



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

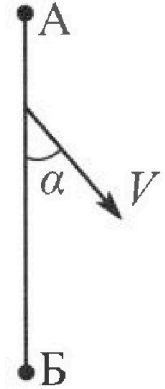


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.



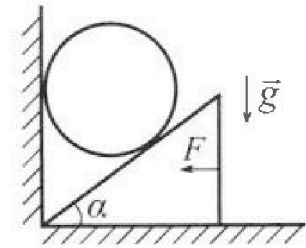
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

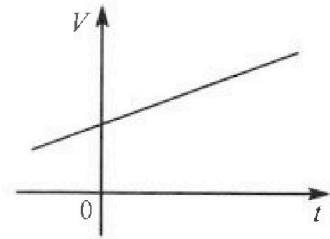


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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



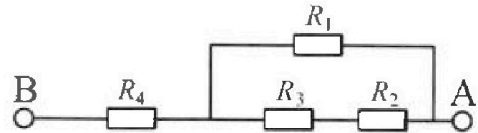
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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} .



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.

$$T_0 = 2000$$

$$s = 200 \text{ м}$$

$$v = ?$$



$$1) T_0 = \frac{s}{v} + \frac{s}{v} = \frac{2s}{v}$$

$$v = \frac{2s}{T_0} = \frac{2 \cdot 2000}{200} = 20 \text{ м/с}$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

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

$$2) T_1 = ?$$

$$3) d_1 = ?$$

$$4) T_{\text{min}}$$



2) Теорема синусов:

$$\frac{a_1}{\sin \alpha} = \frac{v}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{v}{v_1} \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{15}{20} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5}$$

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

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

$$v_{\text{диск}} = v \cos \beta + v_1 \cos \alpha$$

$$v_{\text{диск}} = \frac{s}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{s}{v_{\text{диск}}} = \frac{s}{v \cos \beta + v_1 \cos \alpha} = \frac{2000}{20 \cdot \frac{4}{5} + 15 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2000}{16 + 9} =$$

$$= \frac{2000}{25} = 80 \text{ с}$$



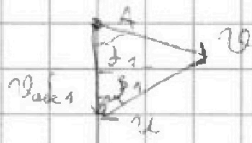
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

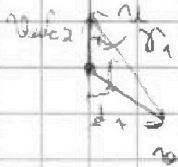
СТРАНИЦА
2 ИЗ 10

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)



и



Теорема син:

$$\frac{u}{\sin \alpha_1} = \frac{v}{\sin \beta_1} \Rightarrow \sin \beta_1 = \frac{v}{u} \sin \alpha_1$$

$$v_{\text{акс}_1} = v \cos \alpha_1 + u \cos \beta_1$$

Теорема син:

$$\frac{u}{\sin(135^\circ - \alpha_1)} = \frac{v}{\sin \beta_1} = \frac{u}{\sin \alpha_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta_1 = \sin \alpha_1 = \frac{v}{u} \sin \alpha_1$$

$$v_{\text{акс}_2} = u \cos \beta_1 - v \cos \alpha_1$$

$$T_{\text{min}} = \frac{S}{v_{\text{акс}_1}} + \frac{S}{v_{\text{акс}_2}} = \frac{S}{v \cos \alpha_1 + u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2}} + \frac{S}{u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2} - v \cos \alpha_1}$$

$$\frac{T_{\text{min}}}{S} = \frac{u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2} - v \cos \alpha_1 + v \cos \alpha_1 + u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2}}{u^2 \left(1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2\right) - v^2 (1 - \sin^2 \alpha_1)}$$

$$\frac{T_{\text{min}}}{S} = \frac{2u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2}}{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha_1 - v^2 + v^2 \sin^2 \alpha_1} = \frac{2u \sqrt{1 - \left(\frac{v}{u} \sin \alpha_1\right)^2}}{u^2 - v^2}$$

$$\frac{T_{\text{min}}}{S} = \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha_1}}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\text{min}} = \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha_1}}{u^2 - v^2} \Rightarrow T_{\text{min}} \text{ вычисляется}$$



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)

~~Решение: 1. $v = 20 \text{ м/с}$
2. $T_1 = 80 \text{ с}$
3. $\alpha_1 = 90^\circ$
4. $T_{\min} = \dots$~~

$$\Rightarrow T_{\min} = \frac{25 \sqrt{v^2 - v_0^2}}{v^2 - v_0^2} = \frac{25}{\sqrt{v^2 - v_0^2}} = \frac{2 \cdot 2000}{\sqrt{20^2 - 15^2}}$$

$$= \frac{4 \cdot 2000}{5 \sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

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

2. $T_1 = 80 \text{ с} = \frac{v \sqrt{1 - (\frac{v_0}{v \sin \alpha_1})^2}}{v_0}$

3. $\alpha_1 = 90^\circ$

4. $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{25}{\sqrt{v^2 - v_0^2}}$



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.

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

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

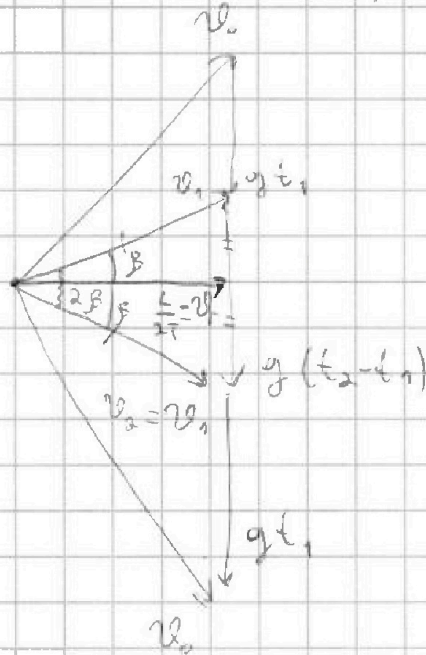
$$2\beta = 90^\circ$$

1) T - ?

2) L - ?

3) v - ?

1) Нарисуем векторный треугольник с параметрами:



из геометрии получаем:

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

$$2T = t_1 + t_2$$

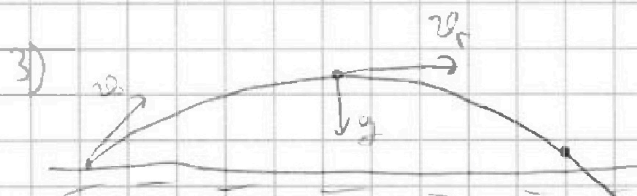
$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ c}$$

$$v_0 = \frac{L}{2T}$$

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

$$L = \frac{gT(t_2 - t_1)}{\text{tg} \beta} = g \frac{t_1 + t_2}{2} (t_2 - t_1) \frac{1}{\text{tg} \beta} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2 \text{tg} \beta}$$

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



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



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!

$$\alpha_n = \frac{2g^2}{R} \Rightarrow R = \frac{2g^2}{\alpha_n} = \frac{L^2}{4l^2 g} = \frac{10^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

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

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

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

~~4. $R = 5 \text{ м}$~~



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
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!

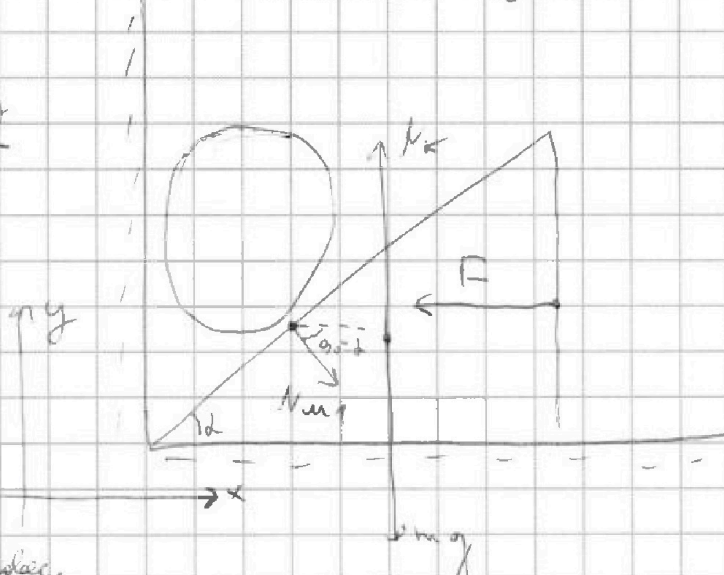
№ 3

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

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

1. $\alpha = ?$

Силы на шарик:

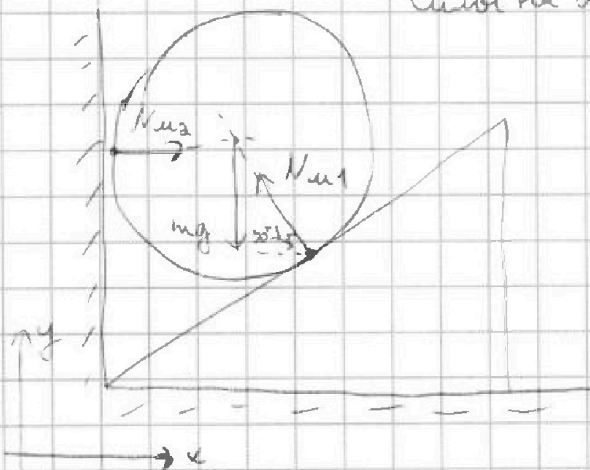


Услов. равновесия:

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

по оси x : $F = N_1 \cos(90^\circ - \alpha) = N_1 \sin \alpha$

Силы на шарик:



Услов. равновесия:

~~Услов. равновесия:~~

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

по оси y : ~~Услов. равновесия:~~

$$mg = N_2 \sin(90^\circ - \alpha) = N_1 \cos \alpha$$

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



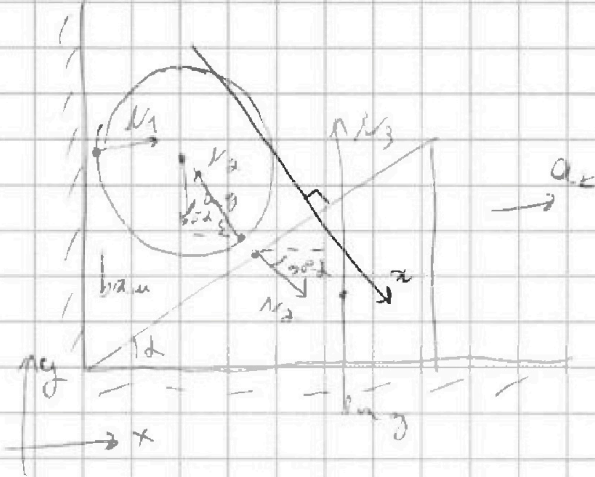
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Выводы того же система пришла в движение:



II ЗН для шарика:

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

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

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

III ЗН для центра:

$$N_2 + mg + N_1 = m\vec{a}_c$$

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

$$a_{cm} = \frac{N_2 \sin \alpha}{m}$$

III. К. для шарика
нет отрыва, т.е.

его масса с поверхности
не оторвется;

$$a_{cz} = a_{cmz} \Rightarrow a_c \sin \alpha = a_{cm} \cos \alpha$$

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

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

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

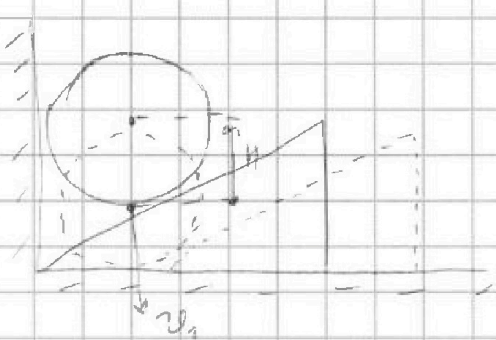


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$H = \frac{v_1^2}{2 \alpha m}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

~~$$2. N = \sqrt{3} \text{ Н}$$~~

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

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

$$4. \alpha, \text{ при } \alpha = 45^\circ$$

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

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!

№ 4.

$$L = 100 \text{ мГ}$$

$$t_{100} = 100 \text{ мкс}$$

$$m = 0,04 \text{ г}$$

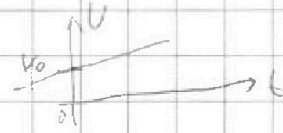
$$\beta = 1,12$$

$$\rho = 0,98 \text{ см}^3$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$1) V(t_0) = V_0$$

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



$$1) V(t) = ?$$

$$2) t_1 = 50^\circ \text{C}, t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$|\Delta V| = ?$$

$$3) S = ?$$

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

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

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

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

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

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

$$|\Delta V| = \left| \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot t_{100}} (t_1 - t_2) \right| = \left| \frac{0,04(1,12 - 1)}{100 \cdot 0,98} \cdot 10 \right|$$

$$|\Delta V| = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,98 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 12}{10 \cdot 10^3 \cdot 0,98} = \frac{48 \cdot 10^{-5}}{0,98} = 0,6 \text{ мкм}^3$$

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

$$\Delta V_0 = LS \Rightarrow S = \frac{\Delta V_0}{L} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,98 \cdot 10} \text{ см}^2$$

$$S = \frac{4 \cdot 12}{98} \text{ мкм}^2 = 0,06 \text{ мкм}^2$$



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

2. $|\Delta v| = \frac{u(\rho - 1)}{t_{100} - t_0} (t_1 - t_2) = 0,06 \text{ мм}^3$

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



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!

№ 5.

$$R_1 = 12 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 4 \Omega$$

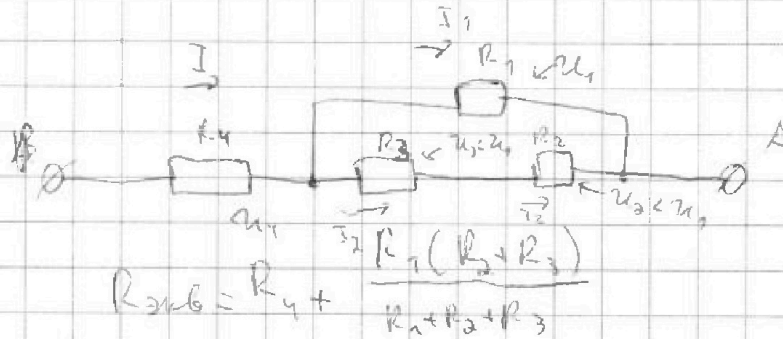
$$r = 5 \Omega$$

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

$$1) R_{\text{экв}} = ?$$

$$2) P = ?$$

$$3) P_{\text{мин}} = ?$$



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

$$1) R_{\text{экв}} = 4 + \frac{12 \cdot 6}{12 + 2 + 4} = 4 + 5 = 9 \Omega$$

$$2) P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 \cdot 9 = 144 \text{ Вт}$$

$$3) U_1 - \text{напр. на } R_1$$

$$U_2 - \text{напр. на } R_2$$

$$U_3 - \text{напр. на } R_3$$

$$P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{U_3^2}{4 \Omega}$$

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

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

$$U_3 < U_1, \quad R_3 > R_1 \quad | \Rightarrow \quad P_1 > P_3$$

$$U_2 < U_1, \quad R_2 > R_1 \quad | \Rightarrow \quad P_1 > P_2$$

Значит, основываясь на сравнении

$$P_1 \text{ и } P_2; P_2 \text{ и } P_3$$



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!

$$U_{AB} = IR_{зуб} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ В}$$

~~$$U_{AB} = U_{AB} - U_2 = IR_{зуб} - IR_4 = I(R_{зуб} + R_4)$$~~

$$U_1 = U_{AB} - U_2 = IR_{зуб} - IR_4 = I(R_{зуб} + R_4)$$

$$U_1 = I(27 - 7) = I \cdot 20 = 4 \cdot 5 = 20 \text{ В}$$

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{20^2}{12.5} = \frac{20 \cdot 20^{10}}{8 \cdot 2} = \frac{200}{3} \text{ Вт} \quad \Rightarrow$$

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

$\Rightarrow P_4 > P_1 \Rightarrow \text{min сопротивление } R_2 \text{ и } R_3$

$$I = I_1 + I_2$$

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

$$I_2 = \frac{I R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \Rightarrow P_2 = I_2^2 R_2 \Rightarrow P_3 > P_2 \Rightarrow P_2 = \text{min}$$

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

~~$$P_3 = \frac{I^2 R_1^2 R_3}{(R_1 + R_2 + R_3)^2} = \frac{16 \cdot 22^2}{7.2^2} \cdot 4 = \frac{16 \cdot 4 \cdot 1}{8^2}$$~~

~~$$P_3 = \frac{16 \cdot 4}{8^2} = \frac{16 \cdot 4}{64} = \frac{16}{16} = 1 \text{ Вт}$$~~

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

Ответ: 1. $R_{зуб} = R_1 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 27 = 10 \text{ Вт}$

2. $P = I^2 R_{зуб} = 160 \text{ Вт}$ 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!

$$\frac{2 \cdot 20 \cdot 2000}{15(35)} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 2000}{35} = \frac{16 \cdot 2000}{15 \cdot 7} = \frac{16 \cdot 200}{15}$$

$$5 \cdot 35 = 9^2 \cdot 1$$

$$\log_{95} = \frac{\sin 45^\circ}{\cos 45^\circ} = 1$$

$$\beta \frac{h}{g} = \frac{7}{3} + 2 t_{100}$$

$$2 = t_{100}$$

$$2 = \frac{m}{g}(\beta - 1)$$

$$2 \cdot 1$$

$$V(t) = V_0 e^{-gt}$$

$$V(t) = \frac{m}{g} + \frac{m}{g}(\beta - 1)e^{-gt}$$

$$\frac{a^2}{g} = a$$

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

$$v(t) = V_0(1 + d t)$$

$$V(t) = \frac{m}{g} + \frac{m}{g}(\beta - 1)e^{-gt}$$

$$\log_{95} = \frac{2\sqrt{5}}{2} \cdot 2 = \sqrt{5}$$

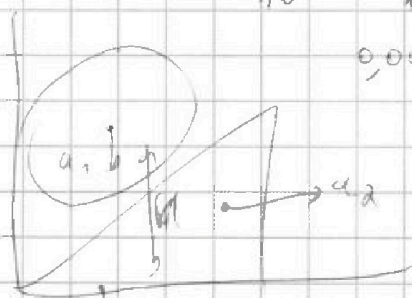
$$\beta = \frac{m}{V} \Rightarrow V_0 = \frac{m}{\beta}$$

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

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

$$\beta \frac{m}{g}, \beta = 1 + d t_{100}$$

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



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

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

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

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

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

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

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



$$v(t) = V_0 + d t$$

$$V(t) = V_0(1 + d t)$$

$$\text{When } V(t_{100}) = V_0(1 + d(t_{100} - t_0))$$

$$16,5$$

$$20 + 30 = 50 \text{ km}$$

$$4,8 \cdot 10^{-1}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

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

$$\frac{I - I_2}{I_2 (R_2 + R_3)} = \frac{1}{R_1} \quad \frac{4 - 1000}{25 \cdot 35} = \frac{4 \cdot 1000}{5 \cdot 25} = \frac{800}{25}$$

$$I_2 (R_2 + R_3) = R_1 I - R_1 I_2 \quad \frac{16 \cdot (2,2 \cdot 10^3)^2}{(2,2 \cdot 10^3)^2} = 21$$

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

$$\frac{1}{6} I_2 = \frac{I R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{4 \cdot 22}{22 + 25 + 35} = \frac{2}{3} A \quad \frac{26}{30} \cdot 2,5 = \frac{40}{9}$$

$$4^2 \left(\frac{1}{2R} \right)^2 \cdot 2 = \left(\frac{1}{6} \right)^2 \cdot 2 = \frac{1}{9} \cdot 2 = \frac{8}{9} \text{ А}^2$$

$$\frac{1}{2 \cos \alpha + 2 \cos \beta} + \frac{1}{2 \cos \beta - 2 \cos \alpha} = \frac{V \cos \beta + V \cos \alpha + V \cos \alpha + V \cos \beta}{(V \cos \alpha + 2 \cos \beta)(2 \cos \alpha - V \cos \beta)}$$

$$\frac{10 \cdot 10^{-5}}{0,8} = \frac{40 \cdot 10^{-4}}{8,1} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$\frac{31,4 \cdot 22 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 0,5 \cdot 10^3 = 500$$

$$I = I_1 + I_2$$

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



$$\frac{40}{3} = \frac{4 \cdot 36 \cdot 10^3}{9} \cdot \frac{0,8}{10} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{8} = \frac{12}{821} \cdot 10^{-4} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

$$I = \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \cdot \frac{R_1}{R_1 + I_2 R_2} = \frac{1}{3} \cdot 25 = \frac{40}{9} \text{ А}$$

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

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} I = \frac{22}{22 + 25 + 35} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} A$$