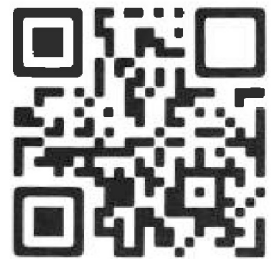




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

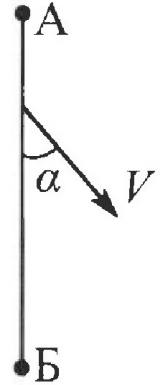
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

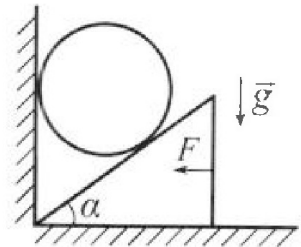
2. Найдите дальность L полета от старта до падения на площадку.

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

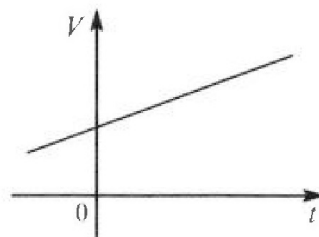
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



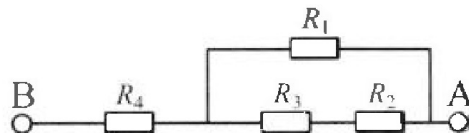
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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 1

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

Дано: 1) $U = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000}{200} = 20 \text{ м/с}$

$T_0 = 200 \text{ с}$

$S = 2 \text{ км}$

$v = 15 \text{ м/с}$

$\sin \alpha = 0,8$

$\alpha_1 = ?$

$T_1 = ?$

$T_{\min} = ?$

$U = ?$

2)



$\vec{v}_A = \vec{v}_P + \vec{v}_T$

$\vec{v}_A = \vec{U} + \vec{v}$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$

По теор. кос:

$U^2 = v_A^2 + v^2 - 2v_A v \cos \alpha$

$v_A^2 - 2v_A v \cos \alpha - U^2 + v^2 = 0$

$D/4 = v^2 \cos^2 \alpha \pm (v^2 - U^2) = 225 \cdot 0,36 \pm 175 = 256 = 16^2$

$v_A = v \cos \alpha + 16 = 25$

$v_A \leq v \cos \alpha - 16 = -4 \quad (v_A > 0) \Rightarrow v_A = 25 \text{ м/с}$

$T_1 = \frac{S}{v_A} = \frac{2000}{25} = 80 \text{ с}$

Ответ: 1) $U = 20 \text{ м/с}$
2) $T_1 = 80 \text{ с}$
3) $\alpha_1 = 90^\circ$
4) $T_{\min} \approx 308 \text{ с} = \frac{400}{\sqrt{4}}$

3) Чтобы добиться $T_{\min}$, нужно чтобы время из A в B было равно времени из B в A $\Rightarrow \alpha_1 = 90^\circ$

4) $v_{A1} = v_{A2} = \sqrt{U^2 + v^2} = \sqrt{175} = 5\sqrt{7} \Rightarrow T_{\min} = \frac{2S}{v_{A1}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx 308 \text{ с}$



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 ☐

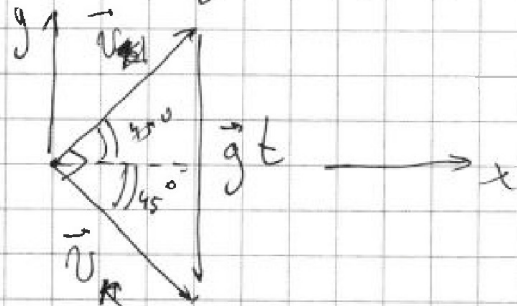
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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
 $2\beta = 90^\circ$
 $t_1 = 0,5 \text{ c}$
 $t_2 = 1,5 \text{ c}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 T, L, R

Вспомогательные методы векторных д-ов:

$$\vec{v}_k = \vec{v}_n + \vec{g}t \quad (v_k = v_n = v)$$



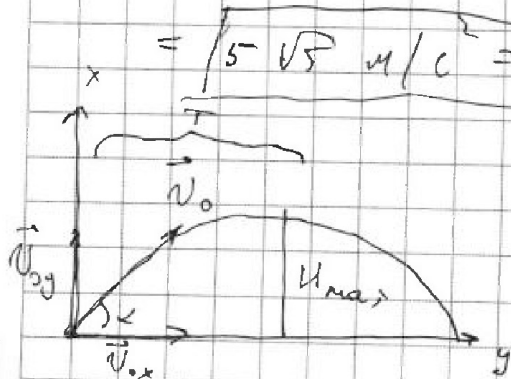
- т.к. скорости увеличиваются вращающиеся от t_1 до t_2 , то $t = 1 \text{ c}$:

$$(gt)^2 = 2v^2 \Rightarrow v = \frac{gt}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}$$

- Найдем $v_x = \text{const} = v \cdot \cos 45^\circ = \frac{5\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2} = 5 \text{ м/с}$

$$\vec{v}_n = \vec{v}_0 + \vec{g}t_1$$

$$\begin{aligned} \text{ОУ: } v \cdot \sin 45^\circ &= v_{0y} - gt_1, \Rightarrow v_{0y} = v \sin 45^\circ + gt_1 = \\ &= 5 + 5 = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{25 + 100} = \\ &= \sqrt{125} \text{ м/с} = v_0 \end{aligned}$$



$$\sin \alpha = \frac{10}{5\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g}$$



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.

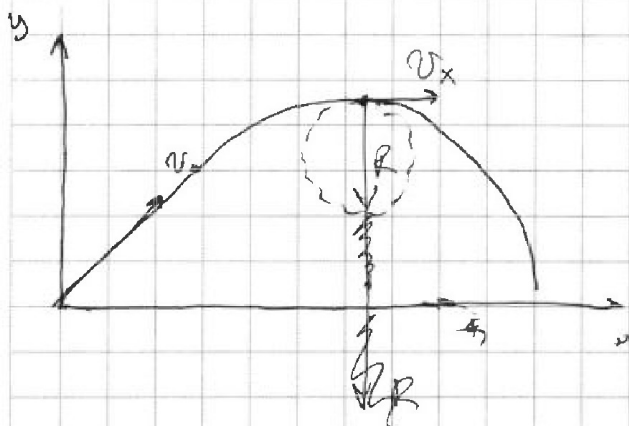
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$L_b = \frac{25 \cdot 125 \cdot 2 \cdot 2}{\sqrt{5} \cdot \sqrt{5} \cdot 10} = \frac{25^5 \cdot 4^2}{10^4} = 10 \text{ м} = L$$

$$L_0 = v_{0x} \cdot T_0 = v_{0x} \cdot 2T \Rightarrow T = \frac{L_0}{2v_{0x}} = \frac{10}{2 \cdot 5} = 1 \text{ с}$$



$$g = a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{v_x^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v_x^2}{g} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ м}$$

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
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!

Если центр масс шарика опустился на Δh , то точка на клин поднимется на ΔH , а $\alpha = 60^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{a_1 t^2}{2}$$
$$\frac{\Delta h}{\tan \alpha} = \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow \Delta h = \frac{a_2 t^2 \tan \alpha}{2} = \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{a_2 \tan \alpha = a_1}$$

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

$$a_2 (1 + \tan^2 \alpha) = g \tan \alpha$$

$$a_2 = \frac{g \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{4} = 2,5 \sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

$$\boxed{a_1 = 2,5 \sqrt{3} \text{ м/с}^2} \Rightarrow N_1 = m (g - a_1) \tan \alpha = 0,4 \cdot 2,5 \sqrt{3} =$$
$$= \boxed{3 \sqrt{3} \text{ Н.} = N_1}$$

~~Нужно проверить~~

Ответ: $\alpha = 60^\circ$
 $N_1 = 3 \sqrt{3} \text{ Н}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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:

α :

$m = 0,4 \text{ кг}$

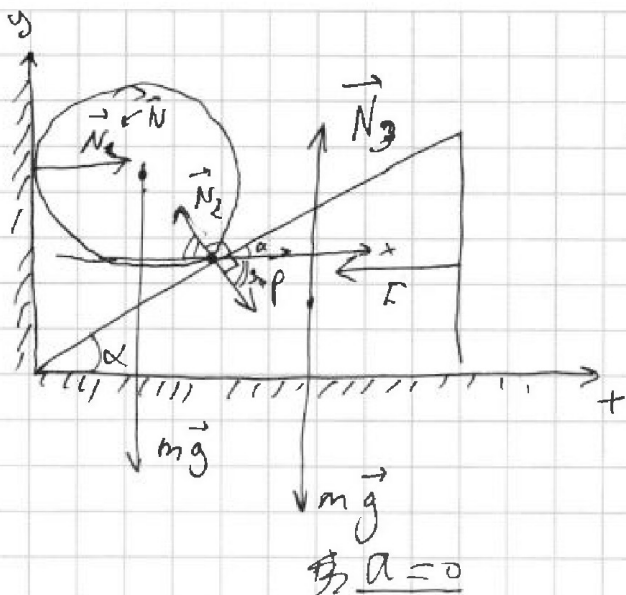
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$F = \sqrt{3} \text{ Н}$

α, U, N_1

α_1

N_{max}



$P = N_2$ (по 3. 1. 4. 5)

① Рассмотрим шар:

$$0 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{N}_2$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

② X: $N = N_{2x} = N_2 \cdot \sin \alpha$

③ Y: $0 = -mg + N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 \cos \alpha = mg$

$$\begin{aligned} N &= N_2 \sin \alpha \\ N_2 &= \frac{mg}{\cos \alpha} \Rightarrow \\ N &= mg \tan \alpha \end{aligned}$$

④ Рассмотрим клин:

$$0 = N_3 + m\vec{g} + \vec{F} + \vec{P}$$

OX: $0 = -F + P \sin \alpha$

$$F = P \sin \alpha = N_2 \sin \alpha = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \tan \alpha$$

$$F = mg \tan \alpha = \sqrt{3} mg$$

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

⑤ $N = mg \tan \alpha = mg \sqrt{3} = 40\sqrt{3} \text{ Н}$

⑥



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:
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$
 $t_{100} = 100^\circ\text{C}$
 $l = 100 \text{ мм}$
 $\beta = 1,12 \rho$
 $\rho = 0,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
 $m = 90 \text{ мг}$

$V = V(t)$

$\Delta V = ?$
 $S = ?$

① По рисунку видно что график — прямая
 $\Rightarrow$ уравнение $V(t)$ будет иметь вид:

$$V = kt + V_0 : (k = [\frac{\text{мм}^3}{\text{с}}])$$

$$1) V_0 = V_0 + kt_0 (V_0 = \frac{m}{\rho})$$

$$2) V = V_0 + kt_{100} (V_0 = \beta V_0)$$

$$3) \frac{(2)}{(1)} : \frac{V}{V_0} = \frac{V_0 + kt_{100}}{V_0 + kt_0} = \beta = \frac{\frac{m}{\rho} + kt_{100}}{\frac{m}{\rho} + kt_0}$$

$$\frac{m}{\rho} + kt_{100} = \beta \frac{m}{\rho} + \beta kt_0$$

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

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

$$\textcircled{2} V(50) = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 50 + \frac{0,04}{0,6} = \frac{0,04 \cdot 0,06}{0,08} + \frac{0,04}{0,6} =$$

$$= \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^{-5}}{100 \cdot 100 \cdot 0,8} + 0,05 = 0,003 + 0,05 = 0,053 \text{ см}^3 = 53 \text{ мм}^3$$

$$V(40) = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 40 + 0,05 = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-5}}{100 \cdot 100 \cdot 0,8} + 0,05 =$$

$$= \left(\frac{24}{10000} + 0,05 \right) \text{ см}^3 = 52,4 \text{ мм}^3$$

$$|\Delta V| = |V(40) - V(50)| = 0,6 \text{ мм}^3$$



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

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!

$$\textcircled{3} \quad V(0) = \frac{m}{\rho} = \frac{0,04}{0,8} = 0,05 \text{ м}^3 = 50 \text{ мм}^3$$

$$V(100) = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8} + 0,05 = 0,006 + 0,05 = 0,056 \text{ м}^3 = 56 \text{ мм}^3$$

$$\Delta V_1 = 6 \text{ мм}^3 = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V_1}{L} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ мм}^2$$

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

$\textcircled{2} \quad |\Delta V| = 0,6 \text{ мм}^3$

$\textcircled{3} \quad S = 0,06 \text{ мм}^2$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Дано:

$$R_1 = 1,2r$$

$$R_2 = 2r$$

$$R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

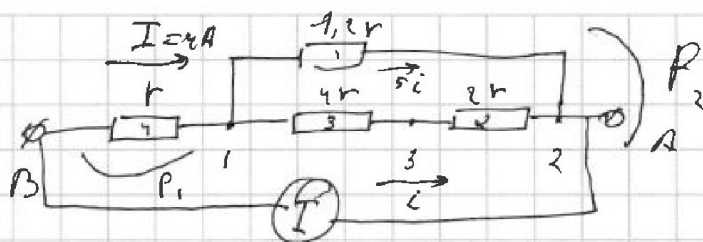
$$r = 50 \Omega$$

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

$$R_{\text{экв}}$$

$$P$$

$$P_{\text{min}}$$



$$① \quad R_{132} = 6r \Rightarrow R_{12 \text{ экв}} = \frac{1,2r \cdot 6r}{3,2r} = r$$

$$R_{\text{экв}} = 2r = 100 \Omega$$

$$② \quad P = P_1 + P_2 = I^2 r + I^2 r \quad (\text{т.к. соедине-} \\ \text{ние } R_{12 \text{ экв}} = R_4 = r)$$

$$P = 2I^2 r = 160 \text{ Вт}$$

③

1) Используя закон Ома и 2 уравнения Кирхгофа рас-
ставим ток в цепи:

$$I = 6i = 4 \text{ A} \Rightarrow i = \frac{2}{3} \text{ A}$$

2) найдем $P_{\text{вс}}$ на каждом резисторе:

$$P_4 = 36i^2 r$$

$$P_1 = 1,2r \cdot 25i^2 = 30i^2 r$$

$$P_3 = 4i^2 r$$

$$P_2 = 2i^2 r \leftarrow P_{\text{min}} = 2 \cdot \frac{4}{9} \cdot 5 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } R_{\text{экв}} = 100 \Omega; \quad P = 160 \text{ Вт}; \quad P_{\text{min}} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

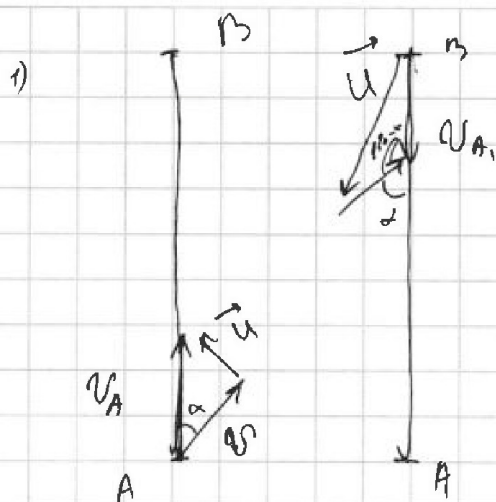


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



$$1) U^2 = v_A^2 + v^2 - 2v_A v \cdot \cos \alpha$$

$$x^2 - 30tx - 175 = 0$$

$$2) U^2 = v_A^2 + v^2 - 2v_A v \cdot \sin \alpha$$

$$m^2 - 30my - 175 = 0$$

$$1) D_1 = 225t^2 + 175$$

$$x = 15t + \sqrt{225t^2 + 175}$$

$$T_1 = \frac{S}{15t + \sqrt{225t^2 + 175}}$$

$$2) D_1 = 225y^2 + 175$$

$$m = 15y + \sqrt{225y^2 + 175}$$

$$T_1 = \frac{S}{15y + \sqrt{225y^2 + 175}} = \frac{S}{15\sqrt{1-t^2} + \sqrt{400-t^2}}$$

$$y = \frac{2000}{15t + \sqrt{225t^2 + 175}} + \frac{2000}{15\sqrt{1-t^2} + \sqrt{400-t^2}} \rightarrow \min$$

$$1-t^2 = y_1$$

$$y_1 = -t^2 + 1$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow$$

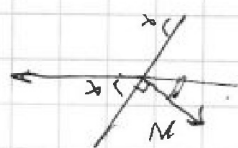
$$\frac{2000}{\sqrt{175}} + \frac{2000}{20}$$

$$\begin{array}{r} 2000 \\ \times 2 \\ \hline 4000 \\ - 1900 \\ \hline 1100 \\ \times 26 \\ \hline 2860 \\ - 1400 \\ \hline 1460 \\ - 1300 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow v_A = \sqrt{U^2 - v^2} = \sqrt{400 - 225} = \sqrt{175} = \sqrt{25 \cdot 7} = 5\sqrt{7}$$

$$N = N_3 \sin \alpha = N_3 \cdot 1 = N_3$$

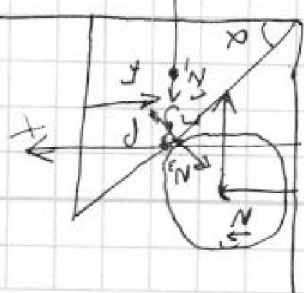
$$N_3 = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{F}{1} = F$$



$$0 = N + N_3 + mg$$

$$0 = N - F + N = 0$$

$$0 = N + N_1 + 2mg$$



$$\cos(110 - 90) = -\cos(90 - \alpha)$$

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
из

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



1) $\checkmark$

Дано:

$T_0 = 2000$

$S = 2 \text{ км}$

$v = 154 \text{ км/ч}$

$\sin \alpha = 0,3$

$\cos \alpha = 0,94$

$\frac{2\sqrt{5}}{5}$

$\frac{16^2}{8\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$

$\sin \alpha = \frac{16}{20} = 0,8$

$\cos \alpha = \frac{6}{10} = 0,6$

$\frac{125}{10} = 12,5$

$x^2 - 30x + 175 = 0$

$x^2 - 40x + 175 = 0$

$D = 1600 - 700 = 900$

$\sqrt{D} = 30$

$x_1 = 20 + 15 = 35$

$x_2 = 20 - 15 = 5$ (неи)

$\alpha = 0^\circ$

$2S = vT_0$

$v = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000}{2000} = 2 \text{ км/ч}$

$\vec{v}_A = \vec{v}_0 + \vec{v}_\pi$

$\vec{v}_A = v + v$

$0x: v_A = v + v = 35$

$T_{\min} = \frac{S}{v} + \frac{S}{v} = \frac{2000}{35} + \frac{2000}{35} = 114,3$

$1 - 0,64 = 0,36$

$\sqrt{400 - 225} = \sqrt{175}$

$v_A = \sqrt{v^2 - v^2} = 0$

$v_A = \sqrt{400 - 225} = \sqrt{175}$

$v_A^2 - 2v_A v - v^2 = 0$

$x^2 - 30x - 20 = 0$

$D = 900 + 80 = 980$

$\sqrt{D} = 31,3$

$x_1 = 15 + 31,3 = 46,3$

$x_2 = 15 - 31,3 = -16,3$ (неи)

$T = \frac{S}{v_A} = \frac{2000}{25} = 80$

$x^2 - 30x + 175 = 0$

$D = 900 - 700 = 200$

$\sqrt{D} = 14,1$

$x_1 = 15 + 14,1 = 29,1$

$x_2 = 15 - 14,1 = 0,9$



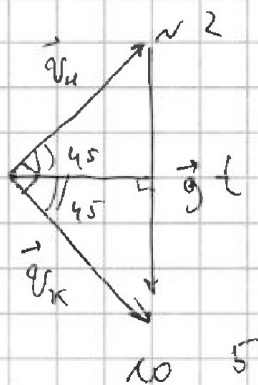
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

$$\vec{v}_k = \vec{v}_n + \vec{g}t$$



$$\vec{v}_k = \vec{v}_n = v \quad t = 1$$

$$g^2 t^2 = 2v^2$$
$$v^2 = \frac{(gt)^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{(gt)^2}{2}}$$
$$= \frac{gt}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}$$

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

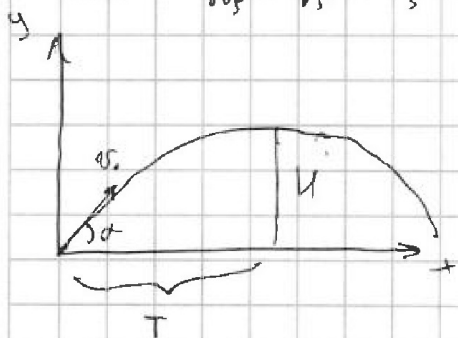
$$OY: v \sin 45 = v_{0y} \Rightarrow 5$$

$$5 = v_{0y} \cdot 5$$

$$v_{0y} = 10 \Rightarrow v_0 = \sqrt{100 + 15} = \sqrt{125} = 5\sqrt{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{10}{5\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

$$\frac{\sqrt{2\sqrt{5}}}{\sqrt{5}} = \frac{2}{5}$$



$$T = \frac{T_0}{2}$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 125 \cdot \frac{2}{5}}{10} = \frac{125 \cdot 4}{100} = \frac{5 \cdot 4}{4} = 5$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot T_0 = 5$$

$$T_0 = \frac{5}{v_0 \cos \alpha} = \frac{5}{5\sqrt{5} \cdot \frac{2}{5}} = 1$$

$$v_0 \cos \alpha = \frac{5}{5\sqrt{5} \cdot \frac{2}{5}} = 1$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 125 \cdot \frac{2}{5}}{10} = 5$$

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

$$OY: L = v_0 \cos \alpha \cdot T_0 \Rightarrow \frac{T_0}{2v_0 \cos \alpha} = \frac{5}{5\sqrt{5} \cdot \frac{2}{5}}$$

$$h_{02} = (h_1 - v) \times$$

$$h_x - h_{02} = x$$

$$2v^2 = 100$$

$$v^2 = 50$$

$$v = 5\sqrt{2} \Rightarrow v_x = 5\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5$$

$$\frac{100}{5} = 20$$

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!

$$V(50) = \frac{m \cdot 0,12}{0,8 \cdot 100} \cdot 50 + \frac{m}{0,8} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{20} \cdot 50 + \frac{0,04}{0,8} =$$

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{100 \cdot 100 \cdot 8} = 0,003 + 0,05 = 0,053 \text{ см}^3 = 0,053 \cdot 1000 \text{ мм}^3 = 53 \text{ мм}^3$$

$$\frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 40}{0,8 \cdot 100} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{20} = \frac{0,02 \cdot 0,12}{10} =$$

$$= \frac{2 \cdot 12}{100 \cdot 10 \cdot 100} = \frac{24}{100000} \text{ см}^3 =$$

$$V(50) = \frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 0,01}{0,8 \cdot 100} \cdot 50 + \frac{0,04}{0,8} = \frac{0,04 \cdot 0,01}{0,8} + \frac{4 \cdot 10}{100 \cdot 8} =$$

$$= \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{100 \cdot 100 \cdot 8} = \frac{3}{1000} \text{ см}^3$$

$$\frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 40}{0,8 \cdot 100} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 10}{100 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 8} = \frac{24}{100000} = 0,24 \text{ см}^3$$

$$\Delta V = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$V(0) = 0,05 \text{ см}^3$$

$$V(100) = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8} + 0,05 = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10}{100 \cdot 100 \cdot 8} = \frac{1}{1000} = 0,001$$

$$\Delta V = 0,006 \text{ см}^3 = 6 \text{ мм}^3 = S \cdot 100 \text{ мм} \Rightarrow S = \frac{6}{100}$$



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!

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \quad \beta = \frac{M \cdot \rho_2}{\rho_1 \cdot M} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow \rho_2 = \beta \rho$$

$$V_{100} = \frac{m}{\rho_2}$$

$$V_0 = V_1 + k t_0$$

$$V_{100} = k t_{100} + V_0$$

$$\beta = \frac{k t + m \rho}{m \rho} \Rightarrow \beta m \rho = k t + m \rho$$

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

$$\beta = \frac{V_{100}}{V_0} = \frac{k t_{100} + V_0}{k t_0 + V_0} = \beta = \frac{k t_{100} + \frac{m}{\rho}}{k t_0 + \frac{m}{\rho}}$$

$$\beta = \beta k t_0 + \frac{\beta m}{\rho} = k t_{100} + \frac{m}{\rho}$$

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

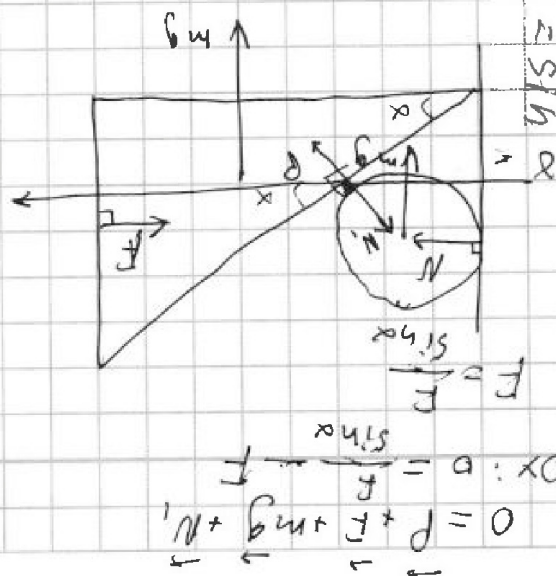
$$k = \frac{m (\beta - 1)}{\rho (t_{100} - t_0)} \quad N = \rho$$

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

$$N = N_1 \sin \alpha = F$$

$$N_1 = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$0 = N + N_1 \Rightarrow N = F$$



$$0 = N + 2mg + F$$

$$0x: N = F$$

$$N = N_1 \sin \alpha$$

$$N_1 = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$0x: \frac{F}{\sin \alpha} = F$$

$$F = F + N_1 + F \sin \alpha$$

$$\cos(180 - 90 + \alpha) = \cos(90 + \alpha)$$



$$0 = F + N_1 + mg \sin \alpha$$

$$0x: 0 = \frac{F}{\sin \alpha} - F$$

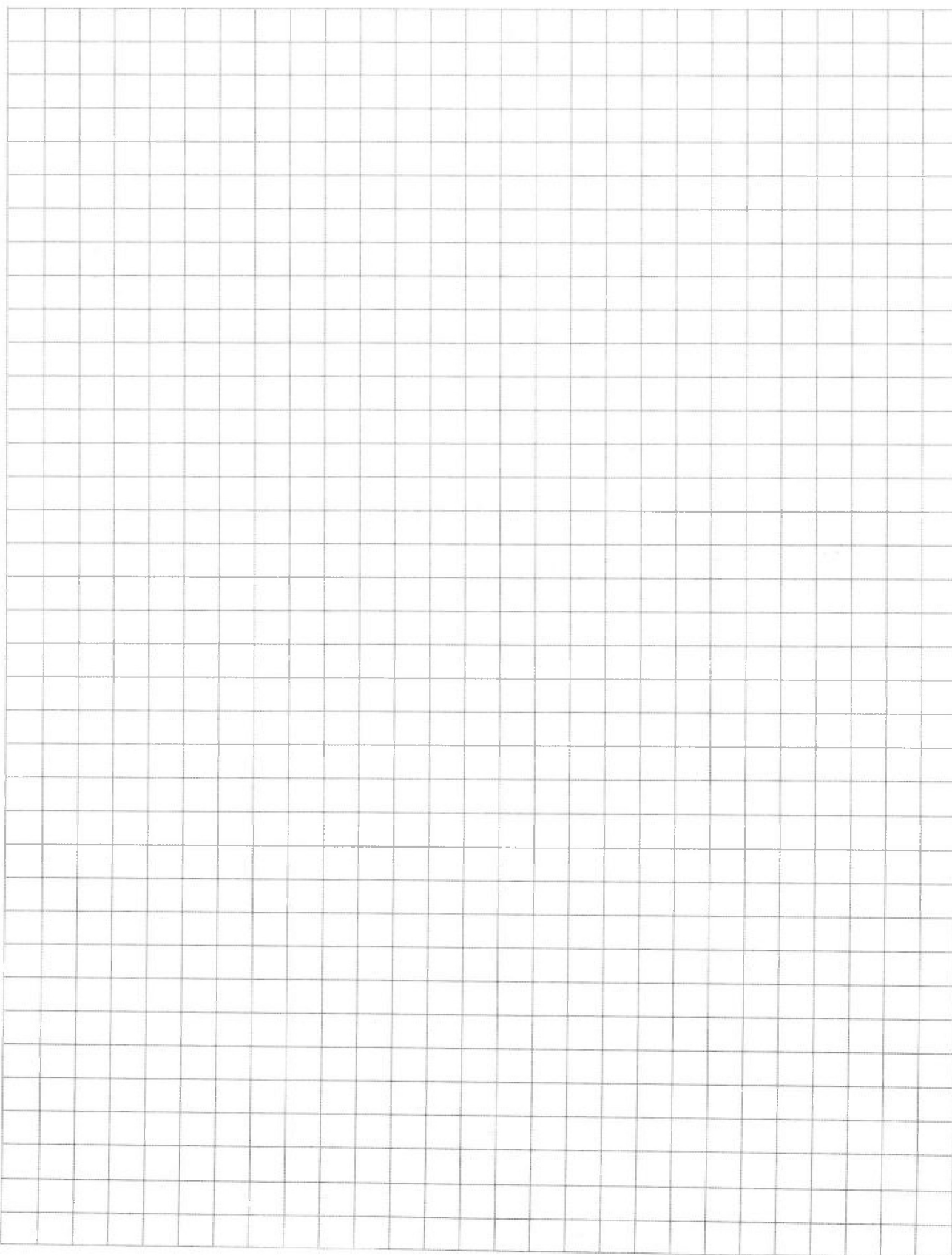


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





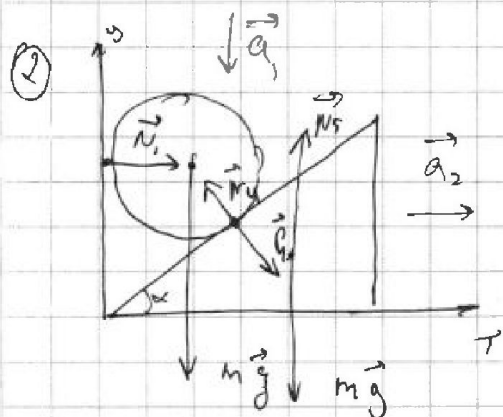
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

① $N = mg \tan \alpha \Rightarrow N_1 - \max$ если $\tan \alpha - \max$



$N_2 = P_1$ (по 3 закону Ньютона)

Рассм. шар:

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

OY: $-ma_1 = -mg + N_2 \cos \alpha$

$$ma_1 = mg - N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = \frac{m(g - a_1)}{\cos \alpha}$$

OX: $0 = N_1 - N_2 \sin \alpha$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha = \frac{m(g - a_1) \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = N_1 \Rightarrow N_1 = m(g - a_1) \tan \alpha$$

Рассм. клин:

$$m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{P}_1$$

OX: $ma_2 = P_1 \cdot \sin \alpha \Rightarrow ma_2 = m(g - a_1) \tan \alpha$

$$a_2 = g \tan \alpha - a_1 \tan \alpha$$

• Воспользуемся методом вирт. перемещ., чтобы найти

соотнош.: $\frac{a_1}{a_2}$