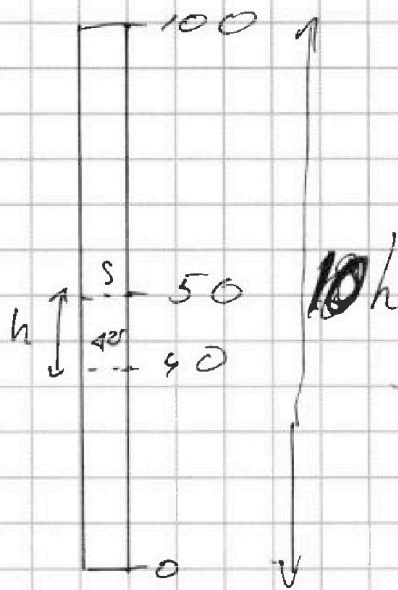


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



h - высота одного
поперечного сечения в 100°C

$$10h = l$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= h \cdot S \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{h} = \\ &= \frac{10 \cdot \Delta V}{l} = \frac{10 \cdot 0,6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм}} = \\ &= 0,06 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

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

$$2) \Delta V = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_{50} - t_{10}) = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$3) S = 0,06 \text{ мм}^2$$

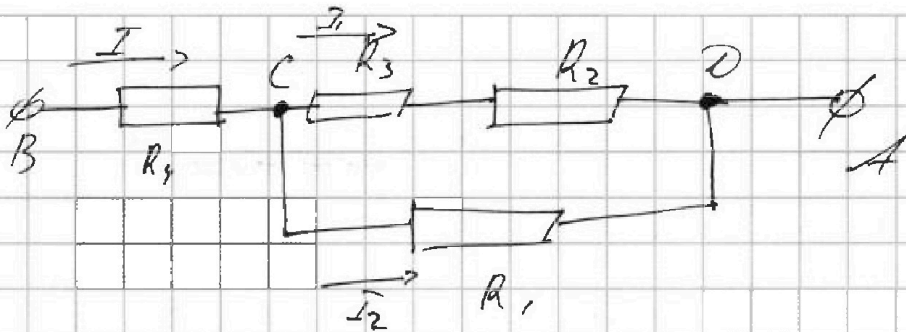


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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.

$$R_{CD} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_{AB} = R_4 + R_{CD} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = R_{экв} =$$

$$= r + \frac{12k(2r + 4r)}{(12 + 2 + 4)k} = r \left(1 + \frac{12 \cdot 6}{7,2} \right) = 2r = 10 \text{ Ом}$$

2. Мощность на всей цепи:

$$\left. \begin{aligned} P &= UI \\ U &= IR \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = I^2 R_{экв} = 16 \text{ A}^2 \cdot 10 \text{ Ом} =$$

$$= 160 \text{ Вт}$$

3. Найдём токи I_1 и I_2 .

$$\left\{ \begin{aligned} U_{CD} &= I_1(R_3 + R_2) = I_2 \cdot R_1 \\ I &= I_1 + I_2 \quad (\text{1-ое ур. Кирхгофа}) \end{aligned} \right. \Rightarrow I_2 = I - I_1$$

$$I_1(R_3 + R_2) = (I - I_1)R_1$$

$$\frac{R_3 + R_2}{R_1} = \frac{I}{I_1} - 1 \Rightarrow \frac{I}{I_1} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$I_1 = 4 \text{ A} \cdot \frac{12k}{12k + 2k + 4k} = 4 \text{ A} \cdot \frac{1,2}{7,2} = \frac{2}{3} \text{ A}$$



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!

$$I_2 = I - I_1 = 4 \text{ A} - \frac{2}{3} \text{ A} = 3\frac{1}{3} \text{ A} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

Поскольку мощность на каждом резисторе, и ~~на каждом резисторе~~ найдем ~~мощность~~.

$$P_4 = I^2 \cdot R_4 = 16 \text{ A}^2 \cdot 5 \text{ Ом} = \overset{80}{\cancel{160}} \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_2^2 \cdot R_1 = \frac{100}{9} \text{ A}^2 \cdot 1,2 \cdot 5 \text{ Ом} = \frac{600}{9} \text{ Вт} =$$

$$P_2 = I_1^2 \cdot R_2 = \frac{4}{9} \text{ A}^2 \cdot \overset{11}{6} \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{40}{3} \text{ Вт} = \overset{200}{3} \text{ Вт} = \overset{66,6}{\cancel{200}} \text{ Вт} = 4\frac{4}{3} \text{ Вт}$$

$$\begin{matrix} R_3 > R_2 \\ I_3 = I_2 \end{matrix} \Rightarrow P_2 < P_3$$

$$P_{\text{мин}} = P_2 = 4\frac{4}{3} \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_2 = 10 \text{ Ом}$; 2) $P = 160 \text{ Вт}$;

3) На входе; $P_2 = P_{\text{мин}} = \frac{40}{3} \text{ Вт} \approx 13,3 \text{ Вт}$



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
<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!

