



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.

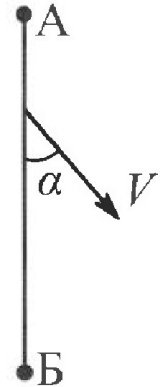
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

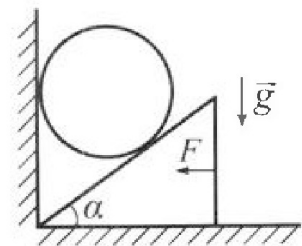
1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.

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

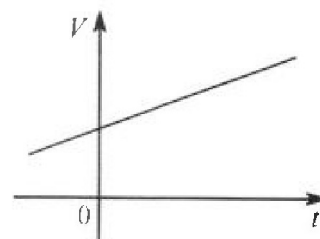
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .



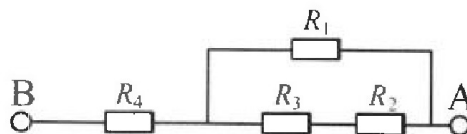
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|dV|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 1,2r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = r$, здесь $r = 5$ Ом.

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4$ А.



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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

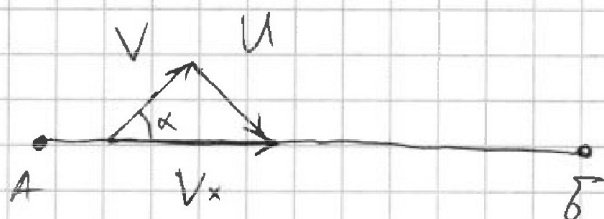
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$U = \frac{25}{T_0} = 20 \frac{m}{c}$$

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

по теореме косинусов:



$$V^2 + V_x^2 - 2VV_x \cos \alpha = U^2 = 0$$

$$V_x = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2}$$

$$= \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{2} = 25 \frac{m}{c}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_x} - \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} = 80 c$$

~~$$T_{min} = \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{4000}{512} = \frac{200}{128}$$~~

~~$$V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} \rightarrow \max \Rightarrow T_{min} \rightarrow \min$$~~

$\cos \alpha \rightarrow \max \quad \sin \alpha \rightarrow \min$





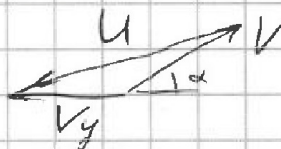
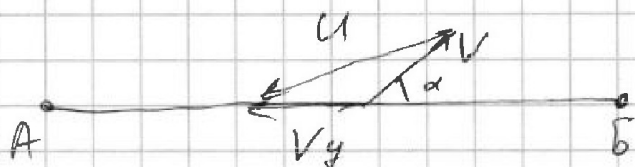
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 8

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

$$T_{AB} = \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}$$

N1



По теореме косинусов:

$$V_y^2 + V^2 + 2V_y \cdot V \cdot \cos \alpha - U^2 = 0$$

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

$$T_{BA} = \frac{S}{V_y} = \frac{S}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha}$$

$$T_{ABA} = T_{AB} + T_{BA} = 2S \cdot \frac{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2}$$

$$T_{ABA} \text{ min когда } \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - \text{min}$$

$$\sin \alpha = 1 \quad \alpha = 90^\circ$$

$$T_{\text{min}} = 2S \cdot \frac{1}{\sqrt{U^2 - V^2}} \approx 303 \text{ c}$$

Ответ:

$$U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T_1 = 800 \text{ c}; \alpha = 90^\circ$$

$$T_{\text{min}} \approx 300 \text{ c}$$



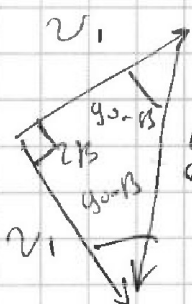
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$\sin \alpha \rightarrow \max$
 $\sin \alpha = 1$ $\alpha = 90^\circ$
 $T_{A-B-A \min} = 2S \cdot \frac{1}{\sqrt{U^2 - V^2}} \approx 300 \text{ c}$
 $\text{Дано: } U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} ; T_1 = 80 \text{ c} ; \alpha = 90^\circ$
 $T_{A-B-A \min} \approx 300 \text{ c}$

$\sqrt{2}$
 нарисуем векторный треугольник

 М.к. треугольник прямоугольный
 $g(t_2 - t_1)$ или u равнобедренный
 $v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sin 13}$

$t_{\text{поворот}} = \frac{t_2 + t_1}{2}$

в момент t_1 ~~выбрав~~ v_1 поворачивается
 под углом 45° к горизонту.
 $v_{1y} = \frac{v_1}{\sqrt{2}} \cdot \sin 45 = g(t_2 - t_1) \cdot \sin^2 13$



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
☐

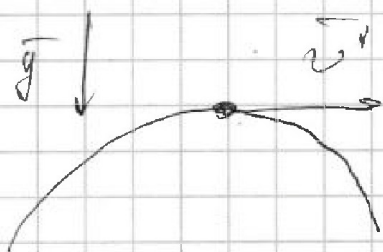
СТРАНИЦА
4 из 8

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!

$\sqrt{2}$

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

$$L = v_{1r} \cdot 2T = v_{1r} \cos 45^\circ \cdot 2T = g(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$
$$g(t_1 + t_2) = g(t_2^2 - t_1^2) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta = 10 \text{ м}$$



$$R_{кр} = \frac{v_{1r}^2}{g}$$

б. выразив через v_{1r}^2

$$R_{кр} = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot \sin^2 \beta}{g} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ c}$; $L = g(t_2^2 - t_1^2) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$

$$\cdot \frac{\sin 2\beta}{2} = 10 \text{ м}; \quad R_{кр} = g(t_2 - t_1)^2 \cdot \frac{\sin^2 \beta}{4}$$

$$= 2,5 \text{ м}$$



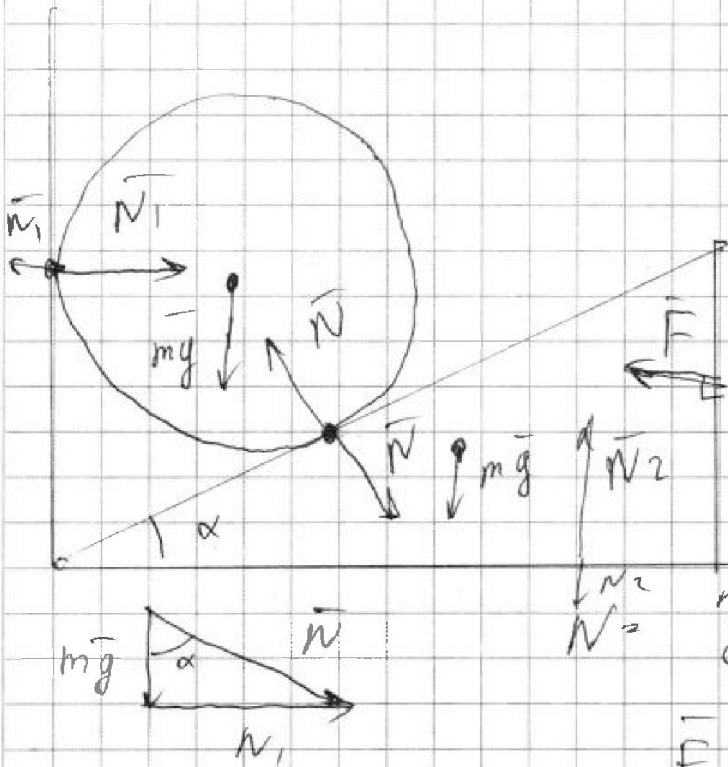
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 из 8

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!

N 3



м. к. системы координат

$$\vec{N}_1 + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

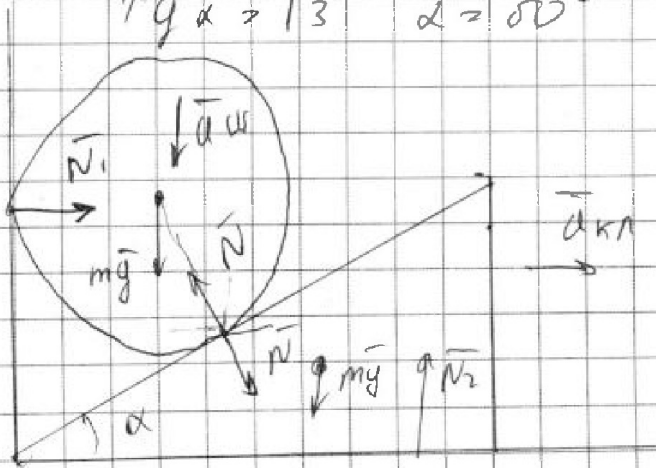
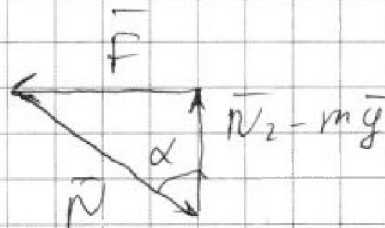
$$\vec{F} + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{N} = 0$$

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

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

$$F = N \cdot \sin \alpha = mg \cdot \tan \alpha = mg \sqrt{3}$$

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



$$m a_{\text{кл}} = N \cdot \sin \alpha$$

$$mg - N \cdot \cos \alpha = m a_{\text{кл}}$$

$$a_{\text{кл}} = a_{\text{кл}} \tan \alpha$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$m g - \frac{m a_{\text{кр.}}}{\text{tg} \alpha} = m a_{\text{кр.}} \text{tg} \alpha \quad N3$$

$$a_{\text{кр.}} = m \left(\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha} \right) = m (1 + \text{tg}^2 \alpha)$$

$$a_{\text{ш}} = \frac{m g \text{tg}^2 \alpha}{m (1 + \text{tg}^2 \alpha)} = \frac{3}{4} g$$

$$H = \frac{a_{\text{ш}} \cdot t^2}{2} \quad v_{\text{ш}} = a_{\text{ш}} \cdot t$$

$$v_{\text{ш}} = \sqrt{2 a_{\text{ш}} \cdot H} \quad h = \frac{v_{\text{ш}}^2}{2 g} = \frac{2 a_{\text{ш}} \cdot H}{2 g} = \frac{3}{4} H$$

$$H = \frac{4}{3} h = 20 \text{ см}$$

$$N_1 = N \cdot \sin \alpha = m a_{\text{кр.}} = \frac{m g \text{tg} \alpha}{1 + \text{tg}^2 \alpha} = \frac{3}{4} m g = 1,73 H$$

$$N_1 = \frac{m g}{\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha}} \quad N_1 \rightarrow \max \quad \text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha} \rightarrow \min$$

$$\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha} \geq 2 \quad \text{tg} \alpha = 1 \quad \alpha = 45^\circ$$

$$N_{1, \max} = \frac{m g}{2} = 2 H$$

$$\text{Данная: } \alpha = 50^\circ; \quad H = \frac{4}{3} h = 20 \text{ см}; \quad N_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} m g$$

$$\text{tg} \alpha = 1; \alpha = 45^\circ; \quad N_{1, \max} = \frac{m g}{2} = 2 H$$



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 8

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!

N4

$$V_{\text{выпуска}}(t) = V_0 + \alpha(t - t_0)$$

$$\frac{V_0 + \alpha(t_{100} - t_0)}{V_0} \beta = 1 + \frac{\alpha(t_{100} - t_0)}{V_0} \left(\frac{(\beta - 1)V_0}{(t_{100} - t_0)} = \alpha \right)$$

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

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

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

$$V_{50} = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{(\beta - 1)(t_{50} - t_0)}{(t_{100} - t_0)} \right) \quad t_{50} = t_1$$

$$V_{40} = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{(\beta - 1)(t_{40} - t_0)}{(t_{100} - t_0)} \right) \quad t_{40} = t_2$$

$$|\Delta V| = V_{50} - V_{40} = \frac{m}{\rho} \frac{(\beta - 1)}{(t_{100} - t_0)} \cdot (t_1 - t_2)$$

$$= 5 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 0,5 \text{ мм}^3$$

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

$$S = \frac{m}{\rho L} (\beta - 1) = 0,05 \text{ мм}^2$$

Ответ: $V(t) = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{(\beta - 1)(t - t_0)}{(t_{100} - t_0)} \right); |\Delta V| = 0,5 \text{ мм}^3$
 $S = 0,05 \text{ мм}^2$

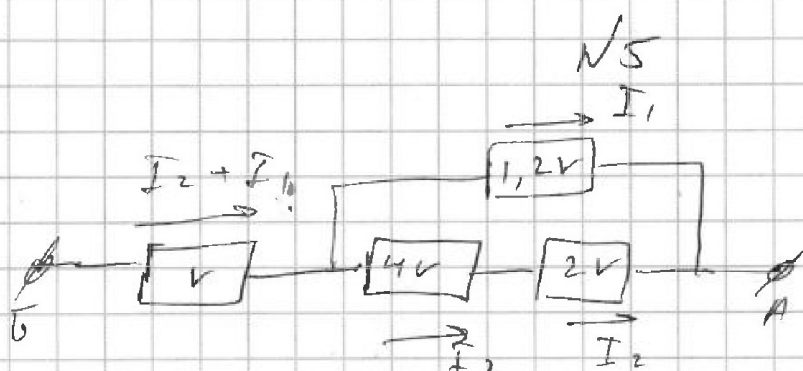


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 из 8

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!



$$R_{экв} = 1V + 1.2V$$

$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{1V} + \frac{1}{1.2V} = \frac{5}{0.6V} \quad \cancel{V} \rightarrow \frac{5}{0.6}$$

$$R^* = 0.12V$$

$$(R_{экв} = 2V) = 10 \Omega$$

$$I_2 + I_1 = I \quad I_1 \cdot 1.2V = 0.6V \cdot I_2$$

$$I_1 = 5I_2 \quad I_1 = \frac{5I}{6} \quad I_2 = \frac{I}{6}$$

$$P = I^2 \cdot 1V + I_1^2 \cdot 1.2V + I_2^2 \cdot 4V + I_2^2 \cdot 2V =$$

$$= I^2 \cdot 1V + \frac{25}{36} I^2 \cdot 1.2V + \frac{I^2 \cdot 4V}{36} + \frac{I^2 \cdot 2V}{36} = 2 I^2 \cdot 1V = 160 \text{ Вт}$$

$$P_{2V} = \frac{I^2 \cdot 2V}{36} - \min = 4,4 \text{ Вт} \quad \text{на резисторе } 2V$$

$$\text{Омhm: } R_{экв} = 2V = 10 \Omega; P = 2 I^2 \cdot 1V = 160 \text{ Вт}$$

$$P_{2V} = P_{\min} = 4,4 \text{ Вт} \quad \text{на резисторе } 2V$$

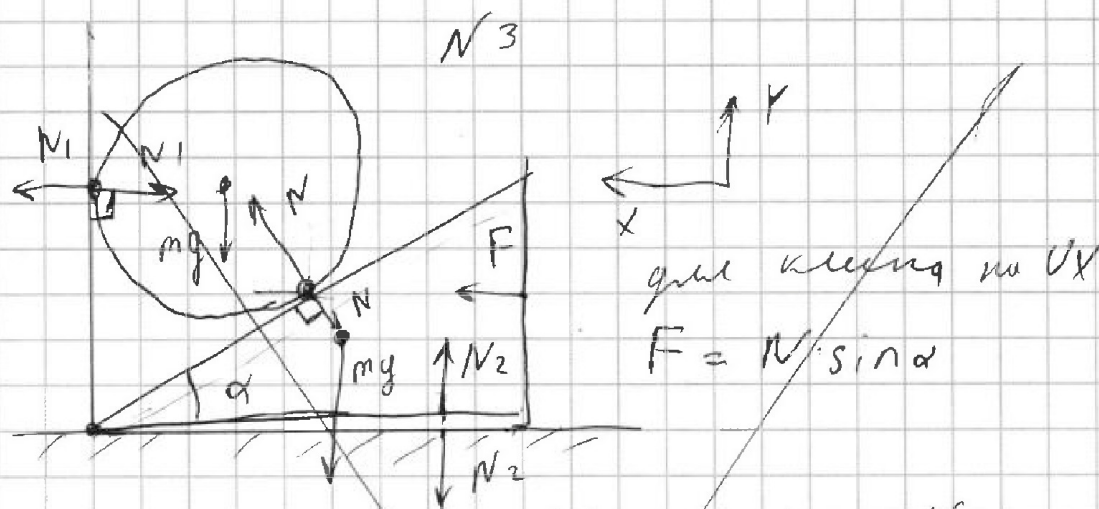


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



где шар: по ОХ: $N \cdot \sin \alpha = N_1$
по ОУ: $N \cdot \cos \alpha = mg$

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

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

Поиск скорости шару F:

$$m a_{\text{шар}} = m g \cdot \tan \alpha$$

$$a_{\text{шар}} = g \cdot \tan \alpha$$

$$a_{\text{шар}} = a_{\text{кр}} \quad \tan \alpha = g \cdot \tan^2 \alpha$$

$$H = \frac{a_{\text{шар}} \cdot t^2}{2}$$

$$v_{\text{шар}} = a_{\text{шар}} \cdot t$$

$$= \sqrt{2 H a_{\text{шар}}}$$

$$h = \frac{v_{\text{шар}}^2}{g} = \frac{2 H a_{\text{шар}}}{g} = 2 H \cdot \tan^2 \alpha$$

$$H = \frac{h}{2 \tan^2 \alpha} = \frac{h}{6}$$

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
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!



Handwritten calculations and diagrams for a physics problem. The diagrams show a sphere of mass m and radius R in contact with a vertical wall and an inclined plane at an angle α . Forces acting on the sphere are gravity mg , normal force N_1 from the wall, normal force N_2 from the incline, and friction force F from the incline. The calculations involve resolving forces into components and using trigonometric identities.

Calculations shown:

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

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

$$F = mg \sin \alpha$$

Other calculations include:

$$\frac{1}{2} = 0,05 \cos 30^\circ$$

$$\frac{4 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{-2}} = \frac{12 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}}$$

$$\frac{4 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{-2}} = \frac{12 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}}$$

$$\frac{4 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{-2}} = \frac{12 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}}$$

Handwritten diagrams and equations for a physics problem. The diagrams show a sphere of mass m and radius R in contact with a vertical wall and an inclined plane at an angle α . Forces acting on the sphere are gravity mg , normal force N_1 from the wall, normal force N_2 from the incline, and friction force F from the incline. The equations show the equilibrium conditions for the sphere.

Equations shown:

$$\vec{F} + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{N}_1 = 0$$

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{N}_1 = 0$$

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha}$$



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!

N2

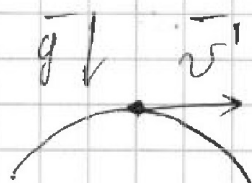
$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ c}$$

$30 \text{ m/s} = 0,05 \text{ m/s}$
 50 m/s

$\sin \beta = \cos \beta$
или $\beta = 45^\circ$

$$L = v_{\text{кр}} \cdot 2T = v_1 \cdot \cos 45^\circ \cdot 2T = y(t_2 - t_1) \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$(t_1 + t_2) = y(t_2^2 - t_1^2) \cdot \sin^2 \beta \quad 10 \text{ m}$$



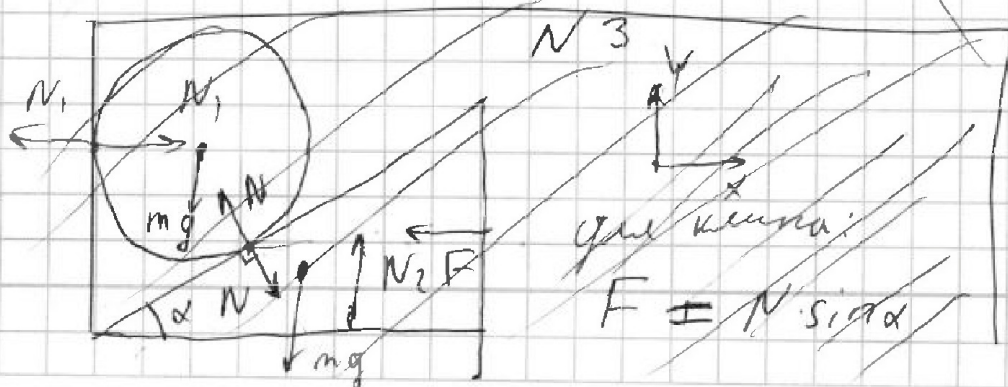
$$R_{\text{кр}} = \frac{v'^2}{g} = \frac{v_1^2}{g}$$

В вершине полета только координата N_1

$$R_{\text{кр}} = \frac{y(t_2 - t_1)^2 \cdot \cos^4 \beta}{g} = \frac{y(t_2 - t_1)^2 \cdot \cos^4 \beta}{\cos^4 \beta}$$

$$= y(t_2 - t_1)^2 \cdot \cos^4 \beta = 2,5 \text{ m}$$

Учитывая: $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ c}$; $L = y(t_2 - t_1)^2 \cdot \sin^2 \beta \cdot \cos \beta$
 $= 10 \text{ m}$; $R_{\text{кр}} = y(t_2 - t_1)^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot \sin^2 \beta = 2,5 \text{ m}$





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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

при $\cos \alpha = 1$ $T \rightarrow \min$

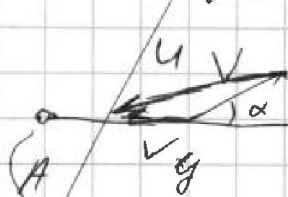
$$V \cdot \cos \alpha + \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cdot \cos^2 \alpha} \rightarrow \max$$

когда $\cos \alpha = 1$ $\alpha = 0^\circ$

$$T_{\min} = \frac{S}{V + \sqrt{u^2}}$$

$$\begin{array}{r} 300 \overline{) 2454} \\ 292 \overline{) 303} \\ 800 \overline{) 46} = \end{array}$$

$$V \cdot \cos \alpha + \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$



по теореме косинусов:

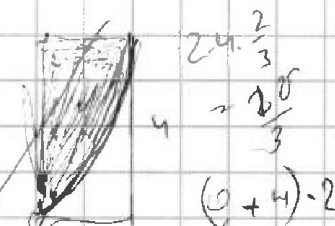
$$V_x^2 + V^2 + 2V_x \cdot V \cdot \cos \alpha - u^2 = 0$$

$$V_x = \frac{-2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{2}$$

$$T_{GA} = \frac{S}{V_x} = \frac{S}{-V \cdot \cos \alpha + \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$T_{\text{сум}} = T_{AB} + T_{GA} = S \left(\frac{2 \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - V^2} \right)$$

$T_{\text{сум}} \rightarrow \min$ когда $\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} \rightarrow \min$



$$\sin^2 \alpha = \frac{24 \cdot \frac{2}{3}}{28} = \frac{16}{28}$$

$$S^2 = 2000$$

$$2 \cdot \frac{400 \cdot \frac{2}{3}}{19}$$

$$u \cos \alpha = 2d \cdot \sin \alpha$$

$$d \cdot u \cdot \sin \alpha = 2d \cdot \sin \alpha \cdot d \cdot u \cdot \sin \alpha$$

