



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.

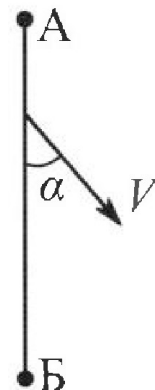
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

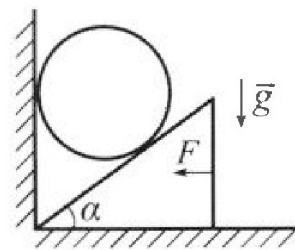
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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

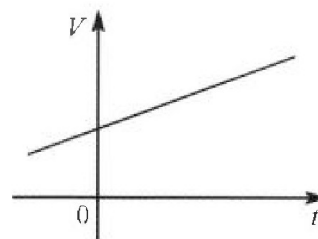
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



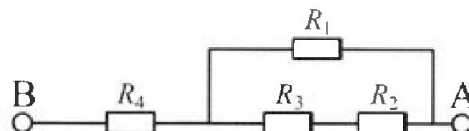
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|dV|$ 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

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!

$$T_{\text{avg}} = \frac{2000(\sqrt{175 \cdot 0^2 \cos^2 \alpha} + 15 \cos \alpha + \sqrt{175 \cdot 0^2 \cos^2 \alpha} - 15 \cos \alpha)}{175 + \underbrace{0^2}_{225} \cos^2 \alpha - 225 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{2 \cdot 2000}{175} (\sqrt{175 \cdot 0^2 \cos^2 \alpha}) \text{ потому } T\text{-среднее не вычисляется}$$

Надо чтобы $175 - 225 \cos^2 \alpha$ было не равно нулю

это возможно при $\cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$

$$T_{\min} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot \sqrt{175}}{175} = \frac{4000}{\sqrt{175}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}}$$

Ответ: 1) $v = 20 \text{ м/с}$ 2) $T_1 = 80 \text{ с}$ 3) $\alpha = 90^\circ$

$$4) T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с.}$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

1) $U = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$ 2) Чтобы прилететь в пункт Б надо двигаться по прямой АБ, значит $\vec{U}$ - скорость самолета будет направлена вдоль прямой АБ. $\vec{U} + \vec{U}_w = \vec{U}_g$ $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ $\cos \alpha = \frac{U}{U_g} = \frac{20}{15} = 0.6$

По т. косинусов: $U_g^2 = U^2 + U_w^2 - 2U \cdot U_w \cos \alpha$ $U_g^2 = 2 \cdot 15^2 / \text{с} \cdot 0.6 \cdot 15 = 20 \cdot 15 = 300$

$U_g = \sqrt{300} = 17.32 \text{ м/с}$ Разберём скорость ветра и самолета на верт. и горизонт. составляющие. $U_x = U \cdot \sin \alpha = 15 \cdot 0.8 = 12 \text{ м/с}$

$U_y = U \cdot \cos \alpha = 15 \cdot 0.6 = 9 \text{ м/с}$ Чтобы двигаться вдоль АБ, U_x должно равняться U_{gx} , т.е. 9 м/с . Тогда верт. сост. скорости U $U_y = \sqrt{U^2 - U_x^2} = \sqrt{400 - 144} = 16 \text{ м/с}$

$U_y + U_g = 9 \text{ м/с} + 16 \text{ м/с} = 25 \text{ м/с}$ Тогда $T_1 = \frac{S}{U_y + U_g} = \frac{4000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 160 \text{ с}$

При движении в АБ и $\alpha = 30^\circ$: $U \cos \alpha + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} = 15 \cos 30^\circ + \sqrt{15^2 - 15^2 \sin^2 30^\circ} = 15 \cos 30^\circ + \sqrt{15^2 - 15^2 \cdot 0.25} = 15 \cos 30^\circ + \sqrt{15^2 \cdot 0.75} = 15 \cos 30^\circ + 15 \sqrt{0.75} = 15 \cos 30^\circ + 15 \cdot 0.866 = 15 \cdot 0.5 + 15 \cdot 0.866 = 7.5 + 12.99 = 20.49 \text{ м/с}$

$T_{0.5} = \frac{4000 \text{ м}}{20.49 \text{ м/с}} = 195 \text{ с}$

Чтобы найти минимальное значение в графе два максимальных

Проверим для $\alpha = 0^\circ$ $U \cos 0^\circ + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 0^\circ} = 15 + 15 = 30 \text{ м/с}$ $T_0 = \frac{4000 \text{ м}}{30 \text{ м/с}} = 133 \text{ с}$

$\alpha = 30^\circ$ $T_2 = T_0 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 133 \cdot 0.866 = 115 \text{ с}$

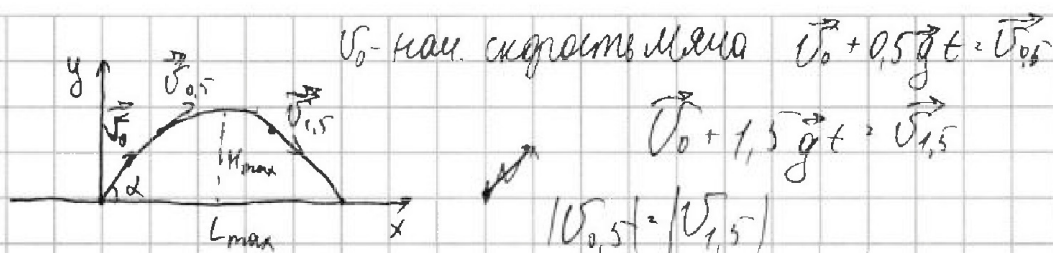


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

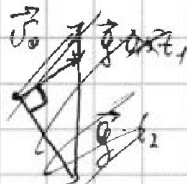
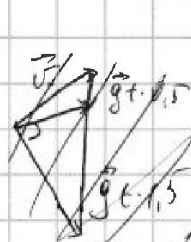
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\vec{v}_0 + 0.5 \vec{g} t = \vec{v}_{0.5}$$

$$\vec{v}_0 + 1.5 \vec{g} t = \vec{v}_{1.5}$$

$$|\vec{v}_{0.5}| = |\vec{v}_{1.5}|$$



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

По оси x скорость мяча не изменяется, т.к. силы соприкосновения без трения не учитываем.

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y \quad v = v_x^2 + v_y^2$$

$$v \sin \alpha = 0.5 g t \quad |\vec{v}_{0.5}| = |\vec{v}_{1.5}| \quad v_x^2 + v_{y0.5}^2 = v_x^2 + v_{y1.5}^2$$

$$v_{y0.5}^2 = v_{y1.5}^2 \quad v_{y0.5} = \pm v_{y1.5} \quad v_0 \sin \alpha - t_1 g = v_0 \sin \alpha - t_2 g \quad t_1 + t_2 = 2 \text{ с}$$

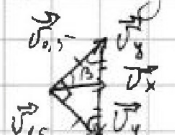
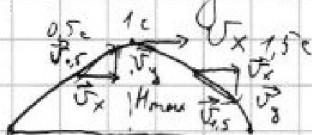
$$v_0 \sin \alpha - t_1 g = -(v_0 \sin \alpha - t_2 g)$$

$$2 v_0 \sin \alpha = t_2 g + t_1 g \quad 2 v_0 \sin \alpha = g(t_1 + t_2)$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g(t_1 + t_2)}{2} = \frac{10 \cdot 2}{2} = 10 \text{ м/с}$$

найдём $\vec{v}_{0.5}$ и $\vec{v}_{1.5}$ по $v_0 \cos \alpha$ и $v_0 \sin \alpha$ и $v_0 \sin \alpha = g t$

$$v_0 \sin \alpha = g t \quad t = T \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 1 \text{ с} \quad v_{y0.5} = v_0 \sin \alpha - 0.5 g = 5 \text{ м/с}$$



$$v_{0.5}^2 + v_{1.5}^2 = 2 v_y^2$$

$$v_{y1.5} = v_0 \sin \alpha - 1.5 g = 3 \text{ м/с}$$

$$(v_0 \cos \alpha)^2 + v_{y0.5}^2 + (v_0 \cos \alpha)^2 + v_{y1.5}^2 = 4 v_y^2$$

$$2(v_0 \cos \alpha)^2 + 25 + 25 = 4 \cdot 25 \quad \beta = 45^\circ \Rightarrow v_{y0.5} = v_x = 5 \text{ м/с}$$

$$L = \frac{v_x \cdot 2\pi \cdot 10 \text{ м}}{2\pi \cdot \text{время от броска до падения}}$$

$$g = a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g} = \frac{25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 2.5 \text{ м}$$

найдём, т.к. $T_{\text{пог}} = T_{\text{пог}}$, т.к. гравитация направлена.

Ответ: 1) $T = 1 \text{ с}$ 2) $L = 10 \text{ м}$ 3) $R = 2.5 \text{ м}$



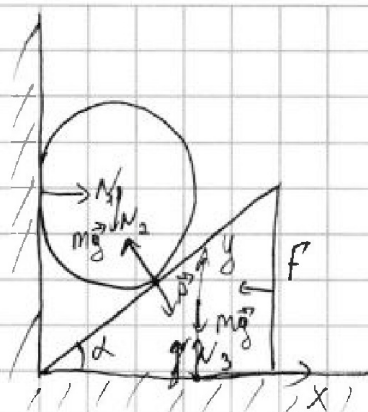
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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



1) Рассмотрим келью: $\vec{F}_k = m\vec{a}$

$$a = 0 \Rightarrow F_k = 0 \Rightarrow m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N}_3 + \vec{P} = 0$$

$$Ox: P \sin \alpha = F \quad \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = F \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \sqrt{3}$$

$$Oy: P \cos \alpha + N_3 = mg \quad \tan \alpha = \frac{F}{mg} = \sqrt{3}$$

Рассмотрим шар: $\vec{F}_{kш} = m\vec{a}$ $a = 0 \Rightarrow F = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = 0 \quad Ox: N_1 = N_2 \sin \alpha \quad N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha} \quad N_2 = P$$

$$(N_1 + N_2) \sin \alpha = \sqrt{3} \cos \alpha \quad \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{3} \cos \alpha \quad 1 - \cos^2 \alpha = 3 \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{4} \quad \cos \alpha = \frac{1}{2} \quad \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \alpha = 60^\circ$$

II. к. удар эластичный, $mgH = mg h_2 \Rightarrow H = h_2 = 0,15 \text{ м}$.

$$3) N_1 = N_2 \sin \alpha = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = \sqrt{3} mg = F = \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 4\sqrt{3} \text{ Н}$$

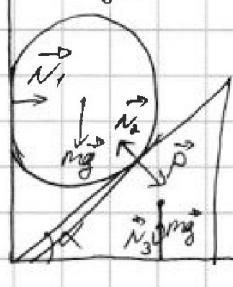
$$4) N_1 = mg \tan \alpha \quad N_1 = N_2 \sin \alpha \quad N_2 \cos \alpha = mg$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \tan \alpha \quad N_1 \text{ max при } \tan \alpha \text{ max}$$

$\tan \alpha \text{ max при } \alpha = 90^\circ$ Шар: $\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{N}_2 = m\vec{a}$ Келья: $\vec{F}_{kк} = m\vec{a}$

при сближении на α по оси x келья, шар движутся по оси y $\Rightarrow$ Δy больше, расстояние $H = \sqrt{3} \cdot 0,15 = \sqrt{3} h = 0,15 \sqrt{3} \text{ м}$.

$$N_1 = mg \tan \alpha = N_2 \quad \text{или}$$





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!

Ответ: $\alpha = 60^\circ$ 2) $H = 0,15 \sqrt{3}$ м. 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.



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!

$$V(t) = K \cdot t + b \quad b = V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0,042 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,84 \text{ г/см}^3 \cdot 100 \cdot 8_2} \cdot \frac{1}{20} \cdot 0,05 \text{ см}^3$$

$$K = \frac{\rho V_{100} - \rho V_0}{\Delta t (t_{100} - t_0)} = \frac{V_0 \cdot \beta - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{V_0 (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)}$$

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

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

2) $\Delta V = V(50^\circ \text{C}) - V(40^\circ \text{C}) = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot 50^\circ \text{C} + \frac{m}{\rho} - \left(\frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot 40^\circ \text{C} + \frac{m}{\rho} \right)$

$$= \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot (50^\circ \text{C} - 40^\circ \text{C}) = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot 10^\circ \text{C} = \frac{0,042 (1,12 - 1)}{0,84 \text{ г/см}^3 \cdot 100^\circ \text{C}} \cdot 10^\circ \text{C} = \frac{0,05 \cdot 0,12}{10}$$

$$= 0,006 \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3 \quad |\Delta V| = \Delta V = 0,6 \text{ мм}^3 \quad |\Delta V| = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot |t_1 - t_2|$$

3) $S = \frac{V}{h} = \frac{\Delta V_{100}}{L_1} = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0) \cdot |t_{100} - t_0|} = \frac{0,6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм} \cdot 0,06 \text{ мм}^2}$

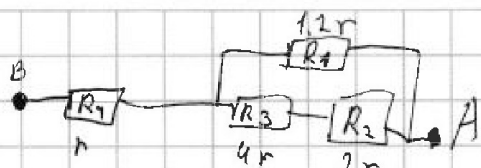
Ответ: 1) $V(t) = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}$
 2) $|\Delta V| = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \cdot |t_1 - t_2| \quad |\Delta V| = 0,6 \text{ мм}^3$
 3) $S = 0,06 \text{ мм}^2$



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!



$$1) R_3 + R_2 = R_{23} = 2r + 4r = 6r$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_{123}}$$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{12r \cdot 6r}{12r + 6r} = 4r$$

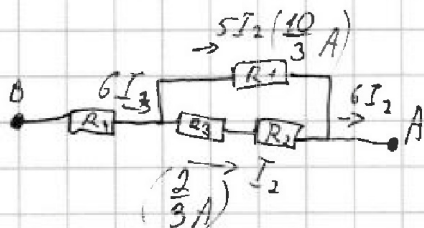
$$= 10 \Omega$$

$$R_{экв} = R_{123} + R_4 = 1r + 1r = 2r$$

$$2) P = I_4^2 R_{экв} = 16A^2 \cdot 10 \Omega = 160 \text{ Вт}$$

$$3) U_1 = U_{23} \quad U = IR \quad I_1 R_1 = I_2 R_{23} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_{23}}{R_1} = \frac{6r}{12r} = \frac{1}{2}$$

$$I_1 = 5 I_2$$



$$6 I_2 = 4A \quad I_2 = \frac{4A}{6} = \frac{2}{3} A$$

$$P_1 - \text{мощность на 1-ом резисторе равна } P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{10^2}{3^2} A^2 \cdot 12 \cdot 5 \Omega = \frac{200}{3} \text{ Вт} = 66,6666667 \text{ Вт} = 66 \frac{2}{3} \text{ Вт}$$

$$P_2 - \text{на втором} = I_2^2 R_2 = \frac{4}{9} A^2 \cdot 10 \Omega = \frac{40}{9} = 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}$$

$$P_3 - \text{на третьем} = I_2^2 R_3 = \frac{4}{9} A^2 \cdot 20 \Omega = \frac{80}{9} = 8 \frac{8}{9} \text{ Вт}$$

$$P_4 - \text{на четвертом} = I_4^2 R_4 = 16A^2 \cdot 5 \Omega = 80 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 1) R_{экв} = 10 \Omega \quad 2) P = 160 \text{ Вт}$$

$$3) P_{\min} - \text{на втором резисторе } P_{\min} = 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}$$

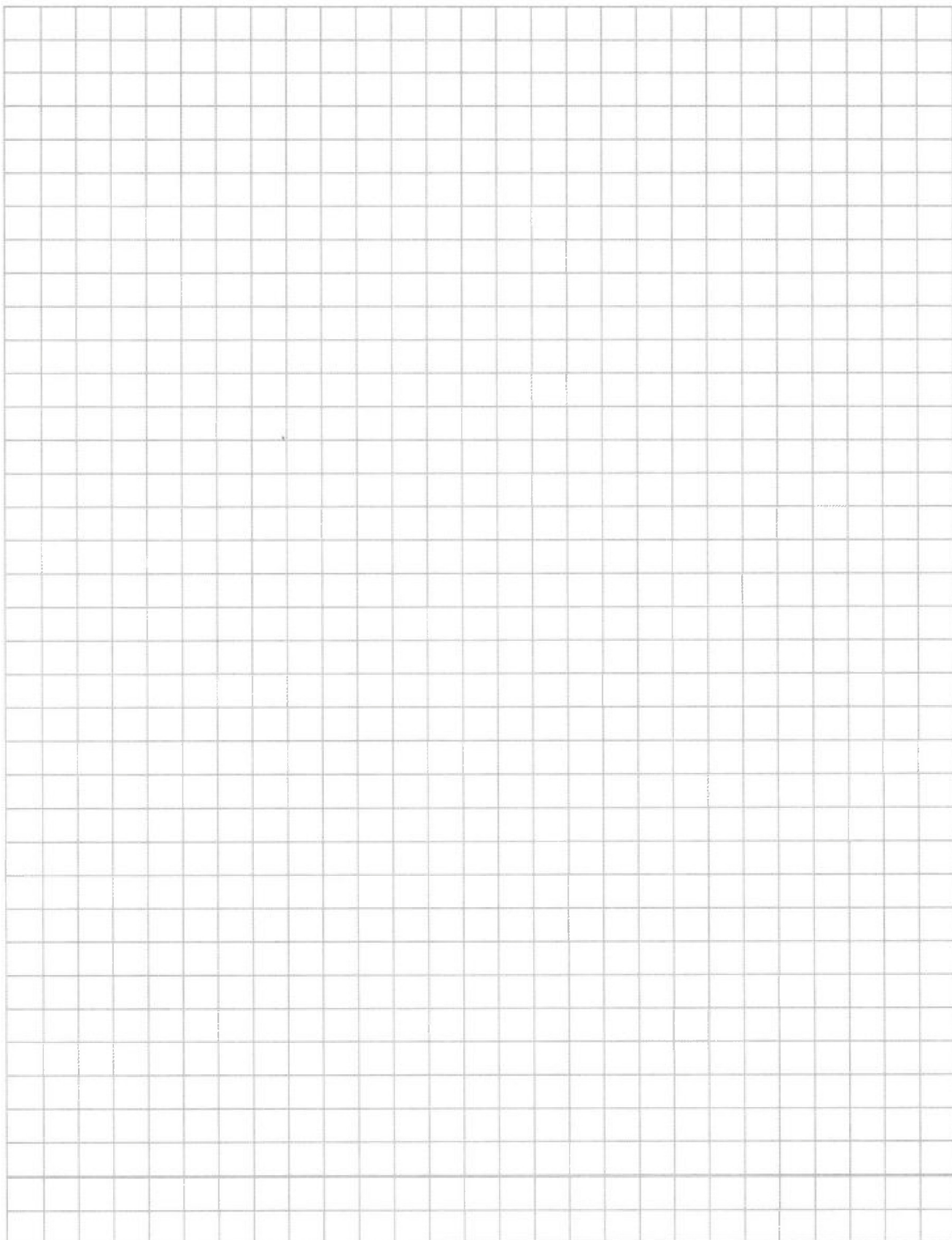


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





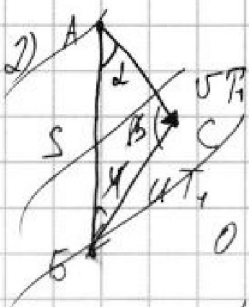
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$1) U = \frac{S}{t} \quad U = \frac{2S}{T_1} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$



По теореме косинусов в треугольнике ABC: $S^2 + (UT_1)^2 - 2S \cdot UT_1 \cdot \cos \alpha = (UT_2)^2$

$$\frac{S}{UT_1} \sin \alpha = \frac{S}{UT_1} \sin \beta = \frac{UT_1}{UT_2} \sin \gamma$$
$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

0 сумма углов треугольника $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \quad \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 1 - 0,6^2 = 0,64$$
$$\cos \alpha = 0,8$$

$$(UT_2)^2 = S^2 + (UT_1)^2 - 2S \cdot UT_1 \cdot \cos \alpha$$

$$U^2 T_2^2 - U^2 T_1^2 + 2S \cdot U \cdot T_1 \cdot \cos \alpha - S^2 = 0$$

$$T_1^2 (U^2 - U^2) + T_1 \cdot 2S \cdot U \cdot \cos \alpha - S^2 = 0 \quad T_1^2 \cdot (20^2 - 20^2) + T_1 \cdot (2000 \cdot 20 \cdot 0,8) - 4000000 = 0$$

$$0 = 4S^2 \cos^2 \alpha$$

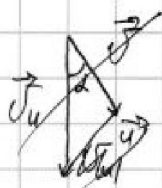
$$15 \text{ м/с} \cdot 0,6 = 2000 \text{ м} \cdot 2000 \text{ м} = 0$$

$$145 T_2 + 36000 T - 4000000 = 0 \quad | :5$$

$$35 T_2 + 7200 T - 800000 = 0 \quad | :5$$

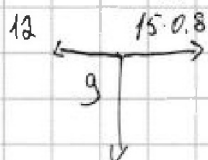
$$D = 1440^2 + 160000 \cdot 7 \cdot 4 =$$

$$4 T_2 + 1440 T - 160000 = 0$$



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

$$\cos \alpha = 0,6$$



$$400 - 144$$

$$\sqrt{400 - 144}$$

$$256 = 16 \cdot 16$$

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

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \cdot a$$

$$U^2 - U^2 \sin^2 \alpha$$

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

$$16 - 9$$





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!

