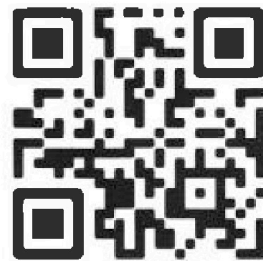




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

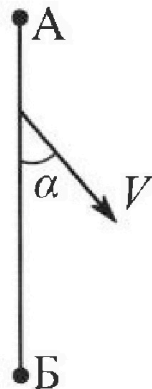


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$.

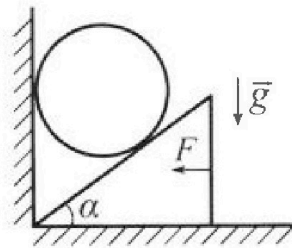


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

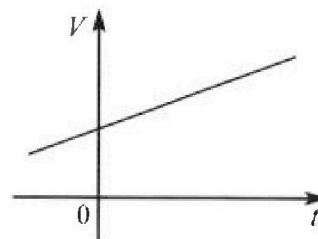
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



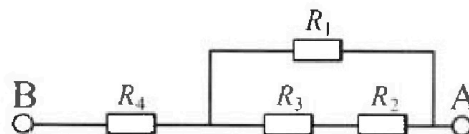
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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!

Задача 1.

При движении с u : $2S = uT_0 \Rightarrow u = \frac{2S}{T_0} = 20 \frac{M}{C}$.

Найдем пр-ки скоростей при встрече по углам α к AB и из т.м. кос. найдем скорости W_1 на AB и W_2 на BA :

$$u^2 = V^2 + W_1^2 - 2VW_1 \cos \alpha$$

$$u^2 = V^2 + W_2^2 + 2VW_2 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6 \text{ из осн. триг. тожд.}$$

$$W_1^2 - W_1 \cdot 2V \cos \alpha + V^2 - u^2 = 0$$

$$W_1 = V \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} = 9 \frac{M}{C} \pm 16 \frac{M}{C} = 25 \frac{M}{C} \quad (\text{т.к. } W_1, W_2 > 0)$$

$$W_2^2 + W_2 \cdot 2V \cos \alpha + V^2 - u^2 = 0$$

$$W_2 = -V \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} = -9 \frac{M}{C} \pm 16 \frac{M}{C} = 7 \frac{M}{C}$$

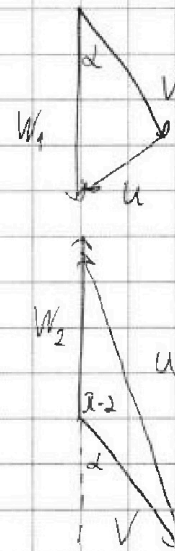
$$\text{Путь } T_1 = \frac{S}{W_1} + \frac{S}{W_2} = 2000 \frac{32}{175} C = \frac{400 \cdot 32}{35} C = \frac{80 \cdot 32}{7} C = \frac{2560}{7} C$$

$$\text{Путь } T_{\min} = \frac{S}{W_1} + \frac{S}{W_2} \rightarrow \min$$

$$S \frac{W_1 + W_2}{W_1 W_2} \rightarrow \min$$

$$\frac{2\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{(W_1 + W_2) - V^2 \cos^2 \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{2\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - V^2} \rightarrow \min$$





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!

Задача 1.

$$u^2 - v^2 \sin^2 \alpha \rightarrow \min$$

Возьмем производную этого выражения:

$$0 + 0 - v^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = 0; \pi$$

$$\Rightarrow \alpha = 0; \frac{\pi}{2}. \quad (\text{два ответа: при соответ. макс. вр., другой мин.})$$

Найдем времена полетов T_1 и T_2 при $\alpha = 0$ и $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$T_1 = \frac{S}{v+u} + \frac{S}{u-v} = S \left(\frac{u-v+v+u}{u^2-v^2} \right) = \frac{2uS}{u^2-v^2} = \frac{40}{175} \cdot 20000 \text{ с} = \frac{40 \cdot 80}{7} \text{ с} = \frac{3200}{7} \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{S}{\sqrt{u^2-v^2}} + \frac{S}{\sqrt{u^2-v^2}} = \frac{2S}{\sqrt{u^2-v^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ с} = \frac{4000}{5 \cdot \sqrt{7}} \text{ с} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{800 \sqrt{7}}{7} \text{ с}$$

$$\text{т.к. } \sqrt{7} < 4, T_2 < T_1,$$

$$\Rightarrow T_{\min} = T_2 = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } u = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T_1 = \frac{2560}{7} \text{ с}; T_{\min} = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с}.$$



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.



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!

Задача 2.

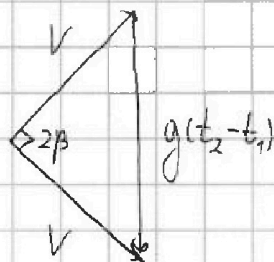
Пусть модуль скорости мяча в t_1 и t_2 равен V .

Построим векторный тр-к скоростей мяча:

По т-ме Пифагора,

$$2V^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$$

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



Пусть нач. скор. V_0 и нач. угол броска к гор-ту α .

Построим тр-ки скоростей мяча через t_1 и t_2 после броска:

Запишем для них т-му кос.:

$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_1^2 - 2V_0 g t_1 \cos(90^\circ - \alpha)$$

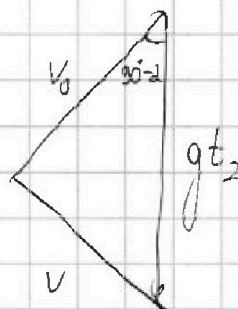
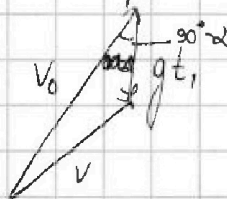
$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_2^2 - 2V_0 g t_2 \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$\Rightarrow g^2 t_2^2 - g^2 t_1^2 = (2V_0 g t_2 - 2V_0 g t_1) \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{g \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2 - t_1}}{2V_0} = \frac{g}{2V_0} (t_2 + t_1)$$

$$V_0^2 = \frac{g^2 t_1 (t_2 + t_1)}{\sin^2 \alpha} + V^2 - g^2 t_1^2$$

$$V_0 = \sqrt{g^2 t_1 (t_2 + t_1) + V^2 - g^2 t_1^2}$$





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.

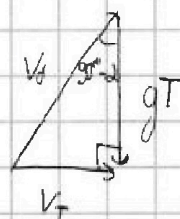
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 2.

Построим тр-к скоростей через T после броска:
т.к. это верхняя точка, скорость в этот момент горизонтальна, равна V_T . Тогда



$$gT = V_0 \sin \alpha$$

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

Известно, что в тр-ке скоростей высота эквивалентна gT эквивалентна горизонт. перемещ., деленному на промежуток с начала броска время, т.е.

$$\frac{1}{2} T = V_T = V_0 \cos \alpha = V_0 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{V_0^2 - \frac{g^2}{4} (t_2 + t_1)^2} =$$
$$= \sqrt{g^2 t_1 t_2 + V^2 - \frac{g^2}{4} (t_2 + t_1)^2} = g \sqrt{t_1 t_2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{2 \cdot 4} - \frac{(t_2 + t_1)^2}{4}}$$

$$L = 2 \frac{t_2 + t_1}{2} g \sqrt{t_1 t_2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{2 \cdot 4} - \frac{(t_2 + t_1)^2}{4}} = 10 \text{ м}$$

П.к. в верхней т. скор. перпенд. напр. ускор. свод. под, у мяча в этот момент есть только нормальное ускорение, равное g :

$$g = \frac{V^2}{R} = \frac{L^2}{4T^2 R}$$

$$R = \frac{L}{4gT^2} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: $T = 1 \text{ с}$; $L = 10 \text{ м}$; $R = 2,5 \text{ м}$



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!

Задача 3.

Рассм. сил, действ. на шар в проекц.

на:

$$Oy: mg = N_2 \cos \alpha, N_2 - \text{сила со стор. клина на шар}$$

и на клин в проекц. на:

$$Ox: F = N_2 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{F}{mg} = \tan \alpha$$

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

пусть после отрыва клин движ. с ускор. a_2 , шар a_1 .

Предположим, шар до столкнов. кас. клина.

Тогда

$$Oy: ma_1 = mg - N_2' \cos \alpha, N_2' - \text{новая сила со стор. клина на шар}$$

$$Ox: ma_2 = N_2' \sin \alpha$$

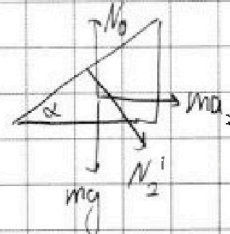
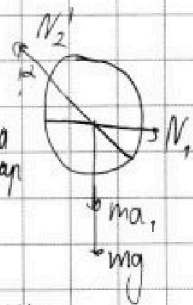
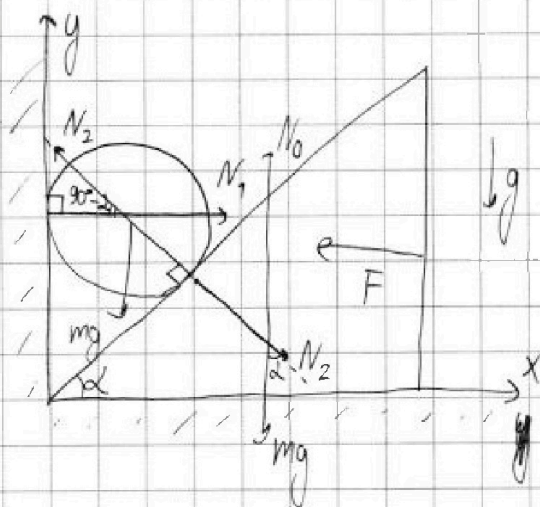
$$Ox: N_1' = N_2' \sin \alpha, N_1' - \text{новая сила со стор. стены}$$

$$Oy \text{ в 1 сущ.}: N_0 = mg + N_2 \cos \alpha, N_0 - \text{сила со стор. пола}$$

$$Oy: N_0 = mg + N_2' \cos \alpha$$

$$\Rightarrow N_2' = N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha} = 4mg$$

$$a_2 = g \tan \alpha$$





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

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!

Задача 3.

$$N_1 = mg \tan \alpha$$

$$a_1 = g - g \tan^2 \alpha$$

$$N_1' = N_1 = mg \tan \alpha = 4\sqrt{3}M$$

$$a_1 = a_2 \tan \alpha = g \tan^2 \alpha$$

Полга, если скор. шарика при столкн. v ,

$$v^2 = 2g \tan^2 \alpha \cdot M$$

$$v^2 = 2gh$$

$$M = \frac{gh}{\tan^2 \alpha} = 5 \text{ см}$$

$$N_1 = mg \tan \alpha \rightarrow \max$$

$$\tan \alpha \rightarrow \max$$

$$\alpha \rightarrow 90^\circ$$

$$N_{\max} = mg \tan \alpha \sim M = \infty M.$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $M = 5 \text{ см}$; $N_1 = 4\sqrt{3}M$; при $\alpha \rightarrow 90^\circ$; $N_{\max} = \infty M$.



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!

Задача 4

П.к. $V(t)$ зависит линейно, можно представить зав-ть в виде $V(t) = kt + b$, где k - коэфф. наклона, b - свобод. коэфф.

Занедем ~~хотим~~ $V(t_0)$ и $V(t_{100})$:

$$V_0 = kt_0 + b, \quad V_0 \text{ - обреч при } t_0, \quad V_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$\beta V_0 = kt_{100} + b$$

$$V_0(\beta - 1) = k(t_{100} - t_0)$$

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

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

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

Получа

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

Получа

$$\Delta V = \left| (t_2 - t_0) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho} - (t_1 - t_0) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} - \frac{m}{\rho} \right| = \left| (t_2 - t_1) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \right| =$$

$$= \left| -10^\circ\text{C} \cdot \frac{0,047 - 0,12}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} \right| = \left| -0,1 \cdot \frac{0,0048}{0,8} \text{ см}^3 \right| = 0,0006 \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$



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 ☐

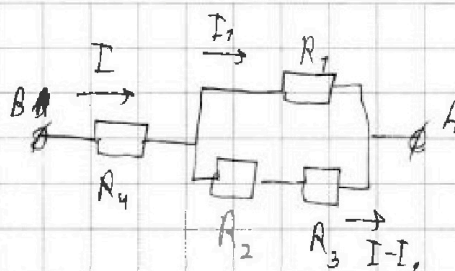
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Задача 5

Ил.к. цепь состоит из посл. и паралл. соед. R_4 с R_1 и R_2, R_3 ,

$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 2r = 10 \text{ Ом}$$



После подкл. сделан через R_4 ток I , $R_1 - I_1$, R_2 и $R_3 - I - I_1$,

по из 1-го кр. пр-ла Кирхгофа также.

$$I_1 R_1 = (I - I_1)(R_2 + R_3)$$

$$1,2 I_1 = (I - I_1) \cdot 6$$

$$6 I_1 = 5 I$$

$$I_1 = \frac{5}{6} I = \frac{20}{6} \text{ А}$$

Из 3-го закона Джоуля-Ленца, на резисторах выд. мощн:

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{2000}{36} \cdot 1,2 \text{ Вт} = \frac{200}{3} \text{ Вт} \quad \text{на } R_1$$

$$P_2 = (I - I_1)^2 R_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт} \quad \text{на } R_2$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 80 \text{ Вт} \quad \text{на } R_4$$

$$P_3 = (I - I_1)^2 R_3 = \frac{80}{9} \text{ Вт} \quad \text{на } R_3$$

Поскольку $P_{\text{мин}}$ выд. на 2-х рез-ре, $P_{\text{мин}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$. Тогда $P = P_1 + P_2 +$

$$+ P_3 + P_4 = 160 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом}$; $P = 160 \text{ Вт}$; $P_{\text{мин}} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$.



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
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!

Задача 4

Порча изм. объема при нагреве от t_0 до t_{100} ΔV_{100} :

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

* Порча ΔV_{100} -образн изм. м. сер. S и выс. L :

$$S = \frac{\Delta V_{100}}{L} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} \text{ см}^2 = \frac{0,0048}{8} \text{ см}^2 = 0,0006 \text{ см}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

$$\text{Объем: } V(t) = (t - t_0) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}, \Delta V_1 = 0,6 \text{ мм}^3; S = 0,06 \text{ мм}^2.$$

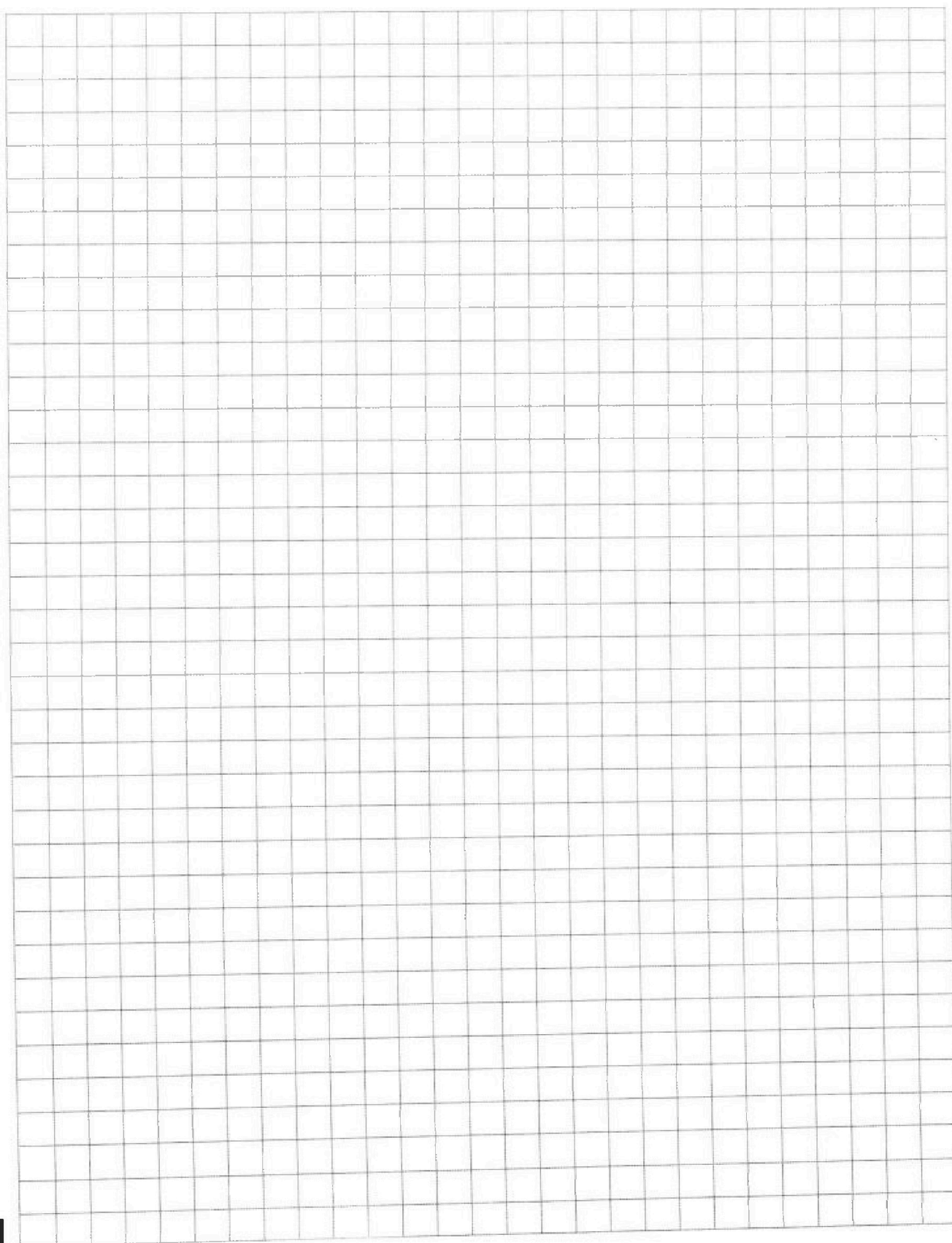


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
_ 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!



$$F = N_2 \sin \alpha$$

$$mg = N_1 \cos \alpha$$

$$F = mg \tan \alpha$$

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

$$ma_1 = mg - N_2' \cos \alpha$$

$$N_1 = N_2' \sin \alpha$$

$$ma_2 = N_2' \sin \alpha$$

$$N_1 = ma_2$$

$$N_2' \cos \alpha = mg$$

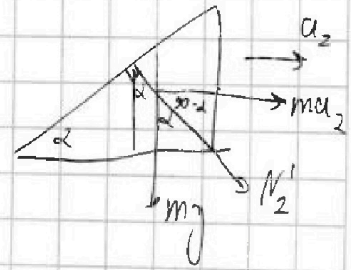
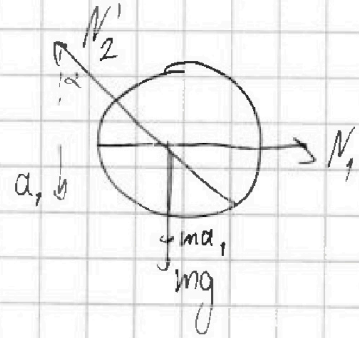
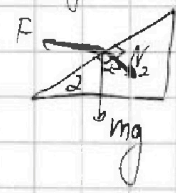
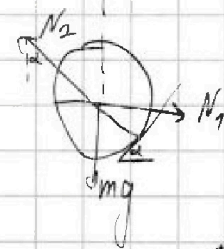
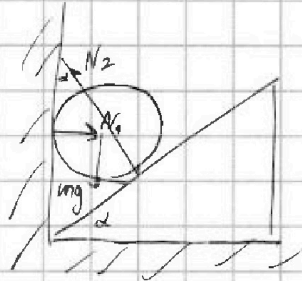
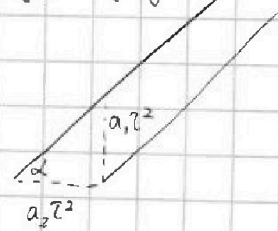
$$N_2' = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$ma_2 = mg \tan \alpha$$

$$a_2 = g \tan \alpha = g \sqrt{3}$$

$$N_1 = mg \tan \alpha$$

$$a_1 \neq \tan \alpha = \frac{a_1}{a_2} \quad a_1 = a_2 \tan \alpha = g \tan^2 \alpha = g \tan^2 60^\circ = g \cdot 3 = 3g$$



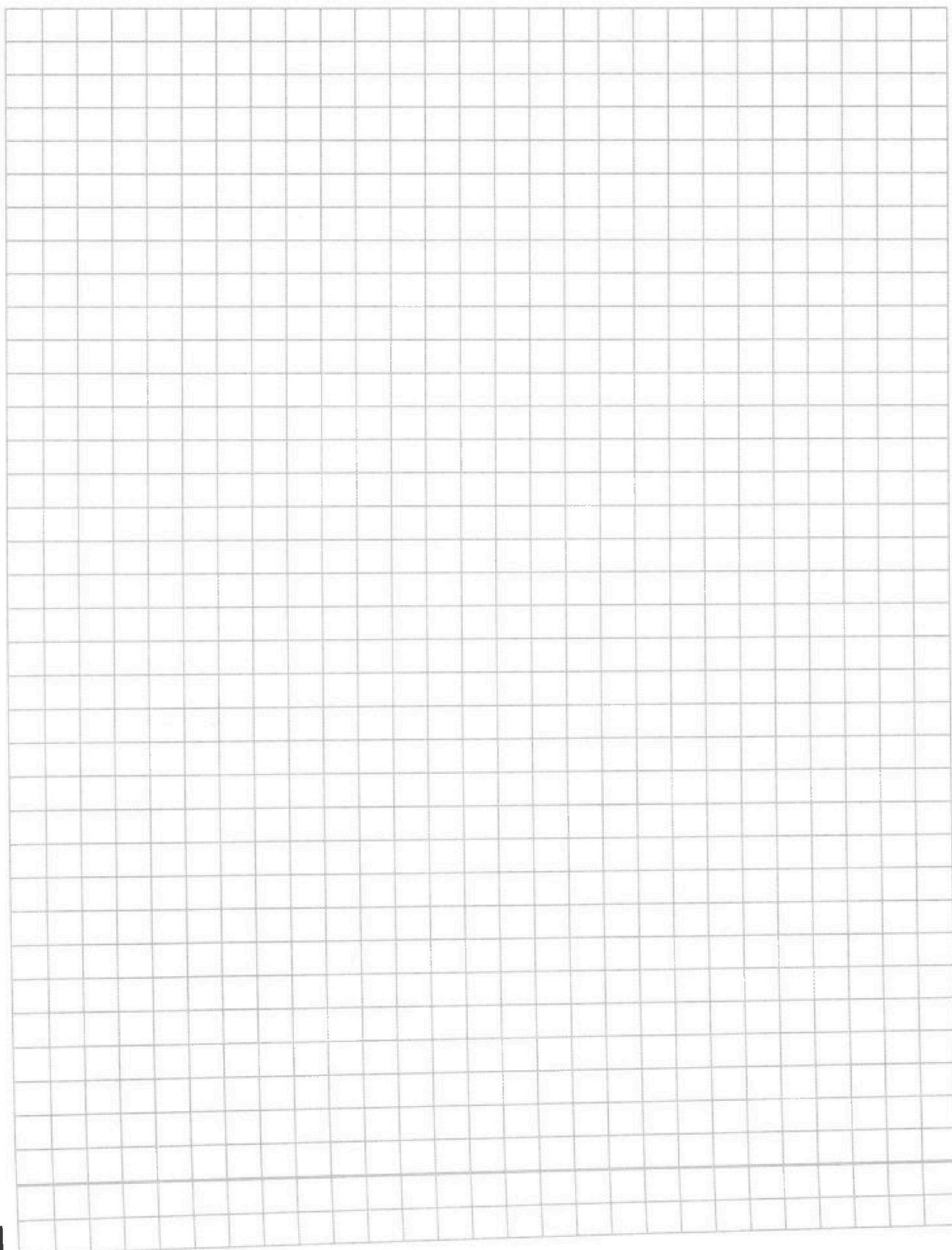


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$2v^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$$

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

$$v^2 = v_0^2 + g^2 t_1^2 - 2v_0 g t_1 \cos \alpha$$

$$v^2 = v_0^2 + g^2 t_2^2 - 2v_0 g t_2 \cos \alpha$$

$$g^2 t_1^2 - g^2 t_2^2 = 2v_0 g t_2 \cos \alpha - 2v_0 g t_1 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha (2v_0 g t_2 - 2v_0 g t_1) = g^2 t_2^2 - g^2 t_1^2$$

$$\cos \alpha = \frac{g t_2^2 - g t_1^2}{2v_0 t_2 - 2v_0 t_1} = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{10}{\sqrt{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{g}{2v_0} (t_2 + t_1)$$

$$v^2 = v_0^2 + g^2 t_1^2 - 2v_0 g t_1 \frac{g t_2^2 - g t_1^2}{2v_0 t_2 - 2v_0 t_1}$$

$$v_0^2 = v^2 - g^2 t_1^2 + g t_1 \frac{g t_2^2 - g t_1^2}{t_2 - t_1} = \sqrt{50 - 25 + 5 \frac{22,5 - 2,5}{1}} =$$

$$= \sqrt{25 + 100} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

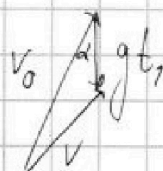
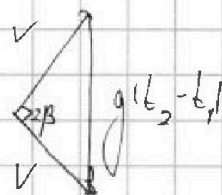
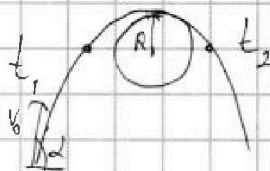
$$\cancel{AT} \quad gT = v_0 \cos \alpha = \frac{g t_2^2 - g t_1^2}{2t_2 - 2t_1}$$

$$T = \frac{t_2^2 - t_1^2}{2t_2 - 2t_1} = \frac{2,25 - 0,25}{2} = 1 \text{ с}$$

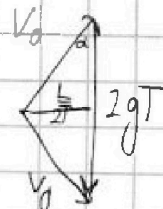
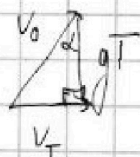
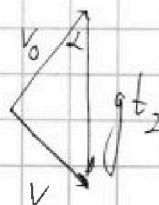
$$\tan \alpha = \frac{L}{2T} \cdot \frac{1}{2gT} = \frac{L}{4gT^2}$$

$$L \tan \alpha \cdot gT^2$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \tan \alpha = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1} \quad L = \sqrt{\frac{1}{gT^2}}$$



$$\frac{10 \sqrt{0,75 + 0,15}}{1} = 10 \cdot 0,9 = 9 \text{ м}$$





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.

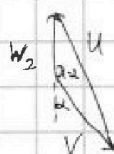
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$2S = UT_0$$

$$u = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$64 - 4 = 240 + 16 = 256$$

$$\cos 135^\circ$$

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

$$u^2 = v^2 + w_1^2 - 2vw_1 \cos \alpha$$

$$w_1^2 - 2vw_1 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$

$$w_1 = \frac{2v \cos \alpha \pm \sqrt{4v^2 \cos^2 \alpha - 4v^2 + 4u^2}}{2}$$

$$w_1 = v \cos \alpha \pm \sqrt{v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2} = 15 \cdot \frac{3}{5} + \sqrt{225 \cdot \frac{9}{25} - 225 + 400}$$

$$w_1 = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u^2 = v^2 + w_2^2 - 2vw_2 \cos \alpha$$

$$w_2^2 - 2vw_2 \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$

$$w_2 = \frac{2v \cos \alpha \pm \sqrt{4v^2 \cos^2 \alpha - 4v^2 + 4u^2}}{2}$$

$$w_2 = -9 + 16 = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{w_1} + \frac{S}{w_2} = \frac{2000}{7} + \frac{2000}{24} \text{ с} = 2000 \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{24} \right) \neq$$

$$T_1 = \frac{S}{w_1} + \frac{S}{w_2} \rightarrow \min$$

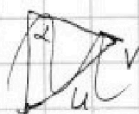
$$S \frac{w_1 + w_2}{w_1 w_2} \rightarrow \min$$

$$\frac{w_1 + w_2}{w_1 w_2} \rightarrow \min$$

$$(v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2) \div v^2 \cos^2 \alpha$$

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

$$\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} \rightarrow \min$$



$$u^2 - v^2 \sin^2 \alpha \rightarrow \min$$

$$-v^2 2 \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$\text{And}$$

$$\alpha = 0; 90^\circ$$



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
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!

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

$$\frac{10,95}{10,12} = \frac{1,83}{0,87}$$

$$\frac{48}{80000} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta V = (t_2 - t_1) \frac{m(\beta-1)}{t_{100}-t_0} = 0,1 \cdot (0,05 - 0,12) = 0,1(0,006) \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$\Delta V_{100} = \frac{m}{\rho} (\beta-1) = 6 \text{ мм}^3$$

$$S = \frac{\Delta V_{100}}{L} = 0,06 \text{ мм}^2$$

1 2 3 4 5
✓ ✓ ✓ ✓ ✓

$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = r + \frac{1,2 \cdot 6r^2}{7,2r} = 2r = 10 \text{ Ом}$$

$$6 \cdot 12 = 72$$

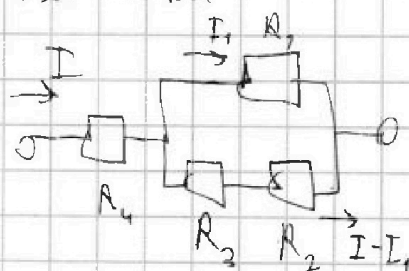
$$I_1 R_1 = (I - I_1)(R_2 + R_3)$$

$$1,2 I_1 r = (I - I_1) 6r$$

$$I_1 = 5I - 5I_1$$

$$6I_1 = 5I$$

$$I_1 = \frac{5}{6} I = \frac{20}{6} \text{ А}$$



$$\frac{20}{6} + \frac{4}{6} = \frac{24}{6} = 4$$

$$\frac{20}{6} \cdot \frac{1}{3} + \frac{60}{18} + \frac{2}{18} = \frac{62}{18} = \frac{31}{9}$$

$$P = I^2 R_4 + I_1^2 R_1 + (I - I_1)^2 (R_2 + R_3) = 16r + \frac{400}{36} 1,2r + \frac{16}{36} 6r = 16r + \frac{400}{30} r + \frac{8}{3} r = 16r + \frac{40}{3} r + \frac{8}{3} r = 16r + \frac{48}{3} r = 32r = 160 \text{ Вт}$$

$$P_1 = \frac{400}{36} \cdot 1,2r = \frac{40}{3} r = \frac{200}{3} \text{ Вт} \approx 66,7$$

$$\frac{120}{3} = 40$$

$$P_2 = \frac{16}{36} 2r = \frac{8}{9} r = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4,44$$

$$P_3 = \frac{16}{36} 4r = \frac{8}{9} r = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4,44$$

$$P_4 = 160 \text{ Вт}$$



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!

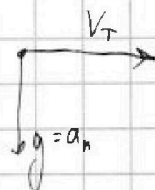
$$\frac{L}{2T} = v_0 \sin \alpha = v_0 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = v_0 \sqrt{1 - \frac{1}{v_0^2} \left(\frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2t_2 - 2t_1} \right)^2}$$

$$L = 2T \sqrt{v_0^2 - \left(\frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2t_2 - 2t_1} \right)^2} = 2 \sqrt{125 - 100} = 10 \text{ м}$$

$$a_n = g = \frac{v_T^2}{R}$$

$$v_T = \frac{L}{2T} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = \frac{v_T^2}{g} = 2.5 \text{ м}$$



$$V = \frac{m}{\rho(t)}$$

$$V_0 = \frac{0.04 \text{ г}}{0.8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = \frac{1}{20} \text{ см}^3 = 0.05 \text{ см}^3 = 50 \text{ мм}^3$$

$$\rho V_0 = \frac{m}{\rho(t_{100})}$$

$$\rho(t_{100}) = \frac{m}{\rho V_0} = \frac{0.04}{1.12 \cdot 0.05} = \frac{4}{5.6} = \frac{4}{5.6} = \frac{40}{56} = \frac{5}{7} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho(t) = \rho_0 \quad V(t) = \frac{m}{\rho(t)} = \frac{m}{\rho_0 + kt} = \frac{m}{\rho_0} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k}{\rho_0} t}$$

$$kt = \frac{m}{\rho} - \rho$$

$$\rho t_0 = \frac{0.04}{0.85}$$

$$k t_{100} = \frac{0.04}{\frac{5}{7}} - \frac{5}{7} = \frac{0.04 \cdot 7}{5} - \frac{5}{7} = \frac{0.28}{5} - \frac{5}{7} = \frac{0.28}{5} - \frac{5}{7}$$

$$k = \frac{\rho(\rho_0 - \rho)}{t_{100} - t_0}$$

$$k = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$k = \frac{\frac{m}{\rho}(\rho - \rho_0)}{t_{100} - t_0}$$

$$V(t) = \frac{m(\rho - \rho_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho_0}$$

$$\rho(t) = \frac{m}{\frac{m(\rho - \rho_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho_0}}$$