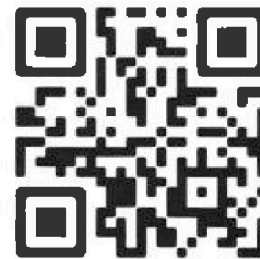




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

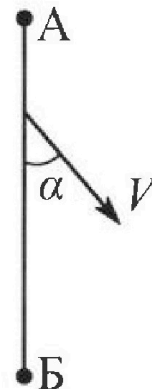
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

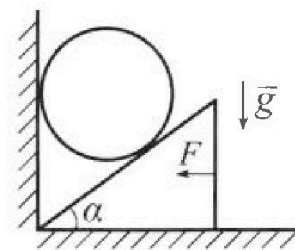
2. Найдите дальность L полета от старта до падения на площадку.

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

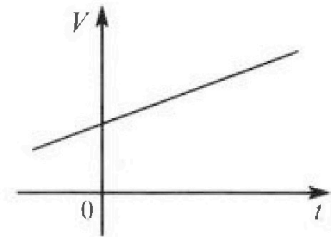


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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



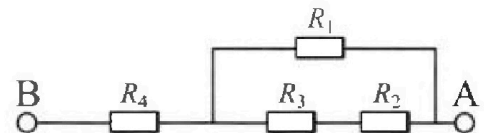
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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!

Dano: $\sin \alpha = 0,8 = \frac{4}{5}$

$T_0 = 200 \text{ c}$ $S = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$

$v = 15 \text{ m/c}$

$u \cdot T_0 = 2S$

$u = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000 \text{ m}}{200 \text{ c}} = 20 \text{ m/c}$

Вектор по условию \Rightarrow :

Δ косинусов:

$u^2 = v^2 + v_{\text{пр}}^2 - 2 \cos \alpha \cdot v_{\text{пр}} \cdot v$

$v_{\text{пр}}^2 + 225 - 400 - 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot v_{\text{пр}} \cdot 15 \text{ m/c}$

$v_{\text{пр}}^2 - 18 v_{\text{пр}} - 175 = 0$

$(v_{\text{пр}} - 25) (v_{\text{пр}} + 7) = 0$

$v_{\text{пр}} = 25 \text{ m/c}$ $v_{\text{пр}} = -7 \text{ m/c}$ не подходит

$v_{\text{пр}} = 25 \text{ m/c}$

$T_1 = \frac{S}{v_{\text{пр}}} = \frac{2000 \text{ m}}{25 \text{ m/c}} = 80 \text{ c}$

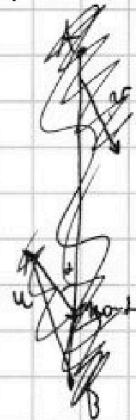
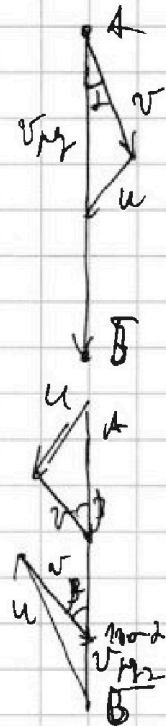
~~$v_{\text{пр}}^2 - 30 \cos \beta v_{\text{пр}} - 175 = 0$ - когда плывем от А \rightarrow Б~~

~~$v_{\text{пр}}^2 - 30 \cos \beta v_{\text{пр}} - 175 = 0$ - когда плывем от Б \rightarrow А: $u^2 = v^2 + v_{\text{пр}}^2 - 2 \cos \alpha (100 - \beta) v \cdot v_{\text{пр}}$~~

~~$400 = 225 + v_{\text{пр}}^2 + 30 \cos \beta v_{\text{пр}} \Rightarrow v_{\text{пр}}^2 + 30 \cos \beta v_{\text{пр}} - 175 = 0$~~

~~$D = 900 \cos^2 \beta + 100$~~

~~$v_{\text{пр}} = \frac{-30 \cos \beta \pm \sqrt{900 \cos^2 \beta + 100}}{2} = 6 \cos \beta \pm$~~



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

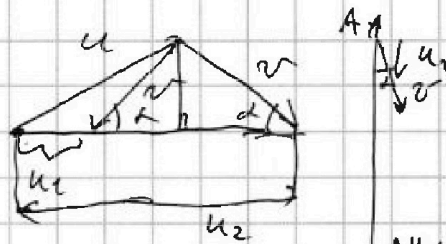
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

или проще
 u, u_1, u_2 скорости ~~тепловой волны~~ *тепловой волны*:

$$u_1 = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = v \cos \alpha$$

$$u_2 = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v \cos \alpha$$



$$T = \frac{S}{u_1} + \frac{S}{u_2} = S \left(\frac{2\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - (v^2 \sin^2 \alpha + v^2 \cos^2 \alpha)} \right) = 8 = \frac{S \cdot 2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2}$$

$u = \text{const}; v = \text{const} \Rightarrow \min T \Rightarrow \min \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} \Rightarrow v^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow \max$

$$\sin^2 \alpha \rightarrow \max \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow$$

$$T = \frac{S \cdot 2 \sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{4000m}{\frac{2S}{\sqrt{400 - 225} \text{ м/с}}} = \frac{4000m}{\frac{2S}{175 \text{ м/с}}} = \frac{4000m}{\frac{2S}{5\sqrt{7} \text{ м/с}}}$$

$$= \frac{8000 \cdot c}{\sqrt{7}}$$

Ответ: $u = 20 \text{ м/с}; T_1 = 80 \text{ с}; \alpha = 90^\circ; T = \frac{8000 \text{ с}}{\sqrt{7}}$



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.

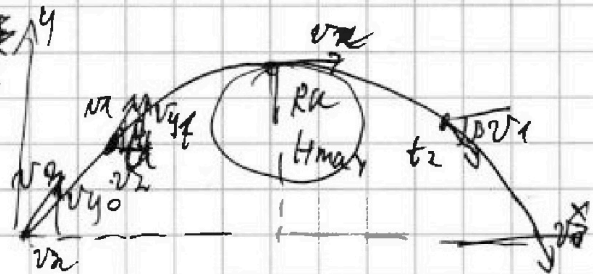
1 2 3 4 5 6 7

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!

Дано: $2\beta = 90^\circ$ $t_1 = 0,5\text{c}$; $t_2 = 1,5\text{c}$

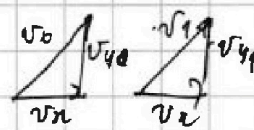
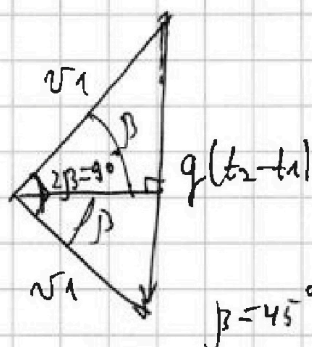
из условия определить скорости:



траектория скорости

$$v_1 \sqrt{2} = g(t_2 - t_1)$$

$$v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ м/с}$$



~~$v_{y0} = g t_1 = v_{y1}$~~
 ~~$v_0^2 = v_x^2 + v_{y0}^2$~~
 ~~$v_1^2 = v_x^2 + v_{y1}^2$~~
 $\Rightarrow v_0^2 = v_1^2$

$$v_{y1} = v_1 \cdot \sin \beta = \frac{v_1}{\sqrt{2}} = v_x \cos \beta = g(t_2 - t_1)$$

$$v_{y0} - v_{y1} = g t_1 \quad v_{y0} = v_{y1} + g t_1 = \frac{v_1}{\sqrt{2}} + g t_1 \Rightarrow$$

$$T = \frac{v_{y0}}{g} = \frac{\frac{v_1}{\sqrt{2}} + g t_1}{g} = \frac{g(t_2 - t_1) + g t_1}{2g} = \frac{g t_2 + g t_1}{2g} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{2\text{c}}{2} = 1\text{c}$$

$$L = v_x \cdot 2T = \frac{v_1}{\sqrt{2}} \cdot 2T = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \cdot 2T = g(t_2 - t_1) \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

$$= g \cdot \frac{1}{2} \cdot 2\text{c} \cdot \frac{10\text{м/с}^2}{2} = 10\text{м}; \quad Rk = \frac{v_x^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g}$$

$$= \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{4g} = \frac{g (t_2 - t_1)^2}{4} = \frac{10\text{м/с}^2 \cdot 1\text{с}^2}{4} = \frac{10\text{м}}{4} = 2,5\text{м}$$

Ответ: 1с; 10м; 2,5м



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!

Дано: $F = mg\sqrt{3}$, $m = 0,7 \text{ кг}$

II 3H Условие на x-ой оси:

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

~~$$N_2 \sin \alpha$$~~

$$N_2 \cdot \sin \alpha = F = mg\sqrt{3}$$

II 3H Условие на y-ой оси:

~~$$N_2 \cos \alpha$$~~

$$N_2 \cdot \cos \alpha - mg = 0$$

$$N_2 \cdot \cos \alpha = mg$$

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

~~$$\frac{v \Delta t}{\Delta t} = \tan \alpha = \frac{v \Delta t}{h \Delta t}$$~~

$$\tan \alpha = \frac{v}{h}$$

$$v \cdot \sqrt{3} = v \quad \left| \frac{d}{dt} \right.$$

$$a_{x\text{т}} = a_{m\text{т}}; a_{x\text{б}} = a_{m\text{б}}$$

II 3H Условие на x-ой оси:

$$N_3 \cdot \sin \alpha = m \cdot a_{x\text{т}}$$

на y-ой оси:

~~$$-mg$$~~

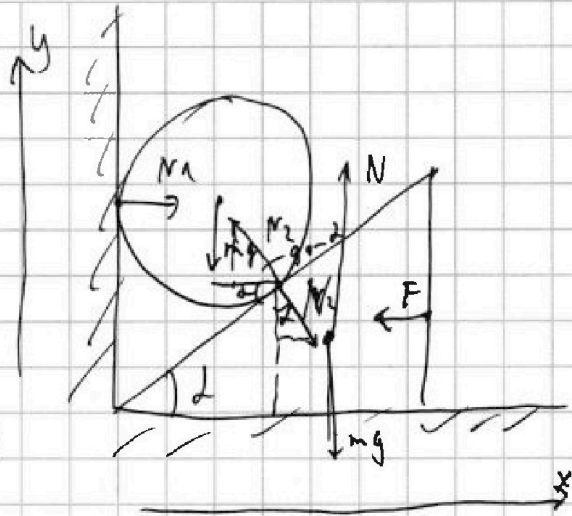
$$-mg + N_3 \cdot \cos \alpha = -m a_{m\text{т}}$$

$$mg - N_3 \cos \alpha = m a_{m\text{т}} = m a_{x\text{т}} \sqrt{3} = N_3 \cdot \sin \alpha \cdot \tan \alpha = \frac{N_3 \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$mg \cos \alpha = N_3 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = N_3 = mg \cos 60^\circ = \frac{mg}{2}$$

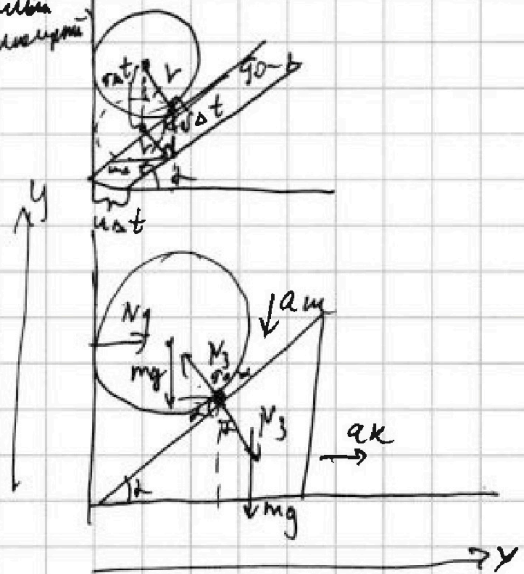
II 3H Условие на x-ой оси:

$$N_1 - N_3 \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = N_3 \cdot \sin \alpha = \frac{mg}{2} \cdot \sin 60^\circ = \frac{mg\sqrt{3}}{4} = \sqrt{3} \text{ Н}$$



МАП:

(метод малых изменений)





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!

$$mg \cos \alpha = N_3$$

$$N_1 = N_3 \sin \alpha = mg \sin \alpha \cos \alpha = \frac{mg}{2} = 2H$$

максимум при $\alpha = 45^\circ$; $90^\circ - 60^\circ$ (*)

Ищем 3C фигуру марш:

$$mgH + A_{\text{внеш}} = mg h$$

(к.и.о.м.е. N_1)

$$A_{\text{внеш}} = A_{N_3} = -N_3 \cos \alpha \cdot H =$$

$$= N_3 - mg \cos^2 \alpha H$$

$$mgH(1 - \cos^2 \alpha) = mg h$$

$$H = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{h}{\frac{1}{4}} = \frac{h \cdot 4}{1} = 0,15 \text{ м} \cdot 4 = 2 \text{ м} \approx 0,2 \text{ м}$$

$30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

* Делаем $\alpha = 45^\circ$; $\sin \alpha = x$; $\cos \alpha = \sqrt{1-x^2}$

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha = f \Rightarrow (x \cdot \sqrt{1-x^2})'_x = f'_x =$$

$$= (x)'_x \cdot \sqrt{1-x^2} + x \cdot (\sqrt{1-x^2})'_x = 1 \cdot \sqrt{1-x^2} + x \cdot \sqrt{1-x^2} \cdot (-2x)'_x =$$

$$= \sqrt{1-x^2} + x \sqrt{1-x^2} (-2x) = \sqrt{1-x^2} - 2x^2 \sqrt{1-x^2} =$$

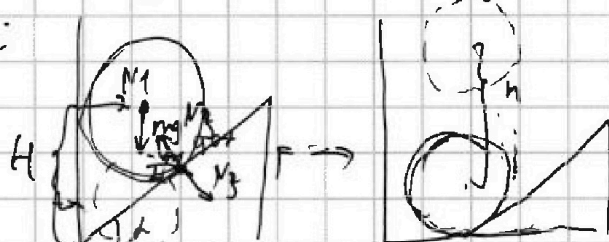
$$= (1-2x^2) \sqrt{1-x^2} = 0, \text{ м.к. ищем максимум:}$$

$$1-2x^2=0 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin \alpha \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$\sqrt{1-x^2}=0 \Rightarrow \sin \alpha - \cos \alpha = 0 - \text{этом случае, м.к. } \begin{cases} 0 < \alpha < 90^\circ \\ \sin \alpha \geq 0 \\ \cos \alpha \geq 0 \end{cases}$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $0,2 \text{ м} = H$; $N_1 = \sqrt{3} H$; $\alpha = 45^\circ - \text{max } N$

$$N_{\text{max}} = 2H$$





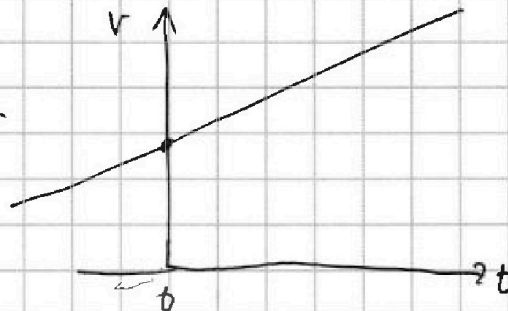
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Дано: $t_0 = 0^\circ\text{C}$ $t_{100} = 100^\circ\text{C}$
 $t_2 = 50^\circ\text{C}$ ($t_1 = 40^\circ\text{C}$)
 $L = 100\text{ мм}$ $m = 0,042\text{ г}$
 $\rho = 0,79\text{ г/см}^3 = 0,00079\text{ г/мм}^3$
 $\beta = 1,12$



$V(t) \rightarrow$ линейная зависимость \Rightarrow

$$V = k \cdot t + b; \text{ при } t_0 = 0^\circ\text{C} \text{ тогда } V_0 = k \cdot 0 + b = b$$

$$\text{при } t_{100} = 100^\circ\text{C} : V = k(100) + b = V_0 \cdot \beta = k \cdot 100 + V_0 - k \cdot t_0$$

$$k = \frac{V_0(\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = 0,0012;$$

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \text{ при } t_0 = 0^\circ\text{C}; \text{ так } \rho = 0,79\text{ г/см}^3$$

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

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_2 - t_1) = \frac{0,042 \cdot 0,12 \cdot 10^3}{0,00079 \cdot 100} =$$

$$= \frac{50 \cdot 1,12}{100} = 0,5 \cdot 1,12 = 0,6 \text{ см}^3$$

$$S \cdot L = V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho} + \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} =$$

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

$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,042 \cdot 0,12}{0,00079 \cdot 100} = \frac{50 \cdot 0,12 \text{ мм}^3}{100} = 0,6 \text{ мм}^2$$

Ответ: $V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}$; $0,6 \text{ см}^3$ и $0,6 \text{ мм}^2$

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
(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!

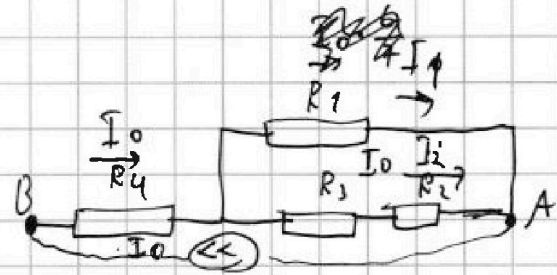
Дано: $R_1 = 1,2r = 6 \text{ Ом}$ $I_0 = 4 \text{ А}$

$R_2 = 2r = 10 \text{ Ом}$

$R_3 = 4r = 20 \text{ Ом}$

$R_4 = r = 5 \text{ Ом}$

последовательно



$R_{\text{зв}} = R_4 + \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_1}{(R_2 + R_3) + R_1} = r + \frac{6r \cdot 1,2r}{6r + 1,2r} = r + r = 2r = 10 \text{ Ом}$

параллельно
последовательно

$P_{\text{ист}} = I_0^2 \cdot R_{\text{зв}} = 16 \text{ А}^2 \cdot 10 \text{ Ом} = 160 \text{ Вт}$

$\frac{R_1}{R_3 + R_2} = \frac{1,2r}{6r} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 5 \Rightarrow I_1 + I_2 = I_0 \Rightarrow 6I_2 = I_0 \Rightarrow$

$I_2 = \frac{I_0}{6}; I_1 = \frac{5}{6} I_0 \Rightarrow P_{R_4} = I_0^2 \cdot R_4 = 16 \text{ А}^2 \cdot 5 \text{ Ом} = 80 \text{ Вт}$

~~$P_{R_1} = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{5}{6} I_0\right)^2 \cdot 6 \text{ Ом} = \frac{25}{12} I_0^2 \cdot 6 \text{ Ом} = \frac{25}{2} I_0^2 \cdot 6 \text{ Ом} = 75 I_0^2 \text{ Ом} \approx 63 \text{ Вт}$~~

~~$P_{R_2} = I_2^2 \cdot R_2 = \left(\frac{I_0}{6}\right)^2 \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{10}{36} I_0^2 \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{100}{36} I_0^2 \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{1000}{36} I_0^2 \text{ Ом} \approx 27,8 \text{ Вт}$~~

$P_{R_4} = I_0^2 \cdot R_4 = I_0^2 \cdot r$

$P_{R_1} = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{I_0 \cdot 2r}{36}\right) \cdot 4,6r = I_0^2 \cdot \frac{5r}{6}$

$P_{R_2} = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{I_0^2}{36} \cdot 2r = \frac{I_0^2 r}{18}$

$P_{R_3} = I_2^2 \cdot R_3 = \frac{I_0^2}{36} \cdot 4r = \frac{I_0^2 r}{9}$

$\min(P_{R_1}, P_{R_2}, P_{R_3}, P_{R_4}) = P_{R_2} = \frac{I_0^2 \cdot r}{18} = \frac{80 \text{ Вт}}{18} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$

ответ: $10 \text{ Ом}; 160 \text{ Вт}; R_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$



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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving vector addition and trigonometry. The solution includes several diagrams and equations:

Diagram 1: A vector diagram showing a resultant vector of magnitude 4000 and two component vectors. One component is labeled $4200\sqrt{3}$ and the other is 4200 . The angle between the resultant and the larger component is 30° .

Diagram 2: A right-angled triangle with hypotenuse 4000 and one leg 200. The angle opposite the leg 200 is α . The other leg is $200\sqrt{7}$.

Diagram 3: A vector diagram with vectors u and v forming an angle β . The resultant vector is $u + v$.

Equations:

$$v \sin \alpha = u \sin \beta$$

$$v^2 \sin^2 \alpha = u^2 \sin^2 \beta$$

$$u^2 - v^2 \cos^2 \alpha = u^2 \cos^2 \beta$$

$$v^2 \sin^2 \alpha = u^2 \sin^2 \beta$$

$$v \sin \alpha = u \sin \beta$$

$$1 = v^2 \sin^2 \alpha = u^2 \cos^2 \beta$$

$$u \cos \beta = \sqrt{1 - v^2 \sin^2 \alpha} = v \cos \alpha$$

$$u \cos \beta + v \cos \alpha$$

$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$\sqrt{4 - u^2 \sin^2 \alpha} \quad v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$2 \cos^2 \beta = 4 \cos^2 \alpha$$

$$225 - \frac{16}{25} = \frac{7}{144} \quad \frac{15}{5} = 3$$

$$225 - \frac{16}{25} = \frac{7}{144}$$

$$256 - 9 = 247$$

$$15 < 16$$

$$\frac{2000}{10} \cdot \frac{16}{125} = \frac{40}{5} = 8$$

Diagram 4: A vector diagram showing the addition of two vectors u and v to find their resultant $u + v$ using the cosine rule.

$$u^2 - v^2 \sin^2 \alpha + v^2 \cos^2 \alpha = u^2 - v^2 \cos^2 \beta$$

$$u^2 - v^2 \sin^2 \alpha - v^2 \cos^2 \alpha = u^2 - v^2 \cos^2 \beta$$

$$-(v^2 \sin^2 \alpha + v^2 \cos^2 \alpha)$$

$$\frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2} = \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \beta}}{u^2 - v^2}$$

$$\frac{2 \sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2}}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$



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 ____ 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!

$T_{0e\mu} = 2S$
 $2000 - \mu = 4000\mu$
 $\mu = 20 - \mu/c$

$S = \left(\frac{u_1 - \cos \lambda \cdot v + u_2 \cos \lambda a}{u_1^2 - \frac{4}{5} \cos^2 \lambda v} \right)$
 $S = \frac{2u_1}{4v^2 - \cos^2 \lambda v}$
 $S = 6000$

30 м/с
 $u \cdot \sin \beta = v \cdot \cos \lambda$
 $\cos \beta = \frac{v \cdot \cos \lambda}{u}$
 $\cos \beta = \frac{15 \cdot \cos \lambda}{30}$
 $\cos \beta = \frac{1}{2}$
 $\beta = 60^\circ$

$u \cdot \sin \beta = v \cdot \sin \lambda$
 $30 \cdot \sin \beta = 15 \cdot \frac{4}{5}$
 $\sin \beta = \frac{4}{5}$
 $\beta = 53^\circ$

$u = 30$
 $u \cdot \sin \beta = v \cdot \sin \lambda$
 $30 \cdot \sin 60^\circ = v \cdot \sin \lambda$
 $25.98 = v \cdot \sin \lambda$

$400 = 225 + v^2 - \frac{4}{5} \cdot 300$
 $400 = 225 + v^2 - 240 + v^2$
 $400 = 2v^2 - 15$
 $415 = 2v^2$
 $v^2 = 207.5$
 $v = 14.4$

$T_0 = kb + b$
 $400 = v^2 + 225 - \frac{4}{5} \cdot 15 \cdot v$
 $400 = v^2 + 225 - 6v$
 $175 = v^2 - 6v$
 $v^2 - 6v - 175 = 0$
 $v_1 = 15, v_2 = -14$
 $v = 15$

$\cos \lambda = \frac{3}{5}$
 $\lambda = 53^\circ$

$\cos^2 \lambda = \frac{9}{25}$
 $175 = 25 \cdot 7$
 $7 = \frac{4}{15} (v - 20) / (v + 20)$

$2 \sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \lambda} / (u - 2v^2 \cos^2 \lambda)$
 $2 \sqrt{30^2 - 15^2 \cdot \frac{9}{25}} / (30 - 2 \cdot 15^2 \cdot \frac{9}{25})$
 $2 \sqrt{900 - 810} / (30 - 135)$
 $2 \sqrt{90} / (-105)$
 $2 \cdot 9.47 / (-105)$
 $-18.94 / 105$
 -0.18

$T_0 \cdot 0.12 = 100k + b$
 $v_0 \cdot 0.12 = 100k$
 $k = T_0 \cdot 0.0012$

$100 \cdot 0.0012 = 100k + b$
 $0.12 = 100k + b$
 $100k + b = 0.12$
 $100 \cdot 0.0012 + b = 0.12$
 $0.12 + b = 0.12$
 $b = 0$

$\frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \lambda}}{u - 2v^2 \cos^2 \lambda}$
 $\frac{2 \sqrt{30^2 - 15^2 \cdot \frac{9}{25}}}{30 - 2 \cdot 15^2 \cdot \frac{9}{25}}$
 $\frac{2 \sqrt{900 - 810}}{30 - 135}$
 $\frac{2 \sqrt{90}}{-105}$
 $\frac{2 \cdot 9.47}{-105}$
 $\frac{18.94}{-105}$
 -0.18

$2 \sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \lambda} / (u - 2v^2 \cos^2 \lambda)$
 $2 \sqrt{30^2 - 15^2 \cdot \frac{9}{25}} / (30 - 2 \cdot 15^2 \cdot \frac{9}{25})$
 $2 \sqrt{900 - 810} / (30 - 135)$
 $2 \sqrt{90} / (-105)$
 $2 \cdot 9.47 / (-105)$
 $-18.94 / 105$
 -0.18

$0.04 / 0.0008 = 50$
 $400 / 8 = 50$
 $0.0008 \cdot 50 = 0.04$
 $2 \sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \lambda}$
 $2 \sqrt{30^2 - 15^2 \cdot \frac{9}{25}}$
 $2 \sqrt{900 - 810}$
 $2 \sqrt{90}$
 $2 \cdot 9.47$
 18.94



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!

$\sqrt{\frac{400-144}{4}} = \sqrt{256} = 16$

$I_0 = \frac{6}{7}$

$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{(R_3+R_2)R_1}{(R_3+R_2)+R_1} = 1 + \frac{12 \cdot 6}{7+12} = 2V$

$F = mg\sqrt{3}$

$g_{00} = v^2 + 2as - \frac{g}{5} \cdot 400$

$g_{00} = v^2 - 5 \cdot 40 + 225$

$u \cdot T_0 = 35 = 6000 \cdot mg = N_2$

$u = 30 \text{ km/h}$

$u = 107 \text{ km/h}$

$1440 = v^2$

$1215 = v^2$

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

$mg \cos \alpha = N_2$

$u \cdot t \cdot \sin \alpha = v \cdot t$

$a_x \cdot \sqrt{3} = a_m$

$N_1 \cos \alpha = mg$

$N_2 = N_1 \sin \alpha = F = mg\sqrt{3}$

$mg \cdot \sin \alpha = mg \sqrt{3}$

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

$\alpha = 60^\circ$

$mg - N_2 \cos \alpha = m a_x = h a_x \sqrt{3} = N_2 \sin \alpha \sqrt{3}$

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

$u \cdot t \cdot \sin \alpha = v \cdot t$

$a_x \cdot \sqrt{3} = a_m$