



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

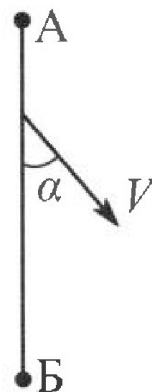


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.

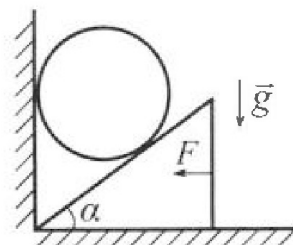


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

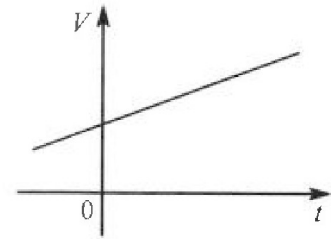
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



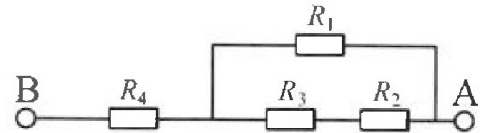
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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 12

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.

$$T_0 = 2000 \text{ c}$$

$$S = 2 \text{ км}$$

$$1) u = ?$$



$$1) T_0 = \frac{S}{u} + \frac{S}{u} = \frac{2S}{u}$$

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

$$v = 15 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$2) T_1 = ?$$

$$3) u_1 = ?$$

$$4) T_{\min}$$



2) Теорема син:

$$\frac{u_1}{\sin \alpha} = \frac{u}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{u}{u_1} \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{25}{20} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$v_{\text{век}} = u \cos \beta + v \cos \alpha$$

$$v_{\text{век}} = \frac{S}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_{\text{век}}} = \frac{S}{u \cos \beta + v \cos \alpha} = \frac{2000}{20 \cdot \frac{4}{5} + 15 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2000}{16 + 9} =$$

$$= \frac{2000}{25} = 80 \text{ c}$$



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 ☐

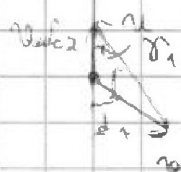
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

3)



9



Теорема син:

$$\frac{u}{\sin \beta_1} = \frac{v}{\sin \beta_2} \Rightarrow \sin \beta_2 = \frac{v}{u} \sin \beta_1$$

$$v_{\text{path1}} = v \cos \beta_1 + u \cos \beta_2$$

Теорема син:

$$\frac{u}{\sin(135^\circ - \beta_1)} = \frac{v}{\sin \beta_1} = \frac{u}{\sin \beta_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta_1 = \sin \beta_2 = \frac{v}{u} \sin \beta_1$$

$$v_{\text{path2}} = u \cos \beta_1 - v \cos \beta_2$$

$$T_{\min} = \frac{S}{v_{\text{path1}}} + \frac{S}{v_{\text{path2}}} = \frac{S}{v \cos \beta_1 + u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2}} + \frac{S}{u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2} - v \cos \beta_1}$$

$$\frac{T_{\min}}{S} = \frac{u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2} - v \cos \beta_1 + v \cos \beta_1 + u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2}}{u^2 \left(1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2\right) - v^2 (1 - \sin^2 \beta_1)}$$

$$\frac{T_{\min}}{S} = \frac{2u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2}}{u^2 - v^2 \sin^2 \beta_1 - v^2 + v^2 \sin^2 \beta_1} = \frac{2u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \beta_1\right)^2}}{u^2 - v^2}$$

$$\frac{T_{\min}}{S} = \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \beta_1}}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\min} = \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \beta_1}}{u^2 - v^2} \Rightarrow T_{\min} \text{ выполняется}$$



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 12

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!

$$\text{при } \sin^2 \alpha_1 = \max \Rightarrow \sin^2 \alpha_1 = 1 \Rightarrow \sin \alpha_1 = \pm 1$$

4) Значит, $T_{\min}$ при $\alpha_1 = 90^\circ \Rightarrow$
(либо 270° , что аналогично)

~~$$\Rightarrow T_{\min} = \frac{25 \sqrt{n^2 - v^2}}{n^2 v^2} = \frac{25}{\sqrt{n^2 - v^2}} = \frac{2 \cdot 2000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 1000}{15 \sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ c}$$

Ответ: 1. $v = 20 \text{ м/с}$
2. $T_1 = 800 \text{ c}$
3. $\alpha_1 = 90^\circ$
4. $T_{\min} =$~~

$$\Rightarrow T_{\min} = \frac{25 \sqrt{n^2 - v^2}}{n^2 v^2} = \frac{25}{\sqrt{n^2 - v^2}} = \frac{2 \cdot 2000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 1000}{15 \sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ c}$$

Ответ: 1. $v = 20 \text{ м/с} = \frac{25}{T_0}$

2. $T_1 = 800 \text{ c} = n \sqrt{1 - \left(\frac{v}{n \cdot v_0}\right)^2} \cdot T_0$

3. $\alpha_1 = 90^\circ$

4. $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ c} = \frac{25}{\sqrt{n^2 - v^2}}$



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 12

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!

№2.

$$t_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ c}$$

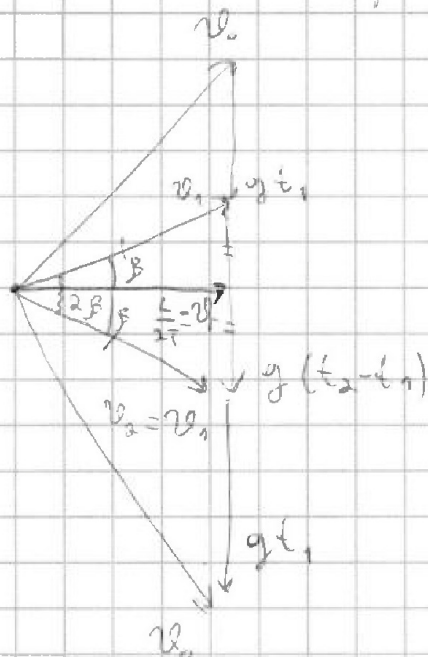
$$2\beta = 90^\circ$$

1) T - ?

2) L - ?

3) v - ?

1) Нарисуем векторный треугольник:



из прямоугольного треугольника:

$$2gt = gt_1 + g(t_2 - t_1) \cos 2\beta$$

$$2T = t_1 + t_2$$

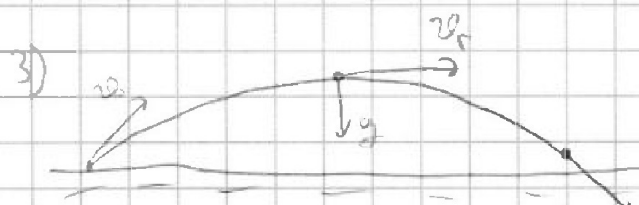
$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ c}$$

$$v = \frac{L}{2T}$$

$$2) \tan \beta = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \frac{L}{2T}} = \frac{gT(t_2 - t_1)}{L}$$

$$L = \frac{gT(t_2 - t_1)}{\tan \beta} = g \frac{t_1 + t_2}{2} \frac{(t_2 - t_1)}{\tan \beta} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2 \tan^2 \beta}$$

$$L = \frac{10 \cdot (1,5^2 - 0,5^2)}{2 \cdot \tan^2 45^\circ} = 10 \text{ м}$$



В верхней точке $a_n = g$; $v^c = v_r = \frac{L}{2T}$



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 12

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!

$$a_n = \frac{v_n^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_n^2}{a_n} = \frac{L^2}{4\pi^2 g} = \frac{10^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

Ответ: 1. $T = 10 = \frac{t_1 + t_2}{2}$

2. $L = 10 \text{ м} = \frac{g T (t_2 - t_1)}{2 + g}$

3. $R = 5 \text{ м} = \frac{L}{4\pi^2 g}$

4. 10 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

6 из 12

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!

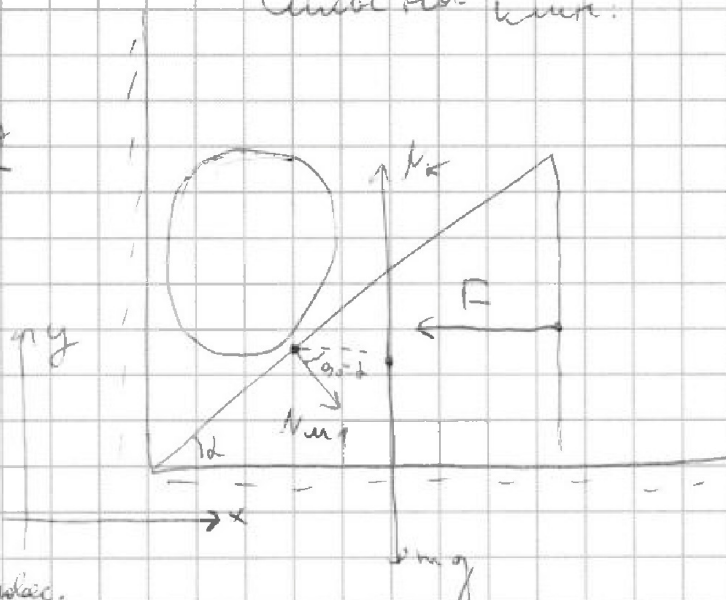
№ 3

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$F = \sqrt{3} mg$$

1. 2 - ?

Силы на шарик:

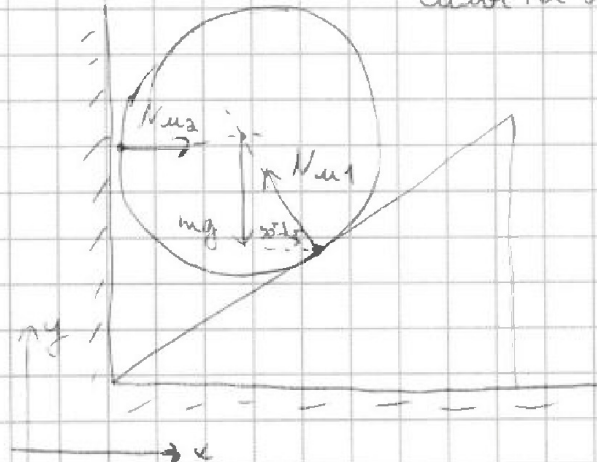


Угол наклона:

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

$$\text{по ось } x: F = N_1 \cos(90^\circ - \alpha) = N_1 \sin \alpha$$

Силы на шарик:



Угол наклона:

~~Угол наклона:~~

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

$$\text{по ось } y: N_1 \sin \alpha = mg$$

$$mg = N_1 \sin(90^\circ - \alpha) = N_1 \cos \alpha$$

$$\frac{F}{mg} = \tan \alpha \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{\sqrt{3} mg}{mg}\right) \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$



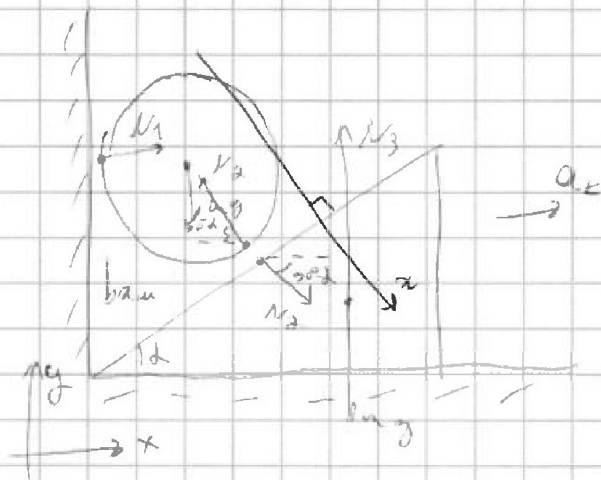
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 ИЗ 12

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!

2) Вывести формулы для системы уравнений при движении:



II ЗН для шарика:

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

$$\text{по осей } y: -mg + N_2 \cos \alpha = -ma_y$$

$$\cancel{N_2 \cos \alpha} = mg - ma_y$$

$$a_{\text{ш}} = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m}$$

III ЗН для клина:

$$\vec{N}_3 + m\vec{g} + \vec{N}_2 = m\vec{a}_k$$

$$\text{по осей } x: ma_k = N_2 \sin \alpha$$

$$a_k = \frac{N_2 \sin \alpha}{m}$$

III. К. для шарика

нет отрыва, т.е.

до момента столкнове-

ния с поверхностью;

$$a_{kz} = a_{\text{ш}z} \Rightarrow a_k \sin \alpha = a_{\text{ш}} \cos \alpha$$

$$\frac{N_2 \sin^2 \alpha}{m} = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m} \cos \alpha$$

$$N_2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = mg \cos \alpha \Rightarrow N_2 = mg \cos \alpha$$

$$a_{\text{ш}} = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m} = g - g \cos^2 \alpha = g \sin^2 \alpha$$



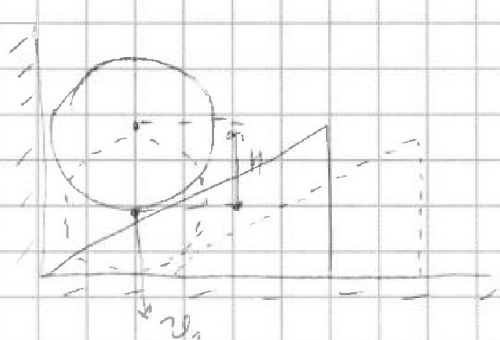
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 ИЗ 12

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!



$$H = \frac{v_1^2}{2am}$$

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{g}{am}$$

$$h = h \frac{g}{am} = h \frac{g}{g \sin^2 \alpha} = \frac{h}{\sin^2 \alpha}$$

$$h = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{0,15}{\sin^2 60^\circ} = \frac{0,15}{\frac{3}{4}} = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ м}$$

Из закона сохранения энергии: $N_1 = N_2 \sin \alpha$

$$3) N_1 = mg \cos \alpha \sin \alpha = 0,4 \cdot 10 \cdot \cos 60^\circ \cdot \sin 60^\circ$$

$$N_1 = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$4) N_1 = mg \cos \alpha \sin \alpha = \frac{mg \sin 2\alpha}{2} \Rightarrow N_1 = \text{max при}$$

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

$$5) N_{\text{max}} = \frac{mg}{2} = \frac{0,4 \cdot 10}{2} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 1. $\alpha = 60^\circ = \arctg(\frac{F}{mg})$

$$2. H = 0,2 \text{ м} = \frac{h}{\sin^2 \alpha}$$

$$3. N_1 = \sqrt{3} \text{ Н} = mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$4. \alpha_{\text{max}} = 45^\circ$$

$$5. N_{\text{max}} = 2 \text{ Н} = \frac{mg}{2}$$

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
9 ИЗ 12

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) 4.
 $L = 100 \text{ мГ}$
 $t_{100} = 100 \text{ мс}$
 $m = 0,04 \text{ г}$
 $\beta = 1,12$
 $\rho = 0,8 \text{ см}^3$
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$

1) $v(t)$?
 2) $t_1 = 50^\circ \text{C}, t_2 = 100^\circ \text{C}$
 $|\Delta v|$?
 3) S ?

1) $V(t_0) = V_0$

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

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

$V_0 = \frac{m}{\rho}$

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

$V(t) = V_0(1 + \alpha(t - t_0)) = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0) \right)$

2) В условии нам дан заряд $t_0 = 0^\circ \text{C}$, поэтому:

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

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

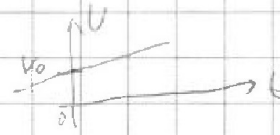
$|\Delta V| = \left| \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot t_{100}} (t_1 - t_2) \right| = \left| \frac{0,04(1,12 - 1)}{100 \cdot 0,8} \cdot 10 \right|$

$|\Delta V| = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 12}{10 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = \frac{48 \cdot 10^{-5}}{0,8} = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$

Находим $\Delta V_0 = V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m}{\rho} (\beta - 1)$

$\Delta V_0 = LS \Rightarrow S = \frac{\Delta V_0}{L} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} \text{ см}^2$

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





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
10 ИЗ 12

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!

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

2. $|\Delta v| = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot 100} (t_1 - t_2) = 0,06 \text{ мм}^3$

3. $S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = 0,06 \text{ мм}^2$



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
11 ИЗ 12

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!

Р 5.

$$R_1 = 12 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 1 \Omega$$

$$R_4 = 1 \Omega$$

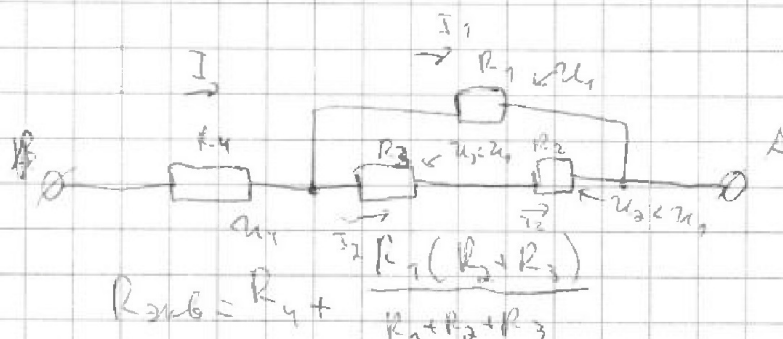
$$I = 5 \text{ A}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

$$1) R_{\text{экв}} = ?$$

$$2) P = ?$$

$$3) P_{\text{мин}} = ?$$



$$1) R_{\text{экв}} = 1 + \frac{12 \cdot 5}{12 + 2 + 1} = 1 + 1 = 2 \Omega = 20 \Omega$$

$$2) P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 \cdot 10 = 160 \text{ Вт}$$

$$3) U_1 - \text{напр. на } R_1$$

$$U_2 - \text{напр. на } R_2$$

$$U_3 - \text{напр. на } R_3$$

$$P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{U_3^2}{1 \Omega}$$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{U_2^2}{2 \Omega}$$

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{U_1^2}{12 \Omega}$$

$$\begin{array}{l} U_3 < U_1 \\ U_2 < U_1 \\ R_3 > R_2 \\ R_2 > R_1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} P_1 > P_2 \\ P_1 > P_3 \end{array}$$

Значит, оставив сравним P_1 и P_4 ; P_2 и P_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
12 ИЗ 12

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!

$$U_{AB} = I R_{\text{экв}} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ В}$$

~~$$U_{AB} = U_{AB} - U_2 = I R_{\text{экв}} - I R_4 = I (R_{\text{экв}} - R_4)$$~~

$$U_1 = U_{AB} - U_2 = I R_{\text{экв}} - I R_4 = I (R_{\text{экв}} - R_4)$$

$$U_1 = I (21 - 1) = I \cdot 20 = 4 \cdot 5 = 20 \text{ В}$$

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{20^2}{12.5} = \frac{20 \cdot 20^{10}}{6.25} = \frac{200}{3} \text{ Вт} \quad \Rightarrow$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 4^2 \cdot 5 = 80 \text{ Вт} = \frac{240}{3} \text{ Вт}$$

$$\Rightarrow P_4 > P_1 \Rightarrow \text{min среди } P_2 \text{ и } P_3$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 R_1 = I_2 (R_2 + R_3) \Rightarrow I_1 = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} I$$

$$I_2 = \frac{I R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\Rightarrow P_2 = I_2^2 R_2 \Rightarrow P_3 > P_2 \Rightarrow P_2 = \text{min}$$

$$P_3 = I_2^2 R_3 \quad (R_3 > R_2)$$

~~$$P_3 = \frac{I^2 R_1^2 R_3}{(R_1 + R_2 + R_3)^2} = \frac{16 \cdot 12^2}{6^2} \cdot 4 = \frac{16 \cdot 4 \cdot 1}{6^2}$$~~

~~$$P_3 = \frac{16 \cdot 4}{6^2} = \frac{16 \cdot 4}{36} = \frac{16}{9} \text{ Вт}$$~~

$$P_{\text{min}} = P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{I^2 R_1^2}{(R_1 + R_2 + R_3)^2} R_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 1. R_{\text{экв}} = R_1 + \frac{R_2 (R_2 + R_3)}{R_2 + R_3 + R_1} = 21 = 10 \Omega$$

$$2. P = I^2 R_{\text{экв}} = 160 \text{ Вт} \quad 3. P_{\text{min}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$



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!

$$\frac{2 \cdot 26 \cdot 2000}{15(35)} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 2000}{35} = \frac{16 \cdot 1000}{15 \cdot 7} = \frac{16 \cdot 200}{15 \cdot 7}$$

$$5 \cdot 35 = 5^2 \cdot 7$$

$$\tan 45^\circ = \frac{\sin 45^\circ}{\cos 45^\circ} = 1$$

$$\beta \frac{h}{\beta} = \frac{h}{\beta} + 2 t_{100}$$

$$2 = \frac{h}{\beta} (1 + \beta)$$

$$2 \cdot 1$$

$$V(0) = V_0 \pm t_1$$

$$V(t) = \frac{m}{\beta} + \frac{m}{\beta} (1 + \beta)$$

$$V(t_{100}) = \beta V_0 = V_0 (1 + \beta t_{100})$$

$$V(t) = V_0 (1 + \beta t)$$

$$V(t) = \frac{h}{\beta} + \frac{h}{\beta} (1 + \beta) \frac{t}{t_{100}}$$

$$\frac{u^2}{2} = u$$

$$\tan 60^\circ = \frac{2h}{2} \Rightarrow 2 = 2h$$

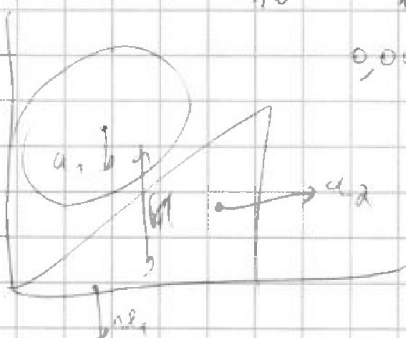
$$\beta = \frac{m}{V} \Rightarrow V_0 = \frac{m}{\beta}$$

$$\frac{m}{\beta} (1 + \beta) \frac{t}{t_{100}}$$

$$\frac{0,04 \cdot 0,12}{10} = \frac{4 \cdot 12}{100000} = \frac{48}{10^5}$$

$$\beta \frac{h}{\beta} \Rightarrow \beta = \frac{h}{V}$$

$$\frac{h}{\beta} d = \frac{\beta - 1}{t_{100}}$$



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

$$V(t_{100}) = \beta V_0$$

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

$$\frac{m}{\beta} (\beta - 1)$$

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow v_1 = a_1 t_1$$

$$h = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_1}{2} \cdot \frac{v_1^2}{a_1^2} = \frac{v_1^2}{2 a_1} \Rightarrow v_1^2 = 2 a_1 h$$

$$h = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{2 a_1 h}{2g} = \frac{a_1}{g} h \Rightarrow h = \frac{g}{a_1} h$$



$$V(t) = V_0 + 2 t$$

$$V(t) = V_0 (1 + \beta t)$$

$$\text{when } V(t_{100}) = V_0 (1 + \beta t_{100})$$

$$16,5$$

$$4,2 \cdot 10^{-1}$$

$$60 + 30 = 90 \text{ Bm}$$



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!

$$I = I_1 + \frac{I_1 R_1}{R_2 + R_3} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{1 + \frac{R_1}{R_2 + R_3}} = \frac{I(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\frac{I - I_2}{I_2(R_2 + R_3)} = \frac{1}{R_1} \quad 4 \cdot 1000 = \frac{4 \cdot 1000}{5\sqrt{3}} = \frac{800}{\sqrt{3}}$$

$$R_2 = I_2^2 R_2 = \frac{7}{9} \cdot 25 = \frac{40}{9}$$

$$I_2(R_2 + R_3) = R_1 I - R_1 I_2$$

$$\frac{16 \cdot (7,22)^2}{(7,22)^2} = 21$$

$$I_2(R_1 + R_2 + R_3) = I R_1$$

$$\frac{1}{6} I_2 = \frac{I R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{4 \cdot 7,22}{7,22} = \frac{2}{3} A$$

$$\frac{76}{36} \cdot 2,5 = \frac{40}{9}$$

$$4^2 \left(\frac{12}{7,22} \right)^2 \cdot 2 - \left(\frac{7}{9} \right)^2 \cdot 2 = \frac{7}{9} \cdot 2 = \frac{8}{9} \text{ km}$$

$$\frac{1}{v_{\text{ср}} \cos \beta_1} + \frac{1}{v_{\text{ср}} \cos \beta_2} = \frac{v_{\text{ср}} \cos \beta_1 + v_{\text{ср}} \cos \beta_2}{v_{\text{ср}} \cos \beta_1 + v_{\text{ср}} \cos \beta_2} = \frac{v_{\text{ср}} \cos \beta_1 + v_{\text{ср}} \cos \beta_2}{v_{\text{ср}} \cos \beta_1 + v_{\text{ср}} \cos \beta_2}$$

$$\frac{12 \cdot 10^{-5}}{0,8} = \frac{48 \cdot 10^{-4}}{8} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 = 6 \cdot 10^{-7} = 0,6 \mu\text{m}^3$$

$$\frac{4 \cdot 1283}{2 \cdot 10^5} \cdot 10^{-3} = 0,6 \cdot 10^{-3} = 0,6$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 R_1 = I_2(R_2 + R_3)$$



$$\frac{40}{3} = \frac{436,7}{9} \cdot 0,04 \cdot 0,12 = \frac{0,04 \cdot 0,12}{8} = \frac{4,8}{82,1} \cdot 10^{-4} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$4 = \frac{1}{9} \cdot 4 \cdot R_1 \quad R_2 + I_2 R_2 = \frac{4}{9} \cdot 25 = \frac{40}{9} \text{ km}$$

$$I = I_2 \frac{(R_2 + R_3)}{R_1} + I_2 = I_2 \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} I = \frac{128}{328} I = \frac{1}{6} = \frac{2}{3} A$$