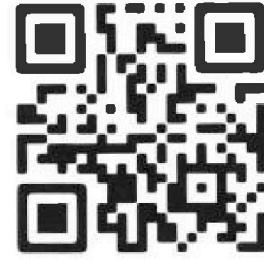


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

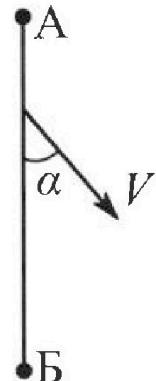


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полёта аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние АБ 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 АБ (см. рис.), $\sin \alpha = 0,8$.



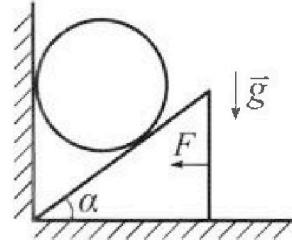
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.

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 поконится 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.

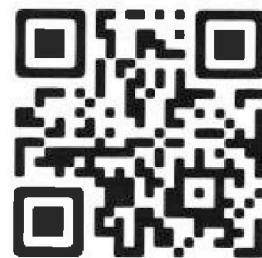
2. Найдите перемещение H шара до соударения.
3. Найдите силу N_1 , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла α сила N_1 максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину N_{MAX} этой силы.



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2024

Вариант 09-02



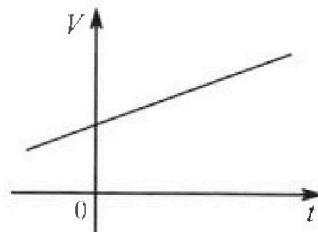
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 $\rho = 0,8 \text{ г}/\text{см}^3$. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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

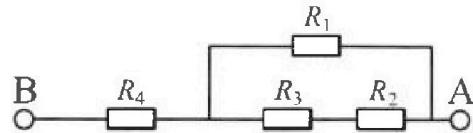


- Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3 .
- Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2 .

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 $r = 5 \text{ Ом}$.

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4 \text{ А}$.



- Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
- 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.

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!

1) T_2 - продолжительность полета $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$ без перегонки

половы (т.к. скорость аппарата постоянна, она равна) и $T_2 = \frac{T_0}{2} = \frac{200\text{с}}{2} = 100\text{с}$

$$U = \frac{S}{T_2} = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ м}}{200\text{с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)

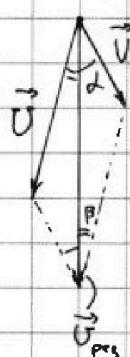


рис. 1.

$\vec{U}_{\text{рег}}$ - регулирующая скорость (т.е. относительно земли) аппарата

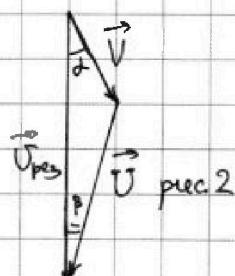
β - угол между \vec{U} и $\vec{U}_{\text{рег}}$

$U_{\text{рег}}$ белогорного парашютизма по теории синусов

$$\frac{U}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{U} = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,6$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$



$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$U_{\text{рег}} = V \cos \alpha + U \cos \beta = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,6 + 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{U_{\text{рег}}} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

3) Продолжительность полета из $A \rightarrow B$:

$$T_1 = \cancel{\frac{S}{U}} \frac{S}{U_1}$$

U_1 вычисляется аналогично пункту 2.
(скорость регулят. из $A \rightarrow B$)

$$T_1 = \frac{S}{V \cos \alpha + U \sqrt{1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}}}$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

При полёте из Б в А изменится регулируемая скорость, т.к. аппарат имеет направление U . Обозначим её U_2 , а время из Б в А T_2 .

$$T_2 = \frac{S}{-V \cos \alpha + U \sqrt{1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}}}$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{2SU \sqrt{1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}}}{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2SU \sqrt{1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}}}{U^2 - V^2}$$

$$T = T_{\min} \text{ при } \sqrt{1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}} \rightarrow \min, \text{ т.е. } \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2} \rightarrow \max, \text{ т.е.}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = 1 \quad (\alpha = 90^\circ)$$

$$4) T_{\min} = \frac{2SU \sqrt{1 - \frac{V^2}{U^2}}}{U^2 - V^2} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ Нм} \sqrt{1 - \frac{15^2 \frac{\text{Нм}}{\text{с}^2}}{20^2 \frac{\text{Нм}}{\text{с}^2}}}}{20^2 \frac{\text{Нм}}{\text{с}^2} - 15^2 \frac{\text{Нм}}{\text{с}^2}} = \cancel{40 \sqrt{7}} \cancel{\text{с}} \bullet \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с}$$

Ответ: 1) $U = 20 \frac{\text{Н}}{\text{с}}$; 2) $T_1 = 80 \text{ с}$; 3) $\cancel{\text{2}}$ при $\alpha = 90^\circ$;

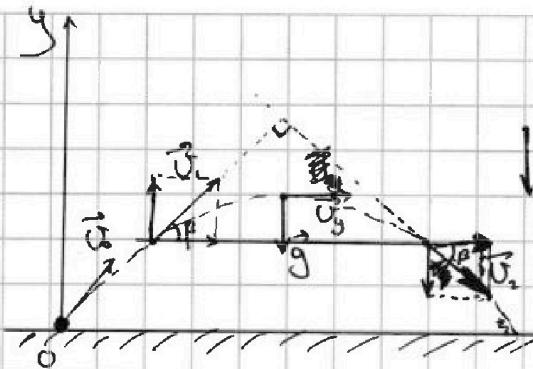
$$4) T_{\min} = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ с.}$$



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



\vec{U}_0 - начальная скорость

$$U_1 = U_2$$

\vec{U}_1 и \vec{U}_2 - скорости в момент времени t_1 и t_2 от начала

х Введём систему координат xOy - начало в тоже время старта (см. рис.)

1) При полёте мяча изменяется только вертикальная компонента скорости.

Если равни получили скорости, то равни и их вертикальные компоненты (по модулю). Тогда через t_1 и t_2 после старта мяч находился на одной высоте. В силу симметричности движения, мяч находил в наивысшей точке равно посередине между этими моментами времени:

$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{0,5c + 1,5c}{2} = 1c$$

2) Также из-за симметричности, в моменты t_1 и t_2 векторы скорости составляли одинаковый угол $\varphi = 45^\circ$ приложенных направлений.

Тогда равни ^{модуль} проекции $|U_{1x}| = |U_{1y}| = |U_{2x}| = |U_{2y}|$.

$U_{2x} = -g(\frac{1}{2}t_2 - T) = -10\frac{m}{c^2} \cdot 0,5c = -5\frac{m}{c}$ (т.к. в высшей точке ~~вертикаль~~ горизонтальная проекция скорости равна 0) $\Rightarrow |U_{1y}| = |U_{2y}| = 5\frac{m}{c}$

т.к. горизонтальная проекция скорости в течение полёта не изменяется. ($\vec{g} \perp OX$)

$$L = |U_{1y}| \cdot 2T = 5\frac{m}{c} \cdot 2c = 10m$$

3) Из условия выше в высшей точке скорости равны $U_{1y} = U_{2y}$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

и направлена горизонтально. Причём центростремительным ускорением получает \vec{g} .

$$\text{т.к. } g = \frac{U_0^2}{R}, \text{ откуда } R = \frac{U_0^2}{g} = \frac{5^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2,5 \text{ м.}$$

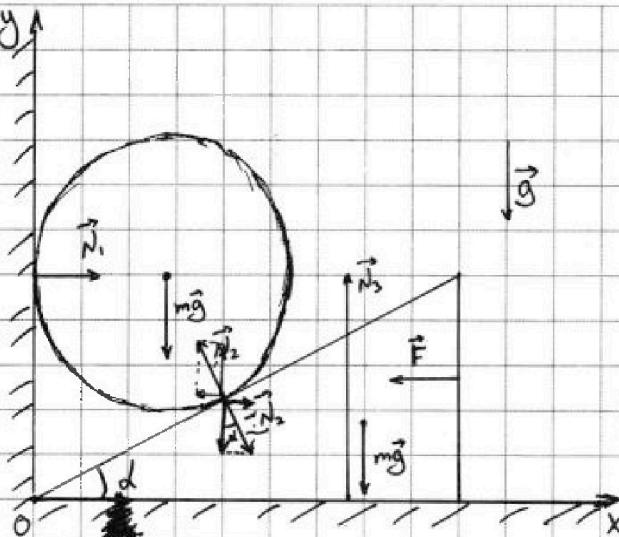
Отв: 1) $T = 1 \text{ с}$; 2) $L = 10 \text{ м}$; 3) $R = 2,5 \text{ м}$.



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 7СТРАНИЦА
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!



Введем систему координат

xOy с центром в точке

начале отс.

После съема силы F от N_2 ,
остаются только горизонтальные
составляющие проекции N_{2x} и $-N_{2x}$

1) Условие покоя клина (в проекции на Ox):

$$N_{2x} - F = 0 \Rightarrow N_{2x} = \sqrt{3} mg$$

Условие покоя для шара (в проекции на Oy):

$$N_{2y} - mg = 0 \Rightarrow N_{2y} = mg$$

$$\tan \alpha = \frac{N_{2x}}{N_{2y}} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

2) Первая составляющая прочноейдет в будущей траектории шарика.

Тогда: $h = \frac{U_0^2}{2g}$, где U_0 — скорость ^{раз} _{после} соударения (т.е. удар ^{абсолютно} упругий, то

скорость прямо перед соударением также равна U_0)

$$U_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,15 m} = \sqrt{3} \frac{m}{c}$$

т.к. трения нет, шар перемещается только в вертикали. \leftarrow устремлен

$$\left(a = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m} \quad (\text{II Закон Ньютона вдоль шара в проекции на } Oy) \right)$$

$$a = \frac{mg}{m}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Реш. а_н - ускорение клина, а_ш = ускорение шара

$$a_n = \frac{N_{\max} - \sqrt{3}mg}{m} = \frac{10 - \sqrt{3} \cdot 10}{10} = g\sqrt{3} = 10\sqrt{3} \frac{m}{s^2}$$

$$(\text{Тогда } a_n = a_n \cdot \operatorname{tg} \alpha = 10\sqrt{3} \frac{m}{s^2} \cdot \sqrt{3} = 30 \frac{m}{s^2})$$

а_ш - ускорение шара. а_ш = g, т.к. нет трения, и движение поступательно и пренебрежимо.

$$H = \frac{V_0^2}{2a_n} = \frac{15^2}{2g} = h = 0,15 \text{ м.}$$

Баланс сил

3) II ЗН для шара проекции на O_x:

$$N_1 - N_{2x} = 0 \rightarrow N_1 = N_{2x} = \cancel{N_2 \operatorname{tg} \alpha} \operatorname{tg} \alpha \cdot mg = \sqrt{3} mg = \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 4\sqrt{3} \text{ Н}$$

4) N₁ = N_{max} при $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_{\max} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha_{\max} \approx 4$ при $\cancel{\alpha \rightarrow 90^\circ} \alpha \rightarrow 90^\circ$

5) $N_{\max} = mg = 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{m}{s^2} = \cancel{16} 16 \text{ Н}$

Отвр: 1) $\alpha = 60^\circ$; 2) $H = 0,15 \text{ м}$; 3) $N_1 = 4\sqrt{3} \text{ Н}$; 4) $\alpha \rightarrow 90^\circ$;

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

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

$\frac{m}{p} = V_0$ - начальный объём (при 0°C)

$\frac{m\beta}{p} - \frac{m}{p}$ - изменение объёма при нагревании от 0°C до 100°C

$\frac{m(\beta-1)}{p(t_{100}-t_0)} = \Delta V_0$ - изменение объёма при изменении температуры

$\Delta t_0 = 1^\circ\text{C}$. Т.к. $V(t)$ - линейная зависимость, $\Delta V_0 = \text{const}$.

2) Воспользуемся выведенной формулой ΔV_0 . В данном случае:

$$|\Delta V| = \Delta V_0 \cdot \left| \frac{t_2 - t_1}{t_{100} - t_0} \right| = \frac{m(\beta-1)}{p(t_{100}-t_0)} \cdot |t_2 - t_1| = \frac{0,042 \cdot (1,12-1)}{0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})} \cdot$$

$$\cdot (50^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = \frac{6}{10^5} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{6}{10^5} \cdot 10^3 \frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3} = \frac{6}{10^2} \frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3} = 0,06 \frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3}$$

$$3) \cancel{l} = \cancel{\frac{L}{t_{100}-t_0}} \cdot |t_2 - t_1| = \frac{100 \text{ mm}}{100^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C} = 10 \text{ mm} - уменьшение длины$$

столбика спиря при изменении температуры от t_1 до t_2 .

$$\left(\cancel{\frac{l}{\Delta V}} = \cancel{\frac{10 \text{ mm}}{0,06 \text{ mm}^3}} = \right) S = \frac{|\Delta V|}{l} \Rightarrow \frac{0,06 \text{ mm}^3}{10 \text{ mm}} = 0,006 \text{ mm}^2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$$

$$\text{Ответ: 1) } V(t) = \frac{m}{p} + \frac{m(\beta-1)}{p(t_{100}-t_0)} \cdot (t - t_0), \quad 2) |\Delta V| = 0,06 \text{ mm}^3;$$

$$3) S = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2.$$

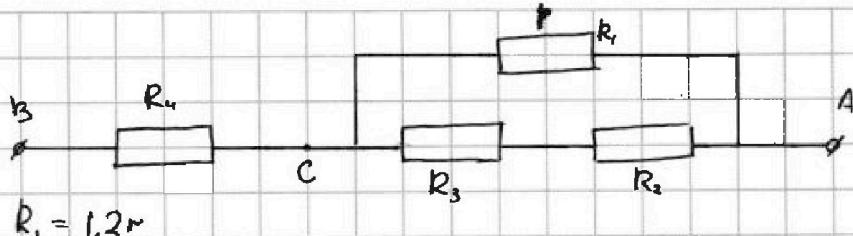


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 1 \Omega$$

$$1) R_{\text{экв}} = \frac{R_1(R_3 + R_2)}{R_1 + R_3 + R_2} + R_4 = \frac{1,2 \Omega \cdot 6 \Omega}{7,2 \Omega} + 1 \Omega = 2 \Omega = 2 \cdot 5 \Omega_m = 10 \Omega_m$$

$$2) P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 A^2 \cdot 10 \Omega_m = 160 \text{ Вт}$$

$$3) U = I \cdot R_{\text{экв}} = 4A \cdot 10 \Omega_m = 40 \text{ В} - \text{ напряжение на клеммах } A \text{ и } B$$

$P_4 = I^2 \cdot R_4 = 4^2 A^2 \cdot 5 \Omega_m = 80 \text{ Вт} - \text{ мощность, рассеиваемая на резисторе } 4.$

$U_4 = I \cdot R_4 = 4A \cdot 5 \Omega_m = 20 \text{ В} - \text{ напряжение на клеммах } B \text{ и } C$

$U_{AC} = U - U_4 = 40 \text{ В} - 20 \text{ В} = 20 \text{ В} - \text{ напряжение на клеммах } A \text{ и } C.$

$$P_1 = \frac{U_{AC}^2}{R_1} = \frac{20^2 \text{ В}^2}{6 \Omega_m} = \frac{200}{3} \text{ Вт} - \text{ мощность } 1$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{AC}}{R_2 + R_3} = \frac{20 \text{ В}}{30 \Omega_m} = \frac{2}{3} \text{ А} - \text{ сила тока на нижней ветви параллельного соединения.}$$

$$P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = \frac{2^2}{3} \text{ А}^2 \cdot 20 \Omega_m = \frac{80}{9} \text{ Вт} - \text{ мощность } 3$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{2^2}{3} \text{ А}^2 \cdot 10 \Omega_m = \frac{40}{9} \text{ Вт} - \text{ мощность } 2.$$

$$\boxed{P_{\text{мин}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}} \quad \text{Ответ: 1) } R_{\text{экв}} = 10 \Omega_m; 2) P = 160 \text{ Вт}; 3) P_{\text{мин}} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

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!

$$\begin{array}{r} 0,04 \cdot 0,12 \\ \hline 0,8 \cdot 100 \end{array}$$

$$= \frac{X \cdot 12^6}{0,8 \cdot 10000000} = \frac{6}{10^5}$$

$\cancel{6} \cdot 100,000$

$$UI$$
$$I^2R$$

$$1 \frac{\text{мв}}{\text{с}} \cdot 60$$

$$\frac{bVI}{l} = \frac{6}{10^3}$$

$$6 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{400}{6} = \frac{200}{3}$$

$$\frac{62}{6}$$
$$\frac{6}{1,2}$$

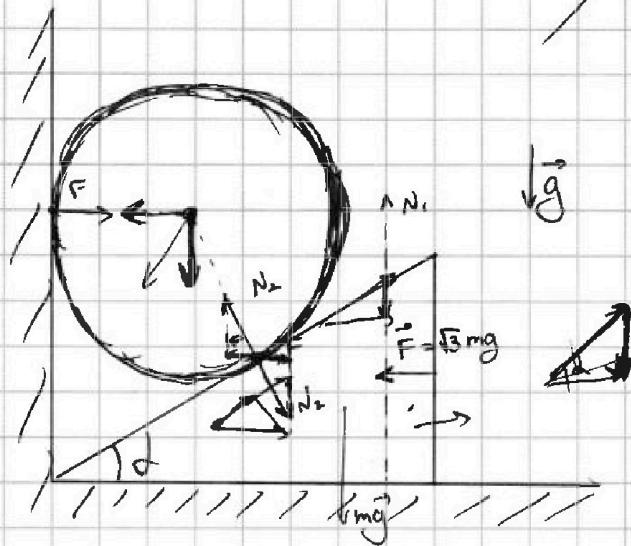


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

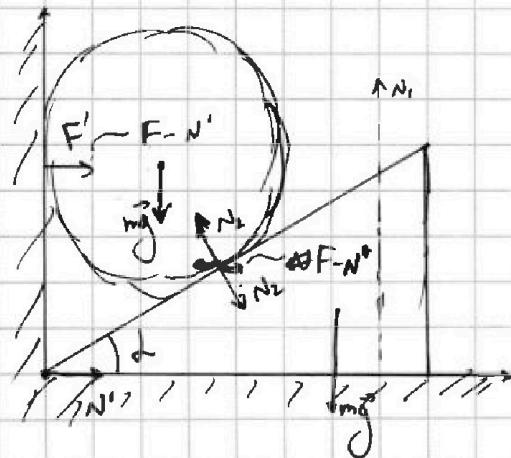
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\begin{aligned} mgh &= \text{[redacted]} \quad \Delta \quad \Delta \quad \sin \alpha = \frac{h}{R} \\ mgh &= \frac{V^2}{2} \quad h = \quad a_m \\ mgh &= \quad a_m \\ \frac{a_m}{a_g} &= \tan \alpha \end{aligned}$$



$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{1}$$

sin α



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.

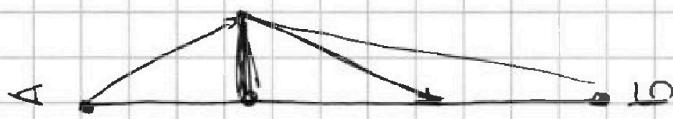
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$U_{\text{mag}} = U_{\text{cos}\alpha} + U \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$

$$S =$$



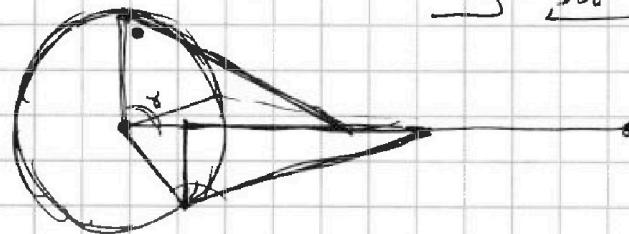
$$T = \frac{S}{U_{\text{cos}\alpha} + U \sqrt{1 - \frac{U_{\text{sin}\alpha}^2}{U^2}}}$$

$$= \frac{2SU \sqrt{1 - \frac{U_{\text{sin}\alpha}^2}{U^2}}}{U^2 - 4U^2 \sin^2 \alpha - 4S^2 U^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{S+1}{S-2}$$

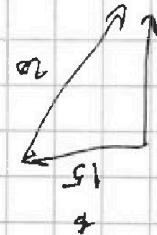
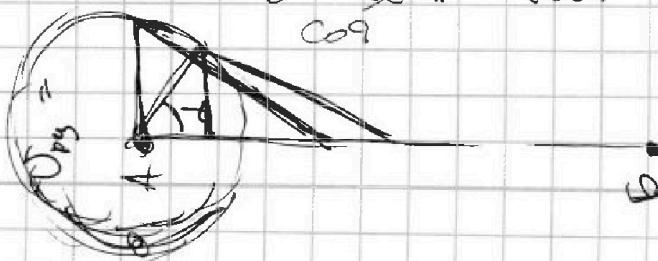
$$\alpha_2 < \frac{\alpha_1}{\alpha_0 \alpha_2}$$

$$S+1 = S-2$$



$$\frac{S+1}{S-2} = \frac{S+1}{S-2} = \frac{S+1}{S-2}$$

$$\frac{S}{1}$$





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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

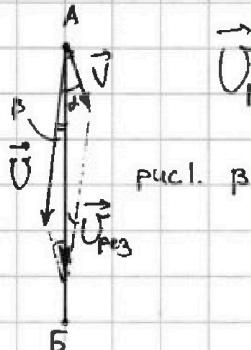
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) T_2 - продолжительность полёта $A \rightarrow F$ и $B \rightarrow A$ в безветренную

погоду (т.к. скорость аппарата постоянна они равны) и $T_2 = \frac{T_0}{2} = \frac{200\text{с}}{2} = 100\text{с}$

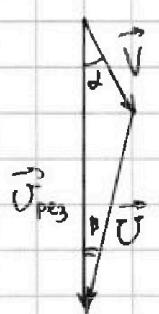
$$U = \frac{S}{T_2} = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ м}}{100\text{с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



\vec{U}_{pog} - суммарная скорость (т.е. относительно земли) аппарата
рис. β - угол между \vec{U} и \vec{U}_{pog}

U_{pog} Векторного тракта на рис. 2. в теории силузов:



$$\text{рис. 2} \quad \frac{U}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{U} = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8}{40 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,3$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,3^2} = 0,6$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,3^2} = \sqrt{0,91} = 0,1\sqrt{91}$$

$$U_{\text{pog}} = V \cos \alpha + U \cos \beta = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,6 + 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,1\sqrt{91} =$$

$$= (9 + 4\sqrt{91}) \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 52 \text{ м/с}$$

$$\frac{52}{\sqrt{91}} \approx$$

$$\frac{91}{t}$$

$$\frac{52}{\sqrt{91}} =$$

$$= 92 \cdot \frac{\sqrt{91}}{91} = \frac{92}{\sqrt{9100}} = \frac{92}{\sqrt{9100}} = \frac{92}{\sqrt{9100}} = \frac{92}{\sqrt{9100}} =$$

$\frac{92}{\sqrt{9100}} \cdot 0,001$

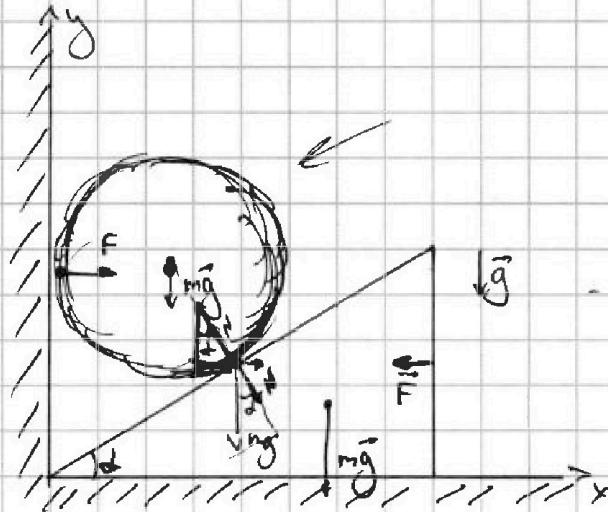
$\frac{92}{91} - 1$



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 7СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\frac{2000}{25} \text{ кг}$$

$$\frac{2000}{25} = \frac{400}{5} = 80 \quad 60 \times 50$$

$$g + 16$$

01

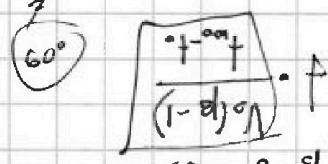
$$N_x = F = \sqrt{3}mg$$

$$N_y = mg$$

$$0.5 = \frac{v^2}{2g}$$

$$v_0 = \sqrt{20 \cdot 0.5} = \sqrt{10}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cancel{x} = \sqrt{3}$$



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

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



$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\sqrt{3}$$

$$\sqrt{3}$$

$$= 60 \text{ км/ч}$$

$$= 60 \cdot \frac{1000}{3600} = \frac{10}{6}$$

$$10 \cdot \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$= 60 \cdot \frac{1000}{3600} = \frac{1000000 \cdot \sqrt{3}}{36 \cdot 1000}$$

$$+ \frac{f}{m} = (t) \wedge$$

$$60 \cdot \frac{1000000 \cdot \sqrt{3}}{36 \cdot 1000}$$

$$(t) \wedge$$



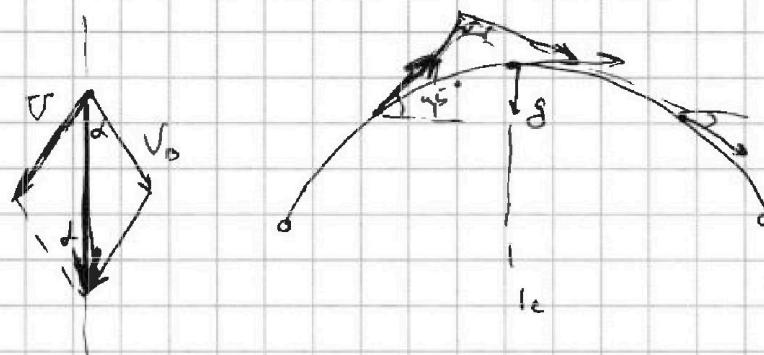
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

111



$$\frac{g}{0.9}$$

$$20 \cdot \frac{g}{\pi}$$

$$20 \cdot g$$

$$\frac{3}{2} \cdot 9,8$$

$$0,01 \cdot 9,8$$

$$0,91$$

$$0,91$$

$$\frac{15}{9,8} \times 0,6$$

$$\frac{15}{6,2} = 5^{\circ}$$

$$g + 4\sqrt{5} \quad \frac{15}{6,3} = \frac{150}{3} = 5^{\circ}$$

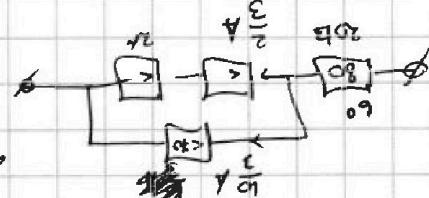
$$10 \quad \text{ок} \quad \frac{3}{300}$$

$$\frac{20}{20} = \frac{3}{2} A$$

$$60$$

$$\frac{6}{2}$$

$$\frac{12}{2} \frac{1}{t}$$



$$I_2 = I$$

$$2 + \frac{9}{200}$$

$$\frac{9}{80}$$

$$\int B^2 dL$$

$$\begin{pmatrix} 0,03 \\ 0,91 \end{pmatrix}$$

$$0,07 \cdot 13$$

$$g_1 \cdot 0,01$$

$$0,155$$



$$16 \cdot 5 \quad 200$$

$$50 \cdot 3 \quad 400 = n$$