



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

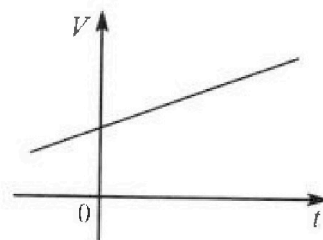
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



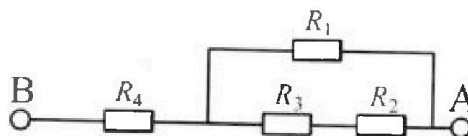
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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} .

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 09-02

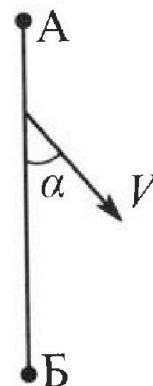
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α 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 α 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/с².

- 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.

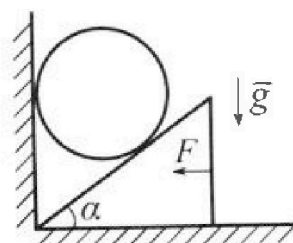
3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=0,4$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

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.

- 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 α сила N_1 максимальная по величине?
- Найдите максимальную величину $N_{\max}$ этой силы.





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-Б-А аллопат проходит путь $2S$ за время T_0

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



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

$\vec{V}_{\text{а}} = \vec{U} + \vec{V}$; скорость $\vec{U}$ должна быть направлена так, чтобы $\vec{V}_{\text{а}}$ была направлена по прямой АВ

$$\text{По т. косинусов: } U^2 = V^2 + V_{\text{а}}^2 - 2UV_{\text{а}} \cos \alpha$$

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

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

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

$$V_{\text{а}} = V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \pm \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

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

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



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.



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!

$$\left[\begin{array}{l} V_a = -3 \frac{4}{c} \text{ - не имеет физ. смысла.} \\ V_a = 21 \frac{4}{c} \end{array} \right.$$

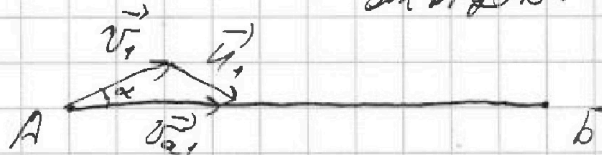
$$V_a = 21 \frac{4}{c}$$

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

$$T_1 = \frac{2000 \text{ м}}{21 \frac{4}{c}} = 95 \frac{5}{21} \text{ с.}$$

от $A \rightarrow B$: V_{a1} - скорость лодки от $A \rightarrow B$

3)



Аналогично пункту 2) запишем закон сложения скоростей

н. касательной: $\vec{V}_{a1}; \vec{U}_1; \vec{V}_1$ - векторы с модулями $V_{a1}; U_1; V$

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

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

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

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

П. 2. нд добавляем минимальное значение, но выбираем

наибольшее значение скорости, но если получится знак минус, то

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



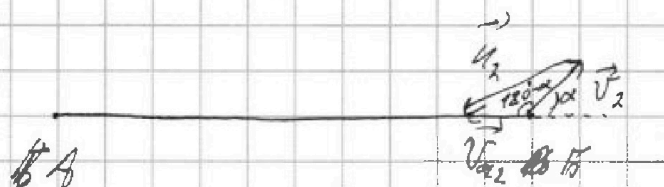
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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_0A : V_{a2} - ~~вд~~ ~~сторону~~ ~~параллельно~~ ~~сторону~~ B_0A



Аналогично закон косинусов и т. косинусов

$\vec{V}_{a2}; \vec{U}_2; \vec{V}_2$ - векторы с модулями $V_{a2}; U_2; V$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

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

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

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

$$T_{\min} = 2000 \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(45 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot 1}}{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(45 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2} = 2000 \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} =$$

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

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

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



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:

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

$$t_2 = 1 \text{ c};$$

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

$$\beta = 45^\circ$$

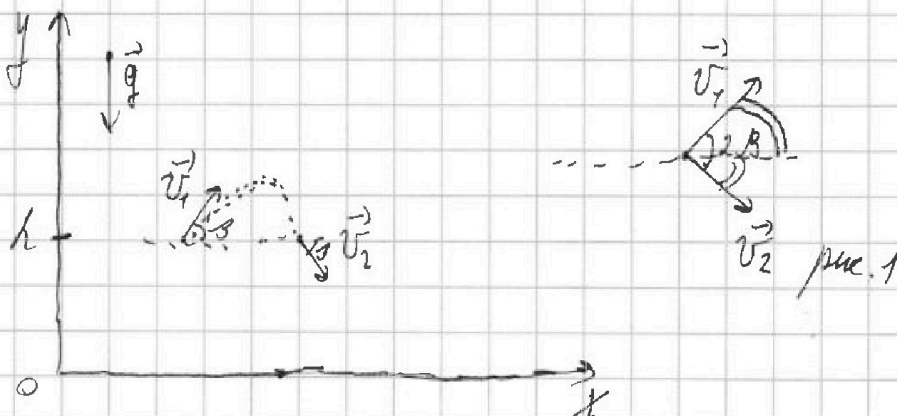
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1) T; 2) L$$

$$3) R?$$

Решение:

М.к. падая сверху мячи в моменты t_1 и t_2 одинаков, но по обратности движется он в эти моменты находится на одинаковой высоте h



1) М.к. по обратности движется векторы скорости $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ имеют одинаковый угол к горизонту. т.к. $\angle(\vec{v}_1; \vec{v}_2) = 2\beta$, то $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ сост. угол β с вертикалью (см. рис. 1) от точки

Также, по обратности, движ. время падения до нав. точки и от нав. точки до точки 2 одинаково и равно $\frac{t_2 - t_1}{2}$

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

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



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!

$$2) \vec{V}_x = \vec{V} = \text{const} = V_1 \cos \beta$$

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

$$V_y = V_{0y} - gt$$

$$V_1 \sin \beta = V_{0y} - gt_1$$

$$V_{0y} = V_1 \sin \beta + gt_1$$

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

$$\Delta x = V_0 x t \quad \Delta x = V_0 x t$$

$$\Delta y = V_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{т.к. } g \text{ наоб. } \text{начиная с } t_1 \text{ до } t_2$$

но все время движется 2T
(по об. гравит.)

$$L = \Delta x(T_{\text{пол}}) = \Delta x(2T) = 2V_0 x T$$

$$L = 2V_1 \cos \beta T \quad (1)$$

$$t \in 2T \quad \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t$$

$$V_y = V_{0y} - gt$$

$$\text{для наоб. } 0 = V_1 \sin \beta - g \frac{t_2 - t_1}{2}$$

$$V_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \quad \text{подставим в (1):}$$

$$L = 2 \cdot V_1 \cdot L = 2 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \cdot \cos \beta T$$

$$L = g(t_2 - t_1) \cot \beta \cdot T$$



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

$m = 0,2 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$F = \sqrt{3} mg$

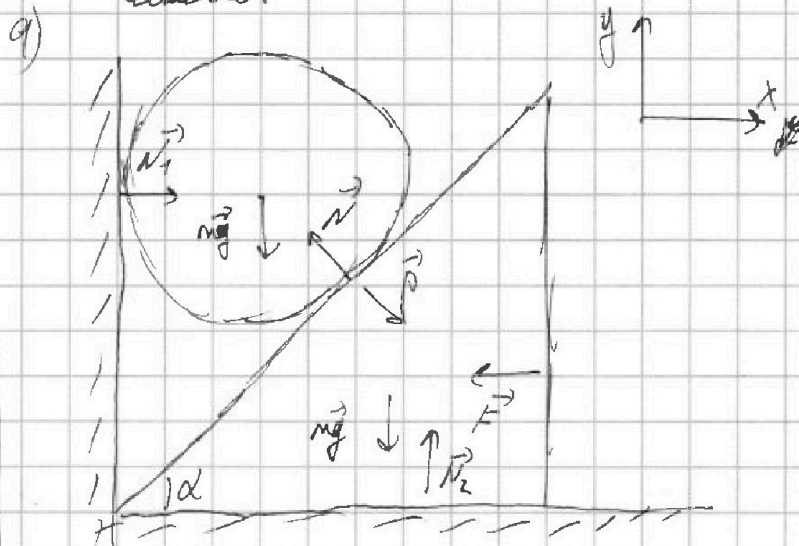
$k = 0,15 \text{ м}$

1) α 2) H

3) N_1 4) α_{max}

5) N_{max}

Решение:



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

$$\text{Для тела: } \vec{N} + \vec{mg} + \vec{N}_1 = \vec{0}$$

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

Для тела:

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

$$P = N \quad (\text{по III}_{\text{з.Н.}})$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha = F \\ N \cos \alpha = mg \end{cases} \quad ; \quad \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$

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

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

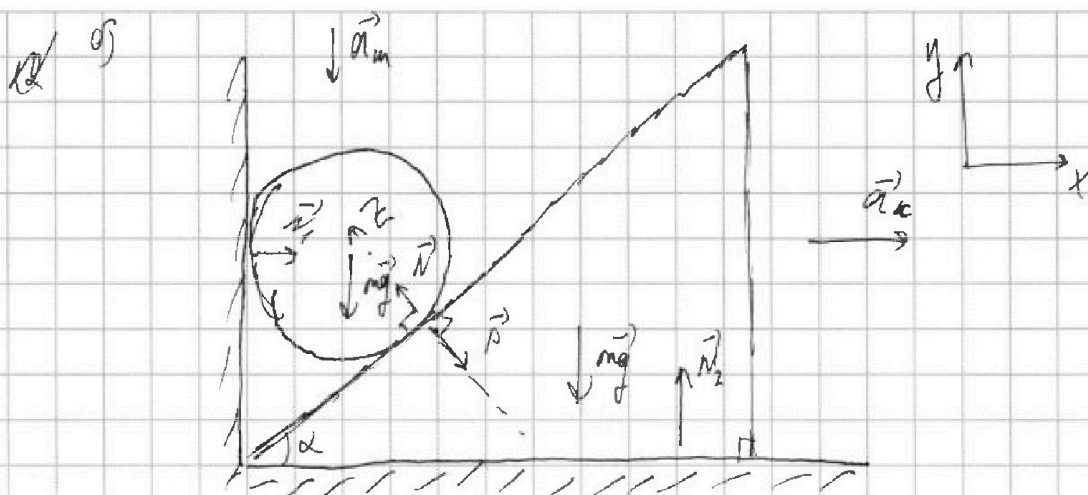


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) используются те же обозначения для сил $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$, но они имеют модуль, отличный от сил в пункте а).

III. И. для шара: по оу: $mg - N \cos \alpha = m a_m$

III. И. для клина: по ох: $P \sin \alpha = m a_k$

$P = N$ (по III. И.)

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

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

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

Кин. связь "гипотенуз-катетов": $a_k \sin \alpha = a_m \cos \alpha$

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

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



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!

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

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

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

$$\Delta y = \frac{v_y^2 - v_{y0}^2}{2a_y}$$

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

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

после упругого удара скорость шара $v_{iy} = -v_y$

после удара система шар - земля - неперв.

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

$$v_y^2 = 2gh$$

$$2a_m H = 2gh$$

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



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 α : $N \sin \alpha = N_1$;

$$N_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} \quad (\text{из 2)})$$

$$N_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha}; \quad a_n = a_m \operatorname{ctg} \alpha \quad (\text{из 2)})$$

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

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

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

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

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

N_1 наименьшее при $\frac{1}{N_1}$ наибольшее

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

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



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
5 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!

$$\frac{d(\frac{1}{N_1})}{d(\tan \alpha)} = \frac{1}{mg} \cdot \left(1 + 1 - \frac{1}{\tan^2 \alpha}\right).$$

докажем, что $\frac{1}{mg} \cdot \left(1 + 1 - \frac{1}{\tan^2 \alpha}\right) > 0$
при $\tan \alpha > 1$

$$\frac{1}{\tan^2 \alpha} < 2$$

или найдем экстремум:

$$\frac{1}{mg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}\right) = 0$$

$$1 = \frac{1}{\tan^2 \alpha}$$

$$\tan^2 \alpha = 1$$

$$(\tan \alpha = 1)$$

докажем, что это ~~минимум~~ ~~экстремум~~ ~~минимум~~ точка

$$\frac{1}{mg} \left(1 - \frac{1}{\tan^2 \alpha}\right) > 0$$

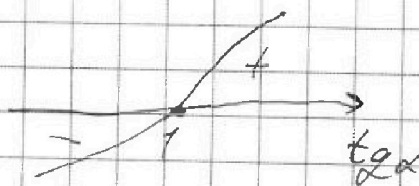
$$1 > \frac{1}{\tan^2 \alpha}$$

$$\tan \alpha > 1$$

$$\frac{1}{mg} \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}\right) < 0$$

$$1 < \frac{1}{\tan^2 \alpha}$$

$$\tan \alpha > 1 \Rightarrow \tan \alpha > 1 \quad \tan \alpha < 1 \quad \text{и т.д.}$$





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!

$$\text{по } \frac{mg}{L_{\max}} \operatorname{tg} \alpha_{\min} = 1 \quad \text{по } \frac{mg}{L_{\max}} \operatorname{tg} \alpha_{\max} = 1$$
$$\alpha_{\min} \quad \alpha_{\max} = 45^\circ$$

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

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

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

$$5) N_{\max} = 2 \text{ Н.}$$



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:

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

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

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

$$L = 100 \text{ мм}, \quad \mu = 0.1 \text{ см}$$

$$m = 9.04 \text{ г};$$

$$\beta = 1.12;$$

$$\rho = 9.8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

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

$$1) V(t), 3) V(t), 3) V(t)$$

Решение:

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

$$V = kt + V_0; \quad V_0 \text{ - объем при } t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$V_0 = \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

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

$$\beta V_0 = kt_{100} + \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

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



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) $|\Delta U| = |U(t_2) - U(t_1)|$

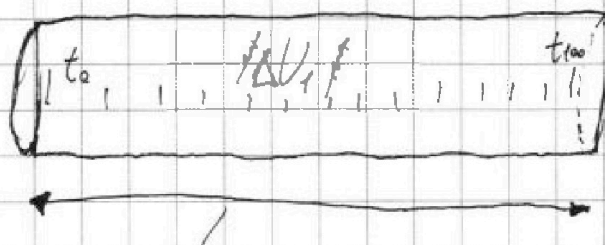
$$|\Delta U| = \left| \frac{m(B-1)}{p t_{100}} \cdot t_2 + \frac{m}{p} - \frac{m(B-1)}{p t_{100}} t_1 - \frac{m}{p} \right|$$

$$|\Delta U| = \left| \frac{m(B-1)}{p t_{100}} (t_2 - t_1) \right|$$

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

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

3)



$$S = \frac{|\Delta U|}{l} \quad S = \frac{\Delta U_1}{L} = \frac{U(t_{100}) - U(t_0)}{L}$$

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

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



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!

$$\neq S = \frac{\frac{0,12 \cdot 0,01}{0,2} \cdot 1}{10} \text{ см}^2 = \frac{0,0012}{2} \text{ см}^2 = 0,0006 \text{ см}^2 = 0,06 \text{ м}^2$$

Пример: 1) $V(t) = \frac{n(B-1)}{\rho t_{100}} t + \frac{n}{\rho}$; 2) $|\Delta V| = \frac{0,6 \text{ м}^3}{0,0006 \text{ см}^3}$

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



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:

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

$$R_2 = 2 \Omega;$$

$$R_3 = 4 \Omega;$$

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

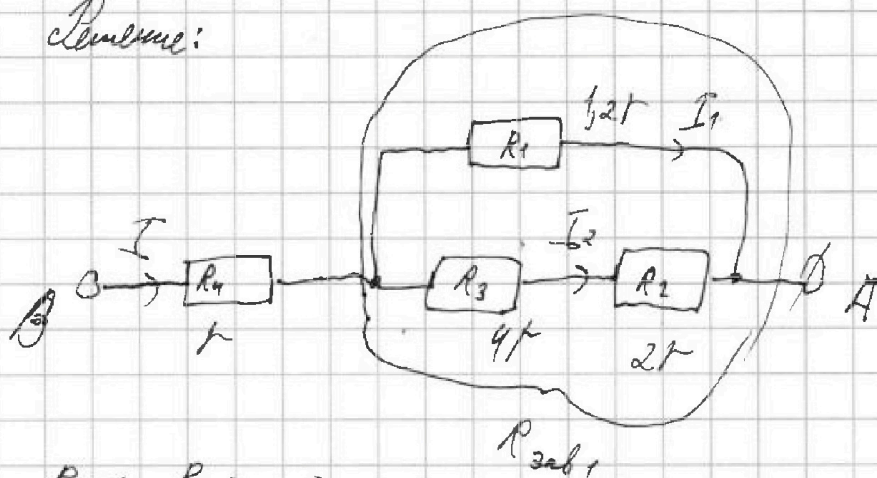
$$I = 5 \text{ A}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

1) $R_{\text{зав}}$ 2) P

3) P_{min}

Решение:



$$R_{\text{зав}} = R_4 + \dots$$

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

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

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

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

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

$$P = (4 \text{ A})^2 \cdot 10 \Omega = 160 \text{ Bm}$$

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

$$I_2 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \quad I_2 = I - I_1 = I - \frac{I}{6} = \frac{5}{6} I$$

(I_3 Коротко)



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!

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

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

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

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

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

$$P_{\min} = \frac{(4 \text{ A})^2 \cdot 5 \Omega}{30} = \frac{16}{6} \text{ Bn} = \frac{8}{3} \text{ Bn} = 2 \frac{2}{3} \text{ Bn}$$

Ответ: 1) $R_{\text{экв}} = 10 \text{ A}$; 2) $P = 160 \text{ Bn}$ 3) $P_{\min} = 2 \frac{2}{3} \text{ Bn}$, рассеивается 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
☐

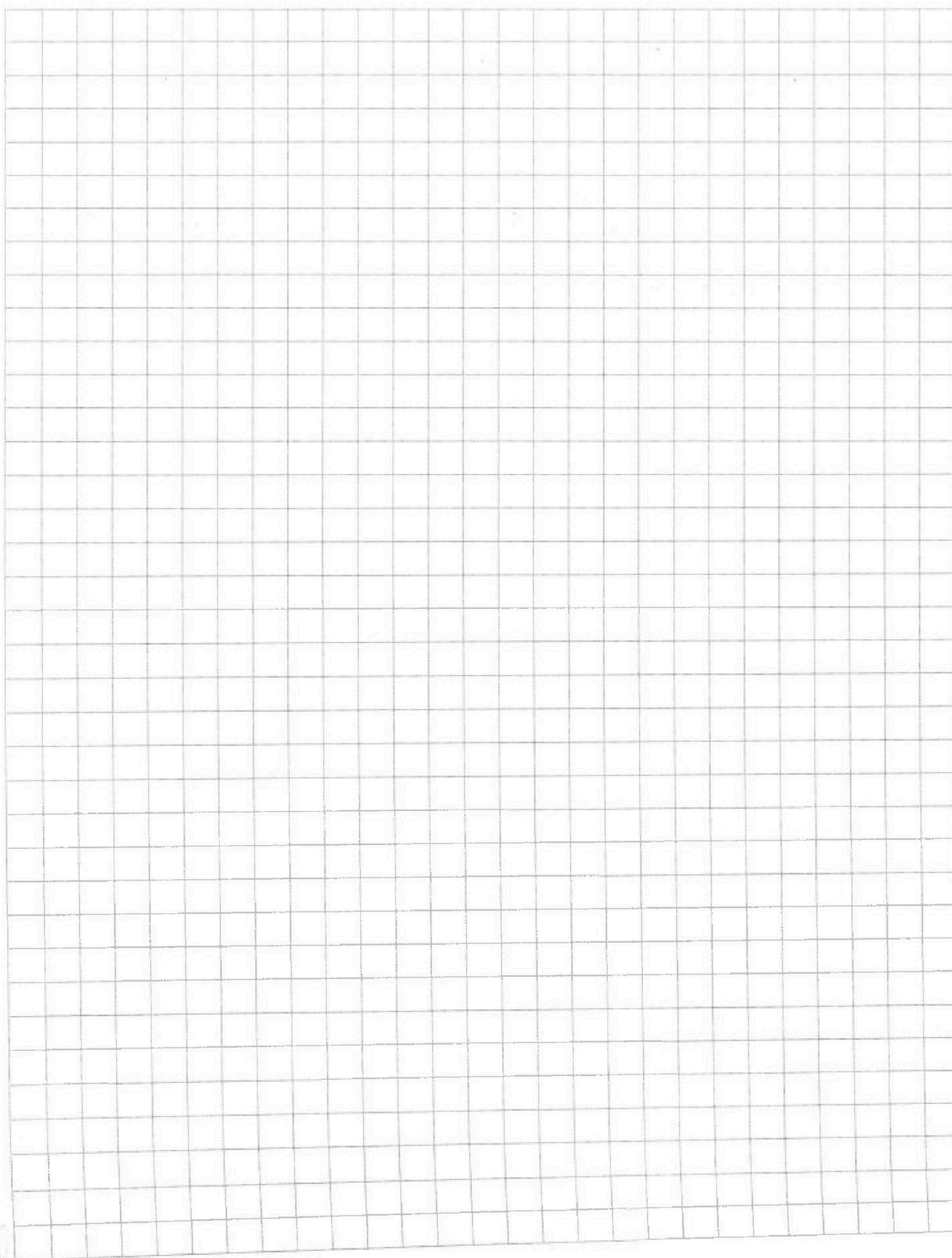
5
☐

6
☐

7
☐

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.

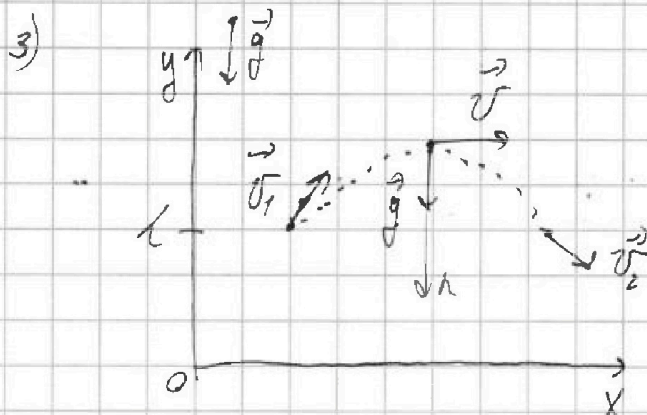
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$L = 10 \frac{4}{c^2} \cdot (1,50 - 0,50) \cdot \text{ctg} 45^\circ \cdot 10 = 48 \cdot 10 \frac{4}{c^2} \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10 = 10 \text{ м}$$



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

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

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

то $v = v_x$ в кон. моме.

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

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

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

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

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!

28

$$mg \cdot R = F \cos \alpha \cdot R$$

$$N \cos \alpha = mg$$

$$U^2 = V^2 + V_a^2 - 2 V V_a \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$U^2 > V^2 \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha} \right)$$

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

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

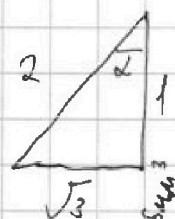
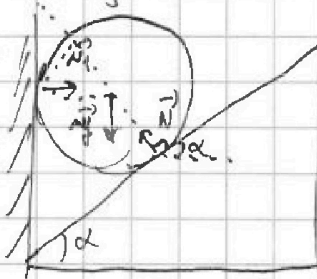
$$U = IR$$

400

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 15 \\ \hline 175 \\ \times 15 \\ \hline 225 \end{array}$$



$$0.8 = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$



$$\begin{array}{r} 2000 \overline{) 21} \\ 189 \overline{) 95} \\ \hline 110 \\ \times 5 \\ \hline 550 \end{array}$$

$$36 \overline{) 66} \overline{) 103}$$

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

$$\begin{array}{r} 10 \cdot 10 \cdot 10 \\ \hline 1000 \end{array}$$

25.7

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

$$\begin{array}{r} 42 \overline{) 4000} \overline{) 15} \\ 40 \overline{) 800} \\ \hline 20 \\ \times 5 \\ \hline 100 \end{array}$$

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