



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

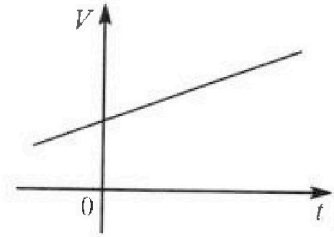


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



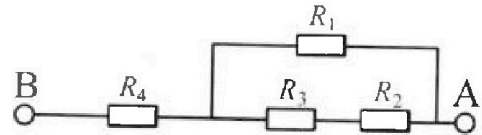
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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.

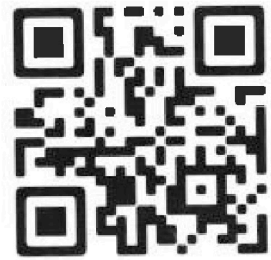
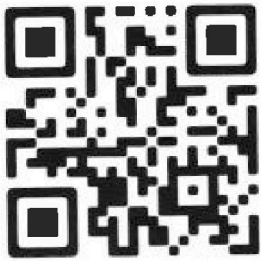


2. Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{MIN}}$ .

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

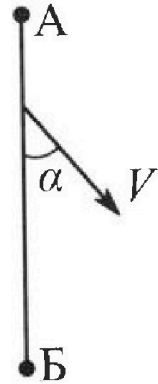


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего в ремени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 15$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .

- Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
- При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  минимальная?
- 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>.

- Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до подъема на максимальную высоту.
- Найдите дальность  $L$  полета от старта до падения на площадку.
- Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

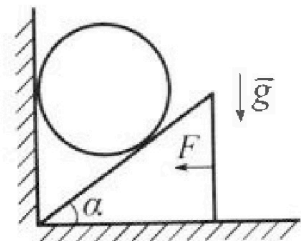
3. Клин с углом  $\alpha$  при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=0,4$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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.

- Найдите перемещение  $H$  шара до соударения.
- Найдите силу  $N_1$ , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
- При каком значении угла  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
- Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.





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 4

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:

$$T_0 = 2000 \text{ с};$$

$$S = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$$

$$V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

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

Решение:

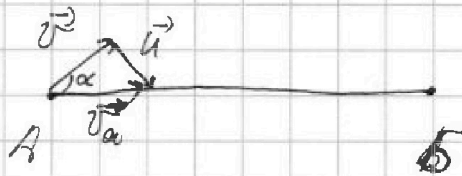
1) При полете по маршруту А-В-А аллигатор пролетит

пусть  $2S$  за время  $T_0$

$$\text{Тогда } u = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{2000 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4) 2)  $T_{\text{из}}$   
3) 2) 4)  $T_{\text{ин}}$

2)



$$\vec{V}_{\text{всг}} = \vec{V}_{\text{вет}} + \vec{V}_{\text{ветр}}; \text{ АСО - земля; } \\ \text{МСО - ветер.}$$

$\vec{V}_a = \vec{u} + \vec{V}$ ; скорость  $\vec{u}$  направлена вдоль маршрута, чтобы  $\vec{V}_a$  была направлена по прямой АВ

$$\text{По т. косинусов: } u^2 = V^2 + V_a^2 - 2V V_a \cos \alpha$$

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

$$D_1 = V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u^2 = V^2 (\cos^2 \alpha - 1) + u^2 = u^2 - V^2 \sin^2 \alpha$$

$$V_a = V \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

$$V_a = V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \pm \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

$$V_a = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} \pm \sqrt{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5}\right)^2}$$

$$V_a = 9 \pm \sqrt{9 \pm 43} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 4

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!

$$V_{a1} = -3 \frac{m}{c} \text{ - не имеет физ. смысла.}$$

$$V_a = 21 \frac{m}{c}$$

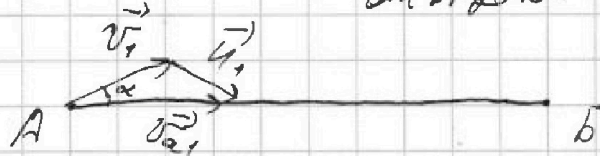
$$V_{a1} = 21 \frac{m}{c}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_a}$$

$$T_1 = \frac{2000 \text{ м}}{21 \frac{m}{c}} = 95 \frac{5}{21} \text{ с.}$$

от А до Б:  $V_{a1}$  - скорость движения от А до Б

3)



Аналогично пункту 2) запишем закон сложения скоростей

и косинусов:  $V_{a1}; U_1; V_1$  - векторы с модулями  $V_{a1}; U; V$

$$U = V_{a1}^2 + V^2 - 2 V V_{a1} \cos \alpha$$

$$V_{a1}^2 - 2 V \cos \alpha V_{a1} + V^2 - U^2 = 0$$

$$D_1 = V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2 = V^2 (\cos^2 \alpha - 1) + U^2 = U^2 - V^2 \sin^2 \alpha$$

$$V_{a1} = V \cos \alpha \pm \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

П. э. нд добавляем максимальное значение, но выбираем

наиб. положительное значение, но если получится отрицательное, то "

$$V_{a1} = V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

от  $B$  до  $A$ :  $V_{a2}$  - ~~вектор~~ скорость лодки от  $B$  до  $A$



Аналогично закон косинусов и т. косинусов

$\vec{V}_{a2}; \vec{u}_2; \vec{V}_2$  - векторы с модулями  $V_{a2}; u_2; V$

$$u^2 = V_{a2}^2 + V^2 - 2 V_{a2} V \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$V_{a2}^2 + 2 V \cos \alpha V_{a2} + V^2 - u^2 = 0$$

$$D_1 = V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u^2 = V^2 u^2 - V^2 \sin^2 \alpha$$

$$V_{a2} = -V \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

н.к.  $V_{a2} > 0$ , но выбираем корень со знаком "+"

$$V_{a2} = \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha$$

$$T_{\min} = \frac{S}{V_{a1}} + \frac{S}{V_{a2}}$$

$$\frac{T_{\min}}{S} = \frac{1}{V_{a1}} + \frac{1}{V_{a2}}$$

~~$T_{\min}$~~   $T_{\min}$  минимально, когда  $\frac{1}{V_{a1}} + \frac{1}{V_{a2}}$  миним.

найдено.



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 4

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!

$$\frac{1}{v_{a1}} + \frac{1}{v_{a2}} = \frac{v_{a1} + v_{a2}}{v_{a1} v_{a2}} = \frac{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{(v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha})(\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha)}$$

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

Видно, что выразение минимально при максимальном значении  $\sin^2 \alpha$ . Это значение  $\sin^2 \alpha = 1$ . Тогда  $\sin \alpha = 1; \alpha_{\max} = 90^\circ$

$$4) T_{\min} = \frac{S}{v_{a1}} + \frac{S}{v_{a2}} = S \left( \frac{1}{v_{a1}} + \frac{1}{v_{a2}} \right)$$

$$T_{\min} = S \cdot \frac{2\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha_{\max}}}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\min} = 2000 \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2} \cdot 1}{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2} = 2000 \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} =$$

$$= \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ с} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

Ответ: 1)  $u = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $T_1 = 95 \frac{5}{\sqrt{7}} \text{ с}$ ; 3)  $\alpha_{\max} = 90^\circ$ ; 4)  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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:

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

$$t_2 = 0,9 \text{ c};$$

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

$$\beta = 45^\circ$$

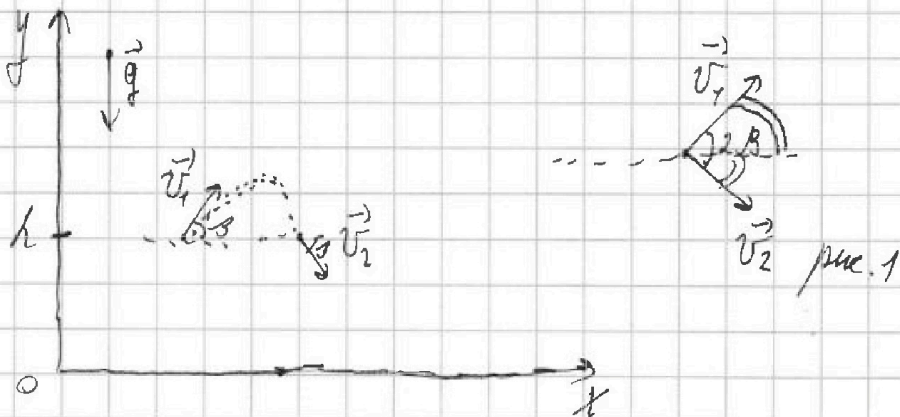
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) T; 2) L

3) R?

Решение:

М.к. мячей сверху мячи в моменты  $t_1$  и  $t_2$  одинаков, но по направлению движется от 1-го мяча к 2-му мячу как одинаковой высотой



1) М.к. по высоте по направлению движется векторы скорости  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$

имеют одинаковый угол к горизонту п.к.  $\angle(\vec{v}_1; \vec{v}_2) = 2\beta$ ,

то  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  сонап. угла  $\beta$  с горизонтом (см. рис. 1) от начала

Также, по направлению движ. время падения до нав. точки и

от нав. точки до точки 2 одинаково и равно  $\frac{t_2 - t_1}{2}$

$$\text{Тогда } T = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} \neq$$

$$T = 0,5 \text{ c} + \frac{0,9 \text{ c} - 0,5 \text{ c}}{2} = 1 \text{ c}.$$



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 3

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

$$2) \vec{v}_x = \vec{v} = \text{const} = v_1 \cos \beta$$

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

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_1 \sin \beta = v_{0y} - gt_1$$

$$v_{0y} = v_1 \sin \beta + gt_1$$

$$\Delta r = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$$

$$\Delta x = v_0 x t \quad \Delta x = v_0 x t$$

$$\Delta y = v_0 y t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{т.к. } g \text{ направ. вниз, значит для } t_1 \text{ и } t_2$$

но все равно различия  $2T$   
(по сб. гвм.)

$$L = \Delta x(T_{\text{пол}}) = \Delta x(2T) = 2v_0 x T$$

$$L = 2v_1 \cos \beta T \quad (1)$$

$$t \in 2. \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$\text{для разл. моментов: } 0 = v_1 \sin \beta - g \frac{t_2 - t_1}{2}$$

$$v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \quad \text{подставим в (1):}$$

$$L = 2 \cdot v_1 \cdot L = 2 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \cdot \cos \beta T$$

$$L = g(t_2 - t_1) \operatorname{ctg} \beta \cdot T$$



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 6

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:

$d, k$

$m = 0,2 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$F = \sqrt{3} mg$

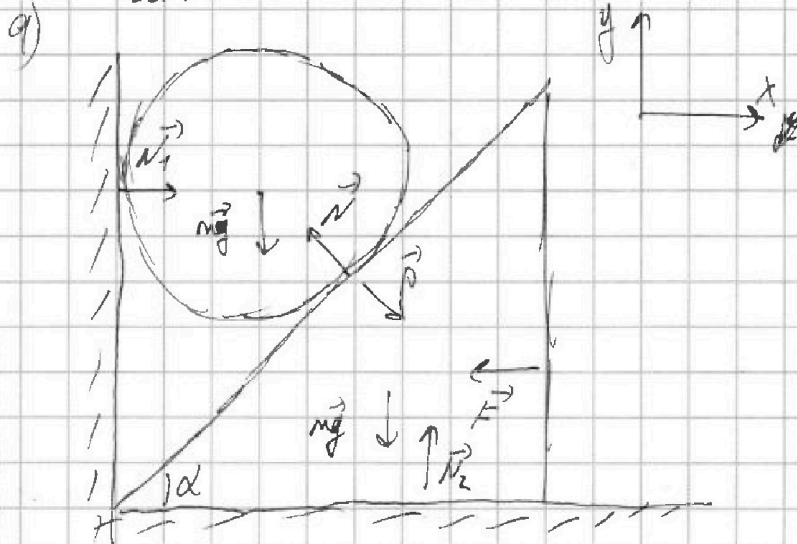
$k = 0,15 \text{ м}$

1)  $\alpha$  2)  $H$

3)  $N_1$  4)  $d_{\text{max}}$

5)  $N_{\text{max}}$

Решение:



$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (\text{II з. П.})$$

$$\text{Для шара: } \vec{N} + m\vec{g} + \vec{N}_1 = \vec{0}$$

$$\text{на } Oy: \quad mg = N \cos \alpha$$

Для клина:

$$\text{на } OX: \quad P \sin \alpha = F$$

$$P = N \tan \alpha \quad (\text{III з. П.})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N \sin \alpha = F \\ N \cos \alpha = mg \end{array} \right. ; \quad \text{tg } \alpha = \frac{F}{mg}$$

$$\alpha = \arctg \left( \frac{F}{mg} \right)$$

$$\alpha = \arctg \left( \frac{\sqrt{3} mg}{mg} \right) = \arctg(\sqrt{3}) = 60^\circ; \quad \text{tg } \alpha = \sqrt{3}$$

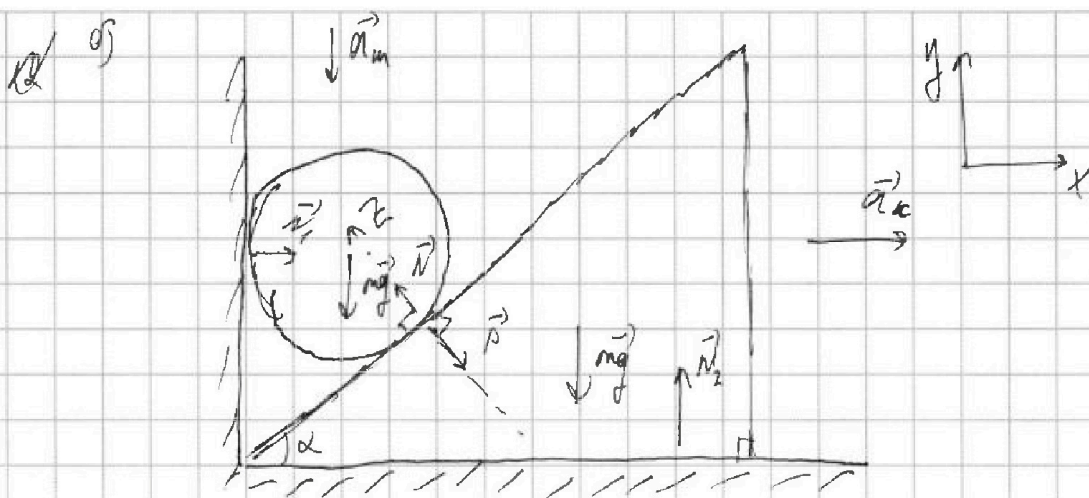


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 6

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



2) В пункте В пункте задачи б) исследуем не те объекты, как сил  $P, N, N_1, N_2$ , но сил которые действуют на сил в пункте а).

$$\text{III з.к. для массы: по } ay: mg - N \cos \alpha = m a_m$$

$$\text{III з.к. для клина: по } ax: P \sin \alpha = m a_k$$

$$P = N \text{ (по III з.к.)}$$

$$mg - N = \frac{m a_k}{\sin \alpha}$$

$$mg - N \cos \alpha = m a_m$$

$$mg - m a_k \operatorname{ctg} \alpha = m a_m$$

$$g - a_k \operatorname{ctg} \alpha = a_m$$

$$\text{Кин. связь "гипотенуз-катетов": } a_{kz} = a_{mz}$$

$$a_k \sin \alpha = a_m \cos \alpha$$

$$a_k = a_m \operatorname{ctg} \alpha$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 6

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!

$$g - a_m \operatorname{ctg}^2 \alpha = a_m$$

$$a_m (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha) = g$$

$$a_m = \frac{g}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha} = \frac{g}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = 10 \cdot \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}$$

$$-H = \frac{v_y^2}{-2a_m}$$

$$v_y = \sqrt{2a_m H} \quad v_y^2 = 2a_m H$$

после удара угловая скорость шаров  $v_y = -v_y$

после удара система шаров - земля - неподв.

$$\text{З.С.Э.: } \frac{m v_y^2}{2} = mgh$$

$$v_y^2 = 2gh$$

$$2a_m H = 2gh$$

$$H = \frac{g}{a_m} h = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot 0,15 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$



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  
4 из 6

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

3) Из к. для шара: на  $\alpha$ :  $N \sin \alpha = N_1$ ;

$$N_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} \quad (4 \text{ з})$$

$$N_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha}; \quad a_n = a_m \operatorname{ctg} \alpha \quad (4 \text{ з})$$

$$N_1 = m a_m \operatorname{ctg} \alpha; \quad a_m = \frac{g}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha} \quad (4 \text{ з})$$

$$N_1 = m \operatorname{ctg} \alpha \cdot \frac{g}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha};$$

$$N_1 = 0,4 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\frac{1}{\sqrt{3}}}{1 + \frac{1}{3}} = 4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{4} \text{ Н} = \sqrt{3} \text{ Н}$$

4)  ~~$N_1 \operatorname{ctg} \alpha$~~   $N_1 = \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}$

$N_1$  умножить на  $\frac{1}{N_1}$  умножить

$$\frac{1}{N_1} = \frac{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}{mg \operatorname{ctg} \alpha} = \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{mg} + \frac{1}{mg \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\frac{1}{N_1} = \frac{1}{mg} \left( \operatorname{ctg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha} \right)$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 6

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

$$\text{возврат } \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha_{\min}}{L_{\max}} = 1 \quad \text{возврат } \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha_{\max}}{L_{\max}} = 1$$

$L_{\max}$

$$\alpha_{\max} = 45^\circ$$

$$5) N_{\max} = N_1 (\alpha_{\max})$$

$$N_1 = \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha_{\max}}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha_{\max}} = \frac{0,7 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1}{1 + 1} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: а)  $\alpha = 60^\circ$  б)  $N = 0,2 \text{ Н}$ ; в)  $N_1 = \sqrt{3} \text{ Н}$  г)  $\alpha = 45^\circ$

$$5) N_{\max} = 2 \text{ Н}$$



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  
1 ИЗ 3

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:

$$t_1 = 50^\circ\text{C}$$

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

$$t_{100} = 100^\circ\text{C};$$

$$L = 900 \text{ Дж/кг}, \mu = 0.105 \text{ с/м}$$

$$m = 0.04 \text{ г};$$

$$\beta = 1.12;$$

$$\rho = 980 \text{ кг/м}^3$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$U(t), \beta U(t)$

Решение:

1) ~~П.к.~~  $U(t)$  - линейная завис., но

$$U = kt + U_0; \quad U_0 \text{ - значение при } t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$U_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$U = kt + \frac{m}{\rho}$$

$$U(t_{100}) = \beta \cdot U(t_0) = \beta U_0 = \beta \frac{m}{\rho}$$

$$U(t_{100}) = kt_{100} + \frac{m}{\rho}$$

$$U(t_0) = kt_0 + \frac{m}{\rho}$$

$$\beta U_0 = kt_{100} + \frac{m}{\rho}$$

$$\beta \frac{m}{\rho} = kt_{100} + \frac{m}{\rho}$$

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

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

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



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 3

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

$$2) |\Delta V| = |V(t_2) - V(t_1)|$$

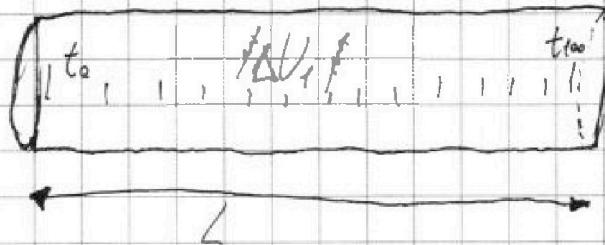
$$|\Delta V| = \left| \frac{m(\beta-1)}{\rho t_{100}} \cdot t_2 + \frac{m}{\rho} - \frac{m(\beta-1)}{\rho t_{100}} t_1 - \frac{m}{\rho} \right|$$

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

$$|\Delta V| = \left| \frac{0,04 \cdot (1,12-1)}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} \cdot (40^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) \right| =$$

$$= \frac{10^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C}} \cdot \frac{0,04 \cdot 0,12 \text{ см}^3}{0,8} = \frac{0,0048}{8000} \cdot 0,1 \text{ см}^3 = \frac{6 \text{ см}^3}{10000} = 0,0006 \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

3)



$$S = \frac{\Delta V_1}{L} \quad S = \frac{\Delta V_1}{L} = \frac{V(t_{100}) - V(t_0)}{L}$$

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

$$S = \frac{\frac{m(\beta-1)}{\rho} \cdot \left(1 - \frac{t_0}{t_{100}}\right)}{L} = \frac{0,042 \cdot (1,12-1)}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \left(1 - \frac{50^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C}}\right) \cdot \frac{1}{10 \text{ см}}$$



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

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!

$$S = \frac{0,12 \cdot 0,01}{0,2} \cdot 1 \text{ см}^2 = \frac{0,0012}{2} \text{ см}^2 = 0,0006 \text{ см}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

Ответ: 1)  $V(t) = \frac{m(V-1)}{\rho t_{100}} t + \frac{m}{\rho}$ ; 2)  $|\Delta V| = 0,0006 \text{ см}^3$

3)  $S = 0,0006 \text{ см}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$



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  
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:

$$R_1 = 1,2 \Omega;$$

$$R_2 = 2 \Omega;$$

$$R_3 = 4 \Omega;$$

$$R_4 = R_5 = 1 \Omega;$$

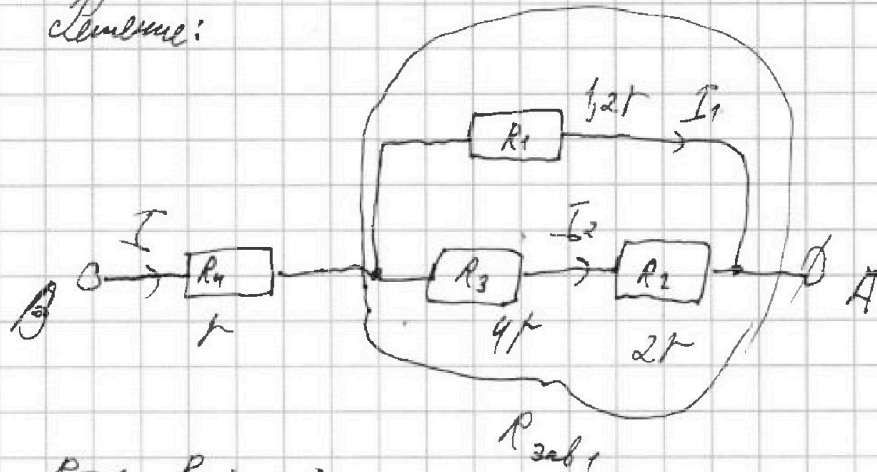
$$U = 5 \text{ В}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

1)  $R_{\text{зав}}$  2)  $P$

3)  $P_{\text{min}}$

Решение:



$$R_{\text{зав}} = R_4 + \dots$$

$$1) R_{\text{зав}} = \frac{R_1 (R_3 + R_2)}{R_1 + R_3 + R_2} = \frac{1,2 \Omega \cdot (4 \Omega + 2 \Omega)}{1,2 \Omega + 2 \Omega + 4 \Omega} = \frac{1,2 \Omega \cdot 6 \Omega}{7,2 \Omega} =$$

$$= \frac{6 \Omega}{6} = 1 \Omega$$

$$R_{\text{зав}} = R_4 + R_{\text{зав}} = 1 \Omega + 1 \Omega = 2 \Omega$$

$$R_{\text{зав}} = 2 \cdot 5 \text{ В} = 10 \text{ В}$$

$$2) P = \frac{I^2}{R} \quad P = I^2 R_{\text{зав}}$$

$$P = (4 \text{ А})^2 \cdot 10 \text{ В} = 160 \text{ Вт}$$

$$3) I_1 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = I \cdot \frac{1,2 \Omega}{1,2 \Omega + 4 \Omega + 2 \Omega} = \frac{I}{6}$$

$$I_2 = I \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} \quad I_2 = I - I_1 = I - \frac{I}{6} = \frac{5}{6} I$$

( $I_3$  Короткое)



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!

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{I^2}{36} \cdot 12r = \frac{2I^2}{60} = \frac{I^2}{30}r$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{25}{36} I^2 \cdot 2r = \frac{25 I^2 r}{18}$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = \frac{25}{36} I^2 \cdot 4r = \frac{25 I^2 r}{9}$$

$$P_4 = I^2 R_4 = I^2 r$$

Вывод, что  $P_{\min} = P_1 = \frac{I^2 r}{30}$

$$P_{\min} = \frac{(4A)^2 \cdot 50\Omega}{30} = \frac{16}{6} P_m = \frac{8}{3} P_m = 2\frac{2}{3} P_m$$

Ответ: 1)  $R_{\text{экв}} = 10 \Omega$ ; 2)  $P = 160 \text{ Вт}$ ; 3)  $P_{\min} = 2\frac{2}{3} P_m$ , *распределится*

на 1 резисторе.

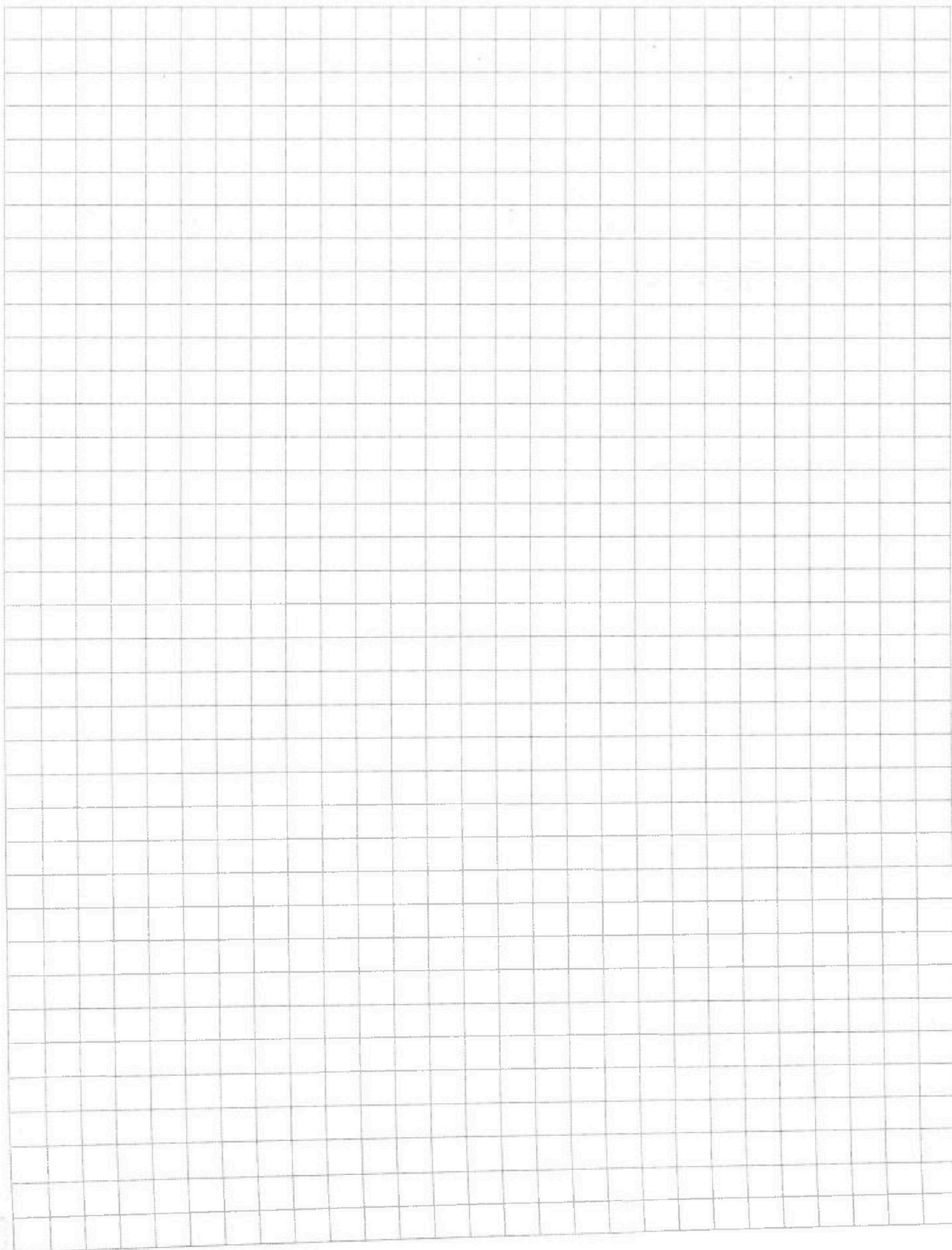


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!





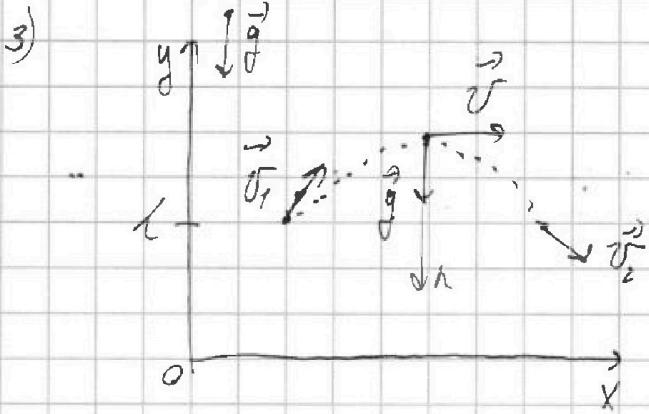
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

$$L = 10 \frac{m}{c^2} \cdot (1,50 - 0,50) \cdot \text{ctg} 45^\circ \cdot 10 = 48 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10 = 10 \text{ м}$$



Решение по кинематике:  $v_y = 0$ ;  $v_x = v \cos \alpha =$   
 $= \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \text{ctg} \alpha$

$$R = \frac{v^2}{g} = g$$

$$R = \frac{v^2}{g} \quad \text{но } v = v_x \text{ в мом. макс.}$$

$$R = R = \frac{v_x^2}{g}$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4g} \text{ctg}^2 \alpha \cdot g$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} \cdot \text{ctg}^2 \alpha$$

$$R = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (1,50 - 0,50)^2}{4} \cdot \text{ctg}^2 45^\circ = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $T = 10$  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  
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!

23

$$U^2 = U^2 + U_a^2 - 2U U_a \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha - 1 = -\sin^2 \alpha =$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$15 \cdot \frac{3}{5} - \sqrt{400 - 225 \cdot \frac{16}{25}} =$$

$$= 9 - \sqrt{400 - 9 \cdot 16} = 9 - \sqrt{16 \cdot 25 - 9 \cdot 16} =$$

$$20^2 = 4^2 \cdot 5^2 = 16 \cdot 25$$

$$= 9 - 4\sqrt{9} = 9 - 4 \cdot 3 = -3$$

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

$$U^2 > U^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \left(1 - \frac{1}{\cos^2 \alpha}\right)$$

$$I_{\min} = \frac{S}{U_{a1}} + \frac{S}{U_{a2}}$$

$$\frac{I_{\min}}{S} = \frac{U_{a2} + U_{a1}}{U_{a1} U_{a2}}$$

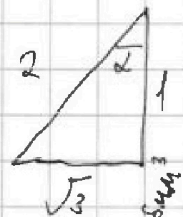
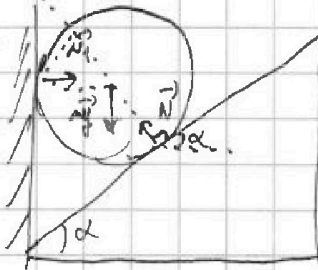
$$U = IR$$

400

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 15 \\ \hline 30 \\ + 15 \\ \hline 45 \\ \hline 225 \end{array}$$



$$0,8 = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$



$$\begin{array}{r} 2000 \quad | \quad 21 \\ 189 \quad | \quad 95 \\ \hline 110 \\ 105 \\ \hline S \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \quad | \quad 6 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ \times 5 \\ \hline 4000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ - 225 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 7 \\ \hline 175 \end{array}$$

25.7

$$\begin{array}{r} 4000 \quad | \quad 5 \\ 40 \quad | \quad 800 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 5 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{185}{100} = \frac{20}{100} = \frac{2}{10}$$

$90^\circ - \frac{90^\circ - \alpha}{2} = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$