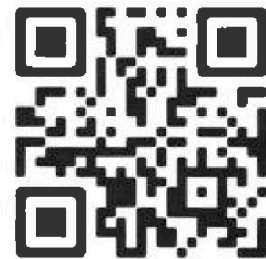


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

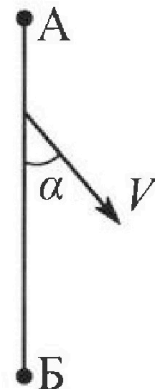
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 15$  м/с под углом  $\alpha$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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

1. Найдите угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

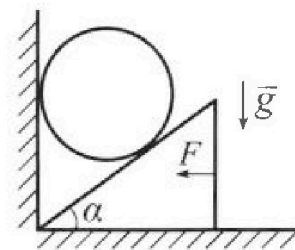
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

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  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?

5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

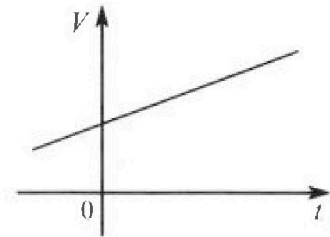


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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/см<sup>3</sup>. 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:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .



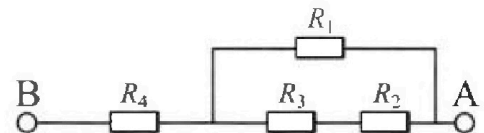
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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 мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

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  $P_{\text{MIN}}$ .



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  $\Rightarrow$ :

$\Delta$  косинусов:

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

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

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

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

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

$v_{\text{мг}} = 25 \text{ m/c}$

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

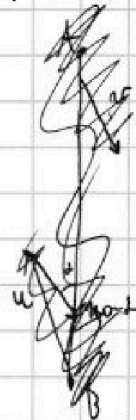
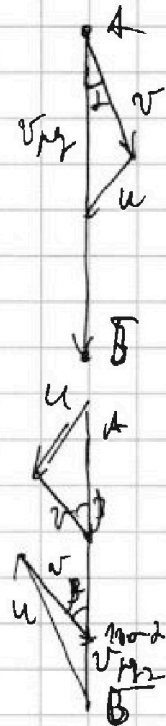
~~$v_{\text{мг}}^2 - 30 \cos \beta v_{\text{мг}} - 175 = 0$  - когда плывет от А  $\rightarrow$  Б~~

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

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

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

~~$v_{\text{мг}1} = -30 \cos \beta + \sqrt{9 \cos^2 \beta + 1} = 6 \cos \beta +$~~



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~~

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

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

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

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

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

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

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

Ответ:  $u = 20 \text{ м/с}; T_1 = 80 \text{ с}; \alpha = 90^\circ; T = \frac{800 \text{ с}}{\sqrt{7}}$



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.

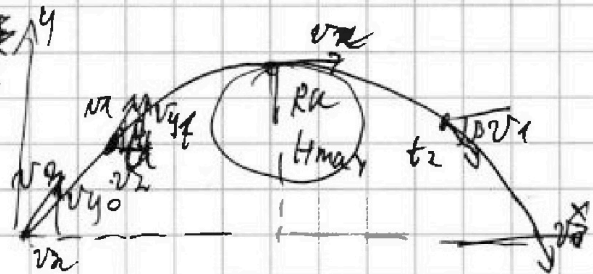
1  2  3  4  5  6  7

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

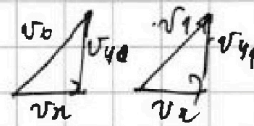
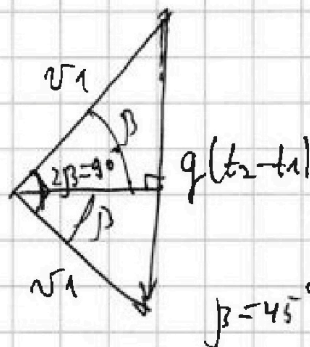
из условия определить скорости:



пределах скорости

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1 c; 10 м; 2,5 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 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$a_x \sqrt{3} = a_u ; a_x \tan \alpha = a_u$$

II 3H Условие на x-ой оси:

$$N_3 \cdot \sin \alpha = m \cdot a_x$$

на y-ой оси:

~~$$m \cdot g$$~~

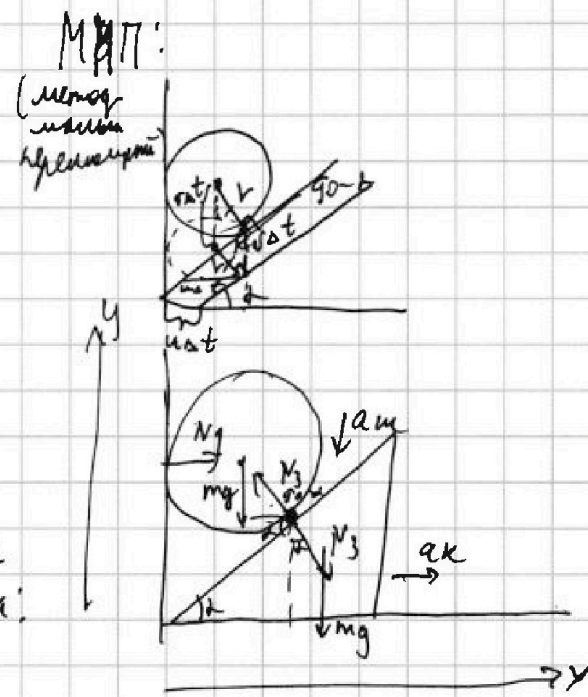
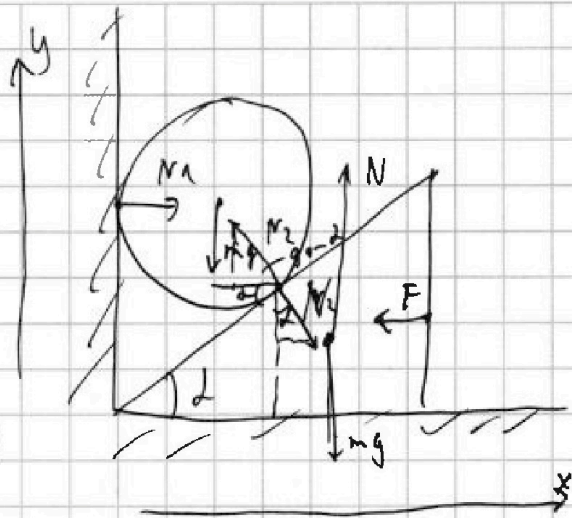
$$-mg + N_3 \cdot \cos \alpha = -m a_u$$

$$mg - N_3 \cos \alpha = m a_u = m a_x \sqrt{3} = N_3 \cdot \sin \alpha \cdot \tan \alpha = \frac{N_3 \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

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

II 3H Условие на x-ой оси:

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





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:

$$mgH + A_{\text{внеш}} = mg h$$

(в.к. м.д.  $\vec{v}$  и  $N_1$ )

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

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

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

$$H = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{h}{\frac{3}{4}} = \frac{h \cdot 4}{3} = 0,15 \text{ м} \cdot 4 = 2 \text{ м} \approx 0,2 \text{ м}$$

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

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

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

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

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

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

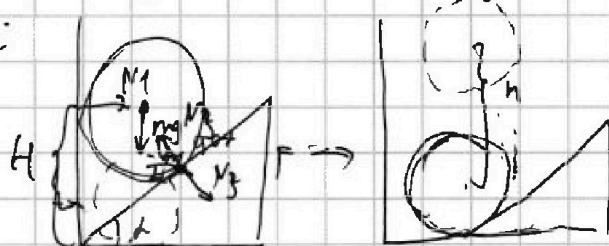
$$1-2x^2=0 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin \alpha \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

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

$\begin{cases} \sin \alpha \geq 0 \\ \cos \alpha \geq 0 \end{cases}$

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

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





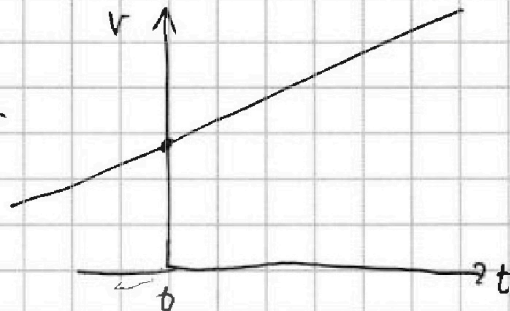
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $\Rightarrow$

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

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

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

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

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

$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_2 - t_1) = \frac{0,042 \cdot 0,12 \cdot 10^3}{0,00079 \cdot 100} =$   
 $= \frac{50 \cdot 1,12}{100} = 0,5 \cdot 1,12 = 0,6 \text{ см}^3$

$S \cdot L = V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho} + \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} =$   
 $= \frac{m(\beta - 1)}{\rho}$   
 $S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,042 \cdot 0,12}{0,00079 \cdot 100} = \frac{50 \cdot 0,12 \text{ мм}^3}{100} = 0,6 \text{ мм}^2$

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



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!

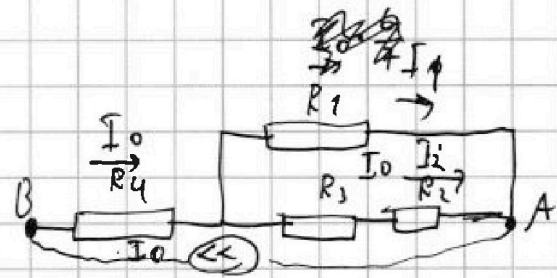
Дано:  $R_1 = 1,2r = 6 \text{ Ом}$   $I_0 = 4 \text{ А}$

$R_2 = 2r = 10 \text{ Ом}$

$R_3 = 4r = 20 \text{ Ом}$

$R_4 = r = 5 \text{ Ом}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 for a physics problem involving vector addition and trigonometry on a grid background.

**Diagram 1 (Left):** Shows a vector  $u$  of magnitude 400 and a vector  $v$  of magnitude 200. The resultant vector  $w$  is shown with a magnitude of  $20\sqrt{7}$ . The angle between  $u$  and  $w$  is  $\alpha$ , and the angle between  $w$  and  $v$  is  $\beta$ .

**Diagram 2 (Center):** Shows a vector  $u$  of magnitude 4200 and a vector  $v$  of magnitude 5400. The resultant vector  $w$  is shown with a magnitude of  $20\sqrt{7}$ .

**Diagram 3 (Right):** Shows a vector  $u$  of magnitude 400 and a vector  $v$  of magnitude 200. The resultant vector  $w$  is shown with a magnitude of  $20\sqrt{7}$ .

**Equations and Calculations:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$225 - \frac{16}{25} = \frac{7}{144} \cdot \frac{15}{8}$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$\sqrt{242} \times 16$$

$$242 - 9 = 247$$

$$15 < 16$$

$$\frac{2000}{16} \frac{16}{25}$$

$$\frac{40}{5} \frac{16}{25}$$

$$80$$

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

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



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!

$T_{0e} u = 25$   
 $2000 \cdot u = 40000$   
 $u = 20 \text{ м/с}$

$S = \left( \frac{u_1 - \cos^2 \alpha \cdot v + u_2 \cos^2 \alpha}{u_1^2 - \frac{4}{9} \cos^2 \alpha \cdot 2v} \right)$   
 $100^\circ$   
 $S = \frac{2u_1}{4v^2 - \cos^2 \alpha \cdot v}$

$30 \text{ м/с}$   
 $u \cdot \sin \beta = v \cdot \cos \alpha$   
 $\cos \beta = \frac{1 - \cos \alpha}{u}$   
 $v_{\text{из}} = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\sin \beta}$   
 $v_0 = kb + b$   
 $400 = v^2 + 2 \cdot 25 \cdot v - \frac{6}{5} \cdot 15 \cdot v$   
 $175 = v^2 - 10v$   
 $v_0 = 1,12 = 100k + b$   
 $v_0 \cdot 0,12 = 100k$   
 $k = v_0 \cdot 0,0012$

$q(t) = \frac{1}{u + \cos \alpha \cdot t} + \frac{1}{u - \cos \alpha \cdot t}$   
 $u = 30$   
 $u \cdot \sin \beta = v \cdot \sin \alpha$   
 $30 \cdot \sin \beta = 15 \cdot \frac{4}{5}$   
 $\sin \beta = \frac{2}{3}$   
 $\cos \beta = \sqrt{\frac{21}{25}}$   
 $175 = 25 \cdot 7$   
 $\frac{4}{15} \quad (v - 25) / (v + 25)$

$I = \frac{1}{10} \left( \frac{18}{15} + \frac{2}{10} + \frac{15}{10} + \frac{1}{10} \right) = \frac{2\sqrt{2}}{10}$   
 $= \left[ \frac{36}{13} \right]$   
 $\cos^2 \alpha = x$   
 $\cos \beta = \sqrt{\frac{u^2 - v^2 \cos^2 \alpha}{u^2}}$   
 $\frac{2\sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \alpha}}{u^2 \cdot 2 \cos^2 \alpha}$   
 $\frac{2\sqrt{u^2 - v^2 \cos^2 \alpha}}{u^2 \cdot 2 \cos^2 \alpha}$   
 $\frac{175}{4} = 0$

$0,04 \mid 0,0008$   
 $400 \mid 150$   
 $400 = 225 + v^2 - \frac{6}{5} \cdot 300$   
 $400 = 225 - 360 + v^2$   
 $250 = v^2 - 135 = 0$   
 $0,0008 \mid 50$   
 $0,0400$   
 $2 \sqrt{1200 \cos^2 \alpha}$   
 $200 \mid 60,66$   
 $20$   
 $\frac{10}{10}$   
 $\frac{10}{10}$



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!

$\sqrt{\frac{60^2}{400} - 144} = \sqrt{256} = 16$

$16 + 25 = 41$   
 $41 \cdot 25 = 1025$

$\frac{1000}{14} = 71.4$   
 $\frac{150}{15} = 10$   
 $\frac{150}{15} = 10$

$16 \cdot 25 = 400$   
 $\frac{1000}{14} = 71.4$   
 $\frac{150}{15} = 10$

$F = mg\sqrt{3}$   
 $\frac{2000}{14} = 142.8$   
 $\frac{150}{15} = 10$

$\frac{8}{10} = \frac{4}{5}$   
 $\frac{15}{30} = \frac{1}{2}$

$g_{00} = v^2 + 2as - \frac{1}{2} \cdot 400$   
 $g_{00} = v^2 - 5 \cdot 40 + 225$

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

$u = 30 \text{ km/h}$   
 $u = 107 \text{ km/h}$

$1440 = v^2$   
 $1215 = v^2$

$\frac{1000}{14} = 71.4$   
 $\frac{150}{15} = 10$   
 $\frac{150}{15} = 10$   
 $\frac{1000}{14} = 71.4$   
 $\frac{150}{15} = 10$   
 $\frac{150}{15} = 10$

$R_1 = \frac{I_0 \cdot 6}{7}$   
 $R_2 = \frac{I_0 \cdot 1}{7}$

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

$H = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 9 \cdot 4 = 72$

$At + Mg \cdot H = mg \cdot h \cdot \frac{1}{2}$

$N_1 \cdot \cos \alpha = mg$   
 $N_2 = N_1 \cdot \sin \alpha = F = mg\sqrt{3}$   
 $N_1 \cdot \sin \alpha = F$   
 $mg \cdot \tan L = mg\sqrt{3}$   
 $\tan L = \sqrt{3}$   
 $L = 60^\circ$

$mg - N_2 \cdot \cos \alpha = m a_{\text{ax}} = h a_{\text{ax}} \sqrt{3} = N_2 \sin \alpha \sqrt{3}$   
 $= N_2 \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$

$mg \cos \alpha - N_2 \cos \alpha = N_2 \sin^2 \alpha$   
 $mg \cos \alpha = N_2$

$u \cdot \tan L = v \Delta t$   
 $a_{\text{ax}} \cdot \sqrt{3} = a_{\text{ax}}$